

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

対象業務（法令）	高圧ガス保安法第59条の35第1項及び第62条第1項～5項に係る立入検査				
実証の全体像	<p>本実証では、対象法令に基づき実施されている立入検査について、カメラ付きのウェアラブルデバイスや汎用的なオンライン会議システム等の活用により、検査の効率化・省人化を図ることができるかを検証した。</p> <table border="1" data-bbox="672 396 2372 664"> <tr> <td data-bbox="672 396 1192 568"> (1) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる情報取得 </td> <td data-bbox="1192 396 2372 568"> モバイル通信等により遠隔地から制御可能な非常設のカメラ等を用いて、静止画又は動画データを取得し、遠隔地に送信することにより、現地で行う施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況や品質表示の適切性の検査等の検査、関係者への質問と同等以上の精度で、各規制が求める基準を満たしているか否かの判断に資する情報を収集する。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="672 568 1192 664"> (2) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる検査データの管理 </td> <td data-bbox="1192 568 2372 664"> (1)のような技術活用を通じて遠隔地に送信された静止画、動画データを保存して、検査・調査データとして管理する。 </td> </tr> </table> <div data-bbox="672 678 1783 1049"> </div>	(1) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる情報取得	モバイル通信等により遠隔地から制御可能な非常設のカメラ等を用いて、静止画又は動画データを取得し、遠隔地に送信することにより、現地で行う施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況や品質表示の適切性の検査等の検査、関係者への質問と同等以上の精度で、各規制が求める基準を満たしているか否かの判断に資する情報を収集する。	(2) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる検査データの管理	(1)のような技術活用を通じて遠隔地に送信された静止画、動画データを保存して、検査・調査データとして管理する。
(1) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる情報取得	モバイル通信等により遠隔地から制御可能な非常設のカメラ等を用いて、静止画又は動画データを取得し、遠隔地に送信することにより、現地で行う施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況や品質表示の適切性の検査等の検査、関係者への質問と同等以上の精度で、各規制が求める基準を満たしているか否かの判断に資する情報を収集する。				
(2) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる検査データの管理	(1)のような技術活用を通じて遠隔地に送信された静止画、動画データを保存して、検査・調査データとして管理する。				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="879 1063 1567 1092"> 図1 本実証で活用する遠隔支援システム（LINKLET）の概要 </div> <div data-bbox="2000 1063 2204 1092"> 図2 本実証の様子 </div> </div>					
<p> 現行の立入検査の手法等にとらわれず、デジタル技術を用いた遠隔検査の代替可能性を具体的に検証するにあたり、実効性や安全性の観点等から、特に以下の点を確認した。 (A)遠隔検査可否の確認：通信可否、安全性の確保、現場作業者の追加負荷の観点から遠隔検査が可能といえるか。 (B)遠隔検査の効率性確認：遠隔支援による、遠隔支援者の移動時間の削減、遠隔支援による1日あたりの検査可能数。 (C)データ保存・管理の確認：遠隔支援時の記録保存の信頼性。 </p>					

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の概要】

実施体制	<p>本実証においては、多様な現場条件(立地、屋内/屋外、通信環境、対象設備、対象業務、周辺環境等)に対する遠隔支援での対応可否を確認するために、実際に対象法令に基づく検査が行われる「A社B事業所(フッ素化学製品等の製造工場)」及び、「C社D事業所(高圧ガス製造事業所)」の2か所で、従来業務との比較検証やデモや検査実施者へのヒアリング等を通じて、立入検査の遠隔化の可否を確認した。</p> <p><体制> Fairy Devices株式会社：実証場所の手配、実証の実施、実証結果の解析、報告書の作成等 協力事業者A：実証場所の提供 協力事業者C：実証場所の提供</p>
実施期間	2023年10月2日から2024年1月31日

