ISSN 1884-0345
通巻第285号

技能と技術

職業能力開発技術誌

3/2016

特集●地域の特色を生かした取り組み

Vol.51

職業能力開発技術誌

技能と技術

3/2016号

通巻No.285

CONTENTS

特集●地域の特色を生かした取り組み

この人のことば　本誌の目指すもの ____ 1

内田　修一／職業能力開発総合大学校基盤整備センター　所長

特集①　「顔の見えるねっとわーく」を活用した機械加工指導員の技能伝承 ____ 2

石山　樹里／京都職業能力開発促進センター

特集②　太陽光エネルギーに関連したものづくり競技会への継続的な参加について ____ 9

齋藤　公利／滋賀職業能力開発短期大学校

特集③　地域ニーズを題材とした開発課題の指導法

—エゾシカ囲いワナとオルゴールシリンダ自動加工機の開発を通じて— ____ 14

安井　雄祐／北海道職業能力開発大学校

研究ノート①　再生可能エネルギー（太陽光・風力）発電事業のサービス・ビジネスモデル ____ 18

藤井　　享／株式会社日立製作所

研究ノート②　スケールの違いから摩擦を考える ____ 24

髙木　智士／福島県立テクノアカデミー郡山

高山　雅彦／中国職業能力開発大学校

調査研究報告　普通課程の職業訓練基準と希少科の紹介 ____ 28

職業能力開発総合大学校基盤整備センター　開発部教材開発室

原稿募集のお知らせ ____ 34

●表紙は神奈川県立産業技術短期大学校 産業デザイン科卒業の井口 まりんさんの作品です。

本誌の目指すもの

職業能力開発総合大学校　基盤整備センター
所長　内田　修一

先日，「技能と技術」誌編集委員会を開催し，ご多忙の中全国から編集委員の方々にご出席いただきました。用意された議題の中に「平成29年における本誌の特集テーマ」の決定があり，全委員の方々に提案をお願いしました。多くのご提案がありましたが，その中で－表現の仕方は異なるものの－全国の職業能力開発施設での取組状況という趣旨のご提案が複数ありました。委員に提案理由をお尋ねしますと，他施設の取組状況を参考にし，業務改善や実績向上につなげたいというものでした。確かに公共の職業能力開発施設において実施する職業訓練は，法令で定められた基準に則り行われているわけですが，その内容には当然地域ニーズも反映されており，訓練に使用される教材機器等は勿論のこと，利用者（受講生）の確保や指導方法，安全教育，技能伝承を含む職業訓練指導員の資質の向上などの面でも様々な取組（創意工夫）がなされているものと考えられます。そして，こういった各職業能力開発施設における取組を本誌において紹介することにより，職業能力開発業務のさらなる普及は勿論のこと，業務改善や職業訓練指導員の技能・技術の水準向上に繋がっていくことが期待されます。

ところで，本誌は職業能力開発全般に関わる情報誌を標榜していますが，書名からすると恰も技術的な内容に特化した専門誌として受け止められかねません。職業能力開発に携わる方であっても，事務的な職種の方からは端から敬遠されてしまうかもしれません。あらためて「技能」と「技術」の意味を辞書（広辞苑）で調べてみました。前者の意味は「技芸を行う腕前，手なみ，技量」とあり，後者の意味は「物事を巧みに行うわざ」あるいは「科学を実地に応用して自然の事物を改変・加工し人間生活に役立てるわざ」とありました。この意味からすると，確かに名は体を表すという故事もあるように，本誌は技術専門誌であるべき方が馴染むのかもしれません。しかしながら，本誌はいわゆる「技能」と「技術」に関する内容に特化して編集を行っているわけではありません。編集方針として広く職業能力開発に関する内容を提供する情報誌であることを掲げて編集を行っています。それは，職業能力開発（職業訓練）を効果的に実施し，業務改善や成果の拡大に結び付けていくためには，職業能力開発業務の運営が的確に行われる必要があると認識しているからです。したがいまして，本誌においては，技能・技術は云うまでもなく，地域の人材ニーズの把握，受講者の募集，関係機関や企業との連携などといった各職業能力開発施設での取組状況についても，積極的に紹介させていただくこととしております。この点につきましては，既に多くの読者の方々にご理解いただいているところですが，本誌に初めて目を通される方々などにおかれましては，是非ご理解，ご認識を頂ければ幸いです。（本号においても「地域の特色を生かした取組み」を特集テーマとして技能伝承や地域ニーズの訓練課題等の取組を紹介しています。）

最後に，編集側といたしましては，投稿いただいた貴重な記事を多くの方々に読んでいただけるように取り組んでまいる所存です。2009年第3号（通巻第256号）からは多くの方々にご覧いただけるよう本誌を電子書籍化して，基盤整備センターホームページに掲載しております。今後も読者の皆様に向け有用かつタイムリーな情報を提供していきたいと考えておりますので，投稿や情報提供など引き続き編集に当たっての特段のご理解とご協力をお願いいたします。

「顔の見えるねっとわーく」を活用した機械加工指導員の技能伝承

京都職業能力開発促進センター　石山　樹里

1. はじめに

製造業界では2007年問題（団塊世代の退職者が最も多く発生する問題）の対策のために雇用期間の延長，他企業の退職者の獲得等により，熟練技能者が有する卓越した技能を維持し，製造活動を続けた。さらには若者の工場勤務離れも相乗し，その結果，製造業における就業者数が減少し，高年齢技能者の割合が増加した。このため，高齢技能者が有する熟練技能を若年技能者へ技能伝承することが急務とされている。しかし，多くの中小企業においては，技能伝承の手法が明確化されていない，あるいは技能伝承をするための時間や人的余力がない等の理由により，技能伝承に満足な施策がとり難い状況にあることが報告されている(1)。

職業能力開発施設においても，団塊世代のベテラン指導員の退職や新規採用指導員の減少などにより，若手指導員がベテラン指導員からの技能伝承のための実技指導等を受けることが難しい状況にある。

一方で，全国規模の組織である職業能力開発促進センター及び職業能力開発大学校では，統一した訓練カリキュラム，指導技法，および訓練効果が求められている。しかし，統一されているのは訓練カリキュラムであり，指導技法のうち作業の提示については，指導員によりばらつきがあることがしばしば見受けられる。

これらを改善するため，近畿圏では顔の見えるねっとわーく（以下，「顔ねっと」）という取り組みが活用されている。

「顔ねっと」は，機械系機械加工分野（以下，「顔ねっと機械加工」），機械設計分野，溶接分野，など計9つの分野に分かれている。

各分野ともに，技能伝承の他，情報の共有化，訓練内容の調整，テキストの共同作成，教材の共同開発，訓練技法の研究・伝授など，様々な活動へと発展している。また，業務を円滑に行うための意見交換や調整，不明瞭な点の相談や解決なども図られている。

図1に近畿ブロックの施設配置地図を示す。近畿ブロックは，北は京都府舞鶴市，東は滋賀県近江八幡市，南は和歌山県和歌山市，西は兵庫県加古川市へと広がっているが交通の便が良く，また移動に要する時間も他のブロックに比べて短いため，「顔ねっと」への参加者は京都や大阪などの中心部施設に集結しやすいという特色があり，これを近畿ブロックでは「近畿の地の利」と表現している。

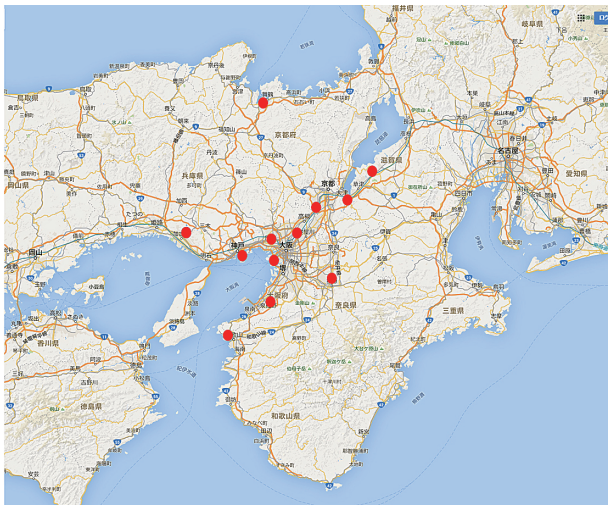


図1　近畿の地の利

近畿地方の経済圏は，京阪神地域を中心として一円に広がっている。また，産業界の各社・各グループは，近畿ブロック一帯に展開している。このような産業界の展開に対して，機構組織も施設毎の慣行に捉われず，産業界同様の機動的な活動が必要だと考える。

産業界の機動性にわたしたちの組織が持つ知識や技能，技術支援方法を適合させていくためには，一つの施設にとどまることなく，経済圏の視点で行動することが必須である。これらのことを前提に，近畿ブロックでは協働組織として，「顔ねっと」を積極的に実施している。

そのなかで，「顔ねっと機械加工」では，ベテラン指導員からの機械加工作業や実践的な加工手法に関する技能伝承と，それら指導技法の共通化を図り，企業に対してハイレベルな技術支援が行える技能者集団の構築を図るための活動を行ってきた。

本稿では，「顔ねっと機械加工」にかかわった過去6年間の実施内容と今後の技能伝承の在り方についてまとめた。

2. 技能伝承の実施計画

顔ねっと機械加工で取り組む技能伝承のテーマは，毎年度の7月頃に行われる「顔ねっと機械加工」の委員会で決定される。委員会では，各施設の機械系指導員が参加し，機械加工に関する技能についての問題点や加工方法についての課題点や疑問点などを話し合い，技能伝承として相応しい内容をテーマとして決定している。ここでいう相応しい内容とは，書籍等に詳しく記載がない要素であり，習得し難い実践的な加工手法だけでなく，治工具類の使い方の基礎から，技能の発展性を期待するための作業手順などをさす。

以上のようにして決められた技能伝承のテーマに関して，前提となる知識や技能の確認とともに，企業で求められる加工技能や実際に行われている機械加工法，技能の発展的な内容に対してベテラン指導員から教授して頂いている。

平成22年度においては，普通旋盤によるねじ切り加工に関する総合的な技能伝承を行った。平成23年度および平成24年度においては，企業から指導支援の相談があった長尺物の旋盤加工技能についての技能伝承を行った。平成25年度は不整形物の加工方法，平成26年度はパスを使用した加工と測定の極意を実施した。平成27年度は工具研削を行った。

なお，平成22年度から平成26年度までは坂井利文氏（滋賀職業能力開発促進センター機械系指導員: 平成24年度おうみの名工），平成27年度は藤原力氏（京都職業能力開発短期大学校機械系指導員）にお願いし，関連知識に関する講義と実技指導をして頂いた。

3. 実施実績

3.1 ねじ切り加工の技能伝承

普通旋盤によるねじ切りのテーマでは，高精度ねじ加工を目的とした場合の実技作業として挙げられる，①ねじ切りバイトの研削作業，②ねじ加工作業，③ねじ精度の測定・評価作業の3項目について技能伝承を行った。

ねじ切りバイトの研削では，普通旋盤作業の訓練で多く使用されているハイスヘールバイトを用いて，両頭グラインダと油砥石を使用した作業を行った。その際，ねじ切り荒削り用や仕上げ削り用のすくい角のつけ方の実技指導を受けた。

ねじ切り加工作業では，普通旋盤におけるねじ切り機構，歯車選択方法（2段掛け・4段掛け），切込

図2　ねじ切り加工の実技指導の様子

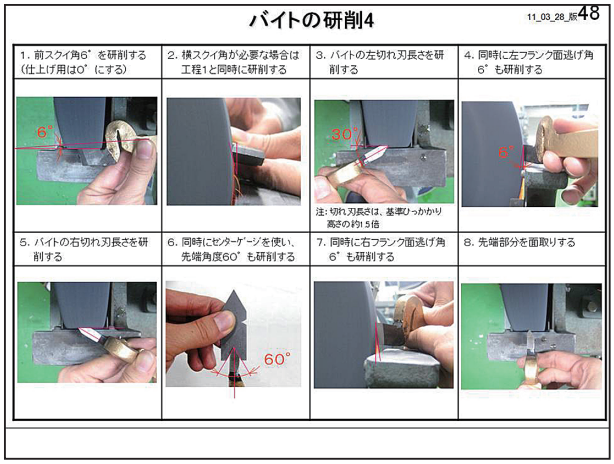


図3　ねじ切り加工テキスト

み手法（直進法・斜進法・千鳥法），加工手法等の指導を受けた。図2に実技指導の様子を示す。

ねじ精度の測定作業では，マイクロメータによる外径測定だけでなく三針による有効径測定，フランク面の粗さ評価，および嵌合による評価方法について指導を受けた。

以上の普通旋盤によるねじ切り加工に関して，指導技法の統一化と指導ポイントの明確化のために，能力開発セミナー用カリキュラムとテキストを参加者全員で作成した。作成したテキストの一部を図3に示す。

3.2　長尺物加工の技能伝承

長尺加工物のテーマでは，軸の直径に対する軸の長さ（L/D）が10以上のものに対しての旋盤加工による長尺物加工について技能伝承を行った。このテーマでは，①普通旋盤に付属されている固定振れ止め，および移動振れ止めの使い方，②自作治具の設計におけるポイント，③長尺加工における切削条件などの問題点の洗い出し，④長尺加工における段取りの4項目について習得することを目的とした。

その際の実技指導においては，普通旋盤の中空主軸内径側に材料を通すことが可能な丸鋼素材（ϕ38×700）の場合と，材料を通すことが不可能な丸鋼素材（ϕ65×600）の場合の2種の題材を設定し，素材の大きさを考慮した段取りを習得できるように計画した。

普通旋盤による長尺物加工に関する経験や知識が「顔ねっと」の参加者にはほとんどなかったため，初めに長尺物加工に関する加工時の問題点についてベテラン指導員より講義を受けた。次に，参加者で問題点についての解決方法を見出すために，文献調査やディスカッションを行い，共通認識の確立を図った。

