

AI を活用した建設作業所の安全・注意喚起システムの開発

三井住友建設株式会社 技術本部 デジタルコンストラクション推進部 とくら けんたろう
戸倉 健太郎

1. はじめに

労働災害の防止は建設業界にとって終わりのない課題と考えている。さまざまな知見に基づく地道な努力、施策の積み重ねにより、年々建設業における死亡災害は減少しているが、日々変化する「建設現場」における安全対策には、ここまでで十分ということがない。従来の施策に加え、新しい技術、視点も積極的に取り入れ、リスクの最小化を目指す必要がある。

本稿では、建設技能者に効果的に注意喚起を行うことを目的に、今から行う作業の直前に、その作業で過去に実際に発生している労働災害事例を紹介するしくみを、自然言語処理 AI（人工知能）の技術を使って実現したシステムを紹介する。

2. 開発の背景

図-1は、厚生労働省の統計データを元に作成した、最近の産業別労働災害による死亡者数の推移グラフである。年々減少傾向にはあるものの、



出典：「労働災害発生状況」（厚生労働省）により作成
(<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/rousai-hassei/>)

図-1 産業別の労働災害による死亡者数推移

建設業は他産業との比較において、死亡災害の多い産業であることは変わっていない。製造業のGDPが建設業の4倍近くあることを考慮すると、その差は歴然である。

建設業の労働災害リスクとその防止対策の関係を、筆者なりにイメージとしてまとめたものが図-2である。現在でも建設作業所では、日々危険予知活動（以下、「KY活動」という）やパトロールなど、さまざまな安全確保のための活動が実施されている。それらにはすべて目的と一定の効果があがり、決しておろそかにはできないものである。

それでも労働災害を撲滅することができないのは、現実的には完全になくすことができない残留リスクがあるためである。厄介なのは、建設現場ではこの残留リスクが、工事の進捗や日々の新規入場者によって常に増加方向に変化してしまうということである。この残留リスク削減のためには、これまでの施策を粘り強く継続するとともに、新しい技術や切り口による対策の積極的な適用が望まれる。

その有力な手段の一つが、近年発達著しいICTの活用と考えている。ICTの応用可能性は非常に広く、さまざまなソリューションが考えられる。このような背景により、当社ではICTを活用した安全確保技術の検討に着手し、今回紹介

するシステムはその成果の一つと位置付けられる。

3. 開発のねらい ~人は気にしているものに注意が行く~

KY活動は、作業所で行われる重要な安全確保のアクションである。しかし、KY活動は毎日のことであるために形骸化し、単にエビデンスを残す作業になっているのではないかという懸念がある。KY活動は、各作業所によって多少の違いはあっても、おおむね朝礼後各チーム単位で職長が配下の技能者に対し作業内容に応じた危険予知を行い、その内容をKY用紙に記入するというものである。しかし、その記録をみると、多くの職種において毎日同様な作業が連続するためか、危険予知の内容も同じことの繰り返しになる傾向がみられる。

どうしたら、毎日のKY活動や安全指示を技能者の心に響かせることができるだろうか。我々はまず、情報はタイムリーであることが重要と考えた。人は気にしていることには注意が行くものである。新聞のチラシでも、自分が欲しいものが載っていれば重要な情報であるが、関係ないものはただの紙でしかない。現場作業でいえば、これから丸鋸を使って木材を切断しようとしている人に、丸鋸で指を怪我した話をしたら耳を傾けるの

決定要因	対策カバーイメージ					
設備環境	パトロール	計画	検査	朝礼・KYK・TBM	ICT (AI利用含む)	残留リスク
人の不注意	パトロール	教育	朝礼・KYK・TBM	(職長の) 統率	ICT (不安全行動の認識等)	
作業計画・手順	パトロール	計画	朝礼・KYK・TBM	(職長の) 統率		
体調・疾病	パトロール	教育	朝礼・KYK・TBM	配置 (計画)	ICT (バイタル)	
年齢	データ把握	教育	配置計画	(職長の) 統率		
経験	データ把握	教育	配置計画	(職長の) 統率		

図-2 災害のリスクと対策のイメージ

ではないだろうか。

実際に起きた労働災害事例は、状況にリアリティがあり内容も詳細なため、なぜこれが発生したのかを考えるための示唆に富んでいる。すぐその場で活用できる労働災害の情報があれば、KY活動を主導する職長も聞く立場の技能者も、いろいろ想像をめぐらせることができ、自分事として災害予防を捉えやすくなると考えられる。このようなことから、作業所で日々行われている作業に対し、どのような労働災害が過去に発生しているかを、タイムリーに建設技能者に伝えるシステムを考案した。

