

Safety Network Japan (SNJ) 第118回SNJ定例会
(2024年10月25日)

可搬式作業台を対象とした安全・安心の定量評価に関する一考察
-安全・安心技術研究センター(SATEC)の活動報告-



S 安全は
K 人へのやさしさと
Q 確かな品質から
を「科学」する

ジー・オー・ピー株式会社 安全・安心技術研究センター(SATEC) 清水尚憲、野村孝平
長岡技術科学大学工学研究院システム安全系 システム安全工学専攻 北條理恵子
コレムラ技研 バラスト事業部 是村由佳

ジー・オー・ピー株式会社 安全・安心技術研究センター

1



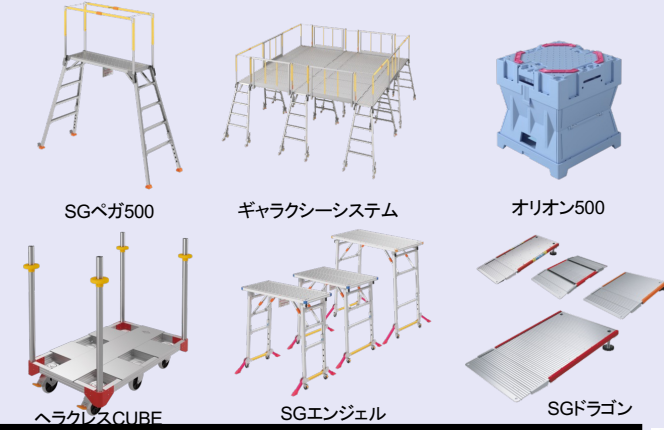
ジー・オー・ピー株式会社
GOP CO., LTD.

代表取締役: 千田豊治
設立: 1981年4月1日
事業内容: 建設用仮設機材の開発・製造及び
レンタル・販売
従業員数: 70名 (2021年7月)
所在地: 東京都渋谷区広尾1-1-39
恵比寿プライムスクエア13F

安全・安心技術研究センター

2

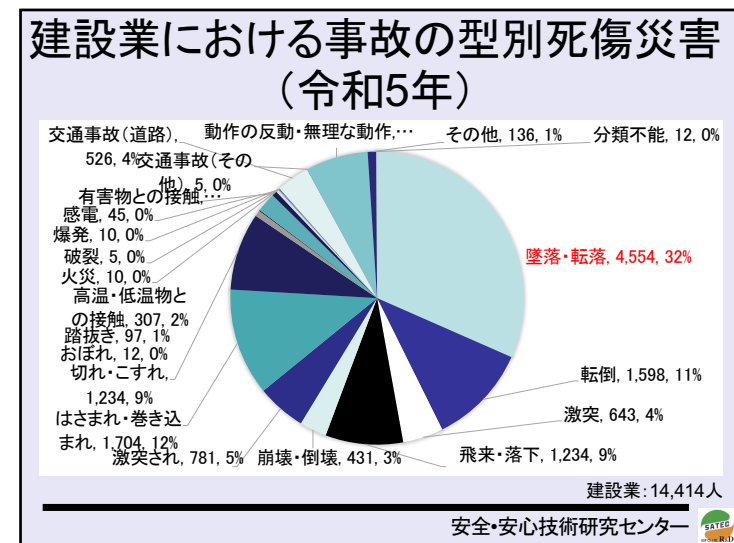
取扱製品の一例



SGベガ500 ギャラクシーシステム オリオン500
ヘラクレスCUBE SGエンジェル SGドラゴン

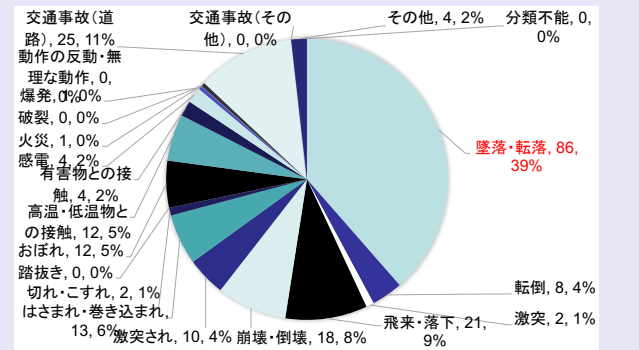
安全・安心技術研究センター

3



4

建設業における事故の型別死亡災害 (令和5年)

