

持続可能なガス工事の実現へ ～ 非開削，DX，労働環境改善を通じたアプローチ ～

東邦ガスネットワーク(株)	正会員	○北野 哲司
東邦ガスネットワーク(株)		西村 建児
東邦ガスネットワーク(株)		古澤 彰太
東邦ガステクノ(株)		川島 尊信

1. はじめに

社会経済情勢が変化する中，建設業界には，社会基盤のレジリエンス強化やカーボンニュートラルへの貢献といった，より高度で多様な社会的要請への対応が求められている．特に，都市ガス事業の根幹をなすガス工事においては，将来にわたり安全かつ安定的にエネルギーを供給し続けるため，生産性の向上と魅力的な労働環境の創出を通じた，持続可能な事業基盤の構築が不可欠である．

このような背景から，本稿では，ガス工事の持続可能性を高めるための複合的なアプローチとして，①省力化に資する「非開削工法」，②施工管理を高度化する「デジタルトランスフォーメーション（DX）」，そして③安全で快適な現場を実現する「労働環境改善技術」の導入成果を報告する．

具体的には，非開削工法として，既設管の入替を行う「STREAM 工法」，新設管を敷設する「ナビゲーター工法・フレックスドリル工法」，既設管を更生する「A-プラスライニング工法」を導入し，道路掘削の抑制による環境負荷低減とコスト削減を実現した．DX への取り組みとしては，LiDAR 技術を応用した「ANDPAD 3D スキャン」と「ANDPAD 施工管理」を連携させ，竣工図作成の省力化とペーパーレス化を推進し，施工管理業務全体の効率化を図った．さらに，労働環境改善の観点から，交通誘導員の負担を軽減する無線制御式工事用信号機「シン GO・ガイドシステム」や，排気ガス・騒音ゼロの現場特化型ポータブル蓄電池「剛電」を導入し，作業員の安全性と快適性の向上に努めている．

2. 省力化に資する「非開削工法」

(1) 新設非開削工法『ナビゲーター工法・フレックスドリル工法』¹⁾～²⁾

ナビゲーター工法とフレックスドリル工法は，道路の開削を抑制しつつ地中にポリエチレン管（以下，PE 管）を敷設する，新設管向けの非開削推進工法である．

両工法は，誘導したドリルヘッドでパイロット孔を造成し，これを拡張バックリーマーで押し広げながら PE 管を敷設するという点で，基本原理は同じである．しかし，専用の推進機を地上に設置するナビゲーター工法に対し，フレックスドリル工法は油圧掘削機のアタッチメントとして機能するため設備がコンパクトであり，両者は設備の構成や適用条件が異なる．以下に，両工法の主な仕様と特長を示す．



