

## リスクアセスメントの質向上を狙った VR 活用 VR 活用による設備導入前リスクアセスメント 精度向上

Use of VR to Improve the Quality of Risk Assessment

Enhancing the Accuracy of Pre-Installation Risk Assessment through VR Utilization

上川 和輝 曾根 沙季

### Abstract

In recent years, the importance of risk management in occupational safety has increased significantly. Anticipating potential risks and implementing corresponding mitigation measures have become essential. In particular, when introducing new equipment, if there is a high risk of occupational accidents or health hazards, countermeasures such as modifications to the structure or specifications are required. Since discovering risks after equipment completion often leads to costly rework or retrofitting, it is crucial to identify potential risks in advance and incorporate preventive measures before installation.

Meanwhile, XR (Cross Reality) technology, which integrates the real and virtual worlds, has been attracting attention. XR is a collective term encompassing VR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality), and MR (Mixed Reality), and in the manufacturing industry it is expected to serve as a means to reduce development time and costs. Details of these technologies will be discussed later in this document.

This paper describes a case study on conducting risk assessments using VR during the introduction of new equipment in the assembly process, along with the resulting effectiveness of this approach.

## 1 はじめに

近年、労働安全におけるリスクマネジメントの重要性が高まっており、リスクの予見とそれに基づく低減措置は不可欠である。特に設備導入に際しては、労働災害や健康被害のリスクが高い場合、構造や仕様の変更などの対策が求められる。設備完成後にリスクが判明すると、改造による手戻りが発生しやすいため、導入前にリスクを抽出し、対策を織り込むことが重要である。

一方、現実世界と仮想世界を融合する XR(クロスリアリティ)技術が注目されている。XR は VR、AR、MR などを含む総称であり、製造業においては開発期間やコストの削減手段として期待されている。これらの技術の詳細については後述する。

本稿では、組立工程における新設備導入時に、VR を活用したリスクアセスメントの実施とその効果の事例について述べる。

## 2 現状分析

リスクアセスメントとは、労働災害や健康被害のリスクを抽出し、評価および対策を施す一連の手順であり、事故災害の未然防止に有効である。事業者にはリスクアセスメントの実施と、その結果に基づく措置が努力義務として求められ、労働者も職場のリスクや安全上のルールを明確化できるため、積極的な参画

が望ましい。

一般的なリスクアセスメントの手順は以下の通りである<sup>[1]</sup>。

1. 危険性・有害性の特定
2. 労働災害の重篤性、頻度、可能性からリスクを見積り
3. 優先度を設定し、リスク低減措置を検討
4. リスク低減措置の実施と結果の記録

当社では、リスクレベルが5段階中3以上の場合、許容できないリスクとして低減措置が必須となる。

したがって、設備導入後のリスクアセスメントにおいてリスクレベル3以上の指摘があれば、設備改造が必要となり、手戻りが発生する。現状では、設備導入前に生産・保全部門とリスク評価を実施しているにもかかわらず、導入後に問題が発覚する事例が少なくない。

その原因として、現状の事前リスク評価が設備図面のみに基づいており、既存設備や製品などの情報を付加しにくい点が挙げられる。特に、サイズ感や作業性に関わる部分では実際の作業イメージを持ちにくく、図面と現物、担当者間で認識のギャップが生じ、リスク抽出漏れが発生しやすいという課題がある(図1)。

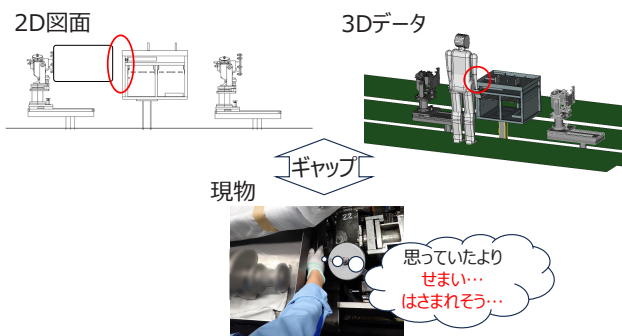


図1 認識のギャップのイメージ

### 3 狙いと目標

本取り組みの狙いは、設備製作前におけるリスク抽出精度の向上と、対策の織り込みである(図2)。特に、作業者の使用条件や作業内容に依存し、認識のギャップが生じやすい部分において、関係者が共通の作業イメージを持つことが、リスク抽出精度の向上およびリスクアセスメントの質向上につながると考えた。目標は“XRを活用した事前リスクアセスメント技法の確立”とし、具体的な目標を以下に設定した。

