

機械安全国際規格の紹介

IEC 61496 (ESPE: 電氣的検知保護設備) シリーズ改定の紹介

ジック株式会社
技術サービス部
黒住光男

2014年12月4日

SICK
Sensor Intelligence.

目次

1. IEC 61496シリーズの概要
2. IEC 61496-1、2、3、4シリーズ改定の概要
3. まとめ

目次

1. IEC 61496シリーズの概要
2. IEC 61496-1、2、3、4シリーズ改定の概要
3. まとめ

IEC 61496とは

- * 機械使用時における人の安全防護に使用される、安全センサ等の製品安全規格（B2規格）

- * 以下のパートに分かれている。
 - 1: ESPE, 一般要求事項及び試験
 - 2: AOPD, セーフティ光カーテン/ビームセンサ等への要求事項
 - 3: AOPDDR, セーフティレーザスキャナへの要求事項
 - 4: VBPD, セーフティカメラシステムへの要求事項

- * 対応するJISは、JIS B 9704シリーズです。

IEC 61496-1:一般要求事項

ESPE: Electro-Sensitive Protective Equipment

(電氣的検知保護設備)

1. セーフティセンサの安全度により1~4のタイプに分類される。

* タイプ1. 2. 3. 4の区分けごとに部品故障時に危険状態が発生しない設計、構造が要求される。タイプ4が安全度は一番高い。

2. 環境要求事項がある(タイプ別に規定)

* ノイズ耐性(EMC)

* 温湿度特性

* 機械的耐久性(対振動、ショック等)

