

No.14 トンネル切羽のデータ収集、画像解析による、岩判定支援システムの構築

ニーズの概要

- トンネルの施工にあたっては、設計時に地質縦断図をもとに支保パターンを設定し、掘削の際、実地山の観察結果をもとに岩判定を行って、実施工の支保パターンを確定。
- 岩判定は、判定者の経験に負うところが大きく、掘削をいったん止めることにもなるため、職員の負担の増加、工程の遅延などの課題がある。



岩判定実施状況(切羽)



岩判定実施状況(現地事務所)



現地との位置関係

様式-2(3)

切羽評価表[中硬質岩(層状)]

1.切羽基礎情報					
トンネル名	十津川道路 豆市トンネル工事	断面形状	円形	地質時代	中生代白亜紀
掘削年月日	平成29年07月17日	断面番号	No. 101	区分	真岩
地点	N=100+85.30	坑口からの距離	102.4 m	岩種	中硬質岩(層状)
土盛り高さ	0.3 m	透水状況	切羽: 湧水量 1 L/min	色	透明
地質時代	中生代白亜紀	弾性波速度	km/s	支持パターン	右側部
岩名	中・吉生層頁岩	弾性波速度	km/s	岩石名	中硬質岩(層状)
透水状況	切羽: 湧水量 1 L/min	弾性波速度	km/s	透水箇所	右側部
設計時計画	弾性波速度: km/s	弾性波速度	km/s	切羽全体: 湧水量: 0 L/min	色: 0

2.切羽評価点による支保パターン(目安)の評価									
(1) 切羽評価点(重み付け評価区分) × (重み係数) / 100									
評価区分 (掘削地点の地山の状態と挙動)	評価								
	重み係数	左	右	マ					
(A) 切羽の状態	1. 安定	2. 鏡面から岩塊が抜け落ちる	3. 鏡面の押し出しを生じる	4. 鏡面は自立せず崩れ、あるいは流出	5. その他	9	2	0.2	2
(B) 床面状態	1. 自立(普通不変)	2. 時間がたつと緩み肌落ちする(後審議)	3. 自立保脚保脚後早期に支保する(先審議)	4. 掘削に先行して山を受けておく必要がある	5. その他	36	2	0.7	2
(C) 圧縮強度	1. $\sigma \geq 100\text{Mpa}$ ハンマー打撃はね返る	2. $100\text{Mpa} > \sigma \geq 20\text{Mpa}$ ハンマー打撃で砕ける	3. $20\text{Mpa} > \sigma \geq 5\text{Mpa}$ 軽い打撃で砕ける	4. $5\text{Mpa} > \sigma$ ハンマー刃先食いこむ	5. その他	9	2	0.2	2
(D) 風化変質	1. なし・健全	2. 岩目に沿って変色、強度やや低下	3. 全体的に変色、強度相当に低下	4. 土砂状、乾玉状、破砕、当初より未固結	5. その他	5	1	0.1	2
(E) 割れ目の傾度	1. 割れ目 $d \geq 1\text{m}$ 割れ目なし	2. $1\text{m} > d \geq 20\text{cm}$	3. $20\text{cm} > d \geq 5\text{cm}$	4. $5\text{cm} \geq d$ 破砕当初より未固結	5. その他	7	2	0.1	2
(F) 割れ目の状態	1. 密着	2. 部分的に開口	3. 開口	4. 粘土を挟む、当初より未固結	5. その他	10	2	0.2	2
(G) 割れ目の形態	1. ランダム方形	2. 柱状	3. 層状、片状、板状	4. 土砂状、細片状、当初より未固結	5. その他	14	3	0.4	3
(H) 湧水	1. なし・滲水程度	2. 湧水程度	3. 集中湧水	4. 全面湧水	5. その他	5	1	0.1	1
(I) 水による変化	1. なし	2. 緩みを生ず	3. 軟弱化	4. 崩壊、流出	5. その他	5	1	0.1	1

総合評価	
1. 水圧 ($10 > \theta > 0$)	2. さし目 ($30 > \theta > 10$, $80 > \theta \geq 60$)
3. さし目 ($60 > \theta \geq 30$)	4. 流れ目 ($60 > \theta \geq 30$)
5. 流れ目 ($30 > \theta \geq 10$, $80 > \theta > 60$)	6. 垂直目 ($\theta \geq 80$) (最大傾斜角をとる)

