

2022年11月25日 取材

トヨタ技術会の会報誌にスケルカ技術が掲載

2022年11月トヨタ技術会の会報誌に「地下情報の見える化 ～ジオ・サーチの挑戦！～」というタイトルで弊社の技術を取り上げていただきました。

トヨタ技術会は、“技術を高め”、“社会貢献”することを活動の柱とした、トヨタ自動車（株）様の従業員から成る有志団体で、“モノづくり”を軸に、トヨタ技術会の会員（3万人程）に向けて情報を発信されています。

取材当日は、トヨタ技術会から、朝田様、加藤様が本社ショールーム（東京都・大田区）にご来社いただき、スケルカートを実際に操作したり、スケルカーを見学いただきました。また、ARにより弊社の技術で地下情報が見える化した状況を体験していただきました。



**いいね! 技術を創造し
未来を変えよう 挑戦しよう!**
～地球のために、人のために～

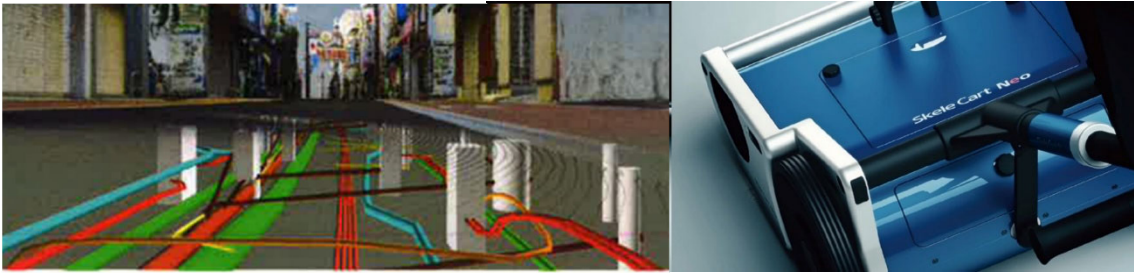
（トヨタ技術会）



スケルカート Neo 調査イメージ



取材当日の様子



■タイトル

地下情報の見える化 ～ジオ・サーチの挑戦！！～

リード文

道路をはじめとした日本のインフラは、高度経済成長期と時を同じくして整備されました。最近では、これらの老朽化による水道管の破損による断水や、地下の経時変化による道路の陥没等、様々な事故が起きています。一旦事故が起きてからの復旧には、多大な損失が伴います。社会が発展していくためには、新しくものを作っていただくだけではなく、今あるものをどのように維持管理していくかも大切なことです。今回は、この解決策の一つとして、地下情報の見える化に取り組まれているジオ・サーチ株式会社の創業者である富田会長に取材をしてきました。

1. 背景

1.1 地下見える化の必要性

富田会長が地下見える化技術の有用性を認識したのは、会長が以前勤めていた会社でアメリカに駐在していた 1980 年代にさかのぼります。海洋関連工事の技術開発の仕事に従事する中で、目に見えない地下に発生する空洞や埋設物を正確に把握するニーズがあることを知りました。こういった調査は、災害による被害を減らし、人々の命や暮らしを守るために必要不可欠であると考えました。

1.2 近年の事故

インフラは、国民生活や経済活動を支える重要な基盤です。高度経済成長期にできた多くのインフラの老朽化が加速しています。また地下構造の経時変化は、大きな事故の原因になります。近年起きた事故の例として、博多駅前の陥没事故が上げられます。



博多駅前の陥没事故の様子

2016 年 11 月に、博多駅前 2 丁目交差点で 5 車線の幹線道路が陥没し、埋設されていた電線、上下水道管、ガス管が破損したことで、近隣のビルを含む最大 800 戸が停電しました。商業ビルは営業を停止し、近隣へのガス供給も停まり、銀行のオンラインシステムも使用できない事態を招きました。

事故や震災復旧の現場では、一刻も早い調査が必要になります。ジオ・サーチは、365 日 12 時間以内に現場に駆け付けることができる体制を取っており、この事故でも、復旧工事のための地下調査を担当しました。