写真-1 ナビゲーター工法¹⁾



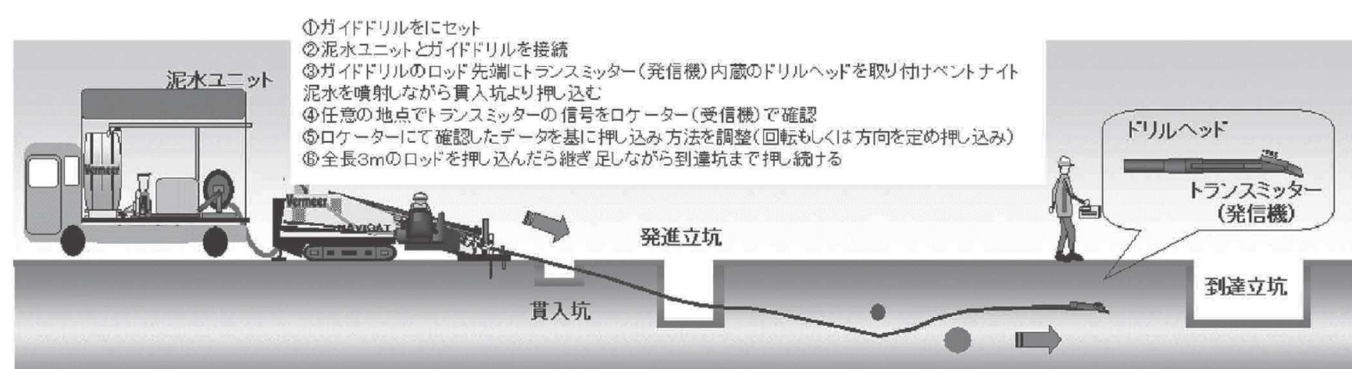
写真-2 フレックスドリル工法²⁾

キーワード 管工事，非開削工法，DX，労働環境改善，施工管理，生産性向上

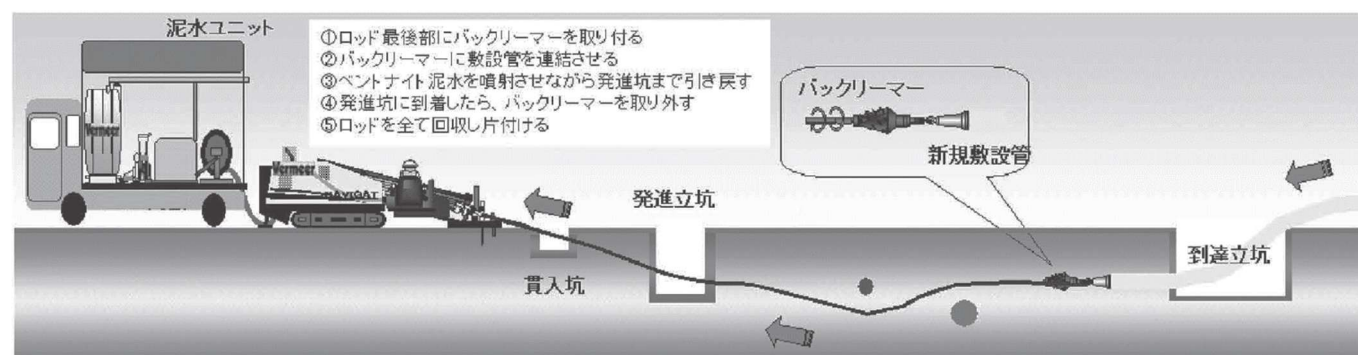
連絡先 〒456-0004 名古屋市熱田区桜田町 19-18 東邦ガスネットワーク株式会社 TEL 052-872-9288

表-1 ナビゲーター工法・フレックスドリル工法の主な仕様と特長

項目	ナビゲーター工法	フレックスドリル工法
推進機の設置場所	地上設置	油圧掘削機アームにアタッチメントとして取り付けて、発進坑内設置
使用泥水	ベントナイト泥水	清水
動力源	専用パワーユニット	油圧掘削機から供給（別途動力装置不要）
適用管種/口径	PE 管：50A～200A 鋼管：100A～200A	PE 管：50A～150A
1日あたりの施工延長	約 20m～60m	約 15m～50m (50m 以下の比較的短い距離の工事に最適)
適用土質	一般的な表土（粘土質，砂質土）	一般的な表土（粘土質）



〔工程 1：初期ドリルヘッド誘導工程〕



〔工程 2：PE 管引込み工程〕

図-1 ナビゲーター工法の施工工程³⁾を基に筆者が一部改変

(2) 入替非開削工法『ダクトイル鋳鉄管入替非開削工法：STREAM 工法』^{4)～5)}

STREAM 工法は、高強度なダクトイル鋳鉄管などを非開削で PE 管へ更新する、国内で初めて実用化された入替工法である。本工法は、既設管内に挿入したロッドを油圧式の引込装置で牽引し、その先端に取り付けたブレード（切断部）とエキスパンダー（拡張部）によって既設管を連続的に切断・拡張しながら、後続の新設 PE 管を引き込む。一連の作業は地上からの遠隔操作で安全に実施でき、施工完了後、切断・拡張された既設管は新設 PE 管の防護材として機能する。

油圧式引込装置は、最大 1,000kN の強力な引込み力を有するため、ダクトイル鋳鉄管の受口を含めて確実に切断・拡張が可能である。施工能率も高く、直線配管では 1 日あたり 100m を超える長距離施工もできる。

表-2 適用範囲

項目	適用範囲	
管種	既設	ダクタイル鋳鉄管・溶接鋼管
	新設	PE 管 (JIS K 6774)
口径	100A, 150A, 200A (同口径入替)	
圧力	低圧, 中圧 B	
施工延長	最大 100 m / 1 スパン	
最大引力	1,000 kN	
配管系	曲がり部の無い直線配管系	



