

## 座談会



# DX : Digital Transformation

- 日時：2022年8月2日（火） 14時45分～17時00分
- 場所：如水会館3階「富士の間」

### 【参加者】

- 国土交通省 水管理国土保全局治水課企画専門官  
(前国土交通省 関東地方整備局 荒川下流河川事務所長) ..... 早川 潤  
国立研究開発法人土木研究所理事 ..... 佐々木 靖人  
京都大学名誉教授、一般財団法人国土情報センター 理事長 [web 参加] ..... 大西 有三  
東京大学大学院工学系研究科特任准教授 ..... 全 邦釘  
応用地質株式会社 メンテナンス事業部 技術部長 ..... 小松 慎二  
一般社団法人全国地質調査業協会連合会 会長 ..... 田中 誠  
一般社団法人全国地質調査業協会連合会 技術委員長 ..... 重信 純

### 【司会】

- 一般社団法人全国地質調査業協会連合会 編集委員長 ..... 鹿野 浩司

### 【ファシリテーター (FA)】

- 一般社団法人全国地質調査業協会連合会 編集委員 ..... 谷川 正志 (敬称省略)

司会：今日は暑い中、また新型コロナウイルス拡大という中で、一般社団法人全国地質調査業協会連合会、技術機関紙『地質と調査』の座談会にご参集いただき誠にありがとうございます。私は『地質と調査』の編集委員会の委員長をしております、鹿野と申します。本日はよろしくお願いいたします。

『地質と調査』は1979年に創刊しまして、そのときの小特集のテーマが「ビッグプロジェクトと地質

調査」ということで、本四架橋など、高度経済成長期の開発がテーマでございました。現在の『地質と調査』は年2回発行いたしまして、今年11月発行予定のものが通巻160号となり、そのテーマがDX（デジタルトランスフォーメーション）となっております。

DXということではなかなか分からないことも多く、編集委員会の中で議論いたしまして、今回の座



談会企画となりました。皆さまの闊達な議論となることを期待しております。

そうしましたら、さっそく座談会に入っていきたいと思えます。FAの谷川さん、よろしくお願いいたします。

FA：それでは、私から地質調査業を取り巻く状況ということで、最初にお話しさせていただきます。総生産年齢人口の推移予測では、2020年から2050年にかけて28.2%の減少ということで、総人口と比例してわれわれ労働人口が少なくなる。これは間違いのない事実です。だから、働き方や取組み方を変え、魅力のある業界にしなければいけないという、1丁目1番地について、冒頭にお示しをしました。これに伴って、建設業の需給バランスも残念ながら右肩下りの状況が見えておりますので、早期に手を打たなければとても間に合わないと思われま。ところが、私も地質調査業の中の真ただ中におりますが、DXが革新的に進んでいるという実感はありません。データ化というものを見ても、目の前の一つのデジタル化が網羅的に進んでいるような感覚はありません。これをどうやって加速化させていくかということが、今回の議題の一つであると考えています。



次に Society 5.0 の話です。サイバー空間にビッグデータを取り込み、AI解析により現実空間に生かしていく。目指すべき未来の社会は、漠然とは分かりませんが、これをどうやって具現化していくのか。我々の業界にどう取り入れていくのか。ここには沢山の課題があると認識しています。

DXの取り組みの例と致しまして、国土交通省におけるインフラ分野のDX(図1)では、行動のDX, 知識・経験のDX, 「モノ」のDX, この三つのDXで安全・安心で豊かな生活を実現するという考えを示しています。行動のDXでは、クラウドを介して現場と事務所を繋ぐことで、仕事の効率化を実現するというものです。インフラ分野におけるAIの活用事例では、熟練技術者の経験知もデータ化することにより、経験知が沢山データ化できます。一方で、暗黙知も含めて我々はデータ化されていないものも沢山持っていますので、このことが今一つ進んでいない事項です。この議論についても後ほどしたいと思います。



図1

BIM/CIMをマネジメントに使う事例では、地上と地下の3次元モデルをメンテナンスに使っていくことでマネジメントに繋げる仕組みが示されています。地盤の3次元化は、我々に課せられた大きなテーマの一つでもあります。

インフラ分野のDXでは、関連データを連結・統合し、効率化に活用されていくものだと思います。これを具現化していくために、地質調査業は何ができるのかを議論したいと思います。

そこで、今日のテーマです。まずDXの動向のご紹介ということで「荒川下流における河川管理のDX」, 「i-Constructionの寄付講座の最近の動向」, 次に、「地質リスクマネジメント」の流れで、それぞれを早川さん、全さん、佐々木さんにお話させていただきます。その後、課題1として「地質調査業に



図 2



図 3

**本日の座談会 議事次第**

【DXの動向のご紹介】

荒川DX	早川 企画専門官 (10分)
i-Construction寄附講座の最近の動向	全 先生 (10分)
地質リスクマネジメントについて	佐々木理事 (10分)

議題 1 : 地質調査業におけるDXとは? ディスカッション : 20分

議題 2 : DX時代のi-Constructionとしての地質調査業の取り組みは?  
話題提供 : 調査技術の情報化について 大西先生 (5分)  
ディスカッション : 20分

議題 3 : DX時代の地質調査業の情報化とは?  
話題提供 : 地質調査業の情報化について 小松部長 (5分)  
ディスカッション : 20分

地質調査業におけるDXの展望 田中会長 (10分)

図 4

におけるDXとは何か」, 課題2として「DX時代のi-Constructionとしての地質調査業の取り組みとは何か」。課題3として「DX時代の地質調査業の情報化とは何か」いったことを順次、議論していこうと考えております。最後に、地質調査業における「DXの展望」を田中会長にお話ししてもらおうという流れでございます。

それではさっそく「荒川下流における河川管理のDX」について、早川さん、よろしくお願ひいたします。

早川 : それでは荒川下流の2年間で取り組んだ河川管理のDXについてご紹介します。従来の河川管内図はCADを使って図化し、冊子に製本したものです。これを現場になど持参して使っています。荒川下流の大きな特徴として首都高が荒川と中川の間に並走しているのですが、この首都高の下が全く図面で再現されないという河川管理上困った現状がございました。これはなぜかと申しますと、写真測量で取得した写真からトレースする作業になるので、首都高はトレースできるけれども下の堤防がトレースできないということが技術的な課題としてありました。これが、昨今レーザがさまざまな方法で取れるようになり、首都高の下もドローンやMMSのような車両で取得したり、また水面の下の地形もマルチビームの音響探測でできるようになってきたことで、現状をより正確に把握できるようになったというところが、一つの技術革新だと思っております。



図 5

従前は2次元で平面、横断、縦断などを使って立体を頭の中でイメージしながら仕事をしていましたが、受注者と発注者、ベテランと新人、あとは住民説明の場において、2次元で立体を正確に共有する



のは困難です。同じ3次元について話しているつもりでも、なかなか同じイメージで議論できていないことがありますので、3次元そのものを見て仕事をしたらどうかというところが重要ではないかと思えます。これができるようになると、現場でも河川管内図の重い冊子を持って行く必要もなく、タブレットや自分のスマホで3次元河川管内図は見られるようになっていく。また、ドローンも使えるようになりますと、災害対策室でその映像を見ながら指揮することも可能となり、現地踏査で人が地面で歩ける場所からの視点ではない、さまざまな視点で物事が見られるようになったというところが非常にDXだなと思っております。

河川管理のDXの目的です。デジタル空間とリアルな空間を一对一で構築するデジタルツインを作り、それを使うことで、先ほどのSociety 5.0に近いですが、あらゆる関係者がウェルビーイング、良い状態になっていくというところを目指すということです。また、現在の河川では非常にホットイシューですが、流域治水、あらゆる関係者で行動変容をしていくというツールとしても、非常にメリットがあると考えております。i-Constructionの取り組みを通じて、建設現場のほうではだいぶ3次元の有効活用ができておまして、来年度からBIM/CIMモデルも全国展開で標準化するところもあり、2次元CADから3次元CADはできているのですが、この後に維持管理という部分でちゃんと使えるかどうかという課題がありました。これをCADではなくGISを使うことで組み合わせるサイクルを作ったということが、荒川の河川管理のDXの特徴となっております。

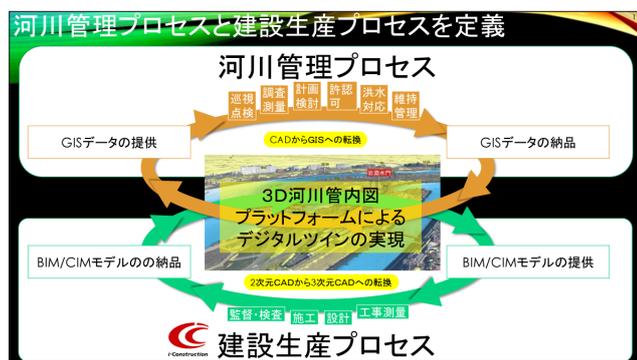


図6

多くの河川では堤防の天端に埋設されているけれども、荒川下流において先進的に光ケーブルが整備されたのですが、河川敷に埋設されています。河川敷にあるので洪水の度に水に浸かり、土砂でハンドホールが埋もれてしまってどこにあるか分からないとか課題があります。こういうものが、3次元管内

図の中で立体的に位置を把握できるようになりますと、河川敷の掘削工事で光ファイバーを切らないように施工ができることも非常にメリットがありますし、管理上もどこにあるか明らかになるというのは非常に良いことかなと思います。3次元河川管内図はインターネット上のウェブGISでも公開していますが、内部版も整備しております。こんな感じでウェアラブルデバイスをかぶると、ドローンのプロポと同様の操作で自由に3次元空間に入ってBIM/CIMモデルとかも現地の都市モデルと一体の状態で見ることができますし、このように空から鳥瞰的に見ることもできるので、3次元空間が非常に有効に管理で使えることがわかりました。



図7

さらに荒川のDXは持続可能でなければならないということで、「荒川デジタルツイン構築運用方針」という冊子をまとめて方針を定めました。あとは特記仕様書で、業務、工事、あらゆる発注したものに對して定義するものを、リクワイアメント（要求仕様）という形で定義していること。あとは技術調査課のほうで、オールジャパンでBIM/CIMモデル作成の事前協議・引継ぎシートというものがあるのですが、これはやはり各発注者、河川管理者で明示しなければいけませんので、絞り込んで荒川下流版も作成しました。このデジタルツイン構築の運用方針の中でさまざまなデータを定義しておまして、静止画、動画データ、GIS、3次元点群、CAD、表形式、文書形式、おおむねこのデータで仕事をしているだろうと思いますが、これをどのようにするかというところで、GISで使うために何が大事かというやはり位置情報です。X、Y、Zの位置情報がないと重ね合わせができないので、あらゆるデータ、例えば写真でも、最近だとスマホで写真を撮るとExifデータで位置情報をGPSで取得しますが、そういうものがあればきちんと付与して納品する、そうすると3次元管内図にそのまま載せられます。あとはCADも位置情報を設定しないと、縮尺もメーターとミリで1000倍ぐらいの縮尺での重ね合わせ