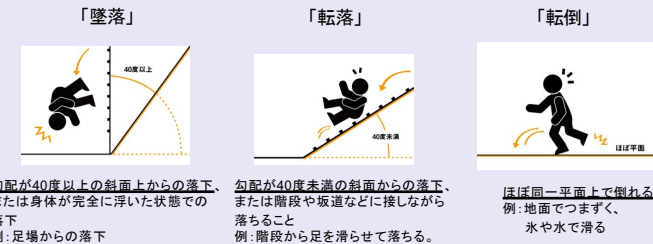


建設業: 223人

安全・安心技術研究センター

5

「墜落」、「転落」、「転倒」の違い



※事故の型分類では、「墜落・転落」と「転倒」は区別されている

安全・安心技術研究センター

6

高所作業に関する法律等

- 床面からの高さ2m以上で行う作業を「高所作業」という
- 作業床を設置し、作業を行いやすい環境を作る
(安全衛生規則第518条)
 - 防護柵等を設置する(安全衛生規則第519条)
 - 安全ブロックや墜落防止システムを設置する
(安全衛生規則第518、519条)
 - 高さ、深さ1.5mを超える場所で作業する時は、安全に昇降できる設備を設置する(安全衛生規則第526条)
 - 作業床の設置、作業床の端部及び開口部等に囲い、手すり、覆い等を設けることが困難な場合には墜落製使用器具を使用させる(安全衛生規則第521条)

安全・安心技術研究センター

7

脚立からの「墜落・転落災害」の原因

脚立、作業台の作業は2m未満の作業が多い



安全・安心技術研究センター

8

可搬式作業台の歴史1

2台の脚立に足場板を設置した足場台が生み出された。



○問題点
階移動が困難
使用時にゴムバンド等による結束が徹底できない

四脚調節式はしご兼脚立をベースに足場台を開発



〔アシバダイ のび太郎〕

天板に関して、当初は足場板の幅であったが、より作業性と安全性を高めるために、天板幅の広い製品が開発された

安全・安心技術研究センター



9

可搬式作業台の歴史2

手がかり棒

〔GTW〕



各ゼネコンの要望により製品化を行う。
平成7年5月には、移動式室内足場の第二種にて業界初の仮設工業会の認定を取得。
また、アルミニウム合金製可搬式作業台の認定基準が平成9年4月1日より制定され、適用運用となる。
この認定基準により手がかり棒の備え付けの基準が出来る。



各ゼネコンからの要望を踏まえて、更に安全性・軽量化作業性を追求し、揺れ、ガタつきのない可搬式作業台が開発された。

安全・安心技術研究センター



10

アルミ合金製可搬式作業台とは？

作業に十分な面積を有する天板（作業床）と天板を支持する支柱が固定または伸縮する構造で、天板に達するために踏みさん及び折り畳み金具等からなり、任意の作業場所に容易に持ち込んで移動でき、単独で使用するものをいう