○判定者によるばらつきを、なくせないか
○遠隔地でも、的確な岩判定ができないか

No.14 トンネル切羽のデータ収集、画像解析による、岩判定支援システムの構築

期待するシーズ

- 他の分野で技術進展が著しい、画像解析やディープラーニングといったICT技術を、トンネル切羽観察にも導入し、岩判定に要する手間を減らせないか。
- 蓄積されたデータは、湧水発生箇所の重点管理など、将来の維持管理でも活用可能。

画像解析による岩判定支援



切羽の撮影画像



解析イメージ

亀裂の方向や色、湧水量などの判別が必要

遠隔地での的確な岩判定



カメラ

カメラを用いた岩判定実施状況
(切羽)

テレビ会議形式による岩判定実施状況
(現地事務所)



カメラ

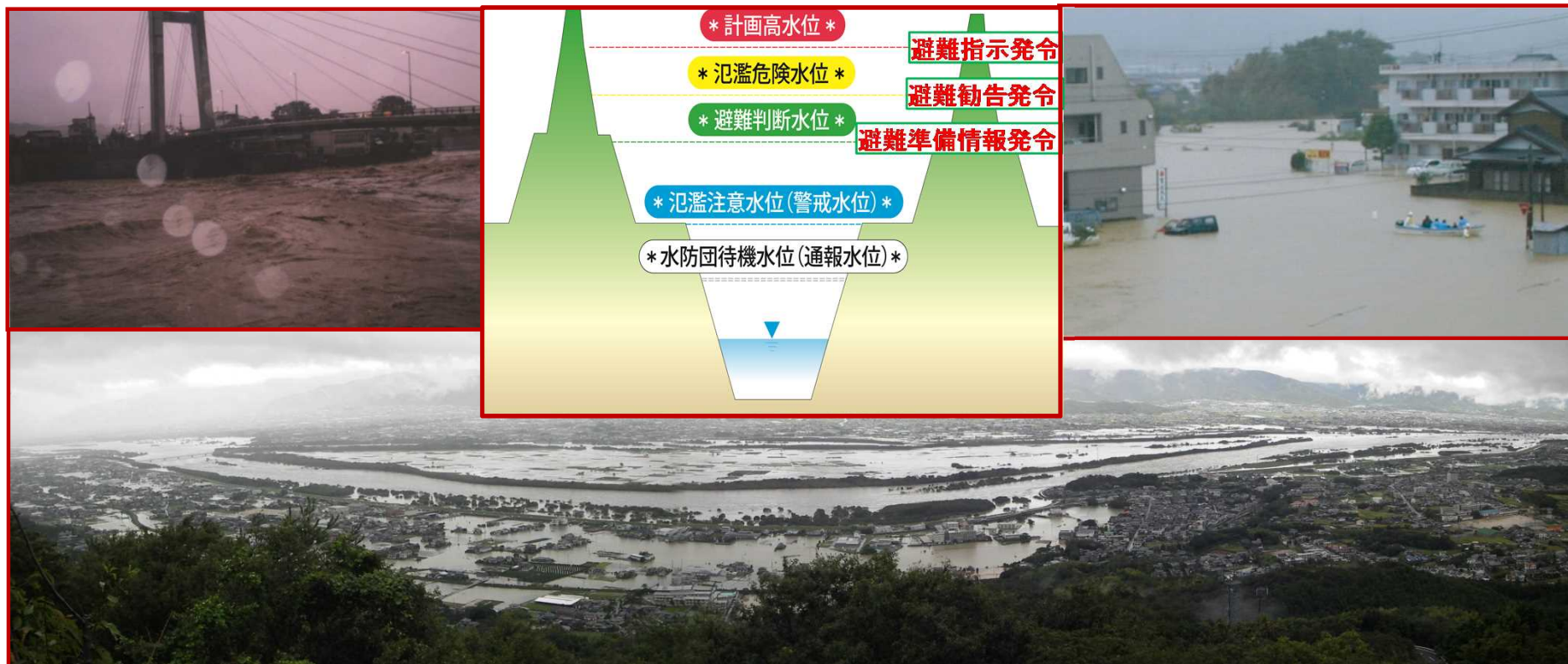
映像・音声伝送の効率化などが必要

No.15 人工知能で河川水位の予測が可能か？

～ディープラーニングを用いた災害情報システム構築の可能性～

ニーズの概要

- 水害防止のためには、**河川水位の将来予測**が必要不可欠。
- 数時間後の下流河川の水位予測により、**適切な水防活動、避難勧告・指示**が可能
- 流域に張り巡らされた、雨量・水位などの**観測網は、(時間的にも、空間的にも)充実**。
- これら充実したデータとAIを用いて、水位予測を行えないか？