になってしまいますので、単位を決めたりするところ、できるだけ位置情報を付与することを決めました。特に大事なものは高さの設定で、T.P.とA.P.がありますが、荒川に関してはA.P.（荒川工事基準面）を基本としていまして、水位記録もA.P.で整備しております。実はこれが明確になっていなかったということが分かったということです。そこで、全ての業務、工事におきましては、基本的に3次元モデルを作るときにはA.P.で高さを作って納品してください、ということも仕様で決めました。ただ一方、3次元河川管内図、Project PLATEAU（プロジェクト プラトール）のような都市モデルになると、基本的にはT.P.で全国的に定義されていますので、その3次元河川管内図に載せるときにはちゃんとA.P.からT.P.変換して使うこととしました。あとはBIM/CIMモデルを河川管理プロセスにどうやって持って行くかということも実はまだ定義されておきませんので、これは今年度具体化していくこととなります。

オープンデータについては5☆の定義があります。ホームページに公開しているPDFは加工できないので、オープンデータではないとされます。これを二次利用できるルールで公開するというのが非常に重要だということなので、3☆と定義されるCSVやXMLなど、さまざまな加工できるものでデータをできるだけ公開しようということも進めており、「荒川下流 GIS オープンデータポータル」を公開しております。

**河川管理データのオープンデータ化**

(1) 3Dビューアで公開  
(2) 無償で利用できる機械判読に適したデータ形式で公開  
(3) 二次利用可能なルールで公開

	★1	★2	★3
GISデータ	PDF等	Shapefile等	CSV KML GeoJSON 等
三次元点群データ	.rcp等		.las .laz .xyz 等 SXF(P21) DWF LoneXML IFC 等
CADデータ	PDF等	DWG FBX等	CSV Office Open XML 形式 (.xlsx) 等
表形式データ	PDF等	.xls等	CSV Office Open XML 形式 (.pptx, .docx) 等
文書形式データ	PDF等	.ppt .doc等	
画像・動画形式データ	PDF JPEG MPEG4 GeoTIFF等		

★1 オープンライセンスで提供されている（データ形式は開いたまま編集や高解像度のデータでも可）  
★2 構造化されたデータとして公開されている（ExcelやWord等のデータ）  
★3 手元の（標準化された）形式で公開されている（CSV等のデータ）  
★4 物事の識別にURIを利用している（他のデータから参照できる）  
★5 他のデータにリンクしている（Linked Open Data）  
出典：国土交通省オープンデータ（ohdata.go.jp）

図 8

この中ではダウンロード形式で使えるもの、またWEB APIによってURLを入力するとGISにダウンロードせずそのまま掲載できる方法もありますし、最近ですとゲームエンジンも活用されておりますので、ゲームエンジンに対応できるデータはそのまま地形データを公開するというものも進めてきております。大容量のデータが格納されたハードディスクで郵送することが不要となり、地質調査を担当するコンサルタントの皆さまも含めた多くの関係

者がダウンロードしてそのまま使える Win-Win になっていくと思っております。以上、紹介ございました。



図 9

FA：ありがとうございます。ずいぶん進んでいるなという印象がある一方で、地質調査業として、これに合うだけの地盤情報をどれだけ見える化し、組み込めるか考える必要があると感じています。それでは、引き続き全先生、お願いいたします。

全：東京大学の全でございます。最初に少し寄付講座の紹介をさせていただいた後、その流れでAIを使ったサイバーフィジカル空間、あるいはデジタルツイン内での取り組みをお話しさせていただきます。

このi-Construction学寄付講座は2018年10月に、当初よりこのような構想（図10）で始まりました。データプラットフォームを中心にして、調査、計画から最終的な管理、運営までいこうといった理想を掲げてスタートしております。並行してこのようなi-Constructionを仕切るようなデータプラットフォーム、あるいは大学ですのでシステム全体に寄与できるような人材育成、そういった取り組みでございます。寄付講座のメンバーとして、いろいろな会社から研究員が参加して研究を進めています。その中で、特に寄付講座で目指しているところとして、



産業全体の協調領域あるいは標準システムの開発。そして教育システムの開発。あと社会実装、あるいは政策提言といったものを目指しているところがございます。先程申しましたように共同研究の枠組みなどで各種の研究がなされていますが、それに加えて i-Construction システム学の教科書の作成など、いろいろな取り組みを行っております。

その中で、特に今回この座談会で設定している DX という観点では、インフラデータプラットフォームに関する取り組みが特に重要であろうと思っています。コンセプトとして語るのみであれば比較的単純で、例えば2次元図面であったり、先ほどの荒川 DX の話もありますけれども、3次元モデルであったりとかに、データなどを統合して利用するというものです。しかし実際は当然このような簡単な話ではなく、荒川 DX も大変しっかりとしたシステムを作られていますけれども、そもそもどういったデータが現在または将来に実務に必要なのかといったことを考えないといけないわけです。また、データの提供者のフォーマットは統一されておらず、このバラバラなフォーマットをどうやって一元的に扱うかは、大きな課題です。そしてまた、利用側のソフトウェアが受け入れるフォーマットもバラバラです。こういった観点から、先ほどの荒川 DX は現時点の解決策として非常に優秀なのですが、今後、例えば10年後、20年後になってくると、また話も変わってきます。そういったときにどういったデータプラットフォームの形があり得るかということ産官学でいろいろと知識、知恵を出し合って検討している段階です。

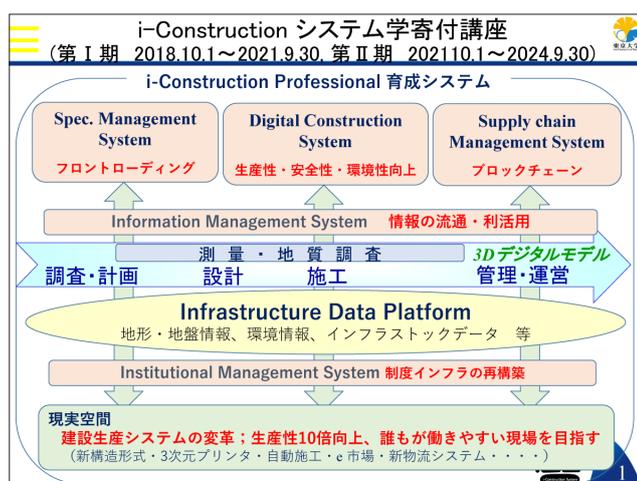


図 10

その中の一つの取り組みとして、協調領域検討会というものを立ち上げ、その中で、建設プロセスのそれぞれの段階での協調領域と競争領域を切り分けた上で、協調領域ではどのような協調が可能かとい

う検討を行っています。

また、DX で重要になってくるのはサイバー空間とフィジカル空間の連携、俗にいうサイバーフィジカルインタラクションです。実際に実物としてのフィジカルがあって、そしてそれを反映したサイバー空間があって、その中にアプリケーションがあって、また他にもデータシステムの連携基盤、あるいはデバイスがあって、こういったものがそれぞれどのように連携していくかというのは、非常に難しい話です。そのような難しい課題に対してどのような学問的アプローチをしていくかがこの講座で目指していることのひとつです。そこで、実際にサイバー空間とフィジカル空間の間でデータをやり取りしたような事例について紹介します。

次のスライドは、AI 技術を使った具体例として、国土交通省様による助成により開発した、埋設管探査をすることができる AI と建機の連携という取り組みです。実験にあたってはカナンジオリサーチ様、応用地質様にもご協力をいただいております。これは地中レーダで取得した反射波波形です。こういった双曲線のようなものが埋設管であることが多いのですが、これを自動で検出する AI、そしてその中から頂点がどこかを調べる AI を開発しています。そうすると、検出された埋設管がどこにあり、そしてだいたいどれくらいの深さかが分かる。もちろん地中の水分量によって電磁波の速度が変わりますので、正確な深さは原理的に分からないのですが、XY 座標はだいたい分かりますし、Z 座標（深さ）もおおむねの値は分かる。

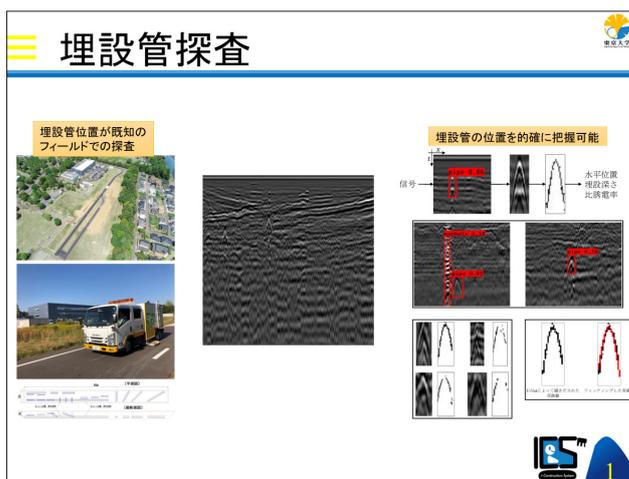


図 11

この枠組みで埋設管をデータ化できれば、そこから API でデータを取得できるようにして、そうすると例えば建機と連携させることができます。建機の側から埋設管がどこにあるかをデータプラットフォームに問い合わせ、得られた情報を元に埋設

管を壊さないような掘り方を計算して、そのような動作をする。例えば次のスライドに示すのは非常に簡単なポンチ絵ですけれども、この灰色の部分で埋設管と分かっているとして、ギリギリを攻めると危ないので一定のマージン（青色部分）を与えます。そうすると建機に搭載しているCPUが計算して、この赤い線のように掘るといったことができる。そして、掘削した結果もサイバー空間に反映します。このように、サイバー空間とデジタル空間を、データを媒介にして行ったり来たりさせるといった研究開発です。一つの事例として面白いかなと思って進めています。

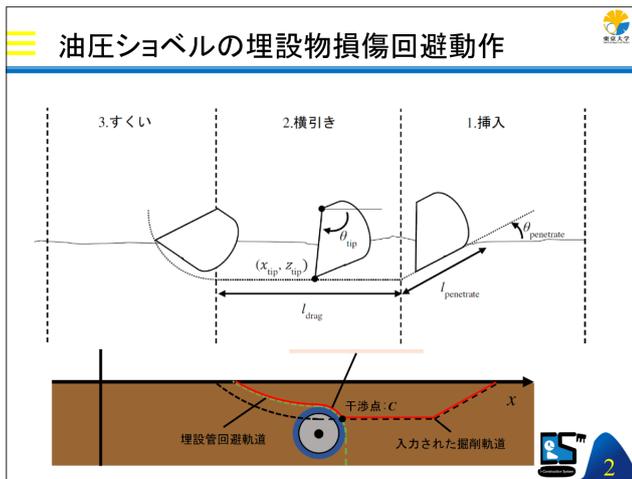


図 12

その過程でAPIの作り方、あるいは計算速度の重要性など、様々な研究課題を見出しています。次のスライドは実際に土木研究所で実験させていただいた結果ですが、まず地中レーダで埋設管を探索して、AIで解析し、そしてデータプラットフォームに反映する。そしてここに示す建機は土木研究所さんの無人の自動建機ですが、搭載しているCPUが



図 13

データプラットフォームに埋設管の位置を問い合わせ、破壊ないように掘削した結果を次のスライドに示します。

こうやってサイバーフィジカル空間を連携させることで、将来的に様々な省力化が図れ、あるいは業務そのものが変わっていくのではないかとというような話のきっかけになればと思っています。これで私の事例紹介は終わります。