ジオ・サーチは、次項で紹介する地下調査技術を活用し、水道管やガス管を始めとした地下埋設物情報を可視化し、工事の計画、施工時間の大幅な短縮につなげることができました。

この事故では、約 1 週間での復旧を成し遂げ、その迅速さは世界で称賛されましたが、一度事故が起きると、復旧が完了するまでに、大きな社会的損失が発生します。

陥没現場では地下鉄七隈線の延伸工事が行われていました。橋本駅から天神南駅を結ぶ地下鉄を、博多駅まで 1.4km にわたって伸ばす工事です。駅のホームに向かって少しずつ断面を大きくする NATM 工法（トンネル工事の工法）が採用されていました。

地下の土砂が老朽化した下水管からの流失や地震により沈下して空洞が発生します。近年は、年間 10,000 件にのぼる陥没事故が発生しています。そのため、平時においても事前に地下情報をデジタル化し、状況の変化をモニタリングし、大事故の発生を未然に防ぐことが非常に重要になっています。

ただし、日本の道路の総延長は、国土交通省の発表によると約 130 万 km（地球 320 周分）にもなります。この道路沿いの地下に、多くのインフラ管（水道、ガス、通信 等）が埋まっているため検査を大幅に効率化する必要があります。

2.地下情報の見える化の技術

2.1 スケルカー

ジオ・サーチは、道路下の様子を効率的に、検査するためにスケルカーという車両を開発しました。スケルカーは、路面に放射した電磁波によって得られる情報をもとに、地下の様子を 3D で記録します。



スケルカーDper（探査深度 3m）

電磁波を用いる検査法には、いくつかの種類がありますが、スケルカーは、電磁波レーダー法を採用しています。

以下に電磁波レーダー法の簡単な原理を示します。路面上から照射された電磁波は、物体の中を進みます。この際、透過する物体が劣化しておらず、均質な状態の場合、均質な反射波が得られます。一方、劣化が進み、舗装のポットホールや空洞などの異変が起きている状態の場合、得られる反射波も不均質なものになります。この反射波形に色付けを行うことで、異変が起きている個所を可視化することができます。

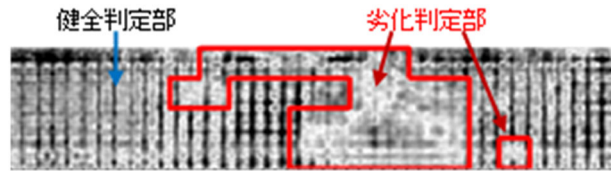


図-1 健全部および劣化部非破壊調査データ平面画像

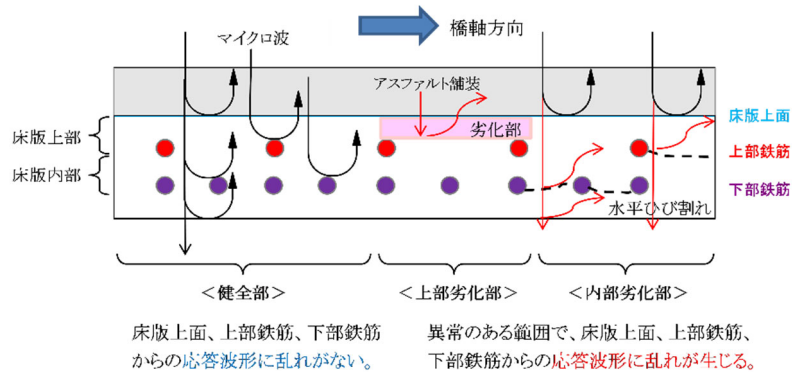


図-2 マイクロ波の反射応答イメージ [1]

一方で、反射を利用するため、電波の減衰も著しく、土質条件にも左右される欠点を有しています。しかし、高速で調査でき、物体を壊すことがない非破壊検査法であり、エックス線検査のような危険な放射線を使用しない長所を有しています。

