

# リスクアセスメントの推進・定着に関するシンポジウム 2010年3月11日

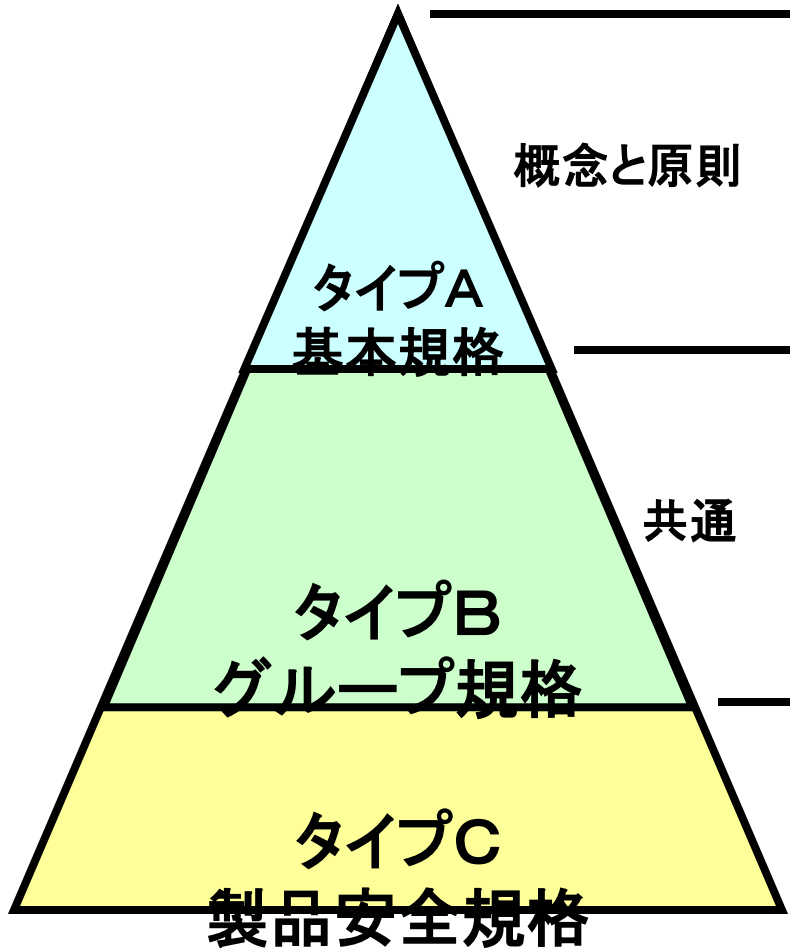
## 日本工作機械工業会のリスクアセスメント事例

1. 機械の安全規格の構成と日工会の関わり
2. リスクアセスメント事例作成の背景と方針
2. リスクアセスメントプロセス
3. 日工会のリスクアセスメント事例

社団法人日本工作機械工業会  
電気安全規格専門委員会  
委員長 西條広一

# 機械の安全規格の構成と日工会の関わり

- ・安全規格は3階層の構造
- ・欧州規格⇒国際⇒JISへと展開
- ・日工会はC規格のISOとJISに関わる



規格の展開		
欧州規格	国際規格	国内規格
EN ISO 12100:安全の基本概念	ISO 12100	JIS B 9700
EN1050:リスクアセスメント	ISO 14121	JIS B 9702
EN ISO 13849: 制御の安全関連部	ISO 13849	JIS B 9705
EN1088:ガードインタロック装置	ISO 14119	JIS B 9710
EN60204:機械の電気装置	IEC 60204	JIS B 9960
EN 62061:機能安全	IEC 62061	JIS B 9961
EN12415:旋盤	FDIS 23125	未着手
EN12957:EDM	DIS 28881	未着手
EN13218:研削盤	未着手	未着手

# リスクアセスメント事例作成の背景と方針

## [ 背景 ]

社会に対する責任

労働災害率の下げ止まり

国内 機械の包括的な安全基準に関する指針

欧州 機械指令

⇒ 製品の安全性の説明責任

⇒ 新しいアプローチ(リスクアセスメント)

