

人間工学に配慮し国際安全規格に準拠した 3ポジションイネーブルスイッチの開発とその応用

The International-Standard Complied 3-Position Enabling Switch Developed
Based on Ergonomics and its Application

延 廣 正 毅^{*1)}

Masaki Nobuhiro

宮 内 賢 治^{*2)}

Kenji Miyauchi

福 井 孝 男^{*3)}

Takao Fukui

関 野 芳 雄^{*4)}

Yoshio Sekino

要 旨

人と機械が共存するHMI(Human Machine Interface)環境における安全を考える場合、定常作業と非定常作業に分類してリスクアセスメントを行うことが必要である。例えばロボットを使用した自動化生産設備の場合、定常作業とはロボットが柵で囲われた運転領域内で自動運転している状態で、柵およびインタロックシステムが適切かつ正常に機能していれば、作業者が危険にさらされることはない。一方、同様の設備において非定常作業とは、設備立ち上げ、ティーチング、工程切り替え、異常／故障処理、保全などであり、特別な技能を持つ専門の作業者によって処理されるものの、ロボットの運転領域に立ち入って作業するため、作業者が危険にさらされる頻度が非常に高い。

本稿では、特に非定常作業において国際安全規格でも重要な安全装置と位置づけられているイネーブル装置について、人間工学に配慮して開発した3ポジションイネーブルスイッチと当社安全思想について述べる。

Abstract

When we consider safety in HMI environments where human and machine coexists, it is necessary to classify the issue into two categories: regular operation and irregular operation, then conduct risk assessment. For instance, in case of an automated production system using a robot, the regular operation indicates an automatic operation performed by the robot inside the operation area surrounded by a fence. Thus, the operator won't be exposed in danger as long as the fence or the interlocking system works adequately. On the other hand, the irregular operation covers setting up (initial setting), teaching, process changeover and abnormal/failure treatment and maintenance, which is carried out by a skilled worker with special expertise. In this case, however, the operator has to access a danger zone where the robot operates, which brings higher possibilities to expose the operator in danger.

This paper describes our 3-position enabling device developed from ergonomics viewpoints, which is specified as a critical safety device by major international standards of safety and our safety-focused philosophy.



HEシリーズ 3ポジションイネーブルスイッチとグリップスイッチ
HE series 3-position enabling switch and grip switch

1. はじめに

FA (Factory Automation) 分野では、従来より様々な産業用ロボットや自動化機械を用いて、システム全体の自動化が進められ生産性の向上が図られてきた。さらに最近では国際的な機械安全における気運が高まりつつあり、日本国内においても厚生労働省労働基準局より「機械の包括的な安全基準に関する指針」が2001年6月1日に通達されている。これらは、生産性の向上のみならず安全性に配慮した人と機械のHMI (Human Machine Interface) 環境を実現する重要性が認識されるようになってきていること示している。[1]～[6]

そのような背景の中、1999年6月に改定された米国のANSI ロボット規格は、従来のロボットに関する国際安全規格より高いレベルで安全を要求しており、今まで欧州主導であった機械安全においてグローバルに意識が高まってきたものと考えられる。[7]

今回の米国ロボット規格の改訂において特に重要な改定項目のひとつとして、ペンダントや教示操作装置へOFF-ON-OFF 動作の3ポジションイネーブル装置の搭載を義務づけていることが挙げられる。既にわれわれは、日本初のOFF-ON-OFF 3ポジションイネーブルスイッチとしてHE1B形イネーブルスイッチを1997年に開発し、既に数多くのロボットメーカーや機械メーカーで使用され好評を得ている。また、その必要性や考え方について1998年以降、計測自動制御学会やヒューマン・インターフェース学会などで数多く報告してきた。[8]～[16]

本稿では、国際安全規格におけるイネーブル装置の重要な役割を改めて紹介すると共に、今回新しく開発したHE2B形イネーブルスイッチ、HE3B形イネーブルスイッチおよびHE1G形グリップスイッチについて報告する。

2. 機械設備のリスクアセスメントにおけるイネーブル装置の位置づけ

高度に自動化されたシステムであっても、人が直接機械とやりとりする場面は多数ある。例えば、自動化生産システムにおいてプログラムされた自動運転などを定常作業とすると、設備立ち上げ（初期設定）、ティーチング（教示）、工程切り替え（段取り替え）、異常／故障処理（チョコ停）、保全（メンテナンス）など数多くの危険な非定常作業が発生し、災害の発生率は明らかに非定常作業が高いとされる。[5]

国際安全規格および機械の包括的な安全基準に関する指針では、例えば図1に示すような産業用ロボットを使用する自動化システムを例にとってリスクアセスメントを行う場合、自動運転モードと非定常作業のマニュアル運転モードの各々で実施することを要求している。

自動運転モードのリスクアセスメントは、本質安全設計によって低減することのできない危険源となる機械の可動部を、安全柵で隔離する「隔離の原則」、および安全柵の扉開放時にはドアインタロック装置によって機械を運転させない「停止の原則」の安全防護によってリスク低減を行うとされる。このドアインタロック装置に関する内容は、本号別稿の「世界最小クラスの体積を実現したHS6B形薄形安全スイッチの開発」の中で述べられているので参照されたい。

一方、図2に示すようなティーチングや試運転など危険源に接近して作業を行うマニュアル運転モードの安全方策は、例えば安全速度による低速運転（運動エネルギーの低減）や可動範囲の制限によって危険源自体のリスク低減を行い、さらに緊急時に危険源を停止させる手段を確保することが重要とされる。[11]