アルミ合金製可搬式作業台

※（一社）仮設工業会「仮設機材認定基準」の定義

安全・安心技術研究センター



11

仮設工業会（厚生労働省所管）の認定品とは？



認定品表示

上記試験方法は、新品状態での静的荷重試験により行われている。



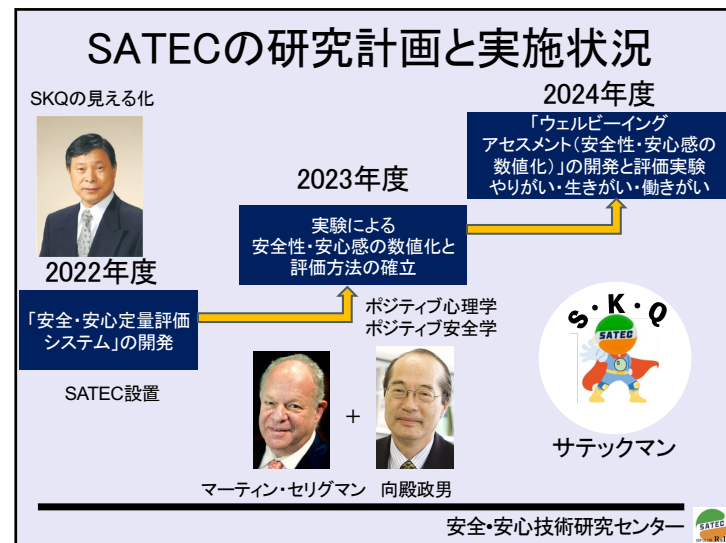
しかし

実際の労働災害は、作業行動と構造による動的な重心移動が原因となって発生している。

安全・安心技術研究センター



12



13

SATECの活動実績

(2023年8月～2024年8月)

- 1) 国際学会 IEEE 3件、APSS 2件、SIAS 3件
- 2) 国内学会 安全工学研究会 5件、日本機械学会全国大会 3件、計測自動制御学会 3件、安全工学研究会 5件、安全工学シンポジウム 2件、日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 1件
- 3) 原著論文 安全工学会 1件、別1件査読中
- 4) 雑誌投稿 中災防「安全と健康」12件、安全衛生のひろば 1件、日本労働安全衛生コンサルタント「会誌」1件投稿済み
- 5) インターンシップ対応 高専生1名(2023年度)、2名(2024年度)
- 6) 安全衛生委員会 東金工場、GOP湘南 各1回/月
- 7) コスモス新聞 SATECコーナー4コマ漫画 4回/年

安全・安心技術研究センター

14

学会表彰

(計測自動制御学会)

表彰状

SI2022 優秀講演賞

株式会社コロムビア技研(株) 事業部 北村 浩樹
ジー・オー・ビー株式会社 清水 尚憲
安藤電気株式会社 佐藤 智 和郎
トヨタ自動車株式会社 小池 貴幸
トヨタ自動車株式会社 佐野 和典
トヨタ自動車株式会社 安井 隆之
長岡技術科学大学 北條 理恵子

貴校の講演「VR技術を用いた作業者のトレーニングツールに活用する可能性」は優秀であったことを認めここに表彰します

令和4年12月23日
第23回 計測自動制御学会
システマティックデザイン部門
実行委員長 長瀬 明夫
プログラム委員長 大川 一也

表彰状

SI2022 優秀講演賞

ジー・オー・ビー株式会社 清水 尚憲
コロムビア技研(株) 北村 浩樹
長岡技術科学大学 北條 理恵子

貴校の講演「協働安全に向けた技術開発と人の行動の定量化技術 作業現場におけるウェルビーイングの提案」は優秀であったことを認めここに表彰します

令和4年12月23日
第23回 計測自動制御学会
システマティックデザイン部門
実行委員長 長瀬 明夫
プログラム委員長 大川 一也

安全・安心技術研究センター

15

学会表彰

(APSS2023:Asia Pacific Symposium on Safety)

APSS

This is to certify that

A Proposal for Experimental Procedures for Objectively and Quantitatively Evaluating Well-Being in the Workplace of Workers (Safe High, Safe Economy, and Global Safety)

has been awarded for the

Best Oral Presentation

Asia Pacific Symposium on Safety
October 17-20, 2023, Bangkok, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Suwit Saw Tia
President of King Mongkut's University of Technology Thonburi

