

スマートフォンを活用した設備保守業務の 手順書 DX ソリューションの研究

(Smartphone-Based Digital Transformation for Facility Maintenance Manuals)

社会インフラ施設の設備保守業務では技術継承の効率化が課題となっている。しかし、技術継承に用いられている従来の手順書では、写真や図が少なく具体的な操作方法を理解しにくいことと、ノウハウが十分に記載されていないことから、効率的な技術継承が難しかった。そこで（株）日立ソリューションズ東日本（HSE）では、スマートフォンを活用した手順書 DX（デジタルトランスフォーメーション）ソリューションの研究を行っている。本ソリューションは、スマートフォンで撮影した熟練者の業務映像をもとに、動画手順書の作成やノウハウの自動抽出をするものである。新任者は動画やノウハウが盛り込まれた手順書を用いて具体的な操作方法や注意点を事前に学習でき、技術継承を効率的にできるようになる。浄水場管理会社で本ソリューションの導入効果の検証を行い、技術継承の効率を 33%改善できることを確認した。今後は適用可能な業務の明確化などを通して導入効果の精緻化を行い、事業化に繋げていく。

清藤 駿成	Seito Takanari
西舘 嘉輝	Nishidate Yoshimitsu
篠崎 琢磨	Shinozaki Takuma
橋 祐一	Hashi Yuichi
手塚 大	Tezuka Masaru
箕浦 大介	Minoura Daisuke
瀬合 功	Sego Isao
中山 隆	Nakayama Takashi

1. 設備保守業務での技術継承

浄水場をはじめとする社会インフラ施設は、安全で快適な生活を維持するための基盤として、私たちの日常を静かに支え続けている。このような社会インフラ施設の設備保守業務で近年問題となっているのが技術の属人化である¹⁾。そして、これを解消するために熟練者から新任者への技術継承が重要視されている¹⁾。

設備保守業務は実機の操作が中心であることから、技術継承は実業務を通して行われることが多い。その際、熟練者は新任者の実業務に同行して指導を行っている。しかし、設備保守の主要な業務である設備の定期点検は月1回から年1回までと実施頻度が少ないことや、実施ごとに期間が空いてしまうことから、技術の習得に時間がかかることが多い。そのため、熟練者は新任者が業務を習得するまで繰り返し同行して指導をする必要があり、大きな負担となっている。技術継承を効率化できれば、業務品質向上に向けた点検項目の改善やキャリアアップに向けたマネジメント業務の経験など、より重要な業務に時間を割けるようになる。

2. 技術継承での手順書の重要性と課題

技術継承で重要なツールの一つが手順書である。手順書には、設備の主要な操作手順だけでなく、業務品質・安全性向上のための注意点、故障や不具合が発生した際の対応やリカバリ方法など、技術継承で重要なノウハウを盛り込むことが理想とされている²⁾。新任者はこれらを事前に学習し、イメージトレーニングを十分に行って実業務に臨むことで、一度の指導での理解度が高まり、効率的に技術継承ができるようになる。

しかし、従来の手順書では以下の点に課題があり、効率的な技術継承が難しかった。

一点目は写真や図が少なく詳細な操作方法を伝えることが難しい点である。設備保守業務は実機操作が中心であり、手順を確実に実行できるように、操作箇所がどこにあるか、どのように操作するかを確実に伝えることが重要である。しかし、従来の手順書では写真や図が少なく、操作方法や操作箇所を文章で記載しているため、理解が難しかった。

二点目はノウハウを十分に記載することが実際には難



図 1 手順書 DX ソリューションの活用の流れ

しい点である。人手不足やデスクワークに不慣れな作業者が多いことから、ノウハウは手順書に記載されず、口頭で伝えられることが多い。中には暗黙的なノウハウもあり、熟練者の姿から見て学ぶしかない場合もある。

3. 手順書 DX ソリューション

3.1 ソリューション全体像

これらの課題を解決するために、HSE ではスマートフォンを活用した手順書 DX ソリューションの研究を行っている。近年スマートフォンにはさまざまなセンサが搭載されており、大規模なセンサ群を使わずに、作業分析を実現できるようになってきている³⁾。本ソリューションではそれらのデータを活用し、熟練者業務から技術継承に必要な情報を収集して手順書に反映するものである。

本ソリューションの活用の流れは以下である (図 1)。

- (1) 熟練者業務の撮影: 業務記録アプリをインストールしたスマートフォンで熟練者の業務を撮影する。撮影した情報をもとに、動画手順書の作成やノウハウ抽出を行い、それらをもとに新手順書を作成する。
- (2) 新手順書の見直し: 新しく追加されたノウハウの文章や、各手順に紐づけられた動画区間を調整する。
- (3) 新手順書を使った自己学習: 新任者は動画やノウハウが盛り込まれた新手順書を使い、業務内容を自己学習する。
- (4) 紙面の手順書として活用: 動画手順書を紙面の手順書に変換し、実業務で活用する。