目標1. 事前安全確認時のリスク抽出と対策織り込み率100%

目標2. 実機安全確認会時のリスクレベル3以上項目0件

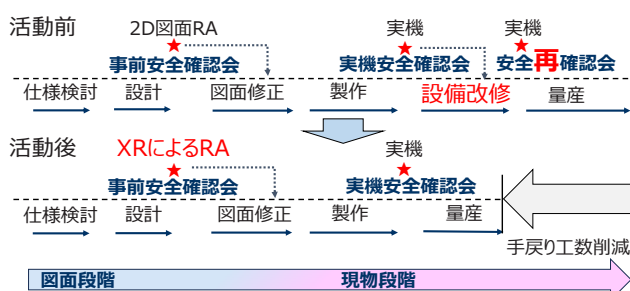


図2 XR 活用による設備導入フローの変化イメージ

### 4 活用技術の選定

ここではXRに含まれる“VR”“AR”“MR”の特徴について説明する(表1)<sup>[2][3]</sup>。

VR(Virtual Reality:仮想現実)は、CG技術を用いて仮想世界を構築する技術である。VR用HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を装着することで、“現実にはない世界”や“体験しがたい状況”を、現実に近い立体的な環境で体験できる。




AR(Augmented Reality:拡張現実)は、現実世界にデジタル情報を重ね合わせ、現実世界を拡張する技術である。スマー

トフォンなどのスマートデバイスを通して実際の風景を見ると、その中に映像や画像を映し出すことができる。

MR(Mixed Reality:複合現実)は、現実世界と仮想世界を密接に融合させる技術である。VRとARの中間的な技術であり、現実世界の情報を共有する点で、仮想世界に入り込むVRとは異なる。

事前評価における課題である、生産部門目線でのリスク抽出精度向上には、参加者全員が共通の作業イメージを共有することが重要である。また、新規ライン導入の検討段階であることから、現物が未完成の段階でも検証が可能であるという優位性を踏まえ、“VR”を活用することとした。

表1 XRの特徴

	Real	Virtual	
	AR	MR	VR
使用デバイス	・スマートフォン/タブレット ・ARスマートグラス	・スマートグラス ・MR用HMD (ヘッドマウントディスプレイ)	・VR用HMD (ヘッドマウントディスプレイ)
体験する空間	デバイス上の拡張された 現実世界	現実世界+仮想世界	仮想世界
見え方の例	 現実と仮想を反映させ 拡張現実の手に 仮想が配置される (前後関係が反映できない)	 現実と仮想を反映させて 現実世界に仮想世界を 融合 (前後関係が正確)	 見える世界すべてを仮想で 作り出し、現実と異なる 仮想世界へ没入
特徴	現物がベースになるので すでにモノがある検討後期や 小規模改造時の検証向き	現物がベースで遠近感の 評価が可能 現物を活用した評価向き	3Dデータのみで検証可能 現物がない検討初期や 大規模改造時の検証向き
現実のもの	見える	見える	見えない
現物要否	必要	必要	不要
サイズ感	○	○	○
作業姿勢	×	○	○
新規ライン導入検討	×	△	○
既存ライン改造検討	△ (既存ラインに対するサイズ感 のみ検証可)	○	△ (既存ラインのデータ要)
工程作業性検証	×	○	○
検証の準備負荷 (データ、実機準備)	○	△	◎ (既存データ変換不要)

### 5 事前リスクアセスメント技法の確立

#### 5-1. VR空間における高さ調整

事前リスクアセスメントの目的を達成するには、参加者が実際の作業イメージを持つことが重要である。検証の結果、VR空間と実作業における高さ感覚に乖離があると、作業姿勢や視認性が異なり、正確なリスク評価が困難になることが判明した。したがって、リスクアセスメント用途でVRを活用する際には、VR空間と現実世界の目線高さおよび作業高さに注意を払う必要がある。今回、VRによるリスクアセスメントを実施するにあたり、高さ基準柱を設け、VR空間内の作業高さと現実世界の作業高さを一致させることで、高さ方向の位置を補正した(図3)。



