

(地質情報管理士資格検定試験 参考図書)

【2024 年版】

デジタル時代における地盤情報の取扱いガイドブック

～地質調査業の情報産業としての発展を目指して～

令和6年6月

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

情報化委員会

本書の利用にあたって

本書は、地盤のデータベースや BIM/CIM、電子納品など地盤情報を取り扱う地質調査技術者向けに作成したものである。

掲載内容は令和6年5月時点に基づくものであり、利用にあたっては最新の情報を確認いただきたい。

目次

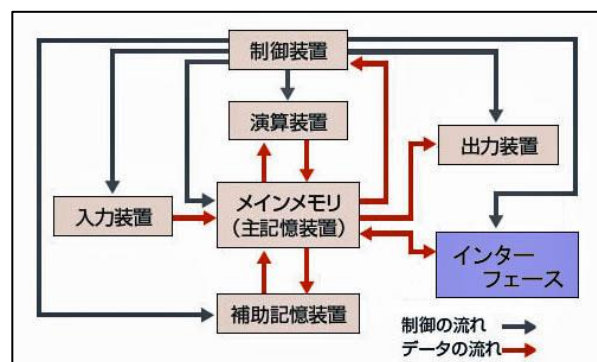
1 情報技術に関する基礎知識	1.1
1.1 ハードウェアの基礎知識	1.1
1.2 ソフトウェアの基礎知識	1.3
1.3 データベースに関する基礎知識	1.5
1.3.1 データベースの種類とデータモデル	1.5
1.3.2 データベーススキーマ	1.6
1.3.3 オープンソースのデータベース	1.7
1.3.4 XML 文書	1.8
1.3.5 ビッグデータ (Big data)	1.9
1.4 ネットワーク・インターネットに関する基礎知識	1.11
1.4.1 ネットワークの基礎知識	1.11
1.4.2 インターネットに関する知識	1.15
1.5 インターネットにおける脅威とそれに対する対策法	1.16
1.5.1 インターネットの匿名性	1.16
1.5.2 不正使用に関する認識と対策	1.16
1.5.3 マルウェアへの対策	1.16
1.6 情報セキュリティ対策	1.19
1.6.1 情報セキュリティマネジメントシステム (ISMS)	1.21
1.6.2 ファイアウォール (firewall)	1.22
1.6.3 電子メールにおける脅威と対策	1.23
1.6.4 BYOD (Bring your own device)	1.23
2 GIS に関連する基礎知識	2.1
2.1 GIS に関する知識	2.1
2.1.1 GIS とは	2.1
2.1.2 GIS で取り扱うデータ	2.4
2.2 使用する地図、位置情報に関する知識	2.7
2.2.1 地図投影法	2.7
2.2.2 測地系、座標系、メッシュコード	2.8
2.2.3 GNSS・電子基準点	2.13
2.2.4 3次元計測	2.14

3	電子納品に関する基礎知識	3.16
3.1	電子納品とその実務	3.16
3.1.1	電子納品の概要	3.16
3.1.2	電子納品の流れ	3.17
3.1.3	情報共有システムの活用とオンライン電子納品	3.18
3.1.4	電子納品・保管管理システムと受注者による成果品検索	3.18
3.2	電子納品実務における留意点	3.19
3.2.1	事前協議（地質・土質調査業務、測量業務）	3.19
3.2.2	業務中の情報交換と情報管理	3.20
3.2.3	地質・土質成果等の電子成果品の作成	3.21
3.2.4	電子成果品の作成とチェック	3.22
3.2.5	地盤情報の検定・登録	3.23
4	地盤情報に関する知識	4.1
4.1	地盤情報に関する基礎知識	4.1
4.1.1	地盤情報の電子化に関する基礎知識	4.1
4.1.2	地盤情報の可視化に関する基礎知識	4.4
4.1.3	地盤情報の公開に関する基礎知識	4.5
4.1.4	ボーリングデータの公開の現状	4.7
4.1.5	地質図、地盤図、ハザードマップの公開の現状	4.11
4.2	地盤情報の品質確保	4.12
4.2.1	地盤情報のエラー	4.12
4.2.2	担当者名等の公開	4.13
4.2.3	地質情報管理士の役割	4.13
4.2.4	ボーリングデータ目視確認（チェック）支援ツール	4.15
4.3	地盤情報の利活用	4.15
4.3.1	地盤情報データベースに関する基礎知識	4.15
4.3.2	地盤情報データベースの利活用とその意義	4.16
4.3.3	地盤情報データベースの利活用の際の留意点	4.16
4.3.4	3次元地盤モデルの利活用	4.19
4.3.5	地盤情報の活用事例	4.21
5	関連施策・最新の話	5.22
5.1	Society5.0	5.22
5.2	オープンデータ	5.22
5.3	デジタル社会の実現に向けた重点計画	5.23
5.4	DX（デジタル・トランスフォーメーション）	5.26
5.5	インフラ分野のDX	5.27
5.6	i-Construction	5.29
5.6.1	i-Construction	5.29
5.6.2	i-Construction 2.0	5.29

5.6.3	ICTの全面的な活用（ICT 施工）	5.30
5.6.4	i-Construction 関連の要領・基準・ガイドライン	5.32
5.7	BIM/CIM	5.32
5.7.1	BIM/CIM とは	5.33
5.7.2	BIM/CIM に関する国の動向	5.35
5.8	DX データセンター	5.39
5.9	国土交通データプラットフォーム	5.40
5.10	G 空間情報センター	5.42
5.11	3 次元都市モデル	5.43
5.12	地下空間の利活用に関する安全技術の確立について	5.44
5.13	地盤情報の検定、データベース構築	5.45
5.13.1	地盤情報の検定	5.46
5.13.2	国土地盤情報データベース	5.46
5.14	地質リスクマネジメント	5.47
5.15	xROAD（クロスロード）	5.48
5.16	デジタル施策に関連した技術	5.49
5.16.1	デジタルツイン	5.49
5.16.2	メタバース	5.50
5.16.3	XR（クロス・リアリティ）	5.51
5.16.4	AI（Artificial Intelligence 人工知能）	5.51
6	参考資料 6.1	
6.1	3 次元モデル（地形モデル）	6.1
6.2	3 次元モデル（地質・土質モデル）	6.2
6.3	地盤情報の公開サイト	6.8
6.4	地盤情報の公開事例	6.11
6.4.1	ボーリング柱状図の公開事例（特徴と比較）	6.11
6.4.2	地質図及び地盤図の公開事例	6.14
6.4.3	3 次元地盤図の公開事例	6.20
6.4.4	地質に係わるハザード情報の公開事例	6.21
6.5	ボーリングデータ目視確認（チェック）支援ツール	6.23
6.6	地盤情報の活用事例	6.26
6.6.1	災害発生時の地盤情報データベースの活用	6.26
6.6.2	地形・地質調査・解析での活用	6.30
6.6.3	防災分野（河川災害、地震・津波災害、斜面災害、火山災害、ハザードマップ、 地質・地盤リスクの評価など）での活用	6.32
6.6.4	施設・土構造物等の維持管理での活用	6.34

1 情報技術に関する基礎知識

地質情報をはじめとするデジタルデータを扱う上で、コンピュータ（ハードウェアとソフトウェア）、周辺機器及びネットワークに関する基礎知識だけでなく、データベース運用、ネットワークにおける脅威とそれに対する対策法などへの理解が必要である。



1.1 ハードウェアの基礎知識

図 1-1 パソコンの構造図（イメージ）

図 1-1 はパソコンを構成する各装置の配置図（イメージ）であり、表 1-1 は各装置の主な機器名称および機能を解説したものである。

表 1-1 パソコンを構成する各装置の主な機器名称および機能の解説

装置名	主たる機能	主な機器名称	機能
制御装置	各装置に指示や命令を出す	CPU・GPU	CCPU(中央処理装置：Central Processing Unit)： データ処理を行うコンピュータの中核部分である。1つのパッケージに複数のコアを集積したマルチコアプロセッサが一般化し、年々処理速度が向上している。CPUは、コンピュータの頭脳として機能しており、逐次計算からデータベースの実行まで、幅広い処理を行う。
演算装置	四則演算や論理演算を行う		CGPU（グラフィックスプロセッシングユニット：Graphics Processing Unit）： リアルタイム画像処理に特化した演算装置あるいはプロセッサである。その処理性能を活かして、ビッグデータ処理、AI開発等でも利用されている。内部でコアが連携して動作することで並列処理が行えるため、CPUに比べて圧倒的な処理スピードを誇る。その差は、行列演算の処理スピードがCPUの10倍ともいわれているが、単純計算に特化しており、幅広い処理には向いていない。
記憶装置	主記憶装置と補助記憶装置から構成され、プログラムやデータを記憶する	主記憶装置：RAM、ROM 補助記憶装置：SSD、HDD、USB、CD、DVD、など	主記憶装置 >コンピュータ本体にはRAMやROMという記憶装置が使用されている。容量が小さく、読み書き速度が速い。 DRAM(Random Access Memory)： データの読み出しと書き込みができるメモリで、コンピュータのメインメモリ、グラフィックスカードのビデオメモリ、ハードディスクドライブのバッファメモリなどに採用されている。 ROM((Read Only Memory)： データの読み出し専用のメモリで、コンピュータでは電源スイッチが入れられた時に最初に実行するプログラムを格納する目的で使用されることが多い。 補助記憶装置 >容量の大きいプログラム・データを記録し、適宜読み出す形で利用される。多数の規格があり、それぞれ使用方法・用途が異なる。 表1-2 に比較表を示す。
入力装置	データや命令をコンピュータが理解できる信号に変換して主記憶装置に伝える	キーボード、マウス、デジタルカメラ、スキャナ、など	キーボードやマウスといった基本的な入力装置だけでなく、スキャナ・カメラ・マイクロフォン・ジョイスティック・バーコードリーダーなども入力装置の一種である。地質調査では、地震計、PS検層機や電気探査機などの物理探査装置、N値の自動記録式貫入試験機や間隙水位計などの原位置試験機類や土質試験機などが該当し、測量では3Dレーザスキャナ・レーザ距離計・トータルステーションやGNSSなどが入力装置に該当する。
出力装置	データ類を人間に伝えるために、可視化や可聴化する	ディスプレイ、プリンタ、スピーカー、など	一般的な出力装置は、ディスプレイやプリンタである。また、音声出力装置、外部記憶装置、複合機の場合のFAX機能も出力装置の一種である。外部記憶装置に関しては入力装置にもなることから入出力装置と呼ばれることもある。
インターフェース	周辺機器やネットワークを介してデータやプログラムなどを通信する	USB、イーサネット、など	シリアルインターフェースとパラレルインターフェースという2つの方式に大別される。 シリアルインターフェース(serial interface)： 1本の信号線で1ビットずつ順番にデータを送受信するシリアル転送方式である。 規格例：USB、SATA（シリアルATA）・イーサネット(Ethernet)・RS-232C・IEEE1394 パラレルインターフェース： この方式は複数の信号線を使用して一度に複数のビットを同時に送受信する方式のインターフェースである。高速化が難しく、そのほとんどが現在使われなくなっている。 規格例：IEEE 1284・SCSI(Small Computer System Interface)・IDE(Intelligent Drive Electronics)・IrDA(Infrared Data Association)・Bluetooth・IEEE 488(別名、GPIB、HP-IB)など。

表 1-2 補助記憶装置の比較

参照 URL: <http://e-words.jp/w/USBメモリ.html>

記憶媒体	装置名	速度	容量	容量単価	可搬性	対応機器
磁気ディスク	HDD (内蔵)	○	◎	○	×	○
	HDD (外付け)	○	◎	○	△	◎
フラッシュメモリ	SSD (内蔵)	◎	○	×	×	○
	USB メモリ	◎	○	×	◎	◎
	SD メモリカード	◎	○	×	◎	○
光学ディスク	CD (CD-R、CD-RW)	×	×	×	◎	◎
	DVD (DVD-R、DVD-RW)	×	△	△	◎	◎
	Blu-ray Disk (BD-R)	△	○	○	◎	×
磁気テープ	カセット (LTO)	○	◎	◎	◎	×

ここでいう「可搬性」とは、他の機器での利用のし易さのことをいう。

◎:優れている、○:やや優れている、△:やや劣っている、×:劣っている

表 1-3 その他のハードウェア用語

用語	解説
プログラム制御	主記憶装置に格納されたプログラムを取り出して、プログラム内の命令を解釈し、その命令内容に従って必要な処理を行う。
演算制御	主記憶装置に格納されているデータに対し、プログラムで指示された手順に従って四則演算や論理演算などを行う。
入出力制御	入力装置からの情報の受け取り制御、補助記憶装置に対するデータやプログラムの格納制御、インターフェースに対する通信制御、出力装置への情報の出力制御などを行う。
電源管理規格	Microsoft社とIntel社はパソコンの電源管理に関する規格(APM: Advanced Power Management)を共同で策定している。この規格ではバッテリーの状態を5段階に分けて監視し、アプリケーションソフトが自動的に電源を切ったりすることができる。APMに代わる規格として、OSがBIOS*と連携してコンピュータ内部の各パーツの電力を管理するための統一された方式(ACPI: Advanced Configuration and Power Interface)が制定されている。
無停電電源装置 (UPS、Uninterruptible Power Supply)	内蔵した電池や発電機により、停電時でもしばらくの間コンピュータなどに電力を供給する装置である。

<参考>スマートフォンとタブレット

タブレット・スマートフォンは持ち運びを前提としたコンピュータであり、タッチパネル操作が可能であるが、パソコンと同様に、制御装置、演算装置、記憶装置、入力装置、出力装置の5大装置を搭載している。両者の違いは、ディスプレイの大きさの他に、通信機能を標準搭載しているかが大きな違いである。

1.2 ソフトウェアの基礎知識

ソフトウェアとプログラムについて以下にまとめたので参照されたい。

■**ソフトウェア**:一つの完成品（形態）であって、多くのプログラムから構成されている。

また、フォルダやファイルもソフトウェアに含まれる。例、MS-Word、MS-Excel

■**プログラム**:ソフトウェアを構成する個々の命令（コード）群のこと。例、Java Script

図 1-2 に一般的なソフトウェアの階層構造イメージ、表 1-4 にソフトウェアの階層構造用語について解説を示す。また一般的なソフトウェア用語について表 1-5 に解説を示す。



表 1-4 ソフトウェアの階層構造用語の解説

用語	解説
デバイスドライバ (device driver)	イーサネットボードなどコンピュータ内部に装着された装置およびプリンタなどの外部接続機器を制御・操作するためのソフトウェアのことである。個々の装置類にはそれ専用の制御方法や手順などが存在するが、デバイスドライバはこれを共通化し一種のソフトウェアとしたものである。
オペレーティングシステム (Operating System、OS)	OSとはハードウェアを直接、あるいはデバイスドライバを介して動作させるための基本ソフトウェアのことである。主なOSとしてWindows、mac OS、UNIX、Linuxなどがある。OSはアプリケーションの改良、あるいはセキュリティ上の防護機能の向上などのために時々改良(アップデート)されるが、可能な限り対応しておいた方が良い。スマートフォンやタブレットパソコンなどの携帯情報端末を主なターゲットとして開発されたのがAndroidとiOSである。AndroidはLinuxベースで開発されており、無償で誰にでも提供されるオープンソースであり、カーネル*からミドルウェア**、ユーザーインターフェース、Webブラウザ、電話帳などの標準的なアプリケーションソフトウェア群までを1つのパッケージにして提供されている。一方、iOSはiPhone、iPod及びiPadなどに搭載されているOSである。OSの仕様は公開されているが、OS自体は他社製品には搭載されていない。 * カーネル (kernel) : OS の中核を構成する管理用のソフトウェアであって、CPU やメインメモリ、入出力機器やネットワークなど、コンピュータを構成するハードウェア資源を管理するために使用される。 ** ミドルウェア : アプリケーションとOSの中間に存在するソフトウェアで、特定の処理や動作を行えるようになる機能を提供する。
アプリケーション	アプリケーションソフトウェア(application software)とも言われ、OS上で稼働する。利用目的に応じて作成されたソフトウェアであって、ワープロ、表計算ソフト、データベース、画像処理などさまざまな種類のものが存在している。スマートフォンやタブレットで多用される「アプリ」のことである。

表 1-5 ソフトウェアについての用語解説

用語	解説
ファイル	コンピュータの補助記憶装置には、様々なソフトウェアやデータが保存されている。これらはOSに付随するファイルシステムによって、ファイルという一塊ごとに管理されている。ファイルは一つの名前を持っており、ソフトウェアやデータによっては、特有の拡張子が付けられることが多い。ファイルの大きさはバイトという単位で示され、必要に応じてキロやメガなどの補助単位が用いられる。
圧縮ファイル	データを記憶するファイル形式にはアーカイブファイル*と圧縮ファイル**が含まれる。代表的な圧縮ファイルには、LZH、ZIP、CABがあるが、LZHについてはウイルスチェックが正常に行えないという理由から、作者自らが企業・団体での利用中止を呼びかけている。その他のファイル保存用の形式としてGZ、Z、BZ2、TAR、TGZ、TAZ、TBZ、JAR、ARJ、RAR、7zなどがある。 * アーカイブ(archive) ：複数のファイルを一つのファイルにまとめることをいう。アーカイブするためソフトウェアをアーカイバという。 ** 圧縮ファイル(compressed file) ：圧縮アルゴリズムによってデータの内容を保持したまま、容量を圧縮して保存したファイル
オープンソースソフトウェア (Open Source Software)	オープンソースソフトウェアとは、ソフトウェア(プログラム)のソースコードを、インターネットなどを通じて無償で公開し、誰でもそのソフトウェアの改良、再配布が行なえるようにすることを言う。 オープンソース文化を啓蒙する非営利組織(The Open Source Initiative：OSI)によって「The Open Source Definition(OSD)」という定義が発表されている。「自由な再頒布の許可」「派生ソフトウェアの頒布の許可」「個人や集団の差別の禁止」「適用分野の制限の禁止」など10項目からなり、これに準拠しているソフトウェアライセンスには「OSI認定マーク」が付与される。
スクリプト (Script)	コンピュータが理解できる言語への変換作業を省略して簡単に解釈実行できるようにした簡易的なプログラムのことであって、スクリプトに用いられる言語は「スクリプト言語」、または「簡易プログラミング言語」と呼ばれている。スクリプトは他の言語に比べて習得が比較的容易で、プログラムを短時間に作成することができる一方、実行できる機能は限定的なために、小規模なプログラムの作成に向いている。汎用的なスクリプト言語にはPythonやRuby、Perl等がある。 近年では、ウェブページを作成する際に、HTML言語だけでは実行できない動的な機能を利用するためのプログラムもスクリプトと言うようになり、その代表的なものはJavaScriptである。
RPA (Robotic Process Automation)	RPAとは、パソコン上での事務作業等を自動化するソフトウェアロボット技術である。日常的に行っているキーボード入力、マウス操作などの手順を記録し、その手順を高速かつ正確に実行する。 RPAの導入メリットは、業務の効率化や生産性向上、人的ミスの削減、事務作業から解放された従業員のモチベーションの向上、より付加価値の高い仕事への集中、人手不足の解消などが挙げられる。一方で、アクシデントや例外処理に弱く、あらかじめ命令されたことしかできない、複雑な処理に対してタスク分解して命令を与えるなどの弱点もある。自動化に関しては、VBA (Visual Basic for Applications) などのプログラミング処理などの方法もあるが、RPAは基本的にノンプログラミングである。複雑なプログラミングを学ぶ必要はなく、RPAの操作パネル当を用いて、自動化させたい一連の操作を記録していくため、導入のハードルが低く企業等での利用拡大が進んでいる。
ビジュアルプログラミング	ビジュアルプログラミングとは、プログラムをテキスト (コード) ではなく、アイコンや絵などの視覚的なオブジェクト、ブロックの組合せで記述し、「グラフィカルプログラミング」とも呼ばれる。 ビジュアルプログラミング言語は、通常のプログラミング言語の表現は残し論理構造をビジュアル化して操作できるようにしたタイプから、テキスト要素を極力排除しペン操作のみでプログラムを作成できるタイプまで幅広く存在する。視覚表現でプログラミングが可能であり、空間上にテキストやグラフィックシンボルを配置してプログラミングできる。

1.3 データベースに関する基礎知識

データベース（以後、DB）とは、ある特定の条件に当てはまるデータを複数集めると共に、後々使いやすい形式に整理したデータ（情報）群のことを表わす。一般的に、コンピュータを使って管理するデータ群をDBと呼ぶことが多いが、紙で管理する電話帳あるいは住所録なども、DBの範疇に入っている。コンピュータを使うDB管理システム（DBMS:Database Management System）自身、あるいはそのシステムで扱うデータ群のことを単にDBと呼ぶ場合もある。

以下にDB化のメリットを略記する。

- ・複数のデータをまとめて管理することが可能である。
- ・目的とするデータを検索することが可能である。
- ・DBに登録したデータの編集（変更／削除）が容易である。

1.3.1 データベースの種類とデータモデル

データベース（以後、DB）を作成するにあたり、利用しやすく全体のデータに矛盾が無いように整理することが必要である。データがある形でモデル化したものをデータモデルという。

代表的なデータモデルには階層型データモデル、ネットワーク型データモデル、リレーショナル（関係）型データモデル及びオブジェクト指向型データモデルがある。

図 1-3 に各データモデルのイメージを示し、表 1-6 にそれぞれの特長を示す。

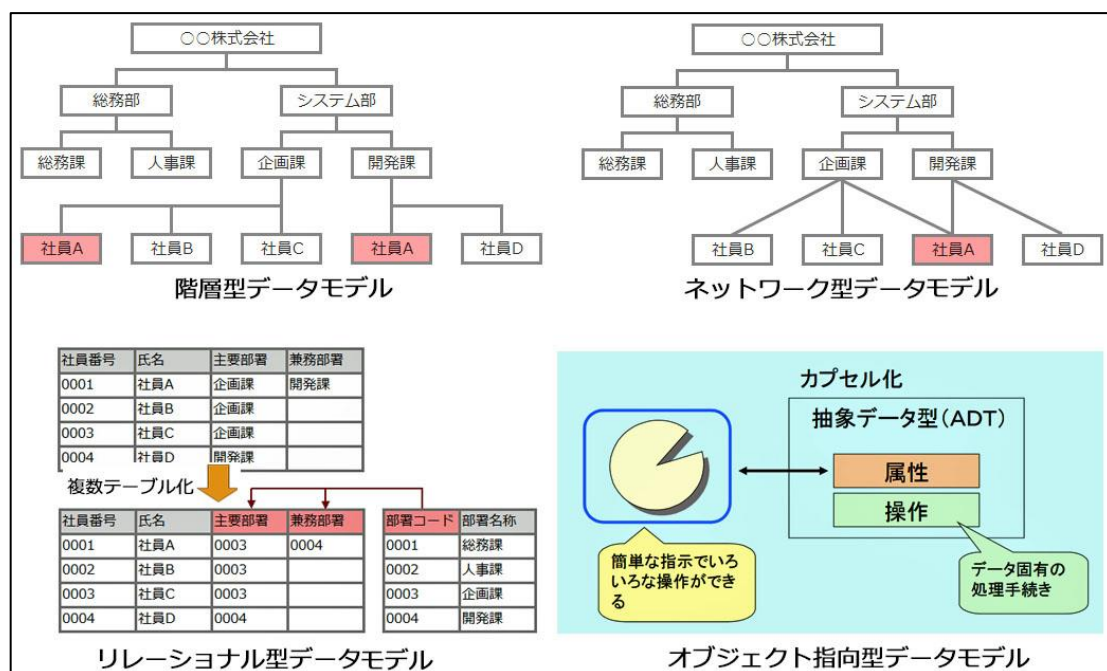


図 1-3 データベース（データモデル）の種類

表 1-6 各データモデルの特長

データモデル	特長
①階層型 データモデル	データを階層型に格納・整理する仕組みをもったDBであり、データはツリー構造で表す。ある1つの親ノード(要素=個のデータ)に対し、複数の子ノードが常に「1:n」でぶら下がっているという親子の関係をもつため、データにアクセスするためのルートは一通りしかない。 ルートが一つと言うことは検索に要する時間が短い(高速)という特徴を持つ。しかし、あるルートで社員が見つからなかった場合は、常に一番上のノードまで戻る必要があるというデメリットが生じる。また、同じ社員が兼務している場合、二重登録が必要となる。データの追加や削除を行うと検索ルートの再設定が必要になるなど、対応できる状況やデータの編集などに柔軟性がないので、現在はあまり利用されていない。
②ネットワーク型 データモデル	親ノードと子ノードの関係が「n:m」で構成されるネットワーク構造を採用したデータモデルである。複雑なものはノード間を網目状の関係づけが行われる。検索の再スタート地点が親ノードまで戻る必要が無いため、①よりは高速性がある。更に、二重登録が避けられるというメリットもある。①に代わってかなり使用されてきたデータモデルであったが、③が出現するに到って徐々に使われなくなってきた。
③リレーショナル型 データモデル (RDB)	現在、主に利用されているDBであって、データを行と列から構成される2次元の表形式で表すデータモデルである。列は各項目を表し、行はデータのエントリー(レコード)を表す。データ同士は複数の表と表の関係によって関連付けられ、SQL(Structured Query Language: 構造化問い合わせ言語)によりユーザの目的に応じて自由な形式で簡単に操作できる。また、重複排除や一元管理のためのルールが存在する。 データに関係した複数の表でモデル化するが、効率的な表を設計する方法として正規化が行われる。正規化とは、冗長性が無く、一貫性及び整合性を保つことが容易な表を設計するための論理的指針である。
④オブジェクト指向型 データモデル	オブジェクトとは「データとその処理手続き(プログラム)を一体化したもの」のことであり、この考え方を取り入れたDBをオブジェクト指向型データモデルと言う。 このデータモデルの特長は、属性値(データ)と操作(データ固有の処理手続き=メソッド)を一体化した「カプセル」という単位でデータが管理・保存されることである。ユーザはカプセルにアクセスするので、データと操作自体に触る必要は無い。カプセルのデータ構造のことは「抽象データ型」と呼ばれている。複雑なデータ構造に向いているため、写真、画像あるいは音声などの異なるデータを統合して扱うことができる。

1.3.2 データベーススキーマ

DB を構築するにあたって、その DB にどのような種類のデータをどのような構造で格納するかなどを定義した情報である。

現在最も利用されているのは「3 層スキーマ」と呼ばれるものであるが、提案した団体によって「外部スキーマ」、「概念スキーマ」及び「内部スキーマ」という 3 層構造のものと、「概念スキーマ」、「論理スキーマ」及び「物理スキーマ」という 3 層構造のものがあるが、本テキストでは前者の組み合わせに限って解説する。

この 3 層スキーマは、ANSI*/X3/SPARC**によって提案されたものである。大まかな概念を

図 1-4 に示し、表 1-7 にスキーマの概要について略記する。

* ANSI:American National Standards Institute:米国規格協会

** SPARC:Standards Planning And Requirements Committee:標準化計画委員会

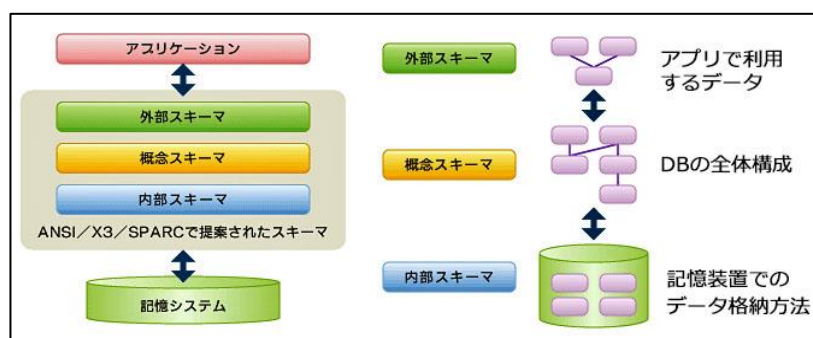


図 1-4 ANSI/X3/SPARC によって提案されたデータベースの 3 層スキーマ構造

表 1-7 データベーススキーマの概要

スキーマ	概要
外部スキーマ	利用者側(アプリケーション開発者)から見たデータ構造やデータの関係などを表したものの。平易な表現では「ユーザから見たデータベース」あるいは「実際に格納されているデータからユーザにとって必要なデータを抽出したもの」となる。リレーショナルデータベース(RDB)では、用途に応じてSQL文で定義する。
概念スキーマ	DB開発者から見たDBそのものであって、データを構成する属性や関係を表したものの。「論理スキーマ」とも呼ばれる。RDBでは、表の定義やリレーションの定義を指す。
内部スキーマ	データを実際に格納するハードウェア側から見たDBであって、データベースのファイルをどのように記憶装置に実装するかななどを定義付けたもの。「記憶スキーマ」あるいは「物理スキーマ」とも呼ばれる。

1.3.3 オープンソースのデータベース

基本的に無料で使用することができるデータベース管理システムのことを一般的にオープンソースのデータベース (OSS-DB) と言う。オープンソースということは、ソースコードも公開されていることを意味し、それを誰でも自由に改変することと、再配布することも可能となっている。代表的な OSS-DB を表 1-8 に列記する。

表 1-8 OSS-DB の概要

OSS-DB	解説
MySQL	比較的シンプルなWebサービスに向いているOSS-DBと言える。現状OSS-DBとして最も高いシェアを持っている。オープンソースのブログ用ソフトウェアであるWordPressでは、MySQLをDBMSとして使用している。レプリケーション機能があるため、障害発生時のコピーDBでの代替処理、あるいは高負荷時での同時処理が可能。OSSの条件はGPL*であるが、ソースコードを開示する義務のない有償版もある。
PostgreSQL	全文検索機能があるなど、比較的多機能なOSS-RDBと言える。サードパーティーが開発したPostGISというオープンソースのプログラムを付加することにより、大容量データのソートや検索が可能になるのでGISデータの処理には向いているDBMSといえる。OSSの条件はBSD*準拠である。 *BSD(Berkeley Software Distribution License)ライセンス：誰でも自由に入手、使用、改変及び再配布が認められている。ただし、オリジナル開発者に著作権があることを表示する、使用によって不都合が発生しても責任は取らないという条件。DBの開発を有料で依頼された場合でも、相手側に全てのプログラムを渡す必要はない。
MariaDB	MySQLから派生したRDB型のOSS-DBである。MySQLに比べて拡張性、処理性能などの評価が高い。レプリケーション機能あり。OSSの条件はGPL*であるが、ソースコードを開示する義務のない有償版もある。 *GPL (General Public License)ライセンス：プログラムのソースコードの公開を原則とし、誰でも自由に入手、使用、改変及び再配布が認められている。ただし、オリジナル開発者に著作権があることを表示する、有償を含む再配布にもGPLが適用されるもの。DBの開発を有料で依頼された場合、相手側に全てのプログラムを渡す必要がある。

1.3.4 XML 文書

XML (eXtensible Markup Language) 文書は、テキストファイル形式を持つデータ記述言語の一つである。機械判読可能、すなわちソフトウェアで自在に情報処理が可能であるため、DBと同様にアクセスや検索が容易な形式である。

XML 文書の型を定義するスキーマ言語には DTD (Document Type Definition)、XML スキーマ (XML Schema) などがあるが、国土交通省の電子納品要領で採用されている言語は DTD である。

表 1-9 に国土交通省の地質・土質成果電子納品要領で規定されているボーリング交換用データの DTD (部分) 及びそれに準拠して作成された XML (部分) の見本を示す。

表 1-9 国土交通省ボーリング交換用データの DTD 及び XML 例

ファイル名:BED0400.DTD (H28.10 版)	ファイル名:BED0400.XML (H28.10 版の記入例)
<pre> <!-- DTD バージョン 4.00 --> <!ELEMENT ボーリング情報 (基礎情報、標題情報、コア情報) > <!ATTLIST ボーリング情報 DTD_version CDATA #FIXED "4.00" > <!--*****--> <!-- 基礎情報 --> <!--*****--> <!ELEMENT 基礎情報 (適用規格+, 公開フラグ) > <!ELEMENT 適用規格 (#PCDATA) > <!ELEMENT 公開フラグ (公開フラグ_コード、公開フラグ_備考?) > <!ELEMENT 公開フラグ_コード (#PCDATA) > <!ELEMENT 公開フラグ_備考 (#PCDATA) > </pre>	<pre> <?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?> <!DOCTYPE ボーリング情報 SYSTEM "BED0400.DTD"> <ボーリング情報 DTD_version="4.00"> <基礎情報> <適用規格>JIS A 0205-2012</適用規格> <適用規格>JIS A 0206-2013</適用規格> <公開フラグ> <公開フラグ_コード>1</公開フラグ_コード> <公開フラグ_備考/> </公開フラグ> </基礎情報> </pre>

参照 URL: http://www.cals-ed.go.jp/cri_dtdxml/

表 1-10 は、3次元設計データの交換で用いられる J-LandXML データについて、XML Schema と XML 記入例を併記したものである。なお、J-LandXML については、「LandXML1.2 に準じた

3 次元設計データ交換標準（案）Ver1.5（略称:J-LandXML）」で規定されている。

表 1-10 J-LandXML Ver1.5 の XML Schema 及び XML 例

J-LandXML Ver1.5 XML Schema	J-LandXML Ver1.5 XML 記入例
<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.2" targetNamespace="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.2" version="1.2"> <xs:element name="LandXML"> <xs:complexType> <xs:choice maxOccurs="unbounded"> <xs:element ref="Project" minOccurs="0"/> <xs:element ref="Application" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/> <xs:element ref="CoordinateSystem" minOccurs="0"/> <xs:element ref="Units"/> <xs:element ref="CgPoints" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/> <xs:element ref="Alignments" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/> <xs:element ref="Roadways" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/> <xs:element ref="Surfaces" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/> </xs:choice> <xs:attribute name="date" type="xs:date" use="required"/> <xs:attribute name="time" type="xs:time" use="required"/> <xs:attribute name="version" type="xs:string" use="required"/> </xs:complexType> </pre>	<pre> <?xml version="1.0"?> <LandXML xmlns="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.2" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" date="2014-03-01" time="16:47:45" version="1.2" xsi:schemaLocation="http://www.landxml.org/schema/LandXML-1.2"> <Project name="〇〇道路設計"> <Feature> <Property label="projectPhase" value="詳細"/> <Property label="applicationCriterion" value="MlitLandXmlVer.1.5"/> <Property label="stratumMainData" value="Surface"/> </Feature> </Project> <Application name="〇〇CAD" version=" 1.0" > <Author createdBy="山田 太郎" company="〇〇設計株式会社"/> </Application> <CoordinateSystem name="CRS1" horizontalDatum="JGD2011" verticalDatum="Y.P" horizontalCoordinateSystemName="8 (X,Y) "> <Feature> <Property label="differTP" value="-0.8402"/> </Feature> </CoordinateSystem> <Units> <Metric areaUnit="squareMeter" linearUnit="meter" volumeUnit="cubicMeter" temperatureUnit="celsius" pressureUnit="HPA" angularUnit="decimal dd.mm.ss" directionUnit="decimal dd.mm.ss"/> </Units> </pre>

参照 URL: http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new_r4.html

1.3.5 ビッグデータ（Big data）

総務省が平成 29 年度情報通信白書に記載したビッグデータの定義は、「事業に役立つ知見を導出するためのデータ」であって、ビッグデータのキーワードは、多量性、多種性、リアルタイム性となる。以下にビッグデータの特徴を略記する。

- 通常のデータベース等では取り扱う事が困難なほど巨大なデータの集まりである。
- 通常、構造化データと非構造化データのいずれも扱う。

ビッグデータを活用することの意義は、ICT の進展に伴い多種多量なデータの生成・収集・蓄積等がリアルタイムで行うことが可能となり、そのようなデータを分析することで未来の予測や異変の察知等を行い、利用者個々のニーズに即したサービスの提供、業務運営の効率化や新産業の創出等が可能となっている点である。

ビッグデータには構造化データと非構造化データがある。表 1-11 に構造化データと非構造化データの特長、図 1-5 に構造化データと非構造化データのイメージを示す。

表 1-11 構造化データと非構造化データの特長

構造化データ	CSVファイルやExcelファイルのように、列と行の概念のあるデータ、すなわちコンピュータシステム上のデータベースに格納・管理・利用できるタイプのデータを言う。構造化データの例としては、気象観測データ、地震観測データ、企業内で管理する顧客データ、商品を買ってくれた顧客リスト、ボーリングや土質試験結果一覧表のメタデータなどがある。
非構造化データ	規則性のある非構造化データと規則性の無い非構造化データに分かれる。前者は「列(データの項目数)」の概念は無いが、情報を登録・取得するための規則性があるものを言い、後者はその規則性すら無いものを言う。 ①規則性のある非構造化データの例としては、ボーリング交換用データ(XML)、土質試験結果一覧表データ(XML)、GPSから送信されるデータ、ICカードやRFID(radio frequency identification：電波を介して情報を読み取る仕組みでSuicaが最も有名)等の各種センサーで検知され送信されるデータなどがある。 ②規則性の無い非構造化データの例としては、電話やラジオ放送等の音声データ、テレビ放送等の映像データ、新聞・雑誌等の活字データ、ブログやSNS等のソーシャルメディアに書き込まれる文字データ、インターネット上の映像配信サービスで流通している映像データ、電子書籍として配信される活字データなど、従来型のデータベースに登録することのできないタイプのデータのことである。言語・画像解析など極めて高度な解析技術を駆使しないとデータ解析は難しいという特徴がある。

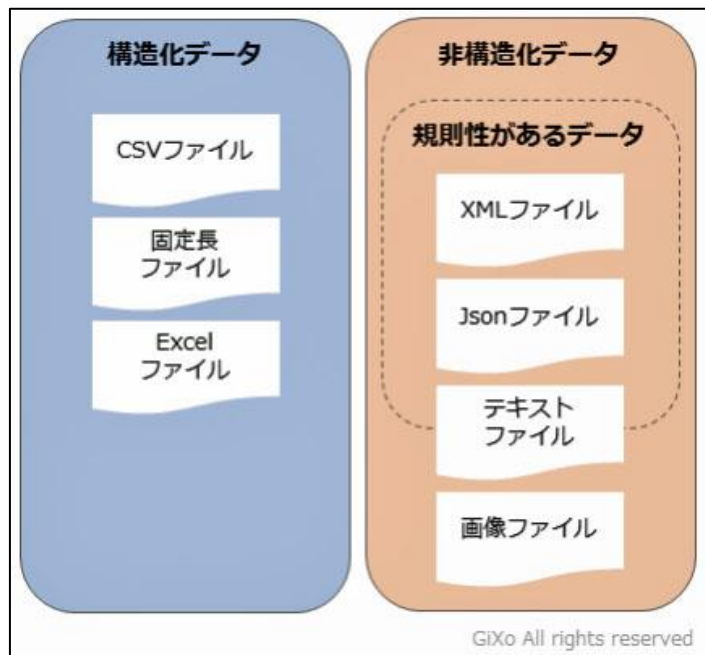


図 1-5 構造化データと非構造化データ

1.4 ネットワーク・インターネットに関する基礎知識

1.4.1 ネットワークの基礎知識

表 1-12 にネットワーク関連の基礎的な用語解説を示す。

表 1-12 ネットワーク関連の基礎的な用語解説

参照 URL: <http://directorblog.jp/archives/50792065.html>

用語	解説
LAN (Local Area Network)	LANは、限定された構内に構築する小規模なネットワークのことを指す。現在ではインターネットの普及により、TCP/IPプロトコルが圧倒的に利用されている。LANを構築するためには、通信規格や構成する規模に適合したケーブル、リピータ、ブリッジ、ハブ、ルータ、ゲートウェイなどの機器を使用する必要があり、WANはLANを相互接続したネットワークである。
IPアドレス (Internet Protocol Address)	インターネットに接続するパソコンなどに対してIPアドレスを割り振ることによって、それに接続されているパソコンなどを識別し、相互のデータ通信が可能となる仕組みである。草創期以来32ビットのIPアドレスであるIPv4(Internet Protocol Version4)が使用されてきたが、理論上接続できる数量が212=約43億台までという制約があり、現実には2011年には枯渇してしまった。このため、128ビットのIPアドレスを持つIPv6(Internet Protocol Version6)の採用、並びにローカルネットワーク内で独自のIPv4による通信を行うNAT*(Network Address Translation)と呼ばれる技術を採用するなどで解決している。 *NAT：技術：ローカルネット内のパソコンなどから外部のインターネットに接続する際、自動的にIPアドレスを内部用のアドレスから外部用のアドレスに変換する技術。ルータと呼ばれる装置には、おおむね標準で装備されている。
インターネット	通信プロトコルTCP/IPを使用して全世界のコンピュータなどを相互に接続可能な分散型のネットワークである。TCP/IP通信プロトコルに含まれる主なサブ規格について下行に略記する。
通信プロトコル	通信を行うための一種の共通言語、すなわち通信内容や手順が取り決められた「通信規約」のことである。「通信手順」ともいう。コンピュータネットワークでの通信プロトコルとしてはTCP/IP、ECHO(AppleTalk)、NetBEUI(NetBIOS Extended User Interface)などがある。
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocolの略、インターネットを含む多くのコンピュータネットワークにおいて、世界標準的に利用されている通信プロトコル。
HTTP (Hypertext Transfer Protocol)	Webブラウザを使用して、Webサーバ(Webサイト)にアクセスする場合に利用される通信プロトコル(規約)である。Webブラウザのアドレスバーでは「http://www. . . . /index.html」といった表示が現れることがあるが、これは「httpというプロトコルを使用して、www. . . . /index.htmlというサイト(ページ)にアクセスせよ。」という通信指令の意味である。
FTP	ネットワークでファイルを転送するための代表的なプロトコルの一種であって、最も初期から使用されており利用者が多い。FTP方式自体には信号の暗号化に対応していないため、SSL/TLS 暗号を利用する「FTPS方式**」や鍵認証を利用する「SFTP方式***」が開発されかなり普及している。 ** FTSP(File Transfer Protocol over SSL/TLS) FTPで送受信するデータを「SSL/TLS」で暗号化する方式。 *** SFTP(SSH File Transfer Protocol) FTPで送受信するデータを「SSH」で暗号化する方式。
SMTP IMAP POP3	電子メールを送信するためのプロトコルはSMTP(Simple Mail Transfer Protocol)、メールを受信するためのプロトコルはPOP3(Post Office Protocol version 3)やIMAP(Internet Message Access Protocol)などがある。POP3はユーザが発信者等を確認する前にクライアントが全メールを受信してしまうが、IMAPはメールをサーバ上のメールボックスで管理しているため、発信者等を選択して受信することが可能である
SSH (Secure Shell)	暗号や認証の技術を利用して、安全にデータ通信を行うためのプロトコル。公開鍵と共通鍵を使用する暗号方式(後述)が使用されている。

図 1-6 インターネットに用いられる TCP/IP 通信プロトコルに含まれる主なサブ規格

通信 / ネットワーク	方式 / プロトコル	アプリケーション / ハード	具体例
インターネット	HTTP (※)	ウェブブラウザ	IE, Firefox
	FTP	FTPクライアント	FFFTP
	SMTP, IMAP, POP3	メール	Outlook Express
	NNTP	ニュースリーダー	Outlook Express
	IRC	IRCクライアント	LimeChat
	RTSP	メディアプレイヤー	Windows Media Player
	SIP	IP電話	X- Lite
	Telnet	Telnetクライアント	PuTTY, Tera Term
	SSH	SSHクライアント	
	Gopher	ウェブブラウザ	Mosaic, Firefox

(※)この部分がWWW(World Wide Web)にあたるところで、いわゆる「ウェブ」。

<無線通信規格の概要>

無線通信ネットワークは、多数の通信規格等が存在し、様々な分類がなされている。表 1-13 に無線 PAN、LAN、MAN、WAN の 4 つの分類と特徴を示す。また無線通信関連のその他用語解説を表 1-14 に示す。

表 1-13 無線通信ネットワークの分類

分類	主な通信技術	主な標準規格	通信距離（目安）	主な用途
無線 PAN パーソナルエリア ネットワーク	Bluetooth、 ZigBee	IEEE802.15	10m 前後 狭い範囲での機器間	デバイス間の通信
無線 LAN ローカルエリアネッ トワーク	Wi-Fi	IEEE802.11 a/b/g/n/ac	50m 前後 会社、自宅、店舗内	家庭、企業等の ネットワーク
無線 MAN メトロポリタンエリア ネットワーク	WiMAX	IEEE802.16	数 km ～ 数十 km ショッピングモール、大学校内	ビル、商業施設等 のネットワーク
無線 WAN ワイドエリアネット ワーク	GSM、GPRS、 CDMA、4G、 LTE、5G	3GPP	上記以上 国、都市、地区内	携帯電話、セン サーネットワーク

※通信距離は目安であり、技術進歩等によって変更されている。

表 1-14 無線通信関連の用語解説

Bluetooth	デジタル機器用の近距離無線を行うために考案された通信規格であって、IEEEでの規格名は「IEEE802.15.1」である。Bluetoothは、親機（パソコンや、携帯電話や、スマートフォン）と子機（キーボードやマウス、ヘッドセット）を無線接続する際用いることが多い。
Wi-Fi	Wi-Fiとは、「Wi-Fi Alliance」という米国の業界団体による、無線LANの国際標準規格「IEEE 802.11」を使用しているという認証のことである。Wi-Fi認証を受けているWi-Fi機器は、相互に接続することができる。現在では、殆どの製品がWi-Fi認証を取得するようになっており無線LANのことをWi-Fiと呼ぶことも多い。
Wi-Fi通信規格	Wi-Fiで使用する通信規格は、5GHz帯と2.4GHz帯という2つの周波数帯に区分されており、現在ではどちらの周波数帯も使用可能である。5GHz帯には「11ac」と「11a」という2つの規格が存在し、2.4GHz帯には「11g」と「11b」という2つの規格が存在する。さらに、両方の周波数帯で利用できる「11n」という通信規格などが存在する。 5GHz帯：電波干渉も少なく安定した通信が行える。電波の直進性から壁などの障害物によって電波が弱まることもあり得る。5GHz帯は、気象レーダなどと同じ周波数帯を使用しているため、原則として屋外での使用は禁止されている。よって、ドローンなどは搭載することもできない。 2.4GHz帯：他の電化製品でも2.4GHz帯の周波数が使用されているなど、比較的電波干渉が発生しやすく、結果的に通信速度の低下に繋がる。一方、屋外での使用が認められているため、例えばドローンなどへの搭載も可能である。
LPWA(Low Power Wide Area) LPWAN(Low Power Wide Area Network)	低消費電力で長距離のデータ通信を可能とする無線通信技術。伝送速度は低速なものの、LTE並みの広域・遠距離通信を、低消費電力・低コストで実現できる。LPWAは低速なナローバンド（狭帯域）を利用するため、10kmを超える長距離のデータ通信が可能であり、温度センサーや水位センサーなどの通信データ量が少ないセンサーIoTデバイスとの通信に用いられる。

図 1-7 に Wi-fi の概要、表 1-15 に Wi-Fi の通信規格を示す。

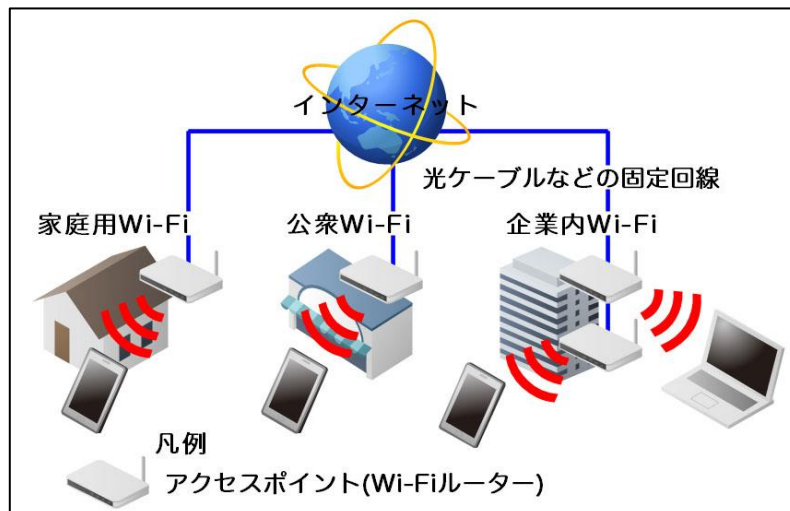


図 1-7 Wi-Fi の概要

表 1-15 Wi-Fi の通信規格

世代	名称	規格名	最大通信速度	周波数帯
第1世代 (1997年6月)	-	IEEE 802.11	2Mbps	2.4GHz 帯
第2世代 (1999年9月)	-	IEEE 802.11b	11Mbps	2.4GHz 帯
	-	IEEE 802.11a	54Mbps	5GHz 帯
第3世代 (2003年6月)	-	IEEE 802.11g	54Mbps	2.4GHz 帯
第4世代 (2009年9月)	Wi-Fi 4	IEEE 802.11n	600Mbps	2.4GHz/5GHz 帯
第5世代 (2013年12月)	Wi-Fi 5	IEEE 802.11ac	6.9Gbps	5GHz 帯
第6世代 (2021年2月)	Wi-Fi 6	IEEE 802.11ax	9.6Gbps	2.4GHz/5GHz/6GHz 帯
第7世代 (2024年5月頃)	(Wi-Fi 7?)	IEEE 802.11be	30Gbps 以上	6GHz 帯までを対象

参照 URL: https://www.soumu.go.jp/main_content/000844486.pdf

観測・計測機器との通信方法

地質調査において、多様なセンサー（圧力・傾斜・歪・振動センサー等）が用いられており、データ収集・センサー制御等に用いるため様々な通信機器が用いられている。無線通信としては単純なデータ送信を行う既存携帯電話 LTE 回線や Bluetooth などが用いられることが多かった。

近年 LPWA などの多彩な通信環境が整いつつあることから、これを利用した新しい観測・計測手法の提案がなされている。以下に新しい観測・計測手法の例を示す。

- 多数の IoT センサーを広範囲にばらまき、LPWA で通信することで、広範囲・多量の観測・計測データを安価に取得
- 既存 IoT センサー（例:自動販売機・自動車車載センサー）からデータを逐次取得、解析・整理して、Big data として活用
- 現場内 LAN と長距離無線通信を組み合わせ、多数の観測・計測機器を遠隔制御

