

## - 9 . 無人搬送車における作業行動型およびK Y T発展型の リスクアセスメント

### 【事例の位置づけ】

この事例は、労働安全衛生マネジメントシステム(OSHMS)活動を展開する中で、作業行動を基本とするリスクアセスメントを行っている例です。5年ほど前から実施しているこのリスクアセスメント活動の長所短所を踏まえ、現場の安全活動として定着しているK Y Tを発展させた形のリスクアセスメントへと移行中です。事例では、この新旧リスクアセスメントについてその概要を示しています。

### 1 工場の概要

#### 1.1 業種：

電子部品・デバイス製造業  
マイクロコンピュータ、LSI等の半導体製造工場

#### 1.2 労働者数：

約2,500名

### 2 機械設備に対するリスクアセスメント取り組みの現状

#### 2.1 企業のリスクアセスメントへの取り組み方針、背景：

半導体の製造には多種多様な人体に有害なガスや薬品が使われ、最先端の技術を駆使した各種の機械設備が多数使われることから、労働災害発生危険の高い業種である。社内においても、種々の災害を経験していることもあってさまざまな労働災害防止活動を展開してきている。しかし、同社は機械設備のユーザーであり大手電気メーカーの関連企業であることから自ら製造装置を設計製作することは基本的に無いため、機械に関するリスクアセスメントは、機械設備が現場に渡ってからの作業行動に基づくリスク処理を基本に実施している。

#### 2.2 社内規定、基準等：

リスクアセスメントの取り組み体系として図1に示すように、設備・原材料を中心としたリスクアセスメントと、作業を中心としたリスクアセスメントの2つが運用されている。

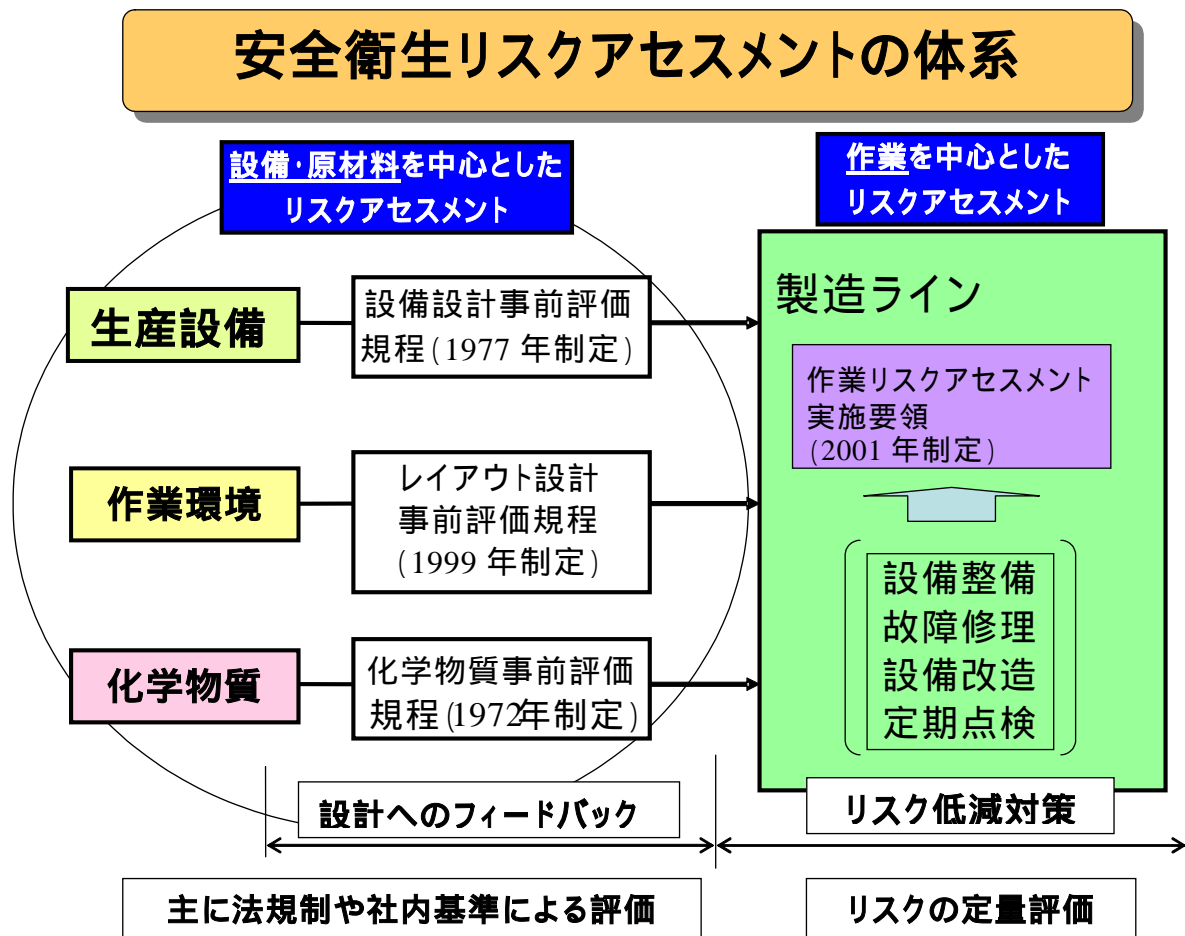
前者には生産設備を対象とする設備設計事前評価規定(1977年制定)、レイアウト対象のレイアウト設計事前評価規定(1999年制定)、化学物質対象の化学物質事前評価規定(1972年制定)があり、後者には現場での製造ラインを対象とする作業リスクアセスメント実施要領(2001年)がある。

