

技能 と 技術

ISSN 1884-0345
通巻第313号

職業能力開発技術誌

3/2023

特集●保守・点検・安全にかかる教材開発への取り組み



Vol.58

技能と技術

3/2023号

通巻No.313

特集●保守・点検・安全にかかる教材開発への取り組み

特集① 令和4年度職業訓練教材コンクール 厚生労働大臣賞（特選）受賞

建設機械の保全技術

～ 現場で使える保守・点検 ～

川橋 壮彦／中部職業能力開発促進センター 名古屋港湾労働分所

1

特集② 令和4年度職業訓練教材コンクール 特別賞（独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 理事長賞）受賞

ARを用いた安全教育用教材

埜 浄子, 相原 豊, 井関 修司／沖縄職業能力開発大学校 ※井関氏 現 港湾職業能力開発大学校神戸校

9

特集③ 令和4年度職業訓練教材コンクール 特別賞（独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 理事長賞）受賞

生産現場における災害防止に向けた安全教育の実践

～ 作業安全テキストの作成と危険体感訓練実習装置の設計製作 ～

小笠原 邦夫／千葉職業能力開発促進センター ※現 高度訓練センター

14

実践報告 生産ロボットシステムコースにおけるDX, GXの推進に向けたIoT, AIの活用による 標準課題実習の取り組みについて

寺内 越三, 大島 賢一／九州職業能力開発大学校

18

PTU指導技術講座（職業訓練コーディネート①）

職業訓練指導員のための「ヒト・モノ・カネ」の基礎と実践

講義1 「ヒト」についての重要性

原 圭吾／職業能力開発総合大学校 職業訓練コーディネートユニット

26

●表表紙は、表紙デザイン（令和5年用）選考会にて最優秀賞に選ばれた長野県長野技術専門校画像処理印刷科の高橋清椰さんの作品です。

●裏表紙は、表紙デザイン（令和5年用）選考会にて優秀賞に選ばれた沖縄県立具志川職業能力開発校メディア・アート科の上間大嘉さん（左）と宮城莉子さん（右）の作品です。

持ち、日々さまざまな現場で建設機械を動かし仕事に励む中、建設機械が突然動作しなくなった時や、重大な異常が発生した際はどのような対応を行いますか？

もちろん、上長に報告する。あるいは社内の整備担当者に相談する。場合によってはメーカーや普段取引のある業者に連絡するのが一般的だと考えられます。機械が動かなくては、せっかくの運転資格や技術が生かされません。自分自身で機械の状態を判断できる能力を身につけ、一刻も早く機械の異常に気づくことが大切であると考えます。

一方で、近年普及が進むICT建機における導入の主な目的には次の3つが挙げられます。

- ① 安全性向上
- ② 生産性向上
- ③ 労働力不足解消

上記の目的はいずれもオペレーターの施工技術や安全面をサポートするものであり、建設機械の保守・点検をサポートするものではありません。

実例として、ある企業から相談を受けた内容を挙げると、現場での安全パトロールにおいて、機械の作業前点検表を確認したところ、全項目に「異常ナシ」の欄にレ点が入記されていたそうです。そこで、パトロール実施者が点検者に対して「このレ点は機械のどの部分に当たるのか？」と尋ねたところ、点検実施者は回答できなかったとのこと。この要因として、点検実施者が点検表の項目を理解せずに形式的にレ点を入記していたことにあります。

オペレーターの方々が身につけた運転技術や知識は、建設機械が正常に稼働することで初めて発揮されることから、自らも「異常に気づく、発見できる」必要があります。しかしながら保全技術についてはあまり関心がなく「保全についてはよく知らない」、「何かあったら業者に任せている」という声がよく聞かれます。ひとたび故障やトラブルが発生した場合には、機械の製造元であるメーカーや、普段取引のある業者、あるいは大きな企業であれば社内の機械（整備）担当者等が対応しなければ自らでは解決す

ることができないのが現状ではないでしょうか。

このような建設機械の故障等によるトラブルは図2に示すように、約70%は日頃の日常点検や定期整備で防ぐことができます。

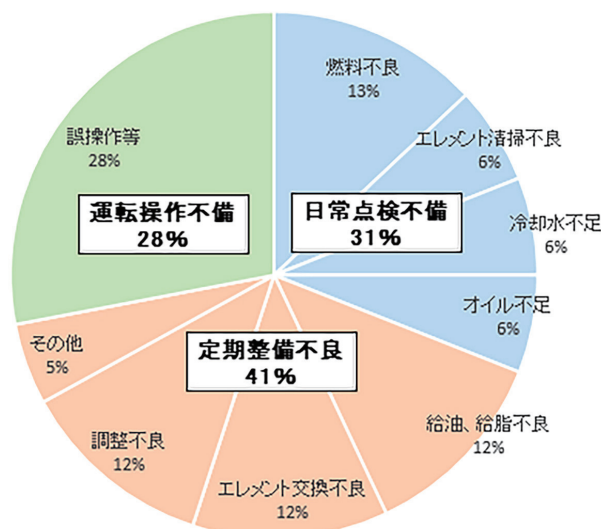


図2 建設機械のトラブル発生原因

しかし、これらの点検においては点検の目的、装置の構造や仕組み、潤滑油の役割に加え、作業内容等を十分に理解したうえで実施をしなければ、「単に見ている（眺めている）」に過ぎず、結果的に「点検表にチェックを入れることが目的」となってしまいます。これは、点検をする必要があることはわかっているにもかかわらず「具体的にどうすればよいかわからない」、「早く作業（仕事）に取り掛かりたい」、「法令上しなければいけないから取りあえずやっている」などが理由として考えられます。大切なことは「構造を理解し、異常に気づく、発見できる点検」です。乗用車には車検があるように、建設機械には特定自主検査がありますが、大部分の種類は1年に1回（不整地運搬車は2年に1回）の実施です。検査を実施したときには不具合が進み、既に手遅れの状態になっていることも珍しくありません。

現在は、多くのメーカーの建設機械で、車両に発生した油圧系統の異常や電気系統の異常について、運転席周辺のモニターにエラー表示がされるようになっています。しかし、油量不足や油漏れ、グリース給脂状態、ブレーキの効き具合、消耗部品の摩耗状

態、各部装置の亀裂や折損等は日常点検でオペレーターの方々が見る項目であるためモニターには異常として表示はされません。つまり、日々の点検は、しっかり見て確認しなければ、機械に致命的な症状が現れて初めて気が付くといった事になりかねません。

機械が致命的な損傷を受けてから修理を行う場合と、早期に軽微な異常に気づき保守・点検を行う場合では、その後に及ぼす影響は大きく異なります。例えば、致命的な損傷を受けた車両を修理する場合は、多額の修理費用以外にも代替機の使用や、特殊な機械であれば代替機がすぐに用意できないなど、休車による現場稼働率の低下に加え、生産・工期の遅れなど企業経営に多大な損失を及ぼします。以下の図3、図4に示す事例がその一つです。

また、点検の不備等による災害もあってはならないことです。油圧ショベルの多くは地面下を掘削していますが、先端のアタッチメント（以下、ATT）を付け替えることで多種多様な使用方法を選択でき、中には人の頭の高さを超えるような場所を作業することも珍しくありません。代表的なものでいえば鉄骨解体や木造解体などがその例です。建設機械の作業機やATTが亀裂、折損、固定ボルトの緩み等で落下したり油圧ホースの劣化によりホースが破損したりする等の危険が潜んでいます。日常で実施している点検は機械の性能を維持するうえで大切であることはもちろんですが、オペレーターとして従事する人のみならず、現場にいる周囲の従業員の方たちへの安全の確保についても非常に重要な意味を持ちます。



図3 バケットツースアダプタ折損



図4 作業機（アーム）亀裂

これらのことから、建設機械を操作するうえで建設機械における保守・点検の知識や技能の習得は、安全上において最も重要であることは言うまでもなく、最近では建設機械を扱う企業からも「人の目や手による保守・点検」が実施できる人材の育成が強く求められるなどニーズが変わりつつあります。

一方、人材育成をする側の体制を見ると、建設機械の保守・点検に関する技術習得を目的とした講習会等は民間企業を含め開催されていないのが現状です。

このような背景を踏まえ、“点検の目的やポイント、装置の構造や仕組み、潤滑油の役割について理解できるような教材の開発”と、“保守・点検ができる人材育成”の両面から必要性を強く感じ、これまで自身が培った経験や知識を生かせないものかと考え、『建設機械の保全技術～現場で使える保守・点検～』という教材開発に至りました。

3. 教材の内容

一口に建設機械といってもその中身は非常に多くの種類の建設機械があります。このため、本教材では冒頭に述べた主要建設機械1,019,827台のうち表1に示す通り、建設機械の中でも約70%以上のシェアを占める『油圧ショベル』について構成しています。

また、本教材では前半が学科、後半が実技の2部構成となっています。以下、教材の内容について概要を説明します。

表1 油圧ショベルの台数（全国）

| 調査対象年度 | 分類 | 機械名 | 規格 | 区分 | 建設機械保有台数 実数割合 |
|--------|------|------------------------|------------|--------------------------|------------------|
| | | | | | 保有台数計(台) |
| 2021 | 土工機械 | 履帯式ブルドーザ(ハンドガイドを除く) | ブレード付整備容量 | 3~10t未満 | 19,124 |
| 2021 | 土工機械 | 履帯式ブルドーザ(ハンドガイドを除く) | ブレード付整備容量 | 10~20t未満 | 4,401 |
| 2021 | 土工機械 | 履帯式ブルドーザ(ハンドガイドを除く) | ブレード付整備容量 | 20t以上 | 3,923 |
| 2021 | 土工機械 | 履帯式ブルドーザ(ハンドガイドを除く) | 計 | | 21,448 |
| 2021 | 土工機械 | 油圧式ショベル系掘削機(ハンドガイドを除く) | 標準バケット平積容量 | 0.2m ³ 未満 | 356,406 |
| 2021 | 土工機械 | 油圧式ショベル系掘削機(ハンドガイドを除く) | 標準バケット平積容量 | 0.2~0.6m ³ 未満 | 267,905 |
| 2021 | 土工機械 | 油圧式ショベル系掘削機(ハンドガイドを除く) | 標準バケット平積容量 | 0.6m ³ 以上 | 90,819 |
| 2021 | 土工機械 | 油圧式ショベル系掘削機(ハンドガイドを除く) | 計 | | 715,130 |

3-1 学科

『油圧ショベル』の点検については3つの章に分けて説明しています。さらに、機械を構成する装置は多岐に渡ることから、機械の構成を以下の4つに分類するとともに、点検箇所をさらに細分化しています。それぞれの点検箇所や点検方法、早期不具合発見のポイントについて説明し、実際、現場で発生している不具合については、事例と写真を交えながら詳しく紹介、解説しています。


