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　斉藤　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。

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

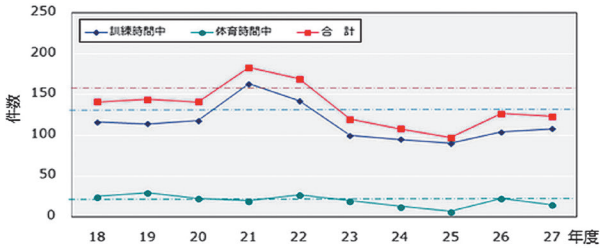

図1　年度別災害発生件数の推移

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

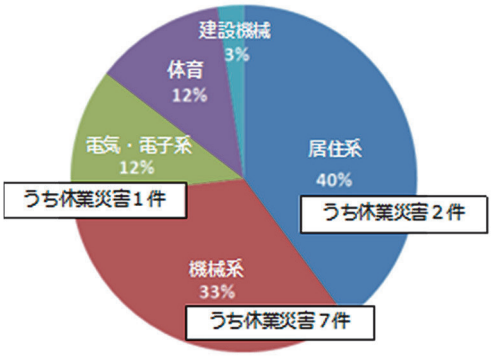

図2　訓練要素別の災害発生割合

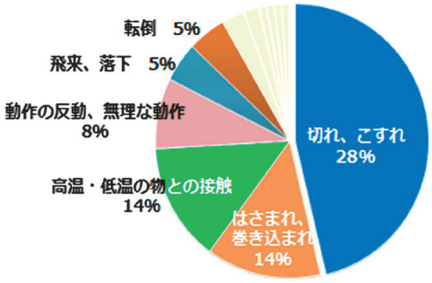

図3　H27年度「事故の型」別の災害発生状況

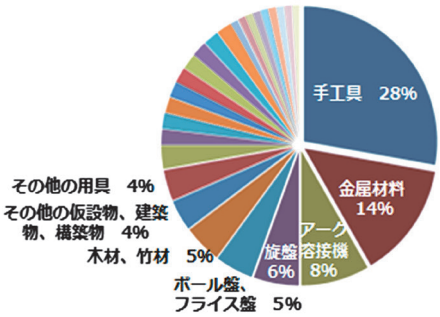

図4　H27年度「起因物」別の災害発生状況

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	保護具着用	切れ・挟れ対策
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、金属6名）、電気・電子系10名、居住系建築8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

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っ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ってくれない。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，何が重要なの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。

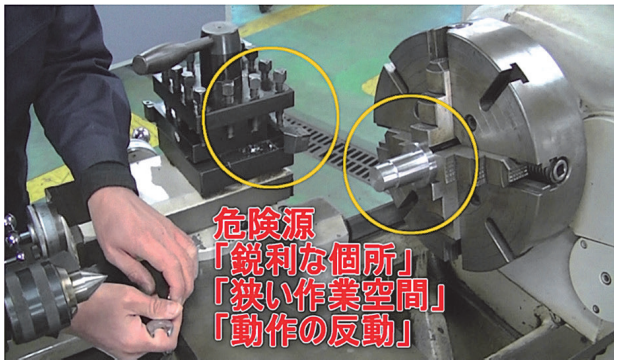

図6　危険源呈示例

③対策案（リスクを軽減させる対策として，何を行うべきなのか）

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。とい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

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）にさげ、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立ち位置で加工する。

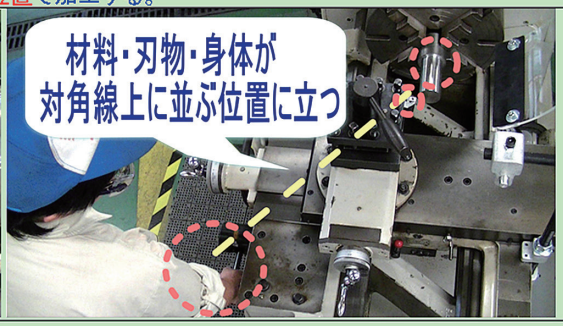

図　切りくずの飛来による火傷

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

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

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

図　清掃時の誤った手順による災害