

KG E & CKC

Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd. & Chuo Kaihatsu Corporation

Business Partnership on Windfarm

海洋地盤調査の技術で 世界の風をエネルギーに



川崎地質・中央開発
ビジネスパートナーシップ



海域での地盤調査をご提案

川崎地質株式会社及び中央開発株式会社は、地盤調査のエキスパートです。両社の持つ特化技術を駆使し、洋上風力発電の施設建設に必要な地盤調査について、より良い調査方法をご提案いたします。

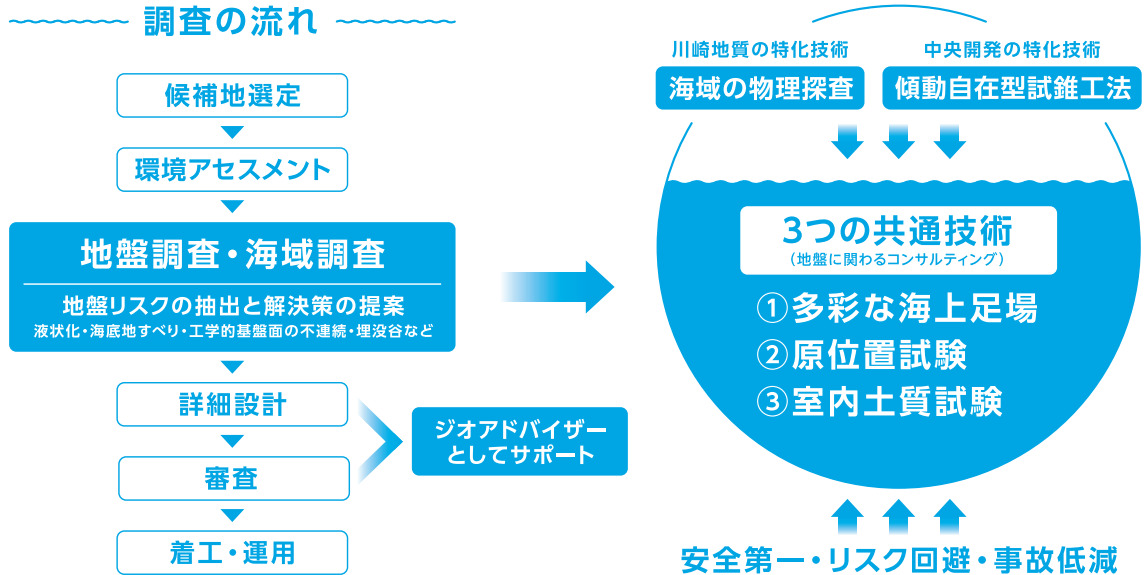
For Good Design of Wind Farm on Offshore Site

KGE and CKC are the leading companies of offshore geotechnical surveys in Japan.

We propose a high-quality geotechnical survey for offshore wind farms using our advanced technology.

洋上風力発電の施設建設において必要な地盤調査の技術を集約！

調査の流れ



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

川崎地質株式会社と中央開発株式会社は、洋上風力事業に貢献することで、SDGsの達成に取り組んでいます。

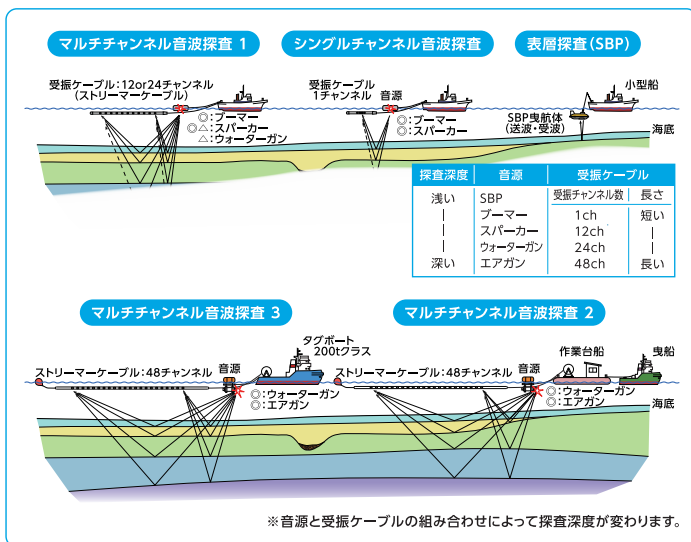


1

Offshore Geophysical Exploration

海域の物理探査

音波探査



音波探査

音波探査は、反射法地震探査の一種です。広範囲の地層分布や地質構造を把握するのに適しています。

測定は調査船から音源と受振ケーブルを曳航して行います。各機器には特性があり、探査深度や地質から組み合わせを決めることが重要です。得られた測定データは「データ処理」を行い、音波探査記録を出力します。音波探査記録の解析・解釈は、ボーリング結果と対比して行います。

