

生成 AI 技術で安全管理を支援する 「安全支援アプリ」を提供開始

平 田 弘 達・箱 田 博 之

本報文では、生成 AI 技術を活用したクラウドベースの安全支援システムの開発と実用化について報告する。本システムは生成 AI を用いたシステムであり、現場写真の自動解析、RAG 技術による過去事例・法令検索、チャットによる AI の応答機能を有している。既に複数の企業で導入され、安全管理業務の効率化や安全教育の質向上に寄与することが報告された。本システムを用いることで、生成 AI を用いた現場の安全管理業務支援が可能であることが確認できた。

キーワード：建設，安全管理，生成 AI，リスク診断，RAG，クラウドサービス，画像解析

1. はじめに

建設業界における労働災害発生率は全産業平均と比較して依然として高い水準にあり、特に建設機械の運用に関わる事故は重篤な結果を招くことが多い。厚生労働省の統計によると、建設業における死亡災害は年間 200 件を超え、業界として減少傾向にあるものの、継続的な対策が必要である¹⁾。

建設現場の事故を防ぐためにも、安全管理や教育は重要な要素である。一方で建設業界においても働き方改革推進の取り組みが進められており、人手不足が続く中でも更なる労働時間の削減が求められ、日建連の発出する基本方針においても総労働時間の削減が掲げられている²⁾。熟練技術者の高齢化が進む中で、限られた労働時間内での技術継承がさらに困難となり、若手職員・作業員の安全意識・知識不足が深刻化している。

従来の安全管理手法は、人による目視確認と経験に基づく判断が中心であり、安全管理者の経験や知識に依存する部分が少なくなかった。そこで近年、AI 技術を活用し画像認識や自然言語処理を活用した建設現場の安全管理支援が注目されている。特に、大規模言語モデル (LLM) の発達により、専門知識を要する指導員に近い水準でリスクの特定や法令確認作業を AI が支援することが可能となってきた。

本報文では、建設現場の安全管理の課題解決を目的として開発した、生成 AI 技術を活用した安全支援システムについて、その技術的特徴、システム構成、実用化事例を報告する。

2. システム概要

(1) 基本コンセプト

今回開発したシステムは、安全管理者の判断を代替するのではなく、安全知識を支援することを基本コンセプトとしている。安全管理者の経験と知識を補完し、より確実で効率的な安全管理を実現することを目指している。

(2) 主要機能

本システムにおいてコアとなる AI 機能は以下の 3 つの主要機能で構成される：

①現場理解 AI 機能

- ・現場写真の自動解析
- ・作業環境や設備状況の認識
- ・安全装備着用状況等の実施済み安全対策の認識

②リスク診断 AI 機能

- ・検出された状況に基づく危険箇所の特定
- ・過去に発生した類似の事故事例との提示
- ・関連する法令（安衛法・安衛則）の提示

③チャット AI 機能

- ・リスク診断結果を基に、ユーザーからの質問への回答
- ・RAG データベースに含まれる知識の検索

3. システム構成

(1) 全体アーキテクチャ

全体アーキテクチャを図—1に示す。本システム

はクラウドサービスとして構成されており、Web ブラウザを通じてアクセス可能である。ユーザーは安全支援アプリ（Web アプリケーション）を介して画像をアップロードし本システムを利用する。Web アプリケーションからは AI 安全解析システムに API 経由でリクエストを送り、AI 安全解析システムは RAG 用データベースから必要な知識を検索して診断結果を Web アプリケーションへ返す。この RAG 用データベースには安全衛生法や安全衛生規則といった法令に関する知識や、国土交通省や厚生労働省が公開する過去の事故事例、その他施工現場の安全管理に関するいくつかのガイドラインが含まれている。

