

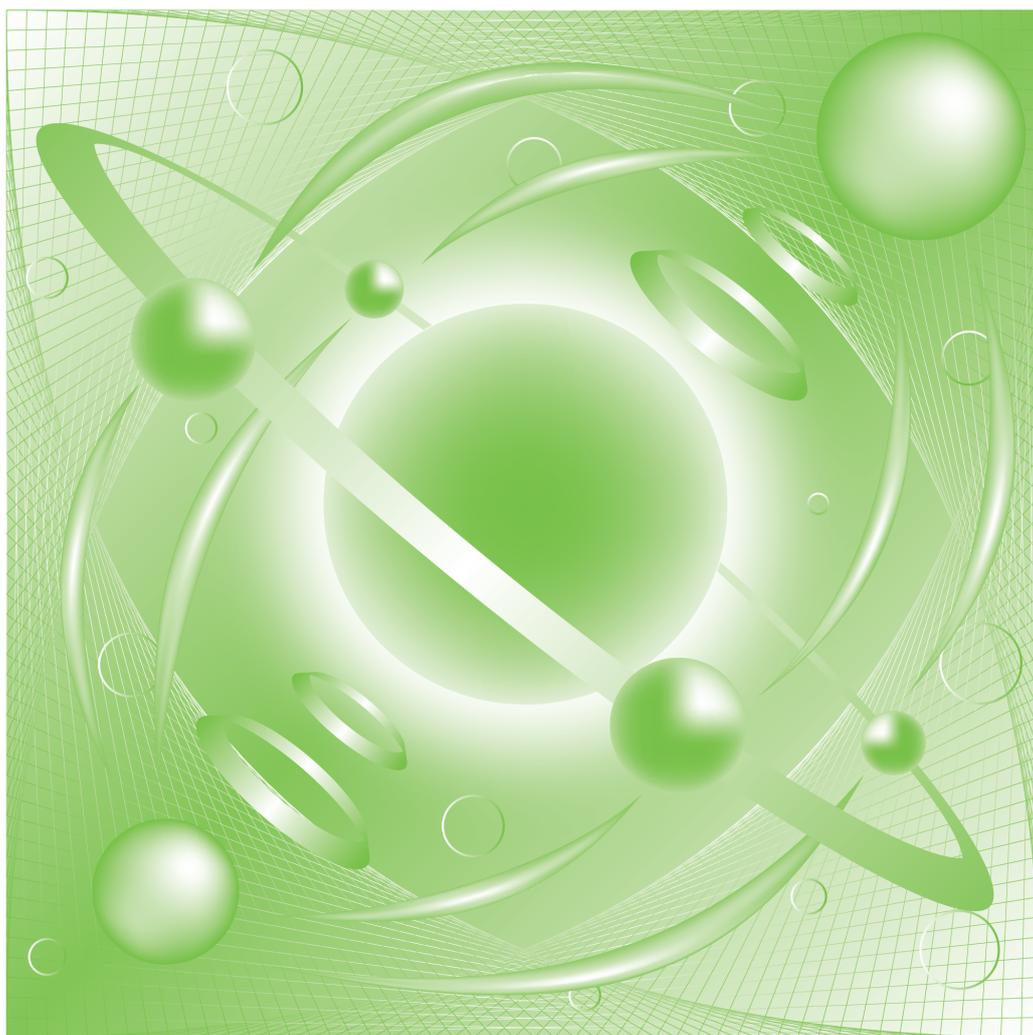
技能 と 技術

ISSN 1884-0345
通巻第288号

職業能力開発技術誌

2/2017

特集●安全に対する取組み



Vol.52

技能と技術

2/2017号

通巻No.288

特集●安全に対する取組み

この人のことば 万象我師・ひとづくり 常泉 善男/元 株式会社日立産機システム 中条事業所	1
特集① 安全に対する取組みの特集によせて 中村 瑞穂/職業能力開発総合大学校	3
特集② 初学者の旋盤作業実習における安全対策教材に関する研究 ～危険事象回避方法を含む旋削技能指導技法～ 鈴木 重信・中村 瑞穂・千葉 正伸/職業能力開発総合大学校 相馬 圭治/中部職業能力開発促進センター 斉藤 哲也/九州職業能力開発大学校	4
特集③ 安全衛生教育の概観とリスクベースアプローチを踏まえたこれからの教育の力点 森田 晃生/中央労働災害防止協会 JISHA-ISOマネジメントシステム審査センター	11
特集④ 長岡技術科学大学における社会人向けシステム安全の教育 福田 隆文/長岡技術科学大学	17
特集⑤ リスクアセスメントの目的と停止カテゴリについて 杉本 旭/長岡技術科学大学 名誉教授	22
研究ノート マイコンを用いた電子楽器開発記② ～ヨーヨー型電子楽器「轟」の開発～ 三井 実/ものづくり大学	29
実践報告 福島県沿岸地域の持続的ものづくり人材育成の一翼を担うために 折笠 正弘・原 俊昭・木嶋 肇・長瀬 安信/福島職業能力開発促進センターいわき訓練センター 鈴木 良之・竹野 俊夫・石田 光芳・佐渡 秀雄/千葉職業能力開発促進センター高度訓練センター	37
調査研究報告 「職業能力の体系」の活用に向けた課題 ～体系データの見直し作業を通して～ 平川 政利/職業能力開発総合大学校基盤整備センター 工藤 晋司/千葉職業能力開発促進センター高度訓練センター 藤浪 栄一/埼玉職業能力開発促進センター	46
ずいそう 命は我よりなす 榎木 茂/高知職業能力開発促進センター	54
平成29年度 職業能力開発論文コンクールのご案内	55
平成30年 「技能と技術」誌表紙デザイン募集のご案内	56

万象我師・ひとづくり

黄綬褒章を受章ならびに卓越した技能者（現代の名工）として
第3回ものづくり日本大賞を受賞
「現代の名工展2016in東京」に選ばれ参加された

常泉 善男

ものづくりとの出会い

昭和42年、電気機器メーカーの亀戸工場に入社した。入社のかっかけは、生まれも育ちもこの下町亀戸であったことと、既に兄がこの会社で働いていたことであった。

この会社では、ものづくりの現場で働く者の中から優秀な人材を対象に入社後3年間の技能者養成所を開設しており、兄もその中で勤労勉学していた。他の電気メーカー同様に「金の卵」として採用した中学校を出たばかりの若者が、働きながら技能と知識を修得できる工場内教育システムを早くから設けていた。

さて一日の始まりは、工場独自の亀戸体操である。体操の号令が仕事始め前に各職場のスピーカから流れ始め、職場建屋内の安全通路上で一列横並びとなり行われる。その後は各職場（組）単位での組朝礼が始まる。現場管理監督者の職制で「組長」と呼ばれる「親父」のあいさつから始まる朝礼であった。朝礼の中身は、なんの変哲もない、日々の新聞紙面からの世間話だったが、現場で働く職人には「これから一日が始まる」と言う緊張感がいつもあったことを覚えている。

組長にとっては、その日の部下一人ひとりの心理・健康状態を見る大切な仕事のスタートとなっていた。現場ではさらにグループ化され職人の要として「棒心（ぼうしん）」と呼ばれている取り纏め者がいた。その棒心から組朝礼後にその日の作業内容が指示され作業（生産）が行われていた。

工場に働く従業員は3,000人弱で、国鉄（現在の

JR）総武線亀戸駅から東武線で乗り換え一つ目の亀戸水神駅にあった。国鉄亀戸駅からの満員電車はこの駅でガラガラとなる。この工場は新製品を多く手掛け、会社ではマザー工場としての位置づけがあった。ここから生まれた産業用、家庭用電気機器製品は他の工場へ量産製品として製品移管されて行く。その為、製品毎の部門が多く、いわば町工場の集まりのようであった。こんな工場の雰囲気が、入社したての私にとって毎日が活き活きとものづくりをしている職場と感じさせていた。

現場の職人は、仕事の始まる前に段取りや自分の使う工作機械・治工具の点検・注油といったアイドルリングを済ませ、その機械や作業台の傍でタバコをふかしていた。このような、昔の言葉でいう「矩形運動」を日々実践していた。職人は気性が荒く、当時はまだ工場内で統一した作業手順も定まっていなかったことから、「俺のやり方」、「俺流」、「俺の時間」で仕事をしていましたが、決して「できない!」という言葉を出さないプライド（職人氣質）を持っていた。会社ではこの職人氣質をどの職場にも浸透させ、品質の高い製品を作り上げていた。

当時の「ものづくり力」は現在も脈々と息づいているのだろうか

ものづくりの世界では「働き甲斐」と「やり甲斐」が、職人にとって必要不可欠な要素であると教えられた。今や日本国内では製造業に携わる割合が30%と、昭和の時代で日本経済を支えてきた自負が跡形もない。品質の高い製品は、高い技能を有した技能者によって作り上げられる。我々職人が作り出す自

社製品こそが、社会に貢献する優れた製品であると定義付けていた時代である。大企業と云われる製造業の各社がこぞって技能の高さを競っていた時代であった。

私は、今でも当時（昭和40年代）のものづくりの活況を覚えている。恵まれたことに、技能五輪にも参加させていただく機会も得た。

昭和45年、技能五輪がいよいよ日本（千葉県・中央技能センター）で国際大会を開くこととなった。技能五輪へ向けて育成された選手はみな会社の将来を担う優秀な若手技能者である。しかし、ものづくりの実践では即、現場で通用する訳ではない。ものづくりを実践するにはさらなる経験が必要であり、まだまだ一人前というには早い人材であるが、その第一ステップが、当時は「技能五輪」であった。一人前となるためには、超一流の技能と絶えず技能向上を目指す探求心と自己研鑽力が求められる。厳しい訓練で鍛え上げられた技能向上心がものづくりの形となって、実製品の中で作り上げることができるかどうか重要である。

Made in Japan への想い

最近では「Made in Japan」のタグ・プレートが、巷であまり見かけなくなった感がある。世界に認められた「ものづくり力」が、今はどこに向かってしまったのか……。ものづくりを目指す若者に出会う機会が少なくなってしまい寂しい感がうかがえる。

「Made in Japan」は、単に製造国籍日本という意味ではない。「Made in Japan」は、世界一の良い製品としての位置づけをもっている。

ものづくり日本が世界を凌駕し再び蘇ることを切に願っている一人として、製造業こそ日本人が備えていた勤勉実直の天性であると感じている。現代の若者が少しでもものづくりに関心を持ち、「やってみたい！」と思ってくれる人材が増えることを切に願うものである。

ものづくりは、自分との勝負、一生涯を通してもなしえない「楽しみ」がある。

【自己紹介】

私の本来の職種は「手仕上げ工」で金型（主にプレス）製作の技能者である。変圧器が油入り（湿式油性）からモールド（乾式）への開発展開したときに、モールド樹脂成型用金型の試作から量産まで携わった。

それがきっかけで変圧器の製造部門に移った。ここでは、将来の省エネ需要を考慮し、鉄心部材にエネルギー損失の極めて少ないアモルファス材を採用した変圧器を開発した。このアモルファス材は、硬くて脆い材料で量産加工がしづらく従来設備や治工具による加工方法を大きく改善しなければならない材料であった。

当初は小形変圧器からの開発であったが、現在では大形変圧器でも「アモルファス変圧器」を生産することができ、省エネ対象製品として活躍している。

60歳までは、変圧器製造現場の管理監督者としてモノづくりの部門に在籍し、そこから65歳退職までの5年間は、社内技能教育の計画立案から具体的教育の実施を行ってきた。

いわば、ものづくりの生産性を向上させるためのキーマンとして位置付けている現場管理監督者の育成と技能者の階層別教育を行う立場の仕事に携わることができた。製造業の一企業で「人づくり・ものづくり」の大切さを学ばせて頂いた一人である。



安全に対する取組みの特集によせて

職業能力開発総合大学校 中村 瑞穂

1. はじめに

2016年度の労働災害統計によると、労働災害の死亡者数が928人であった。これは、1972年に労働安全衛生法が公布された段階での死亡者数5,631人から比較すると大幅に減少している。現在の事業場における安全はゼロ災運動、KY活動、ヒヤリハット、リスクアセスメントによる機械・設備の安全化、OSHMS（労働安全衛生マネジメントシステム）等により確保されている。その中で安全に関わる労働者は経営層から一般労働者まで全ての階層に存在している。これらの労働者を育成する離転職者訓練、在職者訓練、学卒者訓練を実施する際に安全は不可欠であり、職業訓練指導員、事務職、訓練生の全ての立場において日々、取り組むべき重要な仕事の1つである。今回の特集では安全に関する公的の教育訓練機関における実践事例と安全教育に関する考え方について紹介する。

2. 特集の目的と内容

厚生労働省から都道府県労働局に2016年10月に「安全衛生教育及び研修の推進」が通達されている。この通達は各事業場で「安全衛生教育等推進要綱」に基づき労働者の各階層に対する教育および機械設備の安全化を促進するための設計技術者等に関する教育など幅広い内容を行うように求められている。また、2014年度に厚生労働省から関係事業者団体等の長に「設計技術者、生産技術管理者に対する機械安全教育に係る教育について」が通達されている。

さらに、OSHMSの国際規格であるISO45001が発行に向けて関係機関で議論が行われている。以上のことから在職者訓練および職業訓練指導員研修等で安全に関するコースは高いニーズがあることが予想できる。そのため、安全に関係する知識・技術を持ち訓練の実施またはコーディネートすることができる指導員の養成が求められている。

本特集では国内における公的の教育訓練機関および大学などで実施されている安全に関する教育訓練の実践事例を特集することにより、教育訓練の現状と今後の課題などについて報告する。さらに、安全を勉強する人のための1つの資料として供したい。

本特集の内容は職業能力開発総合大学校から「初学者の旋盤作業実習における安全対策教材に関する研究」。中央労働災害防止協会は「安全衛生教育の概説とリスクベースアプローチを踏まえたこれからの教育の力点」。長岡技術科学大学は「長岡技術科学大学における社会人向けシステム安全の教育」について報告されている。

杉本旭博士による「リスクアセスメントの目的と停止カテゴリについて」ではリスクアセスメントの本来の考え方と安全の責任について報告されている。

最後に本特集に投稿して頂きました長岡技術科学大学名誉教授 杉本旭氏、長岡技術科学大学教授 福田隆文氏、中央労働災害防止協会 森田晃生氏、元職業能力開発総合大学校准教授 鈴木重信氏に心から御礼申し上げます。

初学者の旋盤作業実習における 安全対策教材に関する研究 ～危険事象回避方法を含む旋削技能指導技法～

職業能力開発総合大学校 鈴木 重信・中村 瑞穂・千葉 正伸
中部職業能力開発促進センター 相馬 圭治
九州職業能力開発大学校 齊藤 哲也

1. はじめに

独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構（以下、「雇用支援機構」という。）における直近10年間の訓練災害の発生件数は、毎年100件前後で下げ止まっている。この状況に対して各訓練施設も実技訓練担当指導員も各種方法で災害ゼロの取り組みを行っている。平成26年度には機構版労働安全衛生マネジメントシステムも導入され、安全衛生方針を決め、リスクアセスメントを実施し、全組織的推進体制で訓練災害の低減に尽力している。しかし、災害発生件数も災害の事故の型も起因物もほとんど変化がない状態である。

そこで、機械加工実習の基本とされる旋盤作業における過去の訓練災害事例の分析、職業訓練の主たる対象である初学者の特性に配慮した指導技法を再考するとともに、安全対策教材の在り方について研究したので報告する。

2. 訓練災害の現状と発生件数下げ止まりの原因

表1、図1に雇用支援機構における過去10年間の年度別災害発生件数を示す⁽¹⁾。平成27年度の訓練時間中の災害発生件数は108件（過去10年間の平均115.0件）で、平成21年度より減少傾向にあったが2年連

表1 過去10年間の年度別災害発生件数の推移

年度	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	平均
訓練時間中	116	114	118	163	142	100	95	90	104	108	115.0
体育時間中	25	30	23	20	27	20	13	7	23	15	20.3
合計	141	144	141	183	169	120	108	97	127	123	135.3

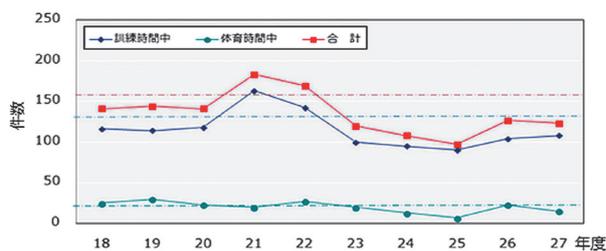


図1 年度別災害発生件数の推移

続で増加に転じた。施設内訓練（アビリティ、専門、応用課程等）の全体の度数率は5.34で、休業災害は9件（前年7件）、不休災害は99件（前年97件）であった。因みに、度数率1.0は従業員500人規模の会社で年間1件程度の災害発生と言われている。

図2に訓練要素別の災害発生割合を示す。居住系が40%、次いで機械系が33%と全災害件数の7割を占めている。また機械系においては、特に休業災害が7件発生しており、工作機械等を使用した訓練も実施していることから重大災害に繋がる恐れもあり、災害発生防止に一層取り組む必要がある。

図3に訓練災害の「事故の型」別の発生割合を示す。依然として「切れ、こすれ」が全体の約半数を占めており、次いで「はさまれ、巻き込まれ」、「高

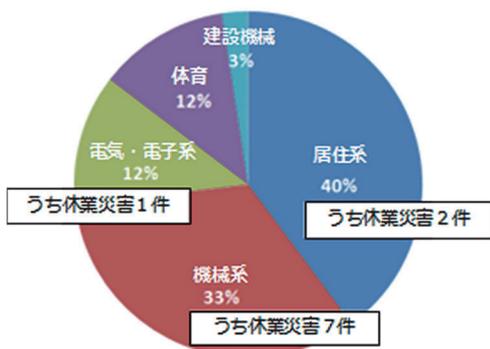


図2 訓練要素別の災害発生割合

温・低温の物との接触」が同数の14%となっており、「動作の反動，無理な動作」が8%で例年の集計結果とほぼ同様の結果となっている。

図4に「起因物」別の災害発生状況を示す。「手工具」が28%となっており，電工ナイフ，鑿（のみ）による切創が大半を占めている。次いで「金属材料」が14%で，加工中及び加工後に材料に誤って接触するといった災害が多い。これらの起因物による災害は毎年度発生しているものである。

このように訓練災害の発生件数も事故の型や起因物も変化がなく下げ止まっている要因は，訓練対象者のほとんどが毎年初めて就業に必要な知識，技術・技能を習得する初学者であること。そして，この初学者は幼少の頃から事故，災害に遭遇するような行為を親や教師等に止められて育ててきたために何が危険なのかを知る危険感知能力や危険事象から回避する能力を習得していない世代であることが推測される。そして，危険を認識できない結果，不安全行動が多くなり「切れ，こすれ」等の災害が多く発生することになる。こうした原因を解消していくためには，時間を掛け経験を積みながら不安全行動を改善したり，危険を予知する能力を身に付けていくことが必要となるが，訓練災害は成長を待てくれない。経験や知識が不足していても訓練災害をしっかり防ぐ方策が必要となる。それは組織や指導員の責任である。

一方，職業訓練指導員側の指導も知識，技術・技能の習得が中心で，安全対策の基本を「安全教育」による訓練生のミス防止に置いていること。更に2007年から「団塊の世代」が定年退職を迎え，熟練

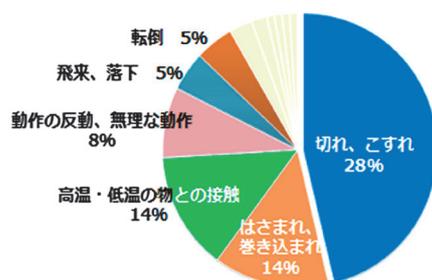


図3 H27年度「事故の型」別の災害発生状況

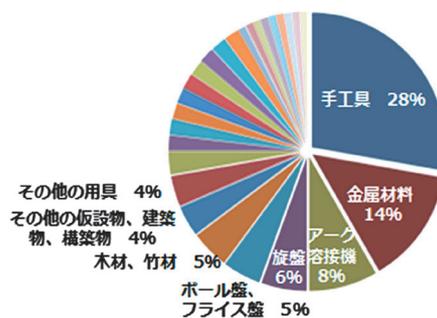


図4 H27年度「起因物」別の災害発生状況

平成26年度技能・技術フォロー研修（5年目指導員）
受講者の安全衛生面に関する実践内容

	機器等 日常点検	5S活動	保護員着用	切れ・擦れ対策
実践件数	33/38	32/38	32/38	32/38
割合(%)	87%	84%	84%	84%

	ヒヤリハット報告	危険予知活動	作業前注意喚起	安全教材作成
実践件数	27/38	24/38	6/38	2/38
割合(%)	71%	63%	31%	5%

内訳：機械系20名（機械加工14名、金具6名）、電気・電子系10名、居住系3名

■独）雇用支援機構として
平成26年度から労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、平成28年度定着に向けて研修等を実施している。

図5 経験5年目指導員の安全衛生面に関する実践内容

指導員の不足と急激な世代交代で「訓練設備に関する知識の不足」「技術・技能のレベル低下」「安全教育など種々のノウハウの継承が不十分」等の問題の発生が懸念されていること等が考えられる。

ところで，各職業訓練施設では訓練災害の下げ止まり解消を目指し安全確保のための取り組みを行っている。図5は平成26年度技能・技術フォロー研修（経験5年）の雇用支援機構指導員38名に対して「安全衛生面に関する実践内容」について自由記述で調査した結果である。一般企業の製造部門で実施してい

る安全衛生活動はほとんど実施している。また、雇用支援機構として、平成26年度から機構版労働安全衛生マネジメントシステム（OSHMS）を導入し平成28年度定着に向けて研修等を実施している。組織と指導員と訓練生が協力して訓練災害を減らす仕組みが構築されたので、具体的に機能し徐々に訓練災害が減少することを期待するが、基本となる部分である各種手工具及び訓練用機器の取り扱い方法を確実に指導したうえで訓練生に使用させたり、ヒヤリ・ハット報告活動やKYT（危険予知訓練）を通じて訓練中のリスクを把握し、訓練生の技能スキルや危険感受性を高める等、指導方法の改善を含め安全に関する指導を徹底することが求められるだろう。そして効果的な安全対策教材の開発が必要となるだろう。

3. 初学者の特性を考慮した作業手順

前述の訓練災害発生件数の下げ止まりの原因を受け、訓練災害の低減方策として、初学者の特性を考慮した安全作業手順を考えてみる。対象作業は普通旋盤作業とし、旋削の要素作業と関連の知識、技術・技能を習得する過程に潜在する危険源から初学者の訓練生に危害が及ばない作業手順の導出を目指す。

3.1 初学者の行動特性と危険事象回避方法

人間の行動を表したラスムッセンのSRKモデル⁽²⁾によれば、初学者の行動は知識ベースの行動といわれ、次のような特徴がある。

- 1) 初めての事象に遭遇した時、意識上で内外の知識を参照し考えて対処するから、この認識プロセスには時間がかかる。
- 2) 知覚情報の取捨選択がうまくできず、何が重要なかわからないので優先すべき情報を選択できない。
- 3) 経験がないため長期記憶との照合がうまくいかない。
- 4) 判断が遅れるために決心がなかなかつかない。その内に事態が進んでしまう。
- 5) 行動の段階でも自分のパターンが確立していないので行動が遅れる。円滑さに欠ける。操作を

忘れる。

このような特徴をみると、対処方法を予めパターン化し、事象に対して適当な対処方法が当てはめられることによって対処できる可能性が推測される。即ち、指導員が取得する要素作業に潜在する危険源を特定し、事前に危険事象回避の方法を決め、それを初学者に呈示し実施できるように反復練習する。この行動を要素作業の習得過程と同時に行えば、やがて習慣化した行動となることが期待される。

