

# 地質調査

2025  
第2号  
(通巻166号)

Japan Geotechnical  
Consultants Association

編集／一般社団法人全国地質調査業協会連合会

## 巻頭言

### ≫ 社会の最底辺のインフラは 地形と気象である

国立大学法人愛媛大学大学院地域レジリエンス学環客員教授、  
気象ビジネス推進コンソーシアム人材育成WG副座長

越智 正昭

## 総論

### ≫ 生成AIは土木事業を変える

京都大学名誉教授、国土地盤情報センター 理事長

大西 有三

## 小特集 生成系AIとの付き合い方

### ≫ 気象分野におけるAIの現状 AIをベースにした社会を想像してみる

..... 石河 大

### ≫ 地質分野における生成AIの 活用事例と展望

..... 小山 倫史

### ≫ 生成AIの活用による有益性

..... 北岡 貴文

### ≫ オープンソースGPTとRAGで作る 自分専用AI知識システム

..... 松岡 俊文

### ≫ IoTセンサ・気象データを用いた MLモデルと生成AIによる 斜面動態予測：現状と展望

..... 安原 英明

### ≫ 生成AI「αGeAI」の紹介

..... 山崎 廣二

## 教養読本

### ≫ AIの発展の歩み

..... 米倉 達広

## やさしい知識

### ≫ 生成AIの能力と地質・地盤分野への期待

..... 全 邦 釘

## 基礎技術講座

### ≫ 路面下調査技術の標準

—地中と地上の3次元データ一元化技術へのAIの活用—

..... 篠原 潤



# 委託業務積算システム

## SurveyPlan Ver7

<20日間の無料試用期間>で存分にお試し下さい!!  
(新規ご購入価格)

今すぐダウンロード!!

20日間無料試用

<https://www.gi-r.com/>

¥98,000 (税抜)

本システムは1995年にVer1.0を発表してから、現在のVer7.12(2025年度版)に至るまで歩掛の変動に伴い毎年、確実に更新(バージョンアップ)させて頂いています。  
※更新(バージョンアップ)料金は年1回のみで、保守(サポート)料金はかかりません。安価なのは理由があります。詳しくはホームページで!

### 豊富な機能&委託業務の殆どをサポート

- 乗り換え格安価格設定(詳しくはホームページをご覧ください)
- 各社独自の帳票作成(編集)が可能
- 低入札調査価格の設定が可能
- ネットワーク(LAN)上であれば何台追加しても無料
- 多様な帳票&出力(プリンタ・Excel・PDF)が可能

### 対応業務

- 土質調査・地質調査(全国地質調査業協会連合会) ☆
- 地質調査(国交省) ※市場単価は経済調査会・建設物価調査会 ☆
- 土質調査・海上ボーリング(港湾局)

### 測量 補償

基準点測量/水準測量/現地測量/三次元点群測量/路線測量/河川測量/深淺測量/用地測量/写真測量/方眼測量/確定測量/流量観測/成果品検定料  
権利調査/建物等調査/営業その他調査/予備調査/移転工法の検討/事業認定申請図書作成/再積算業務/土地評価/補償説明業務/消費税等調査/物件調査作成/工損調査/事業損失/環境調査/保安林解除等/完成図書の作成/内水面漁業権調査

### 設計

〔国土交通省〕道路/交差点/道路休憩施設/歩道詳細/道路設計その他設計等/一般構造物/橋梁/地下横断設計/トンネル/共同溝/電線共同溝(CC Box)/仮設構造物詳細/河川構造物/砂防施設  
〔農林水産省〕頭首工/ポンプ場/水路工/ほ場整備/畑地灌漑施設/農道/積算参考資料/作成/ため池改修/コンクリートダム/フィルダム/営農雑用水利施設/溪流取水工/小電力発電所/機能診断/機能保全対策

上水道設計・国土地理院・防衛省設計・NEXCO委託・UR都市機構測量・治山事業調査・林道工事調査・地籍調査(全国国土調査境界)☆・土地区画整理(街づくり区画整理協会)☆・下水道設計(日本下水道協会)☆・公共嘱託登記・北海道(建設部、土地改良)・道路台帳作成(新潟県、岩手県、山梨県)・橋梁点検(岩手県、福岡県)・防災マップ作成・MMS・工事積算補助(福岡県)・福島県(測量業務等)・磁気探査(沖縄県)・東京都(道路台帳・土地区画整理・不動産調査報告書・財産運用調査・敷地測量・公共用図書)・発注者支援業務・その他 (注)☆は有料オプション(各¥20,000-)

## 株式会社 地理情報リサーチ

<https://www.gi-r.com/>

ダウンロード(製品版と同じ)後20日間の無料お試し期間があります。その後継続して使用したい場合のみ上記金額をお支払いいただきます。詳しくはホームページのダウンロードをご覧ください。



### ●トップ画面



### ●見積業務種別選択画面



### ●見積書編集画面



TEL.0186-52-3753  
FAX.0186-52-2313  
info@gi-r.com

技術管理室/高橋迄

## 目次

## CONTENTS

### 巻頭言

#### ≫ 社会の最底辺のインフラは地形と気象である

国立大学法人愛媛大学大学院地域レジリエンス学環客員教授,  
気象ビジネス推進コンソーシアム人材育成 WG 副座長

越智 正昭 ..... 1

### 総論

#### ≫ 生成 AI は土木事業を変える

京都大学名誉教授,  
国土地盤情報センター 理事長

大西 有三 ..... 5

### 小特集

#### ■ 生成系 AI との付き合い方

##### ≫ 気象分野における AI の現状

AI をベースにした社会を想像してみる 石河 大 ..... 12

≫ 地質分野における生成 AI の活用事例と展望 小山 倫史 ..... 17

≫ 生成 AI の活用による有益性 北岡 貴文 ..... 24

≫ オープンソース GPT と RAG で作る  
自分専用 AI 知識システム 松岡 俊文 ..... 30

≫ IoT センサ・気象データを用いた ML モデルと  
生成 AI による斜面動態予測：現状と展望 安原 英明 ..... 37

≫ 生成 AI 「 $\alpha$ GeAI」の紹介 山崎 廣二 ..... 41

≫ AI の発展の歩み 米倉 達広 ..... 45

≫ 生成 AI の能力と地質・地盤分野への期待 全 邦釘 ..... 52

≫ 路面下調査技術の標準 - 地中と地上の  
3次元データ一元化技術への AI の活用 - 篠原 潤 ..... 57

≫ 調査結果の再検討によるコスト縮減等の  
事例紹介 近藤 敏光 ..... 61

≫ 大山の水 ~ 鷹勇の伝統を守る天然水 ~ 尾崎 浩一 ..... 66

≫ 石川県金沢市 石川県立自然史資料館 鬼頭 雄也 ..... 68

≫ 津波石と津波防災 - 自然の記憶と未来への教訓 -  
森 翼 ..... 70

≫ 京都大学防災研究所 (前編) 林 宏一 ..... 72

### 養教読本

### やさしい知識

### 基礎技術講座

### 私の経験した現場

### 大地の恵み

### 各地の博物館巡り

### 各地に残すべき地形・地質

### 研究所からの報告

### 地質だより

■ 地質調査技士資格検定試験 受験資格の変更 (令和 8 年度適用開始) ..... 76

■ 令和 7 年度 全地連資格検定試験の実施結果について ..... 77

■ 全地連「技術フォーラム 2025」の開催結果について ..... 78

■ 「応用地形判読」基礎技術講習会の開催結果 ..... 78

■ 「発注者・若手技術者が知っておきたい地質調査実施要領」  
解説講習会の開催結果 ..... 79

■ 「道路防災点検技術者講習会」の開催結果 ..... 80

■ 全国標準積算資料 (土質調査・地質調査) 令和 7 年度版の発行について ..... 80

■ 「地質リスク実務講習会」開催結果 ..... 81

## 既刊情報

下記の「地質と調査」は、次の URL または QR コードから、どなたでもご覧いただけます。

全地連の機関誌「地質と調査」

[https://www.zenchiren.or.jp/jgca\\_geo-se/](https://www.zenchiren.or.jp/jgca_geo-se/)



### ● 掲載概要

2000 年第 1 号 (通巻 83 号) ～ 2005 年第 4 号 (通巻 106 号) ➡ メインテーマのみ

2006 年第 1 号 (通巻 107 号) ～ 2013 年第 1 号 (通巻 135 号) ➡ 【会告】を除くすべてのページ

2013 年第 2 号 (通巻 136 号) 以降 ➡ すべてのページ

※ Web 掲載版の「地質と調査」はカラーで閲覧いただけます。

### ● 最近の発刊

通巻	発行年月	メインテーマ
156 号	2020 年 11 月	小特集：防災・減災 – 豪雨災害の被害軽減に向けて –
157 号	2021 年 4 月	小特集：地図データの活用
158 号	11 月	小特集：物理探査が拓げる地質調査
159 号	2022 年 4 月	小特集：堆積物の科学
160 号	11 月	小特集：DX
161 号	2023 年 4 月	全地連創立 60 周年記念号
162 号	11 月	小特集：地質の楽しみ方 – 食と旅と地質 –
163 号	2024 年 4 月	小特集：アウトリーチ – 地学の魅力を広げる新たな展開 –
164 号	11 月	小特集：鉱物と宝石 – 身近な地質とのかかわり –
165 号	2025 年 4 月	小特集：地下水の奥深さ – 科学から文化まで –
166 号	11 月	小特集：生成系 AI との付き合い方

## 次号予告

**地質調査** 2026 年 第 1 号 (通巻 167 号) 内容 (予定) 令和 8 年 4 月発行予定

小特集テーマ：地質調査業の魅力

～若手エンジニアが語る多様な経験と豊かなライフスタイル～

\*編集方針により小特集テーマは変更となる場合があります。



# 社会の最底辺のインフラは地形と気象である

おちまさあき  
越智 正昭\*

K

ey Word AI, DX, IoT, インフラ, 地形と気象, デジタルビジネス, データ活用

## 1. 建築・土木業界における AI 活用の動き

AI (Artificial Intelligence: 人工知能) 技術の発展により, さまざまな業界で AI や機械学習の活用が進んでいる。日常生活でも AI と触れ合う機会が増えてきていて, 今後もますます身近な存在になることは間違いのないことである。そんな身近な存在になってきている AI であるが, 近年では建築・土木業界でも導入の動きが活発化してきている。

### 1.1 建築・土木業界が抱える深刻な課題

建築・土木業界に AI を導入することで, どのような効果が出てくるのかについて, まず建築・土木業界が抱える大きな課題から考察する。

#### ① 慢性的な人材不足

建築・土木業界が抱える大きな課題の一つに, 慢性的な人材不足がある。少子化の影響でさまざまな業界での労働者不足が問題となっているが, 特に建設業界や土木業界においては人材不足が深刻である。この人材不足は技術者不足にも直結する。近年, 技術者や資格保有者が減少することで, 工事自体を受注できなくなる企業や, 仕事はあっても業務縮小せざるを得ない企業も出てきているとも聞いている。そのため, 最近では AI の活用によって人手不足を補おうとする動きが進んでいる。

#### ② 従業員の高齢化

建築・土木業界の抱えるもう一つの課題に, 従業員の高齢化がある。国土交通省によると 2021 年の建設業就業者は 55 歳以上が 35.5%, 29 歳以下が 12.0% という割合で, 高齢化が進行していることが分かる。建設・土木業就業者において高齢化が進

んでいる中, 現在のベテラン層の社員が退職するとさらに人材不足は深刻化することになる。近年, 若者が働く上で重視するのは多様な働き方ができる環境や充実した福利厚生などの条件といった傾向が強いため, 建築・土木業界でも働き方改革を進めていくことが喫緊の課題となっている。

### 1.2 建築・土木業界で AI を活用するメリット

上記で述べた課題を解決するための有効な手段としての AI 導入のメリットについては, 以下のようことが考えられる。

#### ① 業務効率化による生産性向上

AI を活用することで, 業務を効率的に行うことが可能となる。たとえば, 職人の技術や経験, 勘に頼っていた作業も AI を活用することで, その時の気温や湿度など現場の環境や材料の具合などさまざまな情報を瞬時に判断して, 適切な工程を再現することが可能となる。くわえて, 技術レベルの個人差の解消にも繋がり, 生産性向上が期待できるとともに, 人材不足の解消を解決することにも繋がると期待できる。

#### ② 作業の自動化によるコスト削減

AI 活用によって, 今まで属人化していた単純作業や定型業務を機械が自動で処理できるようになると期待できる。業務によっては少人数でも滞りなく進むようになり, 労働力不足の解消にも繋がることになる。くわえて, 労働時間の短縮にも結びつくため残業代や休日手当の発生を抑え, コスト削減も期待できる。

\*国立大学法人愛媛大学大学院地域レジリエンス学環客員教授, 気象ビジネス推進コンソーシアム人材育成 WG 副座長

## 2. 社会の最底辺のインフラは地形と気象

このように建築・土木業界における課題解決のために導入が期待されているAIではあるが、ただAIツールを導入すればすぐに効果が現れるという単純なものではないということに留意する必要がある。図1はデジタルビジネスを模式的に表した図である。デジタルビジネスとは、デジタル技術によって現実社会を写し取り、推論や学習を通じて導出された成果をフィードバックさせることによって、新しい価値を提供するビジネスのことである。デジタルビジネスにおいてAIと並んで重要な要素と位置づけられるのがビッグデータである。ビッグデータとは、人間や従来のデータ処理ツールでは扱いきれない、「量 (Volume)」、「速度 (Velocity)」、「多様性 (Variety)」が非常に大きいデジタルデータ群のことで、近年では、さらに「正確性 (Veracity)」と「価値 (Value)」を加えた「5V」で特徴づけられて呼ばれることも多くなっているが、このビッグデータとAIとは相互に依存し、補完し合う関係にあると言える。ビッグデータはAIが学習するための膨大なデータを提供し、AIはビッグデータから隠れたパターンや異常を見つけ出し、高精度な予測や分析を可能とする。この連携により、より深いインサイト（洞察・発見）の抽出、精度の向上、さらには手作業では不可能な高度な分析の実現が行え、ビジネス上の課題解決や意思決定、新たなサービスの創出などに活用することが可能となる。

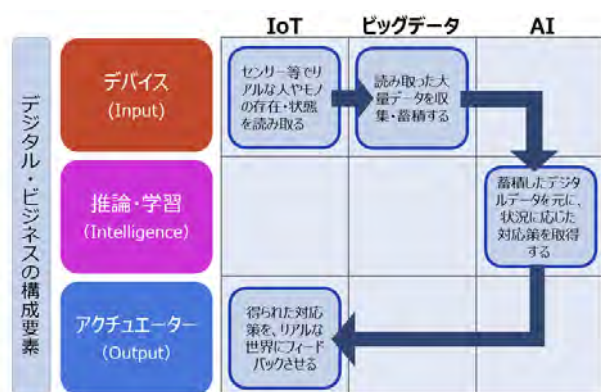


図1 デジタルビジネスの定義

私は15年間気象情報会社の代表取締役社長を務めさせていただいた経験を通して、「社会の最底辺のインフラ（社会的経済基盤）は地形（地質や海流を含む）と気象（気候・地震や火山噴火等の地象を含む）、すなわち自然事象・環境である」という基本的な考え方を持っている。この地形と気象が

その土地に暮らす人たちがすべての営みに大きな影響を与え、その場所その場所の経済や社会、さらには文化や歴史でさえも、すべてはこの地形と気象をベースとして成り立っているという考え方である。まさに“風土”と呼ばれる言葉に代表される通りである。そもそも私達が暮らす日本国の風土は、南北に細長い島国であることによる亜寒帯から亜熱帯に及ぶ気候の多様性、モンスーンの影響を受けた四季の明確な変化（夏の高温多湿と冬の寒冷）、そして国土の大部分を占める山地と、これらがもたらす豊かな森林と水資源が特徴である。この自然条件の中で、水田稲作を中心とした集約的な農業が発展し、人間が自然の恵みと厳しさを克服して共存してきた歴史が、日本の風土を形成している。そしてこの地形と気象といった自然事象・環境に関しては古代からさまざまな形で測量や調査、観測が行われており、これまでに天文学的とも言っているほどの膨大な量のデータが蓄積集約されているビッグデータ中のビッグデータとも言えるべき極めて重要な“資源”が眠っていると考えている。近年、DX (Digital Transformation) という言葉をよく目にする。このDXとは、AIやIoT、ビッグデータ、クラウド等のデジタル技術を活用してビジネスのあり方そのものを根本的に変革し、企業文化や組織、プロセスを刷新することで企業の競争優位性を確立する動きのことである。くわえて、DXは単にIT技術を導入するだけでなく、顧客や社会のニーズに対応した新しい製品、サービス、ビジネスモデルを創出し、企業全体の価値を高めることまでも目的としている。先ほど私は「社会の最底辺のインフラは地形と気象である」という基本的な考え方を持っていると述べたが、この地形や気象に関するビッグデータの活用は、まさに「DXのフロントランナー」、「DXの“本流”」とも呼ぶべきものだと思っている。

この考え方を持って、私は気象情報会社の社長在任15年間で、同社を単なる気象情報の提供会社から、様々な課題を抱える顧客に対して気象データを活用したソリューションを提供可能な会社への大転換を行ってきた。そうした中で、私は2016年10月24日～27日の4日間、アメリカ合衆国ネバダ州ラスベガスで開催された「IBM World of Watson 2016」と題したイベントに参加させていただいた。ご存知のようにIBMはアメリカ合衆国ニューヨーク州に本社を置く世界最大のITテクノロジー企業で、AIやクラウドサービス、コンサルティング、システム導入・運用などの事業を幅広く提供している。近年IBM社は同社が開発し



た自然言語を理解・学習し、人間の意思決定を支援する質問応答システム・意思決定支援システム (Cognitive Computing System) 『Watson』を核とした AI 関連ビジネスに力を入れている。私が「IBM World of Watson 2016」に参加した最大の理由は、この 2016 年、IBM 社が同年度の Watson 関連の研究開発投資約 30 億ドルのうちの 2/3 にあたる約 20 億ドルを投じて、アメリカ合衆国の気象情報会社『The Weather Company (TWC)』を買収したという衝撃的な情報を得たので、「IBM 社はどういう理由で TWC 社を買収したのか」という真意を知りたかったからである。その答えはラスベガスの T-Mobile アリーナで開催された IBM 社の CEO (最高経営責任者) であるジニー・ロメッティ (Ginni Rometty) 女史によるイベント冒頭の基調講演の中で聞くことができた。その基調講演の中で、彼女は「今、世界中から注目を集めている IBM 社の Watson であるが、Watson は人間の意思決定を支援するための単なるツール (Cognitive Engine) に過ぎず、Watson を導入しただけではその優れた能力をほとんど発揮することはできない。その優れた能力を持つツールを有効に活用するためには、内部に魅力的なビッグデータを保有することが必要となる。その魅力的なビッグデータというのが気象データである。気象は世の中のあらゆる業種業態のビジネス、さらには市民生活に深く関係する事象であり、この有効な気象データを確保することは、IBM 社の今後の Watson 事業の展開において、極めて重要かつ魅力的なことである」と述べた。これには約 2 万 5 千人収容の T-Mobile アリーナの満席の聴衆からはスタンディングオベーションが沸き起こったのであるが、その様子を目にして、私は「ヤバイ。IT 業界における世界の巨人、あの IBM が気がついて AI と気象ビッグデータの密接な結合に具体的に乗り出した。これで時代は確実に変わるな」と思ったことを今でも鮮明に覚えている。



写真 IBM World of Watson 2016

ちなみに、IBM 社が保有していた TWC 社の資産は 2023 年 8 月にテクノロジー事業企業との提携

を専門とする世界的な投資会社であるフランシスコ・パートナーズ (Francisco Partners) 社により高額で買収されたが (契約の詳細は不明)、IBM 社は引き続き TWC 社の気象情報を引き続き活用しているようである。また、フランシスコ・パートナーズ社による TWC 社の買収は、気象ビッグデータの活用を IBM のみならず世界中のさまざまな企業に展開することを目的とした戦略によるものであることは容易に推察される。いずれにしろ、世界では世の中の最底辺のインフラである地形と気象のデータが持つ“価値”は、私達日本人が思っている以上に高く評価されており、その活用の幅は社会の様々な業種業態に広がっているようである。

### 3. 気象ビジネス創出コンソーシアムと 地形・地質データ活用への期待

「IBM World of Watson 2016」からの帰国後、私が真っ先に向かったのは気象庁長官室。当時の橋田俊彦長官に「世界のビジネス界に大きな影響力を持つ巨人 (IBM) が私達と同じことに気がつきました。これで時代は確実に変わります。あの計画を 1 日も早く実行に移さないといけません」と申し上げ、その一言が背中を押すことになったのかどうかは不明だが、約 3 ヶ月後の翌 2017 年 3 月 7 日に設立されたのが気象ビジネス推進コンソーシアム (WXBC) である。WXBC は産業界における気象データの利活用を一層推進するとともに、IoT・AI 技術を駆使し、気象データを高度利用した新たなビジネスの創出をはじめ産業活動を活性化すべく、従来の気象事業者に加えて情報通信、農業、運輸、小売、保険など関係する産業界や先端技術に知見のある学識経験者、関係府省庁・地方公共団体を構成員とした産学官の連携組織で、事務局を気象庁内に設けている。私は新たなビジネスマーケットの創出は一民間企業の力だけでは到底限界があると感じ、それまでも気象庁からの呼びかけに応じてこのような産学官の連携組織の設立に向けての検討にご協力していたので、設立発起人の 1 人に加えさせていただいた。現在 WXBC は産業界における気象データの利活用を一層推進するため、産業界と気象サービスがマッチングできる場 (新規ビジネス創出 WG) と気象データ利用のためのスキルアップができる場 (人材育成 WG) の 2 つの WG で積極的に活動を行っており、変化の激しい現代社会において組織の成長を継続するためには人材育成の強化が不可欠であると常

日頃から感じていた私は、設立当初より人材育成WGの副座長を務めさせていただいている。また、WXBC人材育成WGの下部組織である農業分野勉強会にも所属して、各作物の生育データや収量データと過去の各種気象データからそれらの因果関係を分析し、AIの活用・実装も視野にこれまで勘や経験に頼っていたベテラン農家の営農ノウハウを次世代に継承する仕組み作りの検討や実証にも参加して取り組んでいる。

また、WXBCと気象庁は、教育関連企業や大学などとも連携し、企業におけるビジネス創出や課題解決を支援するため、気象データとデータ分析の知識を兼ね備え、気象データとビジネスデータを横断的に分析できる「気象データアナリスト」の育成に積極的に取り組んでいる。

2022年からは、従来からのデータサイエンティスト育成講座の中から気象庁が制定したカリキュラムガイドラインに準じた講座を「気象データアナリスト育成講座」として認定する制度を2022年より運用しており、現在、受講を修了した人材が次々と誕生してきている。

これらの人材による気象データとビジネスデータの相関関係の分析結果はAIにおける教師データとして大いに期待できるもので、今後気象データのAIへの活用を大いに後押しするものと見込まれている。

設立時、有識者5人、49会員でスタートしたWXBCであるが、設立から8年が経過した2025年8月現在では法人会員・個人会員・有識者会員合計で1,500を超える会員数を抱える巨大組織にまで成長していて、毎月のようにさらに会員数が増え続けている状況である。DX関連の産学官連携組織でここまで大きな組織は国内に他に例がなく、「社会の最底辺のインフラは地形と気象」、「地形や気象に関するビッグデータの活用はDXのフロントランナー」という基本的考え方が世の中で浸透しつつある証しであると私は推察している。

社会の最底辺のインフラである“地形（地質を含む）”と“気象”。ここまではそのうちの気象のデータに関するAI活用の動きについて説明したが、地形（地質・断層を含む）のデータにおいても同様の動きが起こることを大いに期待しているところである。特に人々の生命と財産を守る“防災”の分野においては気象データの活用だけでは不十分で、どんな被害が発生するのかを予測するうえで地形や地質の詳細なデータの活用は不可欠なものであると考えている。“災害”という字は“災い”が“害”になると書く。圧倒的な破壊力を持って我々

に襲ってくる台風や大雨、地震等の“災い”であるが、それらの“災い”は“都市の脆弱性”と組み合わせさってはじめて“害”となる。その“都市の脆弱性”を表す重要な指標となる基盤データの1つが地形や地質のデータである。このように防災においては地形や地質の詳細なデータの活用の可能性はまだまだ多く残っており、また、その“災い”はいつ何処に襲ってくるか分からない部分も大きく、生死を分ける瞬時の判断が求められることから、それら地形や地質に関するビッグデータとAIを活用した意思決定支援の仕組みの構築等が早期に望まれるところである。

最後に繰り返しになるが、地形や気象に関するビッグデータの活用は、AI活用をはじめとしたDXのフロントランナーであることに間違いはない。

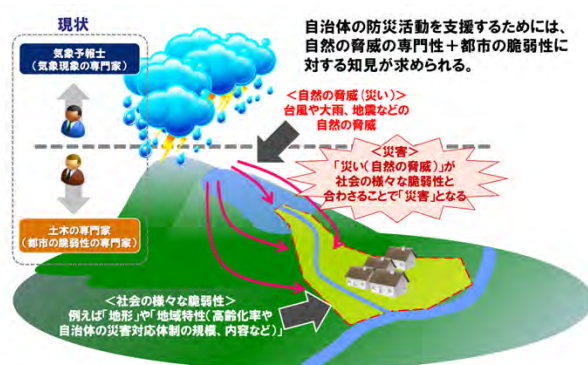


図2 「災い」を“害”にしないために

#### 越智正昭【プロフィール】

1956年、愛媛県伊予三島市（現四国中央市）生まれ。1978年、広島大学工学部を卒業後、日本電信電話公社（現NTT）に入社。NTTデータに異動。本社営業企画部長としてグループ全体の営業改革に従事。2003年、NTTデータグループの気象情報会社である株式会社ハレックスの代表取締役社長に就任。社長在任15年間で、同社を単なる気象情報の提供会社から、気象データを活用したソリューション提供会社への大転換を行う。2018年に社長退任後は愛媛県内7つの大学におけるデジタル人材育成関連の愛媛県寄附講座の総合プロデューサーのほか、気象ビジネス推進コンソーシアム（事務局：気象庁）の副座長や愛媛デジタルデータソリューション協会（EDS）の会長、愛媛大学大学院地域レジリエンス学環の客員教授を務めている。



# 生成 AI は土木事業を変える

おおにし ゆうぞう\*  
大西 有三\*

K  
ey Word

生成 AI の活用, 分岐点に立つ建設業界, 実用段階の生成 AI,  
未来を切り拓く道具, 物理 AI

## ▼1 はじめに

今日、日本におけるどの業界でも人手不足が深刻化するなか、業務効率化の手段として「生成 AI」の活用が避けて通れないテーマとなりつつあります。一方で、多くの中小企業では「使いこなせる自信がない」「セキュリティが不安」といった声も根強く、導入が進んでいないのが実情です。ところが、生成 AI の恩恵を最も受けられるのは大企業ではなく中小企業という意見も強く出されています。

生成 AI は、単に業務を自動化するだけのツールではありません。人間の創造性や経験と掛け合わせることで、これまで不可能だった新しい価値を生み出す「共創」のパートナーと言われています。生成 AI を積極的に活用することは、生産性の向上、コスト削減、品質向上といった直接的なメリットだけでなく、より魅力的で持続可能な産業へと変革するための大きな一歩となります。熟練の技術者が持つ知識と、生成 AI が持つ膨大なデータ解析能力が融合することで、私たちは未来の社会を支える、より強靱で、より効率的なインフラを創造できるのです。もはや生成 AI は、未来の技術ではなく、今日の課題を解決する現実的なソリューションです。

今回の「地質と調査」の主テーマは、“生成 AI との付き合い方”となっています。AI をテーマにした「地質と調査」が最初に刊行されたのは、2020 年の 155 号で、テーマは“AI で地質調査はどう変わるのか”でしたが、当時生成 AI は影も形もありませんでした。その号で筆者が書いた文章は、要約すると次のようなものでした。

「建設分野で AI を活用するには、質と量の整ったデータが不可欠ですが、現状はビッグデータ不足や紙媒体による非統一的な管理が課題となっていま

す。導入を成功させるには、外部コンサル任せではなく、業界の技術者が主導して目的を明確化し、既存データの活用や新たな収集方法を検討することが必要です。特に地質調査業では、ドローンによる地形判読やボーリングデータ解析など大きな可能性がある一方、高品質で統一された教師データが不足しており、欠陥のあるデータでは AI は正しく機能しません。AI は有用なツールであるものの過信は禁物であり、業界全体でデータ整備を進め、技術者が主体的にその重要性を理解して取り組むことが欠かせません。」

以上の要約文章の内容は、現在の建設業界ならびに地質調査業界の状況を見ても、ほとんど変わらずに状態が当てはまっているように見えます。すなわち 2020 年からの 5 年間での AI 活用の進展は、あまり見られないということです。

しかし、今日の状況を見ると、生成 AI ならびにそれに続く技術の発展は目を見張るものがあり、安穩としていれば業界が置き去りにされてしまう危険性があります。本稿では、生成 AI の発展の現状を踏まえ、その光と影に建設業界ならびに地質調査業界がどのような影響をうけるか、どのように対処すべきかを考察します。

## ▼2 生成 AI とは？

従来の AI と ChatGPT のような生成 AI の最も大きな違いは、「新しいコンテンツを創造できるかどうか」という点にあります。従来の AI は、既存のデータからパターンを認識し、分類や予測を行うことを目的としています。あらかじめ決められたルールやアルゴリズムに従って、特定の課題を解く仕組みで

\*京都大学名誉教授、国土地盤情報センター 理事長

す。例えば、迷惑メールの判別や画像に写っているものの識別、需要予測などがこれにあたります。「猫か犬かを判別する」「交通量を予測する」「機械の故障を検知する」といった用途が代表的で、答えも「分類する」「最適化する」といった限定的なものが中心でした。人間が事前に用意したルールやデータに基づいて、決められたタスクを実行するものであり、新しいものを生み出すことはできません。

一方、ChatGPTのような生成 AI は、大量のテキストや画像を学習しており、学習したデータから人間が作ったかのような文章の要約や作成、オリジナルの画像の生成、プログラムコードの記述、音楽などの新しいコンテンツを生成することを目的としています。などが可能です。大量のデータを学習することでそのパターンや構造を理解し、指示（プロンプト）に応じて文章の要約やレポートの作成、図面の説明、アイデアの提案といった「ゼロから生み出す」ことが得意です。また、人間の自然な言葉で指示できるため、専門知識がなくても扱いやすいのが特徴です。

簡潔に言えば、従来の AI が「分析・分類」に強みを持つ「予測・判断ツール」であるのに対し、生成 AI は「創造・生成」に強みを持つ「クリエイティブツール」と言えます。

まとめると、以下のように整理されるでしょう。

### <従来の AI>

#### ●ルールベース／タスク特化型

- ・事前に設定されたアルゴリズムやルールに従い、特定の課題を解く。
- ・例：画像認識で猫か犬かを判別、交通量予測、機械故障の検知など。

#### ●答えは限定的

- ・「分類する」「最適化する」など決まった答えを返すことが多い。

### <生成 AI (ChatGPT や Gemini など)>

#### ●大規模データ学習／汎用型

- ・膨大なテキストや画像を学習し、新しい文章・画像・プログラムを生成できる。

#### ●創造的なアウトプット

- ・文章要約、レポート作成、図面の説明、アイデア提案など「ゼロから作る」ことが可能である。

#### ●自然言語で操作

- ・人間の言葉で指示でき、専門知識がなくても扱いやすい。

生成 AI は登場以来着々と進化を遂げ、2025 年現

在の最新 AI は、従来の巨大モデル中心の流れから効率化へ進み、小型でも高性能なモデルが登場し、PC やモバイル端末でも実用化が進んでいます。テキストに加え、画像・音声・動画・コードも扱えるマルチモーダル型が主流となり、人間に近い形で情報を処理できるようになりました。また、処理可能な文脈は数百万語規模に拡大し、書籍や大規模資料を統合的に理解可能です。さらに AI はエージェント化し、人に密着した秘書のように情報収集から分析、資料作成までを自律的に遂行できます。外部データやユーザーの履歴を取り込み、常に最新で個別最適化された応答を行える点も特徴です。こうして最新 AI は効率性、汎用性、自律性を兼ね備え、人間の知的作業を強力に支援する存在へ成長しています。

一方、土木・建設分野では 2025 年現在、試行錯誤ながら生成 AI の活用が進んでおり、人手不足の解消、生産性の向上、安全性強化などの課題解決に貢献しつつあります。以下に、土木・建設分野での利用に直結または応用可能な主要な生成 AI モデルをピックアップし、表-1 に示しました。

さらに参考として、特筆すべき活用事例と技術動向を下記に記述します。

- **BIM/CIM との連携**：3D モデル (BIM/CIM) と生成 AI を組み合わせることで、設計初期段階でのプランニングや構造検討が効率化されています。例えば、スケッチから建物の付属施設を生成するツールなどが開発されています。
- **画像認識・解析**：ドローンやカメラで撮影した現場写真・映像を AI が解析し、進捗管理、測量、品質検査、安全管理（危険箇所・人物検知）を自動化するソリューションが増加しています。
- **業務自動化**：入札書類、報告書、図面チェックなど、膨大な事務作業を生成 AI が代行することで、大幅な業務効率化が実現しています。
- **DX (デジタルトランスフォーメーション) の加速**：AI の導入は、建設業界の DX を加速させる鍵と見なされています。特に、技術継承、人材育成、データ活用において、AI が中心的な役割を果たし始めています。

### ▼3 生成 AI は、土木関連事業の新たな未来を拓くか？

土木業界は、今まさに変革の時を迎えています。その中心となるのが、言うまでもなく突然花開いた生成 AI (Generative AI) です。これまで人間の経験と勘に頼ってきた多くのプロセスが、生成 AI の

表-1 2025 年現在の主要な生成 AI のうち、土木・建設分野での利用に資する応用可能なモデルを整理

モデル名/シリーズ	タイプ/特長	開発元	土木・建設での主な活用例
GPT-5(ChatGPT, Microsoft Copilot など経由)	大規模マルチモーダル	OpenAI	施工計画書・報告書自動生成、規格・基準の要点整理、図面の説明や QA 対応。
Google Gemini 2.5 Pro / Flash	マルチモーダル、高速	Google DeepMind	BIM/CIM データの説明生成、設計案の比較検討。 工程シミュレーションの文書化。
Meta Llama 4 系列	汎用 LLM(オープン系)	Meta	現場マニュアルや教育資料の自動作成、オープン環境でカスタマイズして自社仕様に特化。
Gemma 3	軽量 LLM	Google DeepMind	現場端末やローカル環境で動かし、施工現場での QA 支援に活用可能。
DeepSeek v3	高性能・低コスト LLM	中国	コストを抑えつつ大量の施工記録やセンサー記録の整理、翻訳や多言語対応に有効。
Qwen 2.5 Max	多言語対応 LLM	Alibaba(中国)	海外プロジェクト向けの多言語文書作成、国際規格の情報検索と翻訳。
Adobe Firefly(Image 4 / Ultra)	画像生成 AI	Adobe	施工完成予想図や景観シミュレーション、顧客向け提案資料のビジュアル作成。
Veo 3	テキスト-to-ビデオ	Google DeepMind	工事手順や安全教育用の動画マニュアル作成、完成後のイメージ映像生成。
Stable Diffusion 3 / ControlNet 系列	画像生成(オープンソース)	Stability AI	ドローン撮影画像の加工・強調表示、点検資料の視覚的補足。

力を借りることで、より効率的で、より安全、そして持続可能なものへと進化しようとしています。この変革に対処するために、これからの業界には2つの道が残されていると言えるでしょう。

### 3-1 生成 AI に背を向ける土木・地質調査業界の未来—革新を拒めば待ち受ける崖—

これまで長らく、土木ならびに地質調査業界は「デジタル化や IT 対応が遅れている」と言われ続けてきました。確かに他産業では、効率化や自動化を目的としたデジタルツールの導入が急速に進む一方で、調査業や建設関係の現場では依然として紙ベースの資料、熟練者の経験則に頼る判断、手作業による膨大な確認業務が多く残っています。過去の高度経済成長期や災害復旧の経験を背景に、人的労力を惜しまず投入することで何とか業務を遂行できてきたのは事実です。しかし、その「何とかなる」という発想が今後は通用しなくなる可能性が極めて高い

のです。

最大の理由は、深刻化する労働人口の減少と技術者不足です。国全体で少子高齢化が加速するなか、関連業界でもベテラン技術者の引退が相次ぎ、若手人材の確保が困難になっています。特に地質調査や設計、維持管理といった専門性の高い分野では、人材不足が顕在化しており、従来のように経験豊富な人員を大量に動員して業務を進める手法は立ち行かなくなりつつあります。このまま従来のやり方に固執すれば、調査や施工、維持管理に必要な人員が枯渇し、社会インフラの安全と安心そのものが揺らぐ事態は避けられません。

さらに、災害対応の現場に目を向ければ、課題はより一層深刻です。2024 年 1 月 1 日に発生した能登半島地震では、被害の広がりとともに膨大な情報が錯綜し、関係機関は昼夜を問わず情報整理と意思決定を迫られました。これは過去の阪神・淡路大震災や東日本大震災と同様に、災害対応の初動におけ



る「情報の混乱」という課題が依然として克服されていないことを示しています。もし次に同規模あるいはそれ以上の災害が発生した際、生成 AI を活用せずに従来通り人力中心の情報整理やマニュアルに依拠した対応を行っていたら、初動の遅れはさらに深刻化し被害を拡大させる危険すらあるのです。社会インフラを担う業界がこの課題を放置することは、社会的使命の放棄に等しいと言えるでしょう。

一方で、他産業の動きを見れば明らかな通り、生成 AI の導入はもはや「実験段階」ではなく「実用段階」に突入しています。医療分野では診断支援や研究開発において不可欠なツールとなり、製造や物流では AI による最適化によってコスト削減と効率化を両立しています。つまり、生成 AI はすでに社会の基盤を変えつつあり、この流れに背を向ける産業は「時代遅れの業界」と見なされ、競争力を急速に失っていく運命にあるのです。

土木・地質調査業界がこの変化を軽視すれば、どのような未来が待ち受けるのでしょうか。10 年後、20 年後を想像してみてください。技術者不足が慢性化し、業務の停滞によって公共事業や民間プロジェクトが大幅に遅延する。災害対応は情報整理の遅れから混乱を極め、被害拡大を防げない。老朽化したインフラの維持管理は後手に回り、社会からの信頼は失われていく。そして業界自体が若手から敬遠され、「魅力のない業界」「未来のない産業」と烙印を押されてしまう。こうした悪循環は、社会インフラを支える使命を放棄するに等しい悲惨な状況へ直結しかねません。

もちろん、生成 AI の導入にはリスクや課題が存在します。地質情報や設計データといった守秘性の高い情報をどう安全に扱うのか、AI の判断をどの範囲で信頼するのか、技術者がどのようにリテラシーを身につけるのか。こうした課題は現実的であり、無視することはできません。しかし、だからといって歩みを止めることこそが最大のリスクなのです。課題を克服するためには、まず「小さく始めて、学びながら改良していく」という姿勢が不可欠です。試行錯誤を恐れて立ち止まるのではなく、試行錯誤を重ねることで初めて「土木および地質調査業界に適した生成 AI 活用の姿」が見えてきます。

今、この業界に必要なのは、「生成 AI は遠い未来の話ではなく、目の前の現実課題を解決するための道具である」という認識です。これに背を向けることは、自ら深い崖に向かって歩みを進めるようなものです。未来の悲惨な姿を避けるために、今こそ真剣に生成 AI の活用に向き合わなければなりません。

今すぐ取り組むべき最低限のステップリストは以下の通りです。

#### (A) パイロット作業導入の開始

いきなり大規模導入を目指す必要はありません。小規模な現場や限定的な業務で生成 AI を試行的に導入し、その効果とリスクを検証することから始めるべきです。たとえば、報告書の要約や図面の初期整理など、比較的风险が低く成果が見えやすい分野から着手すれば、導入効果を短期間で実感できます。

#### (B) 教育・研修によるリテラシー向上

現場の技術者や事務スタッフが生成 AI を「自分の仕事にどう使えるのか」を理解しなければ活用は広がりません。業界団体や企業は、生成 AI の基本的な仕組みや事例を学ぶ教育プログラムを整備し、全体の底上げを図る必要があります。

#### (C) セキュリティ環境の整備

生成 AI を業務に活用する際、もっとも大きな懸念は守秘性の高い情報の取り扱いです。クラウド環境の安全性やアクセス管理、社内専用 AI システムの導入など、セキュリティを確保するための環境整備を早急に進めなければなりません。