引込装置



油圧ユニット



ブレード



エキスパンダー

写真-3 主な装置

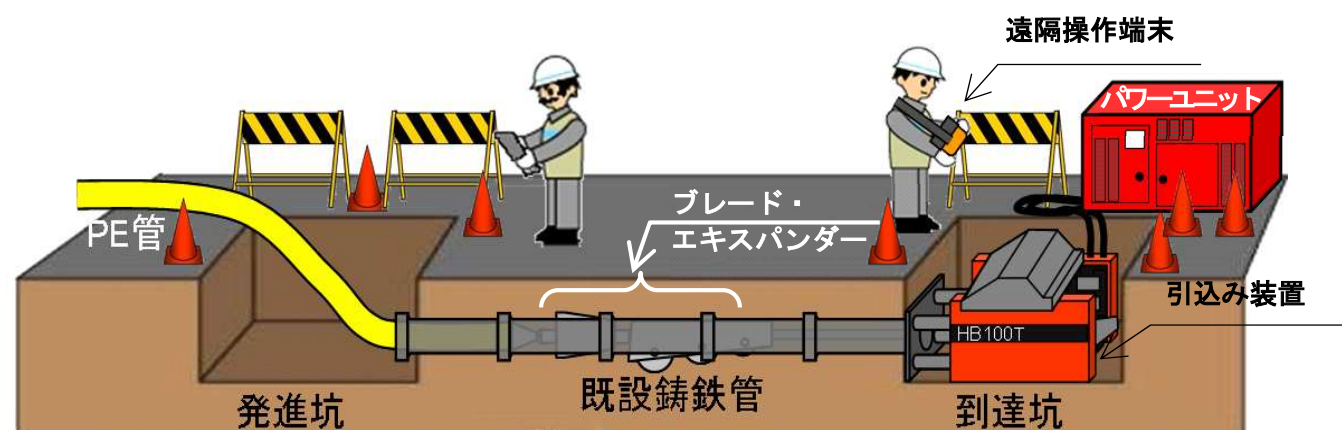


図-2 PE 管の引込み工程 (既設鋳鉄管をブレードで切断, エキスパンダーで拡張する) ⁴⁾

(3) 非開削供内管更生修理工法『A-プラスライニング工法』⁶⁾

A-プラスライニング工法は、埋設された低圧のねじ継手鋼管 (25A, 32A) を対象に、腐食や漏えいを予防するため管内面を樹脂で被覆 (ライニング) する非開削の更生修理工法である。施工は、メーター立管から注水機器を用いてライニング剤とライニングピグを水圧で管内に圧送する。次に、注水機器を防爆吸引ポンプに取り替えて吸引することで、管内面に均一なライニング膜を形成する。なお、本工法で用いている施工装置は、東京ガス株式会社 (現 東京ガスネットワーク株式会社) が開発した「Hi-NEXT 工法」⁷⁾ を基本としている。本工法の技術的特長は、以下の通りである。

表-3 技術的な特長

技術的項目	特長
高機能ウレタン樹脂の開発・採用	樹脂の伸びと保形性を両立させ、水と接触しても発泡しない特殊な 3 液混合型ウレタン樹脂を開発・採用した。これにより、管路閉塞のリスクを無くし、信頼性の高いライニング膜を形成する。
異径継手への対応 (楕円形状ピグ)	独自開発の『楕円形状ピグ』を用いることで、従来は困難であった異径継手を含む配管系においても、均一で十分な膜厚のライニングを可能とした。