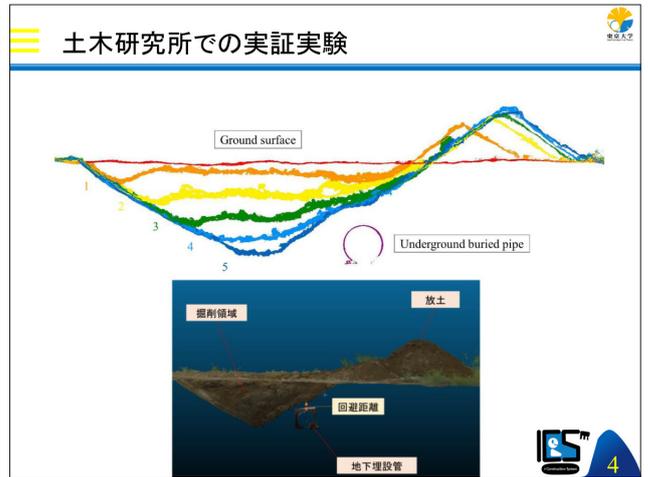


図 14

FA：ありがとうございます。Society 5.0の土木バージョンということでしょうか、もう具現化した話ですよ。ここから、佐々木さんに不確実性を含む地質リスクの話題を話して頂きます。宜しくお願いします。

佐々木：あまりDXに近い話ではないのですが、なるべくDXに絡ませて話をしたいと思います。「地質地盤リスクマネジメント×知恵のデジタル化」が、土木事業のDXになるのではないかと題です。

皆さん、地質情報というのはフィジカルな情報かと思っている人もいるかもしれませんが、全然そうではないと思います。ボーリングデータを記載した時点でも、実はややサイバーっぽくなっていますし、それを地質図に3次元化した時点では、もう99.何パーセントは事実と違う、サイバーなものになっているのではないかと認識しておかなければいけないということが、DXを進める上で地質関係では本当に、一番重要なところではないかと思っています。BIM/CIMのガイドラインの中でも地質データに関してはこういう注意書き的に書いてあります。不確実性があるので、その情報が分かるように書いてくださいとか、第3章では地盤モデルの不確実性というのは3次元図示技術がいかに進歩しようとも地質・土質調査手法の精度とか限界云々がありますと



というようなことを述べております。これは土研の私の下にいた、阿南さんがたぶん書いたのだと思いますが、こういうことを書いています。

地質地盤リスクの話は、きっかけとなった陥没の事故があったのですけれども、その地質地盤リスクの話がどれだけ重要かという話です。国交省の事業再評価の資料を整理して、事業費の増額に占める地質地盤関連のものを調べてみたところ、増額の金額のうち約40%が地質地盤関連だったということです(図15)。この金額は、本当かどうかは分からないけれども、国交省の一般会計支出の5%ぐらいになっているということで、地質地盤リスクというものをきちんとマネジメントすることは、これだけ生産性においても重要だということです。この下が、その関係の表です。道路事業における地質地盤に関する要因の増額が全体のうちの90%を占めていて、道路事業を改革することは非常に重要であることなど、いろいろなことが分かります。

### 地質・地盤リスクによる土木事業への影響

- ・平成26年から令和元年までの国土交通事業の事業再評価によると、**事業費の増額(=リスクの発現)は 8千3百億円/年。**
- ・このうち地質・地盤関連は**全増額の約40%の 3千億円/年。**
- ・これは**国土交通省の一般会計支出(6.75兆円/年)の約5%。**  
→生産性向上には地質・地盤リスクマネジメントが不可欠  
(事故、事業の遅延や中止などの様々な悪影響を防ぐ効果もある)

表1 事業再評価における増額とその理由 (出展: 植田・阿南・梶山, 2020, 2021(応用地質))

H26 ~R1 事業種別	事業費増額 億円	割合(%)	地質・地盤に関する要因の増額(億円)											地質・地盤 に起因する 増額率(%)	
			想定より 悪い地質	盛土材 の不良	軟弱 地盤	斜面 変動	重金属	想定より 深い支持層	想定より 深い地質	地下水	玉石等 の出現	その他	合計		
道路	35028.6	89.5	4379.5	3053	2648.2	2122.8	1720.5	1600.7	636.1	662	411.8	612	17846.4	90.3	50.9
河川	2062.9	4.1	89	0	0	0	91	0	0	0	0	0	180	0.9	8.7
ダム	2087	4.2	214	17.2	0	329.7	88	44	61.8	21.3	1	0	777	3.9	37.2
砂防	322.8	0.6	0	0	15	0	0	0	0	0	18	17	50	0.3	15.5
地すべり	248	0.5	95	0	0	124	0	0	0	0	0	0	219	1.1	88.3
海岸	190	0.4	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	26	0.1	13.7
港湾	9903.5	19.6	2	4	155.8	22.6	215	103.6	94	0	35	66.4	658.4	3.3	6.7
空港	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	—
公園	280.5	0.5	0	0	8.2	0	0	0	0	0	0	0	8.2	0.04	3.1
宮橋	85.8	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
計	50089.1	100.0	4779.5	3074.2	2853.2	2598.9	2114.5	1748.3	751.9	683.3	465.8	695.4	19765.0	100.0	38.5

図 15

これは釈迦に説法ですが、地質地盤リスクの要因というのは自然的な要因や地理的な要因がありますが、工費費用の増額の金額を地質的な要因で内訳を調べてみますと、一番多いのは想定よりも悪い地質だと。トンネルなんかはそうなのですが、そ

れ以外にも盛り土の関係だとか、軟弱地盤だとか、斜面変動や重金属等々、非常に多岐にわたることがポイントです。だから、いろいろなところに注意を払っていかないと、地質地盤リスクは避けられないということです。

自然的な要因によるリスク、要するに地質が複雑だということで、そこで発生するリスクに関しては、私の土木研究所の大先輩の市川さんが、土木技術資料の中でテルツァーギの言葉を引用して、『建設の際に明らかになった真の状態、および完成した構造物の挙動と対比する機会が十分に与えられなければ、その予測は無に等しい。そうだとしたら、その技術者は真実を知ることがなく、フィクションの世界に生きていることになってしまう』というようなことを述べております。これはテルツァーギの言葉です。予測と実際の違いを検証することが非常に重要だということです。なぜそれを間違えてしまったのか。どうすれば間違わないかということを知識として積み重ねることで、技術を向上させる必要があるということです。これは一つの例ですが、ダムなんかで出くわす貯水池の地すべりの例です(図16)。グラフの横軸が、ボーリングをせずに地表面の地形からその地すべりの深さを推定したものです。地すべりの規模が分かればだいたい深さはこのくらいだろうという推定する式がありますので、式だけで推定したもの。縦軸がその後ボーリングして、実際の地すべりブロックの深さを調べた結果です。こちらが答えだということで、そうしますと机上の検討による推定と実際の地すべりの深さというのはだいぶ違っているということです。実際の深さというのは、3割増し以上になる確率が10%程度以上ある。例えばここに道路を作ろうとして、地形のみから地すべりを推定すると、このくらいの確率で間違っていることを示しています。こういう

### (例1) 地すべりの深さの予測と実際

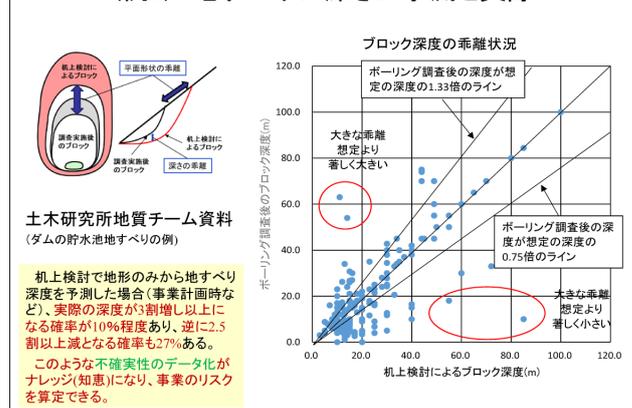


図 16

ことを私は「不確実性のデータ化」と言っております。要するにどのくらい振れ幅がありそうかということを知識にしておくことによって、事業を計画した段階でどのくらいお金が増える可能性があるかが分かるというようなことで、こういうものを知識化していかなければならないと思っております。

これはもう一つの例です(図17)。「ダム基礎の予測と実際」と書いてありますが、上の列は調査段階の地質の分布図、右側が岩級区分です。実際に掘削した結果が下の施工段階の実績ということで、結構合っているといえは合っているように見えるのですが、実際にきちんと重ねると、地質分布のほうは一致率50%と書いています。50%しか合っていないということです。この図面の中に小さい丸がたくさんありますが、それはボーリングの位置を示しています。これだけボーリングしていても50%しか当たらないということです。特に使うのはこの岩級区分のほうですけれども、岩級区分の完全一致率は52%ということです。ただ、安全側一致率といって想定よりも岩盤状態が良かったものも含めて一致したとみなすと81%ということで、地質屋さんはある程度安全側に見てくれているので、実際に施工するときには何とかなっています。とはいえ、ところどころで例えば断層が出てくる、赤いところは断層とかなのですが、そういうものを間違ってしまうことがあります。こういうものを知識化していく。先ほどのデータの岩級区分を安全側一致率と完全一致率とでグラフ化してみますと、いろいろなダムでやってみた結果、予測しにくい地質があることが分かりました。付加体だとか、火山岩だとか、あるいは花崗岩なんかも岩級区分を予測しようとする、鍵になる地層がないものですから結構難しいのです。こういうことで、どういう地質だったらどのくらい不確実性があるのか、ではどう調査したらいいかということを知識化していかなければいけないということです。

次は人為的な要因の話です。地質リスク学会でリスク事例として何が原因なのかを整理したときに、20%ぐらいがやはり「地質が複雑だから分からなかった」というのが理由で、残り80%は「調査の質や量が不足していた」「解釈が誤っていた」とか、「情報共有や伝達の不備」だとか、要するに人為的な原因でリスクが発現してしまったことを表しています。人為的な原因でリスクが発現したのが8割ということは、逆に言えば人為的な要因をきちんと注意しておけば、8割のリスクは回避できる可能性があることが分かりました。では、こういうリスクを

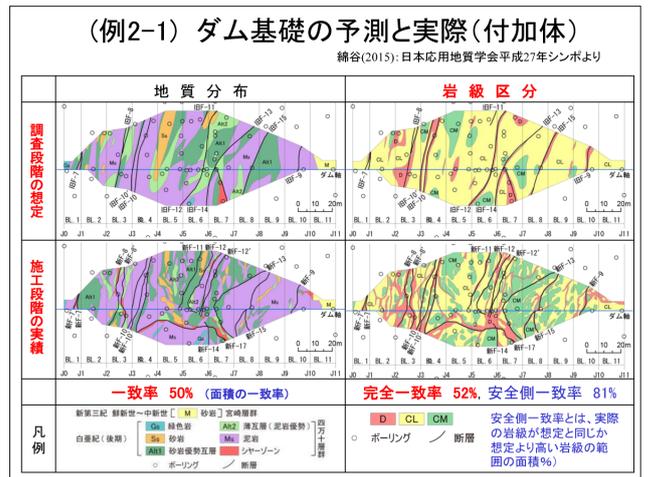


図17

減らすにはどうしたらいいのかということですが、また同じように市川さんの『土木技術資料』から引用しました。マルパッセダムの災害調査報告に触れて市川さんが言うのは、『それぞれの専門家が常識的に知っていることが他の分野の人には少しも常識ではないということで、その中間に介在してお互いの常識を融合させることが必要になってくる』ということです。要するに、一つの目的・対象のために、関係者がきちんと自分たちの知識を披露しながら意見を戦わせて、それぞれの常識から見て妥当な落としどころを見いださなければいけないということを知っていると思います。これはほとんどマネジメントということに等しいだろうと思っております。