図1 ロボットを使用した自動化生産設備例

Fig. 1 Application example in automated manufacturing facility with robot

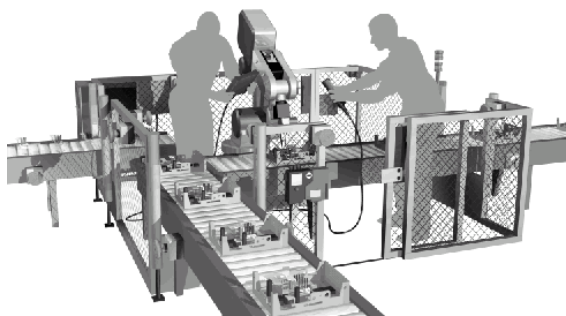


図2 ロボットシステムで人が作業する環境
Fig. 2 Environment where operators control robot

このような危険源に接近する作業者にとって、緊急時に危険源を停止させる手段として確保すべき安全方策のひとつがイネーブル装置の使用である。

3. 国際安全規格におけるイネーブル装置への要求事項

イネーブル装置の用途および、イネーブル装置に求められる機能に関する国際安全規格の要求事項を表1に示す。[7][18]～[20]

現状の国際ロボット規格 ISO10218(JIS B 8433)の3.2.3 項に『あらかじめ定められた位置に保持されている間に限り、ロボットの作動を可能にするための手動操作装置』とあるように、イネーブル装置は「ロボットの作動を許可」するための装置として定義されており、具体的には『イネーブル装置を操作している時のみロボッ

トのティーチングが可能』とされていた。[21]

しかし、近年改訂された国際電気安全規格 IEC60204-1(JIS B 9960-1)の9.2.5.8項や米国ロボット規格 ANSI/R1A R15.06の4.7.3項では、その定義に「動作の停止」についての要求が加えられており、イネーブル装置の機能に OFF-ON-OFF の3ポジション動作を要求するとともに、安全方策としてイネーブル装置に重要な機能を求め、さらに進化させていることがわかる。[7][18]

このことは自分の近くや、ほんの鼻先に危険が差し迫った場合、人は冷静に行動することは不可能であることを示しており、米国の ANSI ロボット規格に以下のことが記載されている。『テストによれば、非常事態において人間はものを離すか強く握るかである。イネーブル装置の設計と組み込みは人間工学的な考察による。』[7]

例えば、オペレータがロボットを操作する場合を図3に示す。図3(C)に握り込むことによって OFF から ON となり、手を離すと OFF になる一般的な2ポジションスイッチを示し、図3(D)に握り込むことによって OFF から ON となり、手を放す、あるいはさらに握り込んでも OFF となる3ポジションスイッチを示す。

特に、図3(3)の危険状態に対して、(4)びっくりして手を離す場合と、(5)びっくりして強く握り込む場合を考察する。(4)びっくりして手を離した場合はいずれの場合もロボットはその場で停止するためオペレータの危険は回避できる。一方、(5)びっくりして手を握り込んだ場合は、3ポジションスイッチの場合はロボットを停止させることができるが、2ポジションスイッチの場合はロボ

表1 イネーブル装置の国際規格からみた必要性

Table 1 International standards which describe the necessity of enabling devices

規格名	条項の内容抜粋
ISO/CD12100 (機械類の安全性—基本概念、設計のための一般原則)	3.7.10 設定 (段取り等)、ティーチング、工程の切り替え、不具合の発見、清掃又は保全の各作業に対する制御モード (2) 機械の危険な要素の運転は、イネーブル装置、ホールド・ツウ・ラン制御装置又は両手操作制御装置 (それぞれ ISO/CD12100-1 条項 3.23.2/3/4 参照) によってのみ始動可能とする。
JIS B 9960-1 (IEC60204-1) (機械類の安全性—機械の電気装置—第1部：一般要求事項)	9.2.5.8 イネーブル機器 あるシステムの一部をイネーブル機器として用いる場合は、一つのポジションに操作したときだけ機械の動きが許されるように設計しなければならない。その他のポジションでは、動きは停止しなければならない。 —人間工学の原理を考慮した設計である。 —3ポジションタイプについては、 ・ポジション1：スイッチのオフ機能 (スイッチが押されていない状態) ・ポジション2：可能化機能 (スイッチが中間位置まで押された状態) ・ポジション3：オフ機能 (スイッチが中間位置を過ぎて押された状態) ポジション3からポジション2に戻ったときは、イネーブル機能が作動してはならない。
ANSI/R1A R15.06 (産業用ロボット・ロボットシステムのための安全に関する要求事項)	4.7.3 イネーブル装置 ペンダントや教示操作装置はあらかじめ決められた位置に継続的に保持されるときのみ動作を許可する3ポジションスイッチを用いたイネーブル装置を持たなければならない。この装置を放したり所定の位置より強く押したときには4.5に示した回路によりロボットの動作は停止しなければならない。 備考：テストによれば非常事態において人間はものを放すか、強く握るかである。イネーブル装置の設計と組み込みは人間工学的な考察による。この要求は新しいロボットに対してのみ要求される。既存のシステムについては10.3を参照。 10.7.5 教示モードの選択 d) 教示中は、教示者のみが制限領域内に入ることが許容される。教示やプログラミングの状況では一人以上の要員が安全防護領域や制限領域内に入らなければならないことがある。教示者10.7.5aに従いロボットの動作に対し唯一の制御権を持たなければならない。 1) 制御領域内の追加要員は、4.7.3のイネーブル装置を持ち使用しなければならない。
SEMI S2-0200 (半導体製造装置の環境、健康、安全に関するガイドライン)	20.4 産業ロボット及び産業ロボットシステム 産業ロボット及び産業ロボットシステムは、適切な国家あるいは国際スタンダード (例えば、ANSI/R1A R15.06, ISO 10218, EN 775) の要求事項に合うべきである。ロボットを半導体に応用する理由から、これらの要求事項からはずれる場合でも、その差異がリスク評価に基づいて容認されることがある。