3.2 危険事象回避のために習慣化したい作業

過去10年間の旋盤作業に関する災害事例を分析し、習慣化したい危険事象回避行動を次の通りとした。

- 1) 静止した機械可動部に触れながら行う作業はギヤをニュートラルか電源をOFFにする。
- 2) ねじ切り作業における回転数設定の間違い等、危険事象回避が難しい作業は、加工物との距離が十分離れている場所で工具を動かしてみて、間違いがないか確認する。
- 3) 作業領域の近くに工具切れ刃等の危険源がある場合は、危険源との間隔を十分開ける。

4. 危険事象回避を配慮した安全対策教材

4.1 失敗事例から学ぶか成功事例から学ぶか

失敗事例から学ぶ安全の考え方は、安全とは危険な事象が発生しないことであり、安全性を向上させるためには、危険な事象の原因となるエラーや違反を明らかにしたうえで、その1つ1つに対策を講じ防止すればよいという考えである。この考えに則れば、災害事例を集め分析し、原因を明らかにし、全てに対策を講ずればよいことになる。ただ、失敗事例は割合からすれば僅かであり、事例の収集しにくさが問題となる。

一方、安全とは単に危険な事象が発生していない状態に加えて、組織や作業者が将来的に見ると、発生しうる様々な事態への高い対応能力をもつことであり、安全性を高めるには、多様な変化があっても成功する能力を高めればよいという考え方が広まり

つつある。未然防止、予防安全である。

この考え方に則れば、多様な成功事例を検討し何故成功できたのかを明らかにし、その要因を教育することで安全性が向上することになる。

失敗事例による教育が悪いわけではない。失敗事例は作業時の危機感を高め、危険感受性を向上させる働きがある。それぞれの教材事例が有効に働く事象や場面を意識して活用することで、効果的な教育訓練が可能である。また、同一の状況における失敗事例と成功事例の両方を紹介することで、より効果的な教育も可能となる。

安全教育は失敗を教訓にすることが多いが、日々の作業で「なぜ失敗したか」と問うだけではなく、「なぜ出来たのか」という視点から見直すことで、安全性の向上に寄与する色々な要因が見えてくるであろう。

4.2 安全対策教材

本教材は、過去10年間の旋盤作業に関する訓練災害の危険源を特定してリスクアセスメントを行い、リスクレベルの高い事例から安全対策教材⁽³⁾の題材とした。

本研究における安全対策教材では、対象者が初学者であることを考慮して、災害を起こしてしまった行動の道筋を動画で再現することにより、危険源や災害のイメージを認識しやすく呈示することとした。また災害事例（失敗）をインパクトのある画像で見せ、次に危険事象を回避する方法を含む作業事例（成功）を見せ、何故このようにしなければいけないかを説明しながら呈示する方式を採用している。

まずは動画を作成するにあたり、的確に危険源を認識させることができるような動画の構成要素について検討した。その結果、次に挙げる3つのポイントを構成要素として抑えるような動画の作成を行った。

【動画に含まれるべき要素】

①一連の加工作業の中の危険源が現れるタイミング（危険源がいつ現れるのか）

②何が危険源なのか。

何が危険で、どこが危険源なのか。また、危険源によりどのような災害が引き起こされてしまうのか。

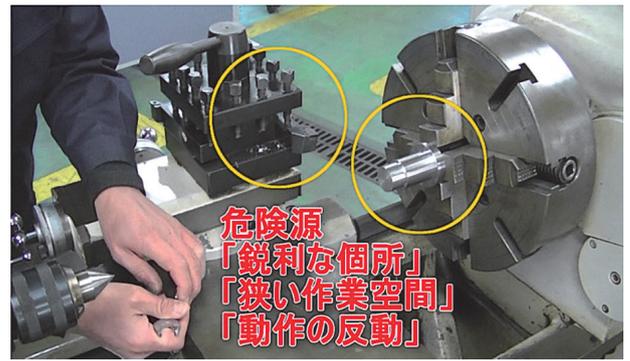


図6 危険源呈示例

③対策案（リスクを軽減させる対策として、何をやるべきなのか）

全体を通してこれらの要素を含むように統一させている。

次に、実際に作成した動画を例に、危険源をより認識しやすい動画となるように検討した点について記述する。本稿では「テーパ加工のために刃物台を旋回させようとした際、勢い余って被削材や刃物によって切創する」という災害に対する動画を例に挙げる。

まず動画の最初では、どの部分に危険源があるのかを表示させている。このとき、黄色の○印を用いて危険源を強調させている。（図6）

次に、実際の作業を再現した動画に移る。本研究では実際に発生した過去の災害事例を分析し、動画において「災害に繋がってしまう行動」を再現することにより、より「どうしたら災害が発生してしまうのか」という点を認識しやすく提示させることができる。図7は危険行動を再現した動画の一部分で



図7 危険行動の動画による再現

ある。動画では「ナットを緩めようと力をかけたが、思いのほか小さな力で緩んでしまい、勢い余って腕を被削材に衝突させて切創する」という危険行動を再現している。

危険行動の再現の部分が終了すると、最後に対策案を提示する部分(図8)に移る。本研究での安全対策教材では、教材内で掲載している全ての危険源に対して、対策案についても動画を用いて提示している。これにより、リスクを軽減させるための行動をより認識しやすく提示することが可能となる。



図8 対策案の提示

本教材の全体を通して、危険源を強調させる○印は黄色、危険源に関する説明文は赤文字、対策案に関する文字は青色で統一し、その意味や見やすさに配慮している。



図9 印刷用画面

教材では、危険源を選択すると、危険源による災害の動画及び回避行動の画像が再生され、終了すると図9に示す印刷用画面が表示され、印刷すれば動画で閲覧した内容のタイミング、危険源、実際の災害例、対策案が一画面で確認できる。

5. 終わりに

大学生時代に教わった指導技法という科目では、実技は「説明しながらやって見せ、やらせてみて誤りを指摘して、反復練習させる」という手順でやりなさいというものでした。そして急所のポイントは「成否、安全、やり易く」ですよ。とって何度も唱和させられました。この急所のポイントは、まずはできるように、そして安全にできるように、更にやりやすい方法かどうか、ということである。

指導員晩年になり、汎用工作機械による実習はいつも危険事象の中で行うから安全の重要性を再認識するようになり、技能実習の急所のポイントに「安全」が含まれていなければならないことを最初に教わっていたのに改めて気づき反省しきりである。

今回、下げ止まっている訓練災害発生件数を減少させることを目的に、職業訓練施設で技術・技能の実技訓練を受講する初学者である訓練生が、被災することなく危険が伴う作業を習得するための指導方法として、過去10年間の訓練災害事例を分析し、危険事象回避を考慮した作業手順を導出し、動画による安全対策教材を作成した。まだ、教材の実技訓練での評価はできていないが、数人の指導員の方には活用して頂いている。

今後は、いろいろな職種における危険事象回避を考慮した安全な作業方法を提案し、職業訓練指導員向けの共有データ作成にも取り組んでみたいと考えている。

なお、参考文献の後に参考として、印刷用画面の事例を示したので見て欲しい。

〈参考文献〉

- (1) 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構平成27年度訓練災害事例集、公共訓練部28高障求公発第226号、2016.11.17
- (2) 「ヒューマンファクター講座、Chapter12」、
http://www5f.biglobe.ne.jp/~kotohaji/HF/HF2nd/Chapter_2nd_12_1.html?vm=
- (3) 相馬圭治：「機械加工実習における安全対策教材の開発」、職業能力開発総合大学校機械システム工学科、平成24年卒業研究論文、2012

[参考]：作成した安全対策教材事例

機械加工実習における安全対策教材

旋盤作業

工程	作業内容	危険源
加工・測定	加工	切りくずの飛来による火傷

HOME ← HELP

タイミング 外径の荒加工を行う時

危険源 飛来した切りくずによって火傷などを負う。

実際の災害例 ・飛来した切りくずが顔に当たり、火傷を負う。
・飛来した切りくずが目に入ってしまった。

対策案 加工の際は切りくず飛来防止カバーを使用する。
切削速度を70m/min程度(φ60mm程度の被削材で400rpm)に下げ、切りくずが飛散しないようにする。
被削材・刃物・身体が対角線上に並ぶ位置で加工する。

図 切りくずの飛来による火傷

機械加工実習における安全対策教材

旋盤作業

工程	作業内容	危険源
加工・測定	テーパ加工	鋭利な個所による切創

HOME ← HELP

タイミング テーパ部の測定をするために部品をはめ合わせる時

危険源 バリ取りしていない部分で手を切ってしまう

実際の災害例 テーパのはめ合わせを行うため部品を組み付けて回転させた際、加工中の部品の角部で指を切創。

対策案 バリに触れる事のないような部分を掴んでのはめ合わせ作業を行う。
測定作業では右手でノギスを使用し、左手は巻き込まれなどに注意する。

図 テーパ加工部の鋭利なバリによる切創

機械加工実習における安全対策教材

旋盤作業

工程	作業内容	危険源
加工準備	被削材の取り付け・取り外し・芯出し	チャックハンドルの飛来による災害

タイミング	被削材の取り付け・取り外し作業が終わった後、次の作業に取り掛かる時。 また、芯出し作業中などに不意に主軸を回転させてしまった時。
危険源	チャックハンドルの飛来・破損
実際の災害例	チャックハンドルを取り付けた状態で主軸を回転させ、飛来したハンドルが対面の作業者に接触し打撲した。

対策案	<ul style="list-style-type: none"> ・材料の取り付け・取り外し作業の際、主軸をニュートラルまたは電源をOFFにする。 ・チャックハンドルなどの工具の収納場所を定める。
-----	--



図 チャックハンドルを収納し忘れ主軸を回転したため飛来し、別の訓練生に接触、打撲

機械加工実習における安全対策教材

旋盤作業

工程	作業内容	危険源
片付け・終業	清掃作業	誤った清掃手順による災害

タイミング	清掃作業中
危険源	不意に主軸が回転したり、刃物との接触で切創する危険性がある。
実際の災害例	

対策案	①まずは電源を切る。②刃物を取り外す。③被削材を取り外す。④切りくずを処理する。
-----	--

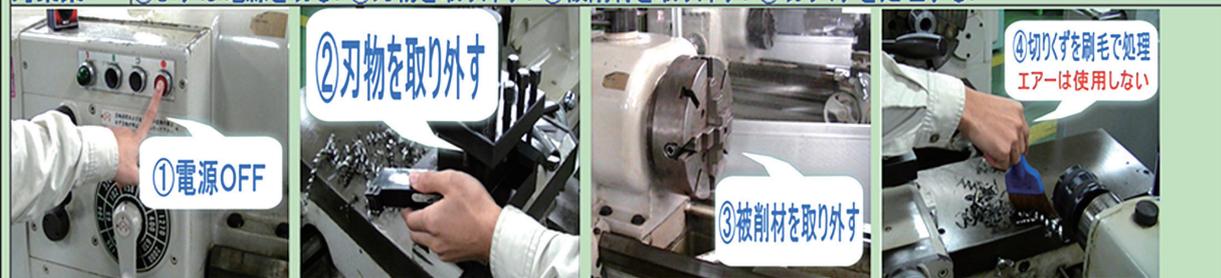


図 清掃時の誤った手順による災害

安全衛生教育の概観とリスクベースアプローチを踏まえたこれからの教育の力点

中央労働災害防止協会

JISHA-ISO マネジメントシステム審査センター

森田 晃生

1. はじめに

人や社会がより豊かに便利な生活を送れるよう、需要と供給のバランスを考慮して、さまざまな生産活動（物の製造だけでなく、広義の意味で、サービスも含めて、何かを生み出している活動）を行っていくことは至極当然のことである。しかし、生産活動を進める以上、そこに携わる人にはケガや健康に影響を及ぼす何らかのリスクが必ず生じる。生産活動に従事している人が、その活動を通じてケガや病気をしてしまうというのは自己矛盾であり、人命尊重という根源的な考え方からも、その活動の継続性という観点からもあってはならないものである。

2014年10月に広島市で開催された第73回全国産業安全衛生大会は、中央労働災害防止協会（中災防）創立50周年の記念大会でもあり、ILO（国際労働機関）のガイ・ライダー事務局長からメッセージが寄せられ、「世界では、毎年、仕事で約230万人が亡くなり、3億6,800万人がケガで休業している」と報告された。

日本の労働災害による年間の死者は、1961年の6,712人をピークに、2015年には972人と、ピーク時の約1/7まで減少している（図1）。しかし、休業4日以上の労働災害は2015年で116,311人^[1]、2015年度の労災保険の新規受給者数に至っては545,433人^[2]にも及んでいる。死亡災害や休業4日以上の災害が横ばい若しくは漸減傾向にある中、労災保険の新規受給者数に至っては、2013年度から増加傾向にある。

本稿では、安全衛生管理の取り組みの要諦の一つ

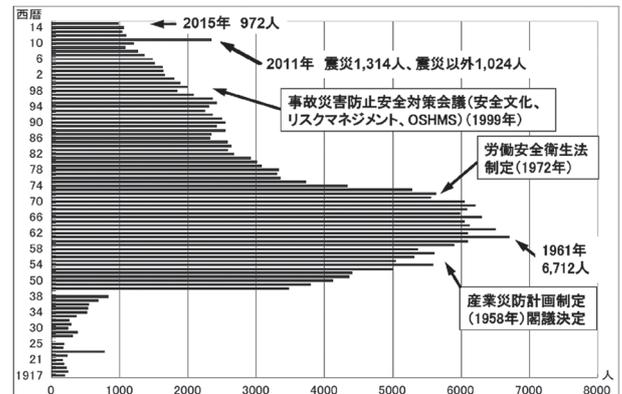


図1 日本における死亡労働災害発生件数の推移 (1917年～2015年) (木村嘉勝)
(※1926～1927年, 1939～1947年データなし)

である安全衛生教育について概観するとともに、近年の企業を取り巻く環境の変化を踏まえて、今後の安全衛生教育の力点の置き方について、一つの考え方を示すこととする。

2. 安全衛生教育の現状と体系

2.1 安全衛生教育の体系

企業で行われている安全衛生教育の体系は、大きく、法令に基づくものと、自主的なものの2つに分けることができる。

2.1.1 法令に基づく安全衛生教育

2012年に産業安全運動の開始から100年を迎えたように、安全衛生の歴史は古く、安全衛生関係法令においても様々な教育の実施が規定されている。表1に法令に基づく主な安全衛生教育を示した。労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令、労働安全衛生

規則や特定化学物質障害予防規則等の省令,その他,指針,通達などで詳細が定められている。

これらの安全衛生関係法令はしばしば、「多くの犠牲の上にできた法律」といわれる。義務化されている安全衛生教育も同様に、過去、頻発する労働災害の要因の裏返しとして規定されているものがほとんどといえる。

なお、職長教育や技能講習、特別教育は、労働基準監督署ごとにある労働基準協会や、登録教習機関で実施されている。また、大手企業であれば、特別教育を中心に自前で社内教育しているところもある。

中災防が運営する、東京と大阪にある安全衛生教育センター^[3]は、労働安全衛生法第63条に基づき、労働安全衛生に関する指導者や専門家を養成することを目的として、それぞれ1973年、1978年に労働省（現厚生労働省）により設立された教育施設である。職長教育や雇入れ時教育、作業内容変更時教育、特別教育等の各種講師養成研修等を実施しており、これまでに延べ20万人以上の方が受講されている。必要に応じてぜひ活用いただきたい。

法令に基づく研修は文字通り必須の教育であるため、労働基準監督署の指導対象になることは十分に考えられる。労働災害が発生した際に、これらの

対応ができていないことが一因となっている場合には、書類送検されたり、民事訴訟時に事業者の責任が大きくなったりすることが予想される。

2.1.2 事業者による自主的な安全衛生教育

先人たちが約100年前に始めた産業安全運動に端を発する「安全第一」の取り組みはいまでも脈々と引き継がれており、法令に基づくもの以外の自主的な教育も大手企業を中心に実施されている。

企業によって内容は異なるが、筆者の経験を踏まえ、特に実施されていることが多いと考えられる自主的な教育について紹介する。

① 階層別教育

新規に部長や課長、係長などに就いたときに実施する教育。安全衛生上の役割・責任や安全配慮義務、安全衛生のライン化、リスクアセスメント、メンタルヘルスケアなどを内容にすることが多い。

また、若手教育と称して、入社後5年、10年などの区切りに教育を実施したり、ベテラン教育と称して、20年、30年などの節目に、自身の安全衛生の取り組みについて振り返りを行い、今後の行動に役立てたりといった教育も実施されている。

② OSHMS（労働安全衛生マネジメントシステム）教育

計画、実施、評価、改善（PDCA：Plan-Do-Check-Act）の一連の過程を定めて、安全衛生水準をスパイラルアップさせるOSHMSを導入する企業が増えている。この取り組みの中で必要な役割、責任などについて教育する。OSHMSでは内部監査も必要なため、内部監査者の教育も実施されることが多い。

③ リスクアセスメントに関する教育

職場のリスクを積極的に抽出して、リスクの除去・低減につなげるための取り組みであるリスクアセスメントは、危険性又は有害性の高い一部の化学物質について実施が義務化されており、その他、作業に関するリスクアセスメントの実施が努力義務化されている。

各企業では、リスクアセスメントについて自分たちでやり方を決めるとともに、第一線の作業員など全員参加で実施することが有効なことから、全従業員に対して教育を実施するところも少なくない。

表1 法令に基づく安全衛生教育等

教育の種類	概要
雇入れ時の安全衛生教育 作業内容変更時の安全衛生教育	労働者の雇入れ時や作業内容変更時に行う、作業手順などに関する教育
職長教育	新たに職務に就く職長等労働者を直接指導、監督する者への教育。作業方法の決定、労働者の配置など
免許、技能講習	就業制限のある業務に関する免許制度、又は技能講習。クレーン運転士、フォークリフト運転など
特別教育	危険又は有害な業務に必要な特別の教育。金属のアーク溶接・溶断作業など
能力向上教育（努力義務）	安全管理者、衛生管理者等への能力向上のための教育
健康教育等（努力義務）	労働者に対する健康に関する教育

④ 危険予知(KY)活動等日常職場活動に関する教育
雇入れ時に新入者に対し、活動の概要や取り組み方法について教育を実施する。また、熱心な企業では、5年、10年などの一定期間後に再教育を実施している。さらに、危険予知活動以外にも、ヒヤリハット報告活動、4S（整理、整頓、清掃、清潔）活動など各種活動について同様に行われることがある。

⑤ 危険体感教育

近年、労働災害の発生を目の当たりにすることが少なくなり、労働災害の怖さや悲惨さが認識されず、危険感受性の低下が叫ばれている。このため、はさまれや巻き込まれ、墜落、感電、爆発などを体感する施設を設け、若手や新入者を対象に危険を体感させる教育を実施している（写真）。ここ10年くらいで増加している教育である。

⑥ 異常処置作業などの社内資格者教育等

機械設備の異常時の処置や低頻度の作業（非定常作業）など、リスクの高い作業について、経験年数や社内教育の修了を条件にした資格制度を設けている場合がある。資格者等が責任者の許可をもらってから作業にかかる制度（許可制度）を併せて行っている場合もある。また、表1で紹介した免許取得や技能講習修了がないとできない作業について、社内教育も修了しないと業務に就けないようにハードルを高くしているケースもある。

さらには、安全衛生に熱心な事業場では、「安全マイスター制度」と称して、法令に基づく研修や自

主の研修の修了の程度に応じて、3段階でレベル付けする取り組みを行っている。安全衛生スタッフはもとより、ラインの安全衛生担当者の力量を上げ、ライン管理の強化のために有効な制度と考える。

これらの教育は、⑥を除いて外部の機関を利用して行われることも少なくなく、紹介した教育以外にも、例えば、ヒューマンエラー防止対策など多種行われている。中災防でもこれらに関する各種教育を実施しているので、こちらにも必要に応じて活用いただきたい。

3. 安全衛生教育とこれからの力点

ここまでは企業で一般的に行われている安全衛生教育の現状について概観した。ここからは、企業を取り巻く環境の変化を考慮して、今後の安全衛生教育の力点の置き方について考えてみたい。

3.1 舵取りの変更（規制型から自主対応型へ）

米国や英国をはじめとした先進国では、日本と同様に1970年代に本格的な労働安全衛生に関する法律を制定した。

自他共に認める労働安全衛生分野のリーダー国である英国では、1974年に制定した労働安全衛生法の制定に先立ち、安全衛生を所掌する労働大臣に任命された7名の委員からなる委員会（委員長名をとってローベンス委員会）において、主として当時の安全衛生分野における行政上の問題について討議した。この委員会の報告書（ローベンス報告）では、法律や監督により安全衛生向上を目指すことに疑問が呈され、法律の複雑さや時代の進歩に合わせた法律の制定・改廃の難しさが言及された。これらの問題意識から、企業の自主対応への移行が提言された^[4]。これにより英国では「もぐらたたき」となりがちな法規制だけでなく、自社の実態に応じて取り組むための自主対応が重要であることを踏まえた労働安全衛生法が制定された。

日本では、1972年に施行された労働安全衛生法の目的の中に「自主的な活動の促進」が盛り込まれて



写真 危険体感教育の実施例
中災防が実施する危険体感教育の様子

いるが、実際にこの有効性が改めて認識されたのは、1999年にOSHMSが登場したことによる。また、その中核をなす活動として、災害につながるリスクを積極的に抽出して、あらかじめリスクを除去又は低減する取り組みにつなげるリスクアセスメントがある。

すなわち、日本においてもOSHMSとリスクアセスメントの登場により、企業が自主的に先取りしてリスクに対処するという「リスクベース（ド）アプローチ」に大きく舵がきられたのである。

3.2 リスクアセスメントの有効性

リスクアセスメントは、一般的に、職場に存在する危険源を特定し、危険源によりケガが生じる可能性とケガの程度の組合せでリスクを見積り、評価して、優先順位を付けて、リスクの除去又は低減対策につなげるものである。この考え方により、これまで災害やヒヤリハットが発生した後に再発防止を行っていた、いわゆる「もぐらたたき」の後追い対策から、先取り対策へと大きく転換された。

このリスクアセスメントは、重篤な災害につながるリスクの大きなものへの対策に資源を割り当てるなど、優先順位を付けて取り組めるという利点がある。また、これは製造現場だけではなく、生産設備等の機械メーカー側でも取り組まれるようになりつつあり、製造現場に導入される機械設備は、ユーザーの誤使用なども踏まえた安全な設計のものに変わってきている。具体的な統計や調査があるわけではないが、近年、死亡災害が減っている一因として、これら取り組みの成果があると筆者は考えている。

3.2 リスクアセスメントの課題

リスクアセスメントはここまで良いこと尽くめのように思えるが、実際は様々な課題も露見されている。リスクアセスメントでは、リスクの除去や低減のルールとして、①危険源や作業自体をなくすといった本質的安全対策、②危険源に接触しないように隔離したり、産業ロボットなどの危険源に接触する前にそのものを停止させるといったハード対策、③作業方法の改善や注意表示、保護具の使用といっ

たソフト対策、の順で対策を検討する「スリーステップメソッド」といわれる原則がある。これ自体は理に適った考え方だが、一方で、運用上、以下のような課題も生じている。

- 1) 本質的安全対策やハード対策にはコストがかかるため、一部のリスクに対してしか実施できない実情がある。
- 2) 多くの対策が人の注意に依存するソフト対策となるため、事に当たる人が常に実践しなければ安全が確保できない。
- 3) リスクの抽出に漏れが生じる。
- 4) ソフト対策であってもリスクが低減されているという意識になってしまう（顕在化されたリスクの潜在化）。

上記を要約すると、リスクアセスメントは大きいリスクを主眼に、リスクの除去や低減につなげる有効なツールだが、その時点でリスクの除去や低減ができないリスク（残留リスク）が多数存在して、人の注意に委ねられている、ということである。

3.3 リスクアセスメントと安全衛生活動

リスクを管理することの多くがソフト対策にならざるを得ない状況にある以上、安全確保のためには、いかに人にルールを守ってもらうか、ということに尽きる。

幸い日本では、4S活動やKY活動、パトロール、ヒヤリハット報告活動などの日常職場活動が実施されていることが多い。例えば、KY活動は作業前などに、これから行う作業について危険のポイントをメンバーで話し合い、安全な作業の進め方を確認することになるが、これはまさに残留リスク対応（ソフト対策）そのものになる。