⇒ リスクアセスメントは努力義務

⇒ リスクアセスメントは義務

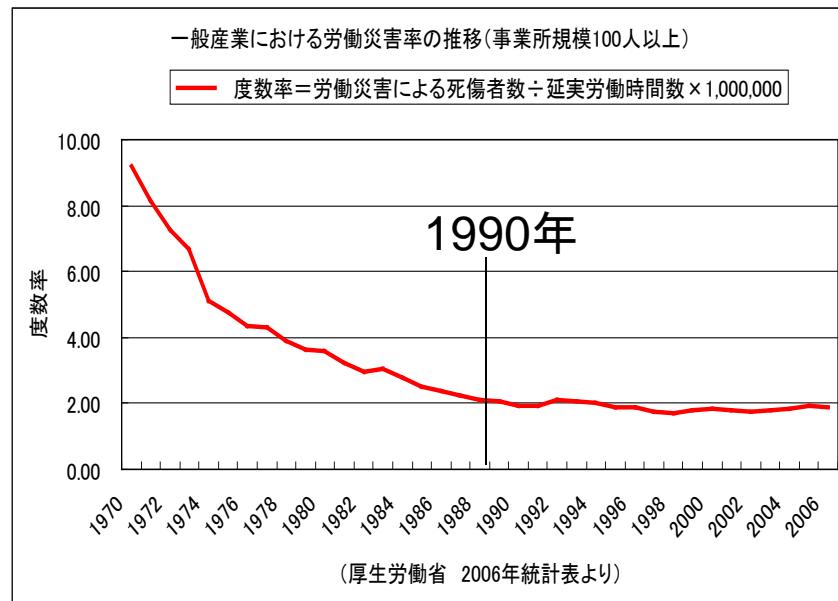
タイプC規格の理解

タイプC規格への日本提案

## リスクアセスメント事例作成

## [ 方針 ]

- ・ ISO14121-1(リスクアセスメント)に対応。
- ・ ISO13849-1(制御の信頼性)を含有する。
- ・ タイプC規格に対応した事例とする。
  - タイプC規格に示されている危険源リストを使用する。
  - タイプC規格に規定される保護方策を使用する。
- ・ 全ライフサイクルを示す。



# リスクアセスメントのプロセス

リスクアセスメント

ISO 14121

1 機械と使用方法を定義する

ISO12100危険源リストから危険源を同定する。例えば、送り軸動作では「押しつぶし」に同定。

危険源リスト(ISO12100)

・ 形状(切断要素、鋭利部分、...)
⇒ 押しつぶし、せん断、巻き込み
・ 転倒に対する安定性
...

2 危険源を同定する

危険源に対し、危害の程度、頻度、回避可能性、事象の発生の可能性を見積り、リスクマトリクスによって、リスクを評価する。初期リスクが、S2、F2、A1、O2の場合、リスクレベルは「4」となる。

リスクマトリクス

危害の程度	頻度	回避の可能性	事象の発生の可能性		
			O1 ほぼ無	O2 稀	O3 有り
S1 軽度	F1: 稀	A1: 可	1	1	2
		A2: 不可	1	1	2
	F2: 頻繁	A1	1	1	2
		A2	1	1	2
S2 重度	F1	A1	2	2	3
		A2	2	3	4
	F2	A1	3	4	5
		A2	4	5	6

3 リスク見積り

4 リスク低減(安全対策立案)

安全対策の立案: 送り軸動作では、ガードの設置とインターロックの追加が安全対策。

安全達成度

ISO 13849

5 安全カテゴリ・PLrの決定

制御の安全レベルを右表で決定する。送り軸とガードのインターロックの安全レベルは、カテゴリでは「3」PLrでは、「d」が要求される。

S	F	A	PLr	カテゴリ
S1	F1	A1	a	1
		A2	b	1
	F2	A1	b	1
		A2	c	1
S2	F1	A1	c	2
		A2	d	3
	F2	A1	d	3
		A2	e	4

6 制御の設計

安全対策を前提に再見積り

リスクアセスメント

ISO 14121

7 リスクの再見積り

リスクマトリクス

危害の程度	頻度	回避の可能性	事象の発生の可能性		
			O1 ほぼ無	O2 稀	O3 有り
S1 軽度	F1: 稀	A1: 可	1	1	2
		A2: 不可	1	1	2
	F2: 頻繁	A1	1	1	2
		A2	1	1	2
S2 重度	F1	A1	2	2	3
		A2	2	3	4
	F2	A1	3	4	5
		A2	4	5	6