生産設備に関する実際の運用では、設備の新規導入計画時に設備設計事前評価規定により最初のリスクアセスメントが設備事前評価チェックシートを使って行われるが、このシートでは火災リスクや労災リスクなど大項目についてリスクの有無と関係する法令や社内基準への対応状況が確認されるのみである。また、設備完成時に行われるリスクアセスメントでも実際の設備に存在するリスクと設備の対応状況が設計部門と使用部門で確認されるもので、通常のリスクアセスメントでの手順となる、リスクの見積りや評価は行われていない。

作業を中心としたリスクアセスメントでは、2001年制定の作業リスクアセスメント実施要領に基づきリスクアセスメントの実施基準が定められ、運用されている。

この方式は作業の頻度、けが人の数、けがの可能性及びけがの程度に割り振られた得点の合計でリスクを見積る方式で、リスクの大きさや、安全対策の効果を定量評価するための有効な手段であったが、低いリスクや安全対策が一定水準を超えたリスクについて、さらにリスク低減活動を行った場合、その効果がうまく反映できない欠点があることが判明した。このため、現在は新たな方式を開発し、テスト実施中である。

図1 主に法規制や社内基準による評価



### 2.3 新規設備の導入基準または発注基準

機械設備をメーカーに発注する際には、標準購入仕様書があり、ここに標準的な安全基準として、電気系安全基準、ガス系安全基準、薬品系電気系安全基準などや、全般的な基準である、通路やガードなどの基準、インターロックや非常停止などに関する基準が定められている。

#### 冷却ファンの安全対策基準事例

- ・冷却ファンには指が入らないようにガードを付けること
- ・指を挟んでもけがをしないトルクでヒューズが切れるか
- ・トルクリミッターが付けられているか
- ・カバーがあり、外せば電源が遮断されるようになっているか

- ・エリアセンサーがあり、作業者が危険域に入ればファンが停止するか非常停止の事例
- ・個数、設置場所、設置の高さなどが定められている。いずれも実際の詳細設計などはメーカーに任せてある。

その他に、機械包括指針を導入するための社内基準として、包括指針適合要領および適合細則が作成されている。

#### 2.4 リスクアセスメントの実施方法

設備導入後に行われているリスクアセスメントについて、従来実施されていた方式と、現在テスト中の両方式を示す。

##### (1) 従来方式 「従来方式リスク評価表」(資料1)を参照。

固有の名称を付された一つの作業を、作業者が行う一連の行動に分類し、その一つ一つの行動毎に、設備に安全対策が無い状態での基本的なリスクを評価し、安全対策の施された現在のリスクを評価する方式である。