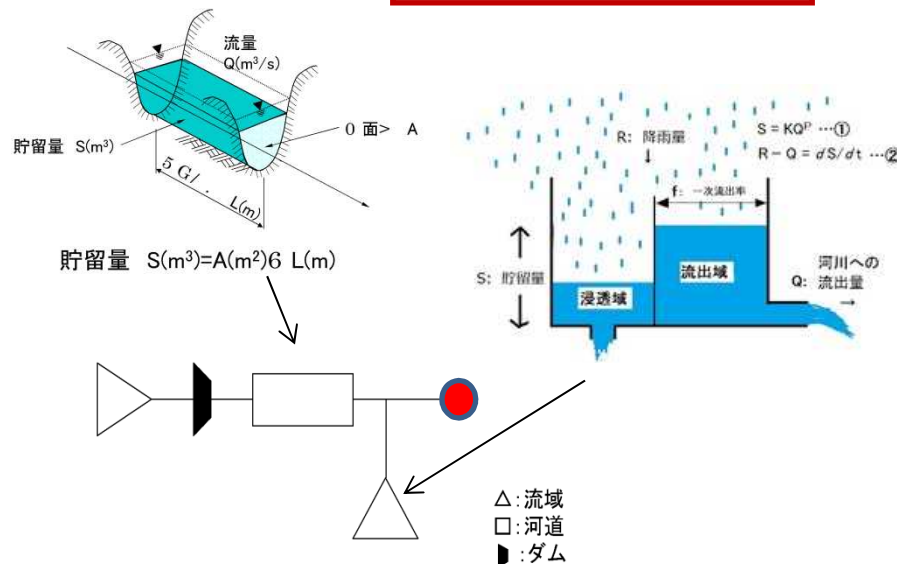
No.15 人工知能で河川水位の予測が可能か？

～ディープラーニングを用いた災害情報システム構築の可能性～

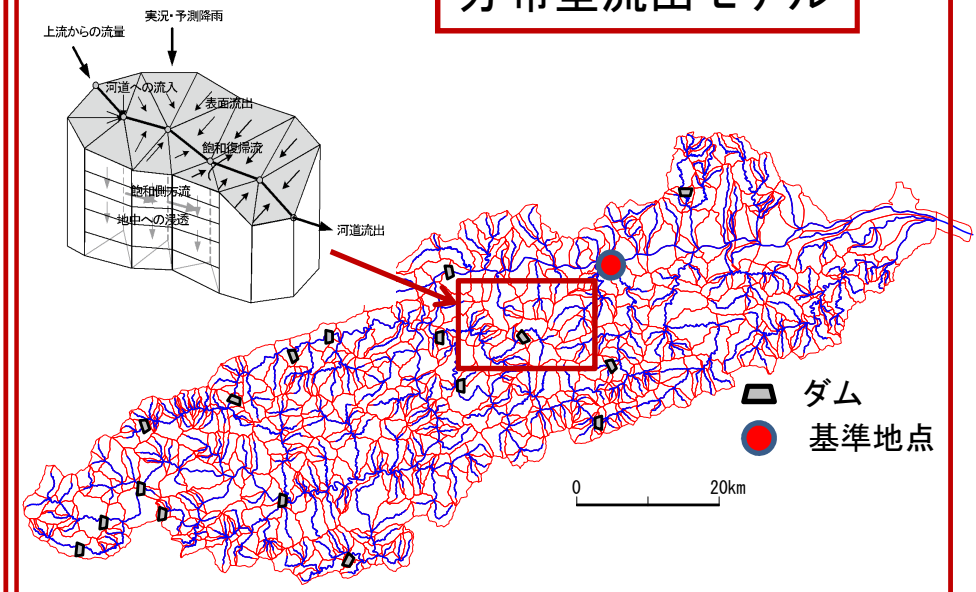
現状の方法

- 現状の予測技術は、貯留関数法や分布型モデルを用い、**降った雨が流域で河川にどのように時間をかけ流出するかをモデル化**し、水位予測を行っている。
- この方法は、観測網が貧弱で、**データが少なくても解析モデル(物理モデル)を介在させる**ことにより、**精度向上**を図ることが可能であった歴史的経緯。
- しかし、現状の方法では、**モデル構築が高度化**し、取り扱える技術者も限定、モデル更新にも**多大労力と時間が必要**。一方で、予測技術の向上には、解析モデルに用いるパラメータの同定に左右され、一方で客観性も求められる上、**予測にも計算時間が必要**。