私たちは、音波探査に関わった40年以上の経験をもとに、最適な地盤調査を提案いたします。

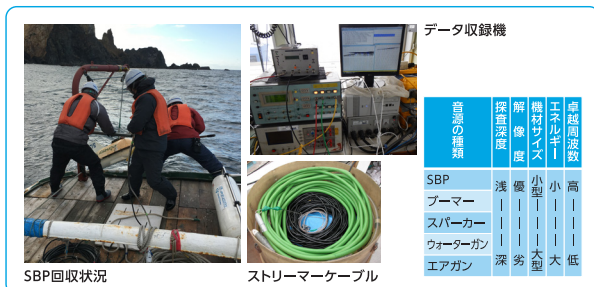
Offshore Seismic Profiling

Seismic profiling is one of the seismic reflection surveys towing the seismic source and the streamer cable (receiver) from the vessel. It is necessary to determine the appropriate combination of the devices depending on the exploration depth and geology because of each device characteristic.

The obtained data is proceeded and recorded as the seismic profiling record. The analysis and interpretation of this record is done with a comparison to the borehole results.

We propose the most appropriate geotechnical surveys based on our over 40-year of experience in seismic profiling.

現場にて



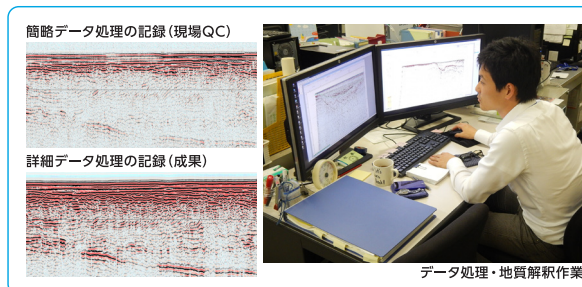
音波探査の測定は、ナビゲーション、音源、受振ケーブル、収録機など様々な機器を組み合わせて行います。当社では、良いデータが得られるように様々な工夫をします。時には、メーカーから購入した機器に、機能を追加してもらうことや、独自に開発した機器を組み合わせることもあります。なお、現場作業は安全第一で作業します。

On-site

Seismic profiling is conducted by a combination of various devices such as navigation, seismic sources, streamer cables, and a recorder. We try various ways to improve the quality of the data. We sometimes purchase the equipment from the manufacturer, and add some functions to it or combine the device which we developed if necessary.

* Safety is the priority to consider when working on a site.

データ処理・地質評価



音波探査の収録データは、データ処理が必須です。当社では、1983年にスーパーミニコンを導入して以来、音波探査のデータ処理を行っています。

処理後の音波探査記録は、ボーリング結果や文献を参考に、地質層序や地質構造を解釈します。そして、測定データ・データ処理・地質評価を報告書にまとめます。

Data Processing and Geological Evaluation

Because the data processing is essential, we have worked on the data processing of seismic profiling by using Super Minicomputer since its introduction in 1983.

The seismic sections after data processing are interpreted to estimate geological stratigraphy and geological structure by referring to borehole results and literature.

Then, the measured data, data processing, and geological evaluation are compiled into a report.

2

海域の物理探査

海底微動アレイ探査

Offshore Geophysical Exploration

海底微動アレイ探査

工学的基盤の深さを推定できる調査方法として、川崎地質株式会社では「海底微動アレイ探査」を実用化しました。

海底微動アレイ探査は、表面波を使った物理探査です。海底微動計を正三角形などの形に配置してデータを収録します。このデータを解析・解釈して、一次元の「S波速度構造」を推定します。測定作業は、1地点あたり1日です。

これまでの海上ボーリングによるPS検層よりも短い期間で、より多くの地点の調査が可能になりました。また、水深の深い沖合でも調査することができます。

海上ボーリングや音波探査など、様々な調査方法を組み合わせること、最適な地盤調査を提案いたします。

Submarine Microtremor Array Survey

KGE made use of "submarine microtremor array survey" as a survey method to evaluate the depth of the engineering bedrock.