##### 1) リスクの発見

作業者が行う一連の作業行動の一つ一つに、設備に安全対策が無い状態での基本的な危険状態や危険源を想定する。

##### 2) リスクの見積り

危害発生の可能性と危害の大きさで見積るが、発生の可能性は作業の頻度とけがの可能性から、危害の大きさはけが人の数とけがの程度から測定する。

危害発生の可能性

危害発生の可能性は以下の通りであり、aとbに配点された点数の合計点で表される。

危害発生の可能性	=	[ 作業の頻度 ]	+	[ けがの可能性 ]
----------	---	-----------	---	------------

##### a . 作業の頻度

作業の頻度	点数
毎日1回以上	4
毎週1回以上	3
毎月1回以上	2
毎年1回以上	1

b . けがの可能性

けがの可能性	1回けがする作業回数	点数
確実である	1回の作業で1回けがする	6
可能性が非常に高い	10回の作業で1回けがする	5
可能性が高い	100回の作業で1回けがする	4
可能性がある	1,000回の作業で1回けがする	3
可能性が少しある	10,000回の作業で1回けがする	2
可能性がほとんどない	100,000回の作業で1回けがする	1

危害の大きさ

危害の大きさは以下の通りであり、aとbに配点された点数の合計点で表される。

危害の大きさ = [けが人の数] + [けがの程度]
----------------------------

a . けが人の数

けが人の数	点数
4人以上	2
3～1人	1

b . けがの程度

けがの程度	点数
死亡、重度障害	10
休業1,000日以下	8
休業100日以下	5
休業10日以下	4
休業1日	3
不休	2

- ・ 重度障害とは脳の重度障害、全身麻痺、両眼失明、四肢の切断とする。
- ・ 晩発性障害（発ガン性、遺伝子障害等）が懸念される場合は、現時点で発症したと考えると該当する点数を付ける。
- ・ 慢性障害（腰痛等）は程度に応じて該当する点数を付ける。
- ・ 症状の悪化が予想される場合は最終的な症状に該当する点数を付ける。

### リスクレベル判定

各項目に振られた点数の合計でリスクポイントを求め、下表で判定する。

$$\text{リスクポイント} = ([\text{作業の頻度}] + [\text{けがの可能性}]) + ([\text{けが人の数}] + [\text{けがの程度}])$$