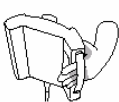
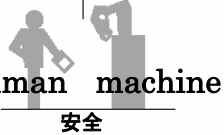
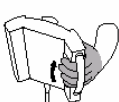
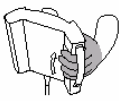
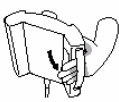
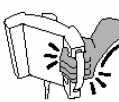
(A)手の握り方 (グリップ形)	(B)手の握り方 (ペンダント形)	(C)2ポジションスイッチ の場合	(D)3ポジションスイッチ の場合
(1)ロボット起動前 		 human machine 安全	
(2)ロボット起動中 			
(3)危険状態発生 		 危険状態	
(4)びっくりして手を離す 			
(5)びっくりして手を握り込む 		 DAMAGE けが・死亡	 STOP! 安全

図3 ロボットなど機械操作時のスイッチによる違い
Fig. 3 Difference between 2-position and 3-position switches in robot operation

ットを停止できないため、けがや最悪の場合死亡などの災害や事故が発生することになる。

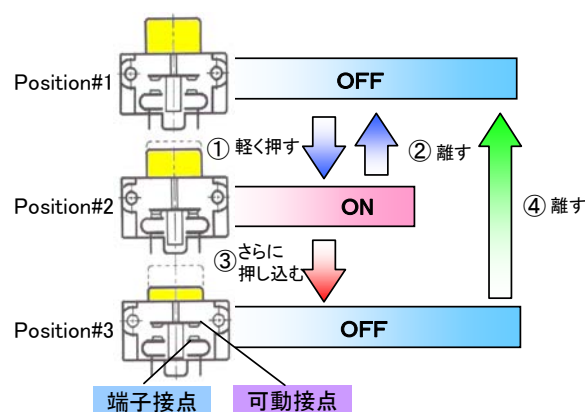
すなわち、イネーブル装置の機能に OFF-ON-OFF 3 ポジション動作を要求する理由として、操作しながらの作業において、びっくりして手を離す場合とびっくりして強く握り込む場合のどちらにおいても、安全に機械の動作を止めることが目的である。

なお、米国の ANSI ロボット規格における「教示者とともに危険区域内に入る追加の作業者が携帯すべき」とされるイネーブル装置には、まさにグリップスイッチが該当する。この規格の注目すべき点は、3 ポジションイネーブル装置とグリップスイッチの使用を 2001 年 6 月より強制している点であり、危険区域の安全方策において今後の方向性を示すものと考えられる。[7]

4. 3 ポジションイネーブル装置の必要条件

4. 1 3 ポジションイネーブルスイッチに求められる動作

図4に3ポジションイネーブルスイッチの状態遷移図を示す。①～④の動作に示すように①軽く押していく



通常使用時の 1 サイクルは①→②

危険遭遇時の 1 サイクルは①→②あるいは①→③→④

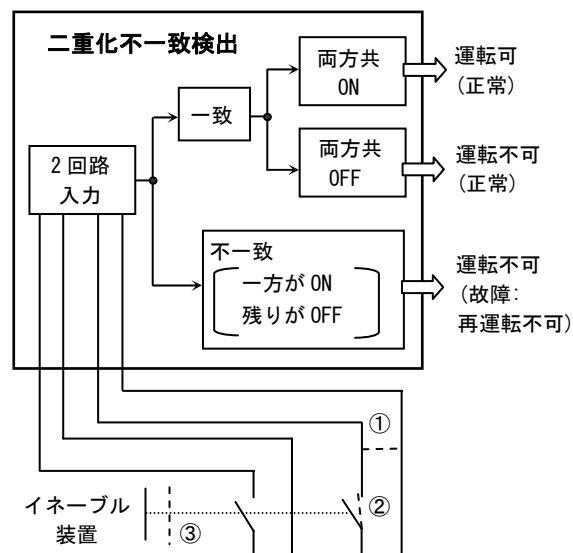
図4 3 ポジションイネーブルスイッチにおける OFF-ON-OFF の 3 ポジション状態遷移図

Fig. 4 Status progress of OFF-ON-OFF 3-position operation in 3-position enabling switch

と OFF から ON になり、その状態から②離しても、③さらに押し込んでも OFF となり、そして押し込んだ状態から④離すと OFF のまま元の状態に復帰する。この動作は表1に示した IEC60204-1 でも要求されているが、緊急時に咄嗟の動作でイネーブル装置を握り込んでロボットを停止させた後、一息ついて手を緩めたときに再起動しないよう、安全が確認されるまで再起動を防止するという考えである。

なお、イネーブル装置は緊急時において手を離す場合と強く握り込む場合があるが、その両方とも高い確実さで安全に機械の動作を止めなければならない。具体的には、接点溶着や配線の短絡など危険側の故障に対応するため、イネーブル装置には2つの接点を内蔵して回路を二重化し、一方の回路が危険側の故障を起こしても、手を離すかもしくは強く握り込んだ際には残りの故障していない回路で危険源の作動を停止させる。また、その2回路の状態をモニタリングすることで、2回路の不一致を検出した時点で再起動を防止する、二重化不一致検出が可能なシステムとせねばならない。

図5に一般的に市販されている安全リレーモジュールとの協調による回路の二重化不一致検出例および故障例の種類に対する考察を示す。ここで、二重化不一致検出回路についての詳細は省略するが、図5の①「配線の短絡」や②「接点の溶着」は2回路が各々異なつて信号を発するため、二重化不一致検出回路によって安全側故障とすることができる。一方、③「ボタンの復帰不良(ポジション2での固着)」は、手を放しても操作されるイネーブル装置のボタン自体がポジション2の位置から復帰しない、という二重化不一致検出回路では検出できない危険側の故障を表わしており、この故障に対する抵抗性は機械的構造の信頼性の当社基準により評価される。た