集中型流出モデル



分布型流出モデル

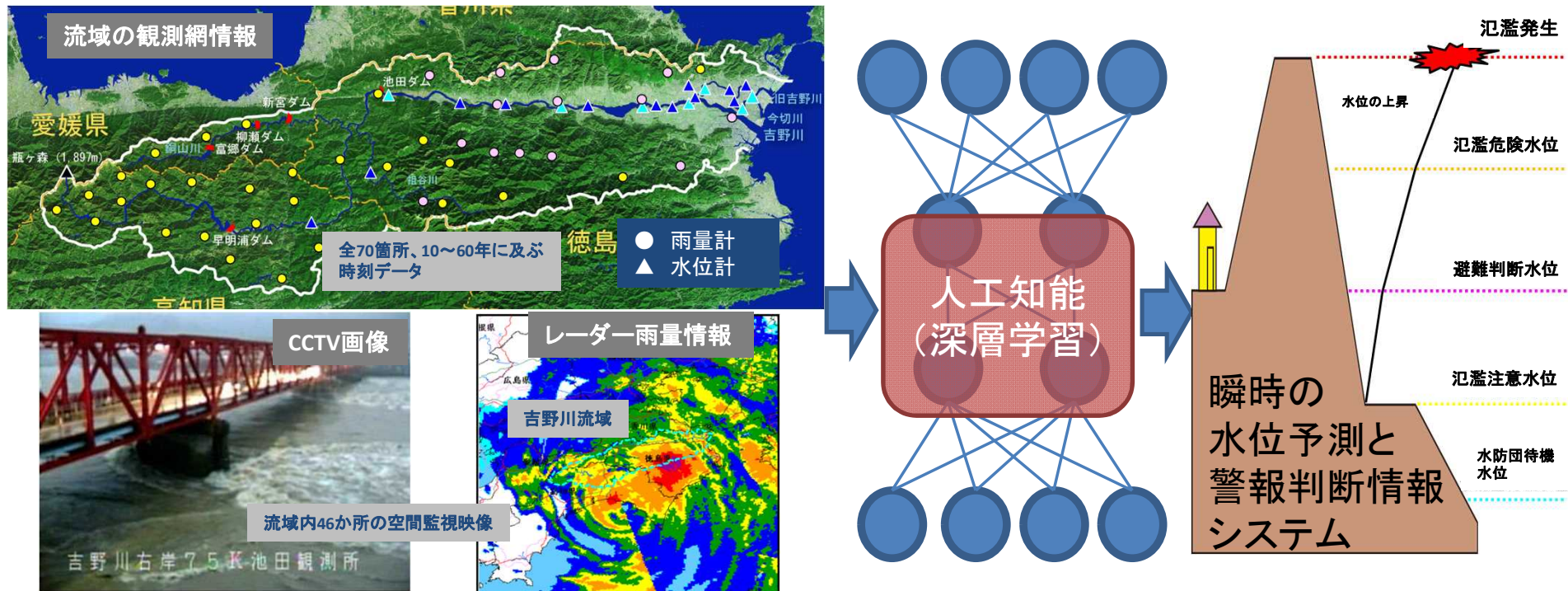


No.15 人工知能で河川水位の予測が可能か？

～ディープラーニングを用いた災害情報システム構築の可能性～

期待されるシースズ

- そもそも我々人類は古来より、河川の災害は、経験則に基づきある程度の予測を行っている。**（「あそこであーなったら、数時間後には、こここうなる」との認識）**
- これまでに蓄積された河川流域の過去からのデータ（雨量・水位等）、及び、リアルタイム流域データを用いて、**AIによる水位予測**はできないか？ **（ディープラーニングの活用）**
- ひいては、水位予測から、水防団出動、水防予警報、避難準備情報発令、避難勧告、避難指示への**半自動的に判断できる（判断を補助する）システムが構築可能**では？



No.15 人工知能で河川水位の予測が可能か？

～ディープラーニングを用いた災害情報システム構築の可能性～

同様のニーズ

- 渇水予測、ダム管理等 **低水管理** への応用
- 内水氾濫による **排水機場(ポンプ施設)管理**
- 観測網が貧弱な **中小河川への適用** (レーダー観測データ・CCTVを活用)
- 道路の **除雪規制・雨量規制** への応用