このように、日常職場活動はリスクアセスメントと密接な関係を持って、補完して進めることで、その実効性を上げることができる（表2）。

3.4 リスクアセスメントによる合意の重要性

リスクアセスメントでは、リスクを漏れなく抽出し、リスクの適切な評価や対策につなげるために、

表2 リスクアセスメントと日常職場活動

	リスク抽出に役立つ	リスク管理に役立つ
KY活動	KY 活動で培った危険感受性や手法がリスクの抽出の実効を上げる	作業前などに危険のポイントを再確認して安全な作業の進め方を実行する
4S活動	4 S 活動による設備等の点検結果がリスク抽出の情報になる(リスク想定漏れの補完)	リスクをできるだけ減らすという大前提の活動となる
ヒヤリハット報告活動	ヒヤリハット情報がリスク抽出の情報になる(リスク想定漏れの補完)	-
パトロール	パトロールでの指摘やコミュニケーションがリスク抽出の情報になる(リスク想定漏れの補完)	リスク低減対策(ソフト対策含む)の維持状態を確認する

現場の管理監督者や、機械設備、化学物質等の専門家など、全員参加で行うことが重要である。特に、第一線の作業者については、対象作業について一番熟知していることから、絶対に外せない存在となる。しかし、第一線作業者の参加には、もう一つ大切な意義がある。それは残留リスク対応の履行について合意を得るということである。

リスクアセスメントは事業者の責任として実施し、組織の状況や社会の一般的な通念を考慮して、コストも加味しつつ、できるだけハード的な対策を進める必要があるが、どうしてもソフト対策にならざるを得ない部分については、実際に作業に当たる人にその履行について合意を得ることが非常に重要となる。要は「ここまで対策したけど、リスクが残ってしまった。今後も改善の努力をするので、申し訳ないけど、現状では気をつけて作業してほしい」というわけである。ここでしっかりと合意が得られるかが、成否を左右すると言い切ってもよい。

例えば、保護具着用のルールや作業手順を無視して災害に遭うケースは、この合意がされていないことが大きく影響していると筆者は考える。事業者や管理監督者が、残留リスク対応を作業者に一方的に押し付けるのでは効果が上がらない。

特に昨今、社会がグローバル化され、競争が激化する中、かつては部下の面倒見を丁寧に行っていた管理監督者が余裕をなくしたり、複数作業が一人作業に変更されたり、多品種少量生産で設備も高度化したりする中で、作業者一人一人の力量や振る舞いは今まで以上に高いレベルが要求されるようになっている。リスクへの対応も同様であり、日常的に実践してもらうために、作業者の合意を得ることがいかに重要かはお分かりだろう。

3.5 今後の教育の力点

安全衛生関係法令で求められる教育は、過去の労働災害の一因となっていることの裏返しなので、今後も実施していくことが必要である。それ以外の部分では、以下のように、OSHMSやリスクアセスメントといったリスクベースアプローチを軸にテーマを設定していくことが成果に直結しやすいと考える。

- ① OSHMSやリスクアセスメントに関する教育
- ② リスクアセスメントと密接に実施することで実効性が上がる日常職場活動に関する教育
- ③ 残留リスクを踏まえた作業手順教育
- ④ 残留リスク対応として、社内資格制度や許可制度に関する教育

上記は、前項で紹介した自主的な教育テーマと大きな差はない。しかし、リスクベースアプローチを前提に、それぞれの関連性をしっかりと押さえて実施するのと、単発の教育として行うのとでは、教育効果が違ってくるだろう。「残留リスクを踏まえる」という部分も大きい。全体像が見えるようにして、必要性や有効性を強調することが大切である。また、安全衛生の基本はライン管理であり、階層別教育も併せて実施していくことが重要である。

3.6 専門家の育成も重要

安全衛生スタッフ等の専門家の教育も今後ますます重要性を増す。実は、安全衛生担当者に法令で義務付けられた教育はなく、どのような教育やキャリアパスを踏むのかは企業の主体性に任されている。

筆者は、安全衛生スタッフの力量いかんによって安全衛生管理・活動の活性化に大きな差が生じることをしばしば経験している。

また別の側面から見ると、災害多発時代に災害発生率を目標に単年度ベースで活動してきた時代から、ハード対策などを主眼とした中長期的な戦略が必要な時代にシフトしていることも理由として上げられる。例えば、リスクアセスメントの結果、生産設備上で、はさまれ、巻き込まれリスクの高い箇所が50カ所見つかったとしても、すべてを一度にハード対策で対応するのはコスト的に現実的でない。少なくとも複数年のスパンで考えて、今年度はその内「〇%改善する」という目標になるだろう。

実は、この考え方は、現在開発が進められている、OSHMSの国際規格ISO45001でも見てとれる。ISO45001では組織内外の課題等の把握が要求されており、自組織に足りないこと（ギャップ）を目標に反映してスパイラルアップを図る方向性が示されている（図2）。すなわち、これからは、中長期的な視点で安全衛生管理を進めていくという、安全衛生スタッフの力量が求められているのである。

よって、安全管理者や衛生管理者、RSTトレーナー（職長教育の講師養成研修）など、安全衛生法令上必要な教育に加え、OSHMSやリスクアセスメント、機械安全（生産設備の安全）、化学物質管理など幅広い知識を身につけることはもちろん、行政や業界、災害防止団体、同業他社などの情報を積極的に収集して、戦略を練るための力量を培う必要が

ある。

3.7 教育効果を評価する

もう一つ忘れてはならないのが教育効果の評価である。これは日本においてこれまでウィークポイントになりがちだった点である。研修後に受講者に理解度に関するアンケート調査を実施することはあっても、それがうまく活用されるケースは多くなかったように感じる。安全衛生教育に熱心な企業では、理解度テストや、受講後の受講者の行動を上司が評価するなどのフォローを行っているところもある。

忙しい合間を縫って複数のメンバーを集めて行う教育はある意味大きな投資である。評価結果をフィードバックさせて、教育のニーズの妥当性や、カリキュラム・教材・講師などの有効性の改善に活用して、教育の実効性を向上させるべきである。

4. おわりに

企業におけるこれまでの安全衛生教育を概観した上で、企業を取り巻く環境の変化、先取り手法へのシフトを考慮した上での安全衛生教育の力点の置き方について考え方を述べた。いずれにしても、企業においては今後ますます競争が激化し、取り巻く環境は厳しさが増す。リスクベースアプローチを主眼にして、成果につながりやすい教育にフォーカスして、資源を投資していくことが肝要と考える。

<参考文献>

- [1] 平成28年度 安全の指標, 中災防, 2016
- [2] 平成27年度 労働者災害補償保険事業年報, 厚生労働省
- [3] 東京・大阪安全衛生教育センターHP
<http://www.jisha.or.jp/facility/shec.html>
- [4] 国際安全衛生センターHP
<https://www.jniosh.go.jp/icpro/jicosh-old/japanese/country/uk/law/HealthandSafetyatWorkAct1974/index.html>

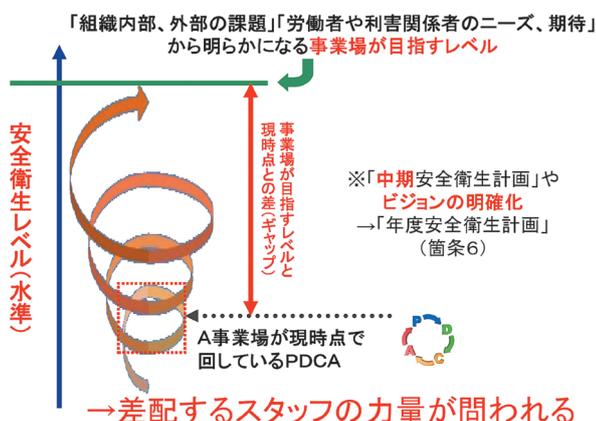


図2 安全衛生管理における中長期的な視点の必要性

長岡技術科学大学における 社会人向けシステム安全の教育

長岡技術科学大学 福田 隆文

1. はじめに

長岡技術科学大学は、社会人に対するシステム安全専攻（専門職学位課程）を有し、現に働いている技術者を中心とした安全に関連する者に対する教育を行っている。本稿では、その内容等を紹介して、安全教育について考えるための一助として頂ければ幸いである。

労働安全衛生法28条の2が改正されて「危険性又は有害性等の調査等の実施」が努力義務化された平成18年に、長岡技術科学大学（以下、長岡技大）専門職学位課程システム安全専攻が設立され、15人の社会人の学生を受け入れるようになった。それまでも定員5人のコースとして4年の実績があり、国際的な安全の考え方や国際規格に沿った安全構築についての授業を行ってきたものを発展させて、専門職学位課程として設置した。現在は12期生まで迎え、修了生も100名を優に超える人数となっている。本カリキュラム修了者には「システム安全修士(専門職)」の学位が授与される。これは、カリキュラムにしたがって所定の科目を学び、安全に関する知見と実務能力を修得した証である。

2. システム安全とは

我々は、システム安全を次のように定義している。

ハードウェア・ソフトウェア、人、法・規範などの複合体において、人間の誤使用や機械の故障などがあってもその安全を確

保するためには、設計／製造／使用などライフサイクルのすべての段階で、危険につながる要因を事前に系統的に洗い出し、その影響を解析および評価して適切な対策を施す必要がある。これらを実行するために、安全技術とマネジメントスキルを統合的に適用する手法の体系を「システム安全」という。

工学においては、古くから安全は重要視されてきている。例えば、機械工学科では、基礎である材料力学で、「部材にかかる荷重は、その材料の耐力（降伏点、引張り強度など適宜選択する）一杯ではなく、安全率で除した荷重迄とする」ということは、設計の基本として学ぶ。このように、個々の技術的な対応は行われてきている。

また、わが国では、「安全教育を徹底して人の注意により安全を確保している、欧米では機械で安全を確保している」、と言われることがある。これは、ある側面を強調した言い方である。実際、わが国の労働安全衛生規則でも、「第二編 安全基準 第一章 機械による危険の防止第101～151条」において機械側で行うハード対策が規定されている。

ただ、どこにカバーを設置するか、インターロックは必要なか等をリスクアセスメントによって決定するという仕組みの面が弱く、安全設計にしても「法規に規定にあるか」を判断することになりがちだと思われる。

一方、欧州では、1970年代頃から、危険や事故が起こる可能性のある場所は機械によって異なるので、それは機械設計者がきちんと調べ（リスクアセ

メント), 対策を考え, 可能な対策は機械に組み込むことを基本とし, 機械設計ではどうしても対策できない危険は, 残ってしまった危険(残留リスク)として使用者に伝える(3ステップメソッドによるリスク低減)という仕組みを構築してきた。その結果が, 欧州地域での規格であるEN規格であった。これを見た世界各国が欧州の規格から国際規格に取り込もうとした結果, ISO12100を中心とする国際的な機械安全規格の体系ができあがってきた。

安全性向上のためには, 「安全教育と人の注意力の活用」と「機械側での安全対策」をうまく融合することが大切である。ただ, 従来わが国では, 設備対策については, 上述のようにリスクアセスメントで危険源を見つけ対処するという側面よりも, 経験的な面や法令に書かれていることを行っているかについての確認の面が強かった。また, 対策も, 国際安全規格の示す本質的安全設計, ガード及び保護装置での対策を優先し, それでも残った危険性に対しては安全上の情報として使用者に提供する, という仕組みが十分に理解されていなかった。

それでは, 「安全教育と人の注意力の活用」, 「機械の安全対策の実施」とその基礎の「リスクアセスメント」をうまく組み合わせ活用するには, 何を学ばよいか。弊学の授業について記述する前に, 国際規格の考え方について触れてみたい。

3. 国際規格での安全の定義とそのための方策

安全においては, ISO, IEC等の国際規格の役割は大きい。もち論, 国際規格の第一義的な役割は, 国際的な流通のためであるが, 流通許可条件として国際規格は, 安全の水準を担保する役割も担っている。国際規格であるISO, IECにおいて, 安全を規定する際には, ISO/IEC Guide 51^[1]を基に行う。従って, このガイドに書かれている事を理解することは, 国際規格を理解する上でキーとなる。

ISO/IEC Guide 51^[1]では, (1) 安全をリスクで考えることにしている。箇条6.2.1で「全ての製品及びシステムにはハザードが含まれており, このため, あるレベルの残留リスクを含んでいる。」と述べて

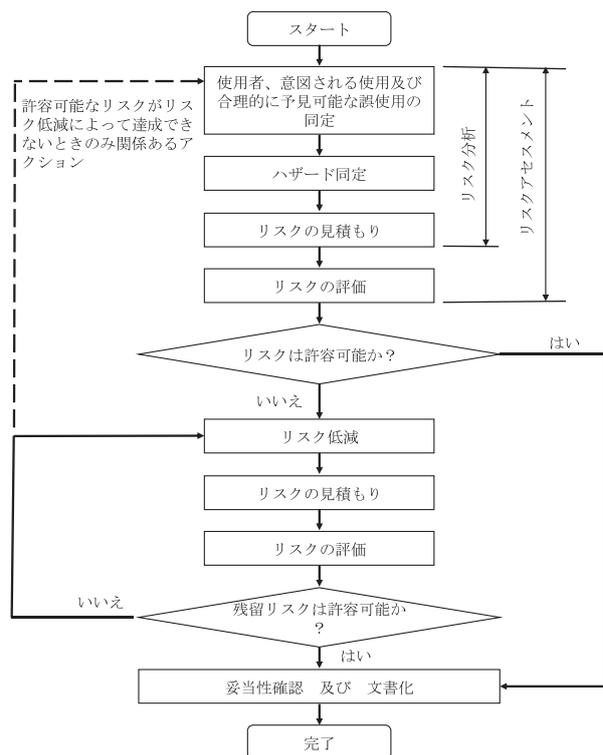
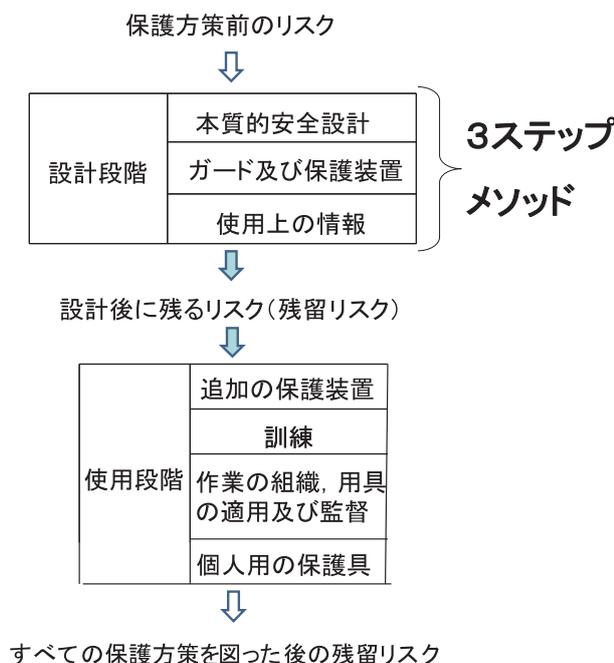


図1 ISO/IEC Guide 51^[1]に示されるリスクアセスメントとリスク低減の反復プロセス

いる。つまり, リスク0(絶対安全)は理想であるが, 現実できないという事実の中で, 安全を確保した製品の流通の実現を目指している。図1は, このガイドに示されている安全検討のためのフローである。さて, リスクで安全(リスクの許容)を判断する以上, リスクを見積もることができなければならない。従って, リスクアセスメントの修得は必須である。また, 更にその前に危険源を同定できなければならない。更に, 同定した危険源に関連するリスクを許容できるレベルまで低減することが求められているのであるから, リスク低減手法を知らなければならない。リスク低減手法(保護方策)は, 設計では3ステップメソッドに従うこと, 使用側では設計による準備された使用上の情報を基に, 対策をとることと示されている(次の枠内及び図2)。なお, 時に誤解されていることがあるが, 国際規格は全ての安全対策をハード的に行うことを求めてはいない。また, それは現実無理である。

- 設計者による方策（本質的安全設計方策，安全防護及び付加保護方策，使用上の情報）（3ステップメソッド）^[2]
- 使用者による方策〔組織（安全作業手順，監督，作業許可システム），追加安全防護物の準備及び使用，保護具の使用，訓練〕^[2]

第一ステップである本質的安全設計方策とは，ガード又は保護装置を使用しないで，機械の設計又は運転特性を変更することによって，危険源を除去する又は危険源に関連するリスクを低減する保護方策である。これを最優先に行う。保護装置は確率が低いとしても故障することもあるし，無効化もできるが，本質的安全設計方策で対策できれば，そのようなことが起きなくなる。次に第二ステップである安全防護，つまり本質的安全設計方策によって合理的に除去できない危険源，又は十分に低減できないリスクから人を保護するための安全防護物（ガード又は保護装置）の使用による保護方策を行う。ここで注意すべき事は，作業者の身体が機械の危険な可動部から，固定ガードによって空間的に，インター



注 文献^[1]を基に作成した。

図2 設計・使用段階でのリスク低減

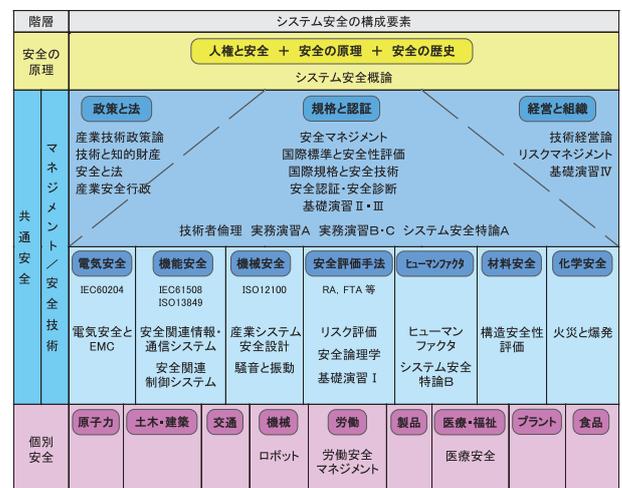
ロックによって時間的に分離されていても，その中では危険源は存在していることである。以上のことでも残存するリスクは，第三ステップである使用上の情報として使用者に伝え，上記の使用者による方策が正しく行えるようにする。この目的から，危険な場所は危険と伝えることがキーである。以上の設計側の対策の検討においては，第一ステップ，第二ステップ，第三ステップと優先順位があることを意識することである。

4. 本専攻の授業の概要

本専攻は授業にあたり，(1) リスクアセスメントとその結果に基づく安全対策の実施に加え，(2) 設計や会社組織等のマネジメントや技術者倫理を入れた体系を準備した(図3)。

本専攻は，機械安全を中心としているが，これは，製造業における休業4日以上死傷災害の約1/4は機械が関係しており，そのための人材の育成が急がれるためである。そのほかに国際安全規格の体系の整備が最も進んでいて，機械安全の体系を理解することで多くの分野での安全対策に応用できるからである。実際，本専攻の学生の半数以上が機械安全以外の安全の担当者である。

図の上段に示した導入にあたる「システム安全概論」では安全構築の基礎などを教示している。基礎



注 平成26年度現在

図3 長岡技大システム安全選考の授業体系

的で共通的な科目として、図の中段「共通安全」の中央に記したリスクアセスメントや安全設計関係の技術の中核にした科目と、中段左右に記したマネジメントに関する科目がある。全ての領域に演習科目も配置している。下段に示した「個別安全」は、受講生個人が、業務に関連あるいは興味がある科目を選択して履修する。

技術の中核にした科目では、リスクアセスメントの基礎を教授する「リスク評価」、保護方策として安全確認型・基本安全原則を扱う「安全論理学」、「国際規格と安全技術」などを学んだ上で、電気安全、機能安全、機器設計法やその他関連した科目を学ぶことができる。

機械側で設備対策が優先されることは述べたが、作業者がミスをしにくい設備とすることも大切であり、その基礎知見を与える「ヒューマンファクター」、労働安全の根幹である労働安全衛生法の基礎知識を与える「労働安全マネジメント」を準備している。また、安全の議論では、どこまでリスクを低減すればよいのか、が問題となる。これには、数値的な目標があるわけではない。そうであるので、「いい加減に対応する」ことも可能である。このことから、危険源を真剣に同定する、その危険源に対して技術者として可能な限り低減を指向する態度、つまり技術者としての安全に対する倫理観が、安全確保の基盤となる。従って、本専攻では、技術者倫理を講義している。

また、演習では次の内容を実施している。

- ・課題に設定した機械（丸のこを教材としている。）を学生全員でリスクアセスメントを行い、その結果を相互に比較・討論する。（システム安全基礎演習Ⅰ）
- ・安全装置に求められる要求仕様と既存の安全規格の記述について比較検討し、安全規格作成方法について理解する。（システム安全基礎演習Ⅱ）
- ・認証を模擬的に経験して、リスクアセスメント－安全設計－安全立証書の作成のプロセスとその意味を理解する。（システム安全基礎演習Ⅲ）
- ・企業の不祥事事例を題材に、組織のマネジメント、法的側面からその原因を検討し影響を最小限に抑

えるための対策を立案する。（システム安全基礎演習Ⅳ）

さらに、国外・国内の著名な安全認証機関や研究機関に行き、そこで審査官などと議論して、主体的に学ぶ科目（システム安全実務演習B, C）や所属組織での問題を教員と共に、二年間で学んだ知見を基に解決を目指す、いわば本専攻の仕上げの科目ともいべきシステム安全実務演習Aが用意されている。

授業の体系と各科目の内容の詳細は、ホームページ (<http://mcweb.nagaokaut.ac.jp/system-safety/>) で公開されているので、必要に応じてご参照願いたい。授業形態は、講義科目で知識を習得し、それと各自の経験や立場に立った議論を重ねることだけでなく、演習科目により実際にその知識を使うことで、知識の活用法を学んでいる。

まとめると、長岡技大の体系は、次のことを理解することを意図している。

- (1) リスクアセスメントにより危険源を見つけ評価することから、安全設計、さらに機械の危険情報の作成と譲渡時等に相手先へ情報を通知することまでが一連の流れであること。
- (2) 安全設計においても、本質安全設計が最優先で、次に保護装置による安全確保の順があること。
- (3) 安全は、機械が使用される際の安全だけではなく、設置、保全、修理等の全ての段階で確保できるようにすること。
- (4) 適切なマネジメントにより、上記の (1)～(3) が実現できるようになること。

4. 社技術者がなぜ経営に関する知識を有しなければならないのか

一般論として、会社に勤務する者は経営のことを知っていた方がよいというのは事実だろうが、安全技術者は次のような点で、上司やトップが納得して安全を進めることを表明し、資源を投じるように説得しなければならないと考えている。つまり、経営者が販売する機械について判断するのは、主に市場性の観点からであるので、技術者は安全の必要性についても説明しなければならない。このとき、安

全やそのための装置の必要性はもとより、state of the artとされるレベルの安全（現在の技術・知見を結集して行い得るレベルの安全）が国際市場では求められていること、しかし、そのための投資は、事故による経営への負のインパクトと比較して十分価値のあることを説明することが、納得して安全への投資をしてもらうために必要となる。生産現場の安全化についても同様で、事故から社員を守ることの倫理的な意味だけでなく、事故による生産停止など考えると、安全への資源の投入は、価値あることであることを説得しなければならない。これらのために必要な経営やマネジメントに関する知識は、工学部でオプション的に勉強するだけでは足りないと考えている。

5. 社会ニーズ

以上述べてきた弊学におけるシステム安全の教育であるが、これは社会ニーズと合致しているのだろうか。

入学者数の推移を表1に示す。本専攻は一学年の定員は15名であり、定員をほぼ充足している。また、いくつかの会社が複数の安全担当社員を入学させている。この事から、修了生は会社で期待に届いていると考えられ、社会ニーズと乖離していない教育を行っていると感じている。