	故障例	故障モードの考察
①	配線の短絡	安全側となる (2 接点の不一致検出により、 運転不可能。)
②	接点の溶着	
③	ボタンの復帰不良 (ポジション 2 での固着)	危険側となる (ただし、3 ポジションスイッチは、押込みによってポジション 3 の OFF 位置まで操作可能。)

図5 安全リレーモジュールを用いたイネーブル装置のシステム例

Fig. 5 System example of enabling device with safety relay module

だし、2 ポジションスイッチに対する3 ポジションスイッチの大きな優位性は、万一ボタンがポジション2 の位置から復帰しない場合でも、さらに押込むことによって強制的にポジション3 の OFF 位置まで操作可能な点である。

なお、イネーブル装置は「作業者の正常な作業状態を確認して機械の運転を許可し、危険遭遇時の作業者の無意識による行動で機械の運転を停止させる」という安全確認型の考え方を持つ安全方策である。しかし、あくまでも機械の運転に集中している作業者の無意識の操作によるものであるため、やはり最終的には国際安全規格において追加の保護方策として示されるように、作業者の意志で機械を停止させる非常停止装置が必要とされており、ペンダントにはイネーブル装置と非常停止装置の両方を搭載すべきである。[8]～[16]

4. 2 3 ポジションイネーブルスイッチに求められる操作感

以上、イネーブルスイッチの OFF-ON-OFF 3 ポジション動作について、安全方策としての重要な機能を述べたが、安全面を重視するあまり操作性が悪くなってはかえってヒューマンエラーを招く危険性が高くなる。

図2に示したように、ロボットのティーチング作業は

一般的に長時間におよぶ場合が多く、長い場合は丸一日行う場合がある。イネーブル装置は、前述のように「ロボットの作動を許可」する目的で操作されるものなので、ティーチング作業中は握り締めるという操作を続けることが予測される。実際にティーチングを行う作業者は、作業に集中するとイネーブル装置に対する意識が低下して、手の緩みまたは握り過ぎというようなイネーブル装置に対する操作力の変化が予測される。そのため3 ポジションイネーブル装置には、人間工学的に次のような操作性が必要となる。[8]～[16]

- (1) ポジション2 (ON 状態) の操作荷重が軽いこと。
- (2) ポジション2 からポジション3 への移行において適切な荷重差があること。

(1) に関しては、長時間におよぶ作業を考えれば当然である。(2) に関しては、荷重差が不十分な場合、ティーチングを行う作業者はイネーブル装置に対して操作力の一定化が要求され、操作力の低下または増加により不本意なティーチング作業の中断が発生するためである。

5. イネーブル装置の適用

前述のように米国の ANSI ロボット規格において、教示者はその人のみ制御可能なペンダントを持つこととされ、そのペンダントには3 ポジションスイッチを用いたイネーブル装置を備えることとされる。また、教示者とともに危険区域内に入る追加の作業者はイネーブル装置のみ携帯し使用することとされている。[7]

イネーブル装置を搭載するペンダントには、その用途から様々な形態が存在しており、用途に応じた選択例を図6に示す。

例えば、溶接や塗装ロボットのような比較的中および大型のロボットは、複雑な作業に対応してティーチング要素も多いため、ペンダントも中および大型の両手持ちとなる場合が多く、卓上型などの小型ロボットの場合にはハンディペンダントと呼ばれる片手持ちのペンダントが使用されることが多い。

ティーチング作業は長時間におよぶことが多いため、特に大型で重量のあるペンダントは疲れによる手の持ち替えが必要になる。また、作業者は右利きもいれば左利きもいるので、右手または左手どちらの手でもペンダントを保持し、イネーブル装置を操作する必要がある。

小型のハンディペンダントの場合、イネーブル装置を右手または左手どちらの手で持っても操作することができるが、中および大型ペンダントの場合、両手に対応すべく合計2 個のイネーブル装置を装備することになる。