APSS

This is to certify that

A Proposal of a Quantitative Evaluation Method for Safety and Security (ANSNIN) of Portable Workbench (Shonan Works, Kinki Works, Toke Works, and Toke Works)

has been awarded for the

Best Poster Presentation

Asia Pacific Symposium on Safety
October 17-20, 2023, Bangkok, Thailand

Assoc. Prof. Dr. Suwit Saw Tia
President of King Mongkut's University of Technology Thonburi

安全・安心技術研究センター

16



コスモス新聞 SATECコーナー

安全・安心技術研究センター



17

安全文化(Safety Culture)とは？

安全性に関する問題を最優先にして、その重要性に応じた
配慮を行う組織や個人の特性や姿勢の総体」
(国際原子力機関1991年)

(組織全体や社会に深刻な影響を与える事故を未然に防ぐために共有すべき認識)
※チェルノブイリ原発事故(1986年)を契機に国際原子力機構(IAEA)が提唱した概念

従来の安全対策
発生した事故の原因を究明して、再発防止策を検討し、類似災害を防止する

これからの安全対策
事故の発生原因となるリスクを低減し、許容不可能な事故を未然に防止する

安全・安心技術研究センター



18

安全文化を醸成させて 「事故率」を低下させるための環境提案

安全に責任を持たず、事故は起こるものだと考えている状態

安全はルールに従えば達成できていると考えている状態

安全に責任を持ち、自分達の行動により、違いを生み出すことができていると考えている状態

会社として、安全文化に対する当事者意識と責任を持っている状態

現在のGOPの取り組み

災害発生率

反応型

依存型

独立型

相互啓発型

安全文化未醸成(受動的)

安全文化醸成中(能動的)

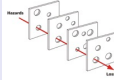
安全・安心技術研究センター



19

James Reasonの安全文化の指標 に基づく組織のあり方

※James Reason(1938年～)アメリカの心理学者

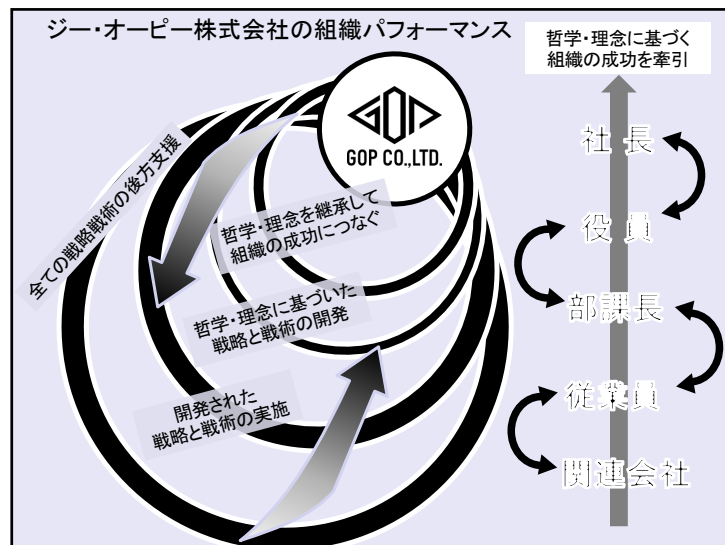


- 「報告する文化」⇒報・連・相
自分自身のミスやエラーなど自分に不利な事柄も報告する
- 「正義の文化」⇒見逃さない環境
意図的で悪意の感じられる不安全行動に関しては、厳しく罰する
- 「柔軟な文化」⇒自分で考えられる文化
予期し得ない事態に直面した時、マニュアルに頼らず臨機応変に対応できる
- 「学習する文化」⇒日々向上心を持った行動
過去の事故ヒヤリハット事例に対応して組織を変化させている