やっとリスクマネジメントのガイドラインの話になります。博多の陥没事故を契機として、土木事業でもちゃんとリスクマネジメントをやらなければいけないということで、そのガイドラインを作らせていただきました。大西先生が委員長で、国土交通省と土研のほうで事務局をやったのがこのガイドラインです(図18)。

皆さんもうご存じだと思いますが、リスクマネジメントの流れのポイントとしてはONE-TEAMという言葉が副題にしています。要するに先ほど申し上げたように、きちんとみんなで議論しましょう、連携しましょうということが核となったようなガイドラインになっています。実はダム関係ではそういうリスクマネジメント体系というのは、結構きちんとやっているといえはやっているのです。伝統的なやり方なのですが、例えば発注者、受注者、専門家がONE-TEAMで議論をきちんとやるとか、重層的にリスクをチェックする仕組みになっていたり、そういうチェックがないと次の事業段階に進まないとか、そういうものが今のリスクマネジメントに通じるのですが、ただ、判断のよりどころになる情報と

いうのは知恵というか知識、専門家の知見で判断しています。

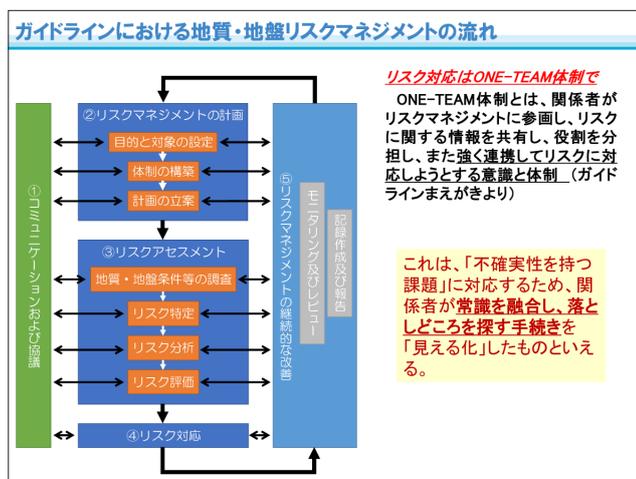


図 18

従いまして、ダムのような事業であれば可能なんだけれども、もっとたくさんの細かいいろいろな事業に対して、例えば道路事業とかで、小さな事業になるとやりにくくなるということで、そういうリスクに関するさまざまな知恵をデータ化、デジタル化して、事業マネジメントに援用できないかということがポイントの一つではないかと思うわけです。今、やり始めている段階ですが、先ほど事業の再評価の資料がありましたけれども、そういうものをデータベース化してリスクの分析に活用したり、どういったところにリスクがあるのかということを勉強したりするものに使おうかということで、データベース化しているところ（図 19）。

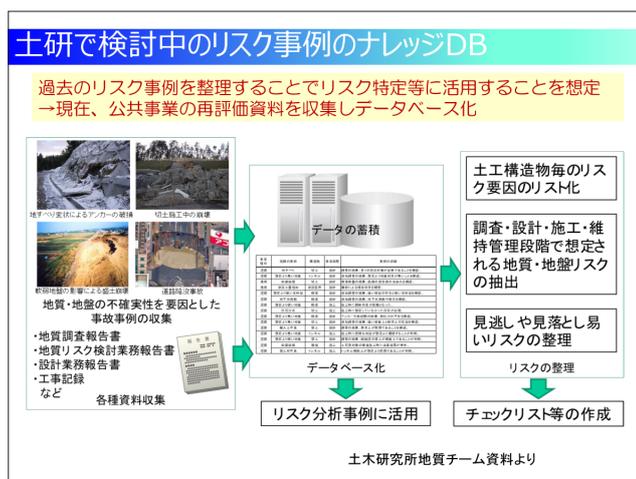


図 19

検索すると事業の再評価結果の該当箇所が表示されて、ここから教訓をすくい取っていくようなこともできるようにしようとしています。ただ、こういうものを一つの研究所だけでやるというのはあまり

大量のデータではないので、もっとたくさん教訓を進めていく必要があると考えています。特にここは全地連だから言いますが、知識技術者のリスクというのがあって、技術者が間違わないということは非常に大事だと考えています。例えばそういう方策を考えていかなければいけないよねと。例えば、リスクを見逃さない策として、地質・地盤リスク防止ガイドブック的なものを作らなければいけない。例えば、斜面・地すべり編みたいな形、あるいはダム編とか、いろいろあると思いますが、どんなところで間違いやすいかということをきちんと整理した上で、それを防ぐためにどうしたらいいかということを知識化していかなければいけないと個人的には考えていますし、リスクをちゃんと伝達する方法も必要だとも考えています。これは例えば地質調査業務の報告書の中には、こういうことをきちんと入れておくということを標準化しておかなければいけないのではないかと。例えばリスクの発生蓋然性とその根拠だとか、予見の不確実性とか、限界だとか、そういうものをちゃんと伝えられるように、業務の報告書の中に標準的に書いておかなければいけないということ。それで事業者に対して、あるいは設計、施工業者に対しても、こういうリスクがあるから、ここに対しては、対応しておかなければいけないけれども、確実に伝えていく方策が必要になってくるだろうと思っています。

こういうものを作る作業だとか、先ほどの、データをいろいろ集めて知識化していくというか、知恵のデジタル化というか、そういうことを今後していかなければいけないのですが、先ほど申し上げたように一つの研究所だけではなかなかできない話ですので、いろいろな現場からデータを集め、皆さんにも協力していただきながらデータを分析していくような、協議会的なものがどうしても必要ではないかと個人的には思っています。

なかなか遅々として進みませんが、そういう連携を、ここに大学が入っていないので申し訳ないのですが、たぶん大学とか学会とも連携しながらやっていかなければいけないと思いますけれども、きちんとしたガイドラインを作り、マネジメントの支援のツールだとか、知識のデータベースみたいなものを整備していくことで、こういうもののプラス、きちんとしたリスクマネジメントの体制も整えていけば、土木事業のDXというか、合理化とか生産性向上は図られるのではないかと考えているところです。

まともは結構時間が経っていますので省略しますが、このように考えています。

**FA:** ありがとうございます。それでは、課題1、地質調査業におけるDXとはというテーマに入っていきます。ここからはディスカッションです。3名の方にお話ししていただいた中で、やはりデータプラットフォームの在り方をどうしていけばいいのかということがない限りは、サイバー空間とフィジカル空間の融合といっても将来陳腐化していくのではないかなという感じがします。それと、佐々木さんが言うように何もデータ化されていない。例えばボーリング一つとっても、上手なオペレーターと下手なオペレーターがいて、得られるデータが違うとか、例えばエラストメーターをやっても、うまい人がやると値が違う。非常に曖昧なリスク回避で見れば安全管理はこれに当たるかもしれませんが、幅のある情報を暗黙知として扱ってしまっている。この辺りから考え直さなければ、いくら箱を作っても難しいのではないかなと思っています。

佐々木さんどうでしょうか。例えばコア観察にしても、もっとデータ化できるものがあるのではないのでしょうか。

**佐々木:** ボーリング柱状図作成要領に沿ってボーリングデータをきちんと書いています。それ以外にもそこからさらに何を読み解くかということが結構難しく、ボーリング柱状図に記載はするのだけど、先ほどの私の話にまた寄せると、そこから今度は3次元的地質図に変換していかないといけないですね。その3次元的地質図に変換するときには、一体どういう情報、知識が必要なのかというのが、漠然としていて、どこにも書いていないということがあって、そこは地質技術者のテクニクだとか、知識、経験だと言っているのだけど、そこにきちんと切り込んでいかないと、より確からしい3次元データになっていかないということが前から気になっております。

もちろんそもそもどんなデータをとるべきか、という話もありますけれども、そのデータをどう解釈して確からしいデータにしていくかというのは悩ましいし、あまり誰も考えていないなというのはあります。

**FA:** そうですね。ただ、元になるデータを目的に沿ってしっかりと取る。これは地質調査業で出来ることでもあります。例えば人間の誤差を無くしてやる。オートにしてしまう。これは我々ができる第一歩かもしれませんし、ボーリング掘進時の情報をデータ化してやると。例えば送水量とか、送水圧とか、掘進速度とか、そういったものを手書きの日報ではな

くデータ化することもできますよね。そういったデータが集まってきて初めて基礎データがあって、そこから解釈があるということだと思うのです。ここからはハザードとリスクの話に進みたいと思います。見える化といっても、全部が見える化するのは難しいですし、きりがありませんよね。ダム調査でも先ほどの話と同じだと思いますが、いくらやっても真実には行き着かない。だけど、保全対象によっては、もっとざっくりとしたものでも安全が担保できる可能性がある。つまり、ものすごく幅があると思います。

全先生、AIを使って解析するデータの質の問題ですが、量子コンピュータなどを使ってこれから変わって行くのかもしれませんが、われわれに求められるものとは何でしょうか。

**全:** 今の話と重複する面が非常に多いのですが、実際使うにあたってどのぐらいの精度や性能が必要かということはAI技術者にはよく分かりません。むしろ現場でしっかりと地質調査をされている方、あるいは構造設計をされている方にしか分からない話です。一体どういった性能や精度が必要で、バラつき等を考慮したら良いかは、目指すべき達成点をしっかりする必要がありますよね。したがって、このデータだったら不足しているとか、このデータは十分足りているとか、そういった議論が必要になるのではないのでしょうか。その一方で、精度を上げるためには谷川さんがおっしゃるとおりで、できる限りデータがあればいいというのは当たり前なのですが、データの取得にあたって、人間の手が入ると必ずデータが汚れていきますので、何らかの自動でデータが収集されていく仕組みが、もちろんこれはコスト面を考える必要がありますが、将来的に仕事の枠組みそのものを変えたいというのであれば、必須なのだろうと思います。

**FA:** データ化を前提としたロボティック化というのでしょうか。完全なロボットではなくて、データ取得を自動化していくことは、我々が最初にやらなければいけないことなのかもしれませんね。それと、宝の持ち腐れという観点でいうと、地質調査をたくさんやっているのですが、使われていない情報がありますね。佐々木さん、踏査結果とかルートマップだとか、沢山の情報があるのですが、結局どこか報告書単位や事業単位で埋もれて、統合され、活用されていない。例えばルートマップだけでも全国で統合されたとしたら、良質の地質の情報になり得ると想像するのですが、いかがでしょうか。

佐々木：ボーリングデータに関しては、皆さんのご協力で土木研究所や国土情報センターで集めたり公開したりしているのですが、それ以外のいろいろな情報に関して統合というのは非常に労力的に大きいということがあったり、データが非常に粗というか、密集していないデータですから、他に使おうと思っても結局欲しいサイトにはないということで、使われていないと思います。しかし例えば私は道路の防災点検というのに関わってみると、点検するときこのルートで点検するということが情報としてはたぶん1回ごとにはデータとしてあるのでしょうけれども使われていない。点検毎に点検ルートやそこにある情報を毎回重ね合わせていくことによってそのサイトの情報を増やす「蓄積型の点検」はあまりやっていないですよ。だから、できればメンテナンスなどで何回も点検するような場所では、地質調査の結果だとか、露頭の観察結果だとか、ルートマップも含めて、データをきちんと蓄積していくことで、何年あるいは十何年か経ったら、そのサイトの情報が非常に増えていくようなことはきちんとやる必要があると思います。いろいろなアクティビティの結果は、デジタル化して、3次元的なデータとして取っておく必要があると思います。それは組織的にやっていく必要があると思います。

