

より活用しやすい河川砂防技術基準を目指して ～生成AIの活用～



河川政策グループ
研究員
竹下 和輝

河川政策グループ
主任研究員
加藤 伸悟



河川政策グループ
主席研究員
島村 晃司

河川政策グループ
首席研究員
田村 善昭



1 はじめに

1958（昭和33）年に制定された河川砂防技術基準¹⁾（以下、技術基準）は国土の重要な構成要素である土地・水を流域の視点を含めて適正に管理するため、河川、砂防、地すべり、急傾斜地、雪崩及び海岸（以下、河川等）に関する調査、計画、設計及び維持管理を実施するために必要な技術的事項について定めるものであり、制定後、技術の進展、社会情勢に基づく要請等を反映させながら今日までに随時改定が行われ、国土交通省水管理・国土保全局のHP²⁾にて公開されている。一般財団法人国土技術研究センター（以下、JICE）では、国土交通省水管理・国土保全局河川計画課河川情報企画室のもと、委託を受け改定に関する検討を行っている。

技術基準は「調査編」「計画編」「設計編」「維持管理編」の4編から成り、それぞれに詳細・多岐にわたる項目で構成されている。技術基準の活用にあたっての課題の一つに、膨大かつ専門性の高い内容が記載されているが故に、編や章を横断する網羅的な内容把握が熟練の技術者においても容易ではない点が挙げられる。学びはじめの技術者（以下、「初学者」）においては論を俟たない。（執筆時公開されている技術基準の技術資料は4編合わせ1800ページ以上である。）

本稿では、この課題に対して技術基準の内容把握のため生成AIを活用することの有用性と留意事項について紹介する。生成AIは膨大な情報を瞬時に横断的に検索・要約できることから、生成AIを活用することで熟練の技術者が効率的に検索することや、初学者が技術基準を理解する際の補助となりえる。また、基準改定担当者が改定に係る技術基準の記載内容の確認や見直しにも用いることが可能と考えられる。

2 生成AIの特徴

近年、AI技術は爆発的な進展を遂げており、特に「生成AI（Generative AI）」の急速な普及と発展は目覚ましい。生成AIとは文章等を生成できるAIモデルの総称である。その利便性から現在利用が急速に拡大しており、様々な分野で生成AIの活用が生産性向上の一つとして注目されている。

一方、生成AIの活用においては、「ハルシネーション（Hallucination）」と呼ばれる現象がある。ハルシネーションは生成AIにおいて、一見自然に見えるが、事実や根拠に基づいていない出力が得られる現象である。したがって、生成AIからの出力は誤情報を含んでいる可能性があるため、利用者がその内容の正確性を検証・確認する作業が不可欠である。

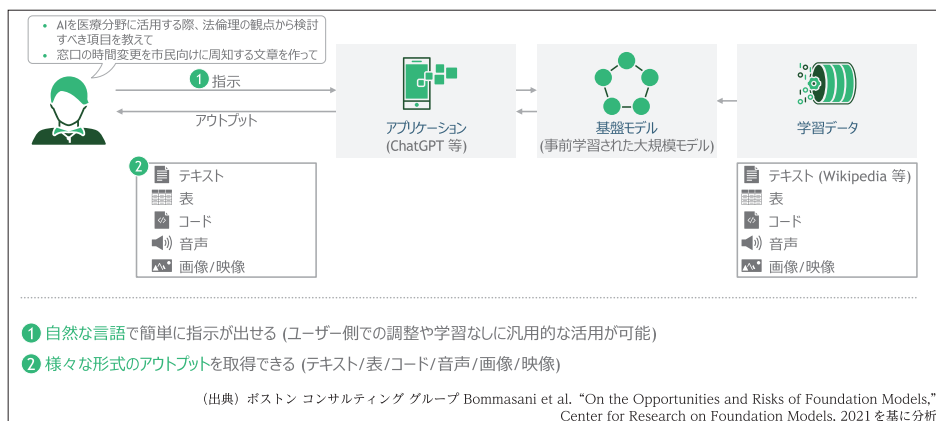


図1 生成AIのイメージ³⁾

3

河川砂防技術基準における
生成 AI の活用検討

JICE は、第 1 章で述べた技術基準における課題に対して、より活用しやすい技術基準に向けた生成 AI の試行を実施し、その「有用性」や「留意点」について検討を行った。