低水管理や中小河川への適用



排水機場管理



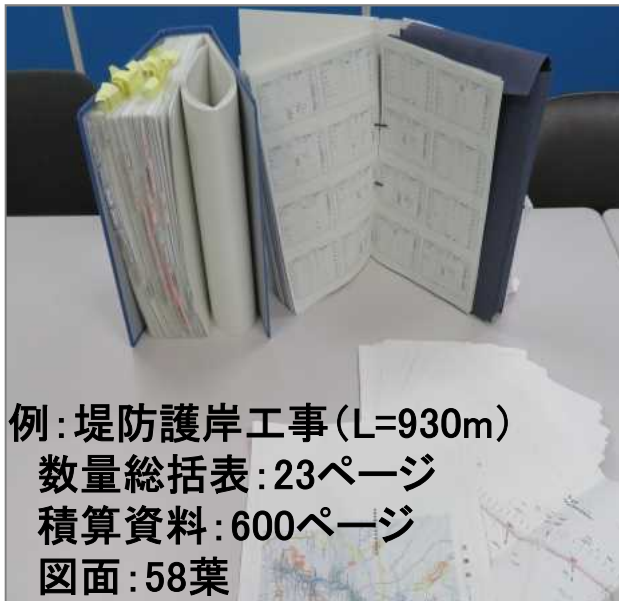
道路の除雪・雨量規制への応用



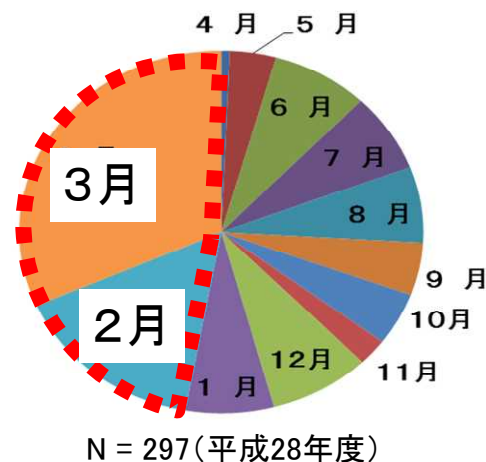
No.16 入札関係の数量計上資料、積算資料の要確認箇所を自動検出できるようにしたい。

ニーズの概要

- 発注者は業務・工事発注にあたり、実施内容に応じた数量計上、積算作業を実施し、膨大な書類作成・確認作業を行っている。
- 各受注希望者も入札にあたり、公示された業務・工事内容、数量を基に、積算作業を実施している。
- 年度末の特定の時期に、受発注者双方が、短期間で膨大な資料作成・確認作業を実施しており、**正確性・効率性の高いチェック・確認方法**が求められている。
- 担い手不足から、直感的に業務・工事規模に応じた計上・積算ミスを見抜ける経験豊かな人材を、時間をかけて育成していくことは難しいと推測される。