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の詳細】

技術実証の方法

■ 実証の方法：現場にTHINKLETを装着した現地の人間を検査員の代理人（現場作業員）として、遠隔から検査を実施する検査員（遠隔支援者）との間を、LINKLETによりMicrosoft Teams/Zoomなどの一般的に普及した遠隔会議システムと接続した。

<THINKLETの概要>

システム(サービス)名称：THINKLET

概要：専用のLTE搭載首掛け型ウェアラブルデバイス

特徴：

- LTEを搭載しWi-Fi等の設定なく遠隔支援が可能
- 現場作業員の身体的な負荷が小さい
- 超広角カメラ(120度x90度)を搭載し、ブレが極めて少なく品質の高い映像を取得可能
- 5個のマイクを備えており、現場騒音環境でもクリアな音声を取得可能

<LINKLETの概要>

システム(サービス)名称：LINKLET

概要：THINKLETを、世界的に普及するMicrosoft Teams/Zoomなどのビデオ会議システムと連携させるサービス。新たに複雑な操作を覚えることなくスムーズな導入が可能となる。

- 現場作業員は電源を入れたデバイスを装着するだけでよく、世界的に普及したMicrosoft Teams/Zoomをインターフェースとしているため支援者にとってもシステムに習熟するためのコストが小さい。
- 首掛け型のウェアラブルデバイスであるTHINKLETを利用するため、頭部に装着するウェアラブルデバイスと比較して以下のような特徴がある。
 - 現場作業員の身体的な負荷が小さい。
 - ブレが極めて少なく品質の高い映像を取得できる。
 - 現場騒音環境でもクリアな音声を取得できる。
- THINKLETには、3つのボタンがついており、現場作業員がカメラオン/カメラオフ、マイクオン/マイクオフ、音量調整、会議退出、等を行うことも可能である。



図3 ウェアラブルデバイス (THINKLET)

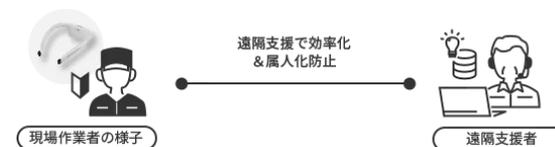


図4 遠隔支援システム (LINKLET)

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の詳細】

実証場所① A社B事業所

実施日：2023年11月13日(実証1回目)/2023年11月30日(実証2回目)

- 実証1回目の結果に基づき、実証2回目に向けた実証内容の改善(遠隔検査手順の導線確認、追加データ取得箇所の設定、並びに、追加ヒアリング内容の設計等)を実施。

実証項目：

(A)-①遠隔通信可否の確認、(A)-②安全性の比較、(A)-③現場作業者の追加負荷の確認、等を実施した。

- 現在の通信環境確認：高圧ガス保安法に基づく立入検査を、消防局と協力事業者の立会いのもと視察した。通信環境、通信可否等の確認を行い、遠隔検査の代替可能性を検討するに当たっての前提情報を得た。
- 遠隔検査（デモで実施）：THINKLETを装着した現場作業者を検査現場に派遣し、現場作業者の視点が分かるように画面を遠隔支援者に共有し、施設・設備、帳簿類等の特に検査をしたい箇所は高画質写真を撮影して確認した。遠隔の会議室ではその映像を見て不備がないかの確認、検査対象の写真撮影・データ保存等を実施し、検査のチェックポイントや現場の状況、所要時間等を確認した。

(B)-④遠隔支援者の追加負荷、(B)-⑤工数比較、(C)-⑥信頼性比較に関して、自治体消防及び協力事業者の現場担当へのヒアリングを実施した。

- THINKLETを装着した現場作業者及び遠隔から現場確認を行った検査者に対して、検査担当者の視点から見て立入検査の代替に使える技術かどうかを確認するために、追加負荷や検査工数、取得データの信頼性等に関するヒアリングを実施した。

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の詳細】

実証場所② C社D事業所

実施日：2023年11月28日(実証1回目)/2023年12月22日(実証2回目)