It is geophysical exploration using surface waves, and the data is recorded by its sensors arranged in equilateral triangles on the seabed.

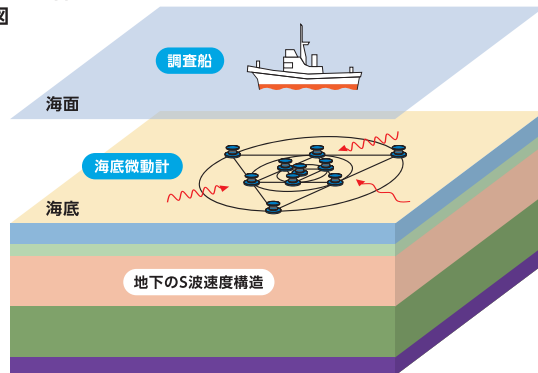
This data is analyzed and interpreted to estimate 1-D "S wave velocity structure". The measurement is completed in one day per one spot.

The period for survey became shorter and more spots can be surveyed compared to the conventional PS logging by boring.

Moreover, this survey can be conducted in offshore where the water is deep.

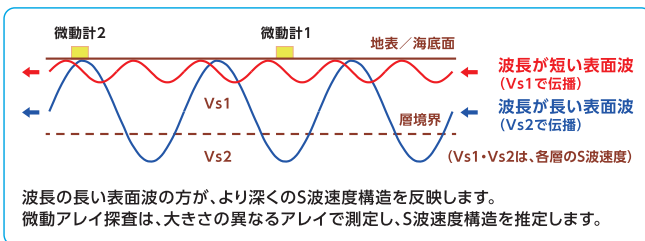
We propose the most appropriate geotechnical surveys by combining various survey methods such as offshore boring survey and seismic survey.

海底微動アレイ探査のイメージ図



海底微動計を設置して測定します。浅部から深部までのS波速度は、1地点に大中小の3重アレイを設置することにより、1日の調査で知ることができます。

海底微動計には、それぞれロープとブイを取り付けます。データ収録後は、すべて回収します。



微動アレイ探査とは

私たちの足元の地面は、私たちが感じるできないくらい細かく常に振動しています。この細かな振動が「常時微動」です。この常時微動の発生源は、波浪のような自然現象のほか、交通機関のように人間の社会活動に伴うものなど様々です。この常時微動を使って地下の地盤情報を得るのが微動アレイ探査です。陸上では1980年ごろから実用化されていました。

What Is Microtremor Array Survey?

The ground beneath our feet is constantly and slightly vibrating, but we cannot feel it. These minute vibrations are called "microtremors". There are various microtremors caused by natural phenomena such as ocean waves and social activities such as transportation, etc. The microtremor array survey is to obtain the underground information by using these microtremors. It has been in use around 1980 for onshore.

海底微動計の特徴

川崎地質株式会社では、新たに「海底微動計」を作りました。この海底微動計は、耐圧容器の中に地震計と収録装置を収めた独立型です。耐圧は最大水深200mです。独立型のため、測定時につなぐケーブルがいりません。コンパクトなサイズで、小型船舶を使って調査を行うことができます。当社の海底微動計は、水平動(X,Y)と上下動(Z)の3成分を記録することができます。

この3成分データによって、より詳細なデータ解析・解釈が可能です。

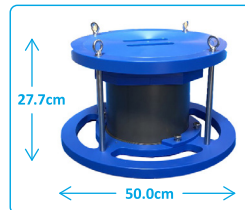
Characteristics of Submarine Microtremor Sensor

KGE developed a new "submarine microtremor sensor". It is an independent type containing a seismometer and a recording device in a pressure-resistant container.

Its pressure-resistant applies maximum 200m depth, and cables are not required to be connected during measurement because of its characteristic.

Moreover, the size is compatible that the survey can be conducted by small vessels. It can record three components of horizontal (X,Y) and vertical (Z), and this data makes more detailed analysis and interpretation.