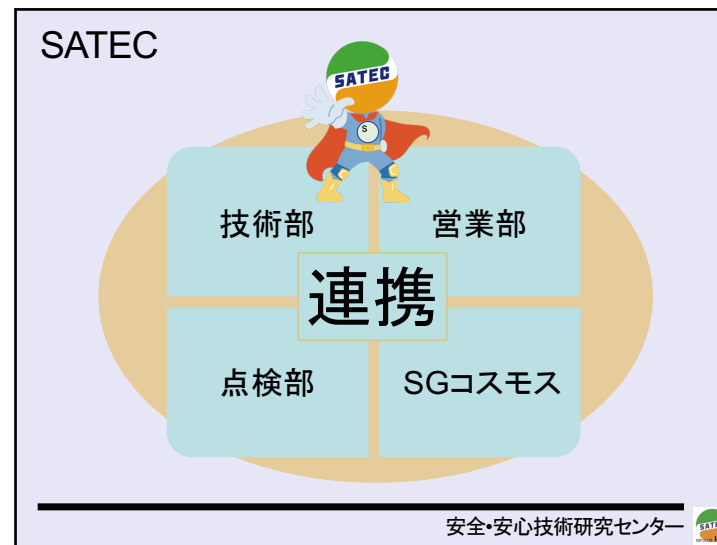
安全・安心技術研究センター



20



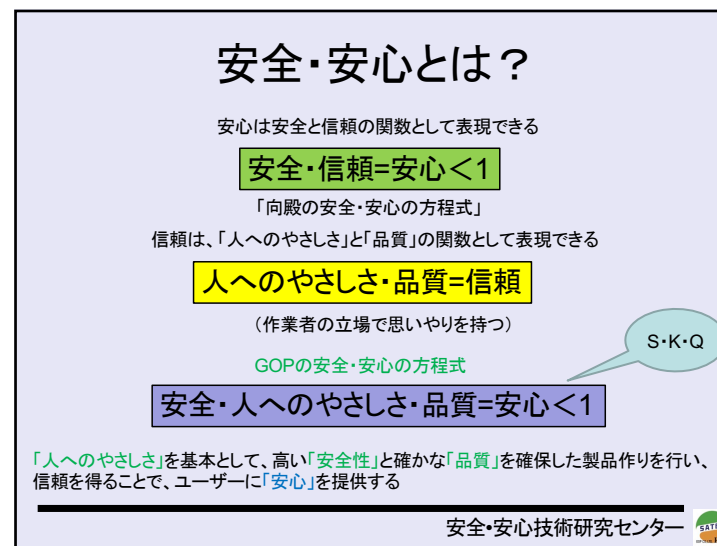
21



22



23



24

“事故の発生”と“リスクの有無”は別問題

リスクの有無に関係なく、事故の発生はあくまでも「結果」である

■ 許容できないリスクが有る(死亡、骨折など)

事故が発生 → たまたま事故が起きる(大きな事故だった)

事故が発生しない → たまたま事故が起きなくてラッキー
(でもいつ事故が起きるかわからない)

■ 許容できないリスクが無い(すり傷などの赤チン災害)

事故が発生 → 許容可能なリスクが小さな事故につながる

事故が発生しない → 未然防止

「人はミスをするし、設備は壊れるもの」←だからリスクアセスメントが必要

未然防止の観点からは、リスクを許容可能なレベルにすることが重要

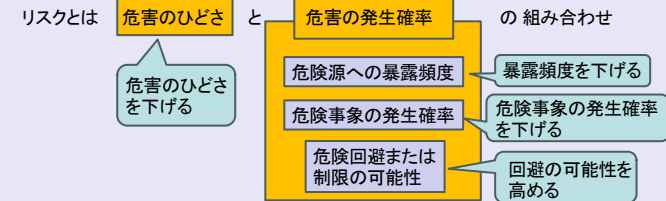
許容可能なリスクレベル以下にするための対策には優先順位がある

安全・安心技術研究センター



25

リスクと安全の定義



安全とは、“許容不可能なリスクのないこと”
(許容できるリスクレベル以下になることで安全だと判断される)