3.1 技術基準における生成 AI の活用の有用性と工夫

(1) 技術基準における生成 AI の活用の有用性

技術基準は河川等に関する調査、計画、設計及び維持管理を実施するために必要な技術的事項について定めているため、恣意的な変更が許容されない不変性の高いものである。したがって、生成 AI の活用においては技術基準の内容や解釈に誤認識が生じないように細心の注意が必要である。検討にあたっては、以下の 2 点に着目した。

- ハルシネーションの発生により、技術基準の記載や解釈に誤解を生むことがないようにすること
- ハルシネーションが発生した場合でも、回答生成に用いた技術基準の参照箇所を確認できること

生成 AI の技術の一つに深層学習技術を応用した、大規模言語モデル (LLM: Large Language Model 以下、LLM) がある。この LLM は、言語処理に特化し文章や単語の出現確率を、非常に大量の訓練データを用いて学習したことにより、高度な文章を出力できるものである。

また、LLM の強みを活かした手法として検索拡張生成 (Retrieval Augmented Generation 以下、RAG) がある。RAG とは、LLM を内包した手法の一つであり、既存の LLM の持つ日本語などの文章生成能力を活かし、その応答に指定した情報 (以下、ソース) 等から得たデータを反映し回答を生成する手法である。LLM と RAG の違いを表 1 に示す。LLM と RAG の 2 つの手法の技術基準への活用の有用性を比較・検討した。

表 1 生成 AI の手法の違い

	LLM	RAG
生成するための元となる情報	学習データ インターネットの情報	指定した情報※
回答の性質	回答の引用が 明確ではない。	回答の引用が明確 である。
ハルシネーション	発生しやすい	発生の抑制が期待 できる

※サービスによっては学習データやインターネットの情報も利用する場合がある。

表 1 の整理に基づき、JICE は技術基準への生成 AI の活用を見据え、Google 社の「Gemini」(LLM) と「NotebookLM」(RAG) を使用して回答生成の試行を行った。

「技術基準の構成」と「技術的事項」の質問に対し、LLM と RAG の回答を比較した結果を表 2 に示す。

両手法ともに、技術基準が 4 編構成 (調査編、計画編、設計編、維持管理編) であるという基本構造については回答可能であった。LLM では技術基準の詳細な構成について、「施設の種類ごとに分冊されていることがある」といった可能性の示唆に留まり、技術基準の実際の編構成に関する正確な回答には至らなかった。RAG では、「計画編」「維持管理編」といった具体的な編の構成、さらにはその下位の詳細な構成要素までを正確に回答することが可能であった。

技術基準における横断的な記載の検索の例として「内水処理と記載のある箇所」について検索する質問を実施した。LLM では回答が 1 つの編・章・節を対象としたものであった。また、存在しない「第 11 章流域の治水対策」と回答したことから、LLM の回答にはハルシネーションの発生が確認できた。対して、RAG では、ソースに基づき編を横断し、正確な章・節を踏まえた回答を得ることができたことからハルシネーションの発生が抑制されたことを確認した。

検討の結果、LLM は過去の誤った情報を参照している場合やリアルタイム検索により回答を生成するが、誤情報を収集す

表 2 回答結果の比較 (一部抜粋・執筆時点の回答であることに注意)