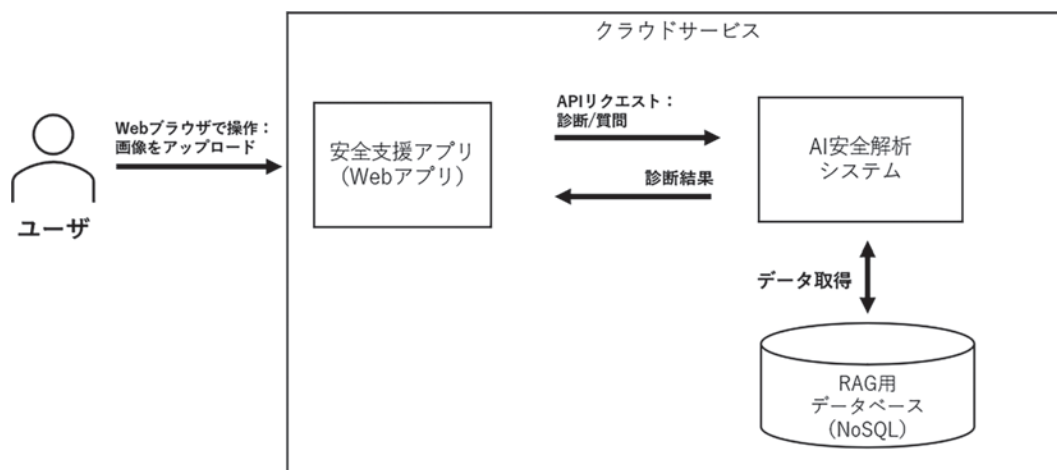
本アーキテクチャの特徴は、クラウドベースであることによる高い拡張性と、Web アプリケーションに

よる端末を選ばないアクセシビリティである。現場のタブレットやスマートフォンからも容易に利用可能であり、インターネット接続があれば場所を問わず安全支援機能を利用できる。

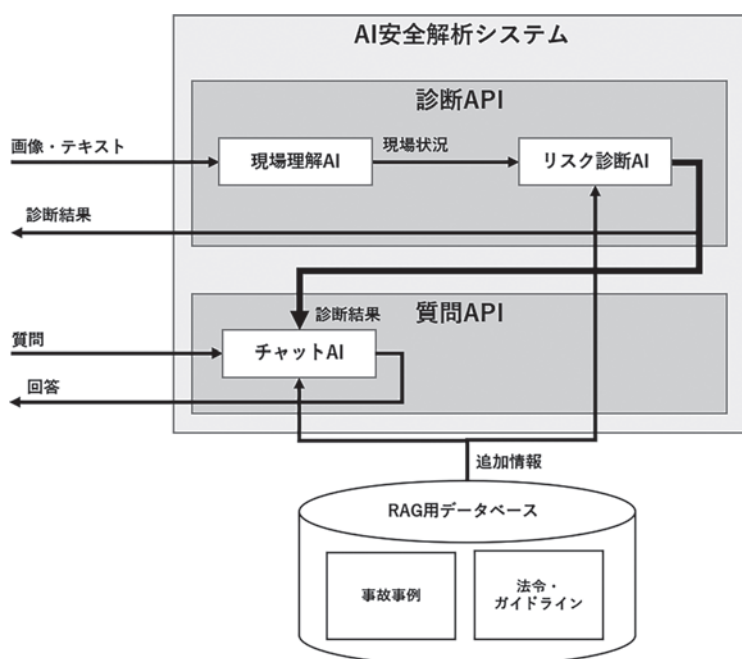
(2) AI 安全解析システムの詳細構成

図一 2 に AI 安全解析システムの内部構成を示す。本システムは診断 API と質問 API の 2 つのメインコンポーネントから構成される。

診断 API では、入力された画像・テキストに対して現場理解 AI が現場状況を解析し、その結果をリスク診断 AI が評価する。リスク診断 AI は、RAG データベースから関連する事故事例や法令等を検索し、総合的な診断結果を生成する。



図一 システム全体構成図



図二 AI 安全解析システム詳細構成図

質問 API では、チャット AI が利用者の質問に対して RAG データベースを参照しながら適切な回答を生成する。Web アプリケーション上でチャット AI を利用するためのテキスト入力欄を設けており、利用者はテキストベースで質問をすることができる。両 API は共通の RAG データベースを参照することで、一貫性のある情報提供を実現している。

(3) RAG 技術の活用

図—3 に、本システムにおける RAG 技術の概要を示す。本システムでは、大量の安全関連データを効率的かつ専門的に活用するために、RAG (Retrieval-Augmented Generation) 技術を導入している。

