

トンネル安全衛生勉強会

テーマ：より安全なトンネル建設のために
～「再発防止」から「未然防止」への転換～

(3) リスクアセスメントのあり方

- リスク管理 5章
- 災害分析によるヒューマンエラーの分析 6章

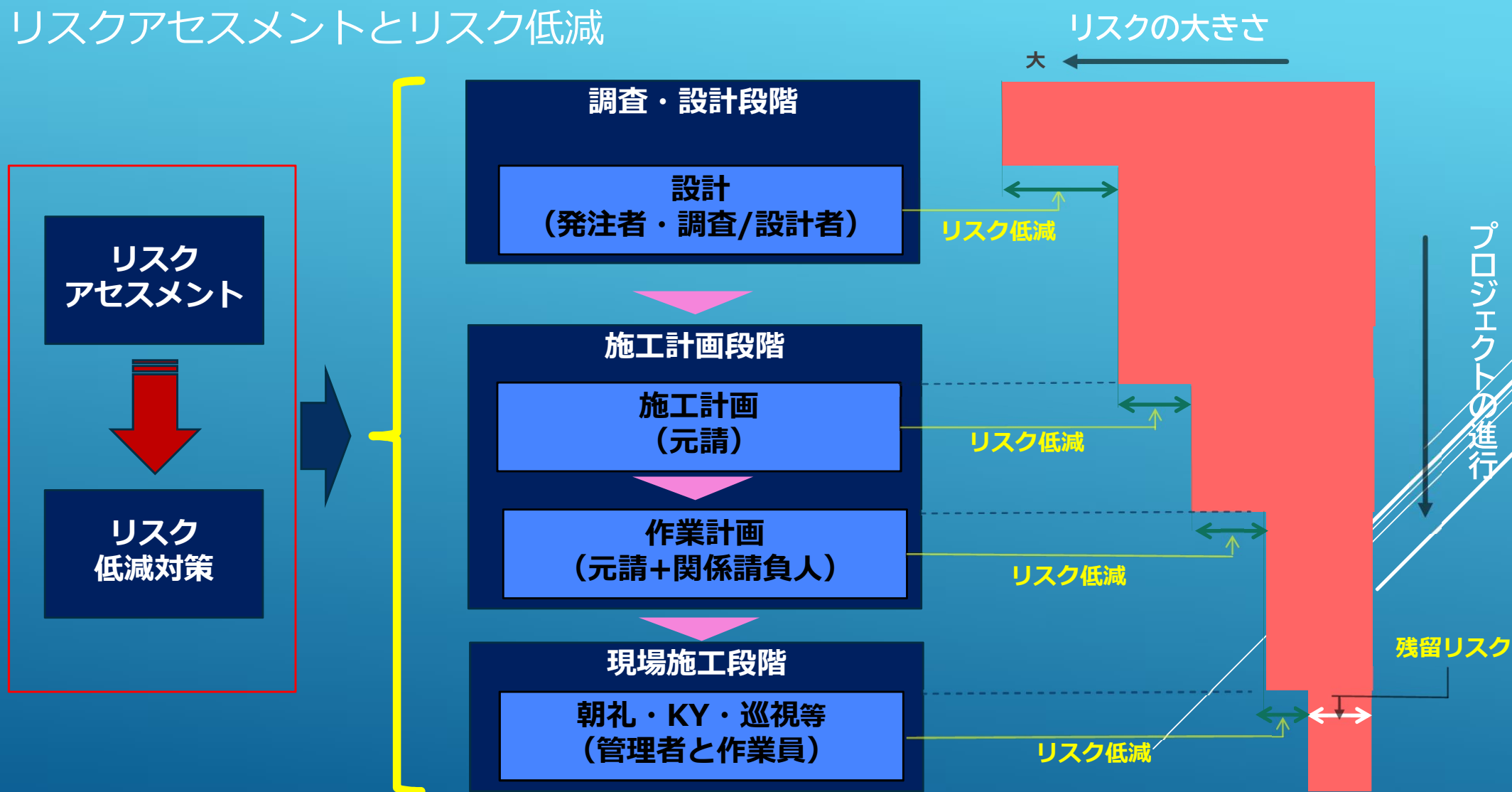
NPO 法人臨床トンネル工学研究所 トンネル安全衛生勉強会

理事長特別小委員会 トンネル安全衛生小委員会
(2019年9月～2021年8月)活動報告書、令和3年8月

(3) リスクアセスメントのあり方

- リスク管理 5章
- 災害分析によるヒューマンエラーの分析 6章

リスクアセスメントとリスク低減



リスクアセスメントについて

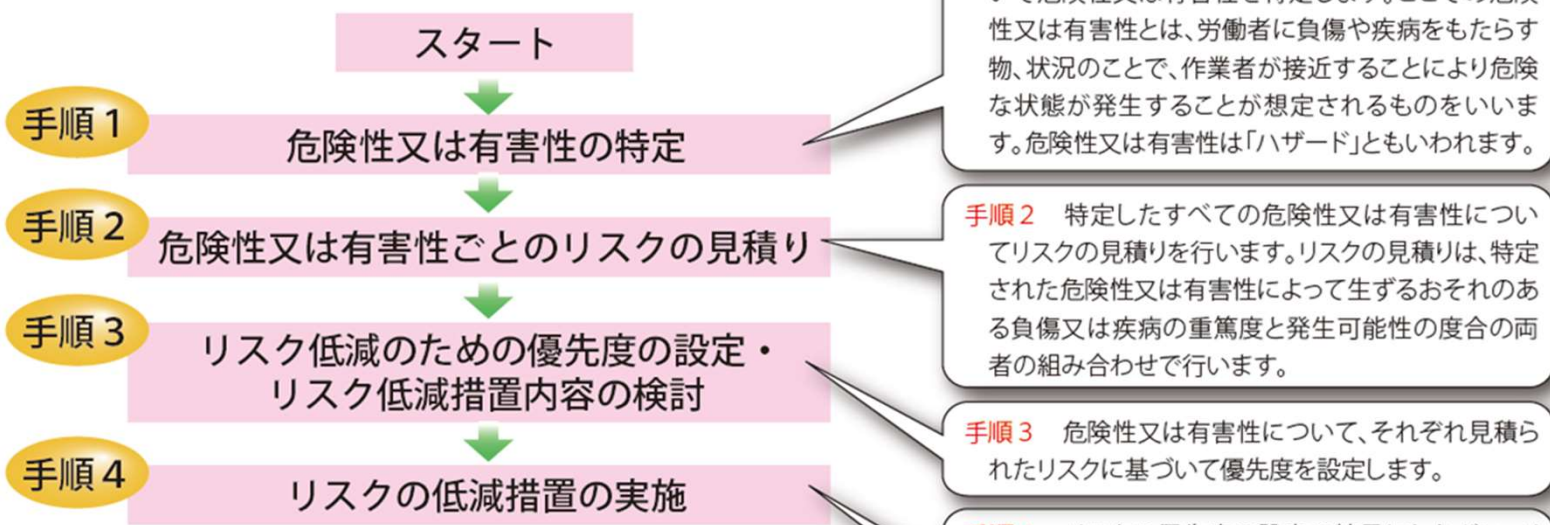
本来の「リスクアセスメント」は 危なさを「見つける」のではなく「調べる」

これまでの災害防止では、危険感受性を高め、できるだけ多くの危なさを「見つける」ことに力を注いできました。一方で、「見つける」順序は、目に付いた順、気づいた順など、各人に任されていました。

本来の「安全」を確保するためには、個人の危険感受性や気づきに期待するのではなく、道筋を決め、順序立てて危なさを調べる方法に切り替えていくことが必要です。主観的に「見つける」姿勢から、客観的に「調べる」姿勢に切り替えるということです。

リスクアセスメントの手順

2 リスクアセスメントの基本的な手順



手順1 機械・設備、原材料、作業行動や環境などについて危険性又は有害性を特定します。ここでの危険性又は有害性とは、労働者に負傷や疾病をもたらす物、状況のことで、作業者が接近することにより危険な状態が発生することが想定されるものをいいます。危険性又は有害性は「ハザード」ともいわれます。