ジオ・サーチは、目に見えない道路下の状況を正確に素早く、調査するために、独自に電磁波センサーを開発しスケルカーに搭載しました。スケルカーは、走りながら、道路に放射した電磁波の反射波によって得られる情報をもとに、地下の状況を 3D で記録します。

電磁波レーダー法の技術自体は、過去からありましたが、調査のために、交通規制をかけるなどの制約が必要でした。

一方、スケルカーは、時速 100km で走行しながら検査できます。処理データは膨大なものになりますが、近年のセンサーや情報処理装置の進歩とともに、可能になりました。高速道路なども交通規制することなく検査をすることができ、大幅に効率化できます。スケルカーを用いた道路陥没予防調査はこれまで 24 万 km を調査し確認空洞数は 10 万箇所以上になります。

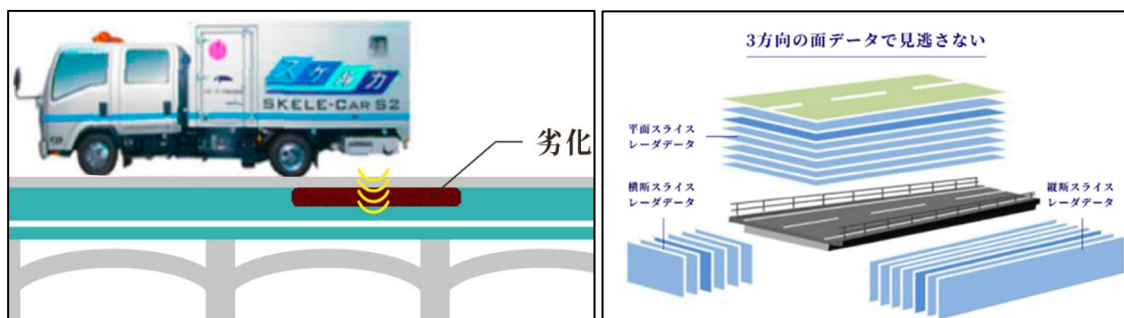


スケルカーの基本的仕様

スケルカーは、路面から反射した電磁波データを一方向だけでなく、三方向の面で計測しています。また、**周辺映像撮影装置（三方向/前左右）**や**ライン（車線）スキャンカメラ**、**GPS装置**と**電磁波地中レーダ装置**を併用し記録します。

スケルカーは、空洞の調査だけでなく、見えない橋梁床版の内部劣化（舗装の空洞等）も正確に迅速に調査できます。

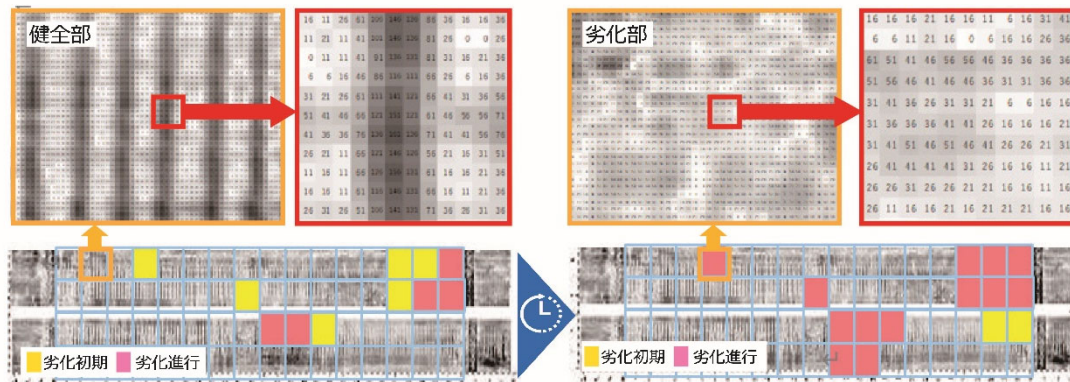
スケルカーにより、**劣化**が懸念される個所の特定を容易に行い、詳細な検査を実施する個所を絞り込むことができるため、検査の手間を大幅に削減することができます。