海底微動計
直径:50.0cm 高さ:27.7cm
重量:23.0kg(空中)/5.5kg(水中)



3

Selection of Scaffolds to Apply Sea Area Properties

海域の特性に合わせた足場の選択



4

Various Offshore Scaffolds for Geotechnical Survey

多彩な海上足場

傾動自在型試錐工法

傾動自在型 試錐工法

調査地点のガイドパイプと台船上のボーリングユニットを独立して仮設する工法です。

ガイドパイプの長さや底盤を調整することで、様々な水深(最大50m)や海底地形に適用可能です。また、荒天時はガイドパイプ・ボーリングロッドのみを残置できるため、退避や作業再開が短期間にできます。

KEIDO-JIZAI Marine Drilling Method

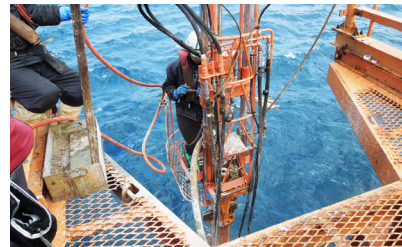
(Multi-function drilling system separated boring guide pipe from a barge)

This is a method to install the guide pipe and the boring unit on barge separately. It is capable of various conditions of offshore site (up to 50m, inclination of seabed, etc.).

In case of stormy weather, only the guide pipe and the boring unit can remain on the site, allowing for quick evacuation and re-starting of work.



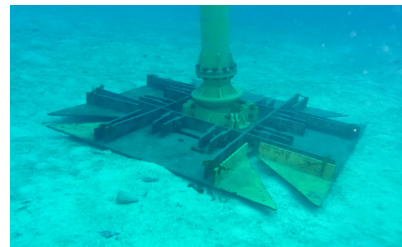
傾動自在型工法



傾動自在用ボーリングマシン



ガイドパイプ残置状況



フレキシブル底盤【特許申請中】

工法の特徴

- 大水深(水深50mまで)での掘削が可能です。
- 機動性に優れ、悪天時にも速やかに退避が可能です。
- 軟弱層～岩盤までのサンプリング・コアリングが可能です。
- 各種原位試験及びサウンドイングにも対応可能です。
- 海底面が傾斜していても設置可能です。(最大10度まで)

Characteristics of This Method

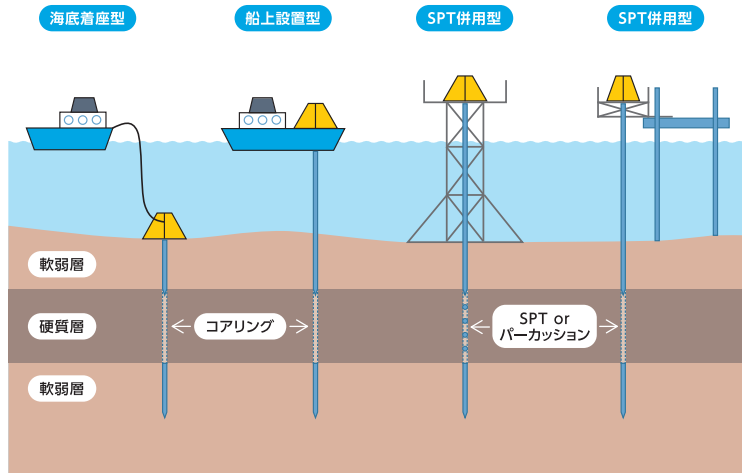
- Apply to the depth up to 50m.
- Excellent mobility and quick evacuation under stormy weather.
- Enable sampling and coring from soft layers to rock.
- Apply various in-situ tests and soundings.
- Applicable even if the site is slope. (Up to 10 degrees slope angle)

5

In-situ Test and Laboratory Test

物性値の把握

様々なタイプのCPTに対応



CPTの技術

CPTは、コーンを静的に圧入しながら先端抵抗 q_c 、周面摩擦 f_s 、間隙水圧 u の三成分を測定する試験です。試験結果から地盤の土質分類、N値、細粒分含有率 F_c 、単位体積重量 γ_t 、非排水せん断強度 c_u 、せん断抵抗角 ϕ' 、圧密降伏応力 P_c など地盤定数を推定します。洋上では、海底着座型や船上設置型、鋼製檣上から実施するSPT併用型等があり、現場の条件により最適な手法を提案します。

CPT (Cone Penetration Test)

CPT is the test to measure the three components, point resistance q_c , skin friction f_s , and pore water pressure u , while statically pressing a cone into the ground. The test results are used to estimate soil parameters such as soil classification, N-value, fine fraction content F_c , unit weight γ_t , undrained shear strength c_u , angle of shear resistance ϕ' , and consolidation yield stress P_c . There are several types of offshore methods, such as seafloor drill type, drillship type, and SPT type conducted from a scaffold. We propose the most appropriate method depending on the site conditions.