まず初めに実技作業として，普段の訓練で行っているスローアウェイバイトやセンター押しによる旋削加工手法で，ϕ38×700の素材を使用して長尺物加工を参加者全員が行った。この時，センター押し作業により旋削加工を行っている最中に，加工物が切削抵抗により押され主軸台側に移動してしまい，心押台側の回転センターで固定しているはずの加工物が，センター穴から外れ，作業者に危険性を与えることを指摘された。

また，加工中の長尺物が切削による発熱により熱膨張し，軸方向長さが増加することにより長尺物がたわみ，円筒度が悪化する可能性があることも指摘された。

この2つの対策として，材料を固定する心押軸の支える圧力を切削加工中に調整する心押し作業について指導を受けた。また，今回の工具や加工手法では表面粗さおよび円筒度が目標とする仕上がり精度に達しないことも参加者全員が把握できた。

次に，長尺物加工で使用される2種類の振れ止めの使用方法と加工作業について実技指導を受けた。図4に移動振れ止めを用いた長尺物加工の実技指導の様子を示す。

図4　長尺物加工の実技指導の様子

移動振れ止めの使用方法ではφ38×700の素材を使用して実技指導が行われた。その際，材料を保持する2つの振れ止めの駒（以下，「駒」）の位置関係と役割の違い，振れ止めの取付け方法，加工方法による駒とバイトの配置方法，加工中の2つの駒を調整するための調整ねじの使用方法，作業中の機械と作業者の安全な立ち位置，および安全作業を意識した振れ止めの操作方法について指導を受けた。

固定振れ止めの使用方法では，φ65×600の素材を使用して実技指導が行われた。この課題（又は作業）では，旋盤に材料を固定する前に同軸を得るため軸両端面にセンター穴を事前にあける必要がある。その為，片パスを用いて円筒中心のケガキ作業，電気ドリルによるセンター穴加工を行った。

また，固定振れ止めの旋盤への取付け方法，駒による材料保持方法，回転中に駒と材料が摩擦熱による焼き付き防止を目的とした革ベルト等の使用方法，3つの駒の役割と切削加工中の使用方法，および高精度な同軸度を得るための加工手順について実技指導を受けた。

最後に，長尺物加工についても指導技法の統一化と指導ポイントの明確化のために，能力開発セミナー用カリキュラムとテキストを，ねじ切り加工技術と同様に作成した。

3.3　不整形物（面板作業）の加工方法の技能伝承

現在ではNC工作機械やCAMの発達により，熟練者ではなくても，複雑な形状をもった製品の加工ができるようになってきている。過去に熟練者が知恵を出し，取付具や冶具などを製作しながら加工を行ってきたことが容易にできるようになっているため，普通旋盤などの汎用機での複雑な形状加工を指導する経験のない指導員が多い。

そこで，平成25年度は普通旋盤を用いて不整形物と呼ばれる形状の加工をする方法をテーマとした。

普通にチャックでは固定できない円筒形状の外周にドリルで下穴を開け，さらに内径加工を行って図面の寸法公差内に仕上げる加工を行った。この材料を旋盤に固定するため，面板やイケールといった取付具を用い，さらには加工する材料を回転させたときの動バランスをとるために，重りを付けた。また，材料の心だしは材料にケガキをし，トースカンを使用して慎重に心位置の確認を行った。心だし作業の様子を図5に示す。

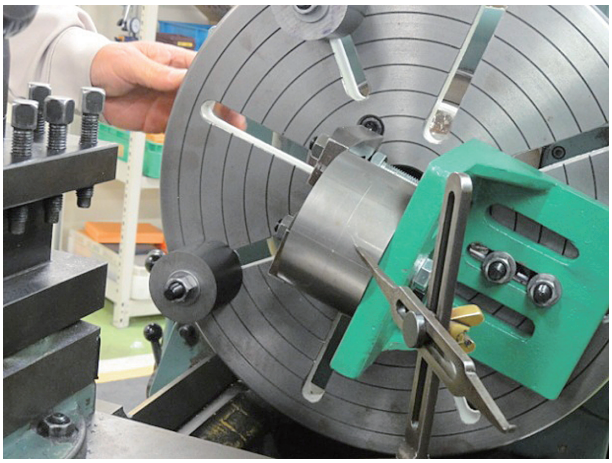


図5　不整形物の心だしの様子

図6　不整形物の穴開けの様子

加工物を固定している状態が不安定であるため，高速回転をすると，遠心力により材料が外れる危険があるという指摘がベテラン指導員からあった。そのため，穴開け作業と内径加工ともに低速回転数でも目標とする面粗度が得られるハイス工具を使用し，切削を行った。穴開け作業の様子を図6に示す。

不整形物加工は今回のような形状だけではないが，加工法の考え方と加工法の一例を経験することで，様々な難加工形状に対するアプローチの幅を広げることができた。

3.4　パスの扱い方の技能伝承

パスとよばれる測定器は，現在ではほとんど使用されていない。デジタル化された様々な測定器がある中で，パス測定に関する技能伝承を行う理由は，単に測定器の名称や扱い方を習得するだけではなく，測定技能や機械加工に対する技能者の感性を磨くことが目的である。

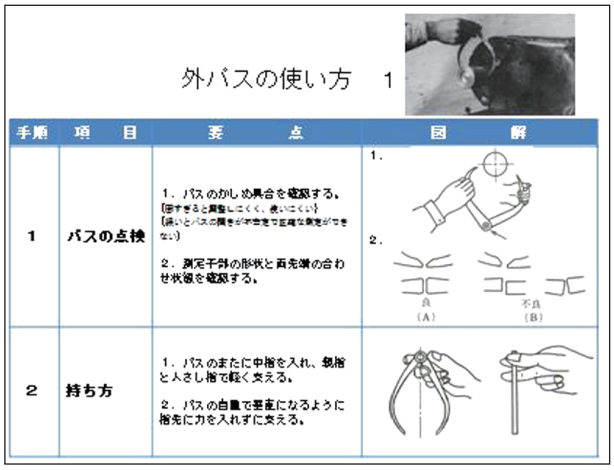
パスでの測定は手に伝わるわずかな感覚が大事である。ベテラン指導員は，パスを用いて材料を測定する際，手に伝わる感覚でφ0.005mmほどの差を感じ取る。まだ感覚を養えていない初心者は，毎回同じ測定器を使用して訓練することが必要である。そのため，平成26年度「顔ねっと機械加工」の参加者は各自のパスを用意し，自分の使いやすいように先端を研削，焼き入れしてから使用する事とした。

ベテラン指導員と共に作業を行いながら，そのわずかな感覚を実際に経験することで，様々な加工の「勘」として応用することを目的とし作業に取り組んだ。

実施にあたって，パスについての知識や測定の仕方を知らない指導員が多いため，まずはパスの種類や扱い方についての説明と指導を受けた。パスの扱い方で使用したテキストの一部を図7に示す。

次に，外パス・内パスを用いて実際に円筒物の測定に関する指導を受けた。参加者全員がマイクロメータを使って実際に測定した値と，パスを用いて測定作業を行った値との比較を行った。図8に測定の実技指導の様子を示す。

次に，実際に加工を行いながらパス測定をした。


外パスの使い方　1

手順	項　目	要　点	図　解
1	パスの点検	1．パスのかしめ具合を確認する。 （固すぎると調整しにくく，使いにくい） （緩いとパスの開きが不安定で正確な測定ができない） 2．測定干渉の形状と両先端の合わせ状態を確認する。	1． 2． 良（A）　不良（B）
2	持ち方	1．パスのまたに中指を入れ，親指と人さし指で軽く支える。 2．パスの自重で垂直になるように指先に力を入れずに支える。	

図7　パスの使い方テキスト

図8　パス測定の実技指導の様子

仕上げ加工では，超硬工具を用いて切削量の微調整を行うことは難しいため，ハイス工具を使用し，φ0.05mmずつ切り込みながらパス測定を行い，目標寸法まで加工した。

参加者全員が仕上がり寸法を目標値に一致することはできず，短期間で感覚を身につける難しさを理解した。

3.5　切削工具の研ぎ方の技能伝承

若手指導員が中心となり運営している職業訓練施設では，切削工具の研ぎ方をベテラン指導員から学び，自ら練習を行い，習熟したのちに指導を行うという理想的なプロセスを経験することができず，自らの技能に自信を持って訓練担当をできない例もある。

この問題を解決するためにH27年度「顔ねっと機械加工」では，関西職業能力開発促進センターで使用している工具研削のテキストを共有し，平成22年度に行われたねじ切りバイトの研ぎ方の復習と，新しく加えたドリル研削等の技能伝承を行った(図9)。また，工具研削の様子を図10に示す。

工具の研削技能は，「顔ねっと」に参加するだけで身につけられるような簡単なものではない。ただ，工具を研ぐときの知識，またその姿勢や作業目線，作業者の手の置く位置などをベテランの指導員から直接指導してもらうことで，その後の自己研鑽の効率は格段に上がる。何より,「顔ねっと機械加工」の本来の目的である，困ったときに相談できるベテ

図9　技能伝承の様子

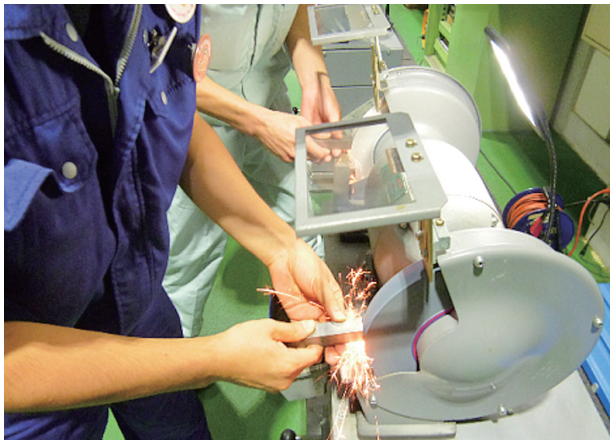


図10　切削工具研削作業の様子

ラン指導員との横の繋がりを持つことが，若手指導員の大きな心の支えとなる。

4. 技能伝承を受けて

ベテラン指導員から若年世代の指導員へと技能を伝承させるためには，被継承者が実際に作業を従事しながら習熟させる方法が第一に挙げられる。しかし技能には，ベテラン指導員が経験則的に体得したものなど，暗黙知的な性質を有するものがあり，その継承に多くの時間を費やす。このため，個々の技能の体系化・可視化・定量化したのち，被継承者への理解を促すことが必要とされる。

顔ねっと機械加工では，技能伝承テーマである旋盤作業において，体系化・可視化のためにカリキュラム作成，およびテキスト作成を行った。このテキストには，指導の統一化や理解度促進を目的として，多数の写真や動画を作業者目線で撮影し，細かい作業のポイントも記載した。

しかし，実際に作成したカリキュラムとテキストを用いて指導を行ったが，受講生が持つ前提知識，経験値，および受講目的の差により，ベテラン指導員のような受講生に応じた実技指導を実施することができなかった。その結果，作業の手法・手順の違いによる加工精度や加工時間への影響の説明や，加工時の不具合への対処方法などについての説明ができなかった。

ここには，若手指導員はベテラン指導員と比べ，個々の作業における技能の質の差だけではなく，加工プロセス全体の流れを想定しつつ個々の作業時に起きうる予測の把握が不足していると思われる。すなわち，共通したカリキュラムを実施しようとした場合，指導員はテキストやカリキュラムの充実化や共有化だけでは不足であり，テキストで表現が困難な暗黙知的な熟練技能や，より実践的な技能を習得し，個々の作業技能に対して取捨選択できる技術と技能を身につけることが必要不可欠である。

近年のコンピュータ，NC工作機械，およびCAMの発達により，熟練技能の一部を数値化することが可能となってきた[(2)]。また，熟練者の手先の感覚や音・振動等からの判断による加工状態判断や不具合予測などの熟練技能を定量化・体系化し，技能習得の短縮化に寄与する試みもみられる[(3)]。

職業能力開発施設において，ベテラン指導員がもつ機械加工に関する「勘」の数値化や熟練技能の体系化には，多くの時間を費やすことであり，早急に取り組むべき内容であろう。しかし，技能は一朝一夕で習得できるものでなく，長年の自己研鑽により培われるものである。

ベテラン指導員の大量退職が進んでいる現在も，若手指導員は熟練技能をベテラン指導員から直接指導を仰ぎ，「五感」を通じて習得したのち，後輩指導員，あるいは受講生に対して伝承しなければならない。さらには，技能伝承における「五感」を「五感以外で伝承する手法」も検討し実施する必要がある。

そして，技能者が集う職業能力開発施設として，企業から信頼され，企業の人材育成と技術向上に貢献する必要がある。

5. おわりに

職業能力開発施設の指導員にとって，普段の訓練指導で経験することが少ない，実践的なテーマを取り上げて活動を行う「顔ねっと機械加工」は，若手指導員の技能を向上する場，発見する場として重要な役割を果たしている。

また，施設を越えて行う「顔ねっと」は，施設の人員配置におけるベテラン指導員の偏りによる若手指導員の技能伝承不足を補う役割も果たしている。

今後も「顔ねっと」では技能伝承をテーマとし，動画や写真の集約，テキストの改善を繰り返し，技能の見える化に向けて取り組んでいく。

熟練技能はテキストの工夫などにより可視化は可能だが，効果的な伝承方法や伝承するべき内容については未だ検討の余地がある。

今後はICTを活用した指導技法や技能向上のシステム構築も行い，近畿圏のみならず組織全体，日本のものづくり全体での技能伝承システムを作り上げる必要があるだろう。

最後に，「顔ねっと機械加工」の運営および実技で直接ご指導をいただき，加工の面白さ・技能向上の素晴らしさ・技能伝承の大切さを教えて下さった坂井利文先生，今回の原稿執筆にあたりお忙しい中，改めて「顔ねっと」に関する内容をご教授いただいた加畑満久先生，梅田良範先生，「顔ねっと機械加工」のまとめ役・事務局の前任担当として，厳しくご指導くださった高木勝規先生，引き続き「顔ねっと機械加工」での技能伝承に精力的に取り組んで頂いている藤原力先生，斉藤哲也先生，芝原寛健先生，いままでの顔ねっと機械加工の参加者全員に感謝の意を称します。

＜参考文献＞

(1) 平成24年度ものづくり白書，経済産業省
(2) 笠原和夫・広田明彦・滝野亮人:CNC旋盤による加工での切削抵抗データに基づく加工精度向上,精密工学会誌,77,6(2011), pp.581-586.
(3) Y. Kameyama et al., Trans. JSME C, Vol.75(2009), pp.2456-2458.