また、本工法の詳細な施工手順や、ライニング膜が形成される様子について示す。

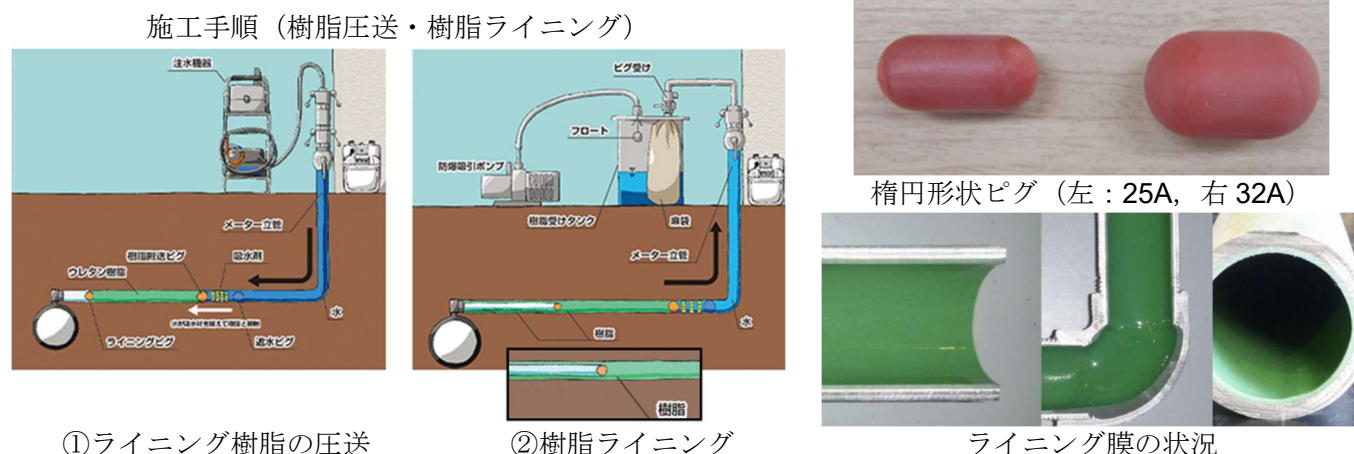


図-3 施工手順・ライニングピグとライニング膜

3. ガス工事の施工管理のデジタル化・スマート化（デジタルトランスフォーメーション（DX））⁸⁾

(1) 管工事における施工管理における背景と目的

前章で紹介した非開削工法が「現場作業」の省力化を目的とするのに対し、本章で述べる DX 技術は、「施工管理業務」の効率化と生産性向上を目的とするものである。

従来の施工管理では、ウォーキングメジャー等による手作業での現場計測、黒板を用いた写真撮影と台帳作成、そして紙媒体での図面や申請書の運用など、多くの工数を要するアナログな業務が中心であり、情報共有の遅延や書類の保管コストも課題となっていた。

これらの課題を解決するため、LiDAR による 3 次元計測が可能な「ANDPAD 3D スキャン」と、施工管理情報を一元化する「ANDPAD 施工管理」を連携させたシステムを導入した。

(2) 『ANDPAD 3D スキャン』・『ANDPAD 施工管理』の特長

a) 『ANDPAD 3D スキャン』機能⁹⁾

本機能は、iPad に搭載された LiDAR センサーを活用し、現場の配管状況等を 3 次元データとして取得・処理するシステムである。点群データの取得から延長測定、オルソ画像への変換・出力までを一貫して行うことができる。取得した 3 次元データは鮮明なテクスチャーメッシュとして生成され、視認性が高く、他工事への応用も期待できる。これにより、従来の野帳を用いた手作業での測定・記録作業を代替し、竣工図作成の工数を大幅に削減する。