- 第1章 エンジン始動前に実施する点検
- 第2章 エンジン始動後に実施する点検
- 第3章 作業終了後に実施する点検
- (第4章) 点検記録簿
- (第5章) 労働災害

- I. エンジン廻り
- II. 作業装置廻り
- III. 足廻り
- IV. 運転席廻り


・学科で使用するテキストの例

点検箇所の分類


・以下、4つに分類し説明を行います。




作業装置



運転席廻り



エンジン廻り



足廻り

I. エンジン廻り

II. 作業装置
(アーム・アーム・バケット及び各シリンダー等)

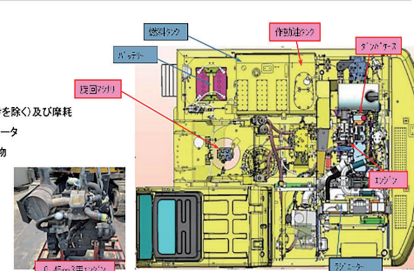
III. 足廻り

IV. 運転席廻り

I. エンジン廻り ※エンジン始動前

確認項目

- ①エンジンオイル量
- ②冷却水量
- ③エアエレメント
- ④ラジエータ廻り
- ⑤各ベルトの張り(自動調整機能付きを除く)及び摩耗
- ⑥燃料プレフィルタ or ウォータセパレータ
- ⑦エンジンルーム内の可燃物、堆積物
- ⑧燃料ホース、油圧ホース
- ⑨バッテリー廻り
- ⑩燃料タンクの水抜き
- ⑪旋回マシナリーオイル量



⑩燃料タンクの水抜き

・燃料タンクに水が溜まるのはなぜ？

・水抜きをしないとエンジンにどんな影響が出るの？

・燃料タンクの構造はどうなってる？

・燃料タンクの口いっぱいまで燃料を入れたらどうなるの？

【資料6】



主要構成装置一つ一つの構造・機能について説明を加えるとともに、大きなトラブルになる前にあらわれる現象や症状、点検のポイント、点検の方法について重点を置きながら解説しています。また装置の構造を理解しやすくするために、実物の写真や絵などを多く取り入れています。中でも特に力を入れて作成したところは、各装置や油脂類の点検箇所を説明する際に実際の現場で発生したさまざまな故障や異常を写真等により紹介しているところです。図5はオイル切れによる油圧装置の不具合発生状況の写真になります。

このような事例を、主要構成装置の全てにおいて、実際に発生した不具合を紹介するとともに、原因と対処方法、点検において見るべきポイントを解説しています。

また、「各装置の仕組みや構造」、「点検ポイント」、「点検不備による不具合」の3大要素を意識し教材作成に取り組んでいます。建設機械は、現場の環境や使用状況により同一装置であっても損傷具合や摩耗の状況はさまざまであり、大きく異なります。そのため、より多くの事例を収集することに注力し紹介しています。

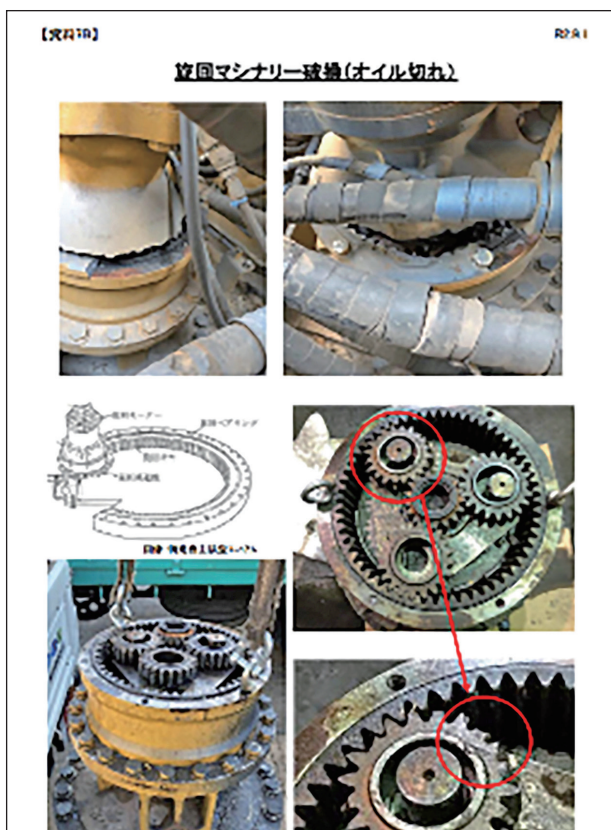


図5 オイル切れによる油圧装置破損

3-2 実技

本教材は、受講者の方が本教材を使用し、自身の企業に戻ってから“振り返りができる”、“活用できる”という現場に即した教材をコンセプトとして作成に取り組んできました。そのため、“簡単すぎず”、“難しすぎず”といった課題設定となるよう工夫を図りました。

当施設で実施する在職者訓練においては、施設が保有する建設機械（大きさの異なる2台の油圧ショベル）を使用して実施しています。機械の点検に入る前には、点検（測定）器具の説明と使用方法を習得するための練習時間を設けています。点検するのに器具？と思われる方もいるかと思いますが、点検には「目で見て良否を判断する部位」, 「触診により良否を判断する部位」, そして「測定器具を用いて良否を判断する部位」があります。本教材は整備士向けではなくオペレーター向けの内容としていることから、使用する測定器具は専門的なものではなく、ごく一般的な測定器具を使用した点検（測定）内容として構成しています。



図6 点検（測定）器具使用の練習風景

また、学科で説明した装置は実技において実物の装置を使用して説明することで理解がさらに進むよう確認をしてもらいます。その際、装置を分解しなければ（機械に装着された状態では）構造が分かりづらいものも多数あるため、さまざまな装置を単品で準備し、装置の説明などで使用しています。さらに、現場や整備工場で交換した不具合部品を不具合サンプルとして多数そろえ、“なぜこうなったのか”、“どうすれば防ぐことができたのか”といった気づきや、それに対する解説なども教材に盛り込むなど、普段見ることができない装置の中身や構造も含め理解しやすいよう工夫を図っています。

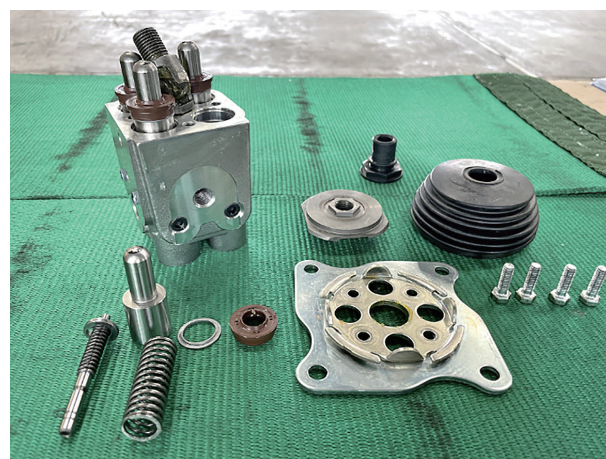


図7 作業機PPCバルブ〈分解〉

機械の点検では、2台のうち1台については私自身が図8に示す点検表をもとに各項目について機械の点検を行い、見るポイントや不具合が発生しやすい部位について、学科の復習も兼ねて説明しています。

| バックホウ 月例点検表 | | 〔作業安全管理規則(第188条)〕 〔労働安全衛生法(第67条)〕 | | |
|------------------------------------|------------------|--------------------------------------|----|----------|
| 〔労働安全衛生法(第67条)〕 〔労働安全衛生法(第67条)〕 | | | | |
| 2021年 8月 20日 点検者: 監督: 点検実施者: | | | | |
| 点検結果: 良好 異常あり 異常あり | | | | |
| 点検項目 | 点検内容 | 点検方法 | 結果 | 異常内容・不具合 |
| 作業時間【アラーム】 | モニタにて確認(数値記入・・R) | 目視 | ○ | |
| 履帯の張り | 履帯の張り具合 | 目視・触手 | | |
| 下歩スレム | 土砂等の堆積物 | 目視 | | |
| 回転軸 | スプロケットの摩耗 | 目視 | | |
| 上転軸 | リンクとの当たり具合 | 目視 | | |
| 走行モーター | 油漏れ | 目視 | | |
| バケット | 破損・亀裂 | 目視 | | |
| ブーム等 | 摩耗・亀裂 | 目視・触診 | | |
| アーム | 摩耗・亀裂 | 目視 | | |
| アーム | 摩耗・亀裂 | 目視 | | |
| リンク継り | 破損、劣化 | 目視・触手 | | |
| ブーム | 破損状態、配管からのグリース漏れ | 目視 | | |
| エンジン | 油漏れ、ロッドの傷 | 目視・触診 | | |
| エンジンポンプ | 油漏れ | 目視 | | |
| 高圧ホース | 油漏れ・にじみ | 目視 | | |
| エンジンオイル | 量、漏れ | 目視 | | |
| 冷却水(ラジエタ) | 量、漏れ | 目視 | | |

図8 点検表

もう1台については受講者2人1組で点検を実施してもらいます。ここで大事なことは、「正常・異常の判断が適切にできる」ことです。

前述のとおり、当施設で実施する在職者訓練においては、当施設が保有する建設機械を使用します。これらの機械は日ごろ、当施設で実施している学卒者訓練や離職者訓練においても使用しています。このため、常に不具合がない状態となっています。故障していない(異常がない)機械をいくら点検しても効果は得られにくく点検には適していないため、事前に私自身でさまざまな装置の故障を再現できるように意図的に不具合箇所を作っています。また、特に現場で発生率の高い不具合を優先し、できるだけ多くの不具合を再現しています。実技のメイン課題といったところでしょうか。説明をする上で“この部品に不具合があればこういった現象・症状があらわれる”といった事を実演あるいは口頭で伝えています。“エンジンが掛かればOK”, “機械が動けば取りあえずOK”ではなく、この状態は異常、あるいは予兆だということを理解していただきます。

さらに受講者の方々には点検結果について、各装置の良否判定をしていただきます。良否判定をするための判定基準は、「測定した部位」であれば測定値と検査基準値との比較です。「目で見える部位」や「手で触っての部位」であれば学科で伝えたポイントを踏まえながら考えてもらいます。判定が出た後、判定に対する評価を実施するとともに、私の方から点検結果について、もう一步踏み込んで“良”



図9 点検箇所とポイントの説明

か“否”だけではなく、この測定結果の数値、状況はすぐにでも修理・整備が必要なのか、それとも計画整備が段取りできるような時間的余裕があるのか、なぜこうなったのか、どうすれば防ぐことができたのかをポイントを絞って伝えています。