1.4.2 インターネットに関する知識

表 1-16 にインターネット関連の基礎的な用語解説を示す。

表 1-16 インターネット関連の基礎的な用語解説

用語	解説
WWW	WWW(World Wide Web)とは、「世界中に張り巡らされた蜘蛛の巣」という意味で、単にWeb(ウェブ)と呼ばれる場合もある。WWWは、様々な種類のファイルを共有するために考案された仕組みであって、インターネットそのものを指すものではないが、現実にはインターネットとWWWは一体となって利用されており、両者を切り離して利用されることは殆ど無い。WWWでは、Webページのアドレス(URL：Uniform Resource Locator)を直接指定する方法、あるいはWebページに設定されているリンクを辿る方法により、世界中のWWWサーバで公開されている様々な情報をWebページという形で閲覧あるいはダウンロードできる。WWWの情報は、HTTP規則に準拠したHTML(Hyper Text Markup Language)という言葉で記述され、文章だけでは無く画像や音声なども扱うことができる。
WEBブラウザ	WWWサーバの情報をWebページとして見るために必要な技術がWebブラウザである。ユーザのURL入力やリンクへのクリックなどの操作に従って、WWWサーバとWebブラウザとの間で必要な情報の交換や転送が行われ、ユーザの元に届いたHTML文書の内容をWebブラウザが処理し、コンピュータの画面上に表示するようになっている。
メール	電子メールの送受信には、インターネット上に設置したメールサーバを用い、利用者を識別するために、アドレスと呼ばれる場所を表した電子メールアドレスがシステム管理者によって割り当てられる。
クラウド	クラウド（クラウドコンピューティング）とは、コンピュータ資源の利用形態の一つであって、クラウドの形態で提供されるサービスは「クラウドサービス」と呼ばれている。クラウドを利用するために必要な資源は、インターネットに接続できる環境とパソコンやスマホなどの端末機器のみで良く、実際に処理を行うコンピュータ、記憶装置並びに必要な機器間のネットワークは、サービスを提供する事業者が負担する。すなわち、処理対象のデータ(結果を含む)をユーザの手元にあるパソコンなどに保存する必要は無く、事業者の提供する記憶装置に保存することになる。 パブリッククラウド ：サーバ、ソフトウェア並びにインターネット回線などを小数～多数のユーザで共有するタイプのこと。ユーザのアカウントを作成して既成のシステムとサービスを利用する形式のため、導入が容易で費用が安いというメリットがある。しかし、一つのシステムを小数～多数のユーザで共有するため、カスタマイズ性に乏しくユーザが保守管理に手を出せないと言ったデメリットがある。例えば、「Gmail」などのメールサービス、「Dropbox」などのストレージサービスや「Office 365」といったグループウェアが該当する。 プライベートクラウド ：特定のユーザ向けにカスタマイズされた専用システムのこと。導入する企業の業務形態や利用実態に応じた自由なシステムが構築できる。サーバの設置場所は、サービス提供業者が用意するケースあるいは導入企業内に設置するケースなど様々である。
SaaS (Software as a Service) ASP(Application Service Provider)	SaaSはサービス提供業者が様々なソフトウェアをインターネット経由で提供し、利用者が必要な時に必要な時間だけアクセスして利用するような形態、あるいはそのソフトウェア自体を指す。ASPを厳密的に言うと、インターネット経由で様々なソフトウェアを利用させるサービスの提供者(provider)のことであるが、SaaS同様、提供形態そのものを指すこともある。
SNS	SNSは、ソーシャルネットワーキングサービス(Social Networking Service)の略で、登録された利用者同士が交流できる会員制Webサービスである。友人同士、同じ趣味を持つ人同士、地域住民の集まりなど、ある程度閉ざされた世界にすることで、密接な利用者間のコミュニケーションを可能にしている。最近では、会社、公的機関などの広報としての利用も増えており、首相官邸においてもFacebook、LINEなどのSNSを利用した情報発信を行っている。社内コミュニケーションや広報活動の1つの手段として有効利用されている一方で、従業員がSNSを通じて、会社や顧客の秘密情報を漏洩する、会社や顧客を誹謗中傷するなどにより、会社に風評被害や炎上による混乱をもたらす事件も発生しており、利用に当たっては留意すべき点も多い。
チャット	チャット(chat)は、複数の利用者がリアルタイムにメッセージを送信するためのシステムである。誰かがメッセージを入力すると、即座にすべての参加者に送信されるため、複数人との間で会話をするように使うことができ、近年では業務等においても利用される機会が増えている。チャットの種類としては、標準的なテキストチャットの他に、ボイスチャット、ビデオチャットなどがある。
チャットボット (chatbot)	「チャット」と「ボット」を組み合わせた言葉で、人工知能を活用した「自動会話プログラム」のことである。「ボット」は「ロボット」の略で、人間に代わって一定のタスクや処理を自動化するためのプログラム。2022年11月にOpenAIが公開した人工知能チャットボット「ChatGPT」は、人間が自然と感じる回答の生成を特徴としており、幅広い分野の質問に詳細な回答を生成できることから注目を集めた。一方で、一見自然に見えるが事実とは異なる回答を生成することもあること、個人情報と機密情報の入力に注意する必要がある、利用を禁止している機関もあるなど、利用に当たっては注意が必要な側面もある。

1.5 インターネットにおける脅威とそれに対する対策法

インターネットは世界中の誰もが接続できるオープンネットワークであり、様々なネッ

トワークが繋がり合った世界規模でのネットワークの集合体であるため、様々な情報にアクセスできる反面、情報の安全性、機密性が保証されていない。ネットワーク利用にかかわるリスクを以下に示す。これらは PAIN という 4 文字の頭文字であらわされることがある。

- Privacy (プライバシーの保護)
- Authentication (認証、本人性の確立)
- Integrity (完全性、非改ざん性の確保)
- Non-Repudiation (自己否認の防止)

1.5.1 インターネットの匿名性

インターネットでは、電子情報の発信者や加工者の情報が原則として非開示であることにより、電子情報の不正加工などが容易に行われる素地がある。

結果として、情報の改ざん、なりすましによる偽情報の配布、不法なコピーだけでなく、ウイルスやワームによるデータの破壊や不正な情報公開、スパイウェアによるコンピュータの内部情報の流出や電子情報の不法公開などの被害がある。

1.5.2 不正使用に関する認識と対策

コンピュータとネットワークを利用する際にあって、不正なアクセスなどを防ぐためには、ユーザ ID (identification) やパスワードといった識別符号やアカウントを利用したユーザ認証を行うことが重要である。

なりすまし、情報漏えいおよびデータ改ざんなどの問題に関連し、利用者各自がアカウント管理について正しい認識をもっていなければならない。

アカウントとはコンピュータやネットワーク上の資源を利用できる権利、あるいは利用する際に必要な IDなどを言う。

※不正アクセス行為の禁止等に関する法律

参照 URL: http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/security/basic/legal/09.html

1.5.3 マルウェアへの対策

コンピュータウイルスなどのマルウェアに感染すると、ファイルやコンピュータシステムが破壊されることや、メールを不正に配布するなどの被害が出る。最近ではスパイウェアによる被害も増えつつある。

それらに対抗するためには、対マルウェアソフトウェアをインストールすると共に、常に新しいパターン定義ファイルに更新し、定期的にハードディスク上の全ファイルのマルウェア検索と駆除を実施する必要がある。以下、マルウェアについて解説する。

(1) マルウェアとは

マルウェア (Malware) とは、「悪意のある」という意味の英語「Malicious (マリシヤス)」と「Software」を組み合わせて創られた造語である。電子メールやホームページの閲覧な

どによって、利用者に気づかれずにコンピュータに侵入し、その利用者の意図に反して、情報の収集、転送、暗号化や破壊（消去）などの不正な動作を行うように作られたプログラムやスクリプトの総称をいう。

かつては、悪意のあるプログラム類の総称として「コンピュータウイルス（ウイルス）」が使用されていたが、その種類が多くなってきたために「マルウェア」が不正プログラムの総称として定着した。

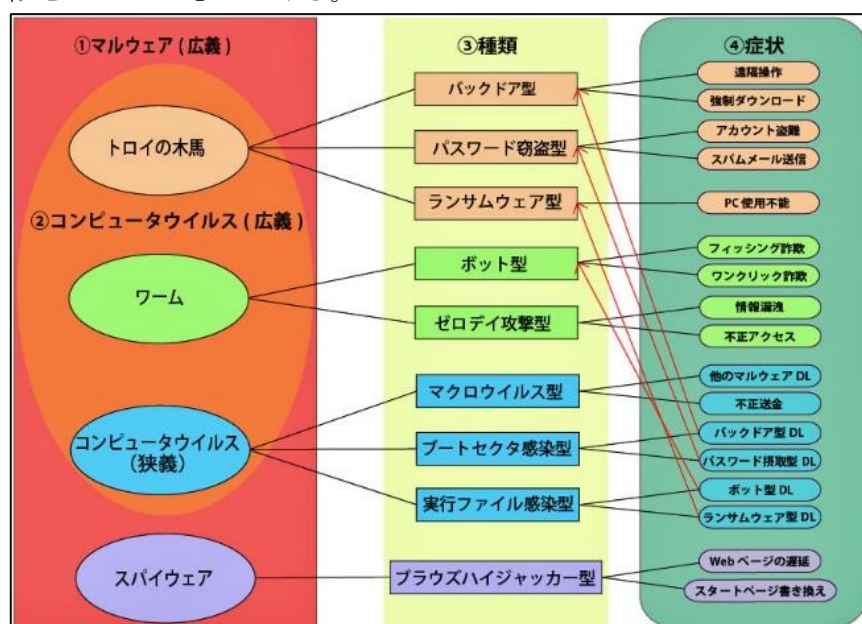
マルウェアはコンピュータのみならず、モバイル端末であるスマートフォンやタブレットにも侵入するので、マルウェア対策ソフトウェアの導入は、これら全ての端末にも行う必要がある。

以下にマルウェアの主な特徴を列記する。

- **種類が多いこと**：マルウェアを作成するプログラムコードがインターネットで公開されていることもあって、プログラムに関する知識がそれ程高くない人でも作成できるため、マルウェアの亜種が数多く存在する。一説によると、日々に数千～数万規模の亜種が流通している、といわれている。
- **感染を見つけにくい**：マルウェアの中には、感染後しばらくの間起動しないものがあり、利用者が感染に気づかないことが多い。
- **感染後に機能が追加**：アップデート機能を持つマルウェアがあり、一定時間後に高度（決定的）な機能を追加することにより、感染当初は利用者が感染に気づかないことが多い。

(2) マルウェアの種類

図 1-8 はマルウェアの名称、動作の種類及び症状についての関係図、表 1-17 は、それぞれの特徴をまとめたものである。



参照 URL: <https://pc-kaizen.com/virus-unauthorized-access-02>

図 1-8 マルウェアの種類と症状

表 1-17 マルウェアの種類と特徴

名称	特徴
トロイの木馬	・侵入先のパソコンで、攻撃者の意図する動作を秘密裏に行うプログラム。

名称	特徴
	・ユーザには、自らを有益なソフトウェアだと偽ってインストールや実行するよう仕向けることが多い。 ・他のプログラムへの寄生と増殖活動は行わない。
ワーム	・独立したファイルで、他のプログラムの動作を妨害したり、ユーザの意図に反する有害な作用を行うプログラム。 ・感染機能や自己拡散機能を持つ。
コンピュータウイルス (ウイルス)	・他のプログラムに寄生して、宿主のプログラムの動作を妨害するような機能、ユーザの意図に反する有害な作用を行うような機能を持つプログラム。 ・感染機能や自己拡散機能を持つが、単独で実行することと、自己増殖はできない。
スパイウェア	・感染したパソコンの内部情報を外部に勝手に送信するプログラム。 ・アクセス履歴、ID・Password またはクレジットカード情報などが対象となる。 ・通常、感染機能や自己拡散機能は持たない。
キーロガー	・スパイウェアの一種。キーボード操作をそのまま外部に送信するプログラム。 ・パソコンにインストールされるソフトウェアタイプと、キーボードとコンピュータの間に物理的に挿入されるハードウェアタイプがある。
バックドア	・トロイの木馬の一種。ネットワークへの侵入口（裏口）を勝手に開けるプログラム。 ・ネットワークを介して被害者のコンピュータを自由に操ったり、パスワードなど重要な情報を盗んだりすることを目的としている。
ボット	・ワームの一種で、感染によって攻撃者からの遠隔操作が可能となるプログラム。 ・被害者名でスパムメールの大量発信、DDoS 攻撃*などが簡単に実行される。 ・動作状況がロボットに似ていることから「ボット (bot)」と呼ばれている。
ランサムウェア	・感染したコンピュータのデータを勝手に暗号化などの処理をした後で、それを元に戻すための「身代金」支払いを要求するプログラム。 ・2017 年 5 月に発生した WannaCrypt (亜種名) は、MS-Windows の旧形式を標的とした。

* DDoS 攻撃:Distributed Denial of Services attack の略。

(3) マルウェアの感染経路

マルウェアには表 1-18 に示す感染経路が存在する。

表 1-18 マルウェアの感染経路

種類	感染経路/方法
ウェブ閲覧型	・ブラウザで閲覧したウェブページに埋め込まれたマルウェアをダウンロードし、感染させるタイプ。ホームページをただで感染することもあり、インターネット利用者が自身で感染を認識することが難しくなっている。
ウェブ誘導型	・メールに添付された URL をクリックし、アクセスしたウェブページからマルウェアをダウンロードするように誘導して感染させるタイプ。
ネットワーク型	・Windows 等の OS (基本) ソフトに内蔵する不備を悪用して、感染させるタイプ。
メール添付型	・メールの添付ファイルにマルウェアが埋め込まれており、この添付ファイルをクリックすることにより感染させるタイプ。
外部記憶媒体型	・USB メモリ、デジタルカメラ、ミュージックプレーヤー等の外部記憶媒体を介して感染させるタイプ。

(4) マルウェアへの対策

マルウェアに対しては表 1-19 に示す対策が有効である。

表 1-19 マルウェアへの対策方法（例）

種類	対 策 の 内 容
通信経路上での対策	・ファイアウォールを使用して、不要なポートへのアクセスを遮断する。 ・メール専用の対策ソフトウェアを使用して、メールに添付されたマルウェアを検出/削除する。 ・ネットワークを流れるパケットをリアルタイムで監視して、侵入や攻撃を検出/遮断する侵入防止システムを導入する。 ・フィルタリングにより、予め調査済みのウェブサイトのみにアクセスする。
コンピュータでの対策	・マルウェア対策ソフトウェアをインストールし、パターンファイルを常に更新する。 ・Windows などの OS やアプリなどを最新版に更新する。 ・OS 標準のファイアウォールを使用する。 ・外部から入手したファイルは、マルウェア検査後に使用するか、サンドボックスと呼ばれる機能が制限された領域として使用する。 ・メールや記憶媒体でファイルを送る場合には、事前にマルウェアの検査を行う。
その他	・マルウェア感染時の連絡体制、ネットワーク遮断などの対応手順を明確にして関係者全員に周知するなど、マネジメント面での対策を取っておくと良い。

1.6 情報セキュリティ対策

地質情報管理士が扱うボーリングデータを始めとする地盤情報は、原則として「顧客に売り渡す情報」となるため、その情報（データ）に対して厳重なセキュリティ対策を取る必要がある。また、地質情報管理士が勤務する企業や団体の事情によっては、地質情報管理士がその企業等の情報セキュリティ対策の担当者に指名されることもあり得ると考えられる。表 1-20 は主なサイバー攻撃の手法とその特長である。

表 1-20 主なサイバー攻撃の手法と特長

分類	名称	主な特徴
標的型攻撃 (特定の相手に対する攻撃)	標的型メール攻撃	知り合いや取引先のふりをして悪意のあるメールを送信する
	ランサムウェア	ユーザのデータを人質に取り、回復に際して金銭を要求する
	水飲み場型攻撃	既存のサイトを改ざんして不正なプログラムを仕掛ける
	クリックジャッキング	不正、改ざんしたサイトのボタンやリンクを透明にする
高負荷攻撃	DoS 攻撃	攻撃側:対象側（サーバ） = 1:1
	DDoS 攻撃	攻撃側:対象側（サーバ） = 複数:1。 攻撃側が複数なので、その所在を突き止めることが極めて困難
	F5 アタック（攻撃）	キーボードの「F5」を押して Web ページをリロードする

分類	名称	主な特徴
OSなどの脆弱性を突く	ゼロディ攻撃	プログラムバグが公開されたが、修正プログラムなどが間に合わない段階での攻撃。
	SQLインジェクション	DBサーバがセキュリティ的に無防備な場合、悪意のあるSQL文を挿入してサーバにアクセスする
	OSコマンド・インジェクション	Webアプリケーションの脆弱性を突いて、OSコマンドを呼び出して攻撃する
	クロスサイトスクリプティング	ブログなどではユーザが文章などを入力するが、悪意のあるスクリプトを文章に埋め込み、その文章を閲覧した第三者が感染するもの
	バッファオーバーフロー攻撃	OSやアプリケーションの入力データ処理の脆弱性を突いてコンピュータを不正に操作する攻撃
	セッションハイジャック	なりすましの一種。正規サーバになりすましてクライアントを攻撃するものと、クライアントになりすましてサーバを攻撃するものがある
	バックドア	トロイの木馬の一種。ネットワークへの侵入口（裏口）を勝手に開ける攻撃。
パスワード関係	ブルートフォースアタック	可能な組み合わせを全て試す方法。時間は掛かるが確実に侵入することができる。
	パスワードリスト攻撃	攻撃対象ではない所から入手したIDとパスワードを試す方法

（独法）情報処理推進機構 技術本部 セキュリティセンターのウェブサイトには、このような日常における情報セキュリティ対策に関する重要な指摘が掲載されている。是非、一度アクセスして内容を理解することを推奨する。

参照 URL: <https://www.ipa.go.jp/security/measures/everyday.html>

表 1-21 は上記のウェブサイトに掲載されている指摘を参考として、地質情報管理士が取り得る情報セキュリティ対策の基本を記載したものである。

表 1-21 情報セキュリティ対策の基本

対策項目	システム管理者	社内の利用者（社員等）
情報の持ち出しルール	・パソコン等を社外に持ち出す際のルールの明確化と実施。 ・関係者へ貸し出す時のルールの明確化と実施。 ・紛失や盗難に備え、情報の暗号化の完全実施。	・左の規定を順守すること。 ・現場で使用するノートPCやタブレットの取扱については、情報の漏洩や機器そのものの盗難などへの対策に万全を期すこと。 ・自宅でのデスクワークも同様。
社内ネットワークへの接続	・通常、ネットワークに接続されていないパソコン等を接続する際のルールの明確化と実施。	・現場で使用するノートPCや測定機器をネットワークに接続する際には、十分な注意が必要。
修正プログラムの適用	・管理するサーバやルータ等のファームウェアや管理プログラムの最新版への更新。	・利用するパソコン等のOSや各種ソフトウェアの最新版への更新。
セキュリティ対策の実施	・管理するサーバやパソコン等にセキュリティ対策ソフトを導入。 ・最新の定義ファイルに定時更新。	・利用するパソコン等にセキュリティ対策ソフトを導入。 ・最新の定義ファイルに定時更新。

対策項目	システム管理者	社内の利用者（社員等）
定期的バックアップ	・不時のデータ破壊に備えて、外部記憶媒体への定期的バックアップを実施。	・報告書関連のデータ破壊に備え、会社のルールに従って定時バックアップを心がけること。
パスワードの設定と管理	・システム管理等で使用するパスワードを複雑で長い文字列とする。 ・同じパスワードは使い回さない。 ・初期設定のままかどうかの確認。 ・定期変更する必要は無いが、流出發覚時には速やかに変更することを周知させる。	・利用するパソコン等で使用するパスワードを複雑で長い文字列とする。 ・同じパスワードは使い回さない。 ・初期設定からの変更。 ・定期変更する必要は無いが、流出發覚時には速やかに変更する。
アクセス制限の設定と管理	・社員に割り当てたアクセス制限の妥当性を常に確認する。 ・外部接続可能なサーバ等で、不要なサービスが稼働していないかの確認。	
不審なメールへの取り扱い	・可能な限り不審なメールを社内に入れないような対策をとること。 ・不審なメールを検出した場合は、社内に周知徹底して接続させないようにする。	・少しでも疑わしいメールの添付ファイルは開かない。また、本文中の URL は不用意にクリックしない。
USB メモリ等の取り扱い	・USB メモリの取扱方法のルール化と実施（USB メモリの接続を一律禁止している企業もある）。	・自身が管理していない USB は接続しない。 ・自身の管理下でないパソコン等に、自身の USB メモリ等を接続しない。
アプリのインストール	・パソコン等で利用するアプリ（ソフトウェア、特にフリーソフト）をインストールするルールの明確化と実施。	・アプリ（ソフトウェア、特にフリーソフト）をインストールする際は、システム管理者の許可を得る。
画面のロック機能の設定	・画面ロック機能に関するルールの明確化と実施。	・第三者が画面を見たり操作しないように、画面ロックを掛ける。 ・スマートフォンは放置しない。

1.6.1 情報セキュリティマネジメントシステム（ISMS）

以下は一般社団法人情報マネジメントシステム認定センターよりの引用である。

参照 URL: <https://isms.jp/isms/index.html>

近年、IT システムやネットワークは社会インフラとして不可欠なものとなっているが、一方で標的型攻撃やランサムウェアなどによる被害・影響も多発している。こうした中、これらの脅威に対して適切にリスクアセスメントを実施して、企業における総合的な情報セキュリティを確保するためには、ISMS の構築・運用が必須事項となっている。

ISMS とは、個別の 問題毎の技術対策の他に、組織のマネジメントとして、自らのリスクアセスメントにより必要なセキュリティレベルを決め、プランを持ち、資源を配分して、システムを運用することである。

ISMS が達成すべきことは、リスクマネジメントプロセスを適用することによって情報の機密性、完全性及び可用性をバランス良く維持・改善し、リスクを適切に管理しているという信頼を利害関係者に与えることにある。そのためには、ISMS を、組織のプロセス及びマネジメント構造全体の一部とし、かつ、その中に組み込むことが重要である。

ISMS では、情報セキュリティの主な 3 要素について図 1-9 のように定義している。

情報セキュリティ	
情報の機密性、完全性及び可用性の維持	
機密性	認可されていない個人、エンティティ又はプロセスに対して、情報を使用させず、また、開示しない特性
完全性	正確さ及び完全さの特性
可用性	認可されたエンティティが要求したときに、アクセス及び使用が可能である特性

図 1-9 情報セキュリティの3要素

JIS Q 27001 (ISO/IEC 27001) は、ISMS の要求事項を定めた規格であり、組織が ISMS を確立し、実施し、維持し、継続的に改善するための要求事項を提供することを目的として作成されている。

1.6.2 ファイアウォール (firewall)

ファイアウォールとは、利用しているコンピュータやネットワークに対し、外部からの不正な侵入を防いでネットワークを安全に利用するためのセキュリティ技術（システム、ハードやソフト）の一種である。元々は「防火壁」のことであって、外部のネットワークからの攻撃に対する防御を「火事の炎を遮断して延焼を防ぐこと」になぞらえている。主な機能を表 1-22 に列記する。

表 1-22 ファイアウォールの主な機能

アクセス制限	アクセスできるユーザやグループ(ドメイン等)を制限すること。
アドレス変換	ルータによってLAN内部のプライベートIPアドレスを、インターネット上のグローバルIPアドレスに変換すること。これにより、特別な設定をしない限り外部のネットワークから、プライベートIPアドレスを割り当てられたコンピュータには接続できないことが多い。
ユーザ認証	システムまたはアプリケーションに対してユーザ(利用者)を識別するためのシステムのことであって、ユーザが知っているパスワード、ユーザが所有している電子鍵やカードなど、およびユーザの特徴を表す指紋などが利用されている。
ログの収集と解析	インターネットなど外部ネットワークからシステム(サーバ)にアクセスしてきた記録とその解析のこと。ログとは、誰がどのウェブページを閲覧したか、誰がどのファイルをダウンロードしたかなどの記録のことである。
コンテンツフィルタリング	インターネットを通じて流入する情報(主にウェブページの内容)を監視し、あらかじめ設定された条件に合致したものを排除・遮断すること。主に、保護者が子供の使用するパソコンやスマートフォンなどを使用させる際に有害サイトへの接続を遮断するケースが多い。一方、企業などでは社員が業務に無関係なウェブサイトへの接続や、情報漏洩防止のためにある特定のサイト以外への接続を遮断することが多い。

1.6.3 電子メールにおける脅威と対策

近年電子メールを悪用するケースが増えているため、利用者各人が正しく利用するだけでなく、システムとしてセキュリティを高めておく必要がある。

メールに潜む4つの脅威として、「なりすまし」「改ざん」「盗聴」「否認」がある。

- なりすまし: 第三者が当事者になりすまして不正な行為を行う（電子署名が有効）
- 改ざん: 悪意を持ったユーザによる不正なデータの書き換え（電子署名が有効）
- 盗聴: 重要な電子メールの内容などを第三者に盗み見られる（暗号化が有効）
- 否認: 当事者が過去の行動を否定する（発注の否定など）（電子署名が有効）

近年では、Web メール の普及も進んできている。Web メールは、ウェブブラウザのみを利用する Web アプリケーションであり、電子メール用のソフトウェアのインストールや設定が不要で、手軽に利用でき、Gmail など無料のフリーメールサービスなども普及している。ウェブブラウザとサーバ間の通信は、セキュリティ上の理由から、大半が HTTPS を利用して行っている。

1.6.4 BYOD (Bring your own device)

BYOD とは「自分のデバイスを（社内）に持ち込む」という意味である。すなわち、社員が自分で所有しているパソコンやスマホなどを会社内に持ち込み、業務で使用するという仕組みである。以下にメリットとデメリットについて略記する。

メリット: 企業・団体にとっては経費削減、個人にとっては使い慣れた機器の利用による習熟期間の短縮や同種の機器を複数使用しなくて済む、など。

デメリット: 端末の設定や導入するソフトウェアの種類などを企業側が完全にコントロールするのは難しいこと、情報漏洩やウイルス感染といった情報セキュリティ対策が機器ごとの対応になるため管理が複雑化すること、業務中に利用できる機能やアクセス可能なサイトの制限といった対応が難しいこと、私用の端末であるため通信履歴や保存したデータなどをどこまで企業等が取得・把握できるかなど、特にプライバシーとの両立に関する点が難しいこと、更には、紛失・盗難時の対応が複雑化する（情報漏洩や機器の保証）、など。

参照 URL: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h25/html/nc111320.html>

2 GISに関連する基礎知識

地質情報は、位置情報を持った空間データであり、GISを利用することで、各種データを統合し、わかりやすく可視化し、高度な分析等が可能となる。GISに関する知識を習得し、業務等において活用できることが重要である。

2.1 GISに関する知識

2.1.1 GISとは

(1) GISとは

国土地理院によると、GIS（Geographic Information System）とは、「地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術」とされている。その対象となる地理空間情報には、地域における自然、災害、社会経済活動など特定のテーマについての状況を表現する土地利用図、地質図、ハザードマップ等の主題図、都市計画図、地形図、地名情報、台帳情報、統計情報、空中写真、衛星画像等の多様な情報がある。

参照 URL: <https://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html>



情報の可視化

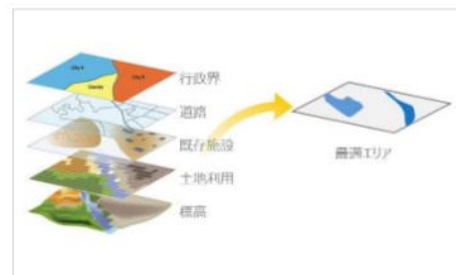
データに隠された傾向や関連性など、それまで見えなかった様々な情報を一目で把握できるようになります。

地図上に可視化する方法も 2D だけでなく 3D やアニメーションで表現することもできます。



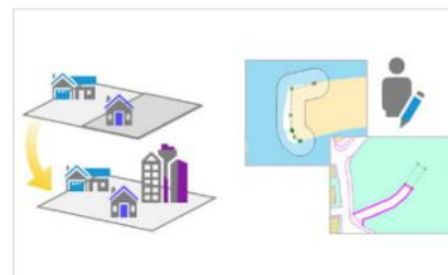
情報の関係性の把握

情報の重ね合わせを行うことで情報の対比が簡単に行き、関係性が見えてきます。地図上の位置関係からデータを特定し、定量的な情報を把握することができます。



情報の統合と分析

『位置』をキーにさまざまな異なる情報を統合したり、複数の情報を重ね合わせて分析し、課題の解を導き出すことができます。



データの作成・更新

新しいビルの建設や合併による行政界の変更など、現実世界は日々変化しており、それに伴って地理情報データも更新していく必要があります。GISを利用し、データの作成・更新を行うことで鮮度の良いデータに保つことができます。

図 2-1 GIS でできること（イメージ）

出典: <https://www.esri.jp/getting-started/what-is-gis/>

(2) GIS の主な機能

GIS の主な機能には、主題図の作成、表示、オーバーレイ、データ検索、統計・演算処理、空間解析、バッファ解析、ネットワーク解析、シミュレーションなどがある。情報を閲覧するためには、主題（テーマ）ごとに作成されたレイヤのオーバーレイ表示と非表示の選択、拡大や縮小、あるいは出力（印刷）などの機能が必要となる。

◆ GIS の代表的な解析機能

- 空間解析:レイヤとして保存された図形の地理的な位置関係を識別して行う解析の総称であって、GIS の基本的な機能の一つである。
- バッファ解析:点（ポイント）、面（ポリゴン）や線（ライン）から、「バッファ」と呼ばれる特定の距離の範囲エリアを作成する機能。道路（ライン）から一定距離の騒音エリアを抽出するなど、空間的な位置関係を把握できる。
- ネットワーク解析:ネットワーク解析は、カーナビや Google マップの経路検索に応用されている。
- 地形解析:地表面を表現するデジタルデータである数値標高データ（DEM : Digital Elevation Model）や不整三角形網（TIN:Triangular Irregular Network）などを利用して、地形の形状を数値解析することである。地形情報の解析結果事例として、落水線図、集水面積、流域図、接峰面図、接谷面図、勾配図、陰影図、傾斜量図、2 時期の比較による切り盛り抽出図などがある。

参照 URL:<https://www.esri.jp/gis-guide/spatial/surface-analysis/>

(3) GIS の種類（区分）

GIS の種類は、データ管理方法やシステム形態、有償／無償/ソースコード公開などにより区分される。

以下に、代表的なソフトウェアとよく利用されている GIS の概要を示す。

□ GIS ソフトウェア

GIS ソフトウェアとは、元来空間データを解析する能力のあるスタンドアロン型ソフトウェアのことを指していた。しかし、最近ではインターネットで背景地図や主題データを送信／受信することが可能となったため、Web-GIS サーバ、ライブラリ、閲覧用ビューアなども GIS ソフトウェアの範疇に含められている。

◆ GIS の代表的なソフトウェア

- オープンソース:GRASS GIS、QGIS、SAGA、Cesium、Open Layers、Leaflet、PostGIS、MapServer、GeoServer、MapGuide Open Source、GDAL/OGR、PROJ、など
- フリー:Kashmir 3D、Google Earth、ArcExplorer、など
- 有償:ArcGIS Pro、ArcGIS Online、MapInfo Pro、Mapbox、など

□ 統合型 GIS

統合型 GIS とは、地方公共団体が利用する地図データのうち、道路、河川、都市、農林など複数の部局が利用するデータを共用できる形で整備し、庁内で横断的に利用していくシステムのことである。統合型 GIS を導入することにより、データの重

複整備を防ぎ、各部署の情報交換が迅速にでき、行政の効率化と住民サービスの向上を図ることができる。統合型 GIS の活用では行政内部の利用のほか、住民サービスとして視覚的に分かり易い情報の提供や、整備された地理空間情報を住民・地域コミュニティや民間事業者に対して提供し、社会全体での共用を図っている。

□ Web-GIS (WebGIS)

Web-GIS に関する明確な定義は決まっていないが、全地連の「Web-GIS 版電子納品統合管理システムご紹介」のホームページでは「Web-GIS とは、インターネットやイントラネット（域内インターネット）を利用して、地理情報や地質情報などを広く公開するための技術です。」と定義している。すなわち、ネットワーク上の専用サーバ（Web-GIS サーバ）に空間データをアップロードし、Web ブラウザを利用してその空間データをダウンロードする仕組みのことである。多くの場合、利用者が可能な操作は、空間データの表示範囲や拡大率の指定、オーバーレイの可否などに限定されており、特別の場合を除き空間データそのものに対する解析はできない。

□ WMTS (Web map Tile Service)

WMTS は、インターネットを利用して、主題図や背景図を配信する際の通信プロトコル（規格）のひとつである。あらかじめ地図を小さなタイル画像（イメージ）に分割して保存しておき、クライアントの要求に応じてタイル画像を配信する仕組みとなっている。WMTS によるタイル画像データを利用するためには、OGC（Open Geospatial Consortium）の定義する WMTS 仕様書に準拠した API（Application Programming Interface）をウェブブラウザに実装する必要があり、Google Maps API、OpenLayers 並びに Leaflet といったフリーの API が公開されている。

◆ WMTS 規格に準拠して配信されている主な地図サービス

- 国土地理院：地理院タイル（標準地図、色別標高図、電子国土基本図など）

参照 URL：<https://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html>

- グーグルマップ：Google Maps API V.3

参照 URL：<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/maptypes?hl=ja>

- （国研）産業技術総合研究所（産総研）：シームレス地質図

参照 URL：<https://gbank.gsj.jp/seamless/>

- OpenStreetMap：道路地図など

参照 URL：<https://openstreetmap.jp/>

□ ベクトルタイル (vector tile)

ベクトルタイルとは機械判読可能なタイルデータのことである。WMTS が画像タイルであるのに対して、ベクトルタイルはタイル状に管理されたテキストデータあるいはバイナリデータとして格納されているため、GIS 用のベクトルデータとしての利用が可能となる。国土地理院は全国の「標高データ」並びに基盤地図情報に属する「道路中心線データ」、「鉄道中心線データ」、「河川中心線データ」、「居住地名」や「自然地名」などの提供実験を開始している。

参照 URL：<https://github.com/gsi-cyberjapan/vector-tile-experiment>

□ WMS (Web Map Service, ISO 19128:2005)

WMS は、インターネットを利用して、主題図や背景図を配信する際の通信プロトコル（規格）の一つである。クライアント側からの要求に対して、サーバ側が GIS 情報をデータとして提供するための規格であって、Web-GIS における地図配信では最も古い標準的な規格である。WMS は、クライアントが描画範囲やズームレベルを変える度に、サーバが地図データを描画（処理）し直す必要があるため、応答速度が遅いという欠点がある。

2.1.2 GIS で取り扱うデータ

(1) GIS で取り扱うデータの形式（ベクタデータとラスタデータ）

GIS で取り扱う空間データは、「図形データ」及び「属性データ」から構成される。

図形データは、それぞれ座標値をもった点（ポイント）、線（ライン）及び多角形（ポリゴン）で表現されるベクタ（ベクトル）データ、及び画像データのように格子状に並んだ値の集まりで表現されるラスタデータという 2 種類で構成されている。ベクタデータのデファクトスタンダードは、米国 ESRI 社の開発した「Shapefile」である。他に、GeoJSON、KML、GML などのフォーマットがある。

ラスタデータには、標高（DEM）、温度や濃度などのように「格子点に値が付与されているもの」と、画像（イメージ）データ、トモグラフィ解析結果、比抵抗 2 次元探査結果などのように「格子セルに値が付与されているもの」の 2 種類が存在する。最も多用されているのは、GeoTIFF (Geo Tagged Image File Format) である。これは、画像 (Image) を保存する TIFF ファイルに、空間情報を埋め込んだ形式であって、GIS ツールを使用すると、埋め込まれた空間位置に TIFF 画像（例、空中写真）を表示する。

属性データは、ベクタデータに関連づけられている名前、番号や地名などのテキスト情報のことで、これによりキーワード検索が可能となる。

表 2-1 GIS で用いられる主なデータ形式（ベクタデータ）

データ形式	説明
Shapefile	米国ESRI社が開発したフォーマット。広く利用されデファクトスタンダードとなっている。また、仕様が公開され、オープン標準となっている。
GeoJSON	JSONを用いて空間データをエンコードし、非空間属性を関連付けるデータ形式。2008年に完成した最近のフォーマットであり、世界各地の開発者が開発し管理している。
KML (Keyhole Markup Language)	Google EarthなどのEarthブラウザで、地理データの表示に使用するファイル形式。XMLベースの形式で、OGC(Open Geospatial Consortium)の標準となっている。
GML	Open Geospatial Consortium (OGC)によって開発されたXMLベースのマークアップ言語。2007年にはGML3.1がISO 19136としてISO化されている。
CityGML	GMLをベースとした3D都市モデルを定義するためのデータフォーマット。建築物をはじめ、道路、橋梁、トンネル、土地利用、地形、植生、水域などの都市の構成要素をモデル化することが可能。Project PLATEAUでは、CityGMLに準拠した3D都市モデルが作成されている。

前述の地震の震源や信号などの位置は点であらわすことができますが、それ以外に道路のような線的な形状であらわされるもの、建物のような面的な形状であらわされるものがあります。これらのように点、線、面であらわされる情報には一般的にベクター データというデータモデルが適用されます。



また、明確な形状として区切ることができない連続的に変化する状態や広がりを持つもの（例：標高、気温など）もあります。これらには一般的にラスター データというデータモデルが適用されます。

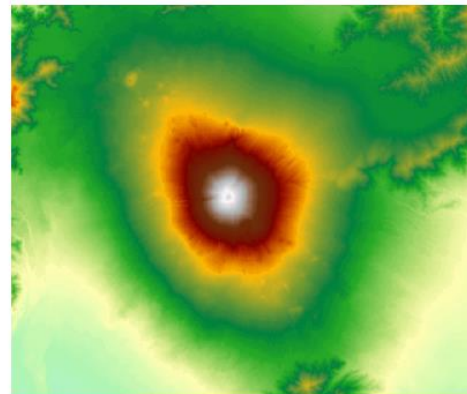


図 2-2 ベクタデータとラスターデータ

出典：<https://www.esri.com/gis-guide/gis-datamodel/gis-datamodel/>

(2) メタデータ

メタデータ (metadata) とは、空間データ自体を整理・管理するためのデータのことです。「情報を利用するために必要な情報」ともいえる。データそのものではなく、データの内容（登録項目）、品質並びに利用条件などを記録するものなので、メタ（上位の）データと呼ばれる。メタデータは空間データの検索で利用される他、データ利用者はメタデータを確認することで空間データの概要を確認することが可能である。

表 2-2 メタデータに関する標準規格

標準規格	説明
ISO 19115	ISO 19115 Geographic information -- Metadata ISO/TC211によって策定された地理情報におけるメタデータの国際標準規格。ISO 19115とその部分は、コンテンツ、空間的・時間的購入、データ品質、アクセス、使用権など、地理情報と関連サービスの記述方法を定義している。 参照 URL: https://docs.geonetwork-opensource.org/3.12/annexes/standards/iso19115-3.2018/
JIS X 7115	JIS X 7115 地理情報—メタデータ ISO 19115を翻訳し、日本独自の附属書を追加した国内規格である。 参照URL: https://kikakurui.com/x7/X7115-2013-01.html
JMP (Japan Metadata Profile)	日本版メタデータ プロファイル: JMP (Japan Metadata Profile) ISO 19115に準拠して策定した日本国内のメタデータ標準規格。国土地理院、民間企業17社が参加する共同研究「地理情報標準普及・利用技術に関する研究」において、JMP 2.0が策定された。 参照URL: https://psgs.v.gsi.go.jp/koukyou/public/JMP/jmp20exp.pdf

EPSG コード

EPSGコードとは、GISで使用される様々なパラメータを1つにまとめIDを発番したコード体系のことである。EPSG(European Petroleum Survey Group:欧州石油調査グループ)という団体によって作成された。EPSGコードでは、名称(例:JGD2000)、使用地域(例:日本)、測地原点(例:世界測地系)、本初子午線(例:グリニッチ)、座標系(例:緯度経度)などの情報を保持している。

日本国内で使用するEPSGコードの例

EPSG コード	測地系	座標系
4612	JGD2000	地理座標系
6668	JGD2011	地理座標系
4326	WGS84	地理座標系
3097～3101	JGD2000	UTM 投影座標系
6688～6692	JGD2011	UTM 投影座標系
32651～32656	WGS84	UTM 投影座標系
2443～2461	JGD2000	平面直角投影座標系
6669～6687	JGD2011	平面直角投影座標系

参照 URL:<https://club.informatix.co.jp/?p=1225>

OGC (Open Geospatial Consortium)

OGCは1994年にアメリカで創設された国際的な非営利団体で、地理情報の実用的な標準や仕様を検討し、地理情報の共用や空間データ基盤の確立、及び地理空間情報技術の向上を目指している。現在、世界から300以上の国際機関、政府、企業が加入している。

ISO/TC211とは協力関係 (Liaison A) を結んでおり、例えばGML (Geography Markup Language) やKML (Keyhole Markup Language) などの地理空間データ交換形式、WMS (Web Map Service)、WMTS (Web Map Tile Service)、WFS (Web Feature Service)、WPS (Web Processing Service) などのWebサービスインターフェースなどがあり、OGCから提案されたISO標準も多数存在している。

参照 URL:<https://www.ogc.org/>

2.2 使用する地図、位置情報に関する知識

2.2.1 地図投影法

地球はほぼ球面状にあることから、平面である地図上に表現する場合には、何らかの投影法を用いる必要がある。同じ地域を表現した地図でも、投影法により形状が異なる。例えば、緯度経度値を距離単位とした地図では、地図上の距離は実際の距離を表さないし、同様の理由により距離、方位、面積がすべて正確な地図を作成することはできない。

表 2-3 主な地図投影法

分類名	説明と主な図法名
方位図法	中心からの方位角が正しく表現される図法。世界図は円形となる。 正距方位図法、ランベルト正積方位図法、心射方位図法、平射図法（正角方位図法）、正射図法、など
円筒図法	地球に巻き付けた円筒が投影面となる図法。高緯度でのひずみが大きい。 メルカトル図法（正角円筒図法）、横メルカトル図法、ユニバーサル横メルカトル図法（横軸正角円筒図法）、ランベルト正積円筒図法、など
円錐図法	地球に巻き付けた円錐が投影面となる図法。面積や角のひずみが少ない。 ランベルト正角円錐図法、正距円錐図法、正規多円錐図法

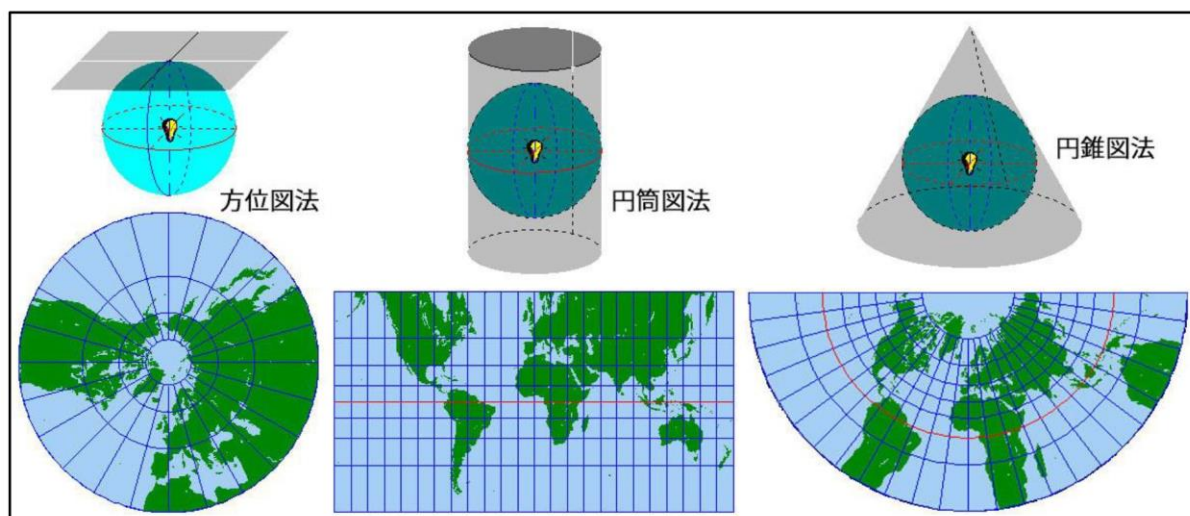


図 2-3 主な地図投影法

参照 URL: <http://atlas.cdx.jp/projection/shape.htm>

国土地理院発行の一般図（地形図）の投影法

国土地理院発行の地図は、一般に利用される地図の多くがユニバーサル横メルカトル図法（UTM: Universal Transverse Mercator projection: 横軸正角円筒図法）によって作成されている。

UTMは、国際的な取り決めによって規格化されている投影法であって、原点は赤道上に設置する。UTMでは、赤道全周を60のゾーンに分割した東西6度が一つの地図の幅と決まっている。

50万分1地方図以下の小縮尺地図には別の投影法が使用されており、例えば、50万分1地方図は「正角割円錐図法」が使用されている。なお、20万分1地勢図について、北海道については2006年度以前、九州の離島については2007年度以前では「多面体図法」が使用されていたが、現在は全てUTMである。

国土地理院発行の主題図(地理調査)

自然現象や人文現象を特定のテーマに沿って調査した結果を表現した地図であって、以下のジャンルに分けて作成されている。

火山の地図(火山基本図、火山土地条件図)、湖沼図、活断層図(都市圏活断層図)、明治期の低湿地データ、土地条件図、沿岸海域土地条件図、治水地形分類図(更新版、初期整備版)、日本の典型地形、デジタル標高地形図、地形がわかりやすい地図(陰影起伏図、傾斜量図、傾斜量区分図)、国土環境モニタリング(植生指標)、土地利用調査及び自然災害伝承碑

いずれの主題図も、下記 URL から閲覧できるようになっており、その多くが地理院地図(<https://maps.gsi.go.jp/>)で利用することができる。ただし、主題図は全国が網羅されているわけではないので、利用に当たっては留意されたい

参照 URL: <https://www.gsi.go.jp/kikaku/index.html>

2.2.2 測地系、座標系、メッシュコード

(1) 測地系

測地系とは、地球上の位置を経緯度、標高で表すために定められた基準である。基準面として、地球の形を代表する地球楕円体を使用される。標高は楕円体高からジオイド高を引いた値が用いられる。平成 14 年(2002 年)4 月 1 日の測量法改正以前は、日本では、旧日本測地系が用いられていたが、現在は世界測地系が用いられている。

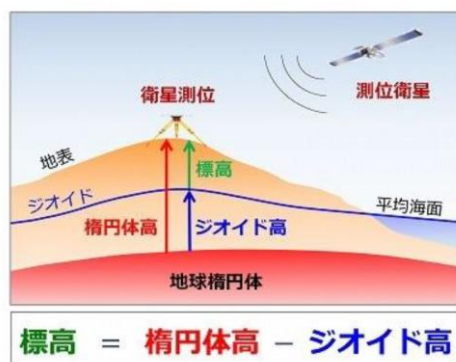


図 2-4 楕円体高、ジオイド高、標高の関係

参照 URL: https://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/grageo_geoid.html

表 2-4 主な測地系

測地系(別称)	準拠楕円体	座標系	備考
日本測地系(旧日本測地系、東京測地系)	Bessel 1841	日本独自に設定	明治時代から2002年3月まで、日本では、ローカル測地系である日本測地系を採用。
日本測地系2000(世界測地系、JGD2000)	GRS 1980	地心直交座標系(ITRF 1994)	2002年4月の測量法改正により世界測地系である日本測地系2000に移行。
日本測地系2011(世界測地系、JGD2011)	GRS 1980	地心直交座標系(西日本と北海道:ITRF 1994、東日本と北陸:ITRF 2008)	東日本大震災による地殻変動に伴い、2011年10月に日本測地系2011に移行。
WGS84(世界測地系、WGS1984)	WGS 84	地心直交座標系(WGS 84)	米国で使用されている世界測地系。

測地系の変更

測量法の改正(平成13年6月20日公布、平成14年4月1日施行)により測地系の変更が行われ、現在は世界測地系に準拠した仕様で地図が作成されている。しかし、長期にわたる事業等では、法改正以前に作成された地図が現在も利用されている場合があり、新旧測地系の地図が混在している状況にある。旧測地系の地形図には新測地系の座標が併記されている。

測地系の変更により、実際の地上の地点をあらわす緯度経度の値も変更になった。旧測地系(旧日本測地系)と新測地系(世界測地系=(日本測地系 2000(JGD2000)))では、東京付近では約400mの差異がある。なお、新測地系への移行時には、測地系の変更に起因する以外の、三角網における誤差の修正も併せて行われた。



参照 URL: <https://www.gsi.go.jp/LAW/G2000-g2000.htm>

また、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震によって極めて大きな地殻変動が発生した。震災後に、1846箇所の三角点と1897点の水準点の現地測量を行った結果、測地系を「世界測地系(日本測地系 2000(JGD2000))」から「世界測地系(日本測地系 2011(JGD2011))」に変更されている。これによって、

- 公共測量成果改定が必要な地域において、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」前に整備した基準点・各種図面等の測量成果は、地震による地殻変動のため、後続の公共事業及び他の公共測量に使用することができない。
- 必要な地域とは、水平位置(経緯度)については、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県など20都府県、標高については青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県及び茨城県の7県である。
- 日本の測地基準系は測量法改正により、日本測地系2011(JGD2011)に移行した。
- 東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動前の座標値から、変動後の座標値へ補正するパラメータが国土地理院より提供されている。
- この地殻変動は日本経緯度原点にも及んでおり、日本経緯度原点は東に約27cm移動し、日本水準原点は2.4cm沈下した。このため、測量の正確さを確保するため、原点数値のうち日本経緯度原点の経度、原点方位角及び日本水準原点の高さが改正されている。

参照 URL: <https://psgs.v.gsi.go.jp/koukyou/public/qanda/jishin.html#q1>

ジオイド 2024 日本とその周辺

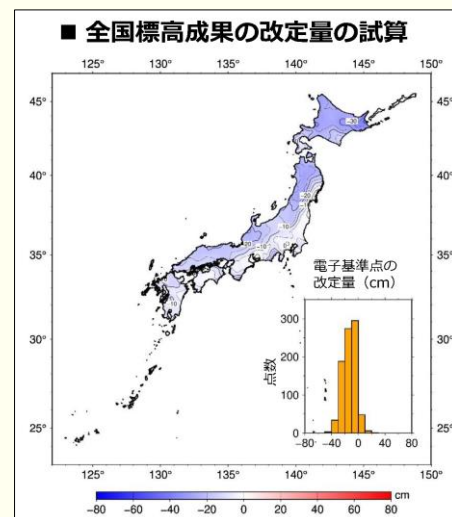
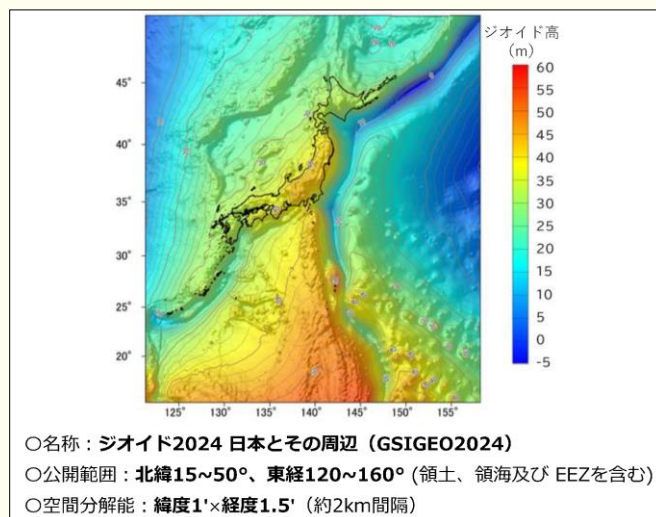
日本では 150 年の間、東京湾平均海面(標高 0m)から全国へ水準測量をつないでいくことで標高を定めてきた。水準測量は、時間と費用を要し、全国の測量には 10 年以上の歳月を要するため、この間、標高には地殻変動の累積が生じる。また、水準測量の距離に応じて誤差が累積する特徴があり、東京から離れると誤差が大きくなる。

国土地理院では、現在測量で用いている標高成果について、衛星測位を基盤とする最新の値へ改定し、長年の地殻変動で累積した海面と標高との位置関係のズレを解消するために、新しい標高基準となる「ジオイド2024 日本とその周辺」の構築を進めている(令和6年度末公開予定)。

この改定により期待される具体的な効果として、

- 地殻変動で累積した海面と標高との位置関係のズレが解消される。
 - 「ジオイド2024日本とその周辺」と衛星測位を用いて従来よりも迅速かつ高精度に現況にあった標高が取得可能となり、地震後の迅速な標高成果の提供、新たな測量方法の実現が期待される。
 - 水準測量の起点から距離が離れるに従って蓄積していた標高の誤差が解消される。
 - 標高の時点(元期)が明確となることで、標高の整合性が全国一律に向上し、電子基準点による全国の標高の時間変化の監視が可能となるとともに、「4次元国家座標(測量成果の時間管理)」の実現に向けた基礎が整備される。
- といったことが挙げられる。

一方で、標高基準が変わることにより、1つの点に元の標高値と改定した標高値の2つが存在することになるため、新旧の値が混在することがないように、十分注意する必要がある。



参照 URL: https://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/buturisokuchi_202403.html

(2) 座標系

座標系とは、地球上の位置を、座標値（緯度経度、XY など）で表す際の基準であり、地理座標系、投影座標系がある。地理座標系の代表として緯度経度座標系、投影座標系の代表として平面直角座標系、UTM 座標系などがある。

□ 緯度経度座標系

緯度は赤道を 0 度とし南北に 90 度まで、経度は本初子午線を 0 度として東西に 180 度まで表す。地球の重心を原点とした角度で表されるが、地球は楕円体であり、その形状の定義もさまざまであることから、真の重心が分からないため原点が統一されていないという問題がある。

□ 平面直角座標系

全国を 19 の座標系にわけて、ガウスの等角投影法によって表示する図法である。

- 座標系の X 軸は座標系原点において子午線に一致する軸とし、真北に向う値を正とする。
- 座標系の Y 軸は座標系原点において座標系の X 軸に直交する軸とし、真東に向う値を正とする。
- 座標系の X 軸上における縮尺係数は 0.9999 とする。
- 座標系原点の座標値は、 $X = 0.000\text{m}$ 、 $Y = 0.000\text{m}$ とする。