また、厚生労働省が平成26年4月に「機械設計技術者、生産管理技術者に対する機械安全に係る教育について」（基安発0415第3号）で教育カリキュラム（電気・制御技術者の場合で40時間）を示した。本専攻の教育内容を基盤としている安全技術者の資格であるシステム安全エンジニアの有資格者は、この

カリキュラムに示された全項目に関して十分な知識を有すると見なし支えないこととされた（基安発0415第1号）。このことから、本専攻が提供している授業科目大系は社会の要請に合致していると考えている。

6. まとめ

本専攻の内容は上記の通りである。ごく簡単にまとめれば、リスクアセスメントから安全方策、使用上の情報までの一連の流れを理解できるようにしたこと、マネジメントまでを一体としてカリキュラムを組んでいることである。幸い、毎年多くの安全を目指す現に働いている方々が入学してきている。副次的ではあるが、非常に大きな効果が生み出されている。それは、様々な業種の組織から集まっているので、授業中、授業後の議論が活発で深いことであり、相互研鑽になっている。これは、本専攻の他ではなかなかできていないことであると考えている。

安全は、一方で、製品開発の足かせといった理解がされているが、それは国内市場を見て、かつ事故が起こったときに受ける損害を見ない(想定しない)議論の結果である。実際には、国際市場には安全があって初めて上市できるという現実、事故を起こさないという気構え、国際的なルールを理解して安全を製品や職場に作り込むという考えと、それを経営層にも説明できる能力を学生に修得してもらい、修了した彼らを通じて、その会社の安全が高まること、さらに間接的ではあるが、社会全体の安全レベル向上に寄与することを目指している。欲張ったことであるのは承知しているが、一歩ずつ前進したいと考えている。関係各位からのご鞭撻をお願いしたい。

<参考文献>

- [1] ISO/IEC Guide 51 : 2014 Safety aspects - Guide-lines for their inclusion in standards (JIS Z 8051 : 2015 安全側面－規格への導入指針)
- [2] ISO 12100 : 2010 Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (JIS B 9700 : 2013 機械類の安全性－設計のための一般原則－リスクアセスメント及びリスク低減)

表1 入学者数推移

年度(平成)	18	19	20	21	22	23
入学者数(名)	16	16	15	15	16	13
年度(平成)	24	25	26	27	28	29
入学者数(名)	15	10	15	12	15	18

入学者数から見た平均充足率 98%

注 一学年定員は15名

リスクアセスメントの目的と 停止カテゴリについて

長岡技術科学大学 名誉教授 杉本 旭

1. はじめに

リスクアセスメントの責任者は経営者である。なぜなら、やむを得ず結果として生じた労働災害（accident）に対する第一義的責任（被害者の補償・救済）を負うのは経営者であるからである。そこで、補償の可能性をリスクで表し、安全管理の最善を尽くしてリスク低減を図り、許容リスクを実現する。このように、許容リスクとは、経営者が負いうる責任に対する「許容」の判断だと考えることができる。一方、リスクアセスメントそのものの目的が停止カテゴリを決めることだというグローバルな安全にとって重要な点がわが国では十分理解されていないようだ。

もともと事故は、事故（事象）の前での停止の失敗で経験される。事故が起こった時、なぜ、もう少し早く止めなかったのか。事故は防ぐ、予防するというのではなく、事故の経験を拒否するという考えで“安全”があるということである。リスクは、単なる結果責任（補償の期待値）でなく、停止の失敗に対する責任と考えなければならない。経営者による許容リスクの判断を、被害者はそのまま許容事故として受け入れるわけではない。事故の可能性（リスク）が残る限り、特に、大きな被害が予測される作業では、労働者から、暗黙とはいえ、事故の前の停止に対する厳しい要求がなされると考えて当然である。しかし、残念なことに、この要求は事前には届かない。いつもそうだが、事が起こって再発防止の段階になって、事故の前の停止が軽んじられた不条

理を思うのである。

“事故は、事故前の停止で防ぐ”とする安全の停止原則は、抽象的で具体性を欠くとされるリスク概念に事故を防ぐとする安全の魂が息づく。事故前の停止の失敗で生ずる被害がリスクであるとするれば、改めて停止手段（安全装置）の認証性の問題が生ずる。事故は、停止手段の危険側の誤りで生ずることになり、欧州では、安全装置の故障に対する事故前の停止の保証（フェールセーフ性）を停止カテゴリとして階層化し、リスクベースの安全が認証制度とともに施行されている。最高位の停止カテゴリでは、危険のとき停止するばかりでなく、停止手段（安全装置）が故障した場合、停止して修理を要求し、また、修理を完了しない限り停止が解除できないとする条件が叶って安全装置に認証が与えられる。わが国では事故を防ぐための基準を持たないため、主観的となって、許容リスクは普遍的安全の意味を持たない。一方、欧州では、“事故前の停止”を共通の原理として事故防止に共通の基準を定めており、改めて、リスク低減を事故防止に求める欧州の安全について、その基本とするところを考える。

2. 事故の責任と安全の責任

もともと安全は、事故の可能性に対して、リスクや信頼性など、確率論をベースとする予測手法が採られるが、事故が起こると、一変して、何が原因か誰の責任かというように、決定論の扱いとなって混乱を生ずる。重大責任が課せられるようなことを、事前に確率で扱うという安全の考え方そのものに混

乱の理由があると言っていい。

事故には責任が伴うが、原因調査を厄介なものにさせるのは、法律違反に対する責任（罰）の理由として原因を明らかにする必要があるからである。結果（事故）に対して何を原因とするかは、法律との関係で変わる。場合によっては、再発防止のキーとなるような客観的な原因とは全く別の理由が原因とされることにもなる。例をあげよう。

事故を防ぐために設置する安全装置は、もともと故障が許されない。故障は絶対には避けられないという現実に対してわが国の法律（安衛則）で始業点検が義務付けられる。一方、欧州では、事故前の停止の手段としての要求から、安全装置は故障に対して機械を停止させ、正常に修理がなされるまで機械を動かさない。これを安全装置の設計条件とし、認証取得（CEマーキング）を市販の条件としている。安全装置の目的が“事故前の停止”であり、安全側故障の保証が認証性を示し、リスクアセスメントの結果に応じて停止カテゴリの選定を規格として定めている。一方、わが国では、許容リスクにおける「許容」が曖昧であり、事故に対する責任は結果に委ねられ、結局、事故の結果は人間の責任に委ねられることになる。欧州の事故前の停止原則は、事故防止がそのままリスク低減の効果を示すが、事故防止の基準的方法を規定しないリスク概念に重大事故の防止を期待するのは無理である。

裁判鑑定を依頼される度に、著者は“欧州の安全装置なら事故を防げたはず”の証言を繰り返してきたのだが、責任は管理する縦割り行政の多様な判断に委ねるべきこととして、事故の原因は安全装置の欠陥とならず、安全装置の保全担当者の過失責任の問題とされるが、事故が起こってからの結果責任を裁くわが国では、如何ともしがたい。

偶然の結果（accident）とはいえ、どの国も、事故後の責任追及は避けられない。事故は、もともと発生を許さないことが現に発生したという事実を示すからである。しかし、被害者への賠償や加害者への罰など過失責任の追及では、安全問題の解決に何も寄与しない。“安全の責任”は事故の責任（結果責任としての被害者への補償・救済とする経営者の

責任）とは異なり、事故の回避はもともと失敗が許されないことから生ずる。指摘するまでもないが、許容リスクという概念を示すだけでは、安全の責任は果たせない。

もともと安全は、原因に働きかけて、結果（事故）を安全な状態へとコントロールすること（事故を防ぐこと）である。しかし、このコントロールは明らかに時間的制約を受ける。原因が分らなければ事故を防げないし、たとえ分っても制限時間内に回避しなれば事故は防げない。

事故の原因調査を引き受けるときにいつも思うのだが、もう少し早く止めれば事故は防げたはずなのに、なぜ止めなかったのか。事故は、事故の回避に固執しすぎて停止操作が遅れた結果として発生する。当たり前ののだが、この当たり前のことを軽んじて事故を発生させている。事故の後に停止させるのでは間に合わない。安全の責任は、事故前の停止の要求に応えること、そして事故前の停止の失敗で事故の責任（経営者の結果責任）が生ずるという関係である。ただし、停止が遅れて事故の前とする条件を逸脱してしまうことがある。“止まる”には、「止まる」の他に「止める」があって、“固有安定停止”と“制御による不安定停止”の本質的な違いがある点に注意が必要だが、この違いはエントロピが関って生ずる安定性の違いとしてすでに述べてあるので、ここで触れるのは控えたい。いずれにせよ、事故は防ぐのでなく、一時停止させて事故の経験を拒否するという考え方で理解すべきである。

もう一つ、よく言われる安全は“危険から離れているから安全だ”である。隔離の安全でもあるが、これもうっかりすると結果責任が人間に委ねられることになりかねない。安全と思われた状態（位置）も、また置かれた環境も、大抵は変化して、事故が起こってから何が原因か、誰の責任の問題が結果論に委ねることになる。安全は最初に決めてそれで終わりというわけにいかず、常にモニターがなされ、変化に対応して修正がなされる制御の対象だということを忘れてはならない。

3. トップの無過失責任

ところで、リスクベースの現代社会にリスクゼロはあり得ないとされる。労働の現場では、危険の残る仕事が教育訓練を行ったという理由で労働者に委ねられる。ならば、リスクの現実として生ずる事故の責任を企業（トップ）が負うと考えられて当然ではないか。実は、これは、過失の如何によらず、事故の責任（補償・救済としての結果責任）を経営者のトップが負うとする無過失責任の考え方である。グローバルに共有する事故の責任原則だが、意外にもわが国の労働安全の法体系は基本的には無過失責任の考えで作られている。

もともと“不確実”を扱う賭けのルールがあって、リスクとは、賭けの失敗の時に果たすべき責任を、どのように責任能力として準備するかを明確にするための指標である。過失責任は、責任能力のない弱者に結果（事故）の責任を負わせることで混乱を生じてきたと考えていいだろう。欧州規格の理念として、“負いきれない責任は負わせない”があると聞く。そこで、無過失責任とされる労働安全には、災害による労働者の被害救済の責任を企業（トップ）が負うと決めることで混乱を防ごうとする意図がある。

事故の責任は、単なる結果責任ではなく、事故を、“事故前の停止の失敗”とする共通の認識があって、その限界でやむを得ず生じた事故に対する補償・救済の責任者として、経営者トップの立場が明確となる。しかし、事故を結果責任とするわが国では、事故の責任は、法律が関与して複雑である。安全の理由を整えて、事故の責任に予め系統だって対処するのは殆ど不可能である。事故の可能性が残る限り、トップは事故前に停止を強制し、自らに掛かる事故の責任を回避すること以外に方法はない。トップによる停止の強制に異論を唱える法律はあり得ず、よって自らの責任で停止を解くこと（運転再開）も自由である。改めて、結果（事故）をトップの無過失責任とすることが何よりも重要である。事故前の停止の要求（安全の責任）が、安全管理体制による

合意（正当性）を以て実行されるからである。また、安全工学の体系化を目指す学問的立場から、停止による安全原則は普遍的であり、複雑な結果責任の議論への介入を避ける条件で安全工学の体系化が可能となると期待される。いずれにせよ、事故前の停止原則を共有し、安全の証明性（限界の証明性：許容リスク）のグローバルな共通化が何よりも重要だということである。

ところで、わが国では、リスクアセスメントに事故の免責を期待する人が多い。安全対策の限界で生じた事故の責任は、日本語の「責めに任ずる」というような結果に対して負うべき「責め」ではなく、結果（事故）の予測に対する説明責任に応じて、救済の準備を整えるとする応答責任（responsibility）である。結果としての救済の責任は免除されないという欧州安全の整合性については、著者が1984年に初めてフランスの国立労働安全研究所INRSを訪問したときに教えられたことである。当時の機械研究部長Dr.Vautrinが特に強調していたのは、安全の中心課題は合理的な救済制度を構築することであった。さらに、「安全は、事故を防ぐ／減らす／被害を小さくすること以上に、救済制度の合理性を担保する条件として規格化・整合化して企業に均しく守らせることに意味がある」との説明であった。かくして労働安全のトップの責任は、安全ルールの要求に応えること（安全の説明責任に応える責任能力）と、結果として生ずる被害の救済要求に応える責任（結果としての事故の責任）であり、ともに、そのための必要（requirement）に応えるべき応答責任（responsibility）に位置づけられる。後で示すように、欧州の安全のルールは、事故の前の停止を安全の責任としており、その追及の限界（State of the art）で生ずる事故前停止の失敗が事故の責任の対象になるという関係で責任が階層で示される。事故の責任と安全の責任は、ともにトップの責任だが、特に、トップの責任で技術者に要求するインタロック（事故前の停止手段）は、残留リスクに伴う事故の可能性を減少させるのに大きな効果を示すであろう。

4. 「停止」の責任能力とリスク

リスクそのものは事故を防ぐ能力も、また事故後の責任に対処する能力も有しない。許容リスクによって、リスクとして許容される条件で事故が発生すると考えなければならない。その場合、当然、「事故の前になぜ停止しなかったのか」に対する正当な理由が問われるからである。改めて、リスクは、事故前の停止を安全の原理として共有することで、“安全”に係っているのである。

すでに述べたように、事故前の停止の失敗で事故が起こるという事実に基づけば、安全は事故前の停止を確保すること（安全の責任能力）である。私たちは、もともと“停止できないシステム”に安全はなく、“停止を許容しない安全管理”では責任が果たせないことを十分に承知している。大きな被害はもとより、小さな被害であっても人に傷害を与える以上、停止による事故防止が無視されてはならない。リスクアセスメントの結果としての残留リスクは、予め備えるトップの「停止の責任能力」の理由を明確に示すための指標とみることができる。改めて、事故は、事故前の停止原則に対する危険側誤りで生ずると考えることができるから、よって、事故前の停止の原則の限界で生ずる被害であるリスクは、非対称誤り特性の確保／改善で低減されると考えるこ

とができる。生産は正常時、停止を要さない。しかし、トラブルが発生し、その処理、故障修理等で人間による介入を依頼する。そのときは当然だが、システムは停止して人間を呼んで、待つのである。誤りが停止として生ずるのを安全上絶対と考えるのは、誤り（故障）をシステムは自分で修理できないから、人間に修理を依頼せざるを得ないからである。トラブルシュータとしての人間の掛け替えのない存在が人間だという関係で、人間を受け入れる条件として“故障→停止”が原理として演繹化されるまで構造化されていると理解される。

一般に、操作の担当者に「停止」の義務を課とする安全管理が導入される。これによれば、機械への接近は停止して行わねばならず、人の不安全行動とは、明らかに、「停止する前の機械に接近すること」と定義されるだろう。近年、自動車の製造ラインなどでは「止めて、呼んで、待つ」を義務とする作業管理が導入されているが、トップの責任能力によって構成される“停止管理システム”として重要な意味を持つ。

5. リスクと停止カテゴリ

機能を優先し、停止を避け、機能の信頼性（アベイラビリティ）の追求の結果がリスクとして評価され、リスクは、停止管理システムとしてトップの有

表1 リスクアセスメントに基づく停止カテゴリの選択

停止カテゴリ (リスクの大きさ)	手段	対応
カテゴリ B (補償可能な微小被害)	停止スイッチ	人間の教育訓練、停止操作を人間に委ねる。
カテゴリ 1 (小リスク：リスク依存)	安全スイッチ	扉を開くときに安全スイッチによる停止信号によって機械が停止する。
カテゴリ 2、3 (やや大きい：リスク依存)	インタロック (多重系)	停止操作を行わないと機械に接近できない、安全確認型のインタロックを整備する。
カテゴリ 4 (大きいリスク) リスクに関わらず 発生を許容しない被害	フェールセーフ ・インタロック	停止が確認されるまで扉が開かない。故障を考慮したフェールセーフなインタロックを整備する。 (経験を許容しない被害に適用する)

すべき安全の責任能力に根拠を与え、現実の事故は停止操作によって防止される。ところで欧州規格には、「停止」の完全性 (integrity) に対する停止カテゴリが規定されている。残留リスクに対して事故前の停止が要求されるが、停止の要求レベルはリスクによって異なる。表1に停止カテゴリの概要を示す。詳細は、関連規格に譲るが、リスクが十分小さければ、不安全行動を教育で補って、操作担当者に停止操作を委ねることができるだろう。リスクが大きくなければ、安全スイッチによって扉を開くときに停止信号が出るようにする。少々リスクが大きい場合は、停止操作を行わないと機械に接近できない安全確認型のインタロックが準備される。最後に、リスクが大きく、事故前の停止には誤りが許されないという状況では、停止操作を不可欠とするだけでなく、実際に停止が確認されるまで扉が開かないように、“非対称故障特性”を考慮したフェールセーフなインタロックが構成される。このように、停止カテゴリは、リスクに応じて選択される停止能力を階層で示している。フランク・ナイトがリスク論言うように、人知を超えて最後に残る真の不確実は絶対には避けられない。このような不慮の事故に対してトップは結果責任 (救済) を負うとする覚悟が必要である (決定論)。同じ理由で、停止をもってしても、絶対と言える安全の責任は果たし得ない。そうである限り、労働安全の責任は、トップの停止の責任能力に対し試されるのである。

6. 事故前停止の運用と非対称誤り特性

安全には積極的な安全と消極的な安全がある。安全の確認に基づいて危険の可能性のある仕事を行う。仕事に対する積極的な安全の立場である。これに対して確認できないとき停止するのが消極的な安全である。仕事に対しては消極的だが、事故防止の効果は絶対的である。停止による安全を確保した上で、停止を回避する積極的操作を行って仕事を確保し、さらに仕事の効率を改善しようとするのが安全運用システムの全様である。図1は、安全運用システムの例をBS提案による欧州規格 (火を用いない場合の圧力装置の安全) で示している。3つの要素が関係してシステムを構成するが、規格には詳細な説明がないので、筆者なりに、これらの要素が安全にどう関わるか考えてみる。

積極的な安全は、まず、危険から離れた状態を“安全”と定めて、危険に近づかないよう積極的な制御を行う。安心して仕事をするために事前に安全な場所を確保するという考え方である。ここに重要なことは、安全は最初に設定して終りということではなく、常にモニタリングして、調整すべき制御の対象だということである。現実にも、例えば自動車の運転のように、生ずる変化に対応してハンドルやブレーキで調整を行って、なるべく安定した運転 (速度) が継続できるよう心掛ける。これが本来の仕事

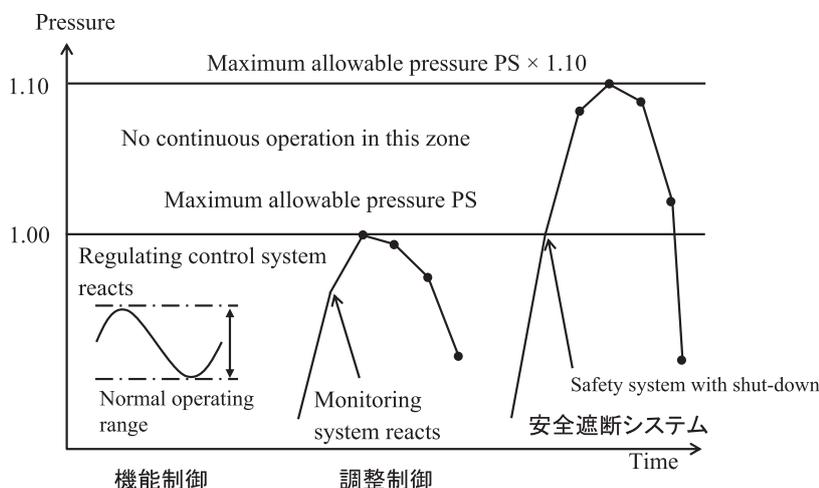


図1 欧州規格 (EN/BS764-7 : 火なし圧力装置の安全)

のための安全の条件を整える機能制御（Regulating control）である。

変化に応じて速度を調整して安全状態を維持する制御であり、“速度”を操作量として“危険との間隔”を制御量とする位置制御（サーボ）に類似する制御だと分る。したがって、制御目標 x と誤差 σ （標準偏差）を用いて $x \pm \sigma$ のように対称誤り特性で示され、誤りは危険側か安全側か区別しないから、信頼性を上げて限界とするか、そうでなければ、危険側の誤りに対処するための制御によるバックアップを構成する。

そこで、作中に誤って侵す危険への接近を捉えて仕事に介入し、減速して接近を遅らせ、併せて安全状態に復帰させるとする調整制御（Monitoring control）が導入される。もともと機能制御は仕事を決められた条件（安全な状態）で仕事を行うことで高い効率を確保しようとするもので、誤った仕事を本来の仕事に復帰させる調整制御であるから、危険側誤りを著しく改善すると期待されるが、実は、機能的非対称誤り特性と見なされ本来の非対称誤り特性とは区別される。

ところで、リスクとは、不確実性を扱う場合の指標だが、フランク・ナイトによれば、基準を共有しない不確実性は“真の不確実性”であり、比較に用いる指標とはならない。あくまでもリスクは、停止を基準とし、事故前停止が必ずしも成功しない場合の被害であって、停止による安全の証明法を指向しない機能制御は、それ自身たとえ事故を減らす効果が見られても、信頼性（アベイラビリティ）における効果とみるべきであって、あくまでも、調整制御のバックアップがあって安全性の効果が認められるのだとする理解が必要である。重要なので繰り返すが、リスクは、本来、事故前の停止の限界で生ずる被害の予測としてのみ合意性（認証性）が認められるのである。

非対称誤りは、危険や故障が“停止”として生ずる安全システムの有すべき特性だが、近年の危険監視システムはコンピュータの持つ対称誤り特性のために、厳密には非対称誤り特性とは認められない。一般に、コンピュータによる監視機能は完璧だの認

識があるが、結局事故が起こった時、コンピュータの故障停止の保障の限界から、結果としての責任が人間に課せられる点に注意が必要である。

事故前の停止原則に準拠して安全の責任を最終的に負うのが安全遮断システム（safety system with shut-down）である。調整制御にも危険側誤りが避けられないと述べたが、事故は、事故の前の停止の失敗で生じ、原因は、調整制御による“停止”に対する機能的失敗と見なされる。ここでもう一度、事故とは何かに戻ると、事故（結果）には原因が存在し、時間軸上、先に原因があって後から結果（事故）が生ずる因果律を示す事故のプロセスが存在する。“停止”とは、このプロセスを停止することであり、事故前の停止とは、停止が事故の前に完了することである。そうなると、危険側誤りとは事故前に設定された停止（基準）に対して遅れる側の誤り、また安全側の誤りとは反対に停止が早まる側の誤りであり、したがって非対称誤り特性とは、停止の誤りが早まる側だけしか生じない（危険側誤りを殆ど生じない）誤り特性であると言える。そうなると、安全とは、非対称誤り特性（早まる停止を許容するとする条件）で事故前の停止を確保することであり、安全運用システムとは、非対称誤り特性によって事故前停止が確保されている条件で、停止を回避する積極的操作を行って、効率の良い仕事を実現するためのシステムとまとめることができる。

危険への接近を監視して、事故前の最後の停止判断を行う安全遮断システムは、一般に言うインタロックに他ならない。しかし、ここで論ずるように、インタロックの選択には非対称誤り特性に係って特に注意が必要である。

まず、安全遮断システムはフェールセーフでなければならない。事故は停止すべきとき停止できないために発生し、“故障”は言い訳にならない。フェールセーフを意味する非対称誤り特性は、故障に対する停止を要求し、正常に修復がなされない限り停止が解除されないとする安全側誤りを要求する。もう一つの事故の原因は、停止の遅れる側の誤りである。原子力発電所のように停止手段が失われるようなシステムは例外だが、殆どの事故は停止操作の遅れで

発生すると考えていい。事故前の停止原則は、一般に遅れる側の停止誤りを誘引するため、停止操作が遅れて事故が起こる強い傾向がある。停止装置の故障や、制御の不調などによる無暗な停止は、仕事の立場からは迷惑とされるが、安全の立場からは、安全側の誤りとして許容される。