RAG 用データベースには、国土交通省や厚生労働省などの公的機関が公開する事故事例、建設業労働災害防止協会などの業界団体が発行する安全管理指針、各種施工技術指針などを収集・整理したデータが格納されている。これらのデータは、事前に埋め込み表現モデル (Embedding モデル) を用いてベクトル化されたうえで、データベースに登録される。登録の際には、事故事例の発生状況・原因・対策の構造化や、法令条文とその解説との関連付けなど、建設安全分野の専門性を反映した前処理が施される。

システム実行時には、現場理解 AI が出力する現場状況 (テキスト形式で表現されたもの) を同様に埋め込み表現モデルでベクトル化し、ベクトル検索機能を用いて RAG 用データベースから関連性の高い事故事例や法令・ガイドラインを検索する。本システムでは、

検索結果の精度を向上させるために、意味的類似性に基づくベクトル検索と、従来型のキーワード検索を組み合わせたハイブリッド検索を採用している。

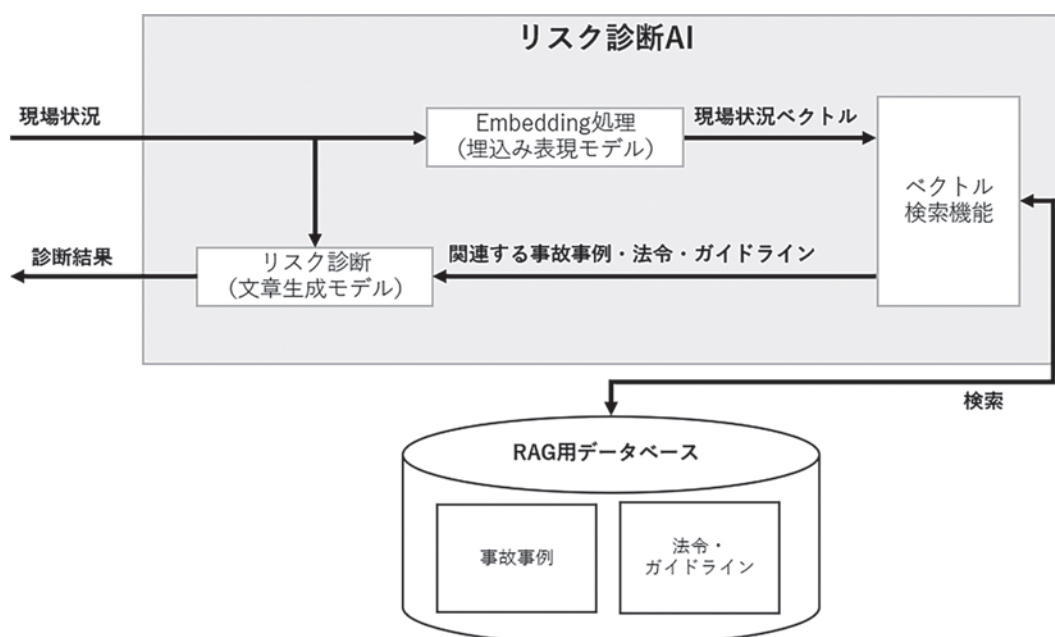
こうして抽出された関連文書と現場状況の情報を入力として、文章生成モデルがリスク診断結果を出力する仕組みとなっている。本システムの大きな特徴は、生成 AI モデル自体への追加学習を行わず、RAG による外部知識の補完だけで高い専門性を実現している点である。これにより、知識の追加・削除が容易となり、利用者からのフィードバックを反映した迅速な改善サイクルが可能となる。また、図—3 はリスク診断 AI における RAG 技術の構造を図示したものであるが、チャット AI においても同様に RAG 用データベースから検索を行い、回答に活用している。