8 残存リスクの通知

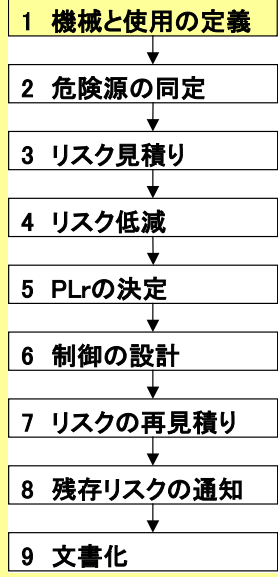
9 文書化

カテゴリ⇒PL への規格改正  
旧規格は回路構造の規定だった。  
新規格は、制御の信頼性の規定となった。

# 機械の定義(機械仕様)

## 放電加工機の仕様例(抜粋)

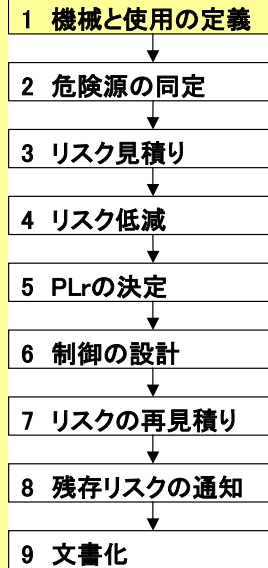
項目	仕様	
外形図	ISO28881本文中、Fig.A.9 参照	
使用エネルギー	交流三相電圧	交流三相 200V
	電源容量	13.5KVA
	エア	工場内空圧源 0.5~0.7MPa、75リットル/
機械本体重量	2000Kg	
加工電源	電源方式	トランスタハルス方式(回生型)
	出力電圧	300V
	出力電流	50A
直動軸 3軸(X,Y,Z)	ストローク	X350 × Y250 × Z220 (mm)
	出力	AC 0.6KW
	早送り速度	1300m/min
電極	Z軸	ランサーなし。落下防止ブレーキ付。
	寸法	ワイヤ電極径 φ0.1~φ0.3mm
	最大重量	電極ホビン 最大10Kg
工作物	最大寸法	800 × 600 × 215mm
	最大重量	500g
加工液	液種類	水
	タンク容量	440リットル
設置環境	温度	10~35°C
	相対湿度	35~75%(結露しないこと)



# 機械の定義(機械のライフサイクル) 使用上の制限(想定した使用者の定義)

## 機械のライフサイクル:

- 1) 輸送 (内部輸送、移動を含む輸送業務)
- 2) 組立、据付及び立ち上げ
- 3) 段取り
- 4) 加工
- 5) 清掃・保守
- 6) 修理
- 7) 撤去・解体・廃棄  
機械のサイズにより、撤去と解体は同時に行われること、  
順序が反対になることがある。

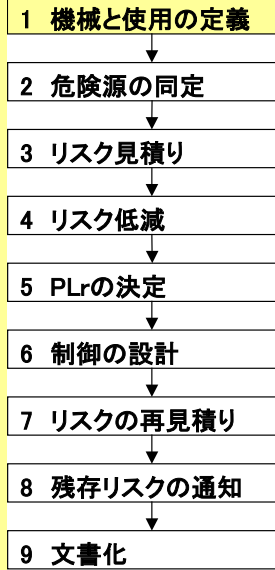


## 想定した使用者の定義 (性別、年齢、障害の有無など):

上肢、下肢の身体的能力に制約が無く、聴覚・視覚に障害の持たない  
14歳以上の人による使用を意図している。

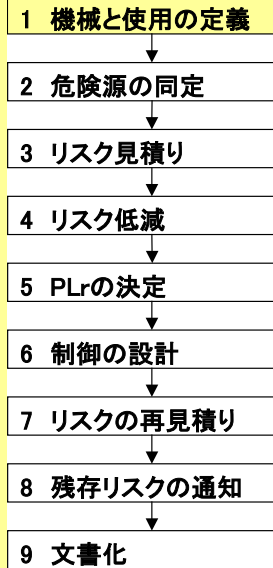
注: 障害者を排除することを意図しておらず、使用に際して特別な配慮が  
必要なことを示している。

