

厚生労働科学研究費補助金  
分担研究報告書

特定機械または事業場で活用されているデジタル技術マップの作成

研究代表者 山際謙太 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・機械システム安全研究グループ・部長  
研究分担者 濱島京子 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・機械システム安全研究グループ・首席研究員  
研究分担者 山口篤志 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・機械システム安全研究グループ・上席研究員  
研究分担者 緒方公俊 （独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・機械システム安全研究グループ・主任研究員

研究要旨

本報告書は、特定機械や事業場で活用されているデジタル技術の全体像を把握し、安全衛生分野への応用のための技術マップを作成することを目的としている。研究はIoT、DX、AIといったデジタル技術がクレーンの衝突防止、遠隔操作、状態監視などに広く活用されている現状を踏まえ、安全性向上の可能性を示唆する。特に導入時にリスク評価が不十分となりやすいという課題に着目し、技術の活用状況を俯瞰的に整理し、今後の制度整備や法改正のための基礎資料とする意図がある。

調査方法としては、移動式クレーンメーカー2社および化学系プラント2社へのヒアリング調査と、ASME PVP（圧力容器および配管に関する国際会議）への参加を通じて、実際に使用されているデジタル機器や技術要素を収集した。その結果をもとに、「点検・検査」「機械の監視・見守り」「操作・制御」「作業上の安全」「教育・訓練」といった観点から分類整理された技術マップが作成された。内容には、超音波探傷器、ドローン、防爆 iPhone、MEMS センサ、VR による教育支援、GNSS による位置把握、赤外線センサやネットワークカメラによる安全確保など多岐にわたる技術が含まれる。

また、デジタル庁が公開する技術マップの表現方法も参照され、今後はより視覚的・動的な技術マップの形式を検討する余地があると指摘されている。現時点では、ヒアリング結果を基にした表形式の技術マップを成果として取りまとめ、今後はさらに調査対象を拡大しながら、情報の網羅性と表現力の向上を図る予定である。

## 1. 研究目的

IoT、DX、AI などのいわゆるデジタル技術は例えばクレーン等などの特定機械の衝突防止[1]、遠隔操作[2]またはクラウドを活用した状態監視[3]などに活用されている。こうしたデジタル技術は今後加速度的に発展していくと予想される。そして、安全分野においても活用が促進されることで、現在より更に安全な労働環境を構築することが期待できる。

そこで本研究ではデジタル技術を積極的に特定機械等に関連した安全分野へ活用していくために必要な資料の作成及び課題の整理を目的とする。デジタル技術はともすれば便利さが優先され、導入に伴いリスク等が正しく評価されないことが想定される。そのために本研究で作成する資料等はリスク等の評価のために活用することができ、その点において安全分野において資する研究である。

この目的を達成するために、次に挙げる3つの目標を設定する。第一は、社会全体で活用されているデジタル技術の全体像の把握である。これにより現在のところ安全衛生分野に活用されている技術と活用されていない技術を俯瞰的に把握することができる。次に、これらの技術を安全衛生分野に活用していくためには、例えば通信速度の安定性、障害時のふるまいなどシステムの信頼性などを検討する必要がある。その結果、デジタル技術を安全衛生のために導入するにあたっての課題及び基準の整理をしていくことを第二の目的とする。そして第三の目的として、これらの技術を社会実装するためには法律上の整合性も必要になってくることから、デジタル技術の導入にあたって法令改正に必要な基礎資料の作成を試みる。

本稿では事業場におけるヒアリングにより得られた知見を元に事業場等で活用されているデジタル技術を取りまとめたデジタル技術マップの作成を試みる。

[1] 例えば 太田, "GNSS を活用した T-iDigital Field クレーン衝突防止システムの開発", クレーン, Vol. 60, No. 698, pp.28-32.

[2] 例えば 大野, "タワークレーンの遠隔操作システム", クレーン, Vol.59, No. 688, pp.34-40.

[3] 例えば 吉田, "次世代港湾クレーン遠隔監視システム CARMS", クレーン, Vol. 61, No.708, pp. 10-16.

## 2. 研究方法

本研究では、事業場におけるヒアリングおよび ASME PVP の参加により得られた知見(文献等の検索)から安全衛生に資する技術要素を抜き出し、今年度はひとまず表として整理することとした。

一方でテクノロジーマップというキーワードで検索を行うと、以下の情報を得ることができる。

- デジタル庁 テクノロジーマップ
  - <https://www.digital.go.jp/experimental/technology-map/map-data/?pattern=1>
  - <https://www.digital.go.jp/experimental/technology-map/map-data/?pattern=2>
- デジタル庁 資料 テクノロジーベースの改革のための調査研究 (57 ページ)
  - [https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic\\_page/field\\_ref\\_resources/82a1ea56-128f-4cf6-bbd5-9ef6d4b7bafc/eb3981e7/20230616\\_policies\\_budget\\_entrustment\\_deliverables\\_report\\_01.pdf](https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/82a1ea56-128f-4cf6-bbd5-9ef6d4b7bafc/eb3981e7/20230616_policies_budget_entrustment_deliverables_report_01.pdf)