質 問	LLM (Gemini)	RAG (NotebookLM)
Q:「河川砂防技術基準の構成について教えて」	河川砂防技術基準は、行政や現場で一連の業務を適切に実施するために、以下の 4 つのフェーズに対応する編で構成されています。 1. 調査編 2. 計画編 3. 設計編 4. 維持管理編 構成: 河川編、ダム編、砂防編など、施設の種類ごとに分冊されていることがあります。	河川砂防技術基準の構成について、ご説明します。 1. 技術基準の全体構成 (4 編) 河川砂防技術基準は、以下の 4 編を基本として構成されています。 1. 調査編 2. 計画編 3. 設計編 4. 維持管理編 ただし、このうち「計画編」と「維持管理編」は、さらに細分化されています。 計画編: 基本計画編と施設配置等計画編の二編で構成されます。 維持管理編: 維持管理編 (河川編)、維持管理編 (砂防編)、維持管理編 (ダム編) の三編で構成されます。
Q:「河川砂防技術基準の内水処理と記載がある編・章・節・内容を教えて」	「河川砂防技術基準」における内水処理に関する主な記載箇所は、「計画編」の第 11 章「流域の治水対策」の中の第 2 節「内水処理」です。	河川砂防技術基準における「内水処理」に関連する項目は、主に計画編 (施設配置等計画編)、調査編、設計編、維持管理編の各編にわたって記載されています。 1. 計画編 (施設配置等計画編): 内水処理施設の計画 内水処理計画を策定し、施設を配置するための技術的事項は、『計画編 施設配置等計画編』の第 2 章 河川管理施設配置計画 第 2-2 章 内水処理施設に詳細に定められています。 2. 調査編: 内水氾濫解析と計画策定 内水に関する調査・解析手法は、『調査編』の第 7 章 氾濫解析に含まれています。 3. 設計編/維持管理編: 内水処理施設の設計と維持管理 内水処理施設として主要な役割を果たす排水機場については、設計編と維持管理編にそれぞれ規定があります。

る可能性がある。また、参照した資料が確認出来ないことから情報の真偽を判断することができない。そのため、LLMは技術基準での活用には適さない可能性がある。

一方で、RAGは利用者が指定したソースより回答を生成することから誤った資料を参照しない、かつ、回答生成に引用したソースを提示できることから回答の真偽の確認が可能である。また、横断的な検索・要約が可能であった。このことから、専門的な回答の生成に有用であると考えられる。

（2）技術基準における生成 AI（RAG）の活用の工夫

本検討では、RAG から技術基準に関する高精度な回答を得るための工夫として主に以下の 2 点を実施した。

1 点目は資料形式の構造化による機械可読性の確保である。RAG は LLM を内包しており、LLM 自体は単語を認識し回答の生成に用いていることから、テキスト情報のような機械可読性の高いデータの処理を得意としている。一方で、広報資料のように面的に配置された情報やイラスト等の判読は困難である。当初、JICE における生成 AI 活用検討は、国土交通省 HP にて公開されている技術資料（PDF 形式）を用いて実施した。この初期段階では、目次や項目に関する誤回答が散見され、回答精度が高くなかった。

この課題に対応するため、ソースを機械可読性の高い形式に変換して用いた。具体的には、文字情報のみで構成され、簡潔な記号を用いた Markdown 形式のテキストファイルに資料を変換し、PDF 形式との比較を行った。その結果、ソースの機械可読性を高めたことで、PDF 形式と比較して文字情報の読み込み精度が向上し、回答精度が改善した。Markdown とは # や * などを使用し、単純で構造化されたプレーンテキスト形式で記述するものである。そのため、RAG が表形式や文章構造についての境界を明確に認識できたことにより、情報の機械可読性が向上し、ハルシネーションの低減に繋がったと考えられる。

2 点目は概要資料の作成である。RAG では、技術基準のみをソースとした場合、全体像を踏まえた俯瞰的な回答の生成が困難な傾向があった。これは、ソースが個別文章を参照していることに起因する課題だと推察した。技術基準の概要や制定目的など、全体を包括的に捉えるための情報をまとめた概要資料を別途作成した。