#### (D) 業界内での情報共有

パイロット導入や試行錯誤の知見を各企業が個別に抱え込んでいては進展が遅れてしまいます。業界団体を中心に、成功例・失敗例の双方を共有し、重複した失敗を防ぎながら全体の成熟を早める仕組みを構築すべきです。

#### (E) 経営層による方針表明とリーダーシップ

トップが明確に「生成 AI の活用を進める」と方針を示さなければ、現場は不安を感じ導入は進みません。経営層がリーダーシップを発揮し、生成 AI の意義や方向性を社内外に発信することで、初めて全体の取り組みが加速します。

これらは最低限のステップに過ぎません。しかし、この小さな一歩を踏み出さなければ、業界の未来は確実に閉ざされてしまいます。土木・地質調査業界が真に社会から必要とされ続けるためには、生成 AI を「脅威」ではなく「未来を切り拓く道具」と捉え、勇気をもって導入と活用に踏み出すことが不可欠です。10 年後、「あの時、業界全体で生成 AI に真剣に向き合ったからこそ、今の私たちがいる」と振り返れるように。今こそ、危機感を力に変え、未来を切り拓く行動を始めるべき時なのです。

ここに、今になってみると時代の波に乗り遅れたと言われている業界の例を以下に一つ示します。

大谷選手の活躍で MLB（アメリカ メジャーリー



グ)が注目される一方、NPB(日本野球機構)との財政格差が極めて大きいことはよく知られています。実力差は小さいのに、選手年俸、引退後の年金や市場規模ではMLBが圧倒。背景にはガバナンスの違いがあると言われています。MLBは1990年にコミッショナーに権限を集中させ改革を断行し大きく成長したが、NPBは各球団が独自利益を優先し改革を怠ったのです。その後もセ・リーグはバラバラのまま、放映権を共有できず停滞。一方、パ・リーグは6球団でPLMを設立し「リーグビジネス」を展開、『パ・リーグTV』などで収益拡大に成功しています。

今後はコミッショナー主導でリーグ全体の利益最大化を図る仕組みが不可欠でしょう。平均観客数の好調に甘んじていては差が広がるばかりです。世界市場ではYouTubeやTikTokを通じ、相撲協会の例のように早急にNPB全体で英語での発信など国際展開も進める必要があると思われます。

### 3-2 生成AIが土木事業の新たな可能性を切り拓く ー 遅れを逆手に取るチャンス ー

「DX化が遅れている」と言われる土木・地質調査業界。確かに他産業と比べると、デジタル技術の導入スピードは緩やかなのが実情です。しかし、この現状を「弱点」と捉えるのではなく、「変革の伸びしろ」と見るのが重要です。そしてその変革を後押しする最大の鍵が、いま注目を集める「生成AI」です。

生成AIは、従来のIT化や単なる自動化を超えた革新をもたらします。土木事業においては、調査・設計・施工・維持管理といったあらゆるプロセスで活用の可能性が広がっています。例えば、現場で取得したドローン映像やセンサー情報をAIが即座に整理・解析し、3次元モデルや施工計画の素案を生成する。あるいは膨大な過去の調査報告書や災害記録をAIが学習し、必要な情報を瞬時に抽出・要約して技術者に提供する。こうした仕組みは、従来何日もかかっていた業務を数時間、あるいは数分で完了させる可能性を秘めています。

特に労働人口の減少が進む日本において、生成AIは「限られた人材でより高い価値を生み出す」ための不可欠なパートナーとなります。AIが事務作業や初期分析を担うことで、技術者は判断・創造・提案といった人間ならではの高度業務に集中できるようになり、これにより働き方改革の実現や若手技術者の育成にもつながり、業界全体の魅力向上にも寄与します。

さらに、災害対応の分野では生成AIの活用は極

めて大きな可能性を秘めています。能登半島地震をはじめとする大規模災害では、情報の錯綜、復旧の意思決定の遅れが課題となっていました。生成AIを活用すれば、現場写真・報道・各機関の発表などを自動整理し、関係者にわかりやすい形で提示することが可能となり、社会的使命である「インフラの安全と安心の確保」に大きく貢献することができます。

従来「デジタル化に遅れている」と言われてきた土木・地質調査業界だからこそ、生成AIの導入は劇的な効果をもたらす余地があります。既存の仕組みに縛られにくい分、最新技術を一気に取り入れることで、他産業以上の飛躍を遂げる可能性があるのです。いわば「遅れを逆手に取った一気の飛躍」が、この業界には期待されています。

これからの土木・地質調査事業は、単に構造物を造るだけでなく、正確な地盤情報を基に、地域社会全体の安全・安心を支え、持続可能な社会基盤を次世代に引き継ぐ役割を担っています。そのためにこそ、生成AIを積極的に取り入れ、業務を効率化し、知識を共有し、そして新しい価値を創造していく姿勢が求められます。

生成AIは脅威ではなく、未来を切り拓く道具です。土木・地質調査業界がこれを恐れず、積極的に活用することこそ、10年後、20年後も社会から信頼され、必要とされ続けるための最良の道といえるでしょう。

新しい動きとして、現実世界の物理法則(重力、摩擦、力学など)を理解し、それに基づいて判断して行動する「物理AI」が注目を浴びています。AIとシミュレーション技術の発展による物理AIの時代の到来は、ものづくりを得意とする日本企業にとって勝機になるでしょう。先端的なAI技術を、自社のものづくりやサービスの強みと融合させることが成功の鍵と思われます。

再度まとめると、生成AIは「単なる効率化ツール」ではなく、建設現場の生産性向上と次世代技術者育成を支える基盤技術として期待されています。AIがない世界にはもう戻れません。人間が担う仕事の多くを代替し、生産性を劇的に向上させる技術を使わないという選択肢は企業にはないということです。

重大なリスクをはらむので中が必要と指摘される一方、人間社会を飛躍的に発展させる可能性を持つAI。押し寄せる大波から逃れられない以上、リスク対策に力を注ぎつつ、個人も企業もAIと正面から向き合い、活用を進めるしかありません。こうした目標を実現するのに最も大切なのは、教育や企業

経営の在り方で、それらを根底から見直すべき時期が来ていると言ってよいでしょう。

#### ▼4 生成 AI の地質調査業への活用と展望

改めて言及すると、地質調査業は、地下構造や地質特性を把握し、建設や防災に欠かせない基盤情報を提供する重要な役割を担っています。その中心には、ボーリングによる試料採取、地質図作成、断層の認定といった精緻な作業があります。これらは専門的知見を要する一方で、膨大なデータ処理や記録作業を伴うため、効率化や高度化の余地が大きい。近年急速に進展する生成 AI 技術は、こうした業務に革新をもたらす可能性を秘めているのです。

まず、ボーリング作業における AI 活用としては、採取したコア写真や検層データを自動的に解析し、岩相の区分や異常部位の検出を支援するシステムが考えられます。従来は技術者が目視と経験で行っていた分類を、AI が学習済みデータを基に補助することで、判定の迅速化と客観性の向上が期待できるでしょう。また、生成 AI によって膨大な過去データから類似地質条件を抽出し、ボーリング計画の最適化を図ることも可能となります。

次に、地質図作成では、調査結果を基にした自動図化が大きな進展を見せつつあります。AI は数値データと空間情報を組み合わせ、地層境界や断層線を推定し、さらに可読性の高い地質図を生成できます。将来的には、生成 AI が自然言語入力（例：「この地域の第四紀層を強調して表示」など）に応じて、即座にカスタマイズされた図を出力するような対話的システムも考えられます。

断層の認定においても、AI は衛星画像や地形データのパターンを解析し、従来見落とされてきた微小な変位や線状構造を抽出できます。さらに、生成 AI を組み合わせれば「過去の活動履歴」や「将来の活動確率」をシナリオ形式で提示することが可能となり、防災計画に直結する意思決定を支援する役割を果たすと考えられます。

楽観的な予測としては、将来の地質調査は「AI と人間の協働」により、これまで以上に精度が高く、かつスピーディーに実施されるようになるでしょう。例えば、AI が現場で得られた初期データを即座に解析し、技術者がその場で次の調査方針を判断する「リアルタイム地質診断」が可能になるかもしれません。さらに、生成 AI が膨大な地質データベースを参照しながら、設計者や行政担当者に「この地域での最適基礎形式」や「災害リスクを低減する都市計画の提案」を自然言語で提示する未来も想定さ

れます。

総じて、生成 AI は地質調査の現場におけるデータ解析・可視化・リスク評価を飛躍的に効率化し、技術者の知見を補完する「パートナー」としての役割を果たすでしょう。もちろん、最終的な判断は現場経験と地質学的洞察を持つ専門家が担うべきですが、AI との協働によって地質調査の信頼性と社会的価値は一層高まっていくことが期待されます。

#### ▼5 おわりに

生成 AI は建設業界ならびに地質調査業界にとって大きな可能性を秘めた技術であるにもかかわらず、まだ多くの企業で導入が進んでいないことを指摘しました。その背景には、仕組みが複雑で理解しにくいことによる不安や、長年慣れ親しんできた従来のやり方を変えたくないという意識（従来の調査手法に固執）、さらには AI に学習させるためのデータが社内に散在し整理されていない現状（基本紙ベースでバラバラに保管）などが挙げられます。また、AI が導き出した答えを使った際の責任の所在が不明確であることや、効果がすぐに目に見えないため投資に踏み切れないといった事情も、導入を妨げる要因となっています。

しかし、こうした理由で生成 AI の導入を先送りしていると、業界全体が深刻なリスクに直面することになる可能性が示されています。ベテラン調査員や解析技術者の引退が進むなかで人材不足が一層深刻化し、現場判断力や膨大な経験知が急速に失われ技術の伝承が途絶える可能性は現実のものとなるでしょう。膨大な調査データを迅速に解析し、発注者に分かりやすく提示する力がなければ、建設や防災の現場で求められるスピードに対応できず、結果的に「選ばれない調査会社」となってしまうでしょう。海外や他分野ではすでに AI 解析が標準化しつつあり、日本の業界だけが旧来の方法に固執すれば、国際的な信頼や競争力を大きく失うことになります。

なぜこのような結末になるのかといえば、建設ならびに地質調査業界が直面している課題の本質に理由があります。第一に、労働力不足と技術継承の断絶という構造的な問題があります。若手人材の確保は年々難しくなり、経験を受け継ぐ担い手が減少しています。第二に、建設関連プロジェクトの高度化と多様化が進み、大規模インフラ、防災計画、再生可能エネルギー開発など従来の経験則だけでは対応が追いつかない場面が増えています。設計、施工、維持管理の各段階で迅速かつ的確な判断が求められる中、人間の力だけで補うことはもはや困難です。

第三に、世界的にデジタル化が進むなかで、発注者の期待そのものが変わっている点も見逃せません。データに基づく明確な根拠やシミュレーション結果を期待しており、短期間での成果提示が当たり前になりつつあり、AIを活用できない企業は「選ばれない存在」へと追いやられるのです。

このように、生成AIを取り入れないままでは、人材不足、技術的要求の高度化、発注者ニーズの変化という三重の圧力に押し潰されることとなります。逆に言えば、生成AIを積極的に導入すれば、過去データの再活用、迅速な解析と可視化、技術伝承の補助など、多くの課題を克服する道が開かれるでしょう。

経営層が直ちに決断すべきなのは、「生成AIにどう取り組むか」という戦略を描くことです。小さな実証実験から始めても構わないでしょう。もはや導入を議論する段階ではなく、導入を避ければ未来を失う段階に来ているといえるのです。

建設ならびに地質調査業界はいま、明らかに分岐点に立っています。生成AIを受け入れれば、技術伝承を加速させ、効率化と信頼性を両立させ、未来への道を切り拓いて災害に強い社会基盤の構築に貢献できます。しかし拒めば、人材不足と国際競争の激化に抗しきれず、業界全体が衰退の道を歩むことになるでしょう。生成AIを拒む企業に未来はありません。生き残るのは、勇気をもって受け入れる企業だけなのです。チャレンジ精神を持って、新しいことに挑戦するのは今しかありません。業界全体としても明るい未来を構築するためには、一丸となって前進するしかないでしょう。

#### (追記)

本稿においては、紙面が限られているため生成AIの具体的な構築については記述していません。基本的に必要となるLLM、RAG、Python、FastAPIなどを活用するには、法人であれば専門業者に相談、個人であれば専門誌やネットで具体的な構築方法を探るなど、小さな一歩から行動を起こすことを望みます。



# 気象分野における AI の現状 AI をベースにした社会を想像してみる

いしかわ まさる  
石河 大\*

Key Word 生成 AI, 社会実装

## 1 はじめに

近年、気象を始めとする自然現象を起因とする災害が目立つようになってきています。1980 年～1999 年と 2000 年～2019 年のそれぞれ 20 年間を比較すると、自然災害種別の報告数は熱波が約 3.3 倍、洪水が約 2.3 倍となっており、世界的にみても被害件数は増加してきています（図 1）。

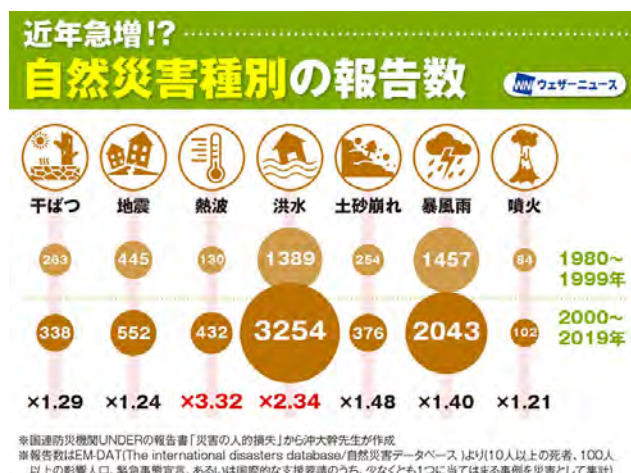


図1 近年の災害発生数 (\*1)

また日本においては、洪水の被害総額も増加してきています（図2）。例えば、2019年の台風19号は関東に上陸し、各地に被害をもたらしましたが、被害総額は統計史上最高の約1兆8800億円と試算されています。(\*2)

それらを引き起こす気象現象についても、変化が極端になってきており、毎年、観測史上1位や記録的と表現されるようなことが頻発しています。

鉄道の計画運休や高速道路の予防的通行止めの判断も、できるだけ被害を極小化するための対応であり、社会の方も昨今では、そのような対応が理解さ

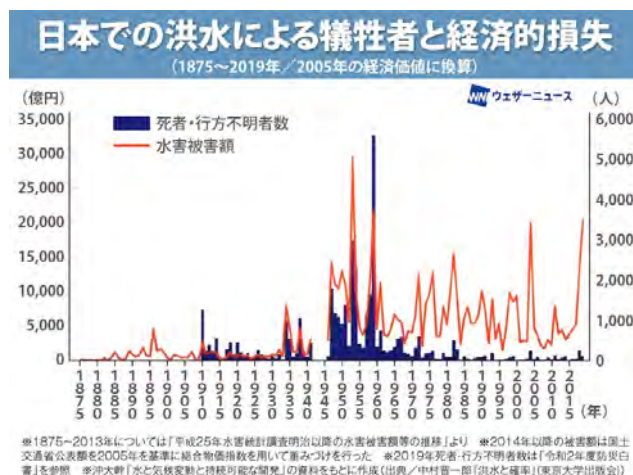


図2 日本での洪水による犠牲者と経済的損失 (\*1)

れ、受け入れられつつある状況になってきています。

適切な対応策につなげるには、想定を超え、かつ変化が激しい現象を予測することが重要になりますが、これまではかなり難しい状況でした。しかし、最近の AI 技術の発展は、それらを乗り越えたり、容易にしたりすることが可能となってきました。可能とまではいかななくても、改善の可能性を想定できるような状況になってきています。

今の気象予測は、AI 技術なしでは成り立たない状況になりつつあり、今後さらにその範囲は拡大していく様相を呈しています。社会のインフラも AI 技術がベースとなっていくなか、気象情報の活用においても AI が当たり前の世の中になっていくと思われます。

本稿では、気象分野の AI 技術の現状とその具体的な活用事例を紹介するとともに、それを通して、気象以外の分野にも活かせるような提案に繋げていきたいと思っています。

\*株式会社ウェザーニューズ 陸上気象事業部 オペレーション統括リーダー



## 2 気象分野における AI 技術

弊社、株式会社ウェザーニューズ（以降 WNI）の気象予測においても、AI 技術は既に必須のものになっており、様々な所で活用しています。AI 技術は今も急激に発展している技術であり、機能も変化し続けています。立場、視点によって分類の仕方は変わりますが、気象に関わっている AI 技術は大きく分けると識別系、予測系、生成系の AI となります。識別系の AI としては、気象現象を検知するものが挙げられます。カメラ画像の解析から、雪の降り始めを検知したり、雲の形から気象状況を読み取ることができます。現象を正確に予測するためには今を正しく知ることがとても大切になってきます。そして、最近の気象現象は変化が激しいため、早く気付いて、早く対策することが、被害を極小化することにもつながります。例えば、衛星画像の解析から火山の噴火を検知し（図 3）、いち早く火山灰拡散の影響を予測することで、航空機の安全運航に活用することができます。

また、WNI では 2004 年から「さくらプロジェクト」を実施しており、さくらのつばみから開花までの生長を見守ってきました。これまでに、200 万通におよぶポートが蓄積されており、それらのデータを用いて開発した判別 AI を用い、送られてくるデータの生長ランクを自動で判定し、桜開花予想に活かしています（図 4）。

このように、従来は人がカメラの画像や観測データの数字を見て解析してきましたが、膨大なデータを高速に解析処理して、意味ある情報としてまとめるには AI 技術はなくてはならないものになっています。

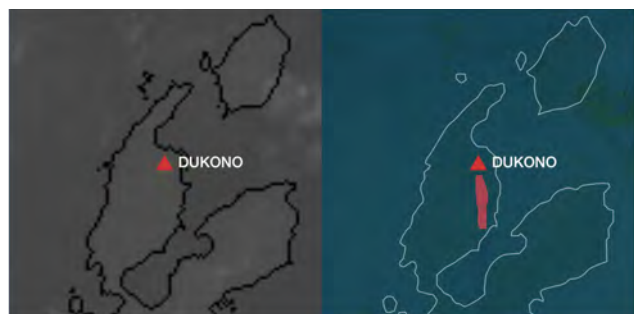


図 3 2021 年 4 月 5 日 6:10 (JST) のひまわり 8 号赤外画像から、インドネシアハルマヘラ島北部にある DUKONO 火山の噴煙を捉えた様子。通常の雲を観測する赤外チャンネル画像では噴煙を確認できない（左）。複数の赤外チャンネルを用いて解析した「AI 火山灰検知システム」により噴煙を捉えた様子（右）。(\*3)

気象予測は現在も物理方程式系を数値的に解く（これを物理モデルと呼びます。）という方法で予測をしています。日本の気象庁を始めとする各国の公的な気象機関も基本的には物理モデルによる方法

でデータが提供されています。そして、その予測精度を向上させるために、物理モデルの GPV (Grid Point Value) と、正解値としての観測データを統計処理する際にも AI 技術（例えば CNN といった手法など）が用いられ、ピンポイント予測の精度向上に繋がられています。



図 4 桜 AI 開花予想  
これまでに寄せられた桜りポートの 200 万通から、約 4,000 通のつばみの写真を学習に用いて、送られてくるつばみの写真から生長ランクを自動で判定する AI を開発しました。(\*4)

さらに、最近では物理方程式に寄らずに気象予測をする様々な AI モデル（図 5）が開発され、実用化に向けての研究開発も進んできています。最新の AI モデルでは、膨大な再解析データを学習することで、再帰的に未来を予測していく方法で、一部では物理モデルよりも精度が良い事例も報告されるようになってきました。台風の進路予測などは、現在の物理モデルよりも予測精度が良いという結果も出てきています (\*6)。

昨今の AI 技術の発展の流れから、今後は AI モデルによる気象予測が主流になっていくと思われます。ただし、現在の AI モデルの基になっている膨大な再解析データ（正解とされる基礎データ）は、

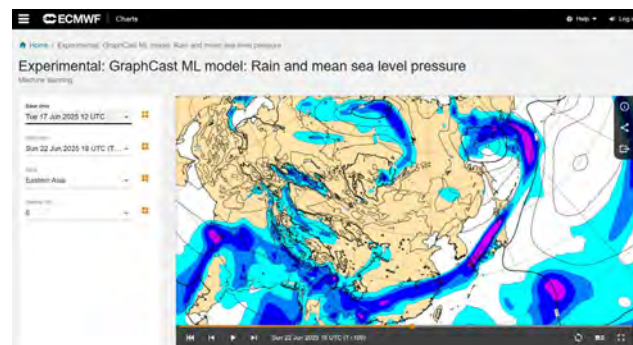


図 5 AI による気象予測 (GraphCast)。ECMWF では試験的に計算が行われ始めている。見た目は物理モデルの結果とほぼ変わらない。(\*5)

物理モデルを用いた計算によって作られています。つまり、既存技術と AI 技術は対立し、置き換えられていくような関係ではなく、両方の技術が補い合うことで、より品質の高い予測を生み出す状況となっています。

識別系 AI や予測系 AI によって生み出された様々なデータは膨大になります。これらのデータを活用するためには、さらに詳しい分析をしたり、それらを取りまとめる必要が出てきますが、大量なデータを高速に処理し、適切な情報、対応策にまとめるためには、人の処理能力では追い付かないことから、ここでも AI 技術が有効となります。

人が自然言語で質問をすると、適切な答えを返してくれるという生成 AI（例えば Chat-GPT など）は最近急速に発展してきており、様々な活用が期待されています。

### ■ 3 生成 AI の具体的事例

気象情報を見るためのアプリ、サイトは多くありますが、人が情報を見たあとの、その活かし方はそれぞれのユーザーが持つ知識に依存することがあります。活かし方にも経験やスキルが求められることが多いのも実状です。例えば、翌日の旅行の計画を立てるときには、天気や気温を見て、交通機関の影響も鑑みて、旅程を変えたり、実施そのものを止めたりなどの最終的な判断を下します。旅行の計画ならまだしも、台風が接近して、災害級の大雨が予想されるとき、どのような行動をとればよいのか、どこに避難すべきなのかなど、気象以外の情報とも組み合わせる判断する必要も出てきます。内閣府からも公助に限界があるため、自助、共助の重要性が言われるようになってきています。

極端な気象による災害リスクが増大し、取得すべき情報は更に多く、複雑になってきています。さらに限られた時間内で適切に判断し行動をしなければならぬ状況においては、専門的かつ分かりやすいアドバイスが必要になります。このような状況を想定した時に、生成 AI が役立つと期待できます。

WNI が提供する「お天気エージェント」は生成 AI を具体的に活用した例となります。

「明日の千葉市の天気は？」とか、「来週、北海道に旅行に行くんだけど」というような漠然とした問いかけでも、天気や服装などの情報をまとめて返してくれます。問いかけ方によっては、交通機関の影響やおすすめのお土産も提示してくれます。

ゲリラ雷雨や台風を想定すると、大雨の予想や周辺の観測情報、カメラ画像、ハザードマップから、

どこに避難すべきかのアドバイスを問うことで、自分専用の防災対策、マイタイムラインに活かすこともできそうです（図 6）。

これからは、この問いの仕方の工夫（プロンプトエンジニアの向上）をしていくことがポイントになっていくと思われます。AI の性能を引き出すため、AI とのコミュニケーションスキルを高めていかなければならないというのも興味深いところです。（ただし、本稿が掲載されるころには、それを解決する AI が誕生しているかもしれません。それくらい AI 技術は急速に発展しています。）



図 6 お天気エージェントの例

ユーザーの天気に関するあらゆる質問に対して、ウェザーニュースの持つ過去・現在・未来の気象情報や防災情報、季節情報を参照して、最適な情報を自然言語で即座に回答します。（\* 7、\* 8、\* 9）

### ■ 4 AI 技術をベースにした社会

これまで紹介してきたとおり、気象分野においての AI 技術の活用範囲はかなり広く、今後も拡大していくと思われます。そして、この技術の適用範囲は気象分野に限られるものでもありません。そこで、地質や土木の分野において、既に活用が進んでいるところもあるかと思いますが、どのような活用になるのかをイメージしてみたいと思います。

事前知識の準備を行わずに、生成 AI（Bedrock Claude Chat）に対して、地質調査への AI 技術の活用例について質問した結果を表 1 にまとめました。この内容が妥当かどうか、AI が適切に答えているかは、専門知識のある読者の皆さんにご判断頂けるとありますが、現状（2025 年 7 月時点）の生成 AI はこのようなことを提示してくれる状況になっています。

もう少し具体例を考えてみますと、例えば、大雨などの気象を起因として、地盤が不安定化し、土砂崩れのリスクが大きくなる時、地面には前兆現象が



表 1 地質調査分野における AI 活用例

AIの特長	識別系AI	予測系AI	生成系AI
適性	データの分類や特徴抽出	リスク評価や資源探査	モデリングやレポート作成の自動化
具体例	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ボーリングコア画像からの地層識別と分類</li> <li>- 衛星画像や航空写真からの地表地質の自動マッピング</li> <li>- 化石や鉱物の画像解析による年代推定の自動化</li> <li>- 異なるソースの地質データの整合性チェック</li> <li>- ドローンやロボットを用いた自動地質調査システムでの地質特徴の識別</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 地すべりや液状化などの災害リスク予測</li> <li>- 降雨データと組み合わせた土砂災害の早期警戒</li> <li>- 鉱床の位置予測</li> <li>- 石油・天然ガスの埋蔵可能性が高い地域の特定</li> <li>- 地下水脈の予測</li> <li>- 汚染物質の拡散シミュレーション</li> <li>- 複数の年代測定法のデータを統合した精密な年代決定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 点状のボーリングデータからの地下構造の3次元モデル生成</li> <li>- 地質断面図の自動生成</li> <li>- 様々なデータソースを統合した高精度地質図の自動生成</li> <li>- 地質調査レポートの自動生成（下書き作成）</li> <li>- AR（拡張現実）を用いた現場での地質情報の可視化データ生成</li> <li>- 大量の地質文献からの知識抽出と新知見の生成</li> </ul>

※「地質調査に AI を適用させるとすると、どのような使い方が想定されますか？考察のヒントになるようなアイデアをお願いします。」と生成 AI に質問をした結果を、筆者が一覧表にまとめた。

発生します。センサーにより検知できたり、監視カメラの画像から地面のわずかな変位を検知するのは、識別系 AI がきわめて有効に働きます。

そのような検知結果、過去のセンサー情報やカメラ画像の解析データ、地質特性や過去の災害履歴などを用いて AI モデルを構築すれば、不安定度予測も可能となります。

検知結果や予測から、現地にドローンを飛ばして、地面のより詳細な情報を自律的に収集したり、周辺への避難アラートを自動で発信したりするところにも AI が有用となりそうです。これらの膨大な情報を取りまとめ、住民が理解できる内容で避難行動を促したり、行政の災害復旧プランへ指針を出すことは生成 AI が得意なところ。「自宅周辺の土砂崩れが心配だけど、どう？」という問いに対して、「可能性はありますが、〇〇地区の避難所へは距離もあり、移動中に被災する可能性もあるため、自宅の垂直避難が適切です」といった回答など、住民一人一人の状況に合わせて「翻訳」し、対話形式で適切な行動を促すということも AI が活躍しそうです。また、このような一人一人の住民の状況を踏まえて、AI が行政に対して事中の防災対策を支援するという姿もありえるでしょう。

このような AI をベースにした体系が、今後様々な分野で出てくることは容易に想像できます。そして、異なる分野の専門的 AI をつなげて、より良い価値を見出すときにも、生成 AI が生きてくると思

います。人による分析だけでは気づけないことの提案も生成 AI に期待できます。例えば、膨大な地質データと気象データを AI 技術を活用して分析することで、従来のやり方では発見が難しかった災害の前兆現象を新たに発見できる可能性もあるでしょう。

各分野で専門的な AI が出来上がり、生成 AI がそれらを取りまとめ、Agent-AI を通して、人々がそれぞれ行動を決めていく世界が早々に来るかもしれません。

AI を活用していくにあたって、ハルシネーションの問題も指摘されています。ハルシネーションとは、AI が出力する内容に誤った情報が含まれることを指していますが、AI の出力内容の品質はどのようにすればよいのでしょうか。

識別系 AI においては、学習させる教師データの品質が重要となります。予測系 AI では、初期値、観測値の妥当性、品質が予測精度に効いてきます。つまり、インプットデータの品質が検知や予測の精度向上に重要なポイントとなっています。何が正解のデータかは、現時点では人が判断し、インプットデータとして AI に与えていますし、アウトプットデータの妥当性も人が判断しています。まだ人が持っている知見、経験の方が多く、人が判断できるからこそ、ハルシネーション（AI の間違い）に気づけるという側面もあると思われます。

物理モデルによる数値予報はコンピューターが発明されたことにより、1950 年代に実用化され、常



に改良が重ねられてきました。数値予報の結果を現業に取り入れる際は、当初は数値モデルの結果よりも人による解析に優位性があり、なかなか使いにくい情報でもありました。しかし、人の判断との比較を常に行うことで、数値モデルのエンジンの性能向上や物理方程式のパラメーターの改善、解析技術の改良が図られ、次第に予測精度も向上してきました。初期値の精度を向上させるために、観測インフラの充実も図られています。このため、物理モデルによる数値予報の信頼性はかなり上がってきていますが、常に予測は外れる可能性を含んでいます。予測精度が100%ではないことは、情報の価値がないことを示しません。利用する側が不確実性のある情報を確率的に扱ったり、外れる可能性も踏まえて利用の仕方を工夫したりしています。物理モデルによる数値予報の改良の歴史、気象情報の活用技術の現状を振り返ると、AIのハルシネーションへの向き合い方に関しても、気象の世界が歩んできた過程がアナロジーとして参考になるのではないのでしょうか。

生成AIは膨大な知識を持っていますが、その適用、応用の場面においては、まだまだ課題があると言われています。どのような目的にAI技術を適用するか、社会に良いインパクトを与えているかどうかは今後も人が判断することになると思います。

## 5 さいごに

気象分野におけるAIの具体的な活用事例からいろいろイメージを膨らませてきましたが、気象分野に限らず、社会がAI技術をベースにしていくことはほぼ確実となりそうです。地質分野でのAI技術と気象分野のそれとの類似性もありますし、今後はAIを通して連動していくことも考えられます。どの分野においても、今は我々に求められているのは、自転車に乗るような感覚で、普段からAIを使うことだと考えます。

本稿を執筆するにあたり、このような気づきが得られ、イメージが広がったことは、私にとっても大きな収穫となりました。このような機会を頂いたことに深く感謝いたします。

## 〈参考文献〉

- \* 1 ウェザーニュース記事 2024.11.09  
<https://weathernews.jp/news/202410/280225/>
- \* 2 国土交通省 報道発表資料 2021.03.31  
[https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03\\_hh\\_001056.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_001056.html)
- \* 3 ウェザーニュース 2021.04.26 プレスリリース  
<https://jp.weathernews.com/news/35678>
- \* 4 ウェザーニュース 2025.03.06 プレスリリース  
<https://jp.weathernews.com/news/51331>
- \* 5 ECMWF サイト 2025.07.31 時点の情報  
<https://charts.ecmwf.int/>
- \* 6 気象研究所 台風進路・強度予測の高精度化を目指した最近の研究紹介 2024.12.17  
[https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R06/061217/pdf/abstract\\_07.pdf](https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R06/061217/pdf/abstract_07.pdf)
- \* 7 ウェザーニュース 2025.01.30 プレスリリース  
<https://jp.weathernews.com/news/50857>
- \* 8 ウェザーニュース 2025.06.17 プレスリリース  
<https://jp.weathernews.com/news/52705/>
- \* 9 ウェザーニュース 2025.07.22 プレスリリース  
<https://jp.weathernews.com/news/53020/>

# 地質分野における生成 AI の活用事例と展望

こやま ともふみ\*  
小山 倫史\*

Key Word

地質学, 生成 AI, 活用事例, 課題と展望

## 1 はじめに

人工知能 (Artificial Intelligence, AI) の急速な進歩は地質学を含む科学技術の様々な分野に変革をもたらしつつある。特に、近年台頭した生成 AI (Generative AI) は、従来は人間が行ってきた創造的作業を代行・支援できる新技術として注目されている。画像生成 AI が提示する仮想的な岩石試料の画像や、ChatGPT に代表される大規模言語モデル (Large Language Model, LLM) が生成する専門知識に基づく解説文は、地質学に新たなツールを提供しつつある。また、AI はノイズの多い膨大な地質データから人間には見出せないパターンを抽出し、解釈の精度向上に貢献できると期待される。例えば、AI が過去の地震記録のパターンから将来の地震活動を予測し、防災計画に役立てることが試みられている<sup>1)</sup>。また、探査データを AI が分析して石油や鉱物資源の有望地点を指摘することで、効率的な資源開発と環境負荷の低減につなげる研究<sup>2)</sup>も進んでいる。このように、生成 AI の地質分野への導入は、地球の複雑なプロセスの解釈や予測手法に革新をもたらす可能性がある。

一方、地質学への生成 AI の適用は、始まったばかりであり、十分な成果を上げるにはいくつかの課題を克服する必要がある。最大の障壁の一つは、高品質で偏りのない大量のデータの確保である。地質データは形式も質も多様で、ラベル付けも容易ではないため、機械学習モデルの訓練に適したデータセットを構築すること自体が難しい。このため一般的な AI ソリューションを地質分野に適用しようとしても、データ不足や不均質さゆえに期待した精度が得られないケースが多い。また、生成 AI モデル

は膨大なパラメータを持ち学習には計算資源と時間を要するため、地質の専門知識を持つ研究者にとって開発・運用コストが高い点も普及のハードルとなっている。さらに、生成 AI の応用には、倫理面での懸念も伴う。AI が訓練データ由来のバイアスを引き継いで不適切な結果を出力する、あるいは生成プロセスがブラックボックスであるために現実の意思決定に組み込みにくいといった問題もある。

こうした利点と課題を踏まえつつ、本稿では、海外の文献を参照しながら、地質関連分野における海外の生成 AI の活用事例を幅広く紹介する。また、事例から浮かび上がる生成 AI が地質調査にもたらす影響を考察し、あわせて課題や倫理的配慮、今後の展望について論じる。

## 2 地質関連分野における生成 AI の活用事例

### 2.1 自然言語モデルによる知識獲得と支援

ChatGPT の登場以来、対話型の自然言語生成 AI が研究教育現場で活用され始めている。ChatGPT は 2022 年 11 月の公開直後から科学コミュニティを驚かせ、知識獲得や論文執筆、データ分析に活用できるユニークなツールとして注目を集めた。無料で専門的なコーディング知識がなくとも利用できる利便性から、地質学を含む様々な分野の研究者が試行を重ねている。しかしながら、地質学分野に特化した生成 AI システムは長らく存在せず、その応用はまだ十分に開拓されていなかった。このギャップを埋めるため、近年では地学知識に特化した LLM の開発も始まっている。その一つが Deng らによる K2 というオープンソースの大規模言語モデル<sup>3)</sup>で

\* 関西大学社会安全学部 教授

ある。K2は一般的なLLM（Meta社のLLaMAモデル）を基礎に、地球科学分野の文献（Wikipediaの地学項目、主要学術誌のオープンアクセス論文など）約55億語に相当するデータで追加訓練することで、地質に関する質問応答や専門知識の生成に特化したモデルである。K2は同規模のベースラインモデル（Galactica-6.7BやMPT-7Bなど）よりも回答の正確性で良好な性能を示し、地質の研究補助や知識推論に有用であることが報告されている。さらに興味深いことに、K2は単なる質問応答だけでなく、新しい地学の研究アイデアを生成する能力も備えているとされ、研究者の発想支援ツールとしての可能性も示唆されている。

地質学向けLLMのもう一つの事例として、GeologyOracle<sup>4)</sup>が挙げられる。GeologyOracleはOpenAIのGPT-4モデルを基に地学データで追加訓練したもので、あたかも地質専門家と対話しているかのように振る舞うAIシステムである。岩石・化石の同定、露頭やコア試料の解釈、定量データの分析など多岐にわたる地学に関わる専門的な質問に答えさせ、地質学者による評価で性能を検証したところ、人間の初学者を上回る水準であった<sup>4)</sup>。特に、岩石・化石の判別、露頭やボーリングコアの記述、ジオサイトの解説など、専門知識を要する高度な課題でも的確な回答を示し、訓練を積んだ地質学者に匹敵する実力を発揮したことが報告されている<sup>4)</sup>。これは従来、各分野の専門家に頼っていた作業をAIが一定程度支援できることを意味しており、将来的には構造地質学、古生物学、地形学、経済地質学といった幅広い領域で研究者の良きアシスタントとなる潜在力を持つ。実際、GeologyOracleの性能は熟練した地質学者と同等と評価され、岩石学や古生物学などで科学的発見のスピードを加速しうると期待されている。

地質分野特有の対話型AIとしては、国際地質科学連合（IUGS）が推進するDeep-time Digital Earth（DDE）プロジェクトにおいて試作されたGeoGPT<sup>5)</sup>も挙げられる。GeoGPTはChatGPTに類似したスタイルで地質学の質問に答えるチャットボットであり、2024年初頭に試験的に公開され国際学会でも紹介された。しかし、テストユーザからは、いくつかの深刻な懸念が指摘されている。まず、回答の透明性の欠如である。GeoGPTは現状、回答に引用や出典を付さないため、どの情報源に基づいてその回答に至ったのかが利用者に全く見えず、誤りがあっても検証が難しい。次に、著作権の問題で

ある。GeoGPTの訓練には何百万件もの学術論文がデータマイニング的に使用された可能性があるが、その中には地質学関連の学会や出版社が有する著作権コンテンツも多分に含まれると考えられる。それらをAIが無断で利用・生成に反映している場合、研究コミュニティの知的財産権を侵害している恐れがある。このように、地質特化の対話AIには大きな期待がある一方で、学術コミュニティの信頼を得て持続的に活用するためには、出典の表示やデータ利用の許諾など、乗り越えるべきハードルも存在する。

## 2.2 画像生成AIによる地質画像の生成と解析

地質分野の視覚的データに対しても、生成AIの応用が進展している。岩石・鉱物の写真や顕微鏡画像は地質調査に欠かせない資料であるが、そうした画像データの生成にAIを用いる研究も登場している。例えば、Młynarczukらは、岩石の顕微鏡画像に対して敵対的生成ネットワーク（Generative Adversarial Networks, GAN）や拡散モデル（Stable Diffusion）を適用し、新規の合成画像を生成する手法を発表した<sup>6)</sup>。この研究では、テキストから画像を生成する「テキスト to 画像」や、入力画像を条件に新たな類似画像を作る「画像 to 画像」といった複数の生成タスクを試み、ローカル環境で独自にモデルを訓練する場合と、事前学習済みモデルに転移学習させる場合、さらに商用の高解像度画像生成APIを利用する場合の性能を比較している。その結果、モデルのアーキテクチャや学習方法の選択次第で、生成される岩石顕微鏡像の品質は大きく異なり、最適な手法を用いた場合には実際のサンプルと見分けがつかないほど高精細でリアルな画像を得ることができたと報告されている<sup>6)</sup>。特に、Stable Diffusionのような高度に事前訓練された拡散モデルを適切にファインチューニングし、テキストプロンプト（生成指示文）を工夫することで、非専門家が見ても現実の写真と区別できない説得力のある画像が得られる。一方、ごく少量の地質画像データに対してローカル環境でStable Diffusionを再訓練した場合、モデルが十分適応できずに内容が崩れた画像しか生成できないケースもあった<sup>6)</sup>。しかし、パラメータ調整を綿密に行い、適切な初期モデルを選べば、拡散モデルは地質画像の生成において非常に高い可能性を示すことが確認されている<sup>6)</sup>。この技術を用いれば、現実には入手が難しい希少な鉱物の顕微鏡写真なども合成的に作り出し、研究のデータ拡充に役立てることができると考えられる。



また、画像生成 AI は地質画像のデータセット構築にも活用され始めている。Nathanail<sup>7)</sup> は、Stable Diffusion を鉱化石の写真に対して微調整することで、化石画像の合成データセット Geo Fossils-I を構築した。Geo Fossils-I では、アンモナイト、ペレムナイト、サンゴ、ウミユリ、葉の化石、三葉虫の6種類の化石について、各200枚ずつ合計1200枚の画像が生成された<sup>7)</sup>。Stable Diffusion の派生技術である DreamBooth により、少数の実在する化石写真からその特徴を学習させて新たなバリエーション画像を次々と生み出すことで、実物では得られない多様な角度・状態の化石画像が得られている。この合成データは、化石の画像識別や露頭画像中の化石検出など、コンピュータビジョンによる地質学的パターン認識の研究に提供されており、限定的だったトレーニングデータを補完するものとして有用である。今後、露頭写真中の堆積環境復元など自動解釈の高度化に役立つと考えられる。