FA：そういう意味ではオープンイノベーションが必要といたしましょうか、一企業だけでデータを抱えていては駄目だといいたしましょうか。PX（ポートフォリオ・トランスフォーメーション）といいたしましょうか、やはりいろいろな企業が持ち寄ったデータを目的をもって使う。だから何かできるという、全地連のような業界全体の組織的取組みが必要ですね。全地連がデータを集めて、ある価値のところまで高めてやれば、これは大きな価値に変わるのだということがベースになれば、業界全体のDX化の機運に変わるように思います。一方で、将来、データプラットフォームと言われたとき、全然使えない、全然変換できない、という世界に陥るのではないかと、漠然とした危機感があるのですが、小松さんどうですか。

小松：情報化は、これまで集めていたデータをどうやって効率的に使うかということもありますが、これまで使っていなかった情報、特に経験工学的な部分、嗅覚のようなところで察知していたものが、実はデータから読み取れる可能性があるのではないかと、今まで現場でしか分からないと思っていたものが、そこにデータを載せることでさらに気付けることがあるのではないかと、次のステップ



と考えます。情報は物理量のような普遍的なものや人の解釈が入ったデータがありますが、それに加えてさらにこれまで見ていなかったデータ、例えば先ほどの道路防災点検で言えば、植生の変化など、これまで何となく感覚的には分かっていたけれどもデータ化されていなかったものが情報として加わり、それらが融合すると次の世界につながるのではないかと考えます。

FA：なかなか表現が難しいですが、データ化による解釈の仕方とか作り方とか、全地連でやれること、やるべきことはたくさんあるのに、そもそもやっていないなという思いがあります。ですから、DXから、PXに移行し2つのSX（サステナビリティ・トランスフォーメーション、サプライチェーン・トランスフォーメーション）を目指していく流れがあると認識しているならば、全地連はやるべきこと、やることができることが沢山あるということですね。

大西：その前に谷川さんよろしいでしょうか。大西です。

FA：大西先生どうぞ。

大西：これまで3人の方が発表されて、小松さんも少しコメントされましたけれども、DXのポイントはデータの流れだと思うです。i-Constructionもそうですが、地質調査データから始まって維持管理まで、伝えたいことを含んだデータが正確に伝達されていくことが必要なのですが、課題になっているのは、地質調査データや関連データが計画・設計する人に意図するとおりに伝わっているのか、あるいは設計から逆にフィードバックされているのかという点の詰めがまだ不十分ではないかと思うのです。やはり設計との調整をいろいろな形で事前にしておくべきではないでしょうか。その昔、路線図を見て



何でこんな地質の悪いところばかりに橋脚を立てるんだらうとか、こんなに地質が悪いところにトンネルを掘るんだらうという話が随分あったと思いますが、事前に地質担当者と相談してほしいのという思いがあると思います。具体的にDXを推進するために、意思疎通がしっかりできるようにデジタル化を含め必要なデータの内容と質について、発注者を交えて地質と設計それぞれの人達の意見交換をもっとしっかり事前にやるべきではないかというのが私の意見です。

FA：では、この流れで大西先生にDX時代のi-Constructionとしての地質調査業の取り組みということでご紹介をお願いします。

大西：地質調査技術そのものの情報化というのは、何をどのように変えていくのがなかなか難しく見えてきません。技術でいかにデータを取るのかということに置き換えますと、調査技術そのものが近年革新化されておらず、いろいろなデジタル化とか自動化を反映していないのが現状です。職人芸のような難しいところがたくさんあるし、いまさらどこを変えればいいのかわからないからとみんな言い訳して、技術革新に取り組んでいないというのが問題だと思います。地質調査には、まず踏査があります。それからボーリング、物理探査などに移っていくわけですが、これらの手法をデジタル化という観点から見ると、何十年の間ほとんど変わっていないのではないのでしょうか。先ほどボーリング機械のロボット化とか、自動化という話がありましたけれども、具体的にはなかなか難しいと言われています。現時点では実用化のめどは立っていないということなので、これを革新的に進めるための第一歩は、今やられているボーリングデータの取り方を完全にデジタル化する方向に向かないといけないのではな

いかと思います。いまでも現場では人がデータを紙ベースで取っているようですが、これからは教育とかトレーニングを行い、どうやったらデータがデジタル化されて取れていくかということをお納得してもらい、良いデータを残すようにすべきでしょう。もう一つは、ある場所でボーリングデータがあるのはわかっている、しかし、他の異種のデータ、例えばこの場所での物理探査データを組み合わせると地盤の中を見ているかということ、そういうことはほとんどされていないので、複合データの解釈技能が求められます。その上でこれらが集積されて、ビッグデータ化した情報を使ったAI解析の適用ということもまだほとんどされていません。先ほど、全先生がおっしゃいましたが、その辺りをうまく整理し、データを取得・蓄積・活用するというのがこれからの課題ではないかと思えます。ボーリングデータをこれ以外の手法で得られたもの、すなわち先ほどの地中物理探査データなどと、どのように組み合わせると成果を出すかということをお標準化して示すことも大きなポイントではないでしょうか。また、そのように組み合わせられたデータをいかに3次元化するかということも、大きな課題ではないかと思えます。

そこで、3次元地質データの取り扱いについて全地連で参考になる文献を調べてみたら、こういうレポートが三つ出てきました(図20に表示)。以前から3次元地質・土質モデルを作るためにはどうしたらいいかということをおずっと検討されてきたわけですが、最近出された令和4年のガイドブックは非常にうまく説明がされていて、概略的に、地質・土質分野の3次元BIM/CIMモデルはこうやって考えたらいいですよというのが書いてあります。

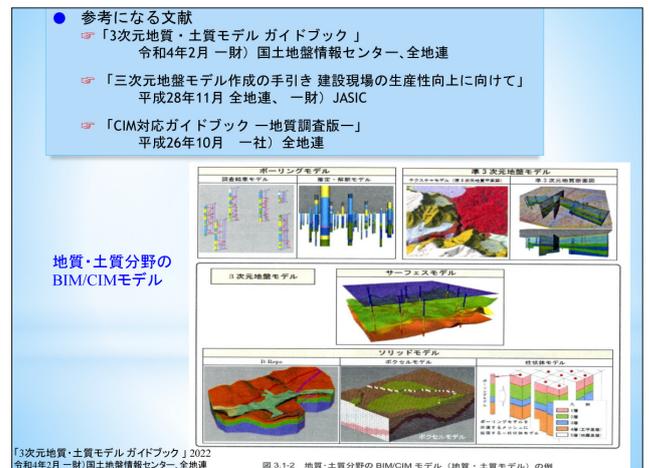


図 20

しかし、これを作ろうとすると相当な技量が必要ではないかと思われれます。例えば、地盤モデル構築の例にとって考えて見ましょう。地表から探査ある

いは踏査ををするとしても、図 21 の複雑度 2 の 2 層モデルの状態では上だけ歩いていても地中の状態が全く分かりません。

しかし、3 層モデルだと地層が②と③のところに分かれて地表に出ているから、これは分かっているだろうということが発見できるのですが、下層の①のところは分かりません。さらに 7 層モデルのようなものなんて、地表を歩いただけでは分からない。どうしても地下を探るボーリングが必要でしょう。ではどれぐらいの数のボーリングが必要かというのは、必要度、予算、精度が絡み合い、定量的に判断することは非常に難しいといえます。

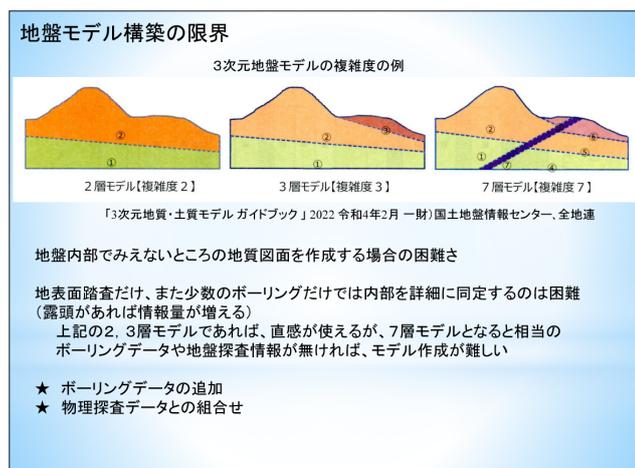


図 21

結果的にやはり地質専門家の非常に高度なノウハウ、いわゆる暗黙知みたいなものが必要なので、これをいかに今後顕在化して蓄積していくかが重要というのは佐々木さんも指摘されておりましたが、こういうことも含めて調査の手法とデータの取り方の組み合わせを考えていくべきではないかと思っています。

3 次元モデルを作成するために調査技術をどう生かすかということですが、まず地質図は平面図として全国で出来上がっています。しかし、ボーリングに関しては国土地盤情報センターに集積されつつありますし、土木研究所でもいろいろ努力されていますが、そのなかには柱状図、地下水分布図、あるいは標準貫入試験結果等が組み合わせられているのですが、これをどうつないで 3 次元地質図に展開していくかというのはこれからの課題であり、特に建設工事に適用するためには構造物の基礎に対応する部分ですので、割とピンポイントの 3 次元地盤情報がないと役に立たないです。この部分をいかに設計や施工の人たちとの情報交換で改良していくかというのは今後の大きな課題で、ほとんどされていないのが現実だと思います。やっとな国土省では三者会議が

行われ、こうした情報交換が実務で対応されるようになってきました。ボーリングで得られた少ないデータをいかに利用するかということで、内挿とか外挿がされていますけれども、それが本当にどう使われているかといった検証がされてデータベースへの反映はされるといったことはなされていません。今は 2 次元図面から 3 次元図面の転換期で、2 次元では 2 点間を基本直線で結んでいるのですが、3 次元では平面は 3 点から作られることを勘案すると、4 点以上になるとどうやってカバーするのかという標準的な解はまだ示されていません。こうしたことをいかに具現化していくか、3 次元モデルの形に持って行くかというのが今後の課題になるかと思っています。

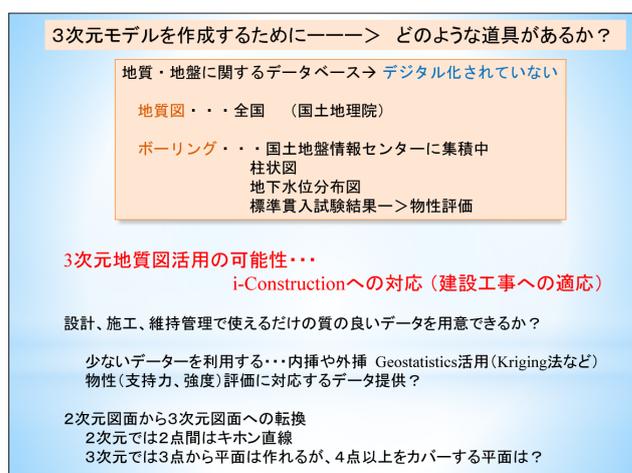


図 22

最後に、ではどうするかということを考えて、地質リスクマネジメントにおける課題と同じと思われるのですが、基本的にボーリング数が不足していると指摘できます。図 22 に示すこの事例はガイドブックから持ってきたものですが、様々な形で地質情報を増やす必要があることが見て取れます。特にボーリングの数を増やして、データを蓄積しないと、不可視空間である地下の情報の抜けているところを正しく推測することは難しいと考えます。