この概要資料をソースに追加したことにより、俯瞰的な観点から技術基準全体を統合した包括的な回答を生成することが可能となった。

3.2 技術基準における生成 AI の留意点

（1）生成 AI による技術基準の活用とその留意点の整理

生成 AI の活用については、すでに国の各省庁から「活用に当たっての留意点」や手引が公開されている。

本検討では、これらの先行する指針を参照し、技術基準の分野における生成 AI の活用に関する留意点を整理した。

なお、一般的な生成 AI 利用の注意点については、総務省⁴⁾やデジタル庁のガイドラインが参考になる。

（2）生成 AI の活用実践例（RAG を活用する場合）

技術基準に関するソースのファイル形式変更および概要資料の追加に加え、RAG による回答精度を最大化するためには、利用者側からの質問や命令文（以下、プロンプト）の工夫と、RAG に提供するソース最適化が不可欠である。以下に、その具体的な方策を 3 点例示する。

1 つ目はプロンプトの工夫である。回答の質はプロンプトの記述方法に大きく依存する。質問の詳しさを高めるとともに、回答形式を明確に指定することで、質問者の意図に合致した回答を得ることが可能となる。

対照的に、端的な質問を行った場合、RAG は関連性が高いと判断した広範な内容を含む回答を生成する傾向がある。そのため、質問者が求める回答形式（例：要約、箇条書き、特定の引用）を質問内で明示的に指定することで、RAG は指示に沿った回答を出力するようになる。

例えば、「編・章・節を明確にして」といった指示を質問の末尾に加えることで、生成された回答の時点で該当する技術基準の参照元（編・章・節）を把握することができ、引用を別途確認する手間が省ける（図 2）。

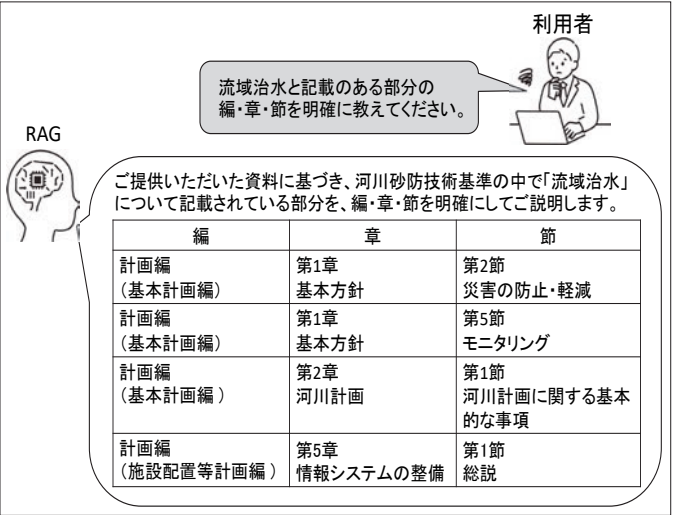


図2 プロンプトと回答イメージ

2 つ目は RAG に提供するソースの最適化である。RAG は、プロンプトに加えて、提供された限定的なソースに基づいて分析を行い、回答を生成する特性を持つ。この性質上、ソースに記述が存在しない内容については、文章生成に事前学習データ等の参照情報がない限り、回答の生成が困難となる場合がある。

実際に、技術基準データセットをソースとした場合、RAG は「リングは赤いか？」といった一般常識を問う質問に回答できない事例が確認されている。この事例は、RAG がソースの中身に強く依存して回答を生成していることを示している。したがって、質問を投げかける際には、主要なデータセットと合わせて、関連する補足情報をソースとして RAG に提供することが重要となる。

3 つ目はソース量の制御とハルシネーションへの対策である。生成 AI は参照する文章量が増加すると、情報過多に起因する処理の混乱が生じ、ハルシネーションを起こすリスクが高まることが指摘されている。

したがって、単純にソースを追加するだけでなく、質問内容に応じて提供するソースを選択的に絞り込むことや、プロンプトの中で回答の範囲や形式に関する制約を明確に設け、正確な回答が得られるように制御する必要がある。