画像分野の AI 活用は生成だけでなく解析にも広がっている。近年では、岩石薄片写真から鉱物粒子を自動認識する画像処理や、リモートセンシング画像から地質構造や線状構造を自動抽出するといったタスクにおいて、深層学習が威力を発揮し始めている。その延長線上で、生成 AI は画像解析を支援するデータ拡張の手段として寄与できる。すなわち、現実のデータが十分揃わない場合に合成画像で不足を補ったり、モデルが着目すべき特徴を強調するような画像を生成して訓練に加えたりすることで、画像認識モデルの精度向上につなげることが期待される。画像生成と解析の融合によって、今後は顕微鏡画像からの鉱物自動同定やコア写真からの岩相区分などが、これまで以上に高速かつ高精度に行えるようになるかもしれない。

## 2.3 地震データの合成と地球物理シミュレーション

地震学・地球物理学の領域でも生成 AI の活用が試みられている。観測される地震波形データはしばしば数が不足していたり、ノイズや偏りの問題があるため、機械学習モデルの訓練に十分な良質データを揃えるのが難しい。そこで、現実には存在しない人工の地震データを生成してデータ拡充し、モデルの一般化性能を高めようというアプローチが登場した。Wang らの SeismoGen<sup>8)</sup> は、その代表例であり、条件付き GAN を用いて地震波形のシミュレーションを行うフレームワークである。SeismoGen では、まず、震源のパラメータ情報を入力とし、それに対応する3成分の地震動波形を生成器が人工的に作り

出す。一方で識別器は本物の観測波形と生成波形を見分けるように訓練される。この生成器と識別器を競合させる学習（敵対的訓練）を行うことで、最終的に識別器ですら真偽を判別できないほどリアルな揺れの波形が得られる。SeismoGen は、この方法で多数のラベル付き地震波形（発生場所や規模が既知のデータ）を生成可能であり、それらを既存の地震検知アルゴリズムの訓練データに補充することで検出精度を向上できることが示された<sup>8)</sup>。特に、水増しされた波形データによってディープラーニングモデルの汎化性能が向上し、レアな波形パターンにも対応しやすくなる利点が強調されている<sup>8)</sup>。

さらに近年では、拡散モデルと総称される生成 AI を地球物理データの生成に応用する研究も現れている。Yang らの提案する UB-Diff<sup>9)</sup> は、不釣り合いな量の訓練データしか得られない状況で、ペアとなる地球科学データを同時に生成しようとする新しい試みである。例えば、地下の弾性波速度構造（空間データ）は物理シミュレーションでいくらかでも作れるが、それに対応する現実的な地震波形（時間データ）は取得もシミュレーションも困難であるといったケースにおいて、UB-Diff は大量にある速度モデルからそれに見合った波形データを補完的に生成する。このために、まず Encoder-Decoder 型のニューラルネットワークで速度モデルと波形データの双方を一つの低次元表現（潜在空間）に圧縮し、それを起点として2種類のデータを同時に生成するように拡散モデルに学習させている。著者らは OpenFWI という公開データセットで実験を行い、UB-Diff による生成データが既存の単一データ生成手法よりも FID スコア（画像類似度指標）やペアデータ整合性で優れていることを示した<sup>9)</sup>。この成果は、実データでは不足する波形情報を合成的に補うことで、将来的にリアルタイムかつ精細な地下構造把握の実現に繋がる可能性を示している。

## 2.4 鉱物資源探査への生成 AI の応用

資源地質分野でも、生成 AI は有望なツールとして台頭しつつある。特に、鉱床探査では、広域の地球化学探査データに含まれる異常パターン（有望な鉱化作用を示唆する元素濃集傾向）をいかに検出するかが重要であり、近年、この課題にディープラーニングを適用する研究が活発化している。従来の統計手法では多次元データ中の複雑なパターンを見逃すことがあったが、深層学習は高次の特徴を自動で抽出できるため、従来法に比べ有望な結果をもたらしている<sup>10)</sup>。中でも、GAN や深層オートエンコー

ダといった生成モデルは、多元素濃集パターン（地球化学異常）の認識において特に優れた性能を示すことが報告されている<sup>10)</sup>。

Sabbaghi ら<sup>10)</sup> は、地質学的知見を組み込んだ異常検出モデルとして地質学的制約付き GANomaly (Geologically-constrained GANomaly) ネットワークを開発した。GANomaly とは、深層オートエンコーダと GAN を組み合わせた異常検知アルゴリズムで、データ駆動型で鉱化異常を検出するアプローチであるが、著者らはこれに鉱床成因論に基づく地質パラメータを組み込むことで、より現実的で解釈可能な鉱化ポテンシャルマップの作成を試みている<sup>10)</sup>。具体的には、イラン北東部に位置する Feyzabad 地区の金・銅鉱化帯を対象に、河川堆積物の地球化学データ（複数元素分析値）を周波数領域に変換して GANomaly に入力し、既知の鉱床産地情報を副次的に与えて学習させた。従来の純粋なデータ駆動型手法では、地質専門家の知識が反映されないため信頼性に欠ける結果が出る恐れがあったが、地質学的制約を加えた本手法では、生成モデルが鉱化を支配する地質要因を学習し、より妥当性の高い鉱化ポテンシャルマップを得ることができた<sup>10)</sup>。このように、生成 AI と地質知識を組み合わせることで、資源探査における有望地域の絞り込み精度を向上させ、新たな鉱床発見の可能性を高めることができる。

## 2.5 地層解析・地質モデル構築への生成 AI

堆積層序や地下構造のモデリングといった分野でも、生成 AI が確率的アプローチを刷新しつつある。地下の地質構造は一点観測（井戸やボーリングコア）から推定する必要があるため、本質的に不確実性を伴う。従来は手作業または地球統計学的手法で複数の確率的な地質モデルを作成していたが、近年では GAN を用いて多様な可能性を自動生成しようという試みがなされている。

Zhang ら<sup>11)</sup> は、GAN を 3 次元の貯留層モデル生成に応用し、井戸データから得られた層序解釈に合致しつつ、多様で地質的に尤もらしい堆積相モデルを多数生成することに成功した。複雑な河川成因の貯留層を対象に検証を行い、提案手法が現実的な堆積相分布を再現できることを示している。また、Zhang ら<sup>12)</sup> は深層畳み込み GAN と U 字型ネットワーク (U-Net) を組み合わせ、限られた井戸データや地震探査断面などの部分的情報から条件付きで地下層相モデルを生成する枠組みを提案した。断片的な観測データしかない状況でも、学習した生成モ

デルが地質的に尤もらしい全体像を補完できることを示している。その他、不確実性を定量化するために Bayesian GAN を組み合わせる試み<sup>13)</sup> などの派生手法も報告されている。

これらの研究はいずれも発展途上であるが、将来的には井戸や地震探査で得られる限られた情報から、AI が多様な地下構造モデルを自動生成してくれる時代が来るかもしれない。地質リスク評価に必要な複数シナリオのモデル作成がボタン一つでできるようになれば、地質調査・解析の効率と網羅性は飛躍的に向上するだろう。

## 2.6 地図作成・リモートセンシングへの応用

地図作成への AI 応用も進展している。Pix2Pix や CycleGAN といった画像変換モデルを用い、航空写真や衛星画像から対応する地図画像（例えば、地質図や土地利用図など）を自動生成する試みが報告されている<sup>14)</sup>。例えば、ある研究では GAN ベースのモデル (MapGAN) によってリモートセンシング画像から複数種類の電子地図タイルを生成することに成功している<sup>15)</sup>。将来的には、衛星画像を AI に解析させるだけで地表の地質構造や岩石分布を即座にマップ化できる可能性があり、調査効率を飛躍的に高める技術として注目される。

リモートセンシング分野ではデータ拡張にも生成 AI が役立つ。GAN を用いて衛星画像データを合成的に増やすことで、土地被覆分類などの精度を高める研究が進んでいる<sup>15)</sup>。また、マイクロソフト社が公開した建物配置のオープンデータなど、大規模地理データセットを深層学習モデルに学習させることで、建物検出や土地利用マップ作成の自動化が飛躍的に向上している。

地質図作成においても、既存の地質データを組み合わせた AI による自動マッピングが実現すれば、人跡未踏地域の地質調査や古い地図の更新作業が劇的に効率化されるだろう。

## ■ 3 生成 AI が地質調査にもたらす影響

以上に紹介した事例から明らかなように、生成 AI の導入は地質調査や関連産業に多くのメリットをもたらす。最大の利点は、効率と網羅性の向上である。AI は人間に比べて極めて高速に大量のデータを処理できるため、従来は分析に数ヶ月かかっていた業務が飛躍的に迅速化する可能性が



ある。例えば、LLM を用いて油田の生産データをリアルタイム解析し、採掘速度や圧力を調整することで生産を最適化するという高度な制御も視野に入る。また、掘削現場では、取得した地層データを AI が即座に分析して掘削リスクを予測し、最適な操業パラメータを提案することも可能になるかもしれない。このように、AI を「仮想アドバイザー」として活用すれば、専門家の判断を支援しつつ安全で効率的な運用に寄与できるだろう。さらに、AI は無数のシナリオを自動生成・評価できるため、人間が手作業では難しい包括的なリスク分析も実現できる。例えば、AI が数百通りの地下構造モデルを生成して鉱床存在確率を統計的に評価するといった解析も考えられる。

一方、安全性と持続可能性の面でも効果が期待される。AI による高精度な異常検知は地震や火山活動の早期警戒につながり、防災に貢献しうる。また、資源開発において AI が環境負荷の少ない手法を提案することで持続可能性を向上させることも可能である。例えば、生成 AI が膨大な操作データを解析して炭素排出削減に資する最適な生産プロセスを提示するといった応用が議論されている。

知識共有と教育にも生成 AI は大きなインパクトを与える。対話型 AI を使えば、専門用語が多い地質学の概念も一般向けに平易に説明することが可能である。ChatGPT のようなシステムが地質に関する質問に丁寧に回答すれば、学生の学習や市民への啓蒙に役立つだろう。将来的には、スマートフォン上の AI アプリがジオパークなどで観光客にリアルタイムの地質解説を提供する、といった利用も考えられる。このように、生成 AI は地質専門知識へのアクセシビリティを高め、地質学の裾野を広げる可能性がある。

#### 4 課題と倫理的配慮

現状、AI モデルは内部がブラックボックスであり、出力の妥当性を人間が判断しにくい。また、AI が尤もらしい誤情報を生成する幻覚の問題も深刻で、専門家ですら誤答を見逃す恐れがある。信頼できない AI を意思決定に用いれば重大なミスに繋がることから、出力に不確実性指標を付与したり、重要な判断根拠を説明できるようにするなど、信頼性・解釈性を高める工夫が不可欠である。

地質分野ではそもそも十分なデータが集まらない

ことが多く、また得られたデータも特定の地域や条件に偏っている場合がある。AI がそうした偏ったデータで学習すると、出力にも偏見（バイアス）が現れてしまう。また、現実のデータに含まれるノイズや欠測を誤学習し、“garbage in, garbage out” のような事態に陥るリスクもある。この問題に対しては、データ拡張やノイズ除去といった対策、および多様なシナリオを想定したシミュレーションデータの活用などが有効である。

生成 AI の訓練には、インターネット上の大量の文章・画像が利用されており、その中には著作権で保護された学術論文や地質図等も含まれる。AI が生成したアウトプットが元データと酷似している場合、それは著作権侵害や剽窃にあたる可能性があり、AI 利用者には透明性と誠実性を確保する責任があるといえる。

強力な AI が身近になるにつれ、人々が AI を過信したり、あるいは人格を感じて過剰に信頼するといった事例も出始めている。地質学の分野でも、AI の出力が常に正しいとは限らないにもかかわらず、権威ある計算結果のように受け止められてしまえば危険である。重要なのは、AI をあくまで道具として位置付け、人間の判断を最終的な拠り所にする姿勢である。AI の提案があれば必ず専門家がクロスチェックし、納得できた場合にのみ採用するというプロセスを維持することが、信頼性と安全性を担保する上で欠かせない。また、AI の利用に関するルール整備やガバナンスも課題である。

#### 5 今後の展望

生成 AI と地質学の関係は、今後さらなる発展と変化が予想される。まず、ドメイン知識と AI の融合が一層進むと考えられる。地質学は経験や理論に基づく膨大な専門知識の蓄積がある分野であり、これを AI に組み込むことで性能を飛躍的に向上させることができる。物理モデルと機械学習を組み合わせたハイブリッド手法は少ないデータでも高精度を実現できることが示されており、例えば、前述の地質学的制約付き GANomaly<sup>10)</sup> のように、AI に地質法則や制約条件を教え込む研究が今後増えていくだろう。これにより、AI の提示する結果がより地質学者の直感や理論に合致した納得性の高いものになることが期待できる。

次に、マルチモーダルな大規模モデルの出現であ



る。現在でも K2<sup>3)</sup> のように地学文献を学習した数十億パラメータ級の LLM が登場し始めている。将来的にはテキスト・画像・音波・地図情報など複数のデータソースを統合できる基盤モデルが開発され、地球システム全体を包括的にシミュレーションすることも可能になるかもしれない。

また、説明可能な AI (Explainable AI, XAI) の発展も不可欠である。AI の判断に至る根拠を人間に示せるようになれば、専門家が結果を検証・信用しやすくなる。例えば、生成 AI が出力に不確実性の指標や根拠となる特徴を付記できるようになれば、信頼性は飛躍的に高まるだろう。

さらに、データ共有とオープンサイエンスの文化醸成も重要な展望である。AI を賢くするには良質なデータが必要だが、地質分野では DDE のように大規模データを集約し共有しようという動きが始まっているものの、依然としてデータの孤立や秘匿が多い。今後、研究者コミュニティや企業・政府が連携し、地質データをよりオープンに共有するプラットフォームが発展すれば、生成 AI の性能向上に大きく寄与するだろう。また、生成 AI モデル自体のオープン化・公開も進める必要がある。現状では高性能な生成モデルは一部企業に独占されているが、学術界でも GeologyOracle<sup>4)</sup> のような形で成果が公開され始めている。モデルやソースコードが公開されれば、他の研究者がそれを検証・改良できるため、結果としてモデルの信頼性向上と発展スピードの加速につながる。

最後に、人材育成と倫理ガバナンスである。地質学分野でも AI リテラシーを備えた人材が不可欠となるだろう。今後は地質学の教育課程にデータサイエンスや AI の基礎が組み込まれ、次世代の地質学者は AI と協働できるスキルセットを標準的に身につけていくと考えられる。同時に、技術の進歩に追いつく形で倫理ルールや法整備も整えていかねばならない。不適切な AI 利用を防ぎ、その恩恵を社会全体で享受するために、研究者・技術者・政策立案者が協力してガイドライン策定や法的枠組みの構築に取り組む必要がある。

## 6 おわりに

「生成 AI との付き合い方」は、地質学界にとってこれから避けて通れないテーマである。本稿では海外の事例を中心に、その利活用の現状と課題を概

観した。生成 AI は、地質データの解析やシミュレーション、教育・普及にまで幅広く応用され始めており、今後も飛躍的な進歩が見込まれる。一方、信頼性の担保や倫理的課題に細心の注意を払い、人間の知恵と経験を適切に組み合わせていくことが重要である。地質学者は AI を敵ではなく味方とし、自らの知識と洞察をもって AI の力を引き出す工夫が求められる。生成 AI 時代においても、最終的に創造と判断を下すのは我々人間であり、AI はそれを支える相棒となりうる。そのような建設的な「付き合い方」を模索することで、地質学の未来は一層豊かなものになるだろう。

---

## 〈参考文献〉

- 1) Karpatne A., Ebert-Uphoff I., Ravela S., Babaie H. A. and Kumar V.: Machine learning for the geosciences: Challenges and opportunities, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 31, no. 8, pp. 1544-1554, 2018.
- 2) Bergen K. J., Johnson P. A., de Hoop M. V. and Beroza G. C.: Machine learning for data-driven discovery in solid earth geoscience, Science, vol. 363, no. 6433, p. eaau0323, 2019.
- 3) Deng C., Zhang T., He Z., Chen Q., Shi Y., Xu Y., Fu L., Zhang W., Wang X., Zhou C., Lin Z., and He J.: K2: A Foundation Language Model for Geoscience Knowledge Understanding and Utilization. WSDM '24: Proc. of the 17th ACM Int. Conf. on Web Search and Data Mining, pp. 161-170, 2024.
- 4) Baucon A. and de Carvalho C. N.: Can AI Get a Degree in Geoscience? Performance Analysis of a GPT-Based Artificial Intelligence System Trained for Earth Science (GeologyOracle), Geoheritage, Vol. 16, article No.121, 2024.
- 5) Zhang Y., Cheng Wei C., He Z. and Yu W.: GeoGPT: An assistant for understanding and processing geospatial tasks, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 131, Article 103976, 2024.
- 6) Młynarczuk M. and Habrat M.: Generating microscopic images of rocks using generative artificial intelligence, Earth Science Informatics, Vol. 18, article No. 441, 2025.
- 7) Nathanail A.: Geo Fossils-I: A synthetic dataset of 2D fossil images for computer vision applications on geology, Data in Brief, Vol. 48, article 109188, 2023.
- 8) Wang T., Trugman D. and Lin Y.: Seismogen: Seismic waveform synthesis using gan with application to seismic data augmentation, Journal of Geophysical Research: Solid Earth, vol. 126, no. 4, p. e2020JB020077, 2021.
- 9) Yang J., Zhang Y., Sheng Y., Lin Y., Yang L.: A Novel diffusion model for pairwise geoscience data generation with unbalanced training dataset, The 39th AAAI Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-25), pp. 21965- 21973, 2025.
- 10) Sabbaghi H., Tabatabaei S. H. and Fathianpour N.: Geologically-constrained GANomaly network for mineral prospectivity mapping through frequency domain training data, Scientific Reports, vol. 14, Article number: 6236, 2024

- 11) Zhang T. F., Tilke P., Dupont E., Zhu L. C., Liang L. and Bailey W.: Generating geologically realistic 3d reservoir facies models using deep learning of sedimentary architecture with generative adversarial networks, *Petroleum Science*, vol. 16, pp. 541-549, 2019.
- 12) Zhang C., Song X. and Azevedo L.: U-net generative adversarial network for subsurface facies modeling, *Computational Geosciences*, vol. 25, pp. 553-573, 2021.
- 13) Feng R., Grana D., Mukerji T. and Mosegaard K.: Application of bayesian generative adversarial networks to geological facies modeling, *Mathematical Geosciences*, vol. 54, no. 5, pp. 831-855, 2022.
- 14) Zhu W., Guo Q., Yang N., Tong Y., Zheng C.: An improved generative adversarial network for generating multi-scale electronic map tiles considering cartographic requirements, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 13 (11) , 398, 2024.
- 15) Lv N., Ma H., Chen C., Pei Q., Zhou Y., Xiao F. and Li J.: Remote sensing data augmentation through adversarial training, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 14, pp. 9318-9333, 2021.

# 生成 AI の活用による有益性

きたおか たかふみ\*  
北岡 貴文\*Key  
ey Word生成 AI, 大規模言語モデル, RAG, AI エージェント, プロンプトエンジニアリング,  
AI コミュニケーション

## 1 はじめに

近年、生成 AI (Generative AI) と呼ばれる人工知能技術が著しい進歩を遂げている。生成 AI とは、ユーザーからの指示 (プロンプト) に応じて文章や画像など新たなコンテンツを自動生成する AI であり、その代表例が大規模言語モデル (LLM) によるチャットボット (ChatGPT など) である。本稿では、生成 AI の活用による有益性をテーマとするため「Deep Research<sup>1)</sup>」と呼ばれる AI 技術を用いて執筆を行った (プロンプト「生成 AI への問い・質問」は表 1 を参照)。Deep Research を使用するメリットを以下のとおりである。なお、GPT-5 を用いた。

- ▶ 検索に関する方針を提案してくれる。
- ▶ 人間が逐次検索する時間を短縮でき、引用先の情報もある (本稿の文量では 5 分程度)。
- ▶ 海外の情報を日本語に翻訳して回答してくれる。

日本人は特に海外の情報取得に弱い傾向があるが、生成 AI を使用することで、今後は誰でも世界中の情報を網羅的に検索できるようになり、さらなる革新が生まれることが期待される。表 1 のプロンプトを参照し、一度試されたい。なお、本稿は執筆者の責任において、Deep Research の結果を参照しつつ、ファクトチェックを行い執筆している。

応用地質学・地盤工学といった地質技術分野においても、この生成 AI の導入が注目され始めている。地質分野は多種多様なデータ (地質図、ボーリングログ、分析報告書等) を扱うデータ集約型の領域であり、知見の継承やレポート作成など言語的作業も多いため、生成 AI は業務効率化や知識支援の新たなツールとなり得る。

本稿では、地質調査の現場業務における生成 AI

の具体的ユースケース (文書作成支援、報告書要約、図面解析支援、コード生成など) を紹介する。次に、生成 AI が若手技術者や非専門職の教育・知識継承を支援するツール (AI チャットボットを用いたメンター機能など) として活用し得る可能性を検討する。さらに、RAG (Retrieval-Augmented Generation: 検索拡張生成) と AI エージェントの技術の解説、および筆者の日常のデスクワークの応用例を紹介する。本稿は学術論文の形式に則り、地質技術者に向けた客観的な分析と考察を試みる。

## 2 生成 AI のユースケース

生成 AI は自然言語処理能力を有するため、地質調査に関連する様々な情報処理タスクへの応用が期待できる。以下では、現場で想定される具体的なユースケースを取り上げる。

文書作成・支援: 地質調査報告書や日報・記録のドラフト作成に ChatGPT 等を活用するケースがある。表 2 の「文書作成・支援」のタスクのようなプロンプトを入力すれば、引用先の情報が提示され、整合性の取れた報告書の素案を生成したり、専門用語を適切に盛り込んだ文章に整形したりすることが可能である。米国地質調査所 (USGS)<sup>2)</sup> も、生成 AI は手稿の文法改善や定型タスクの自動化によって研究成果の作成効率を高める補助となり得ると指摘している。ただし、AI 生成テキストの取り扱いには注意 (例えば、セキュリティと機密情報漏えいの懸念、誤情報 (ハルシネーション) と信頼性の問題、責任の所在と倫理的配慮など) が必要である。

論文・報告書要約: 論文や調査報告書から要点を抽出し、短時間で要約を作成することも生成 AI の

\*関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 准教授



表 1 Deep Research による検索方法

プロンプト	2025 年 11 月発刊予定の通巻 166 号の会誌（地質と調査）の小特集のテーマは「生成 AI との付き合い方」である。1. 趣 意 2024 年に改訂される働き方改革関連法に代表される労働時間短縮の潮流は現在進行形で進められている。他方、2024 年 1 月 1 日に発生した能登半島地震のような大規模災害では、ライフライン復旧への人的労力と共に、錯綜する情報により昼夜を問わない対応を余儀なくされる状況は、過去の災害復旧のプロセスから大きな改善はない。生成 AI は、過去の情報に基づき統合的にテキスト化できる優位性があるが、社会的に有効な活用へのシナリオが明確とは言い難く、守秘義務性の高い地質情報などの取り扱いへの慎重な姿勢から、積極的な活用とは至っていないと考える。そこで、通巻 166 号の小特集は、「生成 AI との付き合い方」をテーマとして、地質調査業にもたらす革新的メリットと、注意すべきデメリットを明らかにできばと考えている。小特集のテーマの一つが「生成 AI の活用による有益性」である。章節項を提案し、文面案を作成ください。12000 字程度でお願いします。
生成 AI の応答	文面案作成のために、以下の点をご確認いただけますか？ 1. 想定している読者層（例：地質技術者、行政職員、一般研究者など） 2. 文体のトーン（例：学術的、実務的、啓蒙的など） 3. 特に取り上げたい生成 AI のユースケース（例：文書作成、報告書要約、地質図の分析支援など） 4. 他の章節（テーマ）がすでに決まっているか（重複を避けるため） 5. 論文の形式（共著者あり・脚注あり・文献引用スタイルなど） ご確認いただければ、それに合わせて章節項の構成と文面案を作成します。
プロンプト	1. 地質技術者、2. 学術的、3. 網羅的、4. 小特集のテーマ（案）：気象分野での生成 AI の活用事例、海外の生成 AI の活用事例など中心に執筆予定、IoT センサなどのビックデータを背景とした生成 AI の活用や動態予測、社内生成 AI サービス「aGeAI」の紹介、5. 共著者はあなた（注：共著者を生成 AI にすることは勧めない）






得意分野である。生成 AI に入力して情報流出の懸念がない資料であれば、関連資料や専門データを与えて下準備させる方法もある。例えば、英語の論文を読み込ませ、その内容を理解した上で要約させることである。これにより、AI は事前知識を獲得ができる。表 2 の「論文・報告書要約」タスクのように指示すれば、重要事項をまとめることができる。さらに、経営層や非技術者向けに専門情報をかみ砕いて説明する用途でも有用である。こうすることで、専門用語を平易に置き換えたサマリーを得られる。生成 AI は難解な地質専門用語や技術概念を平易化し、社内外のステークホルダーへの情報共有を円滑にすることができる。また、言語の壁が取り除かれ、英語以外の言語でも同様に要約（翻訳精度に差はある）することが可能であろう。

図面・画像解析支援：地質図や地質断面図、試験データ表やグラフなど視覚的資料の解析にも、近年の生成 AI 技術は応用され始めている。特に、画像と言語の両方を扱えるマルチモーダル AI の登場により、画像中の情報を説明したり質疑応答したりすることが可能になりつつある。例えば、Kukreja ら<sup>3)</sup>

は人工衛星リモートセンシング画像を解析できる視覚と言語の統合モデル「GeoChat」を開発し、画像キャプション生成や視覚的な質問応答で高精度な性能を示した。将来的には、現場で撮影した露頭写真や地質コアの画像を AI に読み込ませ、表 2 の「論文・報告書要約」タスクのように指示すれば、専門的な問いかけに対する答えも可能になると報告されている。もっとも現時点では、視覚モデルを含む LLM の地質分野への応用は端緒についた段階であり、AI の回答を鵜呑みにせず専門家の検証が不可欠である。

コード生成・データ分析自動化：生成 AI の高度な言語処理能力はプログラミングコードの自動生成にも活用できる。地質データ解析用のスクリプト（Python など）を AI に作成させれば、データ変換や数値解析の手間を削減できる可能性がある。表 2 の「コード生成・データ分析自動化」タスクのように指示すれば、新たなコードや修正（デバッグ）も可能である。実際、生成 AI は高水準の指示からプログラムを生成することが得意であり、複雑なデータ処理フローをテキストで指示すれば対応するコー

表2 プロンプトの一例

タスク	プロンプトの例
 文書作成・支援	「あなたは〇〇の専門家である（ペルソナを与え）。〇〇報告書（論文）を作成している。下記の箇条書きを参照し、500 文字で作成せよ。～箇条書き～」 「（作成された文章を参照させ）関連する文章を検索し、ハルシネーションをおこさないように（誤字脱字を）修正せよ。」など。
 論文・報告書要約	「添付の英語論文を日本語で主要な知見を要約せよ。」「非専門家（または、大学生・高校生・中学生・小学生）にも理解できるように要約せよ」など。
 図面・画像解析支援	「地層の層序や特徴を説明せよ。」「割れ目間隔を計測せよ。」「切羽観察簿の記事を作成せよ」など。 ※このタスクに関しては、マルチモーダル AI 技術の発展が望まれる。
 コード生成・ データ分析自動化	「あなたは世界有数の AI エンジニアである。下記条件より、ANN の教師有り学習の回帰のコードを生成せよ。条件：開発環境は GoogleColab。プログラミングコードは Python。ライブラリは tensorflow。アルゴリズムは隠れ層 3 層、～。教師データと検証データは添付の CSV ファイルを参照。一列目は目的変数、二列目以降は説明変数。出力結果はエクセルとし、一列目は検証データ、二列目は ANN により予測した結果を出力せよ。また、平均絶対誤差と決定係数も算出せよ。」「下記のエラーが生じた。コードを修正せよ」など。
 論文の相談・評価	「あなたは〇〇の世界的に有名な研究者である。この論文を理解せよ。理解できたら、はい。と答えよ。」その後、査読者から下記のコメントを頂いている。査読者からの質問に対して、回答案を作成せよ。～査読コメント～」や、「本論文に対して、新規性、有用性、完成度、信頼度を 5 段階で評価せよ」など。

※GPT-5 によりイラスト作成

※生成 AI を利用した場合は、使用した旨を述べること。

ドを提案してくれる。例えば、地盤解析ソフトの入力スクリプトを自動生成し、多数のパラメトリック解析を高速に実行する仕組みが提案されている<sup>4)</sup>。ただし、自動生成されたコードは冗長であり非最適な場合もある。そのため、人間による理解・修正を前提に用いる必要がある。生成 AI が普及する以前は、プログラミングの高度なスキルが必須であり、また時には海外のプログラマーの英語による口コミを解読する必要もあった。バグが出ればそれらの情報をもとに修正に追われていた。しかし、生成 AI を活用することで、Python などの実行方法とプログラミングの基礎知識、そして何をプログラミングにより実行したいのかを明確にプロンプトできれば、新たなコードを生成し実行することも可能になるであろう。ハンズオンで実行しながら AI に触れてみて、効果が確認されたらアルゴリズムの詳細を理解するなど、知識を深められたい。

論文の相談・評価：論文の査読コメントに対する

対策を相談することや、論文を評価してコメントを得ることも可能である。表2の「論文の相談・評価」タスクのように指示すれば、査読対策におけるコメントが得られるであろう。また、論文投稿前に執筆した論文を評価してもらい、対策を練ることで、論文採択の可能性を高めることが期待される。

その他の活用：他にも、画像生成（本稿の図は、GPT-5 により生成）や動画生成、タイトル提案、企画に関するアイデアの提案、ディベートやディスカッションを通じて英語教育や意思決定支援に活かすこと、口コミなどのアンケート分析に利用することも可能である。

以上のように、生成 AI は様々な局面で情報処理アシスタントとして活用できるポテンシャルを持つ。筆者はコード生成の恩恵を最も受けているが、人によって重視する分野は異なる。今後、人間は「問う」能力が重要になると考えられる。実際の適用にあたっては、リスクを認識しつつ、得意な業務（大



量データの整理・要約、対話的な情報提供など）に適切に役立てることが鍵となる。

### ■3 若手技術者育成・知識継承への生成AI活用の可能性

生成AIは、単なる業務効率化ツールに留まらず、教育訓練やナレッジマネジメントの分野でも有望な応用可能性を秘めている。地質業界では経験豊富な技術者の知見継承や、若手・非専門社員への専門知識教育が重要課題であり、ここでもAIが支援役となり得る。以下、AIチャットボットをメンター代替に用いる例や技術知識習得を補助する活用について考察する。

24時間稼働のAIメンター：組織内におけるカスタムAIチャットボットは、新人技術者の疑問にいつでも答える仮想メンターとして機能し得る。新入社員は現場や社内手続きについて不明点があっても、忙しい上司を煩わせずAIに質問できる。例えば「ボーリング調査の手順を教えてください」「当社の土質分類基準は？」といった質問に、事前に社内資料を学習したAIが即座に回答するイメージである。Evolve社の報告<sup>5)</sup>によれば、社内ポリシーや業務フローに通じたチャットボットを導入することで、新人は企業文化や役割を自主的に学べ、まるで24時間付き添う個人指導者を得たかのような効果が得られる。さらに、社史や過去プロジェクトのデータベースと連携したAIであれば、「類似案件ではどんなトラブルがあったか？」など高度な問いにも答えられる可能性がある。重要なのは、こうしたAIメンターが即答できる範囲と限界を理解し、最終的な判断や深い指導は人間の上司・先輩が行うという役割分担である。適切に活用すれば、AIメンターは新人の基本的疑問を解消して自律学習を促し、先輩技術者の負担軽減にも貢献するだろう。

技術知識の習得支援：生成AIはまた、若手技術者が専門知識を学習・定着させるための対話的ツールとしても利用できる。例えば、ある技術用語の意味や背景原理を学ばせたい場合、従来は教科書やOJTに頼っていたが、AIを使えば対話型に理解を深めることが可能だ。技術者育成研究所の事例では、若手に習得させたい専門用語について複数の生成AIに「その技術の強みと課題を説明せよ」と回答させ、それを材料に議論させるというユニークなトレーニングを提案している。受講者である若手技術者はAI回答の相違を比較検討し、技術的観点を整理して文章化することで、単に用語の定義を丸暗記するよりも深い本質理解に到達したという。この

手法は、AIを仮定の教科書かつ討論相手として活用した例といえる。生成AIが持つ広範な知識と多角的な説明能力を用いれば、新人技術者が苦手分野を自己学習する際の良きパートナーとなるだろう。ただし、AIの説明内容に誤りが混入する可能性もあるため、最終的な内容確認や補足解説は人間の教育担当者が行う必要がある。

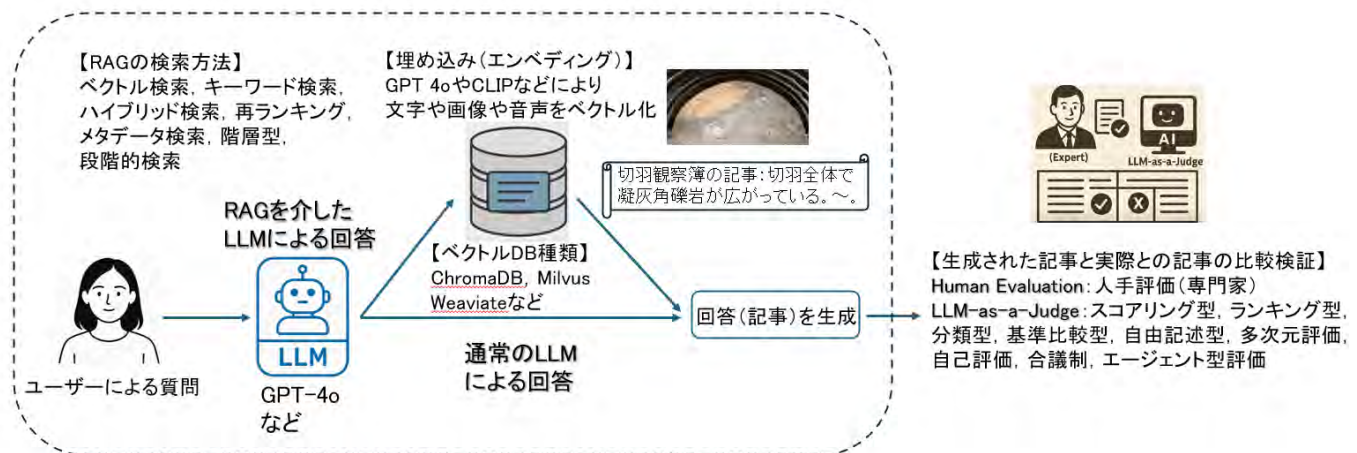
非専門職への知識共有：地質コンサルティング企業等では、事務職や営業職など地質の専門家でないスタッフとも協働する場面が多い。そうした非専門職社員に対する知識共有にも生成AIは役立つ可能性がある。例えば、専門外の社員から「この地盤調査報告書のポイントを知りたい」と依頼された際、技術者は専門用語を噛み砕いて説明する必要がある。生成AIに報告書を要約させれば、専門知識が無い読者向けに平易で簡潔な要点まとめを素早く用意できる。CorePlan社の提案する利用例<sup>6)</sup>でも、ChatGPTを使って「地質学の専門用語や地域差のある業界用語を平易な表現に置き換え、他部門の人にも理解できる形で提示する」ことが挙げられている。このように、生成AIは知のハブとして組織内コミュニケーションを円滑化し、専門知識の社内普及に貢献し得る。ただし、社内文書をAIに入力する際の情報管理ポリシーには留意しなければならない。

以上より、生成AIは若手育成や知識継承の文脈でもポジティブな支援ツールとなり得ることが分かる。AIチャットボットを用いた社内問合せ対応の自動化、研修教材の自動生成やクイズ作成、VR的な対話型シミュレーションへの応用など、教育分野での活用アイデアは今後ますます広がるだろう。実際、ChatGPT等を授業設計に取り入れた教育研究も報告されており、双方向の学習支援ツールとして有効であるとの知見も出始めている。重要なのは、AIが人間の教師や先輩の役割を完全に置き換えるものではなく、あくまで補助であるという位置づけである。AIを使う側の若手自身も、AIに依存しすぎず主体的に考える姿勢が求められる（AIリテラシーの育成）。このような人とAIの協働によって、地質分野における効率的かつ効果的な教育・知識伝達が実現されることが期待される。

### ■4 生成AI関連の技術的な解説

生成AIを有効活用するには、適切なプロンプトの設計が重要であることを述べた。地質専門分野では、一般的なLLMが訓練されていない専門知識が関わる場合も多いため、AIに地質特有の文脈を理解させる工夫が求められる。Dengら<sup>7)</sup>は地質学に





※ GPT-5 によりイラスト作成

図1 RAG の概念図

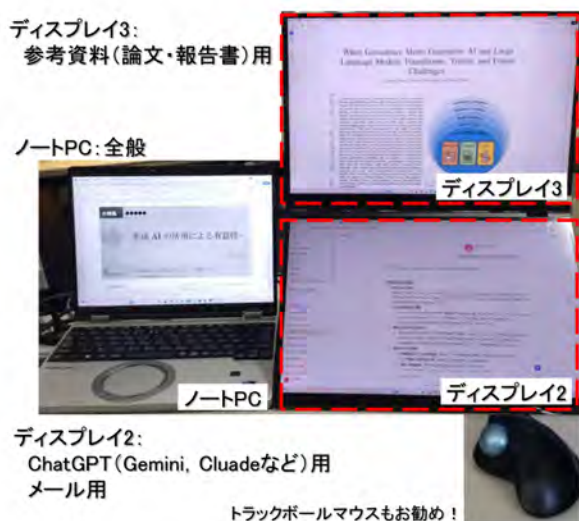


図2 日常のPC使用環境

特化した LLM「K2」を構築し、大規模汎用モデル (LLaMA) に地学文献 550 億トークンを追加学習させることで、地質分野の質問応答性能を高めたと報告している。このようなドメイン特化型モデルやプロンプト最適化の活用により、一般向け LLM では誤答しがちな専門的問いにも正確に対応できる可能性が示されている。したがって、現場で生成 AI を使う際には、AI に与える情報量・文脈の設計や、場合によっては専用チューニングの検討が重要である。

ここで、RAG に関する概念図を図 1 に示す。図は、マルチモーダル (画像とテキスト) の概念図であるが、例えば、山岳トンネルの切羽画像と切羽観察簿の記事 (テキスト) の関係性をベクトル DB 化することも可能である。RAG の検索方法やベクトル DB の種類など複数のアプローチが存在し、技術は複雑である。ただし、特に重要なのは、データの量と品質である。LLM の技術革新は日進月歩で進

んでいるため、今日できなかったことも翌月には可能になっている場合がある。さらに、2025 年は AI エージェント元年と呼ばれている。AI エージェントは、図 1 の「回答を生成」の次のタスクとして「品質確認」を行い、生成された記事が良くないと判断されれば、自律的に修正<sup>8)</sup>するなど、人間の知的作業と同等のタスクをこなす技術である。AI エージェントは生成 AI の次の期待される技術であるが、身近にその効果を確かめたい場合は、冒頭で説明した Deep Research を実行してもらいたい。

最後に、筆者の日常の PC の使用環境を述べる。図 2 に示すように、高価な投資にはなるが、デュアルモニター (またはマルチモニター) にすることで作業効率の向上効果が期待される。筆者は、ディスプレイ 2 を生成 AI 専用の画面として利用している。このような環境を整えることで、生成 AI が身近な存在となり、欠かせないツールとなるであろう。生成 AI の有益性とは、人間の「能力を拡張」させる点にある。しかし、生成 AI に頼りすぎることは、逆に人間の「能力を鈍化」させてしまうリスクも懸念される。英語学習においても、生成 AI に翻訳させるだけでなく、必ず原文を読解する習慣を忘れてはならない (誤字脱字修正がどのように行われたかや、プログラミングスキルについても同様である)。