図 23 の一番下に、これだけのギャップがあることが後で分かり大変でしたということを経験して示しているのですが、私は、今のボーリング間隔の間にもう 1 本増やすというぐらいの気持ちで、地質調査の仕事を出してくださいよということを申し上げています。これは地質リスクの精度向上にも影響するし、地質リスクによる不安感を払拭する意味もあるでしょう。ボーリング数を増やすことは、情報の確度を上げ、いろいろな面で効果的ですよということも言っています。何度も言いますが、技術の進歩とともにデータの集積をいかに組み合わせるかというのが、今後の課題ではないかとい

うことで、しっかりとした方向性を出せるような話にはなっていないのですが、私の考えたことを以上述べさせていただきます。皆さまのご意見をお伺いしたいと思います。

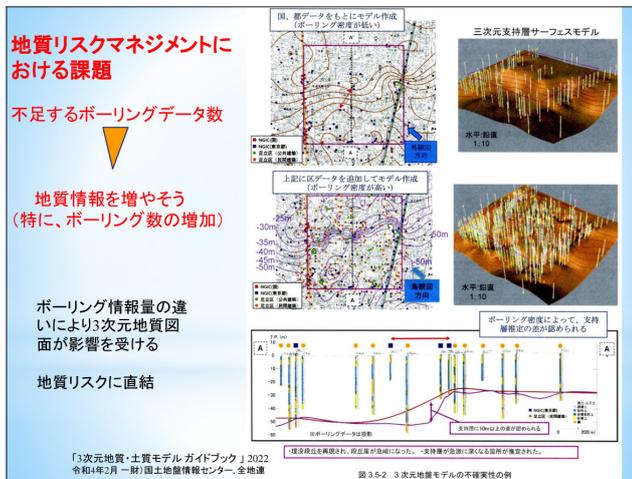


図 23

**FA:**ありがとうございます。先生のご指摘のように、我々はたくさんの暗黙知を持っていて、それがちゃんとしたデータ化をされていませんし、設計にも生かされていない。それは事実です。一方で、暗黙知だからこそ仕事を取れている面があります。例えば、ボーリングオペレーターは、暗黙知でもって技術を保持していますから、Aさんという人に仕事を発注する。我々の受注行為も似た構造にあると思います。

しかし、暗黙知によって技術的差異を持つ枠組みに縛られてしまうと、どうしても得られる情報に差異が生じる。これが次の課題です。どうしたらそれを突破できるのかですけれども、一つは暗黙知をデータ化することです。頭の中の知識をAI化してやるといいでしょうか、何の文献で何を調べて、どうして2点間をこういう曲線を引くのかというところまで行き着く。あるいは、ある学術的な文献でもって、その文献の地質構造的な考え方にに基づき、曲線の形状について上に凸か下に凸の根拠にする。物理探査結果をこれに加味すれば従来の暗黙知と物理的結果を根拠とすることができるなど、そういった具体的な実作業が迫ってしまっていると思います。この暗黙知に関するデータ化について、佐々木さんどうお思いですか。

**佐々木:**先ほど申し上げたように、なかなか一人でそれをデータ化するというのが簡単ではないだろうと。例えば先ほどダム基礎掘削断面図がありましたね。地質図を描くときに、推定で書いたときと、実際に掘って見たときでこう違っていましたというの

は一つの知識なんですね。なぜそんなふう間違ってしまったのだろう、その断層を見逃してしまったのだろうというのは理由があるんです。それを明らかにすると暗黙知から実際に見える形式知になっていくので、そういう知識をみんなで組織的にきちんと貯めていって、分類、整理するという作業が本当は必要です。

そういうこともあって、いろいろ土研でもデータ化を図ろうとはしているのですが、非常に多岐にわたっています。例えばダム事業だとか、ダム事業の中でもこれこれの場合だとか、そういうふうに非常に細分化されてきますので、私が申し上げたように一組織で全然できることではないと思っています。将来的にリスクマネジメントをきちんとデジタルでやっていこうとするなら、それを組織連携で貯めていって「形式知・知識化」していくという作業がどうしても必要になるということです。しかしながら簡単ではないということで、そこをどうしようかというのはなかなか答えの出ない問題ですし、それをデジタルでどうやっていくのかということもなかなか難しい。

今、最低限できることとして考えているのは、何か事業をやるときに、こういう地質の現場で、トンネルの事業ということであれば、チェックすべきリスクの項目というのは最低限これだけあるというチェックリスト化することです。それに対してあとはマニュアルで、1個、1個アナログでチェックするもよしですけれども、少なくともきちんと過去の教訓から、ここの地質でこういうトンネル事業で、このくらいの地質・岩盤のトンネルだったら、こういうリスクがありますよというのは、リスト化するくらいのサポートはデジタルでやれるようになってほしいと思っています。

**FA:**なるほど。やはり予測と検証。これがないと賢くならないといいましょうか、真実に近づいて行かないということですよ。ダムのような非常に地質の情報量の多いものあれば、地すべりや崩壊などの保全のみに着目した地形・地質情報もある。一部、文献やマニュアルになっていますが、経験知や暗黙知で留まっているものも少なくない。ここを突破しないとやはりオープンイノベーションというか、共存共栄の世界にはなかなかいかないだろうと思います。私はその受け皿が全地連なのではないか。共存共栄の部分がなければ、業界全体が成長できるベネフィットが得られるような世界にはいかないのではないかと思います。

大西先生も指摘されていましたが、いろいろ

るある情報を使い切っていないという指摘についてです。例えば室内試験のコンパイルしたものが3次元の日本地図の中に落とされたり、深度で表示されたりするだけでも有効に活用できると思います。小松さん、実務をやっている立場からどう考えますか。

**小松：**大西先生からボーリングの数を増やすべきというお話をいただきましたが、まさにそこが質の面でも重要だと思います。ただし、ボーリングの数を増やすには時間がかかりますし、ボーリング調査の質をどうやって高めていくかは実務者任せになっています。この点については、情報を活用する仕組みができてしまえば一気に進むのではと思います。例えば、今集めている情報の範囲を、マンションなどの民間建設で実施したボーリングのデータまで含め、無償で集められなければ購入するというようなことで強化していくこともできますし、ボーリングの情報だけではなく、物理探査のように確立された調査手法で得られる物性値を収集してデータが整ってくれば、使うほうとしてはより実務で活用する動きになるのではと考えます。

**FA：**懐宝迷邦といいましょうか、そういった部分の財産の活用は大いに期待ができますね。では、これから調査の質の話です。重信さん、ボーリングの自動化、あるいはエラストやLLTなどの自動化測定が既に具現化されていますが、少しでも差異のないデータを増やしていくためにも、全地連としてやはり自動化は進めていかなければいけないのではないかと思うのです。一方で、自動化していけばいくほど、ベテランの技能の高い技術者の仕事を阻害する側面があると感じる方もおられると想像します。つまり、過渡期のバランスの中にいると思うのですが、全地連としての自動化に向けた進め方というのはどのようにお考えでしょうか。

**重信：**なかなか難しいのですが、今だんだんボーリ



ングする方などの年齢層が上がっているということで、基本的には若い技術者を育成しなければいけないという観点が前提にあります。そういう意味では、今の若い人というのはなかなか現場経験が少ないということで、先ほど佐々木さんのお話にもありましたが、やはり地質技術者の技量がないと間違った地質リスクの方向になるということもあります。そういう意味で、誰がやっても同じようなデータが得られるというような方向性を持つためには、ボーリングもいろいろなノウハウを、例えば送水量とか掘進速度とかのデータを吸い取って、それをAI化するなりしてデータ化して、どんなオペレーターでもある程度標準的なもの、コアは取れるとか、例えばエラストとかLLTでもそうですが、誰がやっても同じようなデータが得られるとか、そういうふうに標準化できるような形でやっていかないと、なかなかこれから若い人、いわゆる担い手不足についてはできないかなと思っていて、全地連としても委員会を作ってそういう方向で進めている最中です。

**FA：**なるほど、魅力のある業界。先ほど冒頭で言いましたけれども、生産人口が減っていく中で、若い方が地質調査業界に入ってもらえるように、魅力のある業界にしなければいけないという側面は大変に大きいですね。現場で泥まみれになって、帰って残業するような世界は絶対にやってはいけない。そうすると、やはり自動化はどうしても避けられないところですね。一方で経験知が減っていく。その経験知をデータで補っていくようなことが、地質調査業のDXを具現化していく中での一つの潮流なのかなと思います。

全先生の解析側から見ると、このような状況にある地質調査業がDXの具現化を可能にするポイントのようなことだとお考えでしょうか。

**全：**土木業界全体が遅れているかもしれないと思うのですが、ボーリングデータがこれだけそろっているというのは、その中ではむしろ進んでいるほうだと思います。最初のほうで谷川様、あるいは大西先生がおっしゃったように、やはりデータの質や量を確保することが大事です。また、確実にデータを保存、整理していくことも重要です。そのためにはおそらくデータ取得から記録、保存するまでのプロセスに人手が絡まないような仕組みである必要があります。このようにデータの質や量が確保され、そして使いやすくなれば、データを使おうという機運が初めて湧いてくるのだらうと思うのです。

経験知を例えばAIにするというのも、簡単な話

でもなくて、まずはデータを揃えるところからスタートし、そして専門家が試行錯誤、創意工夫してデータを扱えば良いものができあがるのが期待できます。そういった創意工夫ができるというところにおそらく若者が興味を持つような世界があると思うのです。しかし繰り返しですが、データの質や量が確保されていることがそのために重要です。例えばボーリングのデータを取るとき、経験則のみに依存する「秘伝」のデータの取り方みたいなものがあると、基本的にデータの質や量が揃うことが期待できません。また、ボーリングをまともにするには長期間の修行が必要だと言われると、寿司の修行ではないですけども、若者は二の足を踏んでしまうのではないのでしょうか。

**FA:** それがこれまでの我々の業界なんです。

**全:** 土木はこういった経験も大事なので、不要とは言わないですが、もしその中で技術開発を通して解決できる部分があるとしたら、そこは無理に経験させる必要はありません。土木工学、地盤工学の本質をつかむために必要な経験をしながら、創意工夫を生かせる人材を育成することが重要なのだらうと思います。

**大西:** ボーリングの自動化において、先ほどから「経験知」というのが言われていますけれども「経験知」って何なのでしょう。

**FA:** 経験知とは察する力です。感じ取る力。僕は自動化というかデータ化している立場から言わせてもらうと、ボーリングコアをきれいに取るということはそれほど複雑ではありません。例えば水が逃げているとか、掘進速度が変わるだとか、トルクがかかっているだとかということを、別の何かの因子で感じ取っているのです。それが感じ取れる人は次の操作に移れて、感じ取れない人はそれを見逃してしまふ。だから取れたり取れなかったりする。それをデータ化してやると、実は若い人でもコア採取が向上する。