4. 技術的優位点

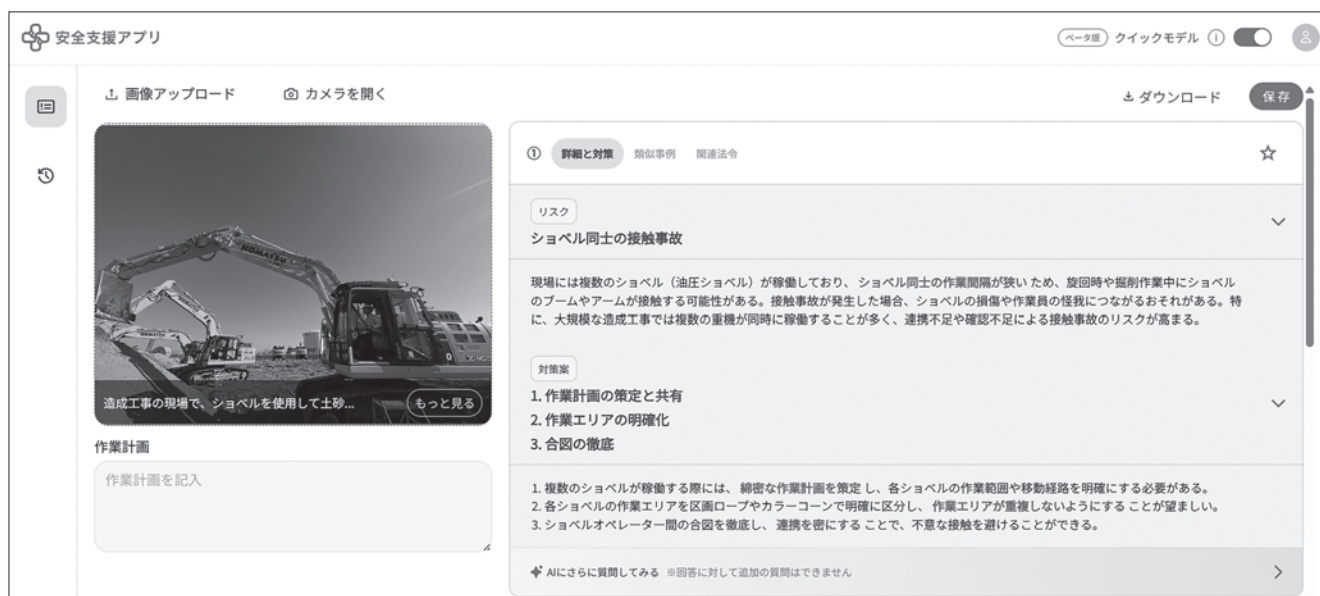
(1) 画像のみでリスク分析が可能であること

従来の AI システムの多くはユーザーが入力する文章によって AI に状況を理解させていたが、本システムではユーザーがアップロードした画像のみを情報源に、AI が自動的に状況を理解することが可能である。これにより、利用者は AI が現場の状況を理解するために文章を入力する必要がなく、簡便かつ一定の質を保ちながらリスク分析を実行することが可能である (図—4)。

付け加えると、画像だけではなくテキストによる情報の入力も可能であるため、AI が認識しづらい画像



図—3 RAG 技術概要図



図ー4 Web アプリケーション利用時の画面例

についてはテキスト情報を追加することで、より適切なリスク診断の実現を可能としている。

(2) RAG データベースの構築

本システムでは、生成 AI モデル自体への追加学習は実施せず、RAG 技術によるデータ補完で建設業に特化した知識を携えている。RAG データベースには、国土交通省および厚生労働省が公開している建設業における労働災害事例、安全管理や施工技術指針などの公的機関が発行するデータを搭載している。

RAG データベースからの情報検索においては、事故事例については発生状況・原因・対策の構造化、法令・指針については条文と解説の関連付けを行い、検索精度の向上を図っている。公的データの活用により、一般的な生成 AI では対応困難な建設安全分野の専門的な質問に対しても、根拠のある回答を提供することが可能となった。

(3) 出力される文章の高品質化

生成 AI を用いたシステムの弱点として、事実と異なる内容や現実的には考えづらい事柄を生成してしまう、いわゆるハルシネーションの問題がある。本システムにおいても出力される文章の質を高めるための取り組みをいくつか行ってきた。

一つは、建設現場の安全管理経験者による文章の監修である。開発初期段階では、AI が生成する文章が確からしさを欠いており、対策案についても現場で実行できると思えないような内容を提示することがしばしば発生した。それらに対して、経験者の目線から出