図10 点検結果について検証

また、受講者の方に必ず体験していただいていることがあります。それは「低燃費運転」です。なぜなら企業が抱える支出の割合が高いものとして“人件費”の次に大きなものが“燃料”です。建設機械は乗用車と比べ、燃料の消費量は桁違いに大きくなります。加えて近年の原油価格高騰も追い打ちをかける状況となっています。そのため、実技ではオペレーターの価値を高める取り組みの1つとして「低燃費運転」に必要な「エンジン回転と燃料消費量の関係」について燃費データをもとに実感してもらい、作業効率を極力保ちつつ、燃費が良い状態について理解していただきます。

4. 訓練効果と見込み

前述のとおり、本教材は在職者訓練受講者の方が本教材を使用し、自身の会社に戻ってから“振り返りができる”、“活用できる”という現場に即した教材です。そのため、点検に使用する器具や機器については、ホームセンター等の店頭に並んでいるような一般的なものを使用しています。

教材の使用効果としては、点検機器や器具が扱えるようになるとともに、測定が必要な箇所について、測定結果から正常・異常の判断ができるようになります。

また、各装置の役割や構造が理解できるため、どのポイントを点検すれば良いかという理解も深めることができます。さらに、もう一步踏み込み、点検結果や測定結果から“すぐに修理や整備が必要なのか”、“計画整備ができるような時間的余裕があるのか”といった判断ができるようになる事に加えて、オイル、電気、空気、水、燃料の流れと働きを理解することで、現場で発生したさまざまなトラブル（不具合）事例から原因が推測でき再発防止策を講じることができるといった効果が見込めます。

5. 今後の展開

国内では少子高齢化と人口減少が進んでいます。特に建設機械を扱う現場への就職者数は若い世代を中心に減少傾向にあります。

近年では、生涯現役社会の実現に向けて定年延長制度等の動きも全国的に見受けられるようになりましたが、どの業界においても労働力不足が深刻化しているのが現状です。問題解消の一手としてICT建機が導入されつつあります。ICT建機は建設機械オペレーターの担い手不足と危険作業を解消するうえで注目されています。

一方でICT建機に対しての保全活動はどうなるのか？

一般的な建設機械と比べ、保全活動を行う上で変更点はあるのか？

ICT建機になっても基本的には従来機と変わらない保全活動になります。ただし特有の装置が追加されていることからその部分において新たに知識を取り入れる必要があります。また、一部の機種ではありますが、電動で稼働する建設機械も市場に導入されつつあります。現状は有線による電源供給を行う有線式電動油圧ショベルとバッテリー駆動式があり、販売やリースが開始されていることから、今以上に電動化が普及していくものと考えています。

これからの世代に向けて技能や技術の継承をどのように行っていくのかという課題も常について回ります。

本教材を使用した在職者訓練において、受講した方々から「会社の人に教えてもらう機会がない中で、これまでなんとなく点検業務を実施していたが、受講して非常に役に立った」というようなご意見をいただいている一方で、「他（油圧ショベル以外）の建設機械においても同様の講習を開催してほしい」といった要望もいただいています。このため、他の建設機械においても一部保全技術の在職者訓練の取り組みを始めたところです。

6. おわりに

ICT建機の普及が今後ますます進むことが予測される中、「建設機械の操縦ができる」だけでは価値を見だしにくくなってきています。機械の健康状態は誰かに管理してもらうのではなく「自分自身で管理できる人」へのニーズが高まっています。また、建設機械による労働災害は年々減少傾向にあるものの、残念ながらまだまだ多くの方が毎年被災されています。機械の性能を十分に理解し、労働災害防止の取り組みを確実に実施する事でさらなる減災が期待できます。今後は、建設機械を扱うすべての業種、そして建設機械オペレーターに従事される方々のために役立つ教材開発に引き続き取り組んでまいりたいと考えています。

最後に、建設機械の訓練に携わる職業訓練指導員のすべてが本教材を利用し、建設機械オペレーター等の運転従事者への人材育成を行う一助となる教材になることを願っております。

《謝 辞》

本取り組み当初，さまざまな助言をいただきその後ご勇退されました小岩屋前分所長および取り組みを進めるにあたり当施設（ポリテクセンター名古屋港）職員の皆さまには多大なるご協力をいただき，感謝を申し上げます。

また，本教材を纏めるにあたり，構成や内容の精査をしていただきました田上分所長，手嶋訓練課長にも心より感謝申し上げます。

参考文献および資料

- ・ 建設機械動向調査 2021年度 国土交通省
- ・ 労働力調査結果 2019年度 総務省統計局
- ・ 社団法人雇用問題研究会 建設機械Ⅲ
- ・ 公益社団法人 建設荷役車両安全技術協会 特定自主検査マニュアル
- ・ コマツPC128US-10 取扱説明書

令和4年度職業訓練教材コンクール 特別賞(独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 理事長賞) 受賞

ARを用いた安全教育用教材

沖縄職業能力開発大学校 塙 浄子, 相原 豊, 井関 修司

※ 井関氏 現 港湾職業能力開発大学校神戸校

1. はじめに

現在の物流業界は、人手不足、労働者の経験不足、物流作業の効率化と速さ優先で安全対策がおろそかになっている、十分な安全教育の時間を設けられないといった課題がある。また、自動化や荷役機械の大型化・高度化によって、事故件数は減少しているが発生する事故が重大化・深刻化している。しかし、現状の安全教育は、若い人たちの受講態度の悪さや一般的な内容が中心で職場のリアリティーさが欠けているなどの課題がある。現場作業員以外が出入りすることも多い物流倉庫では、ヒヤリハットや事故の発生要因が伝わり難いといった点もある。

そこで安価で手軽に、視覚で体感し危険を認知する力を付けられる教育ツールとして、360度カメラを活用できないかと考え、「ARを用いた安全教育用教材」の作成を試みた。

2. 教材の構成

次のことを教材作成の目的として、過去の事故統計データ(図1)から事故割合が高いフォークリフトの激突事故と小型移動式クレーンのつり荷落下事故をテーマとした。

- ・視覚により現実に近い体験をし、危険に対する感受性を高める
- ・安全な状態で、実際のヒヤリハットや危険を体感する

- ・瞬間を切り取った写真やイラストを用いた従来のKYTではなく、全方向の危険あるいは一定の作業工程にある危険を対象にする
- ・不安全状態・不安全行為が見つかった、あるいはヒヤリハットが発生した場合、すぐに映像化し体感を共有する
- ・高度な技術を必要とせず簡単に映像化することが可能である

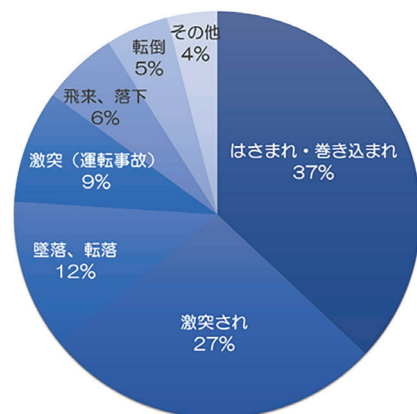


図1 R2年フォークリフト事故別割合(死亡事故)

2種類の映像構成(表1)にし、1つは同種の危険を異なるシチュエーションで、連続して視聴するようにしている。繰り返すことで「もしかしたら〜かもしれない」を想像し、前述の「危険に対する感受性を高める」ことを狙っている。もう1つは、同じ危険を異なる視点で、連続して視聴するようにしている。この構成は、視点を変えた映像を見ることで、異なる立場での見え方や死角の存在など作業状況を理解することを想定している。

表1 映像内容

| | |
|-------------|---------------------|
| 教材1 (激突) | フォークリフトで棚の角を曲がる |
| | フォークリフトで通路(棚の間)を横切る |
| | フォークリフト後進で棚の横を走行 |
| 教材2 (落下) | つり荷が落下(被災者視点) |
| | つり荷が落下(全体視点) |
| | つり荷が落下(作業員視点) |



図2 フォークリフト激突パターン (教材1)

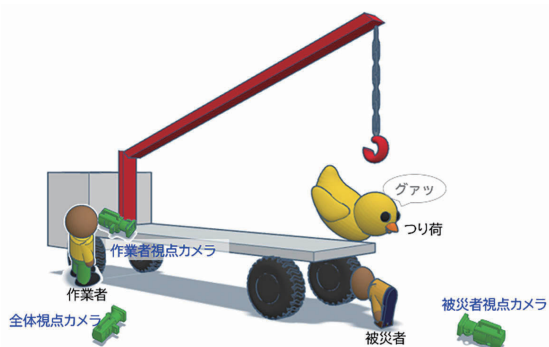


図3 つり荷落下パターン (教材2)

2.1 教材1 (フォークリフト激突)

倉庫を想定し、中量ラックの物陰から出て来るヒトとフォークリフトの接触について、(1)～(3)の順に同じ映像を2回再生し、3パターンの不安全行動(図2)で構成している。

(1) 不安全状態・行動の映像 (1回目映像)

不安全状態・行動の映像のみを再生(図4)。

(2) 注意喚起メッセージを表示 (2回目映像の途中)

(1)の映像の不安全状態の直前で再生速度を下げ、“見る”ように注意喚起メッセージを表示(図5)。

(3) 原因メッセージを表示 (2回目映像の途中)

(2)の映像の続きにある不安全行動の場面で再生速度を下げ、原因を表示(図6)。



図4 不安全行動 (1回目映像)

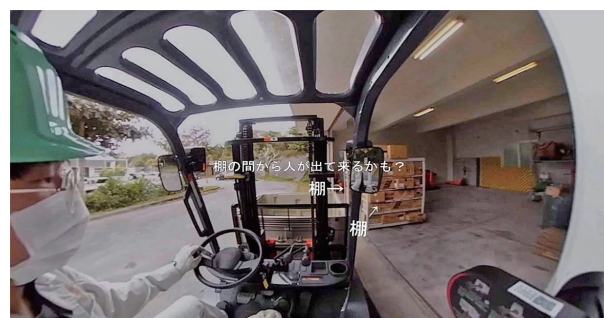


図5 注意喚起メッセージ表示 (2回目映像)



図6 なぜ危険か(原因)を表示 (2回目映像)

2.2 教材2 (つり荷の落下)

小型移動式クレーンでつり上げた荷の落下によるヒトへの接触について、(1)～(4)の順に各視点(図3)の映像で構成している。

(1) 被災者視点

被災者は“上を向く”動作をしなければ、つり荷が見えない(図7)。

(2) 全体視点

被災者と作業者の状況と同時に見られる (図8)。

(3) 作業者視点

作業者からの見え方や死角がわかる (図9)。

(4) 原因・対策メッセージを表示

不安全な原因および安全対策を表示 (図10)。



図7 つり荷落下 (被災者視点)



図8 つり荷落下 (全体視点)



図9 つり荷落下 (作業者視点)

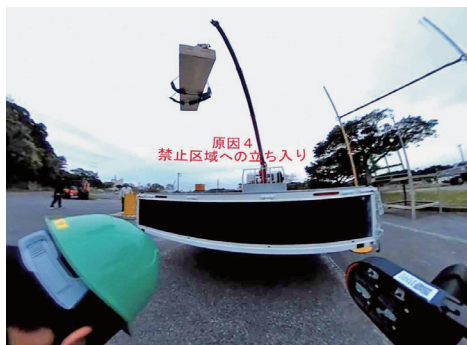


図10 つり荷落下 (原因表示)