本システムは“リスクはパーソナルなもの”という発想が原点にあり、基本の情報となる職種と作業内容のほかに、技能者の年齢、経験年数等の詳細な属性や天候、作業場所といった置かれた環境を認識して、的確な注意喚起をタイムリーに行うことを想定していた。しかし、このようなソリューションの実現のためには、検索頻度に対して十分な事例数と、的確な注意喚起を行うための質を兼ね備えたデータベース、さらに現場全体をカバーする情報インフラが必要となる。十分な情報インフラが整備された現場はまだまだ少ない。そこでまず、最初の利用シーンとしては朝礼後のKY活動にフォーカスし、チーム単位の作業内容に対して注意喚起を行うための仕様を設定した。今回開発したシステムの要件は、以下のようなものである。

- ① 当社で実際に発生した労働災害事例データをナレッジとして活用する。
- ② データのメンテナンスを容易にするため、既存の労働災害報告書のデータ形式、記載文章をできるだけそのまま使うシステムとする。
- ③ 作業現場を含め、場所を選ばず活用できるものとする。
- ④ 入力職種と作業内容を基本とした最低限のものとし、その作業中に起こりうる労働災害事例を短時間で抽出するものとする。
- ⑤ 毎日同じ作業の繰り返しであっても、日々異なる事例を抽出できるものとする。

4. 自然言語処理 AI の活用検討と実務運用システムの開発

本システムの実装に際し、通常検索システムとするか、自然言語処理 AI の技術を活用したシステムとするかの検討を行った。結果、通常検索システムについては、以下のようなことが想定された。

- ① 少ないインプットで大量のデータから意図する事例を瞬時に抽出することが困難と考えられる。
- ② 事例の追加時に検索キーとなる言葉の設定作業などが必要となり、作業負荷が大きい。
- ③ 将来的に音声入力や作業場所と一体化したパーソナルなシステムに進化させる際に不利と考えられる。

このようなことから、自然言語処理 AI システムが有利と判断し、その利用を前提とすることとした。

(1) 実現可能性の検証 (PoC)

AI システムの開発に着手する前に、労働災害事例データに対して自然言語処理 AI が有効に機能するか、検証 (PoC) を行った*。検証は「職種」、「作業内容」の入力文を複数作成し、労働災害事例文書 (データ数約 1,300) の 10% を教師データとして学習後、残りの労働災害事例文書のスコアリングを 10 回行い、正解データが上位 15 件に現れる確率を検証した。

結果は、上位 15 件中起こりうる労働災害の数を評価する「適合率」は 46% 程度と、満足できる値ではなかった。実際の運用では抽出された事例のみが判断対象であるため、「適合率」が安定して高い値を示す必要がある。この原因は、労働災害事例文書が主に「災害」の状況や内容を記載しているのに対して、入力文は「作業」の状況や

* 異なる表現でも類似性や文脈を捉え、文章の特徴量を抽出可能な自然言語処理 AI として FRONTEO 社の KIBIT (キビット) を選定した。

内容を記載しているため、それらを直接関連付けることが困難であるためと推測された。

この解決策として、作業の状況や内容と、労働災害の状況や内容を関連付けるための、いわゆる触媒となるキーワードを属性情報データとしてあらかじめ付加することを試みた。付加した属性情報は、「使用道具」、「危険要素」、「作業場所」の3点である。これらの属性情報を与えた後、検索結果を人が読み取って判定したところ、「適合率」81%の高確率で入力文と関連性の高い労働災害事例が抽出されるようになった。この結果を受けて、自然言語処理 AI によるシステムの実現は十分可能と判断した。

また、検証では、職種とシーンが違っている一見無関係な事例が抽出されることがあった。しかし、作業要素レベルで類似した事例であれば、十分同様の災害が発生する可能性があり、そうしたさまざまな条件下で起こる労働災害を知ることにより、知見を深めることができるという気づきも得ることができた。これも自然言語処理 AI 採用の効果の一つといえる。