リスクポイント	リスクレベル
12以上	A
11	B
10	C
9	D
8以下	E

### 3) リスクの評価

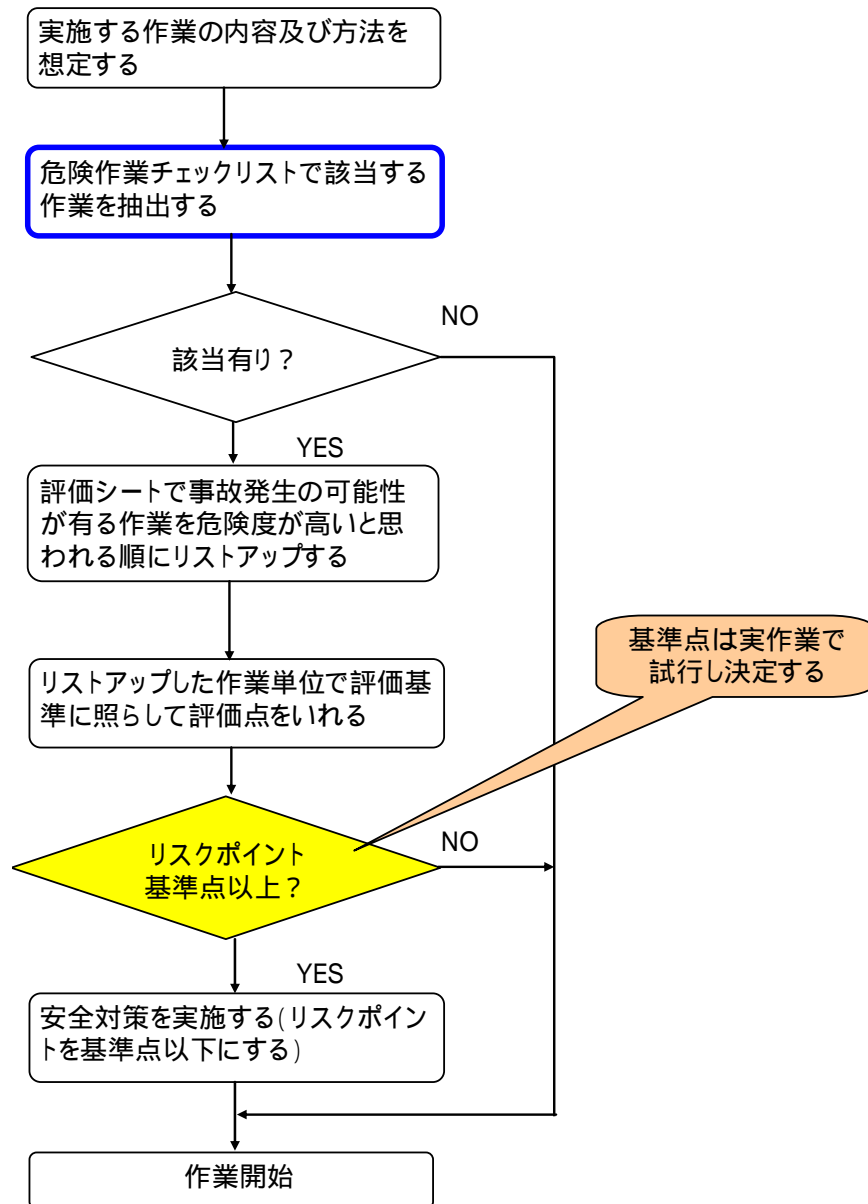
リスクレベルに対応するリスクの評価と対応は下表の通りである。

リスクレベル	リスクの評価	対応
A	重大な問題あり	リスク低減を図らない 限り使用不可
B	問題あり	
C	やや問題あり	
D	許容できる	使用可能
E	十分許容できる	

(2) 新方式(テスト中) 「新方式リスク評価表」(資料2)を参照。

新方式は作業の流れから危険有害原因や危険状態を見つけるのではなく、事故の型から関連作業を見つけて行く方式に変更している。これはKYTの発展型とも言え、現場での対応が比較的易しいと考えられ採用された。

図2 新方式でのリスクアセスメントとリスク低減策の流れ



## 1) リスクの発見

設備毎に、実際に行われる作業の種類別に、作業員の行動を想定し、危険作業の有無と当該作業に発生が予測される事故の型を全てリストアップする。危険作業は下表のように15種類に分類している。

### a. 危険作業チェックリスト

No.	危険作業の種類	該当の有無
1	高所作業	有 無
2	材料ガス取扱い作業	有 無
3	高電圧取扱い作業	有 無
4	重量物取扱い作業	有 無
5	危険物取扱い作業	有 無
6	有機溶剤取扱い作業	有 無
7	特化物取扱い作業	有 無
8	活線作業	有 無
9	ロボット取扱い作業	有 無
10	酸欠場所での作業	有 無
11	電離放射線取扱い作業	有 無
12	駆動系にパワー（電力、加圧空気、油圧）が生きた状態での作業	有 無
13	中間生成物取扱い作業	有 無
14	高温・低温物取扱い作業	有 無
15	その他	有 無

また、事故の型は下表のように 16 種類に区分し、当該事故の可能性を有する危険作業を対応させている。

b . 危険作業と事故の型の対応表

No.	事故の型	該当作業の種類 No.
1	墜落	1
2	転倒	1、4
3	落下	1、4
4	激突	9、12
5	はさまれ・巻き込まれ	12
6	切れ・こすれ	9、12
7	踏み抜き	1
8	高温・低温との接触	14
9	ガス・薬品との接触	2、6、7、13
10	感電	3、8、12
11	爆発	2、5、6、14
12	破壊	4、9
13	火災	2、5、6
14	動作の反動	4
15	無理な動作	1
16	電離放射線被曝	11

2) リスクの見積り

危害発生の可能性と危害の大きさで見積るが、発生の可能性は作業の頻度とけがの可能性から、危害の大きさはけが人の数とけがの程度から測定する。

危害発生の可能性

危害発生の可能性は以下の通りであり、a と b に配点された点数の合計点で表される。

危害発生の可能性	=	[ 作業の頻度 ]	+	[ けがの可能性 ]
----------	---	-----------	---	------------

a . 作業の頻度

作業の頻度	点数
毎日 1 回以上	4
毎週 1 回以上	3
毎月 1 回以上	2
毎年 1 回以上	1



b . けがの可能性

けがの可能性	点数	状況説明
確実である	6	安全対策がなされていない。安全ルールを守ってもよほど注意力を高めないと災害に繋がる
可能性が高い	4	安全装置が無い。安全ルールや作業標準はあるが、守りにくい。注意力を高めていないとけがに繋がる
可能性がある	2	安全装置は設置されているが、解除可能。安全ルールや作業標準はあるが、うっかりすると、けがに繋がる可能性がある
可能性がほとんどない	1	安全装置が設置され、解除できない。安全ルールや作業標準が整備され、特別に注意しなくてもけがをすることがほとんどない