太陽光エネルギーに関連したものづくり競技会への継続的な参加について

滋賀職業能力開発短期大学校　齋藤　公利

1. はじめに

滋賀職業能力開発短期大学校（以下，「滋賀職能大」）の電子情報技術科では，卒業研究・制作に相当する科目である総合制作実習のテーマとして，毎年，ものづくり関連の競技会へ積極的に参加している。年度ごとに順位が上がることを目標に，学生が習得した回路設計・製作からプログラミングまでの知識や技能を生かすとともに，すでに社会人として活躍しているOBたちとも係わる中で，主体的な行動力やコミュニケーション能力を学ぶことができる。さらには，就職活動の中で学生時代一生懸命取り組んだ事として，競技会への参加がアピールできるなど，学生にとっても多くのメリットがある。継続して参加する大会に関しては，前年度の引き継ぎ事項を元に（Plan），大会に向けて4月から準備を行い（Do），大会にて結果や課題を確認し（Check），改善を実施し（Action），年度末の総合制作発表会に向けて次年度何をすべきか（Plan）をまとめ，PDCAサイクルの中で製作活動を行っている。また学生募集においても，全国の職業能力開発大学校・短期大学校の中で，競技会参加数日本一の科としてアピールしている。本稿では，滋賀職能大の電子情報技術科として昨年度取り組んだものづくりに関する大会について報告する。

2. 背景とこれまでの経緯

滋賀県は日本のほぼ中央にあり，北は福井県，東は岐阜県，南東は三重県，西は京都府と接している。また，まわりを伊吹，鈴鹿，比良，比叡などの山々に囲まれ，中央に県の面積の約6分の1を占める日本で一番大きな湖「びわ湖」がある。びわ湖に流れこむ川の数は，大きな川だけでも120以上もある。びわ湖に対する環境保全の関心が強い土地柄であるため，再生可能エネルギーとして太陽光発電や省エネを意識した総合制作実習のテーマ設定として，平成4年4月開校当時の電子技術科からソーラーカーレースに取り組んでおり，OBたちも積極的に関わってきた。ソーラーカーレースへ20年以上取り組んできたこともあり，電子情報技術科に変わった今でも太陽光エネルギーに関連する各種競技会に継続して出場している。

3. ソーラーカーレース鈴鹿

3.1　大会概要

この大会は太陽光パネルから得られる電力をエネルギー源とした電気自動車のレースである。三重県鈴鹿市の鈴鹿サーキットにおいて，フルコース5.807kmを使用し，8月の第1金曜日・土曜日に，二日間の日程にて開催される。今年度は8月5日が車検・フリー走行，8月6日が耐久レースとして開催された。大会では，使用できるパネルの発電量とバッテリーの種類により，オリンピア，ドリーム，チャレンジ（5時間耐久），エンジョイⅠ・Ⅱ（4時耐久）とクラス分けされ，時間内で走行した周回数を競う。競技規則で規定された二次電池を満充電した状態からスタートし，ドライバー交代が最低1回以上義務付けら

れる。滋賀職能大では，昨年度まではソーラーパネルの出力が無制限のドリームクラスに出場してきた。今年度はソーラーパネルの出力が480W未満で大学，一般部門の，エンジョイⅡにエントリーした。

3.2　車両について

昨年度の車両データを表1に示す。モータはインホィール方式ダイレクトドライブのブラシレスモータを使用しており，バッテリーは入手性の良さと費用面からリチウムイオンバッテリからニッケル水素電池へ変更した。図1の昇圧型のMPPT回路を自作した。

表1　車両データ

車長	4680mm
車幅	1638mm
車高	950mm
車重	157kg
モーター	MITSUBA：DCブラシレスモーター
駆動方式	インホィール方式ダイレクトドライブ
定格出力	1.5kW（96V）
太陽電池	シャープ，昭和シェル
発電量	約1000Wh
バッテリー	PANASONIC：ニッケル水素電池
定格容量	39.2Ah（124.7V）
車両材質	カーボンハニカム

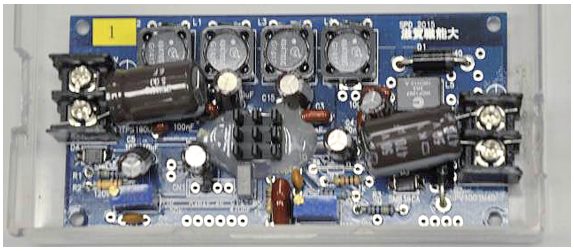


図1　MPPT回路

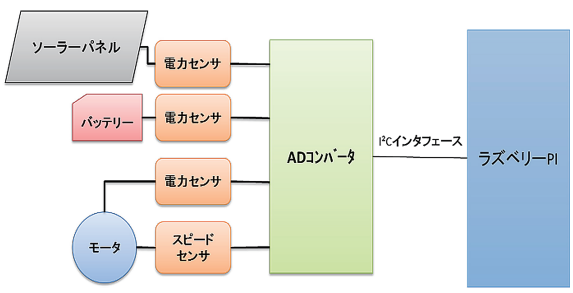


図2　モニタリングシステム

さらに，ソーラーパネルの発電量やバッテリの状態を集中的にモニタリングできるように，各センサーから得た電圧などをADコンバータに通し，I²Cインターフェースを介して，図2に示す様にRaspberry Piを用い表示させるシステムを構築した。

4. Ene1-GP 鈴鹿

4.1　大会概要

Ene-1GPは，充電式単三電池40本を使用した電気自動車のレースである。鈴鹿サーキット（フルコース5.807km）を会場とし，2011年8月から開催され，今年で6回目となる。3回のタイムアタックを行い，1周目を完走できた車両が2周目，2周目を完走できた車両が3周目へと進むことができ，その間充電することはできない。3周を完走した車両の総合タイムで順位を競う。エネルギーマネジメントと，空気抵抗や転がり抵抗の少ない車体設計，モータ駆動回路の最適化を検討する必要がある。滋賀職能大としては今年度，参加4回目となる。

4.2　車体について

車両諸元は表2の通りである。図3に大会の様子を示す。高速で走行するためには，ギヤ比を高くする必要があるが，2コーナからの上り勾配で電流消費が大きくなるのと，トルクが足りなくなるため坂を登れず完走は難しくなる。ギヤ比や変速機構をどう作るかポイントとなる。滋賀職能大の車体では，20直列24V×2並列と40直列48Vの電圧切り替え方式とした。

表2　車両諸元

車長	2750mm
車幅	600mm
車高	500mm
モーター	DCブラシスモーター
駆動方式	インホィール方式ダイレクトドライブ
定格出力	146W
定格電圧	DC24V
動作電圧	DC19～60V

図3　大会時の様子

5. クルーレス・ソーラーボートレース

5.1　大会の概要

クルーレス・ソーラーボートとは，GPS装置からの現在位置と方位により，マイコンにより目的地点へ操舵する機能を持つ無人航行船のことである。今年度で20回を迎える大会は滋賀県高島市マキノ町のサニービーチで，8月末の土日に開催される。昨年度は8月22日，23日の2日間行われた。滋賀職能大は，先端技術部門へ10回目から参戦している。先端技術部門では，GPSによる自律航行で往復20kmのコースを決められたGPS地点を順番に通過してボートを走らせる。各地点を通過することにより得点が加算される。順位は得点の合計で決まり，同点の場合にはGPS地点の通過時間が考慮される。

5.2　船体について

滋賀職能大は，江戸時代にびわ湖の水運に使われた丸子舟の形をした船体を長く使用しており，この船体は波に強いという特徴がある。過去には波や風が強い中でもしっかり進み優勝したこともあり，昨年も2位の好成績を残した。ソーラーパネルからの電力はMPPT回路で最大電力となる制御が行われ，その電力でモータを駆動する。ラジコンにより，自動航行と緊急時に停止や操作ができる様な手動操作もできる。また，船体の電力や進路などを通信により監視できるシステムを有する。

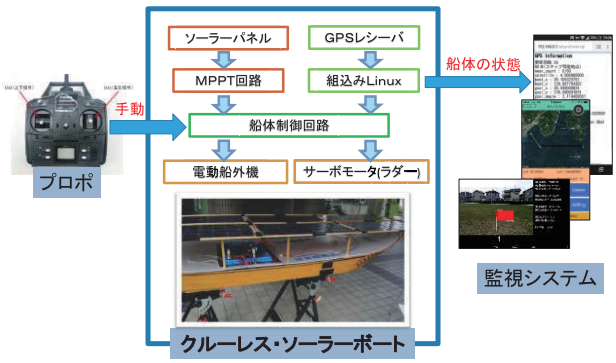


図4　秀次丸Ⅱのシステム構成

表3　秀次丸Ⅱ（船体）の構成

GPSレシーバ	GARMIN GPSmap 60CSx
組込みLinux	Armadillo 420＋AWL13
電動船外機	NRS-32L（12V, 26A, 312W）
サーボモータ（ラダー）	KONDO KRS-2350HV
ソーラーパネル	FT136S-E（44.9W, 774×430mm）×6
MPPT回路	自作（降圧型）×3

図5　秀次丸Ⅱ

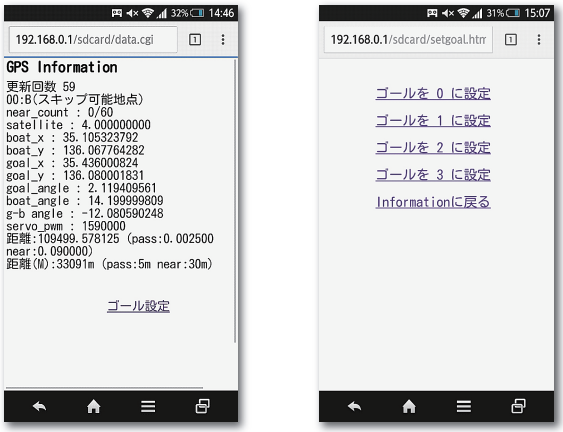


図6　自動航行監視アプリ

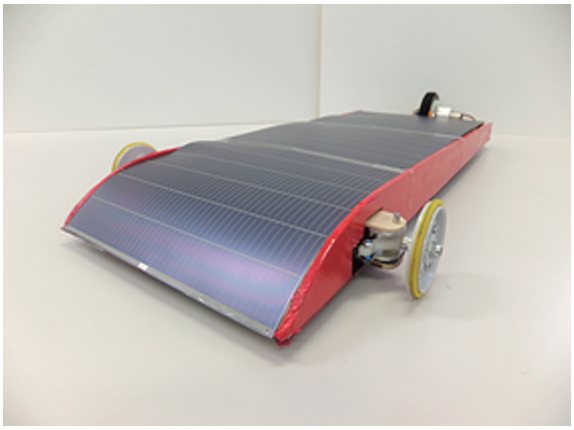


図7　競技車両

6. ソーラーラジコンカー

6.1　大会の概要

石川県白山市で開催される「全国ソーラーラジコンカーコンテストin白山」に3年前から参戦している。この大会は，太陽光パネルを電力源としたラジコンカーのレースである。車体の大きさは全長1,000mm以内，全幅500mm以内と規定されており，自作による車両に主催者から支給される太陽光パネルを取り付け，ラジコンの操作により競技を行う。競技は所定の時間内での競技コースの周回数を競うものである。

6.2　競技車両について

寸法は178×518×34（mm），重量は404gである。サーボモーター（ステアリング用），受信機，ニッケル水素電池，リミットスイッチ，昇圧回路，6Vモーター（駆動用）で構成される。

7. テクノアイデアコンテスト

7.1　概要

この大会は，今年度20年を迎えたアイデアコンテストで，身近な生活に役立つ技術からハイテク技術までの幅広いアイデアを広く募り，審査・選考を経て賞が与えられる。昨年度255テーマ（高校の部208，大学の部47）の応募があり，滋賀職能大は「e-まど」を応募し，一次審査を通過した。平成27年11月23日に，京都大学において一次審査を通った高校9テーマ，大学9テーマがプレゼンテーションを行った結果，滋賀職能大は奨励賞を受賞した。

7.2　e-まどについて

e-まどは，液晶ガラスを使用した窓である。液晶は，液晶分子が規則正しく並んでおらず偏光板を通った光が通過できないが，電界をかけると配列が揃い光を通過させる。液晶ディスプレイではバックライトを液晶の裏側に配置することで白黒の表示をする。「e-まど」は液晶を窓のブラインドとして利用するとともに，天候等の情報を窓に表示する機能を有する。図8にコンセプトのデモンストレーションをするための模型，図9に液晶に表示するイメージを示す。これはブラインドを閉めた状態において，雨が降ってきたことを内部の人に知らせることができるという例である。

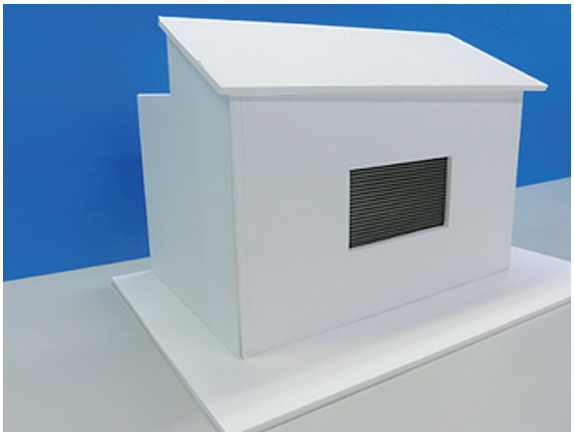


図8　コンセプトデモ用模型

図9　屋外情報の表示例

8. おわりに

競技会は競技規則，時間が明確に定められている。結果を残すためには相当な労力が必要であり，学生の頑張りに期待したい所ではある。しかし，最近の学生の風潮として困難なこと，手間がかかることは避ける傾向があり，こちらが期待した様に動かないケースもある。一方的に指示を出すのではなく，指導員も同じチームの仲間として的確にアドバイスをし，困っているときは作業を手伝い，結果を残すために共に協力し楽しむ。この姿勢が信頼関係を築き，学生に行動力，自信，積極性，主体性を育むことにつながると思う。平成17年に省エネ電動自動二輪車に参戦して以来，11年間連続して競技会へ参加できたことは貴重な経験であり，指導員としても成長でき，技術・技能の幅が拡がったと思う。今後とも，滋賀職能大では継続して大会参加を続けて行きたい。