ペンダントに2 個のイネーブル装置を装備する場合、例えば「一方をポジション3 まで押込んだまま、もう片方で作動の許可を与えることはできない。次に運転再開

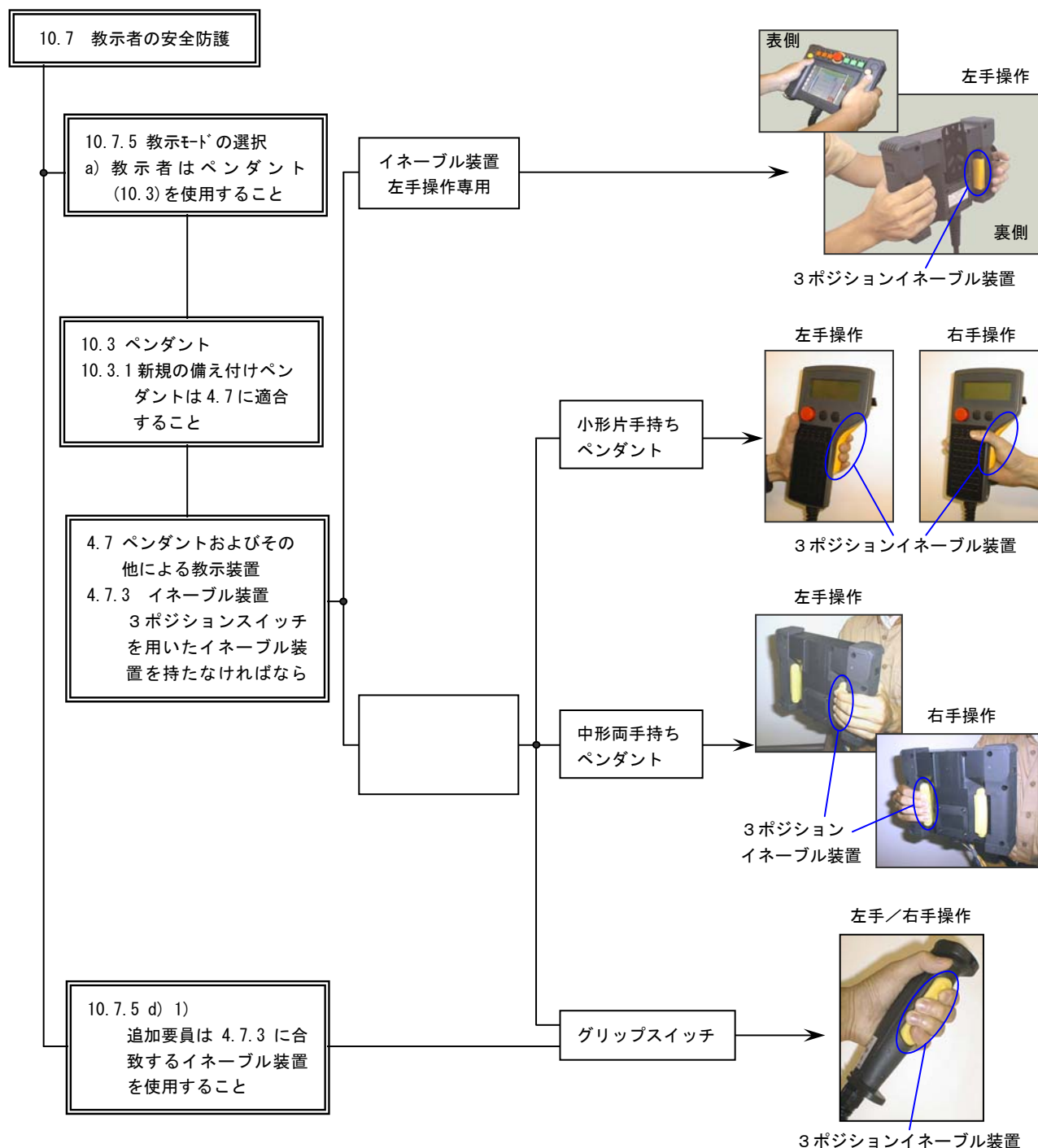


図6 ANSI/RIA R15.06に基づく3ポジションイネーブル装置を搭載したペンダントの選択例
Fig. 6 Selection example of enabling device based on ANSI/RIA R15.06

するには一旦イネーブル装置から両手とも離して、安全が確認された後とすべきである。」というように、2個あるが故に新たに配慮しなくてはならない事項が発生する。この点については左右各々のイネーブル装置が OFF-ON-OFF の3ポジション動作において、手を放した OFF (ポジション1) 動作であるか、押し込んだ OFF (ポジション3) 動作であるかを検出できれば、制御上で解決することが可能となる。

6. 国際規格に適合した3ポジションイネーブル装置

安全上重要な役割を持つイネーブル装置について当社は、既に1997年に開発したHE1B形イネーブルスイッチや、それを搭載したHG2R型、HG2V型ペンダントがあり、今までにもロボット、半導体製造装置、各種機械などで数多く使用されている[8]～[16]。今回新たなニーズに対応するためHE2B形イネーブルスイッチ、HE3B形

イネーブルスイッチおよび HE1G 形グリップスイッチを開発したので、それぞれの特長を述べる。

6. 1 HE2B 形／HE3B 形イネーブルスイッチ

HE2B 形および HE3B 形イネーブルスイッチは、ペンダントや手動パルス発生器など手持ち操作機器への搭載用として開発した OFF-ON-OFF 動作の 3 ポジションイネーブル装置であり、安全装置としての配慮に加え人間工学的見地からの操作性や多様な形態に対応するシンプルなる取付性にも配慮している。

(1) 安全性への配慮

前述の 4. 1 項に示すように、故障に対して安全機能を維持するための二重化不一致検出行うため、3 ポジションスイッチを 2 接点内蔵している。

特に、中および大型のペンダントに適する HE2B 形イネーブルスイッチは、両手対応のため 2 個のイネーブル装置を装備する場合の安全上の配慮に対応し、「手を放した OFF のポジション 1」あるいは「押し込んだ OFF のポジション 3」であるかの検出を目的とする「ボタン復帰モニタスイッチ」および「ボタン押し込みモニタスイッチ」を組み込んだタイプもある。

(2) 操作性への配慮

図 7 と図 8 に今回新たに開発した HE2B 形および HE3B 形イネーブルスイッチの動作特性を示す。

3 ポジションスイッチにはクリック感を持つスナップアクション動作のスイッチを採用し、軽快な操作感を持たせた。これによりポジション 2 の識別が容易になり、その結果作業者にとって心理的安心感が得られ、ティーチング作業への集中力向上が期待できる。

また、ポジション 2 での保持に必要な荷重を軽くし(図中▼)、ポジション 2 からポジション 3 への移行において充分な荷重差を付けることによりヘビーで確実な操作感を持たせている(図中▽)。このことにより操作力の低下または増加による不本意なティーチング作業の中断を防止する効果が期待できる。

HE2B 形イネーブルスイッチは長時間におよぶ操作に配慮し、指 4 本で楽に操作できる長さ 66.5mm のボタンサイズとしている。しかし、ペンダントの持ち方や操作の都合上、指を上下にずらしてボタンの端部を操作してしまう可能性がある。一般的にこのような長いボタンの場合、端部を操作するとボタンが傾いてストローク不足を起こし、スイッチ動作に不都合の生じる場合が多い。図 7 は、HE2B 形イネーブルスイッチにおいて、①A 部(ボタン中央部)および、②B 部(ボタン端部)を操作した場合の動作特性である。②は①に比べてポジション 2 からポジション 3 へ移行するストロークが若干長くなるものの実用に全く問題無く、3 ポジションスイッチは 2 つとも正常に動作する。