月別開札件数割合(変更含)
→ 2月、3月に**47.1%**が集中



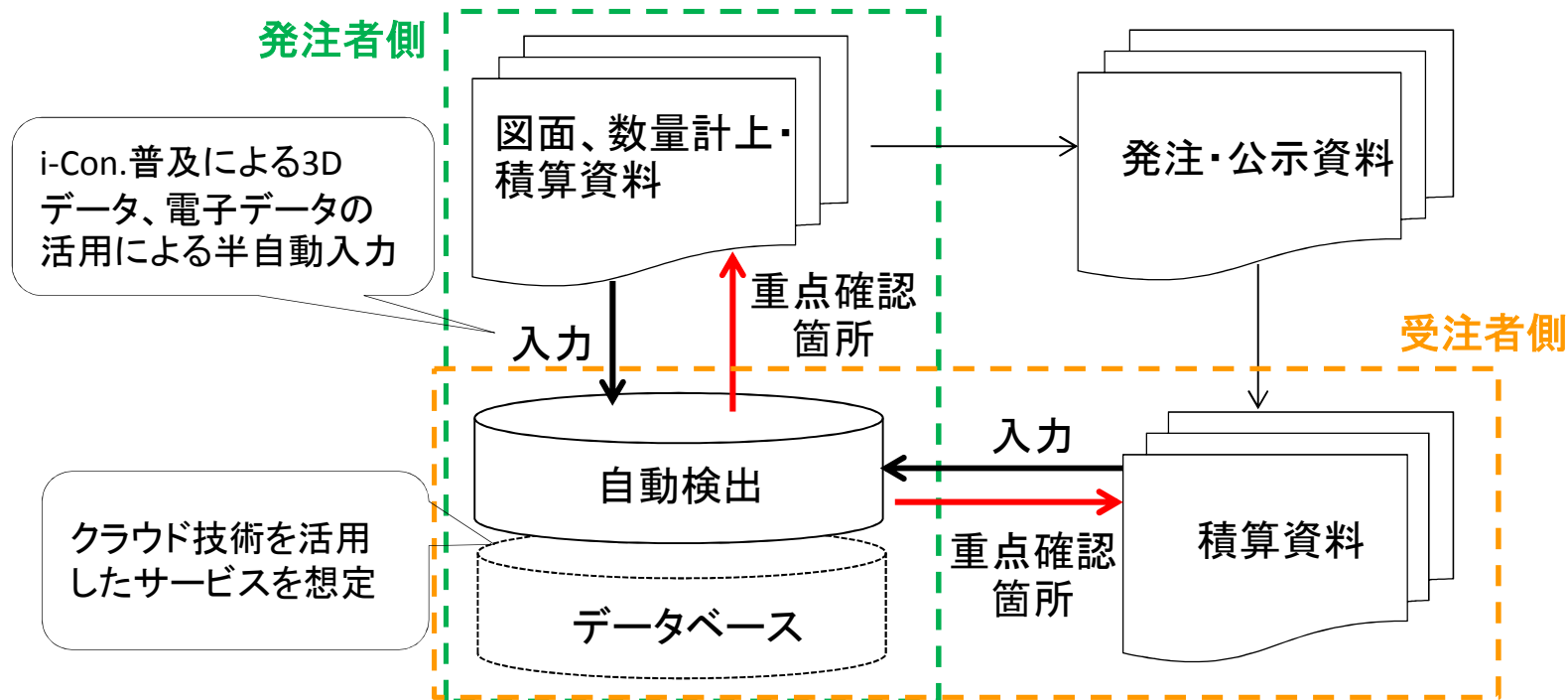
資料チェックに多大な労力



No.16 入札関係の数量計上資料、積算資料の要確認箇所を自動検出できるようにしたい。

期待するシーズ

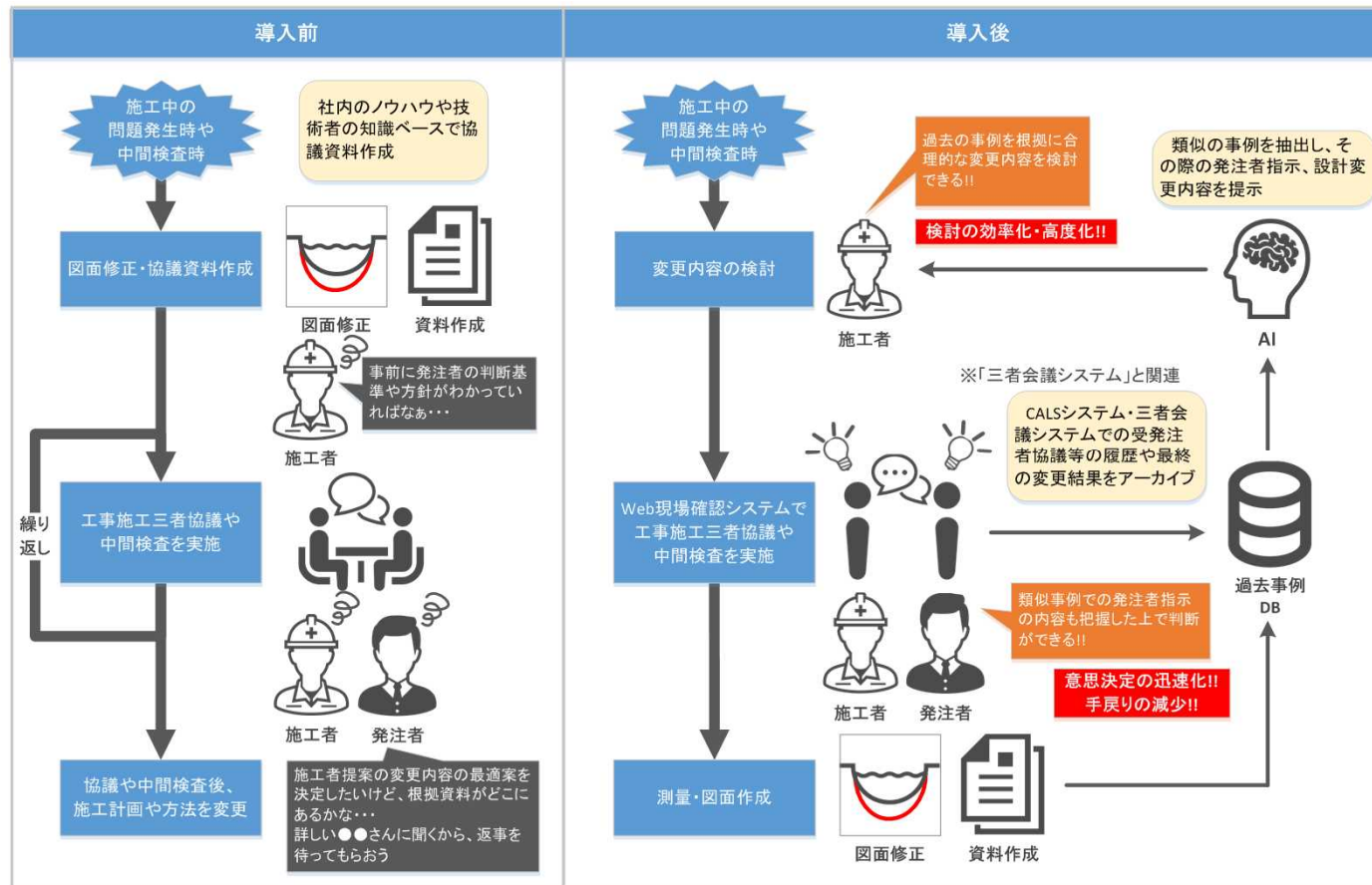
- 大量のデータベースを基に、機械学習、深層学習等の技術により、画像の中から特定の事象(「犬」「女性」「歩行者」等)を検出する技術は確立されつつある。
- 過去の膨大な既発注業務・工事の発注手続き資料・積算結果のデータベースを基に、機械学習・深層学習技術等を用いて、数量計上や積算のミスの可能性が高い箇所を自動的に検出することを可能とし、受発注者双方の生産性を向上させられないか？