3. 使用機器等

表2に示す機器および動画編集ソフト等を使用した。以降に記載をするが、手振れ防止のためジンバルを使用した。一般的には使用しなくても問題はない。VRゴーグルは安価なもので十分であるため、費用を40,000円以内にする事が可能である。

表2 使用機器等

| 機器名 | 型番 | 価格(円) |
|------------------|-----------------------------|--------|
| 360度カメラ | RICOH THETA SC2 | 37,900 |
| ジンバル | MOZA-Mini-P | 38,900 |
| VRゴーグル | ELECOM VRG-M02RBK | 3,335 |
| 動画編集ソフト(360度対応) | MOVIE STUDIO 17 SUITE | 14,080 |
| | Windows Medhia Player | Free |
| 360度Metaデータ付加ソフト | 360.Video.Metadata.Tool.Win | Free |
| 再生装置 | スマートフォン(Android Ver9) | mine |

4. 撮影時の問題点と解決方法

4.1. 振動の抑制

360度カメラを荷役機械(フォークリフトや小型移動式クレーン)に搭載して移動した場合、走行および荷役作業の振動は大きく、無視できるものではない。これらの手振れや振動を抑制するため、ジンバルを使用した(図11)。ジンバルによって、カメラの水平維持、急速な方向変換に対してカメラをゆっくりした速度で追従させられ、手振れや振動の影響を大幅に軽減することが可能となる。



図11 360度カメラを取り付けたジンバル

4.2. 安全な撮影方法

安全確保のために以下の3つのことを検証し、計画を立て撮影を行った。

- (1) 再現することができる不安全状態・行動か
- (2) 被災する寸前で動きを止められるか
- (3) 安全を確保できるか

不安全行動の撮影は、被災者役だけでなく作業員や撮影者の安全を確保することが重要になる。そこで、作業を妨げないあるいは危険を伴わないよう、人と機械の挙動を検証・理解し、撮影位置の確保を行う必要がある(図12)。また、監督者を設置し、作業員役と被災者役の両方を視認し、指示と注意喚起を行い安全の確保に努めている(図13)。



図12 フォークリフトのカメラ位置 (丸印)



図13 実際の撮影状況 (被災者視点)

5. 期待する効果

注意喚起のメッセージに応じて視線を移動させることで、いち早く中量ラックの影から出て来るヒトに気づけるなど、安全確認の意義を認識できる教材を作成できた(図14)。体験者からは、「思ったよ

りビビる」「2回目から“出て来るな”と思って見てた」などの感想とともに、面白がって積極的に体験する様子が見られた。危険シーンの総集編ではなく、作成ポイントとしていた同じ危険についてくり返すだけのシンプルさに効果があったことが分かる。

作成は、沖縄職業能力開発大学校 専門課程 物流情報科2年生の協力のもと行ったが、撮影内容や撮影方法などを考えること自体が安全教育になっていた。特に、どうすれば安全に撮影できるか考察したことが安全対策につながり、考えていた以上の効果が得られた。



図14 視点の違いによる同じ瞬間の映像



図15 教材1 (フォークリフト激突) を体験中

6. おわりに

VRやARの安全教育教材は高価であり、実際の業務や現場にぴったり当てはまるものが少ないのが実情である。実際の実習環境や職場環境において、360度カメラと簡単な画像編集だけで作成でき、危険があればすぐに自分たちで映像化できる方法を妄想し、実現できるかを試みたものが今回の教材作成であった。実際に、高価な機材や高度な画像編集技術等がなくても、十分に危険体感をできるものを作ることができたと考えている。また、作業や点検などの指導教材などにも活用できる余地があるので、さまざまな分野での教材開発や人材育成に取り入れていただけたら幸いである。

参考文献

- 1) フォークリフト事故統計の紹介（JIVA-社団法人日本産業車両協会，2021）
- 2) 平成31年・令和元年におけるクレーン等の災害発生状況（ボイラ・クレーン安全協会，2019）

令和4年度職業訓練教材コンクール 特別賞(独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 理事長賞)受賞

生産現場における災害防止に向けた 安全教育の実践

～作業安全テキストの作成と危険体感訓練実習装置の設計製作～

千葉職業能力開発促進センター 小笠原 邦夫
※現 高度訓練センター

1. はじめに

生産現場では安全教育を実施し、災害防止の取り組みが行われている。しかし災害はゼロにはならず重篤災害に見舞われるケースも発生している。

こうした中、能力開発セミナー(機械保全)受講企業から、生産現場で巻き込み災害が発生したため実務に基づく安全教育に関する講座を実施してほしいとの要望を受けた。

そこで生産設備や製造品目に限定せずに、グループリーダーや安全・教育担当者を対象に、作業安全の構築に向けた講座(2日間)を企画し、実施した。

また生産現場で災害発生頻度の高い空気圧シリンダによる挟まれやベルトやチェーンなどの回転機への巻き込まれについて、危険感受性を高めることを目的に危険体感装置を設計製作し、講座で活用した。

講座実施後に安全教育理解度(到達度)を確認した結果、受講者からは「安全推進者として生産現場に適切に指示ができる」などの有益な回答を得ることができた。

本論では生産現場で発生する災害と安全教育に対する要望を調査し、「災害ゼロに向けた作業安全への取り組み」の経緯と講座への展開、成果と今後の課題について述べる。

2. 企業からの回転機巻き込み災害の相談

自動車部品の生産現場において、円筒部品を紙ヤスリで研磨中に巻き込み災害が発生した。災害状況を図1に示す。社内では定期的に安全教育を実施し、一定のスキルを身につけてから生産現場に配属させているが、作業時間に追われ、安全を軽視した独自の作業方法で行っているなど危険行為が随所に見受けられた。



図1 旋盤作業中の巻き込みによる災害状況

3. 災害発生の背景

最近の設備は安全対策として保護カバーを設けるため、内部構造が分かりにくくなっている。そのため停止スイッチは押したが、刃物が惰性で回転し

ていたことに気付かなかったなど、不注意による事故も発生している。災害の減少傾向が鈍化している背景として、これまで熟練者に頼りきっていることが問題とされ、今後は作業者の経験不足を補い自分たちで危険を「想像」できることが重要と考えられる。

4. 危険体感訓練の有効性

安全に作業を行うには、安全装置などの設備的対策だけではなく、作業をする人の危険を察知する感性を養うことが大切である。最近では災害の怖さや安全行動の重要性を認識することを目的に、実際に巻き込み等の危険を体感する危険体感訓練が有効とされ、多くの実習機器・装置を用いての教育訓練が実施されている。

そこで50社近く企業訪問を行い生産現場での安全教育の実態について調査を行った。多くの企業では挟まれや巻き込み災害はゼロにはならず、安全教育もOJTに頼るなど、計画的に実施されているとはいえないことが分かった。注意喚起だけでは災害がゼロにはならず、工場長や教育責任者からは、従業員一人一人が自ら危険を判断し、人に伝えることができるスキルを身につけてほしいとの要望が高いことが確認できた。

また実務に展開できる安全教育であれば積極的に講座に参加させたい、実体験による身体と目で覚える危険体感訓練教育は有効であるとの意見を伺うことができた。そこで安全行動のマンネリ化防止や若手社員の育成につなげ、災害“ゼロ”を目指すことを目的に、生産現場に適する危険体感装置を工場長や教育担当者からアイデアを頂きながら装置を考案することとした。

5. 残圧確認ミスによる危険体感実習

自動化設備において空気圧シリンダ（駆動機器）に異物が挟まった際にラインが停止する（チョコ停）トラブルがある。空気圧シリンダ内部には圧力（残圧）があり適切に対応しないと異物を抜き取っ

た後に指を挟むなどの災害が起きる（図2）。

残圧対策など基本を徹底して教えることが安全教育に有効であることが確認できた。

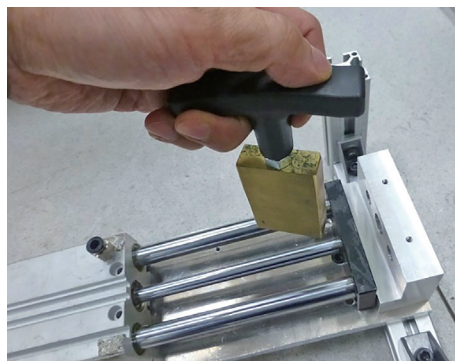


図2 製作した空気圧シリンダによる残圧確認危険体感実習装置

6. 回転機への巻き込みの危険性

手袋をはめた状態でボール盤やローラーなどの回転機に巻き込まれる災害事例は多い。そこで実際にボール盤作業中にドリルが軍手（模擬手）に巻き込みの危険体感訓練を実施した（図3）。作業を行う際にはドリルの摩耗状況の点検や、機器の固定方法などについてKYTを実施した。



図3 軍手着用によるドリルへの巻き込み災害の実際

7. 回転による巻き込み危険体感実習装置の製作

災害発生部門を調べた結果、製造担当者だけではなく、機械保全担当者がローラーのテンション調整やベルト、チェーンを交換する際に誤って巻き込まれる災害が発生していることが確認できた。これらの災害に対する危険を理解する目的で回転機による巻き込み危

危険体感実習装置を製作した(図4)。このほか生産現場で発生するさまざまな災害状況を動画撮影・編集し、いつでも災害状況を確認できるように作り上げた。

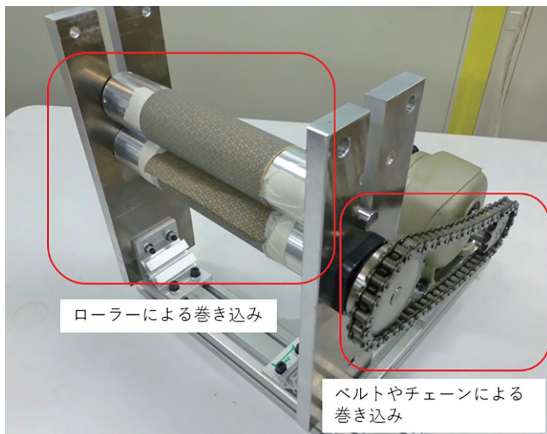


図4 設計製作した危険体感実習装置

8. 危険体感実習装置設計のポイント

8.1 ローラー部の巻き込み

モーターが回転するとベルト(チェーン)駆動によって下ローラーが回転し、布を巻き取る。手で布をつかんだままにしておくと上下のローラーに手ごと引き込まれるようになっている(図5)。手で布を引き抜こうとしてもモーターの回転力が強いことを確認する。