スケルカーの測定イメージ

3方向の面データのイメージ

また、スケルカーは、ただ測定するだけでなく、その後のデータ活用も見据えた工夫がされています。従来は、取得データを専門家が分析する必要がありましたが、複合的な解析結果をデジタルデータとして、定量的に分かりやすく表示するシステムを考案し、専門家の分析を不要にすることで大幅な効率化を図っています。



劣化状態の定量化イメージ（一目瞭然で劣化状態の把握が可能）

また、取得データを、気象や交通量などの情報と重ね合わせることで、劣化予測に基づいた工事のマネジメントが可能になります。これにより、計画的な検査、工事ができるようになりました。

2.2 スケルカート

地下の見える化に関しては、公共構造物内部の非破壊探査（道路・橋梁・空港・港湾・施設における空洞調査、埋設管マッピング調査、床版健全度調査）等、様々なところにニーズがあります。ジオ・サーチは、顧客へのレンタルを視野に、スケルカーの小型版の検査機器である、スケルカートという検査機器を開発しています。スケルカートでは、大きな車が通れないような狭い場所や震災で交通が困難な場所でも、地下状態の検査ができます。



スケルカート NEO は、ユーザビリティについて徹底的にこだわった開発がされています。

スケルカートは、震災現場での活用も想定されています。震災現場での活動は、機材が重く使いづらい、がれきがたくさんある、腰が痛い、でも調査は、ライフライン復旧のために一分一秒でも早く完了させる必要がある等、様々な要求があります。

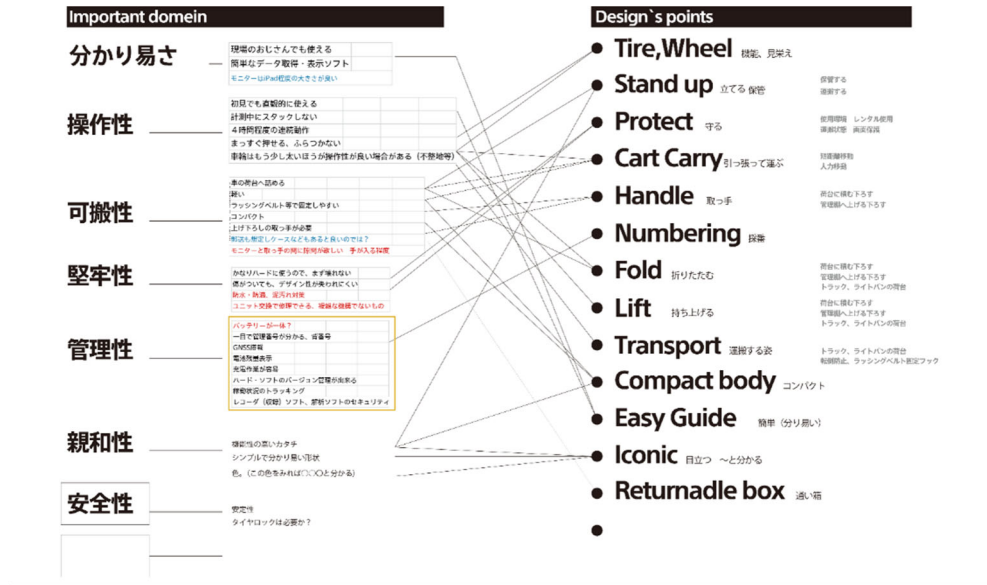
こういった理由から、ジオ・サーチは、作業する人に徹底的に寄り添いたい、そしてカッコイイ物を作りたいと考え、SSAP（Sony Startup Acceleration Program）^[2]※を活用し、デザイン検討のサポートを得ました。

※アイデア創出から事業化までをワンストップで支援するプログラム。スタートアップの創出と事業運営を支援するソニーの社内プログラムとして2014年にスタートし、2018年より社外にもサービスの提供を開始。