**大西:** そういう具体的な項目を選び出すことも、一つの大きなポイントではないですか。

**FA:** そうですね。要素は五つしかありませんので、それほど難しい話ではありません。

**大西:** だから、下手な人のデータと、上手い人のデー

タを比較して、ここが違うということを示すことができればいいですが。例えばトンネルの場合、今は先行ボーリングや削孔ドリルを施工する時（たとえばコンピュータジャンボ）には、ビットの摩耗とか、回転数とか、抵抗力とか、あらゆるデータを記録して残しています。通常のボーリングでも、そういうものを残せるようなシステムを作るとか、それで上手い、下手の判定をしていくとか、そういう努力をしないと、技術革新は望めないのではないかと思います。

**FA:** それは本当にやるべきだと思いますし、実際にできることでもあります。制御機を使えば先端荷重を維持することもできます。しかし、その話をボーリングオペレーターにすると「何で俺の技術をおまえに教えないといけないんだ」と。「いやいや、業界全体の向上の話です」と言う、「そんなものは知らない」というのが現実です。だから、そこを突破しなければと思います。

**大西:** その中で少しでも協力してくれる人たちを増やして行って記録を残していくということをしないと、なかなか前に進めないのではないかと思います。

**FA:** そのとおりだと思います。

次に官の立場で安全の話ですが。早川さん、地質調査業の中で、ボーリングもそうですけれども、いろいろなところで不安全行動が事故につながるがあります。事故が生じる度に新たなルールを作ってそれを改善しようとしているのです。例えば行動をデジタル化し、画像でその不安全行動を予知してリアルタイムに「今、不安全行動だよ」と知らせるくらいの取り組みでも事故率を低下することが可能だと思うのですが、建設業の中ではそのような取り組みは進んでいるのでしょうか。

**早川:** 建設現場では人の動きと重機の動きのモニタリングが進んでおりまして、例えば人が後ろを通ったら重機のオペレーターさんのところへアラートが出るとか、あとはバーチャルバリアと言って、高圧線などの架空線があるときにはそれ以上行かないように少しバッファを取った位置にバーチャルなバリアを設定し、重機のアームが上に行かないように制御するとか、建設現場の安全管理の分野で進んでいる実態があります。

**FA:** ある現場に行ったら管理する人の数の多さに驚いたことがあります。管理する人がいないと働け

ないという構図になっている。それは人間ではなくてもできるなどいつも思いながら仕事をしていました。i-Construction の部分だと思えます。

地質調査業にも同じことが言えると感じています。同様の不安全行動による事故は行動に規則性があることは明白で、これを情報として処理し、アラートにより回避につなげる。この程度のことに取り組んでいない業界に魅力を感じるのか、繰り返しますけれども、この業界に若い有能な方を導く、先進的な技術を取り入れることが必要なのだと思います。

それでは、最後のセッションです。議題3として、DX時代の地質調査業の情報化とはということで、小松さんお願いします。

小松：DX時代の地質調査業の情報化ということでお話をいただきましたが、ターゲットの範囲が広いので、最近身近なところでDXが進んだなと思うところに着目して考えてみました。それは道路防災点検の分野です。ご存じのとおり今年3月に道路防災点検の手引きが改訂されて、その副題として「DX時代に向けたチャレンジ」が付きましました。特に航空レーザ測量、3次元点群についての取り組みが27ページあたりその効果や留意点が示されており、巻頭言で佐々木さんが積極的な活用について述べられています。一方、レーザープロファイルの活用については、平成18年の手引きにも紹介されていた技術です。近年の敷地外からの災害の増加など必要に迫られた面もあると思いますが、この技術がようやく実務レベルで活用されるようになり、国土交通省の業務では非常に積極的に取り組まれているところです。

### 道路防災点検とDX

- 令和4年3月に「道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪）」が改定され、副題として「DX時代に向けたチャレンジ」が追加された。
- なかでも「航空レーザ測量」は、27ページにわたるその効果や留意点、事例が示されており、積極的な活用が提案されている。
- レーザープロファイルの活用は、平成18年の点検要領改訂に伴い刊行された「道路防災点検の手引き（平成19年9月）」でも紹介されていた技術であり、三次元点群情報の整備に伴い、実務レベルでTransformationが進行している技術の一つと言える。
- 道路防災点検におけるDXの現状と課題を踏まえて、Society5.0への道筋としての地質調査業の情報化について考える。

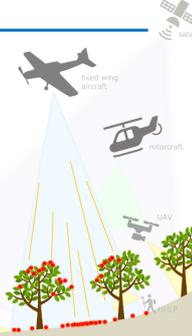
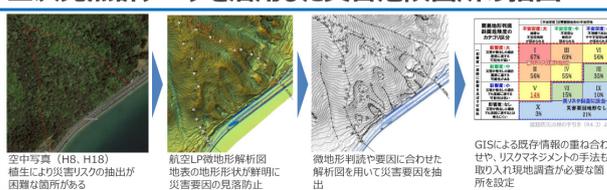


図 24

その内容を簡単に整理してみました。図 25 の左側の航空写真が平成 8 年、18 年でスクリーニングに主に使っていたものです。航空レーザ測量を使うと植生の下の地形が見えるようになります。これで何が起こったかという、これまで気付かなかった危険箇所がたくさん抽出されました。これにより、

### 三次元点群データを活用した災害危険箇所の抽出



- 三次元点群データを活用してさまざまな解析図を作成することにより、これまで想定していなかった箇所などで多くの危険箇所候補を抽出することが可能に。
- 既存資料（既存防災点検情報、災害履歴、土砂災害計画区域データや地質図）をGIS上で重ね合わせて解析することにより、スクリーニング精度が向上。
- 一方で、安定度の評価には、現地確認が必要な事例も多く、膨大な数の現地安定度が必要と判断され、人手不足、予算不足が生じている。

図 25

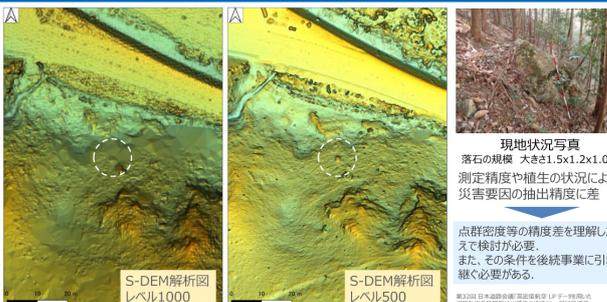
点検要領に沿った対応必要箇所は、今後相当増えるのではないかとされています。

そこで、これらの危険箇所に対してGIS等を用いて、さまざまな情報を重ねあわせて、どこから手を付けるかという優先度を設定しているところです。人が不足するのでDXを進めようとしているのですが、膨大な数の現地調査が必要となり、人も予算も不足しているのが現状です。

もう一つの課題として、情報の品質と書きましたが、精度の差の問題で、それによる災害要因の見逃しリスクが出てきたことです。下図は両方同じ場所の航空レーザ測量の解結果図です。両者は地図情報レベルが違います。つまり地表に届いているレーザの点密度が違います。地図情報レベル1,000で判読したケースでは、地図情報レベル500で判読できる転石を読み取ることができませんでした。現地を知っている人が見れば、ちょっとした突起があることに気づくのですが、その時点では読み取ることができませんでした。

このような形で、航空レーザ測量のデータを使っても点群密度の差によっては、災害要因を見逃してしまうというリスクを含んでいます。さらに、どのような精度の情報を使って判読したかということは、今は引き継ぐ仕組みがないのです。

### 情報品質の差による災害要因の見逃しリスクについて



現地状況写真  
 転石の規模 大きさ1.5x1.2x1.0m  
 測定精度や植生の状況により災害要因の抽出精度に差

点群密度等の精度差を理解したうえで検討が必要。また、その条件を後続事業に引き継ぐ必要がある。

図 26

この辺を含めて、今後地質技術者がどのような役割

を担っていくかというところを少し考えてみました(図 27)。まず、地形の情報です。これはおそらくどんどん高精度化していくと思います。ドローンを使ったり、MMS、ハンドヘルドのレーザ測量など、精度向上の未来予想は簡単に想像できます。さらにその点群の差分解析や、衛星画像解析などで変位がありそうなどが見えてきます。モニタリング技術も進むと思います。

現在、それらの地形判読の AI 化などを各社で取り組んでいるところなのですが、一方で、結局これは地表だけのデータを見ているので、地下の情報、地質や地下水、そして構造物、さらに気象条件や植生、生物活動の状況というような複合的に災害に関わる情報の分析は、地質技術者の役割としてまだまだ残るものと考えます。最終的には事業者の方と、社会環境の変化も踏まえて診断というか、判断をしていくところが、地質技術者の仕事になっていくのではないかと考えます。

### 防災点検の未来予想と地質技術者の役割

- LP計測機器の高精度化、UAV-LP、MMS、HHLPの組み合わせによる地表面再現精度の向上し、それに伴う災害要因の抽出精度が向上(見逃し防止)。
- 三次元点群の定期取得による差分解析や衛星画像解析により地表面変位を推定可能(要監視箇所の絞り込み)。
- モニタリング技術の変革による予防保全の確立。
- 蓄積したデータを用いたAI解析による効率化の実現。
- 一方で、実際の災害は、地質、地下水、構造物の状況に加えて気象条件や植生、生物活動など多様な地域特性が複雑に関わるため、専門知識や経験を有する地質技術者の役割は残る(社会環境やその変化も踏まえた診断)。

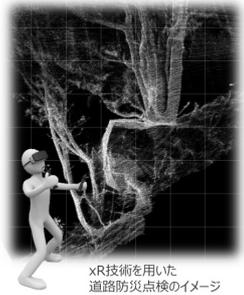


図 27

最後に、今回のテーマのひとつの Society 5.0 についてです。まず、これまでも議論がありました、オープンデータ化についてです。これまで議論がありましたが、まだまだ情報化できそうなものが多いそうだとことです。

Society 5.0 の世界は、ビッグデータを AI が解析して、必要なときに必要な情報を入手できる世界です。自分たちでデータを探さなくてもいいという時代です。さらに、何か気になる場所があれば、ロボティック化によってどこにいても判断、決断ができるという時代になってくると思います。そこに行くつくためには、これまでお話が出ているように、経験工学に基づいて判断してきたものを、理論値に基づく解析や判断ができる体質に変える必要があると思います。われわれも変わっていかねばいけません。そうなってくると、情報化すべきものや情報化の方法、そしてそれぞれの情報をどう組み合わせるかということがこれからの課題であり、それを全地

連としてどこから手を付けるかということが一番重要になるのではないのでしょうか。

FA: ありがとうございます。今お話をいただいた中で二つの大きなテーマがありました。一つはデータの質です。例えば点群データ一つとっても、点群が密なのか疎なのかによって見えるものが違ってくる。何を見ようとしているかによってそれを変えなければいけないのに、それを一律で見てしまったときに見落としがある、あるいは過剰に見つけてしまうことがあるだろうと思います。それともう一つは、効率化や高度化などによる新しい価値の必要性です。評価も AI 化すると、画期的な時間短縮が可能となり、技術開発が時間として清算され、価値が低下するという漠然とした不安です。

小松さん、どうでしょうか。これから地質調査業というものが DX に向かっていく中で、どういう位置付けにいれば、新しい未来の素晴らしい業界に変わっていくのでしょうか。