地域ニーズを題材とした開発課題の指導法
― エゾシカ囲いワナとオルゴールシリンダ自動加工機の開発を通じて ―

北海道職業能力開発大学校　安井　雄祐

1. はじめに

(1) 背景

職業能力開発大学校の応用課程では「ものづくり現場を担う将来のリーダ」を養成するために，ものづくり現場を集合教育に導入することを掲げている。それを実現するシステムとして実学融合方式，課題学習方式，ワーキンググループ方式を採用し，企業における生産現場を模して，実践力を向上させる内容になっている。卒業年次にはその総まとめとして開発課題実習を実施している。開発課題のテーマ設定について，「応用課程の考え方」[1]によると「地域の産業界が抱える技術的課題等を題材にした開発課題実習により，企画・開発段階から製品評価等までに必要となる能力を習得させる。」とあり，地域産業界のニーズを開発課題のテーマに反映させることで学生の教育効果を高め，地元企業への就業を促進し地域に貢献するねらいがあると考える。

(2) 取り組んだ地域ニーズ型テーマの概要

今回，地域ニーズを題材にした開発課題実習を2テーマ指導した。ひとつめは2014年度に「エゾシカ囲いワナの開発」(以下,「エゾシカ囲いワナ」)をテーマに取り組んだ。北海道では増えすぎたエゾシカによる食害が深刻化している。近年ではエゾシカの一部が養鹿後，食肉として有効活用されており，高い生体捕獲技術が求められていた。そこで地域企業と協力し開発課題グループによる共同で新型のエゾシカ囲いワナを開発した。実際にワナを運用し1シーズンで30頭以上の捕獲実績を得た。図1にエゾシカ囲いワナを示す。

地域ニーズ型開発課題テーマの2つめとして2015年度に「オルゴールシリンダ自動加工機の開発」(以下，「オルゴール加工機」) に取り組んだ。大学校がある小樽市は北海道有数の観光地であり，観光土産としてガラス製品と並んでオルゴールに人気がある。店頭に並んでいるオルゴールシリンダのほとんどは金型を用いたプレス式で製造されており，大量生産により安価で売られている。大量生産が前提になっているため，オルゴール曲としては広く一般に知られているメジャー曲に限られている。一方，自作曲や校歌などのマイナーな曲をオルゴールにしたいというニーズは潜在的に多くある。マイナー曲をオルゴールにするには金型プレス式では採算に合わず，シリンダ円筒面にあけた穴にピン（針）を打ち込む針打ち式が経済的である。針打ち式は手動の場合は高い職人技術が必要となり熟練が必要となる。また針打ち自動機は世界の巨大オルゴールメーカが専有しており一般的ではない。そのため小樽にあるオルゴール店では数年前より自社製針打ち自動機の開発を進めており，2015年度からは当校も加わり共

図1　開発したエゾシカ囲いワナ（2014年度）

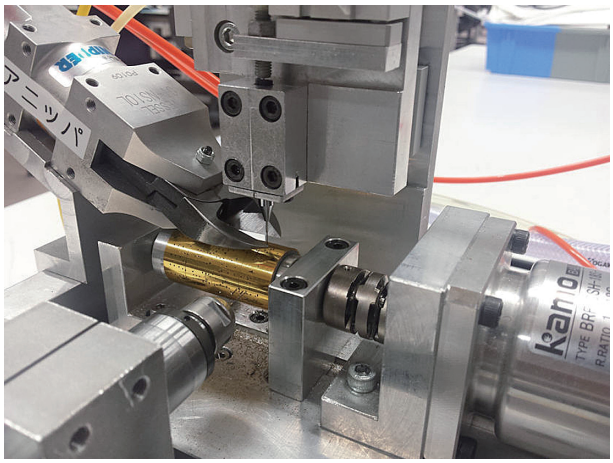


図２　オルゴールシリンダ自動加工機（2015年度）

表1　地域ニーズによる課題テーマと外部協力者

テーマ名 (年度･学生数)	外部協力者 (敬称略)	事業、役割
簡易設置可能なエゾシカ囲いワナの開発 (2014 年度･6 名)	エゾシカ研究委員会(日本技術士会北海道本部内)	仕様の策定
	㈱知床エゾシカファーム	養鹿事業者
オルゴールシリンダ自動加工機の開発 (2015 年度･7 名)	㈱海鳴楼	オルゴール販売業
	㈱Will-E	技術開発業
	澤田佳代氏	オルゴール作家

同開発を行っている。図2に2015年度に開発したオルゴールシリンダ自動加工機を示す。

これら2つの開発課題は表1のとおり地域における外部協力者と共同で行った。ここでは地域ニーズ型開発課題の特徴とその特徴を活かした指導方法，期待される教育効果について事例を挙げて報告する。

2. 地域ニーズ型テーマの特徴

地域ニーズ型テーマの特徴について次に述べる。

(1) 課題が明確である

地域ニーズ型テーマは抱えている問題が明確になっている場合がほとんどで，要請された課題を技術的に解決できれば，地域に貢献できる性質をもっている。「エゾシカ囲いワナ」の例では外部協力者によって，詳細な性能を表す仕様が策定済みであった。例を挙げると，ワナのサイズ[直径16m]・製作コスト[100万円以下]・可搬性[4tトラックに積載可]などであり，開発前に要求項目が確定していた。また「オルゴール加工機」の例では，過去に先方で同様の課題を取り組んだ経緯があり，それを発展させたいという具体的な要望があった。過去に開発した装置を借用できたため，実機をもとにした改善検討が可能であった。

このようにプロジェクト開始前に「何をつくるか(what)」の部分が明確であったため，学校側として「それをどうつくるか（how)」に注力することができた。学生においてもゴールをイメージしやすいため，開発初期段階で解決法や改善案などのアイデアを出しやすい状況であった。また評価される場面では，課題を解決できそうか否かで外部協力者から判断されるため，フィードバックを得やすい環境が整っているといえる。

(2) 対象について学校側は素人である。

プロジェクトスタート時は学生や教員にとって，開発対象となるエゾシカやオルゴールについて，ほぼ無知の状態でありいわば素人同然である。一方，外部協力者は長年その対象に携わっているため幅広い知識と経験を有している。このように学校側と外部協力者には対象について保有する知識や経験に大きな隔たりがあり，学校側として開発を行うために必要な最低限の周辺知識を習得しなければならない。さらに学生にとっては開発期間が1年間に限られているため，短期間で効率的な知識獲得が求められる。一方素人ならではのフレッシュな発想ができるという側面もあり，積極的に新しい考えを表明することが共同開発における学校側のひとつの役目であると考える。

(3) 外部要因がプロジェクトに作用する

地域ニーズ型開発課題は外部協力者と連携してプロジェクトを進めていくことになる。開発スケジュールやプロジェクトの進め方は学校側の都合だけでなく，先方の都合や外部要因で決まることがある。外部協力者との定例合同会議を例に挙げると，先方の都合もあり合同会議の開催頻度が2～3ヶ月に

1度となった。会議で承認が必要となる重要事項について合意形成のタイミングを逃すと最大3ヶ月待つことになりプロジェクトが停滞してしまう。合同会議における合意形成の成否がスケジュールの進捗に対して重要な鍵をにぎる。

また自然環境が計画に影響を及ぼす例として「エゾシカ囲いワナ」の設営時期について述べる。ワナを運用する時期は雪で地面が覆われる冬期間である。当該年度で運用させるためには，遅くても10月末にシステムを完成させ積雪前にあたる11月のワナ設置が必然となった。非常に短期間の開発で，学生にとっては厳しいものとなったが，結果的に5ヶ月でワナを開発し予定どおり11月に運用を開始した。

このようにプロジェクト進行に対して外部要因が大きく作用する。こうした外部に起因する事象は，学内でコントロールはできず困難を伴う側面がある一方で，学生の納得度が高ければ，その制約が逆に発奮するエネルギーになりうると考える。外部からの依頼に応えようとするマインドが学生メンバーの中に芽生え，自主性やグループの団結力が増すことを実感した。

3. 指導の工夫とそのねらい

地域ニーズ型テーマを実施する上で，上記の特徴を踏まえ教育訓練効果を高めるために次に挙げる指導の工夫を行った。

(1) できるだけ多くの仮説を立てる

先方からヒアリングしたニーズを分析し，問題の解決策を複数考えて仮説として提示した。仮説を立てて提案するメリットのひとつは，活発なコミュニケーションを促すことである。前述したとおり学校側は対象（エゾシカ，オルゴール）の知識がない。そのため解決策を考えるといっても素人考えの稚拙なアイデアがほとんどになるが，その点はあまり考慮せず積極的に先方に提案した。当然の結果として専門家である外部協力者からダメ出しに近い多くの指摘を受けたが，仮説を起点として活発なコミュニケーションを引き出すことができた。意見の中には有益な情報も多くあり実践的知識を獲得できた。

図３　合同会議における学生による仮説提案

仮説を立てるもうひとつのメリットは，学生の主体性が高まることである。例えばエゾシカを生きたまま捕まえる方法について，ある学生が「スピーカを檻の周辺に複数設置し，ワナ遠方から近傍の順に音を鳴らすことで，エゾシカを檻に追い込んでいく」というアイデアを思いつき，具現化できるか検証した。・エゾシカを追い込むために必要な音量は？エゾシカの可聴域は？というように調査事項を列挙しリストとしてまとめ，合同会議の場で有識者に質問した。学生は自らのアイデアを実現したいという願いから自発的に上記の検証作業を行った。結果的に音で追い込むアイデアは法律上の問題で採用されなかったが，質問をつうじてエゾシカに関する周辺知識を習得できた。学生が仮説を数多く立て，図3のように有識者に対して臆することなく表明することで学生の主体性と強い精神力を涵養することができたと考える。

(2) 下請けスタンスと会議を見据えた計画策定

地域企業や団体等と連携する際，学校側のスタンスとして受注者，すなわち下請けの立場をとった。外部協力者を依頼主ととらえ，そのニーズを満たすため，自分たちのもつ技術を提供する考え方を基本とした。合同会議の場で学校側が下請けの立場をとり先方に対して解決策を提示し続けることで，学生に価値を提供する側のスタンスを学ばせることにより，ホスピタリティの向上をねらった。

また長期スケジュール計画では，2〜3ヶ月に一度の合同会議を重要なマイルストーンとして定めた。次の会議で「何を決めなくてはいけないか」「何を提案できるか」「何を進捗として示せるか」を学生と共に検討を重ね目標を設定した。学生にとっては

合同会議日が目標の締切日となることから緊張感を持ちながらもメリハリのある活動となり，学生の計画遂行力の向上につながったと考える。

(3) 外部と学生の接点を増やす

学生が外部協力者と直接顔をあわせる場を多く設定した。合同会議には学生と教員で参加し進捗報告や仮説提案，外部協力者への質問は学生が行うこととした。教員からのフォローや指摘は極力避け，学生が外部の方と直接，対話するよう促した。このように学生が外部協力者の方々と直接コミュニケーションをとることで社会性の向上と当事者意識を高めることをねらいとした。

また可能な限り学生と一緒に現場へ足を運んだ。使用環境の観察やユーザの方への直接的なインタビューを通じて現場の状況把握に努めた。エゾシカ囲いワナの例では開発前に学生と教員でワナ設営予定地を訪れた。設営地は地形的に風が集まりやすく，冬には雪によって吹き溜まりになる箇所も想定できた。そのため装置の配置場所等の対策を事前に検討できた。図4に外部協力者と学生が協力しエゾシカ囲いワナを設営している風景を示す。こうしたフィールドワーク的な活動は，学生にとってプロジェクトの意義を肌で感じとるよい機会となり，課題達成まで使命感をもってやり抜く原動力となると考える。

さらに対象に関連しそうなイベントに幅広く参加した。「エゾシカ囲いワナ」の例では，外部協力者主催のエゾシカ料理イベント（図5）に学生と共に参加しフルコースを頂いた。エゾシカ肉を味覚で感じることで，エゾシカ肉の消費先について知見を広げた。

図４　エゾシカ囲いワナの設営

図５　エゾシカフルコースの試食

図６　高級オルゴールの試聴

また「オルゴール加工機」では，外部協力者のオルゴール販売店に訪問し，高級オルゴールを試聴させていただいた。オルゴールの価格差と音色の関係について見聞を深めた（図6）。

このように校外で多種多様な経験を積むことで，技術一辺倒ではなく，幅広い教養を身につけ，心の豊かさを育むことをねらいとした。

4. まとめ

今回，地域ニーズを題材とした開発課題に取り組んだ。まだ試行錯誤の段階ではあるが，学生の教育訓練効果が高まるよう，仮説を提案し続けるスタイルや幅広い見識を持ってもらうよう学生への指導を工夫した。学生にとって外部協力者と共同でプロジェクトを推進することで，学校内だけでは得難い経験を積んだと考える。それらの経験が学生にとって将来の職業生活にプラスになることを期待している。

＜参考文献＞

[1] 「応用課程の考え方」
雇用能力開発機構 職業能力開発指導部2009

研究ノート

再生可能エネルギー(太陽光・風力) 発電事業のサービス・ビジネスモデル

株式会社日立製作所　藤井　享

1. はじめに

わが国の再生可能エネルギー（太陽光発電，水力発電，風力発電，地熱発電，バイオマス発電）の発電事業は，近年のグリーンイノベーション政策の高まりと，2011年3月の東日本大震災以降の電力供給方式の分散化の要請を受けて，ここ数年で伸張している。