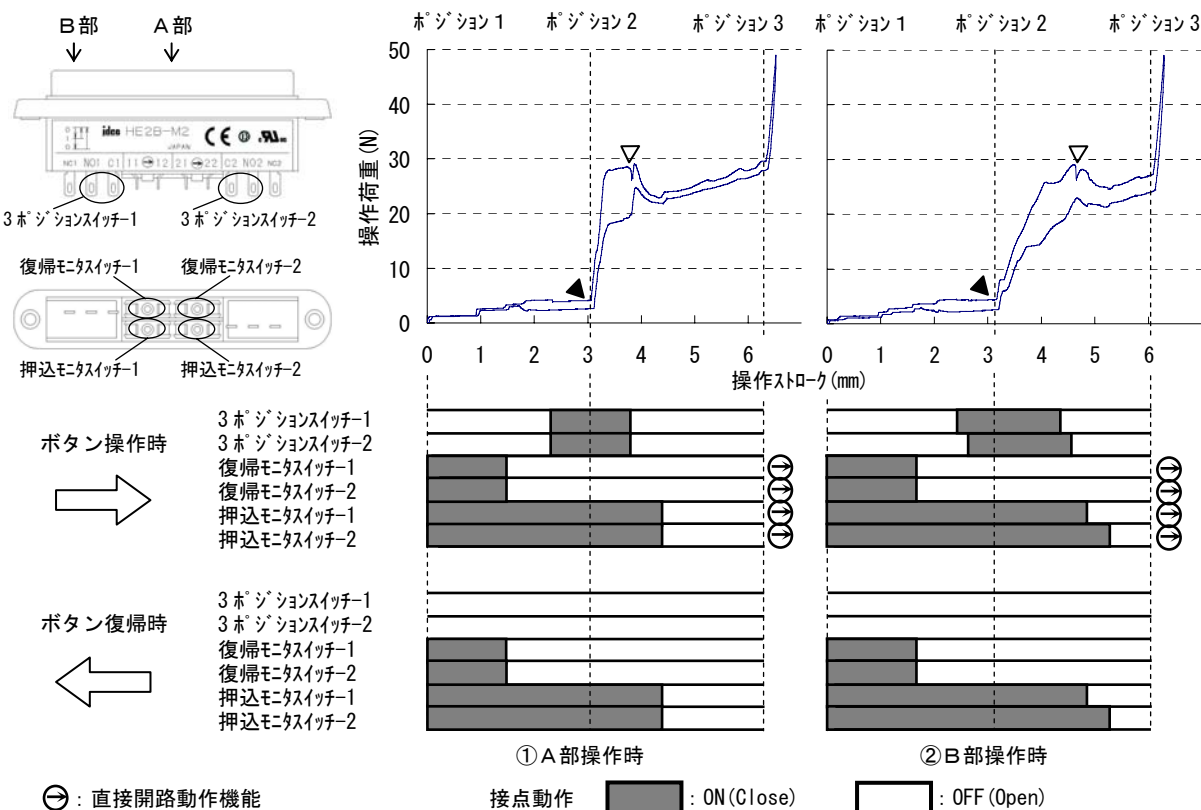


Fig. 7 Operating characteristics of type HE2B enabling switch

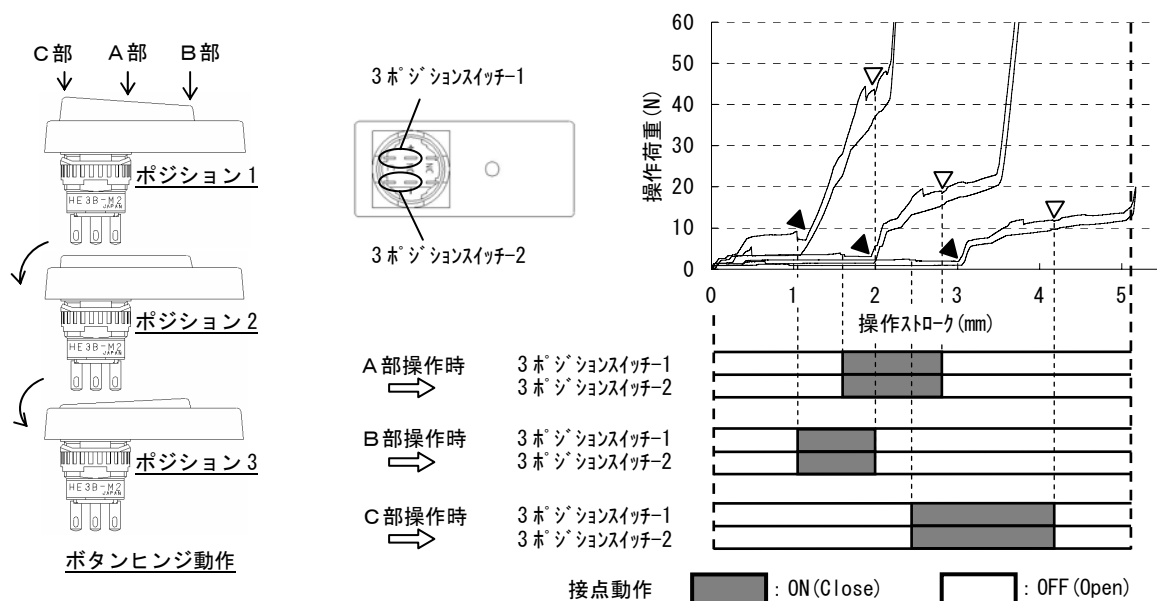


図8 HE3B形イネーブルスイッチのボタンヒンジ動作および動作特性
Fig. 8 Hinge operation and operating characteristics of type HE3B enabling switch