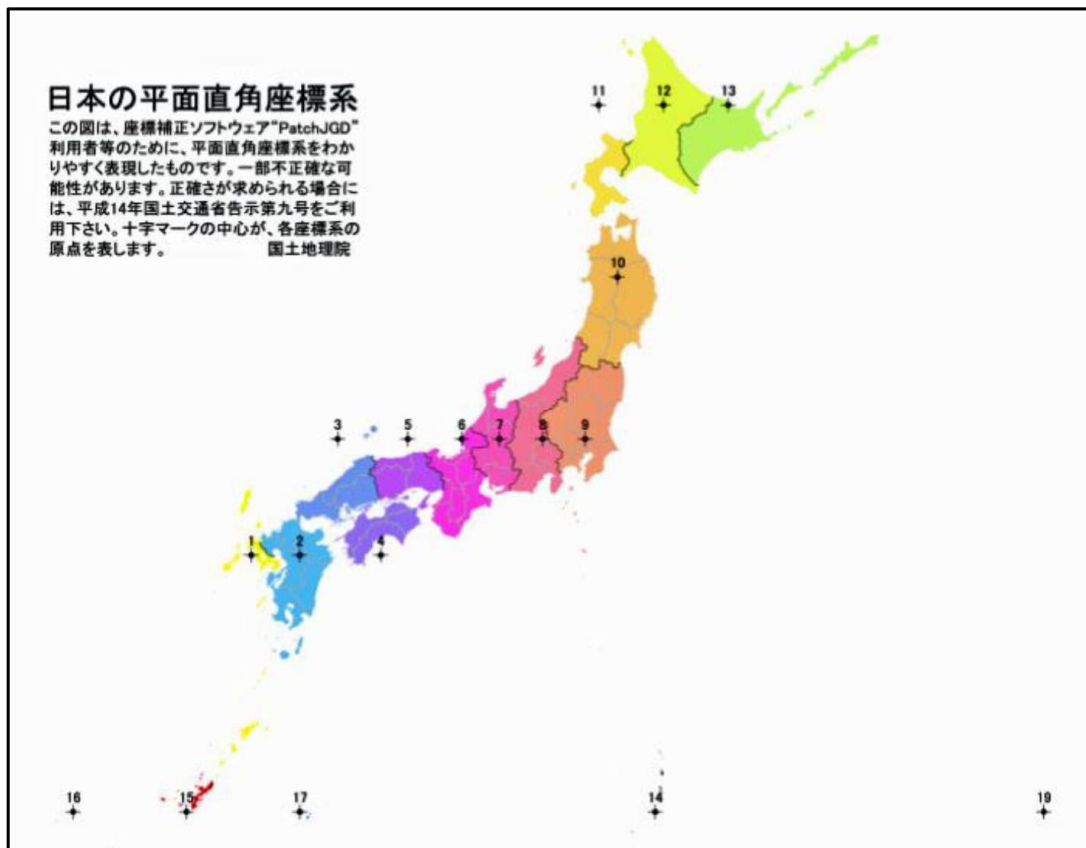


図 2-5 日本の平面直角座標系

参照 URL: https://www.gsi.go.jp/sokuchiki_jun/jpc.html

□ UTM 座標系

UTM は Universal Transverse Mercator (ユニバーサル横メルカトル) の略称で、その名のとおりの投影法はユニバーサル横メルカトル図法を採用している。全世界を経度 6 度ごと、合計 60 のゾーンに分けて東回りに番号を付けて規格化している。世界的にも大・中縮尺の図法として採用され、日本では国土地理院の地形図や地勢図で採用されている。

(3) 標準地域メッシュ (コード) と国土基本図図郭 (コード)

標準地域メッシュは緯度・経度を基準にして分割されたものである。一方、国土基本図図郭は平面直角座標系における各原点からの距離を基準として分割されている。

□ 標準地域メッシュ (コード)

昭和 48 年 7 月 12 日行政管理庁告示第 143 号に基づく「標準地域メッシュ」には、第 1 次地域区画、第 2 次地域区画 (統合地域メッシュ) および第 3 次地域区画 (基準地域メッシュ) の 3 種類が存在する。また、基準地域メッシュを細分化した分割地域メッシュも利用されている。

メッシュ データに属性情報を格納することによって、さまざまな分野で活用することができ、総務省統計局が提供している各メッシュ区域の統計データ (地域メッシュ統計) は、都市総合計画や防災計画、出店計画の策定等に活用されている。

参照 URL: <https://www.esri.jp/gis-guide/gis-other/mesh/>

表 2-5 標準地域メッシュコード

区画の種類	区分方法	緯度 間隔	経度 間隔	辺の 長さ	地図との関係
第1次地域区画	東経100度、北緯0度を基準とし、各度の経線と、偶数緯度及びその間隔を3等分した緯線とで縦横に分割した区域	40分	1度	約80km	20万分の1地勢図の1図葉
第2次地域区画 (統合地域メッシュ)	第1次地域区画を緯線方向及び経線方向に8等分してできる区域	5分	7分30秒	約10km	2万5千分の1地形図の1図葉
第3次地域区画 (基準地域メッシュ)	第2次地域区画を緯線方向及び経線方向に10等分してできる区域	30秒	45秒	約1km	第3次地域区画 (基準地域メッシュ)
1/2地域メッシュ (分割メッシュ)	基準地域メッシュを緯線方向、経線方向に2等分してできる区域	15秒	22.5秒	約500m	1/2地域メッシュ (分割メッシュ)
1/4地域メッシュ (分割メッシュ)	1/2地域メッシュを緯線方向経線方向に2等分してできる区域	7.5秒	11.25秒	約250m	1/4地域メッシュ (分割メッシュ)
1/8地域メッシュ (分割メッシュ)	1/4地域メッシュを緯線方向経線方向に2等分してできる区域	3.75秒	5.625秒	約125m	1/8地域メッシュ (分割メッシュ)

□ 国土基本図図郭 (コード)

平面直角座標系で使用されている 19 の座標系について、それぞれ左上 (西北) 端を原点として分割する方法。サイズによって、地図情報レベル 50000、同 5000、同 2500、同 1000 及び同 500 という 5 段階に分けられている。各レベルにおける図郭番号を例示する。

- 地図情報レベル 50000:19 の各座標系を南北に 20 分割 (約 30km)、東西に 8 分割 (約 40km) する。コードは、「東西方向:A~H」 + 「南北方向:A~T」で表す。系番号+2桁のアルファベット (例、09 LD) で表す。

- 地図情報レベル 5000: レベル 50000 の各区画を縦横とも 10 等分したもの。縦約 3km 横約 4km となる。コードは、「東西方向:0～9」+「南北方向:0～9」で表す。(例、09 LD 35)。
- 地図情報レベル 2500: レベル 50000 を縦横とも 2 分割したもので、1 桁の数字で表す (例、09 LD 35 2)。縦は約 1.5km、横は約 2km である。
- 地図情報レベル 1000: レベル 5000 を縦横とも 5 分割したもので、(例、09 LD 35 2E)。縦は約 600m、横は約 800m である。
- 地図情報レベル 500: レベル 5000 を縦横とも 10 分割したもの。コードは、「東西方向:0～9」+「南北方向:0～9」で表す (例、09 LD 35 55)。縦は約 300m、横は約 400m である。

参照 URL: <http://club.informatix.co.jp/?p=1293>

2.2.3 GNSS・電子基準点

(1) GNSS とは

GNSS (Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム) は、米国の GPS、日本のみちびき (準天頂衛星システム: QZSS)、ロシアの GLONASS、欧州連合の Galileo 等の衛星測位システムの総称である。GPS (Global Positioning System) は、米国によって、航空機・船舶等の航法支援用として開発されたシステムである。

各国の測位衛星の運用状況は、以下のサイトで確認可能である。

参照 URL: <https://qzss.go.jp/technical/satellites/index.html>

(2) GNSS の測位種類、精度及び留意事項

GNSS 衛星から発信される信号には、衛星に搭載された原子時計からの時刻のデータや、衛星の軌道情報などが含まれている。

GNSS には単独測位 GPS、ディファレンシャル GNSS (相対測位方式: Differential GNSS)、RTK GNSS (干渉測位方式: Real Time Kinematic GNSS) などがあり、測位方式によって精度が大きく異なるため、利用する GNSS の仕様を十分に確認しておく必要がある。

GNSS 測位には、最低でも 4 つの GNSS 衛星が必要であるため、上空が見通せない場所では正確な測位ができない。また、電波が電離層を通過する際の電磁波伝播速度の低下、あるいは高層ビルの壁面による電磁波の反射 (多重反射) など、GNSS 測位の精度に大きく関係するので、留意する必要がある。

参照 URL: https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi_aboutGNSS.html

(3) 電子基準点

電子基準点とは、国土地理院が管理する GNSS 連続観測点であり、全国に約 1,300 箇所に設置されている。これらの観測点網からなる GEONET (GNSS Earth Observation NETwork System: GNSS 連続観測システム) では、電子基準点による 24 時間連続 GNSS 観測、観測データの集積、解析、データ提供を行っており、地殻変動の監視や位置情報サービスの支援に活用されている。

参照 URL: https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi_about_GEONET-CORS.html

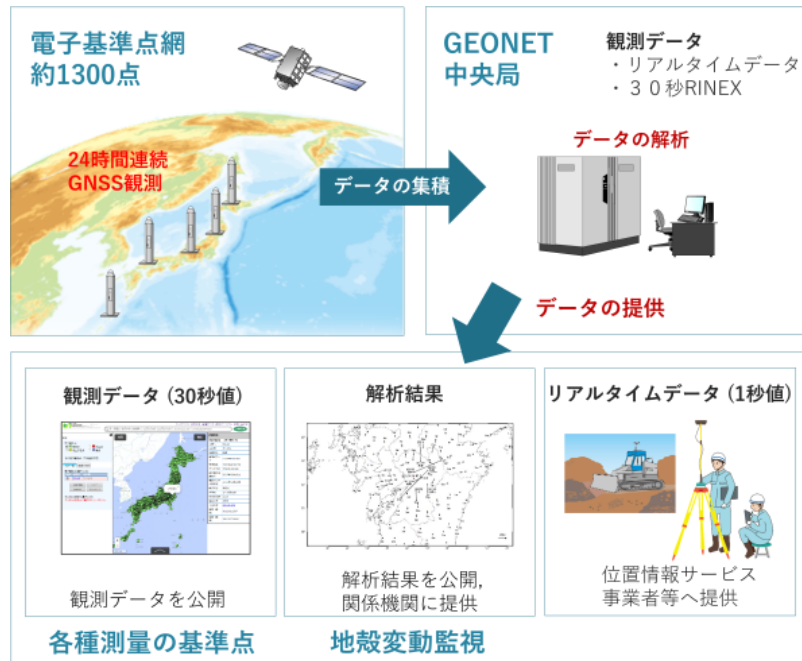


図 2-6 GEONET (GNSS 連続観測システム)

参照 URL: https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi_38136.html

2.2.4 3次元計測

測量には、目的や対象によって、TS 測量、RTK-GNSS 測量、空中写真測量、航空レーザ測量など様々な方法がある。昨今、測量技術は、面的な点群データ計測の台頭により、従来、点・線で地形を表現していた時代から、面で取得する、更に 2 次元から 3 次元で取得する時代に遷移しつつある。面で取得する手法は、広い範囲を均一な成果で、効率的に取得できる利点がある。一方、点・線で取得する方法は、基本的には、ごく限られた範囲を密に高精度で取得することが目的となっている。それぞれの、測量方法の特徴を理解して活用することが求められる。

◆ 主な 3 次元測量技術

○ 航空レーザ測量

参照 URL: https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_index.html

○ UAV 写真測量:

参照 URL: <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/>

○ UAV レーザ測量

参照 URL: <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/uavls/index.html>

○ 地上レーザ測量

参照 URL: <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/tls/index.html>

○ 車載写真レーザ測量

参照 URL: <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/mms3d/index.html>

○ LidarSLAM 測量

参照 URL: <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/lidarslam/index.html>

※その他、国土地理院から公表されているマニュアル、要領等は、下記参照。

参照 URL: <https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/download/download.html>

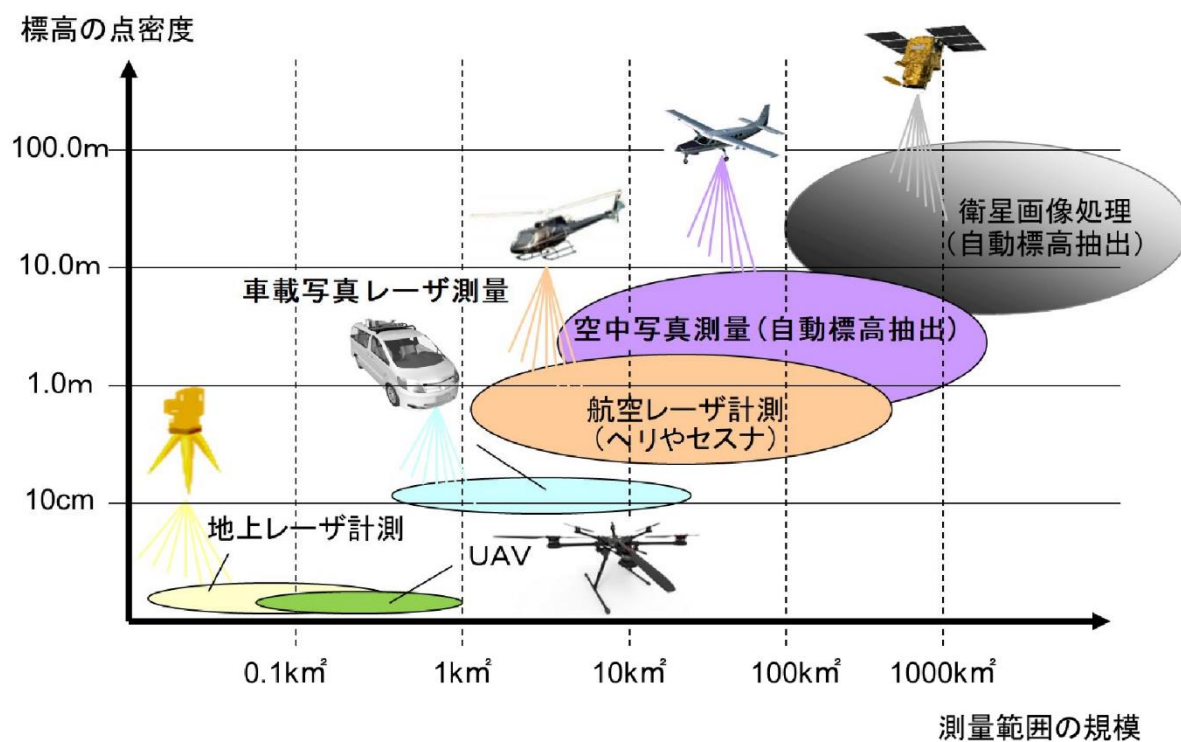


図 2-7 3次元測量手法の点密度と適用範囲

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001472848.pdf>

3 電子納品に関する基礎知識

3.1 電子納品とその実務

電子納品とは、調査・設計・工事などの各業務段階の最終成果を電子成果品として納品することを言う。従前では紙（図面、写真等含む）で納品していた成果品は、全て電子データ化され、納品される。令和5年4月以降は、国土交通省直轄事業の業務においてもオンライン電子納品が全面運用されている。

以下の資料を確認し、電子納品のメリット、課題、品質確保などについて整理しておくことをお勧めする。

- 「電子納品に関する要領・基準 HP > 電子納品の主旨」

参照 URL: http://www.cals-ed.go.jp/ed_description/

- 「地盤情報の電子納品ガイドブック」

参照 URL: https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/ed_guide_high.pdf

3.1.1 電子納品の概要

電子納品のメリットの例は、次のとおり。

- ・ 収納スペースの削減及び省資源化・コスト縮減
- ・ 情報の共有化と管理の一元化
- ・ データ再利用の促進
- ・ 品質の向上
- ・ 説明性の高い事業情報の公表

地盤情報の電子納品のメリットの例は、次のとおり。

- ・ 地盤情報の広域連携化（地盤情報の高密度化）
- ・ 液状化危険度予測の迅速化
- ・ 地盤情報データベース構築の低コスト化
- ・ 地質リスクの早期発見

対象となる主な電子納品要領・基準及びガイドラインを表 3-1 および表 3-2 に示す。

表 3-1 対象となる要領・基準

要領・基準名称	年月
地質・土質調査成果電子納品要領	H28.10
土木設計業務等の電子納品要領	R6.3
工事完成図書の電子納品等要領	R5.3
オンライン電子納品実施要領【業務編】	R5.2
CAD 製図基準	H29.3
デジタル写真管理情報基準	R5.3
測量成果電子納品要領	R6.3

表 3-2 対象となるガイドライン

ガイドライン名称	年月
電子納品運用ガイドライン【地質・土質調査編】	H30.3
電子納品運用ガイドライン【業務編】	R6.3
電子納品等運用ガイドライン【土木工事編】	R6.3
土木工事・業務の情報共有システム活用ガイドライン	R5.3
CAD 製図基準に関する運用ガイドライン	H29.3
電子納品運用ガイドライン【測量編】	R6.3

■ 電子納品要領・基準及びガイドラインは、次のホームページで公開されているので、必ず入手すること。

参照 URL: <http://www.cals-ed.go.jp/>

3.1.2 電子納品の流れ

オンライン電子納品、電子媒体による電子納品について、それぞれの電子納品の流れを図 3-1 に示す。

令和 5 年度からは、原則オンライン電子納品が適用されるが、オンライン電子納品、電子媒体による電子納品のどちらの場合でも、着手段階における事前協議、業務中の情報交換、情報管理、電子成果品の作成、チェック、検査、保管管理など、電子納品の一連の流れを理解しておく必要があり、電子納品運用ガイドラインを確認しておくことが望ましい。

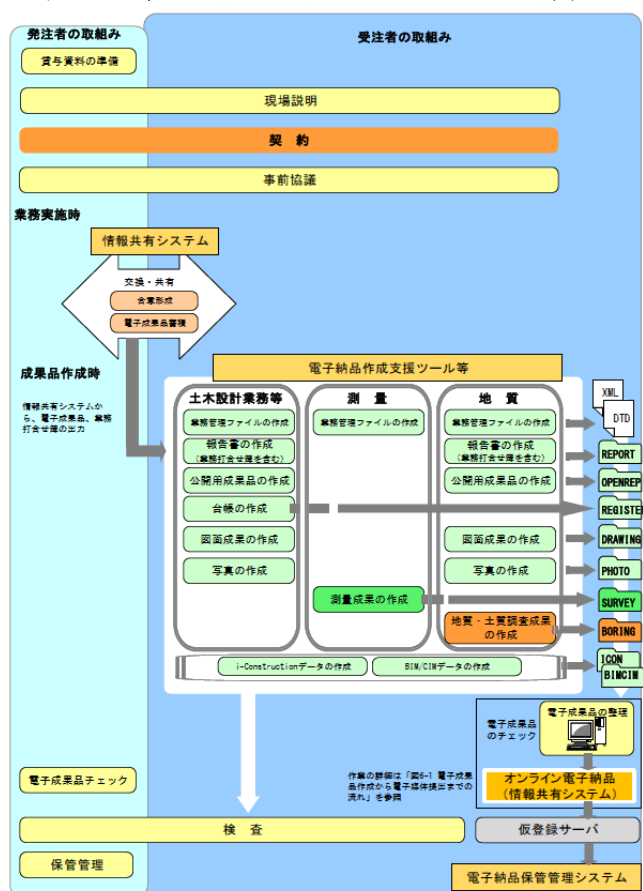


図 3-1 業務における電子納品の流れ（オンライン電子納品の場合）

参照 URL: http://www.cals-ed.go.jp/mg/wp-content/uploads/guide_d10.pdf

3.1.3 情報共有システムの活用とオンライン電子納品

情報共有システムとは、公共事業において、情報通信技術を活用し、受発注者間など異なる組織間で情報を交換・共有することによって業務効率化を実現するシステムである。導入当初は、工事を対象に、工事帳票の作成、発議、承認などのワークフロー処理を中心に利用されてきたが、スケジュール、掲示板機能のほか、3次元データ等表示機能、遠隔臨場支援機能、オンライン電子納品機能などの各種機能が付加され、BIM/CIM 活用業務、工事等での利用も進められている。

国土交通省では、令和5年4月以降に契約を締結する業務において、情報共有システムの活用を適用しており、業務における情報共有システムの活用が義務化されている。

オンライン電子納品とは、CD-R や DVD-R 等の電子媒体による電子納品に対して、情報共有システムに登録された電子成果品をインターネット経由で納品することを指す（図3-2 参照）。オンライン電子納品においては、情報共有システムの活用が前提となる。

国土交通省では、土木工事を対象に令和3年12月より運用を開始しているが、業務にも運用拡大し、令和5年4月以降に完了する情報共有システムを利用するすべての業務に適用されている。

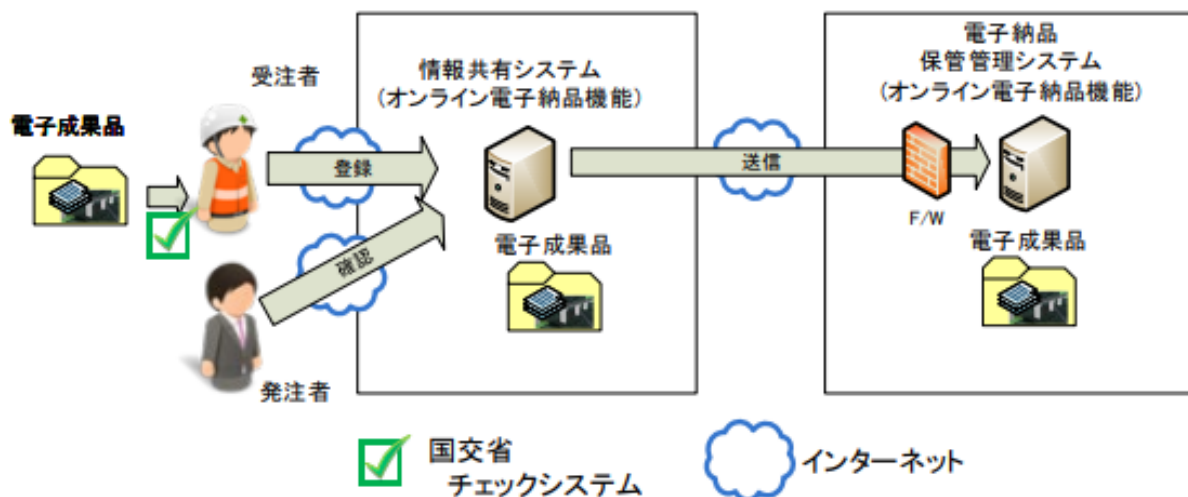


図 3-2 オンライン電子納品構成イメージ

参照 URL:http://www.cals-ed.go.jp/mg/wp-content/uploads/online_ed_dl.pdf

令和5年度よりすべての業務・工事において、情報共有システムの活用、オンライン電子納品が必須となっている。情報共有システムの活用、オンライン電子納品に関して、以下の要領・基準・ガイドラインを確認しておくこと。

- 電子納品等運用ガイドライン【業務編】
- 土木工事・業務の情報共有システム活用ガイドライン
- 業務履行中における受発注者間の情報共有システム機能要件【要件編】【解説編】
- オンライン電子納品実施要領【業務編】

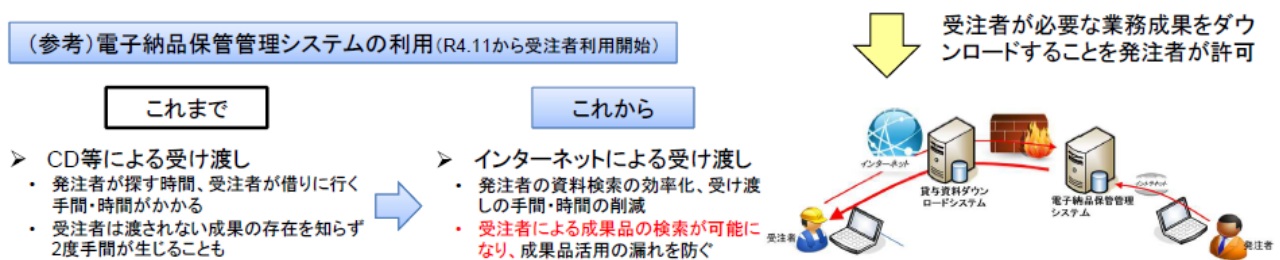
3.1.4 電子納品・保管管理システムと受注者による成果品検索

電子納品・保管管理システムは、国土交通省が電子成果品を保管・管理するために開発したシステムであり、登録された電子成果品の検索・閲覧が可能である。電子納品・保管

管理システムは、発注者が利用するシステムであったが、令和4年11月以降、受注者においても検索機能等を利用することが可能となっている。

これによって、以下のとおりプロセスが変更され、効率化が期待されている（図3-3参照）。

- これまで、発注者が電子納品保管管理システムを検索して、CD等により受注者側に過年度成果品を貸与していた。
- これからは、受注者側が電子納品保管管理システムを検索して、発注者許可のもと、必要な業務成果をダウンロードできる。インターネットによるデータの受け渡しにより効率化が図られる。



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001510002.pdf>

図3-3 受注者による電子納品・保管管理システムの利用

3.2 電子納品実務における留意点

3.2.1 事前協議（地質・土質調査業務、測量業務）

電子納品を円滑に行うため、業務着手時に、受発注者間で事前協議を行うことが重要である。電子成果品は、業務中の日々蓄積した電子データをもとに作成していくことから、納品直前などの業務完了時ではなく、業務着手時に受発注者間で協議しておくことが、手戻り防止につながる。

表3-3・表3-4に、業務編、地質・土質調査編の各電子納品運用ガイドラインに記載されている協議事項を示す。表中の項目は基本的な協議事項を示したものであり、記載項目以外でも、必要事項を事前協議しておく必要がある。

業務編、地質・土質調査編の電子納品運用ガイドラインにおいて、「電子納品に関する有資格者」の活用について検討することが記載されており、「電子納品に関する有資格者」の1つに地質情報管理士が位置づけられている。地質情報管理士が電子納品の中で重要な位置づけとなることを改めて認識されたい。

表 3-3 電子納品運用ガイドライン【業務編】における協議事項

項目	説明
協議事項	ア) 業務中の情報交換方法（ASP の活用） イ) 電子成果品とする対象書類 ウ) 測量業務における協議事項 エ) 地質・土質調査業務における協議事項 オ) 施設情報の登録の登録内容（施設コード、施設名称、測地系、緯度経度、平面直角座標） カ) 納品方法（オンライン電子納品・電子媒体による納品、成果品チェック方法） キ) その他の事項
補足事項	・事前協議チェックシート（業務用）の活用 ・事前協議にあたっては、電子納品に関する有資格者の活用についても検討 ※「電子納品に関する有資格者」とは、技術士（電気電子部門及び情報工学部門）、RCE（Registered CALS/EC Expert）、RCI（Registered CALS/EC Instructor）、SXF 技術者、地質情報管理士等を指す。

表 3-4 電子納品運用ガイドライン【地質・土質調査編】における協議事項

項目	説明
協議事項	ア) 業務中の情報交換 方法 イ) 電子 成果品 とする 対象書類 ウ) 電子化が困難な資料の取扱い エ) データシート交換用データの取扱い オ) 外部公開の可否 カ) 検査の方法 キ) その他 の事項
補足事項	・事前協議チェックシート（地質・土質調査用）の活用 ・事前協議にあたっては、電子納品に関する有資格者の活用についても検討 ※「電子納品に関する有資格者」とは、技術士（電気電子部門及び情報工学部門）、RCE（Registered CALS/EC Expert）、RCI（Registered CALS/EC Instructor）、SXF 技術者、地質情報管理士等を指す。

3.2.2 業務中の情報交換と情報管理

業務中の受発注者間の情報の交換、共有、管理について、従前の紙による交換を前提とした方法と電子的に交換・共有する方法がある。

電子納品の黎明期と異なり、ICTが発達した現状では、電子的な情報交換・共有が基本となる。電子メール、記録媒体、情報共有システムによるなど複数の方法があるが、今後は情報共有システムによる情報交換・共有が主流になる。

業務中の情報管理において重要となるのは、電子データの一元管理である。最終的な電子成果品の整理での混乱を避けるため、日頃から電子データの一元管理を心がける必要がある。情報共有システムに電子成果品データを登録する際、蓄積された業務打合せ簿を出力・統合する必要がある、速やかな業務打合せ簿の作成・共有が望ましい。

電子データを重複して管理した場合、ファイルの取り違えなどを起こす可能性がある。一方で情報セキュリティの観点からはバックアップなどの対策が不可欠であり、バックアップの頻度、方法や異常時の復旧方法なども含めて検討しておく必要がある。

3.2.3 地質・土質成果等の電子成果品の作成

地質・土質成果等の電子成果品の作成については、関連する電子納品要領・基準・ガイドラインを熟読の上、電子成果品の仕様（格納フォルダ、ファイル形式、管理ファイル、各データファイル仕様など）、電子納品の運用ルール、作業手順、留意事項等について理解を深められたい。

本テキストでは、詳細な記述は割愛し、フォルダ構成、格納ファイル等の基本的な内容のみ図 3-4、図 3-5、表 3-5 に示したので参考されたい。

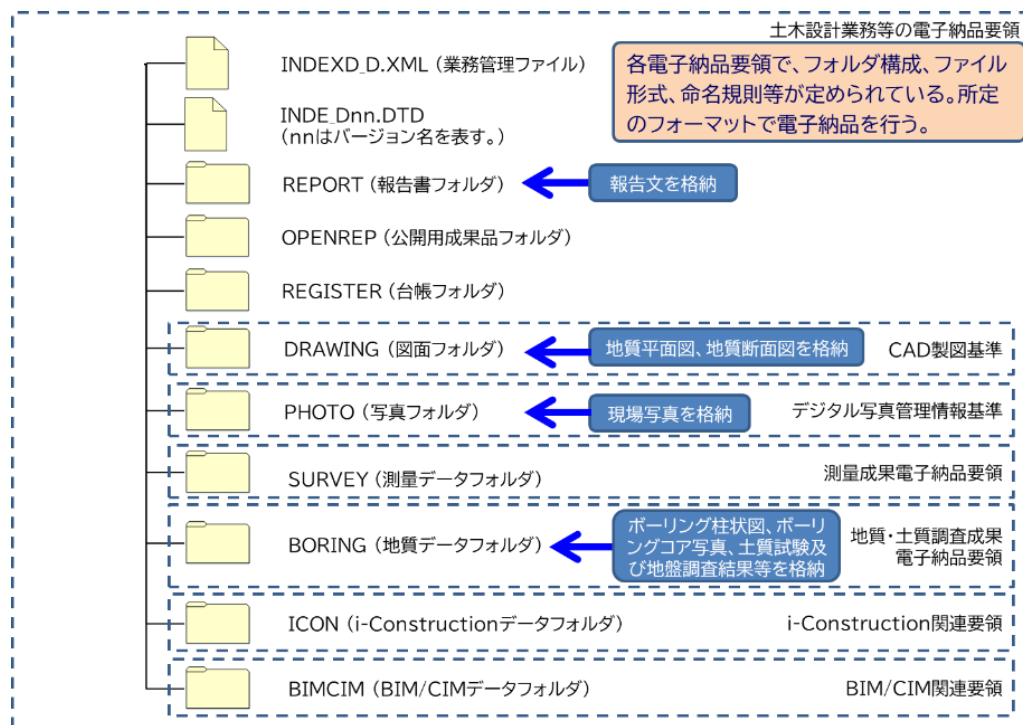


図 3-4 電子成果品のフォルダ構成（調査設計業務の電子納品）

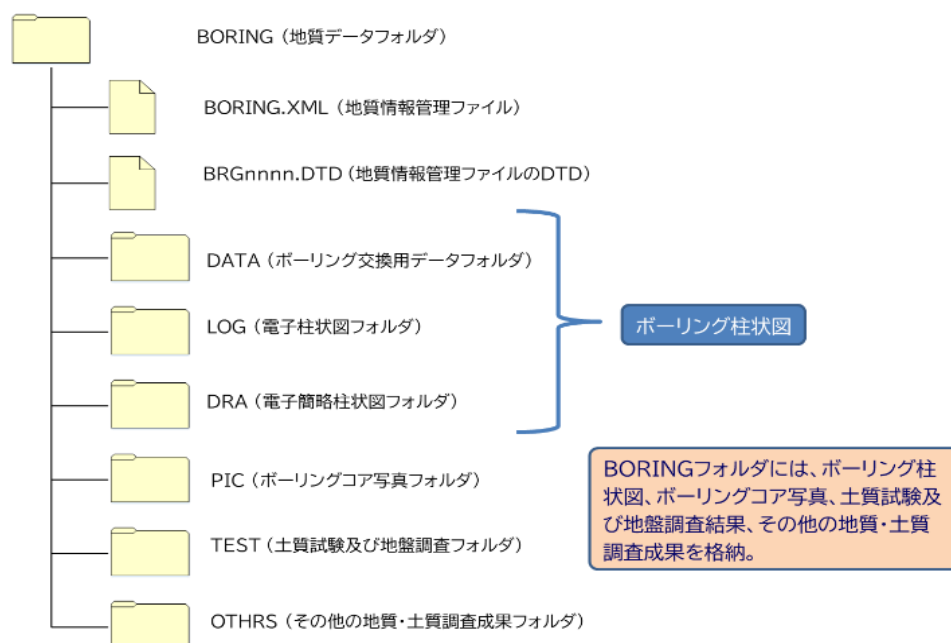


図 3-5 BORING フォルダ構成

表 3-5 電子納品の対象となる地質・土質調査成果（業務）

電子納品対象書類		ファイル形式	ファイル名 *1)	格納フォルダ名 *1)
業務管理ファイル		XML	INDEX_D.XML	ルート
報告書	報告書管理ファイル	XML	REPORT.XML	REPORT
	報告書	PDF	REPORTnn.PDF	
	報告書オリジナル	オリジナル	REPnn_mm.***	REPORT/ORG
ボーリング柱状図	地質情報管理ファイル	XML	BORING.XML	BORING
	ボーリング交換用データ	XML	BEDnnnn.XML	BORING/DATA
	電子柱状図	PDF	BRGnnnn.PDF	BORING/LOG
	電子簡略柱状図	SXF	BRGnnnn.P21 または P2Z	BORING/DRA
地質平面図・地質断面図	図面管理ファイル	XML	DRAWING.XML	DRAWING
	地質平面図	SXF	S0GPnnnZ.P21 または P2Z	
	地質断面図	SXF	S0xxnnnZ.P21 または P2Z	
ボーリングコア写真	ボーリングコア写真管理ファイル	XML	COREPIC.XML	BORING/PIC
	ボーリングコア写真	JPEG	Cnnnnmmm.JPG	
	連続ボーリングコア写真	オリジナル	Rnnnnkkk.JPG	
土質試験及び地盤調査	土質試験及び地盤調査管理ファイル	XML	GRNDTST.XML	BORING/TEST
	電子土質試験結果一覧表	PDF	STBnnnn.PDF STAnnnn.PDF STSnnnn.PDF	
	土質試験結果一覧表データ	XML	STBnnnn.XML STAnnnn.XML STSnnnn.XML	
	電子データシート	PDF	TSnnnnmmm.PDF	BORING/TEST/BRGnnnn
	データシート交換用データ	XML	TSnnnnmmm.XML	または BRGnnnnA または SITnnnn
	デジタル試料供試体写真	JPEG	Snnnnmmk.JPG	BORING/TEST/ BRGnnnn または BRGnnnnA または SITnnnn /TESTPIC
現場写真	写真管理ファイル	XML	PHOTO.XML	PHOTO
	現場写真	JPEG	Pnnnnnnnn.JPG	
その他の地質・土質調査成果	その他管理ファイル	XML	OTHRFLS.XML	BORING/OTHS
	その他の地質・土質調査成果	オリジナル	*****.***	
i-Construction に係わる電子成果品		*2)	*2)	ICON
BIM/CIM 電子成果品		オリジナル	—	BIMCIM

注*1) k、nn、mm、xx、kkkk、lll、nnn、mmm、nnnn、nnnnnn は、成果品ごとに定められた連番や整理番号などを表す。

注*2) i-Construction に係わる電子成果品は、関連要領等を参照する。

3.2.4 電子成果品の作成とチェック

電子成果品作成の最終段階として、電子成果品のデータを取りまとめ、電子納品チェックを行い、エラーがないことを確認する必要がある。

オンライン電子納品では、情報共有システムに電子成果品データを登録し、打合せ簿と統合後、オンライン電子納品前に情報共有システムの【成果品チェック機能】を用いて、最終のエラーチェックを行う

電子媒体による納品では、電子納品チェックシステムでデータチェックを行い、電子媒体へデータを格納して、ウィルスチェック、ラベル作成等を行い、電子納品する。

オンライン電子納品、電子媒体による納品では、成果品データの取りまとめ、チェック等のプロセスが異なるので、電子納品運用ガイドライン等の関連資料を確認しておくこと。

オンライン電子納品、電子媒体による納品のいずれの場合でも、成果品データのチェックが極めて重要である。データ作成途中での各種照査、地盤情報の検定、電子成果品作成支援ツールによるチェックなど、電子成果品に至るまで各種チェックを実施しているが、最終段階のチェックとして、受注者は責任をもって実施する必要がある。チェックに当たっては、チェックの記録（図 3-6 参照）を残し、電子納品と併せて発注者に提出することも、品質確保の一環である。

チェック日 : 2018年2月21日
Version12.0.3

明記内容に誤りがないかを確認。

チェックが入っているかを確認。

【業務概要】

項目	記載内容	受注者チェック
業務実績システムバージョン番号	4.0	☐
業務実績システム登録番号	3000041690	☐
設計書コード	835070058	☐
業務名称	〇〇川流域総合治水計画業務	☐
住所コード	12204, 12204, 12205, 99999, 12204	☐
住所	東京都荒川区、東京都荒川区、東京都渋谷区、埼玉県さいたま市、東京都荒川区、東京都渋谷区	☐
履行期間-着手	2008-08-01	☐
履行期間-完了	2009-03-25	☐
測地系	61	☐
西側境界座標経度	1390000	☐
東側境界座標経度	1390200	☐
北側境界座標緯度	0361900	☐
南側境界座標緯度	0361730	☐
発注者機関コード	00101001	☐
発注者機関事務所名	国土交通省〇〇地方整備局△△事務所	☐
受注者名	〇〇建設コンサルタント株式会社	☐
受注者コード	00000123	☐
主な業務の内容	1	☐
業務分野コード	0112030	☐
業務キーワード	2径間連続橋、地下水の二層構造	☐
業務概要	本業務は、〇〇川を対象として、都市化の進む△△市の貴重なオープンスペースとしての役割を重視した流域総合治水計画を立案したものである。また、あわせて、昭和YY年M月の台風XX号により、〇〇川が氾濫し、流域内の約△万戸が浸水した背景から、被害の実態調査と測量の結果による氾濫解析と多面的治水地の計画も行った。	☐

図 3-6 電子納品チェックシステムのチェック結果「業務概要」

3.2.5 地盤情報の検定・登録

国土交通省や農水省を始め、多くの自治体等では、「機械ボーリングで得られたボーリング柱状図、土質試験結果一覧表の成果について、別途定める検定に関する技術を有する第三者機関による検定を受けたうえで、発注者に提出するとともに、発注者が指定する地盤情報データベースに登録しなければならない。」としている。この第三者機関として「一般財団法人国土地盤情報センター」を指定している。検定対象となる成果品等は以下のとおりである。「検定の流れ」など、詳細については、【参照 URL: <https://ngic.or.jp/> から「地盤情報の検定」】にアクセスされたい。

「第三者機関による地盤情報の検定」と「指定するデータベースへの登録」についても、国土地盤情報センターが担っており、検定・登録の流れを図 3-7 に示す。受注者は検定済みのデータを電子納品する必要がある。

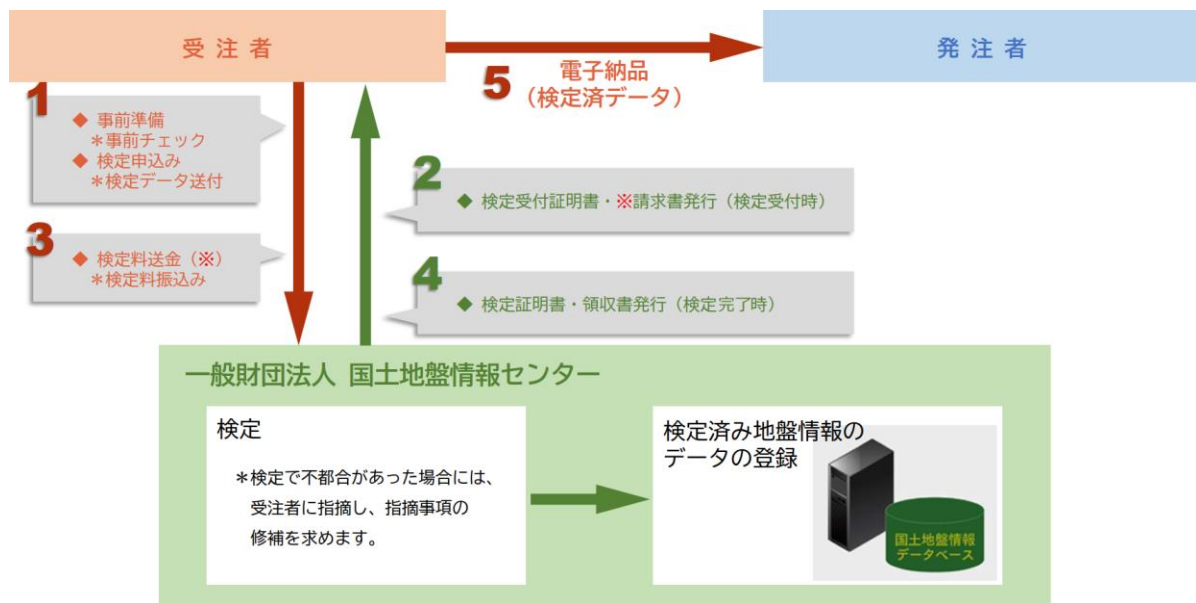


図 3-7 地盤情報の検定、データ登録の流れ

■ 検定対象の電子成果品:

- ボーリング柱状図
- 土質試験結果一覧表

■ 適用する電子納品要領:

- 地質・土質調査成果電子納品要領 平成 28 年 10 月 国土交通省
- 地質・土質調査成果電子納品要領 (案) 平成 20 年 12 月 国土交通省
- 地質・土質調査成果電子納品要領 (案) 平成 31 年 3 月 農林水産省

■ 検定内容:

表 3-6 検定対象データと検定内容

成果品	成果品
ボーリング柱状図: ・ ボーリング交換用データ ・ 電子柱状図	① ボーリング数量の確認 ② 該当資格者名及び登録番号の確認 ③ 標題情報 (調査名、発注機関など) の確認 ④ 緯度経度、座標系の確認 ⑤ 岩種・土質区分、記事、試験結果などの確認
土質試験結果一覧表: ・ 土質試験結果一覧表データ ・ 電子土質試験結果一覧表	① 土質試験結果の試験数量の確認 ② 標題情報 (調査名、発注機関など) の確認 ③ 土質試験結果の確認

4 地盤情報に関する知識

地質情報管理士には電子成果品の品質管理、利活用に関する能力が求められており、地盤情報の電子化、品質確保、利活用に関する各種技術に対する理解、実践が必要である。

4.1 地盤情報に関する基礎知識

4.1.1 地盤情報の電子化に関する基礎知識

地盤情報は、ボーリング柱状図、コア写真、土質試験・地盤調査結果、地質平面図、断面図、3次元地盤モデルなど多様な情報から構成される。これまで紙資料として取り扱ってきた情報も多く、文字や数値などの電子化しやすい情報だけでなく、写真やスケッチなど画像情報として電子化して取り扱うものもある。地盤情報の特質を考慮した適切な電子化を行う必要があり、ここでは特に留意すべき地盤情報の電子化を解説する。

なお、業務における地盤情報の電子化は、電子納品要領・基準類で規定される電子化方法を十分理解する必要がある、3章を参照のこと。

(1) 地盤情報の分類

地盤情報は、成果種類、媒体、電子フォーマット、表現形態による分類など、様々な観点から分類される（表 4-1 参照）。電子化に当たってはそれぞれ特徴を理解した上で適切な方法を選択する必要がある。また、多くの地盤情報が位置情報に紐づけられるため、座標管理も重要となる。

表 4-1 地盤情報の分類

分類方法	説明
成果種類による分類	● 報告書、ボーリング柱状図、ボーリングコア写真、土質試験・地盤調査結果（データシート）、地質平面図・断面図、3次元地盤モデル、現場写真など。 ● 成果品の電子化仕様（データ項目、フォーマットなど）は、地質・土質調査成果電子納品要領で規定されており、関連する要領・基準を確認する。
媒体による分類	● 紙、電子媒体。 ● 地質図や断面図などこれまで紙資料として取り扱ってきた情報も多く、紙資料の電子化に当たっての留意事項は後述参照のこと。 ● 電子媒体については、CD-R、DVD-R、BD-Rなどの電子媒体がある。ISO9660、Joliet、UDF Bridgeなどのフォーマットがあり、ドライブ、フォーマットの対応状況、互換性などを理解しておく必要がある。
電子フォーマットによる分類	● CAD データ、GIS データ、数値データ（XML、CSV など）、画像データなど。 ● 電子納品開始以降、CAD データ、XML 等の再利用が容易なデータとして作成される地盤情報が増えている。 ● 写真やスケッチなどは、画像データとして電子化される。

分類方法	説明
CAD・GIS での表現形態による分類	● 点（ポイント）、線（ライン）、面（ポリゴン）、3次元など。 ● ボーリング位置などはポイント情報として、緯度・経度、標高などの座標値が付与される。加えて、調査孔名などの属性値が付与されることが一般的である。 ● 座標値に関しては、座標系、標高基準もセットで管理する必要がある。

(2) 数値データ

ボーリング交換用データ、土質試験結果一覧表データなどは XML 形式で電子化されるが、XML、CSV などの数値データは、各種ソフトウェアに必要データを入力して作成するものが多い。各種ソフトウェアに関しては、「**4.1.2 地盤情報の可視化に関する基礎知識**」を参照のこと。

(3) 画像データ

表 4-2 は主な画像ファイルとその特長である。なお、SVG のみベクトルデータで、それ以外はラスタデータである。

電子化するには、画像の劣化やファイル容量などを考慮して、適切なファイル形式を選択する。また、電子納品では画像ファイル形式が指定されている場合があり、注意が必要である。

表 4-2 主な画像ファイルとその特長（静止画）

略称	名称	特長
TIFF	Tagged-Image File Format	・非圧縮形式のため画質の劣化は無いが、ファイル容量は大きくなる。
GeoTIFF		・TIFF ファイルに投影法、座標、測地系などの位置情報が付加されており、GIS ソフトウェアで扱うことができる。 ・画像としての特長は TIFF と同じ。
GIF	Graphics Interchange Format	・インターネットの回線容量が小さかった当時に、ファイル容量を可能な限り小さくするために開発された。 ・256 色で透過色が扱える。 ・アニメーションを作成できる。
JPEG	Joint Photographic Experts Group	・圧縮率が高く、フルカラー（約 1、677 万色）対応。 ・グラデーションがきれいなため、デジカメでは最も普及しているファイル形式。 ・不可逆圧縮のため、保存を繰り返すと画質が劣化する。
PNG	Portable Network Graphics	・Web で bitmap 画像を扱う形式として開発された。 ・8bit カラー（256 色）と 24bit カラー（フルカラー:約 1、677 万色）の 2 つの形式があり、共に透過色を保存できる。 ・可逆性圧縮のため、保存を繰り返しても画質は劣化しない。
BMP	Bitmap	・Windows の標準の画像フォーマット。 ・非圧縮形式のため画質の劣化は無いが、ファイル容量は大きくなる。

略称	名称	特長
EXIF	Exchangeable Image File Format	・画像のメタデータ情報、JPG や TIFF ファイルに付加されて保存される。 ・画像をウェブで公開する場合、EXIF 情報をそのまま掲載すると、個人情報の漏洩に繋がる場合がある。
SVG	Scalable Vector Graphics	・Web 上で使える拡大縮小が可能なベクトル画像。 ・複雑な形状でない場合は、ファイル容量はラスタ画像より小さくなり、拡大してもきれいに描画できる。 ・写真のように画素数が多い場合や複雑な形状の場合は、ファイル容量が増加したり描画に時間がかかる。

紙データの電子化における留意点

紙に印刷された地図情報から GIS データを作成する場合は、原図の投影法などの仕様、原図の状態(特にひずみ)やデータの内容などを考慮して、デジタル化の手順や精度を決める必要がある。

紙の地形図から緯度経度を読み取って原図とは異なった縮尺で用いた場合、縮尺によっては GIS データの位置精度が異なってくることがあるので留意する必要がある。例えば、「5 万分 1 地形図」上で読み取った座標を、「5 千分 1 国土基本図」上にプロットすることを想定されたい。

紙は温度や湿度によって伸び縮みするが、全体的なひずみだけでなく局部的にもひずみがある。デジタル化の際に、局部的なひずみに対応するためには、幾何補正に加えて、多数のコントロールポイント(座標と位置が既知である地点)を与える必要がある。作図上の誤差と読み取り誤差は、最終図面での誤差 0.5mm 以下とするように、公共測量規定(既成図の電子化)に定められている。地形図から緯度・経度を読みとる場合には、地図画像データの幾何補正が必要となることが多い。

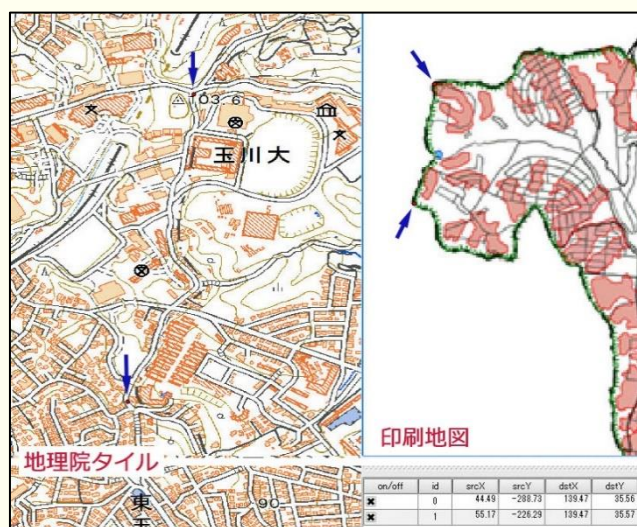


図 4-1 GIS によるひずみ補正例

(4) 3次元モデル

3次元モデルとして、地形モデル、地質・土質モデルの解説を参考資料に示したので、参照されたい。

4.1.2 地盤情報の可視化に関する基礎知識

地盤情報は多様な情報から構成され、可視化方法もさまざまである。XML 形式のデータなどは機械可読データとして位置づけられるが、人間が理解できる帳票形式での可視化が必要となる（図 4-2 参照）。

位置情報をもつ情報は GIS 上でポイント、ライン、ポリゴンなど表現され、目視による確認だけでなく、解析等でも利用される。

ここでは、ポイントとなる可視化技術、可視化ソフトウェア（フリーウェア）等について解説する。

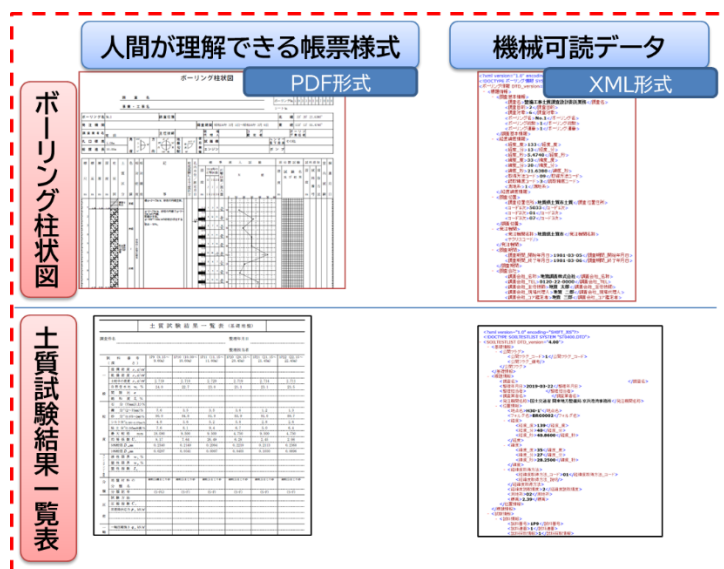


図 4-2 機械可読データと帳票様式による可視化

(1) ボーリングデータ処理システムのフリー公開とその利用

国立研究開発法人防災科学技術研究所（以下、「防災科研」という。）と国立研究開発法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター（以下、「産総研」という。）は、「統合化地下構造データベースの構築」の一環として、ボーリングデータの電子化促進を目指した 7 つのソフトウェアからなるボーリングデータ処理システム（Windows 対応）を公開している。これらは何れも、ダウンロード後 PC にインストールして使用するフリーソフトウェアである。詳細は、下記 URL を参照のこと。