いかにユーザビリティを良いものにするか？ SSAP での検討では、まずは下記の通り、ユースケースを洗い出し、製品に必要な要素（Usability）をデザインの力でどのように実現するか（Design Elements）の関連性を整理しました。

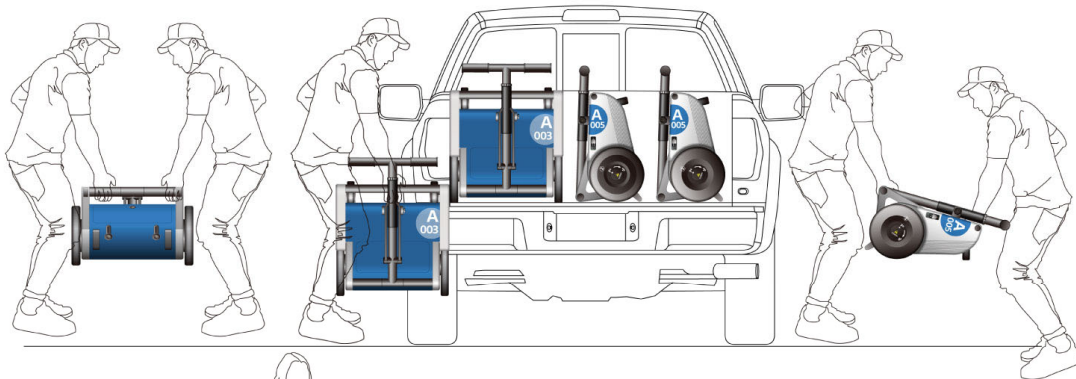
Confidential

Design Study

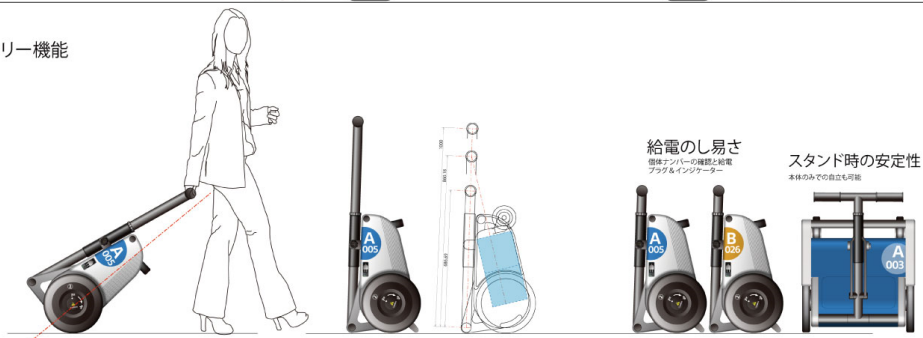


Usability と Design Elements の関連整理

トラックでの運搬



キャリー機能



ユースケースの洗い出しと可視化

操作方法以外にも、どこでどのように保管されるか、メンテナンス方法や、充電方法、計測現場までの運搬方法、どのような車両で運んでいるか、運ぶ時の固定方法、荷台への積

み下ろしなど、様々なユースケースを詳細に検討しました。ユーザーに徹底的に寄り添って検討を行ったことで、最終的に、ユーザビリティを確保し、スタイリッシュなデザインを考案することができました。



スケルカート NEO イメージ

2.3 地上・地下インフラ 3D マップ

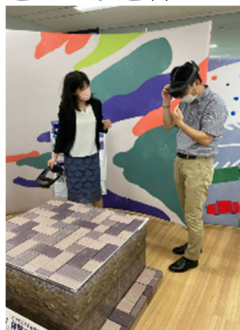
ジオ・サーチには、スケルカーやスケルカートで集めたデータを「見える化」する技術もあります。3D マップデータは、地上・地下の空間の距離、確度、高さ、深さも計測可能になっています。