これらの資料は Web ブラウザ等で表現することが前提となっている動的なマップであること、また、規制等についても詳細に検討されていることから、翌年度以降は新しく得られた知見も含みながら別の表現方法も検討していくこととする。

### 3. 研究結果及び考察

事業場（移動式クレーン2社、化学プラント2社）におけるヒアリングの結果およびASME PVPにより得られた知見（赤字）を表として取りまとめた結果を下表に示す。

|           | ボイラー・圧力容器  | 移動式クレーン   |
|-----------|--|---|
| 点検・検査     | デジカメによる写真撮影(防爆 iPhone)<br>ドローンによる点検・監視(ドローン)<br>減肉部の厚さ(超音波探傷器、非接触 3D 計測器)<br>き裂(超音波探傷器, <b>超音波探傷+5 軸 C スキャンシステム</b> )<br>剥離( <b>光干渉</b> )<br>硬さ(超音波硬度計)<br>電子日報(クラウド)  | 組み立て性、メンテナンス性(VR)   |
| 機械の監視・見守り | デジカメによる写真撮影(防爆 iPhone)<br>圧力(無線型センサー)<br>温度(無線型センサー)<br>液面(無線型センサー)<br>流速(無線型センサー)<br>振動(無線型センサー)<br>漏洩(無線型センサー)<br>計装機器状態（自己診断、弁の状態など）<br>分析計(PH,CR 計等)<br>パトロールロボット(無線機・カメラ)<br>回転機器の異常予兆検知(センサー、機械学習)<br><b>ボルト接合部の緩み検出(摩擦帯電型薄膜センサ)</b> | 荷重検出(ロードセル)<br>ワイヤロープ負荷検出(ロードセル)<br>ジブ角度(角度計, MEMS)<br>対地角(角度計, MEMS)<br>対機角(角度計, MEMS)<br>風速(風速計)<br>アウトリガー張出力(伸び系)<br>位置情報(GNSS, GPS)<br>データ転送(4(3)G/GSM, Bluetooth)<br>データ保存(クラウド) |
| 操作・制御     |  | モーメントリミッタ(CAN バス)<br>デジタルカメラ  |
| 作業上の安全    | 監視（デジタルカメラ、ネットワークカメラ, IP デジタルカメラ、ビデオストリーマ、PTZ カメラ）<br>ロボットの稼働範囲の限定(赤外線センサ)<br>安全柵インターロック(接触式・非接触式)<br>体調管理スマートウォッチ(例えば Apple Watch)  | ドラレコ(デジタルカメラ, GPS)<br>危険エリア(デジタルカメラ)<br>人の立ち入り(デジタルカメラ, 赤外線カメラ)   |

|              |   |  |
|--------------|---|--|
| <p>教育・訓練</p> | <p>墜落, 転落, 感電, 飛液(VR)<br/>                 XR による現場作業支援・ガイダンス(VR)<br/>                 災害事例 AI 検索システム(機械学習)</p> | <p>巻き込まれ(VR)<br/>                 クレーン転倒(VR)<br/>                 墜落体験(VR)<br/>                 踏み台からの落下(VR)</p> |
|--------------|---|--|

## 4. 結論

本研究では、移動式クレーン 2 社および化学プラント 2 社における事業場ヒアリングの結果をもとに技術要素を抽出し技術マップの作成を試みた。一旦は表形式で取りまとめを行なっているが、表現方法については次年度にさらにヒアリングを追加して検討することとする。

## 5. 研究発表

### 1. 論文発表

該当なし

### 2. 学会発表

該当なし

## 6. 知的所有権の取得状況

### 1. 特許取得

該当なし

### 2. 実用新案登録

該当なし

### 3. その他

該当なし

## 7. 引用文献

URL

- デジタル庁 テクノロジーマップ
  - <https://www.digital.go.jp/experimental/technology-map/map-data/?pattern=1>
  - <https://www.digital.go.jp/experimental/technology-map/map-data/?pattern=2>
- デジタル庁 資料 テクノロジーベースの改革のための調査研究（57 ページ）
  - [https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic\\_page/field\\_ref\\_resources/82a1ea56-128f-4cf6-bbd5-9ef6d4b7bafc/eb3981e7/20230616\\_policies\\_budget\\_entrustment\\_deliverables\\_report\\_01.pdf](https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/82a1ea56-128f-4cf6-bbd5-9ef6d4b7bafc/eb3981e7/20230616_policies_budget_entrustment_deliverables_report_01.pdf)