小松: やはり経験工学的な部分が、ある意味、地質技術として不確実な部分も含んでいると思いますので、まずはしっかりと見える化することが大事だと思います。見える化していくと、仕事なくなるのではないかというお話もありますが、そこには事業全体の流れや、効果といったところも含めた判断や決断みたいなものが必要になってきますので、そういったところを我々は目指すべきだと思います。

FA: 佐々木さん、ハザードとリスクの話なのですが、ハザードを洗い出すのであれば様々な地質的な問題全部透けて見ればいいですね。だけど、何か構造物を造ろうとしたときに、断層は問題ではないとしたら断層は知らなくてもいい。つまり、目的に合った地質リスクだけが分かればいい。そう考えていくと、何を見つければいいのかという指南は、地質技術者ができるのではないかなと想像するのですが、どう思いますか。

佐々木: どんな事業も、例えばダムを造るとか、道路の防災点検をするとか目的がありますよね。例えば先ほどの LP のデータで言えば、落石を発見して点検をきちんとやりたい。そういう目的の場合には、その目的に応じた内容と精度の調査が当然求められます。だから、私はその目的に応じた内容と精度があればいいと思います。私は「地盤の要求性能」とか、あるいは「必要性能」と言っているのですが、何かをやろうとしたときに、地盤にもその調査にも

必要な性能が求められると考えていまして、たとえば落石の調査のためだったら、その落石が見えるような密度や精度での調査というのが必要になってくるし、地すべりの調査だったら、その地すべりの滑落崖だとか、そういうものがきちんと識別できるぐらいの精度の3次元データが必要になってくる。では、どのぐらいの落差の滑落崖を見つけられるようにならなければいけないとか、そういう必要な精度というのは、地質屋の知見できちんと決めていく必要があると思うのです。

例えば、深層崩壊というのがありますね。深層崩壊は流行り言葉みたいになったのですが、昔は、深層崩壊はあらかじめ分からないという話だったけれども、千木良先生によって深層崩壊もきちんとしたLPデータを見れば分かりますよ、という話になった。過去に分からなかったのは、実は滑落崖がほんやりしていたのではなくて、滑落崖の大きさが小さかったからなのです。10メートルも滑落崖があれば、空中写真判読でも分かるけれども、滑落崖が50センチだとか1メートルしかなければ、通常空中写真では分からない。だけど、航空レーザーだったら明瞭な滑落崖が見えるようになってきた。その精度を航空レーザーが持っているからこそ、みんな使えるようになってきたのだと思います。実はよくよく航空レーザーで見ると、深層崩壊が起こる箇所の滑落崖は全然不明瞭ではなくて、結構明瞭だったりする。ただ、その段差の規模が小さいだけだったというようなこともあるわけです。だから、何をどのぐらいの精度で求めるべきかというのをきちんと地質技術者が認識していれば、その精度での調査をすればいいということになると思います。

**FA:** 精度が上がっていけば課題が見えて、それを解決していく。その繰り返しですね。だから、今分かることが全部自動化されても、次の課題が出現する。DXというテーマに対して、地質調査業としてどう取り組んでいかなければいけないかという課題は山積していると思っています。また目測を誤ると無駄な時間を費やすことでしょう。10年後、20年後、50年後のゴールを見据えながらデータを蓄積していかなければなりません。また、我々はDXに関わると沢山のデータの資産があります。ただこれが有効に使われていない。個々はすごく能力が高いはずなのに、それがデータ化されていないがために個々の能力に留まっている。これを紐解くだけでもDXに向け大きく舵を切ることになると思います。

それでは、三つの議題についてこれで終了させていただきます。次に「地質調査業におけるDXの展



望」ということで、田中会長よろしくお願ひします。

**田中:** 皆様、それぞれのお立場から貴重なご意見をいただき誠にありがとうございます。地質調査業におけるDXの展望を述べる前に、本会で話題になったことについて、私の考えを説明します。

まず、先ほど全先生が言われましたように、建設生産プロセス全体の中でDXを進めていこうとすると、計画から調査、設計、施工、維持管理にいたる各段階でのプロセス間の引継ぎが協調的に進み「全体良し」という状態が必要だと思います。そのような意味では、われわれ地質調査業に従事するものは、調査段階のみではなく、関連する各段階をしっかりと勉強していかなければならないと思っています。

次に、谷川さんが言われました、AIなどを活用し効率化や自動化が進むとわれわれの仕事がなくなるのではないかという懸念についてです。話題提供で言われたものと思いますが、われわれがもつ専門技術は地盤を診断できる技術ですから、例えば、表面地形からだけで判断された地盤リスクなどに関して、地質や地盤の診断を組み入れ、的確かつ現実的なアドバイス、コンサルティングすることで、災害時の避難計画も含め新たな効果が期待できるというように、まだまだ地質調査技術の出番はなくならないと感じています。

最後は、全地連でも進めています、原位置試験装置等の自動化です。装置そのものの自動化には異論ありませんが、重要なのは試験対象となるボーリング孔壁の自然状態を可能な限り維持することだと考えています。このことについては、全地連関東協会で「調査の匠」という認定制度によりサンプリング技術に優れたオペレーターを匠に認定した際、「あなたのサンプリング技術を、給圧や送水圧などを計測し、機械で再現できたら同じ状態のものが採取できますか」という私の問いに、その方は「できます」と即答でした。孔壁の品質維持など判断が難しく、

かつ経験に裏付けされたオペレーターの技能も、計測とAI等を駆使してロボット化できるのではないかと考えるきっかけとなりました。そういう経験がありましたので、自動化やロボット化についてはできる限り進めることが得策だと思っています。

そのような中、全地連では、昨年(2021年)12月に『新たな時代の地質調査発展ビジョン』を発表いたしました。地質調査業を「インフラのインフラ」と位置付け、DXをめぐる国や社会の動向を踏まえ、建設関連業としてインフラ分野が抱えるさまざまな問題を解決していくという方向付けを明確にし、現在、実現に向け取り組んでいます。これを実現するためには、これまで変えることが難しかった慣例的な仕組みや技術の体系までも見直していく覚悟で再構築を図らなければいけないと思っています。

地質調査業は基本的に情報サービス産業ですので、比較的デジタル化にはなじみやすいと思われていますが、いわゆるハード・ソフト一体型の特殊な産業形態ですので、その両面から取り組み、全体的な生産性向上を図る必要があります。これまでもセンサーの開発やデータのデジタル化、オンライン化などを進めていますが、将来的な観点に立つと、DXを活用し、業界として新しいマーケットの開拓やICT要素技術の進化に確実に対応していくこと、そして、それらを通じ、働き方や現場環境改善を進めて行かなければならないと考えています。

そのためには、「地質・地盤情報に関するデータプラットフォームの拡充」、「BIM/CIMにおける3D地質・土質モデルの情報伝達ツールとしての活用」、「地質調査現場におけるICT技術による効率化」の三つの取り組みが重要と考えております。

一つ目の地盤情報については、大西先生の国土地盤情報センターですでに進められていますが、柱状図と土質試験結果等の基本情報に加えて、物理探査やリスクの情報など関連する情報を統合的に集約し、二次利用による付加価値と対価を創出することが重要と考えています。具体的には、創出した付加価値や3D地質・土質モデルを地下埋設物のデータなどと組み合わせることによってインフラメンテナンス、あるいはリスクマネジメントなど、さまざまな場面で生産プロセスの質的向上に繋がるように、その仕組みや制度も含めて、関係する皆様と相談しながら検討を進めていきたいと考えています。

二つ目の3D地質・土質モデルは、後工程への重要な情報伝達ツールであると考えています。しかし、先ほど大西先生が言われましたように、構造物の3Dモデルとは異なり、ボーリング調査地点以外は不確実性が内在することも事実であり、その作成や

活用ではハードルが高いイメージがあります。しかし、内在する不確実性や、それに伴うリスクを明確にすることと生産プロセスの進捗の中でそれらを減少させ、精度を向上させることで、維持管理段階における有効な情報となり、外部条件などの変化による性能再評価や災害時での活用効果は非常に大きいものと考えています。いずれにしろ、3D地質・土質モデルの活用の目的と技術水準は、関係者の合意が前提になりますが、国土交通省様でもユースケースの一つとしてリスクマネジメントを挙げておられますので、その有用性は高く、普及発展に向け、業界としてしっかり取り組んでまいりたいと考えています。

三つ目の地質調査現場におけるICT技術の活用による効率化は、先ほど来、なかなか進んでいないという厳しいご発言もありましたが、生産性の向上と現場環境の改善の観点から、一層の活用が不可欠と考えています。実際にはウェブカメラを導入した検査や管理のリモート化など、既に実用化されているものもありますが、今後、観測業務などセンサーネットワークと通信、あるいは地形の点群データなどと組み合わせたデジタルツインへの展開が重要になってくるものと考えています。また、現場環境改善の観点から、30年近くモデルチェンジされていないボーリングマシンの改良も検討しております。全地連では、「次世代型ボーリングマシン(自動化マシン)の開発・拡大に関するコンソーシアム」を設置するとともに、会員企業においても自動化等に着手しています。普及に向けて様々な課題があることも事実ですが、全地連の現場環境改善委員会の下にボーリングマシン自動化WGを設置しておりますので、課題解決に向けた検討を積極的に進めたいと考えております。

以上のようなDXへの展望をもち、当面、喫緊の課題である防災・減災、そしてインフラ老朽化対策を含めた国土強靱化政策に対し、i-Construction、BIM/CIM、インフラ分野のDXなど国の施策に沿って対応していくことが、われわれ地質調査業の役割であろうと思っています。そして、DXという大きな流れへの対応は、必ず地質調査業の魅力向上や担い手確保といったものに繋がるとの展望を持っております。

**FA:** ありがとうございます。未来は明るいと私も感じております。

それでは閉会の挨拶をよろしく申し上げます。

**司会:** 私は地質調査といっても、いわゆる航空測量

の会社に籍を置く地質技術者です。今日の議論を聞いていて、やはりボーリングに関する話題が多くありました。測量業界、特に航空測量業界は、戦後から続いていた航空写真測量の時代が今は航空レーザーに変わって、全くドラスティックに仕組みが変わってしまったのです。私がこの会社で地形判読をやっているところは、アナログ写真の解像度をデジタル航空カメラが超えるなんて全く想像ができていなくて、今は実はデジタル航空カメラのほうがかなり解像度が高いです。

航空写真から間接的に計測するという間接測量から、航空レーザーという直接測量に変わって、われわれ航空測量の業界は、機械を買ってくればハイテクなデータが取れるみたいな、設備産業と揶揄されるぐらいです。それでも自分たちの仕事はなくならずに、新しい技術に対応して新しい価値を見いだしているから、それなりに企業が存続しているのかな

と思っています。ですから、地質調査業が、ボーリングがドラスティックに技術革新しないという部分があり、そういうこともあって全地連の会員企業の皆さんが、DXの社会に自分たちが取り残されていってしまうのではないかというような、たぶん不安も聞こえてきたりしています。

今回の座談会の結果は、機関誌『地質調査』にて、広く会員企業の皆さま、それから顧客の皆さまにお配りするわけですが、少しでも今得られた皆さまのご発言が全地連あるいは地質調査業界のこれからのDXの羅針盤になって行くような、示唆を与えるようなものにしていきたいと思います。これからも地質調査業界にご協力のほど、ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。

これで閉会といたします。今日はどうもありがとうございました。