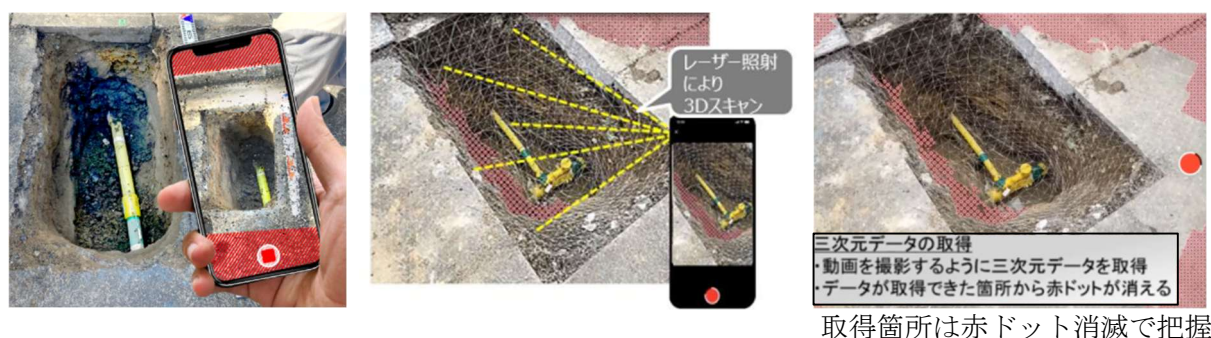


写真-4 3 次元データの取得状況

(3) 期待される効果

導入による主な効果は、以下の通りである。

表-5 導入による主な効果

区別	項目	主な効果
定量的効果	竣工図作成の効率化	取得データ活用により，作成作業の約 5 割を代替.
	写真管理の効率化	電子黒板の活用により，黒板準備・台帳作成時間を約 6 割削減.
	ペーパーレス化	年間約 90 種・60 万枚の紙書類を電子化し，書類提出のための移動時間や印刷・燃料コストを削減.
定性的効果	品質の確保	測定・記録作業の大幅な効率化と，人的ミス削減により実現.
	手戻りの抑制	3D データなど視覚的な情報共有を通じ，関係者間の認識齟齬の防止や円滑なコミュニケーションを促進.

4. 労働環境改善に向けた技術導入

ガス工事の現場では、①交通誘導員の労働負荷と安全確保、②ガソリン発電機に起因する作業環境の悪化、という 2 つの大きな課題があった。本章では、これらの課題を解決し、より安全で快適な作業環境を実現するために導入した技術について報告する。

(1) 無線制御式工事用信号機『シン GO・ガイドシステム』^{10)～11)}

交通誘導業務は、誘導員の不足や、熱中症といった、作業員の安全と健康に関する課題を抱えている。この課題を解決するため、無線制御式工事用信号機「シン GO・ガイドシステム」を開発した。本システムは 2023 年 2 月より本格導入され、幹線道路を含む片側交互通行の工事現場で安全で円滑な車両誘導に貢献している。本システムの主な特長と効果は、以下の通りである。

表-6 特長と効果

特長	効果
省人化と作業負荷の軽減	リモコンによる遠隔操作で，従来、占用帯の両側で 2 名体制であった交通誘導を 1 名で実施可能とし，現場条件によっては省人化が図れている。 また，誘導員は天候に応じて安全な場所から操作できるため，熱中症等のリスクが低減され，就業環境が向上している。
交通安全性の向上	工事用信号機の青から赤への切替時に「青点滅」表示を設けることで，ドライバーへの情報伝達を明確にし，急ブレーキ等を防いでいる。 さらに，リモコンと信号機本体の双方向通信機能により，信号機の表示状態を手元のリモコンで確実に把握でき，誤操作を防止できている。

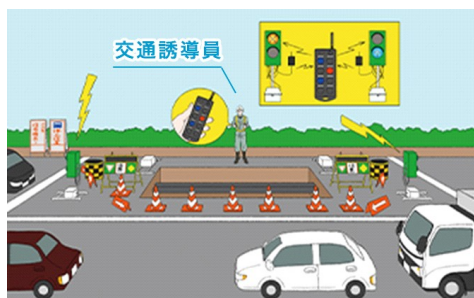


図-5 現場でのレイアウト



写真-6 信号機とリモコンの外観

下記に、実現場での使用状況を示す。



写真-7 実現場での使用状況

(2) 現場特化型ポータブル蓄電池『剛電』¹²⁾

従来のガソリン発電機は、排気ガスによる一酸化炭素中毒のリスクや、騒音・振動による作業環境の悪化、燃料管理の煩雑さが課題であった。これらの課題を解決するため、代替電源として現場特化型ポータブル蓄電池「剛電」を試験的に導入している。その主な特長と効果は以下の通りである。

表-7 特長と効果

特長	効果
安全性・環境性の向上	稼働中に CO ₂ や排気ガス、騒音、振動を一切排出しないため、一酸化炭素中毒のリスクを根絶し、作業環境を大幅に改善している。これにより、近隣住民への影響も軽減できている。
工事品質の安定化	10 ミリ秒未満で電力供給に切り替わる UPS（無停電電源装置）機能や、プラグの抜けを防ぐコンセントを搭載しており、作業中の電源トラブルを防止し、工事品質の安定化に寄与している。
経済性の向上	ガソリンが不要であり、ガソリン発電機に比べ電力コストを約 5 分の 1 に削減できている。また、定期的なメンテナンスも不要なため、維持管理の手間とコストを削減できている。

表-8 装置仕様

項目	仕様
電池種類	安全性の高いリン酸鉄リチウムイオン (LiFePO ₄) 電池
蓄電容量	1,536Wh
拡張性	増設バッテリーにより最大 7,680Wh まで拡張可能(2 台まで)
定格出力	AC100V / 2,200W (合計)
瞬間最大出力	4,400W (44A)
質量	約 18.5kg (梱包を除く)
周波数	50Hz/60Hz の切り替えに対応