危害の大きさ

危害の大きさは以下の通りであり、 a と b に配点された点数の合計点で表される。

危害の大きさ = [ けが人の数 ] + [ けがの程度 ]
--------------------------------

a . けが人の数

けが人の数	点数
10人以上（対象が当該ライン）	4
9～4人（対象が当該エリア）	2
3～1人（対象が当事者のみ）	1

b . けがの程度

けがの程度	点数
致命傷（死亡、重度障害）	10
重傷（休業災害100日以下）	6
軽傷（不休業災害、休業災害4日以下）	3
微傷（微傷、赤チン）	1
無傷（けが無し）	0

### リスクレベル判定

各項目に振られた点数の合計でリスクポイントを求め、下表で判定する。

$$\text{リスクポイント} = ([\text{作業の頻度}] + [\text{けがの可能性}]) + ([\text{けが人の数}] + [\text{けがの程度}])$$

リスクポイント	リスクレベル
12以上	A
11	B
10	C
9	D
8以下	E

リスクポイントに対応するリスクレベルは実際の作業で試行し決定する予定で、現在の評価は仮のものである。

### 3) リスクの評価

リスクレベルに対応するリスクの評価と対応は下表の通りである。

リスクレベル	リスクの評価	対応
A	重大な問題あり	リスク低減を図らない 限り使用不可
B	問題あり	
C	やや問題あり	
D	許容できる	使用可能
E	十分許容できる	

### 4) 文書化

各種データが社内IT化で広い範囲で閲覧できるようになっている。

リスクアセスメント関係は、総務部では全社のデータが閲覧できるが、現場部門では当該現場のデータのみが閲覧できる。

### 3 具体的なリスクアセスメント実施状況と実施内容

#### 3.1 リスクアセスメント実施対象設備

・名称： 無人搬送車（AGV：Automated Guided Vehicles）

#### 3.2 対象設備の概要

（1）機械の用途： 自動走行し、材料を半導体製造装置（以下、「装置」という。）にセットし、加工済み製品を装置から取り出し、次の工程に運ぶ。

（2）稼働時間： 24時間稼働

（3）導入時期： 10年ほど前に導入された設備である。

（4）導入当初の安全対策：

エリアセンサー、バンパーセンサーが装備され、走行時は警報を発するようになっていた。

#### 3.3 リスクアセスメントの実施手順

当該AGVを導入した時期にはリスクアセスメント制度は無かったが、設備設計事前評価規定に基づき、おおむね以下のような検討を行った。

（1）使用状況の想定

クリーンルーム内でFA化された装置類の間を無人自動走行する。

クリーンルーム内には、装置のオペレータが若干名で作業をしている。

（2）危険源の同定

危険状況として、オペレータとの衝突、および衝突によるオペレータの機械や壁などへの挟まれ危険が想定された。

（3）リスクの見積り

発生頻度は判明しないが、危害の大きさは重大災害に該当すると考えられた。

（4）リスクの評価

対策が講じられない限り使用不可の設備であったが、導入したAGVは標準品であり、当初よりエリアセンサー、バンパーセンサー、非常停止ボタンが装備され、走行時は警報を発するようになっていた。このため、重大災害の発生リスクは極めて低く、十分許容できるリスクと評価された。

（5）リスク対策

特段の追加対策は行われなかった。

（6）文書化

設備設計事前評価規定に基づき導入当初に作成された設備事前評価シートが残されている。

## 4 リスクアセスメントの取り組みで顕在化した問題点とその解決策および課題

### 4.1 危害の発生

(1) 同社でのAGVの運用では特段の災害や事故は発生していなかったが、関係会社で重傷事故が発生した。

#### (2) 事故概要

クリーンルーム内で装置の点検を行っていたオペレータが、作業を終えて装置の間から急いで出ようと通路に足を出した時、通りかかったAGVに足をつぶされて指を骨折した。

事故を起こしたAGVは、同社既存のAGVと同様にエリアセンサー、バンパーセンサー、非常停止ボタンが装備され、走行時は警報を発するようになっていた。

しかしながら、装置と装置の間はエリアセンサーの死角になっていた。さらに、バンパーセンサーは床面より多少高い位置に設置されていたため、出された足先がセンサーに触れることができず、AGVは停止しないで足に乗り上げたものである。