今後は、人の作業であれば数日かかるような業務を数分で終わらせることが可能になるだろう。そうして生まれた時間を、新米技術者とベテラン技術者とのコミュニケーションの時間に充てれば、技術伝承にも役立つ。さらに、お互いの接し方について生成 AI に相談したり、人と人とのコミュニケーションの間に生成 AI が介在するような新しい形態のコミュニケーションも生まれてくる可能性もある。

## 5 おわりに

本稿では、地質調査現場での生成 AI の具体的な活用事例、さらに人材育成への応用可能性について、文献や事例を基に考察した。生成 AI はその強力な言語生成・分析能力によって、データ整理や文書作成など従来は手間を要していた作業を効率化し、技術者が本来注力すべき創造的業務に専念できる環境をもたらす。一方で、誤情報生成や情報漏えいといったリスクも内包しており、適切なガバナンスなしに現場へ導入することは危険である。したがって、各組織・企業はガイドラインの策定や教育訓練の実施によって、安全で責任ある AI 利用の枠組みを築く必要がある。幸いにも、多くの研究者・業界団体がガイドラインや倫理基準の議論を進めており、地質技術分野においても知見の集積が進みつつある。

結論として、生成 AI は地質技術者にとって有用な新しい「道具」である。適切に用いれば日常業務の生産性向上や知識共有の促進に寄与し得るが、使い方を誤れば信頼性や機密保持に関わる問題を生じかねない両刃の剣でもある。重要なのは、最新技術に対して批判的思考を持ちながら柔軟に取り入れる姿勢である。今後は、AGI (Artificial General Intelligence: 人工汎用知能) および ASI (Artificial Super Intelligence: 人工超知能) の実現可能性を考慮し、未来を見据えた働き方や人間の在り方の変革に対しても注視することが重要である。地質という伝統的分野においても、AI という新たなパートナーを上手に使いこなすことで、将来的な探査・解析手法の革新や人材育成の効率化が期待できるだろう。地質技術者は「AI では代替できない判断力と経験」を磨き続けつつ、AI の力を借りて自身の能力を拡張する。そのような人間と AI の協働によって、これからの地質調査現場がより安全で創造的なものになることを願ってやまない。

### 〈参考文献〉

- 1) Open AI HP : deep research のご紹介  
<https://openai.com/ja-JP/index/introducing-deep-research/>  
(2025 年 8 月 22 日現在)
- 2) USGS HP : What is generative artificial intelligence (AI) and how can it be used in USGS scientific information products intended for public release?  
What is generative artificial intelligence (AI) and how can it be used in USGS scientific information products intended for public release? [209] | U.S. Geological Survey  
(2025 年 8 月 22 日現在)
- 3) Kartik, K., Muhammad, S. D., Muzammal, N., Abhijit, D., Salman, K. and Fahad, S. K.: GeoChat Grounded Large Vision-Language Model for Remote Sensing, arXiv:2311.15826v1 [cs.CV] 24 Nov 2023.
- 4) Taegu, K., Tae, S. Y. and Hyoung, S. S.: Can chatgpt implement finite element models for geotechnical engineering applications?, arXiv:2501.02199v1 [math.NA] 4 Jan 2025.
- 5) evolve HP : Custom AI Chatbots: 4 Powerful Applications for Employee Performance Support  
Custom AI Chatbots: 4 Powerful Applications for Employee Performance Support – Evolve Solutions Group |  
(2025 年 8 月 22 日現在)
- 6) CorePlan HP : How geologists can use ChatGPT to do more geology  
Geologists & ChatGPT: How to Streamline Data & Do MORE Geology  
(2025 年 8 月 22 日現在)
- 7) Cheng, D., Tianhang, Z., Zhongmou, H., Yi, X., Qiyuan, C., Yuanyuan, S., Luoyi, F., Weinan, Z., Xinbing, W., Chenghu, Z., Zhouhan, L., Junxian, H.: K2: A Foundation Language Model for Geoscience Knowledge Understanding and Utilization, arXiv:2306.05064v2 [cs.CL] 13 Sep 2023
- 8) 北岡貴文: 仮想データを用いた AI エージェント型 RAG の地盤工学分野への適用に関する研究, AI・データサイエンス論文集, 掲載予定

# オープンソース GPT と RAG で作る 自分専用 AI 知識システム

まつおか としふみ\*  
松岡 俊文\*

K  
ey Word

大規模言語モデル, LLM, 生成 AI, RAG, gpt-oss-20B, トークン,  
チャンク, 高速検索, 知識システム

## 1 はじめに

本稿では、大規模言語モデル (LLM: Large Language Model) を用いた個人向けの知識ハンドリングシステムの構築事例を紹介する。これは PDF などのテキスト部分を対象に、検索・要約・比較・矛盾点の抽出・引用提示などが可能なシステムである。LLM は自然言語で記述された情報を処理・生成することができる深層学習モデルである。一方、生成 AI はより広い概念で、自然言語に加えて画像・音声・動画など多様なコンテンツを処理・生成する AI モデルといえる。例えば、会議の録音を生成 AI に聞かせて議事録を作成してもらったり、PDF の資料を生成 AI に読ませてその要約を作ってもらったり、多くの場面で利用されている。

しかしながら、日本ディープラーニング協会が作成した生成 AI 利用のガイドラインでは、機密保持を必要とする情報を第三者提供の生成 AI に入力する行為のリスクを指摘している。例えば、社内の守秘義務がある書類を外部の生成 AI に入力して、その内容の要約を頼むことは、守秘義務違反に該当する可能性が高い。このように外部の生成 AI サービスに機密情報や個人情報を入力しないことが、生成 AI の情報管理上の留意点に上げられる。

この問題点の回避のため、OpenAI が 2025 年 8 月公表した gpt-oss (学習済みの LLM) を活用し、インターネットには繋ぐ必要がない知識システムを構築した。gpt-oss は、オープンソースであり、自分のソフトにバンドルして販売も可能なライセンス形態で提供されている。そのため、完全に閉じた環境での実行が可能である (ただし、実行には CPU/GPU 等の計算資源が必要)。本稿で紹介するようなシステムは、すでに商品化されていると思われるが、

ここでは個人でも、すべて手作りで一定のシステムが作れる事例として紹介したい。

現在の外部クラウド型の生成 AI を利用する時の最大の弱点は、個人、あるいは組織が所有している知的財産が知識として全く利用できない点である。無論この理由は「情報漏洩」の心配からである。組織が所有する資料を、生成 AI の学習用の資料として OpenAI 社や Anthropic 社に提供することはあり得ない。多くの企業は膨大な資料や報告書を所有しているが、これらの資料は生成 AI の利用の際に知識として全く役立っていない。

ここで紹介する RAG と呼ばれるシステムは、倉庫に眠っている過去の報告書や調査資料を「すぐに使える知識」に変える仕組みと言える。従来は熟練社員が半日かけて探していた情報が、数秒で検索され、根拠付きで要約される。例えば「地下水調査の最新事例は？」と尋ねれば、過去の調査報告書から該当箇所を瞬時に抜き出し、要点を整理した回答が返ってくる。これは経営判断のスピードアップや調査コスト削減に直結するため、経営層にとっても大きなメリットである。

要するにここで紹介したいのは、「利用されずにいた過去の資料などを寄せ集めて、それらが持っている情報を知識システムに組み込むが、高額なライセンス費用が不要で、情報漏洩の懸念が無い自分専用 AI 知識システムの自作方法」である。

## 2 LLM が所有している知識と RAG

LLM (大規模言語モデル) が革新的である理由は、第一に膨大な知識を保持している点、第二に推論能力を備えている点である。しかし通常の LLM

\* (公財) 深田地質研究所 顧問 京都大学名誉教授



が所有している知識は、万人が利用する百科事典の様な知識であり、個別の専門家が必要とする非常に狭い分野の特別な知識では無い。そしてこの知識量を直接的に拡張することは極めて困難である。そこで注目されているのが、検索拡張生成（RAG: Retrieval-Augmented Generation）という方法論である<sup>1)</sup>。RAGでは、自作の知識データベースから必要な情報をプロンプトに組み込んでLLMに渡すと、LLMが有している推論能力を活用できる。この手法は法務や医学、企業内文書検索などの分野で既に活用が進んでいる。これらは、社内の資料や報告書をLLM（ここではgpt-oss）に安全に接続し、情報漏洩のリスクなく過去の知的財産を最大限に活用できる仕組みといえる。これは、今までの企業活動によって蓄積されてきたが、十分に活用されていない多くの報告書や資料を最大限利用できる仕組みとなる。

RAGの自作は二つの工程から成る。まず、対象となるPDFや書類をOCR処理し、自然言語の処理手法を使って、検索用のデータベースを構築する。次に、利用者が質問を入力すると、このデータベースから関連する情報を検索し、それをLLMに渡す。LLMは提供された情報を基に推論を行い回答を生成する。この全体像を図1に示す。図1の上半分は検索用のデータを作る過程で、下半分はLLMを使ってそれを利用する部分である。つまり、RAGは情報を見つけ出すRetriever（検索部分）と、推論・回答を生成するGenerator（生成部分）の組み合わせである。さらに、本システムではWebブラウザのユーザーインターフェース（UI）から直感的に操作できるよう設計されている。

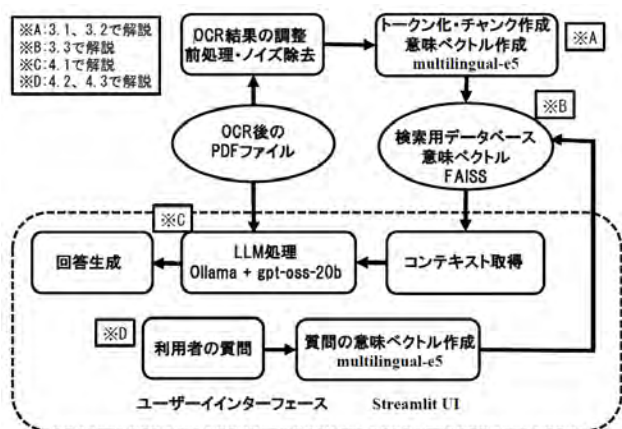


図1 自作知識システムの全体図

## 3 自然言語処理とはどのような処理か

### 3.1 言葉の意味に着目した文書の数値化

文書をコンピュータが扱える形（数値）にするには「単語に番号を割り振ればよい」と考えるかもしれない。たとえば「家=1」「犬=2」といった具合である。しかし「家」と「犬」が持つ意味の近さは数値に反映されず単なるラベルに過ぎない。これに対し、単語や文章が持っている言語的な意味を勘案して、多次元の数値ベクトルに変換してくれる埋め込み（embedding）と呼ばれる深層学習モデルが知られている。これを使うとベクトル空間上で「意味が似ている言葉は近くに、異なれば遠くに」配置される。このようなことが出来る理由は、埋め込みモデルが膨大な言語データから「意味の地図」を学習した成果である。得られるベクトルをここでは意味ベクトル（埋め込みベクトル）と呼ぶ。

利用者はこのモデルを完成済みの「意味ベクトル生成器」として利用できる。作られる多次元ベクトルは数百～数千次元の大きさを持つ。埋め込みモデルは多くの組織によって公開されている。今回利用したのは日本語を含む多言語に対応したmultilingual-e5 系列（small=384次元、base=768次元、large=1024次元）と呼ばれるモデルである。このモデルはオープンソースであり、研究・商用を問わず利用できる。

### 3.2 トークンとチャンク

自然言語処理では、文章をトークンと呼ばれる最小単位に分割する。トークンは英語なら単語や記号、日本語なら形態素やサブワードに対応し、必ずしも1文字や1単語と一致しない。例えば「生成AI」はモデルによって1トークンになることもあれば2～3トークンに分割されることもある。

実際に数値化する処理は以下のようなになる。日本語PDFをOCRすると、文字はUTF-8と呼ばれるコードに変換される。UTF-8は単に文字に対応する記号であり、それ自体は意味を持たない。次に「あるトークンが5文字で構成される」とすれば、UTF-8の記号が5個並んだデータが、前述した埋め込みモデルに入力され、出力として768次元のベクトルが1個得られる。そして文章全体が20トークンに分割された場合は、最終的に20個の768次元ベクトルでこの文章は表現される。

PDF全体をトークンの列のままで検索を行うのは非効率であり、またLLMが一度に扱えるトークン数（コンテキスト長）には上限が設定されている。そこで文書を決まった長さに分割することを考える。この時、チャンク（chunk）と呼ばれる概念が

利用される。通常は300～800トークン程度を1チャンクとする。このチャンクを埋め込みモデルでベクトル化して、チャンクが持つ意味ベクトルを作成し、検索用のデータベースに登録する。この時にチャンクに出典（文書名・ページ番号）を紐づけておけば、検索結果がどの資料のどのページにあるかを明示できる。

例えば、1つのチャンクが300トークンで構成されていれば、まず300個のトークンベクトルを求める。そして、これらをそのまま並べて使うのではなく、全体を代表する意味ベクトルにまとめて1個の768次元ベクトルを作る。すると、このシステムの利用者の質問文とチャンク（複数の文章を含む）を同じ意味空間で比較でき、意味的に近いかどうかを指標にデータベースの検索が行える。

従来の検索は「入力したキーワード」と文書中の「同じ文字列」を単純に照合する仕組みであった。そのため、言い回しが異なると重要な情報を見落とす危険性が存在した。これに対し、本システムでは文書や質問文を「意味ベクトル」に変換し、意味が近いかどうかを基準に検索を行う。例えば「地盤沈下」と入力しても、「地表面の低下」「地下水の過剰汲み上げによる沈降」といった異なる表現も正しく拾い上げることができる。ここに、RAGが従来検索と根本的に異なる点があり、これがLLMの推論能力と結びつくことで、よりの確で実用的な回答が得られる。

### 3.3 高速検索

検索システムでは、数千万個規模のベクトルを高速に検索するために、FAISS や Milvus と呼ばれる近似最近傍探索のライブラリが利用される。本プロジェクトはFAISSを用いて索引部分を構築した。以上のように、RAGにおける検索処理は「テキストをトークン化して埋め込みベクトルに変換し、チャンク単位でさらに圧縮し、索引をつくって効率的に検索する」という流れで構成されている。これは要するに「資料を小さなカードに切り分けて、キーワードではなく文章の意味を基準にして整理する方法」と言える。この過程は図1を見てほしい。この一連の処理は自然言語処理研究の成果の上に成り立っており、現在のLLMを支える要素技術である。

## 4 ユーザーインターフェースとLLMの利用

前章までで検索機能が整備された。次はLLMを利用し検索された情報をいかに有効に活用するかである。本プロジェクトで用いた gpt-oss-20B は、約

200億個のパラメータを有し、かつ最大で128,000トークン（PDF数百ページ分に相当）を一度に処理可能である。これにより複数の文書をLLMに渡して、内容比較や矛盾点の洗い出しも可能になる。これらの機能を最大化するにはユーザーインターフェース（UI）の設計は重要な要素となる。構築したUIは、シンプルで短いコードで簡便に実装可能であることを重視し、Streamlit と呼ばれるUIライブラリを用いた。これは利用者が直感的に操作できるよう、Chromeなどのブラウザ上に表示され、主にマウス操作で利用できる。

### 4.1 UIの基本構成

本システムのUIとLLMの構成要素は、以下の最小機能に整理できる。

- 検索入力欄：質問文を入力する。入力文は埋め込みモデルによりベクトル化され、検索処理に渡される。
- 検索結果パネル：上位k件（既定値10）の関連チャンクを抜粋文として表示し、質問との類似度順に並べ、出典（ファイル名・ページ番号）を併記する。
- PDFプレビュー：必要に応じてボタン操作により、選択したチャンクに対応するPDFページを画面内に表示する。
- LLMパネル：検索結果から選択した複数のチャンクを根拠テキストとしてプロンプトに添付し、要約・比較・矛盾指摘などのタスクを指定してLLMに渡す。本システムでは gpt-oss-20B を Ollama を介してローカル実行している。回答には根拠への参照（チャンクIDやページ番号）が含まれる。

この構成により、「検索 → 出典確認 → 根拠選択 → LLMによる要約・比較」という一連の操作を画面遷移なしに完結できる（図1参照）。また、LLMが根拠外の情報に飛躍することを抑制するため、プロンプトには「根拠範囲外の情報は書かない」「不明な点は不明と答える」と明記している。これにより、いわゆる幻覚（hallucination）の抑制を行い、読解・統合・言い換えといった言語処理の利点を安心して活用できる。

### 4.2 プロンプトの重要性

生成AIに対する指示文の入力方法が、近年色々と議論されている。指示文は一般にプロンプト（prompt）と呼ばれる。従来、人間が計算機に指示する際にはプログラミング言語を用いたが、LLMでは自然言語そのものがインターフェースとして機能している。プロンプトの書き方はプログラムの書



き方と同様に、LLM を効果的に活用できるかどうかを左右する要素である。著者はプロンプトの専門家ではないが、今回は一般的な利用者の要求を満たすために以下のような短いテンプレートを用意した。

- 要約：ここでの具体的なプロンプトは「あなたは学術検索の回答者です。与えられた抜粋だけから日本語で簡潔に回答し、各主張の末尾に対応する引用番号 [n] を付けてください。抜粋に無い内容は書かないでください。」というプロンプトを用意した。
- 比較／矛盾指摘：ここは「矛盾／部分矛盾／整合／独立を判定」「短い根拠引用とタグを付ける」「矛盾点 3-7 項、整合点 2-5 項」というようなプロンプト
- 批判的レビュー：ここは「強み・弱み・適用範囲・改善案」を抽出させるプロンプト
- 自由チャット：ここは利用者が直接 LLM に対して指示を与える欄になっており、例えば「(例) 資料 1 で記述されているアルゴリズムを実装する Python コードを書き下せ。」と言った指示も可能である。

これらには共通して「根拠範囲外は書かない」「不明は不明と答える」と明記し、回答の再現性と検証可能性を担保している。タスクは UI 上のボタンで選択可能であり、利用者は質問文を追記して送信するだけである。

### 4.3 運用ポリシーと拡張性

本システムのプロンプト設計方針は、基本的に検索で得た根拠情報のみを利用し、LLM が持つ事前知識には依存しないものである。ただし利用者が LLM の内部知識も併用したい場合には、プロンプトを変更することでそれを許容できる。

さらに、現在のシステムでは装備されていないが、入力情報の外部送信を許容できる場合には、ChatGPT など外部の生成 AI にプロンプトを送ることも可能である。その場合は画像や動画を含むマルチモーダル生成も利用できる。すなわち、本システムはローカル環境で閉じた安全性を保ちながらも、必要に応じて外部知識資源と接続できる柔軟性を備えさせることも可能である。

### 5 簡単な利用事例


この章では、構築した知識システムの具体的な説明のために、全地連の公開資料に限定してデータベースを作成してテストを行った。利用したのは全地連が出版している『地質と調査』の 2022 年 2 号

から 2025 年 1 号までの 8 冊分の PDF とした。この 8 冊の PDF は合計で 626 ページ、文字数は 777,752 文字、作成されたチャンクは 1,294 個であった。もちろん、これは非常に小さなデータベースである。

#### 例 1：「地下水探査に物理探査は使えますか？」

図 2 は例として「地下水探査に物理探査は使えますか？」という質問を行ったものである。この質問に対し、データベースを検索した結果、上位 10 件のチャンクが選出され、表として表示された。表は左から、ID 番号、PDF ファイル名、ページ番号、質問に対するデータベース内のチャンクとの近さを表すスコア、チャンク冒頭の抜粋、そして「開く」ボタンである。「開く」をクリックすると、対応するページがブラウザ上に表示される。

この検索では、「地質と調査」の「地下水の奥深さ」小特集 (jgca165) が 1, 3, 5 番目に現れ、さらに「物理探査が拓げる地質調査」(jgca158) が 2, 5, 8 番目に表示された。スコアの値は、1 番目は 0.9069、2 番目は 0.5813 であり、質問との関連度が数値として示されている。



順位	ファイル名	ページ	スコア	抜粋 (Snippet)	開く
1	jgca165.pdf	46	0.9069	や観測業務の指針となる専門的な内容で、地下水調査業務を行う技術者	開く
2	jgca158.pdf	5	0.5813	総論 持続可能な社会実現に向けた物理探査技術の役割 あべすむ	開く
3	jgca165.pdf	56	0.5721	能力調査 ここでは、前述の水文地質調査の体系のうち、水が流れる器と	開く
4	jgca162.pdf	51	0.5709	基礎技術 講座 地盤の空洞調査に用いられる物理探査 児島 悠司・x 空	開く
5	jgca158.pdf	24	0.5613	3.1 浅部物理探査とは 地表から日常的な人間活動が及ぶ深さ 60m 程度	開く
6	jgca162.pdf	52	0.5122	ナをええながらの 3.2 適用上の留意点 地中レーザ探査は機器を動かす	開く
7	jgca165.pdf	46	0.5061	を守る活動について、多くの専門家と共に様々な問題を解決していく	開く

図 2 検索結果の事例

検索結果の 1 番目の記事は五藤幸晴氏による「地下水の本, いろいろ」の「地下水調査の本」の章で、物理探査手法が具体的に説明されている部分であった。検索結果の 2 番目は阿部進氏の「持続可能な社会実現に向けた物理探査技術の役割」の「物理探査の適用分野」の章であった。すなわち、このシステムは利用者が求める情報を確かにデータベース内から見つけ出していることが分かる。

さらに、上位 2 件のチャンクを LLM (gpt-oss-20B) に渡して要約を作成させた。その結果は以下の通りであり、利用者にとっては希望する結果が正しく要約されていると評価できる。

「地下水探査に物理探査は有効に使えます。帯水



層調査では電気探査が主に採用され、電氣的抵抗や誘電率の差から地下水の有無・厚さ・分布を非破壊で把握できると、志村・山口の専門書に詳細が記載されています [1]。さらに、放射能探査も地下水を調べる手段として有効であり、落合の著書でその基本手法が紹介されています [1]。物理探査は1920年代から石油・金属鉱床の資源開発に適用され、1930年代には土木調査へも拡大。現在は地下構造の時間・空間変動を高精度に把握できるため、地下水の評価にも適用されています [2]。したがって、地下水探査に物理探査は利用できると言えます。」

上記の LLM が行った回答文の中で、文章の最後に [1] と [2] という付記が行われている。これは回答文を作成するときに検索結果の資料の [1] と [2] を利用したという意味である。これも回答文の幻覚を避けるため、プロンプト文に明示した結果である。

## 例 2:「地下構造のデジタルツインとは何ですか？」

次の例は、「地下構造のデジタルツインとは何ですか？」という質問を行ったものである。検索結果から見つかったチャンクを、3つのグループに分けて矛盾検出と整合点抽出を LLM に指示した。その結果を図 3 に示す。比較結果が、LLM の回答である。



図 3 2つのチャンクの内容の比較結果

この結果は非常に示唆的である。論文 A1 は「デジタルツインは地下三次元の仮想空間を再現できる」と述べ、将来的な理想像を描いている。一方、論文 B1 は「土土地質図は 99.9% が推定に基づくため、現実味に乏しい」と指摘し、現場経験に根ざした現実的な立場を示している。

地質現象はきわめて複雑で、地域ごとに異なる要因が重なって唯一無二の姿を形づくる。そのため、多様な視点や仮説が提案され、議論の中で深化していくことは自然な流れである。ときには相反する主張が併存し、互いに矛盾するように見えることもある。本システムは、そのような異なる立場を同じキー

ワードのもとで抽出し、可視化できる点に特徴がある。

このように、理想と現実の両極を同時に示すことで、利用者に新しい洞察を与え、議論の出発点をより豊かにする可能性がある。

## 例 3:「最近道路陥没事故が多いですが、事前調査に適した物理探査法を教えてください」

本来 LLM の利用は、利用者が自由な発想で LLM と対話を行い、その結果を業務に活かすことにある。その目的で「文献チャット」機能を用意した。利用者は検索結果、抽出された文献とページ範囲を指定し、その範囲に基づいた質問を自由に行うことができる。この例では、近年数多く発生しているインフラメンテナンスに関連する質問を行ってみた。この質問の結果、検索で抽出された論文は、児島悠司氏による「地盤の空洞調査に用いられる物理探査」であった。そこでこの論文を LLM に読ませて、「この調査手法を道路陥没危険がある場所で使った現場シナリオを想定し、手順を時系列で説明してください」と LLM に指示した (図 4 参照)。



図 4 LLM とチャットを通しての対話の例

この指示を受け取った LLM は次に示す表を回答してきた。これを図 5 に示す。

回答では時系列的に調査順序を列記し、具体的手順が記載され、大変完成度の高い表となっている。重要なのは、この表を作成するのに利用した、児島氏の元の論文の記述とページが、根拠として記載されている点である。

実はこの指示は、与えた資料には記載されていないことを要求している。児島氏の論文には調査の時系列的な推移に関する具体的な記述はない。つまりこの表は、gpt-oss-20B に読ませた論文を基に、さらに gpt-oss-20B の内部の知識と推論を用いて作成されたものである。しかしながら、この表には幻覚の産物ではなく、児島氏が論文で述べている内容を参照し、表作成の根拠となる個所が明示されている。

時期	具体的手順	根拠（抜粋）
① 現場情報収集	道路履歴・排水構造・既存埋設物図面を集める	「路面下空洞調査においては資料収集が重要であり…」 [p.53]
② 予備調査	地下水位・土質情報を事前調査し、電磁波減衰の影響を評価	「地下水面以下では減衰が大きくなるため…」 [p.52]
③ 探査計画策定	測線を道路上・周辺障害物を避けて設計、端部測線長を調整	「測線端部では探査深度が浅くなる」 [p.54]
④ 地中レーダ（GPR）実施	車載型またはハンディ型で 0-3m を走査し、反射像を取得	「地中レーダ探査は地表面より比較的浅部（0-3m）」 [p.51]   「アンテナを一定距離（例えば 2cm）移動させる」 [p.52]
⑤ 電気抵抗（比抵抗法）実施	2次元比抵抗探査で電極を等間隔に設置し、空洞を高比抵抗で特定	「比抵抗は地盤を構成…」 [p.53]   「空洞が存在すると高比抵抗値を示す」 [p.53]
⑥ S波浅層反射法実施	0-20m を対象に S 波反射波を走査し、双曲線型の反射パターンを抽出	「S波浅層反射法は比較的規模の大きな空洞…」 [p.56]
⑦ データ統合・解析	GPR・比抵抗・S波データを統合し、空洞位置・深度・規模を図面化	「空洞補修や工事の履歴がわかると…」 [p.53]
⑧ 確認ボーリング	重要箇所に穿孔し、空洞の有無を直接観察	「ボーリング調査や、ボーリング孔を用いた孔内観察等…」 [p.57]
⑨ リスク評価	空洞規模・位置から陥没リスクを定量化	「空洞調査に適用されることの多い探査手法は複数あり…」 [p.51]
⑩ 予防措置計画	路面補強、排水改善、必要に応じて掘削補修を実施	「空洞の位置や規模を前もって把握することが対策に必要」 [p.51]

図 5 道路陥没危険がある場所での調査現場シナリオ

重要なのは、利用者がこの表を「単なる AI の出力」として眺めるのではなく、自分の現場調査にどう応用できるかを考える点である。例えば、道路陥没の危険がある地域で調査を行う際、提示された時系列手順を自社の標準手順と照らし合わせ、欠けている部分を補ったり、効率化できる部分を見直したりすることで、現場に直結した改善策を導き出すことができる。

これは、与えた文献を基礎としながら、さらに情報を知恵に発展させるとどうなるかを LLM が示した簡単な例である。現在多くの生成 AI 利用者は、単に質問に対する回答を求める場合もあれば、さらに一歩踏み込んで、生成 AI の持つ知識と推論能力を実務に活かそうと考えている。この応用例は、その方向性を示すものであり、今後の利用法的一端を垣間見ることができる。

## 6 今後の展開

本プロジェクトで構築した知識システムは、個人研究者が所有する PDF 資料を対象に検索を行い、その結果を LLM に渡して要約・比較・矛盾指摘といった高度な処理を実行することを可能とした。大量の文献を手作業で整理していた従来の作業が効率化され、研究の出発点における情報把握が格段に迅速化できることを確認した。

今後の発展として、第一にプロンプト設計の高度化が挙げられる。現行のシステムでは短いテンプレートを利用しているが、より複雑な研究課題に対

応するためには、複数タスクを組み合わせたり、条件分岐を含めたりするようなプロンプトの工夫が必要である。さらに、このような改良が比較的容易に実現できるのは、本システムを自作しているからである。自分で構築した仕組みであれば、どの部分を修正すればよいかを明確に把握でき、利用目的に応じた最適化を迅速に行える。この点は、外部製品を導入する場合には得がたい大きな利点である。

第二に知識基盤の拡張がある。私のシステムではテキストを対象としているが、将来的には図表や数式を OCR や数式認識技術と組み合わせて扱うことが望ましい。これにより、実験データや理論式を含む資料の活用度が高まり、分野を問わず利用価値が広がると考えられる。

第三に外部システムとの連携が挙げられる。ChatGPT、Claude、Gemini などのクラウド型 LLM を適切に併用すれば、最新知識やマルチモーダル処理（画像・音声・動画生成）を取り込むことも可能である。ただし、情報漏洩や利用コストの問題については慎重に配慮する必要がある。

さらに視野を広げると、近年は生成 AI を学術研究の主體的な担い手とする大規模な試みが国内外で提案されている。たとえば、SakanaAI が開発する AI Scientist<sup>2)</sup> は、研究アイデアの生成から実験設計、実施、解析、さらには論文執筆に至るまでを自動化することを目指しており、AI によって生成された論文が国際会議に受理された事例も報告されている。また、FutureHouse が提案する Robin と呼ばれるシステム<sup>3)</sup> は、文献調査や仮説生成、実験計



画、データ解析を複数の専門 AI エージェントが連携して担うマルチエージェント型システムであり、AI が発案した疾患治療仮説が前臨床段階で検証される成果が示されている。

オープン LLM の開発と PC 能力の向上が今後とも進めば、RAG による既存資料の活用にとどまらず、自社が蓄積してきた文書や報告書、技術データをもとに、転移学習などによって自社製品や業務に特化した LLM を育成することも不可能ではない。これにより、より高い精度で自社固有の課題に対応できる知識システムを構築でき、業務効率化だけでなく競争力の源泉としても活用できるだろう。

現在、AI に関連する技術開発は、大規模な研究機関や企業を中心に展開されている。一方で、本稿で取り上げたような個人が作る知識システムは、規模や目的は異なるものの、「LLM をどのように研究や業務に組み込み、プロンプトを通じて実行可能な知識処理を引き出すか」という共通の課題意識を持つ。以上を踏まえると、本システムは小規模ながらも、生成 AI を日常業務に導入する流れの中で実用的な位置を占める。今後は、プロンプト設計の進化、データ対象範囲の拡張、外部システムとの連携を通じて、例えば地質調査報告の整理や災害リスク評価といった産業現場において、新しい形を支える基盤技術の一つとして発展していくことが期待される。

## 7 終わりに

今回のプロジェクトの出発点は、大学を退官する際に物理的に自宅に持ち帰れなかった書籍や資料を PDF 化したものの、それらが長い間活用されず PC 内で眠っていたことにあった。これらの蓄積を有効利用したいという思いが動機となり、本システムの構築に取り組んだ。目的にはまだ道半ばであるが、少なくともその一歩を踏み出せたと感じている。

本稿で紹介したような RAG システムは、大企業だけのものではなく、むしろ大学の研究室単位や、中小規模の調査会社や自治体こそ効果を発揮する。個人で集めた論文や参考書、あるいは自社で蓄積した報告書をそのまま活かせる。これは少人数の組織でも知識の引き継ぎやノウハウの共有が容易になる。「もしコストをかけずに、自社専用の AI 検索システムが作れるなら試してみたい」と思われた方にとって、本稿が第一歩となることを願っています。

最後に、本稿で紹介したコードの多くは ChatGPT の支援によって作成した。もっとも、最終的な検証と責任は著者にある。ここに、生成 AI という新しいツールの力を借りられたことに謝意を

表し、本稿の締めくくりとしたい。

【追記】この記事の様に、新しいシステムを作ってみたと言う報告の場合、多くはそのソフトウェアの入手方法が記載されている。しかしながらここでは次の方法での自作を勧める。まずこの記事を生成 AI に読ませる。そして次の指示を生成 AI に与える。「ここで説明されている RAG システムの実現に必要な全てのコードを書き下して下さい。そしてそれらが完全に稼働する PC 環境の作り方を丁寧に教えてください。」後は根気があれば、1 週間程度で自分の PC (GPU 搭載が望ましい) 上に似たような知識システムが稼働していると思います。生成 AI の世界を楽しんで下さい。

### 〈参考文献〉

- 1) Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., Kiela, D. (2020) : Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. In: NeurIPS 2020.
- 2) Lu, C., Lu, C., Lange, R. T., Foerster, J., Clune, J., Ha, D. (2024) : The AI Scientist: Towards Fully Automated Open-Ended Scientific Discovery. arXiv preprint arXiv:2408.06292
- 3) Schmidgall, S., Moor, M., Su, Y., Wang, Z., Sun, X., Wu, J., Yu, X., Liu, J., Barsoum, E. (2025) : ROBIN: A Multi-Agent System for Automating Scientific Discovery. arXiv preprint arXiv:2502.09726 .



# IoT センサ・気象データを用いた ML モデルと生成 AI による 斜面動態予測：現状と展望

やすはら ひであき  
安原 英明\*

Key Word

IoT, LPWA, 傾斜センサ, 傾斜角速度, 実効雨量, MLP, LSTM, 変状予測

## 1 はじめに

近年、局地的豪雨の頻発により小規模斜面災害のリスクが高まっている<sup>1)</sup>。従来の降雨閾値型の警戒は簡便で実装性が高い一方で、地質・地形・排水の差異や履歴効果を十分に反映できず、過大・過小評価が生じうる。これに対し、LPWA (Low Power Wide Area) 通信を備えた傾斜計・伸縮計・雨量計等の IoT センサの普及により、実斜面の動態データを継続的に取得・解析する基盤が整いつつある。本稿では、LPWA 地表面傾斜センサを用いた斜面変状予測の全体フローと既往の機械学習 (ML) による短期傾斜予測の実データ検証を整理し、生成 AI を“モデル選択・意思決定支援の要”として組み込む構成を示す。ここでの生成 AI は、ML 本体の代替ではなく、予測モデル (現状は MLP/LSTM) を選択し、管理基準値に基づく警戒レベル (1～5) の確率を出力する“オーケストレータ”として機能させる。さらに将来的には、特定メーカーの傾斜センサに依存しない相互運用 (マルチベンダ対応) を実現する設計指針を述べ、最後に生成 AI を用いた斜面変状監視システムの展望を論じる。

## 2 機械学習による傾斜角度の予測

本章では、実斜面の崩壊事例に基づく傾斜角度の予測方法を示す。まず、傾斜角度の観測値と同地点で取得した降水量を 1 時間値にそろえる。そのうえで降水量を実効雨量に変換し、四つの入力 (降水量, 実効雨量, 既知の傾斜角度, 既知の傾斜角度と実効雨量) と、未知の傾斜角度を出力とする学習用データを作る。これらを MLP と LSTM の二つのモデルに学習させ、グラフ表示と MSE (平均二乗誤差)

で性能を比較する。データは訓練・検証・テストの三区分に分け、訓練は学習、検証はハイパーパラメータ調整、テストは最終評価に用いる。以下に手順の詳細を述べる。

本研究で扱うのは、四国内の斜面に設置した観測機器で得られたデータである。複数の地表面傾斜計には LPWA 通信機能が備わり、斜面の動きを連続監視している。2023 年 3 月末には斜面の一部が崩壊し、複数の傾斜計でその挙動が記録された。本稿では、そのうち「センサ A」の計測値を対象とする。センサ A は MEMS 加速度センサを内蔵した地中埋没型の地表面傾斜計で、分解能は 0.005° である。図-1 に傾斜角度の時系列を示す。図中の太線で囲った範囲が活動領域であり、センサ A は圧縮域内に位置する。同一地域には雨量計も設置し、10 分間隔で降水量を観測している。本研究ではこの降水量も解析に用いる。また、本研究開発では、降水量の履歴効果を取り込むため、実効雨量を用いる。実効雨量<sup>2)</sup>は過去の降雨が土壌の含水状態に残す影響を単純化して表した量である。

### 2.1 データの前処理とモデル

1 時間間隔に整えた降雨量, 実効雨量, 傾斜角の三系列を入力として、学習に用いる形式へ変換する。ここでは、期間分割, 正規化, スライド窓の三つの処理を行う。対象期間 (2022 年 10 月 28 日～2023 年 3 月 24 日) を時系列順に三分割する。2022 年 10 月 28 日～12 月 30 日の 1500 時間 (1500 プロット) を訓練, 12 月 30 日～2023 年 1 月 20 日の 500 時間 (500 プロット) を検証, 残りの 2023 年 1 月 20 日～3 月 24 日の 2010 時間 (2010 プロット) をテストとする。訓練はモデルの学習, 検証は調整時の誤差評価, テ

\* 京都大学大学院工学研究科 教授/四国 CX 研究会 会長

ストは汎化性能の確認に充てる。

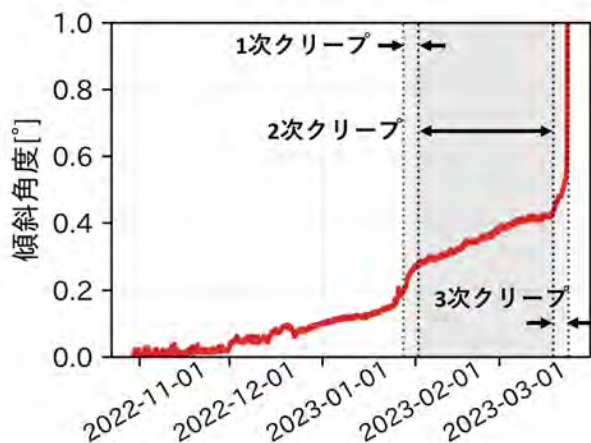


図-1 センサ A の傾斜計測結果

各特徴量を 0-1 の範囲にスケーリングする。学習データの再招致・最大値を用いて変換する。学習データでフィットしたスケーラーを、検証・テストセットにも適用し、全データを同一スケールに揃えることで、特徴量間の値幅差の影響を抑制し、学習の安定性を高める。

図-2のとおり、スライド窓<sup>3)</sup>サイズを24ステップ、予測地平を1ステップとし、1時間ずつずらしながら入力サンプルを生成する。作成した各窓をMLPとLSTMへ入力し、次の時刻の傾斜角度を推定する。本稿では、MLPとLSTMの二つのMLモデルを用いてそれぞれの性能を評価する。

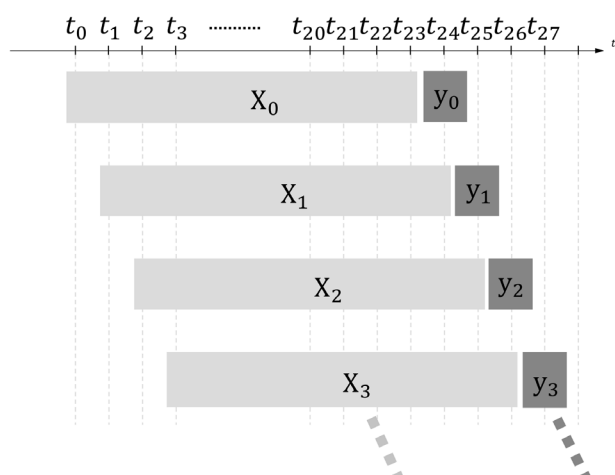


図-2 スライド窓の概念図<sup>3)</sup>

MLP (Multi-Layer Perceptron) は、多層パーセプトロン (MLP) は順伝播型のニューラルネットワークで、入力層、隠れ層、出力層から構成される<sup>4)</sup>。各層は全結合であり、層間は重み  $W$  とバイアス  $b$  により接続される。活性化関数により非線形関係を表現できる。本研のMLP構成は図-3に示し、活性

化関数にはReLUを用いる。

LSTM (Long Short-Term Memory)<sup>5)</sup> は、時系列学習で問題となる勾配消失や勾配爆発に対処するために提案された。三つのゲート機構とセル状態を持ち、情報の保持、忘却、出力を制御する。本研究のLSTMは図-4の構成とし、隠れ状態の次元数は50である。

使用する言語はPython (ver 3.11.6)、機械学習ライブラリはPytorch (ver 2.1.0) を使用している。最適化アルゴリズムはAdam、学習回数は1000回である。