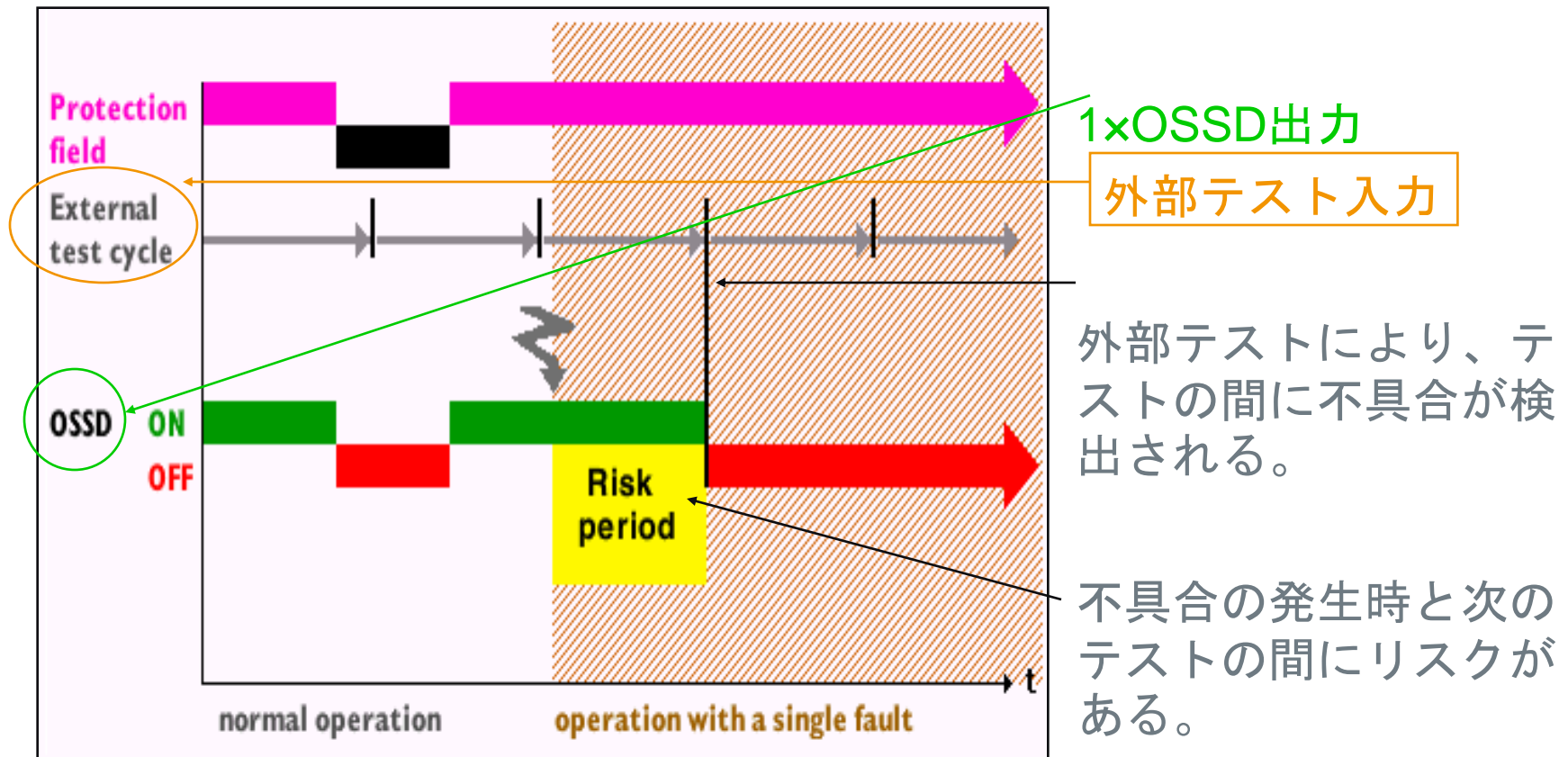
* 防水性

* 電源電圧の影響

IEC 61496シリーズの概要

IEC 61496-1:タイプの区別 (セーフティセンサでの例)

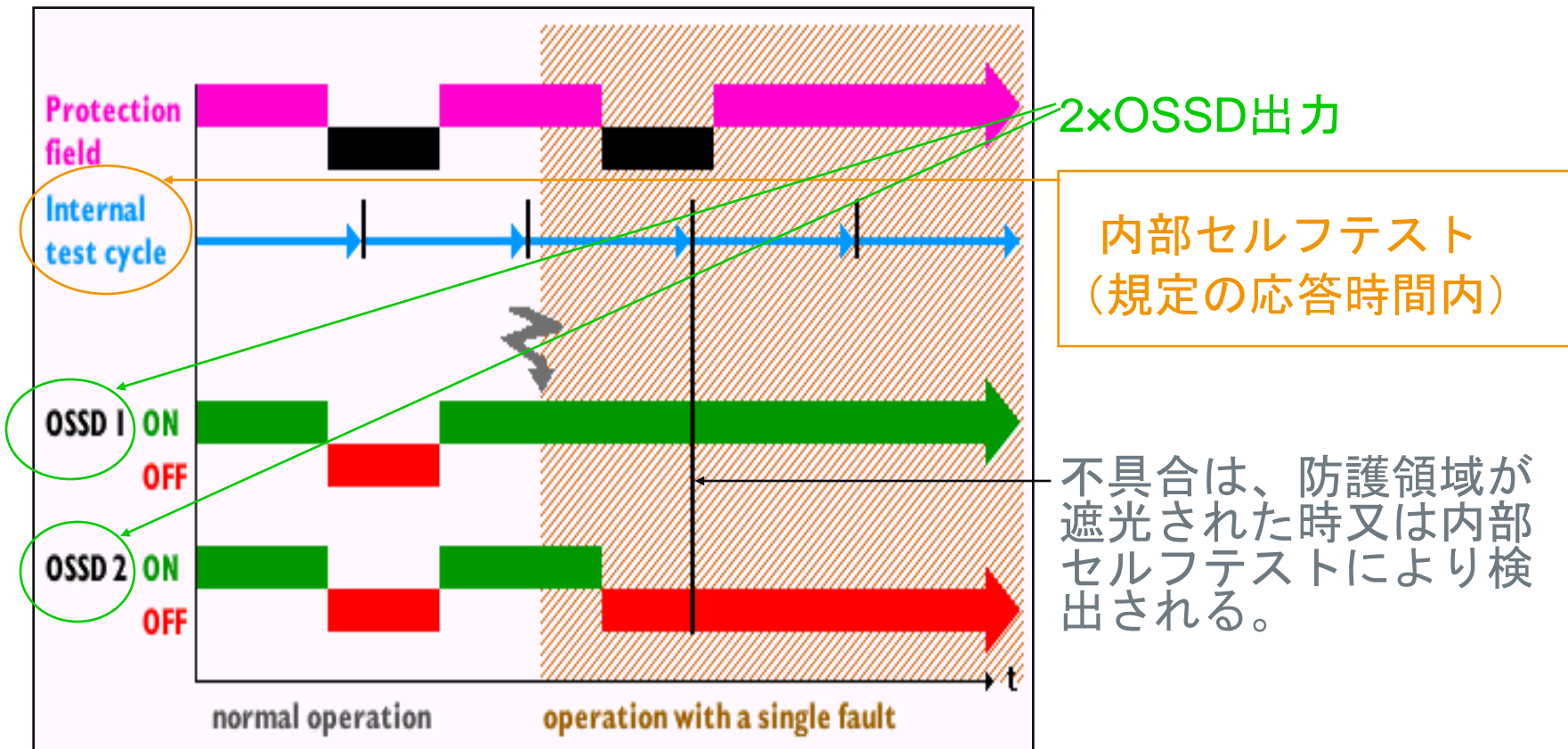
*タイプ2 (安全カテゴリ2に対応)