# 使用上の制限(輸送)



	タスク、操作者、予見される誤使用
1) 輸送	<p>[ タスク ]</p> <p>(1) クレーン操作</p> <p>(2) フォークリフト操作</p> <p>(3) 車両による輸送</p> <p>(4) コロ引き</p> <p>(5) 固定具の取り付け</p> <p>[ 操作者 ]</p> <p>輸送専門業者及び／又は輸送機械・機器の熟練者した/資格認定された人(又は人たち)</p> <p>[ 予見される誤使用 ]</p> <p>(1) アンバランスな吊り上げ, または持ち上げ</p> <p>(2) 不適切な位置での吊り上げ、持ち上げ</p> <p>(3) 不適切な固定具の取り付け</p> <p>(4) 不適切なワイヤ・吊り具の使用</p> <p>(5) 過積載な車両による輸送</p>

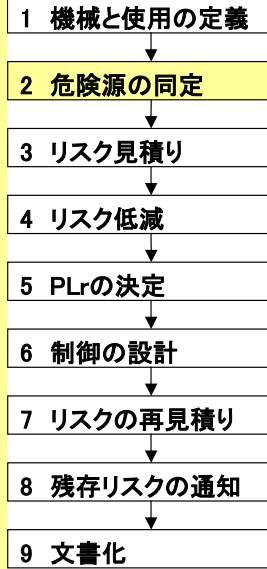
# 使用上の制限(段取り・操作)



	タスク、操作者、予見される誤使用
3) 段取り、操作	[ タスク ]
① 自動モード (加工モード)	(1) ワーク準備
	- ワーク搬入(自動、パレチエンなど)
	- ワークの測定(垂直,平行,端面,etc)
	- ワークの測定(高電圧パルスを使用した位置決め)
	- ワークの測定(低電圧パルスを使用した位置決め)
	- 加工槽の開閉,あるいは上下
	[ 操作者 ]
	この種の機械の使用に知識と経験があり取扱説明書を理解した人,あるいは,そのような人の管理監督下におかれた人
	[ 予見される誤使用 ]
	(1) プログラムの運転中でのガードの開放
	(2) ガード開放中でのプログラムされた運転の起動
	(3) 不適切な液面位での加工



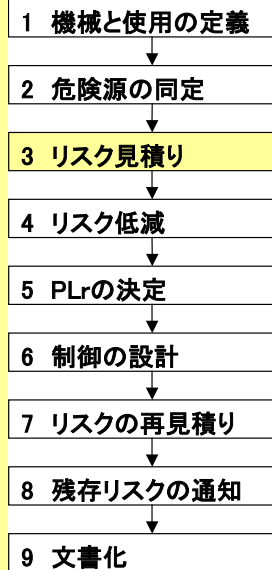
# 危険源の同定



## 放電加工機に関する主要危険源リスト

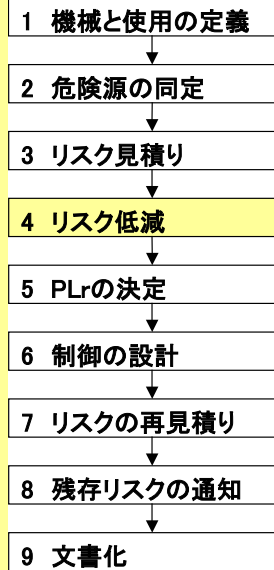
記述	危険状態作用	活動	危険区域
質量及び速度(制御された又は非制御の運動における、要素の運動エネルギー)	機械要素の動き	据え付け、加工及び保守	機械上で及び機械の近くで
押しつぶし及び剪断	・ワークピースの締め付け	・取り付け又は取り外し、再配置の時	・締め付け具及びワークピースの間で
	・自動によるワークピース/電極の交換	・動力による、ワークピース又は電極の交換	ワークピース又は電極運動のガードで
	・可動部(例えば、軸及び回転要素)	・手動操作によるワークピース又は電極の交換	ワークピース又は電極及び機械部品の間で
巻き込み	手動又は自動によるワークピース又は電極の交換、主軸回転及びワイヤ・ローラー	手動又は動力によるワークピース又は電極の交換及び主軸回転	ワークピース又は電極及び機械部品の間で