その一番大きな理由は，経済産業省が再生可能エネルギーの普及に向けた施策として，FIT（Feed in Tariff)「固定価格買い取り制度」を施行したことである。わが国におけるFIT制度では，太陽光発電の買い取り価格が，世界で最も高い水準に設定されたため，同分野に新規参入事業者が集中しており，FIT認定容量全体の約9割以上を太陽光発電が占めるという結果になった。その一方で，買い取り価格が低い上に，風車の設備運営ノウハウを必要とする風力発電事業への新規参入は少なく，FIT認定容量は全体の2%に留まっている。

この様な現状を鑑みて，経済産業省では，建設費用の低減傾向に基づき，太陽光発電の買い取り価格を毎年継続的に引き下げ，2014年には，非住宅用（10kW以上）を約10%，住宅用（10kW未満）を約2%引き下げる他，風力発電については，新たに洋上風力の区分を新設し，非住宅用太陽光発電よりも高い価格（1kWhあたり36円）に設定した。そのため風力発電事業の普及・拡大が，今後さらに加速するものと見込まれている。

一方，わが国における製造業の，サービス事業の受注比率は増加傾向にあり，利益の多くをサービス事業が創出している他，わが国の製造業を取り巻く外部環境は，IoTやインダストリアル4.0を要素技術に「顧客協創型ビジネス」への転換点を迎えている。「顧客協創型ビジネス」とは，顧客と共に新ビジネス創生による売上拡大や，コスト削減による競争力強化などを実現するもので，顧客の顧客を開拓する新規ビジネスをいう。

本論では，以上のことを鑑みて，わが国の総合電機メーカー（発電機器メーカー）が取り組む再生可能エネルギー（太陽光・風力発電）事業のビジネスモデルを紹介して，同分野での導入促進に向けた政策的提言を行う。

2. 本論（事例研究）

2.1. 太陽光（メガソーラー）発電のサービス事業

わが国の太陽光（メガソーラー）発電事業は，2003年度に導入されたRPS制度や助成金・補助金が後押しとなり急速に普及･促進されている。メガソーラーとは，1MW以上の出力を持つ太陽光発電システムのことであり，主に自治体，及び民間企業が主導となり，遊休地・堤防・埋立地・建物屋根などに設置される大型の太陽光発電設備である。

近年，エネルギーを取り巻く情勢の変化により，再生可能エネルギーへの関心が高まっているが，2011年3月の東日本大震災に伴う原発事故による電力不足，さらには，2012年7月に開始された再生可能エネルギーのFITの導入により，採算性が確保されたことにより，国内でのメガソーラー建設

が一気に加速した。この制度では，FIT買取り価格（2012年度42円，2013年度37.8円，2014年度34.56円/1kWh）という事業者側において魅力的な買取り価格設定が大きな要因となり全国各地では，メガソーラーの導入計画が進められている。

こうした中，わが国で，最も早く計画されたのが，2012年6月，株式会社東芝（以下，「東芝」）の福島県南相馬市内のメガソーラー事業である。本プロジェクトの概要は，出力10万kW，年間1億5千万kWhで，一般家庭3万世帯分の電気を賄える国内最大規模のメガソーラー発電設備である。

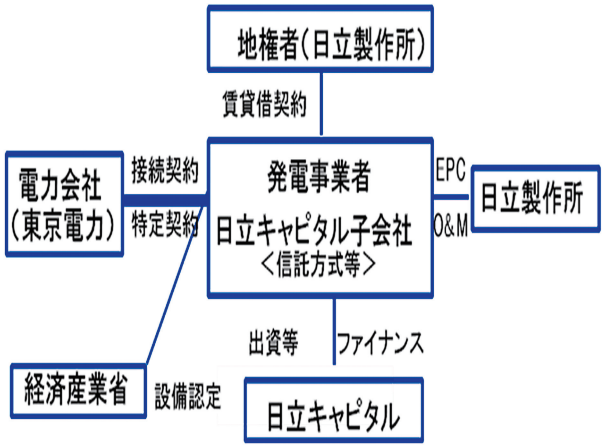
本案件については，複数の太陽光発電機器メーカーが受注に向けて名乗りを上げる中で，東芝が本プロジェクトを受注した。その主な理由は，現地の発電事業を行うSPC（特別目的会社）を自らが建設し，電力サービス事業も含めた提案を行ったためである。この東芝がとった電力供給事業も含めたサービス運営戦略は，本プロジェクトの建設コストである300億円を顧客側に負担させるのではなく，現地の発電事業を行うSPCを自らが建設・運営することで運営から創出される利益で建設コストを賄っていくという金融事業のスキームを構築していることである。

このケースにおける東芝の競争優位要因は，太陽光発電設備（メガソーラー）のハードそのものの価値の高低ではなく，金融事業のスキームの構築から提案という太陽光発電事業全体のバリューチェーンの前工程と，実際に電力供給事業で地道に利益を出していく事業運営や設備の保守メンテナンス等の後工程における価値の優越が決定要因となっている。

また，東芝に先を越されたライバル企業である株式会社日立製作所（以下，「日立」）では，その後，茨城県日立市で建設される八反原太陽光発電所（土地面積2.15ha，日立所有地）に1.8MWのメガソーラー事業を同様のスキームで展開している。

この事業スキームは，図表1の通りである。このモデルは，日立グループ企業である日立キャピタル株式会社（以下，「HCC」）の子会社が発電事業者となり，経済産業省から設備認定を受け，電力会社（東京電力株式会社，以下，「東電」）との特定・接続契約を締結し，地権者である日立とは土地の賃貸契約を結ぶ他，機器製造と工事施工にあたるEPCとO&Mを行う事業契約となっている。

図表1．八反原太陽光発電事業スキーム



（出所）：筆者作成

本プロジェクトの特徴は，地元有力企業がコミュニティ全体の主導権を持っている企業城下町型の建設モデルであり，日立グループ企業であるHCCの子会社が発電事業者となり，いわゆるSPCの役割を担っているケースである。

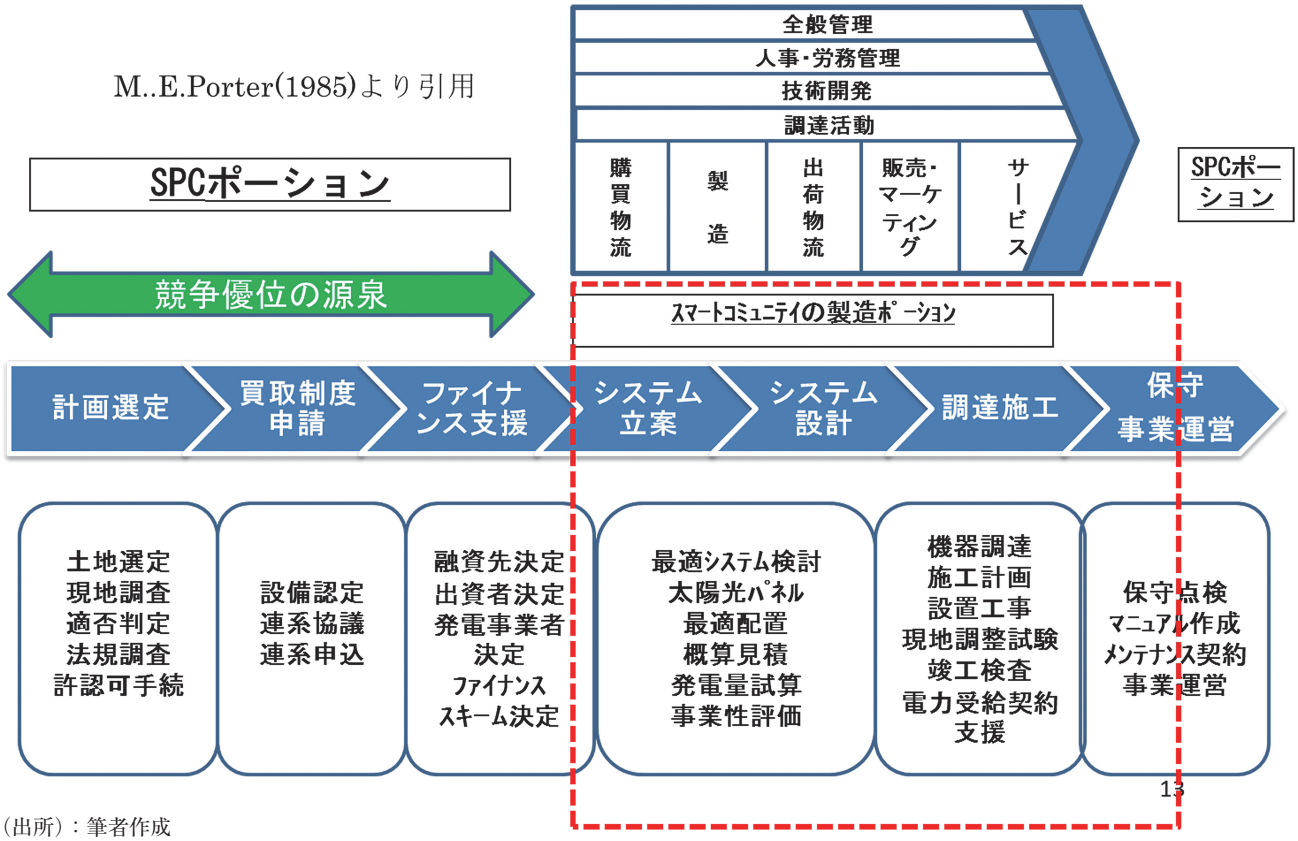
この事業のプロジェクトマネージャーによると，太陽光パネルや設備関連の生産者側のバリューチェーンは，図表2の通りである。これは，従来M.E.Porter(1985)[1]が提唱する製造業の競争優位の源泉とされていた「機器システム（購買物流→製造→出荷物流→販売マーケティング→サービス）」といった，製造ポーションでの価値追求だけではなく，むしろ，この上流部となる「計画選定→買取制度申請→ファイナンス支援」と，下流部の「事業運営」といった顧客の先にあたる顧客に価値を提供するといった事業全体のバリューチェーンを見据えた提案の有無が受注の決め手となっており，図表2の様なバリューチェーンモデルを提示することができる。

2.2．風力発電事業のサービス事業

本章では，日立グループが取り組む風力発電事業をサービスイノベーションの観点から考察する。

日立ウィンドパワー株式会社（以下，「HTW」）は，日立グループが風力発電事業に参入するため，

図表2.　八反原太陽光発電事業のバリューチェーンモデル



（出所）：筆者作成

HCCと日立の共同出資により設立した風力発電事業会社である。

HTWは，自らが有する風力発電設備で発電した電気を，従来の電力会社に加え，2000年より進む電力小売市場の自由化に伴う新規参入業者に販売するとしている。このような状況下において，日立が下したのは，自らが風力発電事業者となり，顧客（風力発電事業者）と同じ視点に立つ戦略である。この事業モデルは，太陽光（メガソーラー）発電事業と同様に，風力発電事業者の立場で，「顧客が真に必要としているO&Mのノウハウを蓄積すること」，「顧客のサービスニーズを把握し，新たなアウトソーシングビジネスを創造すること」を最大の目的としている。

中小発電事業者は，風車とそのO&Mをワンストップでアウトソーシングしたいというニーズを持っている。この顧客ニーズに対して，日立は，発電機器の開発製造を担う事業部と，HTWで培った事業運営のノウハウを転用し，従来の保守サービスから運営までを含めた風力発電事業運営のワンストップサービスの展開を検討している。

また，HTWから得た事業者としての知見をベースに，日立グループの他事業部門との連携による新たなサービス事業を創出する取組みも行われている。

具体的には，予兆診断技術によるCBM（Condition Based Maintenance）とロボットによる保守自動化技術がある。通常，風車の保守は，メンテナンスを行う機器が高所にあるため，手間と労力が掛かり，人件費がかさむという問題が指摘できる。特に洋上では，人件費に加えて，現地への作業員の移動だけでも高額な費用が発生する。さらに，危険を伴う高所での作業は，作業員の安全面での課題を抱えており，現在，日立では，これらの課題を解決するため，予兆診断を用いたCBMとロボットを用いた保守自動化の開発を検討している。

CBMとは，設備状態に合わせて，必要な時だけメンテナンスを行う保守手法である。これにより，

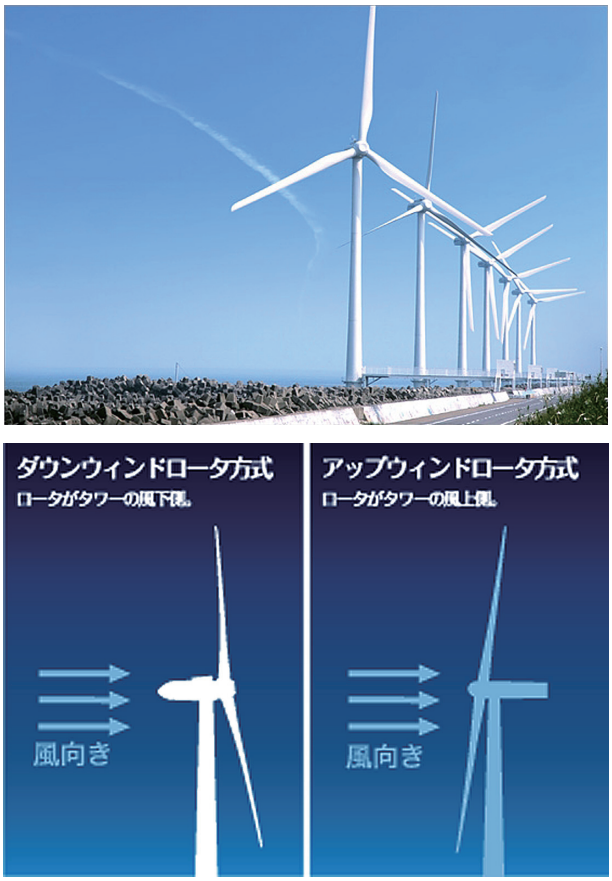
メンテナンス頻度の削減・最適化が可能となる。CBMを行うためには，いつ機械が故障しそうか，その予兆を正確につかむ必要がある。これを可能にするのが，ビックデータ解析技術である。日立では，膨大なデータを解析することにより，故障の予兆を検知する。この予兆診断技術の開発には，対象機器の長期間に及ぶ各種稼動データが必要だが，今までは，メンテナンスに必要なデータの収集にも制約があったが，HTWが風力発電事業者となることで，風車の稼動データ全てを取得することが可能となり，予兆診断技術開発の可能性が見えてきている。