- 実証1回目の結果に基づき、実証2回目に向けた実証内容の改善(遠隔検査手順の導線確認、追加データ取得箇所の設定、並びに、追加ヒアリング内容の設計等)を実施。

実証項目：

(A)-①遠隔通信可否の確認、(A)-②安全性の比較、(A)-③現場作業者の追加負荷の確認、等を実施した。

- 現在の通信環境確認：高圧ガス保安法対象施設においてTHINKLETを装着した現場作業者を現地に派遣し、通信環境、通信可否等を確認し、遠隔検査の代替可能性を検討するに当たっての前提情報を得た。
- 遠隔検査（デモで実施）：THINKLETを装着した現場作業者を検査現場に派遣し、現場作業者の視点が分かるように画面を遠隔支援者に共有し、施設・設備、帳簿類等の特に検査をしたい箇所は高画質写真を撮影して確認した。遠隔の会議室ではその映像を見て不備がないかの確認、検査対象の写真撮影・データ保存等を実施し、検査のチェックポイントや現場の状況、所要時間等を確認した。

(B)-④遠隔支援者の追加負荷、(B)-⑤工数比較、(C)-⑥信頼性比較に関して、協力事業者の現場担当へのヒアリングを実施した。

- THINKLETを装着した現場作業者及び遠隔から現場確認を行った検査者に対して、検査担当の視点から見て立入検査の代替に使える技術かどうかを確認するために、追加負荷や検査工数、取得データの信頼性等に関するヒアリングを実施した。

更に、作業者の安全を向上するため、危険な状況(ガス漏れ等)を察知した際などに、THINKLETの物理ボタンの操作不要で、現地に設置されたセンサーの信号や遠隔地からの緊急電源オフ命令などにより、外部から主電源をオフにできることを確認した。これにより、可燃性ガスの発火源となり得る通常の電子機器と異なり、より広いエリアで利用可能となると考えられる。

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の結果】

結果の評価の観点	確認項目が達成できているかを具体的に確認するにあたっては、立入検査の業務実態等も踏まえて、以下の目標をそれぞれ設定するとともに、現状の業務との比較評価も実施した。	
結果の評価のポイント・方法	技術実証項目	目標
	【確認項目(A)-①】 通信可否の確認	I.現場にてLTEもしくはWi-Fiにてスマートフォンと同等の通信接続ができること II.現場にて遠隔支援者と装着者の音声対話が成立すること
	【確認項目(A)-②】 安全性の確保	I.ハンズフリーで実施でき、転倒や階段・はしごの乗降などの際に、これまで行われてきた検査と同等程度に身体的安全性が確保されること II.ヘルメット及び作業着などの装着した状態においてこれまで行われてきた現地検査と同様の行動で安全が確保されること III.遠隔支援機材によって接触や滑落が発生しないこと
	【確認項目(A)-③】 現場作業者の追加負荷	I.遠隔支援機器を現場作業者が4時間以上連続で装着可能なこと II.現場作業者に、追加的な特殊な訓練なく、一般的なスマートフォン操作と同等程度の難易度で導入できること
	【確認項目(B)-④】 遠隔支援者の追加負荷	I.通常のモニター画面上で①発言者の状況と②静止画として取得した説明書面、又は③審査基準を同時に確認（整合・不整合の確認）ができること
	【確認項目(B)-⑤】 遠隔支援による一日あたりの検査可能数	I.遠隔検査実施が可能だった場合、移動時間を0分として計算し、役所から当該施設への移動時間(往復)削減分を試算すること II.通常4時間/1か所あたりの実検査時間とした場合に一日あたりの検査可能数が増加すること
	【確認項目(C)-⑥】 記録保存の信頼性	I.保存された写真もしくは動画の文字(注記含む)が人間に判別可能であること

