

## 企画提案書

## 1 業務内容の理解度について

業務を履行する上での注意点や工夫点などを提案して下さい。

本業務は、港区が管理する道路において、路面下の空洞に起因した陥没による第三者被害を防止する観点から、空洞を見逃さない技術力と責任感を持って適切に対応する体制構築が必要であることから、以下に留意して取り組みます。

## 1.1. 安全側に立った判断

道路管理者の立場を深く理解するとともに「区民が安全に安心して道路構造物を利用し続けるための適切な維持管理」という目的に照らし、一次調査で検出した異常信号のうち、空洞有無の判断が難しい場合も空洞有りと判断し、二次調査を実施（空洞が認められなかった箇所については、弊社で費用負担）することで見落としを回避する等、安全側に立って判断します。

## 1.2. スライド式地中レーダアンテナを使用した安全性の高い路面端部の測定

交通量が多い路線も想定されることから、第三者との接触などの危険性を考慮し、路面下空洞探査車の前輪と後輪の間に地中レーダアンテナを配置、車両側方に最大15cmスライドさせてデータ取得できる技術（特許第6431573号）を用い、かつ助手席に補助員を乗車させることで、周囲や対向車等との安全面に配慮しながら、路面端部の異常信号も逃さず捉えることが可能となります。（図1-1）



図1-1 地中レーダアンテナの張り出し例

## 1.3. ステップ周波数技術を活用した高密度なデータ取得

従来の単一周波数の地中レーダアンテナでは、発見できる空洞の大きさや深さが限定的となっていた。

そのため、本業務においては、1回の測定で200MHz～3GHzの周波数を瞬時に発信・受信（段階的かつ高速で切り替えながら測定）できる地中レーダアンテナを使用することで、浅部～地下1.5～2.0m程度まで深さに応じた最適な周波数により分解能力の高いデータ取得が可能となります。（図1-2）

従来技術（深さに応じ複数回走行）  
本提案技術（1回で様々な深さが探査可能）

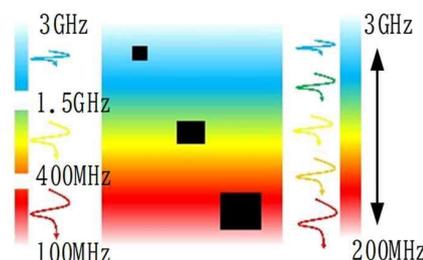


図1-2 ステップ周波数技術のイメージ

## 1.4. 高精度な位置特定技術（特許：第6446005号）による正確な異常信号位置の特定

高層ビルが立ち並ぶ市街地では上空の視界が狭く、GNSSを利用した位置特定では精度低下が懸念される。

弊社の特許技術（位置特定技術）は、GNSS測量に加え、地中レーダと連動した全周囲カメラのCV解析技術やRTK-GNSSにより、路面下の異常信号箇所を道路平面図上（オルソ画像）に高精度で位置を特定し、3次元的に一元管理することが可能です。（図1-3）



図1-3 全周囲カメラとのリンク例

## 1.5. 地域特性を踏まえた空洞補修の優先度評価

限られた予算と人員体制の下、安全かつ効率的に補修を実施する必要があるため、地域特性を踏まえた①陥没リスク、②過去空洞の拡大・再発、③道路・舗装種別、④空洞拡大の可能性、⑤空洞発生位置について、定量的・定性的な評価を行い、補修優先度を設定します。

※印刷はA4サイズとしてください。文字のサイズは11ポイント以上とします。

## 企画提案書

## 2 実施方針の的確性について

探査機材の所有状況や探査機材の能力を明示したうえで、空洞の見逃し防止や探査精度向上など品質向上の取組を提案して下さい。また、空洞調査に対して優れた提案(新技術等)や空洞調査に関する技術論文の発表実績など特筆すべき技術や専門知識がある場合は、これらの技術や専門知識が上記の取組にどのように反映されているか述べてください。

## 2.1. 道路状況等に応じた適切な自社開発機材 (NETIS 登録: KT-170087-VE) の選定

路面下空洞探査車両等は、特記仕様書に記載の要求性能以上を保持(表2-1)し、令和5年度にNETIS活用促進技術(-VE)として評価された自社開発機材(GMS3)を使用します。

表2-1 探査機材の能力

	要求性能(特記仕様書より)	GMS3の優位性
(ア)	車載または牽引式電磁波地中レーダ探査車	マルチアンテナ(ステップ周波数方式)浅部~深部まで最適な周波数で探査可能
(イ)	異常個所の概略位置を特定できる前方、左右2方向及び路面状況が撮影できる	全周囲カメラとカメラベクトル(CV)技術による高精度の位置特定が可能
(ウ)	探査幅2.0m~2.5m (行えない場合は複数回の調査実施も認める)	複数回走行でアンテナスライドを活用し、車両通行範囲を漏れなく探査可能
(エ)	公安委員会に届出た「道路維持作業車」回転灯や後部標識装置等にて、道路利用者へ注意喚起できる	「道路維持作業車」取得済 車両屋根に回転灯を設置、車両後方に【調査中】の表示標識を装備
(オ)	探査深度1.5mまで検知可能であるもの (道路縦断)50cm×(道路横断)50cm×(厚さ)10cm以上の空洞が検知可能であるもの	1.5~2.0m程度(土質・地下水の状況で変化) GL-0.5m以浅では(道路縦断)10cm×(道路横断)10cm×(厚さ)10cm以上の空洞を検知可能
(カ)	周辺映像を取得し、異常信号の周辺状況並びに、鉛直路面映像を取得し、異常信号個所を路面映像に明示できるもの	全周囲カメラによる360度全方向の周辺映像を常時記録、CV技術によるオルソ画像自動生成