このように、安全は、安全遮断システム（インタロック）の有する2つの非対称誤り特性で確保されると言っている。しかし、事故前の停止を安全原則とする限り、仕事効率を求める立場からの要求に対する配慮が重要になる。重要なことは、危険への接近による停止をできるだけ回避して、安全で効率的な仕事を総合的に検討し、その検討結果が図1で示される安全運用システムと考えることができる。著者らは、安全遮断システム（インタロック）にフェールセーフを適用する研究を行ったが、停止を安全の原理とする限り、安全運用システムを構成する機能制御、調整制御とともに、安全遮断システム（インタロック）の有すべき2つの非対称誤り特性の重要性について正しい理解を求めたい。

7. おわりに

わが国では、従来、リスクが小さければ安全だと思ひ込み、事故の免責と読み替えて、安全の責任能力を低下させてきたと言える。本来、大きなリスクは、事故の重大な責任に備えて高い停止カテゴリの停止手段が選択される。また、たとえ低リスクであっても、安全の責任があくまでも事故前の停止の要求が無視されてはならない。改めて、安全の責任能力におけるリスクの役割について、正しい理解を求めたい。

責任（responsibility）は、事故の責任（結果に対する責任）と安全の責任（停止の責任能力）とからなることを示したが、トップが責任能力の概念をもたないために、トラブルとなる場合がある。例えば、事故が起こった後で、事故の原因と責任に関わって、被害者となった労働者が労災保険の適用を受けるか否かの判断を裁判に委ねるといった状況である。ここで示したように、労働安全で最も重要なことは、合

理的な救済制度を確立することである。救済制度の合理性を担保するために安全のルールがあって、救済の対象とできない労働条件は安全のルールによってもともと排除されるという考え方である。労災保険の適用外で生ずるような災害はもともと許可をしないという判断で、本来の労働条件が確認されるというのが、トップの責任であるということである。以上、参考になれば幸いである。

<参考文献>

- (1) Pressure equipment-Part7: Safety for unfired, BS EN764-7 (2002) pp.6
- (2) 杉本旭, 安全の責任について考える～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚, 建設機械施工, Vol.69, No.1 (2017-1) pp.84-87

マイコンを用いた電子楽器開発記②

～ヨーヨー型電子楽器「轟」の開発～

ものづくり大学 三井 実

1. はじめに

前稿^[1]では、図1に示すような電子楽器の本質を明示し、“電子楽器とは何であろう？”という問い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”であると述べた。つまり、センサによって何らかの人間の動作を信号に変換し、マイコンに入力、マイコンではそれを音の情報に変換して出力すれば良いわけである。

また、以下に列記する理由から、“誰でも新楽器創成時代”が到来したと述べた。

理由1: インターネットショップのおかげで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こと。

理由2: マイコンやセンサの使い方を学習するとき、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簡単に触れられること。

理由3: 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アプリケーションが購入しやすくなったり、市民工房に設置されたりと加工環境やインフラが整いつつあること。それに伴い筐体設計や製作に関わるCAD・CAM・CAEなどの技術に関しても、情報に触れられる機会が増え、アプリケーション自体も単純化されつつあることから、随分と一般的になってきた。

そこで本稿では前稿に引き続き、小生研究室にて開発してきた新しい電子楽器について紹介する。第2回目として、2012年に開発された、ヨーヨー型電子楽器「轟」^{[2][3]}について述べることにする。



図1：電子楽器のシステム図

2. ヨーヨー型電子楽器開発の背景

2.1 ヨーヨーとは

ご存知の方も多いと思うが、念のためヨーヨーを辞書で引いてみると、「玩具の一種。二個の饅頭（まんじゅう）形の木片をつないだ軸にひもを巻きつけ、ひもの先端を持って吊り下げ、回転の反動により上下させて遊ぶもの。（三省堂「大辞林 第二版」より）」とある。ヨーヨーの基本的な情報は「総合ヨーヨー情報サイトGIOY」^[4]が非常に詳しいウェブサイトのため、以下ヨーヨーの歴史を抜粋する。ヨーヨーの起源は紀元前1000年頃の中国や、紀元前500年頃のギリシャなどというのが主流な説のようである。また、時は流れて、1928年には現在でも続くヨーヨーメーカーであるダンカン社が設立され、現在のヨーヨーのひな形が完成する。さらに1950-60年代、アメリカでダンカンヨーヨーがブームになったようである^[4]。

さらに時は流れて、筆者の小学生時代（1980年代後半）には某飲料メーカーのおまけとしてヨーヨーが大流行した（同年代の方々は目を細めて昔を思い出すことであろう）。赤いジャケットを着たお兄さん

が町の駄菓子屋にやってきて、ヨーヨーのパフォーマンスを行っていた。その当時、ヨーヨーを振り下ろした際に最下点で長時間空転（以下スリープという）させ、その間に“犬の散歩”，“ブランコ”，“東京タワー”などと呼ばれる“技”が繰り出されていた。

さらにさらに時は進み、1997年に、株式会社バンダイが海外メーカのヨーヨーを集めて「ハイパーヨーヨー」ブランドで大きく事業展開した。ハイパーヨーヨー第一世代と呼ばれるようで、ヨーヨーが再び大流行した。それまでの“技”は“トリック”とお洒落な名前が変わり、スリーピングトリック（投げた後ヨーヨーが空転し、その間に振り子運動を応用させる技）や、ルーピングトリック（ヨーヨーをキャッチせずに周期的な運動をさせる技）など、かつての“技”に比して別次元の技術に進化した。トリックの一例（ダブルハンドストリングトリック）を図2に示す。この進化は、ヨーヨーの扱いやすい形状・重量・バランスが研究されたり、高品質なベアリングが回転軸に配されたりと、ヨーヨー自体の性能が大幅に向上したことに起因する。それに伴い、従来の性能では出来ない動きができるようになり、ヨーヨーを扱う技術も向上した。

2.2 ヨーヨーの競技

近年のヨーヨーはハイパーヨーヨーブームが去った後もヨーヨーを続けていたプレイヤー達によって発展を続けてきた。これにはインターネットの普及が大きく関係している。全国津々浦々に点在

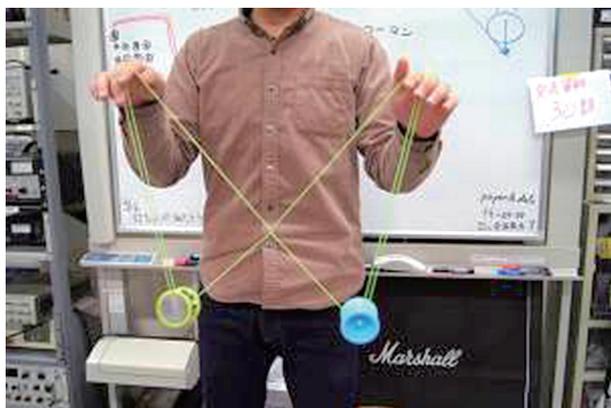


図2：トリックの一例：ダブルハンドストリングトリック

するプレイヤーはインターネットを利用してヨーヨーの購入・共同練習・大会を行っていた。また動画投稿サイトの隆盛により、プレイヤーはインターネットを利用してヨーヨーの情報収集を行ったり、情報を発信したり行われているようである^{[2][3]}。

現在でも国内外でヨーヨーの技術を競い合う競技大会が開催されている。世界大会ヨーヨーの競技には6つの種目がある。1A, 2A, 3A, 4A, 5A, APと呼ばれる。表1に各種目の特徴を示す。表1から、競技では音楽を再生し、それに合わせて演技を行うのが一般的である。特に音楽とヨーヨーの技が高いレベルで調和されている演技は観客を圧巻する。競技の勝敗はジャッジの採点（技術点+芸術点）で決まる。技術点は、加点・減点方式、芸術点は加点方式である。芸術点は以下に列記する10個の項目をそれぞれ0～3点の4段階で採点する。

- ・テーマ
- ・ルーティン（構成）
- ・アウトフィット（衣装）
- ・ボディコントロール（体の動き）
- ・オーディエンスインタラクション（観客とのやり取り）
- ・コアグラフィ（音楽に対する振付）
- ・ステージの使用と動き
- ・クリーンネス
- ・バリエーション
- ・リスク

テーマ、ルーティン、コアグラフィの要素は、BGMに用いる音楽と関連が深い。逆にその他の要素はヨーヨーをいかに操るか、どのようなパフォーマンスを行うかに重きがおかれ、ヨーヨーを上手く取り扱えることが前提の評価要素である。つまり、熟練者が高評価を狙うためには、難度の高いトリックに挑戦すること、新規性の高いトリックを成功させること、そして“音楽と調和したストーリー性の高いパフォーマンスを行うこと”の三要素を満足する必要がある。先の二要素はヨーヨーを練習すれば達成できる。当然三要素目もヨーヨーの練習という手段で達成できるが、音楽との調和に着目すれば、機械的・電氣的に達成する手段があっても良いはず

である。つまり音楽とヨーヨーパフォーマンスの調和を更に高いレベルで実現するにはヨーヨー自体が発する運動（運動・振動等）エネルギーの情報を音に変換し、ヨーヨー演技と楽器演奏を同時に行うことが望ましいと考えた。

そこで本開発では、ヨーヨーにセンサを搭載し、ヨーヨーの回転や運動を、音や音楽の情報に変換するシステムを実装することになった^{[2][3]}。

2.3 ヨーヨー型電子楽器に求められるもの

ヨーヨー本体に電子回路を搭載し、メロディーを鳴らしたり、LEDを点灯させたりする機能付きヨーヨーは既に市販されている。しかしながら、いずれもその電子回路や、回転体のチープさなどから、ヨーヨー自体の性能を大きく損ねていた。すわなち、高度な技に耐えられる性能を持つ機能付きヨーヨーは存在しなかった。さらに、機能付きヨーヨーの、電子回路によって発せられる音や光はシンプルで、高度なヨーヨーパフォーマンスで利用できそうなものも存在しなかった。

そこで本開発では、より高いレベルのヨーヨーパフォーマンスツールの開発を目的とした。ヨーヨーとして高度なトリックに耐えられる性能を維持し、動きによって音色を変化させ、音楽を奏でられるヨーヨー型電子楽器を開発する。本開発のターゲットはヨーヨーパーフォーマーである。一般的に手づくりの楽器は、ユニバーサルデザインや誰でも演奏しやすいコンセプトのものが多いが、本装置を扱うためにはある程度のヨーヨースキルが必要である。さらにヨーヨープレイヤーに受け入れられるものでなければならない。そのためヨーヨープレイヤーが好むデザイン・機能を意識し、スマートでストリート色が強いものを目指した。2名の学生がそれぞれ、電子制御部の開発、回転体およびシステム筐体の開発と、テーマを分担し実装が始まった。そして我々が開発を目指すヨーヨー型電子楽器を「轟」と名付けた。回転体を“車輪”のイメージに見立てて“車”の字をもらい、さらに回転するときの音を“轟音”と比喻したネーミングだそうである（学生談）。

表1 競技種目別特徴

種目	ヨーヨー		人数	特徴
	種類	個数		
1A	スリープ	1	1	1 個のスリーピングタイプヨーヨーでストリングトリックを行う。音楽を流し、それに合わせて演技する。
2A	ループ	2	1	ループタイプヨーヨーでループトリックを行う。スピード感があり、体を大きく動かす迫力のある演技が行われる。ノリのいい音楽に合わせて演技する傾向が強い。
3A	スリープ	2	1	2 個のスリーピングタイプヨーヨーでストリングトリックを行う。1A より難易度が高い。音楽に合わせて演技する。
4A	オフストリング	1以上	1	糸とヨーヨーが分離する。分離したヨーヨーを糸で操る。ヨーヨーの移動範囲が上方に無制限となるため非常に大きな動きのある演技になる。音楽に合わせて演技する。
5A	スリープ	1以上	1	糸の指側にダイスと呼ばれる部品を取り付ける。糸と指は固定されておらず、ダイスによる反力も加わりヨーヨーに独特の軌道が発生する。音楽に合わせて演技する。
AP	自由	自由	自由	芸術性を競う。ヨーヨーの技以外の面も重要になる。寸劇やダンス、なんでもありの種目。

3. ヨーヨー型電子楽器「轟」の開発

3.1 発案から試作までの裏話

そもそもこの電子楽器を発案したのは、筆者の研究室恒例の“コーヒブレーク”のひと時であった。新しいアイデアの多くはくだらない会話をしているときに生まれ、それを実現するためのフットワークの軽さが発明を生むケースがある。開発者の一人である星野君は、高校時代よりヨーヨーパーフォーマーとして競技大会に出場する腕前であった。本当は全く別の卒業研究テーマを与えていたのだが、たまたまコーヒブレーク中にヨーヨーパフォーマンスという人並外れた特技があることを知り、そのパフォーマンスを目の当たりにして、この能力をそのままにしておくのは勿体ないと思ったことから「ヨーヨーを電子楽器にしてみないか？」と誘った。その場でディスカッションが始まり、ヨーヨーの回転や動きを検知するセンサを積むにあたり、まず問題になったのが、情報をどうやって伝送するか？ということであった。ヨーヨーは回転するので、センサの情報を音の情報に変換するためには、「ヨーヨー自体が音を発する」か、「ヨーヨー内で検知した情報を無線通信する」のどちらかの手段しかない。

もしヨーヨー自体が音を発する仕様を考えた場合、センサ、マイコン、バッテリー、アンプ回路、スピーカなどを内包するものを作ればよい。つまり内部ですべてのシステムが完結している状態である。しかしながら、回転をぶれさせずにヨーヨー内に市販パーツを複数配置するのは至難の業である。さらにヨーヨー自体が重くなり、ヨーヨーパフォーマンスにも影響が出てしまう。

そこで、ヨーヨー内に配置するのは、センサ、バッテリー、センサ情報を無線通信するユニットにとどめることにした。さらに問題点となったのが、無線通信用のICは、高い加速度を持つ回転体内で、「正確に動作するのか？」ということであった。ZigBee規格で無線通信できるXBeeシリーズ2を、ボール盤の先端に偏心するように装着、最高速の3000rpm

で回転させ動作を確認した。

この段階まで発案してから約2日。「あれを試してみよう、これならどうだ？」を繰り返した。程なくして、もう一人の開発者飯嶋君も興味深いテーマなので一緒にやりたいとのことで合流。そこからさらに2か月間で様々なディスカッションを行い、試作機第1号が瞬く間に完成しと、非常に楽しい時間であったのを覚えている。前稿^[1]で述べた“無弦チェロ”にしてもそうであったが、趣味と実益を兼ねたテーマを与えられた学生は動きが速いのである。

3.2 制御部システムの構築

3.2.1 制御部システムの概要

図3にヨーヨー型電子楽器「轟」のシステム構成を、図4には電子楽器の全景を示す。

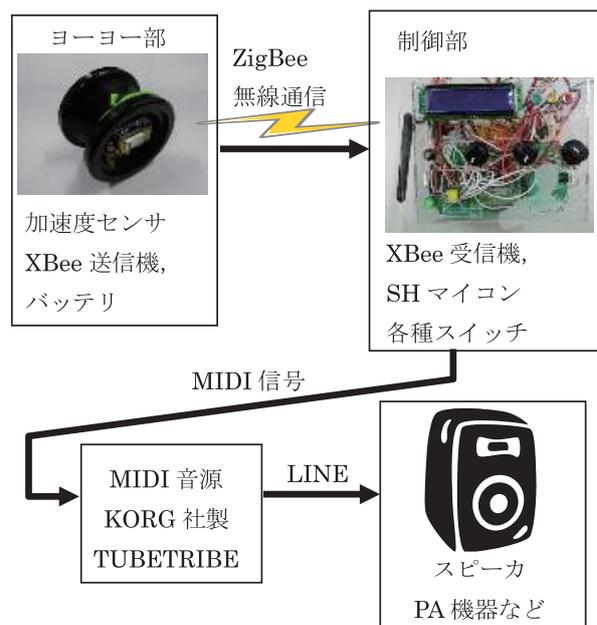


図3：ヨーヨー型電子楽器のシステム構成

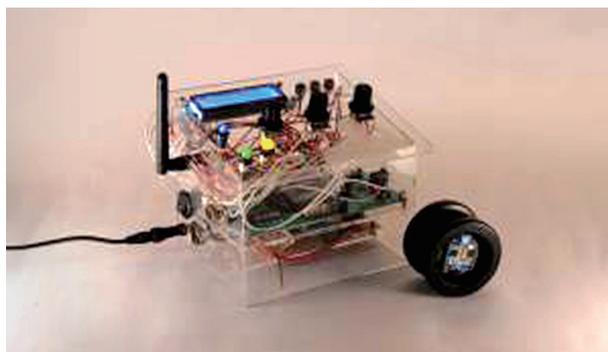


図4：ヨーヨー型電子楽器の全景

ヨーヨーには電子回路基板が搭載されている。基板にはヨーヨーの回転情報を検知するセンサ、ZigBee無線通信するためのXBeeが搭載されている。ヨーヨーから送られた情報を制御ユニットで受信し、その情報からマイコンでMIDI信号を生成する。そしてMIDI音源とアンプ・スピーカをライン接続し出音する。以降の項で詳細を説明する。

3.2.2 ヨーヨー部

ヨーヨーの回転や動きの情報を加速度センサで検知する。加速度センサの選定条件として、ヨーヨー内に実装できる大きさであること、ダイナミックレンジを適切に合わせられることが挙げられる。これらを考慮し、アナログデバイゼス社の加速度センサADXL001 (250g /500g)・ADXL325・ADXL326を用いて試作を行った。ADXL001は1軸の加速度センサであり、測定範囲は $\pm 250g$ と $\pm 500g$ の2種類がある。ADXL325は3軸加速度センサであり $\pm 5g$ である。ADXL326は3軸加速度センサであり $\pm 16g$ である。いずれのセンサも5mm角とサイズも小さい。ヨーヨーに搭載した基板に実装する加速度センサの種類・位置が適切になるよう、複数の試作機を製作し改良を重ねた。図6に示した最終版電子基板は加速度センサADXL001 (250g) を一つ使用したものである。この基板に実装した加速度センサはADXL001の250gタイプのもので、遠心軸方向にかかる加速度を検出している。この基板では中心から約11mmの位置に加速度センサを置いてヨーヨーを回転させたところ約200gの加速度が出ていることが確認できた。

ヨーヨーは回転体であり、ヨーヨーからの信号を有線で受け取るのは困難であるためこのシステムでは、無線通信を行うこととした。部品はXBee(シリー

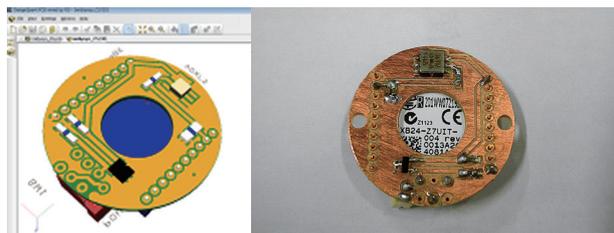


図6：ヨーヨーに搭載の電子回路基板

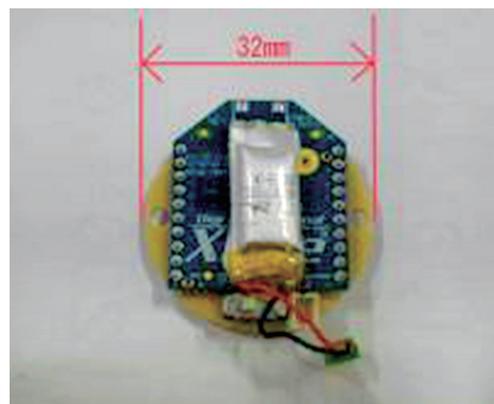


図7：無線通信ICとバッテリーを搭載した基板

ズ2) 通信モジュールを用いる。このモジュールはZigBeeという無線規格で通信を行え、国内でも無許可で使用でき、設定等も他のモジュールと比べて比較的容易に行える点が特徴である。このモジュールはアナログ・デジタル入力共に対応しているため、開発がしやすいことから無線通信のモジュールとして選定した。

ヨーヨー部回路の駆動に使用したバッテリーはFULLRIVER社のリチウムイオンポリマーバッテリー(二次電池)である。このバッテリーは、室内用ラジコン飛行機に使用されているものであるため、軽量小型で十分な電流を流すことができる。使用したバッテリーは3.7V・30mAhのものである。バッテリーの選定条件として、小型・軽量であること、回路の駆動に適切な電圧であること、十分な電流を流せること、ある程度の時間(パフォーマンスの時間)は動作し続ける容量があることなどが挙げられる。XBeeが3.3V駆動であることや、本回路では約50mA必要であることを考慮した結果、このバッテリーを選定した。

無線通信ICとバッテリーを回路基板に搭載したイメージを図7に示す。

回路基板は切削機KitMill CIP100を使って製作を行った。KitMill CIP100はオリジナルマインド社製の基板切削用の3軸NCドリルである。回路基板専用の加工機のため、特別な設定をしなくてもプリント基板を製作することができる。また、CADソフトはDesign Spark PCBを使用した。これはRSコンポーネンツの基板用CADソフトである。フリーで

利用でき、十分な機能を備えている。

3.2.3 制御部

制御部の役割は主にXBeeからのセンサ出力の情報を受信したものを監視し、ある閾値を超えたらMIDI出力を行うこと、つまり加速度信号をMIDI信号に変換することである。この制御部にはコントローラタイプのSH-2マイコンの評価ボードであるSH7144を用いた。開発当時、SHマイコンは他のマイコンと比べ動作速度が速いのが特徴であった。本装置ではXBeeで常に無線通信を行い、そこからMIDI出力までのタイムラグをできるかぎり小さくしたいと考え、動作速度の速いSHマイコンを選定した。

制御部にはLCD・スイッチ・ボリューム、受信側のXBeeの基板・各スイッチ用の電源基板などが搭載されている。スイッチやボリュームは、この楽器のモード切替に使う。また、SHマイコンの外装として、レーザーカッターでカットしたアクリル材を組み合わせて、ケースを製作した。製作された制御部を図8に示す。

制御部を動作させるためのプログラムも製作した。当初このシステムには、ヨーヨーの回転を検知するとその速さにより音の周波数を変化させたり、制御部に配されたスイッチにより音色を変化させたりといった、楽器に近い機能を持たせていた。しかしながら、ヨーヨーを回転させパフォーマンスしながら、楽器を鳴らしているうちに、開発者である星

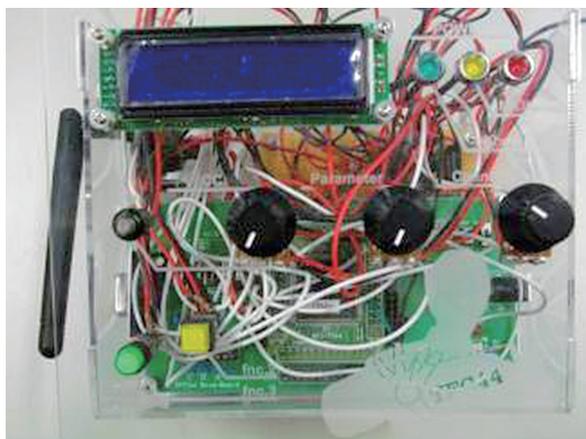


図8：制御部の全景

野君は違和感を覚えたようである。本開発の目的は、ある程度ヨーヨーの経験のある競技者がさらに高い表現力を得るためのシステム構築にあったはずだったが数多の試作を経て、たくさんのヨーヨーを回転させ楽器の音を出音しても、ピンとくるものが皆無であったようだ。

そこで、楽器のコンセプトを見直した。あらかじめ、楽曲のMIDIデータをプログラム上に組み込み、ヨーヨーの回転の有無・速さを楽曲のテンポの速さに変換する。ヨーヨーの回転が速ければ楽曲も早く進み、ヨーヨーの回転が遅ければ楽曲も遅く進む。回転していなければ出音されない。これによりあらかじめ用意された楽曲が、ヨーヨーパフォーマンスのテンポに合わせて出音される。これまでのヨーヨーパフォーマンスは、BGMに合わせて演技を行っていたが、この楽器を使えばヨーヨーパフォーマンスに合わせてBGMがついてきてくれるわけである。つまり本開発は、新しいヨーヨーパフォーマンスのためのツールを創り出したことになるわけである。