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の結果】

実証の 実施・評価 結果	技術実証項目	実証結果
	【確認項目(A)-①】 通信可否の確認	<ul style="list-style-type: none">• THINKLET側での通信速度について一定程度の電波強度と速度が確認でき、同じ地点から通信接続状況を測定したスマートフォンと比較しても大きな差異はなく、全地点で問題なくスマートフォンと同等の通信接続を行うことができた。• 音声対話がスムーズに成立し、対話品質もスマートフォンと同等であった。
	【確認項目(A)-②】 安全性の確保	<ul style="list-style-type: none">• THINKLETは首掛け型のウェアラブルデバイスであるため、ハンズフリーで利用が可能であり、現場作業者の業務を阻害することなく検査に利用することが可能であった。• 移動・昇降・転倒などの際に、THINKLET起因で非安全状況（事故等につながり得る状況）が発生することもなく、階段・はしごの乗降が必要な高所作業や、転倒時、検査作業等において、「両手が自由に使えること」で装着者の身体的安全性が確保された。• 現場作業者がヘルメット及び作業着を着用した上でTHINKLETを装着した状態で通常の検査業務を行った際に、THINKLET起因で非安全状況（事故等につながり得る状況）が発生しなかった。また、THINKLETはヘルメットや作業着と干渉することもなく、ヘルメット等の装着時においても安全を損なわず、これまで行われてきた現地検査と同等の行動が可能であった。• 通常の現場作業（振り返る、障害物を潜る、首を振る、様々な体勢をとる等）において周辺設備や他人との接触は発生しなかった。• THINKLETは首掛け型のウェアラブル機器であり、頭部周辺等に追加の容積が必要ないため、人間の通常の空間認知の範囲で自由に活動することが可能であり、通常の現場作業（振り返る、障害物を潜る、首を振る、様々な体勢をとる等）に際して接触を気にする必要がないことを確認できた。

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の結果】

実証の 実施・評価 結果	技術実証項目	実証結果
	【確認項目(A)-③】 現場作業者の追加 負荷	<ul style="list-style-type: none">• THINKLETを4時間以上連続で装着し、検査者にかかる身体的負荷・疲労・負傷の有無を確認したが、特段の身体的負荷・疲労・負傷は発生しなかった。<ul style="list-style-type: none">➢ THINKLETの重量は170g(一般的なリュックサックは2-5kg程度)と軽量であり、首及び肩に装着し重量を幅広く支持する構造である。➢ THINKLETは、化学プラント等において3直4交代(8時間連続装着)の現場においても負荷なく活用されている。• 本実証にあたって、現場作業者に対して追加的な特殊な訓練を行わずにTHINKLETやLINKLETを利用することができ、一般的なスマートフォン操作と同等程度の難易度で遠隔支援を実施することができた。<ul style="list-style-type: none">➢ 実証を行うにあたって検査を実施する現場作業者に対する事前訓練/研修/操作説明等は必要なく、検査当日に簡単な口頭説明のみで遠隔支援が行えており、利用方法が伝わらなかった点も特になかった。➢ 検査を実施する現場作業者が、必ず事前確認する必要がある操作マニュアル/資料も特になく、LINKLETによる遠隔支援時において、現場作業者が行う操作は「主電源をオンにすること」のみであり、追加的なデジタル教育や特殊な訓練は一切必要なかった。➢ 遠隔支援の設定や、開始/終了、支援中のTHINKLETの操作等、「主電源をオンにすること」以外の全ての操作は遠隔支援者がPCやスマートフォンから行うことが可能であった。