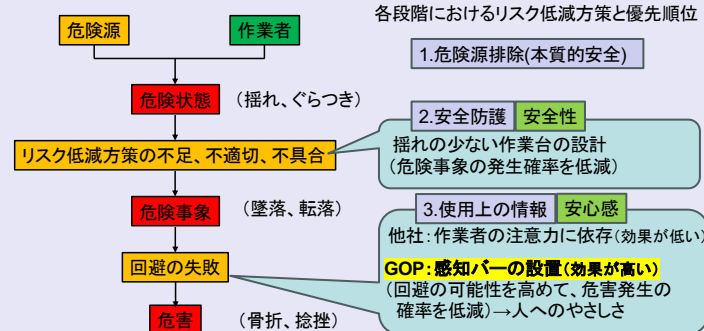
安全・安心技術研究センター



26

危険源から危害に至るプロセスと ジー・オー・ピーが考えるリスク低減方策の優先順位

作業台に人が乗って作業することを想定

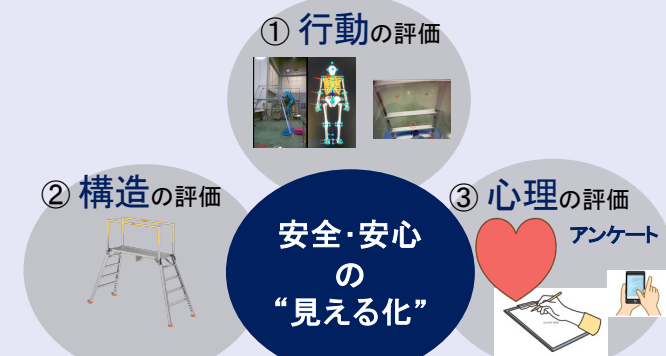


安全・安心技術研究センター



27

安全・安心定量評価システム



安全・安心技術研究センター



28

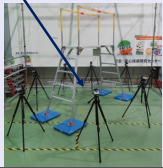
① 行動の評価

NIRS(近赤外分光法)
脳血管ヘモグロビン測定

アイ・トラッキングシステム
視線計測

ワイヤレス心電計
心拍数の測定

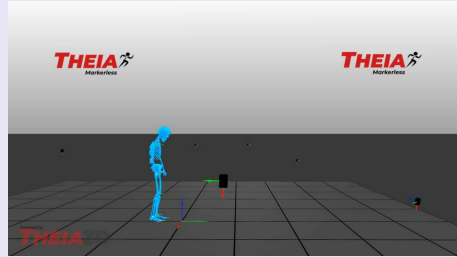
モーションキャプチャーカメラ
作業負荷の測定

安全・安心技術研究センター SATO

29

マーカレスモーションキャプチャー による作業負荷計測実験



各関節の動き、歩幅、姿勢から作業負荷を計測する(安心感)

作業台の主脚にかかる荷重から重心移動を計測する(安全性)

作業床の揺れ(加速度、変位量)を計測する(安全性)

安全・安心技術研究センター SATO

30

実験結果



作業時間120%に増加
最大歩幅64%に減少

骨格推定モデルから、肩、指、肘、腰、膝、足首の関節を対象に変位量と回転角速度を計測した。

GOPの作業台を利用した場合の各関節の負荷を100とした場合、他社の作業台の各関節の最大負荷は以下の通りであった。

①肩	130(30%増)
②指	101(1%増)
③肘	110(10%増)
④腰	138(38%増)
⑤膝	121(21%増)
⑥足首	126(26%増)

1日8時間の作業を考えると・・・？
大きなストレスに!!