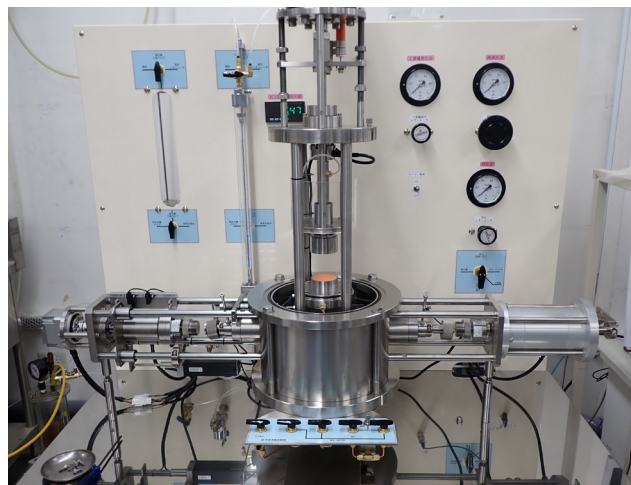
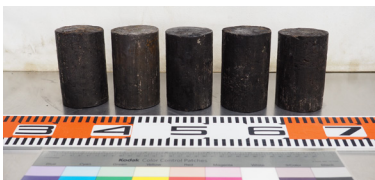
乱れの少ない試料による試験

現場で採取した土や岩の試料を対象として、物理特性、力学特性、動的特性を把握するために、室内土質試験を実施します。力学試験や動的試験では、さまざまな地盤の応力状態をセル内で再現し、その時の土や岩の挙動を測定します。

Laboratory Test Using the Undisturbed Sample

The Laboratory Test is conducted to understand the physical, mechanical, and dynamic properties of the soil and rock samples collected in the site. In mechanical and dynamic tests, various ground stress conditions are reproduced in the cell and the behavior of the soil or rock is measured.

乱れの少ない
試料



DSS: 繰返し単純せん断試験

6

業務改善への取り組み

Initiatives to Improve Operations

安全性の向上

海域での地盤調査には、一般的に鋼製檣が用いられています。鋼製檣へのアクセスには、漁船等を使用しますが、海象が悪く、波が高い時などは、鋼製檣への乗り込みが最も危険である為、細心の注意を払いながら行っています。

これまでは、梯子に凸型の防舷材を取り付け、挟まれ事故防止策を行っていましたが、落水に対しては、個人の能力に依存するしかありませんでした。しかし、今回のアップデートで乗降ステップを取付けたことにより、船からの移動が素早くなり、挟まれ、落水に対する危険性を大きく改善させただけでなく、ステップ上で着落して作業をしたり、ハーネスを取付けることも出来るようになりました。

Safety Improvement

Steel scaffolds are generally used for geotechnical surveys in marine areas. We use fishing boats and other vessels to access the steel scaffolds, but boarding onto the scaffold is extremely dangerous in bad sea conditions and high waves. Therefore, the priority is to board onto the scaffolds with the utmost caution.

Previously, we used a ladder with a convexity fender to prevent entanglement accidents, but it only relies on the individual's ability to prevent falling into the water. However, since boarding and alighting steps were attached to the scaffold, transfer from the vessel became faster, and the risk of entanglement and falling water was greatly reduced, as well as the ability to work calmly on the steps and attach a harness.

防舷材の設置: アクセス手段の改良



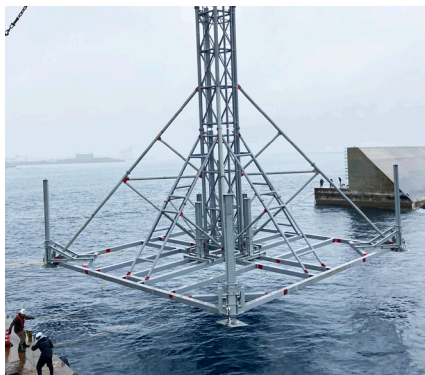
乗降ステップの新設

- アクセス可能な波高条件を緩和 ⇒ 荒天率改善
- 作業員の安全性を向上

交通船は海象に合わせて選択

- 海象条件により小型FRP船、船外機、小型作業船から選択

現場設備の改善: 凸凹のある海底への対応



不陸調整装置「オクトパス」
(特許第7096561号)