さらに，保守の自動化を目的とするロボットの開発は，2014年度中に市場ニーズと日立グループ内の既存技術の調査を終えて，2015年度より検討されている。まだ構想段階であるが，日立の既存技術を用いて開発費を抑えつつ，作業員の代わりに風車のメンテナンスを行うロボットの開発を想定している。ロボットによる保守自動化により，メンテナンス費用の削減と安全性の向上が期待される。

また，HCCはファイナンス・サービスとして風力発電事業者への事業融資を行ってきた。事業融資は，設定した金利に基づき安定した収入を得られるローリスク・ローリターンなファイナンス・サービスであるが，投資（出資）に比べると利回りは低い。一方，投資（出資）は，レバレッジがかかる分，事業融資よりも利回りが良いが，事業停止による未回収金の発生などの事業リスクを負担するハイリスク・ハイリターンなファイナンス・ビジネスである。そのため，発電事業者への投資（出資）を行うには，風力発電事業者の事業リスクを把握する必要がある。HCCは，HTWの風力発電事業を通じて，立地選定や事業運営のノウハウを蓄積することで，有望案件を見極める能力を強化しつつある。HTWから得た有望案件選定ノウハウを武器に，HCCは積極的に風力発電事業者への出資件数を拡大させていく構想を描いている。

HTWは，日立が開発した新型風車3機種を導入している。この施策では，製品開発に顧客視点のニーズを取り込むために，3機種3基の実機データを収集し，風車を運営する上で洗い出される製品課題を開発にフィードバックし，製品の顧客訴求力向上を図る計画である。

図表3　大型ダウンウィンド型風力発電システム



（出所）日立ホームページ
《http://www.hitachi.co.jp/products/power/wind-turbine/feature/rotor/》より引用[2]

これらの風車3機種は，日立が独自に開発を進める大型ダウンウィンド型風力発電システムである。ダウンウィンド型とは，ロータ（回転体）をナセル（発電機などの収納筒）の風下側に配置する風車構造のことを言う。ダウンウィンド型風車は角度の付いた回転面の下側から風を受けるため，起伏のある場所や海面と平行に強風の吹く洋上で高い発電効率を発揮する。風況の良い立地が少ない日本では，このような高効率風車へのニーズが高まると見込んでいる。

HTWには，これら3製品を顧客（ユーザー）として使用しながら市場や顧客ニーズの変化を捉え，周波数や電圧制御への対応など，風車の実用性を高めていく役割が求められている。

一方，日立は様々なタイプのコンバータ技術など日立の持てるパワーエレクトロニクスのノウハウを結集し，HTWによる運転データから洗い出された課題を解決するための新たな制御構成・方式の開発を進めている。

風力発電事業への新規参入が少ない理由は，風力発電事業の立ち上げ時とその後の事業運営において，特有の事業リスクが存在するからである。風力発電所を建設する際には，長期の事業継続に適した立地確保やシステム設計に伴うリスク，事業運営においては，風車稼働率を左右する風況に合わせた設備運用に伴うリスクが存在する。風力発電事業に参入するためには，これらのリスクを最小限に軽減するための取り組みが必要不可欠となる。

以下では，HTWがいかにして事業リスクを軽減させているのか，その取り組みについて，具体的に紹介する。

HTWでは，事業開始前に，事業を20年間継続した時の事業収支（キャッシュ・フロー）の見通しを立て，事業実施の可否を検討している。事業開始後の資金繰り悪化のリスクを最小限にするため，この見通しは精確でなくてはならない。

売上は，風況と風車の性能および稼動率により決まる。この中で，風況は，大気質変動などの外乱が多く最も不確定性が高い。HTWでは，風況シミュレーションや専門調査会社の第三者レポートを利用して，風況の変動が採算の取れる範囲内に収まることを事前に確認し，売上の見通しからの下振れを極力抑えている。

一方，一般的な固定資産税，償却費，保険費，金利などのコスト積算に関しては，HCCのノウハウに基づいて検討し，風車特有の保守･運用費用はマーケティング部門の協力による市場調査を実施しながら見積を行っている。

風力発電事業では，資金ショートを防ぐため，発電量予測に基づいて，BS（貸借対照表），PL（損益計算書），CF（キャッシュ・フロー計算書）を予測し，保全のタイミング・頻度を含む運転計画を財務面から判断する必要がある。そのため，風速，稼動率，発電量などの風車の稼動情報だけではなく，財務情報のモニタリングも必要となる。また，売上（発電量）を高く保つため，落雷などの自然災害による事故や風況の変動による発電量の減少に対し，迅速に事業運営上の判断を下し，対処しなければならない。

HCCは，従来のリース事業で培ってきたプロジェクト管理の経験から，財務情報のモニタリングシステムを既に構築していた。このシステムをベースに，日々の稼働状況を管理し，それに基づく運営状況をモニタリングできるシステムを新たに構築した。

また，1日1回複数の人員でモニタリングを行い，1日ごとに運営方針を検討できる体制も整えた。

風力発電事業が環境に与える影響としては，騒音，電波障害，生態系，景観への影響がある。

事業開始前に，これらの影響について調査を行い，市町村と議論を重ねた上で事業を開始する。

しかし，運転後に発覚する問題もあり，継続的な環境アセスメントが必要となる。この風力発電事業では，少なからず景観や騒音問題などで地元住民に影響を与える。事前に，市町村の合意を得ているとはいえ，地元住民との関係を良好に保つことは，事業リスクを軽減させる上で重要である。地元住民との関係が険悪なものとなると，事業を中断せざるを得ない状況にもなるからである。HTWでは，地元の環境イベントやお祭りに積極的に参加し，地元住民との関係を強めている。また，風車に関する地元住民の問合せ等にも自己責任で対応を図るべく，受け付け窓口を明確にし，素早く対応できるようにしている。このように，風力発電事業では，事業開始前もさることながら，事業開始後の継続的な環境アセスメントによって事業リスクを軽減している。

HTWは，風力発電協会（JWPA: Japan Wind Power Association）に参加することで風力発電事業に必要なノウハウを取得している。風力発電協会では，風力発電事業者および風力発電に携わるメーカが活発な意見交換を行っている。HTWは，そこで専門的な事業運営のノウハウや地元住民や市町村との付き合い方など，事業立ち上げ後も運営を継続していくためのノウハウの吸収を行っている。

3. まとめ

本論では，わが国の総合電機メーカーが取り組む再生可能エネルギー（太陽光・風力）発電事業における事業モデルに関しての紹介を行った。

この2つのモデルから言えることは，従来の製造業のケイパビリティとされたものづくりに関する価値の提供から，その前後にあるサービス関連事業における価値の提供へとケイパビリティの位置付けが変容している。

そのため，再生可能エネルギー（太陽光・風力）発電事業の導入展開においては，顧客（ユーザー）視点での利益創出を前提としたサービス・ビジネスモデルの構築が大変重要である。そのために，今後同分野の推進に際しては，サービス・ビジネスクリエーターの育成が必須であると考える。

＜参考文献＞

[1] M.E.Porter（1985）COMPETITIVE ADVANTAGE The Free Press.
土岐伸，中辻萬治・小野寺武夫訳（1986）
競争優位の戦略-いかに高業績を持続させるか-ダイヤモンド社
[2] 日立ホームページ
《http://www.hitachi.co.jp/products/power/
wind-turbine/feature/rotor/》

研究ノート

スケールの違いから摩擦を考える

福島県立テクノアカデミー郡山　高木　智士
中国職業能力開発大学校　高山　雅彦

1. はじめに

筆者らは高卒を対象とした学卒訓練に従事している。ものづくりにおいて物理学は重要な科目であるが，本稿はその中でも身近な物理現象の一つである「摩擦」についてとり上げてみる。

ものづくりにおいてねじは重要な機械要素である。ねじの締め付けの例を挙げるだけでなく摩擦は最も身近な物理現象の一つであり，我々の生活は摩擦により支配されている。例えば摩擦がなければ立つことも歩くこともできない。静電気や熱の発生など摩擦は非常に馴染み深く工学的に重要であり，実に多様な様相を示す複雑で興味深い現象であるといえる。

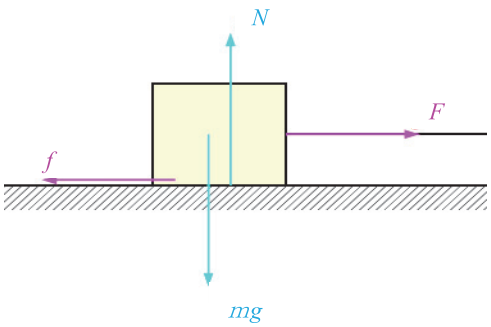
摩擦の歴史は古くピラミッドの古代から重い物体をいかに効率よく移動させるかという観点で研究されてきたが，現在でも未解決の基礎的問題も多い。また，摩擦のスケールは，我々の日常生活を基準にして考えれば，地滑り，氷河の運動という地球規模の大きなスケールから，金属や半導体表面のマイクロからサブナノスケールの界面に及ぶ。このように広い範囲で摩擦は現れるが，そこにはスケールによらない普遍的な現象がある。最大静摩擦力と，動きに伴うエネルギー散逸に起因する動摩擦力の存在がその典型例である。

滑りと固着を繰り返すスティック・スリップ運動や静摩擦力に現れる記憶効果，動摩擦力の速度依存性も，スケールによらず現れる[1]。幅広い摩擦現象をできる限り統一的観点から概観してみよう。

まず典型的な以下の図1の問題をご覧頂きたい。

図1の問題は力学のテキストでよく目にする問題である。この問題の中に出てくる静止摩擦係数，動摩擦係数の本質がいったいどういうものなのだろうか。しかしこの本質を解説してくれる初等物理の教科書はほとんどない。なぜならば摩擦の問題は二つの物体間に働く力をマクロスケールでとらえて説明しているからである。もちろん実際の物理問題を解く場合，マクロ問題として扱うほうが簡単ということもある。一般的に物体はミクロな構成要素である原子が集積して形成されている。では摩擦力を原子のスケールまでさかのぼって考えるとどうだろうか。初等力学で扱う摩擦力はミクロな領域に立ち入ることなくマクロな領域での現象を整合的に説明するために現象論的問題のクーロンの摩擦法則として

あらい水平な面上に質量1kgの物体を置き、水平方向に加えた力Fを徐々に大きくしていった。静止摩擦係数を0.60，動摩擦係数を0.50とする。



(1) Fが10Nであるときの静止摩擦力の大きさ求めよ。
(2) 物体が動き出したときの力Fを求めよ。
(3) 物体が動いているときの動摩擦力の大きさを求めよ。

図１　典型的な摩擦の問題

体系化されてきた。ここではまず現象論的な力である摩擦の起源についてミクロスケールからマクロスケールまでを探っていくことにする。

2. スケールの違いからみた摩擦

2.1 原子レベルからみた静止摩擦力

固体表面を原子スケールで探索するのが走査型プローブ顕微鏡（SPM）である。SPMはテコと，その先に取り付けられた深針（カンチレバー）およびこれらの制御システムからなっている。その基本的な構造は図2に示すようなおもりを付けた単純なばねモデルで表すことができる。SPMのカンチレバーとして，現在では，先端が数原子からなる極微カンチレバーが作られている。周囲を超高真空に保っており，おもりを固体表面から十分離しておけば，おもりにはばねの弾性力が作用する。先端原子が感じるばねの弾性力によるポテンシャルを$U_0(r)$とすると式（1）のようにフックの法則で表わされ

$$U_o(r)=\frac{1}{2}kr^2 \qquad (1)$$

となる。このときkはカンチレバーのばね定数[N/m], rはカンチレバーの触れ幅［m］である。次にカンチレバーを固体表面に近づけていくと，先端原子と表面原子の距離が近づくとなんらかの原子間力が働く。この結果カンチレバーの針がたわむ。これがSPMの一種である原子間力顕微鏡（AFM）である。

こうして測定される分子間力のポテンシャルの様子を図3に示す。この曲線を上手くカーブフィットできる式としてレナード・ジョーンズポテンシャルがよく使用される。

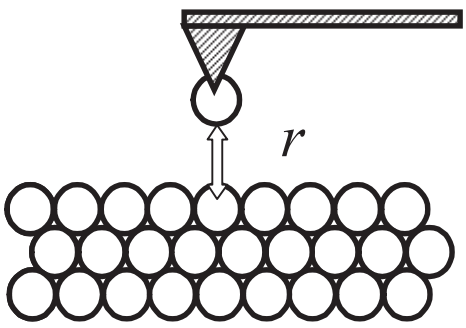


図2　SPMを説明した力学モデル

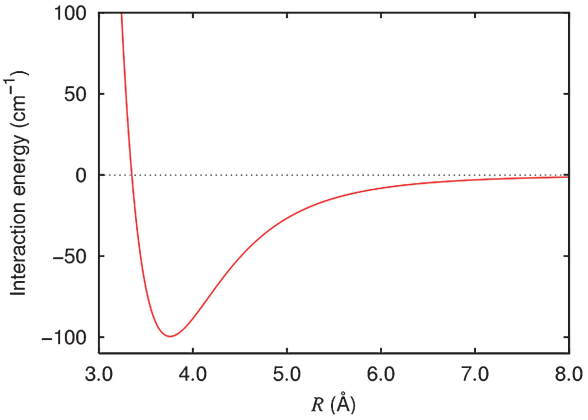


図3　レナード・ジョーンズポテンシャル曲線[2]