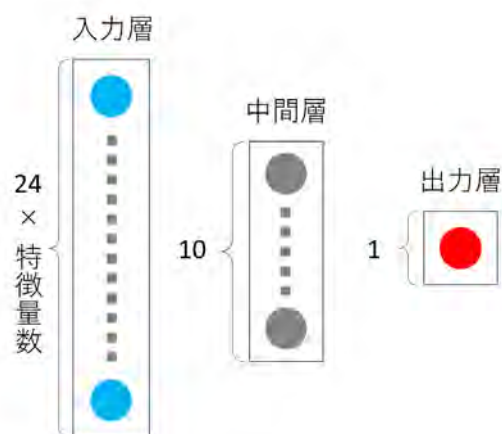


図-3 MLPの概念図<sup>4)</sup>

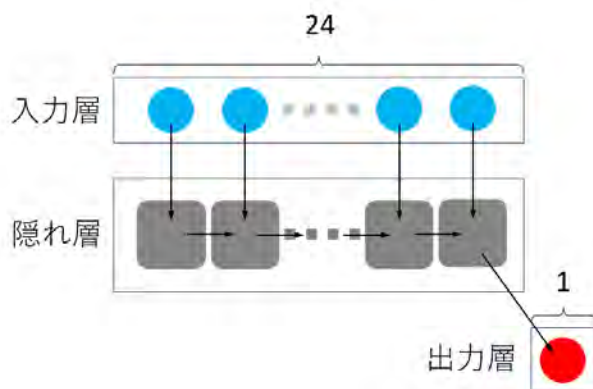


図-4 LSTMの概念図<sup>5)</sup>

## 2.2 モデル予測結果

本章では、説明変数を「降水量」「実効雨量」「既知の傾斜角度」「傾斜角度と実効雨量の組み合わせ」の四種類としてMLPとLSTMに学習させ、MSE (対数スケール、図-5) と時系列比較 (図-6) で性能を評価する。結果として、MLPは「既知の傾斜角度」単独および「傾斜角度と実効雨量の組み合わせ」を用いた場合に最も小さいMSEを示した。一方、LSTMは概ねMLPより誤差が大きく、急な立ち上がりへの追従が弱い傾向が見られた。説明変数の影響として、入力が大きく変動する区間では、実測の挙動と無関係に予測にも変動が現れやすい。と

くに「降水量」や「実効雨量」のみを用いると目的変数との相関が弱く、学習後も誤差が下がりにくい。これに対し「既知の傾斜角度」を含めると自己回帰的な情報が効き、変化の兆候を捉えやすくなる。

モデル間の違いについては、LSTM はセル状態により過去情報の影響を保持するため出力が平滑化され、急激な上昇が始まってでも予測の変化が小さくなりやすい。MLP は窓内の情報を一括で扱いながら学習し、結果として窓の末端付近の最新情報を強く反映して急変に追随する場面が多い。ただし、これらの挙動はニューラルネットワークの内部機構に依存するため厳密な要因特定は難しく、ここでの説明は観測された挙動に基づく整理である。

以上より、現状のデータでは MLP が相対的に良好な誤差を示す一方、LSTM にも平滑化による安定性という利点がある。どちらが適切かはサイト特性や季節、雨型などの条件に左右されうするため、優劣を固定せず今後の検討課題とする。

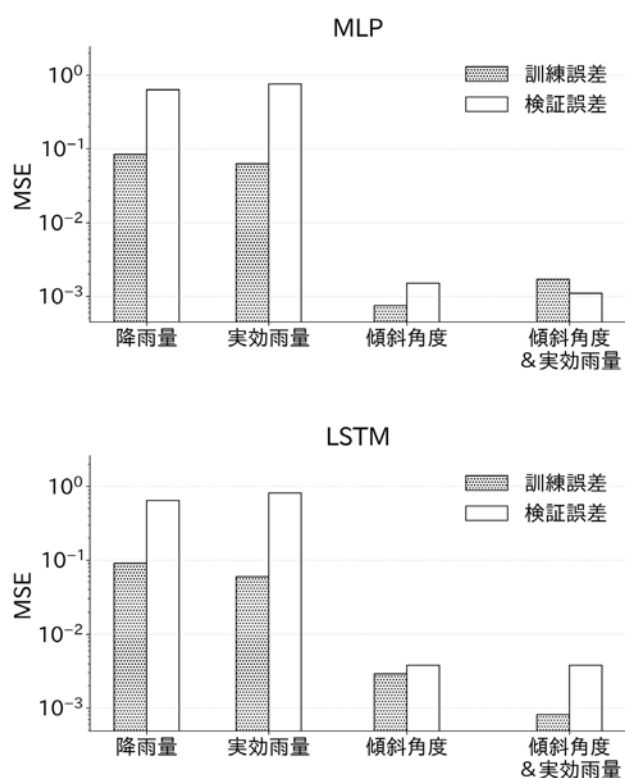


図-5 訓練・検証区間の MSE  
(上：MLP，下 LSTM)

### 3 生成 AI による警戒判定と提示方法

現在、構想段階も含めて開発中のプラットフォームの概要について述べる。生成 AI は、各地点の最新データ（傾斜、実効雨量（雨量データ）、気温など）と過去の検証結果を照合し、その時点で信頼できると判断した予測モデルを自動で選ぶ。現状は MLP

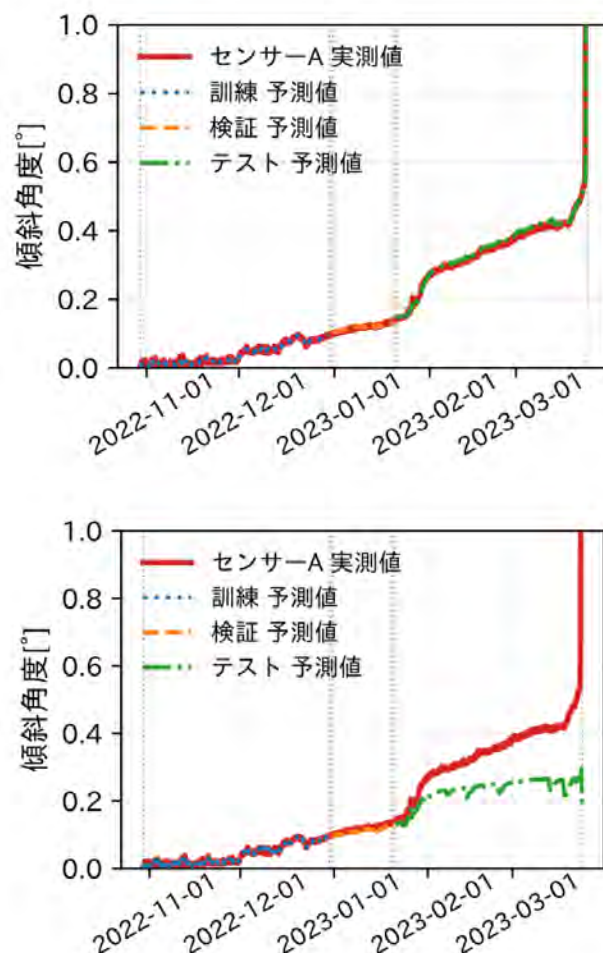


図-6 モデル全区間の予測結果  
(上：MLP，下 LSTM)

または LSTM からの選択であるが、今後は他の事前学習モデルも候補に加える予定である。どのモデルを使うかの判断には、直近の誤差、外れ値の発生状況、欠測の有無といった健全度の情報を用いるため、同じ地点でも季節や雨の降り方が違えば選ばれるモデルが変わることがある。

選ばれたモデルの予測は、運用で定めた警戒レベル管理基準と照らし合わせて解釈する。具体的には、傾斜角の変化速度の目安を基に、近い将来に警戒レベル 1～5 のどれに達しうるかを確率という形で示す。この確率は中央値だけでなく将来のばらつきを見積もって算出したものであり、「今の状態」を断定するのではなく「この先どのレベルに到達する見込みか」を直感的に伝えることを目的とする。画面上では、実測値と予測の中央値に加えて、将来の不確実性を帯として重ねて表示することを考えている。利用者は、この帯が管理基準の線をどの程度またぐかを見るだけで、上昇傾向の強さや注意すべきタイミングを把握できるようになる。あわせて、生成 AI は主要な要因を短い文章で説明する。たとえ



ば「地点 B の実効雨量が増加している」、「夜間に降雨が続くため、地点 A のセンサ 3 が警戒レベル 1 を超える可能性があるので注意が必要」といった簡潔な説明を添え、判断の手がかりを提供する。欠測やセンサ異常がある場合は、その影響と推定の信頼度の低下を明示して、過度に反応しないよう配慮する。

通知は短時間の揺らぎに過敏にならないように設計する。一定時間以上同じ傾向が続いた場合に初めて通知するなど、現場の体制や時間帯に合わせて控えめに設定し、誤報による負担を減らす。レベルの定義やしきい値は地域・場所に縛られずに同じ設定を用い、その後は運用で蓄積されたデータに基づいて段階的に見直す可能性がある。見直しの際は、被覆率のずれ、見逃しと空振りのバランス、実務上の受容度を照らし合わせ、現場に適した形へ調整していく。

将来的には、モデル選択の候補拡大により、データが少ない新設地点でも初期段階から一定の精度を確保することを目指す。また、メーカーの異なるセンサが混在しても同じ画面とルールで扱えるよう、データ形式や校正手順をそろえ、生成 AI が自動で整合性を確認する。これにより、機器の増設や入れ替えに強い構成となり、安定した判定とわかりやすい提示を継続できることになる。

## 4 まとめと今後の展望

本稿では、四国内の斜面で観測された崩壊データを用いて傾斜角度の予測モデルを構築し、その精度を検証した。説明変数として降水量、実効雨量、既知の傾斜角度を用い、MLP と LSTM の性能を比較した結果、降水量や実効雨量のみを入力とする条件では、増加傾向にある傾斜角度の先読みが難しいことが明らかになった。一方で、既知の傾斜角度を含めると予測が安定し、特に MLP は既知の傾斜角度単独、あるいは実効雨量を併用した場合に良好な誤差を示した。ただし、これらの知見は本研究で採用したデータと設定に基づくものであり、一般化にはさらなる検証が必要である。

今後は、入出力データの関係性をより精緻に検討し、降水が傾斜変化に与える影響をサイト特性（地質、地形など）とあわせて定量化する必要がある。また、実務上の避難判断に接続するには、1 時間先に加えて数時間～数日先など複数の予測地平を扱えることが重要であり、学習条件と評価指標を拡張する。加えて、予測の不確実性を明示し、見逃しと空振りのバランスを運用上許容できる水準に保つため

の校正手法の導入も求められる。

そのうえで、ML モデル単体にとどまらず、生成 AI を中核とした総合的な斜面変状監視システムへと発展させる。生成 AI は各地点のデータ品質や季節特性を踏まえて複数の ML モデルから予測器を自動選択し、将来分布のばらつきを見積もったうえで、運用で定めた管理基準に沿って警戒レベルの到達見込みを自然言語でわかりやすく説明する。画面上では実測、予測中央値、ばらつきの帯を重ねて示し、利用者は近い将来のリスクの立ち上がりとその根拠を直感的に把握できる。センサが欠測した場合には系列の補完と信頼度の低下を明示し、誤報と見逃しのバランスを保つ。誤差や被覆率を継続監視し、しきい値やレベル定義をデータに基づいて見直すことも考えられる。

システム基盤としては、メーカーの異なる傾斜センサを共通フォーマットで受け入れ、現地の温度補正などの校正手順を標準化することで、機器の入れ替えや増設に強い構成とする。傾斜と雨量に加えて、地中水圧、土壌水分、温度、地形や衛星観測といった外部データを段階的に統合し、データが乏しい新設地点には大規模事前学習済みの時系列モデルを活用して初期精度を確保する。災害時の通信途絶に備えてエッジ側に軽量な推論機能を持たせ、クラウドと連携しながら継続的に警戒判定を提供する。さらに、人と AI の協調運用を重視し、発報や解除の判断理由を記録して後日検証できる監査性を確保することで、説明責任と改善サイクルを両立させる。

以上の取り組みにより、データの不確実性を前提にした予測と、現場で使いやすい提示を両立させ、自治体や管理者が早めの点検や通行規制といった具体行動につなげられる基盤の実現を目指す。

### 〈参考文献〉

- 1) 国土交通省砂防部：令和 4 年の土砂災害，国土交通省，pp. 1-4，2023
- 2) 伊藤真一，小田和広，小泉圭吾，酒匂一成：体積含水率の現地計測データの予測に対するリカレントニューラルネットワークの適用性，AI・データサイエンス論文集，Vol. 1，J1 号，pp. 445-452，2020
- 3) 平岡伸隆，吉川直孝，伊藤和也：深層学習による斜面表層ひずみの異常検知，AI・データサイエンス論文集，Vol. 2，J2 号，pp. 556-567，2021
- 4) 斎藤康毅：ゼロから作る Deep Learning，オライリー・ジャパン，2016
- 5) 斎藤康毅：ゼロから作る Deep Learning 2 自然言語処理編，オライリー・ジャパン，2018

# 生成 AI 「αGeAI」の紹介

やまざき こうじ  
山崎 廣二\*

Key Word

生成 AI, 大規模言語モデル, Retrieval-Augmented Generation, DX, SLM

## 1 はじめに

近年、生成 AI は急速に進化を遂げ、さまざまなビジネスシーンでの活用が広がっています。特に、大規模言語モデル（LLM: Large Language Model）の登場により、自然言語処理の精度と柔軟性が飛躍的に向上しています。

例えば、GPT-4.1 や o1, o3 モデルは、より高度な対話能力を持ち、適切なプロンプト（指示文）をユーザが入力することで、ニーズに応じた応答を生成できます。

また、画像生成や動画生成の分野でも、生成 AI はクリエイティブな表現を支援する重要なツールとして位置づけられています。さらに、SLM（Small Language Model）の登場は、特定のタスクに特化した効率的な AI サービス開発が期待されています。

現代の企業活動において、DX 関連施策の導入と実施は、その重要性が年々増しています。特に生成 AI の分野では、業務効率化のための文章作成や要約、データ解析による品質向上など、さまざまなタ

スクへの効果が期待されています。

一方で、入力したプロンプトが LLM 自身の学習に使われる AI サービスも存在しており、このようなサービスを業務に用いることは、業務情報の漏洩につながり、企業の社会的信用が失われる可能性があるため、利用できません。

アジア航測（以下当社という）では、2024 年 4 月より、このようなリスクに対応した生成 AI “αGeAI（アルファ-ジー-イー-エーアイ）”<sup>1)</sup>を導入しました。ここでは、そのご紹介と利用促進の取り組みについてご紹介します。

## 2 αGeAI 導入のねらい

当社の中期経営計画 2026 において、DX 関連の施策“AAS-DX”は根幹を成しており（図 1 黒太枠）、計画内で掲げる、AAS-DX5 年計画において定められている三要素『意識改革』『仕組みづくり』『技術革新』の推進を目指しています。この計画を達成



図1 中期経営計画 2026 イメージ図



図2 日々業務の4象限

\* アジア航測株式会社 AAS-DX 推進部 副部長 兼 AAS-DX 推進室 室長

するためには会社全体として、今まで以上に知的生産性の高い業務へのリソース配分が必要不可欠であり、生成 AI が重要な役割を果たすと期待されています。

そこで、日々の業務を図 2 のように四つの領域に分類し、第 1, 3, 4 領域の業務を自動化・省力化することで第 2 領域『知的生産性の高い領域』へのリソース配分を実現するためのツールの一つとなることを  $\alpha$ GeAI 導入のねらいとしました。

### ■3 $\alpha$ GeAI とは

$\alpha$ GeAI は、Microsoft 社の Azure OpenAI<sup>2)</sup> を基盤として構築されています。Azure OpenAI は、入力したデータが生成 AI の学習に活用されることでデータの外部漏洩につながる懸念を防ぐセキュリティ対策が強化されており、企業内での利用に適しています。

$\alpha$ GeAI は、コーディングの知識を有していなくても直感的に操作できるよう、図 3 のような画面構成となっています。また、Retrieval-Augmented Generation<sup>3)</sup> (以下 RAG という) の機能も搭載されており、特定分野の『専門家』を仮想的に作ることが可能です。

### ■4 $\alpha$ GeAI で出来ること

$\alpha$ GeAI は、基本的に利用者のさまざまなプロンプトに対して柔軟に回答し、壁打ちを繰り返しながら最適な結果を導き出す『マイチャット』機能、トランスクリプションで文字起こしされた長文を要約する『議事録要約君』機能の二つの AI 機能を搭載しています。プロンプト入力欄にテキストを入力して回答を得ることに加え、Word や Excel などの

Microsoft Office 系や画像のファイルもプロンプトの一部として読み込むことができます。

また、基本機能に慣れて、より自分の業務に合った AI を使いたい利用者は、基本機能の二つの AI に加えて自身で AI を作成することも可能です。作成できる AI の種類は、AI の性格や役割、回答方法などを設定して、より使いやすい AI との会話ができる『AI 会話』、AI 会話に加えて既存の資料や Web ページの情報も回答に反映させる『文書検索 (RAG)』の大きく二種類があります。ユーザは RAG 機能を利用することで、過去の資料や Web サイトの最新情報を活用してより専門的用語や過去の事例を基にした回答を得ることができます。

### ■5 $\alpha$ GeAI の利用状況

2025 年 7 月時点では、全社員の約 60% が  $\alpha$ GeAI の利用経験があり、導入当初から約 3.2 倍になっています。

また、一か月あたりの利用者数をプロンプト入力回数で分類分けして集計すると、図 4 のように最も多い 1 回～20 回の利用者は、導入時に比較すると約 2.4 倍になっており、それ以上のプロンプト回数の利用者数も伸びており、月に 100 回以上の利用者 80 名は、うまく生成 AI と向き合うことができていると考えています。

今後も次項でご紹介する活用促進に向けた取り組みを強化・継続して、生成 AI をうまく活用する職員を増加させていきたいと考えています。

また、利用シーンについて調査したところ、約 41% の利用者がプログラミングやツール等と回答しており、以降、文書活用が多い状況です (図 5)。

プログラミングやツールへの活用については、生成 AI は特に得意な分野です。Python や VBA など



図 3  $\alpha$ GeAI 画面構成



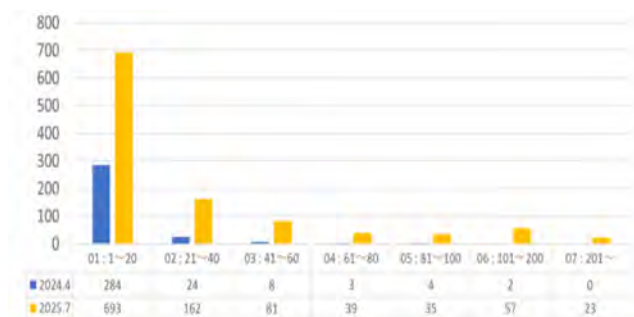


図4 aGeAI 月当たり利用集計

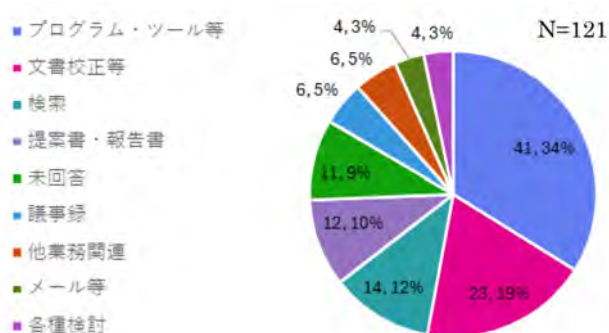


図5 aGeAI 利用シーン割合

の比較的取り組みやすい言語においても簡単なコードであればそのまま使えるケースも多く、業務の高度化や自動化による生産性向上に寄与できる仕組みを迅速に構築することが可能です。

文書の誤字脱字の修正や文書構成への活用については、利用者が気付かない視点での修正案を示すこともあり、より深みのある文書や伝えやすい文章を効率的に作成することが可能となりました。

## 6 活用推進に向けた取り組み

aGeAI も単なるツールの一つでしかありません。特に生成 AI は日常的に利用できるツールですので、多くの人に使ってもらってこそ、その効果も大きなものになります。

aGeAI の社内への浸透には地道な社内的な宣伝活動が重要と考え、社内活用促進に向けた取り組みとして、以下のような施策を行っています。

### ①社内掲示板による定期的な案内

当社全社員が閲覧可能なポータルサイトの掲示板に定期的に情報を掲載し、『aGeAI』の文字がなるべく目にとまる回数を増やすことを目的としました。各取り組みの紹介はもちろん、アップデート情報も積極的に掲載しています。

### ②活用事例収集・共有する仕組みの構築

利用者の中には、aGeAI へのプロンプトの入力内容やどのようなシーンで活用すれば良いか分から

ない方もいます。

利用して上手く使えた事例、失敗した事例を収集・共有することができれば、経験の浅い利用者也事例を参考にした良い活用体験をより早く得ることができます。

この仕組みを Microsoft Forms, Microsoft Teams, Microsoft Power Automate 用いて自動的に収集する仕組み『アイデア箱』を構築しました。投稿者は Microsoft Forms で利用事例を投稿すると、Microsoft SharePoint に自動的に格納され、事例を知りたい利用者は Microsoft Teams で事例検索することで、情報を得ることができます。

また収集された事例を効率よく検索するために投稿されたアイデアを aGeAI の RAG 機能に登録した『アイデア箱検索チャット』も構築しました(図6)。

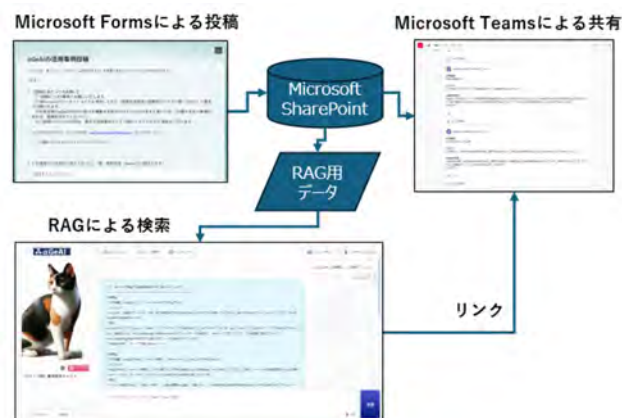


図6 aGeAI 利用アイデア収集・共有の仕組み

さらに、利用者の aGeAI の活用加速を図り、短期間でなるべく多くの事例を収集することを目的として、インセンティブ制度を導入しました。これは、収集された事例の中から特に良い事例を毎月選定し、投稿者にギフトポイントを付与する制度です。付与されたギフトポイントの対象者は、部署内のコミュニケーションに活用したという事例もあり、生成 AI 活用を超えた効果も感じています。

### ③社内イベント、支社での勉強会

当社では、毎年1回、社内技術発表会があり、そのイベント内において、aGeAI の活用事例や生成 AI の最新情報の発信を行いました。また、当社の支社においても最新情報の共有や導入効果などのヒアリングを行い、概数ではあるものの、導入後1年を経過した時点における導入効果測定も行いました。

## 7 aGeAI の導入効果

支社での勉強会における導入効果のヒアリング結果の範囲において、導入効果を試算したところ、約

100 件の活用によって、年間約 3300 時間の削減効果が試算できました。

この活用事例は約 50 名の活用事例であるため、潜在的にこれ以上の導入効果があることも考えられます。今後も導入効果を収集し、その効果を社内に情報発信を継続することで、さらに  $\alpha$  GeAI や生成 AI の活用促進につながると期待しています。

## 8 RAG 機能の試行と期待

少しずつ社内への浸透が進んでいる  $\alpha$  GeAI ですが、RAG 機能の社内利用については、導入当初から搭載された機能でありながら、一部の利用にとどまっていました。

RAG 機能は、既存の文書や社内のノウハウを AI の知識として活用できるものですが、効果的なシステムプロンプトの設定が重要となります。このスキルを身に付けるため、まずプロンプトの書き方に慣れることが必要です。

導入から 1 年が経過し、生成 AI と向き合うことに慣れた利用者が増えてきたこともあり、最近から広く RAG 利用を促進する活動もスタートしました。さまざまな部署から利用の声が上がっており、個人単位での利用から、組織的な利用の幅が広がることに期待しています。

まずは試行段階からのスタートですが、この 1 年間で蓄積した事例を収集・発信する仕組みも利用しながら、さらに生成 AI をうまく利用して生産性向上や新たなサービスの構築につながる活動を続けていきます。

## 9 生成 AI 利用における注意点

生産性向上や知的生産性の高い業務へのリソース配分を目的とした  $\alpha$  GeAI ですが、利用するに当たっては注意が必要です。まず、 $\alpha$  GeAI の生成データに含まれる第三者が著作権を有しているデータや登録商標、意匠の利用・生成については各種権利の侵害に該当する恐れがあります。個人情報を入力して利用する際にも、目的外利用とならないよう留意が必要です。

また、インプットするデータだけでなく、生成されたデータの活用においても注意が必要です。生成 AI は確率論に基づいて返答する性質を持っているため、不正確な場合があります。最終的なアウトプットの利用判断は人間が行う必要があります。生成 AI は『支援』が主な役割であることを忘れてはいけません。

こうした注意事項をまとめた『AzureOpenAI（生成 AI）利用ガイドライン』を  $\alpha$  GeAI へのログイン時に全役職員が閲覧できる仕組みを作り、継続的な注意喚起を実施しています。

## 10 $\alpha$ GeAI の今後の方針

$\alpha$  GeAI は機能アップデートを継続しており、さらに利便性が向上する予定です。利用できる LLM も回答精度を考慮したモデルが選択の幅が広がり、今後は GPT-5 モデルが選択できるアップデートも予定されています。さらに日々の業務の第 2 領域へのリソース確保につながることが期待できます。

今後は、本格的な活用がスタートした RAG 機能の活用推進を進めながら、当社の事業分野への生成 AI の浸透を探り、新たなサービスを検討・構築するフェーズに移行していくと考えています。

## 11 おわりに

今後は、AI の市場規模は加速度的に成長すると予測されています。私たちの業界においても人口減少に伴う担い手不足への対応や一人当たりの生産性向上が求められることが想定される中で、さまざまな企業でこの課題への解決方法として、市場規模予測に従う形で生成 AI の活用も進むのではないかと考えています。

室内のみではなく、現地における AI ツールとして、ネットワークを必要としない SLM と様々なセンサーを組み合わせた新たなサービスが登場するかもしれません。

しかし、生成 AI と正しい向き合い方を理解できていないと、思わぬトラブルや企業の信用を失墜させることにもなりかねません。これからも当社は、生成 AI とうまく付き合いながら、DX を推進させていきたいと思っています。

### 〈注釈〉

- 1)  $\alpha$  GeAI は、株式会社 KMS が Azure OpenAI を使用した生成 AI ソフトを当社用にカスタマイズしたものです。なお、 $\alpha$  GeAI のロゴは商標登録しています（2024 年 12 月）。
- 2) Azure OpenAI は、マイクロソフトが提供する多様なクラウドサービスを利用できる「Microsoft Azure」において、OpenAI 社が開発・提供する多くの AI モデルをセキュアな環境下で利用可能なマネージドサービス。
- 3) 既存の文章データ等を取り込み、そのデータを基にテキストデータ生成する技術。

# AIの発展の歩み

よねくら たつひろ\*  
米倉 達広\*Key  
ey Word生成 AI, AI の発展の歩み, 深層学習, プロシューマー, Transformer,  
暗黙知, 失われた 30 年

## 1. はじめに

近年、特に 2022 年末頃から生成 AI の話題が世界的にブームを起している。我国の産業界においても例外ではない。毎朝のように、様々なメディアで「AI」の文字がフォーカスされない日はない。今回 AI 周辺技術開発の末端に携わってきた研究開発者としての筆者の立場から、この AI ブームを技術と産業の観点からの時間軸に位置付けてみたい。これにより「温故知新」つまり過去からの流れを正しく捉え今後の社会に思いを馳せること、今後の技術予測の感度向上にも繋がることとなろう。そこで本稿では最近の生成 AI が登場するに至る AI の歴史的変遷を「AI の発展の歴史」と題して要約したい。この話題に関する様々な資料や、研究者としての筆者自身の知見に照らしてみると、凡そ 4 つの世代・期に区分する見解をとる向きが多い<sup>(1)</sup>。よって本稿でもその見解に立つことにする。そこでまずはこの分野に精通していない読者のために、人工知能 (AI)、機械学習、深層学習、生成 AI の概念の包括関係を簡単に整理しておこう (図 1)。ここで、人工知能は以降で述べる 4 つの期に共通の包括的概念であり、諸説はあるが第 3 期以降の主役は深層学習、第 4 期の主役的存在が生成 AI の関連技術と捉えればほぼ的確な理解である。

## 2. 第 1 期 (1950 年代 - 1980 年代) : 基礎学習時代

人工知能という用語が登場したのは 1950 年代である。第 2 次大戦後まもないこの時期は AI 研究の黎明期であり、「人工的な知能」という概念が誕生し、IBM などの大型計算機の登場もあいまって初

期の研究が盛んに行われた。1956 年にこの分野の専門家によるダートマス会議<sup>(2)</sup>が開催され、人工知能という用語が初めて使用された。この会議は AI 研究の出発点となり、多くの研究者が集まった。

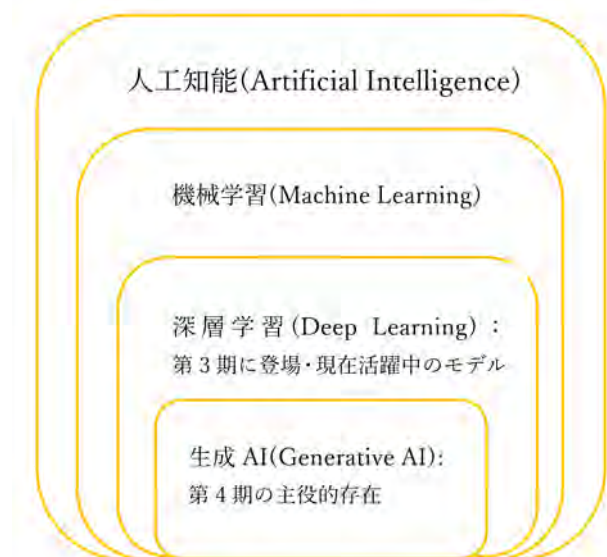


図 1 AI (人工知能), 機械学習, 深層学習, 生成 AI の位置づけ (総務省ホームページ: 文献 (26) からの引用を含む)

技術的な観点からは主に「パーセプトロン」、簡単に言えば入力層と出力層からなる 2 層のニューラルネットワークが第 1 期の主流である。このモデルは、人工ニューラルネットワークの初期形態であり、パターン認識や分類に焦点を当てた研究が盛んに行われた。産業応用の視点からは、例えば自動車産業での組み立て工程のロボット導入や製造業における基礎的な生産ライン監視などである<sup>(3)</sup>。パーセプトロンは単純な問題を解決できるモデルとして注目を集めた。しかし M.Minsky ら

\*大日本ダイヤコンサルタント株式会社 DX 戦略アドバイザー



が示した「線形分離不可能」<sup>(4)</sup>に代表されるように、パーセプトロンモデルの限界も明確に指摘されたことで産業界にも徐々に影響が出始め、実用的で複雑な問題を解決するには不十分であることが分かっていった（図2）。

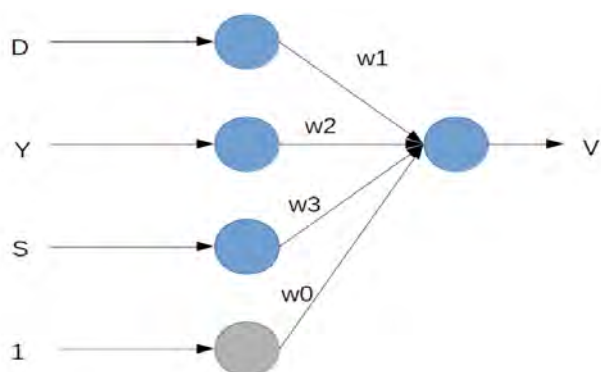


図2 パーセプトロン型 AI モデルの例  
（上図で3つの入力信号（D,Y,S）に対して W1, W2, W3 の重みとの積和計算に、バイアス W0 が加算されて出力素子に入力され、v を出力するモデル：線形分離可能な問題しか正答できないという致命症が「線形分離不可能」問題（4）として指摘された結果、AI 第1期は冬の時代を迎える。）

### 3. 第2期（1980年 - 2000年前後）： 知識型システムの時代

パーセプトロンの性能限界によって「冬の時代」を迎えたニューラルネット型 AI と入れ替わるように、記号論理とプロダクションルールに基づく AI が主流となっていった<sup>(5)</sup>。人工知能プログラミング言語 LISP<sup>(6)</sup>（LISt Processor：この世代の人工知能はプログラムもデータも LIST として扱われ、記号処理の効率化を図ったことからこの名がついた）が開発され、専門家の知識を直接入れ込むエキスパートシステムが登場した。これは、人間の知識を記号や論理的なルールとして表現し、推論を行うアプローチである。この考え方に基づいて「専門家の知識」をそのままコンピュータに移植するエキスパートシステムとその基となる知識ベースシステムが開発され、コンピュータの大衆化：パーソナルコンピュータ登場という時代背景とも関連して特定の分野の専門知識をコンピュータに移植または実装することが可能になってきた。産業応用の観点でいえば製造業での予備知識に基づく診断工具や Mycin と呼ばれる医療分野での診断予測システム<sup>(7)</sup>、金融分野での資金運用評価システムが挙げられる<sup>(8)</sup>。知識ベースの基になるプロダクションルールとは、条件とアクションのペアで構成され、特定の条件が満たされたときにアクショ

ンを実行するルールベースのシステムである。このアプローチは、専門家が直接知識を埋め込む種類の、ある種「閉ざされた知識」に基づいたシステムで、コピー機の故障診断や診療所での問診など、制限された環境下では、知識の埋め込み、表現と推論に広く使用された。我国の産業界でも第2期 AI の時代では、先端技術開発の一翼を担っていた<sup>(8)</sup>。しかしそれもやがて、限定された分野での限定的な機能の実現にすぎないという批判にさらされ<sup>(9)</sup>、この時期の AI もまた、パーソナルコンピュータの愛好家や著者を含め一部の特定分野の専門家たちの関心に留まり、一般の多くの消費者に広く普及するまでには至らなかった。

### 4. 第3期（2000年代 - 2010年代）： ディープラーニング量産化の時代

プロダクションルールに基づく AI もまた「冬の時代」を迎えようとしていた1990年前後に、注目を集めたディープラーニング（深層学習）型の AI（以下ディープラーニング AI と呼ぶ）は、多層で複雑な構造をもつ人工ニューラルネットワークである。この方法論自体は1980年代に登場しており、AI 第1期に見出すことができなかった学習アルゴリズムも1989年には提案されていたが<sup>(10)</sup>、計算環境の課題などにより複雑なパターン認識や分類タスクを現実的に解決するアプローチとして注目されるまでには多くの時間を要していた。この時代の AI は、前世代のプロダクションルール型 AI の課題であった「閉ざされた知識」の問題や、第1期 AI の課題であった線形分離不可能の「壁」という課題を克服したモデルとなった。

特にこの時期に至る少し以前、1990年代から2000年代にかけては、チェスや囲碁で AI が世界チャンピオンに勝利（IBM「Deep Blue」が1997年にチェスの世界チャンピオンに勝利、Google「AlphaGo」が2015年に囲碁のヨーロッパチャンピオンに勝利）するなど、ディープラーニング AI の研究が様々な分野で成果をあげたことを契機に、民間でも画像処理や信号処理などの分野で徐々に注目を集め始めた<sup>(11)</sup>。それら専門分野では、例えば画像処理の技術者が工夫を重ねて発案したアルゴリズムの性能を上回る AI（具体的には CNN と呼ばれる深層学習モデルなど）が次々に登場したことで、ディープラーニング AI に再び注目が集まってきた。この当時、計算資源の制約や利用可能なデータの不足により、その潜在力が十分に発揮されるまでには時間がかかったため、スーパー

コンピュータなど大量の計算資源の必要性が普及の足かせとなっていた。しかし2010年代に入ると、GPU（Graphical Processing Unit：3Dゲーム用のCG（Computer Graphics）や画像処理等の目的で開発された電子機器）のAIへの2次利用環境と、それをハードウェア基盤とするNVIDIA社中心のAI開発目的のエコシステムがシェアを拡大した。このことは、AIの性能向上と市場拡大の2つの意味で貢献し、更にインターネットの普及によるIoT（internet of Things）と呼ばれる大量のデータ収集スキームが利用可能になったことで、ディープラーニングAIが飛躍的な拡大と進歩を遂げた。ディープラーニング量産化の時代である。産業応用の面では、2010年以降は特に画像認識、自然言語処理、音声認識、ゲームやCG、VR（Virtual Reality）などの分野では世界中で画期的な成果が得られ、予測保全領域では、民間企業での機器の故障予測<sup>(12)</sup>や産学連携での画像認識による不良検出<sup>(13)</sup>など、多様な形態で種々の応用分野にディープラーニングAIが普及した。このタイプのAIは機械学習の分野で主流となりAI技術の進歩に大きく貢献した。従ってこの第3期、特に後半2010年初頭からのAIでの特徴的なできごとは、AIのエコシステムの形成であり、一般の消費者にも広く普及していった。この推移は現在AI第4期に繋がる重要な時系列情報を多く含むため、少し紙面を割いて要約すると

#### 1) AIエコシステムのハード・ソフト環境の整備：

2007年に米国のNVIDIA社が公開したCUDA（クーダと読む：Compute Unified Device Architecture）の略語でTensorFlowやPytorchなどのAIフレームワークとベクトル計算を高速に行うAI向けハードウェア：GPUの中間に位置する）といわれるミドルウェアの開発とその爆発的普及によって、2010年代初頭から、同社はAIに特化した汎用計算を可能にするCUDA上での開発ツールキットを流行させ、教育機関や研究機関向けのエコシステム構築にも力を入れた。これにより、同社のGPUを活用した大規模な並列計算が一般化し、ディープラーニングAIの計算コストが劇的に下がるきっかけになった。

#### 2) AI開発環境の民主化：

TensorFlow、Pytorchをはじめとするオープンソースのディープラーニングフレームワークが登場し、GPUの計算能力を簡単に活用できる環境が整った。これにより、研究者や開発者が容易にAIモデルを構築・実験できるようになった。

このようなAIの技術開発と産業応用に関する循環のしくみをAI開発エコシステムと称して巻末図3にまとめている。

#### 3) AIによる世界的イベント：

AIが囲碁やチェスなどで人間を凌駕する成果（例：AlphaGoやIBM Deep Blueなど）は、AIの社会的注目度を一気に高め、技術エコシステムの発展を後押しした<sup>(14)</sup>。これらの成功事例は、GPUやフレームワークの進化と相まって、AI技術の信頼性と実用性を世に示した。

#### 4) 市場への展開：

世界全体で見れば、産業IoT部門におけるAI活用企業は2019年から2年余りで19%から31%に増加<sup>(15)</sup>し、GPU市場ではNVIDIAが今日に至るデータセンター用GPU市場の92%のシェアを占めた<sup>(16)</sup>。しかしながら我国の産業界のAI普及率はAI第3期末の時点では新型コロナ感染拡大の影響もあり米国や中国に大きく後れを取っている<sup>(17)</sup>。

このように、NVIDIAのCUDAによるGPU計算の民主化、TensorFlow、Pytorchなどのフレームワークの普及、そしてAIの実社会でのインパクトある成果が、深層学習のエコシステムを確立し、コンシューマへの普及を強力に後押ししたと言える。またAI開発のための計算資源やツールが一般ユーザにも開放され、個人や小規模チームでもAIモデルの開発や応用が容易になったことで、消費者が単なる利用者にとどまらず、自らAIを活用・開発する「プロシューマー：ProfessionalなConsumerの意味でこれらの用語を併せた造語」として台頭したのはその証左である<sup>(18)</sup>。

## 5. 第4期（2020年前後 - 現在）： 生成AI革命の時代

現代に続くAIの第4期は、生成AIの台頭が特徴的である。生成AIは、テキスト、画像、音声などのコンテンツを生成する能力に特長をもつ。2022年後半には、Chat-GPTのGPT-3.5<sup>(19)</sup>に代表される大型言語モデル（LLM）の開発競争が加速し、生成AIの能力が飛躍的に向上したのは記憶に新しい。この第4期AIの技術的進化はこの第4期の始まる少し前、2017年に論文発表されたTransformerモデルの登場<sup>(20)</sup>である。

LLMは、膨大な量のテキストデータを学習し、人間のようなテキスト生成や会話を可能にした。この時期のコンシューマ層に対する顕著な成果は、2020年のOpenAI社によるChat-GPT3に始まる生