調査路線の道路幅員や周辺環境に応じ適切な探査車両(広幅員に探査可能なトラック型を基本とし、すれ違い困難な狭隘路線や道路両端に商業施設等が連坦し交通量や荷捌き車両等が多い路線では普通・小型乗用車型等を検討)を選定し、安全かつ効率的に調査します。(図2-1)



図2-1 自社開発した探査機材のラインアップ・保有状況

## 2.2. 革新的な技術の創出に向けた空洞調査に関する技術論文・研究発表

20年以上にわたり培われた独自技術(特許:第6446005号、NETIS登録:KT-170087-VE)を用いて、高精度に異常信号位置を特定できる研究成果を論文等で多数発表しています。

- 『地中レーダ技術を用いた路面下性状探査に関する研究(9) 機械学習を用いた地中レーダの異常信号識別技術の高度化』, 令和5年度 地盤工学会四国支部技術研究発表会, 2023.11.1~2
- 『地下から地上までの三次元情報一元化管理技術の開発』, 愛媛大学防災情報研究センター技術開発講演会, 2022.7.5
- 『Position Accuracy of GMS3 A Unified System of Ground Penetrating Radar and Camera Vector for Efficient Road Infrastructure Maintenance』, 第54回地盤工学研究発表会

※印刷はA4サイズとしてください。文字のサイズは11ポイント以上とします。

## 企画提案書

## 3 本部の支援体制について

本業務における課題認識や情報の共有、不測の事態に備えた現場への支援体制や空洞調査の実施マニュアル等の整備状況を明示したうえで、本業務にどのような効果が期待できるか述べて下さい。

## 3.1. 課題認識と情報共有、不測の事態に備えた現場の支援体制

本業務においては、港区の地域性等を踏まえ、以下の取り組みを行います。

## ① 一次調査（レーダー探査）

・道路両端に商業施設等が連坦し交通量や荷捌き車両等が多い路線については、調査時間帯を早朝に調整する、助手席に沿道対応も兼ねた補助員を乗車させる等の対策を実施します。

・現場の機材トラブルや緊急対応等については、ウェアラブルカメラを活用し、リアルタイムに本部の機材整備責任者や熟練技術者等のサポートを受けられる環境を構築することで、安心して現地調査を行えます。（写真 3-1）



写真 3-1 ウェアラブルカメラ活用例

・都心部の高層ビル街等、衛星からの電波状況が良好でない箇所については、基準点（基地局）と観測点（探査車両）を同時に観測できる機材（RTK-GNSS）の導入を検討します。

・都心部における調査となるため、関係法規の遵守に加え、労働災害や事故の未然防止を目的とした安全パトロールを1回/月の頻度で実施します。

## ② 二次調査（スコープ調査）

・市街地等が連坦する路線については、削孔等に伴い騒音が発生するため、発注者と協議の上、必要に応じて周知チラシを作成配布し、沿道住民の生活に配慮した調査を実施します。

・商業施設等が連坦する路線については、交通規制に伴い店舗営業に支障をきたす恐れがあるため、発注者と協議の上、作業時間を調整する等、沿道対応を検討します。

## ③ その他

・現場進捗および業務状況は、社内チャットツールでリアルタイムに情報共有します。

・緊急時または天候不良等の影響により工程遅延が想定される場合には、同事業部から機材と調査人員を確保する等、迅速に支援体制を構築します。

・不測の事態等によりさらなる増援が必要になった場合は、弊社が軸となり設立した（一社）日本インフラ空間情報技術協会の会員企業 23 社（約 8,300 名）への協力要請を検討します。

・業務従事者が拠点間にまたがるため、データセキュリティ機能を備えたクラウド環境を構築し、業務に関する情報を一元管理することで、担当者が傷病等により不在となった場合にも副担当者や関係技術者が迅速に対応する等、バックアップ体制を構築します。

## 3.2. 社内マニュアルおよび（一社）日本インフラ空間情報技術協会基準の活用

・「路面下空洞調査現場マニュアル」「GMS3 セットアップマニュアル」等、一定の手順を明確化した社内マニュアル（社外秘）を活用し、業務品質の安定および作業時間短縮を図ります。

・弊社「点検チェックリスト」による機材の状態確認および取得データを日々チェックすることで、機材不具合の早期発見および取得データの信頼性を高めます。

・一次調査で検出した異常信号は、空洞の特徴（反射波の特性、反射強度、独立性、形状）に着目し、既往の業務経験から構築した（一社）日本インフラ空間情報技術協会の判定基準を参考に空洞の可能性を「大・中・小」に判定し、精度の高い解析を実現します。

※印刷はA4サイズとしてください。文字のサイズは11ポイント以上とします。