3.2.4 試作機の経過

これまでに最終的に製作したヨーヨー型電子楽器について説明してきたが、完成までに複数の試作機を製作したため、ここでは試作機の経過についても説明する。それぞれの試作機は適宜改良を行ったものであるため、順を追って表2にまとめる。ヨーヨーの筐体に関して、3Dプリンタで製作したり、市販品を利用したり、様々な検討があって、最終的にはポリアセタールを切削加工する方式に至った。最終版のヨーヨー本体を図9に示す。センサについても



図9：試作最終版のヨーヨー一部全景

最終版の加速度センサを採用するまで、様々なセンサを試してきた。開発の苦勞がわかる表であると自負している。

4. まとめ

本開発ではより高いレベルのヨーヨーパフォーマンスツールの構築を目的とし、ヨーヨーとして高度なトリックに耐えられる性能を維持し、動きによって音楽を奏でられるヨーヨーを目指した。その結果、ヨーヨーの回転を加速度センサで検知、無線通信でその検知情報を受信機に送り、マイコンによりMIDI信号に変換して音楽を奏でられるヨーヨー型電子楽器「轟」が完成した。

開発は当初からプロダクト化を目論み進めていたため、精力的に広報活動や対外的発表を行った。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。特に楽器フェアへの出展は非常に有意義であった。工業系の展示会ではセンサやマイコン、素材の加工などに関する技術的な質問や意見が多かった。一方、楽器フェアでは演奏家や音楽愛好家など芸術活動やパフォーマ側のアドバイスや意見や、市販化に関する問い合わせが多く、学生はもちろん、筆者にとっても刺激的なイベントであった。何かしらの“ものづくり”をテーマにした研究活動は、プロダクト化を見据えて、製品や市販品レベルのものが並ぶ展示会に出展するのが理想的であることを勉強した。

また、広報活動のため、WEBページを製作した。
<http://www.iot.ac.jp/manu/mitsui/tec44/>

現在更新は止まっているが、WEBページでは製作の記録・動画の紹介等を行っている。またTwitterのアカウント(@TEC44_PR)も取得したため、つぶやきも表示されるようになっている。なるべく多くの人に見てもらうため、PR活動する際に

表2：試作機開発の経過

	外観	試み	問題点	評価
1		最初に作った物ブレッドボードが乗るようになっていた。3Dプリンタで製作。	ブレる。重い。素材への不満が浮上。	最初に作った物としては良い。使用頻度も高い。
2		新たな素材としてサンモジュールで製作。	強度・精度不足	性能が低く、使い物にならない。
3		3Dプリンタで製作。重量を調節した。	ブレる。基板が固定できない。	性能が低く、使い物にならない。
4		市販品のヨーヨーファクトリー社ジェネシスに取り付けた。	ブレる。重い。	ベースヨーヨーが良いので、それなりに使用できる。
5		ポリアセタール(白)で製作。	本体の重量配分が悪く回らない。	使用できない。
6		ポリアセタール(黒)で製作。これが最終版	形状が極点である。	回転精度が飛躍的に向上した。十分使用できる。
7		衝撃検出。中心にアナログスティックを搭載。形状の見直し。	うまく動作せず、衝撃が検出できない。	ヨーヨーとしての完成度は向上した。
8		衝撃検出。大径ベアリングの内径で基板外形を保持し、基板の回転を防ぐ。	基板も回転してしまい、衝撃の検出ができない。	新しいヨーヨーとしては面白い。

は、ウェブページのURL等を紹介するようにした。Twitterは一時期100以上のフォロワーが存在し、特にプロや協議会上位者のヨーヨーパフォーマーからのフォローが多いのが特筆できる点である。

さらに、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。動画配信サイトYoutubeにて「ヨーヨー型電子楽器」と検索か、下記のURLにアクセス。

<https://www.youtube.com/watch?v=vmUrxnxbLlM&t=20s>

最後に、本開発が出展・紹介されたイベントを以下に列記する。

【2012年度】

- ・秋葉原電子工作コンテスト（現：GUGEN）出場
⇒審査員特別賞オリジナルマインド賞受賞
- ・全国手づくり楽器アイデアコンテスト2012出場、
⇒会長賞（最優秀賞）受賞
会長賞を受賞したことにより、下記のメディアでの取材があった。

○新聞

読売新聞（2月2日夕刊）

埼玉新聞（2月4日）

神奈川新聞

○テレビ

テレビ神奈川（2月24日）

○ラジオ

TOKYO FMクロノス（2月1日）

かわさきエフエム（1月24日）

【2013年度】

- ・三井 実，松本 宏行，星野 貴也，飯嶋 瑞生，特許出願“ヨーヨー型電子楽器”，特願2013-153489
- ・MakerFaireTokyo2013出展，11月3-4日
- ・コラボさいたま2013出展，11月8-10日

【2014年度】

- ・ヤマハ株式会社の浜松工場にて技術交流会
- ・楽器フェア2014 出展，11月21-23日

5. 今後の課題

ヨーヨー型電子楽器の最終的な形態として、スマートフォンで扱えるようにするのが最適であると考える。現状では、ヨーヨーだけでなく、受信機・制御装置・MIDI音源が必要である。これら役割をスマートフォンに担わせるのである。この楽器をよ

り手軽にするために、スマートフォンとヨーヨーのみでパフォーマンスできるようになることが望ましい。将来的にはスマートフォンの専用アプリケーションを開発し、ユーザーインターフェースの完成度を高めることにより、よりスマートで扱いやすいツールになる。

最後に、一番の問題点は、前稿の“無限チェロ”もそうであるが、“チェロが弾ける”とか、今回のように“ヨーヨーが上手い”とか、専門の技術を持った学生が卒業すると同時に開発が止まってしまうことである。しかしながら、コーヒブレイクから発したアイデアを具現化して最終的には製品が並ぶ楽器フェアにまで出展できたことは、学生にとっても筆者にとっても貴重な経験になったことを強調したい。

<参考文献>

- [1] 三井実，“マイコンを用いた電子楽器開発記①～「無弦チェロ」の開発～”，技能と技術20171号，2017年3月
- [2] 星野貴也，“ヨーヨー型電子楽器の研究開発－制御用ハードウェア・ソフトウェアの開発－”，ものづくり大学卒業論文，2013年3月
- [3] 飯嶋瑞生，“ヨーヨー型電子楽器の研究・開発”，ものづくり大学卒業論文，2013年3月
- [4] 総合ヨーヨー情報サイトGIOY
<http://www.yo-yo.jp/>

<謝辞>

本投稿にあたり、研究内容の公開や、写真・図等の使用を快諾してくれた小生研究室OBの星野貴也君、ものづくり大学製造学科 松本研究室OBの飯嶋瑞生君に深く感謝します。

福島県沿岸地域の持続的ものづくり人材育成の一翼を担うために

福島職業能力開発促進センターいわき訓練センター 折笠 正弘・原 俊昭*
木嶋 肇・長瀬 安信
千葉職業能力開発促進センター高度訓練センター 鈴木 良之・竹野 俊夫
石田 光芳・佐渡 秀雄

1. はじめに

「ポリテクセンターいわき」(以下「センター」という。)は福島県いわき市のほぼ中心に位置している。いわき市は昭和41(1966)年に14市町村が合併して誕生し平成28(2016)年で市制50年になった。面積は1,231km²⁽¹⁾で平成15(2003)年までは全国一広い面積を有している広域都市であるがゆえに、地震・津波・原発事故・風評被害の影響が市内の各地域で異なることが震災復興状況を複雑化させている一因でもある。福島県東南部に位置し太平洋を望み、温暖な気候で、明治中期から常磐炭鉱を中心に産業が発達し小名浜(おなはま)港は石炭積み出しと水産加工や遠洋漁業の要港となった。昭和30年代にはエネルギー革命により常磐炭鉱が閉山したが、沿岸部を埋め立て臨海工業地帯として、金属・化学・製油所・電機・製紙工場が進出し産業振興を図ってきた。平成19年には工業製品出荷額が1兆円を超えたが、震災の影響によって8千億円台⁽¹⁾に低下し、現在は9千億円台⁽¹⁾に回復している。工業製品出荷額では東北6県では仙台に次ぐ東北有数の工業都市である。また、映画「フラガール」(2006年)の舞台「スパリゾートハワイアンズ」は常磐炭鉱跡から出る豊富な温泉がもとになっている。映画「超高速!参勤交代」(2014年)、「超高速!参勤交代リターンズ」(2016年)

*現 高知職業能力開発促進センター

もこの地域が題材である。

センターは昭和35(1960)年に現在の地に設置され、常磐炭鉱の離職者訓練を開始し、その後この地域の産業の変遷と共に歩み東京オリンピック・パラリンピックが開催される2020年に60年の節目を迎える。

本レポートは、東日本大震災・原発事故の復興地域の渦中の地域産業に不可欠なものづくり人材育成の一翼を担うセンターとして、これまで震災復興訓練「建築CAD・リフォーム計画科」に派遣協力をいただいた全国の施設及び関係者の皆様に感謝を申し上げますと共に、これから長期にわたる復興モデルの取組の実施にあたり全国の関係機関・関係者の皆様に、長期的・持続的にご支援ご協力をお願いしたく現状と課題をまとめたものである。

2. 震災後の状況

いわき市は、地震・津波・原発事故・風評被害という4重の被害を受けているが、「被災自治体」という面と「復興拠点」「避難者受け入れ自治体」といった複雑性⁽²⁾をもったまま今日に至っているので、その一端を紹介する。

(1) いわき地域の津波・地震被害

同市は太平洋に全長約60kmに面し、震災前、夏は多くの海水浴客が訪れるところであったが、震災

時は最大9mの津波が襲い建物流出と400人を超える死者・行方不明者の被害（浸水1万1千戸，3万2千人が被害）⁽³⁾を出し，道路の不通，大規模断水，ガソリン・食料・物資不足などにより200か所の避難所に約2万人が避難をした。農林水産業やものづくり関連企業への被害も大きく，工場を閉鎖したところもある。同市の60kmにわたる海岸線は，防波堤工事・かさ上げ工事・高台移転工事等が行われており，震災復興住宅が逐次完成している状況である（写真1～5参照）。

(2) 原発被災自治体（行政機関）の受け入れ

福島第1原発の避難地域となっている双葉郡の町民や行政機能がいわき市内に移転をした。原発事故後6年が経過し双葉郡の各自治体の役場機能は順次元に戻っているが，今も双葉町（平成25（2013）年6月に埼玉県加須市から移転）^(注1)・富岡町・大熊町・



写真1 震災前から変わらない塩屋埼灯台下の市内観光案内図



写真2 津波による死者数が最も多く震災前は住宅街であった薄磯地区（塩屋埼灯台から撮影）



写真3 薄磯地区の整備工事の状況



写真4 津波被災者等の復興住宅



写真5 高層復興住宅（旧雇用促進住宅）

楢葉町の役場や商工会の出先が存在している。原発事故に起因して，いわき市という行政区内に他の自治体機能が複数存在するといった他の地域では考えられない複雑な様相を呈している⁽²⁾。

(3) 原発避難地域からいわき市への居住

避難指示が出された，双葉町，広野町，浪江町，大熊町，富岡町，楢葉町等からのいわき市への避難者は約2万人強といわれ，同市の平地域を中心に22

か所の仮設住宅が設置された。除染が完了したことなどに伴い、帰還困難区域が徐々に解除され行政機能を元に戻しているにもかかわらず、住民の帰還率は高まっておらず、いわき市内の仮設住宅と元の居住地を往復している、あるいは、2世帯に分離するような世帯もあり、仮設住宅はほぼ6年前と変わっていない（写真6～8参照）。

平成27（2015）年に実施された国勢調査の速報値^{（4）}によるといわき市の人口は、平成7（1995）年の36万人を境に減少し平成22（2010）年は34万2千人であったが平成27（2015）年は34万9千人で7千人増加している。全国的には人口が減少し、福島県全体でも191万人で5年前より11万5千人が減少しているにも関わらず、いわき市の人口は増加している。

国勢調査結果では、避難指示が出された12市町村の人口は、前回（2010）は205,900人、今回（2015）は118,091人で約9万人減少し浪江町、富岡町、大熊町、双葉町の人口は0（ゼロ）となった^{（注2）}。いわき市の人口は今回7千人増加したが、前回（2010）は1万2千人減少しており、原発被災地からの転入者が2万人程度増加したことによって結果的に7千人増加したものと考えられる。5年後の人口予測は難しいが広域的に人口減少傾向は間違いのないものの、いわき市の都市中心部に集中する傾向は続くと考えられる。

ちなみに、東北6県の人口の多い都市順は、①仙台市（108.2万）、②いわき市（34.9万）、③郡山市（33.9万）、④盛岡市（29.7万）、⑤福島市（29.4万）の順であり、同市の人口は東北6県の都市では仙台に次ぐ人口を有する都市である。

原発避難地域から同市内に移転し、企業活動を開始している事業所もあるので、関係商工会などを通じて情報の収集と提供に努めていく必要がある。

3. 産業界の復興状況と人づくりの課題

（1）概要

震災時は、津波・地震・原発事故に伴い、製造業関連企業も、工場の浸水・地盤沈下などのほか、新規採用者がいわき地域への配属に伴う採用辞退など



写真6 原発事故避難者の仮設住宅（その1）



写真7 原発事故避難者の仮設住宅（その2）



写真8 帰還困難地域（富岡町）の復興を願い同地区の桜の名所をイメージしたJRいわき駅前のイルミネーション

が相次いだと聞いている。製造業のほか農林水産業への放射能汚染の風評被害なども続いており、その影響は甚大である。震災後6年が経過するが、いわき地域の求人倍率は平成27（2015）年12月に1.84倍（福島県全体では1.50倍、全国平均は1.27倍）、平成28（2016）年10月に1.71倍（福島県全体では1.42倍、全国平均は1.40倍）と現在でも非常に高い。原発被

災地域の除染作業や福島第1原発（1F）の廃炉関連事業者の拠点、復興住宅や原発避難者のいわき地域への新たな住宅新築需要などが主要因といわれているが、復興需要はピークを過ぎたと考えている企業が多い。

企業動向⁽⁵⁾は、経営状態が「良い」「悪い」両者が増加し、業種別では宿泊業・飲食サービス業は悪化、製造業は「良い」「悪い」の両者が増加。経営状態が「良い」「変わらない」と回答した企業では「復旧・復興関連需要の継続」「受注量・売上増加」「企業努力」と回答。「悪い」と回答した企業が増加している建設業は「受注量、売上の減少」「人手不足」の要因、医療福祉は「介護報酬の改定」「人手不足」の要因をあげている。今後の見通しが「良くなる」と回答した企業は「受注量・売上増加」「企業努力」「新規事業立ち上げ」、悪くなる」と回答した企業は「復旧・復興関連事業の減少・終了」をあげている。

また、16%の企業が「原子力損害補償」を受けており、60%の企業が原発事故の影響（売上の停滞・減少、人手不足、人件費の増加）が経営に影響を及ぼしていると答えている。特に人手不足と答えている業種は「情報通信業」「医療福祉」「建設業」である。

(2) 産業振興・再生と人づくり環境

国（復興局）・県・関係市町村は、「イノベーション・コースト構想研究会」を設置し、福島県浜通り地域の新たな産業基盤の構築や広域的視点でのまちづくりを目指している。構想の主要プロジェクトとしては、①国際廃炉研究開発拠点 ②ロボット開発・実証実験（楡葉町にモックアップ試験施設が完成）③国際産学連携拠点 ④新たな産業集積 ⑤インフラ整備を掲げている⁽⁶⁾。

また、小名浜港^(注3)を石炭等のエネルギー調達港湾拠点港として整備（写真9参照）、浮体式洋上風力発電の実証実験、火力発電所の新增設（勿来・広野火力発電所の石炭ガス化複合発電（IGCC）設備の増設など）も進められている。

いわき市は復興に向けたイノベティブな「ゲートウェイ」を担うとして、「廃炉研究会」「いわきロボット研究会」「いわき地域風力発電ものづくり産



写真9 小名浜港の港湾整備（石炭荷揚げのための人口島と3号ふ頭を結ぶ橋梁工事）

業研究会」のほか、「いわきバッテリーバレー構想具現化検討研究会」「再生可能エネルギー・スマート化研究会」などで検討を進めている⁽⁷⁾。

一方、ものづくり人材育成の環境は、「いわき明星大学（科学技術学部は廃止し、看護学部を新設）」「東日本国際大学」があるが理工系学部はなく、工学系では福島高専と工業高校が若年者の人材育成機関である。ただ高校卒業生の過半数は関東地域に進学・就職先として流出しており、地元企業の人材確保が課題となっている。教育訓練施設としては、県立テクノアカデミー浜（南相馬市原町区）、認定訓練施設いわき職業訓練協会「いわき市共同職業訓練センター」（いわき市）、いわきコンピュータ・カレッジ（いわき市）が設置されている。このほか、パソコン・介護・医療事務関連の民間教育機関はあるものの決して多くはなく、このような地域の教育環境をみれば、ものづくり現場の技術者・技能者の育成を担うセンターに課せられる役割は高くならざるを得ない。

4. センターの取組の現状・事例

東日本大震災により被害を受けた本館棟及び実習棟は取り壊され、本館棟は旧グラウンドに新たに整備されたが施設は相当縮小された（写真10, 11参照）。

昭和35（1960）年設立当初は、板金科・配管科・左官科・活版印刷科・塗装科の5科で常磐炭鉱の離職者訓練を開始し、その後、機械科・電工科・建築



写真10 地震により使用不能となった本館及び
実習場が取り壊され市に返還される敷地



写真11 旧グラウンドに新たにコンパクトに
設置された本館棟の外観

大工科が設置され昭和43(1968)年には8科となった。昭和63(1988)年には、金属加工科(夜間訓練も含む)・建築サービス科・印刷サービス科・建設設備科・建築技術科・電気設備科のほか在職者訓練の拡充や委託訓練(造園科, OA事務科)を開始。平成10(1998)年には、住宅サービス科・金属加工科・テクニカルオペレーション科・電気設備科・住宅サービス科・ビジネスワーク科の5科で定員300名となった。

現在、離職者訓練は平成23(2011)年から開始した震災復興訓練「建築CAD・リフォーム計画科」のほか、金属加工科, CAD・機械加工技術科(テクニカルオペレーション科), 電気設備技術科, 電気設備技術科(短期デュアルコース)の5科年間定員180名で実施している。在職者訓練についてはレディメイド型・オーダーメイド型併せて200名を超える受講者が利用している。

この56年間で離職者訓練の修了者数は14,707人、在職者訓練の修了者数は10,578人⁽⁸⁾となり、この実

績はセンターが地域の産業構造の変遷とともに人づくりに取り組んできた足跡である。

(1) 行政機関等との連携

離職者訓練は、福島労働局平公共職業安定所との緊密な連携をはじめ、県立テクノアカデミー浜、いわき若者サポートステーション、ふくしま生活・就職応援センターなどとも情報交換を行いながら実施している。

いわき市が主催する各種事業(いわき市就職ガイダンス、いわき市高校生就職支援事業など)に積極的に協力し、高校生などの若年者への就職支援、及び企業交流会の場面などでも連携し、相談援助や情報提供に取り組んでいる(写真12~14参照)。

いわき市のほか、同市内に事務所等を置く双葉郡の町役場などの自治体をはじめ、茨城県北部沿岸地域の関係機関などにもセンター事業の継続的な情報提供に取り組んでいる。

(2) 産業団体等との連携

いわき商工会議所、いわき地区の各商工会、双葉郡の商工会、北茨城地域の商工会をはじめ、各事業主団体、工業団地などに対して情報提供に努めている。その結果、オーダーメイド型在職者訓練の実施に結びついた事例や継続的利用企業などもあるので、以下に事例を紹介する。

【事例1】公益社団法人いわき産学官ネットワーク協会が主催する「いわきものづくり塾」に高度ポリテクセンターに企画段階から加わっていただき、機



写真12 高校生就職支援事業(溶接体験)



写真13 高校生ものづくり競技大会（旋盤競技）
練習風景。講師は日産自動車株
いわき工場のものづくりマイスター



写真14 いわき市就職ガイダンス風景
（右が山田アドバイザー）

材貸与・講師派遣により実施に至った3コースを含む次の6コースをセンターで開催した(写真15参照)。

- ①製品設計のための3D-CAD（設計ツールによるモデリング技術）
- ②CAEを活用した構造解析（線形解析のポイント）
- ③NC旋盤加工技術（効率的なプログラム作成編）
- ④NC旋盤加工技術（工程設計・加工段取り編）
- ⑤生産現場の機械保全技術
- ⑥プリント基板設計技術

今後も、いわき市・同協会・高度ポリテクセンターとも連携し、技術革新に対応する人材育成コースの提供を継続していきたい。

【事例2】いわき金属工業協同組合は日本溶接協会が実施する溶接技能者評価試験の会場として定期的に活用しているほか、会員企業の在職者訓練の活用や離職者訓練修了生の就職先にもなっている。同組合の機関紙には逐次在職者訓練コースが継続的に紹

介されている（写真16参照）。

【事例3】いわき地区電気工事協同組合の会員企業は、電気設備技術科短期デュアルコースの企業実習先として協力をいただき、就職先ともなっている。

【事例4】いわき市内には15の工業団地があり、首都圏等から約400社が進出しているといわれている。離職者訓練修了生の就職先をはじめ、在職者訓練受講企業も多い。例えば、好間工業団地連合会（75社）では事務局を通じて毎月在職者訓練情報を提供しており、TIG溶接実践技術の追加実施をはじめ徐々に利用企業が増加している。

進出企業は地元との関係が希薄（進出時は社員も県外者であった・工場長は3年程度で変わってしまう・総務機能はいわき工場に無いなどの理由）であるため、地域との関わりを高めていかなければ、地元の若者が採用に応募してくれないなどの課題を聞いているので、継続的に情報提供と課題の把握、地



写真15 いわきものづくり塾（NC旋盤加工技術）
実施風景（左端が担当の原）



写真16 日本溶接協会主催の溶接技能評価試験
の実施風景

域連携のサポートにも関わっていく。

【事例5】いわき市環境整備事業協同組合は大規模浄化槽の保守管理を業務としているが、浄化槽制御盤の故障診断などの保守点検技術の向上が課題となっていた。このため、高度ポリテクセンターの協力のもと現場視察による課題の確認から開始し、約6か月をかけて準備を行い、オーダーメイド型コースとして取り組んだ（写真17参照）。

(3) 個別企業のオーダーメイド型訓練の取組

社員に対するオーダーメイド型訓練を希望する企業は徐々に増えているが、以下に2例を紹介する。

【事例1】A社（システムキッチン等の製造販売）

A社は約2千人の製造現場従業員を擁しシステムキッチンを主に製造する地元の大手企業であるが、震災によって浸水被害や地盤沈下などによって大きな被害を受けた。力を入れているのは、ジャストインタイム方式による製造である。創業者の教育にかける熱意とクラフトマンワークが今も受け継がれている。熟練技能の継承やモチベーションを高める技能検定等の取得意欲の喚起に取り組んでおり、社内で困難な講座は、毎年度センターを利用して教育を行っている。これまでの実施コースは以下のとおりである。

①NCタレットパンチプレスプログラミングと加工技術 ②曲げ加工実践技術 ③機械加工を考慮した機械設計技術（2次元CAD） ④TIG溶接実践技



写真17 いわき市環境整備事業協同組合主催「浄化槽制御盤の保守及び故障診断技術習得講座」実施風景（中央が担当の高度ポリテクセンターの石田）



写真18 A社の2次元CAD講座実施風景



写真19 B社工場内での実施風景
（右端が溶接実演をする担当の木嶋）

術 ⑤プレス加工の理論と実際

社内での人材育成のしくみを再構築し5年が経過し、研修に「社員自ら研修に手を挙げる」「これを受講したい」「資格を取りたい」などの雰囲気も出てきたと聞いている（写真18参照）。