IEC 61496シリーズの概要

IEC 61496-1:タイプの区別 (セーフティセンサでの例)

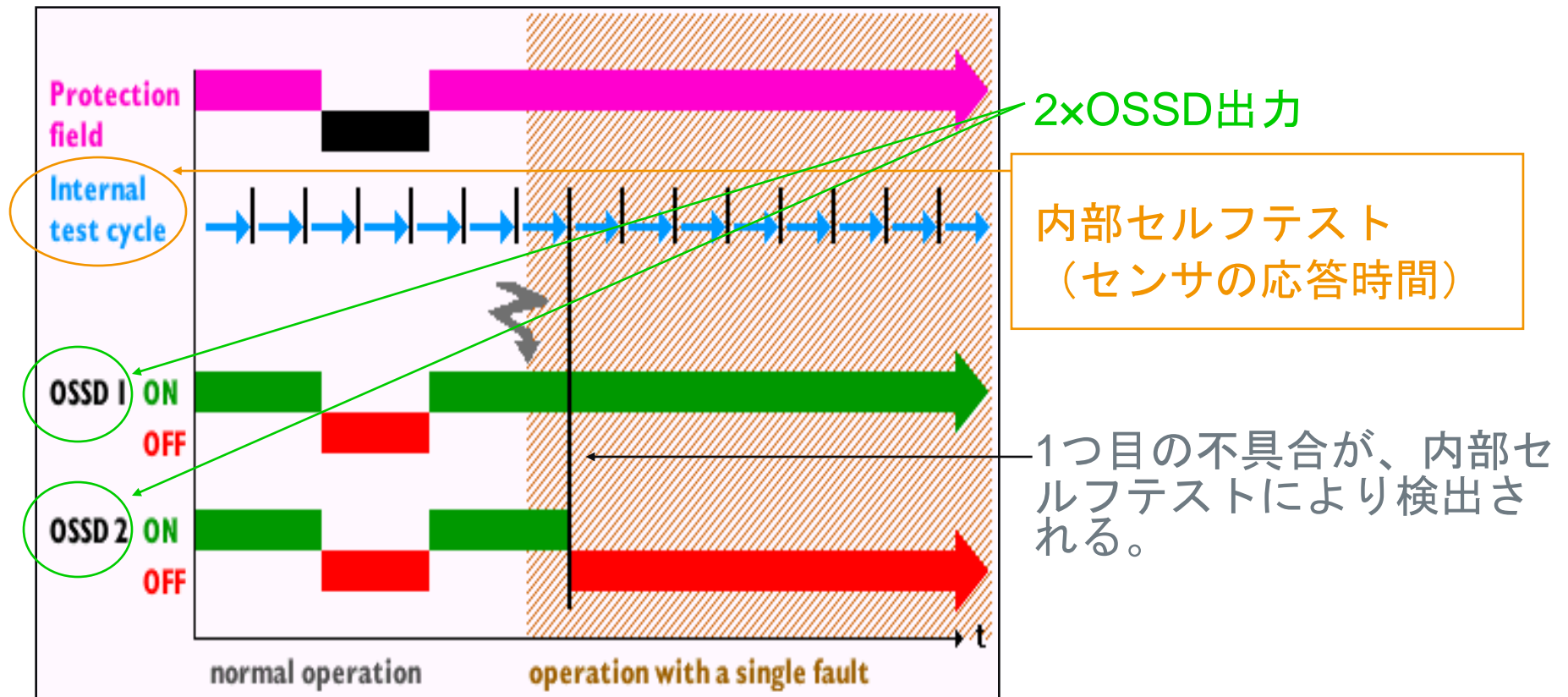
*タイプ3 (安全カテゴリ3に対応)