手順2 特定したすべての危険性又は有害性についてリスクの見積りを行います。リスクの見積りは、特定された危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度と発生可能性の度合の両者の組み合わせで行います。

手順3 危険性又は有害性について、それぞれ見積られたリスクに基づいて優先度を設定します。

手順4 リスクの優先度の設定の結果にしたがい、リスクの除去や低減措置を実施します。
リスク低減措置は、基本的に次の優先順位で検討、合理的に選択した方法を実施します。

- ① 設計や計画の段階における危険な作業の廃止、変更等
- ② インターロックの設置等の工学的対策
- ③ マニュアルの整備等の管理的対策
- ④ 個人用保護具の使用

- 実施時期**
- ・設備、原材料、作業方法などを新規に採用し、又は変更するなどリスクに変化が生じたとき実施
 - ・機械設備等の経年劣化、労働者の入れ替わり等を踏まえ、定期的の実施
 - ・既存の設備、作業については計画的に実施

主な用語の理解

■ 安全 (Safety)

：受容できないリスクがないこと。

■ リスク (risk)

：危害の発生確率と危害のひどさの組合せ。

■ 許容可能なリスク (tolerable risk)

：社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスク。

■ 残留リスク (residual risk)

：保護方策を講じた後に残るリスク。

■ 危険源 (hazard)

：危害を引き起こす潜在的根源。(ハザード)

■ 危険状態 (hazardous situation)

：人が少なくとも一つの危険源に暴露される状態。暴露されること。

■ 危険事象 (hazardous event)

：危険状態から結果として危害に至る出来事。

■ 危害 (harm)