	作業時間	最大歩幅
GOP作業台	19.5秒	26.3cm
他社作業台	23.4秒	17.1cm

※実際の作業負荷は、作業時間を考慮した値となる

安全・安心技術研究センター SATO

31

② 構造の評価

加速度センサ
ゆれ、ねじれの測定

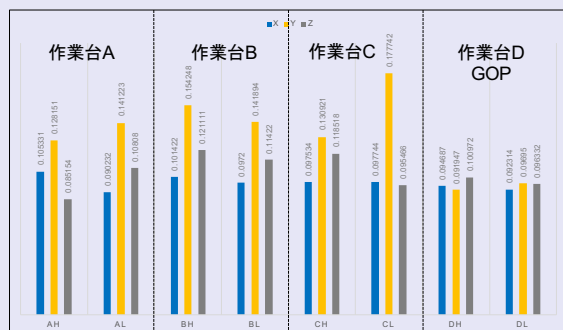


フォースプレート
重心移動量の測定

安全・安心技術研究センター SATO

32

最大重心の揺れ幅(m)



X:横方向、Y:長手方向、Z:高さ方向

安全・安心技術研究センター

33

アイ・トラッキングシステムによる 視線計測実験



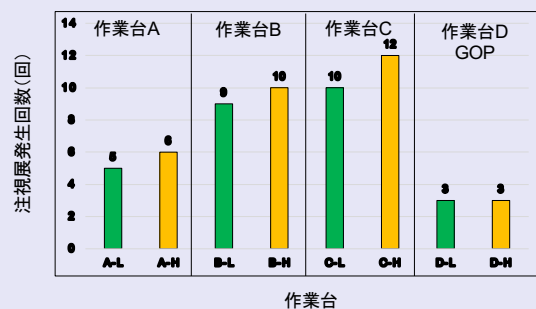
天板の揺れや作業負荷が大きいほど、その部位に対して視線を注視する傾向（よそ見をする傾向）があり、本来注意して欲しい箇所を見逃したり、作業箇所を見ている時間が少なかった

→作業床の揺れが転落・墜落のリスクとなっている

安全・安心技術研究センター

34

結果：注視点の合計発生回数

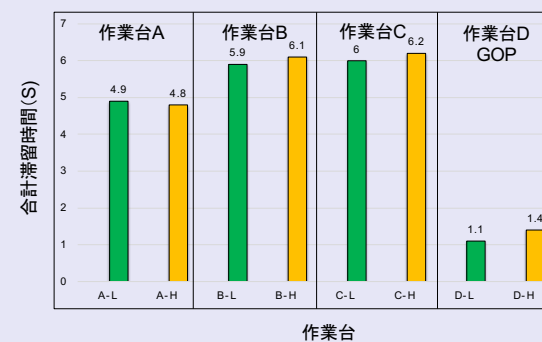


(6人の平均値)

安全・安心技術研究センター

35

結果：注視点の合計停留時間



(6人の平均値)

安全・安心技術研究センター

36

リスクアセスメント

“**危害のひどさ**” と “**危害の発生確率**” の 組み合わせ

・危険源に暴露される頻度・時間
 ・危険事象の発生確率
 ・危害回避の可能性

よそ見行動
作業負荷



行動評価

+

揺れ、歪み、ねじれ



構造評価

+

災害データ
ヒヤリハットデータ

リスクを見積り、許容可能なレベルに低減する

安全・安心技術研究センター 

37

リスク要素とリスクレベル

危害の重篤度(S)

危害の重篤度 (S)の点数	重篤度の程度 (S)の程度 ()は目安
S1: 10	重大 (死亡・後遺障害1〜7級、3人以上の死傷)
S2: 6	重傷 (休業・後遺障害8〜14級)
S3: 3	軽傷 (不休業災害)
S4: 1	微傷 (不休業災害に至らない災害)

危険事象の発生確率(O)

危険事象の発生確率 (O)の点数	危険事象の発生確率(O) ()は目安
O1: 4	確率が高い (立証されている経緯)
O2: 2	確率が低く見込まれる (過去2年間で技術的故障が発見)
O3: 1	確率が低い (定期的に発見される技術的な故障)