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の結果】

実証の 実施・評価 結果	技術実証項目	実証結果
	【確認項目(B)-④】 遠隔支援者の追加 負荷	<ul style="list-style-type: none">遠隔支援者のPCモニター上で、①発言者の状況と②静止画として取得した説明書面（帳簿書類等）、又は③審査基準を同時に確認（整合・不整合の確認）のいずれもが滞りなくできることを確認した。遠隔指示に関するヒアリングを検査実施者にしたところ、遠隔指示のやり取りに慣れるまで、1回あたり3～10秒の現場との確認時間が追加発生することが判明した。ただし、1～3回程度の遠隔検査を経て、遠隔指示に慣れた場合、数秒程度に短縮される見込みである。
	【確認項目(B)-⑤】 遠隔支援による一日 あたりの検査可能数	<ul style="list-style-type: none">効果時間に関するヒアリングを検査実施者に実施し、検査者の役所やオフィスと検査現場の時間距離により変動するが、1回あたりの検査に要する概算の移動関連時間(50分～180分)が削減されることを確認した。<ul style="list-style-type: none">検査者は、通常2名で検査を実施しているところ、1名もしくは0名に削減が可能と考えられる。もっとも、遠隔検査の導入初期(以下のとおり現場により1～3回程度)は、遠隔検査環境(主に通信環境)の確認と、遠隔検査工程に慣れるために、検査者1名が現場に訪問することが望ましい。なお、現地側でも通常4名(安全部門2名、製造部門2名)以上で検査に対応するが、同様に遠隔支援を行うことで2名に削減することが可能(2名は現地のオフィスや会議室等から遠隔で参加)と考えられる。一日あたりの検査可能数が、遠隔支援無しの場合1～3回(総検査時間は1.8～6.0時間)である所、遠隔支援有りの場合2～6回(総検査時間は1.1～3.1時間)に増加すると試算された。

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の結果】

実証の 実施・評価 結果	技術実証項目	実証結果
	【確認項目(C)-⑥】 記録保存の信頼性	<ul style="list-style-type: none">遠隔支援者がLINKLETを通じて保存した写真もしくは動画の文字(注記含む)について、人の目で判別可能であることを確認した。帳簿や消火器の使用期限といった動画では判別が困難な細かい文字についても、取得した静止画を拡大することで視認が可能であった。

【Fairy Devices株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の結果】

実証の 結果分析

デジタル技術による対象検査業務の遠隔支援化により、本実証で対象とした検査内容(施設・設備、帳簿類等の検査)においてアナログ検査と対比して検査の効率化や省人化に関する以下の効果を確認した。このため、デジタル化による遠隔支援は、対象業務(法令)に関わるアナログ規制の見直しに資する。

- 現場訪問する検査員を、現行の2名+aから→1名→0名に削減可能となる。
- 特に高齢化による生産年齢人口の減少が喫緊の課題となる中、熟練者が遠隔支援により複数の現場を支援することで、「最も希少な資源である熟練者」の現場訪問に伴う時間コストを最小化し、日本国内の現場力を維持することが可能となる。
- 遠隔支援動画/静止画を記録することで、リアルタイムのみならず非同期でいつでも・どこでも現場作業内容を確認できる。早送り/巻き戻し/音声AIによる文字データ化等も可能。

当該確認結果も踏まえ、特に、これまでのアナログ手法(書類の定性コメント/チェックボックス等)では困難であった「過去の現場状況や調査対象書類のデジタル参照」がいつでも可能となり、単純な遠隔化によるコスト削減にとどまらず、以下のような大きな付加価値が実現可能と考えられる。

- 遠隔支援動画/静止画を記録することで、過去の検査時に発見できなかった情報を随時参照することができる。有事が発生した際の過去状況の振り返りや、経年変化の定期確認、分析等が可能となる。
- 遠隔支援動画/静止画を記録することで、デジタルデータを非熟練者の教育や新任者への引継ぎ等に活用することができる。
- 騒音環境下でも問題なく音声対話を実現する技術を活用することで、高い精度で、音声AIによる遠隔支援動画の会話内容の認識・記録が可能となる。これにより会話内容が文字データとしてデジタル化され、以下のような効果が実現できる。記録動画を状況・用途に応じて会話内容やキーワードから検索可能に。
 - 文字データを活用し、現場作業内容やタクトタイム等の解析を実現。
 - 解析内容に応じた、全国的な作業標準の高度化。
 - 解析内容に基づき、デジタルツールを前提としたより効果的な作業フローを構築。