機器を操作するには初めに安全装置の場所を確認し、スイッチを押すとすぐに停止するのか惰性で停止するかなどを理解しておく必要がある。

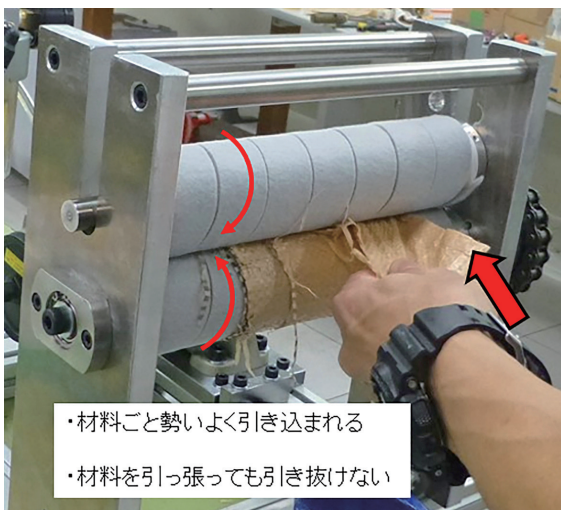


図5 ローラーに巻き込まれた状態

8.2 装置の安全対策

上ローラーは上下に稼働することで、手が巻き込まれても挟まれることはない(図6)。

伝達部のベルト(プーリー)とチェーン(スプロケット)にはカバーを設け、回転中の巻き込み災害を防ぐこととした。

またベルト(プーリー)に挟まれると指を圧接(図7)、チェーン(スプロケット)に挟まれると指を切断(図8)するなど、模擬手を用いての回転体への巻きこみ災害の違いを確認できるようにした。

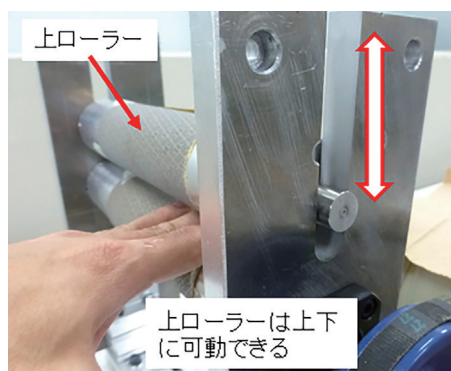


図6 装置の安全対策

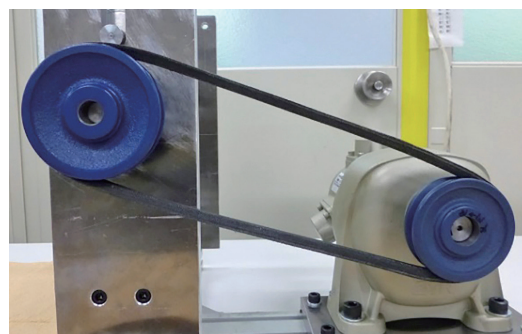


図7 ベルト部の回転



図8 チェーン部の回転による巻き込まれ

9. 到達度測定とアンケート結果

実習を通じて、受講者が能動的に問題解決に向けて取り組む姿勢が伺えた。また独自に作成した到達度測定（表1）では、受講者全員が作業安全に向けて見直しに取り組むスキルが備わり、危険に対して自信を持って教えることができるレベルに到達したことが確認できた。

10. 今後の課題

- ・緊急停止スイッチを手元に設置する方法や、挟まれ防止のための相談を受けることがある。実際の生産現場の装置対策について情報収集し、安全対策にフィードバックしていきたい。
- ・グループリーダーや教育担当者が安全に対する意識を持つことで理解は深まることが確認できた。今後は新入社員、教育担当者向けなど経験年数に応じた危険体感訓練を検討することで生産性向上と災害防止との結びつけが深められると考える。

11. おわりに

安全は自分のためだけではなく一緒に働く仲間のためでもあるという考え方を行動で示し、事故を起こさない「相互啓発型」の組織を目指すことが重要である。誰でも感じている作業性の不具合を明確にして、どうやったら気持ちの良い作業環境を作り出せるかを常に考え、身近な所から実践することで、危険に対する気づきにつなげることができる。


生産現場での相談を受けて、作業安全に必要な技術や現場でフィードバックできる実習テーマを検討し、グループリーダーや安全・教育担当者を対象にオーダーメイド型の職業訓練に結び付けることができた。

本テーマに取り組むに当たり、工場見学および災害資料を提供していただいた工場長ならびに教育担当者に感謝いたします。

【参考文献】

- ・中防災「安全と健康」 July 2008 危険体感時代
- ・日刊工業新聞 トコトンやさしいトヨタ式作業安全の本
- ・日刊工業新聞 マンガで教えてカイゼン君
- ・一般社団法人 職業訓練教材研究会 実践技術者のための安全衛生工学

表1 安全教育理解度（到達度）測定結果

| 項目 | 到達度測定 | | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|
| |  | | | |
| ヒヤリハットの理解 | ヒヤリハットを知っている | ヒヤリハットしたことを、人に伝えることができる | 対策を考えることができる | 対策案に沿って、見直しに取り組める |
| 整理(1S)の理解 | 「整理」を知っている | 安全作業の「整理」が出来る | (工具を例に)工具損傷を判断できる | 「整理」の大切さを人に教えることができる |
| 整頓(2S)の理解 | 「整頓」を知っている | 安全作業の「整頓」ができる | 「整頓」したものの管理ができる | 「整頓」の大切さを人に教えることができる |
| 清掃(3S)の理解 | 「清掃」を知っている | 安全作業の「清掃」ができる | 「清掃」によって、設備などの不具合や危険を見つづけることができる | 「清掃」の大切さを人に教えることができる |
| 見える化の理解 | 異常を判断できる | 異常を人に教えることができる | 異常を放置せず、対応策を考えることができる | 「見える化」の資料を作ることができる |
| KYTの理解 | KYTを知っている | 気付きの場所を危険予知(KY)することができる | KYTを活用して、気付きの場所を見直すことができる | 「危険」を共に見直すように声掛けができる |
| 危険体感訓練の理解 | 危険を判断できる | 危険を人に知らせることができる | 危険作業を無視して、作業を行わないことができる | なぜ危険なのか人に教えることができる |
| 点検表作成の理解 | 点検の目的を知っている | 設備の点検箇所がわかる | 点検箇所の傾向管理ができる | 点検表を作ることができる |

生産ロボットシステムコースにおけるDX, GXの推進に向けたIoT, AIの活用による標準課題実習の取り組みについて

九州職業能力開発大学校 寺内 越三, 大島 賢一

1. はじめに

2015年2月, 政府は「ロボット新戦略」を公表した。新戦略では, 生産年齢人口の減少を課題として, ロボットの創出や導入を担う専門人材育成策の検討が掲げられている⁽¹⁾。

また, 2016年4月, 厚生労働省は「第10次職業能力開発基本計画」を策定した。計画では, 生産性向上に向けて, IoT, ロボット, ビッグデータ解析, AI等の技術進歩を背景に, 人材ニーズの変化に機動的に対応する職業能力開発施策が求められているとある⁽²⁾。

さらに, 2017年6月, 政府は「未来投資戦略2017」を公表した。戦略では, 経済成長を実現するためには, 第4次産業革命 (IoT, ビッグデータ, AI, ロボット等) のイノベーションで社会課題を解決する「Society 5.0」の実現が掲げられている⁽³⁾。

その後, 2018年9月, 経済産業省は「DXレポート」を公表した。レポートでは, 企業は競争力維持・強化のために, AI, IoT, ビッグデータ等を活用してデジタルトランスフォーメーション (DX: Digital Transformation。以下, 「DX」という。)を進めていくこと, そして, DX人材の育成・確保が求められていると報告されている⁽⁴⁾。

また, 2020年10月, 政府は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し⁽⁵⁾, 2022年2月, 経済産業省は「GXリーグ」の基本構想を公表した。基本構想では, カーボンニュートラルを実現するためには, 経済社会システム全体の変革 (GX: Green

Transformation。以下, 「GX」という。)が重要であると示されている⁽⁶⁾。

このような社会的背景から, 九州職業能力開発大学校応用課程生産システム技術系では, 2018年度に「生産ロボットシステムコース (以下, 「ロボットコース」という。)」を開講した。ロボットコースでは, 生産システム技術系3科 (生産機械システム技術科, 生産電気システム技術科, 生産電子情報システム技術科) から, 5から6名程選抜された計15名程の学生が, 1年生第3期の標準課題実習ロボット機器製作課題実習 (以下, 「G課題」という。)と, 第4期の標準課題実習ロボット機器運用課題実習 (以下, 「H課題」という。)に取り組む。

生産電子情報システム技術科では, H課題において, 実習場を模擬工場として実習装置を活かしながら, 毎年新たな開発テーマを設定してきた。テーマの設定においては, 3か月という短期間で, IoT, AIの活用によってDXとGXを推進するシステム開発に取り組むことが課題であった。本稿では, 2020年度から3年間に渡るH課題における開発テーマの設定経緯と, 実習の成果物について紹介する。

2. 生産ロボットシステム構築実習装置の概要

ロボットコースの開講に伴い, 生産ロボットシステム構築実習装置が導入された。実習装置は供給ステーション, 外観判別ステーション, 機能検査ステーション, 組立・仕分ステーションの4つから構成されており, 電子回路基板をワークとしてステーション全体の連動運転を行う。生産ロボットシステ

ム構築実習装置を図1に、電子回路基板を図2に示す。

連動運転の概要について説明する。はじめに、供給ステーションにおいて作業員が電子回路基板をコンベヤに投入すると、ICが2個取り付けられる。次に、外観判別ステーションにおいて電子回路基板表面の外観検査が行われ、良否が判定される。その後、機能検査ステーションにおいて電子回路基板回路の電圧と信号周波数を測定し、良否が判定される。最後に組立・仕分ステーションにおいて良否判定結果に従い、ワークの仕分けが行われる。

生産電子情報システム技術科では、本実習装置を用いてG課題では電子回路基板の外観検査を目的として、双腕ロボットの教示、ビジョンセンサを用いた画像認識及び検査結果表示アプリケーションの作成を行う。また、H課題では生産性の向上や付加価値の付与を目的として、G課題の成果物を利用して検査データの収集と可視化や生産設備の監視等、複数のテーマを設定しシステムの開発を行う。



図1 生産ロボットシステム構築実習装置



図2 電子回路基板

3. 開発テーマの設定

H課題の開発テーマは、社会的背景と標準カリキュラムを踏まえた上で、新たに発売されたセンサ

やマイコンを導入しながら設定した。

社会的背景では、「IoT」、「ビッグデータ」、「AI」を活用できる人材育成が求められており、標準カリキュラムでは次の①から⑤のシステムの設計が授業科目として設定されている。

- ① トレーサビリティ
- ② IoTを利用したデータ収集と可視化
- ③ FAシステムとITシステムの連携
- ④ 自動搬送車を含むロボット制御の検討
- ⑤ AI・機械学習の検討