本ソリューションを活用することで、新任者は実際の業務動画から各手順の操作箇所や操作方法を具体的に確認できるようになる。また、事前に熟練者のノウハウを把握できるようになる。これにより、一度の指導での理解度が高まり、少ない数の指導で技術を習得でき、技術継承を効率的にできるようになる。

3.2 活用の流れ

活用の流れをステップごとに説明する。

(1) 熟練者業務の撮影

ステップ(1)では、熟練者と撮影者の二名体制で、熟練

者の業務を撮影する (図 2)。撮影者は熟練者の業務を撮影しながら、各手順の開始終了時刻をアプリに記録する。開始終了時刻は各手順と動画区間の紐付けに使われる。また、指導時に口頭で伝えるノウハウや未記載の手順を手動で記録していく。業務を実施しながらその場で記録することで、撮影者の質問や熟練者と撮影者の議論を通して、より多くのノウハウを記録できる。さらに、スマートフォンに搭載されたセンサを活用し、熟練者の業務から暗黙的なノウハウを自動で抽出する機能を持っている。詳しくは 3.3 節(A)で説明する。

(2) 新手順書の見直し

ステップ(2)では、新手順書を見やすくするために以下の二点の見直しを行う (図 3)。一点目は新しく追加されたノウハウの文章の見直しである。業務中に記録した文章は簡易的なものである場合が多く、これを清書していく。本ソリューションでは生成 AI (Artificial Intelligence) を活用した文章化のサポート機能を持っており、詳しくは 3.3 節(B)で説明する。二点目は各手順の開始終了時刻の見直しである。開始時刻を記録する前に熟練者が操作を始めたり、開始時刻を記録した後に手順内容の解説を行い実際の開始時刻が遅れたりするなど、実際の時刻と一致しないことがあるためである。

(3) 新手順書を使った自己学習

ステップ(3)では、新任者が完成した新手順書を活用して業務内容を事前に学習する (図 4)。新手順書は主にパソコンやタブレットでの利用を想定している。画面例では、左側に手順一覧、右側に動画が表示される。手順と動画を照らし合わせて学習することで、具体的な操作方法を理解できる。また、手順をクリックすると該当する時刻に動画が移動する。業務には待ち時間も多くあることから、実際に業務を行っている区間だけを閲覧することで効率的に学習できる。

(4) 紙面の手順書として活用

ステップ(4)では、動画手順書を紙面の手順書として印刷し、実業務で活用する (図 5)。自学自習では操作方法を理解しやすい動画手順書が適しているが、実業務では

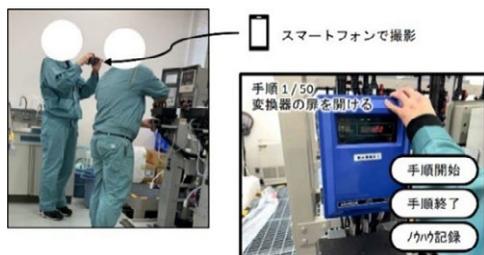


図 2 業務撮影アプリの画面例



図 3 文章見直しの画面例



図 4 動画手順書の画面例



図 5 紙面手順書の例

パソコンなどを作業場に持ち込めないことがあるためである。ここで、紙面の手順書でも各手順の操作箇所を確認できるように、各手順の写真を1件1件載せている。

3.3 HSE ソリューションの強み

本ソリューションと類似するものとして、技術継承を支援するために動画手順書の作成支援ソリューションが他社からも提供されている^{4),5)}。HSE ソリューションでは、スマートデバイスに搭載されたセンサや生成 AI を活用した以下の機能を通して、より多くのノウハウを反映でき、新任者の理解を高める文章を作成できる点に強みを持っている。

(A) 暗黙的ノウハウの抽出機能

一つ目の機能は熟練者の暗黙的なノウハウを抽出する機能である。前述のように業務記録アプリはノウハウを手動で記録する機能を持っているが、熟練者が手癖で実施している操作は記録から漏れてしまうことが多い。例えば、簡易なパラメータの調整、些細な部品の清掃などである。本ソリューションでは、近年スマートフォンに搭載されることが多くなった LiDAR (Light Detection And Ranging) センサを活用し、熟練者が設備を操作(接触)しているタイミングを特定し、それを各手順と紐付けることで、手順書に書かれていない暗黙的ノウハウを抽出する機能を実装している^{6),7)}。

(B) 生成 AI による文章化サポート機能

二つ目の機能は生成 AI による文章化のサポート機能である。文章の見直しでは、表記揺れがないように、記載の粒度をそろえる、フォーマルな表現にする、新任者

に伝わりやすい表現にする、などのことを考慮する必要がある。本ソリューションではこれをサポートするために、文章や動画を入力できるマルチモーダルな生成 AI を活用し、従来の手順書の文章から表現を事前に学習させ、文章化したい手順に対応する動画を入力することで、期待する文章を生成する機能を実装している。