一方、HE3B形イネーブルスイッチは特に親指の動きに適合させた独自のヒンジ動作形ボタンとし、スムーズな操作感を実現した。図8はHE3B形イネーブルスイッチにおける動作特性であり、ヒンジ動作ボタンの中央のA部を操作した時に最適な操作荷重および操作ストロークになるように配慮している。

当然のことながら、ヒンジ動作にすると支点からの距離によって操作荷重および操作ストロークが変化するが、支点に近いB部および支点から離れたC部を操作しても操作上不都合を生じない最大荷重および操作ストロークとなるように、人間工学的配慮からボタンの長さや形状を設定している。

(3) 耐環境性への配慮

HE2B形およびHE3B形イネーブルスイッチは共に、ゴムカバーを装着することにより、保護構造 IP65 を実現している。

特にHE3B形イネーブルスイッチはφ16丸穴取付対応とし、容易な取付が可能である。

6. 2 HE1G形グリップスイッチ

グリップスイッチは、前述のように米国のANSIロボット規格において「追加の教示者または保全者のための安全装置」として規定されている。ロボットを使用した設備以外においても、例えば工作機械の可動ガードを開けてマニュアル操作する際に手を危険区域内に入れないための手段、いわゆるプレス機械における両手操作の意図で使用される。このような危険区域内に手を入れさせないために使用されている例を図9に示す。

(1) 安全性への配慮

前述の4.1項に示すように、故障に対して安全機能を維持するための二重化不一致検出を行うため、3ポジションスイッチを2接点内蔵している。

また、非常停止押しボタンの組込みも実現している。これはイネーブル装置が作業者の無意識の操作で機械の作動を停止させるのに対し、非常停止装置は作業者の意識的な操作で機械の作動を停止させるという使用上の使い分けに対応するためである。また、機械のシステム上の問題により、例えばイネーブル装置では機械の駆動源を停止させるのみであるが、非常停止スイッチでは機械のシステム全体を停止させるといった制御回路上の分離にも対応するためである。

(2) 操作性への配慮

開発したグリップスイッチは、堅牢かつ適切な大きさを設定し人間工学に基づいたグリップ感を持たせることにより、長時間におよぶ操作を可能にしている。

特に、グリップスイッチを構造から考えた場合、グリップ部分を握って親指でスイッチを操作するタイプと、グリップを握る力でそのままスイッチを操作するタイプがあるが、このグリップスイッチは後者のグリップを握