2020年度は4つのテーマを設定した。設定したテーマとカリキュラムとの関連性を表1に示す。テーマ「1. 検査データ管理システムの開発」は毎年の必須テーマであり、電子回路基板の検査結果の収集と可視化を行う課題である。

テーマ設定に向けては、スマートウォッチ等のウェアラブル（wearable、身につけられる）なIoTデバイスが普及してきたことから、腕時計サイズの液晶付きWi-Fiマイコンを採用し、物体認識のためにAIコンピュータを採用した。

また、2020年度はコロナ禍の初年度であり、社会全体で感染拡大の防止に取り組んだことから、実習場内の二酸化炭素（以下、「CO2」という。）濃度の計測によって換気状態を監視したり、AIカメラでマスク着用を判定したりすることをテーマに盛り込んだ。

表1 2020年度のテーマとカリキュラムとの関連性

| | テーマ | 関連性 |
|---|--------------------|-----|
| 1 | 検査データ管理システムの開発 | ①② |
| 2 | 作業環境・稼働状況監視システムの開発 | ②③ |
| 3 | 異物検知システムの開発 | ③⑤ |
| 4 | 作業員の体調管理システムの開発 | ⑤ |

2021年度は3つのテーマを設定した。設定したテーマとカリキュラムとの関連性を表2に示す。

テーマ設定に向けては、Webページに撮影動画を配信できるWi-Fiカメラや、体表面の温度分布をサーモグラフィ画像として表示できる非接触温度セ

ンサを採用した。

また、2021年度からはDXの推進に取り組んだ。DXを推進する第一歩として、ダッシュボードを用いて重要業績評価指標（KPI：Key Performance Indicator。以下、「KPI」という。）をリアルタイムに可視化する方法がある⁽⁷⁾。ダッシュボードとは、データを数値やグラフで視覚的に表現し、その他の情報と共に1つの画面にまとめることで、情報を一元的に把握可能にするツールである。ダッシュボードを導入することで、作業員が自ら進んでKPIを観測し、具体的なアクションにつなげることで、生産性を向上させることができる。

そこで、検査データや環境データを可視化するダッシュボードの開発をテーマに盛り込んだ。

表2 2021年度のテーマとカリキュラムとの関連性

| | テーマ | 関連性 |
|---|-----------------|-----|
| 1 | 検査データ管理システムの開発 | ①② |
| 2 | 作業環境監視システムの開発 | ② |
| 3 | 作業員の体調管理システムの開発 | ⑤ |

2022年度は5つのテーマを設定した。設定したテーマとカリキュラムとの関連性を表3に示す。

テーマ設定に向けては、バッテリー駆動によって持ち運ぶことができるタッチパネルコンピュータを採用した。

また、2022年度はGXの実現に向けたカーボンニュートラルの推進にも取り組んだ。カーボンニュートラルとは、生産活動によって排出される温室効果ガスの「排出量」から、植林、森林管理などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることである。カーボンニュートラルを達成するためには、温室効果ガスの中でも特に排出量の多いCO2の排出量を削減する必要がある。CO2の削減に向けては、CO2排出量を把握し、再生可能エネルギーを導入し、省エネに取り組むことが重要である。

そこで、ステーション稼働時のCO2の排出量を把握することをテーマに盛り込み、機器の消費電力を測定するワットチェッカーと低消費電力な電子ペーパー付きWi-Fiマイコンを採用した。

表3 2022年度のテーマとカリキュラムとの関連性

| | テーマ | 関連性 |
|---|----------------------|-----|
| 1 | 検査データ管理システムの開発 | ①② |
| 2 | 異物検知・通知システムの開発 | ③⑤ |
| 3 | ステーション監視システムの開発 | ② |
| 4 | 異常温度検査システムの開発 | ② |
| 5 | 空気環境・CO2排出量監視システムの開発 | ② |

4. 仕様書と作業計画の作成

毎年、ロボットコースに配属された5から6名の学生に開発テーマを提示し、各テーマに1から2名の担当者を割り当てシステムの開発を行った。

開発テーマの提示では、テーマ名と開発の目的、システムを構成するセンサやマイコン、そして簡単なシステム構成を提示した。また、システムの開発ではテーマごとに仕様書と作業計画を作成させ、プログラムの作成を行った。

仕様書の作成では、「5W1H」、「ハードウェア、ソフトウェアの構成要素と通信方法」、「詳細設計と状態遷移」の3つの観点から内容が明確になるようにレビューを繰り返した。仕様書への記載項目と観点を表4に示し、実際に学生が作成した仕様書を図3に示す。

表4 仕様書への記載項目と観点

| | 項目 | 観点 |
|---|----------|--------------------------|
| 1 | システム概要 | 5W1Hにおいて目的と目標を明確にする |
| 2 | システム構成図 | ハードウェア構成と通信方法を明確にする |
| 3 | 開発環境 | 使用するハードウェアとソフトウェアを明確にする |
| 4 | データ一覧表 | 生産データの型や具体例、工程上の遷移を明確にする |
| 5 | システムの機能 | ユーザに提供するサービス等を明確にする |
| 6 | 画面遷移図 | ユーザの操作等に応じた画面遷移を明確にする |
| 7 | 画面レイアウト図 | 情報のレイアウトと表示内容を明確にする |
| 8 | 装置外観図 | 機械科に伝えるケース製作イメージを明確にする |
| 9 | 操作手順 | ユーザのユーザビリティを明確にする |

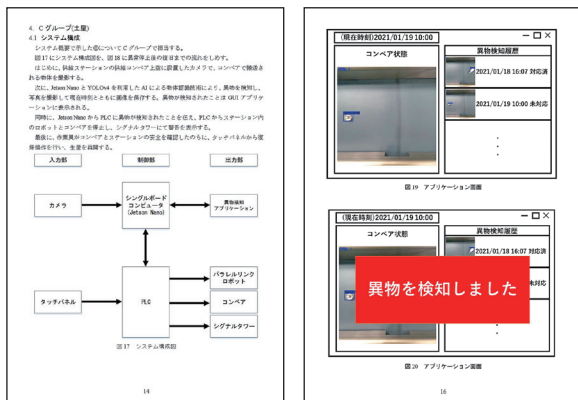


図3 作成した仕様書
(左：システム構成図，右：画面レイアウト)

また、作業計画の作成ではガントチャートを用いた。作成したガントチャートを図4に示す。チャートの作業項目については学生各自の経験から作業を分解し、作業担当者が割り当てられた。作業予定を緑色の横棒グラフで描き、作成の進捗に合わせて実績のグラフが赤色で塗りつぶされた。



図4 ガントチャート

実際の実習では、3か月間の中で、仕様書の作成に3週間、プログラム作成に4週間、そして発表準備と報告書作成に2週間を要し開発が行われた。

5. 成果物の一例

5.1. 検査データ管理システム (2022年度)

生産現場では、DXの推進の一環として、生産性の向上に向けた改善活動を実施するために、生産状況を可視化し、担当者が問題点を発見しやすくする。そこで、各ステーションの検査データを収集して、ダッシュボードとして可視化する検査データ管理システムを開発した。

システム構成図を図5に示す。システムは検査

データを保持するPLCとPCから構成され、PC上ではDBサーバ、Webサーバ、DB通信プログラム、Webアプリケーションが動作する。DBサーバにはMariaDBを、WebサーバにはApacheを、PLCの検査データを収集するDB通信プログラムの作成にはVisual C#とMX Componentを、ダッシュボードを表示するWebアプリケーションの作成と画面デザインにはPHP、HTML、CSS及びJavaScriptを用いた。

ダッシュボードを図6に示す。ダッシュボードには、一日の検査数や良品数、各ステーションの良品率グラフなどのKPIが表示される。円グラフの表示にはChart.jsのDoughnut Chartsを用いた。

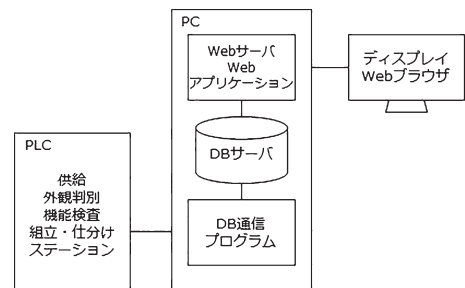


図5 システム構成図

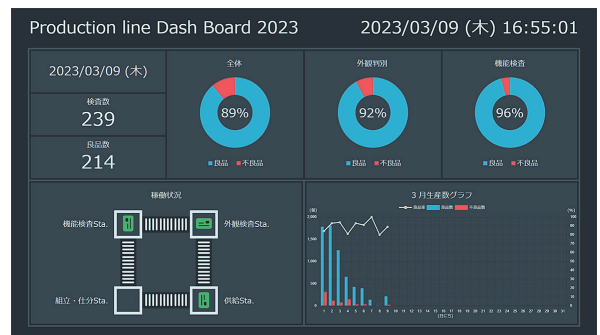


図6 検査データ管理システム ダッシュボード

5.2. 稼働状況管理システム (2020年度)

生産現場では、生産設備の稼働率を向上させるために、ダウンタイムの削減が課題となっている。そこで、安全扉の開閉状態や非常停止ボタン、ブレーカの負荷電流から、生産設備の稼働状況を監視するために、稼働状況管理システムを開発した。

システム構成図を図7に示す。システムはPLC、電流センサ、Wi-Fiマイコン (ESP32-DevKit, Espressif Systems)、PC及び液晶付きWi-Fiマイコン (M5Stack

Core2, Espressif Systems) から構成される。

稼働状況表示画面を図8に、マイコンを手首に装着した様子を図9に示す。PCからPLCに接続された安全扉と非常停止ボタンの変化を、また、電流センサによってブレーカの負荷電流の変化を監視し、異常時には液晶付きマイコンに警告を表示するとともに合成音声を再生して作業者に警告する。

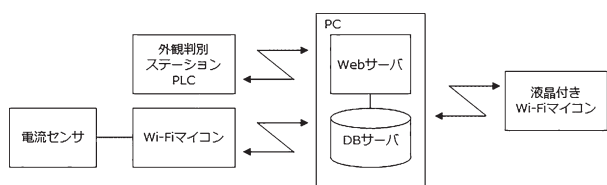


図7 システム構成図



図8 稼働状況表示画面



図9 手首に装着した様子

5.3. 作業環境監視システム (2021年度)

労働安全衛生規則では、作業場の温湿度と照度の測定と調節が義務付けられており、コロナ禍では換気が励行されている。また、近年の生産ラインはロボットによる自動化で生産性が向上しているが、生産設備の状態監視が課題となっている。そこで、作業場の環境数値とカメラ映像をダッシュボードとして可視化する作業環境監視システムを開発した。

システム構成図を図10に示す。システムは各種センサと液晶付きWi-Fiマイコンからなる環境測定器と6台のWi-Fiカメラ (ESP-EYE, Espressif Systems)