成 AI の普及であるが、技術開発の視点における第 4 期の最大の成果が Google 社による Transformer モデルの発明である。Transformer モデルとは、「注意機構：Attention mechanism」と「位置エンコーディング：Positional encoding」の 2 つの画期的な技術がセットになった、ディープラーニングモデル全体の「進化」である。人間の認知機能である、時間的に遠く離れたトークン（例えば単語や音節）を同一視するための「注意を払うこと」を模倣するしくみと捉えられるこの機能が AI の諸分野に与えた恩恵は極めて大きく、未だに画像、音声、動画などマルチモーダル生成の領域を拡大し続けている<sup>(21)</sup>。

この Transformer モデルを採用した代表的な生成 AI モデルには、OpenAI 社の GPT シリーズや、Google 社の Gemini（以前は BARD と称した）シリーズ、Anthropic 社の Claude シリーズ、Meta 社の Llama シリーズなどがある。また動モデルは 2021 年に OpenAI 社が発表した CLIP（Contrastive Language-Image Pretraining）に代表される、画像の言語化・アノテーション化にも大きく貢献している<sup>(22)</sup>。これらのモデルは自然言語処理やコンテンツ生成において優れたパフォーマンスを発揮し、様々なアプリケーションやサービスに活用されている。生成 AI は、コンテンツ作成、クリエイティブな作業、カスタマーサービスなど、幅広い分野の存在感を高めており、AI が代替する可能性のある領域を大きく拡大している。ここで AI の第 3 期と第 4 期の産業面での違いは、2025 年 7 月時点で未だ明確な区別が広く周知されていない（第 3.5 期という表現も散見される）面もあるため、暫定的な数字であるが AI 関連市場規模の差は第 3 期 AI の末期：2018 年と第 4 期 AI 当初の世界市場規模がそれぞれ約 35 億ドルと、261 億ドル（BCC Research<sup>(23)</sup>）、全用途 AI 合計の AI 市場規模でそれぞれ約 350 億ドル～約 2000 億ドルと、約 2000 億ドル～6380 億ドルなどの予測値<sup>(24)</sup>であり、年成長率で 40%～45% 程度の試算である。これは生成 AI 普及のもたらす爆発的拡大の要因である。日本国内の文脈でも IDC Japan 株式会社の試算<sup>(26)</sup>によれば 2024 年に 1341 億円の市場規模が 2029 年には 3 倍強の 4187 億円に増加する旨の予測が公開されている。

ここまでの話題をまとめたものが巻末表 1 である。ここでは①技術的な特徴、②ビジネス環境、経済分野からの視点でみた特徴、③大衆・消費者の視点でみた特徴、④国際政治や地政学的にみたときの特徴という 4 つの視点でまとめている。

## 6. まとめ：産業界の向かうべき方向

以上、AI の進化と発展の歴史を 4 つの主な世代に分けて総括してみた。これら 4 つの世代の特徴は、社会的背景と各時期における AI 技術の進歩と社会への影響をセットにして捉えるべきである。AI の歴史は、技術革新だけでなく、ビジネス、社会、国際政治など様々な側面と複雑に関係しており、生成 AI 競争が激化しつつ今後も AI エージェント、マルチモーダル AI、そして AGI（Artificial General Intelligence：人間と同等以上の汎用的な知能を持つ汎用人工知能の意味）などのキーワードが経済社会的観点で紙面を賑わせる日々がしばらく続くであろう<sup>(27)</sup>。今現在は AI 第 4 期の真只中、Transformer の応用モデルによるマルチモーダル化と AI エージェントの専門領域拡大が時々刻々進んでいる。なかでも AI エージェントの開発競争は、生成 AI の産業応用分野で特にホットな話題の一つであり、文献<sup>(28)</sup>に良くまとめられている。

こうして AI の歴史を振り返る際、視点を我国に戻して我々技術開発やイノベーション創出に携わる立場として「温故知新」と「進化論のパラダイム」そして「失われた 30 年の反省」を今一度思い起こすべきと考える。具体的に整理してみよう。

- 1) 最初に、単一の視点や過去の成功体験からだけではなく、様々な視点から古きを訪ねて新しきを知る。AI 技術革新の現在までの歴史を、上述のようにフラットな観点から再度整理し正しく理解し、「(外的環境変化による) 自然淘汰を生き抜くもののみが生き残る」という文脈でこれを捉えるべきである。
- 2) そのうえで、現在進行形で今後更なる加速度で現れるであろう AI の進化を柔軟かつバランスよく捉えてその最先端を窺う視座と勇気を持ち、その叡智を次の世代へ着実に受け渡していくことが、企業のイノベーション推進組織にとって何より肝要である。欧米や中国にこれ以上離されてはならない。更に、日本企業のリーダーにとって重要な点は、
- 3) AI そのものの力ではなく、それを賢く導入し、業界や企業のイノベーションの構造に意味のある形で統合する能力である<sup>(29)</sup>。AI の導入による効果に即効性を期待する一方、短期間で実際のコスト回収に成功した事例は決して多くない。この主な理由は業界・企業内の風土文化的、人材も含めたインフラ的、そして技術基盤の準備が、AI の望ましい効果をもたらすほどに成熟していない可能性があるためである<sup>(29)</sup>。



- 4) そしてこの問題は AI 第 3 期以降の国際競争から忽然と周回遅れとなってしまった我国の「失われた 30 年」の反省の歴史と完全に重複する。すなわち、「リスク先送り志向」と「損失回避バイアス」による負の連鎖である<sup>(30)</sup>。そして最後に
- 5) 当会誌の読者である、地質調査業をはじめとする土木建設業界、更には関連する行政機関の諸兄ならびに諸姉にも一言つけ加えておきたい。我々の業界も決して例外ではない。個別の企業努力は言うに及ばず。個別企業だけでなく、業界団体全体として「生成 AI の時代」をどのように先取りし、強みに替えていくかが問われている<sup>(31)</sup>。当然ながら ISO や JIS な

ど、国内外の品質・環境に関するグローバル基準などの詳細情報は言うに及ばず、業界内で実質的に「暗黙知」化されている類の情報が企業毎に眠っている現状であると推測する。それらを種々の視点で顕在化し、網羅的に整理し、利便性をもって利活用に供することが可能な生成 AI の開発などは、業界全体としての競争力向上の中心的課題となろう<sup>(32) (33)</sup>。今後の若手技術者の確保・養成、ならびに技術伝承の喪失課題（ナレッジロスやブラックボックス化）への挑戦という観点からも、身近なところから最先端技術に挑戦する心構えと気概を持ち積極的に発信する努力を怠ってはならない。

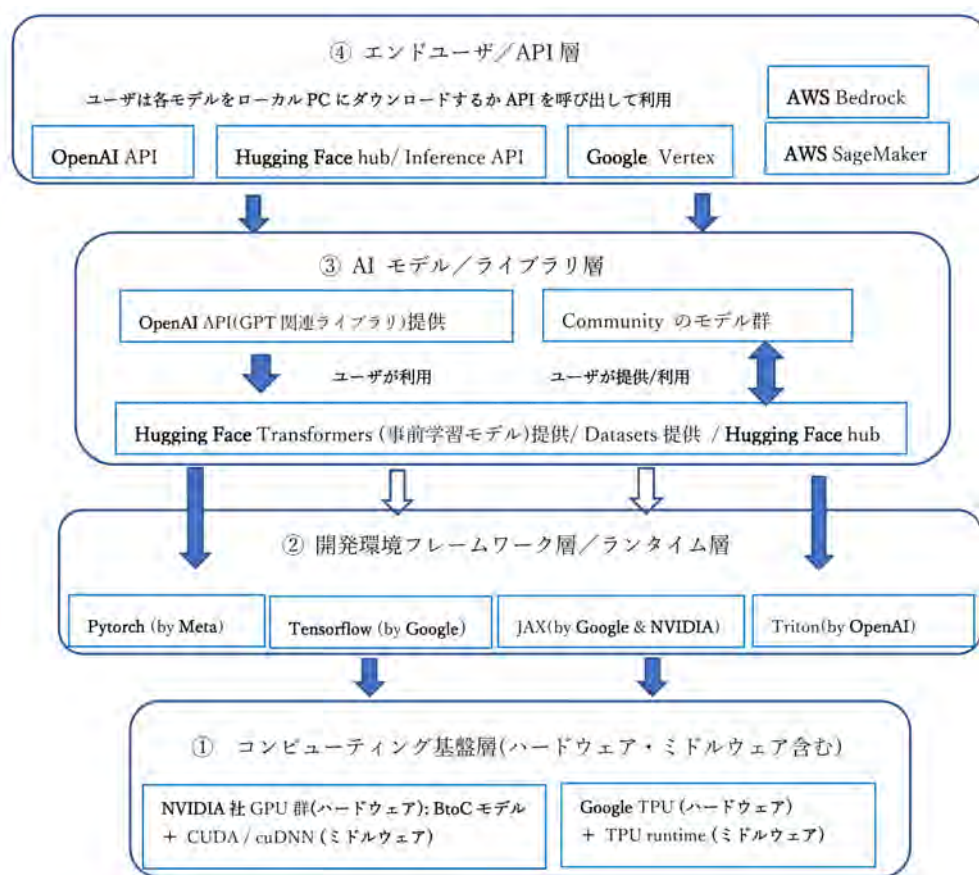


図 3 ディープラーニング AI 開発のエコシステム

(上図において、4つの各層は様々な企業・団体が提供するサービスの複合体で、層毎にほぼ独立した依存関係をもつエコシステムを形成している。)

- ①コンピューティング基盤層においてコンシューマ向けの NVIDIA GPU と、主に企業向けの Google TPU (Tensor Processing Unit) が計算リソースの土台となるハードウェアでありベクトル/テンソルの並列高速計算をサービスする。それぞれのミドルウェア (CUDA や TPU runtime など) がこの上位に位置し、開発環境フレームワーク層との間を接続する。
- ②開発環境フレームワーク層には Python 上で動作する Pytorch, TensorFlow, Python 言語に類似した JAX 言語, 新たな AI 用言語 Triton などが AI プログラミング開発環境として位置する。
- ③ AI モデル/ライブラリ層には、Hugging Face Hub においてコミュニティ発 Transformer モデルをホスティングしており、transformers ライブラリ経由でダウンロード・利用できる。一方、OpenAI の GPT 系列は一般に重み非公開 (一部 Gpt-oss 等例外あり) で API 形式での提供を実施し、通常は公式 Openai SDK で呼び出す。
- ④最上位層のエンドユーザ/API 層では、ユーザは OpenAI API 呼び出しを含め、Hugging Face Hub での学習用/推論用 API の利用、Google Collab. や AWS Sagemaker・AWS Bedrock などの開発環境を介した深層学習モデルや生成 AI モデルの開発が可能である。

表1 AIの世代ごとの技術、産業・経済、消費者視点、国際・地政学的視点

AIの各世代	技術的特徴	ビジネス/経済分野視点	大衆/消費者視点	国際政治/地政学視点
第1期 (1950年代～1980年代)	AI概念誕生・初期研究 パーセプトロン応用、記号処理の探究	主に学術領域。政府・大学依存 直接的ビジネス影響は小	AIはSF的イメージ・一般非認知 初期AI/コンピュータは大衆と無縁	米・ソ連中心、冷戦技術競争 AIの軍事・宇宙応用を模索
第2期 (1980年代～1990年代)	1990年代)記号論理/プロダクションルール時代 エキスパート/知識ベースシステム	特定分野で実用化開始。 医療・金融等で効率化。 研究支援増加	専門家サポートとして認知 徐々に生活へ SFイメージ残存	先進国中心に技術経済競争 米・欧・日で優位性争い 国際協力も拡大
第3期 (2000年代～2010年代)	ディープラーニング台頭 画像/言語/音声で進歩 計算資源・ビッグデータ活用	多産業で普及、新ビジネス創出 AI導入が容易に	AI搭載端末の普及で身近に 日常タスク自動化、消費者利便性向上	技術力・経済力を賭けた国際競争へ 米・中・欧が巨額投資 軍事/倫理問題が表面化
第4期 (2020年代～現在)	Transformer駆動の生成AI/LLM競争 テキスト・画像・音声生成が飛躍	生成AI導入・産業革新 新規産業創出、サービス改革	生成AIが大衆生活に浸透 クリエイティブ支援・新表現 倫理・著作権等の新課題	技術覇権争い激化 米・中・欧の投資増 国際協調・規制強化の議論

## 〈参考文献〉

- (1) 総務省ホームページ：令和6年度版情報通信白書第1部第3章「デジタルテクノロジーの変遷」  
“～第1節 AI進展の経緯と生成AIのインパクト～”，pp.35-40 (2024)  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r06/pdf/n1310000.pdf>
- (2) 人口知能学会ホームページ：「人工知能の話題」ダートマス会議  
<https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/Alttopics5.html>
- (3) The Role of AI in Transforming Industrial Engineering Processes, neural concept's Web page:  
<https://www.neuralconcept.com/post/the-role-of-ai-in-transforming-industrial-engineering-processes>
- (4) Marvin Minsky and Seymour Papert: “Perceptrons”, MIT Press (1969)
- (5) 日立製作所ホームページ：「AI（人工知能）のエキスパートシステムについて詳しく解説」, (2020)  
<https://www.hitachi-solutions-create.co.jp/column/technology/expert-system.html>
- (6) Guy L. Steel Jr.” Common LISP the Language”, Digital Press (1984)
- (7) 冨増 直樹, 松川 達也: 「エキスパートシステムとは異なる／ルール自体をコンピュータが生み出す」日経クロステックオンライン記事, (2019.04)  
<https://xtech.nikkei.com/atcl/learning/lecture/19/00001/00002/>
- (8) 森文彦, 他: 「金融機関によるエキスパートシステム」, 日立評論特集 “知識工学の情報処理分野への応用”, 日立評論 vol.69, no.3, pp.53-56 (1987.03)  
[https://www.hitachihyoron.com/jp/pdf/1987/03/1987\\_03\\_09.pdf](https://www.hitachihyoron.com/jp/pdf/1987/03/1987_03_09.pdf)
- (9) Daniel G. Bobrow, Sanjay Mittal, and Mark J. Stefik: “EXPERT SYSTEMS: PERILS AND PROMISE”, Communications of the ACM, vol.29, no.9 (1986.09)  
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/6592.6597>
- (10) David E. Rumelhart and James L. McClelland: “Parallel Distributed Processing — Explorations in the Microstructure of Cognition: Foundations —”, MIT Press (1987.07)
- (11) Hinton, G.E., Osindero et.al. “A fast learning algorithm for deep belief nets”, Neural Computation, vol.18, no.7, pp.1527-1554 (2006.07)
- (12) 大塚商会ホームページ:「AIによる故障予測と異常検知とは」, ERPナビ, (2022.06)  
<https://www.otsuka-shokai.co.jp/erpnavi/category/manufacturing/sp/solving-problems/archive/220720.html>
- (13) 宮田翔平, 赤司泰義 他著: 「機械学習を用いた空調熱源システムの不具合検知・診断 (第2報)」, 空気調和・衛生工学会論文集, no.261, (2018.12)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/shase/43/261/43\\_1/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/shase/43/261/43_1/_pdf/-char/en)
- (14) 浅川直輝: 「ディープマインドやソニーがゲームAIから見出した「人間の知性」の正体」, 米国人工知能学会「AAAI-20」報告, 日経クロステック／日経コンピュータ, (2020.02)  
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01218/022100002/>
- (15) Fernando Brügge: “The rise of industrial AI and AIoT: 4 trends driving technology adoption”, Web article of “IoT-Analytics”, (2021.12)  
<https://iot-analytics.com/rise-of-industrial-ai-aiot-4-trends-driving-technology-adoption/>

- (16) Joaquin Fernandez: "The leading generative AI companies", Web article of "IoT-Analytics", (2025.03)  
<https://iot-analytics.com/leading-generative-ai-companies/>
- (17) Kazuhiko Tani: 「海外と日本における AI 導入の現状 | 7 つの業種別に事例を紹介」, Touchpoint Innovation Journal by CBA Japan, (2021.10)  
<https://blog.cba-japan.com/ai-deployment/>
- (18) Anish Acharya, Justine Moore, and Olivia Moore : "The Future of Prosumer: The Rise of "AI Native" Workflows", Web article of "16z", (2024.01)  
<https://a16z.com/the-future-of-prosumer-the-rise-of-ai-native-workflows/>
- (19) Kyle Wiggers: "While anticipation builds for GPT-4, OpenAI quietly releases GPT-3.5", Web article of "TechCrunch", (2022.12)  
<https://techcrunch.com/2022/12/01/while-anticipation-builds-for-gpt-4-openai-quietly-releases-gpt-3-5/?guccounter=1>
- (20) Łukasz Kaiser, Ashish Vaswani, Noam Shazeer et.al. "Attention Is All You Need", arXiv, (2017.06) Web page:  
<https://arxiv.org/pdf/1706.03762>
- (21) Xinyuan Song, Keyu Chen et.al. "Transformer: A Survey and Application", Web article of Social Science Research Network, (2025.04)  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=5211988](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5211988)
- (22) Radford et al., "Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision", arXiv, (2021.01) Web page:  
<https://github.com/openai/CLIP>
- (23) Web News: "Global Market for Artificial Intelligence to Reach \$26.1 Billion by 2023 -Expansion Attributed to Demand from Manufacturing and Agriculture Industries", from BCC Research (2018.11)  
<https://www.globenewswire.com/fr/news-release/2018/11/20/1654637/0/en/Global-Market-for-Artificial-Intelligence-to-Reach-26-1-Billion-by-2023.html>
- (24) Web News: "Artificial Intelligence (AI) Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034", from precedence research, (2025.06)  
<https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-market>
- (25) IDC 株式会社ホームページ～国内 AI システム市場予測を発表～, 2025 年 5 月 1 日付,  
<https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prJPJ53362125>
- (26) 総務省ホームページ: 「令和 6 年度版情報通信白書第 1 部 特集 進化するデジタル経済とその先にある Society 5.0, 第 3 節 ICT の新たな潮流 (1) AI に関する基本的な仕組み」 (2024)  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd113210.html>
- (27) Gartner Japan: 「汎用人工知能 (AGI) とは?」, オンライン解説記事, (2025.06),  
<https://www.gartner.co.jp/ja/topics/emerging-technology-watch-agi>
- (28) シグマックス: 「AI エージェント革命」, 日経 BP, (2025.07)
- (29) Fabio Lalli: "The AI revolution will not happen overnight", Web article of "Medium", (2025.07)  
<https://medium.com/@fabiolalli/the-ai-revolution-will-not-happen-overnight-6d6d464bb973>
- (30) 岩崎 博充: 「日本人は『失われた 30 年』の本質をわかっていない～原因と責任を突き止め変えねば低迷はまだ続く～」, 東洋経済 ONLINE, (2020.01)  
<https://toyokeizai.net/articles/-/325346>
- (31) 一般財団法人 先端建設技術センター研究部: 「建設分野の AI 活用に関する調査研究報告」 (2024.05)  
<https://www.actec.or.jp/study/document/202404houkoku.pdf>
- (32) 菅田大輔, 箱石健太, 一言正之: 「建設 DX と生成 AI LLM の土木・建設分野への利活用」, 日本建設機械施工協会誌, vol.76, no.7, pp.84-89 (2024.07)
- (33) 緒方陸, 大久保順一, 岡野将大, 藤井純一郎: 「土木分野における LLM-based Agent 適用可能性の評価」, 土木学会 AI・データサイエンスシンポジウム論文集, vol.6, no.2, pp.188-198 (2025.06)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceiii/6/2/6\\_188/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsceiii/6/2/6_188/_pdf/-char/ja)



# 生成 AI の能力と 地質・地盤分野への期待

ちよん ばんじょ  
全 邦 釘\*

K  
ey Word

生成 AI, 大規模言語モデル, LLM, 大規模マルチモーダルモデル,  
LMM, image captioning, DX

## 1. はじめに

ここ数年, 生成 AI, 特に大規模言語モデル (LLM) が, 様々な分野で注目を集めている。文章や画像の生成にとどまらず, 専門的な対話やプログラミングまで行うその能力は, これまでの AI 技術とは一線を画すものである。その進化の速度は驚異的である。例えば筆者が一年ほど前, 自身の名前を LLM に入力して「この人物は何者か」と尋ねたところ, 「元中日ドラゴンズ所属, 速球派で惜しまれつつ引退した台湾人投手」という, 全くの創作 (嘘) が返ってきた。これはハルシネーションと呼ばれる, 特に初期の LLM で大きな問題として認識されている課題であった。しかし現在, 同じ質問をすると, ごく普通に「土木工学を専門とする大学教授」と正確に答える。この一年での進化を鑑みれば, 数年後に我々の想像を超える能力を獲得していても, 何ら不思議ではない。

このような状況を踏まえ, 我々が専門とする土木工学, あるいは本誌で扱う地質・地盤分野も, この大きな技術の流れと無縁ではいられないことは明らかである。2000 年代初頭, 検索エンジンとして Google が登場したとき, 当時大学生だった筆者は大きな衝撃を受けた。当初はその真価を測りかねた方もいたかもしれないが, 今や Google や Wikipedia を知らない, あるいは使いこなせない技術者が第一線で活躍し続けることが困難であるのと同様に, 生成 AI もまた, 数年のうちには現代の技術者にとって必須の思考ツールになると確信している。

本稿の目的は, 「やさしい知識」として, この生成 AI の能力の片鱗に触れながら, それが地質・地盤分野の課題解決にどのように役立つのかを考え,

読者の皆様がこの新しい技術と前向きに関わるためのヒントやきっかけを提供することにある。

## 2. LLM 前夜: 特定タスクに特化した AI

現在注目されている LLM が広く普及する以前から, AI を用いて画像の内容を文章で説明する Image Captioning という技術分野が存在した。これは, 画像の中から物体や状況を認識する AI (例えば, 畳み込みニューラルネットワーク) と, 認識した情報をもとに単語を一つずつ連鎖的につなぎ合わせて文章を生成する AI (例えば, 再帰型ニューラルネットワーク) を組み合わせるのが基本的なアプローチであった。ただし, この技術は一般的な写真の内容を説明するには有効であったが, 専門分野特有の知識が求められる場面では, その限界もまた明らかであった。例えば, インターネット上の膨大な画像で学習した, 一般物体向けの画像キャプション生成サービスに橋梁の劣化写真を見せても, モデルが専門的な用語や劣化の概念を学習していないため, 適切な説明文を生成することはできない。例えば支那が腐食している写真が「汚れた古い部屋」, コンクリート桁のひび割れが「建物の側面にある標識」などと, 全く見間違いに表現されてしまうという課題があった。そのような問題の解決のため, 特定の専門分野に特化した AI の開発が進められてきた。

例えば筆者らもかつて, その一環として, Image Captioning 技術により橋梁の点検写真から劣化状況を自動で文章化する研究に取り組んだ<sup>1), 2)</sup>。橋梁の写真には劣化部材や変状種類といった専門的な情報が含まれている。これら情報を画像から自

\* 東京大学大学院工学系研究科・特任教授

動抽出し、可読性の高い文章として表現する技術は、点検技術者にとって非常に有益である。この専門分野特化という課題に対し、我々が取ったアプローチは、AIに専門知識を徹底的に学習させるという、ある意味で正攻法であった。具体的には、まず実際の橋梁点検で撮影された3118橋分の写真と、それに対応する専門家による説明文を用いて、42万枚以上の画像と50万以上の説明文からなる、橋梁変状に特化した独自のデータセットを構築した。このような専門分野に特化したデータセットは、それまで存在しなかった。そして、このデータセットを用いて、Image Captioningを行うためのディープラーニングモデルを訓練した。

さらに、文章を生成する際に、画像のどの部分に「注目」すべきかをAI自らが学習する機構をモデルに導入した。これは、人間が画像を説明する際に、全体をまんべんなく見るのではなく、説明したい対象に視点を集中させる動きを真似たものである。こうした技術を組み合わせることで、我々の手法は高い精度を達成した。また、橋梁の点検写真では、一枚の画像に複数の変状が写っていることが多いため、一つの画像から複数の説明文を出力するアルゴリズムも考案した。これにより、「支承の腐食」と「アンカーボルトの欠損」といった複数の劣化事象を同時に指摘することが可能になった。結果の事例を図1に示す。高い精度で劣化状況が文章化されている様子がわかる。この成果は、経験の浅い技術者や、専門知識が豊富でない行政職員でも、画像から橋梁の状態を容易に理解する手助けとなり得る。

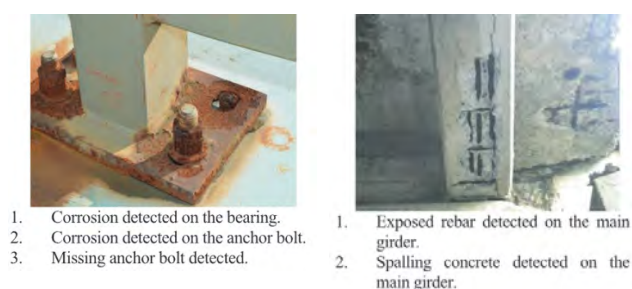


図1 橋梁損傷の説明文を画像から生成するAI

一方で、このアプローチは、いわば「専門性」と「汎用性」のトレードオフの関係を内包していた。専門的なデータセットで訓練することで、AIは「橋梁変状」という特定のタスクに関する高い専門性を獲得する。その反面、訓練されたタスク以外の、例えば地質図を読解するような全く異なる業務を行うことはできず、汎用性は失われる。

さらに、もう一つの根源的な課題があった。それは、専門データセットだけでは学習できない「暗黙知」の存在である。後の章で詳述するが、「水は上から下に流れる」といった自明の理は、点検記録などの専門文書には当たり前すぎて書かれていないため、特化型AIがこういった概念を学ぶことは極めて困難であった。そのため、例えば橋梁の支承に発生した腐食の原因として、上部の伸縮装置からの漏水が考えられる場合、その診断には「水は重力に従って上から下に流れる」という基本的な物理法則の理解が不可欠である。ところが、専門文書のみを学習したAIにはこの自明の理が欠けているため、観測された変状と、その根本原因とを結びつける自律的な診断を行うことが容易ではなかった。つまり、LLM前夜のAIは、「高い専門性」と引き換えに、「汎用性」と、常識的な判断の基盤となる「広範な暗黙知」を扱えないという限界を抱えていたのである。

これに対し、現在我々が目にしているLLMや、画像など文字以外の情報も扱えるLMM (Large Multi-modal Model: 大規模マルチモーダルモデル) は、超大量のパラメータを持つアーキテクチャにより、超大量のデータを学習することを可能としたものである。このモデルにより、強烈なコンピュータパワーによる長時間学習が必要となるが、インターネット上に存在するウェブページ、書籍、論文、画像といった、ありとあらゆる膨大な情報を事前に学習している。その結果、特定の目的に限定されない「汎用性」と、多様な文脈から獲得した「暗黙知」を両立させている。この点こそが、LLM前夜のAIとの本質的かつ決定的な違いであり、このように急速に世界的に普及している理由でもある。

### 3. LLM, LMM: 汎用AIの簡単な仕組みと実力

LLM前夜のAIが、特定の課題を解くための「職人」や「専門家」であったとすれば、現在のLLMやLMMは、広範な知識を持つ「万能家」でありながら、特定の分野においても専門家と対話できるほどの深さを併せ持つ存在、と例えることができる。その驚くべき能力は、実は非常にシンプルな原理に基づいている。

LLMの基本原理は、突き詰めれば「入力された文章に続く、最も確率の高い単語を予測し続ける」ことにある。例えば、「日本の首都は」という文章が入力されれば、学習した膨大なデータの中から、次に続く単語として「東京」が最も確率が高い



と予測する。このような自己回帰的な単語の連鎖生成こそが、ChatGPT の名前の一部にもなっている GPT (Generative Pre-trained Transformer) の Generative の由来である。このシンプルな原理を、数十億から数兆にもものぼる膨大な量のパラメータと、インターネット規模の巨大なデータセットで実現したのが LLM である。

この汎用的な能力は、地質・地盤分野においても様々な応用が考えられる。例えば、これまでは数日を要したかもしれない文献調査も、LLM に「〇〇地域の地すべり災害に関する近年の主要な論文をリストアップし、それぞれの貢献を 500 字で要約して」と指示するだけで、ものの数分で高度な要約を入手できる。また、ボーリング調査で得られた土質区分や N 値のデータを LLM に渡し、「このデータから、地盤構成の概要と工学的な留意点について報告書の草案を作成して」と指示すれば、一定の品質を持つ文章が生成されると期待できる。これは報告書作成業務の大幅な効率化に繋がる。

一方、LLM がテキストだけでなく、画像などの他の種類の情報 (モダリティ) も一緒に扱えるように拡張された LMM は、さらに強力な能力を発揮する。LMM は、画像と言葉を橋渡しするように学習しており、画像の内容を理解し、それに関する質問に言葉で答えることができる。

例えば、ある露頭の写真を LMM に見せ、「この写真から読み取れる地質学的特徴を説明してください」と質問すれば、「互層構造が見られ、風化の程度に差がある」「節理の発達が認められる」といった基本的な観察結果とともに、「斜面安定性の観点から注意が必要」という工学的な指摘も期待できる。現時点では完全に専門家の判断を代替するものではないが、若手技術者の教育や、専門家同士の議論のたたき台として有用である。

## 4. LLM がもたらす本質的な変化と期待

LLM や LMM がもたらす変化は、単なる業務の効率化に留まらない。それは、私たち土木技術者の「知」の扱い方や、仕事の進め方そのものを変革する可能性を秘めている。ここでは、期待される 3 つの本質的な変化について述べる。

### ①暗黙知を含む AI (専門家の常識・経験則獲得)

2 章の終わりでも触れたように、まず期待されるのが、専門家の持つ「暗黙知」を AI が獲得することである。暗黙知とは、言葉で明確に説明するのは難しいが、熟練者が無意識のうちに使っている

経験則や勘、大局観のことである。

例えば、「水は上から下に流れる」というような、自明な物理法則や社会常識は、専門家にとっては論ずるまでもない『前提知識』である。それゆえ技術報告書のような専門文書に記述されることはまずなく、結果として専門文書だけを学習した特化型 AI は、このような基本的な常識すら獲得できなかった。

これに対し、現在の LLM は、専門文献や技術報告書だけでなく、子ども向けの読み物から一般的なニュース記事まで、インターネット上のありとあらゆる情報を学習している。その過程で、専門家の思考パターンや判断の機微といった高度な暗黙知だけでなく、こうした基本的な物理法則や社会的常識までも、膨大な文脈の中から知識として獲得していると考えられる。専門家の文章を集めるだけでは獲得不可能な、多様なレベルの暗黙知を網羅できる点に、LLM の本質的な強みがある。地質現象は不確実性が高く、全ての事象を形式知だけで記述できないからこそ、この能力は極めて重要である。暗黙知を獲得した AI は、単なるデータ処理機としてではなく、我々の思考を拡張する役割を担うことが期待される。

### ②非構造化データの構造化

次に重要なのが、形式の定まっていない「非構造化データ」を、活用可能な「構造化データ」へと変換する能力である。構造化データが Excel の表のように行と列で項目が定義されたデータを指すのに対し、非構造化データは報告書の本文のような自由記述の文章だけでなく、画像、音声、センサーログなど、形式が定められていないあらゆるデータを指す。地質・地盤分野で扱う情報の多くは、まさにこの非構造化データであり、技術者がそこから様々なことを判断するが、形式がバラバラなため、横断的な検索や統計的な分析を行うことが難しく、その多くが個別の報告書やファイルの中に眠ったままになっていた。

LLM、そして画像などを扱う LMM は、その高度な情報処理能力によって、これらの膨大な非構造化データを意味的に理解し、そこから必要な情報を抽出・整理することができる。例えば、数千ページに及ぶ過去の調査報告書の中から、「特定の地層名」「その層厚の範囲」「工学的な特性に関する記述」「関連する災害事例」といった項目を AI が自動で抽出し、一覧表やデータベースの形にまとめることが可能になる。筆者らの Image Captioning の研究も、画像から「損傷部材：支承」や「損傷種別：



腐食」といった情報を文章として生成する点で、非構造化データ（画像）から構造化された情報（部材、種別）を抽出する試みと言える。LLM/LMMは、このプロセスを既存の膨大なテキストや画像資産に対して、より大規模かつ柔軟に行うことができるという強みを持つ。この能力は、埋もれていたデータ資産を、再度活用可能な知識へと転換させることに等しい。

### ③業務プロセスの革新（技術者が本来の業務に集中できる環境へ）

上記の①暗黙知の獲得と②非構造化データの構造化が組み合わさることで、地質・地盤技術者の業務プロセスそのものが大きく変わることも期待される。調査計画の立案、現地での踏査、データ整理、解析、そして報告書の作成という一連の業務フローにおいて、これまで技術者は多くの定型的な作業に時間を費やしてきた。

生成AIはこれらのプロセスを劇的に変革し得る。例えば計画段階では、過去の類似地域の事例や関連文献をAIが瞬時に提示し、最適な調査計画の立案を支援する。データ整理・解析の段階では、非構造化データの構造化によってデータ入力の手間を省き、解析モデルの初期条件やパラメータの妥当性について、暗黙知を含んだAIが助言を与える。そして報告書作成の段階では、解析結果や考察の要約、図表のキャプション生成、参考文献リストの整理などをAIが自動化し、技術者の執筆負担を大幅に軽減する。

その結果、技術者は、これまで多くの時間を費やしてきた単純作業や定型業務から解放される。そして、その時間を、専門家でなければ決してできない、より高度で創造的な業務に集中させることができるようになる。これは、単なる効率化を超え、技術者一人ひとりの生産性と専門性を最大限に引き出す、働き方の質の変革に繋がると期待できる。将来的には、より本質的な考察や新たな技術開発といった創造的な領域においても、AIは思考の整理を助け、異なる視点からの検討を促す存在として、我々の研究開発を支援する役割を果たすと期待できる。

## 5. まとめ：生成AIとどう付き合うか

本稿では、LLM前夜の特化型AIとの比較を通じて、現在の生成AIが持つ「汎用性」という本質的な特徴について述べ、それが地質・地盤分野にもたらすであろう変化と期待について考察してき

た。生成AIは単なる便利な道具ではなく、土木工学における「知」の扱い方や仕事の進め方そのものを、根底から変革するほどの大きなポテンシャルを持っている。

しかし、生成AIと付き合っていく上で、我々はいくつかの重要な心構えを持つ必要がある。まず、生成AIは万能ではないという認識である。導入で述べたように、AIがもっともらしい嘘（ハルシネーション）をつく頻度は劇的に減少しているものの、依然としてAIは誤りを犯す可能性があるという認識は不可欠である。したがって、AIの出力を無批判に受け入れることは極めて危険である。

このことは、裏を返せば、専門家としての我々の役割が今後ますます重要になることを意味している。AIが出力した情報の真偽を判断し、その価値を見極め、自らの専門知識と経験に基づいて批判的に吟味し、最終的な意思決定の責任を負う。この、AIの出力を鵜呑みにせず、その本質を見抜き、自らの判断の「道具」として使いこなす能力、すなわち「専門知に裏打ちされた批判的思考力」こそが、これからの技術者に一層強く求められるスキルとなるだろう。AIに仕事を奪われるのではなく、AIを使いこなし、その出力に付加価値を与えるのが専門家の役割となるのである。

最終的に目指すべきは、AIとの対立ではなく、「協働」である。将棋の藤井聡太竜王・名人は、AIを研究パートナーとして活用していることで知られる。しかし、AIから最大限のものを引き出せるのは、彼自身が人間として最高峰の実力と深い洞察力を持っているからに他ならない。AIと専門家の関係もこれと同様であり、AIを高度な対話相手として使いこなすためには、我々人間側にもそれに比肩する高い専門性が求められる。

生成AIは、地質・地盤分野においても避けて通れない技術となりつつある。本稿で述べてきたように、その汎用性と暗黙知を活用することで、我々の業務は大きく変わる可能性がある。同時に、AIの限界を理解し、専門家としての判断力を維持・向上させることも不可欠である。今後は、この新しい技術を適切に評価し、実務への導入を慎重かつ着実に進めていくことが、我々技術者に求められる。

本稿で論じてきたAIとの協働関係は、単に既存業務の効率化に留まらず、これまで人類が直面してきた、より壮大で複雑な課題解決への扉を開く可能性を秘めている。例えば、地球最後のフロンティアと呼ばれる深海底に眠るメタンハイドレートやレアアースといった未利用資源の開発はその

典型である。広大な海底の地質構造を把握し、膨大な物理探査データやサンプリング情報といった非構造化データを統合的に解釈・評価するプロセスは、まさに本稿で述べた生成 AI の能力が最大限に発揮される領域と言える。AI が膨大なデータから有望な領域を絞り込み、技術者が専門的な知見に基づき最終判断を下す。そのような人間と AI の新たな協働関係を築くことこそが、資源探査のような極めて不確実性の高い課題に対する我々の挑戦を加速させ、地質・地盤分野の未来を、そして人類の可能性そのものを大きく切り拓いていく鍵となるはずである。

---

#### 〈参考文献〉

- 1) Chun, P. J., Yamane, T., & Maemura, Y.: A deep learning - based image captioning method to automatically generate comprehensive explanations of bridge damage. Computer - Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 37, No. 11, pp. 1387-1401, 2022
- 2) 山根達郎, 渡部達也, 全邦釘: Attention 機構モデルによる橋梁撮影画像からの損傷状況推定. AI・データサイエンス論文集, Vol. 2, No. J2, pp.632-641, 2021.