これを式（2）に示す。

$$\phi(r)=4\varepsilon\left\{\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12}-\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{6}\right\} \qquad (2)$$

式（2）中のεとσはそれぞれポテンシャルの最小値と最小値を与える原子間力の程度を表している。この曲線から原子間距離が近傍では大きな斥力が働くが，4nm程度の領域では引力が働いているのが分かる。これが静止摩擦力の起源である。では静止摩擦力の起源となる原子間力とは何だろうか。原子の構造は図4のように電子・陽子・中性子で別々の素粒子であって異なる質量と電荷をもっている。陽子と中性子からなる原子核のまわりを陽子と同数の電子が取り巻いている。

単体原子は陽子と電子の数が同じであるために電気的に中性である。従って図4のような基本モデルの場合，電気的な偏りがない。しかし電子の軌道は図5のような雲のようになっており，その重心は必ずしも原子核の中心と一致しない。このずれは双極子モーメントをつくる。その大きさと方向はランダ

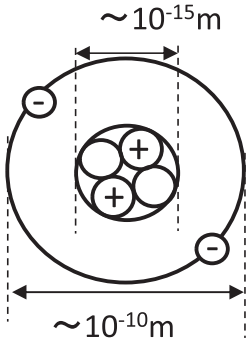


図4　原子の基本モデル

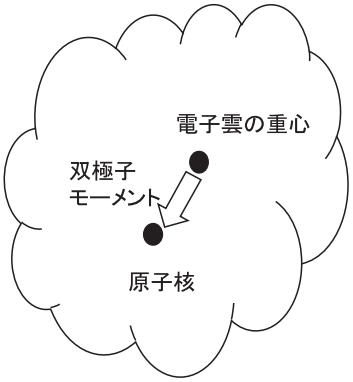


図5　双極子モーメント

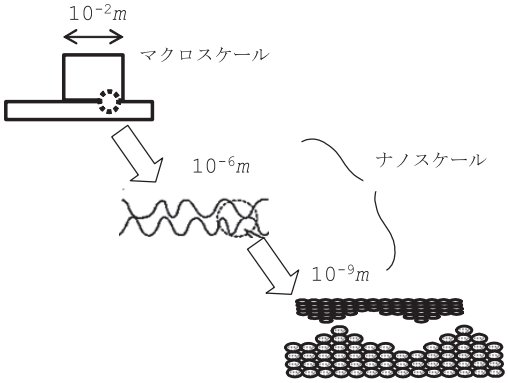


図6　スケールの違いから見た机の上の物体

ムであるが二つの原子が接近すると互いに引力となるように向きをそろえる。原子間力はこの他イオン結合もあるがいずれもクーロン斥力とクーロン引力が力の源となっている。

2.2　マクロから見た摩擦力

今度は視点をマクロへと広げてみる。マクロな固体表面間の摩擦力の初期研究は，レオナルドダビンチ（Leonardo da Vinci，1452-1519）アモントン（G.Amonton，1663-1705），クーロンによって実験と観察が積み重ねられた[1]。これらの3人がたゆみない観察を積み上げてまとめたものがクーロン摩擦と呼ばれているアモントン･クーロンの法則である。その内容は，

1. 摩擦力は見かけの接触面積によらない
2. 摩擦力は垂直抗力に比例する
3. 動摩擦力は最大静止摩擦力よりも小さい
4. 動摩擦力の大きさはマクロな物体の質量中心速度によらない

というものである。ここで図6のように机の上に物体（固体）を置いてみよう。

我々にはこの状況は物体が机の上の表面と接触していると認識する。しかし，接触面をみるスケールをどんどん小さくしていったらどうなるのだろうか？ クーロンはどんなになめらかな表面でもミクロなスケールにすれば凹凸があるはずだと考え，表面間の凹凸が引っかかることで摩擦が起こると考えた。確かに潤滑剤を界面に塗布すれば直接凹凸が接触しなくなって摩擦力が減る。ここで「引っかかる」という現象をマクロな現象をミクロ的にとらえてみよう。一般的に物体は原子間力が引力になるほど表面原子間に近づいて接触している。この領域を真実接触領域と呼ぶ。この真実接触領域はみかけの接触面積に比べてはるかに小さく，またモデルを簡単にするため大気中の不純物など介在は除外しておく。その真実接触面積をA，n番目の領域に作用している斥力を$\vec{M}n$とする。これらをすべて真実接触領域について足し合わせ，これを真実接触面積で割ると圧力を示す式（3）となる。

$$P = \frac{\sum \vec{M}n}{A} \qquad (3)$$

この圧力Pは，表面間斥力の単位面積あたりの平均値（表面間の接触圧力）を示している。斥力一つ一つは界面の状態によって任意の方向に作用するがすべてを合成した斥力は接触面に垂直方向となる。そしてこの圧力pに真実接触面積Aを掛けたものがマクロ的な垂直抗力Nと呼ばれているものになる。る。これを式（4）で表す。

$$N = P \cdot A \qquad (4)$$

ここで垂直抗力は真実接触領域に作用する斥力の統計的な平均値を扱っていることになる。

さて今，机の上で物体を引きずることにする。図7に示すように真実接触領域どうしが引きはがされるときに表面分子間の距離が拡がって原子間力によって凝着が起きる。表面間に横すべりを起こそうとすると，その凝着が横すべりを邪魔しようとする。

これがマクロ的に「引っかかる」と解釈されており静止摩擦と考えられている。さて，無数にある真実接触領域での凝着力が重ね合わさった結果両者の間に引きずり現象が起こる。この表面に沿う方向に

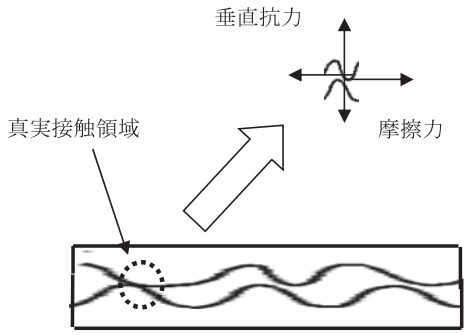


図7　静止摩擦の凝着説

引きずる力はせん断力と呼ばれ，単位面積あたりのせん断力をsとすると

$$F = A \cdot s \qquad (5)$$

とあらわされる。この力Fが凝着を断ち切って表面間にすべり運動を引き起こすのに要する最小の力ということになる。これが最大静止摩擦力と呼ばれるものである。最大静止摩擦力Fと垂直効力の比は式（6）となる。

$$\mu_0 = \frac{F}{N} = \frac{A \cdot s}{A \cdot P} = \frac{s}{P} \qquad (6)$$

このときのμ_0を静止摩擦係数と呼んでいる。ここで式（6）をよくみるとμ_0が真実接触面積Aによらないということが分かる。接触面をナノスケールで観測した場合，凹凸部の分布により真実接触領域が変わるので同じ組み合わせの物体でも静止摩擦係数の値は大きく変わってしまうことになる。しかし実験的にはこのようなことは起こらない。ただし，ここで説明した摩擦の吸着説は確立したものとは言い切れない。この説を検証するためには接触圧力が垂直抗力によらず一定であることを確かめる必要がある。もしこれが一定でないとすると接触圧力に単純に真実接触面積をかければ垂直効力となるという単純な議論が破綻するからである。

ここまでは平らな平面を考えていたが，物質の形状が平でなく丸い場合はころがり摩擦，ころがり抵抗などの議論が必要になる。また，表面状態がぬれているか乾いているかあるいは表面間に潤滑剤が介在しているかどうかなどによっても摩擦は変化する。

また静止摩擦を中心に述べてきたが動摩擦についてこの稿では深く述べていない。

3. まとめ

ここではミクロな原子・分子の世界とマクロな日常の世界の境目であるナノスケールの領域で見えてくる抗力と摩擦力の特徴について述べた。その中でも垂直抗力，摩擦力も起源はクーロン力であることを説明した。物体全体としては電気的に中性であっても，ミクロな構成要素どうしが押したり引いたりしあう結果，クーロン力は複雑で多彩な様相を遂げる。ゆえに摩擦の複雑さの起源はここにあるといえる。最後にミクロスケールとマクロスケールの中間（メゾスコピック）領域からこの問題について研究されることを期待している。

4. おわりに

本稿は身近な力学現象として摩擦を取り上げ，自分なりに取りまとめたものであります。執筆にあたり中国職業能力開発大学校生産電子情報システム技術科の高山雅彦先生の温かい指導と助言を頂きました。ここに感謝申し上げます。

＜引用文献＞

[1]　松川宏（2002）摩擦の物理　岩波書店
[2]　R. A. Aziz, J. Chem. Phys., vol. 99, 4518（1993）

＜参考資料＞

「摩擦の物理」松川 宏　日本表面科学会会誌「表面科学」2003年6月号

普通課程の職業訓練基準と希少科の紹介

職業能力開発総合大学校基盤整備センター
開発部教材開発室

1. はじめに

普通課程は現在144科が定められている。訓練科の名称は，産業構造の変化に伴う数々の変遷を経て現在にいたる。専修訓練課程や高等訓練課程の時代（表1参照）には，254科もの訓練科が存在した。例えば，和文タイプ科やブロツク建築科，電子計算機科の他，“舟艇科”や“航空機製図科”，“がん具科”，“七宝科”，“メリヤス科”，“更生タイヤ製造科”，“乾電池製造科”，“火薬類製造科”等々，多種多様な訓練科が設置された。現在の名称は，平成5年の改正（表2参照）によって整理された。それ以降に科名の変更はない。しかし，訓練内容については常に見直していく必要があることから，毎年厚生労働省において見直しを行ってきた。平成18年度からは，先ず基盤整備センターにおいて見直しに係る調査・研究を行い，その調査結果を厚生労働省に提出，それを基に同省で改正案を作成することとなった。

ここでは，基盤整備センター開発部教材開発室において取り組んだ，訓練基準の見直しに係る調査の概要と課題について述べるとともに，全国唯一又は特徴ある訓練科について紹介する。なお，本稿では設置数が少なく，特徴的な職業訓練を行っている科を「希少科」とよぶことにする。

表1　昭和49年当時の訓練区分

区分	訓練課程	対象者（期間）
養成訓練	専修訓練課程	中卒者（1年）
	高等訓練課程第Ⅰ類	中卒者（2年）
	高等訓練課程第Ⅱ類	高卒者（1年）

表2　平成5年当時の訓練区分

区分	訓練課程	対象者（期間）
普通職業訓練	普通課程	中卒者、高卒者（1～3年）
高度職業訓練	専門課程	高卒者（2年）

2. 普通課程とは

普通職業訓練の普通課程は，中学校又は高等学校卒業者等を対象に「職業に必要な基礎的な技術・知識」の習得を目的とした課程である。訓練期間は，高等学校卒業者等を対象とする場合は，基本的に1年又は2年であるが，臨床検査科（設置施設なし）のように3年の科もある。中学校卒業者等を対象とする場合には，2年以上としている。職業訓練基準（別表第二）には，普通課程の訓練科として13分野144科が定められている。図1に代表的な訓練科を示す。現在，都道府県立の職業能力開発校が161校，企業・団体等による認定職業能力開発校（認定校）が1,131校設置されている。

認定校の中には，休止中の施設や科もあるが，時計修理科や鉄道車両製造科，食肉加工科等のように全国唯一の科として存在感を示している科もある。

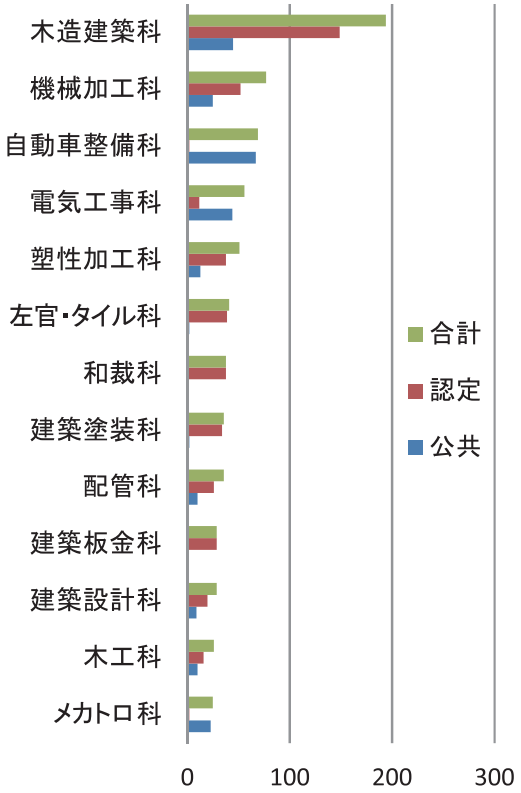


図1　設置科が多い訓練科

3. 職業訓練基準について

職業訓練基準は，職業能力開発促進法及び職業能力開発促進法施行規則，同施行規則別表第二～第七に基づき定められている。ただし，各自治体が行う職業訓練については，地域ニーズ等を勘案し，弾力的に実施できることとしている。別表第二は，実施すべき最低限の訓練科目と訓練時間及び，代表的な設備・機器，技能・知識の習得範囲等を示している。別表第二で定める訓練時間は，総訓練時間の約6割であり，残り4割の時間については，地域ニーズや産業ニーズ等を勘案し，訓練実施者が自由に教科等の設定ができる。

国が示す職業訓練基準の細目は，都道府県が条例を策定する際の標準となるものである。また，訓練基準を改正する際の根拠となるものであり不断の見直しが求められている。

4. 職業訓練基準の細目の見直し（普通課程）

基盤整備センターでは，平成18年度以降，厚生労働省と連携して職業訓練基準の改正に資する基礎資料を作成するとともに訓練の実施状況等を調査してきた。表3は，年度別の見直し分野である。