これらのプロンプト設計とソース最適化が、技術基準の分野における RAG 活用の信頼性を確保する鍵となる。上記については、「生成 AI による技術基準の活用とその留意点」⁵⁾ の資料内に「生成 AI の活用実践例」としてポイントを整理している。

3.3 公開されているデータセット等

(1) 学習用データセット

3.2 (2) にて検討を行った技術基準の参照に生成 AI を活用するため、技術資料及び概要についての Markdown 形式データ（以下、学習用データセット）一式は国土交通省 HP⁵⁾ にて公開されている。また、同様の内容の利用者向け概要資料 (PDF 版) も併せて公開されている。

表 3 技術基準における学習用データセット一覧⁵⁾

資料名称	ファイル名	ファイル形式
技術基準の概要資料	00_training_overview_202511.md	Markdown
調査編	01_training_chousa_202511.md	Markdown
計画編（基本計画編）	02_training_keikaku_kihon_202511.md	Markdown
計画編（施設配置等計画編）	03_training_keikaku_shisetsu_202511.md	Markdown
設計編	04_training_sekkei_202511.md	Markdown
維持管理編（河川編）	05_training_ijikanri_kasen_202511.md	Markdown
維持管理編（ダム編）	06_training_ijikanri_dam_202511.md	Markdown
維持管理編（砂防編）	07_training_ijikanri_sabo_202511.md	Markdown

(2) 生成 AI による技術基準の活用とその留意点

3.2 (1) の整理結果は、「生成 AI による河川砂防技術基準の活用とその留意点」⁵⁾ として国土交通省 HP にて公開されている。

- 大規模言語モデル(LLM)の場合、インターネットの過去の情報や異なる資料・情報を参照し、不適切な回答を行う場合があります。参照する資料・情報を制限出来る手法で活用することが必要です。
- 生成AIではハルシネーション※が発生することが確認されています。回答は河川砂防技術基準の記載と内容・解釈が異なる場合があります。必ずご自身で必ず引用元をご確認ください。
- 質問に対し不十分な回答の場合は、質問の仕方やソースを変更することにより精度向上の工夫を行ってください。

図3 技術基準にて生成 AI を活用する上での留意点⁵⁾ (抜粋)

(3) <関連通知等>、<参考となる資料>

国土交通省水管理・国土保全局では、「活用しやすい河川砂防技術基準に向けての取り組み」の一環として、技術基準に示されている<関連通知等>、<参考となる資料>をリスト化し、公開している⁵⁾。このリストを活用することで、生成 AI への質問内容に応じた関連ソースを効率的に取得することが可能となる。

4 おわりに

本稿では、技術基準を対象とした生成 AI の活用の有用性および回答精度向上のための工夫について示した。生成 AI は、工夫を講じてハルシネーションによる不正確な回答を生成する可能性が依然として残る。しかし、社会活動における生産性向上のために、生成 AI の特性や留意点を踏まえた上で、人間が最終的に経験や背景情報により情報の取捨選択の判断を行い、「賢く使う」ことが重要である。

今後 JICE は、技術基準の活用性向上への貢献に留まらず、社会的動向や AI 技術のさらなる発展を踏まえ、本検討で得られた生成 AI 活用の知見を技術基準の改定に関する検討や河川行政の広範な業務領域へ積極的に応用していく所存である。

この応用を通じて、河川行政業務の効率化と技術力の維持・向上を図るとともに、人手不足といった喫緊の社会課題の解決に貢献し、持続可能な国土の実現に資することを目指す。

最後に、本稿の執筆にあたり国土交通省水管理・国土保全局河川計画課情報企画室に監修をいただいた。ここに、深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 建設省河川局編纂：建設省河川砂防技術基準，1958年5月，社団法人日本河川協会
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準 HP https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/index2.html
- 3) 総務省：令和6年度版 情報通信白書，2024,7
- 4) 総務省：生成 AI はじめの一步 ver1.0 https://www.soumu.go.jp/use_the_internet_wisely/special/generativeai/
- 5) 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準 活用しやすい河川砂防技術基準に向けての取り組み https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/katsuyou.html