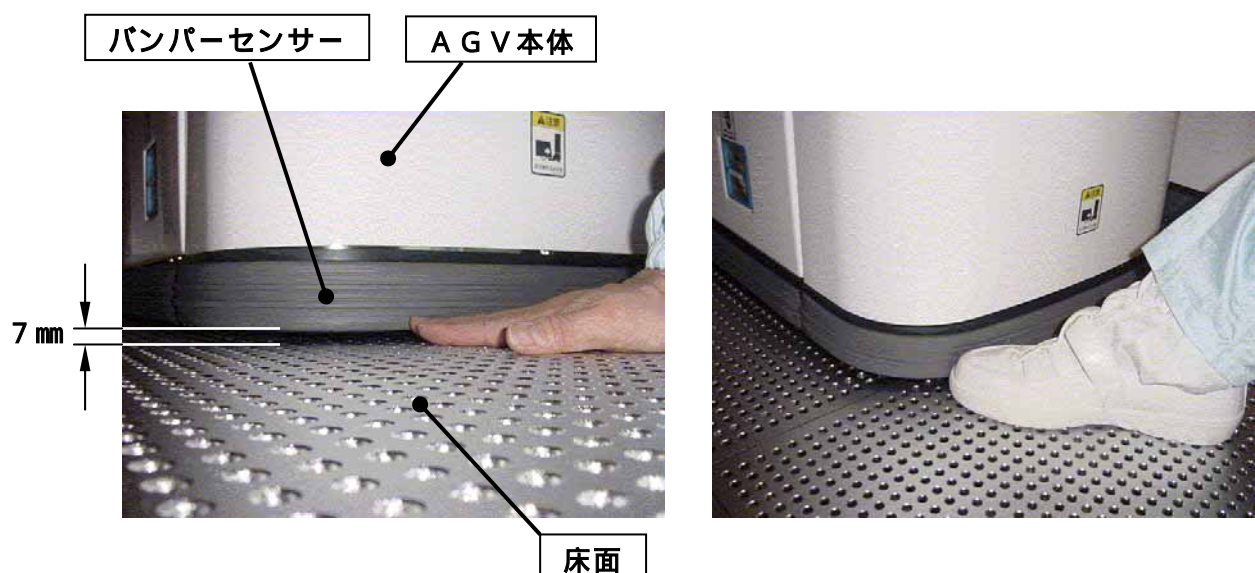
### 4.2 その後の対応

- ・同社ではメーカーとも相談し、以下の対策を講じた。

すべてのAGVについて図3に示すように、バンパーセンサーの装備されたスカート部分の床面からの高さを、20mmから指の入らない間隔である7mmに狭めた。

AGVが走行するゾーンは安全対策教育受講者のみが入れるようにした。

図3 AGVの安全対策（バンパーセンサーの検知高さの適正化）



#### 4.3 今後の課題

- (1) 作業に関するリスクアセスメントの新方式の早期完成と実施
- (2) 装置の保全作業など安全装置を外しての作業におけるリスク対策の検討
- (3) 機械包括指針の導入を図るべく、機械包括指針適合要領およびその細則も作成し、社内基準化した。完全には実施できていない。
- (4) 制御系のリスクアセスメントが考慮されていない。

### 5 機械製造者へのフィードバック、要求事項など

#### 5.1 機械製造者へのフィードバック

- ・AGVの事故時、メーカーは迅速に対応してくれた。

#### 5.2 機械製造者への要求事項

- (1) 現在は、リスクアセスメントの実施結果についてメーカーからのデータが提出されていないし、当社からも提出を要求していない。
- (2) 今後は、リスクアセスメント結果の提出を検討する。

### 6 リスクアセスメントへの取り組みによって得られた効果

#### 6.1 有形効果

- (1) 安全教育への理解が高まり、例えば保護具の着用に理解が得られるようになった。
- (2) 社外要員にも同じ水準で安全教育を実施するための道具になる。

#### 6.2 無形効果

- ・TPMのテーマに安全が取り上げられるようになった。

編者注：TPM：全員参加の生産保全（Total Productive Maintenance）活動