3D マップデータ

この 3D マップを活用し、既存埋設管の干渉チェックやシミュレーションが可能になります。関係者全員が工事前に地下の埋設状況を 3 次元で把握することができるため、スムーズに工事計画の立案、工事の施工ができます。

実際に AR（拡張現実）用眼鏡をかけてみました（下図左）。AR 用眼鏡を付けると、地表が透けて水道管やガス管の場所が手に取るように分かります。



AR 用ゴーグル使用状況

ARで現場に再現 ビジネスの現場のAR活用事例



AR 技術での見える化（ゴーグル・タブレットで確認可）

従来は水道管やガス管を工事する場合、事前に埋設物台帳の確認や試掘を実施していました。しかし、過去に異なる業者が同じ個所を掘って工事をしている等の理由から、掘った後に、実際の地下の状況が台帳と異なっており、計画・工事のやり直しが発生するケースがありました。

この問題に対し、3D マップで埋設物情報を一元管理することで、計画・工事のやり直しを無くし、工期が従来比の3割程度短縮できるようになりました。

また、埋設物を3Dのデジタルデータとして、重機に入力することで、誤掘削の防止やICT施工（自動施工）も行えるようになります。



ICT 施工イメージ

3.今後の展望

地下の見える化は始まったばかりです。その一方で、地下の埋設物による事故は、世界の至るところで発生しています。アメリカでは、掘削工事に伴う埋設管破損事故は、年間50~80万件発生しており、それに伴う社会的損失は、5兆円にも上るという試算がGITA（Geospatial Information & Technology Association）^[3]により発表されています。

ジオ・サーチは、地下の見える化による「GENSAI（減災）」をキーワードにカリフォルニアや、台湾に拠点を築く等、世界進出を始めました。地下の世界は、フロンティアです。ジオ・サーチは、技術を使って、GENSAIを世界に広めていきたいと考えています。

4.取材を終えて

ジオ・サーチは、地下の見える化の技術を活かし、東日本大震災の復興調査やタイ・カンボジアでの地雷除去のボランティア活動でも、現地に行って精力的に活躍されています。

過酷な現場に、いつでも、いち早く駆け付け、調査を行う。この熱意は、どこから来るのか…。富田会長から1冊の本を紹介頂きました。実業家の滝久雄氏による「貢献する気持ち」という本です。

滝氏は、人間は他者のための行動を「美德」と考えがちだが、他者のための行動は、もって生まれた「本能」と述べています。

富田会長は、自分の仕事にける想いについて、「かわいそうだから助けるのではなく、自分の得意技を活かし、役に立ちたいという本能に基づく行動だから、ワクワクドキドキ

できる」と私たちにお話しくださいました。

ジオ・サーチが開発している技術も「作業者のユーザビリティを徹底的に考える」、「工事のやり直しを無くし、工期を短くする」等、常に現場で作業をしている人に寄り添った技術であると感じました。

「役に立ちたいという本能」この考え方は、私が日々直面している業務にも通じる、大切な考え方です。

私の現在担当している主な業務は、土木構造物の老朽更新業務ですが、自分の持っている技術的知見を日々磨き、自分の専門性に誇りを持って社会の役に立てるように日々精進していきます。



取材風景（左より、富田会長、トヨタ技術会 加藤 朝田）

（執筆：加藤 慶太郎）

◆関連リンク

- ・ [ジオ・サーチ株式会社 HP](#)
- ・ [GENSAI NEWS ～人道目的の地雷除去支援の会\(JAHDS\)関係者と支援者の皆様へ](#)
- ・ [GENSAI NEWS ～「第108回総合科学技術会議」スケルカ技術](#)
- ・ [日本経済新聞 ～道路陥没のソウル市、日本企業が無償で空洞調査](#)

◆参考元

- [1] [国土交通省 中部地方整備局資料](#)
- [2] [SSAP \(Sony Startup Acceleration Program\)](#)
- [3] [GITA \(Geospatial Information & Technology Association\)](#)