及びPCから構成される。

環境測定器とWi-Fiカメラを図11に、ダッシュボードを図12に示す。環境測定器は温湿度・気圧センサ、照度センサ、CO2センサ及びマイコンで構成され、機械科が製作したケースに収められた。また、Wi-Fiカメラは機械科が製作した治具を用いて、実習室の入り口と各ステーションに向けて設置した。

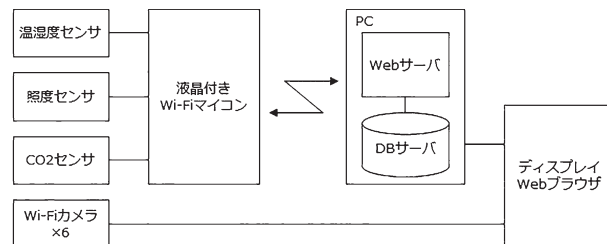


図10 システム構成図

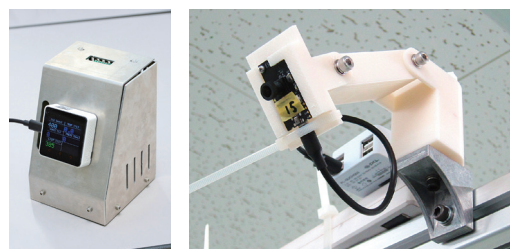


図11 環境測定器とWi-Fiカメラ



図12 作業環境監視システム ダッシュボード

5.4. 空気環境・CO2排出量監視システム (2022年度)

近年、働き方改革の一環として、空気環境の改善によって生産性を向上させる取り組みがなされている⁽⁸⁾。また、GXの実現に向けて、生産活動によるCO2排出量と森林によるCO2吸収量を見える化する取り組みもなされている。そこで、空気環境とCO2排出量をダッシュボードとして見える化する空気環境・CO2排出量監視システムを開発した。

システム構成図を図13に示す。システムは温湿

度センサ (BME680, BOSCH), CO2センサ (MH-Z19C, Winsen Electronics) 及びWi-Fiマイコンからなる環境測定器と, Bluetoothワットチェッカー (RS-BTWATTCH2, RATOC Systems), PC及び電子ペーパー付きWi-Fiマイコン (M5Paper, M5Stack Technology) から構成される。DBサーバにはInfluxDBを, データ可視化ツールにはGrafanaを用いた。

環境測定器を図14に, 環境数値表示装置を図15に, ダッシュボードを図16に示す。ワットチェッカーによって機能検査ステーションのロボットの消費電力を測定し, ダッシュボードに1か月間連続稼働した際のCO2排出量と排出されたCO2を吸収するのに必要な杉の木の本数を表示した。

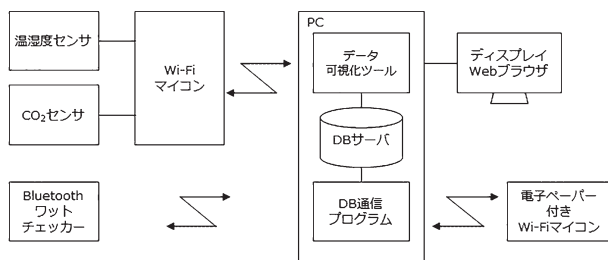


図13 システム構成図

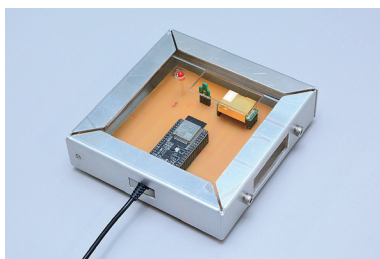


図14 環境測定器

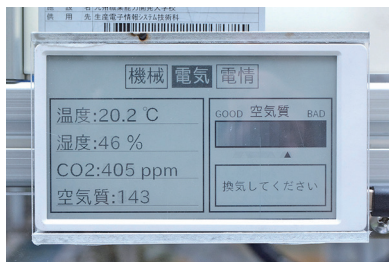


図15 環境数値表示装置

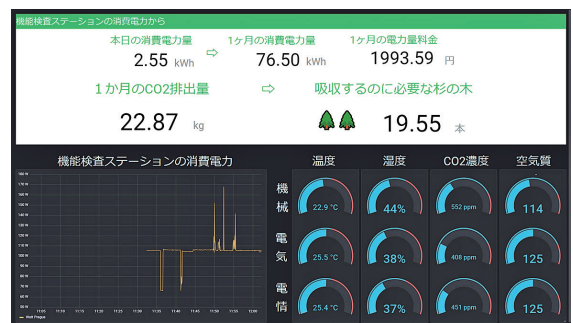


図16 監視システム ダッシュボード

5.5. 異物検知システム (2020年度)

生産ラインに異物が混入すると, コンベヤの故障や作業員の人身事故につながる。そこで, コンベヤに投入される物体を認識し, 異物が検出された際はステーションの運転を停止し, 作業者に異常を通知する異物検知システムを開発した。

システム構成図を図17に示す。システムは主にコンベヤを撮影するカメラ (Pi Camera, RS Components) と物体を認識するAIコンピュータ (Jetson Nano, NVIDIA) から構成される。

物体認識にはYOLOv4を用い (2022年度はYOLOv5を用いた。), 異物として「ナット」, 「スペーサー」, 「IC」, 「ボタン電池」, 「電子回路基板」の画像をそれぞれ100枚ずつGoogle Colaboratoryを用いてラーニングさせた。

異物検知結果表示画面を図18に示す。AIコンピュータ上で動作するYOLOがコンベヤ上を流れる物体の撮画像から異物を認識すると, PLC経由でステーションの運転を停止させ, 作業者に画面表示と音声再生で異常を通知する。

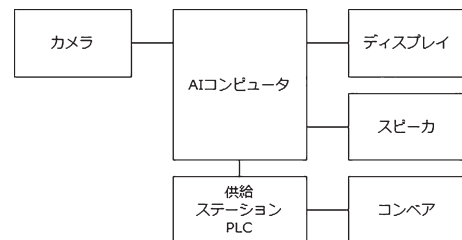


図17 システム構成図



図18 異物検知結果表示画面

5.6. 作業員の体調管理システム（2020年度）

コロナ禍ではマスクの着用や入場時の検温が新しい生活様式となり、生産現場においても同様の取り組みがなされている。そこで、入場する際に体温の測定とマスク装着の判定をし、音声によって異常を警告する作業員の体調管理システムを開発した。

システム構成図を図19に示す。システムは距離センサ、赤外線アレイセンサ（AMG8833, SWITCH SCIENCE）、カメラ、シングルボードコンピュータ、小型ディスプレイ及びスピーカで構成される。マスク装着の判定にはYOLOv4とMask Wearing Datasetを用いた。

体調管理システムの外観と結果表示画面を図20に示す。はじめに、装置から作業員までの距離を測定し、画面表示と音声で適切な距離まで誘導する。次に、体温を測定し距離に応じた実際の体温を推定する。最後に、YOLOでマスクの装着を判定し、画面に結果を表示する。作成したシステムは機械科が製作したケースに収められた。

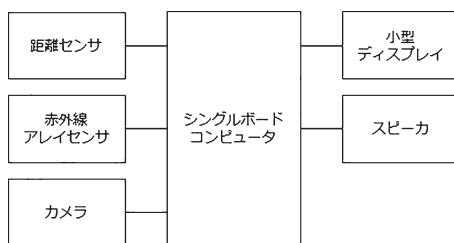


図19 システム構成図



図20 体調管理システムの外観と結果表示画面

5.7. 異常温度検知システム（2022年度）

生産設備の分電盤に配線の緩みやケーブルの劣化による異常があると、漏電による感電や過熱による火災を引き起こす恐れがある。そこで、分電盤の異常温度を可視化して記録するために異常温度検知システムを開発した。

システム構成図を図21に示す。システムはカメラ、非接触温度センサ（D6T-32L-01A, OMRON）、マイコン及びタッチパネルコンピュータ（reTerminal, Seeed Studio）で構成される。

システムの外観を図22に、撮影画面を図23に示す。画面の作成にはPython, Tkinter及びseabornを用いた。作成したシステムは、持ち運んで測定できるように、機械科が製作したケースに、コンピュータとセンサが一体化する様に収められた。画面の左側にはカメラの撮影像が表示され、右側には1秒ごとにサーモグラフィ画像が表示される。

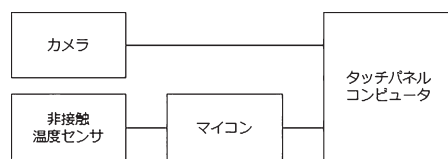


図21 システム構成図



図22 異常温度検知システムの外観



図23 撮影画面

6. 標準課題実習発表会の開催

2021年3月16日、コロナ禍の中、生産ロボットシステムコース標準課題実習H課題発表会を開催した。当日は70名以上の学生と指導員の出席によって、会場が密になることが予測されたため、出席者を2部屋に分け、発表の様子をビデオ会議システムで別室へ生中継した。生中継では、三脚に固定したWebカメラで発表者とスクリーンを撮影し、Microsoft Teamsを用いて配信し、中継会場のスクリーンに上映した。

発表会当日は、生中継が途切れることはなく、音声も明瞭であったが、発表会場の照明の関係で中継会場の上映スライドの色が薄かったり、カメラの向きの関係で、質疑応答の様子が伝わりにくかったりと課題は残った。発表会場の様子の中継用Webカメラを図24に、中継会場の様子を図25に示す。

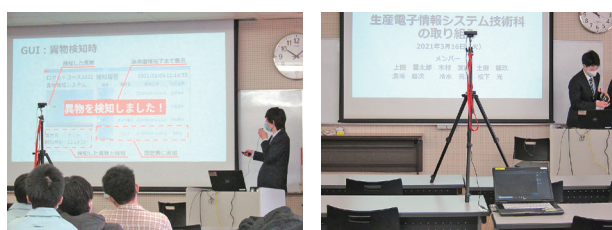


図24 発表会場の様子と中継用Webカメラ



図25 中継会場の様子

7. おわりに

生産ロボットシステムコースの生産電子情報システム技術科において、2020年度から標準課題実習ロボット機器運用課題実習(H課題)に取り組んだ3年間の成果について報告した。

DXとGXの推進に向けて、社会的背景と標準カリキュラムを踏まえた上で、IoTとAIに関する新技術を採用しながら、開発テーマを設定し、システム開発実習を実施した。

学生たちはコロナ禍の中、工程管理の下、短期間で開発実習に取り組んだ。仕様書の作成では、設計内容が明確になるまでレビューを繰り返し、プログラムの作成では、Wi-Fiマイコンやリアルタイム物体認識システムといったIoT、AI技術を適用し、生産情報や環境情報をダッシュボードで可視化するなどして、DXとGXを推進する実用的で見栄えの良いシステムを開発した。また、発表会では会場をビデオ会議で中継し、三密を避けることができた。