表3　年度別の見直し分野

分野＼年度	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
1 農林				○					○	
2 機械･金属					○			○		
3 電気･電子	○					○				○
4 繊維･繊維製品				○		○				○
5 非金属加工		○				○				○
6 デザイン				○					○	
7 食品			○						○	
8 建築･土木		○					○			
9 運搬機械運転					○			○		
10 化学				○					○	
11 サービス			△	▽					○	
12 医療				○					○	
13 情報･通信			○			○		○		○

基本的には，4～5年ごとの見直しとし，情報・通信系は，2年ごととしている。見直し方法としては，各職業訓練施設にアンケート調査やヒアリング調査を実施するとともに各専門分野の委員からなる研究会を立ち上げ検討を行った。具体的な見直しの観点は表4のとおりである。

表4　見直しの観点

- 教科の細目や時間等が時代のニーズに合っているか。
- 機器の内容や数量等が時代のニーズに合っているか。
- 教科の細目と技能照査の細目が合致しているか。
- 関係団体等の要望を把握しているか。
- 用語の表記が分野を越えて統一されているか。

これらの観点を中心に見直しを行った。主な見直しの一例を挙げる。

- **自動車整備科等**：ハイブリッド車や電気自動車を盛り込んだ教科・機器の内容に修正。

・**めっき科**：廃水の用語を排水に修正。
・**造船科**：ぎ装の用語を艤装に修正。
・**鉄道車両製造科**：教科の細目から玉掛けを削除。
・**製版科等**：デジタル化に対応した教科・設備に修正。
・**医療分野**：老人や痴呆性，介護機器の用語をそれぞれ高齢者，認知症，福祉用具に修正。
・インターフェイス，シャーシ，ジーゼル，ボディ等の外来語をインタフェース，シャーシ，ディーゼル，ボデーに統一。
・**造園科**：設備で屋内実習場の床面を土に修正。
・**建築塗装科**：足場の組み立て解体に関する技能照査の項目を削除。
・**公害検査科**：公害関連の科目を大気，水質，騒音に整理。機器の更新と削除。
・**サービス分野**：パソコン機器等の充実。
・**通信系**：電鍵器や船舶用機器等を大幅に削除。
・**織機調整科**：実技科目を変更。

5. 訓練の実施状況

訓練基準の見直しは，これまで設置科が多い訓練科を中心に行ってきた。そこで，平成25年度以降は，設置科が少ないいわゆる“希少科”等を中心にヒアリングを行うとともに訓練の実施状況等も調査することとした[1]。

職業訓練施設には，都道府県が行う公共職業能力開発施設の他，事業主（企業）あるいはその団体等が設置する認定職業訓練校（認定校）がある。中小の事業主等が職業訓練を行う場合，国や都道府県が定める補助要件を満たせば，国及び都道府県からその訓練経費等の一部が補助される。また，技能照査を実施し，これに合格すれば，当該科に関連する技能検定2級の学科が免除される。

図2，3，4は，大手の製造業が設置している認定校の実習風景である。これらの認定校では，一にも二にも安全を最優先にした訓練を実施している。実習では，訓練といえども基本的にヘルメットを着用し，整理・整頓・あいさつ等も徹底させる。認定校の指導員は，技能照査合格→技能検定2級，1級合格→指導員免許取得という道を歩んできている。卓越した技と指導力を持つ指導員は，“師範”とも呼ばれ，同僚の指導員からも一目置かれている。このように，公共では実施していない鋳造やめつき等の技能も認定校で脈々と技能伝承されていることがわかった。ただし，企業の都合により新規採用者がいない等の理由で休止される場合もある。

図2　三菱重工業㈱相模原技能訓練センター
機械加工科　旋盤実習

図3　ジェイテクト高等学園
鋳造科型込め（下）作業

図4　川崎重工業㈱兵庫高等技能訓練校
鉄道車両製造科　ガス切断実習

図5は，全国唯一の食肉加工科である。訓練生のほとんどは，食肉関連業や畜産農家の後継者等である。牛や豚1頭から肩やロース等の部分肉を決められた時間内で加工できるようになるためには，個人差はあるが概ね7年程度の熟練の技が必要である。しかし，「ハム・ソーセージ・ベーコン製造」の技能検定はあるが「食肉加工」に関する技能検定はない。そこで，食肉学校ではドイツのマイスター制度にも匹敵する「部分肉製造マイスター」の資格認証制度を独自に実施している。実習で加工した食肉は，製品原料として卸売業者やハム・ソーセージ会社に販売され，運営費の一部に充てられる。そのため，食肉加工工場と同等の衛生管理のもとで実習が行われる。

図5　全国食肉学校　実習風景

図6は，東京都調理高等職業訓練校（日本調理アカデミー）の日本調理科の実習風景である。訓練生の多くは，庖丁を持った経験がない。訓練生は，全員が㈱大庄グループの正社員として採用された者である。1年間の店舗実習等で実践的な経験を積み，将来は，店長や独立を目指す。

図6　日本調理アカデミー
日本料理調理実習（魚の捌き方）

図7は，東京都洋菓子組合が運営する東京都菓子学園のパン・菓子製造科である。組合傘下の従業員が1年間，ＯＦＦ－ＪＴとＯＪＴで訓練を受ける。入校者数は，新規採用者の人数に左右される。専門学校等と違い，授業料等の経費は就職先企業が全額負担する。しかし，2，3年で辞めてしまう場合もあり会社にとって大きな損失となっている。講師は，材料メーカー，調理機器メーカー等の専門家他が担当する。中でも洋菓子店の有名スタッフの講師は，あこがれの的であり人気がある。

図7　東京都菓子学園　パン・菓子製造科
パン・菓子製造実習

図8は，東京グリーンサービス事業協同組合が運営する東京グリーンコーディネータカレッジの園芸科である。現在44社が組合に加盟している。経営者の後継者の他，入社2，3年目の“やる気”がある従業員を対象としている。学科は，毎週土曜日に集中して行う。園芸科の技能検定として「室内園芸」職種がある。しかし，園芸は室内外を問わないので“室内”の用語を削除して欲しいとの意見もある。園芸装飾の業務は，ホテルや企業，イベント会場，個人宅などと広範囲であり，花に関する幅広い素養が求められる。

図8　東京グリーンコーディネータカレッジ園芸科
実習風景

図9は，啓成会高等職業技術専門校の義肢・装具科(1年)である。歴史は古く，大正13年にさかのぼる。関東大震災の罹災者に対して職業講習（訓練）や義肢の研究製作事業が開始されたことによる。国家資格である「義肢装具士」の免許を取得することはできない。そのため，人体から直接採寸することはできないが，採寸されたデータをもとに義肢装具を製作することはできる。平均応募倍率は4倍を超え人気が高い。

図9　啓成会高等職業技術専門校
義肢・装具科　装具製作実習と作品

図10は，大分県立工芸・訓練支援センター竹工芸科の実習作品である。大分県の竹工芸産業の後継者を育成することを目的に設置された。国の伝統的工芸品に指定されている「別府竹細工」や生活用工芸品の製作に必要な技能や知識が習得できる。訓練期間は2年，県立の職業能力開発校としては，全国唯一の訓練科である。3割～半数が県外出身者である。修了後は，全員が大分県内に定住している。米国等では，インテリアの一部として竹を使った近代的なアート作品が好まれる。商品の開発力や販売力が欠かせない。

図10　大分県竹工芸・訓練支援センター
竹工芸科　作品展示

図11の京都府立陶工高等技術専門校陶磁器科は，昭和21年に創設された。これまでに約3,000名の修了生を送り出してきた。その多くが工房や窯元で陶芸作家や絵付師等として活躍している。約60名の訓練生の2／3が大学・短大卒，しかもそのうち約半数が芸術系卒である。社会経験者も多く，年齢も上がっている。しかし，全員が陶芸のプロを目指し全国から集まっており，そのモチベーションは非常に高い。訓練生の割合は，7割が女性で応募倍率は3倍を超える。

図11　京都府立陶工高等技術専門校
陶磁器科　ろくろ実技の指導

図12は，呉服販売の専門チェーン「ほていや」が運営する東亜和裁の和裁科である。和服業界にとって高齢化がすすむ和裁技能士の後継者育成は欠かせない。しかし，一人前の和裁技能士になるには長い時間がかかる。東亜和裁では，認定校として，これまで多くの優秀な技能士を育成してきた。訓練期間は，和裁基礎コースが2年，和裁技能士育成コースは4年である。

図12　東亜和裁　和裁科　縫製風景

以上，希少科を中心に普段目にすることが少ない訓練科について紹介した。竹工芸科，陶磁器科の実習は“あぐら座”で行い，和裁科の実習は“正座”で行う。慣れないと少々きつい感じもするが，日本の伝統を継承する限りは，この姿勢をマスターしなければならない。同じようにヘルメットの着用や3Ｓや5Ｓを徹底することも同じ技能継承であると考える。そこには，安全，信頼，合理性が継承されている。

6. 訓練基準の運用と課題

前述したように，訓練基準（別表第二）が定めている訓練時間や訓練科目は，実施しなければならない最低限の基準である。この訓練基準をより具体的に示したものが教科・設備・技能照査の各細目である。教科の細目は，標準的な時間数や訓練内容等を示している。一方，設備の細目は，国の補助金を支出する際の参考基準ともなる。そのため，「新しい機器を追加して欲しい」，「台数を増やして欲しい」等の見直し要望が多い。表5は製版科の設備の細目（抜粋）である。高等学校卒業者等と中学校卒業者等では，実習場の面積が異なる。これは，よく誤解されるが，学歴による違いではなく訓練期間（高卒1年，中卒2年）による人数の違いである。また，30人又は50人を1訓練単位とした表記をしているが，20人や40人で行う場合については細目で示されていない。このように設備の細目の表記方法については，改善が望まれる。

技能照査の細目は，当該科において習得すべき知識・技能の範囲を示している。そのため教科の細目と連動するのが原則である。技能照査の細目は，技能照査の試験問題を作成する際の指針となることから，重要なチェックリストともいえる。

また，アンケート調査からは「当該科に関連した技能検定職種がない」，「教科書や技能照査の標準問題集が改定されていない」等の要望・意見も寄せられた。普通課程を実施するメリットの一つとして技能照査に合格（技能士補）すれば技能検定の受検にあたって学科が免除される点が大きい。しかし，技能検定の年間平均受検者数が100人に満たない職種も存在している。これについては，厚生労働省が関係団体や国民からの意見等を集約し，社会的便益の評価を行った上で統廃合等を含めた方向性を議論していくこととしている。厚生労働省では，技能検定の他に社内検定制度を設け，その普及に努めている。

表5　設備の細目（製版科の抜粋）

名称	摘要	数量			
		高等学校卒業者等		中学校卒業者等	
		30人を1訓練単位として訓練を行う場合	50人を1訓練単位として訓練を行う場合	30人を1訓練単位として訓練を行う場合	50人を1訓練単位として訓練を行う場合
教室		60 ㎡	100 ㎡	60 ㎡	100 ㎡
実習場		300 ㎡	380 ㎡	500 ㎡	630 ㎡
デザイン実習場		80 ㎡	95 ㎡	95 ㎡	110 ㎡

基盤整備センターが著作権を有する認定教科書は，118冊である。現在，利用者数が多いものから順次改訂作業を進めている。また，技能照査については，各施設が問題作成することを前提にした指針及び例題づくりを進めている。

7. まとめ

別表第二に基づく教科・設備・技能照査の細目等に関する調査研究を行った。見直しが必要と思われる個所については，修正案として取りまとめ厚生労働省職業能力開発局能力開発課に提出した。また，アンケートやヒアリング等の結果から，訓練基準の見直し要望や訓練の実施状況，課題等について把握することができた。特に，全国唯一の訓練科を運営する認定校をヒアリングし，業界における人材育成の意気込みを感じ取ることができた。

最後に，基礎研究会の委員をはじめ委員の派遣やヒアリング等にご協力いただいた各職業能力開発施設並びに都道府県の職業能力開発主管課に御礼申し上げます。

＜参考文献＞

［1］調査研究報告書「職業訓練基準の分野別見直しに係る基礎研究」平成25，26，27年度　職業大基盤整備センター編

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

▶リオオリンピックが終わってしまいました。開催前は若干盛り上がりに欠ける雰囲気だったような気がしていましたが，始まってみると，初日から日本勢は怒涛のメダルラッシュで，テレビや新聞は大騒ぎでした。個人的には特に男女卓球が本当にスリリングな展開で，テレビにくぎ付けとなってしまいました。試合後のインタビューではこちらの目もウルウル。次の東京オリンピックにも期待します！▶今号の特集テーマは「地域の特色を生かした取り組み」でした。特集として寄稿いただいた3本の記事は，それぞれ，「近畿の地の利」，「環境保全に関心の深い土地柄」，「北海道ならではの地域ニーズ」を生かした取り組みでした。長く続けることが成果につながることや，やってみる・飛び込んでみることがユニークな結果を生むという好事例を伺うことができました。▶続いて【再生可能エネルギー】に関わるビジネスモデルをご紹介いただきました。太陽光・風力ともに，土地の確保から資金の支援，建設，保守・運営までを含んだ大変にスケールの大きなものづくりです。本誌にとって新しい切り口の記事だったのではないでしょうか。▶身近な存在である【摩擦】について，ミクロとマクロの2つの視点からの解説でした。身の回りにあたりまえに存在する摩擦ですが，拡大して見ると大変に奥の深い話題ですね。子供のころに，熱々の味噌汁を入れたお椀が，拭きたてのテーブルの上をすーっと滑る現象を見たことを思い出しました。▶独自の訓練を展開している【希少科】ですが，科によって基本姿勢があぐらだったり正座だったりというところにも着目しているところに著者のお人柄を垣間見た気がしました。本誌編集担当も希少科には興味津々です。どこかへお邪魔して取材記事を掲載できないかと考え中です。▶次号で本誌はちょうど50周年となります。特集テーマは【「技能の伝承」と「新技術」】を予定しております。

【編集 大野】

職業能力開発技術誌　**技能と技術**　3/2016

掲　載　2016年9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