【事例2】B社（モータ製造販売）

B社は地元のモータ製造企業である。B社の納品先企業X社は職種ごとに社内検定を実施していて、B社がX社の社内検定資格者を有することは企業としての優位性・品質保持の強みになることから、溶接検定に応募した社員へ溶接技術を教育して欲しいという要望があったが、社外では無理であるので社内に講師を派遣して実施してほしいというものであった。5日間をかけて半自動アーク溶接技術コースを実施した（写真19参照）。

また、若手OJT指導者育成等のために、NC旋盤加工技術やマシニングセンタ加工技術コースなども利用している。

5. まとめ

全国の地方都市の中でも有数の人口と工業地帯を背景とした恵まれた環境と同時に、震災や原発事故収束の真ただ中に立地するセンターは、設置されまもなく60年近くになりハード面は老朽化施設であるが、国や地域の産業振興施策と相まって、ものづくり人材の確保・能力の底上げなどの人材育成に応えられる人材育成環境を一層整備し、持続可能性^(注4)にチャレンジするセンターとして地域産業等からの社会的要請条件は整っていると考えられる。

こうした視点にたつて、地域のものづくり人材育成をリードし、地域産業の発展に寄与していくためにどのように応えていけばよいか、小規模センターが、その役割を実践する実験の場（モデル）となると考える理由は以下のとおりである。

(1) 地方都市に立地するセンターのモデルとして

急速に人口減少が進む中で、震災や原発事故という突発的災害に起因し、結果として福島県沿岸地域の人口が集中するコンパクトシティの先駆けともいえる地域に立地することになった。一方、人的・施設設備的に小規模なセンターが離職者訓練と在職者訓練とを機動的に実践し、ものづくり人材の育成を通じて地域に影響力を高めていくための試行錯誤の意味は大きいと考える。

(2) 先導的訓練の実施のために

第1に、ポリテクセンターの役割は、規模に関わらず、地域を先導する職業能力開発の実施・提供にあることに変わりはない。当事者である当センター職員の努力は無論であるが、限られた人員・設備に頼ったコースだけでは事業の縮小均衡を助長するだけであり、地域の産業界・行政機関等が望んでいることではない。技術革新や社会的要請に対応した離職者訓練や在職者訓練の先導的役割を担うためには、全国組織としての機動性を活用する以外に方法はない。

第2に、地域の雇用失業情勢や人材育成ニーズに

応じた、在職者訓練と離職者訓練のバランスのとれた機動的展開である。このためにはコンパクトであっても機能的には両事業を並行して実施できる最低限の施設設備環境が必要である。

(3) 大規模施設のサテライトセンターとして

センターは、関東の経済圏に立地している。ここ数年の高速道路網整備により関東地域とは時間的に相当短縮され、鉄道よりも高速バス利用者が増加している要因である。例えば、関東能開大とは約150Km。圏央道（首都圏中央連絡自動車道）が整備され高度ポリテクセンターとも成田経由で230kmで結ばれた。限られた人的・設備的な範疇を超えて、福島県沿岸地域から茨城県北部地域をエリアとする人材育成ニーズを発掘し応えていくためには、福島県内施設との連携はもとより、関東能開大や高度ポリテクセンターなど大規模施設のサテライトセンターとして、この地域のものづくり人材育成ニーズに応えていきたいと考えている。

(4) ものづくり人材育成の団体・企業のパートナーとして、地域のペースメーカー（調整役）として

地域産業界との連携のためにパブリシティ（情報提供）の強化と併せて、人材育成ニーズの発掘を一層強化しなければならない。関係行政機関の施策との連携を図り、関係事業主団体や個別企業の人材確保や技術革新に対応する技術・技能の底上げのための頼られるパートナーとして信頼性を高めていかなければならない。また、関係機関の強みを生かすため実務的な地域の調整役（ペースメーカー）を担っていかなければならない。

6. むすびに

「平成28年度高齢社会白書」によると、日本の人口は2060年に8,600万人となり、平均すると年間約90万人が減少していくと推定している。2060年はこれから40年後、センターが設置されて100年後になる。

一方、IoTやAIなどの技術革新の進展は、産

業や雇用に相当な変革を秘めている。センターが2060年までの40年間、地域産業の持続可能性^(注4)のためのもづくり人材の育成機関としてどのような役割やポジションを求められ、応えられるか、その基盤をつくる時期ともいえるが、今は新しい取り組みを試行錯誤しながら、堅実にかつ着実に、常に産業界の関係者や受講者等と向き合い、高品質の人材育成メニューを企画・実施し、評価を得ることが重要である。

結びにあたり、改めて、震災以降ご支援ご協力をいただいた関係施設や関係者の方々に感謝を申し上げるとともに、今後ともこの地域の持続可能性^(注4)のために引き続きご支援ご協力をお願いし、本レポートのまとめとする。

<参考資料>

- (1) いわき市統計書（各年度版）
- (2) 「いわき市の東日本大震災の影響に関する一考察－＜中心＞と＜周辺＞の視点から－」（日本都市学会2011年11月）、「原子力災害後の政策的線引きによるあつれきの生成－原発避難者を受け入れる福島県いわき市の事例から－」（WASEDA RILAS JOURNAL No.2 2014年10月）（いずれも川副早央理氏（いわき明星大学）のレポート）
- (3) 「東日本大震災から1年 いわき市の記録」（平成24年3月11日いわき市発行）
- (4) 「平成27年国勢調査報告（いわき市人口概要）」（平成28年3月いわき市発行）
- (5) 「産業及び雇用動向調査結果（平成27年10月1日調査）」（平成28年2月いわき市雇用対策会議発行）「いわき市における震災復興状況について－東日本大震災から5年を迎えて－」（いわき商工会議所会報No589（2016年5月）、No590（2016年6月））
- (6) 「福島の復興に向けた取組」（平成27年7月復興庁）、「福島12市町村の将来像に関する有識者検討会提言」（平成27年福島12市町村の将来像に関する有識者検討会）
- (7) 国際研究産業都市の創造に向けて～浜通り地域の復興に向けた視点等～（平成26年5月いわき市）
- (8) 平成28年11月現在の数値

<補足>

- (注1) 「双葉町商工会いわき事務所」は、埼玉県加須市に避難した際は、ポリテクセンター埼玉の再就職の支援に感謝をしていると述べていた。
- (注2) 原発避難地域の人口ゼロという意味は、同地域には居住者がいないという意味であり、行政はそのまま継続している。例を挙げると該当地区の首長選挙をすると、いわき市内で該当地区の選挙カーが活動する。また、いわき市に住んで

いる該当町民にはそれぞれ自治体が発行する広報誌や町のホームページで町民に周知をされるといったこと。

(注3) 小名浜港はいわき地域周辺に石炭火力発電所が多数立地（常磐共同火力発電所、広野火力発電所など）していることから石炭等のエネルギー調達港湾拠点港として平成23年に「国際バルク戦略港湾」として選定され大型船舶が入港できるよう3号ふ頭沖合に人工島とトラック輸送のための橋梁工事等が行なわれている。

(注4) ユネスコや文部科学省は、持続可能な地球社会の構築に向け諸科学の総動員する知の統合を「サステイナビリティ・サイエンス」と表現している。技術革新に対応し地域産業界のもづくり現場の人材育成の実施機関として、広い意味で地域の持続可能性（sustainability）に関わる意味は大きいと考えて使用した。

「職業能力の体系」の活用に向けた課題 ～体系データの見直し作業を通して～

職業能力開発総合大学校基盤整備センター 平川 政利*
 千葉職業能力開発促進センター高度訓練センター 工藤 晋司**
 埼玉職業能力開発促進センター 藤浪 栄一

1. はじめに

職業能力の体系（以下「体系」という。）は1999年から整備が始まり、これまで（平成28年度末）に業種別で97業種、汎用データで1分野10部門に至っている。以下、これらのデータの総称を「体系データ」という。

体系データは、産業構造の変化や技術革新に伴う雇用形態の多様化など、目まぐるしく変化する業務内容を系統的に整理したものであり、人材育成の基盤となっている。こうしたことから、高齢・障害・求職者雇用支援機構（以下「機構」という。）では、機構が行う職業訓練や事業主支援において体系データを積極的に活用するように努めている。しかしながら、機構の各施設では多様な業務に追われる中で、体系データの活用方法に苦慮していることが窺われる（後述の「4 (2) ウ 活用体制の主要因」参照）。その要因として、体系データの作成に主力が置かれ、体系の目的と活用方法の検証が不十分であることが考えられる。そこで、本稿においては、体系の目的を職業能力開発施策との関わりで検証し、さらに体系データの見直し作業から今後の活用に向けた課題を整理することとする。

2. 職業能力開発施策と体系の目的

体系（職業能力の体系）は図1に示すように、必

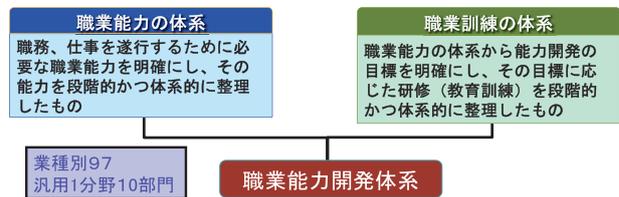


図1 「職業能力開発体系」

要な職業能力を明確にし、その能力を段階的かつ体系的に整理したものである。さらに、能力開発の目標を明確にし、その目標に応じた職業訓練を段階的かつ体系的に整理したものが「職業訓練の体系」である。これら両体系からなるものを「職業能力開発体系」と称している。その基本理念は職業能力開発促進法（第3条）に依っており、「職業能力開発の促進は、労働者の職業生活の全期間を通じて段階的かつ体系的に行われること（生涯職業能力開発体系）」としている。

なお、職業能力開発体系の各名称は、2014年から用いられているものであり、それ以前は図2のようになっていた。ただし、名称変更だけで各内容は変わっていない。名称変更の理由は、利用者及び関係者への浸透性を高める観点から、さらには、職業能力開発と生涯学習の混同を避ける観点からである⁽¹⁾。

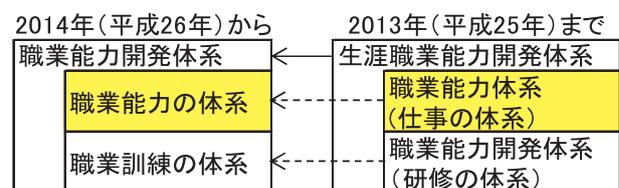


図2 名称の変更

*2017年3月31日まで所属

**現 新潟職業能力開発短期大学校

本稿における記述は、各年における名称を用いることを基本とする。また、「職業能力の体系」と「職業能力体系（仕事の体系）」は、本稿の主テーマであり随所に出てくることから、両者とも「体系」と略すこととする。

(1) 職業能力開発施策の動向

職業能力開発施策の動向⁽²⁾⁽³⁾を生涯職業能力開発体系との関わりで整理すると以下ようになる。

生涯に渡った職業訓練の理念として「段階的かつ体系的」な訓練の考え方は、1969年の職業訓練法の改正で打ち出された。すなわち、労働者が職業生活の全期間を通じて必要な段階で適切な職業訓練を受けられるように、新規学卒者の養成訓練を基本とし、在職者の向上訓練によってさらに技能を高め、離職者の再訓練によって技能を補完するというものであった。

1980年代に入ると企業主導の職業能力開発が中心となり、終身雇用を前提とした企業内の特殊的技能を習得する生涯職業能力開発体系が形づくられた。企業における生涯職業能力開発体系は、内部労働者のOJTを基底とし、企業外のOff-JTや教育訓練がそれを補完することで体系化を図ることとした。

2000年代に入ると、景気の停滞からリストラ、新卒採用控え（就職氷河期）、非正規雇用の増大が社会問題となり、これへの対応として企業主導から個人主導の生涯職業能力開発体系が形成された。2001年の職業能力開発促進法改正では、個人主体の「キャリア形成支援」を制度化し、個人の適性や経験等に即した職業選択や能力開発を支援する相談体制（キャリアコンサルティング）、及び企業内における労働者のキャリア形成支援を設けた。2011年の第九次職業能力開発基本計画では、個人の主体的な能力開発の支援及び企業による労働者の能力開発の支援を目的とした「職業生涯を通じたキャリア形成支援の一層の推進」を図ることとしている。

以上ように生涯職業能力開発体系に係る施策は、企業主導から個人主導に移ってきており、それに伴って職業訓練の対象者は、内部労働者（主に終身雇用制による正規労働者）から外部労働者（非正規

労働者、ニート等）も視野に入れた広い範囲になってきた。このように企業に属さない外部労働者の比重が高まるにつれ、訓練内容は個々の企業ニーズの対応に止まらず、広く通用性のある技能習得が求められるようになってきた。

(2) 体系データの整備の経緯

体系データとは、各業種の内容を職務分析によって系統的に整理したものであり、その構造については図3を参照されたい。体系データの整備は1999年から始まったが、本稿では2つの時期に分けて、それらの活用目的と背景を整理していく。

ア 体系データの作成（1999年から2011年）

当初は（1999年～2001年）、雇用・能力開発機構（現高齢・障害・求職者雇用支援機構）の施設が地元団体や企業の協力を得て、体系データを作成していた。その後（2002～2011年）は、厚生労働省・経済団体・業界中央団体・企業などの協力を得て、体系データを作成し、部内資料及び調査研究資料として取りまとめられた。この時期における体系データの活用目的を部内資料⁽⁴⁾、調査研究資料⁽⁵⁾から抜粋すると以下のとおりである。

○業界のモデルデータを作成し、このモデルデータを基に、地方業界団体や個別企業による独自体系の作成や職業能力開発を支援しようとするものである。

○この体系を基に、独自の職業能力体系を作成し、研修の体系を整備し人材育成環境の整備をする。また、機構の実施する各職業訓練コースの設定・評価・見直しという一連のPDCAサイクルを軸とした職業訓練の質の保障や職業訓練全体の水準の維持・向上のための標準データを作成する。

イ 体系データの見直し（2012年～2016年）

2012年からは、機構が業界中央団体や企業などの協力を得て、既存データ（93業種）の見直しを中心に行い、一部新規開発（4業種）を行った。この時の見直し業種の選定基準は、公共職業能力開発施設が事業主等へ支援する際に活用が高く見込まれる業種、新規成長が見込まれる業種、一定年数（5年以上）が経過している業種であった。また、見直しの目的

を資料シリーズ⁽⁶⁾から抜粋すると以下のとおりである。

○「職業能力の体系」の見直しを図ることにより、中小企業等における職業能力開発の推進及び公共職業能力開発施設における訓練内容を具現する。

(3) 体系の活用目的の検討

体系は前述のように、必要な職業能力を段階的かつ体系的に整理したものである。これを具体的に表わしたのが体系データであるので、体系データの活用目的は体系の活用目的と考えることができる。そこで、職業能力開発施策の動向と体系データの整備の経緯を比較しながら、体系の活用目的を検討する。

第一は、体系データの整備と職業能力開発施策との関わりについてである。体系データの整備が始まったのが1999年なので、職業能力開発施策における生涯職業能力開発体系では、企業主導から個人主導に移った時期である。では、機構における生涯職業能力開発体系の整備との関わりはどうであったのだろうか。そこで、機構における「生涯職業能力開発体系」の検証及び拡充計画（2002年）⁽⁷⁾から、その拡充内容を確認すると以下のとおりである。

- ・職業能力開発基本計画に基づき、職業能力のミスマッチを解消して雇用の安定・拡大を図るために生涯職業能力開発体系の活用を位置づけている。
- ・具体的には、キャリア形成促進のための支援システム、及び職業能力を適正に評価するための基準、仕組みの整備などである。
- ・これを受ける形で業種別の職業能力評価制度の整備として体系データの整備・拡充があり、その活用は団体及び傘下企業としている。

こうしたことから、体系データの整備に当たっては、職業能力開発施策の「個人主体のキャリア形成支援」を意識して、キャリア形成の促進や職業能力の適性評価が挙げられている。しかし、その対象は団体及び傘下企業の労働者（内部労働者）であり、企業・業界の横断的な観点から職務やスキルの共有化ということであった。そのために、企業に属していない外部労働者も含めた全国共通の指標を意識したものではなかったと考える。

第二は、体系データの作成、見直しに係る各資料に記載された活用目的についてである。各資料（部内資料、調査研究資料、資料シリーズ）の記載内容の要点をまとめると、それらは「事業主支援と公共職業能力開発の訓練内容の充実」となる。事業主支援は在職労働者（内部労働者）のOJTを推進することであり、公共職業能力開発は企業外のOff-JTによって企業内のOJTを補完することである。これらによって、在職労働者のキャリア形成を支援するに当たり、企業独自の仕事を分析して必要な職業能力を明確にする必要がある。この分析を一から行うのは大変なので、体系データを参考にして独自データへ作り変えていく。このように体系データの活用は、企業の独自データを作成するためのモデルであったといえる。そのために、体系データを「モデルデータ」と称したと思われる。

以上、体系データの整備と職業能力開発施策との関わり、及び体系データの作成、見直しに係る各資料のまとめから、その活用目的を整理する。体系データの整備における活用目的は、職業能力開発施策の動向を反映した個人主体の支援よりは、以前の施策である企業主体の支援に重点があり、それを基に企業の独自データに作り変えるための「モデルデータ」となる。

3. 体系データ見直しの考え方

体系データの整備において、筆者らは体系データの見直し作業に関わった（2012年～2013年）。その時の考え方について以下にまとめる。

体系の活用目的の検討から、体系データの位置付けは独自データに作り変えるためのモデルデータであることを確認した。体系データがモデルデータとして機能するには、正確性のみならずわかりやすさが必要である。ところが、既存データを見ると、支援の対象が中小企業であるにもかかわらずその実態に合っていなかったり、データの構成に不自然さが見受けられたりした。そこで、体系データの見直しに際しては、データ構造を図3のように整理して行うこととした。

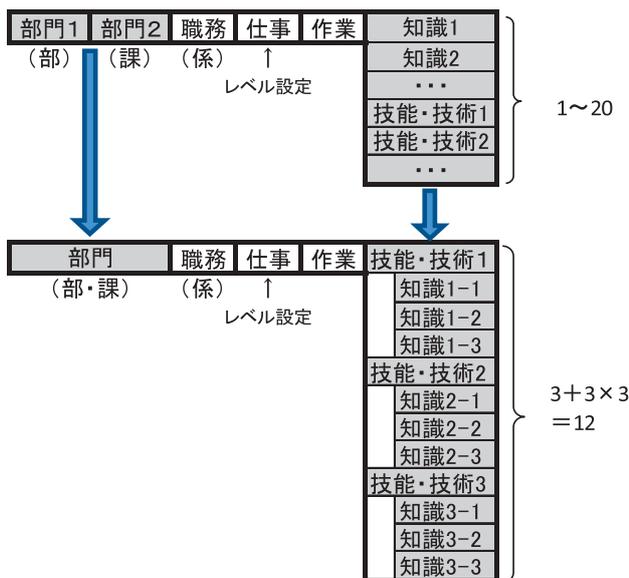


図3 データ構造の見直し

(1) 中小企業の実態に沿った見直し

体系データの活用については、中小企業が中心であるにもかかわらず、大企業的な構成であった。つまり、体系データの組織構成をみると、部門1（部）、部門2（課）、職務（係）というように細分化されているが、中小企業では必ずしも部、課に分かれてはならず、もっとゆるやかな体制で行っているという声が多く聞かれた。そこで、見直し作業に当たっては、部門1と部門2を部門に統合することとした。

(2) データの不自然さに対する見直し

データの不自然さは、特に最少データの「作業に必要な知識、技能・技術」の記述内容に見受けられた。まずは、データ数についてである。作業に必要な「知識」または「技能・技術」の記述数が、少ないものは1個、多いものは20個程度と極端にばらついていた。このばらつきは、分析者の得意分野は細かく、そうでない分野は粗くなった結果と思われる。

次は、「作業に必要な知識、技能・技術」におけるデータ構造のわかりにくさである。分析結果を単位に分類して構造化するときの原則は、単位内は同じレベル（種類、意味）であること、単位間は論理的に順序づけられていることが必要である⁽⁸⁾。構造化の原則に照らしてみると、「作業」を構成する要素として「知識」と「技能・技術」を同レベルに配

置していたが、これらは異質な内容である。従って、単位内の要素は同じレベルであることに反しており、その結果、「知識」と「技能・技術」の関係がわからなくなっていた。そこで、以下のような記述に改めた。

- ①「技能・技術」の下位に、その技能・技術ができるために直接必要な「知識」を位置づけた。
- ②1から20前後と不均一だった記述数を、重要度の高い順に「技能・技術」を3個とし、「技能・技術」に対する「知識」を3個として、総計を12個程度にした。

それぞれの検討の考えは次のとおりである。

①については、作業を行うためには、まず「何ができるなければならないか」が優先されるとし、次に「できるためには何を知らなければならないか」という構成が自然であると考えた。

②については、各作業の要素（知識、技能・技術）を全て抽出するのは膨大な時間を要するので現実的ではない。そこで、論理的思考の80/20の法則「重要なポイントは3つ、アウトプットの80%はインプットの20%によってもたらされる」⁽⁹⁾を参考にし、主要な3つを抽出することとした。

4. 課題の検討

体系データの見直し作業を通して今後の課題をまとめる。課題の抽出とまとめは、次のような手順で行った。

まず、見直し作業を通して「体系の活用促進」に必要なと思われる要因を、思いつくままにカード化した。これらのカード内容を分類して項目別（①体系の活用目的、②体系の活用方法、③体系の活用体制）にまとめた。

次に、項目別の要因と体系活用状況（アンケート調査結果）を比較検討し、要因の内容を確認した。さらに、要因間の関連を検討し、全体像を特性要因図にまとめた。

(1) 特性要因の抽出

「体系の活用促進」に必要なと思われる要因（仮説）

と既存のアンケート結果⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾の自由記述「不十分な点、苦勞したこと、不安要素」とを比較検討した。自由記述に注目したのは、選択形式の単純回答よりも、具体的な困り感が反映していると考えたからである。検討の結果、多くの要因がアンケート結果で確認できた(★印)。また、アンケート結果では確認できなかったが、課題として必要と思われる要因はそのまま残した(☆印)。以下に、検討結果から項目別に整理した要因を列挙する。

①体系の活用目的

【人材育成】

☆活用の段階(仕事の見える化、能力の見える化、目標の見える化、能力開発の見える化)

☆対象(事業主・内部労働者、外部労働者)

★体系データの位置づけ(モデル、基準)

【他の制度との関係】

☆職業能力評価基準、キャリア段位、ジョブ・カード制度等

②体系の活用方法

【事業主支援(内部労働者)】

★モデルデータの内容

(企業規模に不一致、用語の整理)

★独自データへのカスタマイズ

(職業の単位の設定、仕事のレベル設定)

★企業との関わり方

(信頼関係、ニーズ把握)

【公共職業能力開発(内部労働者、外部労働者)】

★能開セミナーへの展開(内部労働者)

(職業の単位から訓練の単位への展開、訓練レベル設定)

☆システム・ユニット訓練等への展開(外部労働者)

(仕事の単位から訓練の単位への展開、訓練レベル設定)

③体系の活用体制

【施設内の体制整備】

★施設内の協力、連携

(科体制、転勤に伴う継続性、時間のやりくり)

★人材育成

【広報・普及】

★業界・団体の協力 ★人在育成研究会

(2) 特性要因図の作成

「体系の活用促進」という特性に対して、それに影響を及ぼすと思われる要因を洗い出し、それぞれの関連を表したのが特性要因図(図4)である。

特性要因図は、大骨として書き出した要因に対して、それをさらに分解して個々の小さな要因を位置付けている。このように系統的に整理した要因の中から、「体系の活用促進」に大きく影響を与えると考えられる要因(主要因)について、アンケート結果と照合しながら絞り込んでいった。図4の丸印を