4. 浄水場管理会社での導入効果検証

4.1 目的と方法

浄水場管理会社で本ソリューションの導入効果の検証を行った。本ソリューションを活用して2件の業務(水質計器の清掃・校正業務)の新手順書を作成し、その新手順書を9名の作業員に確認いただいた。一つの業務の習得に必要な指導回数について、導入前の実績回数と導入後の見込み回数をアンケートで回答いただいた。また、事前アンケートで本ソリューション導入後に期待する指導回数も回答いただいた。

4.2 結果

検証結果を図6に示す。指導回数について一つの業務当たり1.7回分(33%)の削減効果が見込まれ、これは顧客の期待以上の効果であることが分かった。これにより、現状熟練者が月4回(年48回)行っている技術指導を月2.6回(年32回)に削減できる。指導回数を削減できる要因として、動画で予習でき理解度を高めることができること、基本的な操作内容は網羅されており対面で聞く必要がなくなること、動画を見返せることで不安を軽減できること、などが挙げられた。

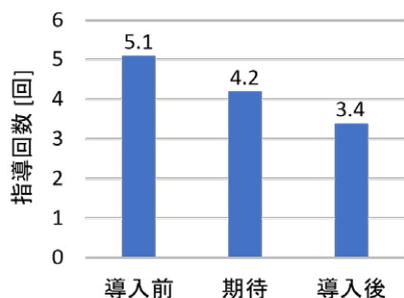


図 6 指導回数の削減効果

また、本ソリューションの波及効果として、一通りの業務を習得するのにかかる期間と指導コストの削減効果を試算した。浄水場管理業務全体が 200 業務、指導頻度が週 2 回、指導時間が 8 時間/回、総業務時間を 150 時間/月を仮定すると、期間は(5.1-3.4)回/業務×200 業務÷2 回/週÷52 週/年=3.3 年短縮、作業員一人当たりの指導コストは(5.1-3.4)回/業務×200 業務×8 時間/回÷150 時間/月=18.1 人月削減できる見込みである。

5. 今後の展望

本ソリューションの事業化に向けて、今後は適用可能な業務の明確化に取り組んでいく。顧客へのヒアリングで、本ソリューションは実施頻度が年に 1 回など非常に少ない業務で特に効果的であるとの意見をいただいている。重要度が高く毎年熟練者が担当しており新任者が経験を積みにくいことや、熟練者であっても毎年時間をかけて準備する必要がある習得が難しい業務であるためである。これらの取り組みを通して、業務導入効果を精緻化し、顧客への提案を加速させていく。

HSE では北海道・東北地域の中小企業でも気軽に導入できるスマートフォンのセンサを活用した業務アプリケーションの研究開発に今後も注力していく。特に直近では、農業 DX に向けた取り組みとして、スマートフォンの加速度センサなどの動作データを活用した農作業をデジタル化する技術の研究を行っている。これらの活動を通して、北海道・東北地域の活性化に貢献していく。

参考文献

- 1) 茨城県, 他: 水道事業の次世代への継承に関する調査研究, 2017
- 2) 竹野: 目で見てわかる 稼げる機械保全「作業手順書」のつくり方・使い方, 日刊工業新聞社, 2015
- 3) 井上: ウェアラブルセンサを用いたヒューマンセンシング, 知能と情報, Vol. 28, No. 6, pp. 170-186 (2016.12)
- 4) Dive, エピソテック株式会社, <https://divedx.com/ja/> (参照: 2025-12-5)

- 5) Teachme Biz, 株式会社スタディスト, <https://biz.teachme.jp/> (参照: 2025-12-5)
- 6) 清藤, 他: 作業ノウハウ抽出システム、およびプログラム, 特願 2024-25942 (2024.2)
- 7) 篠崎, 他: 接触の有無による作業手順の抽出システムの構築, 情報処理学会 第 87 回全国大会 (2025.3)



清藤 駿成 2017 年入社
研究イノベーション推進本部
研究開発部
研究開発プロジェクトの取り纏め



西舘 嘉輝 2024 年入社
研究イノベーション推進本部
研究開発部
自社サービスの研究開発



篠崎 琢磨 2022 年入社
研究イノベーション推進本部
研究開発部
自社サービスの研究開発



橋 祐一 1992 年入社
研究イノベーション推進本部
研究開発部
自社サービスの研究開発



手塚 大 1994 年入社
研究イノベーション推進本部
研究開発戦略の策定, 研究イノベーションによる事業強化の推進



箕浦 大介 2003 年入社
社会基盤ソリューション第三本部
ソリューション推進部
公共分野での新規ソリューション企画・開発



瀬合 功 2007 年入社
社会基盤ソリューション第三本部
ソリューション推進部
公共分野での新規ソリューション企画・開発



中山 隆 1991 年入社
営業第二本部 デジタルソリューション拡販センタ
新事業企画・推進