危険源に暴露される頻度(F)

危険源に暴露される頻度 (F)の点数	危険源に暴露される頻度 (F)の程度 ()は目安
F1: 4	頻度が高い (危険の発知/回避は困難)
F2: 3	頻度 (1日に1回以上)
F3: 2	時々 (1週間に1回程度)
F4: 1	まれ (1年に1回程度、またはそれ以下)

危害回避の可能性(Q)

危害回避の可能性 (Q)の点数	危害回避の可能性 (Q)の程度 ()は目安
Q1: 6	ほとんどない (危険の発知/回避は困難)
Q2: 4	可能性がある (よほど注意しないと危害が発生)
Q3: 2	可能性が高い (注意してれば発知可能/回避可能)
Q4: 1	確実 (容易に発知/回避可能)

リスクレベルR=S+(O×F×Q)

リスクレベル (R)	ハイブリット値 (S+(O×F×Q))	判断
IV	101〜106	極めて重大なリスク
III	40〜100	重大な問題あり
II	8〜39	多少の問題あり
I	2〜7	些細なリスク

安全・安心技術研究センター 

38

GOP方式のリスク評価方法 (Well-being アセスメント)の開発 に向けて

安全・安心技術研究センター 

39

③心理の評価

2種類のWell-being

主観的Well-being (SWB)

Edward Diener (1984)



・仕事の満足度、ポジティブ・ネガティブ感情 (安全・安心感)

心理的Well-being (PWB)

Carol Ryff (1989)





アンケート

1. 自己受容 (Self-acceptance)
2. 積極的な他者関係 (Positive relations of others)
3. 自律性 (Autonomy)
4. 環境制御力 (environmental mastery)
5. 仕事における目的 (Purpose in Work)
6. 人格的成長 (Personal growth)

「意図的な不安全行動の発生」の可能性を予測

安全・安心技術研究センター 

40

Well-being向上に期待される効果

- 製品に対して安全・安心感を感じるができる
- 製品に対して、関わり合いを持ちたいと思う
- 意図的な不安全行動が抑制される
- 製品を大切に扱いたいという気持ちを持てる



メーカーが考える安全対策による
リスク低減効果が維持される可能性が向上する

安全・安心技術研究センター



41

Well-being評価と区分

「安全・安心と感じる気持ち」と「関わり続けたいと感じる気持ち」の評価

「主観的Well-being」 (Subjective Well-being : SWB)」

良い仕事を幸せな仕事と考え、満足感の達成を
幸せとする見解

「心理的Well-being」 (Psychological Well-being : PWB)」

単に満足感を追求するのではなく、自己の能力を最大限に生か
して、個人の目的や目標を実現させることを幸せとする見解

Well-beingレベル

Well-being レベル (WB)	評価点	判断
IV	4~7	非常に思う
III	3~4未満	思う
II	1~3未満	思わない
I	1未満	まったく思わない

意図的な
不安全行動を
抑制するためには

安全・安心

関わり続けたい

生きがいが
やりがいが
自己実現

意図的な
不安全行動

安全・安心技術研究センター



42

「安全性・安心感の見える化」と
「デルタK」

安全・安心技術研究センター



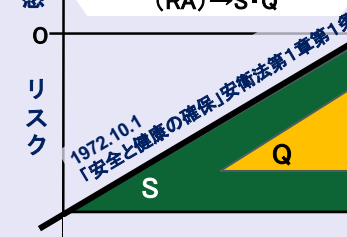
43

GOPのものづくりの考え方

これまで

1994年 労働安全衛生マネジメントシステム
2006年 RA努力義務化

現在のリスクアセスメント
(RA) → S・Q



安全・安心技術研究センター



44

ご清聴ありがとうございました



安全・安心技術研究センター