ボーリングデータの可視化ソフトに関しては、民間ベンダから有償、無償提供されているものもあり、適宜、ホームページ等を検索、参照されたい。

□ 防災科研 URL: <https://www.geo-stn.bosai.go.jp/software/boring/index.html>

◆ A:ボーリング柱状図表示システム

◆ B:ボーリングデータ品質確認システム

□ 産総研 URL: <https://gbank.gsj.jp/kantosubsurfacegeoDB/download/top.html>

◆ C:ボーリング柱状図入力システム

◆ D:ボーリング柱状図土質名変換システム

◆ E:ボーリングデータバージョン変換システム

◆ F:ボーリング柱状図解析システム

◆ G:ボーリングデータ XML 変換システム

(1) 地盤情報の公開に関する国の動向

近年、地震による災害、台風や通称ゲリラ豪雨などによる土砂災害、工事に伴う陥没事故などが繰返し発生したことにより、地質や地盤の安全性に対する社会的なニーズが高まってきている。

ボーリングデータに限ってみると、2003年1月に千葉県がインターネットで地質柱状図の無償公開に踏み切って以来、国や地方自治体によって公共事業の調査結果であるボーリング柱状図、土質試験結果などが一般公開されるようになった。

このような動きは、国の諸機関における施策等においても例外ではなく、2006年11月以降、地盤情報の整備、公開・提供と利活用に関する目標設定や提言などが相次いで公表され（表 4-3 参照）、国土交通省では2008年3月に地盤情報の一般公開が実現化した。

さらに、2017年3月に「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」答申が公表され、「国は、官民が所有する地盤情報等の収集・共有、品質確保、オープン化等の仕組みを構築」、「収集した情報のプラットフォームを構築、オープン化する仕組みを構築」などの提言が盛り込まれている。

表 4-3 地盤情報の公開に関する国の動向

年月	機関	提言の内容
2006年11月	経済産業省所管：知的基盤整備特別委員会	知的基盤整備重点分野における戦略的な整備の方向性：地質情報 ○ 国土全体をカバーする世界最高水準の高精度な地質図・地球科学図の網羅的・系統的整備と統一規格に基づくシームレス化 ○ IT先端技術、ウェブ環境等を活用した情報のデジタル化・統合化により、付加価値・利用価値の高いデータベースを整備
2007年3月	産総研・地質調査総合センター所管：地質地盤情報協議会（産官で構成）	『地質地盤情報の整備・活用に向けた提言－防災・新ビジネスモデル等に資するボーリングデータの活用－』を公表。趣旨は「地質地盤情報の法的位置づけの明確化、DBの構築と活用の拡大に基づく新ビジネスモデルの創出」など
2007年3月	国土交通省所管：地盤情報の集積および利活用に関する検討会（産学官で構成）	『地盤情報の高度な利用に向けて 提言～集積と提供のあり方～』を公表。趣旨は「一般国民に地盤情報との共有が可能なように、港湾版土質DBとTRABIS (Technical Reports And Boring Information System) の集約データを提供する」など ⇒ 2008年3月 土研より「KuniJiban」として情報公開
2011年7月	総務省所管：情報通信審議会 <平成23年諮問第17号 中間答申>	『知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方－東日本復興及び日本再生に向けたICT総合戦略－』を公表。主旨の一つはP.39の、 ●領域を越えた情報の流通や連携を促進する情報流通連携基盤の実現に向けた技術・ルールの確立（医療・介護情報連携、地理・地盤情報や各種統計情報の連携、センサー・電子タグ・スマートメータ等から収集される実世界情報の連携、多様な時空間情報の連携等）等
	総務省所管：情報通信審議会 <平成23年諮問第17号 中間答申>	同答申付属資料『新事業創出戦略～情報流通連携基盤の実現による東日本復興・日本再生に向けて～』の主旨の一は、P.23の、 ●地盤災害の防止を目標として、国、自治体、民間で紙又はデジタルで蓄積されている地盤ボーリング柱状図を広く公開し、民間で流通・利用するための技術・ルールの確立
2017年9月	国土交通省所管：社会資本整備審議会・交通政策審議会 答申	『地下空間の利活用に関する安全技術の確立について 答申』 平成28年11月に発生した福岡市地下鉄七隈線の延伸工事に伴う道路陥没事故を受けて、地下空間の利活用に関する安全技術の確立に関して、今後の方向性に対応策を提言として取りまとめ。 ○官民が所有する地盤・地下水等に関する情報の共有化 ○計画・設計・施工・維持管理の各段階における地盤リスクアセスメントの実施

年月	機関	提言の内容
		○地下埋設物の正確な位置の把握と共有化 ○施設管理者における老朽化状況の把握と対策の実施、関係者間の連携 ○地下工事の安全対策、液状化対策等の地下空間の安全に係る技術開発
2018 年 6 月	高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部官民データ活用推進戦略会議決定	『世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画』別表で、施策名「ボーリング柱状図データ（土質調査結果含む）の公開の促進」、課題・取組概要（スケジュール・効果）「国や地方公共団体、公益事業者等が保有する地盤情報の公開については、一部の機関のみにとどまっているほか、一部では機械判読性の低い形式で提供」、「平成 30 年度から占用申請者に地盤情報の提出を求めるとともに、今後、標準的なフォーマットでオープンデータとして公開することを検討する。また、地方公共団体や公益事業者等が平成 30 年度から収集する地盤情報について、標準的なフォーマットでのオープンデータ公開を促す。さらに、地方公共団体や公益事業者等が既に保有する地盤情報についても可能な限り同様の取組を行うなど、地盤情報の公開に向けた取組を推進」など。

（2）地盤情報のニーズ

地盤情報に対するニーズとして、第一に公共事業での活用ニーズが考えられるが、次のステップとして一般国民における活用ニーズが考えられる。地盤情報の一般公開が進むと、一般国民における地盤情報の活用ニーズにどのように対応していくか、より重要度が高くなるものと考えられる。

- 公共事業では、地盤情報の電子化・公開により、既存資料の収集や事前評価が容易になる。地盤情報の活用事例は「**4.3.5 地盤情報の活用事例**」を参照のこと。建設事業のトータルコストの縮減、施工期間の短縮を主目的とした「地質リスクマネジメント」での地盤情報活用が期待される。
- 公共事業者や大規模土地開発を行う不動産業者から地質業界に対して、建設事業のマスタープランニングの段階で、対象地の地盤に内在する地質リスクを正確に把握した上で、事業計画への適正な提案や助言を求めてくる可能性も考えられる。
- 不動産購入時の地盤リスク、資産評価などに対し、国民がコンサルティングサービスを求めることも考えられる。2011 年東北地方太平洋沖地震など近年地震災害が多発しており、地震、液状化被害の甚大さが再認識されており、国民においてもハザード情報へのニーズが高まっていると考えられる。
- 2021 年の熱海市の盛土崩落、大規模土石流の発生により、宅地造成及び特定盛土等規制法が改正され、盛土の安全性に対する国民の関心も高まっていると考えられる。地方自治体では、大規模盛土造成地マップの整備、公表を実施しており、国民へのサービスとして、各種調査結果、公開されたハザード情報等に基づきリスク評価、助言を行うことなどが考えられる。

4.1.4 ボーリングデータの公開の現状

国、地方自治体等でボーリングデータの公開が進められているが、機関によってデータの提供方法、フォーマット、有償/無償区分などが異なる。データ利活用に当たっては、公開データの特徴を踏まえて必要なデータの取捨選択、処理、評価等を行う必要がある。

（1）公開されているボーリングデータ

公開されている主なボーリングデータを表 4-4 に示す。国、地方自治体、学会等によりデータ公開が進められているが、データ公開の概要を次に示す。

- 国土交通省では、2008 年 3 月の試験公開を経て、全ての地方整備局のボーリング柱状図データ（XML）と土質試験結果一覧データ（XML）を公開している。
- 多くの地方自治体が公共事業で実施したボーリング柱状図を公開している。インターネットと Web-GIS を利用したサイトで無償公開している事例も多い。
- 東京都の区など一部の地方自治体で、民間建築ボーリングを公開している事例もある。
- 地盤工学会の北海道、関東、九州支部では、ボーリング柱状図を CD-R/DVD-R で有償販売している。
- 北陸、関西、四国地方などでは、国土交通省の地方整備局、地方自治体、民間事業者、地質調査業者及び大学が協議会組織を設立して、同一地域内のボーリング柱状図の CD-R を会員に有償提供している。

表 4-4 公開されている主なボーリングデータ

2024.4 時点（全地連調べ）

情報名称など	提供者	提供方法	区分
国土地盤情報データベース	国土地盤情報センター（NGIC）	Web-GIS	無償
国土地盤情報検索サイト -KuniJiban-	土木研究所他［国土交通省］	Web-GIS	無償
統合化地下構造データベース -Geo-Station-	（独法）防災科学総合研究所	Web-GIS	無償
メタデータ登録でリンク			
とちぎの地盤マップ	栃木県	Web-GIS	無償
栃木地質調査資料（営繕報告書抜粋）	栃木県土木部	Web	無償
いばらきデジタルまっぷ（地域づくり）	茨城県、県内市町村	Web-GIS	無償
地図で見る埼玉の環境 Atlas Eco Saitama	埼玉県環境科学国際センター	Web-GIS	無償
ちば情報マップ「くらし・環境」	千葉県	Web-GIS	無償
東京の地盤（GIS 版）	東京都・土木技術支援・人材育成センター	Web	無償
中央区地盤情報システム	東京都中央区	Web-GIS	無償
新宿区地盤情報閲覧システム	東京都新宿区	Web	無償
江東区建築情報閲覧システム	東京都江東区	Web-GIS	無償
大田区地盤資料閲覧システム	東京都大田区	Web	無償
豊島区地図情報システム 豊島区地盤資料（ボーリングデータ）	東京都豊島区	Web-GIS	無償
あだち地図情報提供サービス 地盤ボーリングデータ	東京都足立区	Web-GIS	無償
オープンデータ（地質調査）	東京都町田市	Web	無償
横浜市行政地図情報提供システム「地盤 View」	横浜市	Web-GIS	無償
ガイドマップかわさき「地質図集（ボーリングデータ）」	川崎市	Web-GIS	無償
静岡県統合基盤地理情報システム（GIS）「静岡地質情報マップ」	静岡県	Web-GIS	無償
鈴鹿市・地理情報サイト（土地情報）	三重県鈴鹿市	Web-GIS	無償
しまね地盤情報配信サービス	（組）島根土質技術研究センター	Web-GIS	無償
岡山県地盤情報	岡山地質情報活用協議会	Web-GIS	無償
こうち地盤情報公開サイト	高知地盤情報利用連絡会	Web-GIS	無償
かごしま地盤情報閲覧システム	（公財）鹿児島県建設技術センター	Web-GIS	無償

情報名称など	提供者	提供方法	区分
北海道地盤情報 DB ※絶版	地盤工学会 北海道支部	CD-R	有償
関東の地盤（地盤情報 DB）	地盤工学会 関東支部	DVD-R	有償
九州地盤情報 DB	地盤工学会 九州支部	CD-R	有償
ほくりく地盤情報システム	北陸地盤情報活用協議会	Web-GIS	会員
関西圏地盤情報 DB	関西圏地盤情報活用協議会	CD-R	会員
神戸 JIBANKUN	神戸市地盤調査検討委員会	Web-GIS	会員
四国地盤情報 DB	四国地盤情報活用協議会	CD-R	会員

(2) 公開されているボーリングデータの特徴

表 4-5 は、公開されている主なボーリングデータについて、背景地図、位置情報、ファイル形式、記載内容等からデータ仕様を整理した結果である。

- 背景地図は、地理院タイル、数値地図、Google Map など機関ごとに異なる。
- ボーリングの位置座標は、メタデータ中に記載があるもの、柱状図中に記載があるもの、記載がないものなど、機関ごとに異なる。住所に関しても記載の有無が機関ごとに異なる。
- 柱状図のファイル形式について、XML 形式での提供は国土交通省、静岡県などに限定され、地方自治体では PDF 形式での提供が多い。柱状図の内容に関して、記事の有無、N 値データの詳細表示など、機関ごとに差異がある。

表 4-5 主な公開ボーリングデータの仕様等

情報略称	背景地図	位置座標	略住所	柱状図	記事	N 値
KuniJiban（建設）	地理院タイル	A+B	○（×）	XML	○（×）	10cm、30cm
KuniJiban（港湾）		A	×	土性図（PDF）	×	30cm
茨城県、水戸市など 8 団体	数値地図	B	×	XML	○（×）	10cm、30cm
栃木県	数値地図	B	×	PDF	○	30cm
埼玉県	数値地図	×	×	PDF	○	30cm
千葉県	数値地図	×	○	XML	○	30cm
東京都	数値地図	B	×	XML	×	30cm
横浜市	独自仕様	×	×	PDF	○	30cm
静岡県	Google Map	B	○	XML/PDF	○	10cm
三重県鈴鹿市	独自仕様	B	○	PDF	○（×）	原則 10cm
島根県	数値地図	×	○	PDF	○	30cm
岡山県	独自仕様	A	○	PDF	○	10cm
高知県・高知市他 6 市町（高知県内の KuniJiban）	地理院タイル	A+B	○	XML	○	原則 10cm
熊本地震復興支援サイト	地理院タイル	B	○	PDF	○（×）	原則 10cm
鹿児島県	Google Map	B	○	PDF（簡略）	○	30cm

注 1 位置座標: A メタデータ中に位置座標の記載あり。 B 柱状図中に位置座標の記載あり。

注 2 略住所、記事: ○ 住所や記事の記載がある。× 住所や記事の記載が無い。○（×）柱状図により記載が異なる。

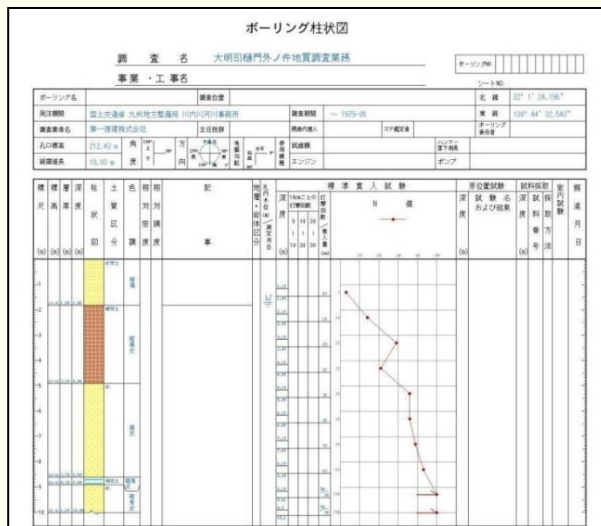
注 3 N 値 10cm:標準貫入試験の全データが記載。 N 値 30cm:30cm 貫入量の合計値のみ記載。

KuniJiban(旧建設省系)のボーリングデータの特徴と留意点

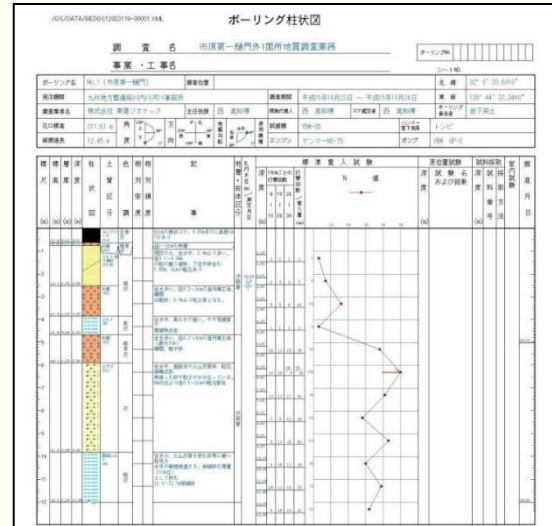
KuniJiban(旧建設省系)の公開データは、地質・土質調査成果電子納品要領のボーリング交換用データ形式(XML)に統一されている。

2001年度の電子納品導入以前では、ボーリングデータを CSV やコーディングシートに記入して提出した経緯があり、電子納品施行前、施行後のボーリング柱状図には次の違いがある。

- 電子納品施行前では、地質名が空欄であり、観察記事もない。N 値は 30cm ごとの合計値のみである。
- 電子納品施行後では、標高は T.P.に統一され、地質名、観察記事、10cm ごとの N 値の記載がある。



電子納品施行前の柱状図



電子納品施行後の柱状図

図 4-4 国土交通省（旧建設省系）のボーリングデータの例（KuniJiban）

KuniJiban(旧運輸省系)のボーリングデータの特徴と留意点

KuniJiban(旧運輸省系)のボーリングデータは、「土性図形式」で公開されており、その他の特徴は次のとおりである。

- 位置座標はメタデータにのみ記載されている(図 4-5 参照)。
- メタデータ、土性図とも受注企業や担当者名は公開されていない。
- 土性図であるため、土質記号と土質名に加え、粒度組成(%), N 値や一軸圧縮強さなどがグラフで表現されている。
- 土質試験結果一覧表データ(PDF)も公開されており、厳密な数値が必要な場合は利用すると良い。



図 4-5 国土交通省（旧運輸省系）ボーリングデータの例（KuniJiban）

(3) 地方自治体から公開されているボーリングデータの特徴と留意点

地方自治体から公開されているボーリングデータ、システムの特徴を下記する。各機関で特徴が異なり、HP等を参照して詳細を確認されたい。

- 神奈川県、静岡県は、GoogleMaps API V3 を利用しているため、地図表示機能はほぼ同じである。
- 「こうち地盤情報公開サイト」は、WMTS 規格の地理院タイルが標準の背景図であって、Web-GIS システムが前記と同じく Google Maps API V3 であるため、GoogleMaps や航空写真も背景図にすることができる他、高知市他から提供された浸水想定区域図データや高知県から提供された土砂災害警戒区域図データも、WMTS 規格の地図タイルに独自変換されて公開されている。
- 茨城県、栃木県、三重県鈴鹿市（一部）、滋賀県、岡山県、「こうち地盤情報公開サイト」及び長崎県から公開されているボーリングデータには、掘削した位置の座標値が柱状データや柱状図に記載されている。掘削位置を確認する際、あるいは独自の Web-GIS システムを構築する場合に便利である。
- 茨城県、水戸市、福井県、千曲市、静岡県、滋賀県、鳥取県、「こうち地盤情報公開サイト」と長崎県からの公開データは、国土交通省「地質・土質調査成果電子納品要領」に準拠したボーリング交換用データ（XML）である。よって、KuniJiban のデータと統合した独自のデータベースを構築することができる。既に稼働している具体例としては、Geo-Station と「こうち地盤情報公開サイト」がある。
- 栃木県、鈴鹿市、島根県、岡山県の柱状図は、原則として紙ベースの柱状図のスクリーンイメージと思われ、ボーリングによっては 10cm ごとの記録が記載されている。その他の自治体の柱状図の場合、全て N 値は 30cm の合計である。
- 一部の自治体では、孔口標高に仮ベンチのものがある。
- 鈴鹿市の場合、メタデータ（インデックス情報）に主任技術者名や現場代理人名が記載されていた時期があったがその後削除された。なお、柱状図には記載されている。

4.1.5 地質図、地盤図、ハザードマップの公開の現状

地質図も近年インターネットで無償公開されており、主な公開事例を表 4-6 に示す。公開事例の詳細は参考資料を確認されたい。

表 4-6 無償で公開されている地盤情報の主な例

情報名称	提供者	提供方法	範囲
地質図 Navi	産総研・地質調査総合センター	Web-GIS、Web	全国
5 万の 1 地質図等		印刷媒体 CD-R	全国
土地条件図	国土地理院	Web-GIS	全国（整備分）
全国電子地盤図	地盤工学会	Web-GIS（Geo-Station で公開）	全国
地域限定地質図類	地質・地盤系学会、地質調査業界等	印刷媒体	該当地域等
土地分類基本調査（1/5 万～1/50 万）	国土交通省土地・水資源局	印刷、Web-GIS	都道府県等
土地分類調査（垂直調査）		Web	該当地域

4.2.2 担当者名等の公開

一般公開されているボーリングデータベースにおいて、担当者名が公表されているものもあり、データ作成者はエラーがないように品質確保に努める必要がある。

- 次に示す公開サイトでは、ボーリングデータ自体（XML、PDF）に、企業名や担当者名が記載されている。
 - ◆ KuniJiban から公開されている旧建設省系の柱状図、Geo-Station から公開されている長崎県の柱状図、国土地盤情報データベースで公開されている徳島県、こうち地盤情報公開サイトから公開されている高知県、高知市他 6 市町の柱状図。
- 「担当者名の公表」という動きは、福井地裁が 2003 年 7 月 23 日に出した判決、『調査の信頼性を担保するための担当者の氏名公表は、調査成果の一部であって個人情報ではない。』に準拠している。最高裁の判決は出ていないが、地盤情報の品質を担保する仕組みとしての「調査を担当した企業名と担当者（資格名と登録番号含む）の公表」は今後広がる可能性がある。農産物に生産者の顔写真入りのトレーサビリティタグが付いている場合があるが、そのボーリングデータ版である。
- 平成 28 年 10 月に改訂された地質・土質調査成果電子納品要領では、ボーリング柱状図の標題欄に調査担当者の資格登録番号を記載する欄が追加されている。KuniJiban 等においても、氏名と共に資格登録番号が公開されている。

4.2.3 地質情報管理士の役割

地盤情報が電子納品という形で国や地方自治体などの発注機関に納められる一方、その成果が一般に公開・提供されて利活用されることから、以下のような役割が地質情報管理士に求められている。

- 地質調査業務に精通し、かつ電子成果品の品質管理能力を有する技術者。
- 現場で取得した様々なデータ（情報）類を電子化したり、データベースを構築する際に必要な情報処理と情報管理能力を有する技術者。
- GIS ツールや Web-GIS プラットフォームを活用することによって、地質データの一般公開や利活用（二次利用*）を図ることのできる能力を有する技術者。
 - * 二次利用:第三者が再利用すること
- GIS ツールや Web-GIS プラットフォームを活用することによって、地質データの公開を行う際に必要な留意点や建設のライフサイクルにおける下流工程も含め、情報を利活用（再利用）する観点から留意しなければならない事項について理解を有する技術者。
- ◆ 地質情報管理士資格検定試験制度の概要 3.地質情報管理士試験の必要性
参照 URL: https://www.zenchiren.or.jp/jouho_kanrishi/index.html#01

上記説明を判り易くすると下記の通りとなる。

- 地質情報管理士とは、電子成果品の品質確保に精通した技術者である。すなわち、電子成果品のデータが正しく作られているか、電子納品要領に準拠した正しいフォーマットで作成されているかを確認し、状況に応じて修正できる技術者のことである。したがって、電子成果品の品質を担保する以下の方法について精通する必要がある。
 - ◆ 掘削位置を電子地図上にプロットして目視チェックする方法
 - ◆ ボーリング交換用データ（XML）や土質試験結果一覧表データ（XML）を可視化して目視チェックする方法

- 地質情報管理士とは、地盤情報の公開・提供の機会に際して、公開システムの構築や公開・利活用ルール策定の策定に関与するとともに、公開の対象となるボーリングデータなどの地盤情報の品質確保を担当する技術者のことである。
- 地質情報管理士とは、利活用に際し、公開情報の最新動向、内容、特徴を把握し、少なからず含まれているエラーなどの発見やその対処と、地盤情報を公開する主体によって異なる著作権（コピーライト・利用規約）などへの対応などに当たる技術者のことである。また、利活用に当たって必要となる各種ツール、データベース、システム等のデータ利用環境を整備することも重要な役割の1つである。

地盤情報の公開や利活用に積極的に関わる地質情報管理士の役割は、以下のような内容が想定される。

- 地盤情報の公開サポート、公開データの品質確保
 - ◆ 第一に、公開データの品質確保を担う役割が求められる。公開データの品質を担保するうえで、データのチェック方法、エラーがあった場合のデータの取扱い（データの修正、除却、コメント等の記録など）などのルールを定めて、確実に実行する必要がある。
 - ◆ 公開システムの構築では、Web-GIS、データベース等に関する知識に基づき、システム構築に関与することが求められる。Web-GISによるボーリングデータベースを例にすると、背景図や重畳する情報の選定、データの検索、表示、ダウンロード方法など、利活用に踏まえた上で最適なシステム提案を行うことが求められる。
 - ◆ また、利用規約の整備も重要であり、他機関における動向、データの品質、著作権、二次利用面などから、公開主体に対して適切なアドバイスを行うことも期待される。
- 公開情報の最新動向把握、利活用に当たっての留意点の整理
 - ◆ 国土交通省、一部の地方公共団体では、ボーリングデータを無償で公開している。これら無償公開されているボーリングデータなどは、一部のデータに関して利活用（二次利用）に対する制限はなく、再頒布も認められている。公開主体によって、データ内容や二次利用範囲などに違いがあることを把握しておく必要がある。
 - ◆ 公共事業の調査段階で取得された地盤情報は、建設事業のライフサイクルの設計・工事などの下流工程での利用だけでなく、一般に広く公開され一部のデータは利活用（二次利用）も可能となっている。
 - ◆ 一般公開されている地盤情報を一般市民が利活用しようとする場合、「市民に代わりそれらの地盤情報を入手し、内容やエラーを吟味して様々な処理を行い、その結果を一般市民が利用し易いように平易な言葉で表現して説明する」といった業務が発生する可能性もあり、このような場面での役割も念頭に置いておくことが望ましい。
 - ◆ 一般公開されている地盤情報に含まれるエラーには、「測地系の変更に係わるエラー」、「メタデータの作成過程で発生したエラー」、「複数の公開データに違いが見られるケース」、「ボーリング柱状図の不備による位置誤認の可能性」、「座標値の丸めによる位置不明のケース」などがある。これらは従事する地質技術者のミスとは言えないケースもあるが、地質調査報告書を電子納品する際に、利活用に念頭に置いて注意深く地質や位置情報を扱ったならば、その多くは防ぐことができる。
 - ◆ 利用規約による二次利用等の制限、データの品質以外にも、複数機関のデータを集約する場合、データフォーマット、バージョン、分類コード、精度等のばらつきにも留意して、適切なデータ利用を行う必要がある。

□ データ利活用環境の整備

- ◆ ボーリング以外にも地質図、地盤図、ハザードマップなど様々な地盤情報がインターネットを通じて公開され、過去よりもデータを利活用（二次利用）しやすい環境が整っている。
- ◆ 地質情報管理士は、社内のデータ利活用を促進・指導する立場として、公開されている地盤情報の最新動向の把握、各データの留意点の整理、データ利用環境の整備などが求められる。
- ◆ 公開データは、データごとに利用規約が異なっており、社内で良く利用される主要なデータに関しては、利用規約を読み解き、データ利用上の留意点、制限事項を簡潔かつ分かりやすくまとめて、社内周知することも役割の一つである。
- ◆ 公開データの表示、分析、解析等で利用可能なツール、システム、また、データの1次処理方法なども含めて、社内環境整備、マニュアル作成等を行うことも重要である。

4.2.4 ボーリングデータ目視確認（チェック）支援ツール

国土交通省の直轄事業で納品されたボーリング交換用データなどが、KuniJiban や国土地盤情報データベース等で一般公開されるようになった。しかし、ボーリングデータを地盤情報データベース化する過程で最も障害となっているのが「ボーリング位置座標が不正確」であるという事実である。このため、ボーリング位置座標が正確であることを確認する必要がある。また、「ボーリング交換用データ（XML）」と「土質試験結果一覧表データ（XML）」については、「XML」ファイルを開くことのできるビューアを使用して「ボーリング名」、「ボーリング連番」、「経度（度・分・秒）」、「緯度（度・分・秒）」、「測地系」、「孔口標高」、「掘進長」、「調査位置住所」等について全数確認する必要がある。ボーリング交換用データ（XML）は電子データの羅列であるため、正しく入力されているか、隅々まで目視で確認することは容易ではない。

ボーリングデータの日視チェックには、Web サイトから無償公開されている位置情報チェックツール、ビューアなどを活用しチェックする事で、効率的に作業を行うことが可能である。

各ツールの詳細については参考資料を参照のこと。

4.3 地盤情報の利活用

地盤情報の利活用に当たっては、公開データの特徴を踏まえた上で、関連するデータベース、WebGIS 等の知識が不可欠である。

公開データベースごとに利用規約等が設定されていることから、公開データの利用に当たっては、権利関係を把握し留意しなければならない。

4.3.1 地盤情報データベースに関する基礎知識

地盤情報を電子化して1箇所に集めても、容易に必要なデータを引き出すことができないければ、利用しにくいものになってしまう。このため、様々な目的を考慮して整理整頓された状態でデータを集めておく必要がある。このように、特定の規則に沿って整理されたデータの集まりがデータベースである。地盤情報を集約して取り扱うには、データベース

の基礎知識が不可欠であり、十分に理解して頂きたい。

地盤情報の公開サイト、公開事例を参考資料に示したが、地質情報管理士として極めて重要な知識なので、実際に各 Web サイトにアクセスして、公開されている地盤情報を確認されたい。

4.3.2 地盤情報データベースの利活用とその意義

地盤情報データベースの利活用の意義は、例えば、以下が考えられる。

- 新規公共事業の構想・計画段階～地質調査段階において、公開されているボーリング情報を入手することにより、潜在する地質リスク（地質的に見た脆弱性）を早期に発見して予め適切な回避策を立てることに役立つ。
- 地震災害や土砂災害ハザードマップなどを地域住民に対して説明する際、すなわちその地域の地盤が持つ利点やリスク（脆弱性）を理解して貰う際に役立つ。
- 後者においては、ボーリング柱状図や地質図などの地盤情報の持つ意味をわかりやすく説明する技術者が必要であって、またその活躍が期待される。

4.3.3 地盤情報データベースの利活用の際の留意点

地盤情報データベースの利活用に当たっては、元データのフォーマット、信頼性、利用規約などに留意する必要がある、以下、留意点等を解説する。

(1) 元データのフォーマット、信頼性

ボーリングデータを再利用する際の留意点を次に示す。

- ボーリング柱状図の公開様式（XML、PDF や PNG など）が統一されていない。
- KuniJiban（旧建設省）や一部の公開サイトを除き、どの記載凡例（要領案など）を使用したかの公表が無い。
- 座標の数値が公開されていない場合は、電子地図上で掘削位置を読み取ることになり、掘削位置の精度は明らかに低下する。
- 元々プロットされている掘削位置そのものが間違っている、座標を変換する時の計算誤差あるいは新旧座標系の認識ミスが発生する可能性があり、再利用に当たっては必ず再プロットするなどして位置を確認する必要がある。
- 「地盤情報の電子納品ガイドブック」では、実際のボーリングデータのエラー事例を紹介している。熟読の上公開されているボーリングデータを二次利用する場合の留意点とされたい。

参照 URL: https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/ed_guide_high.pdf

- 調査時点から相当に時間が経過している場合は、地形が変化していることもあり得るので、他の資料と対比するなどして万全を期す必要がある。

(2) データベースの利用規約

公開されている地盤情報データベースのデータ利用条件等は、サイト運営者により異なるので利用の際は十分な注意が必要である。

- KuniJiban には、「個別のボーリング柱状図および土質試験結果等の地盤情報に著作権はないものとする」という記載がある。その代わり、「これらの引用や再利用は妨げない」という文意の記載もある（CC ライセンスとしての記載はない）。

- Geo-Station から公開されている 9 つの地方公共団体のうち、千葉市では「CC BY 2.1 JP (表示 2.1 日本)」が宣言されている。茨城県、水戸市、千曲市、福井県、鳥取県の利用規約には KuniJiban と同様に「ボーリング柱状図等の地盤情報には著作権はない」と明記されている (CC ライセンスとしての記載は無い)。また、長崎県では「非独占的に閲覧、複製、頒布、貸与することを許諾する」と明記されている。滋賀県、大津市においては「ボーリング柱状図等の地盤情報を第三者に対して閲覧、複製、および貸与を許しますが、その場合 (電子的にあるいはネットワークを介して行う場合も含む) は、本サイトに掲示されている地盤情報である旨出典を明記してください」となっている。
- 他の自治体では、概ね「再配布や引用は不可」である。
- しかし、国土交通省が「著作権を設定しない (以下、非設定)」、「引用可、再利用可」という方針を打ち出したことにより、今後自治体などから公開されるボーリング柱状図類については、著作権の非設定と、引用可の動きが出てくる可能性がある (上記のように、茨城県、水戸市、福井県では著作権を設定していない)。

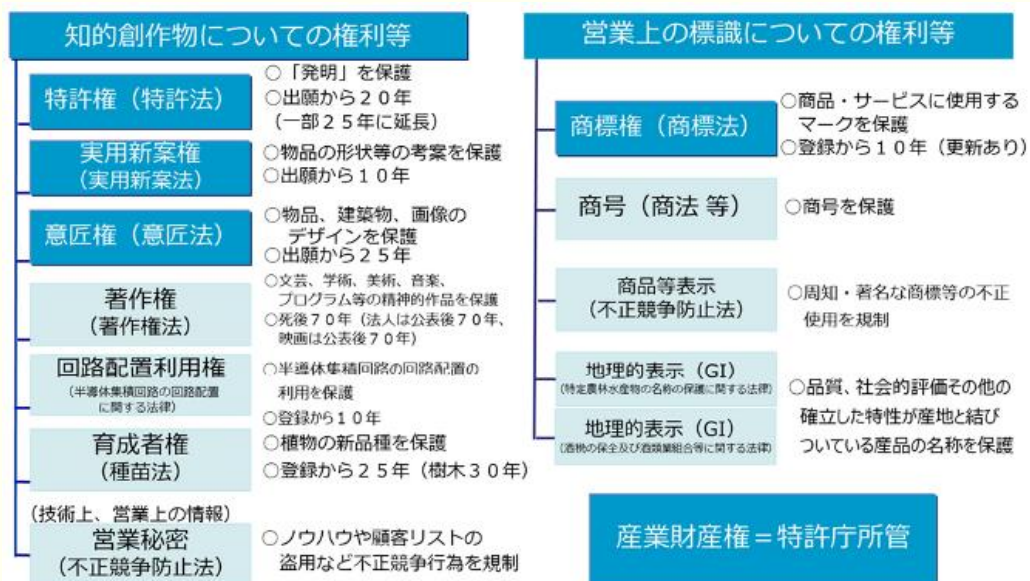
(3) 著作権の概要

著作権とは、知的財産権の 1 つである。著作権法により著作物を創作した著作者に付与される権利であり、著作者人格権と著作権 (財産権) がある。

著作権法では、著作物の例示があり、建設事業に関連するものでは、建築物、地図、設計図、立体模型などが該当する (一般的なものは創作性がないため著作物には該当せず、芸術的な建築物のみ著作物に該当するという見解あり)。また、データベースも著作物に該当する。当然のことながら、地盤情報データベースも含まれる。

知的財産権の種類

知的財産権の種類には「知的創造物についての権利 (創作意欲を促進)」と「営業上の標識についての権利 (信用の維持)」の 2 種類がある。



参照 URL: https://www.jpo.go.jp/news/shinchaku/event/seminer/text/2021_nyumon.html

図 4-7 知的財産権の種類

ボーリングデータの著作権

ボーリングデータの著作権に関して、最高裁の判決は出ていないが、関連する判例として、東京高裁のものがある。以下、関連部分の抜粋を示すが、ボーリングデータは「著作権法による保護の対象とはならない」ことが示されている。

『柱状図は、基本的に個々の地層の種類、厚さ、相互の上下関係(これら自体が、自然的事実であることは、事柄の性質上、明らかである。)を柱状に記載するものであり、その書式にも定型性があると認められるから、同程度の観察力と知識を有する者が上記事項についての同じ認識に基づいて作成すれば、同じあるいはほとんど同じ図面となるものと認められる。本件でも、被侵害部分は、柱状図としては一般的な書式で記載されており、そこに作成者の個性が表されているものとは認められない(「v」ないし「レ」印で軽石を表象することも、創作性があることとは認められない。)。このような柱状図を作成するためには、調査と分析に相当の手間と時間がかかるものであり、そこに作成者の思考の結果が現れていることは疑いようがない。しかし、この思考結果そのものは、著作権法による保護の対象となるものではない。』

平成 12 年(ネ)5964 号 文書発行差止等、著作権侵害排除等請求事件

平成 14 年 11 月 14 日判決

参照 URL: https://www.courts.go.jp/app/hanrei_jp/detail7?id=11515

(4) クリエイティブ・コモンズ・ライセンス

著作物や発明などの知的創造物が著作権で守られている状態とは、いわゆる「All Rights Reserved」、すなわち著作物などの出版や販売等の独占的権利を保有している状態のことである。これに対し、著作権の保護期間が終了した状態、あるいは、著作権が放棄されている状態のことを「Public Domain」という。

書籍など印刷物が著作物であった時代はこの 2 つの区分だけで良かったが、近年急速に発達したデジタル著作物の場合は、容易にコピーできるため、現実論の面から中間的な権利状態、すなわち限定された著作権の状態についての定義を作成しよう、という動きが出てきた。その代表的な提案が CC ライセンス (Creative commons Licenses) である。

クリエイティブ・コモンズ・ライセンス

CC ライセンスは 4 種類の条件から構成される。

- 表示:作品のクレジットを表示すること。
- 非営利:営利目的での利用をしないこと。
- 改変禁止:元の作品を改変しないこと。
- 継承:元の作品と同じ組み合わせの CC ライセンスで公開すること。

CC ライセンスの例:上記条件により複数種類の組合せがあるが、代表例を下記する。

- CC BY(表示):原作者のクレジット(氏名、作品タイトルなど)を表示すれば、改変や営利目的での二次利用(転載、コピー、共有)が許可される最も自由度の高い状態。
- CC BY-ND(表示-改変禁止):原作者のクレジットを表示しかつ原本を改変しなければ、営利目的での二次利用が許可される状態。
- CC BY-NC-ND(表示-非営利-改変禁止):原作者のクレジットを表示し、原本を改変せず、非営利目的での二次利用が許可される状態。



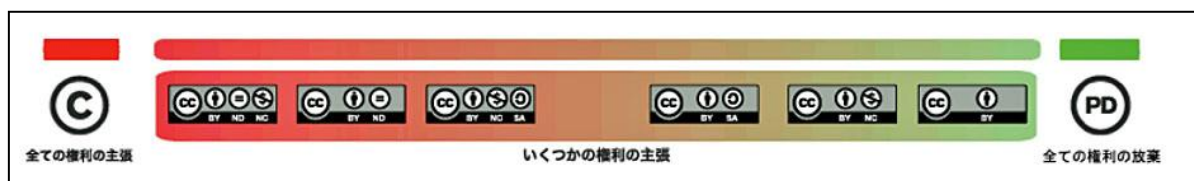


図 4-8 クリエイティブ・コモンズ・ライセンス
参照 URL: <https://creativecommons.jp/licenses/>

4.3.4 3次元地盤モデルの利活用

昨今、地質・土質モデルの活用が進みつつあるが、ここでは、地質・土質モデルの活用のメリット、留意点等を示す。「BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 共通編」などにも詳述されているので、併せて参照のこと。

(1) 3次元地盤モデルの主なメリット

3次元地盤モデルの主なメリットとして、次が挙げられる。

- 3次元地盤モデルは、3次元空間で地層の構造を大局的かつ動的に表現できるため、プレゼンテーション用の材料としては最適であると考えられる。
- 任意の座標値による複数のパネルダイアグラムを演算により作成できる。
- 任意地点の柱状体モデルを演算により作成できる。

(2) 3次元地盤モデル利用上の主な留意点

3次元地盤モデル利用上の留意点として、主なものを下記する。

- 3次元地盤モデルは、寸法の定まった部材の集合体ではなく、ボーリング柱状図あるいは地質断面図から読み取ったデータを入力値とし、コンピュータ演算結果を基にして地質技術者の解釈を加えた推定モデルである。したがって、その形状には当然推定が含まれるので、利用に当たっては入力値の質・量に依存する不確実性に加え、解釈による不確実性が発生することに留意する必要がある。
- 3次元地盤モデルを3次元空間内で表現する際に透視投影法（遠近法・パース）を用いた場合、遠くの形状は縮小表示されるので細部は表現できないことに留意する。
- 複数の地層境界面が存在する場合、通常下位あるいは陰になっている部分の境界面は見えなくなるため、パネルダイアグラムなどで可視化する場合もある。
- 3次元地盤モデルに地質・地盤リスク情報を投影・付加して表現するなど、後工程へリスクを伝達することも重要な活用方法の1つである。

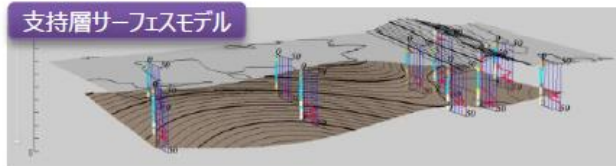
目的に応じたモデルの選択・作成

地質・土質モデルは、各事業の特性や測量・調査、設計、施工、維持管理・更新など各事業段階で使用目的が異なるため、モデルの種類ごとの特性に留意し目的に応じたモデルを選択・作成する。

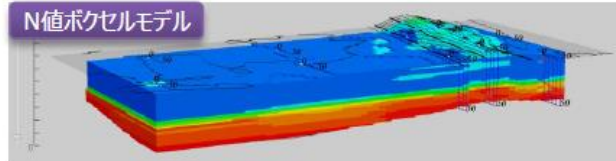
- 地質・土質モデルの使用目的や要求性能は、対象構造物及びその事業段階によって異なる(図 4-9 参照)。
- 地質・土質モデルは、事業段階の進捗、地質・土質調査の進捗に合わせて、情報が増加する(図 4-10 参照)。一般に事業段階の進捗に伴ってモデルが扱う地盤情報の種類は増え、精度も向上することを踏まえた上で、作成、追加又は利用する地質・土質モデルを選択する(図 4-11 参照)。

支持層や強度分布、地下水分布を予測したモデル

支持層サーフェスモデル



N値ボクセルモデル



地下水面モデル

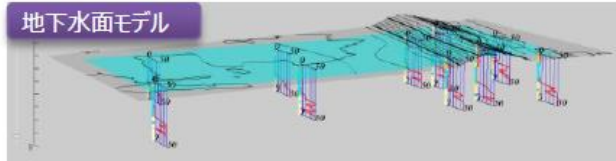


図 4-9 目的に応じたモデルの作成例

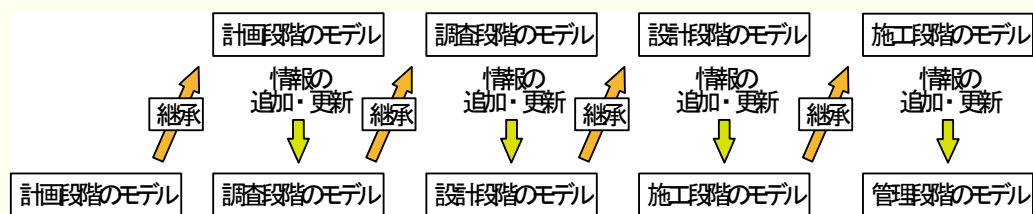


図 4-10 各段階へのモデル継承の流れ

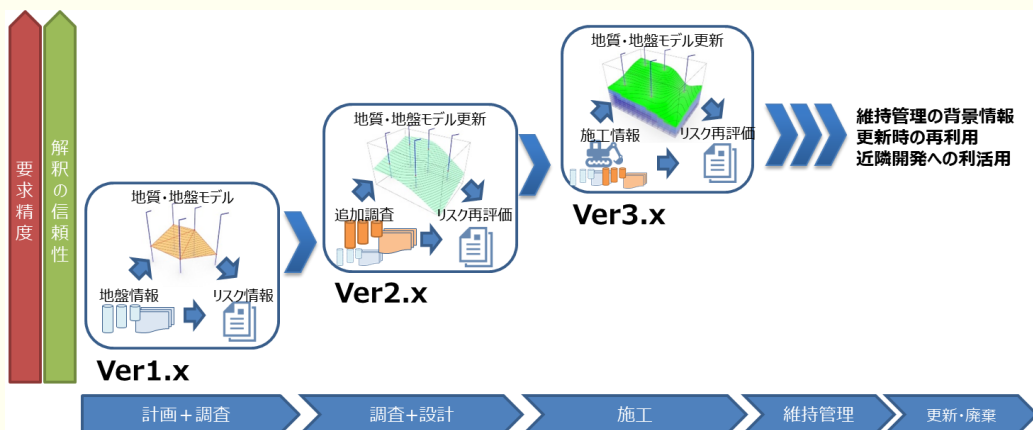


図 4-11 事業段階の進捗に伴うモデルの精度向上のイメージ

地質リスク等の引継ぎ

地質・土質モデルを次の段階に継承する場合は、モデル作成の考え方、使用したアプリケーション、使用データ、不確実性、地質リスクの内容など、引き継ぐべき情報の記録内容や方法について検討し引き継ぎ書を作成する。

- モデル上にリスク情報をアノテーション(注記)で可視化するなど、リスク情報をわかりやすい形で次の段階へ引き継ぐ(図 4-12 参照)。
- モデルだけでなく、後工程の利活用に重要な情報(根拠となる地質調査の品質情報、モデルの補間・推定方法など)を継承する。引継ぎ情報の記録は、「3 次元地質・地盤モデル継承シート」を活用する。

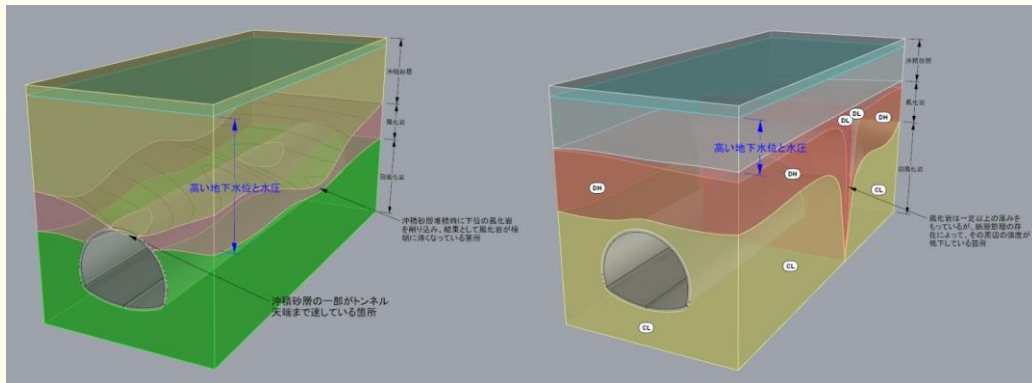


図 4-12 トンネルの地質リスクの可視化 (例)

4.3.5 地盤情報の活用事例

代表的なデータベースである国土地盤情報データベースは、災害発生時、復旧時には、早期の災害復旧に資するため、発注機関の同意を得た上で、関連する地域内に存在する地盤情報を一般公開している。これまで、北海道胆振東部地震、熊本地震、九州豪雨災害、能登半島地震などで、緊急公開サイトが立ち上げられ、関連情報が集約、一般公開され、災害復旧等で広く利活用されている。

地盤情報の活用として、地形・地質調査・解析、防災分野(河川災害、地震・津波災害、斜面災害、火山災害、ハザードマップ、地質・地盤リスクの評価)、施設・土構造物等の維持管理などが挙げられる。活用例を参考資料に示したので、参照されたい。

ボーリング柱状図をはじめとする各種地盤情報のデータ標準化、国、地方公共団体等におけるオープンデータ化等の流れによって、地盤情報データベースの整備、公開が進み、各種情報を簡単に入手し活用しやすい環境が整いつつある。しかしながら、これらの環境整備はまだ過渡期の段階であり、地盤情報の入手、利活用に当たっては、まだまだ留意、工夫しなければならない点が多い。データの入手、活用にあたっての留意事項等も踏まえながら、利活用例を参考としながら、自ら検討いただきたい。

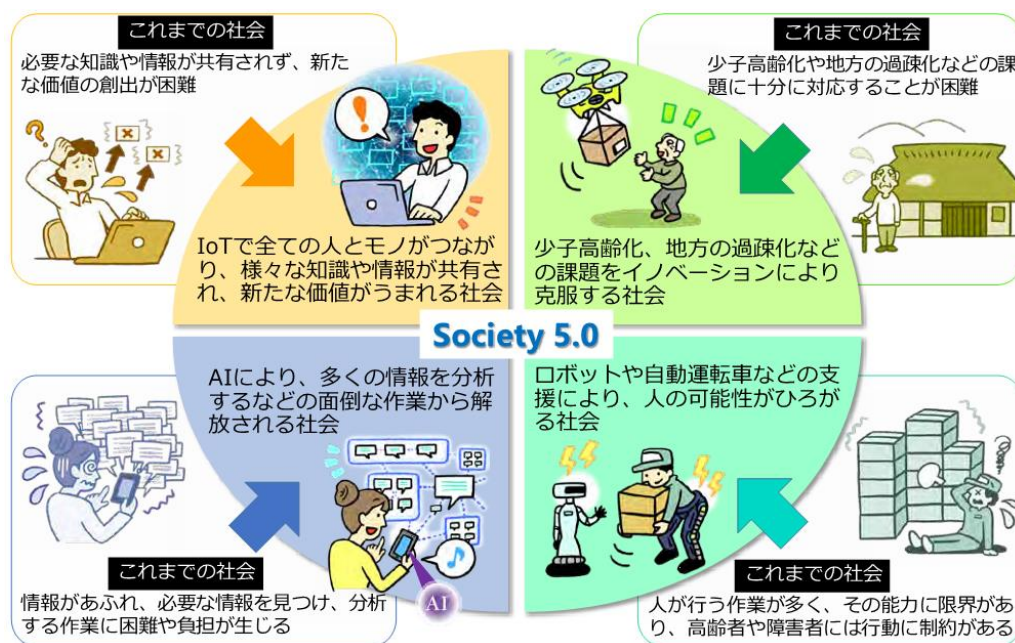
5 関連施策・最新的话题

本章では、DX、i-Construction、BIM/CIM 等をはじめとする国の各種施策や、これを受けた全地連の取組み、関連する技術動向などを記載している。関連するホームページ、資料等を併せて読み進めることで、理解を深められたい。

5.1 Society5.0

政府によって我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱された。ICT を最大限に活用し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取組により、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会」を指す（「科学技術基本計画」H28）。

Society 5.0 で実現する社会は、IoT（Internet of Things）で全ての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これらの課題や困難を克服する。また、人工知能（AI）により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服されることを目指している。



URL:https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0.pdf

図 5-1 Society5.0 で実現する社会（内閣府）

5.2 オープンデータ

総務省では、オープンデータ（Open Data）を「機械判読に適したデータ形式で、二次利用が可能な利用ルールで公開されたデータ」であり「人手を多くかけずにデータの二次利用を可能とするもの」と定義づけており、政策によりその利用の促進を図っている。オープンデータそのものはデータベースでは無いが、公開されたデータを二次利用することによってデータベースを構築できるので、ここにオープンデータの概要を解説する。

参照 URL:https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/

上記 URL を参照すると、オープンデータの意義・目的は次のとおりである。

- 国民参加・官民協働の推進を通じた諸課題の解決、経済活性化
- 行政の高度化・効率化
- 透明性・信頼の向上

また、オープンデータの定義については、「国、地方公共団体及び事業者が保有する官民データのうち、国民誰もがインターネット等を通じて容易に利用（加工、編集、再配布等）できるよう、次のいずれの項目にも該当する形で公開されたデータをオープンデータと定義」されており、次の条件が当てはまる。

- 営利目的、非営利目的を問わず二次利用可能なルールが適用されたもの
- 機械判読に適したもの
- 無償で利用できるもの

ここで重要なのが、オープンデータとは国民の税金で生成されたデータ、すなわち「公共データ」である、という点である。二次利用が可能、という点からオープンデータには著作権が設定されていない、と考えるべきであって、「**第4章 4.3.3 地盤情報データベースの利活用の際の留意点**」に解説するクリエイティブ・コモンズ・ライセンス（CC ライセンス）の「CC BY（表示）」あるいは「CC BY-ND（表示・改変禁止）」に該当していると考えられる。

地質情報で例を探すと、国土地盤情報公開サイト「KuniJiban」から公開されている国土交通省のボーリング交換用データ（XML 形式）と土質試験結果一覧表データ（XML 形式）は、まさにこの条件を満たしている。関連する情報では、国土交通省「国土数値情報」から多数の情報が公開されているが、土地に関するデータとして「土砂災害警戒区域データ」や「浸水想定区域データ」が挙げられる（元データを提供している地方自治体により、二次利用が認められていないものもあるので、利用に当たっては十分留意すること）。

参照 URL: http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/old/old_datalist.html