ソリューションの向上

洋上風力の開発エリア拡大に伴い、平坦な場所だけではなく、海底面が傾斜していたり、岩礁等により凸凹がある場所でも、ボーリングのニーズが高まっています。

この要望に応えるべく、鋼製檣の底盤部に傾斜補正用のアタッチメントを装着し、海底面の傾斜や凸凹に対して、水平に設置できる装置を新たに開発しました。

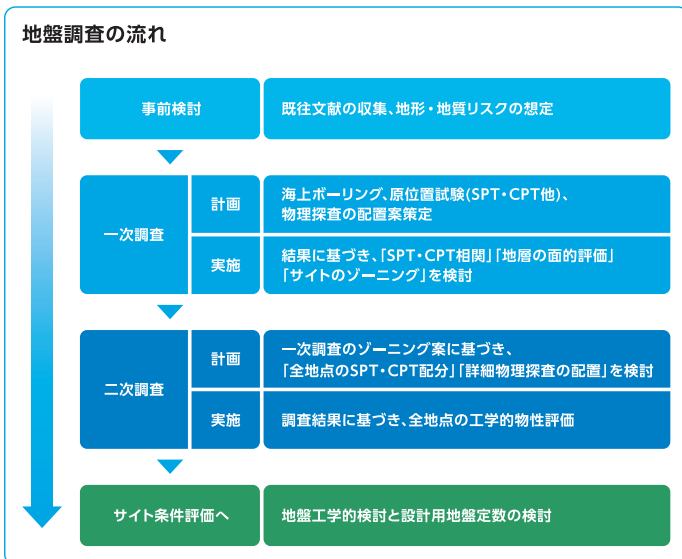
Solution

With the expansion of offshore wind farm development areas, demand has increased for drilling not only in flat areas but also in areas where the seabed surface is inclined or uneven with reefs, etc.

To correspond to these conditions, we developed a new device that can be installed horizontally on sloping or uneven seabed surfaces by attaching an inclination adjustment attachment to the bottom of the steel scaffold.

7 サイト条件評価への流れ

Assessment Flow of Site Conditions



地盤調査全体の手順

調査は段階を踏んで実施し、サイトにおける地盤関連のリスクを確実に解決していきます。

調査の冒頭では、事前検討として既往文献や資料から地形・地質に関するリスクの洗い出しを行います。次いで一次調査を行ってサイト全体の工学的特性を評価し、二次調査で解決すべき地質のリスクについて考察します。二次調査は、すべての風車設置個所における工学的評価と地質リスクについて、すべて解決できる内容とします。

最終的な総合解析結果を「サイト条件評価」の資料とします。

Geotechnical Survey Procedure

We certainly solve the ground-related risks at the site by surveying stages. First, we identify risks related to seabed topography and geology from previous literature and documents as prior examination. Second, we conduct a primary survey to assess the engineering characteristics of the site and examine the geological risks to resolve in the secondary survey. The secondary survey should include a full resolution of engineering assessments and geological risks at all wind turbine installation sites. The final comprehensive analysis result is used as the basis for the 'Site Condition Assessment'.