：身体的傷害又は健康障害。

災害発生プロセス：

全ての労働災害は、「災害発生プロセス」によって説明することができ、災害の成り立ちを理解し、危なさを「調べる」上での基本理念。








リスクアセスメントの実施者

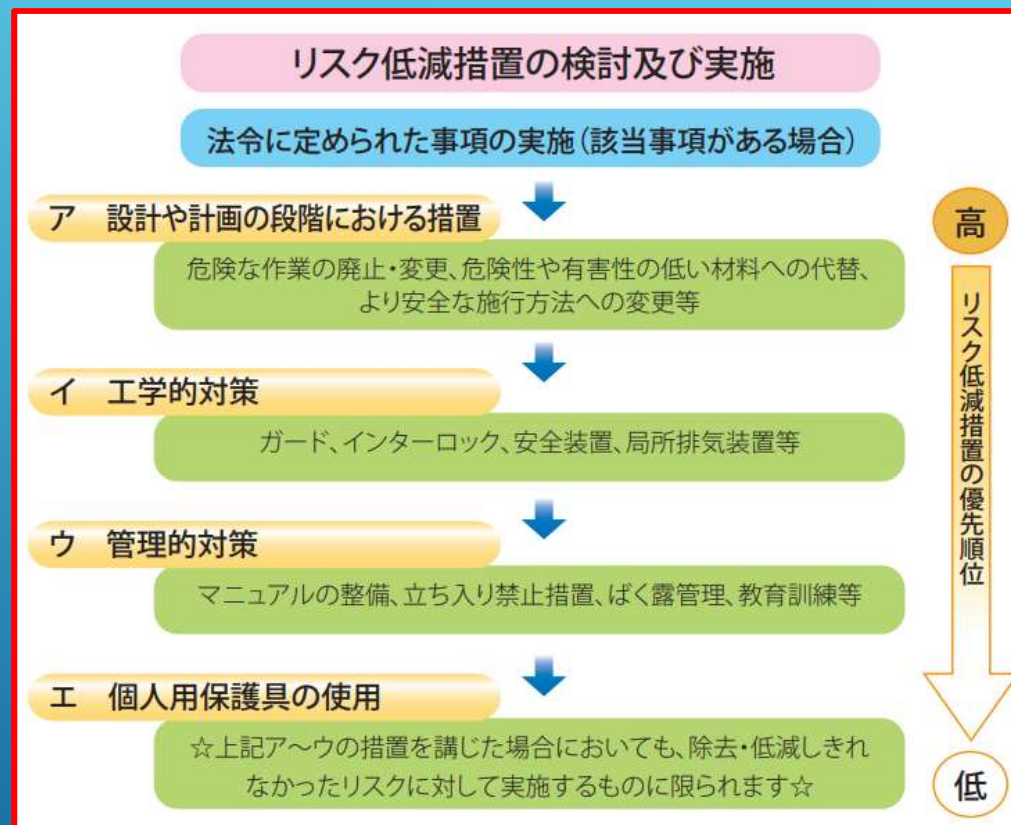
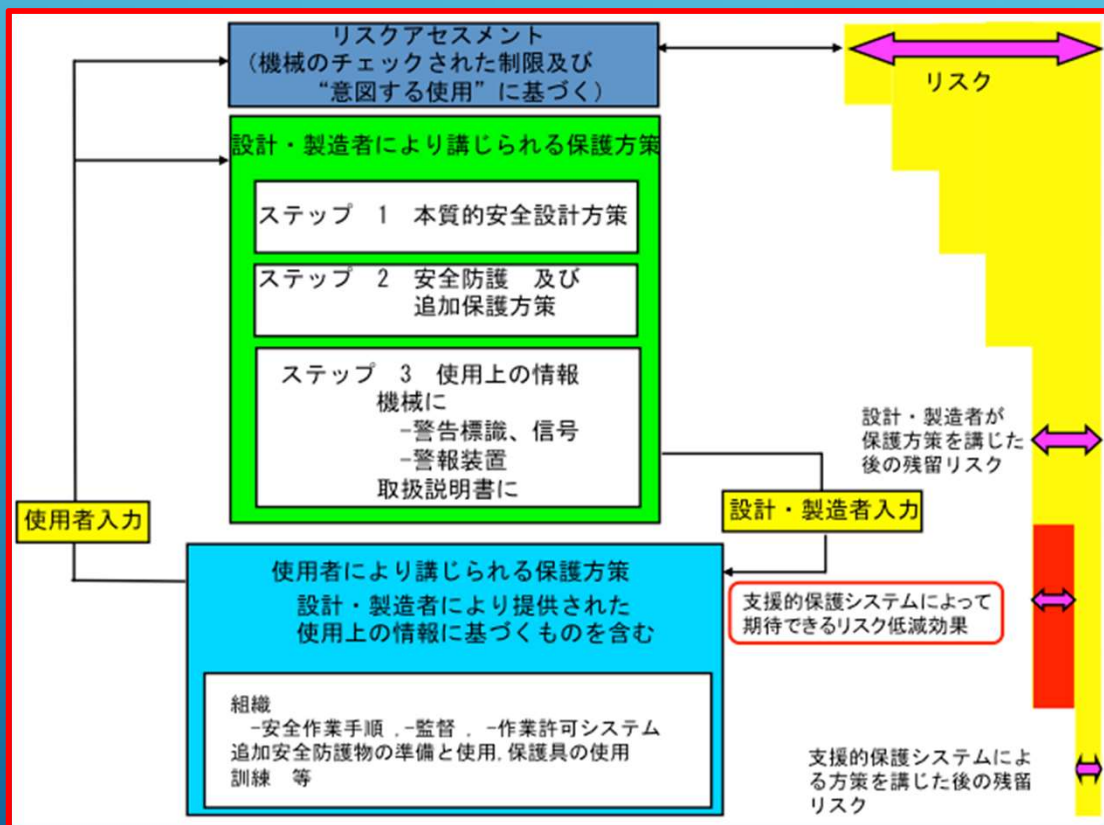
建設業における事業の流れを考える

Stage	リスク管理	インテグレーション	実施責任の主体	リスクアセスメントに関する法的側面
調査・設計段階	発注者	構造 計画位置 機能 施工条件 発注条件	発注者	建設工事の現場の安全性の点検等の規定 (建設工事従事者の安全及び健康の確保の推進に関する法律 平成28年法律111号第13条) (平成29年3月16日施行)
施工計画段階	請負企業 (元請け・関係請負人)	施工方法 施工順序 施工工程 導入技術	元請け	リスクアセスメントの実施の努力義務 (労働安全衛生法第 28 条の 2、 平成 18年4月1日施行)
施工段階		作業計画 作業環境 機械機能 作業能力 ヒューマンエラー	関係請負人	