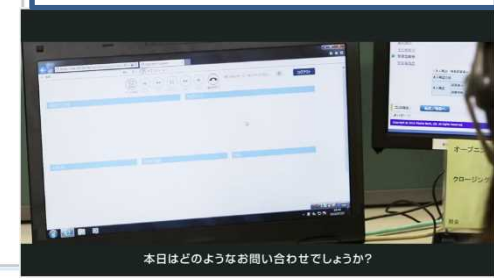
受発注者双方の人員が減少する中、計上・積算結果の確認方法の効率化は不可欠！

No.17 施工段階で発生する問題に対して、AI等を活用により解決方法を例示する技術

- 設計時に想定できない事象が施工段階で発生した場合に、既存の文献や経験、また設計コンサルタントの能力により対応している。
- AI等を活用して、施工段階で発生した問題に対する解決方法を例示する技術。



【取り組み事例】
 (株)みずほ銀行 & IBM Watson
 を利用したコールセンターの
 リアルタイム支援



No.17 施工段階で発生する問題に対して、AI等を活用により解決方法を例示する技術

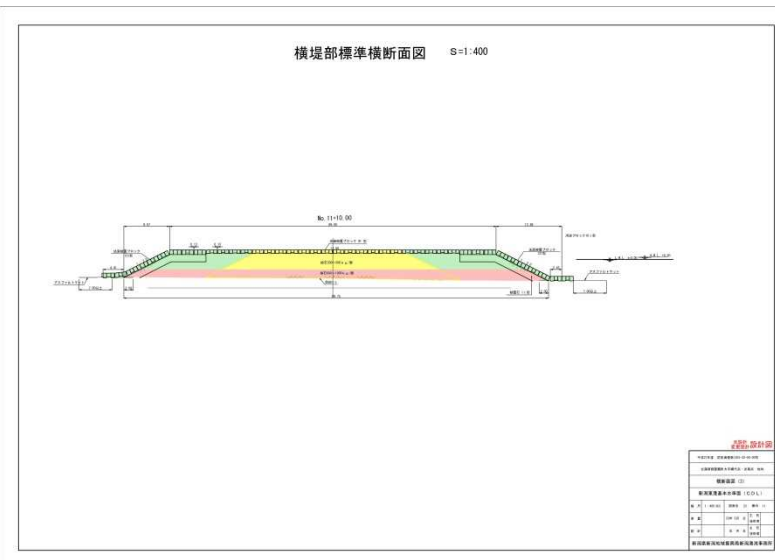
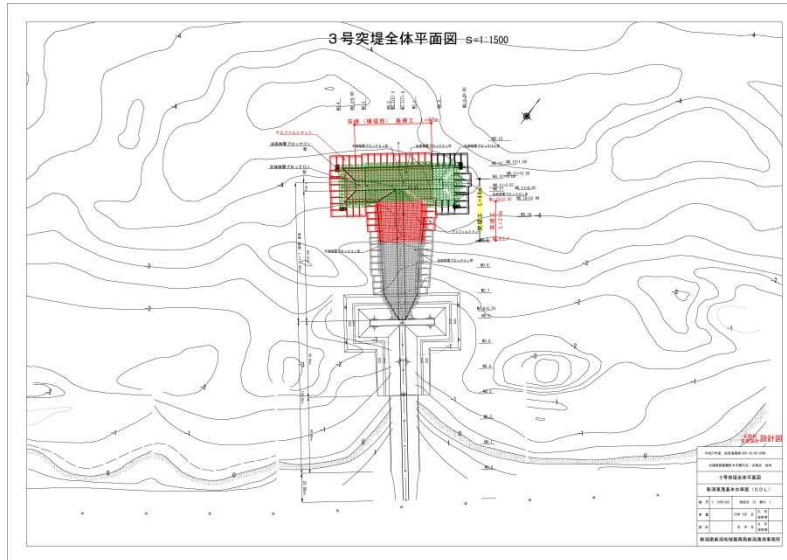
様式-3