# リスク見積り



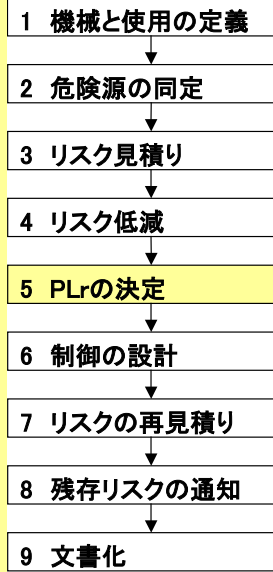
ISO14121-2			事象の発生の可能性			PLr
危害の程度	暴露頻度	回避の可能性	O1	O2	O3	
S1 軽度	F1: 稀	A1: 可	1	1	2	a
		A2: 不可	1	1	2	b
	F2: 頻繁	A1: 可	1	1	2	b
		A2: 不可	1	1	2	c
S2 重度	F1: 稀	A1: 可	2	2	3	c
		A2: 不可	2	3	4	d
	F2: 頻繁	A1: 可	3	4	5	d
		A2: 不可	4	5	6	e

# リスク低減



**	危険源	安全性要求及び/又は方策	検証	関連規格の参照
A1	作業領域への接近: 押しつぶし、剪断及び巻き込み	<p>自動モードではインタロック付ガードを開くと、保護された区域の範囲内ですべてのリスクを除去するために、すべての現在の動作を休止しなければならない。</p> <p>インタロック付ガードが開いたままの間は、不慮の始動をあらゆる方式で防止しなければならない。</p>	<p>目視検査及び実地検査、回路図の試験によって</p>	<p>EN 292-1:1991, 4.2.1</p> <p>EN 294:1992</p> <p>EN 349:1993</p>

# PLrの決定

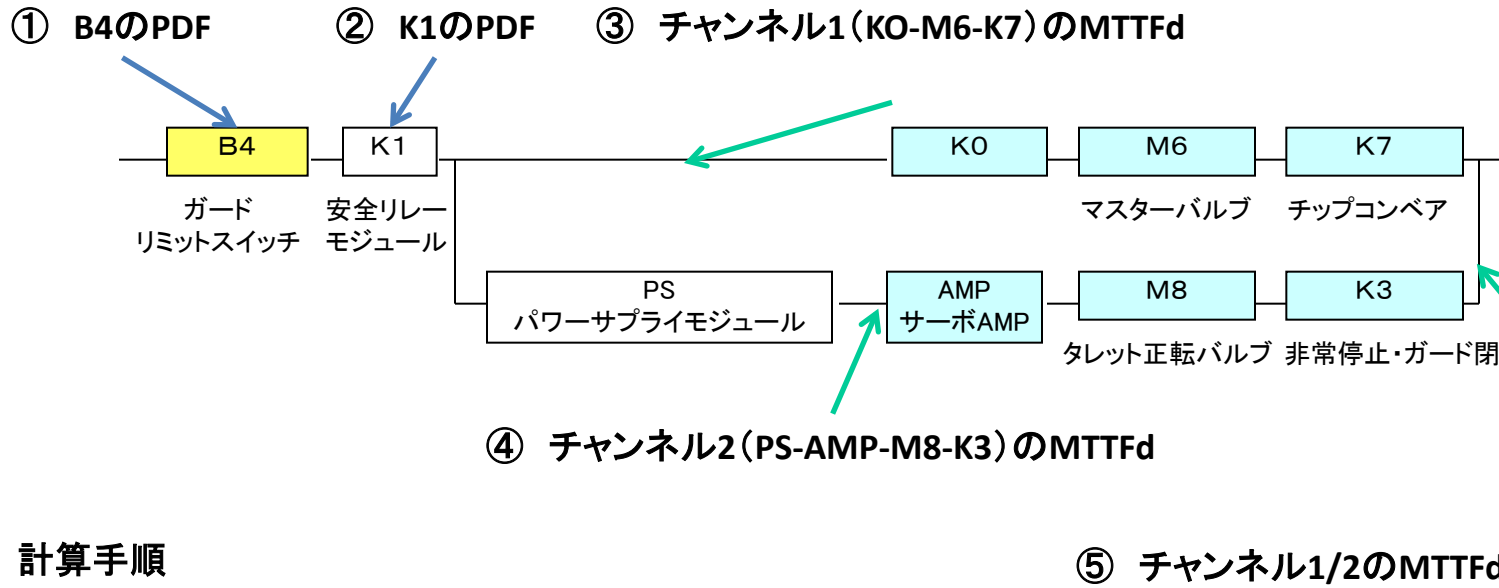


ISO14121-2			事象の発生の可能性			PLr
危害の程度	暴露頻度	回避の可能性	O1	O2	O3	
S1 軽度	F1: 稀	A1: 可	1	1	2	a
		A2: 不可	1	1	2	b
	F2: 頻繁	A1: 可	1	1	2	b
		A2: 不可	1	1	2	c
S2 重度	F1: 稀	A1: 可	2	2	3	c
		A2: 不可	2	3	4	d
	F2: 頻繁	A1: 可	3	4	5	d
		A2: 不可	4	5	6	e