ハザードの同定・リスク評価（危険事象のシミュレーション）

ドラグショベル 作業 	作業形態		ドラグショベルの主なハザード				
	イラストは トラブル発生時		バケット動作	ブーム動作	アーム動作	上部旋回	下部走行
作業A ドラグショベル：1台 協働作業者：2名		協働作業者へに対するリスク	危	危	危	危	危
作業B ドラグショベル：1台 協働作業者：1名			危	危	危	危	危
作業C ドラグショベル：1台 協働作業者：3名			危	危	危	危	危
作業D ドラグショベル：1台 協働作業者：1名			危	危	危	危	危
参考：	厚生労働省 職場のあんぜんサイト		URL: https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pg/SAI_FND.aspx				
	愛知労働局"危なさと向き合おう"		URL: https://jsite.mhlw.go.jp/aichi-roudoukyoku/content/contents/000710899.pdf				

リスクアセスメントとリスクの低減

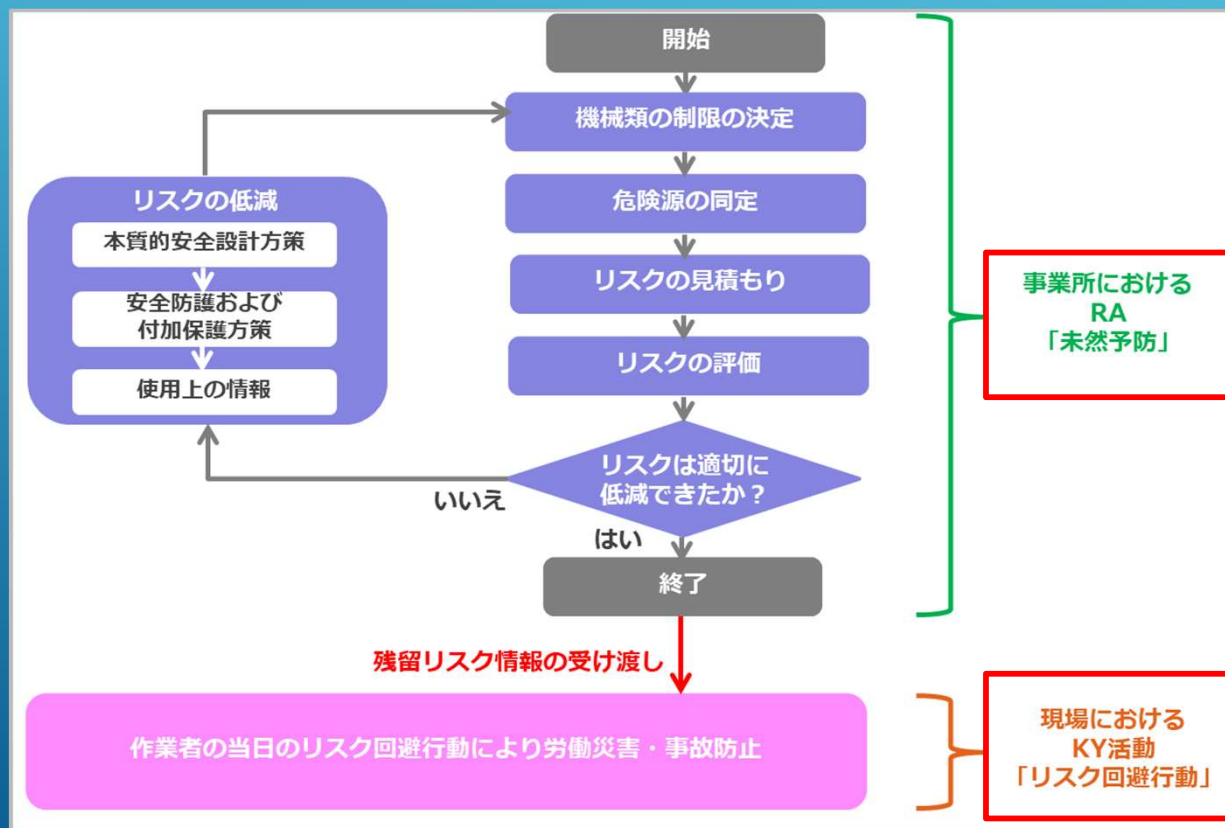


リスクアセスメントからKY 活動への展開

リスクアセスメント（以下RA）とKY 活動の目的を意識し、混同しないこと。



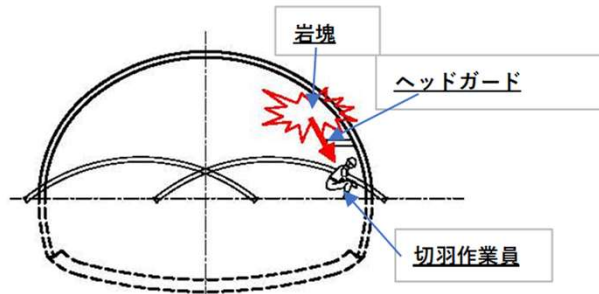
KYは当日のリスク回避行動の実践



模擬災害事例（鋼製支保工建て込み作業）

模擬災害事例を用いたリスク低減方策の検証

模擬災害発生状況



土べら側の高さ約2.0m 付近から30kg～40kg 程度の岩塊が抜け落ち、建込支保工上に落下。跳ねた岩塊が、しゃがんだ姿勢で切羽上半盤で最下部のタイロッドの取り付け作業をしていた被災者の身体に当たった。被災時には切羽監視責任者を配置し、ヘッドガードを設置していた。