工事打合簿

標準仕様書第1編1-1-1-7第2項に基づく打合せ内容を下記のとおり確認する。

工事名		海岸侵食対策3号突堤工事		発注者	株式会社	新潟支店
発議者	<input checked="" type="checkbox"/> 発注者	<input type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成 28年 05月 11日		
発議事項	指示 その他 ()					
(内容)						
(発注者)						
5月10日に実施された施工調整会議に基づき、下記のとおり施工数量の増工を指示する。						
・横堤部について、捨石及び洗掘防止対策(帆布及びアスファルトマット)工の増工を指示する。 なお、施工範囲については別紙図面を参照。						
・縦堤部修繕箇所修繕工法については、洗掘箇所には捨石(200~500kg)を投入し補修する。 被覆ブロックについては、取り外し再度据付をする。						
各施工数量については、現地精査後決定する。						
(受注者)						
処理・回答	発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 受理 <input type="checkbox"/> その他 () します。				
	受注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 届出 <input type="checkbox"/> その他 () します。				

平成 28年 05月 11日



新潟県CALSシステムのデータを利用するための課題

- 例のようにCALSシステムには協議の過程でなく結果のみが登録されていることが多い。
- 変更内容は図示されるため、テキストマイニングが難しい

No.18 シールド工の熟練オペレータの行動を分析し 自動運転技術を開発したい

ニーズの概要

- シールド工事においては、早くから自動制御技術(運転・組立・搬送)が開発されている。
- 自動運転技術においては、自動制御だけでは対応できないケースが必ず生じる。
- 熟練オペレーターが必要不可欠である。
- シールド掘進のオペレーターは、様々な情報を瞬時に判断しながら操作を行っている。
- 様々なケースに対応できる熟練オペレーターに育つまでには、かなりの年月を要する。
- 建設業への従事率が低下や格的な少子高齢化時代を迎え、技術の伝承が困難に。



自動運転技術



自動組立技術



自動搬送技術

予期せぬ
事象の発生

自動制御で
は対応不可

熟練オペが
必要不可欠



熟練オペは様々な情報を瞬時に判断し操作

熟練オペの育成にはかなりの年月を要する

熟練オペの行動を機械に学習させ自動運転技術の開発に役立てたい

No.18 シールド工の熟練オペレータの行動を分析し 自動運転技術を開発したい

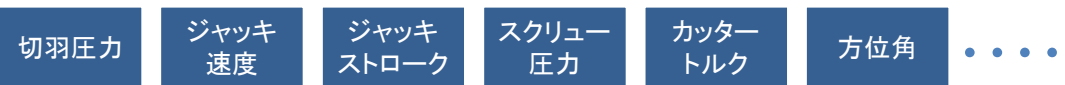
期待するシーズ

- 熟練オペレータの行動を正確に記録できる技術があると便利である。
- 具体的には、マシンオペレータの視点(何の値をどれぐらいの頻度で見ているのか)と、その時の判断結果(どのように操作したのか)を記録できる技術。
- 測定された熟練オペレータの行動と判断結果をAIに分析させることで、熟練オペレータの思考プロセスを理解する。
- 掘進シミュレーターなどの教育ツールの作成、自動運転の技術開発に役立てることが可能であると考えられる。



【シールドマシン運転状況】

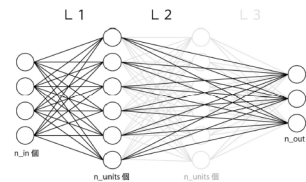
① 熟練オペの視点を記録



② 熟練オペの操作を記録



◆ 熟練オペの行動と判断結果をAIで分析、思考プロセスを理解



- ◆ 教育ツールの作成
- ◆ 自動運転技術の開発