(2) 実務運用システムの開発

図-3 はシステムの概要である。実務運用システムの基本的な利用シーンは作業所における KY 活動であるため、当社の現場担当者が所持しているタブレット PC で稼働するものとした。現場担当者は、それぞれ作業チームの KY 活動に参加してこのシステムで労働災害事例を検索し、技能者に紹介する。

このシステムは労働災害事例データの容量が大きいため、システムと労働災害事例データベースをクラウドサーバーに格納し、ブラウザからサーバーへアクセスする Web アプリケーション形式となっている。このため、利用には通信環境が必要であるが、結果的に扱っているデータが労働災害という機微な情報であることに対し、作業場所に持ち出すクライアント側が労働災害事例データを持たないことや、データの追加や改善メンテナンスが逐次反映可能というメリットにつながっている。

毎日の KY 活動においてシステムを利用すると、連日同じ作業が続く場合には同じ事例ばかりが抽出されることが想定された。これを避けるために、KY 活動において紹介した事例はユーザ側で個別に除外することで、30 日間表示されない機能を実装している。

以下に操作の手順を述べる。

- ① ブラウザ経由でシステムにアクセスする。



図-4 職種の選択画面

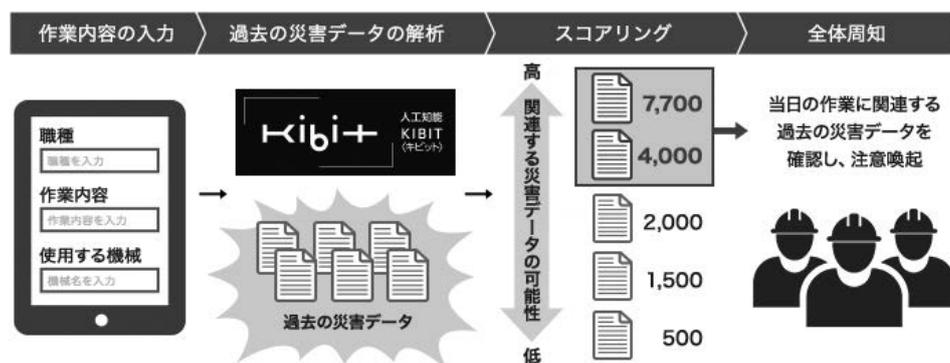


図-3 システムの概要



図-5 労働災害事例が抽出された状態の画面

- ② ID/PW を入力する。
- ③ 対象職種をリストから選択する (図-4)。
- ④ 「対応する作業内容をセットする」を押すと関連する作業の候補が表示される。この中からこれから行う作業内容を選択する。
- ⑤ 「検索」を押すと、環境にもよるが、3秒程度で入力した情報に関連する休業4日以上「重災害」10件、休業4日未満の「軽災害」10件が抽出される。各事例は状況の文章の冒頭部分と、画像のあるものはサムネイル画像が表示される (図-5)。
- ⑥ 矢印ボタンで参照したい事例を選び「詳細」を押すと、労働災害の詳細情報が表示される。「対応策」のバーを押すと、この労働災害を防止するための対応策が表示される。

そのほか、リストにないキーワードの追加や状況の入力をしたい場合には、文章で入力する欄があり、そこに入力された内容は抽出の比重が高くなるようになっている。

5. 実運用

今年5月、まず土木3現場、建築3現場で試験運用を行い、効果の確認と意見の収集を行った。まだ使う側の不慣れもある状態で、約5割の技能



写真-1 作業所のKY活動におけるシステム活用状況

者が紹介された事例に納得できたという結果が得られ、効果が期待できると評価した (写真-1)。試験運用における意見から、一度抽出した事例をすぐ呼び出せるようにキープしておく機能の追加と一部使い勝手の改善を行った。

このシステムは、作業所への導入において特別に準備するものがなく、無理なく運用と展開が開始可能なソリューションとなっている。本稿執筆時点において、全国の作業所で一斉に本運用が開始されている。

6. おわりに

労働災害の記録は同様の災害を繰り返さないための貴重な情報である。今回、自然言語処理AIを活用し、職種と作業内容の入力により、過去の労働災害事例を現場でナレッジとして生かすシステムを開発することができた。非常に簡便に利用できることから、若手の教育、朝礼での挨拶、安全大会など幅広いシーンで活用が可能と考えている。

冒頭で述べたように、建設現場では常にリスクが変化している。そのような環境において、人の注意力に直接訴えかけるこのシステムが効果を発揮することを期待している。