災害要因

厚生労働省 職場のあんぜんサイト 災害事例の発生要因分類（参照）	物	作業環境の欠陥	災害プロセス整理（CITP）	設備的要因	・側壁部は照明が不足で視認困難
		物の置き方、作業場所の欠陥			・切羽に建込み用の支保工の仮置き
		防護設備・安全装置の欠陥			・ヘッドガードは切羽側にガードなし
	人	心理的原因		人的要因	・吹付機能過信、注意不足
		生理的原因			・姿勢（視界狭い・数分間）
	管理	不安全な状態を放置		管理的要因	・切羽監視責任者が吹付変状気づかず
		危険場所への接近			・肌落ち危険個所を限定不能
	ハザード	切羽（不安定な岩塊）			

模擬災害事例に基づく対策

1 本質的安全設計方針

2 安全防護
および付加保護方針

3 使用上の情報

スリーステップメソッドに基づいたリスク低減方針の検討		
ステップ	リスク低減方針	残留リスクなど
1st ステップ 本質的安全設計方針 危険源を除去する、危害の程度や発生確率を下げるという、設備／機械自体に施す方針。最も有効なため最優先とする	<ul style="list-style-type: none"> ・繋材を使わない設計(空間分離) ・さや管方式の採用(確率減少) ・エレクターによる建て込み+固め(人の排除) ・吹付厚の確保(安全側) 	<ul style="list-style-type: none"> → (人の作業時間なし) → 切羽作業時の肌落ちの発生 → (人の作業時間なし) → 規模の大きな肌落ち
2nd ステップ 安全防護・付加保護方針 設備／機械自体ではなく、他の設備や装置の力に依存した方針。それらは、故障したり人間が無効化したりするなど機能しない恐れがある。従って優先度は、本質的安全設計方針に次ぐ2番目とする	<ul style="list-style-type: none"> ・照度アップ(切羽監視責任者が切羽の異常を早期に発見しやすくするため) ・ヘッドガード+側部ガードの設置 	<ul style="list-style-type: none"> → ・目視で発見できない変状 → ・規模の大きな肌落ち
3rdステップ 使用上の情報 意図的、非意図的にミスをする人間に依存した方針。ルールは守られないことも。従って優先度は、最も低い3番目とする	<ul style="list-style-type: none"> ・切羽監視の強化(複数人による監視) ・切羽変位センサーによる警報 ・鏡吹付コンクリート厚さ確認(不均一把握) ・作業員に鏡吹付コンクリートの支保機能(実施目的と効果、限界)を明確に伝える 	<ul style="list-style-type: none"> → ・瞬時に起こる切羽崩壊など → ・計測位置以外からの異常発生 → ・瞬時に起こる切羽崩壊など → ・瞬時に起こる切羽崩壊など

