

切削加工の温度変化に着眼した安全教育用デジタルコンテンツの開発

東京学芸大学 ○島田和典, 大分大学大学院(院生) 佐枝佑哉

信州大学 島田英昭, 大分大学 中原久志

1. はじめに

本研究は、工業高校機械系学科の工作機械を扱う実習において、熱による危険性の認識を高めるための視覚的な安全教育用デジタルコンテンツの開発を目的とする。

1.1 工業高校機械系学科の事故件数

工業高校の実習は限りなく初心者といってよい生徒全員を対象に指導する場面があり、指導者側の安全行動のみでは、防ぎきれない事故・災害が起きることがある。兵庫県の「平成 25 年度事故災害調査¹⁾」では、工業高校の実習中の負傷件数は 154 件と報告されている。要因として、未熟さや危険予知能力の低下に伴う危険行動、注意散漫による負傷をあげ、生徒への安全意識の向上を目標とした教育に力を入れている。また、火傷に関しての発生件数は 19 件(全体の 15.6%)で、決して低くない数値といえる。

1.2 熱に着眼した安全教育の先行研究と本研究の位置づけ

筆者²⁾は、教育現場の工作機械を用いた切削加工において、加工時に被削材に発生する熱による温度変化の可視化を、安全教育の観点から試みている。切削加工で発生する熱量によって、被削材の温度が火傷に至るレベルまで上昇することは経験的に明らかであるが、切削加工の経験が未熟な者にとっては理解しがたい一面がある。火傷の災害を未然に防ぐ対策としては、安全意識の向上が重要であり、そのために、普段目視では確認できない温度の可視化によって、被削材等の温度を認識することは、1 つの有効な手立てであると指摘している。本研究では、この先行研究に続き、安全教育用デジタルコンテンツの作成を目的とする。

1.3 デジタルコンテンツの映像素材

本研究では、筆者らの先行研究によって得られた映像素材のうち、教育現場において比較的使用頻度の高い点を考慮して選定した直立ボー

ル盤、高速切断機の作業映像及びサーモグラフィ映像を利用することとした。また、サーモグラフィによる温度変化のデータを整理したグラフを作成し、上記の映像と同期した温度変化の確認ができる動画(温度グラフに沿ってポイントが動く)についても素材として準備した。

2. 方法

デジタルコンテンツの作成は、①試行コンテンツの作成と探索的な評価 A(大学生 5 名による自由記述による評価)、②評価 A を加味した試行コンテンツの修正とサーモグラフィ映像の有用性を確認する評価 B(大学生 12 名による視線追跡装置及び質問紙調査(自由記述含む)による評価)、③評価 B を加味して修正し、これを完成版とする という手順で行った。

3. 結果と考察

①試行コンテンツの作成と評価 A

デジタルコンテンツの開発の第一段階として、3 つの素材(作業映像、サーモグラフィ映像、グラフ動画)を 1 画面に表示させるコンテンツを探索的に作成した。各映像の提示タイミングや大きさは、見やすさや内容の理解に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、先行研究の知見や筆者らの経験による感覚を基に作成を行った。

このコンテンツについて、映像そのものの有用性や見やすさを確認する目的で、大学生 5 名を対象に、視聴後の自由記述による調査を行った(評価 A)。その結果、安全意識という観点から「温度変化が分かりやすい(理解できた)」、「説得力があった」といった有用性を示す記述が認められた。一方、提示の見づらさや、グラフの同期にずれが生じている等の指摘も認められた。

②試行コンテンツの修正と評価 B

上記の結果から、試行コンテンツが温度変化という視点での安全教育に概ね有用となりうることを確認した。そこで、まず評価 A での指摘

を基に見やすさという観点での修正を図った。次に、サーモグラフィ映像の有用性を確認する評価を行うため、本映像の挿入・非挿入の試行コンテンツを直立ボール盤・高速切断機の作業それぞれ2パターン作成した。

これらを用いて評価 B は、サーモグラフィ映像の有用性を確認する目的で、大学生 12 名を対象に、視線追跡装置(Tobii Pro X3-120, 非接触タイプ)による実験及び質問紙調査を行った。図 1 に視線追跡装置による実験の状況を示す。本調査では、解析ソフトウェアによって、3 つの素材エリアの注視回数、注視時間、1 回当たりの注視時間について出力し、検討する。表 1 に、直立ボール盤の注視回数平均値を示す。t 検定の結果、サーモグラフィ映像無のほうが、作業映像、温度グラフ映像を見る回数が有意に多いことが認められた。また、サーモグラフィ映像有の場合、サーモグラフィ映像を注視する回数の割合が高いことが明らかになった。これは高速切断機においても同様の傾向であった。注視時間においても解析の結果同様の傾向が認められた。一方、1 回当たりの注視時間については大きな差異は見られなかった。これらのことから、サーモグラフィ映像があることによって、作業映像及び温度グラフ映像を見る回数・時間が減ることが明らかであり、すなわち、注意が分散する可能性を意味し、課題として検討する必要性を示すものである。

次に、視線追跡装置による調査後のサーモグラフィ映像の有用性や安全意識向上への寄与等を問う質問紙調査の結果を検討する。サーモグラフィ映像の有無を比較し、温度変化のわかりやすさを問うた設問では、12 名中 12 名が有の



図 1 被験者の視線の動きの把握

ほうが良いと回答し、安全意識の高まりについての設問では 11 名が有のほうが高まると回答している。温度変化のグラフ動画についても 11 名が有りのほうが安全意識の高まりに役立つという回答であった。また、自由記述からは、上記の回答を裏付ける肯定的な記述が認められた一方、3 つの素材を同時に見ることの困難さを示した記述が認められた。これは先の課題につながるものである。要因の 1 つとして、加工作業自体の把握がそもそも不十分であることがあげられ、まずは作業自体を理解した上での視聴の必要性が考えられる。

③安全教育用デジタルコンテンツの完成

そこで、さらに評価 B の指摘を基に修正し、上記の課題の対応として、作業映像のみを 1 度提示し、次に作業映像に加えてサーモグラフィの映像、グラフ動画を同期した映像を提示する構成とし、完成版とした。

4. 今後の課題

今後は、教育現場での実践を交えて検討する必要がある。また、熱に注意すべき他の作業についても、同様のものが作成できるか検討したい。これらを今後の課題とする。

参考文献

- 1)兵庫県高等学校教育研究会工業部会機械系部会：工業高等学校(機械系学科)実習における「平成 25 年度事故災害調査」結果について、調査研究集録 2014
- 2)機械工作(切削加工)における被削材温度の可視化-安全教育に繋がる基礎的研究-、島田和典(大分大学)、2015

謝辞

本研究は科研費 16H03798 及び 16H03073 の助成を受け、遂行したことを付記する。

表 1 サーモ映像有無によるエリア注視回数平均値
直立ボール盤の場合

	作業映像	温度グラフ	サーモ映像
サーモ映像有	35.08	12.25	47.00
サーモ映像無	65.67	17.50	3.50
t検定	t(11)=5.03**	t(11)=3.63**	-

N=12

**p<0.01