写真-8 外観



写真-9 品質・性能評価試験状況



写真-10 実現場での使用状況

5. おわりに

本稿では、ガス工事における持続可能な事業基盤の構築を目指し、①省力化に資する「非開削工法」、②施工管理を高度化する「DX 技術」、③安全で快適な現場を実現する「労働環境改善技術」という 3 つの柱からなる複合的アプローチとその成果を報告した。

非開削工法の導入は、コスト削減と環境負荷低減に直接的に貢献した。DX 技術の活用では、3 次元計測と施工管理の連携により、竣工図作成等の工数を半減させ、年間約 30 人工に相当する業務効率化を達成した。さらに、労働環境改善技術として導入した無線制御式信号機やポータブル蓄電池は、交通誘導の省人化や、排気ガス・騒音ゼロの安全で快適な現場環境を実現し、作業員の心身の負荷を大幅に軽減した。

本稿で示したこれらの技術は、個々の課題解決に留まらず、ガス工事全体の生産性、品質、安全性を総合的に向上させるものである。

謝辞

末筆ながら、本稿で紹介した「A-プラスライニング工法」の開発にあたり、その基礎技術である「Hi-NEXT 工法」に関して多大なるご協力を賜りました東京ガスネットワーク株式会社の関係各位に、この場を借りて深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 東邦ガスネットワーク株式会社ホームページ、ナビゲーター工法・テラジェット工法・フレックスドリル工法（新設本支管非開削工法）、URL：<https://www.tohogas.co.jp/nw/technologies/open-cut-05/>，（2025.7.9 確認）
- 2) 東邦ガステクノ株式会社ホームページ、フレックスドリル工法，URL：http://thg-group.tohogas.co.jp/tohogas-techno/method/method_10.html，（2025.7.14 確認）
- 3) 鷹見明久、「ナビゲーター工法」を中心とした環境負荷低減に向けた取り組み」，No-Dig Today, No.74, pp62-65（2011.1）
- 4) 北野哲司，山村光平，伊奈孝，ダクタイル鋳鉄管の非開削入替における切断・拡張技術の高度化，非開削技術，No.132, pp32-40（2025.7）
- 5) 国土交通省，第 8 回「インフラメンテナンス大賞」経済産業大臣賞「ガス用ダクタイル鋳鉄管を対象とした非開削入替工法「STREAM 工法」とその関連技術の開発」，URL：https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/03activity/pdf/08_08.pdf，（2025.7.14 確認）
- 6) 東邦ガスネットワーク株式会社ホームページ，A-プラスライニング工法（非開削供内管更生修理工法），URL：<https://www.tohogas.co.jp/nw/technologies/repair-07/>，（2025.7.14 確認）
- 7) 秋山信一，重藤隆，田代健，亜鉛めっき鋼管の経年腐食に対応する Hi-NEXT 工法（白ガス供内管更生修理工法）の開発，No-Dig today, No.51, pp.32-34（2005.4）
- 8) 北野哲司，松林秀典，今井亮介，管工事における 3 次元計測技術を用いた施工管理の効率化と生産性向上，土木学会 第 7 回 i-Construction の推進に関するシンポジウム，2025 年 7 月 22 日開催，pp17-20（2025.7）
- 9) ANDPAD ホームページ，『ANDPAD 3D スキャン』，URL：https://andpad.jp/products/3d_scan，（2025.7.28 確認）
- 10) 平手志歩，古澤彰太，北野哲司，無線制御式工事用信号機の開発とガス工事への現場適用について＜人手不足を解消する新しい工事用信号機「シン GO・ガイドシステム」＞，配管技術，Vol.66, No.5, pp38-42，（2024.4）
- 11) 東邦ガステクノ株式会社ホームページ，シン GO・ガイドシステム，URL：http://thg-group.tohogas.co.jp/tohogas-techno/product/product_22.html，（2025.7.14 確認）
- 12) 東邦ガステクノ株式会社ホームページ，現場特化型ポータブル電源『剛電』，URL：http://thg-group.tohogas.co.jp/tohogas-techno/product/product_23.html，（2025.7.9 確認）