近年、地方公共団体においてもオープンデータの対応が進んでおり、例えば大阪市では「防災関連施設ポイントデータ（標高）」などを公開している。

参照 URL: <https://www.city.osaka.lg.jp/toshikeikaku/page/0000250227.html>

5.3 デジタル社会の実現に向けた重点計画

デジタル技術の進展によりデータの重要性が飛躍的に高まる中、日本で世界水準のデジタル社会を実現するには、将来の目指す姿を描き、構造改革、地方の課題解決、セキュリティ対策といった多くの取組を、関係者が一丸となって推進する必要がある、こうした状況を踏まえ、2022年6月7日に「デジタル社会の実現に向けた重点計画」が閣議決定された。

この計画は、目指すべきデジタル社会の実現に向けて、政府が迅速かつ重点的に実施すべき施策を明記し、各府省庁が構造改革や個別の施策に取り組み、それを世界に発信・提言する際の羅針盤となるものである。

参照 URL: <https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program/>

デジタル社会の実現に向けた理念・原則として、デジタル社会を形成するための基本 10 原則、クラウド・バイ・デフォルト原則などを掲げている。（図 5-2 参照）

- デジタル社会を形成するための基本 10 原則
 - ◆ オープン・透明
 - ◆ 公平・倫理

- ◆ 安全・安心
- ◆ 継続・安定・強靱
- ◆ 社会課題の解決
- ◆ 迅速・柔軟
- ◆ 包摂・多様性
- ◆ 浸透
- ◆ 新たな価値の創造
- ◆ 飛躍・国際貢献

□ 国の行政手続きオンライン化の 3 原則

- ◆ デジタルファースト:個々の手続・サービスが一貫してデジタルで完結
- ◆ ワンスオンリー:一度提出した情報は二度提出が不要
- ◆ コネクテッド・ワンストップ:民間を含む複数の手続・サービスをワンストップで実現

□ 構造改革のためのデジタル 5 原則

- ◆ デジタル完結・自動化原則
- ◆ アジャイルガバナンス原則
- ◆ 官民連携原則
- ◆ 相互運用性確保原則
- ◆ 共通基盤利用原則

□ サービス設計 12 箇条

- ◆ 利用者のニーズから出発する
- ◆ 事実を詳細に把握する
- ◆ エンドツーエンドで考える
- ◆ 全ての関係者に気を配る
- ◆ サービスはシンプルにする
- ◆ デジタル技術を活用し、サービスの価値を高める
- ◆ 利用者の日常体験に溶け込む
- ◆ 自分で作りすぎない
- ◆ オープンにサービスを作る
- ◆ 何度も繰り返す
- ◆ 一編にやらず、一貫してやる
- ◆ 情報システムではなくサービスを作る

□ クラウド・バイ・デフォルト原則

クラウドサービスの利用を第一候補として検討するとともに、共通に必要な機能は共用できるように、機能ごとに細分化された部品を組み合わせで適正（スマート）に利用する設計思想に基づいた整備を推進する。

□ 戦略として取り組む政策群

- ◆ デジタル臨時行政調査会
- ◆ デジタル田園都市国家構想実現会議
- ◆ 国際戦略の推進
- ◆ サイバーセキュリティ等の安全・安心の確保
- ◆ 急速な AI の進捗・普及を踏まえた対応
- ◆ 包括的データ戦略の推進と今後の取組み

デジタル社会形成のための基本10原則

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. オープン・透明 | 6. 迅速・柔軟 |
| 2. 公平・倫理 | 7. 包摂・多様性 |
| 3. 安全・安心 | 8. 浸透 |
| 4. 継続・安定・強靱 | 9. 新たな価値の創造 |
| 5. 社会課題の解決 | 10. 飛躍・国際貢献 |

国の行政手続オンライン化の3原則

デジタルファースト：個々の手続・サービスが一貫してデジタルで完結

ワンスオンリー：一度提出した情報は二度提出が不要

コネクテッド・ワンストップ：民間を含む複数の手続き・サービスをワンストップで実現

構造改革のためのデジタル5原則

1. デジタル完結・自動化原則 2. アジャイルガバナンス原則 3. 官民連携原則
4. 相互運用性確保原則 5. 共通基盤利用原則

サービス設計12箇条

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. 利用者のニーズから出発する | 7. 利用者の日常体験に溶け込む |
| 2. 事実を詳細に把握する | 8. 自分で作りすぎない |
| 3. エンドツーエンドで考える | 9. オープンにサービスを作る |
| 4. 全ての関係者に気を配る | 10. 何度も繰り返す |
| 5. サービスはシンプルにする | 11. 一編にやらず、一貫してやる |
| 6. デジタル技術を活用し、
サービスの価値を高める | 12. 情報システムではなくサービスを作る |

クラウド・バイ・デフォルト原則

クラウドサービスの利用を第一候補として検討するとともに、共通に必要な機能は共用できるように、機能ごとに細分化された部品を組み合わせで適正（スマート）に利用する設計思想に基づいた整備を推進します。

図 5-2 デジタル社会の実現に向けた理念・原則

デジタル臨時行政調査会

デジタル臨時行政調査会で確定した「デジタル原則を踏まえたアナログ規制の見直しに係る工程表」に沿って、2024年6月までを目途にアナログ規制を一掃していきます。告示、通知及び通達についても規制の見直しを行います。

国際戦略の推進

G7広島サミット、G7デジタル・技術大臣会合を踏まえ、同会合において合意された国際的な枠組みを設置し、各国のデータ規制に関する透明性向上、国内外のデータ連携の枠組みの構築等、DFFTの一層の具体的推進に取り組めます。

急速なAIの進歩・普及を踏まえた対応

AIの適切な活用により社会問題の解決や経済成長につながる可能性を踏まえて、行政のデータの整備や、取扱いに関するガイドラインの策定を行います。

Web3.0の推進

新しいデジタル技術を様々な社会課題の解決を図るツールとしながら経済発展につなげていくために、Web3.0の健全な発展に向けて環境整備の検討を行います。

デジタル田園都市国家構想実現会議

地域の個性を生かしデジタルの力によって地方創生の取組を加速化・深化させ、「全国どこでも誰もが便利で快適に暮らせる社会」を目指します。各地域の優良事例のサービス／システムの横展開も図ります。

サイバーセキュリティ等の安全・安心の確保

クラウドサービスの利用拡大などを通じて、利便性の向上とデジタル情報等の安全性確保を両立します。また、個人情報の保護、サイバー犯罪防止や災害対策に取り組めます。

包括的データ戦略の推進と今後の取組

透明性と信頼性のあるデータ活用の推進に向けて、データを最大限効率的に利活用することで、行政事務・手続の簡素化やEBPMの推進、産業界での競争力強化を目指します。

図 5-3 戦略として取り組む政策群

5.4 DX（デジタル・トランスフォーメーション）

経済産業省では、企業のDXに関する自主的取組を促すため、デジタル技術による社会変革を踏まえた経営ビジョンの策定・公表といった経営者に求められる対応を「デジタルガバナンス・コード」として取りまとめている（2020年11月9日策定、2022年9月13日改訂）。

あらゆる要素がデジタル化されていく Society5.0 に向けて、ビジネスモデルを抜本的に変革（DX:デジタルトランスフォーメーション）し、新たな成長を実現する企業が現れてきている。

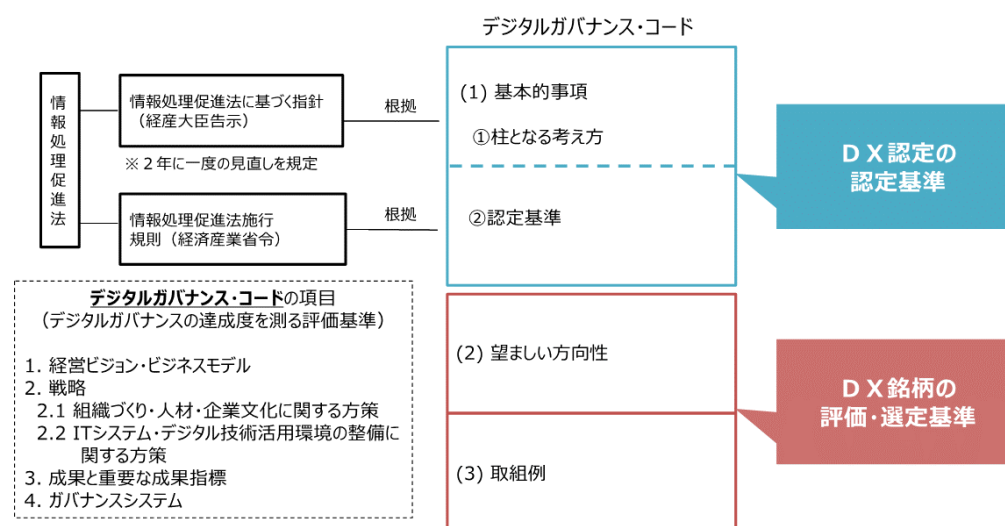
一方、グローバルな競争の中で、競合する新たなビジネスモデルにより既存ビジネスが

破壊される事例（デジタルディスラプション）も現れてきている。こうした時代変化の中で、企業として DX に取り組むべく、企業全体の組織構造や文化の改革、中長期的な投資を行うべく経営者の関与が不可欠なものとなっている。

企業の DX レベルに合わせて、企業認定や優良企業選定などの施策を提供している。

デジタルガバナンス・コード

- 2020年11月9日公表。企業のデジタル経営のために実践すべき事項をとりまとめ。
- 2022年9月13日改訂。「デジタルガバナンス・コード2.0」に。



参照 URL: https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/dx/dx.html

図 5-4 デジタルガバナンス・コード

デジタル・トランスフォーメーション（Digital Transformation）の略称が「DT」ではなく「DX」なのか。「Transformation」の「Trans」は交差するという意味があり、英語圏では「Trans」を「X」と記述する慣習がある。また「Trans」には「～を横断する」という意味があり、同義語の「Cross」を略す際に使用される「X」が使用されている。さらに「DT」と略してしまった場合にはプログラミング用語の「Definition Team」とかぶってしまう。このことから「Digital Transformation」を「DX」と略す様になったとされている。

5.5 インフラ分野の DX

社会経済状況の激しい変化に対応し、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進すると共に、安全・安心で豊かな生活を実現することを目標に、インフラ分野の DX 施策が推進されている。

国土交通省にインフラ分野の DX 推進本部が設置され、省横断的に取組みが進められている。「インフラ分野の DX」HP では、「インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション（DX）施策」、「インフラ分野の DX アクションプラン」が公表されている。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000073.html

「インフラ分野の DX アクションプラン 2（2023 年 8 月 国土交通省）」では、「目指す将来像に向けたインフラ分野の DX の方向性」について示されている。（表 5-1 参照）。

インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション(DX)



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/common/001385990.pdf>

図 5-5 インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション (DX)

表 5-1 目指す将来像に向けたインフラ分野の DX の方向性

取組 (施策)	説明
インフラの作り方の変革	インフラの建設生産プロセスを変革する取組が対象となる。データの力により、インフラ計画をこれまでよりも高度化していく、i-Construction で取り組んできたインフラ建設現場の生産性向上・安全性の向上を目指す等により、よりよいインフラを作っていくことを目指す。
インフラの使い方の変革	インフラの「運用」と「保全」の観点対象となる。「運用」では、インフラ利用申請のオンライン化や書類の簡素化に加え、デジタル技術を駆使して利用者目線でインフラの潜在的な機能を最大限に引き出すことなどが挙げられる。「保全」では、最先端の技術等を駆使した、効率的・効果的な維持管理などが挙げられる。これらの取組を通じて、賢く (SmartSmart) かつ安全 (SafeSafe) で、持続可能 (SustainableSustainable) なインフラ管理の実現を目指す。
データの活かし方の変革	サイバー空間を対象とした変革です。この変革では、「国土交通データプラットフォーム」をハブに国土のデジタルツイン化を進め、データの標準化、技術開発・環境の基盤整備 (ネットワーク・通信環境等)、データの収集・蓄積・連携、利用者・国民への発信等、インフラまわりのデータを徹底的に活かすことにより、仕事の進め方、民間投資、技術開発が促進される社会を実現することを目指す。

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001633173.pdf>

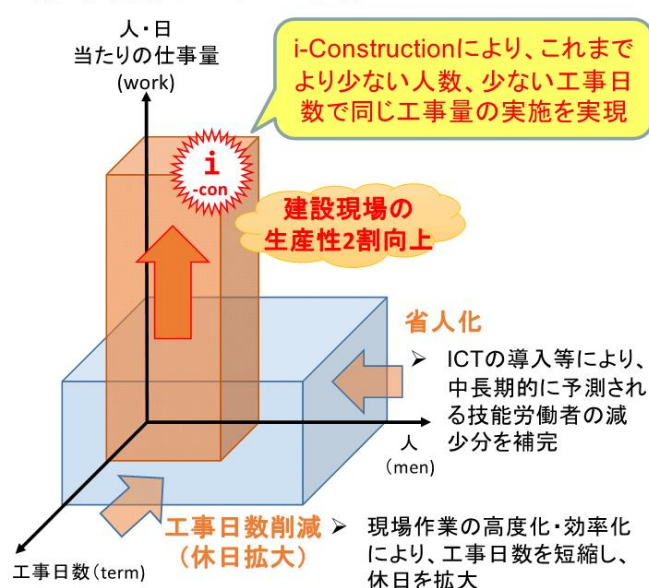
5.6 i-Construction

5.6.1 i-Construction

i-Construction とは、「ICT の全面的な活用」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である。i-Construction は、3 つの柱とも言われる次の取組みから構成される。

- ICT の全面的な活用 (ICT 施工) : 調査・測量、設計、施工、検査等のあらゆる建設生産プロセスにおいて ICT を全面的に活用。
- 全体最適の導入: 部材の規格 (サイズ等) の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。
- 施工時期の平準化: 工事稼働件数の平準化により人材・機材の活用を効率化。

【生産性向上イメージ】



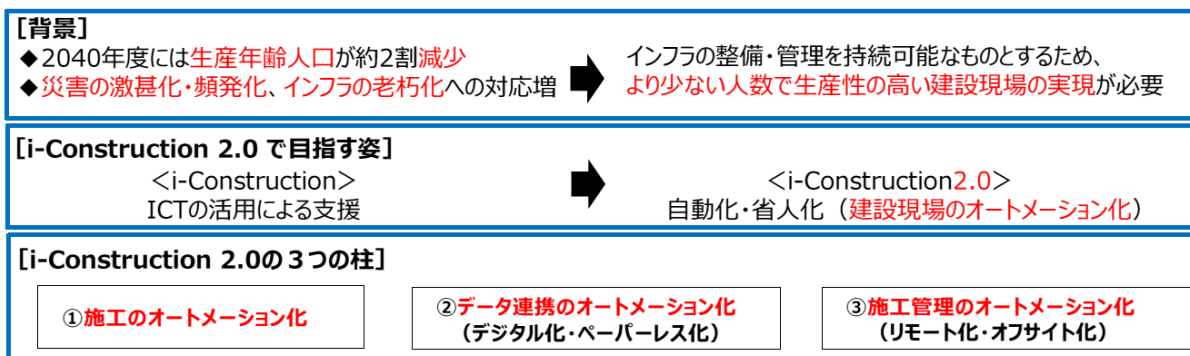
参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/common/001204801.pdf>

図 5-6 i-Construction による生産性向上イメージ

5.6.2 i-Construction 2.0

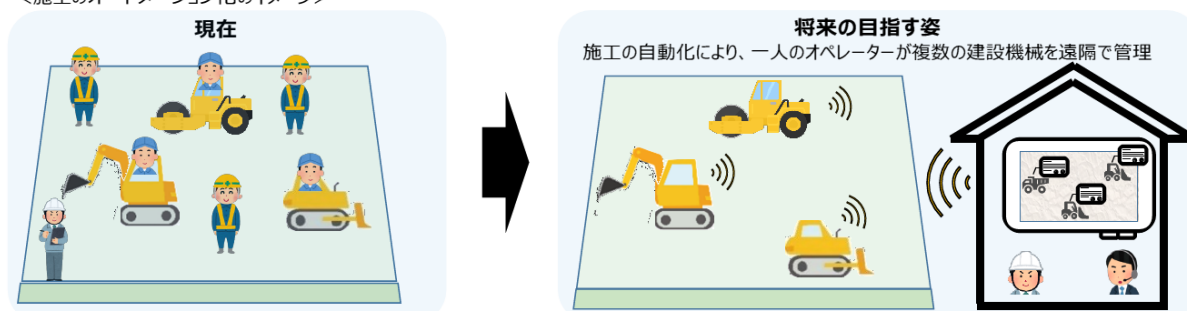
今後、更なる人口減少が予測されるなか、国民生活や経済活動の基盤となるインフラの整備・維持管理を、将来にわたって持続的に実施していくことが必要であることから、i-Construction の取組を加速し、建設現場における省人化対策に取り組むため、国土交通省の新たな建設現場の生産性向上 (省人化) の取組を「i-Construction 2.0」として平成 6 年 4 月に発表した。

i-Construction 2.0 では、2040 年度までに建設現場の省人化を少なくとも 3 割、すなわち生産性を 1.5 倍向上することを目指し、「施工のオートメーション化」、「データ連携のオートメーション化」、「施工管理のオートメーション化」を 3 本の柱として、建設現場で働く一人ひとりが生み出す価値を向上し、少ない人数で、安全に、快適な環境で働く生産性の高い建設現場の実現を目指して、建設現場のオートメーション化に取り組むとしている。



**【目標】 2040年度までに建設現場において少なくとも省人化3割 すなわち、生産性1.5倍に向上
 多様な人材が活躍でき、未来へ前向きな新3 K (給与、休暇、希望)を建設現場で実現**

<施工のオートメーション化のイメージ>



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001738521.pdf>

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_001085.html

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001738240.pdf>

図 5-7 「i-Construction 2.0 建設現場のオートメーション化のイメージ

5.6.3 ICT の全面的な活用（ICT 施工）

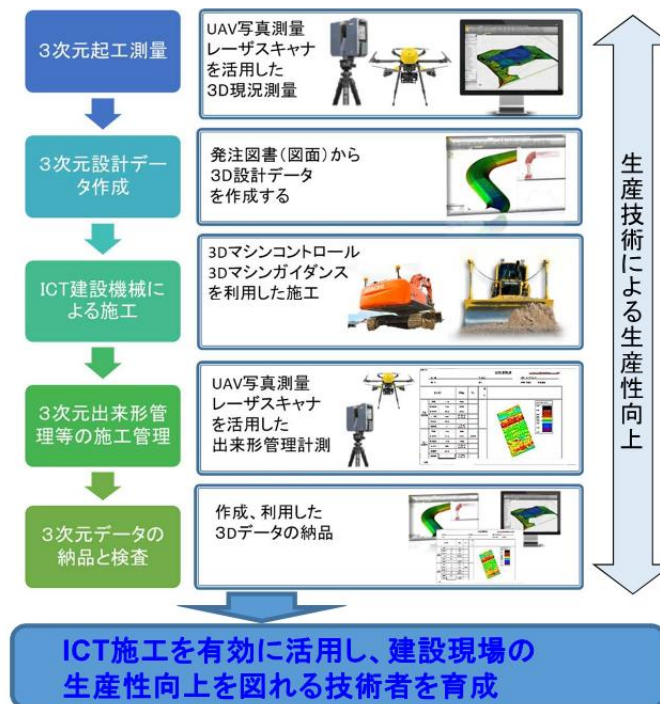
ICT 施工のフローは、次のとおりである（図 5-8 参照）。

- 3 次元起工測量
- 3 次元設計データ作成
- ICT 建設機械による施工
- 3 次元出来形管理等の施工管理
- 3 次元データの納品と検査

UAV、LS（レーザスキャナー）を活用した 3 次元測量、ICT 建機に入力するための 3 次元設計データの作成、ICT 建機によるマシンガイダンス (MG)、マシンコントロール (MC) による施工、3 次元出来形管理（面的な管理）、3 次元データの納品、検査を実施する。

ICT 土工からスタートした ICT 施工の対応工種は順次拡大しており、令和 4 年度では小規模工事への適用拡大が進められている（図 5-9 参照）。中小企業に ICT 施工を普及させるため、小規模現場（土工）における ICT 施工の適用拡大が不可欠であり、モバイル端末を用いた 3 次元計測技術を用いた出来形管理手法の適用拡大も併せて推進している（図 5-10 参照）。

■ICT施工のフレームワーク



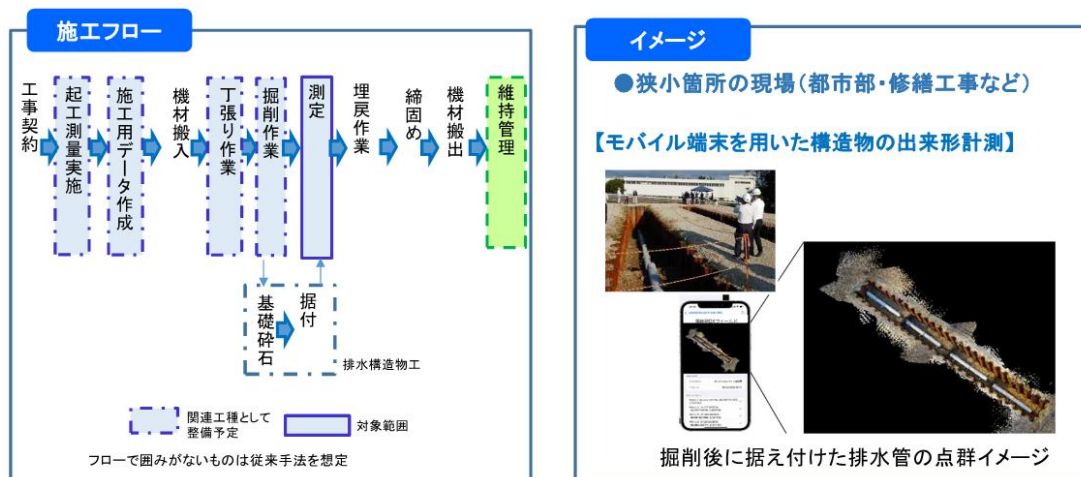
参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001631844.pdf>

図 5-8 ICT 施工のフレームワーク

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	(予定)
ICT土工								
	ICT舗装工（平成29年度：アスファルト舗装、平成30年度：コンクリート舗装）							
	ICT浚渫工（港湾）							
		ICT浚渫工（河川）						
			ICT地盤改良工（令和元年度：浅層・中層混合処理、令和2年度：深層混合処理）					
			ICT法面工（令和元年度：吹付工、令和2年度：吹付法枠工）					
			ICT付帯構造物設置工					
				ICT舗装工（修繕工）				
				ICT基礎工・ブロック据付工（港湾）				
					ICT構造物工（橋脚・橋台）（基礎工）			
					ICT海上地盤改良工（床掘工・置換工）			
						小規模工事へ拡大（小規模土工）		
							（暗渠工）	
							民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大	

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001631843.pdf>

図 5-9 ICT 施工の工種拡大



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/content/001631843.pdf>

図 5-10 小規模現場への ICT 適用拡大:モバイル端末を用いた構造物の出来形計測

5.6.4 i-Construction 関連の要領・基準・ガイドライン

i-Construction 関連の要領・基準・ガイドライン、各種情報は以下のサイトから入手可能である。

- 国土交通省 ICT の全面的な活用ホームページ: i-Construction の 3 本柱の一つである「ICT の全面的な活用」の導入、普及推進に向けて設定された「ICT 導入協議会」資料、ICT 施工に関する技術基準類（監督・検査要領、出来形管理要領等）などが掲載されている。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

- i-Construction・インフラ DX 推進コンソーシアム:i-Construction 委員会、i-Construction 推進コンソーシアムの資料、ICT 土木事例集等が掲載されている。

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>

- 港湾における i-Construction:港湾における i-Construction 推進委員会資料、港湾の i-Construction 関連の要領等が掲載されている。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000061.html

- 空港土木施設における ICT の全面的な活用について:空港土木施設の ICT 活用工事関連の要領等が掲載されている。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000019.html

5.7 BIM/CIM

本章では、BIM/CIM 施策全般について記述するが、地質・土質調査の BIM/CIM 実務対応の詳細等については、「第 2 部 3.1 BIM/CIM 関連（考え方、ガイドライン、地盤情報の 3 次元化に関する技術等）」を参照いただきたい。

5.7.1 BIM/CIM とは

国土交通省では、3次元データを基軸とする建設生産・管理システムを実現するための施策として、BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）の運用を開始している。

BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）とは、建設事業で取扱う情報をデジタル化することにより、調査・測量・設計・施工・維持管理等の建設事業の各段階に携わる受発注者のデータ活用・共有を容易にし、建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ることを言う。情報共有の手段として、3次元モデルや参照資料を使用する。

BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 共通編一令和4年3月一」によると、以下のように説明されている。

- 測量・調査、設計、施工、維持管理・更新の各段階において、情報を充実させながら BIM/CIM モデルを連携・発展させ、併せて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで、一連の建設生産・管理システム全体の効率化・高度化を図ることを目的とする（図 5-11 参照）。
- 単に 3 次元モデルを活用するだけでなく、最新の ICT（Information and Communication Technology）と連携を図りながら、効率的で質の高い建設生産・管理システムの構築を目指す。
- BIM/CIM を活用することで、ミスや手戻りの大幅な減少、単純作業の軽減、工程短縮、施工現場の安全性向上、事業効率および経済効果に加え、よりよいインフラの整備・維持管理による国民生活の向上、建設業界に従事する人のモチベーションアップ、充実感等の心の豊かさの向上が期待され、中長期的な担い手の確保の一助に資するものである。
- BIM/CIM の活用効果として「フロントローディング」と「コンカレントエンジニアリング」がある（図 5-12、図 5-13 参照）。



1

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001590426.pdf>

図 5-11 BIM/CIM の概念

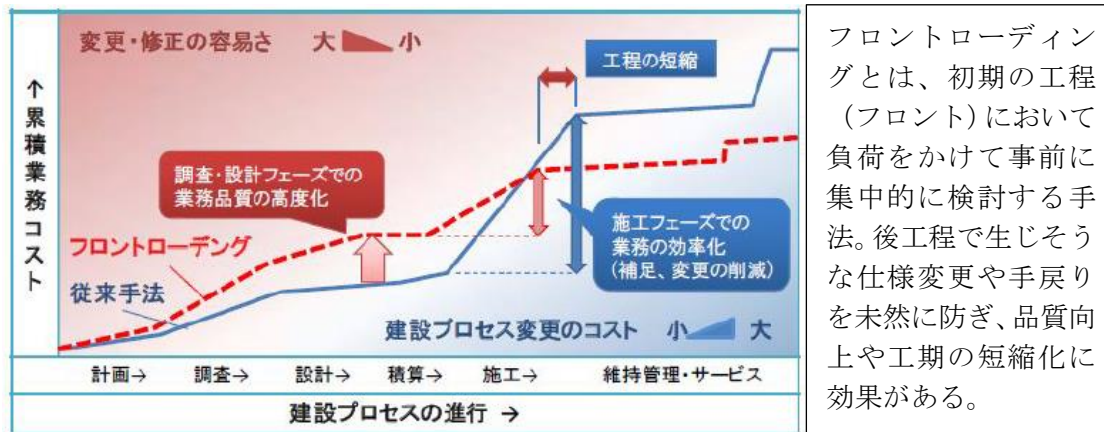


図 5-12 フロントローディングによる効果のイメージ

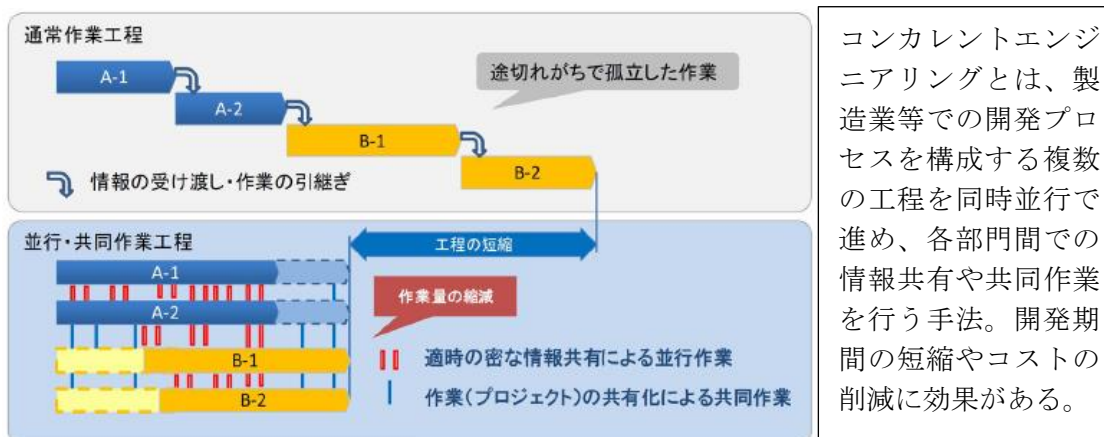
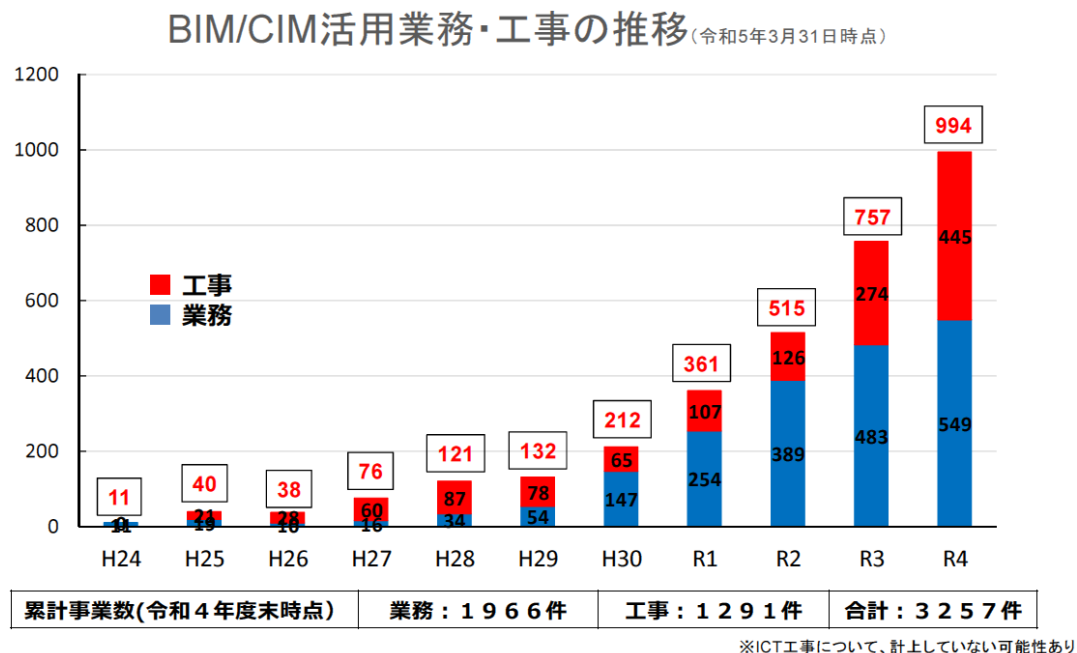


図 5-13 コンカレントエンジニアリング（並行作業・共同作業）による効果のイメージ

5.7.2 BIM/CIM に関する国の動向

(1) BIM/CIM 活用業務・工事の推移

国土交通省では、平成 24 年度の試行業務開始以降、BIM/CIM 活用業務・工事の件数は年々増加している（図 5-14 参照）。



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001624304.pdf>

図 5-14 BIM/CIM 活用業務・工事の推移（国土交通省）

(2) 令和 5 年度 BIM/CIM 原則適用

国土交通省では、令和 5 年度のすべての詳細設計・工事を対象とした BIM/CIM 原則適用に向けて、段階的に適用範囲を拡大してきた。以下、BIM/CIM 原則適用について概説する。

BIM/CIM 適用の実施内容は、以下の 2 項目からなる。

- ①活用内容に応じた 3 次元モデルの作成・活用
- ②DS（Data-Sharing）の実施（発注者によるデータ共有）

①活用内容に応じた 3 次元モデルの作成・活用

活用目的（事業上の必要性）に応じた 3 次元モデルの作成・活用に関しては、義務項目、推奨項目から構成される。

- 義務項目は、「視覚化による効果」を中心に未経験者も取組可能な内容とした活用目的であり、原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が 3 次元モデルを作成・活用する。
- 推奨項目は、「視覚化による効果」の他「3 次元モデルによる解析」など高度な内容を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が 1 個以上の項目に取り組むことを目指す（該当しない業務・工事であっても積極的な活用を推奨）。

BIM/CIM 原則適用の対象範囲については、詳細設計・工事は義務項目が適用されるが、測量、地質・土質調査、概略設計、予備設計等は推奨項目が適用される（図 5-15 参照）。

活用目的(事業上の必要性)に応じた3次元モデルの作成・活用

- 業務・工事ごとに**発注者が活用目的を明確**にし、受注者が3次元モデルを作成・活用
- 活用目的の設定にあたっては、業務・工事の特性に応じて、**義務項目**、**推奨項目**から発注者が選択
- 義務項目は、「視覚化による効果」を中心に**未経験者も取組可能な内容**とした活用目的であり、原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が3次元モデルを作成・活用する
- 推奨項目は、「3次元モデルによる解析」など**高度な内容**を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が1個以上の項目に取り組むことを目指す（発注者が受注者の提案について妥当性を認めた場合、発注者が推奨項目を選択していない業務・工事であっても積極的な活用を実施）

※ 複雑な箇所、既設との干渉箇所、工種間の連携が必要な箇所等

・ 出来あがり全体イメージの確認
・ 特定部*の確認

対象とする範囲

◎：義務 ○：推奨

		測量 地質・土質調査	概略設計	予備設計	詳細設計	工事
3次元モデル の活用	義務項目	—	—	—	◎	◎
	推奨項目	○	○	○	○	○

対象としない業務・工事

➢ 単独の機械設備工事・電気通信設備工事、維持工事
 ➢ 災害復旧工事

対象とする業務・工事

- 土木設計業務共通仕様書に基づき実施する設計及び計画業務
- 土木工事共通仕様書に基づく土木工事（河川工事、海岸工事、砂防工事、ダム工事、道路工事）
- 上記に関連する測量業務及び地質・土質調査業務

積算

➢ 3次元モデル作成費用については見積により計上（これまでと同様）

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001725321.pdf>

図 5-15 令和 5 年度 BIM/CIM 原則適用の概要

義務項目、推奨項目の内容（例）を以下に示す。

- 義務項目:業務・工事ごとに発注者が明確にした活用内容に基づき、受注者が3次元モデルを作成し、受発注者で活用する。3次元モデルの作成にあたっては、活用内容を満たす必要十分な程度の範囲・精度で作成するものとし、活用内容以外の箇所の作成を受注者に求めないものとする。なお、設計図書については、将来は3次元モデルの全面活用を目指すものの、当面は2次元図面を使用し、3次元モデルは参考資料として取扱うものとする（図 5-16 参照）。
- 推奨項目:推奨項目は、業務・工事の特性に応じて活用する。特に大規模な業務・工事や条件が複雑な業務・工事については、推奨項目の活用が有効であり、積極的に活用する（該当しない業務・工事であっても積極的な活用を推奨）（図 5-17 参照）。

義務項目、推奨項目（例）の一覧、事例集が示されているので、以下を合せて参照、確認されたい。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/tec/tec_fr_000115.html

義務項目は、業務・工事ごとに**発注者が明確にした活用内容**に基づき、受注者が3次元モデルを作成し、受発注者で活用する。3次元モデルの作成にあたっては、**活用内容を満たす必要十分な程度の範囲・精度で作成**するものとし、活用内容以外の箇所の作成を受注者に求めないものとする。

なお、**設計図書については**、将来は3次元モデルの全面活用を目指すものの、**当面は2次元図面を使用**し、3次元モデルは参考資料として取扱うものとする。

3次元モデルの活用 義務項目

	活用内容	活用内容の詳細	業務・工事の種類
視覚化による効果	出来あがり全体イメージの確認	出来あがりの完成形状を3次元モデルで視覚化することで、関係者で全体イメージの共有を図る。 活用例：住民説明・関係者協議等での活用、景観検討での活用	詳細設計
	特定部の確認 (2次元図面の確認補助)	2次元では表現が難しい箇所を3次元モデルで視覚化することで、関係者の理解促進や2次元図面の精度向上を図る。 ※ 特定部は、複雑な箇所、既設との干渉箇所、工種間の連携が必要な箇所等。 詳細度300までで確認できる範囲を対象	詳細設計
	施工計画の検討補助	詳細設計等で作成された3次元モデルを閲覧し、施工計画の検討、2次元図面の理解の参考にしたたり、現場作業員等の理解促進を図る。 ※ 3次元モデルを閲覧することで対応(作成・加工は含まない)	施工
	2次元図面の理解補助		
	現場作業員等への説明		

3次元モデル作成の目安

詳細度	200～300程度※ ¹ ※ ¹ 構造形式がわかるモデル ～ 主構造の形状が正確なモデル
属性情報※ ² ※ ² 2部材等の名称、規格、仕様等の情報	オブジェクト分類名※ ³ のみ入力し、その他は任意とする。 ※ ³ 道路土構築物、橋梁等の分類の名称

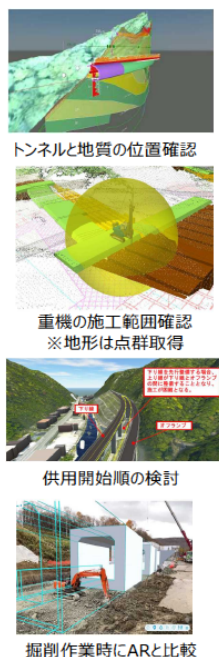
参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001590426.pdf>

図 5-16 3次元モデルの活用（義務項目）

3次元モデルの活用 推奨項目 例

※先進的な取組をしている事業を通じて、3次元モデルのさらなる活用方策を検討

	活用内容	活用内容の詳細	業務・工事の種類
視覚化による効果	重ね合わせによる確認	3次元モデルに複数の情報を重ね合わせて表示することにより、位置関係にずれ、干渉等がないか等を確認する。 例：官民境界、地質、崩壊地範囲など	概略・予備設計 詳細設計 施工
	現場条件の確認	3次元モデルに重機等を配置し、近接物の干渉等、施工に支障がないか確認する。	概略・予備設計 詳細設計 施工
	施工ステップの確認	一連の施工工程のステップごとの3次元モデルで施工可能かどうかを確認する。	概略・予備設計 詳細設計 施工
	事業計画の検討	3次元モデルで複数の設計案を作成し、最適な事業計画を検討する。	概略・予備設計 詳細設計
省力化・省人化	施工管理での活用	3次元モデルと位置情報を組み合わせて、杭、削孔等の施工箇所を確認や、AR、レーザー測量等と組み合わせて出来形の計測・管理に活用する。	施工
情報収集等の容易化	不可視部の3次元モデル化	アンカー、切羽断面、埋設物等の施工後不可視となる部分について、3次元モデルを作成し、維持管理・修繕等に活用する。	施工



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001590426.pdf>

図 5-17 3次元モデルの活用（推奨項目）

②DS（Data-Sharing）の実施（発注者によるデータ共有）

DS（Data-Sharing）では、確実なデータ共有のため、業務・工事の契約後速やかに発注者が受注者に設計図書の作成の基となった情報の説明を実施する。測量、地

質・土質調査、概略設計、予備設計、詳細設計、工事が対象となる（図 5-18 参照）。

なお、設計図書の作成の基となった情報には、設計図、測量成果の他、地質・土質調査成果も含まれる（図 5-19 参照）。データ共有に当たっては、電子納品保管管理システムの利用により、資料検索、データ受渡しの効率化が図られる見込みだが、「第 3 章 3.1.4 電子納品保管管理システムと受注者による成果品検索」に概要を示したので、併せて参照されたい。

DS (Data-Sharing) の実施(発注者によるデータ共有)

- 確実なデータ共有のため、業務・工事の契約後速やかに**発注者が**受注者に設計図書の作成の基となった情報の**説明**を実施

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001725321.pdf>

図 5-18 BIM/CIM 原則適用の概要 (DS (Data-Sharing) の実施 (発注者によるデータ共有))

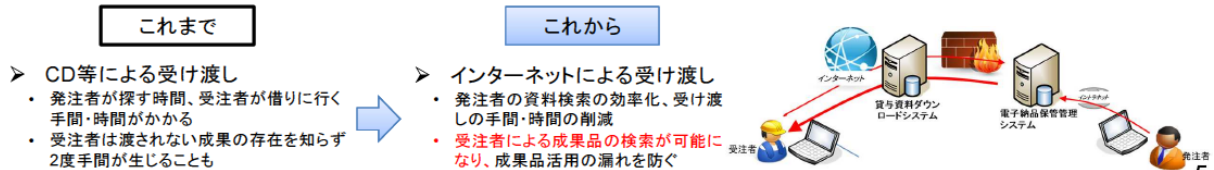
- 業務、工事の契約後速やかに、発注者が受注者に設計図書の作成の基となった情報を説明
- 受注者が希望する参考資料を発注者は速やかに貸与（電子納品保管管理システムの利用）

(記載例) ○○工事の設計図書の基となった参考資料

対象	説明内容
設計図	「R1○○詳細設計業務」と「R2××修正設計業務」を基に作成しています。「R1○○詳細設計業務」を基本としていますが、△△交差点の部分は「R2××修正設計業務」で設計しています。
中心線測量	「H30○○測量業務」の成果を利用して作成しています。
法線測量	「H30○○測量業務」の成果を利用して作成しています。
幅杭測量	「R1○○測量業務」の成果を利用して作成しています。
地質・土質調査	「H28○○地質調査業務」の地質調査の成果と「H30××地質調査業務」の地下水調査の成果を利用してしています。
道路中心線	「H28○○道路予備設計業務」において検討したものを利用しています。
用地幅杭計画	「H29○○道路予備設計業務」において検討したものを利用しています。
堤防法線	「R2○○河川詳細設計業務」において検討したものを利用しています。

- 共通仕様書等による成果物の一覧を参考にしつつ、過去の成果を確認し、**最新の情報を明確にする**。
- 業務成果が古い場合、修正(変更、追加)が多数行われている事業の場合、管内設計業務等で部分的に修正をしている場合は、**検討経緯、資料の新旧等に留意**して説明する。

(参考) 電子納品保管管理システムの利用 (R4.11から受注者利用開始)



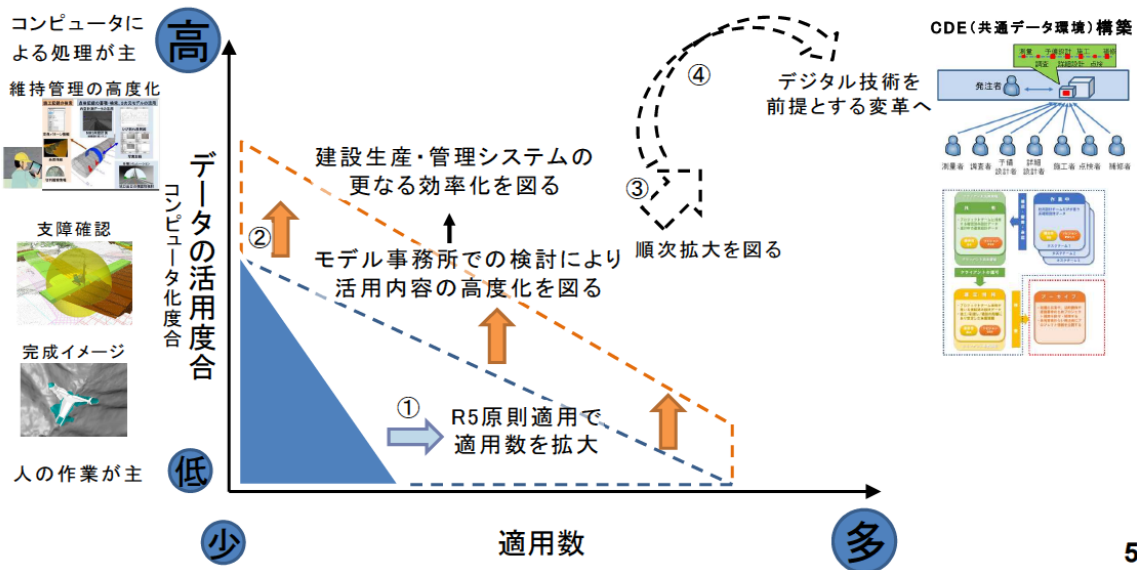
参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001590426.pdf>

図 5-19 DS (Data-Sharing) の実施 (発注者によるデータ共有)

③ 今後の方針

国土交通省では、令和 5 年度からの BIM/CIM 原則適用により、中小規模の企業を含め裾野を拡大し、更なる BIM/CIM の効果的な活用により、建設生産・管理システムの効率化を図るとともに、紙を前提とする制度からデジタル技術を前提とする効率的な制度への変革を目指していく方針となっている。

○令和5年度からのBIM/CIM原則適用により、中小規模の企業を含め裾野を拡大
 ○更なるBIM/CIMの効果的な活用により、建設生産・管理システムの効率化を図るとともに、紙を前提とする制度からデジタル技術を前提とする効率的な制度への変革を目指していく



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001624301.pdf>

図 5-20 BIM/CIM 今後の検討について

5.8 DX データセンター

国土交通省では、BIM/CIM 等で用いる 3 次元モデル等を保管し、受発注者が測量・調査・設計・施工・維持管理の事業プロセスや、災害対応等で円滑に共有するための実証研究システムとして「DX データセンター」を構築している。

3 次元モデル等を取り扱うソフトウェアを搭載することにより、受発注者が 3 次元モデル等の閲覧、作成、編集等を遠隔で行うことが可能である。

令和 4 年 4 月から、国土交通省職員の利用を開始しており、内部ストレージの利用、無償ソフトウェアによる 3 次元モデルの閲覧、WEB 会議システムが運用されている。

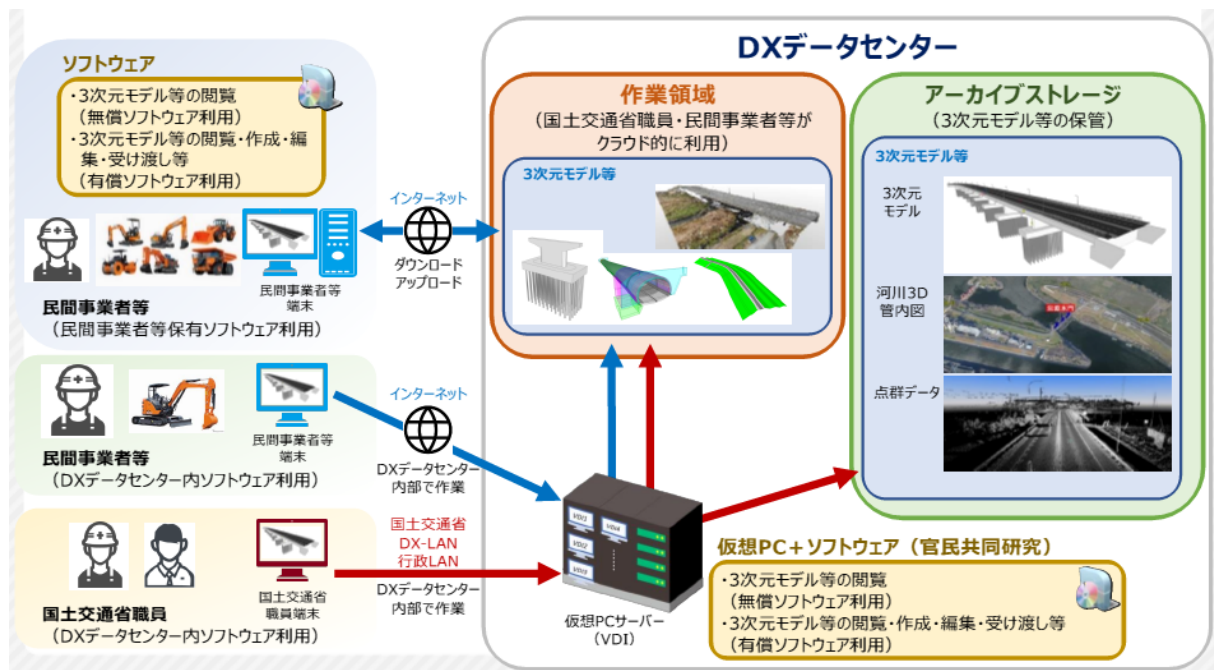
令和 5 年 1 月より正式運用が開始され、インターネット経由での受注者の利用、有償ソフトウェアの利用（官民共同研究）が可能となっている。

受注者は、発注者が発行した ID とパスワードでポータルサイトを利用することが可能である（図 5-22 参照）。アクセス用の URL は以下のとおりである。

参照 URL: <https://dxportal.nilim.go.jp/exonym/>

なお、ポータルサイトの「参考資料」には、利用するための準備の方法など、利用にあたっての様々な情報が掲載されているため、合わせて確認するとよい。

参照 URL: <https://dxportal.nilim.go.jp/exonym/reference/>



参照 URL: <https://dxportal.nilim.go.jp/exonym/document/pdf/DXデータセンターの概要.pdf>

図 5-21 DX データセンターの概要



参照 URL: <https://dxportal.nilim.go.jp/exonym/document/pdf/DXデータセンターの概要.pdf>

図 5-22 DX データセンターポータルサイト

5.9 国土交通データプラットフォーム

国土交通省が多く保有するデータと民間等のデータを連携し、フィジカル（現実）空間の事象をサイバー空間に再現するデジタルツインにより、業務の効率化やスマートシティ等の国土交通省の施策の高度化、産学官連携によるイノベーションの創出を目指すことを

目的に、国土交通データプラットフォームの整備が進められている。

令和2年4月24日に国土交通データプラットフォーム ver1.0 が公開されて以降、順次、プラットフォーム機能、データ拡充が図られており、令和6年3月に ver3.2 が公開されている。

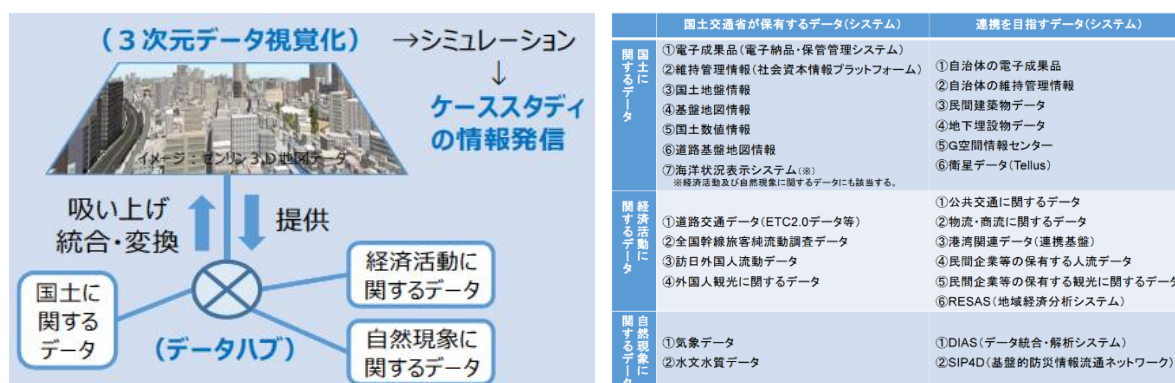
国土交通データプラットフォームの機能を次に示す（図 5-23 参照）。

- 3次元データ視覚化機能:国土地理院の3次元地形データをベースに、3次元地図上に点群データ等の構造物の3次元データや地盤の情報を表示する。
- データハブ機能:国土交通分野の多種多様な産学官のデータを API で連携し、同一インターフェースで横断的に検索、ダウンロード可能にする。
- 情報発信機能:国土交通データプラットフォームのデータを活用してシミュレーション等を行った事例をケーススタディとして登録・閲覧可能にする。

取り扱うデータの種類の、国土に関するデータ、経済活動に関するデータ、自然現象に関するデータの大きく3つに分けられ、それぞれに国土交通省が保有するデータと他機関や民間が保有する連携を目指すデータがある（図 1 67 参照）。