図3-1 補正準備 現実世界の作業高さ確認

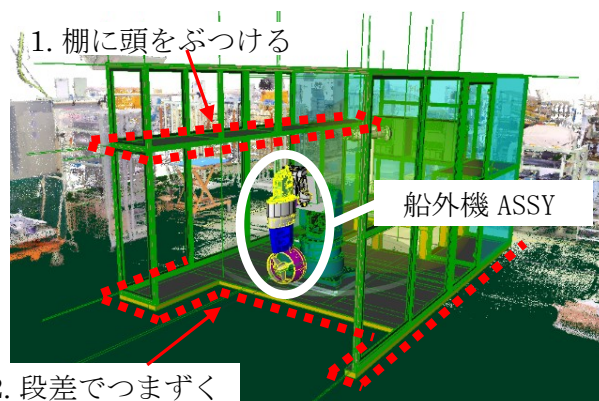


図4 指摘事項

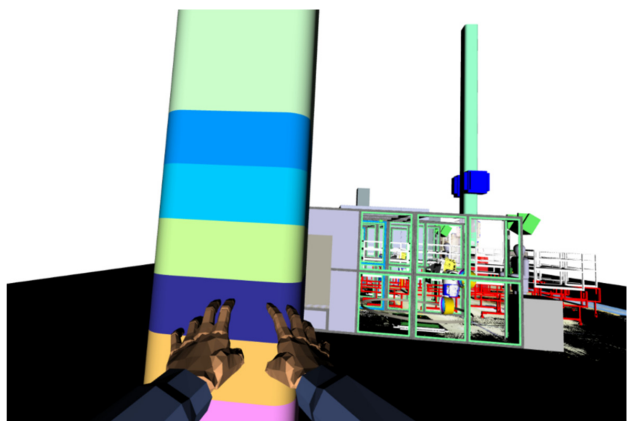


図3-2 VR 空間内高さ調整 基準柱を設定

これにより、仮想空間内での作業高さを実作業と一致させることが可能となり、VR 実施時に実作業と遜色ないレベルで作業イメージを体感できるようになった。また、VR 空間の作業状況を周囲のメンバーが確認する際にも、仮想空間内の作業高さを一致させることで、作業イメージを正確に把握しやすくなる点で効果があった。

## 5-2. リスク指摘事項と対策事例

VR を活用したリスクアセスメントにより抽出されたリスク例として、船外機メイン ASSY 組立機の事例を以下に示す(図4)。

### 1. 柵への頭部衝突リスク:リスクレベル3

指摘事項:作業中に落下部品を拾うなどでしゃがみ、立ち上がる際に設備内の柵に頭部をぶつけることで頭部裂傷を負う可能性がある

### 2. つまずきリスク:リスクレベル3

指摘事項:作業エリアにおいて設備床板と工場床面との段差があり、作業中につまずいて転倒し、捻挫や打撲を負う可能性がある

これらのリスクに対し、以下の対策を実施した(図5)。

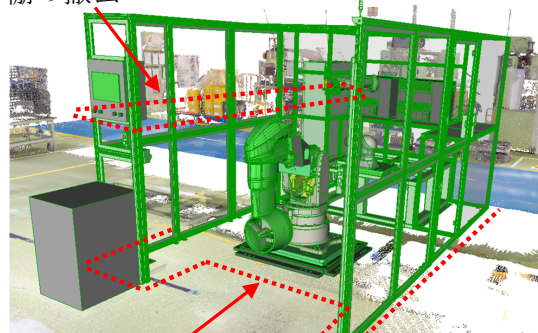
### 1. 柵への頭部衝突リスク:リスクレベル3→2

対策内容:頭部衝突の可能性が高い位置にある柵を撤去し、柵下部にクッション材を貼付。

### 2. つまずきリスク:リスクレベル3→2

対策内容:設備床板を撤去し、工場床面を基準として作業エリアをフラット化。

### 1. 柵の撤去



### 2. 設備床板を撤去し、作業エリアのフラット化

図5 指摘事項に対する対策

## 5-3. 実施結果と効果

設定した目標に対する結果は以下の通りである。

まず、目標としていた事前安全確認時のリスク抽出と対策織り込み率100%を目指した取り組みは、設計・図面化された領域について100%達成することができた。

具体的な成果として、事前安全確認会の中で8件のリスクを抽出することができた。そして、そのうち2件はリスクレベル3以上であった。それらの安全上の設備指摘事項を設備仕様にあらかじめ織り込みすることにより、設備完成後の想定修正費用を40%削減し、改造工期も1カ月短縮することができた。