## 路面下調査技術の標準 —地中と地上の3次元データ —一元化技術へのAIの活用—

しのはら じゅん\*  
篠原 潤\*

K  
ey Word

地中レーダ技術, AI 解析, インフラ維持管理, 予防保全, 路面下空洞調査,  
橋梁床版調査, 災害復旧・復興

### 1. はじめに

地中レーダは、路面下に存在する空洞や地下埋設管の位置・規模を非破壊で探査できる技術として広く活用されている。その原理は、地中に電磁波を照射し、比誘電率の異なる境界面で反射した波を受信・解析することで地下構造を可視化するものである。

一般社団法人日本インフラ空間情報技術協会（以下「当協会」）では、3次元地中レーダとモバイルマッピングシステムを組み合わせた計測システム（GMS3）<sup>1)</sup>を認定技術として活用している。本技術は、国土交通省、NEXCO および地方自治体における路面下空洞調査の標準的な調査手法として用いられているほか、全国標準積算資料（土質・地質調査）<sup>2)</sup>や地質調査実施要領<sup>3)</sup>においても、調査手法の標準として記述されている。

この標準技術<sup>1)</sup>は、車両搭載型の3次元地中レーダにより地下の3次元データと同時に、全周囲カメラで地上の3次元映像を高精度な位置情報と共に取得するものである。取得した地下・地上情報は統合され、専用ビューアソフト上で管理・表示可能である（図1、図2）。

しかし、探査で得られる反射波形データは膨大であり、その中から空洞や埋設管を正確に判別するには、専門知識と経験を持つ技術者が長時間にわたり目視解析を行う必要がある。この作業は解析コストの増大や人材不足といった課題につながっている。加えて、建設業界では若手技術者の減少と熟練者の高齢化により人手不足が深刻化した厳しい労働環境に直面している。こうした背景のもと、国土交通省のi-Construction推進もあり、DXによる抜本的な効率化が求められている。



図1 地中レーダ3次元モバイルマッピングシステム



図2 地中と地上の一元化表示例

これらの課題の解決方法として、当協会でも地中レーダデータの解析プロセスにAIを導入し、高度化・自動化を図っている。本稿では、導入している地中レーダ解析AI技術と、このシステムをさらに発展させることによる、インフラ維持管理の効率化、コスト削減に向けた取組みについて紹介する。

\*（一社）インフラ空間情報技術協会 事務局長 （株）カナン・ジオリサーチ 代表取締役



## 2. AI を用いた空洞判定

集中豪雨や下水道管の老朽化に伴い、頻発する路面陥没の対策として全国各地で路面下空洞調査が定期的に実施されている。調査は交通規制を必要としない車載型地中レーダを用いる方法が主流であり、1回の調査で数十～数百kmのデータを取得することも多い。そのため、従来は熟練技術者が膨大なデータを長時間かけて目視解析し、空洞を抽出していたが、解析負担の軽減が強く求められている。地中レーダ画像から空洞パターンを自動抽出するために、AIを用いた画像解析による空洞判定を実施（大和探査技術（株）<sup>4)</sup>）している。従来の判定手順と、AIを導入した判定手順の比較を図3に示す。



図3 従来とAIを用いた空洞判定プロセス<sup>4)</sup>

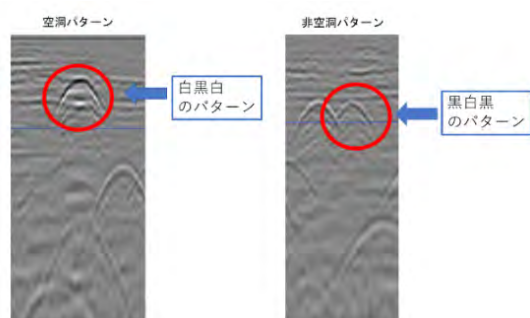


図4 空洞・非空洞パターン例<sup>4)</sup>

画像解析AIは、測線の1チャンネル分の地中レーダ画像を入力とし、学習データを基に双曲線状の空洞・非空洞パターンを検出する。検出結果は解析画面に表示され、最終的に技術者によって確認・精査される。

従来の技術者による判定では、双曲線状の白黒パターンに加え、複数チャンネル間の連続性を考慮して3次的に判断する。埋設管は多くのチャンネルで同一位置にパターンが現れるため非空洞とされるが、AIはチャンネル間の関係を考慮せず、1チャンネルの画像から学習した特徴に基づき平面画像から空洞有無を判定する（図4）。

このAI判定は、実際の空洞について95%以上という高い検出率を達成し、見逃し防止に有効性が確認された。一方で、非空洞を含む判定精度は40%未満と低く、誤検出の多さが課題である。原因はAIがチャンネル間の立体的連続性を考慮していないためであり、今後は3次的な判定基準の導入や特殊パターンへの対応が必要とされる。

現状では、画像解析AIの分類結果を技術者が再確認するプロセスが残るが、それでも全体の解析時間は大幅に短縮される。AIの利点は、一貫した基準による判定と高速処理能力にあり、人力の約4倍の速度で解析でき、24時間稼働によってさらなる解析作業の生産性向上が図れる。

## 3. AIによる鉄筋コンクリート内部の損傷検出

道路橋床版の損傷形態は多様化しており、特に山間地や寒冷地では、凍結防止剤の散布などの影響により、アスファルト舗装直下の床版上面コンクリートが土砂化する事例が数多く報告されている。土砂化は外観から直接把握できず、さらに調査には交通規制を伴うため十分な時間が確保しにくい。鉄筋腐食や水平方向のひび割れなど、床版内部で進行する損傷は、外観に現れる変状以上に深刻である場合も多く、これに対応するため様々な非破壊検査手法の開発・適用が進められている。道路橋床版の点検には点検手法によって適用範囲の制約があり、鉄筋腐食領域や内部ひび割れを的確に把握するには複数の手法を組み合わせる必要がある。予防保全の観点からは、腐食初期に発生する微細なひび割れを早期に検出できる技術が特に求められている。

この課題に対し、鉄筋・空洞探査で一般的に用いられる電磁波レーダ法の適用可能性に着目し、地中レーダで取得したデータを機械学習で分類し、自己組織化マップを活用し、その分布形状や規則性から鉄筋コンクリート内部の損傷箇所を判定することにより健全部と損傷部に分類するシステムが開発（技建開発（株）<sup>5) 6)</sup>；CQドクター）されている。

このAIによる鉄筋コンクリート内部の損傷検出システムは、機械学習によって分類されたデータをグループごとに色分けして表示するため、従来の白

黒コンター図を経験的に読み解く方法に比べ、損傷推定の精度を大きく向上させる。また、損傷箇所が視覚的に明確に示されることにより、技術者の熟練度に依存せず、解析作業の効率化と単純化が実現する。その結果、省人化や工程短縮、点検・補修範囲の特定精度向上につながる。

本技術を橋梁床版の劣化調査に適用することで、損傷推定が熟練技術者の主観に左右されずに実施可能となり、客観的かつ効率的な維持管理を実現することが可能である。(図5, 図6)

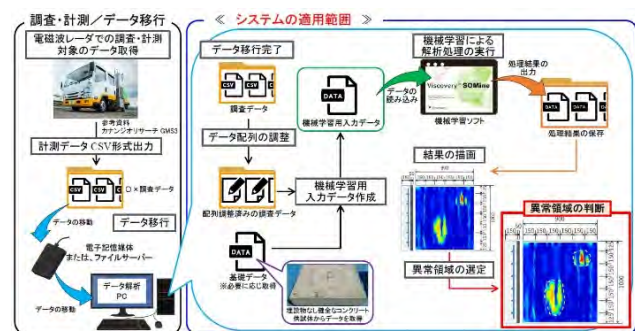


図5 調査から損傷判定までのイメージ

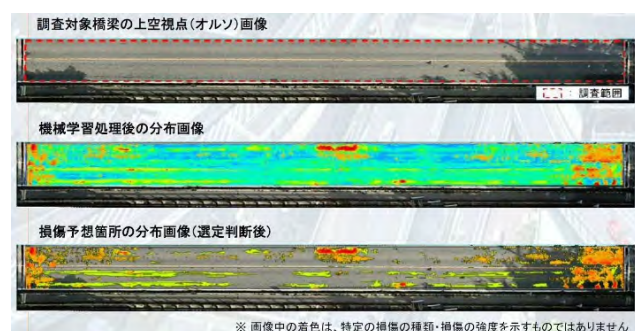


図6 CQドクターによるアウトプットイメージ

#### 4. 予防保全や災害時の早期復旧への活用

路面下空洞調査技術として標準的に用いられている地中と地上情報の一元化技術<sup>1)</sup>に、新たに時間軸を加えることで、インフラ維持管理の姿を大きく変える可能性がある。この「4次元マッピングプラットフォーム」構想では、同一箇所定期的に3次元データを取得し、時系列で蓄積・管理することにより、インフラの状態変化を「3次元+時間」で把握できる。蓄積データを比較・分析することで、空洞の拡大や路面沈下の進行度を差異から定量的に評価し、異常の深刻度に応じた対策優先度の決定や補修計画の立案を可能にする。これにより、科学的根拠に基づく予防保全や、急激な変状への迅速な対応が期待される。

経時変化の監視という考え方自体は従来から存在し、他のインフラ分野でも理想的なマネジメント手

法として目指されてきた。しかし、地中探査では解析コストと時間の制約が大きく、実際には数年に一度の低頻度評価が限界であった。AIの導入を実現したプラットフォームは、解析の自動化によってコストと時間を大幅に削減して高頻度のデータ蓄積を可能とする。結果として、データ駆動型のインフラマネジメントが実現可能となる(図7, 図8)。

さらに、この4次元プラットフォームは災害対応にも有効である。平時に蓄積された高精度データは、詳細なハザードマップとして機能し、地震や豪雨時のリスク評価に役立つ。災害発生後には迅速に被災状況を計測し、災害前データとの比較解析を行うことで、道路損壊や構造物被害、地下空洞の新規発生を即座に把握できる。絶対座標に依存せず差分解析で評価できる点も特徴である。

また、津波などで地上の建物や目標物が消失した場合でも、位置が安定した地下埋設管を基準点(ベンチマーク)として活用することで、被災前の区画や施設位置を正確に復元できる。これにより、救助活動の迅速化や復旧・復興計画の策定に大きく貢献することが期待される(図9)。

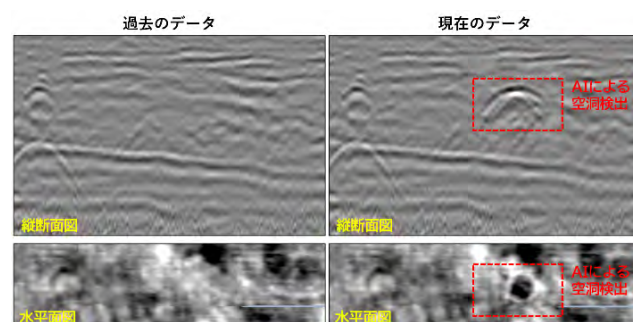


図7 地中レーダ映像の変化点検出 AI イメージ

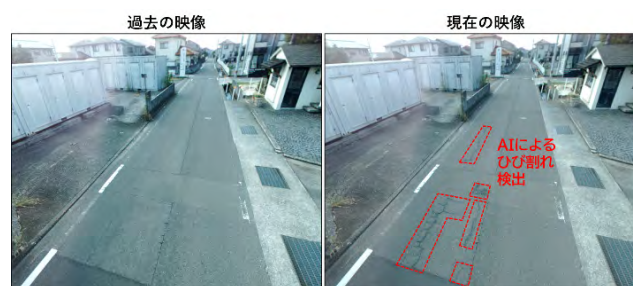


図8 地上映像の変化点検出 AI イメージ

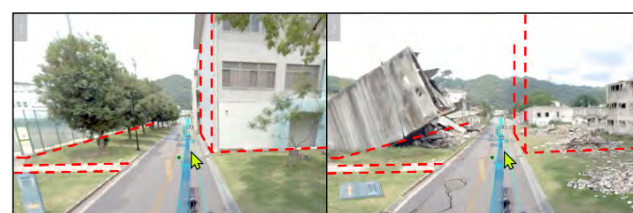


図9 災害前後比較による活用イメージ



また、道路パトロールカーなどに計測機材を搭載し、高頻度でデータを取得・蓄積するコストを掛けないデータ取得の仕組み構築も課題である（図10）。



図10 データ取得用道路パトロールカー

- 5) 技建開発株式会社：鉄筋コンクリート内部ひび割れ検出システム, [https://gkc.co.jp/crack\\_detect/](https://gkc.co.jp/crack_detect/) (2025年9月12日現在)
- 6) 多田祐希, 三浦泰人, 中村光：「自己組織化マップを用いた電磁波レーダによる内部ひび割れ領域ならびに鉄筋腐食領域の検出に関する研究」, 「土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造)」, Vol.76, No.3, pp.158-170, 2020

## 5. おわりに

3次元地中レーダ探査技術を用いた地中と地上情報の一元化技術<sup>1)</sup>は、路面下空洞調査法として標準的に用いられており、さらに地中レーダ技術とAI解析の融合は、インフラの維持管理における課題を解決する大きな可能性を秘めている。地中と地上の一元管理に加え、AIを活用した空洞判定や鉄筋コンクリートの損傷検出により、解析の効率化と精度向上が実現しつつある。

さらに、時間軸を加えた「4次元マッピングプラットフォーム」の構想は、予防保全や災害時の迅速な対応にも貢献する新たな社会基盤の形成を目指すものであり、今後はAI技術のさらなる高度化と運用体制の整備を通じて、持続可能で安全なインフラ管理の実現に向けた取り組みを加速させていく必要がある。

### 〈参考文献〉

- 1) ロドリゲス ネット, 篠原潤, 加藤祐悟, 谷田幸治, 沖野敦, 佐藤友之：「Advancements and applications of GMS 3 : a surface and subsurface unified database system」, 「Journal of Physics: Conference Series」, Vol.2887, p.012022, 2024
- 2) 一般社団法人全国地質調査業協会連合会：「全国標準積算資料 (土質調査・地質調査) 令和7年度改定歩掛版」, 2025.6
- 3) 一般社団法人全国地質調査業協会連合会・一般財団法人経済調査会：「発注者・若手技術者が知っておきたい地質調査実施要領」, 2025.2
- 4) 佐藤匡, 内藤好裕：「AIを用いた路面下空洞判定ソフトウェアの開発」, 「土木建設技術発表会 概要集」, pp.57-63, 2021.11



# 調査結果の再検討による コスト縮減等の事例紹介

こんどう としみつ\*  
近藤 敏光\*

K  
ey Word

コスト縮減, 盛土, 地すべり, 地形改変, 火山礫凝灰岩

## 1. はじめに

私は40年以上、道路・ダム・地すべり等の調査に携わってきた。現在の会社に入社以降は、空中写真を使って、地形改変の履歴を確認することを調査の一部に取り入れることも多い。

私が経験した現場から、空中写真等を用いて、コスト縮減を図った事例と、これまでの経験からの思い込みで、追加調査を実施した事例を紹介する。

## 2. 事例1（調査結果の再検討によるコスト縮減）

国道近傍で地すべりが発生し、前年度に実施された地質調査業務を受けて、追加の地質調査を実施する業務であった。前年度業務の成果を確認した結果、作成された地質調査結果の疑問点を、空中写真等を用いて地形改変の経緯を確認した上で、対策工法の再検討を実施しコスト縮減を図った。

### （1）前年度調査結果

前年度の地質調査の結果、図-1に示す地質断面図が作成されていた。この地質断面図を見て、下記の4つの疑問点が浮かんだ。

- ①国道が厚い盛土となっているが、山側が切土法面になっているため、切盛境界がどこかに存在する。
- ②山側が切土法面のため、盛土はそれほど厚くないのではないか。
- ③国道が盛土上に施工されていなければ、地すべりが発生しても国道に影響しないため、道路事業として地すべり対策事業を行う必要はないのではないか。
- ④現在発生しているキレツは、切盛境界で発生しているのではないか。

以上の疑問点を解決するための方法を提案し、新たな調査と変状原因の検討を行った。

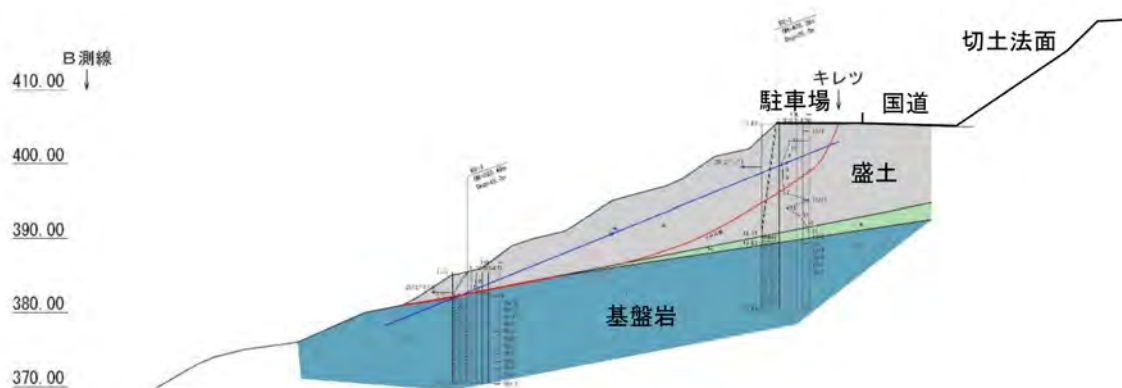


図-1 前年度調査結果による地質断面図

\*国際航業株式会社 事業統括本部 東北技術部東北国土保全グループ 防災担当部長  
技術士（建設部門）・地質調査技士（現場技術・管理部門）

(2) 再検討の方法と地質調査結果

地形改変状況を把握するために、表-1 に示す資料を収集し、地形改変状況を確認した。

この結果、平成7年度には、今回地すべりが発生した盛土が施工されており、国道は切土範囲と推定された。

表-1 地形改変確認結果

番号	資料名	確認結果
1	平成元年撮影・図化平面図	国道路肩の平坦面は見られない。
2	道路台帳図 資料1との重ね合わせ	駐車場が拡大され、国道脇に盛土が施工され、国道路肩に平坦面が確認される。
3	平成24年度調査平面図 資料1との重ね合わせ	キレツは盛土内で発生していると推定される。国道は切土範囲と推定される。
4	平成16年航空レーザ測量 資料1との重ね合わせ	盛土が確認され、馬蹄形状の地すべり地形が確認される(図-2)。
5	平成7年度撮影空中写真	新規盛土が確認される(写真-1)。

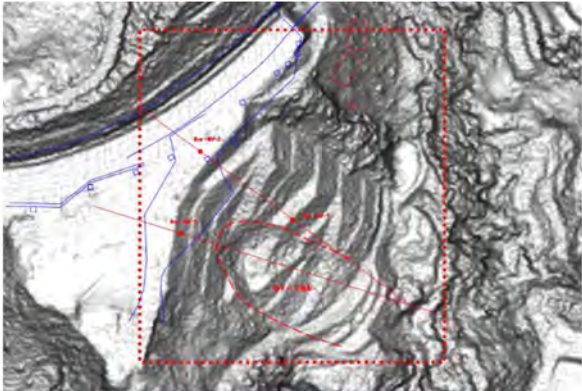




図-2 平成16年航空レーザ測量 DEM



写真-1 平成7年11月撮影の空中写真

表-2 対応方針比較表

ケース名	1 案	2 案
概要	斜面全体の安定を図る	斜面変状が発生した場合でも国道に影響が及ばないような対策を行う
課題	BV-1 孔の歪変動が地質との関係から、地すべり性のものか疑問が残ること、BV-3 孔の歪変動が小さいことから、地すべり規模を特定する必要がある。	国道部分は岩盤と推定しているが、地質状況を確認する必要がある。
調査計画	<ul style="list-style-type: none"><li>調査ボーリング 3 孔</li><li>パイプ歪計設置 3 孔</li><li>パイプ歪計観測 6 孔</li><li>地下水観測 6 孔</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>調査ボーリング 3 孔</li></ul> 
対策工計画	<ul style="list-style-type: none"><li>地下水排除工</li><li>押さえ盛土工</li><li>抑止杭工</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>情報板移設+ラウンディング(用地確保必要なしの場合)</li><li>親杭パネル工法(用地確保が必要な場合)</li></ul>
長所	斜面全体の対策を行うことが出来る	追加調査の結果から対策工設計に着手でき、対策工着手が1案より早くなる。
短所	地すべり規模を特定するため、融雪期を跨いだ観測が必要となり、対策工着手が遅れる。	壁高が高くなった場合、頭部アンカーが必要になる場合があり、この場合1案の抑止杭工より高くなる場合も想定される。
評価	地すべり規模を決定するための調査が多く必要で、対策工着手が遅くなることから、1案より劣る。	場合によっては1案より対策費が高くなる可能性があるが、対策工着手が1案より早くなるため有利。

△

○

この推定結果を基に、表-2に示す2案（第1案：斜面全体の安定を図るための調査・対策。第2案：斜面変動が発生した場合でも国道に影響が及ばないような対策）の対応方針を検討し発注者と協議した結果、第2案の調査・対策を実施することになった。

新たに実施した調査ボーリングも含めて作成した地質断面図を図-3に示す。

調査の結果、地すべりが発生した盛土は、最大層厚約5mの腹付け盛土として施工されていることが確認された。

変状発生原因は、調査地は豪雪地帯で、除雪した雪を盛土法面に排雪しており、融雪水の影響で変状が発生したと推定した（図-4）。

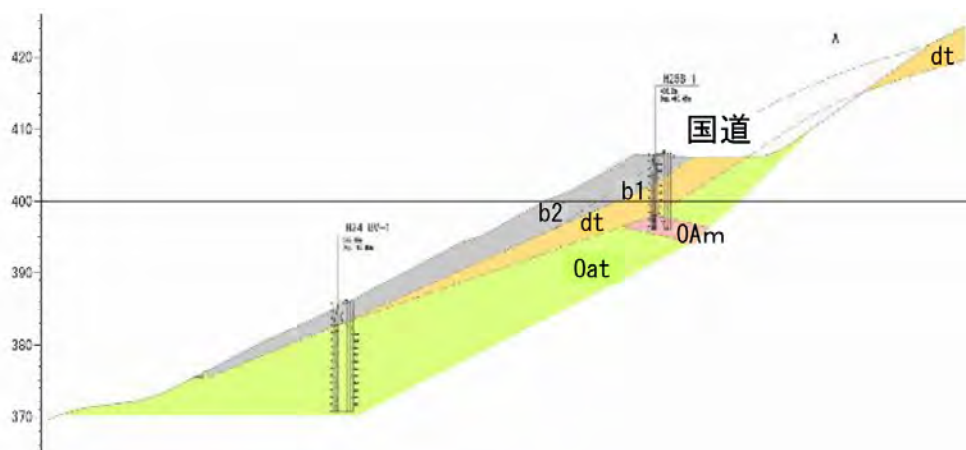


図-3 地質断面図

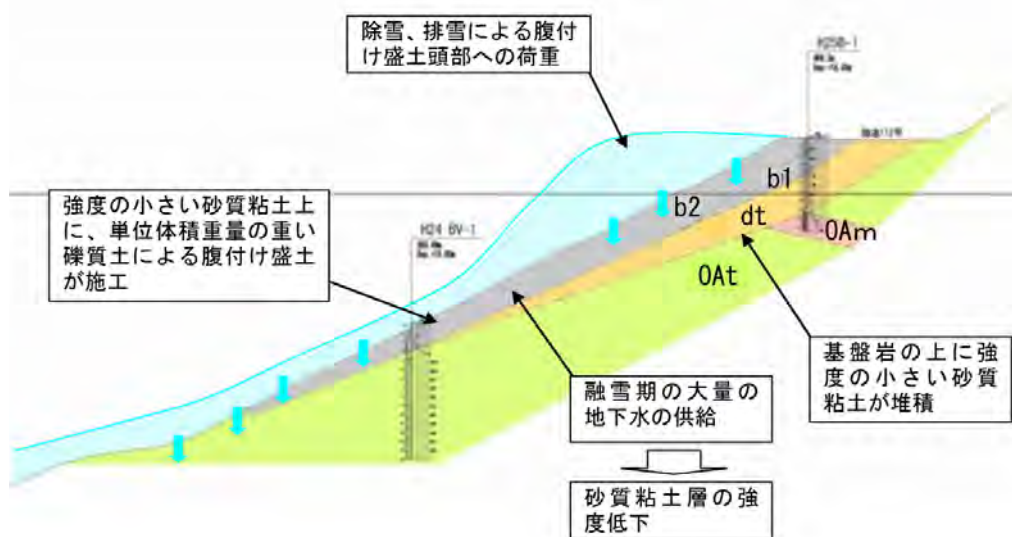


図-4 地すべり発生機構概念図

### (3) 対策工法の検討

対策工として下記に示す2案を検討した結果、経済性に優れる第1案：盛土層を除去する方法を採用した（図-5）。

対策工費は算出していないが、盛土層の地すべり対策として、安定化を図るケースに比較して、地質調査も含めると、数分の1～十分の1程度の費用となったと判断している。

#### ▶ 第1案：変状の原因となる盛土層を除去する方法【採用工法】

※土工での対策となるため安価となるが、盛土層を除去することで駐車場が狭くなる。

#### ▶ 第2案：盛土層を構造物（杭式擁壁）により安定化する方法

※構造物で安定化させるため、対策が高価となる。



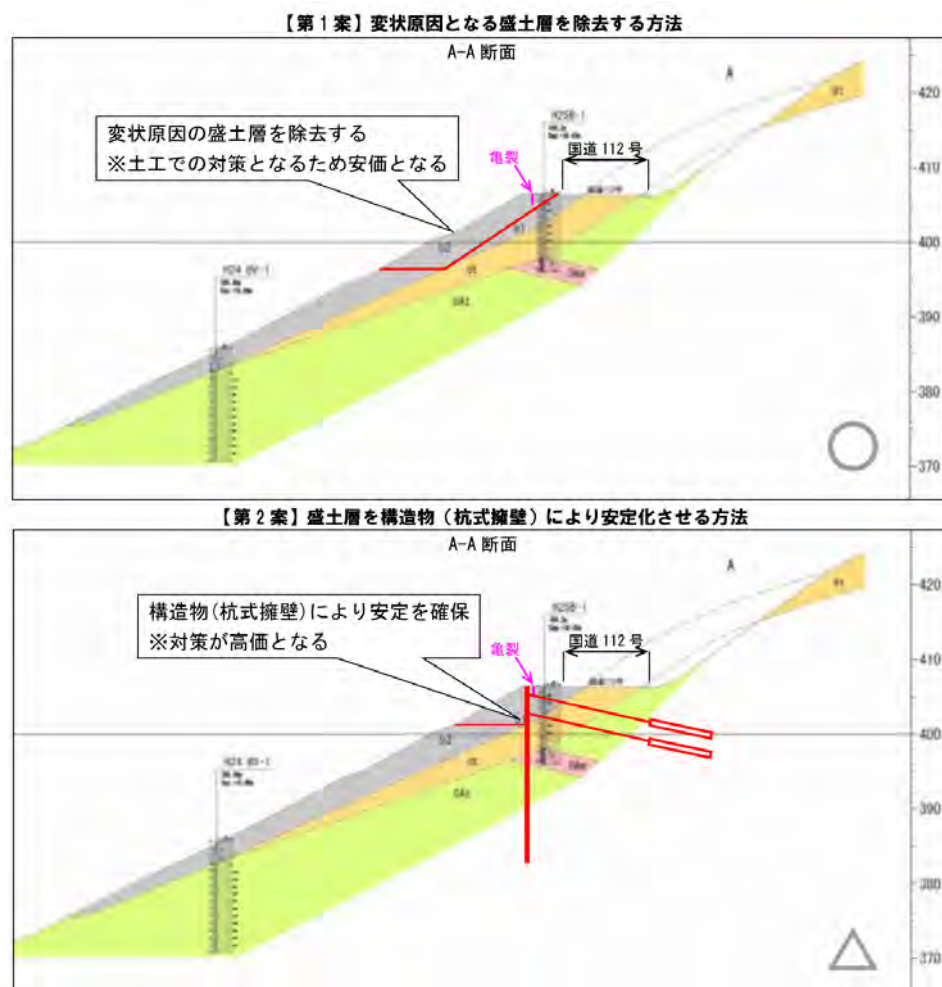


図-5 対策工比較案

### 3. 事例2（経験による思い込み）

#### (1) 現地状況

溪流に沿った国道に、スノーシェッドを施工するための調査ボーリングを実施した。

溪流には、凝灰岩が分布しており、なめ滝状になっていた（写真-2）。

#### (2) 調査結果

調査ボーリングの結果、表層は風化しているが、深度1 m程度で深は長柱状～短柱状コアとして採取される火山礫凝灰角礫岩が分布していることが確認された（写真-3）。

浅い深度から火山角礫岩が分布しており、スノーシェッドの基礎として問題はないと判断した。

スノーシェッドは、工期短縮のためプレキャストコンクリート壁を用いて山側の擁壁を作成することとなった。プレキャストコンクリート壁はプレボーリングで施工する計画で、プレボーリング工法は、硬質地盤にも適用可能な工法であり、火山礫凝灰岩



写真-2 国道脇における溪流の凝灰岩露頭



写真-3 ボーリングコア写真

は、なめ滝を形成し、ボーリングコアも長柱状に採取される（硬質であればキレツが生じると考えていた）ことから、この工法が適用可能と考えており岩石試験等の調査は実施しなかった。

### (3) 施工時の対応

プレキャストコンクリート壁の施工を開始したところ、予定深度まで掘削することが出来ずに高止まりした。

高止まりした原因を把握するために、追加調査ボーリングを実施し、室内岩石試験として湿潤密度試験、一軸圧縮試験を実施した。

調査ボーリングの結果では、高止まりした深度とそれ以浅の深度で岩質の違いは確認できなかったが、一軸圧縮強度が、高止まりした深度やそれ以深では3～5倍の強さを示していた。

追加調査の結果を受けて、プレキャストコンクリート壁の長さを再設計する対応を行った。

## 4. おわりに

事例1では、先行業務の地質調査結果を再検討し、地すべり変状範囲と保全対象の関係や、考えられる変状原因を推定し、道路事業という観点から対策工法を2案検討した上で調査方法を提案した。提案内容のうち、道路に影響が及ばずコストを縮減できる対策工法を実施した。対策を実施した箇所は、10年程度経過したが、その後に変状は発生していない。

この業務では、地質断面図を作成する際には、周辺の道路構造や、地形の成り立ちを考慮した上で地質断面図を作成することが重要なことを改めて感じた。また、地形の成り立ちを把握する上で、空中写真や地形図が重要で貴重な資料であること

を改めて認識した。

事例2では、地表地質の状況と調査ボーリング結果および採用工法から、その工法が適用できると考えて、その後の検討を行わなかった事例を紹介した。

硬質地盤に適用可能な工法とされていたため、なめ滝を形成する火山礫凝灰角礫岩なら対応可能と判断してしまった。幸いスノーシェッドの施工は、工期に間に合うことが出来た。

今回紹介した事例が、本報告を読んでいた皆さんの少しでもお役に立てば幸いである。

# 大地の恵み

## 大山の水 ～鷹勇の伝統を守る天然水～

### 1. はじめに

私は十数年前まで日本酒が苦手で飲めませんでした。独特の香り、口に広がる米の風味、そして喉を通るときの熱さが、どうしても馴染めなかった。友人に勧められても、笑顔で断るのが常だった。周囲は皆、乾杯の後、ゆっくりと日本酒に移る。私はひとりひたすらビールを口にしていました。

しかし、ある日を境にその印象が変わった。友人に誘われて訪れた地元の居酒屋で、初めて「鷹勇 純米吟醸 なかだれ」を口にした瞬間、思わず静かに目を閉じた。その一滴には、鳥取の自然と蔵人の技が凝縮されているようだった。

香りは穏やかでありながら、米の旨みがふわりと立ち上がる。口に含むと、柔らかな甘みとともに、しっかりとしたコクが広がる。雑味がなく、澄んだ味わいが喉をすっと通り抜ける感覚は、飲む人の心を静かに満たしてくれる存在である。

よくよく考えると、「鷹勇」は地元のお酒ということで、物心ついた時から祖父が呑んでいて、鷹勇が常に家にあるという感じでした。

「鷹勇」を醸す大谷酒造さんは、創業明治5年、150年以上にわたり、地元の恵みとともに伝統を守り続けておられる。

その酒造りの根幹をなすのが、大山から湧き出る伏流水である。冬の寒風と雪解けが育むこの天然水は、透明度が高く、ミネラルバランスに優れ、まさに「命の水」と呼ぶにふさわしい。

この水を使うことで、「鷹勇」は雑味のない澄んだ味わいを実現している。また、原料となるお米も大山の豊かな土壌と美味しい水によって育まれている<sup>1)</sup>。

### 2. 大山の天然水

大山は中国山地の最高峰であり、四季折々の美しい風景が広がる国立公園として、多くの人々に親し

まれている。その大山の天然水の秘密は、西日本最大級の広さを誇るブナ林にある。

縄文・弥生時代の古くから、大山は「神の宿る山」として崇められ、厳重に守られてきた。奈良時代以降は山岳信仰の霊場として入山が厳しく制限されたことにより、現在も豊かなブナ林が広く残されている。

このブナ林は、地中深くに純粋な天然水を蓄える役割を果たしており、大山の自然が長い年月をかけて育んだ貴重な水資源となっている。

そのサイクルは、雪解けの水は地中深く染み込み、栄養豊かな土壌でじっくりとろ過されている。そして、大山という巨大な天然のろ過機によってさらに洗練され、極上の天然水が育まれている。その水は静かな田園風景や美しい川の流れを生み出し、私たちのもとへと届けられている。

特に鳥取県では、地下水を水道水として利用している割合が高く、全国的にも珍しい「地下水利用型水道」が整備されている<sup>2)</sup>。

そのため、蛇口をひねるだけで「大山の恵み」を感じられる、美味しい水が供給される。

2024年2月21日に放送されたTBSの情報番組「ひるおび」で、「水道水が美味しい都道府県ランキング」が発表され、鳥取県が見事1位に選ばれました<sup>3)</sup>。

さらに、鳥取県は大手飲料メーカーのミネラルウォーターの生産地としても知られており、その豊かな水資源は多くの人々に親しまれている。

### 3. 大山地域の地形・地質

大山は約100万年前に活動を始めた火山で、現在は休止状態にある。成層火山と溶岩ドームが複合した地形を持ち、雄大な山容を形成している。

図1に示されているように、山体中央部の円錐形の高まりは大型の溶岩円頂丘（弥山）からなり、大



山の裾野は日本海まで広がっており、時代ごとに異なる密度で放射状の谷が刻まれた火砕流や泥流の堆積面、そして扇状地が形成されている。このような地形は、大山のマグマが珪長質であったことに加え、噴出源付近に高粘性の溶岩と低粘性の火砕流が堆積しやすかったこと、さらに火山の基盤に小起伏の山地が広がっていたことに起因している（町田，2004）<sup>4)</sup>。

これらの地形は、豊かな土壌を育み、地域の農業や水資源の確保に大きく貢献している。

また標高 800 ～ 1,300 メートルの範囲には、西日本最大級のブナ林が広がり、さらにその上部には草原が広がる高山帯が見られる。



図1 大山と周辺の地形区分図（一部加筆）<sup>5)</sup>

大山火山は、新生代第四紀更新世における火山活動によって形成された大規模な火山であり、その噴出物は広範囲に分布し、基盤面の大部分を覆っている。火山体は、古期大山火山体と新期大山火山体の二つに大別されている。

古期大山火山体は、基盤岩に接する最も古い部分で、主にデイサイト質の火山岩（ $\text{SiO}_2$  含有量が高く、粘性が高い）から構成されている。これにより、溶岩ドームや火山砕屑岩類（火砕流）を主体とする成層火山が形成された。

この古期火山体は矢筈ヶ山（やはずがせん）、勝田ヶ山、船上山などの峯々を構成しており、さらにその一部または同時代の活動によって形成されたと考えられる火山体には、鰐抜山（つばぬきやま）、飯戸山（たたらどやま）、鍋山、孝霊山（こうれいやま）などが含まれている。

一方、新期大山火山体は、古期火山体の上に発達し、現在「大山」として知られる弥山を中心とした火山体の核を構成している。

新期火山体も古期と同様にデイサイト質の火山活動によって形成され、同質の溶岩、火山砕屑岩類、火砕流からなる成層火山体である<sup>6)</sup>。

このように大山の特有な地質構成と豊かな自然環境の中で、長い年月をかけて育まれた天然水には、注目のミネラルである「天然シリカ」が含まれている。

この水は硬度 20 ～ 40 程度の軟水で、まろやかで口当たりがよく、すっきりとした味わいが特徴である。含まれているミネラルのひとつ「シリカ（ケイ素）」は、体内で生成することができず、加齢とともに減少していくとされています。

そのため、大山の天然水は、毎日の水分補給とともに、自然なかたちでシリカを摂取できる理想的な水として注目されています。

#### 4. おわりに

大山の水は自然と人の営みの結晶です。その透明な水が、私たちの喉を潤すだけでなく、心を静かに満たしてくれるのは、そこに大山の風景、歴史、そして人々の思いが宿っているからだと思います。

この水を守り、伝えていくことは、地域の未来を育てることであります。大山の水が、これからも変わらず私たちの暮らしに寄り添い続けてくれるよう、私たち一人ひとりがその価値を感じ、大切にしていきたいものです。

〔尾崎 浩一：アサヒコンサルタント株式会社〕

#### 〈参考文献〉

- 1) 大谷酒造株式会社 <https://takaisami.co.jp/> R7.7.31
- 2) 鳥取県持続可能な地下水利用協議会（令和 7 年）：鳥取県内の地下水位モニタリング結果レポート（R05 年度整理結果），p.1
- 3) あたらしい日日 <https://nichinichi-magazine.com/> R7.9.10
- 4) 竹下 浩征・草野 高志・山木 公史・郷津 知太郎（2012 年）：地質技術 第 2 号，pp.29-30
- 5) 鳥取県教育研修センター（1989 年）：鳥取県野外学習指導テキスト（8），大山とその周辺 1，p.22
- 6) 工業技術院 地質調査所（1962 年）：5 万分の 1 地質図幅説明書，赤碓・大山，pp.18-20

# 各地の博物館巡り

石川県金沢市

## 石川県立自然史資料館



外観

### はじめに

石川県立自然史資料館は平成18年5月に開館した自然史の総合資料館です。自然に関する教育普及活動、標本資料の収集・保管、調査研究などを行っています。常設展示に加え、企画展、特別展が随時開催されており、各種体験会や観察会も企画されています。また、図書室や研修室、小さなお子様向けの休憩コーナーも設置されており、大人から子供まで学べる施設となっています。

### 展示内容

#### ○エントランス・ロビー

(迫力の大型標本がいざなう自然史)

エントランスに入ると、大きな「森本断層のはぎとり標本」が迎えてくれます。翼を広げると2mもある石川県の鳥「イヌワシ」のはく製、「ゾウ」と「ウマ」の骨格標本など大物が並びます。

はぎとり標本は本物の断層面を固めた、約3m×3mの大きな標本です。1mも上にずれた断層で、



エントランス正面に展示されている断層のはぎとり標本。本物の断層面を固めた大きな標本です。

大きな力でできた大地の割れ目です。約2000年前に、森本断層がマグニチュード6程度の地震を起こした時にできたと考えられています。



旧制第四高等学校(現在の金沢大学)で教育に使われていた「ゾウ」と「ウマ」の骨格標本。

#### ○自然たんけん広場(石川の自然を紹介)

石川の自然を標本や映像で紹介しています。化石・岩石・鉱物、植物、動物の実物標本をまじかに観察できます。さわれる標本のコーナー、顕微鏡や拡大カメラを使った観察コーナーもあります。



石川県でみられる代表的な石を展示した地質図鑑に加え、植物や動物の図鑑も展示されています。





化石、植物、動物の実物標本展示や顕微鏡や拡大カメラを使った観察コーナー。

### ○物理たいけん教室（物理の不思議を体験）

旧制第四高等学校（現在の金沢大学）で使われていた、明治から昭和初期の物理実験機器が700点以上収蔵されています。国内屈指のコレクション数で、その一部を展示しています。簡単な理科の実験を体験できるコーナーもあります。



明治から昭和初期の物理実験機器の展示と実験体験コーナー。

### ○サンルーム（能登半島沿岸で見つかったダイオウイカの実物標本）

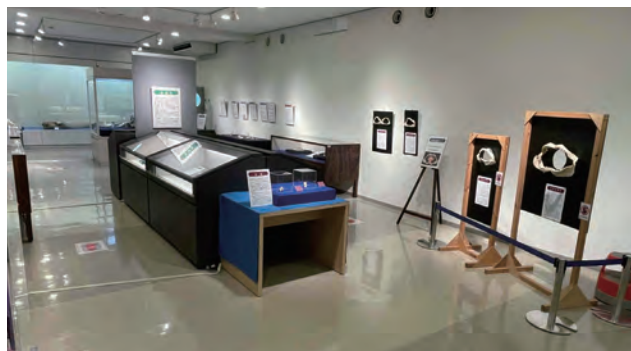
全長4.2m、巨大なダイオウイカの液浸標本を展示しています。2016年1月、能登町赤崎海岸に漂着した個体（メス）です。全身だけでなく、内臓や口器、珍しい卵も展示しています。



能登半島に漂着した全長4.2m巨大なダイオウイカの液浸標本。

### ○企画展と体験コーナー

常設展示に加え「企画展」や「特別展」も随時開催されており、地層観察や化石観察会、植物の観察、採集体験など、子どもから大人まで楽しめる体験講座や観察会が開催されています。自分の目で見て手で触れて学べるプログラムは、毎回多くの参加者に好評とのことです。



開催中（2025年6月14日～10月5日）の「歯ッ!」企画展示の様子。



体験会の様子。野外で地層や化石を観察し、大地の成り立ちを学びます。

## ご利用案内

#### ●所在地・連絡先

〒920-1147 石川県金沢市銚子町1-441 番地  
TEL：076-229-3450 FAX：076-229-3460

#### ●開館時間

午前9時～午後5時（入館は午後4時30分まで）  
休館日：年末年始

#### ●入館料

無料

#### ●アクセス

JR金沢駅からバスで約40分、徒歩約10分、駐車場完備（大型バス駐車可、障害者専用駐車場あり）

#### ●ホームページ

<https://www.n-muse-ishikawa.or.jp/>

[中部地下開発株式会社 技術・工事グループ  
技術担当課長 鬼頭 雄也]



## 津波石と津波防災 ―自然の記憶と未来への教訓―

### 1. はじめに

日本は世界でも有数の地震大国であり、それに伴う津波災害も過去に幾度となく発生してきた。特に南西諸島に位置する石垣島は、過去に大規模な津波の被害を受けた記録が残されている。その痕跡の一つが「津波石」と呼ばれる巨大な岩石であり紹介する。

### 2. 石垣島の津波石とは

津波石（つなみいし）とは、1771年の八重山地震津波（明和の大津波）によって、石垣島の沿岸から内陸部に打ち上げられた巨大な岩石のことです。

これは自然現象によって生じた「津波による自然遺産」であり、今も石垣島の複数の場所に点在しています。

津波石の中で有名なものが「津波大石（つなみうふいし）」である。

### ・ 重さ（推定）

約 1,000 トンを超えると推定されています

この巨大な岩石は、もともと海底にあったサンゴ石灰岩が、明和の大津波やそれ以前の大規模津波によって押し上げられ、現在の位置に打ち上げられたと考えられています。その規模の大きさは、当時の津波の圧力と規模の大きさを示す貴重な証拠となっています。