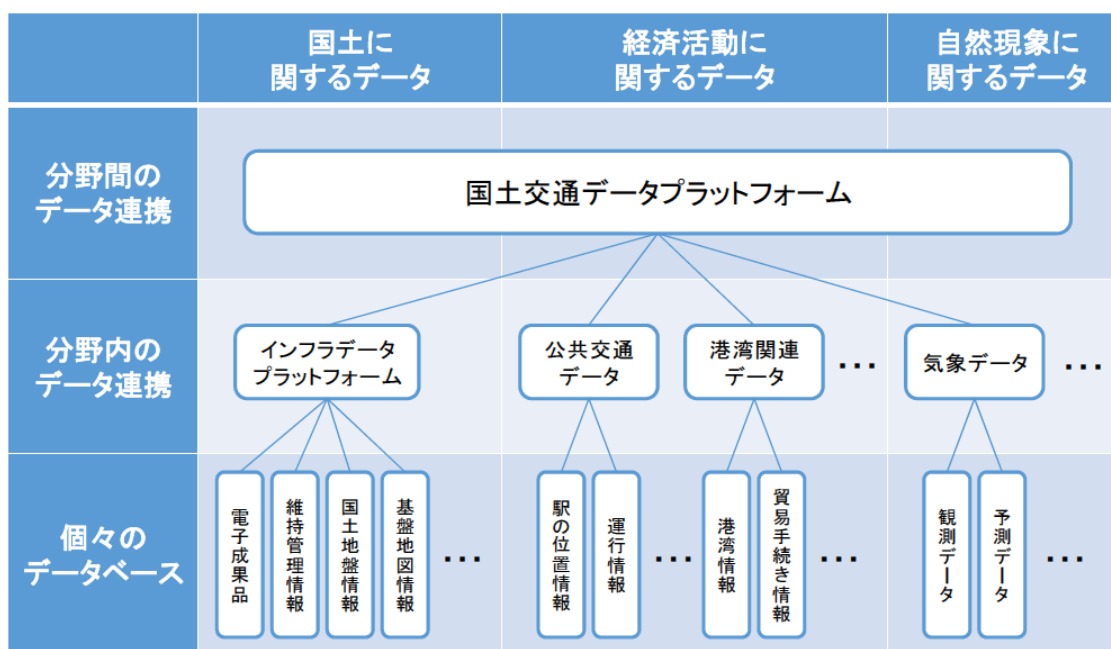
国土交通データプラットフォームは、各種データベースを連携し、データハブ機能となることを目指している（図 5-24 参照）。なお、ボーリングデータとの連携も実施されており、国土地盤情報センターに登録されている約 47 万件のボーリングデータが、国土交通データプラットフォームから閲覧可能である。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000066.html



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/common/001291150.pdf>

図 5-23 国土交通データプラットフォームの機能イメージ、取り扱うデータ



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/common/001291150.pdf>

図 5-24 国土交通データプラットフォームのデータ連携の考え方

国土交通データプラットフォームは、以下の URL から閲覧可能である。

参照 URL: <https://www.mlit-data.jp/#/>

前記したボーリングデータ以外にも、電子納品データとして工事管理ファイル、BIM/CIM データ、点群データなども閲覧が可能である。データに関しては、G 空間情報センター経由でダウンロード可能となっているものもある。

「5.8 DX データセンター」は受発注者で利用するシステムであるのに対し、国土交通データプラットフォームは一般利用が可能であり、オープンデータ化されている。

5.10 G 空間情報センター

G 空間情報センターとは、様々な主体が様々な目的で整備している地理空間情報（＝G 空間情報）の有効活用と流通促進を図ること、また社会課題を解決するアクターの後方支援を行うことを目的に構築されたデータ流通支援プラットフォームである。2016 年 11 月から運用を開始しており、2024 年 3 月現在、1 万 2 千件を超えるデータセットが登録されている。登録データは、キーワード、組織、テーマ（3 次元、防災、ボーリングデータ等）を指定して検索することが可能である（図 5-25 参照）。



URL:<https://front.geospatial.jp/>

図 5-25 G 空間情報センターのデータ検索画面イメージ

5.11 3次元都市モデル

PLATEAU は、2020 年度にスタートした国土交通省が様々なプレイヤーと連携して推進する、日本全国の都市デジタルツイン実現プロジェクトで、都市活動のプラットフォームデータとして 3D 都市モデルを整備し、様々な領域でユースケースを開発し、さらに、誰もが自由に都市のデータを引き出せるようにすることで、オープン・イノベーションを創出していくことを目指している。

3D 都市モデルとは、建築物、道路、土木構造物等の現実の都市に存在する様々なオブジェクトの 3 次元形状と意味情報をパッケージとして記述した地理空間データであり、国土交通省都市局により標準データモデルが定められている（3D 都市モデル標準製品仕様書）。

これまでの 3 次元データとは異なり、[1]建築物の用途や建築年といった意味情報を保持可能、[2]データ連携やソフトウェア連携が円滑、[3]自治体保有データから効率的に整備可能、[4]地域の課題に応じて保持情報をカスタマイズ可能といった特徴がある。

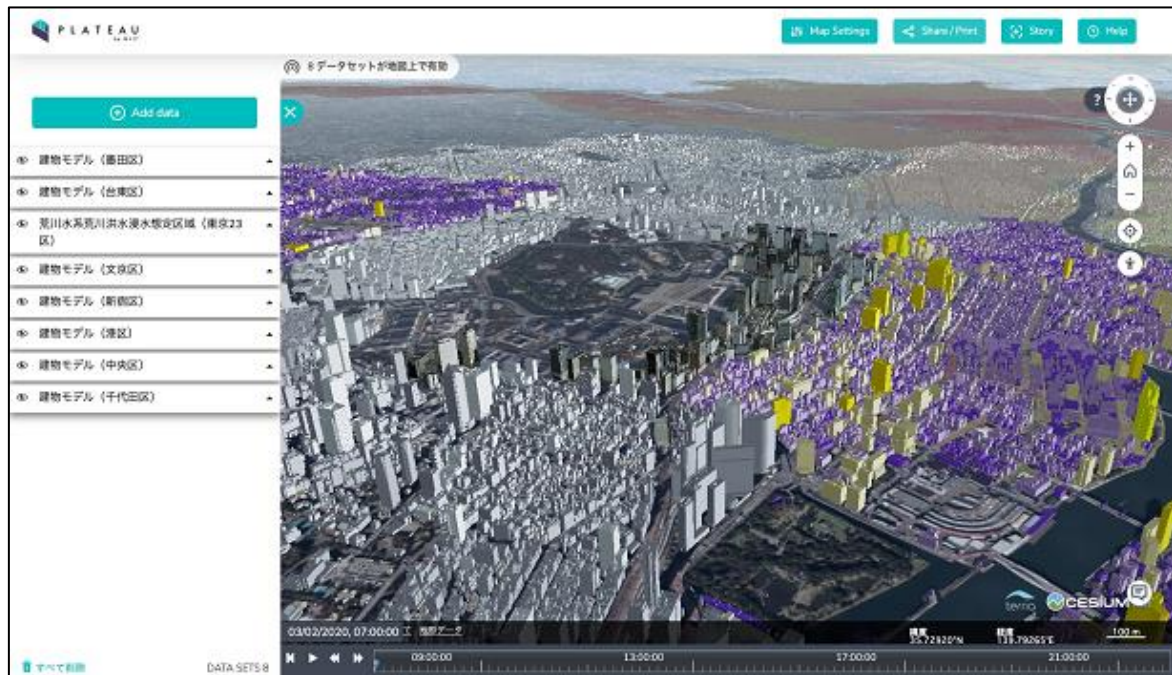
PLATEAU の一環として、令和 4 年度に地方公共団体における 3D 都市モデルの整備・活用・オープンデータ化を推進するための補助制度である「都市空間情報デジタル基盤構築支援事業」が創設されている。

参照 URL:https://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/plateau_hojo.html

参照 URL:<https://www.mlit.go.jp/plateau/>

参照 URL:<https://plateauview.mlit.go.jp/>

参照 URL:<https://www.mlit.go.jp/plateaudocument/>



参照 URL: https://www.mlit.go.jp/toshi/daisei/plateau_hojo.html

図 5-26 PLATEAU VIEW のイメージ

5.12 地下空間の利活用に関する安全技術の確立について

東日本大震災における広範囲な液状化現象、2016 年 11 月に福岡市において発生した地下鉄延伸工事に伴う道路陥没事故を始め地下空間に関する事故・事案が顕在化している状況を踏まえ、国土交通省は、地下空間の利活用に関する安全技術の確立に向け幅広く検討するため、2016 年 12 月に社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会の下に「地下空間の利活用に関する安全技術の確立に関する小委員会」を設置、数次にわたる検討の結果を 2017 年 9 月に答申として取りまとめた。

「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」答申では、表 5-2 の 5 つの項目について今後の方向性、対応策が示されている。

官民が所有する地盤情報等の収集・共有、品質確保、オープン化等の仕組みに関しては、「5.13 地盤情報の検定、データベース構築」に示す国土地盤情報データベースの構築や地盤情報の検定制度の導入につながっている。他にも地下施設等の維持管理データベース構築、3 次元地盤モデル構築など、地質情報管理士に関連するキーワードが散見され、答申について一通り目を通してもらいたい。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/kanbo08_sg_000128.html

表 5-2 「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」 答申:今後の方向性と対応策

項目	説明
官民が所有する地盤・地下水等に関する情報の共有化	・国は、官民が所有する地盤情報等の収集・共有、品質確保、オープン化等の仕組みを構築。 ・全ての地盤情報について、公共工事は、原則として収集・共有を徹底。ライフライン工事は、例えば、占用手続きにあわせて、民間工事は、依頼者の同意を得た上で収集・共有する仕組み等を構築。 ・地盤情報等の品質を確保するため、地質調査等の実施に際して技術者の資格要件を付与。 ・収集した情報のプラットフォームを構築、オープン化する仕組みを構築。
計画・設計・施工・維持管理の各段階における地盤リスクアセスメントの実施	・国は、関係する学界等の協力を得て、地盤リスクアセスメントの技術的手法を確立。 ・維持管理段階へ移行する際に、施設管理者が留意すべき事項をとりまとめた“取扱説明書”を作成し引き継ぐ。
地下埋設物の正確な位置の把握と共有化	・国は、施設管理者の協力を得て、地下埋設物の正確な位置情報の把握・記録と共有できる 仕組みを構築。
施設管理者における老朽化状況の把握と対策の実施、関係者間の連携	・国は、施設管理者の協力を得て、地下空間にある公共施設等の維持管理状況等に関する データベースを構築
地下工事の安全対策、液状化対策等の地下空間の安全に係る技術開発	・国は、過去の事故等から得られた知見や教訓を全国的に蓄積・継承する仕組みを強化。 ・液状化予測、3 次元地盤モデル構築、高精度な地盤情報を活用した i-Construction の推進等、技術開発を推進。

5.13 地盤情報の検定、データベース構築

平成 30 年度、国土交通省は「地質・土質調査業務共通仕様書（案）」を改定した。その骨子は、直轄事業で行う地質調査などで得られる地盤データについて「① 第三者機関による地盤情報の検定」と「② 指定するデータベースへの登録」の義務化である。

以下に、同共通仕様書の該当部分を引用する。

第 118 条 成果物の提出

5. 受注者は機械ボーリングで得られた柱状図、土質試験結果一覧表の成果について、別途定める検定に関する技術を有する第三者機関による検定を受けたうえで、発注者に提出するとともに、発注者が指定する地盤情報データベースに登録しなければならない。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/tec/gyoumu_shiyou.html

5.13.1 地盤情報の検定

国土交通省では、第三者機関として、「一般財団法人国土地盤情報センター」を指定している。検定対象となる成果品等は、以下のとおりである。「検定の流れ」など、詳細については、【参照 URL：<https://ngic.or.jp/> から「地盤情報の検定」】にアクセスされたい。

- 検定対象となる地盤情報（電子成果品）
 - ボーリング柱状図
 - 土質試験結果一覧表
- 電子成果品作成の際に適用した電子納品要領
 - 地質・土質調査成果電子納品要領 平成 28 年 10 月 国土交通省
 - 地質・土質調査成果電子納品要領（案） 平成 20 年 12 月 国土交通省
 - 地質・土質調査成果電子納品要領（案） 平成 31 年 3 月 農林水産省
- 検定対象データと検定内容:表 5-3 参照

表 5-3 検定対象データと検定内容

検定対象データ（成果品）	検定内容
ボーリング柱状図： ・ボーリング交換用データ ・電子柱状図	① ボーリング数量の確認 ② 該当資格者名及び登録番号の確認 ③ 標題情報（調査名、発注機関など）の確認 ④ 緯度経度、座標系の確認 ⑤ 岩種・土質区分、記事、試験結果などの確認
土質試験結果一覧表： ・土質試験結果一覧表データ ・電子土質試験結果一覧表	① 土質試験結果の試験数量の確認 ② 標題情報（調査名、発注機関など）の確認 ④ 土質試験結果の確認

5.13.2 国土地盤情報データベース

検定済みデータを登録する地盤情報データベースとして、「国土地盤情報データベース」が指定されている。

「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」答申を受けて、官民が所有する地盤情報等の収集・共有、品質確保、オープン化等の仕組みの構築を目的に、平成 30 年 4 月に（一財）国土地盤情報センターを運営主体として「国土地盤情報データベース」の構築が開始された。

平成 30 年 9 月に、地方整備局を対象に、地盤情報の検定、データベースへの登録を開始し、順次、他省庁、地方公共団体、公益事業者等に対象を拡大している。国土地盤情報センターと協定締結した行政機関等が対象であり、協定締結機関は以下の URL から確認可能である。地方整備局、地方農政局、都道府県、政令指定都市、NEXCO、首都高、東京地下鉄、水資源機構などが対象となっている。

参照 URL：<https://ngic.or.jp/conclusion/>

令和 6 年 4 月時点で、登録ボーリングデータ本数は約 47 万本である。うち、検定済みデータが約 11 万本、過去に蓄積された未検定データが 35 万本であり、すべてのデータが検定済みではないことに注意が必要である。

5.14 地質リスクマネジメント

国土交通省、(国研) 土木研究所では、土木事業に関連する学協会等と連携し、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会」(委員長:大西有三 京都大学名誉教授)を組織し、令和2年3月に「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」を策定した。

「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」答申のうち、「地下工事における地盤リスクアセスメントの技術的手法を確立させる必要がある」こと、「計画・設計・施工・維持管理の段階において、地盤リスクアセスメントを実施できるよう、関係する技術体系の確立、手続きの明確化、専門家の育成等を行う必要がある」こと等を受けて、検討委員会で議論が進められた。

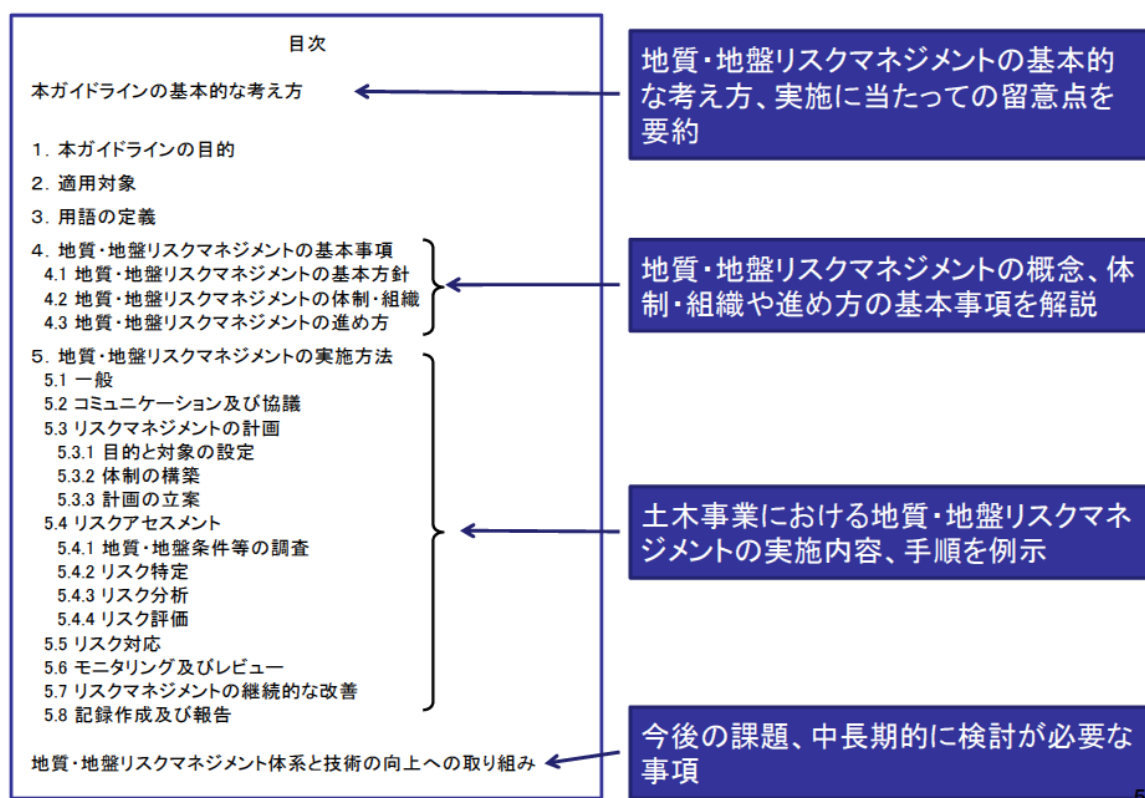
ガイドラインの目次構成、基本的な考え方を、図 5-27、図 5-28 に示す。詳細については、以下の URL から関連資料等を確認されたい。

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000681.html

また、全地連でも、地質リスクマネジメントの普及啓発活動の一環として、「地質リスク調査検討業務の手引き(2021年7月)」、「地質リスク調査検討業務発注ガイド(2016年10月)」を公表しており、併せて確認されたい。

参照 URL: <https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/>

ガイドラインの目次構成



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001337497.pdf>

図 5-27 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」目次構成

ガイドラインの概要（１）

＜本ガイドラインの基本的考え方＞

- （１）土木事業における地質・地盤の不確実性の影響
 - ・ 地質・地盤は自然に形成されたものであり、その分布や性質は不均質かつ複雑
 - ・ 不確実性は事故の発生など事業の安全性への影響を引き起こす
- （２）地質・地盤の不確実性の取扱
 - ・ 地質・地盤条件の推定と不確実性を理解した上でリスクの評価を行うことが必要
 - ・ 関係者が地質・地盤の不確実性を認識し共有する枠組み、事業への影響を評価してリスク対応する仕組みが必要
- （３）地質・地盤リスクマネジメントの必要性
 - ・ リスクアセスメントの技術的手法にとどまらず、事業の中でリスクに適切に対応する仕組みが必要
 - ・ 地質・地盤リスクマネジメントは、事業全体の最適な計画を立てることで、事業の効率性の向上を目指すもの
- （４）地質・地盤リスクマネジメントの導入における留意点
 - ・ 技術的な観点及び経営の観点から、適切な体制を構築することが重要である
 - ・ 密接な連携体制を確保し、地質・地盤の不確実性等に対応する必要がある
 - ・ 事業を通じて全体としての効率化を図ることが重要である
 - ・ 地質・地盤リスクを的確に特定・分析・評価する質の高いリスクアセスメントが重要である

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001337497.pdf>

図 5-28 「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」 基本的考え方

5.15 xROAD（クロスロード）

国土交通省では、道路利用サービスの質を高め、国民生活や経済活動の生産性の向上を図るため、道路の調査・計画や工事、維持管理、道路利用者の利便性向上など様々な場面におけるデジタル・トランスフォーメーションを「xROAD（クロスロード）」と名付け、取組みを推進している。

xROAD は道路構造物の情報やリアルタイムの交通量といった情報を集約したデータプラットフォームとなっており、各種データの利活用を促進するため、DRM・DB や道路基盤地図情報、MMS 等を基盤とし、構造物等の諸元データや交通量等のリアルタイムデータを紐付けた 3 次元プラットフォームを構築し、道路施策検討や現場管理等に活用するとともに、API を公開し、一部データを民間開放することによりオープン・イノベーションを促進するとしており、一部データについては公開が開始されている。

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004/pdf/kokudo.pdf>

参照 URL: https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001569.html

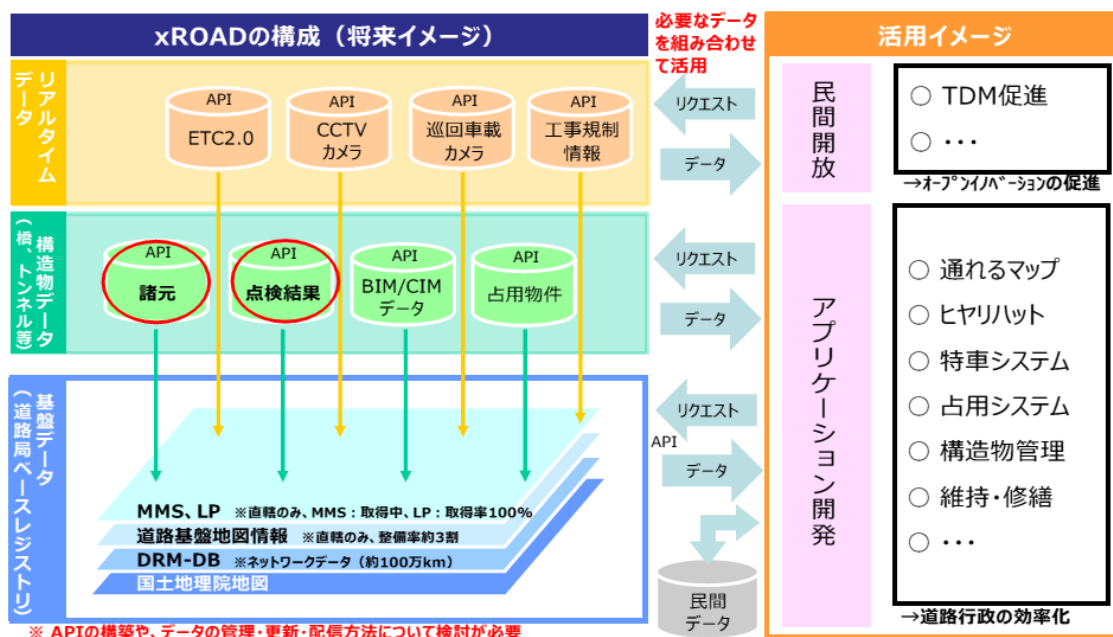


図 5-29 xROAD（道路データプラットフォーム）の構成

5.16 デジタル施策に関連した技術

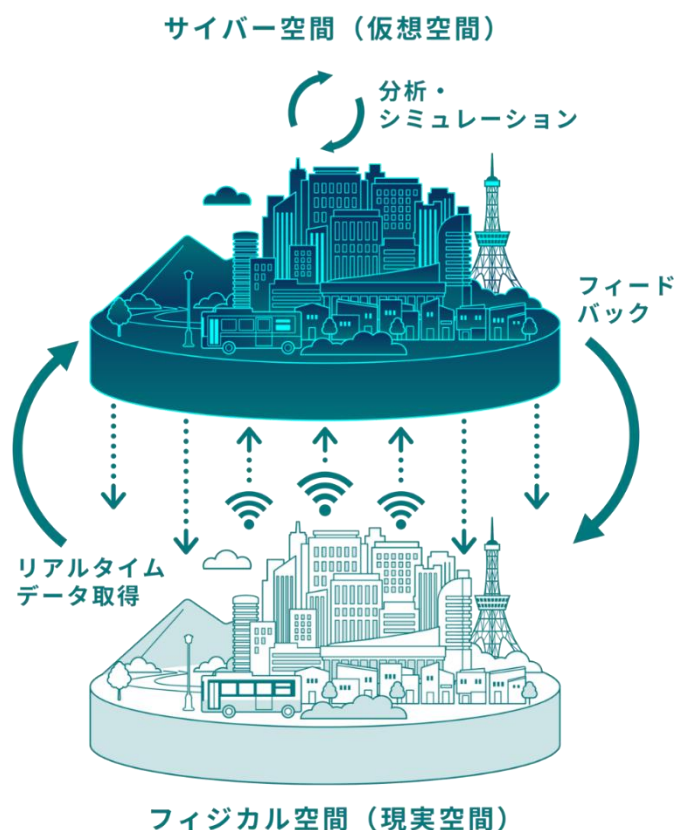
ここでは、各種デジタル施策に関連した技術として、デジタルツイン、メタバース、XR技術について紹介する。ここでは概要のみを示す。関連する書籍、記事等が多数公開されており、そちらを参照されたい。

5.16.1 デジタルツイン

デジタルツインとは、インターネットに接続した機器などを活用してフィジカル（現実）空間の情報を取得し、サイバー（仮想）空間内に現実空間の環境を再現することを言う。

2002年に米ミシガン大学のマイケル・グリーブスによって広く提唱された概念であり、現実世界と対になる双子（ツイン）をデジタル空間上に構築し、モニタリング、シミュレーションを可能にする仕組みである。

PLATEAUを始め国、地方公共団体等で各種取組みが進められており、関連施策、記事等を確認されたい。



参照 URL: <https://info.tokyo-digitaltwin.metro.tokyo.lg.jp/>

図 5-30 デジタルツインのイメージ

5.16.2 メタバース

メタバースとは、コンピュータの中に構築された 3 次元の仮想空間やそのサービスを指す。

メタバース、デジタルツインともに、仮想空間を再現する点など類似の部分もあるが、デジタルツインは現実空間を仮想空間に再現することに対し、メタバースは必ずしも現実存在するものではない。メタバースは、現実空間とは切り離して、コミュニケーションや経済活動を行うことのできる仮想空間となる（図 5-31 参照）。



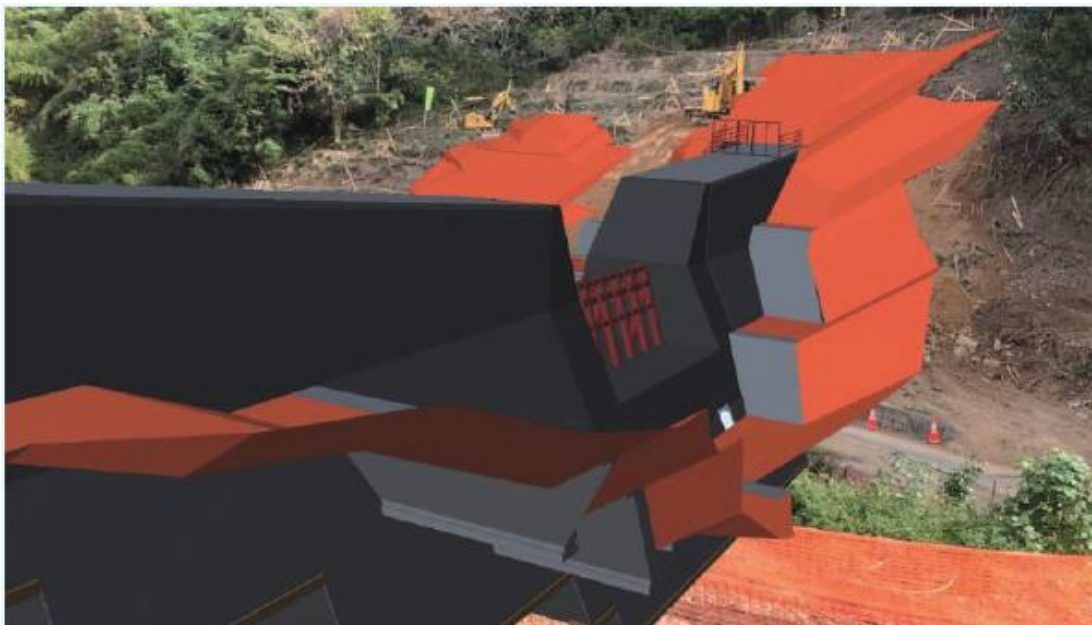
参照 URL: https://www.mlit.go.jp/chosahokoku/giken/program/kadai/pdf/jusyo/R4/5_inob2_1.pdf

図 5-31 河川整備を表した仮想空間と仮想空間の体験例

5.16.3 XR（クロス・リアリティ）

エクステンデッド・リアリティ、クロス・リアリティとも呼ばれ、現実世界と仮想世界を融合することで現実にはないものを知覚できる技術の総称であり、VR（仮想現実）、AR（拡張現実）、MR（複合現実）を含んでいる。

建設事業における調査、設計、施工、維持管理等においても、これらの技術導入は進んでおり、関連施策、記事等を確認されたい。



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001617365.pdf>

図 5-32 AR 技術を活用した砂防工事の例

5.16.4 AI（Artificial Intelligence 人工知能）

AI（人工知能 以下 AI という）は、技術水準が向上しつつあるのみならず、既に様々な商品・サービスに組み込まれて利活用がはじまっている。身近なところでは、インターネットの検索エンジンやスマートフォンの音声応答アプリケーション、音声入力機能、画像認識機能、各社の掃除ロボットなどが例として挙げられる。このように、AI は私たちの日常の身近な商品・サービスに組み込まれはじめており、多くの人が AI を一度は使用したことがあるという時代が到来している。

AI は、概略「知的な機械、特に、知的なコンピュータプログラムを作る科学と技術」と説明されているものの、その定義は研究者によって異なっている状況にある。その背景として、まず『知性』や『知能』自体の定義がないことから、人工的な知能を定義することもまた困難であるという事情が指摘される。

表 5-4 国内の主な研究者による AI（人工知能）の定義

研究者	所属	定義
中島秀之	公立はこだて未来大学	人工的につくられた、知能を持つ実態。あるいはそれをつくろうとすることによって知能自体を研究する分野である
武田英明	国立情報学研究所	
西田豊明	京都大学	「知能を持つメカ」ないしは「心を持つメカ」である
溝口理一郎	北陸先端科学技術大学院	人工的につくった知的な振る舞いをするためのもの（システム）である
長尾真	京都大学	人間の頭脳活動を極限までシミュレートするシステムである
堀浩一	東京大学	人工的に作る新しい知能の世界である
浅田稔	大阪大学	知能の定義が明確でないで、人工知能を明確に定義できない
松原仁	公立はこだて未来大学	究極には人間と区別が付かない人工的な知能のこと
池上高志	東京大学	自然にわれわれがペットや人に接触するような、情動と冗談に満ちた相互作用を、物理法則に関係なく、あるいは逆らって、人工的に作り出せるシステム
山口高平	慶應義塾大学	人の知的な振る舞いを模倣・支援・超越するための構成的システム
栗原聡	電気通信大学	人工的につくられる知能であるが、その知能のレベルは人を超えているものを想像している
山川宏	ドワンゴ人工知能研究所	計算機知能のうちで、人間が直接・間接に設計する場合を人工知能と呼んで良いのではないかと思う
松尾豊	東京大学	人工的につくられた人間のような知能、ないしはそれをつくる技術。人間のように知的であるとは、「気づくことのできる」コンピュータ、つまり、データの中から特徴量を生成し現象をモデル化することのできるコンピュータという意味である

参照 URL: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/28honpen.pdf>

人工知能（AI）の代表的な研究テーマを記載したものが

表 5-5 である。ただし、研究テーマは多岐にわたり、相互に関係していることから明瞭に分類することは困難であり、また、実用化にあたっては複数の技術を組み合わせて用いられていることから、各テーマは排他的なものではない。

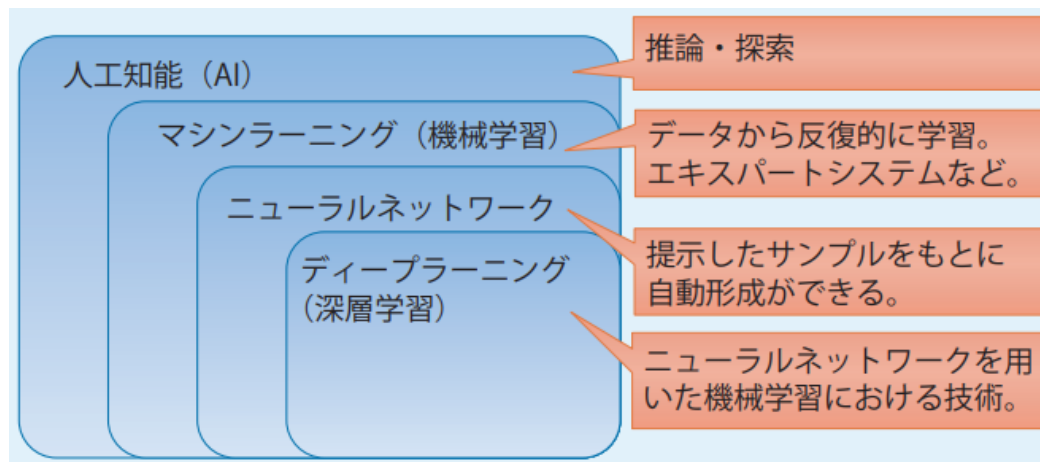
表 5-5 AI（人工知能）の代表的な研究テーマ

名称	概要
推論・探索	「推論」は、人間の思考過程を記号で表現し実行するものである。「探索」は、解くべき問題をコンピュータに適した形で記述し、考えられる可能性を総当たりで検討したり、階層別に検索することで正しい解を提示する。例えば、迷路を解くためには、迷路の道筋をツリー型の分岐として再構成した上でゴールにたどり着く分岐を順番に探し、ゴールに至る道特定する。探索の手法は、ロボットなどの行動計画を、前提条件・行動・結果の3要素によって記述する「プランニング」にも用いることができる。
エキスパートシステム	専門分野の知識を取り込んだ上で推論することで、その分野の専門家のように振る舞うプログラムのこと。1972年にスタンフォード大学で開発された「マイシン（MYCIN）」という医療診断を支援するシステムが世界初とされる。例えば、予め定めた病気に関する情報と判断のルールに沿って質問し、得られた回答に基づいて次の質問を選択するといった過程を繰り返すことで診断結果を提示する。 その後、エキスパートシステムに保有させる知識をいかに多くするかが課題となり、1984年には一般常識を記述して知識ベースと呼ばれるデータベースを構築する取り組みである「サイクプロジェクト」が開始され、30年以上経過した現在でも続けられている。エキスパートシステムでは暗黙知などの情報を知識として整備することの困難さが課題となった。
機械学習	コンピュータが数値やテキスト、画像、音声などの様々なデータからルールや知識を自ら学習する（見つけ出す）技術のこと。例えば、消費者の一般的な購買データを大量に学習することで、消費者が購入した商品やその消費者の年齢等に適したオススメ商品を提示することが可能になる。
ディープラーニング	ニューラルネットワーク ^{*13} を用いた機械学習の手法の一つである。情報抽出を一層ずつ多階層にわたって行うことで、高い抽象化を実現する。従来の機械学習では、学習対象となる変数（特徴量）を人が定義する必要があった。ディープラーニングは、予測したいものに適した特徴量そのものを大量のデータから自動的に学習することができる点に違いがある。精度を上げる（ロバスト性を高める）手法と、その膨大な計算を可能にするだけのコンピュータの計算能力が重要になる ^{*14} 。

参照 URL: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/28honpen.pdf>

これらの研究テーマのうちディープラーニングは特徴量を自ら作り出すことができるようになった点で画期的な要素技術ではあるが、単独ではあらゆる分野のどのようなタイプの問題をも解決できるような万能の AI までを生み出すことはできない。したがって、今後は個別の分野における具体的な問題に対応できる AI を個々に実用化していくための研究がより重要になっていくと想定されている。つまり、実用化を目指す特定の分野における大量かつ適切な内容のデータを用意し、このデータからディープラーニングを用いた機械学習をすること、またそのような機械学習が可能になる情報処理能力が提供されて初めて、当該特定分野における AI が実用化に至るとされる。

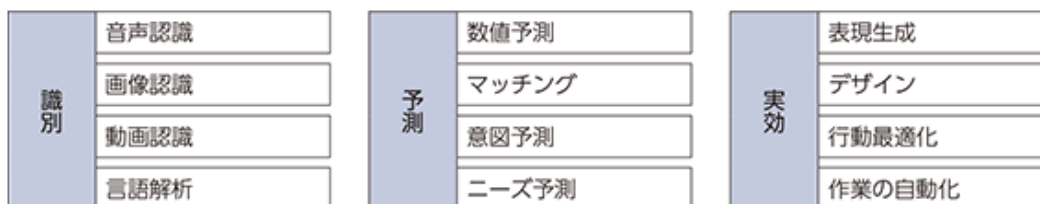
近年この研究テーマのうち「機械学習」、「ディープラーニング（深層学習）」といった言葉もよく使われているが、この3つの言葉は図 5-33 のような関係になっている。



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h30/hakusho/r01/pdf/npzentai.pdf>

図 5-33 AI を構成する分類図

AI が実際のサービスにおいて果たす機能として、「識別」「予測」「実行」という大きく 3 種類があるとされる。それぞれの機能を活用する場面は、製造や運送といったあらゆる産業分野に及びうる。



参照 URL: https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h28_03_houkoku.pdf

図 5-34 AI の実用化における機能領域

AI 研究の発展により、近年ではメール文や企画書作成を行える AI チャットサービスなどが利用できるようになってきているほか、AI による気象や災害等に関する膨大なデータを収集・解析し、被災状況把握の高度化や、インフラの膨大な点検画像をもとに AI が迅速に補修の必要性等を判断するなどインフラのメンテナンスの高度化・効率化にも活用されはじめている。



参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004/pdf/kokudo.pdf>

図 5-35 AI を活用した空港滑走路点検の高度化・効率化のイメージ

参照 URL: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/n4200000.pdf>

参照 URL: <https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004/pdf/kokudo.pdf>

6 参考資料

6.1 3次元モデル（地形モデル）

レーザプロファイラが汎用化する以前は、トータルステーションなどを使用して計測した測量点の3次元の位置情報を元にして、2次元の地図上に等高線で地形を表現するしかなかった。航空機搭載型、UAV搭載型、地表設置型のレーザスキャナが汎用化した現在では、地形の凹凸情報（標高）が直接かつ高密度で得られるようになった。測量点が高密度であることは、地表の形状をコンピュータによるVR（virtual reality space）空間で3次元的に表示できることを意味している。

(1) DEM（Digital Elevation Model: 数値標高モデル）

地表面を等間隔の正方形または長方形（四角形網という）に区切り、それぞれの中心点の標高値を正方形または長方形の代表値とするデータである。正方形の代表例は5mメッシュDEM、長方形の代表例は50mメッシュDEMである。

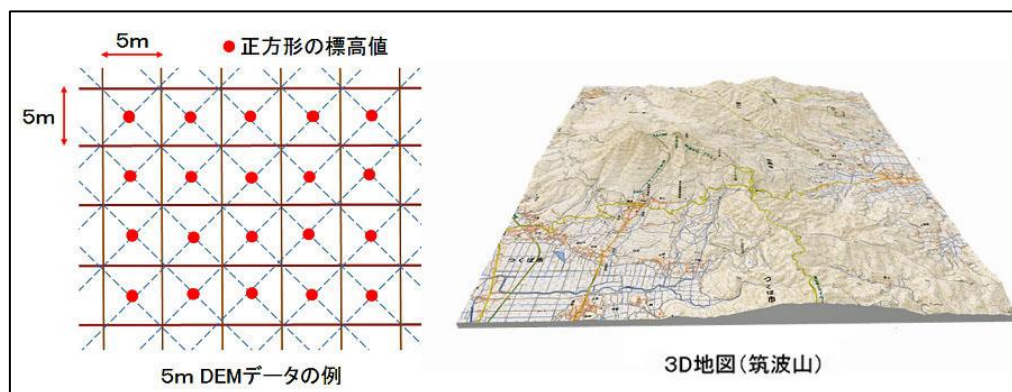


図 6-1 DEM とその例（イメージ）

(2) DSM（Digital Surface Model: 数値表層モデル）

航空（UAV）レーザ測量のオリジナルデータであって、当然建物や樹木などの高さも含んでいる。同一箇所のDSMとDEMの差（差分）によって、建物などの高さを求めることができる。また、地震や土砂災害による被害調査のために、発災前のDSMと発災後のDSMの差を求めることも行われている。

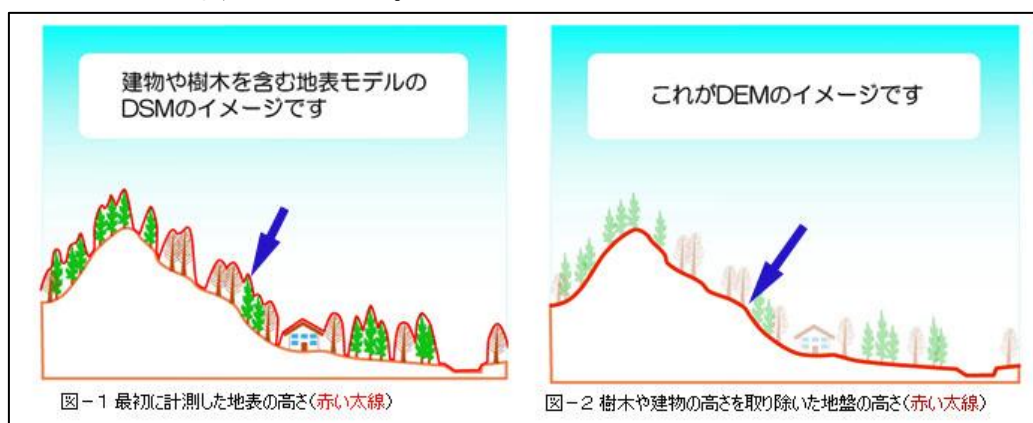


図 6-2 DSM と DEM の違い（イメージ）

(3) TIN (Triangulated Irregular Network:不規則三角形網)

地表面を表現するための不規則三角形を、重複の無い網状に配列したもの。三角形の形状は斜面の形状に対して最適に配列されるため、平坦な場所では大きな三角形で、起伏の激しい所では小さな三角形で表現される。

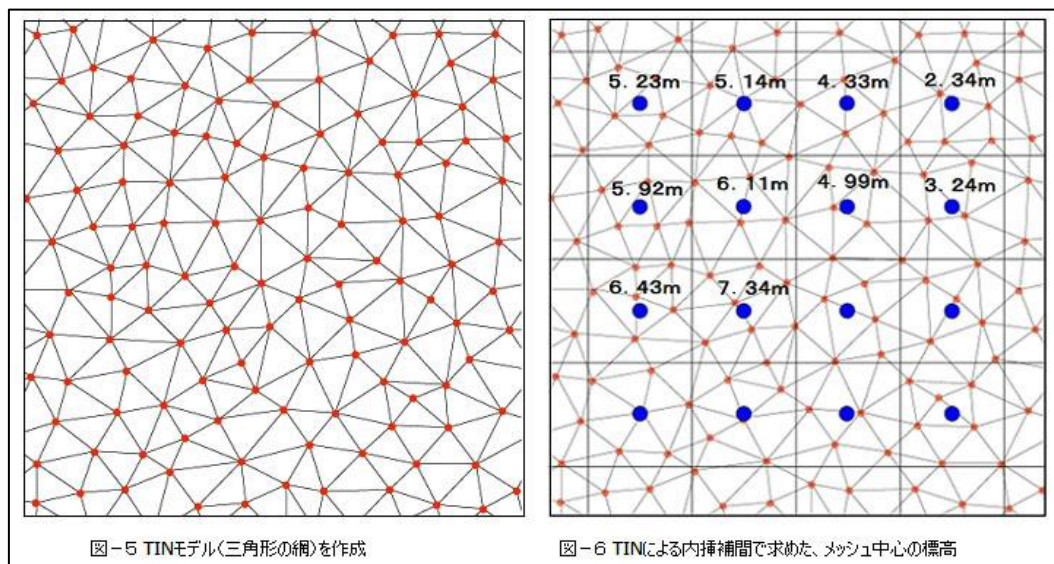


図 6-3 TIN (イメージ)

6.2 3次元モデル (地質・土質モデル)

地質・土質モデルは、各事業の特性や測量・調査、設計、施工、維持管理・更新など各事業段階で使用目的が異なるため、モデルの種類ごとの特性に留意し目的に応じたモデルを選択・作成する必要がある。

表 6-1 は、地質・土質モデルの概要である。詳細については、「BIM/CIM 活用ガイドライン (案) 共通編」等を参照すること。

表 6-1 地質・土質モデルの種類

モデル名称		概要
ボーリングモデル	調査結果モデル	地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図(ボーリング交換用データ又は電子簡略柱状図)を、孔口の座標値・標高値、掘進角度、方位から3次元空間上に配置・表現したモデル。
	推定・解釈モデル	既往資料を始め、地質・土質調査業務で作成されたボーリング柱状図や各種室内・原位置試験結果、及び2次元断面図等の情報を活用して地質・工学的解釈を加え作成した柱状体モデルを、孔口の座標値・標高値、掘進角度、方位から3次元空間上に配置・表現したモデル。
準3次元地盤モデル	テクスチャモデル(準3次元地質平面図)	・3次元地形表面に地質平面図などを貼り付けたモデル。 ・データ形式上は、サーフェスモデルに面情報をテクスチャマッピングで付加した形式。
	準3次元地質断面図	・従来手法の地質断面図に空間情報を付与したモデル。
3次元地盤モデル	サーフェスモデル	・地層や物性値層などによる境界面モデル。 ・3次元補間によって作成されることが多く、技術者の解釈・推定による不確実性を含むことに留意が必要である。 ・メッシュ交点座標を用いたTINやスプライン面(NURBS)などで構成されることが多い。

モデル名称			概要
ソリッドモデル	B-reps		・複数の境界面を組み合わせて閉じた空間を構成したモデル。 ・一般的に、上下の境界はサーフェスモデルから誘導し、前後左右の境界は、対象範囲を囲む断面とすることが多い。 ・内部空間には、必ず属性情報を付与する。
	ボックスセルモデル		・属性データをボックスセル中央か接点のいずれかに付与したモデル。
	柱状体モデル		・平面的にはセル、深さ方向は地層境界であるモデル。
	パネルダイアグラム		・サーフェスモデルなどから作成した任意の断面または平面モデル。

(1) ボーリングモデル

ボーリング柱状図に代表されるように、長さ（深さ）方向の値を持つモデルである。孔口はポイントとして 3 次元の座標値を持っているために、一次元モデルであるボーリング交換用データでは、地層境界の深度情報から地層境界のポイント（座標値:緯度・経度、標高）を求めることができるとともに、続いて作成する 3 次元地盤モデルのための基本的な地盤情報となる。以下に主な特徴などを示す。

- ☐ ボーリングの簡易柱状図としての機能を持つ。
- ☐ 3 次元地盤モデルを推定した根拠である情報を示す。

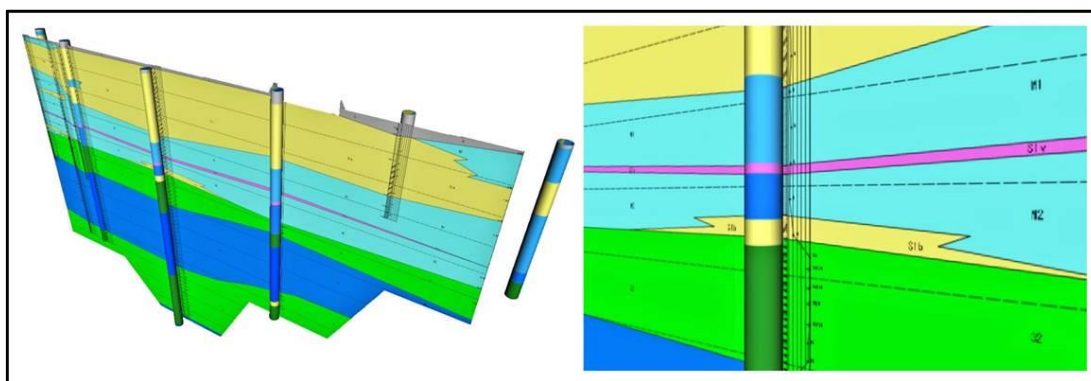


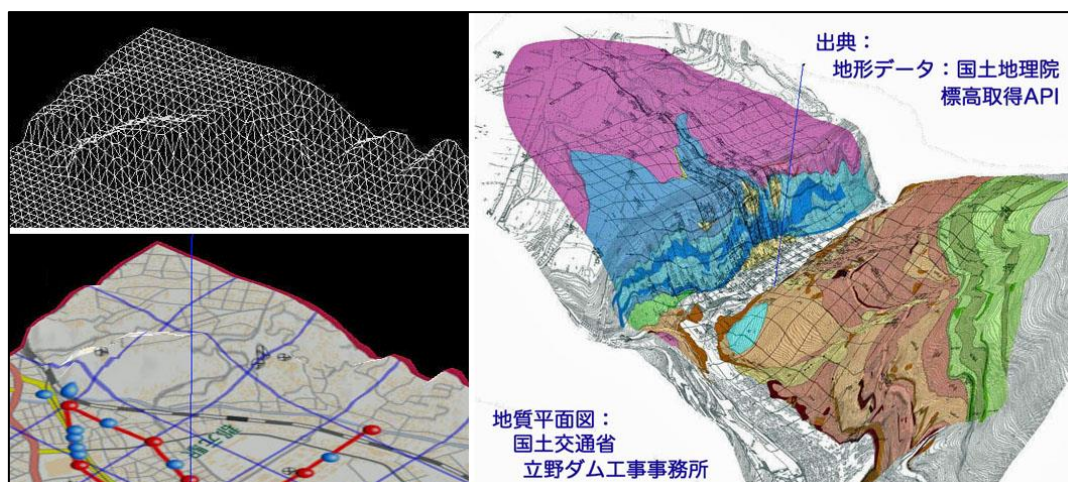
図 6-4 ボーリングモデルと準 3 次元地質断面図の例

(2) 準 3 次元モデル（テクスチャモデル）

データ形式上は、地形サーフェスモデルなどに面の情報（テクスチャ）を貼り付けたモデルである。テクスチャに地質平面図を採用した場合、完全な 3 次元地盤モデルにはならないが、建設事業の企画や計画段階で事業予定地の地形や地質の概要を把握する資料、あるいは事業内容を住民に説明する際の資料としては十分な利用価値があると考えられる。

ワイヤーフレームに使用する地形データは、国土地理院から公開されている 10m や 5m の DEM、前項で解説した航空機搭載型、UAV 搭載型あるいは地上設置型のレーザスキャナによる点群データなどから作成することが多く、TIN が主に用いられる。以下に主な特徴などを示す。

- ☐ 貼り付けた土地利用図あるいは地表地質図などから、地質構造を推定する。
- ☐ 地形情報は、3 次元地盤モデルの入力値として利用する。
- ☐ 3 次元地盤モデルを推定した根拠として利用する。



(左上) ワイヤフレーム、(左下) 地形図を付加したモデル、(右) 地質図を付加したモデル

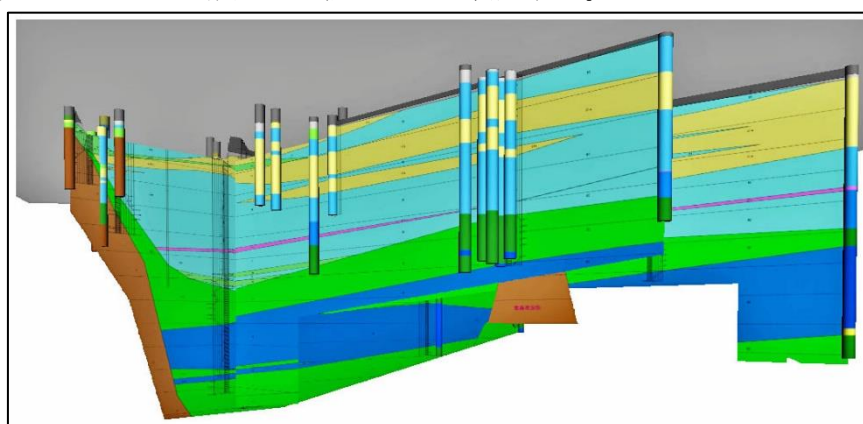
図 6-5 テクスチャモデルの例

(3) 準 3 次元モデル（準 3 次元地質断面図）

電子納品開始以降、地質平面図、断面図は CAD で作成されることが一般的であり、CAD データは座標や属性を持ったベクトルデータである。例えば、断面図は X（横）、Z（縦）という 2 次元座標値によって図面データは成立しているが、立体的に表現するためには CAD データに 3 次元座標値を持たせる必要がある。

ただし、CAD データが 3 次元の座標値を持っていたとしても、図面としては奥行きのない 2 次元なので、図 6-6 のように見せることはできても完全な立体モデル (3 次元モデル) ではないので留意されたい。以下に主な特徴などを示す。

- 図 6-6 のように、交差する地質断面図のクロスチェック（干渉）に最適である。
- サーフェスモデルなど、3 次元地盤モデルを推定（想像）する際に使用する。
- 3 次元地盤モデルを推定した根拠として利用する。