災害防止・リスク低減のプロセス

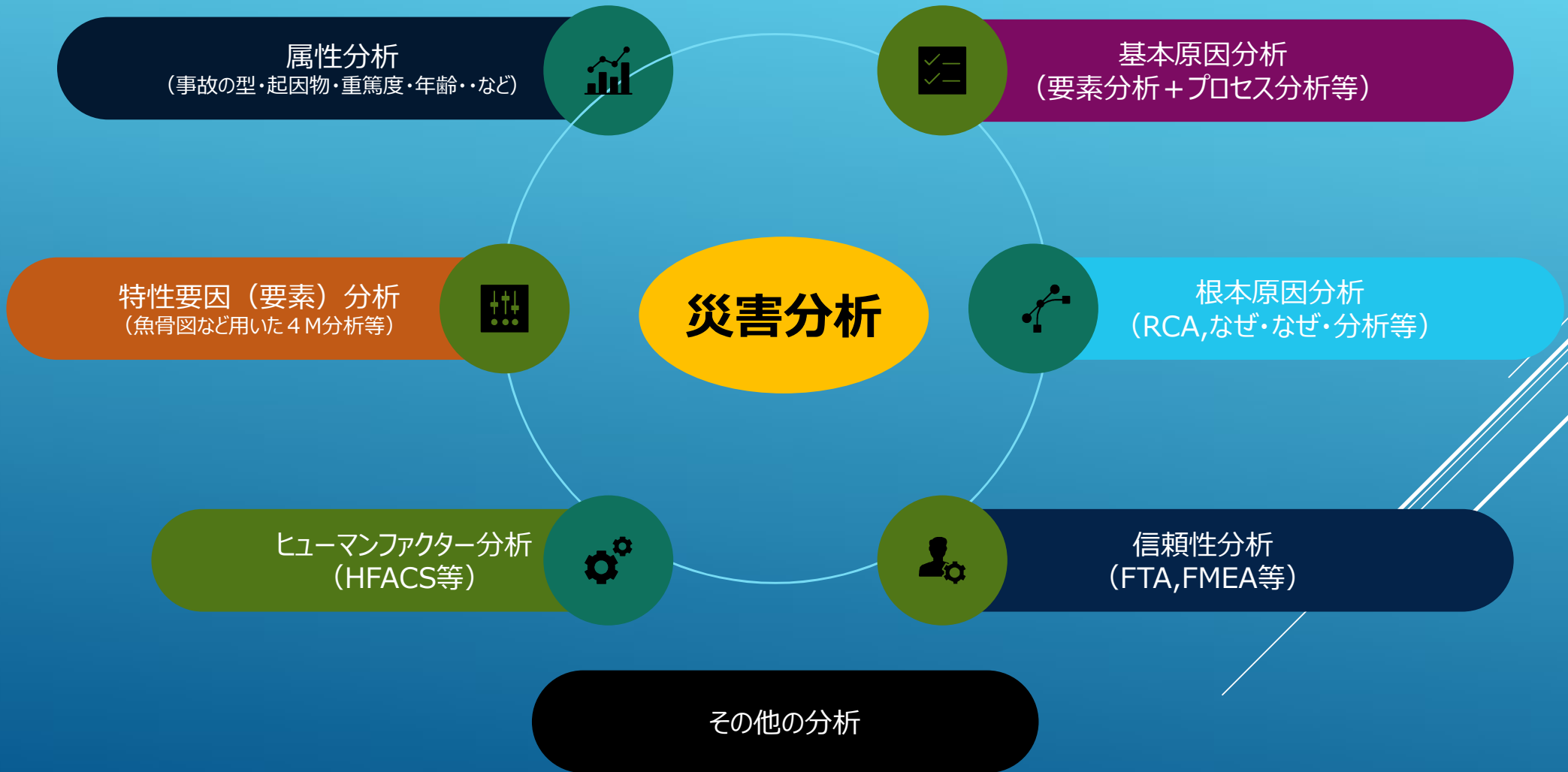
災害要因分析とヒューマンエラーについて

災害の原因を考えるとき

ヒューマンエラーは原因としてではなく結果としてとらえること

現場での災害発生時の要因分析等では必ずヒューマンエラーという言葉を用いるが、ヒューマンエラーとは、人間の本来持っている特性と、人間を取り巻く広義の環境がうまく合致していないために引き起こされる、予め期待した目標から逸脱した行動と定義されており、ヒューマンエラーは原因ではなく、結果として理解されなければならない。

災害分析手法



ヒューマンファクターズ導入の背景

- ▶ 労働災害の再発を防止するためには、**人的要因**及び**物的要因**にとどまらずに、その背景にある**管理的要因**にも踏み込んだ本質的な原因の究明を行い、それに基づく本質的な対策を実施する必要があります。しかしながら、労働災害の発生状況を見ると、災害が発生した場合に、その管理的要因まで追究した対策がなされないために、同様な原因による災害の発生が繰り返されているケースが多くあります。そこで、**災害の管理的要因に踏み込んだ根本原因（本質的な原因）の究明を行う分析手法を確立することが必要であり、災害分析手法モデル**が検討され適用が試みられています。