図9 グリップスイッチの使用環境

Fig. 9 Environment where operator using grip switch

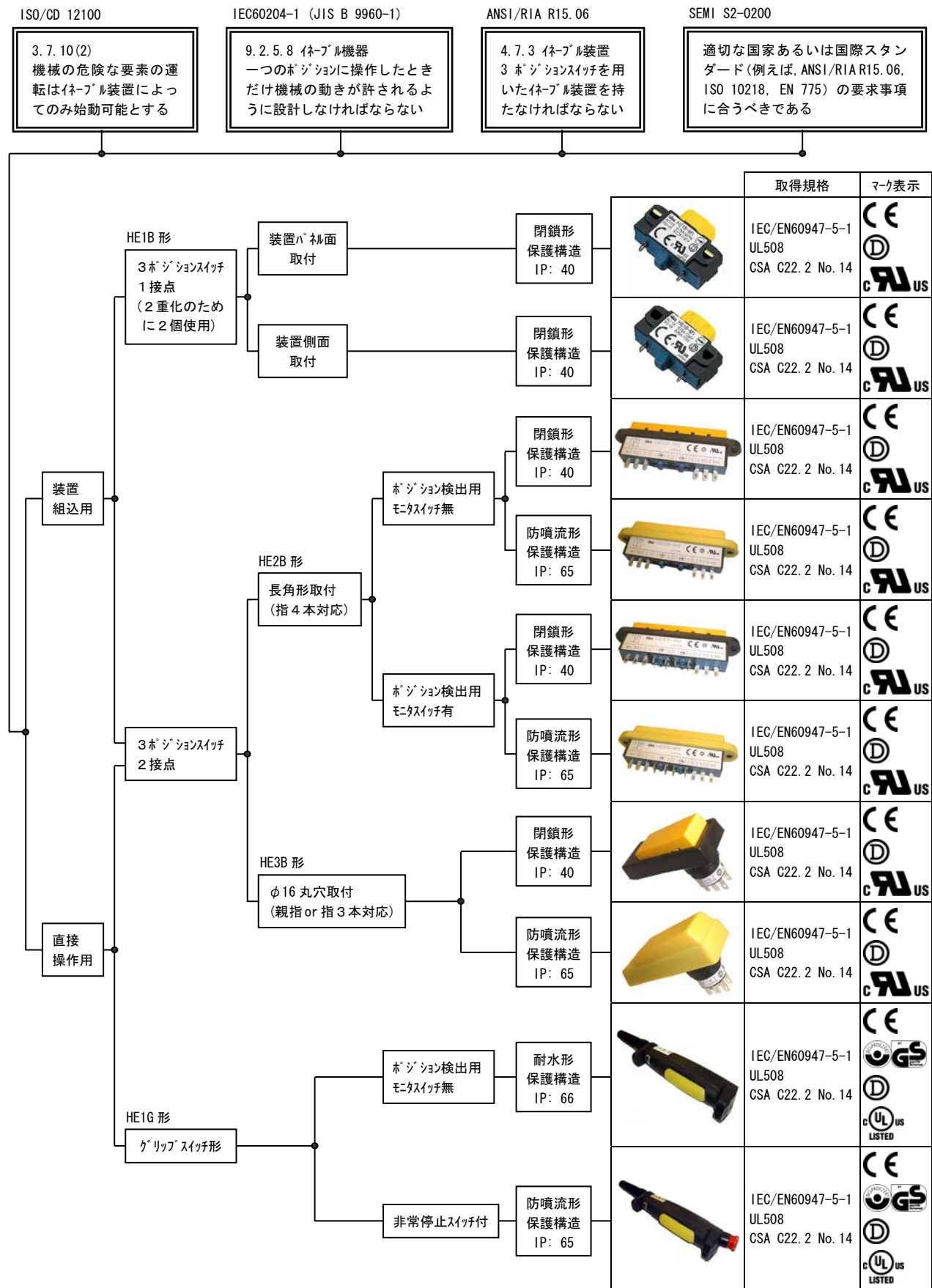


図 10 国際安全規格に基づいた当社 3 ポジションイネーブルスイッチおよびグリップスイッチ選択例
Fig. 10 Selection example of 3-position enabling switches based on international safety standard

る力でそのままスイッチを操作するタイプである。なお、長時間におよぶ操作において指の疲労度や、びっくりして握り込んだ際に機械の動作を止める3ポジション動作を有効に活用するといった観点から、握る力でそのままスイッチを操作するタイプの方が優れていることは容易に理解できる。

7. おわりに

従来からわが国においても、危険区域での作業は「非定常作業」と呼ばれ様々な安全対策がなされてきたが、今後イネーブル装置の必要性が高まるものと考えられる。

一方、ロボットの国際安全規格においても、現在米国のANSIロボット規格に要求されている高いレベルの内容を取り込む方向で検討が開始されており、近い将来3ポジションイネーブル装置を搭載したペンダントおよびグリップスイッチのアプリケーションが国際安全規格に導入され、さらにはJISに取り込まれるものと予測される。

従って、今後わが国においても「非定常作業」の安全対策に有効とされる3ポジションイネーブル装置を搭載したペンダントおよびグリップスイッチの使用がロボットを始めとする各種機械や生産ラインにおいて必須となるであろう。図10に国際安全規格に基づいたイネーブル装置の選択例を示す。

以上のように、当社では機械安全においても人間工学的な観点から安全思想の変化を先取りした商品を開発提案することで、今後も安全環境のグローバル化に取り組んでいく所存である。

参考文献

- [1] 向殿政男：ISO「機械安全」国際規格，日本機械工業連合会，日刊工業新聞社，1999年
- [2] 向殿政男：国際化時代の機械システム安全技術，安全技術応用研究会，日刊工業新聞社，2000年
- [3] 安全技術応用研究会：21世紀の安全技術－労災はこうして減らす，日経メカニカル，日経B P社，1999年
- [4] 上杉聡：安全システム構築総覧，(株)通産資料調査会，2001年
- [5] 労働省労働基準局：自動化生産システムの非定常作業における安全対策のためのガイドライン，
http://www.jaish.gr.jp/hor_s_shsi/969
- [6] 厚生労働省労働基準局：機械の包括的な安全基準に関する指針，
http://www.jaish.gr.jp/hor_s_shsi/hor_s_shsi/100207
- [7] ANSI/RIA R15.06：1999，for Industrial Robots and Robot System-Safety Requirements
- [8] 福井 他：操作における安全性を追求した3ポジションイネーブルスイッチの開発，計測自動制御学会ヒューマン・インターフェース部会，第14回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集，p659-664，1998年
- [9] 荻野 他：モバイル形操作表示器を用いたHMI環境の最適化，計測自動制御学会ヒューマン・インターフェース部会，第14回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集，p295-300，1998年
- [10] 米澤 他：モバイル形操作表示器によるロボットティーチングの操作性向上，IDEC REVIEW 1999，和泉電気株式会社，p158-163，1999年
- [11] 上野 他：安全の観点から考える人と機械の共存，ヒューマン・インターフェース学会，ヒューマンインターフェースシンポジウム'99，p801-806，1999年
- [12] 中島 他：モバイル形表示器によるFA環境の安全に対する最適化，ヒューマン・インターフェース学会，ヒューマンインターフェースシンポジウム'99，p505-510，1999年
- [13] 山本 他：欧州規格に対応した安全機器の開発，IDEC REVIEW 1999，和泉電気株式会社，p20-30，1999年
- [14] 荻野 他：モバイル形操作表示器CCペンダントの開発，IDEC REVIEW 1999，和泉電気株式会社，p90-97，1999年
- [15] 宮内 他：人間工学に基づく安全性に配慮した3ポジションイネーブルスイッチの開発とその応用，ヒューマン・インターフェース学会，ヒューマンインターフェースシンポジウム2000論文集，p383-386，2000年
- [16] 小野 他：安全性向上を追求したペンダント形操作表示器の制御システムへの応用，ヒューマン・インターフェース学会，ヒューマンインターフェースシンポジウム2000論文集，p29-32，2000年
- [17] ISO11161：1994，Industrial automation system Safety of integrated manufacturing systems-Basic requirements
- [18] IEC60204-1：1997，Safety of machinery-Electrical equipment of industrial machines-Part 1:General requirements
- [19] ISO/CD12100-1，-2：1998，Safety of machinery-Basic concepts, general principles for design-Part 1:Basic terminology, methodology-Part 2:Technical principles and specifications
- [20] SEMI S2-0200：2000，Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment
- [21] JIS B 8433：1993，産業用マニピュレーティングロボット－安全性

執筆者紹介

- *1) 商品開発部 H1000 所属
- *2) 商品開発部 H1000 所属
- *3) 商品開発部 H1000 所属
- *4) 商品開発部 機構テクノロジーマネージャー