今後もDXとGXの推進に向けて、新たな機器や技術を活用した課題設定を行い、生産システム系3科が協力しながらロボット、AI、IoT技術を活用したシステム開発に取り組むたい。

<参考文献>

- (1) 日本経済再生本部：ロボット新戦略 (2015)
- (2) 厚生労働省：第10次職業能力開発基本計画 (2016)
- (3) 内閣官房 日本経済再生総合事務局：未来投資戦略2017 (2017)
- (4) 経済産業省：DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～ (2018)
- (5) 首相官邸：第二十三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説 (2020)
- (6) 経済産業省：GXリーグ基本構想 (2022)
- (7) データビズラボ株式会社：BIツールで構築する「ダッシュボード」とは？活用方法やメリットを解説 (<https://data-viz-lab.com/dashboard>)
- (8) ダイキン工業株式会社：働き方改革に、思いもよらない答えが!? オフィスの生産性は、空気で大きく変わる。 (https://flame.kataribecms.com/page/411/page_show)

本文中で使用した会社名、製品・サービス名は、各社の商標または登録商標である。

職業訓練指導員のための 「ヒト・モノ・カネ」の基礎と実践 講義1 「ヒト」についての重要性

職業能力開発総合大学校 職業訓練コーディネーターユニット 原 圭吾

1. はじめに

現代のビジネス環境では、企業が持続的な成長を遂げるために、さまざまな要素が重要となっています。その中でも、「ヒト」、「モノ」、「カネ」の3要素は企業の経営資源と呼ばれ、特に重要です。したがって皆様が企業を支援していくためには、この3要素の理解は欠かすことができないものです。そこで本講では、これら3つの要素を理解していただくことを目的に、3回の講義を通じてわかりやすく説明したいと考えています。各回の主な内容は次のとおりです。

1.1 講義1「ヒト」についての重要性

講義1では、「ヒト」についての重要性を探求します。人材育成の重要性や能力評価の意義、技能伝承の重要性などを学びます。皆様は企業内での人材育成や適切な能力評価の重要性を理解するとともに、AI時代における人材の役割と活用方法を把握することができます。

1.2 講義2「モノ」についての重要性

講義2では、「モノ」についての重要性を探求します。特に生産性向上の観点から、資産や資材が企業の生産に与える影響について学びます。またデジタル化によるモノの効率的な管理や適用についても考えます。皆様は生産性の視点から、企業を俯瞰的に捉えることの重要性を理解していただきます。

1.3 講義3「カネ」についての重要性

講義3では、「カネ」についての重要性を解説します。企業支援におけるカネの意味や財務管理の基礎、経営診断の意義、そして損益分析の重要性と財務状況の把握について学ぶことで、皆様は企業の財務面を適切に管理する重要性を理解し、支援のための手法を習得することができます。

これら3回の講義を通じて、皆様は「ヒト」、「モノ」、「カネ」という要素が企業支援において重要であることを理解し、それぞれの要素を最適に活用するための知識や手法を身につけることができます。

2. 講義の特徴と受講方法

この講義では、好きなタイミングで視聴できるオンデマンド動画を提供します。皆さんは、スマートフォンやパソコンから、簡単にアクセスできるQRコードまたはURLを使用して、講義にアクセスしてください。ただし、講義を視聴するためにはインターネット接続が必要となります。通信料は自己負担となる場合がありますので、ご了承ください。自宅や外出先など、自分に合った場所で講義を受けることができます。また内容を忘れたときや再度確認したいときには、繰り返しアクセスしてください。さらに発展した内容を学びたい方は、講義をベースとして、ご自身で探求されると良いと思います。

3. 講義1 「ヒト」についての重要性

3.1 人材育成の重要性と方法

人材育成は企業の長期的な成功に欠かせない要素です。優れた人材を育成することで、組織の競争力を向上させ、イノベーションや持続的な成長を促進することができます。人材育成のためには、以下の方法が有効です。

①体系的な学習と段階的な育成

人材育成は体系的な学習と段階的な育成のアプローチが重要です。体系的な学習は、従業員に対して必要な知識やスキルを組織的に教育するプロセスです。カリキュラムや訓練プログラムを設計し、従業員の能力や成長に応じた段階的な育成を促進します。段階的な育成では、基礎的な訓練からステップバイステップで難易度を上げていくことで、従業員の成長と能力向上を支援します。

②Off-JTとOJT

Off-JTとOJTは異なるトレーニング方法であり、両方を組み合わせて人材育成を行うことが効果的です。

Off-JTは、職場外で行われるトレーニング方法です。セミナーやワークショップ、オンラインコースなどを活用し、従業員に新たな知識やスキルを提供します。我々を含めた外部の専門家を招き、特定のトピックやスキルについての専門的な教育訓練を行います。Off-JTは広範な視野を持たせることができ、従業員の能力向上や専門性の習得に役立ちます。

OJTは、実際の職場での実務経験を通じて従業員を育成する方法です。経験豊かな上司や先輩社員が新入社員や後輩社員を指導し、実際の業務に取り組む中で必要なスキルや知識を習得させます。OJTは実践的なスキルの獲得や業務遂行能力の向上に効果的であり、リアルな職場の状況において問題解決や実践的な判断力を養います。

3.2 能力評価の意義と適切な評価方法

能力評価は従業員のパフォーマンスを評価し、適切なフィードバックや成長の機会を提供するために

重要です。適切な能力評価方法を選択し、公平かつ客観的に評価することが求められます。評価には次のような方法があります。

①技能検定

技能検定は製造業において一般的な能力評価手法です。外部の機関や団体が実施する検定試験を通じて、従業員の技術力や専門知識を客観的に評価します。技能検定は一定水準のスキルを持つ従業員の認定や、スキルの向上を目指すための目標設定に役立ちます。

②星取表

星取表は従業員の能力や実績を星の数や評価基準で示す方法です。上司や上位者が従業員を評価し、能力や業績に応じて星をつけることで、明確な評価基準を提供します。

③クドバス法

クドバス法（CUDBAS法）は、小集団の仕事の遂行に必要な能力を整理し、明確化するための手法です。マトリクスを通じて、各メンバーの能力を把握し、適切な役割分担やスキルの開発を促進します。この手法を活用することで、仕事の効率性やパフォーマンスの向上を図ることができます。

3.3 技能伝承の重要性

技能伝承は、企業文化の継承、知識の保存、技術革新の促進、人材開発と育成など、多くの側面で重要な役割を果たします。次世代に貴重な技能を伝えることは、企業の持続的な発展と成長のために欠かせない要素です。

①品質と生産性の確保

製造業では、高品質な製品を効率的に生産することが求められます。技能伝承によって、経験豊富な職人や専門家から次世代の労働者に技術やノウハウを伝えることで、品質の一貫性と生産性の向上を図ることができます。伝統的な技術や製造プロセスを継承しつつ、新たな技術や最先端の生産方法と組み合わせることで、製品の品質向上と競争力の強化が可能となります。

②継続的な改善とイノベーション

製造業は常に変化する市場や技術の進歩に適応

する必要があります。技能伝承によって、過去のノウハウと経験を次世代に伝えながら、新たなアイデアや革新的な手法を導入することができます。経験豊富な職人や技術者が新たな技術やプロセスを習得し、それを次世代に伝えることで、製造業における持続的な改善とイノベーションが促進されます。

③人材開発と後継者育成

製造業では、技能の高い労働者や専門家の後継者を育成することが重要です。技能伝承によって、経験豊富なメンターが若手の労働者や学徒に対して指導やトレーニングを行い、技能や専門知識を継承することが可能となります。これにより、次世代の製造業のリーダーや技術者が育成され、企業や業界の継続的な発展が支えられます。

④安全性とリスク管理

製造業では、作業場や設備の安全性が重要な課題です。技能伝承によって、安全な作業方法や事故予防に関するノウハウが次世代に伝えられます。経験豊富な職人や専門家が安全に関する指導やトレーニングを行い、リスクを最小化することができます。技能伝承を通じて、安全な作業環境を確保し、労働者の健康と企業の信頼性を守ることができます。

3.4 AI時代における人材の役割と活用

AI時代における人材の役割は、創造性と問題解決能力の発揮、AIとの連携、そして人間らしさの表現といった要素に焦点が当てられます。人材はAIと協力しながら自身の独自性を発揮し、高度な価値創造や社会的な課題解決に貢献することが期待されています。

①創造性と問題解決能力の重要性

AIの発展によって、一部のルーチンな業務や作業は自動化される可能性があります。そのため、人材に求められる役割は、創造性や問題解決能力といった人間の独自の能力にシフトしてきます。AIが提供するデータや情報を活用し、新たなアイデアや価値を創造する能力が重要となります。

②人間とAIの連携

AIは特定のタスクやデータ処理において高い効率や精度を持っていますが、人間とAIの連携が最

も重要です。人間の洞察力や判断力、倫理的な観点などはAIには不可能なことであり、人間とAIが相互補完的に働くことで最適な結果を生み出すことができます。人材の役割は、AIを活用しながら自身の専門知識や洞察力を活かし、AIとの連携によってより価値のある業務を遂行することです。

③人間らしさの重要性

AIがますます進化する中で、人間らしさが重要な価値となります。人材の役割は、人間の情緒や感性、コミュニケーション能力、倫理的な判断など、AIが模倣できない人間特有の要素を活かすことです。顧客との関係構築や信頼構築、創造的なコラボレーションなど、人間らしさが重要となる領域での役割が求められます。

4. 講義1のまとめ

講義1では人材育成の重要性と方法、能力評価の意義と方法、技能伝承の重要性、AI時代の人材の役割と活用について学びました。次回の講義2は「モノ」に焦点をあて講義を進めていきます。お楽しみにしてください。

5. 講義1のオンデマンド動画のご案内

講義動画の視聴は下記のQRコードまたはURLからアクセスしてください。



URL <https://eqm.page.link/7YAN>

編 ■ 集 ■ 後 ■ 記

今号の特集は、「保守・点検・安全にかかる教材開発への取り組み」でした。

建設機械の保全技術，ARを用いた安全教育，作業安全実習の視点で生産現場における災害防止にむけた安全教育用の教材作成のポイントについて，紹介していただきました。

また，実践報告としては，DX，GXの推進にむけた課題実習の取り組み，PTU指導技術講座では，人材育成の重要性と方法等について「ヒト」をキーワードに解説していただきました。

職業訓練に携わる皆さまにとって，企画や実施のヒントとなれば幸いです。

また，PTU指導技術講座は，次号以降もシリーズで掲載させていただきますので，ご期待ください。 【編集 田代】

職業能力開発技術誌 技能と技術 3/2023

掲 載 2023年9月
編 集 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター
企画調整部 企画調整課
〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1
電話 042-348-5075
制 作 システム印刷株式会社
〒191-0031 東京都日野市高幡1012-13
電話 042-591-1411

本誌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