中央労働災害防止協会：

“管理的要因を考慮した災害分析手法モデル～同じような災害を再発させないための災害分析手法モデルの紹介”より

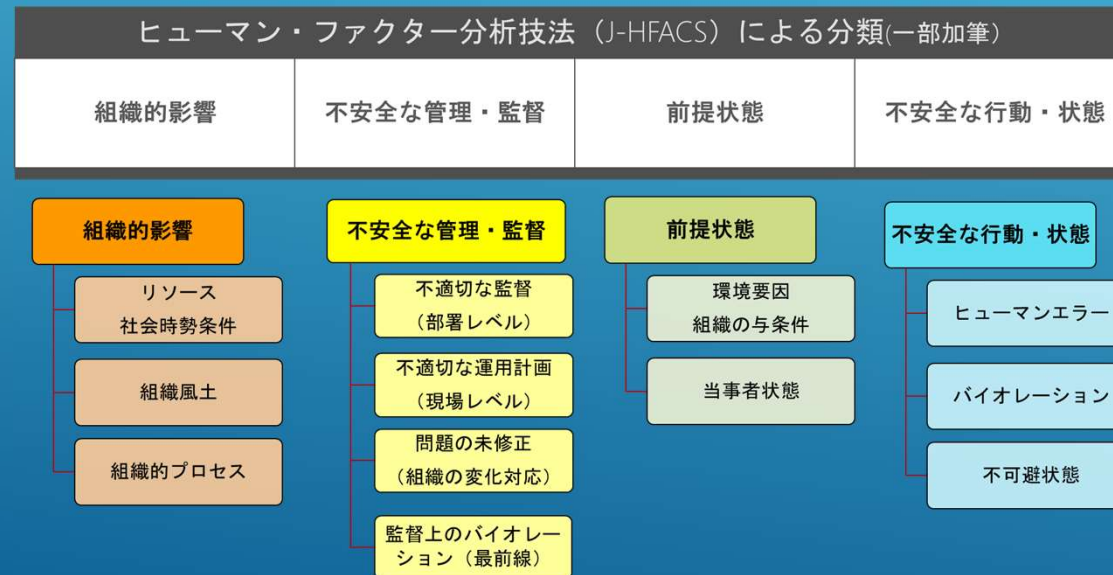
ヒューマン・ファクター分析技法（J-HFACS）について

ヒューマンファクターの分析技法として、航空自衛隊が航空事故調査技法として**J-HFACS**を公表。



建設の実務的な側面から改編して適用を試みた

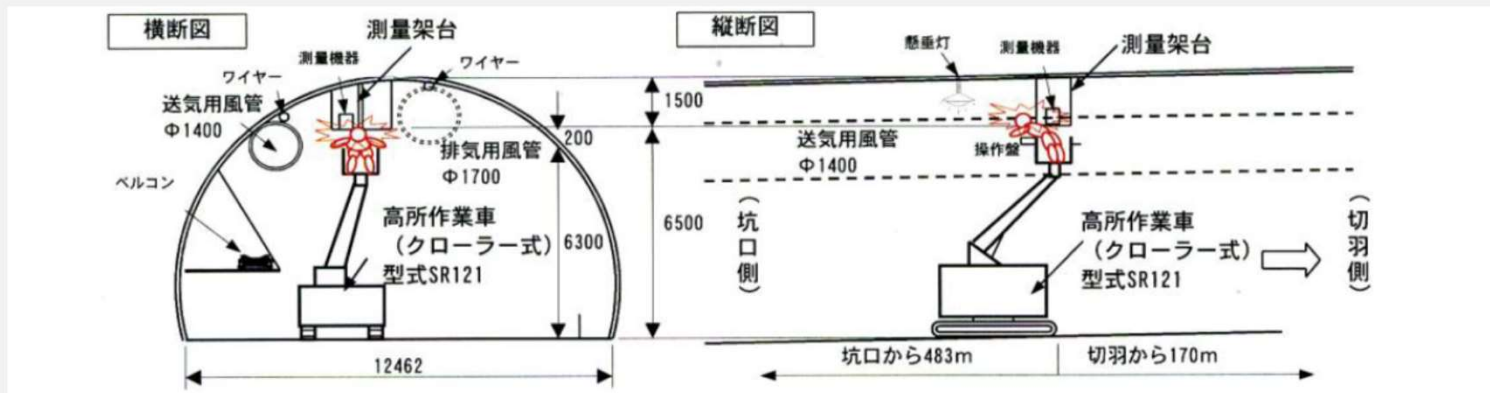
4つの階層に分類

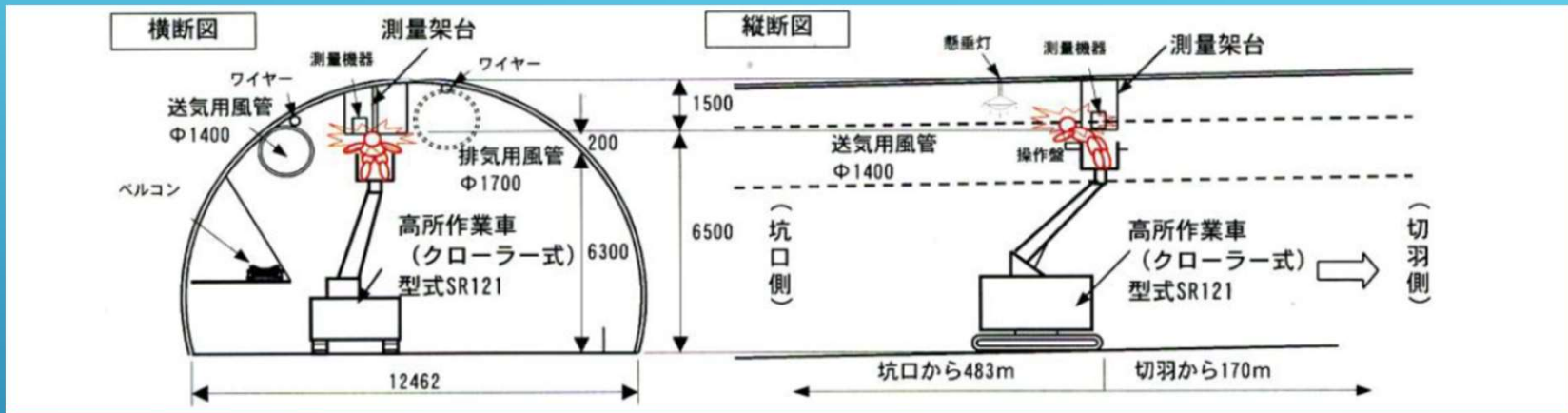


災害事例への適用の試行

災害の分類（属性分析）		災害概要
重篤度	死亡	トンネル坑口から483m地点の坑内で、高所作業車を使用して、排気風管吊下げ用のメッセンジャーワイヤーを張る作業で、ワイヤー端部を固定するアンカー打設位置に移動しようとして高所作業車を、切羽側へ背を向けた状態で走行中、トンネル天端付近に設置している鋼製の測量架台と高所作業車の操作盤との間に胸部を挟まれた。
事故の型	はさまれ・巻き込まれ	
起因物	高所作業車	

災害状況





危険事象に至るプロセス (基本原因分析関連)

ハザード	高所作業車の走行に伴って移動するケージ
人 (関わり合い方)	バケット内で操作する運転手 (周囲の支障物の確認不足)
危険事象へのプロセス	高所作業車の運転手がバケット内で運転し走行させる際、周囲の確認が不足したため、坑内の支障物に挟まれ災害に至った(死亡災害)

原因分析 (特性要因分析)

厚生労働省 職場の安全サイトの分類による

物	防護設備・安全装置の欠陥
人	職場的原因
管理	防護・安全装置を無効にする 不安全な状態を放置

特性要因分析に基づく対策

原因度	対策
30:死亡災害 20:重度障害 15:休業1か月以上 10:休業4~31日未満	
8	挟まれ防止対策ロッドの取り外し禁止
8	現場職員の安全管理の徹底
7	作業員の安全教育
7	現場職員の安全管理の徹底
計	30