力される文章の要件定義を行い、要件を満たすように AI の出力を調整してきた。これにより、利用者からも一定の評価を得られる質の高い文章を生成することが可能となった。

もう一点は、LLM-Ops の導入である。出力される文章の質を担保するために、LLM-Ops ツールを活用し、定常的に出力を評価したうえでプロンプトチューニングや入出力フローの調整を行い、モデルを再学習させることなく品質を維持している。これにより、システムの構成やデータベースの見直しを行った際も、定量的に出力文章の質を評価できるようになり、出力される文章を安定化させることが可能になっている。

5. 導入事例

(1) 導入企業での活用状況

本システムは既に製品として販売を開始しており、複数の建設会社において実際の現場業務に導入されている。導入企業からは、従来の安全管理業務における課題解決に対する評価を得ている。導入効果と評価を表ー1に整理した。

(2) 具体的な利用・活用シーン

本システムの利用者の反応を整理すると、主に以下の3つのシーンでの活用事例が多く報告されている。

①日常的な安全パトロール：従来の目視確認を補完する形での危険要因検出に活用されている。診断結果を PDF データに出力することで現場への周知確認としても有効。

表—1 利用者の評価から主要なものを抜粋

導入効果として 報告されている内容	安全パトロール時の危険要因の見落とし防止に有効
	若手現場監督への安全教育に有効である
	法令が自動で提示されるため、確認作業が効率化された
利用者からの評価・ フィードバック	写真撮影だけで簡単に使用でき、操作性が良い
	類似事例と関連法令が同時に提示され、監督者にとっても学びになる
	暗黙知として理解している内容も明確に言語化してくれるため、リスクの見落としや認識漏れを減らせると感じた

②安全教育・指導：検出されたリスクに対する具体的な対策案と関連法令の自動提示。特に経験の浅い監督者への安全教育・指導をサポートする形で利用している。

③着工前の安全確認：3D モデルや設計図面を画像としてアップロードすることで、計画段階での潜在リスクを事前抽出。施工計画の安全性向上に活用されている。

特に③の着工前の安全確認においては、3D モデルなど施工状況が理解できる画像があれば、それを現場写真の代わりに利用することでリスクの分析が可能であることが確認できた。

6. 今後の展望・開発について

現在、本システムの発展として定点カメラとの連携機能を開発中である。現状の Web アプリケーションでは現場写真のアップロードが必要であるため、写真が取られていない、つまり巡回が不十分な箇所のリスク特定には課題が残る。定点カメラで継続的に建設現場の映像を取得することにより、今まで気づけなかった現場内のリスクに、現場管理者・作業者がともに気づきやすくなるシステムを実現することを目指している。

具体的には、定点カメラからの映像データを生成 AI が継続的に解析し、危険性が高い／低いシーンを特定しながら分析データを蓄積する。これにより、現場の安全性がどの程度なのか、改善すべきポイントがどこなのかをより正確に把握することができる。加えて、定点カメラと本システムが常に連携できていれば、写真のアップロード作業も不要となり、より利便性の高いシステムの提供が可能になると考えている。

7. おわりに

本報文では、生成 AI 技術を活用した建設現場向け安全支援システムの開発と実用化について報告した。本システムは、既に複数の建設現場において安全管理業務に導入され、現場業務の効率化と安全管理の質向上に寄与している。

建設業界における人手不足と安全管理の高度化への要求が高まる中、AI 技術を活用した安全管理の重要性は今後ますます増大すると考えられる。一方で、AI による支援は人の判断を完全に代替するものではなく、人の経験と知識を補完する「協調型 AI」として位置づけることが重要である。

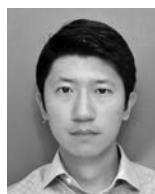
JICMA

《参考文献》

- 1) 厚生労働省労働基準局 安全衛生部安全課：令和 5 年 労働災害発生状況（別添），2023 年
- 2) 日本建設業連合会：働き方改革推進の基本方針，2017 年

【筆者紹介】

平田 弘達（ひらた こうたつ）
（株）EARTHRAIN
ソリューション開発デザイン



箱田 博之（はこだ ひろゆき）
（株）EARTHRAIN
DX センタ