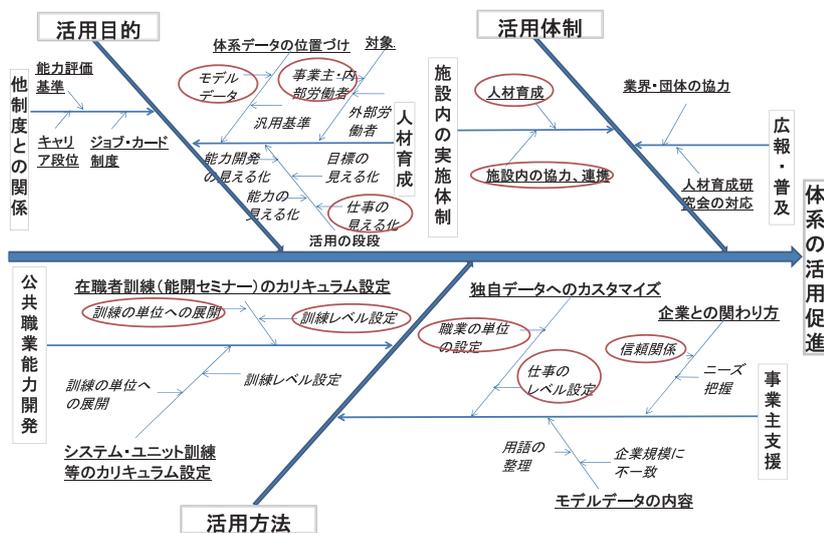


図4 体系の活用に関する特性要因図

つけているものが主要因である。以下、主要因（アンダーラインを引いたもの）についての検討結果を示す。

ア 活用目的の主要因

「体系の活用目的の検討」で示したように、誰に対して（対象）何を（体系データの位置づけ）どのように（活用段階）するかが重要である。この検討結果から、体系の活用目的は「事業主・内部労働者」に対して、「モデルデータ」を「仕事の見える化」に活用することが確認できた。

イ 活用方法の主要因

活用目的の主要因から事業主・内部労働者の支援に重点があることから、活用方法も事業主支援と公共職業能力開発の在職者訓練（能開セミナー）に重点が置かれる。その中で、特に苦勞していることや不安要素をアンケート結果と照合すると、最も多いのが「モデルデータ」から「目的とするデータ」へのカスタマイズの方法である。事業主支援では、企業独自の職業の単位への設定、及び仕事のレベル設定である。公共職業能力開発では、能開セミナーにおける訓練単位への展開、及び訓練レベルの設定である。

次に考えられる主要因は、企業との関わり方における信頼関係の築き方である。企業との関わりは、マニュアルに沿った型通りの対応に止まらずに、いかに信頼関係を得るかが要点と考えるからである。

ウ 活用体制の主要因

同じく各施設で苦勞していることや不安要素をアンケート結果と照合してみると、真っ先に浮かぶのが施設内における協力・連携である。各施設の職業訓練指導員は、本来の訓練指導業務の他にも多種多様な業務に追われ、時間的なやりくりで奔走している様が窺われる。こうした中で、施設全体や科内の協力・連携体制をとることによって、いかに体系活用に充てる時間を見出すかである。

また、体系活用にはかなりの専門性が必要である。それは、図4に示した様々な要因をクリアできなければならないからである。そのために、これを主業務とできる人材育成も大きな課題である。

(3) 体系活用に向けた課題の検討

体系活用に向けた課題の検討を特性要因図から整理した。さらに、特性要因図における「体系の活用促進」に大きな影響を及ぼしている主要因を絞り込んだ。この主要因を中心に、体系活用に向けた課題を体系データの見直し作業、及び見直し作業に係る施設ヒアリングを通して具体化していく。

ア 活用目的の課題

何かを行うに際しては、その目的や方針を明確にする必要がある。こうした問題意識で体系活用に関する目的を思い浮かぶままに書きだすと、①企業・団体等に対する職業能力開発体系の作成、②ジョブ・カード制度における評価シートの作成、③訓練ニーズ把握のための調査、④在職者訓練コースの設定、⑤離職者訓練におけるシステム・ユニット訓練など、多くの活用方法が考えられる。しかし、体系データの見直しに係る施設ヒアリングでは、多くの活用に処するといっても、多様な業務に追われる中であれもこれらは無理とのことであった。これは、活用範囲が広すぎて体系の活用目的が曖昧であることの証左でもある。そこで、職業能力開発施策の動向と体系データの整備の経緯から、体系の活用目的を検討した結果、①と④に絞られることを確認した。

今後の課題は、体系の活用を発展させるに当たり、その目的や方針をきちんと練り直すことである。直近の課題としては、②に関するジョブ・カード制度の改正（2015年）に伴う体系データの位置づけである。具体的には、以下ようになる。

体系データがジョブ・カード作成のための汎用性のある基準に含まれた（2016年）ことから、今までの「モデル」に「基準」という機能が加わった。モデルはそれを基に作り直すこと、基準は共通の指標としてそのまま用いることであり、両者の活用目的は異なっている。にもかかわらず、体系データを汎用性のある基準にそのまま流用している。また、汎用性のある基準は、職業能力評価基準、モデル評価シート、技能検定などいろいろあるが、これらの内容や表現との統一性はない。ジョブ・カードの目的は、労働者が再就職や転職をする場合に、自らの職業能力を証明することである。この目的に沿うため

の基準は、全国共通の指標であるべきであり、他の基準との整合性の検討も必要である。こうしたことを踏まえて、体系データがモデルではなく基準として機能するための検討が必要である。

イ 活用方法の課題

活用方法の主要因の検討から、モデルデータから目的のデータへ作り変える（カスタマイズ）方法が最も重要な課題であった。目的のデータとは、事業主支援では企業の独自データであり、公共職業能力開発では在職者訓練のカリキュラムである。独自データは企業における職業の単位であり、在職者訓練は公共職業能力開発における訓練の単位である。このように両者には大きな違いがあることから、別々に検討することとする。

①事業主支援における独自データへの展開

まず、職業の単位の設定について検討する。モデルデータを基に独自データに作り変えるときの課題は、「職務－仕事－作業」の単位が定まらないことである。体系データの見直し作業においても同様の問題に直面した。この時の状況から単位が定まらない原因を探ってみると、それぞれの判断基準が曖昧であることが挙げられる。つまり、判断基準に照らしてもどれにも当てはまるように思われ、迷いを生じて定まらない。特に「仕事（分業・分担のできるまとまり）」と「作業（一連の動作のまとまり）」の間で迷うことが多い。そこで、単位に分割する切り口を具体的に示すことが望まれる。切り口の例として「対象」「方法」「工程」「内容」などが考えられる。

次は、職業の単位である「仕事」のレベル設定についてである。仕事のレベルは、技能・技術の難易度、及び責任の範囲という二つの視点から、仕事の程度を区分したものである。この難易度と責任の範囲は感覚的であること、さらに二つの視点の判断をどのように統合するかがわかりづらい。これが、仕事のレベル設定を難しくしていると考えられる。体系データの見直し作業では、二つの要素を包含し、且つ序列のはっきりしている職位（新人：担当職、中堅：主任・係長、ベテラン：職長、管理職：部・課長）を判断尺度とした。具体的には、その仕事に従事している者の職位を考え、職位のレベルを仕事のレベ

ルに置き換えることを考えた。しかし、日本における雇用の特徴⁽¹²⁾として、同じ仕事に異なる職位の者が従事していることがレベル設定に際して悩む点である。そこで、複数の職位レベルの中から、主な従事者をどのように特定するかが課題として残っている。

②公共職業能力開発における在職者訓練のカリキュラムへの展開

モデルデータから在職者訓練のカリキュラムへ展開するには、職業の単位から訓練の単位へという次元の異なるカスタマイズが必要である。つまり、モデルデータの「職務－仕事－作業」という構成とは異なる「実技」「学科」という構成に変換しなければならない。また、在職者訓練は公共職業能力開発であるから、その地域の企業横断的な要素を配慮する必要がある。そのために、事業主支援における独自化に対して、在職者訓練のカリキュラムへの展開は多くの企業に通用する一般化が重要になってくる。

以上のように、訓練カリキュラムへの展開は、事業主支援の独自データ化とは全く異なる活用方法であることを認識し、モデルデータから実技、及び学科への展開方法の検討が急務である。特に、学科への展開には注意を要する。モデルデータの中で学科に関係するのは「知識」であるが、この記載は直接必要な要素に限っている。そのために、断片的な内容であり、体系的な要素が失われている可能性がある。訓練カリキュラムの学科は、体系的な知識のまとまりであり、企業のOJTを補完する意味でも重要である。このような課題を踏まえて、モデルデータから実技、学科への展開方法を検討し、マニュアル化することが必要である。（事業主支援のマニュアルは、「職業能力開発プロデュースガイド」⁽¹³⁾として整備されている。）

ウ 活用体制の課題

活用体制の主要因の検討から、多様な業務に追われる中で施設内における協力・連携と人材育成が重要であった。そこで、指導員業務の多様性と人材育成という視点から課題を検討していく。検討に当たっては、体系データの見直し作業における施設ヒ

アリング結果を参考にして行う。

まず、指導員業務について確認しておく。現在の指導員業務は、①訓練生に対する技能・技術指導から②事業主支援まで幅広い内容に及んでいる。こうした中で、従来の①のスキルを活かしながら②のスキルに拡大していくにはどうするかが課題となっている。

次は、多様な指導員業務の中で、体系活用の実践力を高めていく人材育成についてである。体系活用に関する指導員研修が行われているが、研修は短期間に集中して行うことから、どうしても詰め込み形式になってしまい、これだけで実践力は身につかない。要は研修の結果を実践にどのように活かしていくかが大きな課題である。こうした課題に対して体系の活用を積極的、効果的に推進していくには、施設におけるモチベーションの発揚が必要である。やる気を喚起させなければ行動に移らないからである。そのためには体系のメリット、必要性を自ら認識するような意識改革を進める必要がある。例えば、いつでも支援できるバックアップ体制をとって安心感を与え、「やれそうだな」という気にさせる。その上で活用スキルを実践して徐々に自信をつけさせる。さらに、数をこなすことで体系の必要性を根拠のないものをから確信のあるものに変えていく。こうした取り組みを進めることによって、指導員研修の結果が実践に活かされ、専門性の構築に繋がると考える。

5. おわりに

体系はこれまでにいろいろな活用が提案されてきたが、「何でもできることは、何にもできないことになりかねない」という問題意識から体系の活用目的を検証した。こうした活用目的を確認した上で、体系データの見直し作業における考え方を整理し、体系データの構造を改善した。

さらに、体系データの見直し作業を通して体系活用に向けた課題を特性要因図に表し、その主要因を絞り込んでいった。その結果、活用に向けた課題は3つの項目に集約され、それらの要約は以下のとお

りである。

第一の活用目的については、その目的や方針を明確にすることが必要である。第二の活用方法については、モデルデータから目的のデータへ作り変える方法が最も重要な課題である。第三の活用体制としては、施設内における協力・連携と人材育成が重要な課題である。今後は、体系活用に係る課題の対応を検討すること、さらに可能性を秘めている新たな活用（日本版NVQ、障害者や高齢者の職務再設計など）に対して、その目的や方針を見定めて活用方法を検討することが望まれる。

<文 献>

- (1) 通達「職業能力開発体系」を活用した職業能力開発業務の推進について（2014.3.27）
- (2) 谷口雄治：「日本における職業訓練政策の展開と生涯訓練の概念・意義」『職業能力評価システムの日英米比較研究－職業教育訓練との関連で－』名古屋大学（2014）
- (3) 早川宗八郎他：「生涯職業能力開発の体系化に関する研究」調査研究報告書No.81 職業能力開発大学校研修研究センター（1995）
- (4) 「総合的かつ体系的な職務分析の推進に関する調査研究」平成16年度～19年度 部内資料 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター（2004～2007）
- (5) 「総合的かつ体系的な職務分析の推進に関する調査研究」平成20年度～23年度 研究資料 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター（2008～2011）
- (6) 「職業能力の体系」の整備等に関する調査研究 平成24年度～28年度 資料シリーズ 職業能力開発総合大学校 基盤整備センター（2012～2016）
- (7) 「生涯職業能力開発体系の検証及び拡充計画」『生涯職業能力開発体系調査研究会』委員会資料 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター（2002）
- (8) バーバラ・ミント：「新版 考える技術・書く技術」ダイヤモンド社（2012）
- (9) 平井孝志、渡部高士：「ビジュアルシンキング」日本経済新聞社（2012）
- (10) 公共職業訓練能力評価課：「生涯職業能力開発体系に係るアンケート調査結果」部内資料 高齢・障害・求職者雇用支援機構（2013）
- (11) 研修課：「平成25年度 職業能力開発体系を活用した事業主支援の推進に係る研修」アンケート調査結果 部内資料 職業能力開発総合大学校（2013）
- (12) 濱口桂一郎：『日本の雇用と労働法』日経文庫（2011）
- (13) 業種別職業能力開発体系の構築に関する調査研究会：「職業能力開発プロデュースガイド」『業種別職業能力開発体系の構築に関する調査研究』調査研究資料No.136 職業能力開発総合大学校 基盤整備センター（2014）

命は我よりなす

高知職業能力開発促進センター 榎木 茂

今日の日本では子が親を殺す、親が我が子を虐待する、貧困に喘いで子供がまともに食事も食べられない、教師や政治家、代議士も汚職や不祥事を頻繁に起こす、企業では求人票と現実とは労働条件面が全く異なるブラック企業が多発し、また大手企業においても不正や隠ぺい体質が横行し、経営トップも責任回避するなど、一体いつからこのような日本人が発生してきたのかと危惧している。

日本人としてこの世に生を受け、これからの日本が少しでも良くなることを願いつつ、私なりに所感を述べたいと思う。

1945年からの戦後、日本は世界の奇跡といわれるように僅か20数年で世界に類を見ない復興を遂げ、1964年に東京オリンピック、1970年に大阪万国博覧会を開催し、新幹線をはじめとする国内インフラ整備、高度経済成長を通じて世界に確たる国となった。しかしながら、冒頭で述べたように国民は貧富の格差や日本人としての気質や人間性は昭和、平成となるに従って益々、悪化、低下しているのではないだろうか？

と云う私も若い頃は随分と親や社会に迷惑を掛けてきたと後悔しつつ、最近では改心し、少しでも社会に役立つような人生を送りたい、人生死ぬまで勉強と思っている。

数年前に読んだ安岡正篤（まさひろ）先生の著書に「知命・立命・運命・宿命」と命にはいろいろとあることを知った。自分がこの世に生を受け、この現実社会の中で一体何をするのか、したいのかを知ることを知命という。命を知ること自我の中に自然と「志」と「信念」が生じる。そして、その志と信念により、これから自分は、これをやろう、こう

しようと行動指針的なものが生じてくるのが、いわゆる立命（命を立てる）。

『論語』に「命を知らざれば、以て君子たること無きなり。」とあるように、「命」は絶対的・必然的なものであるため、これを天命という。例えば、自分が男性で昭和何年に何家の長男として生まれた、これは必然であり絶対的なことである。

人は得てして、自分に不都合なこと、不幸せなことや災難に遭遇すると「これは宿命である」とか、人生はじめから決まっていたこと、不可抵抗的に考えたりしがちだが、これまでの自分の考え方や行動、習慣を変えることにより運はどんどん変化していく。これが運命。良い運命となるか、悪い運命となるかは、自分の心掛け次第で、どうにでも変えられることを学んだ。

いわゆる「因果応報の法則」である。自分がこれまで他人に対して良いことをたくさんしてきた場合、自分にも良い結果がもたらされ、反対に他人を傷つけたり迷惑をたくさん掛けたりした場合には、自分に悪い結果が生じる。「善因善果、悪因悪果」は確固たる自然の法則である。

昔から「情けは人の為ならず。」という諺は、この因果応報と同じことを云っている。現在の若者の大半が、情け（人助け）はその人のためにならないから情けは掛けるべきではないと真逆の受け止め方をしている。自分の運命を良くしたい、良い人生を送りたいと望むなら、他人（相手）に対して良いことを積極的に、出来れば無意識にやれるようになりたいものである。親切・正直・愉快地に生きよう！

平成29年度 職業能力開発論文コンクールのご案内

本コンクールは、職業能力開発に携わる方等によって執筆された職業能力開発の実践等に係る論文のうち、優秀な論文を選定しその成果をたたえ、広く関係者等へ周知をすることによって職業能力開発関係者の意識の啓発を図り、職業能力開発の推進と向上に資することを目的としており、以下のとおり論文を募集します。

応募資格

現在職業能力開発に携わっている方又は過去に携わった方で応募テーマについて論ずることができる方。
なお、複数の方々による執筆のものでも応募可能です。

応募テーマ

次のいずれかのテーマについて論ずるものとしてください。各テーマに対して副題を設けテーマを絞って論じても構いません。ただし、未発表のものに限ります。

①多様で柔軟な職業能力開発の推進

経済社会情勢の急速な変化に対応するため、個々の企業や労働者のニーズを考慮に入れた一律的ではないオーダーメイド型職業訓練や求職者支援訓練の取組み等、多様で柔軟な職業能力開発について論ずるもの

②高度で専門的な技能の維持・継承

若年層を中心にしたいわゆる技能離れや熟練技能者の高齢化という問題に際して、いかにして高度で専門的な技能を維持・継承していくかについて論ずるもの

③新たな技能・技術領域の職業能力開発に必要な専門知識・技能・技術及び指導方法に関する調査・研究

技術革新の進展、産業構造の変化等に対応した職業訓練を積極的に実施するために、職業訓練指導員等が必要とする専門知識や技能・技術及び指導方法に関する調査・研究について論ずるもの

④障害者に対する職業能力開発

障害者に対する職業能力開発に関しての取組み、各種改善事項の今後の課題等について論ずるもの

⑤キャリア形成支援に関する取組み

職業能力開発施設等における訓練生に対するジョブ・カードを活用したキャリア・コンサルティングの実施等、キャリア形成支援の実践について論ずるもの

⑥今後の職業能力開発

今後の職業能力開発の在り方について論ずるもの

⑦職業能力開発の実践

上記①～⑥の区分に該当しない職業能力開発の実践について論ずるもの

表彰

優秀な論文は、次の賞が授与され、職業能力開発関係表彰式（平成29年11月に開催予定）において表彰されます。また、入賞した論文は論文集として作成し、全国の職業能力開発関係施設に配布する他、基盤整備センターのホームページに掲載する等、職業能力開発の啓発活動に広く活用します。

・厚生労働大臣賞（特選・入選） ・特別賞

論文作成要領

※「論文作成要領」及び「投稿者連絡票」の様式は
職業能力開発総合大学校 基盤整備センターのホームページからダウンロードできます。
<http://www.tetras.uitec.jeed.or.jp/17ronbun>

応募期間

平成29年5月10日(水)～7月31日(月)

ただし、郵送で応募される場合は、応募期間最終日（7/31）当日の消印のものまで有効とします。
応募方法は、郵送（紙またはCD-R等の記憶媒体）又は電子メール（添付ファイルは10MB以内）のいずれかとします。

応募先及びお問い合わせ先

職業能力開発総合大学校 基盤整備センター 企画調整部職業訓練教材整備室
住所：〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1 3号館3階 電話：042-348-5076
電子メールアドレス：ronbun@uitec.ac.jp

※送付上の注意

- 郵送の場合 封筒の表に「コンクール応募論文在中」と朱書してください。
- 電子メールの場合

応募論文が受領され次第、事務局より受領確認を返信しますが、送付後1週間以内に受領確認のメールが返信されない場合は、お手数ですが上記「お問い合わせ先」までご連絡をお願いします。

主催：厚生労働省／（独）高齢・障害・求職者雇用支援機構／中央職業能力開発協会

平成30年 「技能と技術」誌表紙デザイン募集のご案内

【趣 旨】

「技能と技術」誌は、職業能力開発担当者相互の交流と業務の充実発展に資するため、職業能力開発技術誌として編集し、基盤整備センターホームページ (<http://www.tetras.uitec.jeed.or.jp/>) において電子書籍として掲載しています。本誌に対する意識の高揚とデザイン教育訓練の振興に寄与することを目的として、本誌表紙デザインを募集します。

【応募対象】

全国の職業能力開発施設および大学、工業高校、専門学校等でデザイン系の訓練科・学科に所属している者

【応募方法】

応募用紙 および **応募作品** を下記応募先に送付してください。
応募作品については、紙媒体と電子媒体の両方での提出をお願いします。
一施設から複数名の応募がある場合は、施設でまとめて送付してください。

◇記述内容（右図参照）

応募用紙には、氏名、所属先、連絡先、作品コンセプトを記述してください。
応募作品の表には、コンセプト、デザインを記載してください。
応募作品の裏には、氏名、所属先を紙面上部に記述してください。

◇大きさ

A4判用紙を縦に使用し、デザインの大きさは、170mm×170mmとします。

◇色

黒1色（本誌の表紙として使用する際は、各号ごとに色を変えます。）

デザインは未発表のものとし、作品中に文字や写真、第三者が著作権を保有するイラスト、キャラクターは使用できません。また、応募作品は一人1点までとします。なお、応募された作品は返却しません。

入選作品の著作権は職業能力開発総合大学校に帰属します。

【応募締切】

平成29年9月1日（金）必着

【表 彰】

最優秀作（1点）… 賞状及び副賞
優 秀 作（2点）… 賞状及び副賞
佳 作（数点）… 賞状及び副賞

最優秀作品は本誌の表紙に1年間採用します。
優秀作品はポスターデザイン等に採用させていただく場合があります。

【発 表】

本誌2017年4号（12月掲載）に入選作品を発表します。

【応 募 先】

〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1
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
「技能と技術」誌表紙デザイン募集 係
TEL 042-348-5075 FAX 042-348-5098

応募用紙

A4判縦

応募者氏名

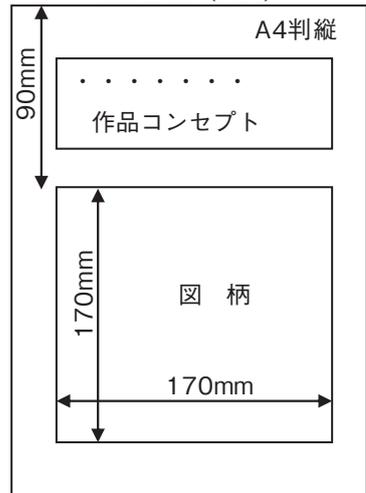
応募者所属先

応募者連絡先

応募作品コンセプト

応募作品（表面）

A4判縦



応募作品（裏面）

A4判縦

応募者氏名

応募者所属先

編 集 後 記

今号から編集を担当させていただくことになりました。充実した紙面となるよう努めて参りますので、どうぞよろしくお願いいたします。

今号の特集は、「安全に対する取組み」についてでした。私も3月まで職業訓練指導員として訓練受講者に対し、安全衛生教育を実施してきました。また、施設内安全衛生委員として、安全衛生活動にも参加してきました。同様の経験をお持ちの方も多くいらっしゃると思いますが、皆様の安全に対する取組みの参考になる記事を取り揃えておりますので、ぜひともご覧になってください。

2017年度の特集は、3号で「障害者に対する職業訓練」、4号で「新しいものづくり」を予定しております。また、特集記事だけでなくユニークな教材や職業訓練の実践例、技術トレンド、職業訓練指導員としての経験談など広く投稿を募集しております。投稿に関してご不明なことがありましたら、お気軽にご相談ください。

また、「平成29年度職業能力開発論文コンクール」の募集が開始されましたので、今号に掲載しました案内をご確認ください。皆様のご応募をお待ちしております。

【編集 鎌田】

職業能力開発技術誌 技能と技術 2/2017

掲 載 2017年6月
編 集 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター
企画調整部 企画調整課
〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1
電話 042-348-5075
制 作 システム印刷株式会社
〒191-0031 東京都日野市高幡1012-13
電話 042-591-1411

本書の著作権は独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構が有しております。



技能と技術