トンネル関連災害の原因と対策の整理（ヒューマン・ファクター分析法※適用の試み）

ヒューマンファクター法に基づく対策

クラス分類	主な対象組織			ヒューマンファクター				原因度	対 策		
	本社	元請	関係請負人								
組織的影響	◎	◎	◎	リソース	社会情勢に伴う 現場条件	配員条件		→	【本社】 【元請】 ・高所作業車のバケットの対策としての挟まれ防止棒の追加措置 (取り外しできないもの) 【関係請負人】 ・設備の安全対策に対する理解と危険予知を重要視		
						低価格受注				→	3
						不十分な調達（資機材・地域環境（僻地））	不十分な規格・機能				
	◎	◎	◎	組織風土	会社レベル (社員として)	組織の価値観	不十分な正しい態度・ふるまいの強化	→		→	
						社内評価へのバイアス		→			1
						不適切な社内IT環境		→			
						不適切な任務・責任		→			
	◎	◎	◎	組織的プロセス	会社運営的	不適切な社内理念・方針		→		→	
						生産部門への過負荷	不十分な作業標準	→			2
						不適切な現場事業所管理		→			
						組織の不適切な教育訓練	不十分な指示の説明、訓練	→		1	

クラス分類	主な対象組織			ヒューマンファクター				原因度	対策
	本社	元請	関係請負人						
不安全な管理・監督	○	◎	○	不適切な監督	現場組織	不適切なリーダーシッ	予防安全への無関心	→ 3	【本社】 【元請】 ・挟まれ防止措置の不備に対する気づき（監督不十分） ・高所作業車作業のリスクアセスメントの見直し 【関係請負人】 ・工程優先の考え方の是正（安全対策の追従） ・KYへの展開 ・一人作業の禁止 ・職長の監督作業の見直し
						不適切な訓練		→	
						不適切な方針・運用管理	不適切な優先事項(行為)	→ 3	
						安全情報への対応の欠如	施工のモニタリングが不十分	→ 1	
	○	◎	○	不適切な運用計画	現場組織	計画上の不適切なリスク		→	
						不適切なリスクの管理	不十分なリスクアセスメント	→ 1	
						不十分な安全管理計画	施工時の不十分なモニタリング体制	→ 1	
	チーム（現場組織）編成	不適切な安全作業責任分担	→ 2						
	○	◎	○	問題の未修正	組織の変化対応	不安全傾向者の未処置	不安全な行動に対するフィードバック	→ 1	
						安全管理上の問題の未処	黙認されていない不適当な行為(誤使	→ 2	
	△	◎	○	監督上のバイオ	最前線状況	規則の未修正		→	
						違反の容認	黙認されている不適当な行為(不正使	→ 2	
前提状態	○	◎	◎	環境要因	組織の与条件	物理的環境	空間（障害物）	→ 1	【本社】 【元請】 ・障害物の表示の工夫改善（オペが気づきやすいようにする） ・障害物（測量器具）除去についての検討 【関係請負人】 ・高所作業（今回作業）を行うための作業時間調整
						技術的環境	施工方法（機械、仮設物等）	→ 3	
						コミュニケーション	作業調整	→ 1	
						健康管理		→	
	○	◎	○	当事者状態	当事者状態	医学的所見		→	
						感情・性格特性		→	
						身体的・精神的な能力		→	
						仕事能力（知識・技術・		→	

クラス分類	主な対象組織			ヒューマンファクター				原因度		対 策	
	本社	元請	関係請負人					5:極めて大きい	4:大きい		3:ある
不安全な 行動・状態	○	◎	ヒューマンエラー		知覚のエラー	視野の限界	→	3	10	【本社】 【元請】 ・障害物を見やすくする ・障害物に接近センサーを取り付ける 【関係請負人】 ・安全作業の認識を重要視させる（焦らない） ・規則順守の教育徹底	
					認知のエラー	経験・実績に依存した誤認知	→	2			
					記憶のエラー		→				
					意思決定（判断）のエ 動作（行動）のエラー	プレッシャー（権威、集団） ルールベース行動誤選択	→	5			
	○	◎	バイオレーション	雰囲気	リスク評価に基づいたバ		→				6
					日常的に蔓延しているバ	規則順守への無関心	→	3			
					自制心の欠如によるバイ	Risk Taking	→	2			
○	○	○	不可避状		不可抗力	→	0				
備 考	※参1)仲村彰他：ヒューマン・ファクター分析技法J-HFACS作成に関する研究,安全工学,Vol.51 No.4 (2012) pp.2 2)吉原康彦：よくわかるヒューマンエラー対策,同文館出版 (2017) 3)小松原明哲：規則違反のメカニズムとその人間工学的対応に関して,安全工学,Vol. 47 No. 4 (2008,) pp.194				計 43						

災害事例への適用の試行

分析結果の有効性について考察

従来の
原因分析

- 属性分析
- 特性要因分析 等

災害要因

【挟まれ防止対策ポールが取り外されて作業した】

対策

“作業員に対する不安全行動禁止の再教育”

ヒューマン
ファクター
原因分析

- 属性分析
- 特性要因分析 等

■安全設備のポールの管理

ポールを設置せずに作業した原因の究明

→対策① ポール設置・撤去の責任者（管理者）を選任

■単独作業の安全上の課題

→対策② 障害物の除去あるいは事前感知表示、

対策③ 感知センサーなどの対策

■短時間で作業しなければいけない環境要因

→対策④ 作業時間のへの配慮とそれをフォローする考え方を共有

■人間の誤った判断によって改変された事実

→対策⑤ 簡単に取り外せない安全設備（挟まれ防止ポールの固定方法）