交差する 2 つの地質断面図に整合性がないことがわかる。

図 6-6 準 3 次元地質断面図の例

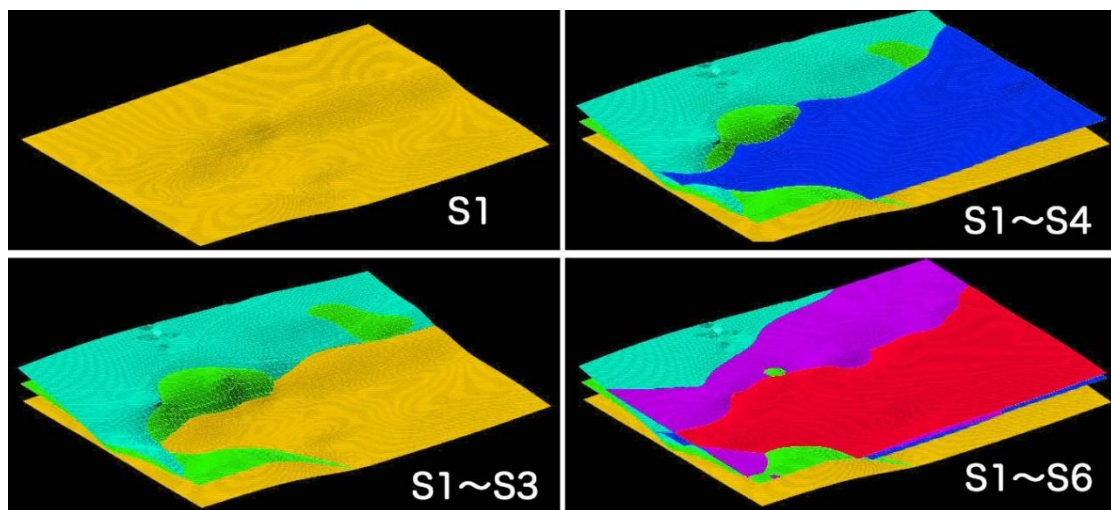
(4) サーフェスモデル（地層境界面モデル）

地表踏査やボーリング調査によって得られる地層（岩石・土区分）境界データを使用し

て、論理式によって地層境界面の 3 次元形状を推定したモデルである。通常、ランダム点の地層データ（例、地表踏査結果やボーリング柱状データ）を入力値とし、モデラーと呼ばれるコンピュータソフトウェアを使用して、地層境界面の座標を推定（3 次元補間）し作成する。

原理的に境界面であればよいので、地層境界面の他に、境界面の連続性が担保されていることが条件であるが、地下水位面、速度層境界面、総合解析結果境界面なども同様の取り扱いが可能である。以下に主な特徴などを示す。

- 他の 3 次元モデルを作成するための中間的な形状データとして利用する。
- 3 次元空間上で表現する形状データとして利用する。
- 計画構造物、対策工などの他のモデルとの位置関係（離隔、干渉など）を把握するために利用する。



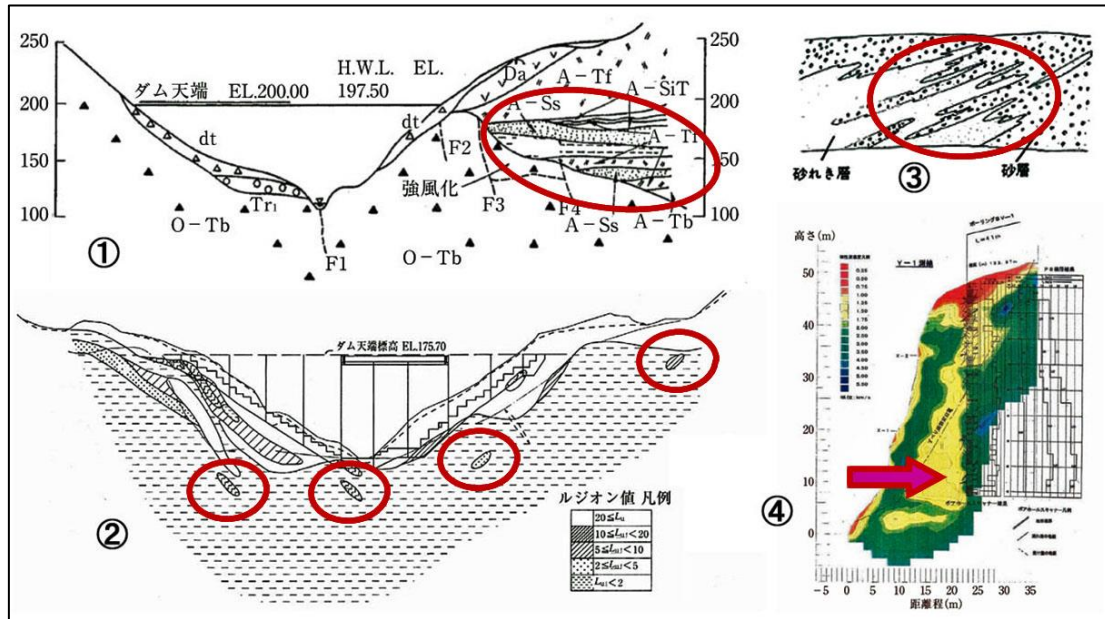
※S1（最下位）～S6（最上位）は地層境界面番号。面の透過度を 0 にすると、下位の境界面は視認できない。

図 6-7 サーフェスモデル（地層境界面モデル）の例

一般的な 3 次元補間プログラムは、特定の XY 座標に対して、Z 座標値を推定する形となっていることから、ある XY 座標に対し 2 点以上の Z 座標が存在する面（オーバーハング・褶曲等が想定される）は作成が難しい。現段階で、サーフェスモデルの作成が困難と思われる例を図 6-8 に、その概要を以下に示す。

- ① 複雑な地層構造: A-SiT 層など赤枠の内部にある複雑な地層境界面の 3 次元形状について、複数の面が必要となるが、多くの場合入力値が少なく、作成が困難となることが多い。多くのボーリングあるいは横坑掘削・観察などを行ってモデラーに入力する情報を増やす必要がある。
- ② 閉じた空間: レンズ層などの閉鎖空間の 3 次元形状は少なくとも 2 つ以上の面で表現する必要があり、技術者が 3D-CAD を利用して閉鎖空間のサーフェスモデルを直接作成し合成処理の方が容易であることが多い。
- ③ 指交関係（同時異相:インターフィンガー）: 指交関係の表現には多数の面が必要であり、3 次元補間を用いた方法で作成することは非常に困難である。上記に示した入力値を増やす、直接作成などの方法もあるが処理が複雑化するため、指交関係の形状変更による簡易化が望ましい。
- ④ ブロック状構造: 矢印で示したような物理探査結果が得られた場合、閉鎖空間のみ

を表現する 3 次元モデルを複数作成し 3D-CAD で合成するという複雑な処理が必要となる。後述のボクセルモデルなどの活用を検討することが望ましい。



参照:三次元地盤モデル作成の手引き、p.34

参照 URL: <https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/sanjigen.pdf>

図 6-8 サーフェスモデルの作成が難しい例

(5) B-reps (ソリッドモデル)

ソリッドモデル (B-reps) の例を図 6-9 に示し、以下に作成手順等を解説する。

- 当該層（上位層）及び下位層のサーフェスモデルが図 6-9（左）のように完成していると仮定する。当該層（上位層）の形状情報（データ）を上の境界面とし、下位層の形状情報（データ）を下の境界面とする。
- 当該モデルの範囲を囲む、東西南北の垂直断面（パネルダイアグラム）を 4 面作成する。合計 6 面の境界面が全て同じ境界（CG におけるサーフェス）であるという情報（位相情報）を付加し、完全に閉じた空間を構成する。これが図 6-9（右）ソリッドモデルである。
- 複数の地層が存在する場合には、全てに実施する。

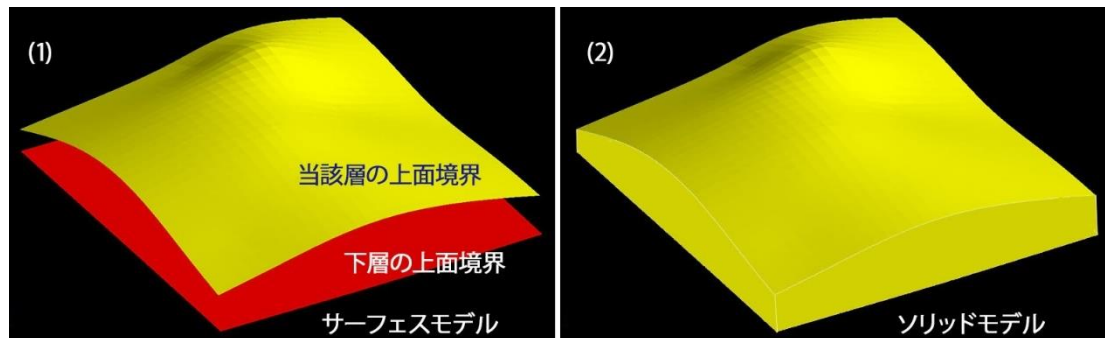


図 6-9 ソリッドモデル (B-reps) の例

6 面の境界面で囲まれたモデルの内部空間は形状情報としては「無」であるが、暗黙的に

均質な物質が詰まっているものとして「属性情報」などを付与して定義され B-Reps (Boundary Representation:境界表現) と呼称される。以下に主な特徴などを示す。

- ボクセルモデル及び柱状体モデルを作成するための中間的な形状情報と属性情報として利用する。
- 3次元空間で表現する形状情報及び属性情報として利用する。
- 計画構造物、対策工などの他のモデルとの位置関係（離隔、干渉など）を把握するために利用する。
- 土量計算に利用する。
- 動的解析用地盤モデル、地下水流動解析用水理地盤モデルなどの入力用形状データとして利用する。

(6) ボクセルモデル（ソリッドモデル）

3次元モデルを微小な立方体で表現するモデルである。通常は立方体として表現されるが、高度なモデルの場合には、三角錐として表現される場合がある。

通常、各ボクセルには属性値が付与されている。なお、ボクセル（Voxel）とは、体積 volume とピクセル pixel を組み合わせた混成語である。以下に主な特徴などを示す。

- 地盤強度などの FEM 解析、地下水流動・浸透流解析、地震動予測解析や液状化危険度予測を行う際の入力データとして利用する。

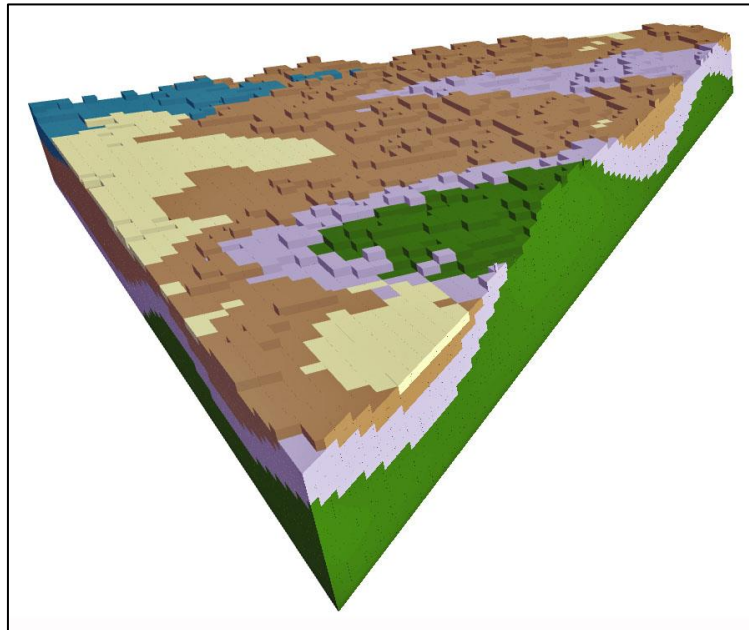


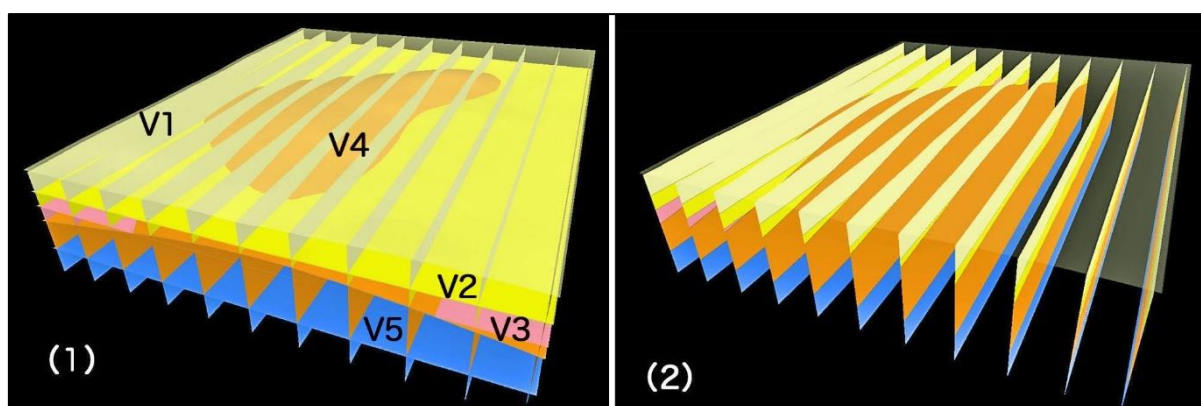
図 6-10 ボクセルモデルの例

(7) パネルダイアグラム

サーフェスモデル又はソリッドモデル（B-reps）に任意に断面線を設定し、その位置で切り出した断面図（パネル）のことを言う。以下に主な特徴などを示す。

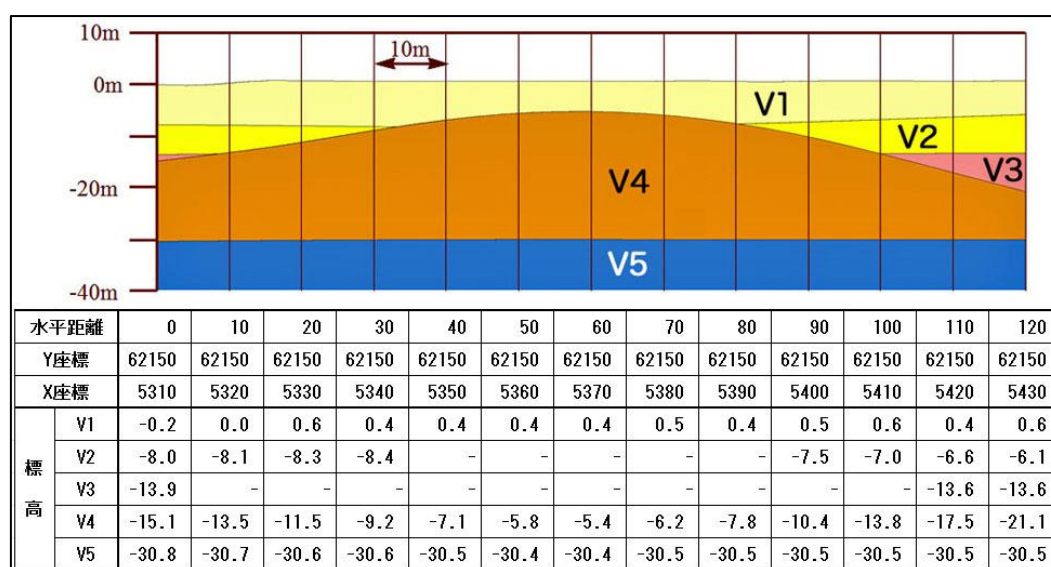
- B-reps（ソリッドモデル）などで下位あるいは陰となり見えにくい部分を可視化する。
- 土量計算に利用する（例、図 6-12）。
- 等間隔に設定した複数のパネルダイアグラムから、ボクセルモデルを作成する。
- 動的解析用地盤モデル、地下水流動解析用水理地盤モデルなどの入力用形状データと

して利用する。



(左) サーフェスモデル＋パネルダイアグラム (右) 地表面＋パネルダイアグラム

図 6-11 パネルダイアグラムの例



※ (上) パネルダイアグラム (下) 上図の数値データから求めた地層境界面の標高値 (等間隔)

図 6-12 パネルダイアグラムの高度利用例

6.3 地盤情報の公開サイト

(1) ボーリングデータの公開サイト

- 国土地盤情報データベース > 国土地盤情報センター (NGIC)

<https://ngic.or.jp/>

- 国土地盤情報検索サイト (KuniJiban) > 土研 (国土交通省)

<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>

- 統合化地下構造データベース (Geo-Station) > 防災科研

<https://www.geo-stn.bosai.go.jp/>

- 茨城県・長崎県・滋賀県・水戸市・福井県・千曲市・鳥取県・千葉市・大津市 ボーリング柱状図 > Geo-Station

- みちのく GIDAS > みちのく GIDAS 運営協議会 ※2021 年度末でサービス終了、
2022 年 5 月末から「公益社団法人 地盤工学会 東北支部」で新サービス開始予定
<https://www.michinoku-gidas.jp/>
- とちぎ地図情報公開システム「とちぎの地盤マップ」 > 栃木県
https://www.sonicweb-asp.jp/tochigi_pref/
- 栃木県地質調査資料 > 栃木県土木部
<https://www.pref.tochigi.lg.jp/h10/town/jyuutaku/kenchiku/kouji/tishitu.html>
- マッピングぐんま「自然・環境情報」 > 群馬県
<https://mapping-gunma.pref.gunma.jp/pref-gunma/Portal>
- 地図で見る埼玉の環境 Atlas Eco Saitama > 埼玉県環境科学国際センター
<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0501/gis/atlaseco.html>
- ちば情報マップ「くらし・環境」 > 千葉県
<https://map.pref.chiba.lg.jp/pref-chiba/Portal>
- 東京の地盤（Web 版） > 東京都土木技術支援・人材育成センター
<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/tech/start/03-jyuhou/geo-web/00-index.html>
- 中央区地盤情報システム > 東京都中央区
<https://jiban.city.chuo.lg.jp/chuojiban/>
- 新宿区地盤情報閲覧システム > 東京都新宿区
http://www.city.shinjuku.lg.jp/seikatsu/kenchikuc01_001000.html
- 江東区建築情報閲覧システム「ボーリング柱状図マップ」 > 東京都江東区
<https://www2.wagmap.jp/koto/Portal>
- 大田区地盤資料閲覧システム > 東京都大田区
<https://www.city.ota.tokyo.jp/seikatsu/sumaimachinami/kenchiku/jiban-shiryou/index.html>
- 豊島区地図情報システム 豊島区地盤資料（ボーリングデータ） > 東京都豊島区
<https://www2.wagmap.jp/toshima/Agreement?IsPost=False&MapId=6&RequestPage=%2ftoshima%2fPositionSelect%3fmid%3d6>
- あだち地図情報提供サービス 地盤ボーリングデータ > 東京都足立区
https://www.sonicweb-asp.jp/adachi/map?theme=th_6
- オープンデータ（地質調査） > 東京都町田市
<https://www.city.machida.tokyo.jp/shisei/opendata/chishitsuchosa/index.html>
- 横浜市行政地図情報提供システム「地盤 View」 > 横浜市
<https://wwwm.city.yokohama.lg.jp/yokohama/Portal>
- ガイドマップかわさき「地質図集（ボーリングデータ）」 > 川崎市
<http://kawasaki.geocloud.jp/webgis/?p=1>
- 静岡県地理情報システム「静岡地質情報」 > 静岡県
<https://www.gis.pref.shizuoka.jp/?p=1>
- 鈴鹿市・地理情報サイト「土地情報」 > 三重県鈴鹿市
<https://www.city.suzuka.lg.jp/shisei/cityprofile/1004204.html>
- しまね地盤情報配信サービス > （組）島根土質技術研究センター
<http://www.shimane.geonavi.net/shimane/top.jsp>
- 岡山県地盤情報「社会基盤関係情報」 > 岡山県

<https://www.octc.or.jp/ground/index.html>

- こうち地盤情報公開サイト > 高知地盤情報利用連絡会
<https://publicweb.ngic.or.jp/etc/kochi/>
- かごしま地盤情報閲覧システム > (公財) 鹿児島県建設技術センター
<https://kago-kengi.or.jp/map/geoMapKiyaku.php>

(2) 地盤情報の公開サイト

- 地質図ナビ > 産総研・地質調査総合センター
<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>
- 都市域の地質地盤図 > 産総研・地質調査総合センター
<https://gbank.gsj.jp/urbangeol/>
- 関東平野の地下地質・地盤データベース > 産総研・地質調査総合センター
<https://gbank.gsj.jp/kantosubsurfacegeoDB/CNV/>
- 活断層データベース > 産総研・地質調査総合センター
<https://gbank.gsj.jp/activefault/>
- 土地分類・水調査(地形分類図・表層地質図・土壌図・土地分類基本調査[垂直調査])
> 国土交通省土地・水資源局
<https://nlftp.mlit.go.jp/kokjo/inspect/inspect.html>
- 全国電子地盤図 > (公社) 地盤工学会 ※防災科研の Geo-Station サイトに移転
https://www.jiban.or.jp/?page_id=432
- こうち地質断面図・3次元地盤モデル > 高知地盤情報利用連絡会
<https://publicweb.ngic.or.jp/etc/kochi/>

(3) 地質リスク情報・ハザード情報の公開サイト

- 地震被害想定調査結果 > 内閣府(防災担当)
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/chuogyomukeizoku/todoufukun.html>
- ハザードマップポータルサイト 重ねるハザードマップ、わがまちハザードマップ > 国土交通省
<https://disaportal.gsi.go.jp/index.html>
- 水・土壌・地盤環境の保全(地下水・地盤対策) > 環境省
https://www.env.go.jp/water/chikasui_jiban.html
- 大規模盛土造成地マップ情報 > 重ねるハザードマップで公表

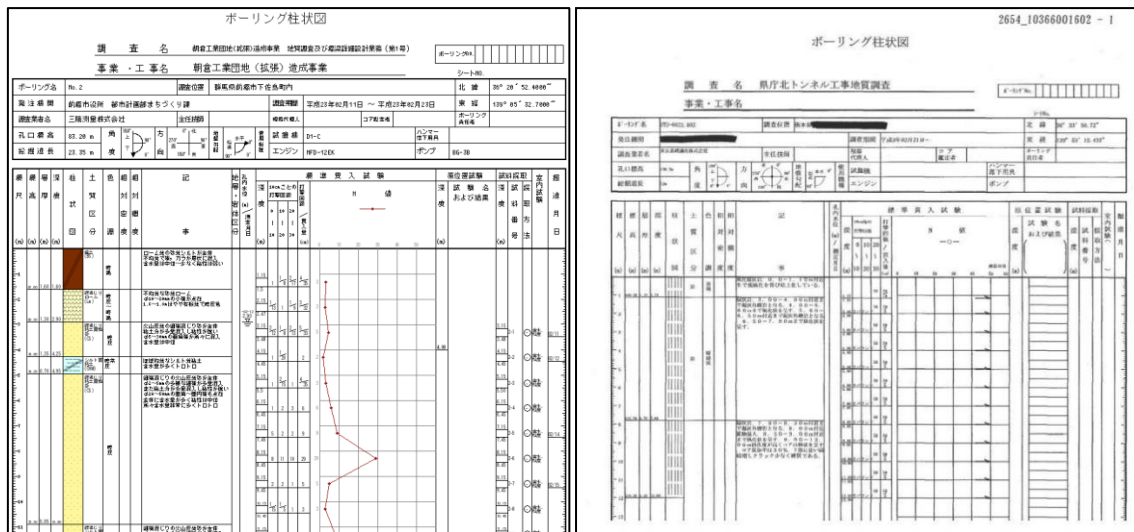
(4) その他、各種オープンデータ等の公開サイト

- 国土数値情報(ダウンロードサービス):GIS データとして無償で公開されている。
主なデータは以下の通り。 <https://nlftp.mlit.go.jp/>
 - ◆ 国土(水・土地):標高・傾斜度3次・4次・5次メッシュ、低位地帯など
 - ◆ 政策区域:行政区域、特殊土壌地帯、土砂災害警戒区域、洪水浸水想定区域、津波浸水想定 など
 - ◆ 地域:廃棄物処理施設、世界自然遺産、地域資源 など

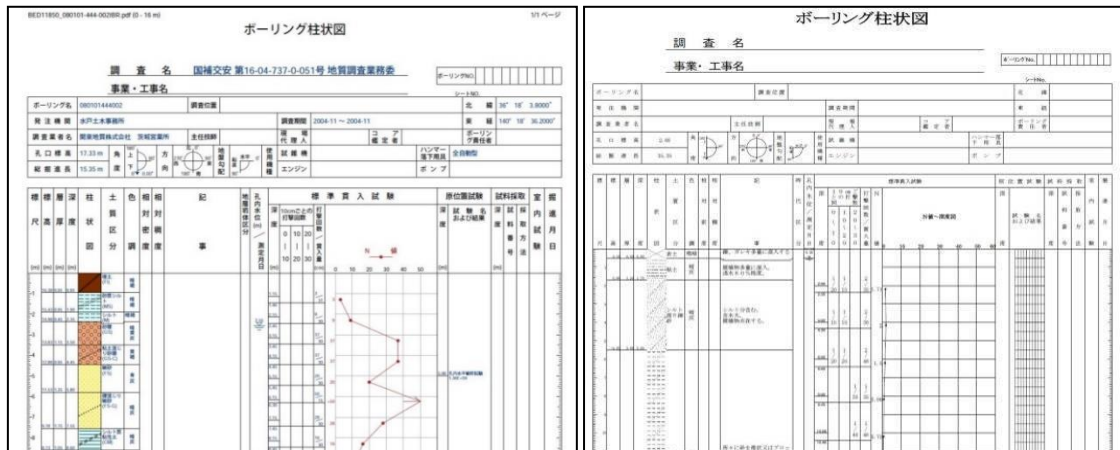
- ◆ 交通:緊急輸送道路、鉄道、港湾、空港 など
- ◆ 各種統計:1km メッシュ別将来推計人口（H30 国政局推計）、500m メッシュ別将来推計人口（H30 国政局推計）など
- 国土交通データプラットフォーム:国土、経済活動、自然現象に関するデータを無償公開。国土地盤情報（全国のボーリング結果等の地盤データ）とも連携。
<https://www.mlit-data.jp/#/>
- G 空間情報センター:産官学の様々な機関が保有する地理空間情報を公開。無償、有償データがある。
<https://www.geospatial.jp/>
- Plateau:3D 都市モデルを無償公開。
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- 国土地理院 地図、空中写真等:地理院地図、地図・空中写真閲覧サービス、基盤地図情報など。各種データの閲覧・ダウンロードが可能。
<https://www.gsi.go.jp/tizu-kutyu.html>

6.4 地盤情報の公開事例

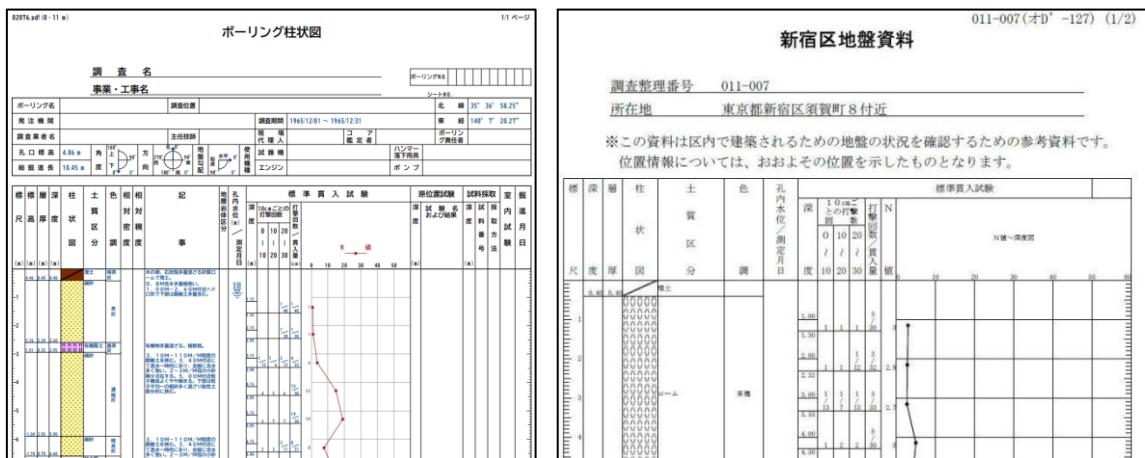
6.4.1 ボーリング柱状図の公開事例（特徴と比較）



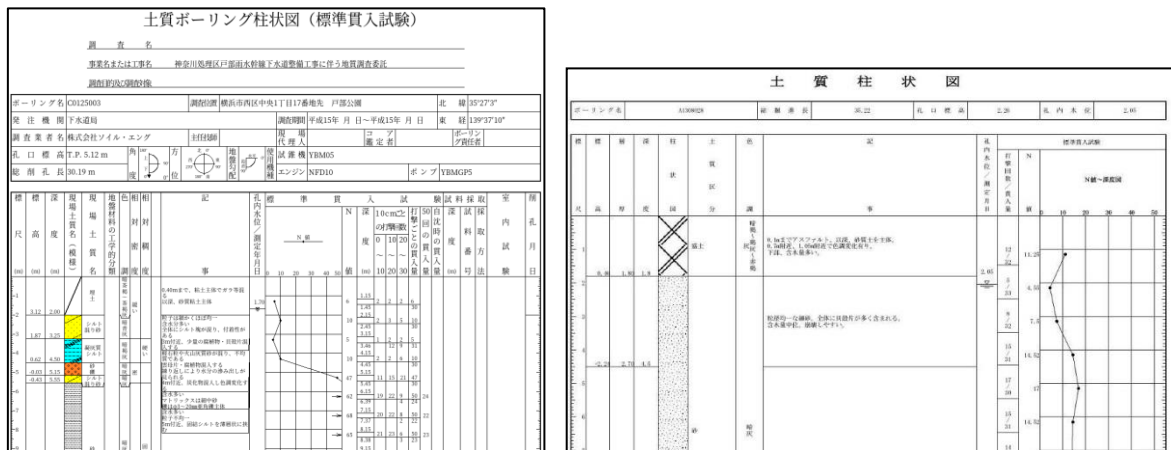
群馬県（左）と栃木県（右）が公開しているボーリングデータの例



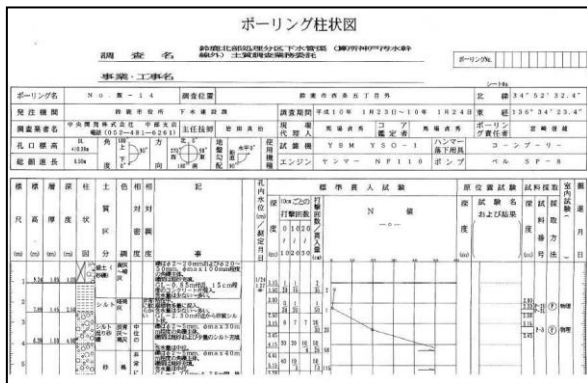
茨城県（左）と埼玉県（右）が公開しているボーリングデータの例:ジオ・ステーションから公開されているボーリングデータ（XML）を全地連にて図化



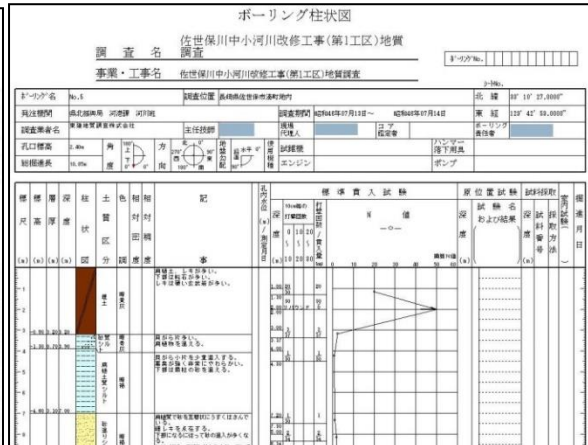
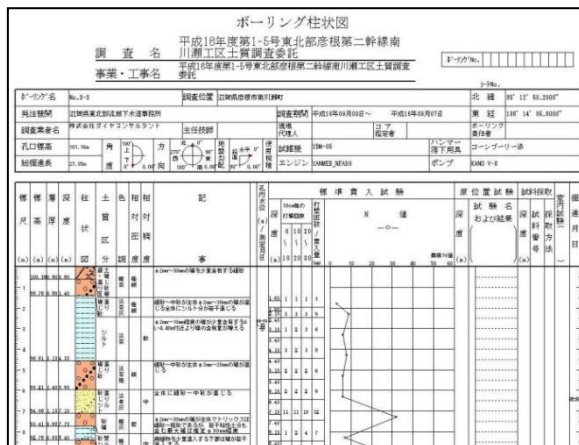
千葉県（左）と東京都新宿区（右）が公開しているボーリングデータの例:東京都新宿区は建築確認ボーリング



神奈川県（左）と横浜市（右）が公開しているボーリングデータの例



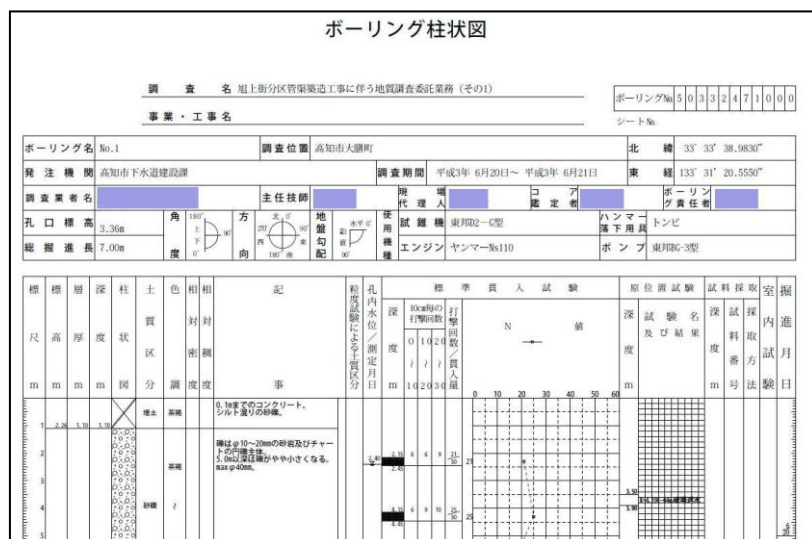
鈴鹿市が公開しているボーリングデータの例:複数種類の様式が存在している



滋賀県（左）と長崎県（右）が公開しているボーリングデータの例:ジオ・ステーションから公開されているボーリングデータ（XML）を全地連で図化。長崎県は氏名を公開。



島根県（左）と徳島県（右）が公開しているボーリングデータの例:徳島県は KuniJiban と同様に、担当者の氏名を公開。



こうち地盤情報公開サイトで公開しているボーリングデータの例:国交省、高知県と高知市他 6 市町のデータは全て同じ地質要領（案）に準拠している。氏名を公開。

6.4.2 地質図及び地盤図の公開事例

(1) 産総研・地質調査総合センター:20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2 と公開サイト

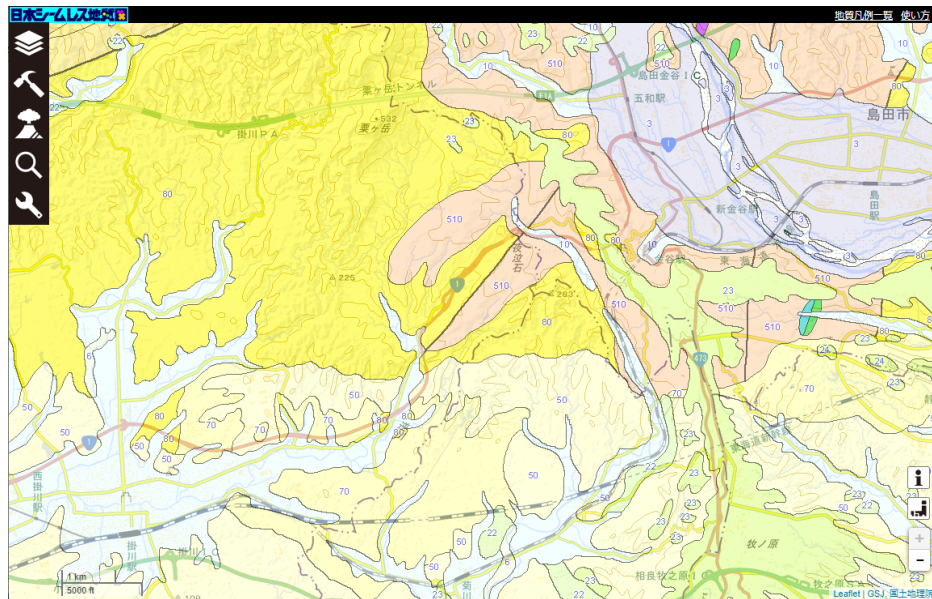
20 万分の 1 日本シームレス地質図 V2（以後、シームレス地質図）は、産総研・地質調査総合センターが過去に出版してきた地質図幅から、各図郭における境界線の不連続性を、日本全国統一凡例を用いることによって解消した新しい地質図である。なお、「シームレス地質図」という用語は地質調査総合センターの登録商標である。

シームレス地質図は、同センターが開設する地質図表示システム「地質図 Navi」やシームレス地質図専用サイトなどで自由に閲覧することができる。

「地質図 Navi」では、「50 万分の 1 の活構造図」、「50 万分の 1、20 万分の 1、7 万 5 千分の 1 と 5 万分の 1 の各地質図幅」、各種の「海洋地質図」、「火山地質図」、「水理地質図」や「空中磁気図」などを任意に選んでオーバーレイ（重ね表示）することができる。

シームレス地質図自体は「WMTS に準拠した地質図タイル」として作成されており、地質図タイルへ直接アクセスすることも許諾されている。よって、地図タイルを取り扱うことのできる API（Application Programming Interface）を利用することにより、クライアントが独自の Web-GIS サイトを開設できるようになった。図 6-14 にその例を示す。

参照 URL: <https://gbank.gsj.jp/seamless/>



参照 URL: <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2/viewer/>

図 6-13 産総研・地質調査総合センター:シームレス地質図 V2

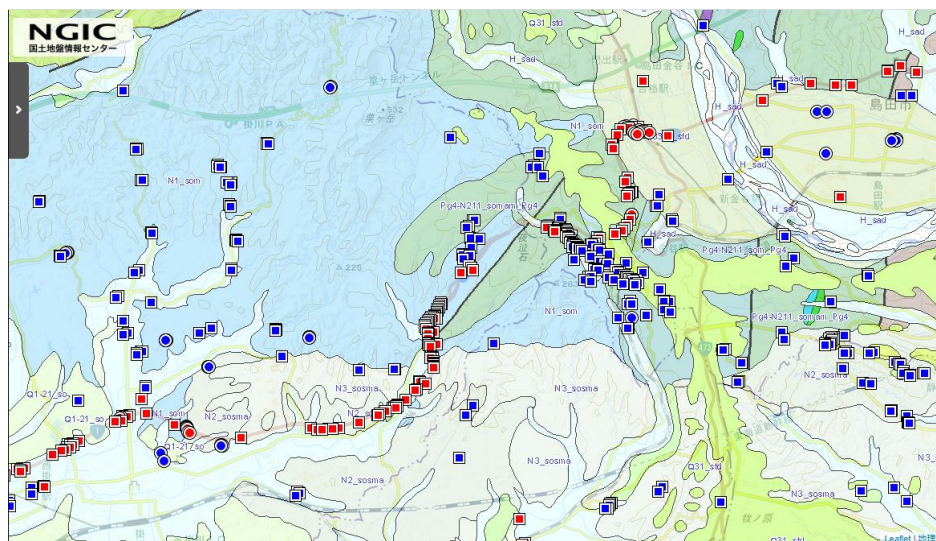
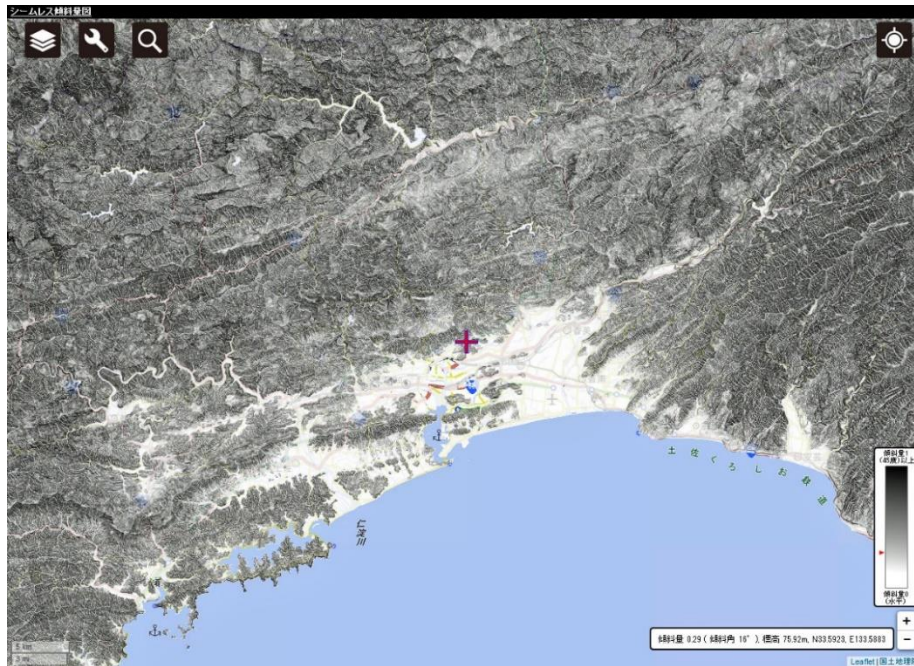


図 6-14 シームレス地質図タイルを使用して構築したサイトの例

(2) 産総研・地質調査総合センター:シームレス傾斜量図と公開サイト

傾斜量とは、地面の傾きを示す量のことであるが、公開されているサイトでは「標高差/水平距離で表す」と規定されている。すなわち、傾斜角 45 度の時の傾斜量は 1 となり、水平の時の傾斜量は 0 となる。本サイトでは、国土地理院から公開されている基盤地図情報の「数値標高モデル (5m メッシュと 10m メッシュ)」から高速化のためにタイル画像化した「PNG 形式の標高タイル」を使用している。

本サイトでは、「傾斜量図」のほか「陰影起伏図」も表示させることができ、さらに「シームレス地質図」、同センターの「活断層データベースデータ」、防災科学研究所の「地すべり地形分布図」などのオーバーレイが可能である。

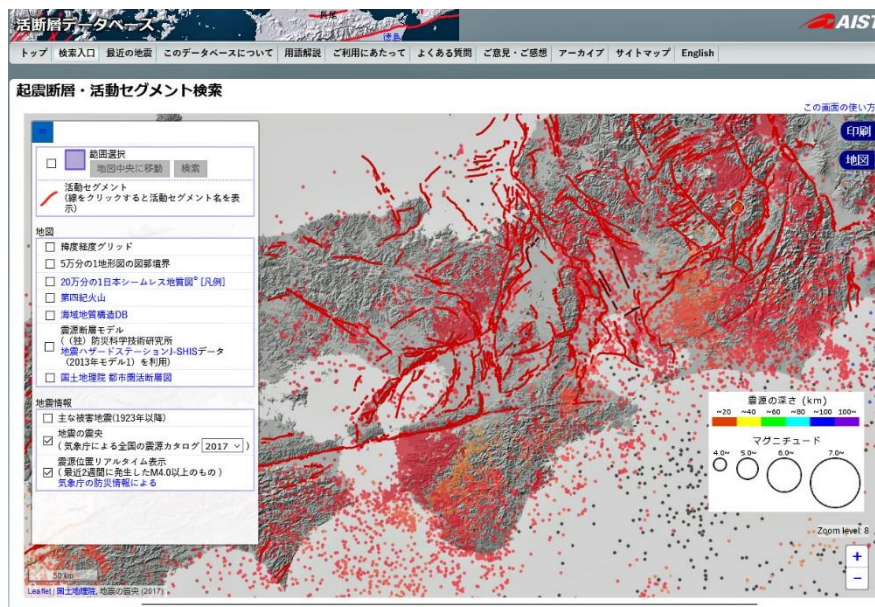


参照 URL: <https://gbank.gsj.jp/seamless/slope/>

図 6-15 産総研・地質調査総合センター:シームレス傾斜量図

(3) 産総研・地質調査総合センター:活断層データベースと公開サイト

地質図 Navi でも表示される活断層セグメントに関する情報は、専用のウェブサイトでも公開されており、そのデータはユーザに開放されている。



参照 URL: <https://gbank.gsj.jp/activefault/>

図 6-16 産総研・地質調査総合センター:活断層データベース

(4) 産総研・地質調査総合センター:ダウンロード・タイル提供サイト

地質図 Navi でオーバーレイできるデータの代表例を以下に略記する（地質図などを略称で表示した）。

□ 1/20 万地質図幅:pdf、jpeg、geoTIFF、kml ; 大分、横須賀、新潟、静岡・御前崎、など

- 1/5 万地質図幅:pdf、jpeg、geoTIFF、kml、Shapefile ; 冠山、川俣、北川、南部、など
- 火山地質図:pdf、jpeg、geoTIFF、kml、Shapefile ; 九重、蔵王、桜島、など
- 陸域地質図 (1/20 万) :pdf ; 石狩低地帯南部沿岸域、福岡沿岸域、など
- 海底地質図 (1/20 万) :pdf ; 福岡沿岸域、新潟沿岸域、駿河湾北部沿岸域、など
- 地質図ラスタタイル:上記の地質図などはラスタ (地図) タイルで公開されている。

参照 URL: <https://gbank.gsj.jp/datastore/>

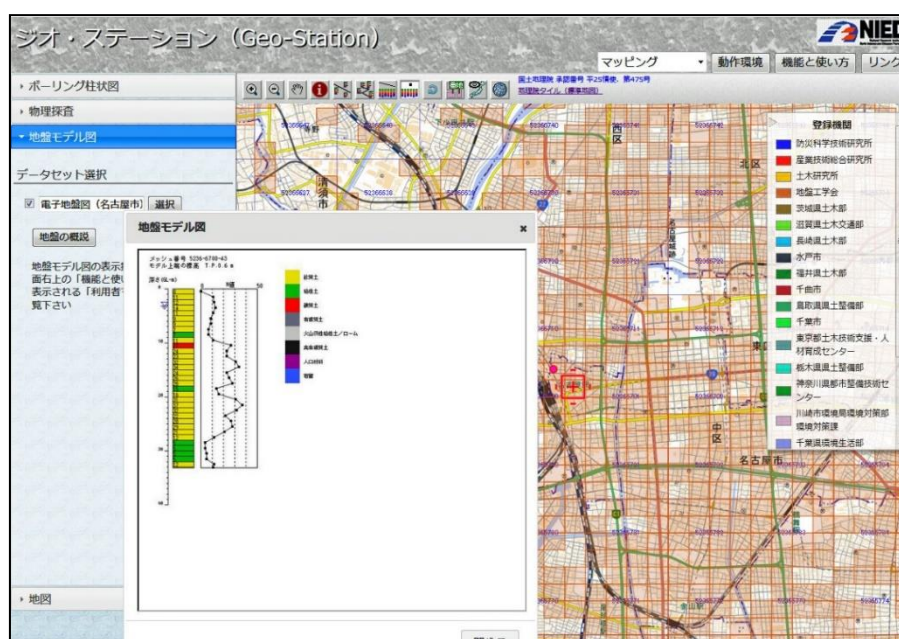
参照 URL: <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>

(5) 全国電子地盤図

「全国電子地盤図」は、(公社)地盤工学会の「表層地盤情報データベース連携に関する研究委員会」の研究活動の成果であって、表層地盤の 250m メッシュ地盤モデルである。

北海道 (札幌市)、東北地方 (仙台市など 4 地域)、関東・甲信地方 (東京都など 11 地域)、北陸地方 (新潟市など 7 地域)、中部地方 (名古屋市と静岡県)、関西地方 (大阪市など 3 地域)、中国地方 (広島市など 2 地域)、四国地方 (松山市など 3 地域) 及び九州地方 (福岡市) の合計 33 地域が公開されている。

2017 年度まで地盤工学会の専用サーバから公開されていたが、2018 年 4 月から防災科研のジオ・ステーション (Geo-Station) に移管された。



参照 URL: <https://www.geo-stn.bosai.go.jp/>

図 6-17 全国電子地盤図の例 (名古屋駅付近)

(6) 国土交通省:土地分類・水調査成果

国土交通省土地・水資源局国土調査課から、「土地分類・水調査」として地形分類図、表層地質図、土壌図及び土地分類基本調査[垂直調査]の各成果が公表されている。このうち、垂直調査は『近年の大都市圏を中心とする地下利用や地震をはじめとする地盤災害に適切に対処するため、従来の面的な土地分類調査に加えて、垂直方向 (地下) の地質状況や土地利用等の現況を明らかにし、地下の適正な利用及び地盤災害 (地震に伴う液状化、軟弱

土地分類調査・水調査 **土地分類基本調査（普通調査）**

土地区分登録画面（通目選択） ▶

調査対象地：平成14年度～平成14年度
調査年度：西暦

市町村別：千葉県、稲毛区、旭区、佐倉市の町(1)2700m2

地上を地下で覆われる面積や地質年表はじめてする地域調査への対応に資するため、土地の露出方向（地下）の露出環境として、地層状況（地下の地層が露呈）と土地利用する位置を行ったものとする。

土地区分
(F)
(Au _a)
(Au)
(Ag)
(Ac)
(As _c)
(Ds)
(Dc)
(Dg)
(H)
(Th)
(G)

注釈

備考エリア - CG

地層状況 [?] 中野川 [?] 足利川 [?]