各調査手法の役割

海底地形・海底面状況調査は、海底地形や底質・海底の構造物・障害物などを明らかにするために行います。

調査結果は、海底地すべりなどのリスク把握、ケーブル設置ルートを検討、魚礁位置の確認などに用います。

海底地盤調査は、地盤構造(地質層序や地質構造)を得るものと工学的特性を得るものに大別されます。

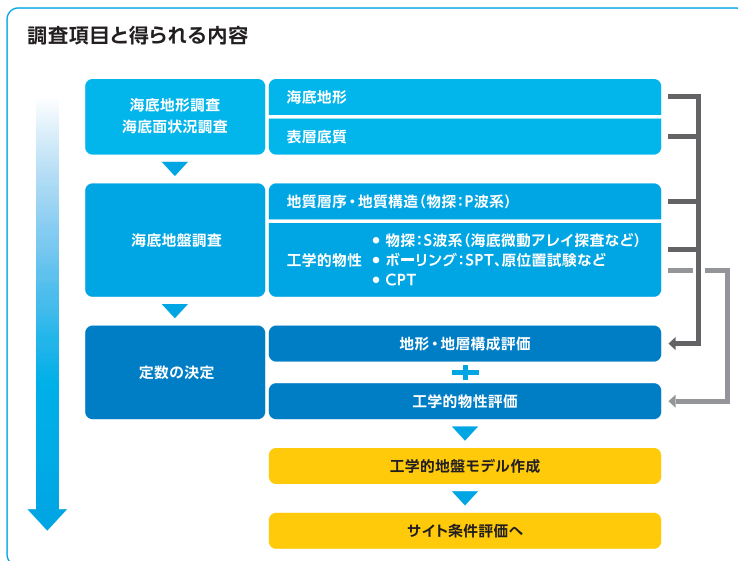
これらを複合的に実施することでサイト全体の工学的地盤モデルを作成します。

Tasks of Each Survey Method

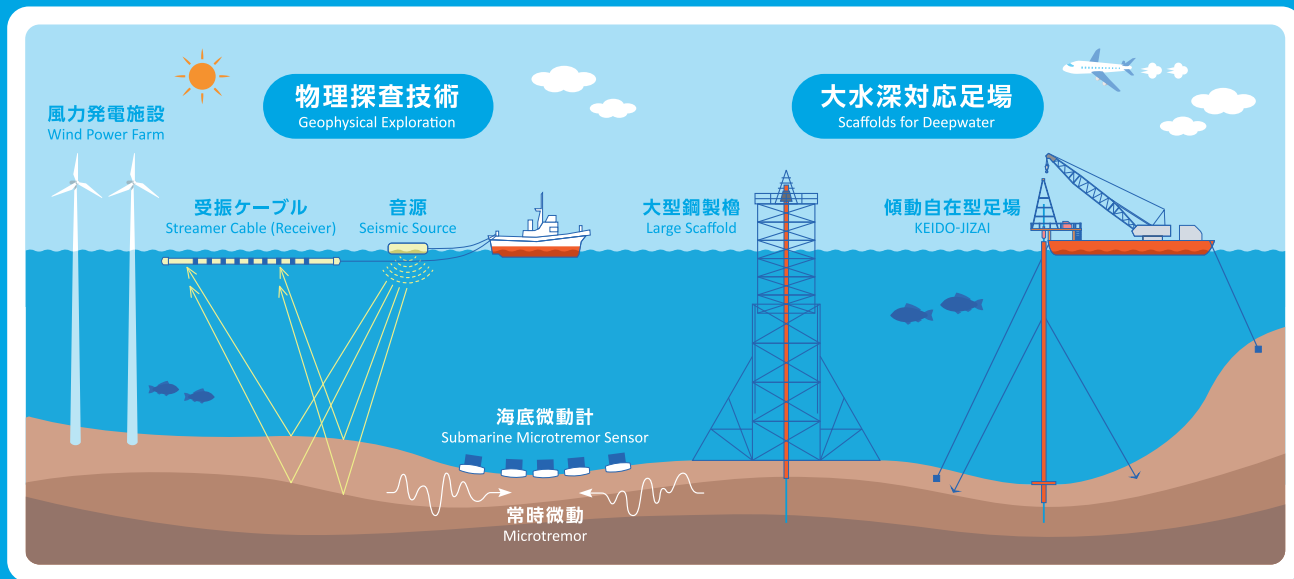
A bathymetric survey and side scan sonar survey are conducted to identify topography, sediments, structures, obstructions, etc., on the seabed.

The results are used to identify risks of submarine landslides, investigate cable installation routes and determine the location of fish reefs.

The submarine geotechnical survey can be broadly classified into two categories: those for obtaining geotechnical structure (geological stratigraphy and structure) and those for obtaining engineering properties, which are combined to develop an engineering ground model of the site.



地盤調査のプロ集団が最適ソリューションをワンストップでご提供!



お問合せ先

川崎地質株式会社 海洋・エネルギー事業部

〒108-8337 東京都港区三田2-11-15
TEL:03-5445-2090 FAX:03-5445-2095
E-mail:kgewindfarm@kge.co.jp
<https://www.kge.co.jp/>



中央開発株式会社 東京支社

〒169-8612 東京都新宿区西早稲田3-13-5
TEL:03-3204-0561 FAX:03-3204-0475
E-mail:ckc-seawind@ckcnet.co.jp
<https://www.ckcnet.co.jp/>



社名をクリックすると、各社ウェブサイトへジャンプします。