# 制御の設計

- 1 機械と使用の定義
- 2 危険源の同定
- 3 リスク見積り
- 4 リスク低減
- 5 PLrの決定
- 6 制御の設計
- 7 リスクの再見積り
- 8 残存リスクの通知
- 9 文書化

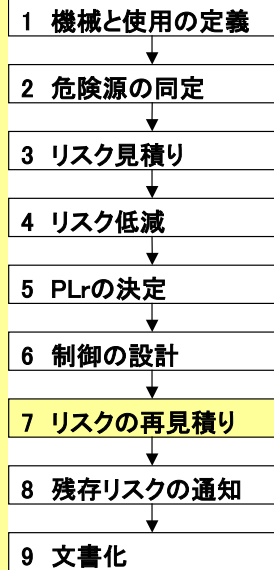
## ガードインターロックのPL計算の概要



### 計算手順

- ① B4のPDFの計算
- ② K1のPDFの計算
- ③ チャンネル1(KO-M6-K7)のMTTFdの計算
- ④ チャンネル2(PS-AMP-M8-K3)のMTTFd計算
- ⑤ チャンネル1/2のMTTFd、DC、PFDの計算
- ⑥ 全体のPFDの計算とPL

# リスクの再見積り



ISO14121-2			事象の発生の可能性			PLr
危害の程度	暴露頻度	回避の可能性	O1	O2	O3	
S1 軽度	F1:稀	A1:可	1	1	2	a
		A2:不可	1	1	2	b
	F2:頻繁	A1:可	1	1	2	b
		A2:不可	1	1	2	c
S2 重度	F1:稀	A1:可	2	2	3	c
		A2:不可	2	3	4	d
	F2:頻繁	A1:可	3	4	5	d
		A2:不可	4	5	6	e

保護方策の例		S	F	O	A	注 釈
1	本質的安全設計					
1-4	エネルギーの低減（エネルギー源のポテンシャルの低減）	●				危険源との関係を考慮 制御によるエネルギーの低減と明確に区分する意味で、「ポテンシャル」を記した。
2	安全防護・保護装置					
2-15	イネーブル装置			●		イネーブルは危険動作の開始と継続を許可する装置である。これにより、オペレータは危険動作の発生を認識することができて、危険事象というべき緊迫した状態になる前に停止操作が容易にできることから「発生の可能性」に寄与すると考える。 動作部分を限定した上で、減速制御、ステップ送り、微小単位送りなどの追加方策が必要である。
4	使用上の情報					
4-1	警告標識			●	●	リスクの存在を警告するものは、Oに寄与する。危険の発生を警告するものは、Aに寄与する。保護具は、回避または危害の低減の方策なので、Aに寄与する。
4-2	安全な使用のための表示・ラベル			●	●	
4-3	防護手袋, 工具の使用指示				●	
4-4	排気システムの使用の指示				●	
4-5	床清掃の指示			●		

# リスクアセスメント事例

8 残留リスク

7 リスクの再見積り

5 PLrの決定

4 リスク低減

3 リスク見積り

2 危険源の同定

1 機械と使用の定義

番号	活動	危険区域	危険源、 危険状況、 危険事象	リスク見積り (初期リスク)					リスク低減方策	PLr	リスク再見積り					追加保護 方策 の必要性
				S	F	O	A	RI			S	F	O	A	RI	
1	加工	作業領域	可動部分の予期せぬ起動により身体の一部が押しつぶされる。	2	1	3	2	4	ガードの設置	-	2	1	3	2	4	2
2				2	1	3	2	4	ロック付インターロックの設置。	d	2	1	1	1	2	なし
3	段取		可動部分の送り操作により身体の一部が押しつぶされる。	2	1	3	2	4	ホールドツウラン制御の適用	d	2	1	1	2	2	4
4				2	1	1	2	2	送り動作の速度を2m/minに制限する。	d	2	1	1	1	2	なし

ご清聴ありがとうございました。