図面によるリスクアセスメントでは、ロボット動作中の挟まれ



リスクなど、設備の安全装置や仕様検討に関する指摘が中心であり、人の作業内容に依存するリスク抽出が不足していた。今回 VR を活用することで、“作業中”を想定したリスクが抽出することができたと考える。従来の図面ベースのリスクアセスメントと比較して、関係者間で共通の作業イメージを共有できた点も有効であった。

次に、リスクレベル3以上項目0件を目標とした実機安全確認会においては、リスクレベル3以上の要修正項目が2件発生し、目標は未達となった。なお、指摘事項は通常の設備設計時には詳細に製図を行わない設備配線に起因するつまずきリスクであり、今回の VR の適用範囲外であった。事前の VR 活用により、設備発注前に8件の対策を織り込み、安全対応設備改造を防止できたことから、一定の効果があつたと評価できる。

## 6 今後の展開

今回、袋井南工場の新規ライン構築において、“VR”を活用した設備導入前のリスクアセスメントを実践した。本取り組みにより、VR は実物がない早期段階において、関係者間で作業イメージを共有する手段として有効であることが示された。

なお、今回の VR 検証は静止状態の設備を対象として実施したが、アニメーションを付加することで自動運転時の設備の部品組付動作まで検証可能であることが確認されている。設備導入前のリスクアセスメントに動きの要素を加えることで、設備稼働時の挟まれリスクや、大型・重量物の搬送工程における作業者の心理的圧迫感を抽出・改善する施策の織り込みが期待できる。これにより、リスクアセスメントをはじめとした設備導入検討のさらなる質向上につながるものと考えている。

## 7 おわりに

今回、リスクアセスメントの質向上を目的として、VR を活用し、工場内外の関係者に広く体験の機会を設けた。特に、日常業務で3D 技術に触れる機会の少ない製造部門から寄せられた前向きな反応や、技術進化への期待の声が印象的であった。リスクアセスメントの質という観点では、実際に作業する人の声は不可欠であり、今回の取り組みはそのきっかけとして有意義であったと考える。一方、VR による空間認識効果は大きいものの、重量物を取り扱う際の力学的負荷など、作業への身体的な影響は評価できない。将来的な展望として、VR 空間における部品の置き置き作業とアシストスーツの連携による作業負荷の体感が期待されている。また、今回の VR システムでは、操作者自身の身体モデルを取り込むことができないため、評価は主

に目線ベースで行われている。現時点の技術水準においても、身体モデルの取り込みは実現可能と考えられるが、これに組み合わせて作業姿勢毎の人間工学的負荷を数値的に評価する技術が確立されることで、作業現場における負荷低減を通じた労働災害のさらなる低減に貢献できると期待される。今後も新技術を活用し、工場一丸となって安全な職場構築を牽引していきたい。

## ■参考文献

- [1] 厚生労働省「職場のあんぜんサイト」：<https://anzeninfo.mhlw.go.jp>
- [2] 日本政策投資銀行「AR/VRを巡るプラットフォーム競争における日本企業の挑戦」：[https://www.dbj.jp/topics/investigate/2021/html/20211129\\_203602.html](https://www.dbj.jp/topics/investigate/2021/html/20211129_203602.html)
- [3] キヤノン IT ソリューションズ「XR(クロスリアリティ)とは？VR・AR・MRの違い」：<https://www.canon-its.co.jp/solution/mr/vr-ar-mr/>
- [4] ラティス・テクノロジー「XVL Studio VR オプション (XVL VR)」：<https://www.lattice.co.jp/products/lineup/xvl-studio/xvl-vr>

## ■著者



上川 和輝  
Kazuki Kamikawa  
マリン事業本部  
製造統括部



曽根 沙季  
Saki Sone  
マリン事業本部  
製造統括部