### 3. 津波災害（明和の大津波）

「明和の大津波（めいわのおおつなみ）」は、1771年（明和8年）4月24日（旧暦）に沖縄県の八重山諸島（特に石垣島・宮古島）を襲った日本史上最大級の津波災害の一つです。

地震によって引き起こされ、多くの人命と財産が失われました。石垣島南東沖約40kmを震源とするマグニチュード7.4程度の地震により発生しました。この地震自体の揺れによる被害は少なかったものの、津波が巨大で、複数回にわたって沿岸を襲い、特に石垣島と宮古島で壊滅的な打撃を受けました。

津波による死者・行方不明者は約11,800人以上とされ、内訳は石垣島を中心とする八重山諸島で約9,300人、宮古島を含む宮古諸島で約2,500人と記録されています。被害は沖縄本島には及ばなかったものの、宮古・八重山では村落が流失し、家屋や農地が破壊され、人口の3～4割が死亡する深刻な被害となりました。

津波の規模は異常に大きく、石垣島では最大遡上高85mという記録があり、宮古島でも30m以上と推定されています。このため、海中から巨大なサンゴ石灰岩「津波石」が内陸に打ち上げられており、現在も津波の威力を示す証拠として残され



写真-1 津波大石（つなみうふいし） 遠景

### ・ 大きさ（寸法）

長径：約 12.8 メートル

短径：約 10.4 メートル

高さ：約 5.9 メートル

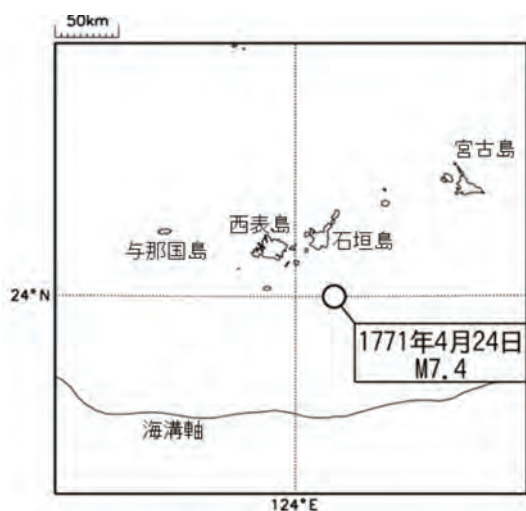


図-1 明和の大津波震源地

ています。

当時の被害状況が記されている、「大波之時各村之形行書」の冒頭にある「大波揚候次第」には、こう書かれています。

【八重山諸島には、男女あわせて28,992人が住んでいた。乾隆36年卯年辛亥五ツ時分（午前8時頃）に大地震があった。この地震が止んですぐに東の方で雷のような轟きがあり、まもなく干瀬まで波が引いて、ところどころ潮が立ったと思ったら、それが一つにまとまって、東北、東南のほうに大波が黒雲のように翻り立ち、短い時間に村に三度も寄せあがった。波は、28丈、20丈、15丈、6丈、2～3丈の高さで襲い、海にあった石は陸に打ちあがって、陸にあった石や大木は根っこから引き流された】



写真-2 大波之時各村之形行書

#### 4. 現代の防災への応用と課題

現代における津波防災は、ハード面（防潮堤、避難路、警報システム）とソフト面（避難訓練、

教育、記憶の継承）の両面からアプローチする必要がある。石垣市では近年、津波石を活用した防災教育が進められており、小中学校での現地学習やガイドツアーなどが行われています。

一方で、島の急速な都市化や観光開発により、津波石の保存や活用が十分に行われていない場所もある。観光施設の建設によって津波石が取り壊された例も報告されており、文化財としての保護と、地域住民の理解・協力が求められている。

さらに、防災情報の伝達においても、言語や世代の壁が存在する。観光客や外国人住民への対応、若い世代への継続的な教育が不可欠である。これらを克服するためには、地元自治体や教育機関、住民が連携し、「地域に根差した防災文化」の醸成が重要となる。

#### 5. おわりに

津波石は、自然が残した「災害の記憶」として、私たちに多くのことを語りかけている。それは、単なる過去の痕跡ではなく、未来の命を守るための警告であり、教材であり、地域文化の一部でもある。これらを正しく理解し、活用していくことが次なる災害への備えとして何より重要である。

津波石を見つめ直すことは、過去から学び、未来を守るための大切な一歩であると考えている。

〔株式会社大知企画コンサルタント 森 翼〕

#### 〈参考〉

- ・石垣市役所公式ホームページ  
<https://www.city.ishigaki.okinawa.jp/>
- ・石垣島気象台公式ホームページ  
<https://www.jma-net.go.jp/ishigaki/>

# 京都大学防災研究所（前編）

はやし こういち\*  
林 宏一\*

K  
ey Word

防災，未災学，斜面災害，地すべり，モニタリング，せん断試験，  
能登半島地震，防災マップ

## 1. はじめに

本報告では，筆者が研究を行っている京都大学防災研究所と斜面未災学研究センターについて主に紹介する。後編（2026年4月号）ではその中で主に筆者が担当している最近の研究を紹介する予定である。

## 2. 京都大学と宇治キャンパス

京都大学は大きく三つのキャンパス，整備された順に吉田キャンパス，宇治キャンパス，桂キャンパスで構成されている。吉田キャンパスは京都駅の北北東約5kmにあり本部や理学部がある。桂キャンパスは京都駅の西約7kmにあり，主に工学部がある。宇治キャンパスは京都駅の南南東約9kmにあり，化学研究所，エネルギー理工学研究所，生存圏研究所，防災研究所の四つの研究所から構成される。

防災研究所がある宇治キャンパスが位置する宇治市五ヶ庄黄檗駅周辺は，宇治川の右岸に位置し約1km東に黄檗断層が存在する。同断層の活動により東側の山は隆起しており，中生代ジュラ紀の付加体が見られる。例えば京都駅と宇治キャンパスの間にある伏見稲荷は千本鳥居で世界的に有名であるが，千本鳥居の参道脇では美しいはチャートの露岩（図1）を見ることができる。一方，宇治川の左岸は巨椋池干拓地でのどかな田園風景が広がっており，中生代の基盤は少なくとも深度700m以深と考えられている。したがって，水平距離わずか5kmほどの区間で，地震基盤の標高は1km近く変わっていることになる（林ほか，2024）。

宇治市はお茶の生産地として有名であり，お茶



図1 伏見稲荷の参道に見られるチャート

摘みの季節である5月には宇治キャンパスの周辺でも抹茶摘みが盛んである。宇治キャンパスの南約2kmには世界遺産である平等院や宇治上神社があり，その周囲のお茶室では抹茶を楽しむことができる。一方で宇治キャンパスの南西約2kmには任天堂ミュージアムが近年オープンし，特に海外からの観光客には人気である。

このように宇治キャンパスの周囲は地質的に興味深い場所であるとともに，多様な自然と文化の魅力があふれる地域である。

## 3. 防災研究所

宇治キャンパスを本部とする京都大学防災研究所は，創立以来70年余り，災害学理の追求と防災学の構築に関する総合的研究・教育に取り組んでおり，約80人の教員，約170人の技術職員や支援職員，約250人の学生から構成される。図2に示すように，同研究所は総合防災，地震火山，地盤，大気・水の四つのグループから構成され，各グループは部門とこれに付属するセンターから構成される。部門は主

\*京都大学 防災研究所 斜面未災学研究センター未災情報研究領域



グループ	部門	センター
総合防災	社会防災研究部門	巨大災害研究センター
地震・火山	地震防災研究部門	地震災害研究センター 火山防災研究センター
地盤	地盤災害研究部門	斜面未災学研究センター
大気・水	気象災害研究部門	気候変動適応研究センター 水資源環境研究センター

図2 防災研究所の構成

に研究および教育を担当し、センターは研究成果の社会実装を担当する。

また、同研究所は実験装置や機器など多くの共同利用施設を持ち、学外の研究者にも使ってもらっている。さらに、全国各地に15のフィールド研究拠点をもち、現場や地域に密着した研究を行っている。

#### 4. 斜面未災学研究センター

筆者が所属している斜面未災学研究センターは、我が国の大学に設置された唯一の、世界的にみても最古の斜面災害専門の研究ユニットである。同センターは、国民ひとりひとりが「予想される潜在的な災害リスクやその変化を認知し、災害に対する危機感を実感したうえで我が事と捉えて未経験の自然災害に備えること」を目指す新しい概念である未災学を推進しており、特に斜面災害などの地盤災害に関する未災学の体系化を目指し、社会における地盤情報の評価や未災情報の発信を通じて、災害の予測や防止および防災リテラシーの向上を進めている。

図3に、未災の概念を近年一般的になってきた未病と比較して示す。未病とは、「健康」と「病気」の間にある病気ではないが健康でもない状態を指し、この段階で生活習慣の見直すことなどにより、重篤な病気への進行を防ぐ予防医療の考え方である。これに対して未災は普段は安全だが災害が起これば危険な地域や状態を指し、災害が発生する前に

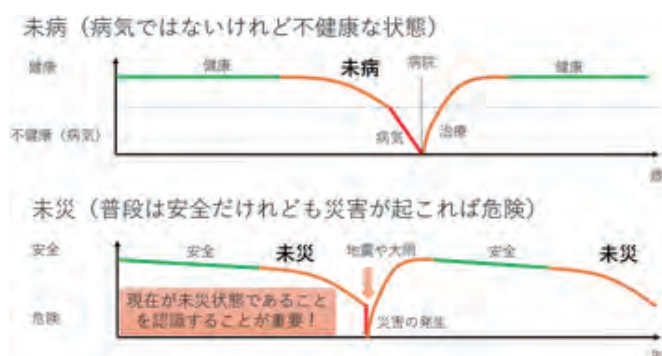


図3 未病と未災

将来のリスクを考慮した取り込みを行うことにより災害を防ぐことを目指す。従来の防災や減災の考え方に時間軸を加え、現在が未災状態であることを認識することに力を入れる考え方である。

同センターは、地盤災害における未災学の確立を目指して地盤災害に関する多くの研究を進めるとともに、災害の発災時などの緊急調査も随時実施している。また、国内・海外の学会などにおいて未災学に関するセッションを開催する、展示を行う（図4）、高校などの教育機関や地域のコミュニティでセミナーを開く、などのアウトリーチも積極的に行っている（土井、2025）。

図5に斜面未災学研究センターの構成を示す。斜面未災学研究センターは、斜面モニタリング研究領域、斜面災害予測研究領域、未災情報研究領域の三つの研究領域から構成される。

斜面モニタリング研究領域は、四国中央部に位置する徳島県三好市の徳島地すべり観測所を拠点に、地すべりの変動を解明するための調査と観測を行い、さまざまな計測技術の開発を進めている。三好市が位置する四国山地は日本有数の地すべり多発地帯である。そのため、1960年代から防災研究所の地すべり観測研究の前進基地として教員が配置さ



図4 中国西安で開かれた国際学会における当センターの展示ブースにおける筆者

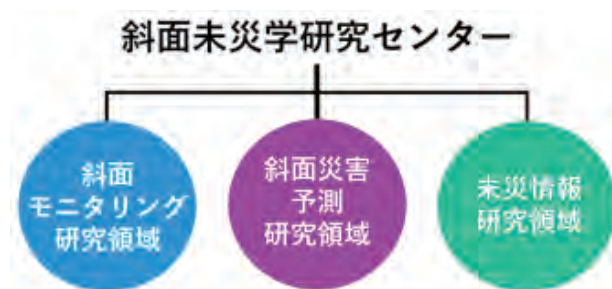


図5 斜面未災学研究センターの構成

れてきた。現在、本観測所では四国のみならず国内外において斜面災害の研究を実施するとともに、予想される南海トラフ巨大地震にともなう斜面災害に備えた研究や、学生・技術者や市民向けの教育活動（図6）も実施している。

斜面災害予測研究領域は、地すべり現象の実態を把握し、メカニズムの解明および災害の軽減のための研究を行っている。特に降雨や地震による異なる規模・運動速度を有する地すべりの発生・運動機構を解明するために、各種のリングせん断試験機（図7）を開発し設置した。これによって、応力制御・速度制御両用、排水・非排水、高速せん断実験が可能である。また、最近では、研究の領域を都市域に拡大し、地震による宅地盛土斜面の地すべり現象（釜井，2019）や考古歴史資料に基づく地すべり災害史編纂も実施している（釜井，2016）。

筆者が所属している未災情報研究領域は、地盤の未災学を実現するための社会実装に向けた研究を実施し、地盤災害に関する情報発信を進めている。特に、斜面を中心とした地盤の調査および探査手法の開発、地盤災害のリスク評価、カスタマイズされた避難情報の確立と即時発信手段、地盤情報や調査結果のデータベース化などの研究を行っている。

## 5. 未災情報研究領域

以下、未災情報研究領域の最近の研究を紹介する。

### ・能登半島地震の地盤災害の調査

2023年の能登半島地震では、地すべりや斜面崩壊、液状化など多くの地盤災害が発生した。本研究領域は地震発生以来、何度も被災地を訪れて、国内外の研究者と協力して地質踏査（図8）、サンプリング、貫入試験、物理探査など多くの地盤調査を行っている。図9はこのような調査により明らかになった、本地震で発生した最大の崩壊である大久保崩壊のメカニズムであるが、過去の地すべりの一部が地震によって再移動および拡大崩壊したものと推定された（松澤他，2024）。

### ・調査手法の開発と調査結果のデータベース化

地すべりや斜面崩壊、液状化などの地盤災害を予測し防止するためには、地盤構造を把握する必要がある。本研究領域では貫入試験などの原位置試験や物理探査を用いて地盤の二次元もしくは三次元構造を求める手法や、これを時間的に連続的に行うことにより地盤の変化をリアルタイムでモニタリングする手法の開発、および取得したデータのデータ



図6 徳島地すべり観測所が実施した市民向けの巡検で解説する同観測所の山崎准教授



図7 リングせん断試験機

ベース化などを行っている。

### ・機械学習を用いた広域の地盤構造の推定

地盤災害の防止や地下空間の有効利用には三次元的な地盤構造モデルを構築する必要がある。本研究領域では、ボーリングや地質踏査、物理探査などの地盤調査結果と、地形や地質などの情報を併せて機械学習を行うことにより、広域の詳細な三次元地盤モデルを構築する手法を開発している。

### ・住民参加型防災マップの作製

従来の土砂災害ハザードマップの欠点を補完する





図8 能登半島の斜面災害の被災地で地質踏査をする防災情報研究領域の松澤准教授

ために、地形判読による崩壊危険個所の抽出や、地域の住民が参加する現地調査（図10）などを主催することにより（松澤他，2025），地域の実態を踏まえた災害時に活用できる防災マップを作成している（図11）。

## 6. 後編に向けて

防災研究所と斜面防災学センターおよび我々が力を入れている防災学の研究について概要を紹介した。後編ではその中で主に筆者が担当している研究の最近の成果を紹介する。

### 〈参考文献〉

- 1) 林宏一，鈴木徹，横澤航生，坂西啓一郎，稲崎富士，美馬健二，小西千里，鈴木晴彦：「京都盆地における表面波探査・微動アレイ探査および単点三成分常時微動の測定」，「物理探査学会第150回学術講演会講演論文集」，2024
- 2) 土井一生，王功輝，花田遥平：「斜面防災の推進に向けた大学の理系新入生を対象とした授業の試み」，「地すべり学会第64回（2025年度）研究発表会および現地見学会」，2025
- 3) 釜井俊孝：「宅地崩壊：なぜ都市で土砂災害が起こるのか」，NHK出版新書，2019
- 4) 釜井敏孝：「埋もれた都の防災学：都市と地盤災害の2000年」，学術選書，2016
- 5) 松澤真，渡壁卓磨，佐藤昌人，下村博之，花川和宏：「令和6年能登半島地震により発生した大久保崩壊の地形・地質的特徴」，「令和6年度能登半島地震災害調査団報告書」，pp71-77，2025年
- 6) 松澤真，白鳥智教：「住民参加型防災マップが地域住民の防災意識に及ぼす影響～長野県辰野町の事例～」，「地すべり学会第64回（2025年度）研究発表会および現地見学会」，2025

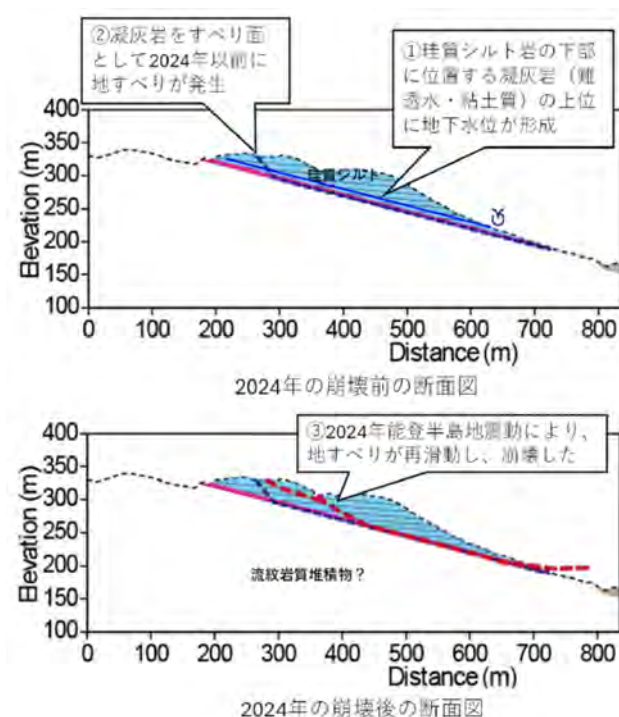


図9 大久保崩壊の発生メカニズム（松澤他，2024）



図10 地域の住民も参加した買入試験の実施

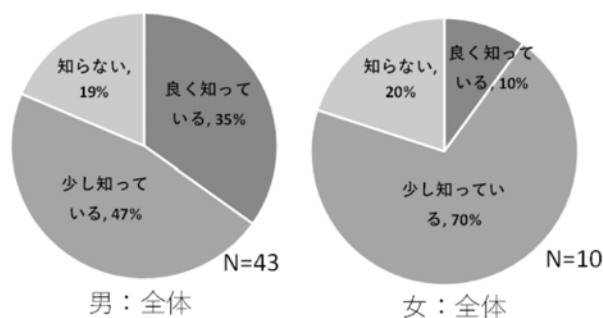


図11 作成した防災マップ認知度の男女差を調べた例（松澤・白鳥，2025）



### 地質調査技士資格検定試験 受験資格の変更 (令和 8 年度適用開始)

地質調査技士資格検定試験は、ボーリング現場における安全確保の重要性を踏まえ、安全教育を修了した方をより適切に評価することを目的に受験資格等を下記の通り変更しました。

本制度の導入により、現場技術者の安全意識が高まり、安心して業務に取り組める環境づくりの一助となり、さらに若手技術者の早期キャリア形成につながることを期待しております。

#### 【対象】

対象部門：現場調査部門

適用開始時期：令和 8 年度（2026 年度）

#### 【受験資格の変更点】

旧：ボーリング関連機器を操作する実務経験が 5 年以上

新：1 ボーリング関連機器を操作する実務経験が 5 年以上

2 「安全教育等」の①～⑥をすべて修了した方は、実務経験が 3 年以上

#### 【加點制度の変更点】

旧：1 指定講習会の受講状況に応じて加點

2 実務経験年数に応じて加點

新：1 指定講習会の受講状況に応じて加點

2 実務経験年数に応じて加點

3 「安全教育等」の①⑥の保有資格に応じて加點※

#### 【安全教育等】（厚生労働所管の特別教育または技能講習）

①ボーリングマシン運転者

②足場等組立・解体（作業員 または 作業主任者）

③不整地運搬車（最大積載量 1t 未満 または 1t 以上）

④小型移動式クレーン運転（最大吊上荷重 1t 未満 または 1t 以上）

⑤玉掛け（つり上げ荷重 1t 未満 または 1t 以上）

⑥フルハーネス型墜落制止用器具

※加點内容：①＝5 点、②～⑥＝各 1 点（すべて保有で最大 10 点）

# 令和7年度 全地連資格検定試験の実施結果について

## 【地質調査技士，地質情報管理士】

今年度の検定試験は，7月に全国10会場で実施し，9月には合格発表を行いました。  
各検定試験の実施結果は次の通りです。

■試験日：令和7年7月12日（土）

■試験会場：全国10会場 札幌，仙台，新潟，東京，名古屋，大阪，広島，高松，福岡，沖縄

■受験者数及び合格者数：

資格検定試験		受験者数	合格者数
①地質調査技士	現場調査部門	370名	140名
	現場技術・管理部門	935名	266名
	(合計)	1305名	406名
②地質情報管理士		145名	45名

## 【応用地形判読士，地質リスク・エンジニア】

今年度の検定試験は，下記の日程で実施いたしました。

### 応用地形判読士資格検定試験：

試験日：令和7年10月11日（土）

試験会場：連合会館（東京都千代田区）

受験者数：（申込人数）60人

合格発表：令和8年2月24日

### 地質リスク・エンジニア認定試験：

試験日：令和7年10月17日（金）

試験会場：飯田橋レインボービル（東京都新宿区）

受験者数：（申込人数）25人

合格発表：令和8年2月27日

（ご参考：令和8年度の試験日程（予定））

- ・地質調査技士 7月11日 全国10会場にて実施予定
- ・地質情報管理士 7月11日 全国10会場にて実施予定
- ・応用地形判読士 10月10日 東京にて実施予定
- ・地質リスク・エンジニア 10月16日 東京にて実施予定

## 全地連「技術フォーラム2025」の開催結果について

毎年、多くの方々にご参加を頂いております全地連技術フォーラムにつきまして、令和7年度は下記のとおり開催いたしました。

### 第36回 全地連「技術フォーラム2025」山形 開催概要

- 主 催：一般社団法人全国地質調査業協会連合会
- 協 力：一般社団法人東北地質調査業協会
- 協 賛：国立研究開発法人 土木研究所
- 開催日程：令和7年9月11日（木）～9月12日（金）2日間
- 開催場所：山形テルサ、ホテルメトロポリタン山形（山形県山形市）

今回のフォーラムでは、「防災・減災、国土強靱化を担う地質調査業」～阪神・淡路大震災から30年～をメインテーマに、地元「（一社）東北地質調査業協会」の全面的な協力と、国土交通省東北地方整備局、山形県、山形市の後援および国立研究開発法人土木研究所の協賛を得て、多くの方々にご参加いただきました。

初日の特別講演会は、山本 巧氏（内閣官房国土強靱化推進室）に「国土交通行政に関する最近の動向について」とのテーマで、本年6月に法定計画として策定された「第1次国土強靱化実施中期計画」の概要、その前身となる「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」等のこれまでの取組の効果、地方公共団体や民間（企業・地域等）における強靱化の取組などについて紹介がありました。

技術発表会には、山形大学の本山教授から「ここ数年の東北地方での災害とその対応について」の基調講演のほか、若手技術者を中心に全国から140編の発表があり、活発な情報の共有・交換が行われました。今回の優秀技術発表者賞には、別表に示す、各セッションから選抜された24名が受賞されました。展示会には24団体からの展示があり、展示団体による15分間のショートプレゼンテーションも行われました。

参加者人数は、関係者含め、山形県内外より630余名にご参加いただきました。

## 「応用地形判読」基礎技術講習会の開催結果

応用地形判読の基本をマスターしていただき、実際の業務に役立てていただくことを目的に、今年7月1日（東京）に、「応用地形判読基礎講習会」を開催いたしました。初年度にもかかわらず24名の方にご参加いただき、大変ご好評をいただきました。次年度以降も、内容をさらに充実させて実施する予定です。

講義内容は以下の通りです。

1. 9:30～12:10 応用地形判読の基礎（基礎編：平野、山地）
2. 13:15～14:15 専門家は地形図のどこを見ているか
3. 14:30～16:30 応用地形判読の基礎（応用編：R6年実技試験の地形を読む）



## 全地連「技術フォーラム 2025」山形 優秀技術発表者賞 受賞者一覧

セッション/発表時間	論文番号	発表者氏名	所属機関名	地区	題 目
A1: 【東北地方等での災害と対応】特別セッション	CM01	澤部 孝一郎	国土防災技術株式会社	東北	受け皿構造を有した斜面で発生した崩壊の発生機構と対策事例
A2: 地質リスク事例研究セッション	GR05	廣川 開	株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング	関東	大規模盛土の地盤安定性評価における地質調査の重要性
A3: AI・深層学習	CM06	彦坂 千遥	中央開発株式会社	関西	関西地質調査業協会「AIと地質プロジェクト」についてのご紹介
A4: 洋上風力・海上調査	CM11	稲吉 啓太郎	川崎地質株式会社	関東	OTH-SPTのN値評価と課題の解決策
A5: 盛土(特定盛土・大規模盛土・宅地盛土・道路盛土)	CM14	原田 あゆ子	国際航業株式会社	九州	山砂利層分布域における谷埋め盛土の調査解析事例
B1: InSAR・UAV・LiDAR	CM20	佐藤 慧	中央開発株式会社	関東	UAV測量を活用した河岸露頭の岩盤割れ目抽出方法
B2: 3次元地盤モデル	CM28	南梨 愛奈	日本物理探査株式会社	関東	護岸工事のための地質調査に伴う3次元モデルの作成事例
B3: 自動化	CM34	丸山 哲弥	株式会社ドーコン	北海道	斜面点検におけるウェアラブルデバイスの活用事例
B4: のり面・斜面	CM38	堀 隼風	基礎地盤コンサルティング株式会社	東北	オーバーハングを有する岩盤斜面における調査及び対策工検討事例
B5: 地すべり	CM41	海老根 祐也	国土防災技術株式会社	東北	荒砥沢地すべりにおけるこれまでの取組と現状について
C1: 土壌汚染・地下水調査 1	CM50	園比久 雄斗	株式会社エイト日本技術開発	中国	アルカリ質トンネル湧水の放流条件の検討
C2: 地下水調査 2	CM59	沖田 孝行	株式会社エイト日本技術開発	関西	融雪量を考慮した実効雨量解析による工事影響評価
C3: 技術委員会セッション	—	—	—	—	—
C4: 観測・モニタリング	CM64	松永 晶	大日本ダイヤコンサルタント株式会社東北支社	東北	軟弱地盤上で実施した道路盛土の試験施工結果に関する一考察
C5: 軟弱地盤調査	CM72	大崎 篤	株式会社エイト日本技術開発	中部	矢作川沖積低地の地層年代を考慮した地盤特性評価
D1: 原位試験	CM80	今野 淳	興亜開発株式会社	関東	低流速帯におけるペーパーディスク型流向流速計の適用について
D2-4: 現場調査技術セッション	FED4	八重樫 亮伍	中央開発株式会社	東北	ダムにおける“Nソナー”調査事例
	FE10	石澤 輝穂	株式会社高田地研	東北	河川改修工における発生土利用の事例
	FE19	羽根田 宗将	国土防災技術株式会社	東北	開発した軽量ボーリングマシンによる狭小空間での地質調査事例
D5: 土壌地下水汚染	CM84	平川 飛樹	興亜開発株式会社	関東	地下水汚染の漏水対策における漏水位置の選定について
E1: 室内試験	CM87	青木 大和	中央開発株式会社	関東	応力解放による粘着力の過小評価と簡易三軸試験による再評価事例
E2: 岩盤調査	CM95	濱田 康太	日本物理探査株式会社	関東	浅部における風化花崗岩の速度構造に関する事例紹介
E3: 地盤の安定化	CM102	三石 隼也	大日本ダイヤコンサルタント株式会社	関東	Air-des工法による残存空気の確認調査事例(その2)
E4: 新領域	CM108	山本 泰樹	株式会社 地圏総合コンサルタント	北海道	陸域CO <sub>2</sub> 固定技術の開発:その1休廃止鉱山CCUS
E5: 空洞調査・地中障害物調査	CM116	沼田 俊輔	株式会社 東京ソイルリサーチ	関東	杭撤去に伴う地盤物性の経年変化に関する調査事例

(ご参考: 令和 8 年度の開催予定)

「技術フォーラム 2026」 開催地: 岐阜市 開催日: 令和 8 年 11 月 9 日 (月) ~ 10 日 (火) 2 日間

## 「発注者・若手技術者が知っておきたい 地質調査実施要領」解説講習会の開催結果

本講習会は、以下の開催概要に示す通り今年 11 月に開催いたしました。

講習会は、令和 7 年 3 月に発刊しました『発注者・若手技術者が知っておきたい 地質調査実施要領』をテキストとしており、本テキストの執筆や講習会の講師は全地連の執筆担当者が対応いたしました。また、講習会では、地質調査の計画、業務仕様の作成、積算・発注、地質調査業務実施の要点など全体像を解説いたしました。

### <開催概要>

共 催: (一財) 経済調査会, (一社) 全国地質調査業協会連合会

後 援: (国研) 土木研究所, (一社) 日本地質学会

開催日時: 【大阪会場】 令和 7 年 11 月 12 日 (水) 10:00 ~ 17:00

新梅田研修センター (大阪市福島区)

【東京会場】 令和 7 年 11 月 18 日 (火) 10:00 ~ 17:00

AP 市ヶ谷 (東京都千代田区)

## 「道路防災点検技術者講習会」の開催結果

今年は、道路防災点検技術者講習会を全国4か所で5回開催いたしました。また、参加者数は合計で約550名にご参加いただきました。

令和7年度道路防災点検技術者講習会実施会場一覧

地区名	開催地	日 程	会 場
関 東	東京1	6月20日（金）	連合会館／2F 大会議室
中 国	広 島	9月19日（金）	広島国際会議場／ひまわり
関 西	大 阪	9月26日（金）	天満研修センター／3F ホール
九 州	福 岡	10月3日（金）	福岡県中小企業振興センター／2F ホール
関 東	東京2	11月14日（金）	連合会館／2F 大会議室

## 全国標準積算資料（土質調査・地質調査） 令和7年度版の発行について

全地連では、今年6月20日に「全国標準積算資料（土質調査・地質調査）令和7年度改訂歩掛版」を発行しました。昭和40年の初版発行から今回が第15回目の改訂となります。

今回の改訂は“小改訂”の位置づけではありますが、下記の通り様々な項目で改訂を実施いたしました。

地質調査業務の成果品質や現場の安全性などを確保するためにも、適切な積算に向けて積算資料を活用いただければと存じます。

### 【令和7年度改訂歩掛版の主な改訂点】

- ◇ 令和7年度改訂歩掛版は、令和5年度版に続く改訂版として発行  
正誤表を反映し質問の多い箇所の記述を修正、実勢に合わせて積算体系及び歩掛を見直し
- ◇ 機械等損料を、実勢価格の変化、企業実態に合わせて改定
- ◇ 安全衛生対応・熱中症対策を含め、施工管理費の対象を明確化し、施工管理費率の見直し
- ◇ 標準歩掛の数量や補正係数等の見直し
- ◇ ボーリング調査深度による能率補正を実勢に合わせて見直し
- ◇ JIS・地盤工学会基準との整合性を図るための改訂
- ◇ 第Ⅳ編探査・計測・試験に、新たに「5章 DXによる新たな地質調査」を新設
- ◇ 第Ⅴ編土壌・地下水汚染調査を、大幅改訂
- ◇ 受発注者間で課題となっていた、「コア箱保管・廃棄費」の歩掛を新設
- ◇ 積算の簡便化に向けた見直し、積算資料利用者からのご意見を踏まえた各種見直し

## 「地質リスク実務講習会」開催結果

地質リスクマネジメントの実務に取り組もうとする技術者を対象に、下記の通り講習会を開催いたしました。また、本講習会は、2025年度「地質リスク・エンジニア認定試験」の受験者向け事前講習も兼ねており、一般申込者を含めた参加者数の合計は合計45名となりました。

- 主 催：一般社団法人 全国地質調査業協会連合会
- 開催期間：令和7年9月17日（水）～令和7年10月31日（金）
- 開催形式：オンデマンドによる動画配信形式
- 参加対象：①全地連会員企業に従事する地質調査の技術系社員  
②地質リスク・エンジニア認定試験 2025年度受験申込者
- プログラム：①地質リスクマネジメントの基本（60分間）  
②地質リスク評価のための新技術および技術者倫理（40分間）
- 講 師：全地連 地質リスクマネジメント委員会 委員





地質調査の魅力は、未知の事象を情報によって解き明かす面白さにあります。必要な情報を収集・分析し、予測を立てたうえで実測により妥当性を確認、矛盾があれば新たな仮説を構築し、最適な手法で検証します。これは情報の利活用そのものであり、類似地形・地質や現象の情報を組み合わせることで、リスクを精度高く予測し、合理的な解釈が可能になります。基礎データを意図的に集積し、初期段階でハザードを把握できれば、実測ポイントが明確になり、新たな手法の研究開発にもつながります。生成 AI は地質・建設コンサルとの親和性が高く、積極的に活用すべき仕組みです。通巻 166 号「地質と調査」は、大西先生ら執筆者の方々と生成 AI の活用について協議を重ねて作成しました。本稿が、災害対応や事故予防を含む地質調査業務における生成 AI 活用の一助となれば幸いです。

最後になりますが、ご多忙の中、本小特集にご賛同いただき、ご執筆いただきました皆様に、心より感謝申し上げます。  
(2025 年 11 月 谷川記)

機関誌「地質と調査」編集委員会

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

委員長 鹿野 浩司  
委員 尾高 潤一郎、谷川 正志、堀尾 淳、細矢 卓志、山田 茂治、杉田 健

各地区地質調査業協会

委員 北海道：舟田 幸太郎 東北：庄子 夕里絵 北 陸：津嶋 剣星 関 東：赤坂 幸洋 中 部：今井 良則  
関 西：甲斐 誠士 中 国：西田 宣一 四 国：大岡 和俊 九 州：原田 克之 沖縄県：井上 英将

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒 101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階 TEL. (03) 3518-8873 FAX. (03) 3518-8876

北海道地質調査業協会	〒 060-0003	北海道札幌市中央区北 3 条西 7 丁目 1 (第 1 水産ビル 5 階)	TEL. (011) 251-5766
東北地質調査業協会	〒 983-0852	宮城県仙台市宮城野区榴岡 4-1-8 (パルシティ仙台 1 階)	TEL. (022) 299-9470
北陸地質調査業協会	〒 951-8051	新潟県新潟市中央区新島町通 1 ノ町 1977 番地 2 (ロイヤル礎 406)	TEL. (025) 225-8360
関東地質調査業協会	〒 101-0047	東京都千代田区内神田 2-6-8 (内神田クレストビル)	TEL. (03) 3252-2961
中部地質調査業協会	〒 461-0004	愛知県名古屋市中区葵 3-25-20 (ニューコーポ千種橋 403)	TEL. (052) 937-4606
関西地質調査業協会	〒 550-0004	大阪府大阪市西区靱本町 1-14-15 (本町クィーバービル)	TEL. (06) 6441-0056
中国地質調査業協会	〒 730-0017	広島県広島市中区鉄砲町 1-18 (佐々木ビル)	TEL. (082) 221-2666
四国地質調査業協会	〒 761-8056	香川県高松市上天神町 231-1 (マリッチ F1 101)	TEL. (087) 899-5410
九州地質調査業協会	〒 812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東 2-4-30 (いわきビル)	TEL. (092) 471-0059
沖縄県地質調査業協会	〒 903-0128	沖縄県中頭郡西原町森川 143-2 (森川 106)	TEL. (098) 988-8350

機関誌 「地質と調査」 '25 年 2 号 No.166

2025 年 11 月 10 日 印刷  
2025 年 11 月 20 日 発行

編 集 一般社団法人全国地質調査業協会連合会

〒 101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3 階

発行所 株式会社ワコー

〒 102-0072 東京都千代田区飯田橋 3-11-7 TEL. (03) 3230-2511 FAX. (03) 3230-1381

印刷所 株式会社 高山

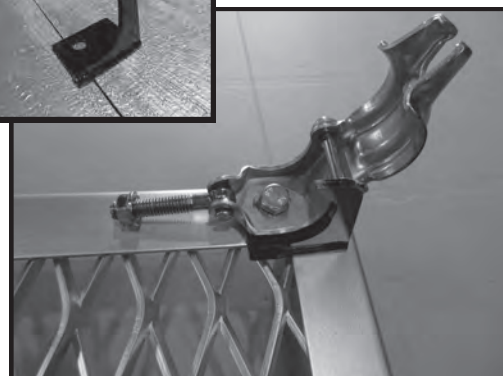
**無断転載厳禁**  
印刷物・Web 上等に本誌記事を掲載する場合は、一般社団法人全国地質調査業協会連合会に許可を受けてください。

標準貫入試験の

# 安全対策

## update

されました



ステージフックを標準装備にして  
さらに取付が楽になりました

### ▶▶ 労働安全衛生規則 ▶▶

第563条より抜粋・要約

足場における高さ2メートル以上の作業場所には  
作業床を設けなければならない。



- ▶ 高さ85センチ以上の手すり
- ▶ 高さ35センチ～50センチの間に中横
- ▶ 作業床の幅は40センチ以上
- ▶ 物体の落下防止装置として  
高さ10センチ以上の巾木

※巾木はオプション

### 140秒で組み立てられる安全デッキ

YouTube



### ゆるまないと評判のガイドロッド

YouTube







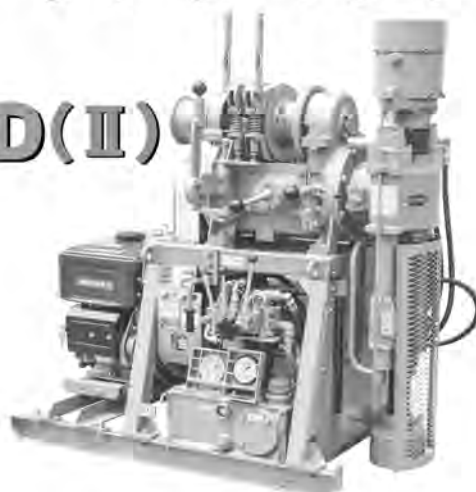
**TOHO**  
DRILLING EQUIPMENT

# 小型ボーリングマシン

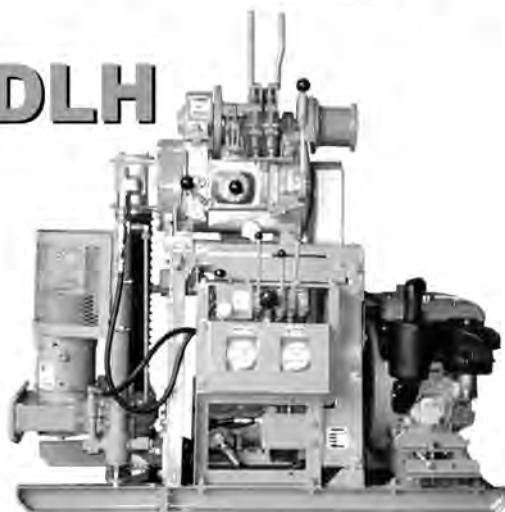
**DM-03**



**D0-D(Ⅱ)**



**D0-DLH**



**D1-C**



試錐機には小型ボーリングポンプが内蔵できます。(DM-03を除く)

機 種 名		DM-03	D0-D(Ⅱ)	D0-DLH	D1-C
穿 孔 能 力	m	30	100	100	280
回 転 数	min <sup>-1</sup>	65,125,370	(A)60,170,330	(A)60,170,330	(A)65,130,170,370
			(B)110,320,625※	(B)110,320,625※	(B)90,170,320,490※
スピンドル内径	mm	47	43	43	48,58
ス ト ロ ー ク	mm	400	500	500	500
巻 上 げ 力	kN(kgf)	3.9(400)	5.9(600)	5.9(600)	10.8(1100)
ス ラ イ ド	mm		油圧式300※	油圧式300※	油圧式300
動 力	kW/HP	3.7/5	3.7/5	3.7/5	5.5/8
質 量	kg	180	350(油圧チャック装着時)	475	550
寸 法	H×W×L mm	960×550×1115	1225×655×1285	1440×890×1415	1390×735×1580

右操作、左操作をご用意しております。 ※はオプションです。



**東邦地下工機株式會社**

東京都品川区東品川 3-15-8 TEL 03 (3474) 4141  
福岡市博多区西月隈 5-19-53 TEL 092 (581) 3031  
URL: <http://www.tohochikakoki.co.jp>

福 岡 ☎ 092(581)3031  
東 京 ☎ 03(3474)4141  
札 幌 ☎ 011(376)1156  
仙 台 ☎ 022(235)0821  
新 潟 ☎ 025(284)5164  
金 沢 ☎ 076(235)3235

名古屋 ☎ 052(798)6667  
大 阪 ☎ 072(924)5022  
松 山 ☎ 089(953)2301  
広 島 ☎ 082(533)7377  
熊 本 ☎ 096(232)4763

# 地質調査

通巻166号