一般に公開されている情報を以下に列記する。

- ☐ 50 万分の 1 土地分類基本調査
- ☐ 20 万分の 1 土地保全基本調査及び土地保全基本調査
- ☐ 5 万分の 1 都道府県土地分類基本調査
- ☐ 土地分類基本調査（垂直調査）
- ☐ 土地履歴調査
- ☐ 災害類型別土地保全基本調査
- ☐ 土地分類調査（細部調査）

- ☐ 主要水系調査（更新調査:2003 年～）
- ☐ 主要水系調査（更新調査:1966 年～2002 年）
- ☐ 都道府県水調査
- ☐ 全国地下水資料台帳調査
- ☐ 地下水マップ

□ 地下水の見える化調査（地下水図面化手法調査）

（GIS Data （Shapefile のダウンロード）

□ 50 万分の 1、20 万分の 1、5 万分の 1 土地分類基本調査

□ 土地履歴調査

□ 20 万分の 1 土地保全基本調査

□ 20 万分の 1 シームレス土地保全図

□ 主要水系調査（一級水系） 利水現況図

(7) 国土交通省:国土数値情報

国土形成計画、国土利用計画の策定等の国土政策の推進に資するために、地形、土地利用、公共施設などの国土に関する基礎的な情報を GIS データとして整備したものである。そのうち公開が差し支えないものについて「地理空間情報活用推進基本法」等を踏まえ、国土交通省国土政策局の「国土数値情報ダウンロードサービス」から無償で公開・提供されている。

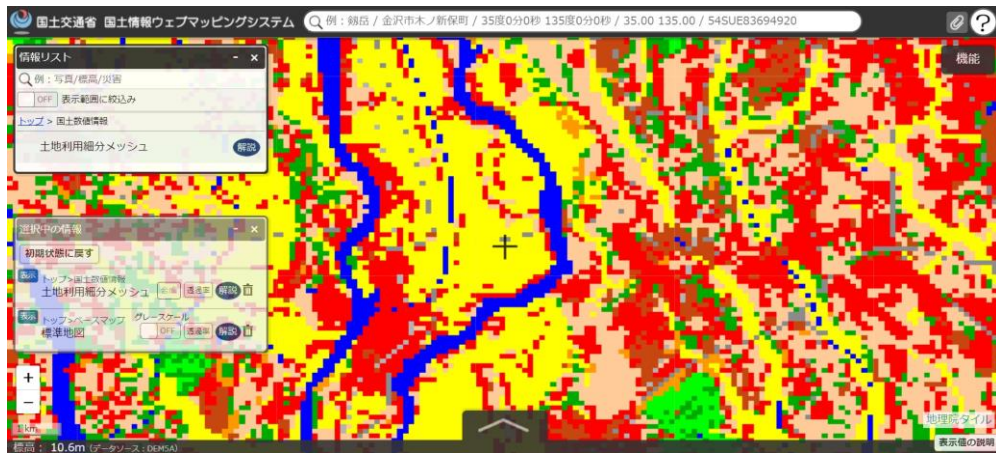
公開されている GIS データは、高速道路網、国道や都道府県道、バスルート、鉄道網と駅、公共施設、土砂災害警戒区域、特殊土地帯などとなっている。また、データ形式はユーザが二次利用しやすい Shapefile 形式などとなっている。



参照 URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/>

図 6-19 国土数値情報ダウンロードサービス

「国土数値情報ダウンロードサービス」で公開・提供されている GIS データは、国土交通省国土政策局が管理運営する「国土情報ウェブマッピングシステム」で閲覧することができる。



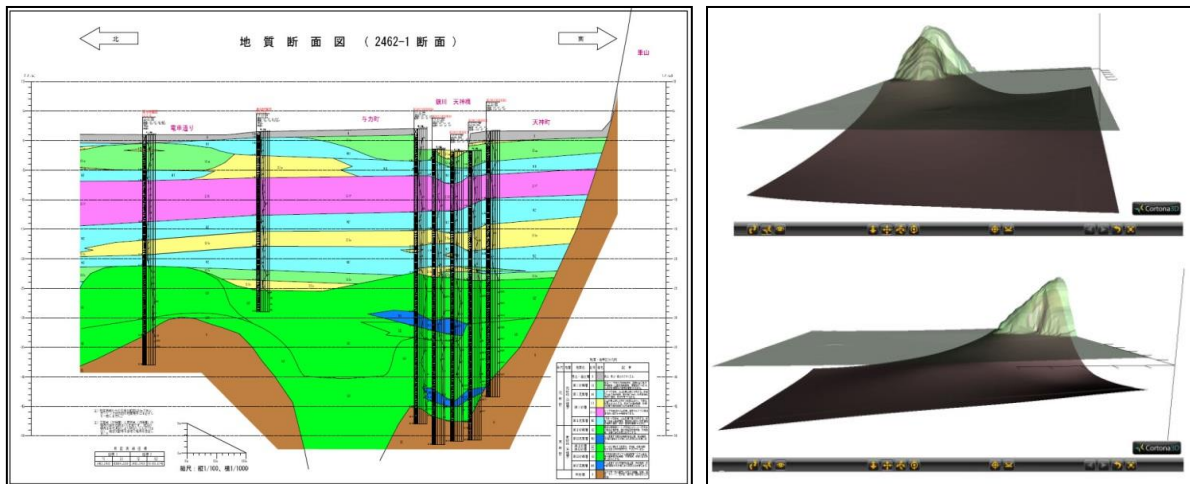
参照 URL: <https://nlftp.mlit.go.jp/webmapc/mapmain.html>

図 6-20 国土情報ウェブマッピングシステムによる表示例

(8) こうち地盤情報公開サイト

こうち地盤情報公開サイトでは、高知市、香南市、南国市、土佐市、須崎市、中土佐町および黒潮町の各市町域について 146 の地質断面図と、102 の 3 次元地質モデルを公開している。何れも当該範囲で得られた国土交通省、高知県と各市町のボーリングデータ (XML) と、非公開の建築確認ボーリングの成果から推定された成果である。

本サイトでは、総務省が 2012 年度に実施した「情報流通連携基盤の地盤情報における実証 (高知「選定フィールド実証」)」で開発された「情報流通連携基盤・地盤情報共通 API」を利用して、同事業で整備した高知県内の地盤情報を一般に公開・提供している。



参照 URL: https://publicweb.ngic.or.jp/etc/kochi/documents/kochi_jiban.html

図 6-21 こうち地盤情報公開サイトから公開されている地質断面図と 3D 地盤モデル

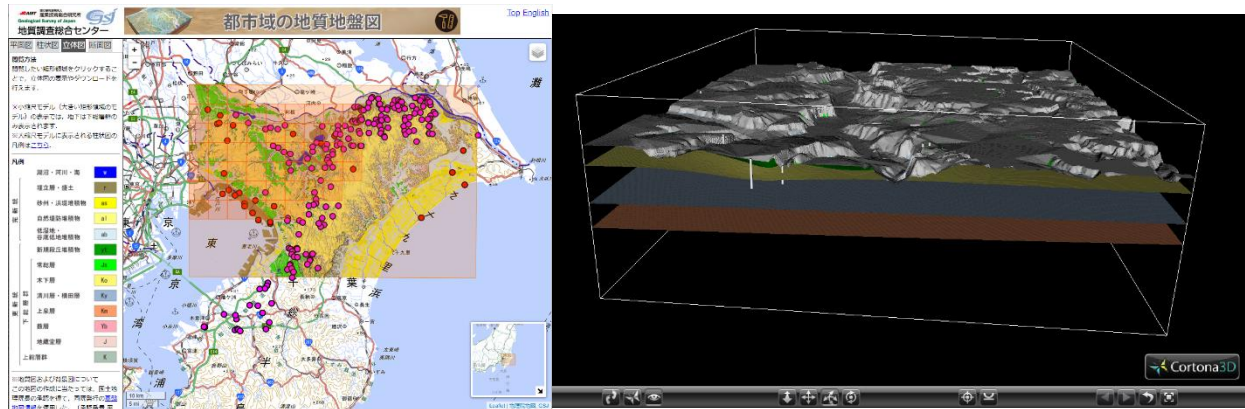
6.4.3 3 次元地盤図の公開事例

(1) こうち地盤情報公開サイト

こうち地盤情報公開サイトでは、ボーリング、地質断面図等とともに、3 次元地盤モデルを公開している。図 6-21 を参照されたい。

(2) 産総研・地質調査総合センター:都市域の地質地盤図

都市域の地質地盤図は、ボーリングデータ等をもとに地層分布を3次元解析することによって作成した地質図である。地層の3次元分布形態を平面図・断面図・立体図で表示できる。現在、「東京都都区部」、「千葉県北部地域」を対象にデータ公開されている。



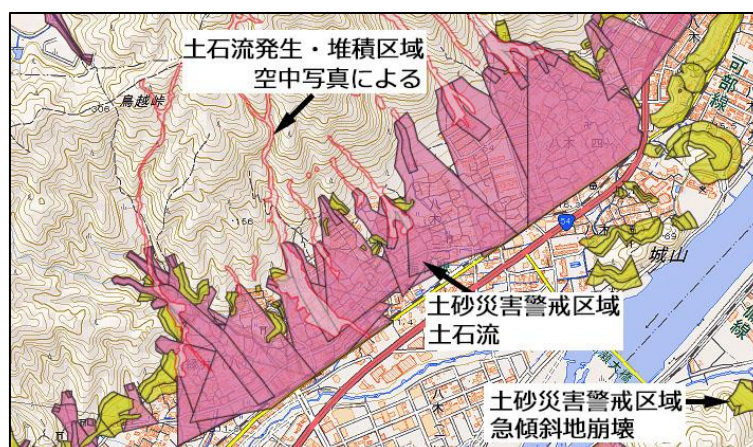
参照 URL: <https://gbank.gs.j. jp/urbangeol/>

図 6-22 都市域の地質地盤図（千葉県北部地域）

6.4.4 地質に係わるハザード情報の公開事例

(1) 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律

平成 23 年 5 月 1 日、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律の一部が改正された。従来は、都道府県知事が「土砂災害警戒区域」や「同特別警戒区域」を指定することに重視されていたが、改正により『天然ダムや火山の噴火に伴う土石流及び地滑りといった、大規模な土砂災害が急迫している場合、特に高度な専門的知識及び技術が必要な場合は国が、その他の場合は都道府県が緊急調査を行い、被害の想定される区域と時期に関する情報（土砂災害緊急情報）を関係市町村へ通知すると共に一般に周知することとなります。これにより、市町村長が災害対策基本法に基づく住民への避難指示の判断を適切に行うことが可能となり、土砂災害から国民の生命・身体のプロtectionがより一層図られることが期待されます。（引用、国交省）』という効果が期待できる。



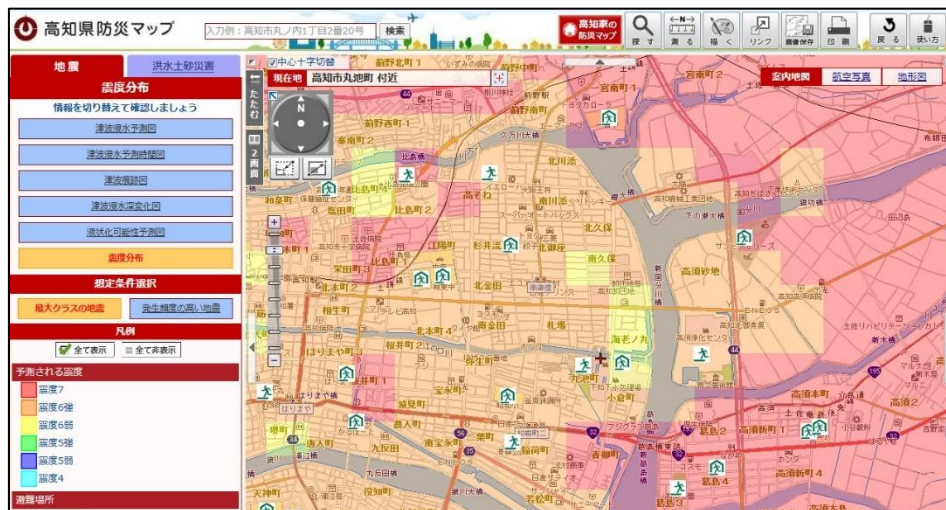
参照 URL: <https://www.web-gis.jp/GS-Tilemap/GUPITileMaps.html>

図 6-23 土砂災害警戒区域図（土石流）と実際に発生した土石流の範囲（例）

(2) 地震の揺れや液状化に関わるハザード情報

地震時にどのくらいの揺れや被害が想定されるか、といったハザードに関する情報が内閣府中央防災会議や各都道府県から公開されている。しかし、2011年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）の発生によって、現在、各地震断層などの位置や規模など見直しが行われており、その成果を受けて各地での地震シミュレーションが新たに行われ、各ハザードマップ類は順次更新されている。

したがって、常に最新の情報に留意を払い、情報やマップ類が更新された場合は、そのハザード情報を基にしたコンサルティングを行う必要がある



参照 URL: <http://bousaimap.pref.kochi.lg.jp/>

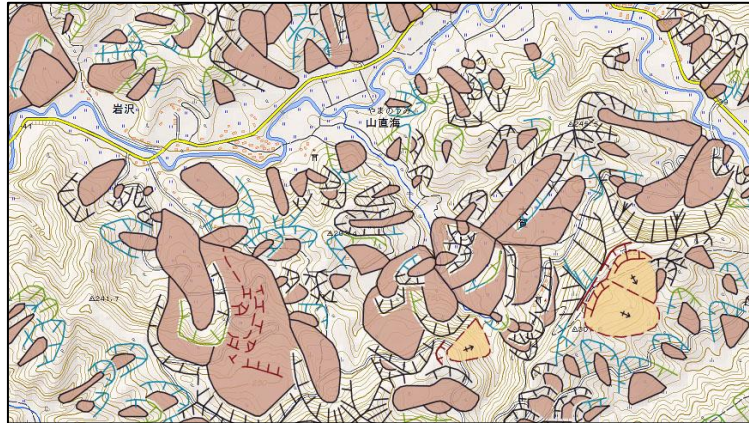
図 6-24 震度分布図の例

(3) 地すべり地形図

防災科研から公開されている地すべり地形図の目的及び特徴を以下にまとめる。

- 地すべり地形図は、地すべり変動によって形成された地形的痕跡である「地すべり地形」を空中写真で実体視することによって地形判読し、地形図上にその分布状況を示したものである。
- 本分布図により、過去に地すべり変動を起こした場所やその規模及び変動状況などの詳細を把握することができる。
- 本図は、地すべり研究の基礎的なデータ整備を目的に開始したが、将来的に地すべり変動の発生場所を予測するためにも必要となる情報である。

地すべり地形図は J-SHIS (地震ハザードステーション) で閲覧することができる他、「地すべり地形 GIS データ:ダウンロード」ページからは、二次利用可能な Shapefile を入手することができる。



参照 URL: <http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>

図 6-25 地すべり地形図の例（高知県）

6.5 ボーリングデータ目視確認（チェック）支援ツール

（1）地盤情報検定制度に伴う「事前チェックシステム」

地盤情報の検定を依頼する際の事前チェック用ツール（ウェブサイト）である。HDD 内に作成した「CD-R イメージ」に対しても使用することができる。

- ツール名:掘削位置の地図チェック（電子地図使用）
- 公開主体:（一財）国土地盤情報センター
- アクセス先:https://ngic.or.jp/D_AidSystem/D_AidMapCheck.html
- 特徴:・ボーリング交換用データに登録されている掘削位置を「地理院地図（地理院タイル）」上で目視チェックできる。

掘削位置の地図チェック [ボーリング交換用データ]

掘削位置の地図チェック [ボーリング交換用データ]

管理ファイル (必須ではありません)

ボーリング交換用ファイル (複数選択可)

ボーリング交換用データ
ボーリングNo./総数
No.23-10
DTD Version
E00100.DTD
掘削経度 (10進数)
136度40分31.0000秒 (136.675278)
掘削緯度 (10進数)
35度00分24.0000秒 (35.006667)
測地系
1 [世界測地系 (JGD2000)]
孔口標高
-0.80
掘削孔深
37.41
ボーリングNo./総数
No.23-14
DTD Version
E00300.DTD
掘削経度 (10進数)
136度40分53.0000秒 (136.681389)
掘削緯度 (10進数)
35度00分31.0000秒 (35.008611)
測地系
1 [世界測地系 (JGD2000)]
孔口標高
-6.23
掘削孔深
56.33
ボーリングNo./総数
No.23-17
DTD Version
E00300.DTD
掘削経度 (10進数)
136度41分06.0000秒 (136.685)
掘削緯度 (10進数)
35度00分31.0000秒 (35.008611)
測地系
1 [世界測地系 (JGD2000)]
孔口標高
4.24
掘削孔深
62.35

地図 地図+写真 GSI Maps 地理院地図

地図開タイル 画像は解像度で縮小されている場合があります 100 m 利用規約

ボーリング交換用データを読み込んだ際、表示される文字や数字が乱れている場合は、お手数ですが再読 [読み込みボタン] をクリックして下さい。

> 掘削位置の地図チェック [ボーリング交換用データ]

図 6-26 掘削位置の地図チェック（電子地図使用）

(2) ボーリング位置 座標読取りツール-1

掘削位置の座標（緯度・経度）を、電子地図上で読み取れるウェブサイトであって、パーソナルコンピュータ用のサイトとスマートフォン用のサイトが開設されている。

- ツール名:位置座標読取り・確認ウェブサイト
- 公開主体: (元、NPO) 地質情報整備活用機構 (以後、GUPI)
- アクセス先:https://www.web-gis.jp/MapsInfo/latlon_v6.html
- 特徴:
 - ◆ 背景図として「地理院地図 (地理院タイル)」、「OpenStreetMap」、「Google Maps」、「Google 空中写真」が選択できる。
 - ◆ 座標読み取りは「度」(十進表記)と「度分秒」に対応している。
 - ◆ 地図中心点の「標高」、「住所」と「地図メッシュコード」の取得が可能である。
 - ◆ 以下のコンテンツをオーバーレイ (重ね描き) できる。
色別標高図、電子国土基本図 (オルソ写真)、国土画像情報 (第1期)～(第4期)、関東地方迅速測図 (明治初年)、シームレス地質図 (詳細版)

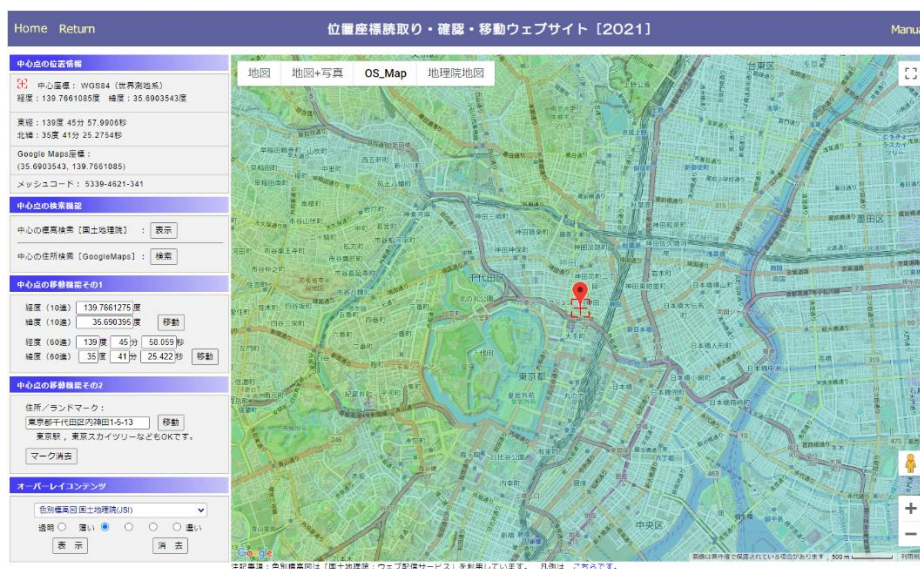


図 6-27 位置座標読取り・確認ウェブサイト

(3) ボーリング位置 座標読取りツール-2

- ツール名:地理院地図 (電子国土 Web)
- 公開主体:国土交通省 国土地理院
- アクセス先:<http://maps.gsi.go.jp/>
- 特徴:中心位置の「概略住所」、「座標 (緯度・経度)」および「標高」などを知ることができる。併せて、以下のコンテンツを閲覧することができる。
 - ◆ 都市圏活断層図、明治前期の低湿地、土地条件図、沿岸海域土地条件図、火山土地条件図、宅地利用動向調査、写真 (オルソ写真、単写真)、東日本大震災後オルソ画像、など。

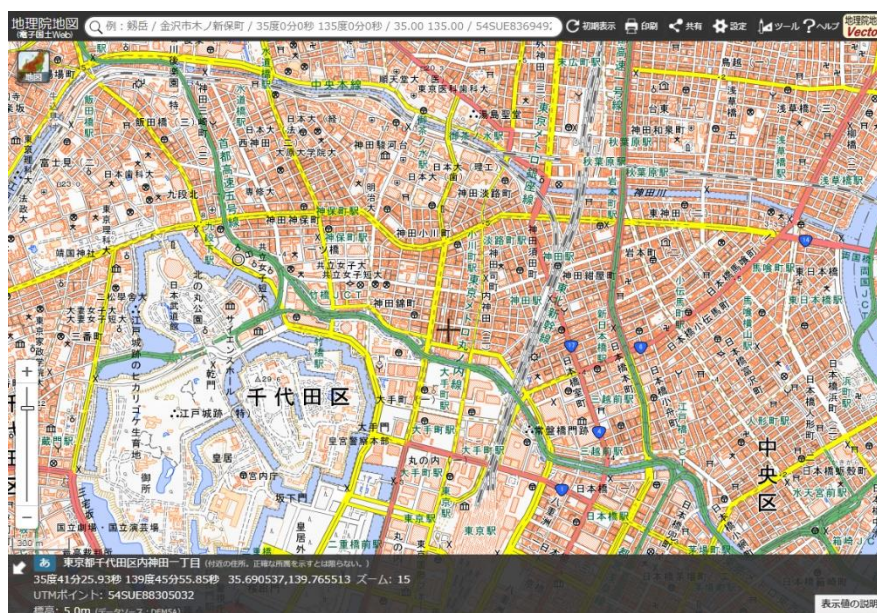


図 6-28 地理院地図（電子国土 Web）

(4) ボーリング交換用データの目視確認ツール-1

- ツール名:柱状図ビューア
- 公開主体:中央開発株式会社
- アクセス先:<http://g-cube.ckcnet.co.jp/geobuildviewer.html>
- 使用方法:圧縮ファイルをダウンロードして任意のフォルダに保存し、複数のファイル群に解凍する。マニュアルが保存されているので、それに従って操作する。ボーリング交換用データの最新版（平成 28 年 10 月版、BED0400.DTD）に対応している。
- 特徴:（一財）国土地盤情報センターが実施する「地盤情報検定」において、再現性のチェック用のツールとして使用するよう推奨されている。



（左）ボーリング交換用データ（XML:DTD400）をビューアで図化した例
 （右）土質試験結果一覧表データ（XML:DTD400）をビューアで図化した例
 図 6-29 ボーリング交換用データ、土質試験結果一覧表データの図化例

(5) ボーリング交換用データの目視確認ツール-2 (BED0400.DTD 対応)

- ☐ ツール名:JG ビューア
- ☐ 公開主体:サザンテック株式会社
- ☐ アクセス先:<http://www.southerntec.jp/sp.html>
- ☐ 使用方法:アクセス先に使用方法とダウンロード方法などが掲載されているので、それに従って処理・操作すること。

(6) ボーリング交換用データの目視確認ツール-3 (BED0400.DTD 非対応)

- ☐ ツール名:ボーリングデータ品質確認システム及びボーリング柱状図表示システム
- ☐ 公開主体:防災科研
- ☐ アクセス先:<https://www.geo-stn.bosai.go.jp/software/boring/index.html>
- ☐ 使用方法:アクセス先に使用方法とダウンロード方法などが掲載されているので、それに従って処理・操作すること。
- ☐ 注意:2021 年 12 月現在、ボーリング交換用データの最新版 (平成 28 年 10 月版、BED0400.DTD) には非対応。

6.6 地盤情報の活用事例

6.6.1 災害発生時の地盤情報データベースの活用

(1) 地盤情報の活用事例-1:平成 30 年 (2018 年) 北海道胆振東部地震 [復興支援] ボーリング柱状図 緊急公開サイト [閉鎖]

このウェブサイトは、平成 30 年 (2018 年) 北海道胆振東部地震からの復興を支援するために、緊急公開されたものである。関係者の了解の下、誰でも自由にアクセス可という条件により一般公開され、2019 年 7 月末日で閉鎖された。

公開されたボーリング柱状図は、以下の 3 機関でまとめられた成果である (表 6-2 参照)。

- ☐ 国土交通省 (北海道開発局): 国土地盤情報公開サイト・KuniJibanからの公開データ (ボーリング交換用データ及び電子柱状図)。
- ☐ (公社) 地盤工学会・北海道支部: 過去に有償発行された「北海道地盤情報データベース Ver.2003 (CD)」に掲載されたデータ (MS-Acess のデータを電子柱状図に変換)。
- ☐ (一社) 北海道地質調査業協会: 独自に収集整理したデータ (電子柱状図)。

緊急公開サイトは、地図検索方式で、情報へのアクセスが可能である。電子地図上にボーリング (掘削) 地点がマークで表示され、マークをクリックすると「地盤情報データベースの外部スキーマとして定義づけられているメタデータ」が表示される仕組みである。

さらなる特徴として、掘削地点マークにオーバーレイできる様々な地盤情報 (データ) が準備されており、オーバーレイ可能な情報のリストを表 6-3 に示した。

厚真町などの土砂災害現場では、ボーリングがほとんど実施されておらず、以下の情報が原因究明、復興計画の立案などに活用可能であった。

- ☐ 震災直後に撮影された正射画像
- ☐ 斜面崩壊・堆積分布図
- ☐ 地震赤色立体地図並びにデジタル標高地形図

札幌市清田区周辺の液状化発生地区では、以下の情報が有用であった。

- ボーリング柱状図
- 地形復元図
- 1916 年などに作成された旧 2 万 5 千分の 1 地形図（盛土前の地形図）

図 6-31、図 6-32 に、各種地盤情報を重ね合わせたオーバーレイ図の例を示す。

なお、各種地盤情報のオーバーレイ図（ボーリング柱状図を除く）については、以下の公開サイトで自由に選択、閲覧することが可能であり、ぜひ確認いただきたい。

参照 URL: <https://www.web-gis.jp/GS-Tilemap/GUPITileMaps.html>

表 6-2 緊急公開されたボーリング柱状図のリソース

実施団体	数量	PDF 提供	XML 提供
国土交通省（北海道開発局）	2,969 本	○	○
北海道・市町村・公共企業・団体・学会	12,827 本	○	×
北海道地質調査業協会	3,353 本	○	×
合計	19,149 本		

表 6-3 緊急公開サイトで準備されたオーバーレイ可能な地盤情報

情報（データ）名称	数量	出典
札幌市清田区の地形復元図（地形分類図）[1961 年撮影の空中写真の判読結果]	1	国土地理院:平成 30 年（2018 年）北海道胆振東部地震に関する情報
胆振東部地震厚真川地区正射画像（9 月 11 日）など、震災直後に撮影された正射画像	7	国土地理院
胆振東部地震斜面崩壊・堆積分布図	1	
胆振東部地震デジタル標高地形図厚真町付近	1	
胆振東部地震赤色立体地図厚真町付近	1	国土地理院・アジア航測（株）
旧 2 万 5 千分の 1 地形図（1916 年）など	5	今昔マップ on the web
色別標高図	1	国土地理院
最新写真（オルソ、シームレス）	1	
国土画像情報（第四期 1988～1990 年）など	2	
数値地図 25000（土地条件）	1	
都市圏活断層図	1	
治水地形分類図 更新版（2007～2014 年）	1	産業技術総合研究所
20 万分の 1 シームレス地質図 V2	1	
5 万分の 1 地質図幅「早来」	1	
北海道土砂災害警戒区域図（急傾斜地・土石流）	各 1	国土交通省・国土数値情報

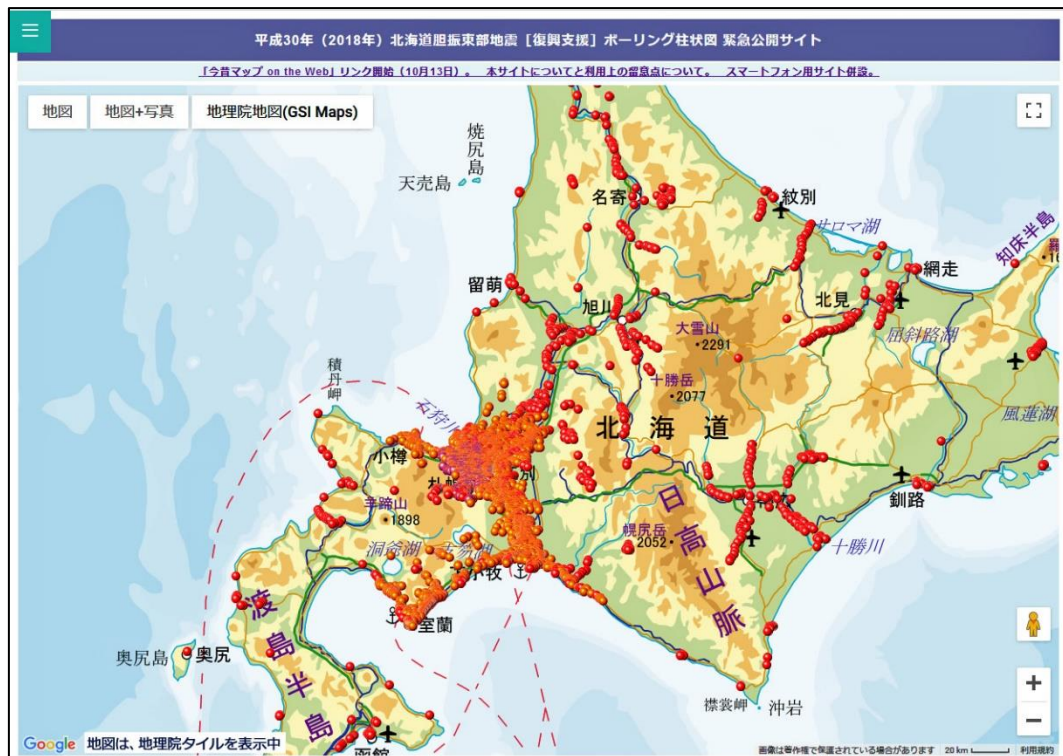
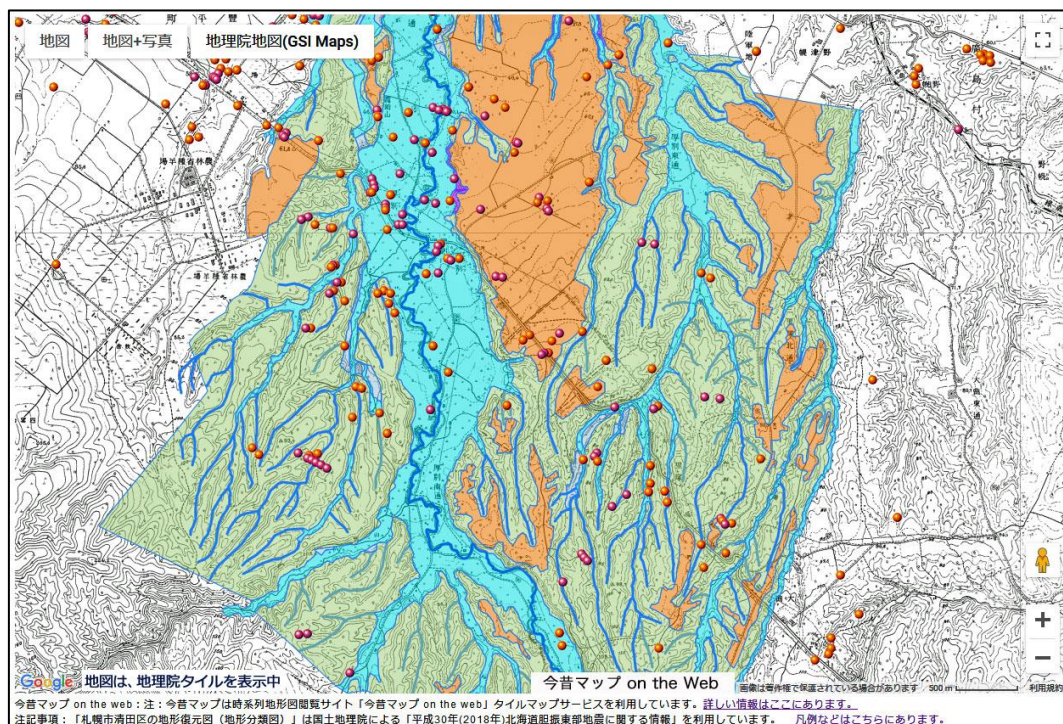
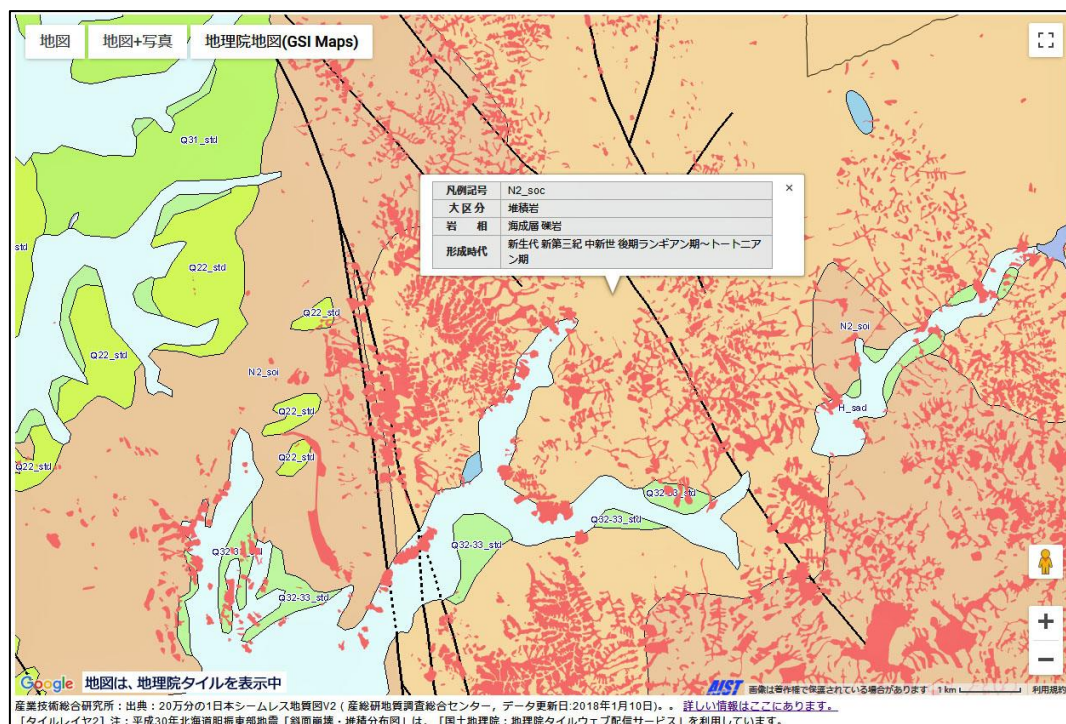


図 6-30 北海道胆振東部地震【復興支援】ボーリング柱状図 緊急公開サイト【閉鎖】



オーバーレイ:1935 年発行 1/2.5 万地形図 (今昔マップ)、清田区地形復元図 (国土地理院)

図 6-31 北海道胆振東部地震【復興支援】ボーリング柱状図 緊急公開サイト【閉鎖】



オーバーレイ:1/20 万シームレス地質図 V2 (産総研)、斜面崩壊・堆積分布図 (国土地理院)

図 6-32 北海道胆振東部地震〔復興支援〕ボーリング柱状図 緊急公開サイト〔閉鎖〕

(2) 地盤情報の活用事例-2:熊本地震 復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト〔閉鎖〕

平成 28 年 (2016 年) 熊本地震からの復興を支援するために、2016 年 4 月 16 日から 2017 年 6 月末まで期間限定で開設された Web サイトである。公開された地形情報、地盤情報を表 6-4 に示す。

表 6-4 熊本地震 復興支援サイトで公開された主な地形・地盤情報

情報の種類	内容と数量
ボーリング柱状図 (国土交通省)	熊本県内:5,586 本、大分県内:3,260 本
ボーリング柱状図 (地方公共団体等)	熊本県内:6,521 本、大分県内:1,792 本。両県の事前了解あり。
阿蘇地区などの正射 (オルソ) 画像	4 月 16 日撮影など 23 地区。ボーリングの背景図として表示。
土砂災害警戒区域図 (国土数値情報)	熊本県と大分県域の土石流渓流と急傾斜地。同上。
国土地理院や産総研の地図タイル	土地条件図、国土画像情報、シームレス地質図など 5 種類。同上。
国土地理院の土砂崩壊地分布図	熊本県と大分県における分布図の kml データ。
産総研の活断層データベース	布田川ー日奈久断層帯セグメントの kml データ。

なお、地盤情報緊急公開サイトについては、大規模な災害の発生に対応し随時緊急公開されている。

6.6.2 地形・地質調査・解析での活用

(1) 浅層地盤モデル作成（ボーリングデータの集約・高密度化）

地方公共団体等からボーリング情報が公開されているが、その多くは柱状図の内容を含む表記方法、経緯度の精度、ファイル形式等が様々であり、統一がとれていない。また、公開主体も異なるため、特定地域のボーリング柱状図を閲覧するために複数の公開サイトにアクセスしなければならないといった不便さがある。

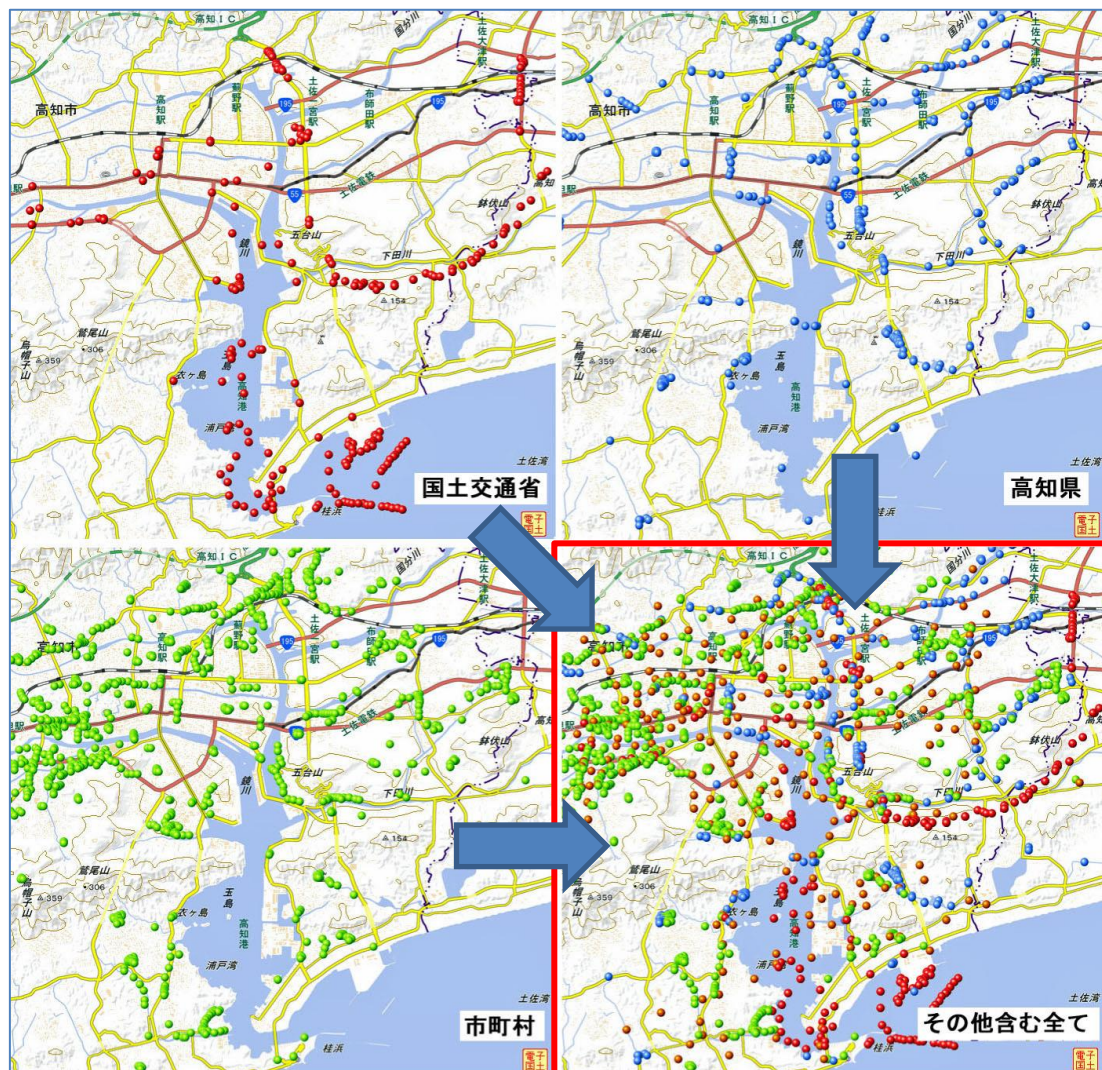
図 6-33 は、複数機関のボーリング柱状図を集約しており、以下のメリット等を実現している。

- 国土交通省、県、市町村が実施した公共事業の成果であるボーリング柱状図を集約して、データベースを構築し、1 つの窓口（ウェブサイト）から公開することにより、個別のウェブサイトを渡り歩く手間が省ける。
- ボーリング交換用データ、土質試験結果一覧表データを、国土交通省の電子納品要領で規定するフォーマットに統一したことにより、利活用には 1 つの閲覧用、解析用のソフトを準備すればすむ。
- 公開されているボーリング交換用データ、土質試験結果一覧表データの利用条件が「利活用可」となっており、様々な用途でのデータ利活用が可能である。

このようなボーリングデータの集積化・高密度化によるメリットの 1 つは、マイクロゾーニングとして、地震時の計測震度（揺れの大きさ）、液状化危険度予測を行うために必要な「浅層地盤モデル」を容易に作成できることである。

図 6-34 は、電子地図上に 6 次メッシュ（通称 125m メッシュ）を描画しており、ピンク色の着色は公開されているボーリングデータから浅層の動的地盤モデル（図中の「一次元地盤柱状モデル」）が推定できたメッシュ、無色は工学的基盤に達しているボーリングが存在しないために浅層地盤モデルが作成できなかったメッシュである。

これにより、既存のボーリングデータから浅層地盤モデルが作成できるエリアがわかるとともに、無色のメッシュについては新規ボーリングを含め追加のボーリングデータが必要であることがわかる。



参照 URL: https://publicweb.ngic.or.jp/etc/kochi/documents/kochi_jiban.html

図 6-33 ボーリングデータの高密度化（集積効果）の例

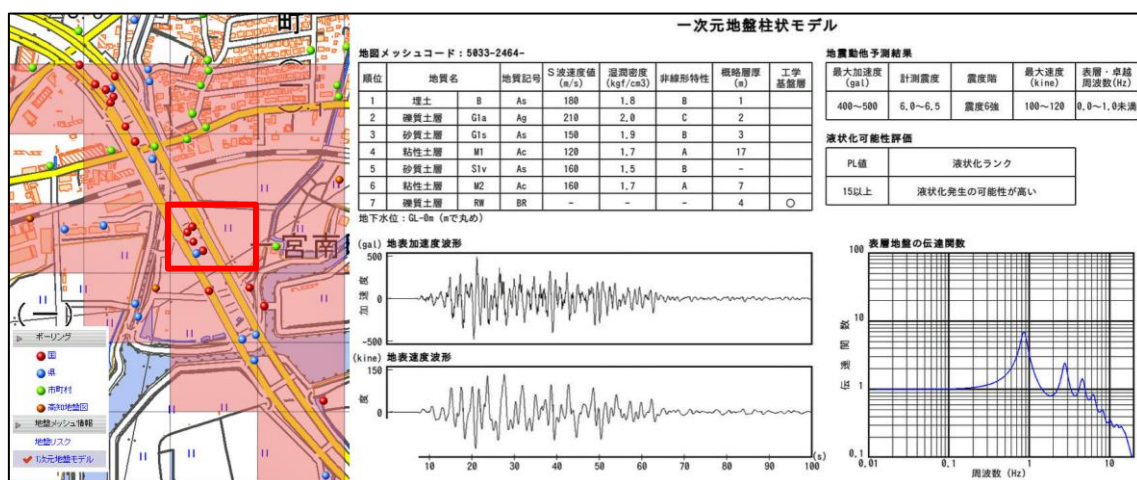


図 6-34 表層地盤の動的モデルと地震動シミュレーションの結果例（イメージ:非公開）

(2) 表層地盤モデルの作成（表層地質図、土地条件図等の利用）

ボーリングが存在しないメッシュで浅層地盤の動的モデルを作成する必要がある場合には、図 6-35 に示す表層地質図、土地条件図等を参照することが多い。同じ土地分類（例えば、谷底平野・はん濫平野）では同じ地質構成であると仮定し、その中の単独又は複数のボーリングデータから代表的な地盤モデルを作成して、土地分類カテゴリーに共通の浅層地盤モデルを適用する方法が考えられる。

この方法では、既存のボーリングデータと表層地質図又は土地条件図から、任意場所の浅層地盤の特徴を推定できるので、各種構造物の計画段階において、人工地震波を使用したシミュレーションを行って揺れの大きさ（計測震度）や液状化危険度の予測が可能となり、より適切な計画立案が可能となろう。



図 6-35 表層地盤モデルを作成する際に使用する土地条件図の例

6.6.3 防災分野（河川災害、地震・津波災害、斜面災害、火山災害、ハザードマップ、地質・地盤リスクの評価など）での活用

(1) 断層など地質リスク発見（ボーリングデータの利用）

図 6-36（右）は宮城県から公開されているボーリングデータを入手し、(国研) 産業技術総合研究所から無償提供されている「ボーリング柱状図解析システム」を利用して作成した集合柱状図である。柱状図群の中に記載した A 点や B 点の部分境界にして、左右柱状図の土質記号や地層傾斜が異なっており、これらの部分に断層（不整合）が存在していると想定される。これを確認するために、国土地理院の都市圏活断層図を入手してボーリング地点を重ね合わせて作成したものが図 6-36（左）である。これによると、A 点は「大年寺山断層」に、B 点は「長町ー利府断層」にほぼ一致することがわかった。

この例は、都市圏活断層図の存在する場所であるが、比較参照できる図面のない場所でも集積化したボーリング交換用データ（XML）が存在すれば、可視化、解析等により、地質リスクの早期発見が可能になるとも考えられる。

(3) 危険箇所の把握（地盤情報、ハザード情報の利用）

図 6-38 は「図 6-23 土砂災害警戒区域図(土石流)と実際に発生した土石流の範囲(例)」と同じ場所の図面である。

図 6-38 (右) は公開されている 10mDEM を Kashmir3D で処理した段彩図であって、出典先には「少なくとも 3 箇所で土石流堆積物（沖積錐）の痕跡が存在しており、地質学的年代のスケールで見た場合、この地区においては土石流がしばしば発生しているものと想像できる」という意味の記載がある。

このように既に公開されている地盤情報や地質に係るハザード情報を入手し、しっかり読み解くことで、自然災害の危険性（危険箇所など）をある程度予測できるという利用の仕方がある。



(左) 土砂災害危険箇所図＋土石流範囲図 (右) 標高段彩図＋土石流範囲図

参照 URL: https://www.web-gis.jp/GS_Topics/201408Hiroshima/index.htm

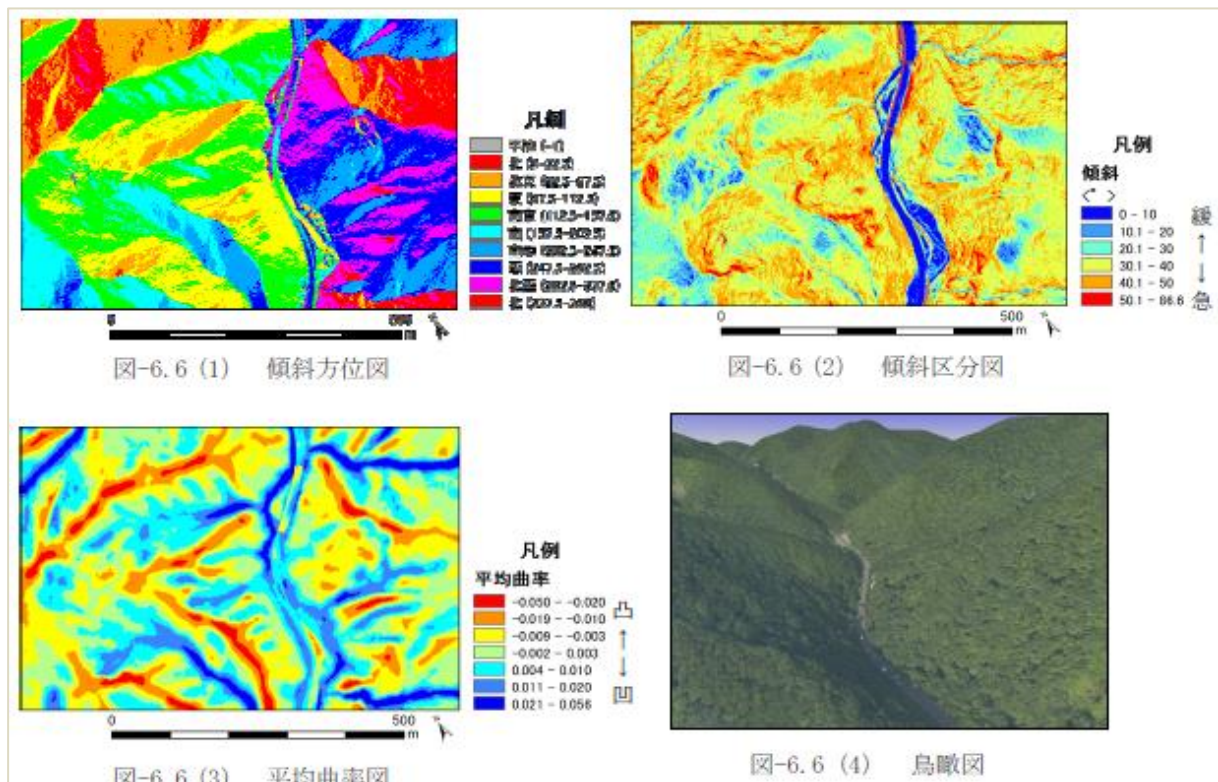
図 6-38 危険箇所を把握しやすくなるメリット

6.6.4 施設・土構造物等の維持管理での活用

(1) 地形判読による災害要因の抽出（航空レーザ測量データ活用）

道路防災点検では、落石・崩壊、岩盤崩壊、地すべりや土石流などの多様な災害が発生するおそれがある場所を抽出するとともに、現地踏査（安定度調査）によって発生の可能性や規模等を判定して的確な防災対策や定期点検に繋げる必要がある。広範囲を見逃しすることなく把握するためには、空中写真や航空レーザ測量データなどを用いた地形判読が有効である。

従来手法では、地理院地形図や森林基本図（縮尺 1/5,000～1/25,000）、空中写真（縮尺 1/2,000～1/40,000）による地形判読が主流であったが、近年、航空レーザ地形図、微地形表現図など活用した地形判読により、対象地域全域の微地形をむらなく、精度よく把握することが可能となっている。また、航空レーザ測量データは、デジタル（数値標高データ）であることから斜面勾配、高さ等も定量的に把握することができ、専門技術者の判断のばらつきや見逃しも低減できるメリットがある。



参照 URL: <https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/lec-road/docs/guidance-rain-snow.pdf>

図 6-39 航空レーザ測量データを活用した地形量図の表現

航空レーザ測量データに関しては、G 空間情報センターから検索・ダウンロードが可能である（航測会社による有償版も含む）。

参照 URL: <https://www.geospatial.jp>

また、(公財)日本測量調査技術協会が運営する「航空レーザ測量データポータルサイト」からは、過去に実施された航空レーザ測量の実施範囲などが確認可能である。

参照 URL: <https://sokugikyo.com/laser/>

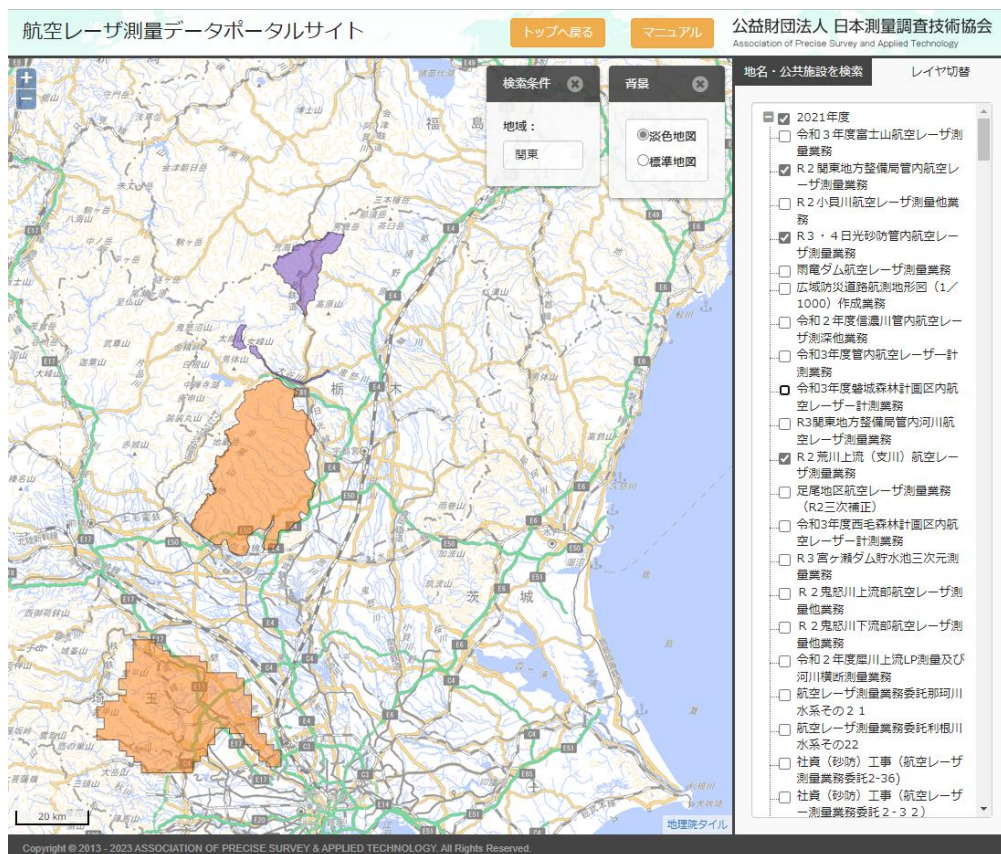


図 6-40 航空レーザ測量データポータルサイト

航空レーザ測量データから作成された地形図等を利用する際には、計測計画や地表被覆状況等によって抽出できる微地形が異なるため、以下の点に留意する。

- 公共測量作業規程に基づく航空レーザ測量であるかを確認し、地図情報レベルを確認する。
- グリッドデータ（DEM）による微地形表現図等を利用する場合、表現できる微地形はその解像度に依存するため、使用されている DEM の格子間隔を確認する。
- 航空レーザ測量の特徴は、樹木のある地域でも植生を透過して地表面を直接計測できることにある。ただし、常緑広葉樹林や落葉期以外では、レーザパルスが地盤に到達せず、十分に地形面を再現できない場合もあるので注意が必要である。
- 災害時データ等では、植生等を除去する「フィルタリング」が簡易的にしか行われていない場合もあるので、判読に用いる場合は植生や地物の残存がないかに留意する。
- 通常の航空レーザ計測機器は水に吸収または水面で反射されやすい近赤外波長を使用しており、湖沼等はデータ欠損となることに留意する。
- 急崖部では、鉛直方向からのレーザ照射では十分な点群密度が得られず、詳細地形が把握できないことがある。
- DEM ではオーバーハング部が表現できないため、場合によりグリッド化前の点群データを利用する。
- 上記を踏まえ、目的に応じた地形情報が適切に再現されているか等について、必要に応じて現地調査も行い確認する。