IEC 61496シリーズの概要

IEC 61496-1:タイプの区別 (セーフティセンサでの例)

*タイプ4 (安全カテゴリ4に対応)



IEC 61496-2:セーフティ光カーテン/ビームセンサ等

AOPD : Active Opto-Electronic Protective Devices
(能動的光電保護設備)



1. タイプの区別は、タイプ2とタイプ4のみ

2. 主な要求事項:光学関連

* 有効開口角:光の回り込みの防止のため
光の広がりを制限

* 外乱光耐性:各種の外乱光に対する耐久性



IEC 61496-3:セーフティレーザースキャナ

AOPDDR: Active Opto-electronic Protective Device
responsive to Diffuse Reflection

(拡散反射形能動的光電保護装置)



1. タイプの区別は、タイプ3のみ

2. 主な要求事項:光学関連

- * 検知可能な物体の最小反射率:1.8%以上
- * 外乱光耐性:各種の外乱光に対する耐久性
- * 汚れ、背景や遮蔽物体の影響に対する耐性



IEC/TR 61496-4:2007 セーフティカメラシステム

VBPD: Vision Based Protection Device

(映像利用保護装置)

- * 2007年7月にTR(Technical Report)として発行された。
- * 対応するJIS(TR B 0025:2010)が公表された。
- * この規格は、日本における映像技術を用いた安全保護装置の研究成果に基づき、日本からIECへ規格作成提案を行い、作成された安全国際規格です。

IEC/TR 61496-4:2007 映像利用保護装置 (VBPD)

1. 明確なタイプ[°]区別での要求はないが、タイプ[°]3相当の要求
2. 主な要求事項: 光学関連
 - * 外乱光耐性: 各種の外乱光に対する耐久性
 - * 汚れ、背景や遮蔽物体の影響に対する耐性
 - * カメラシステム特有の仕様に関する安全要求
3. この版は、背景パターン検出方式のVPBDについての要求規格

IEC/TR 61496-4:2007 映像利用保護装置 (VBPD)

* 背景パターン検出方式とは

背景パターンをカメラで監視し、パタンの一部が物体の陰に隠れた時に検出し、検出信号を発生する。

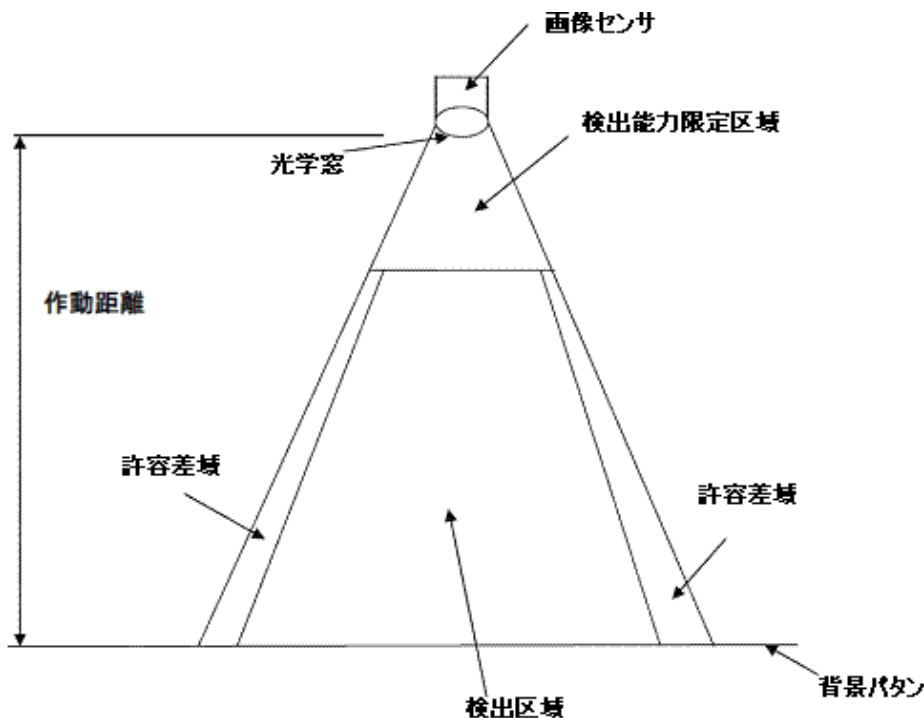


図1-背景パターンを用いるVBPDの側面図

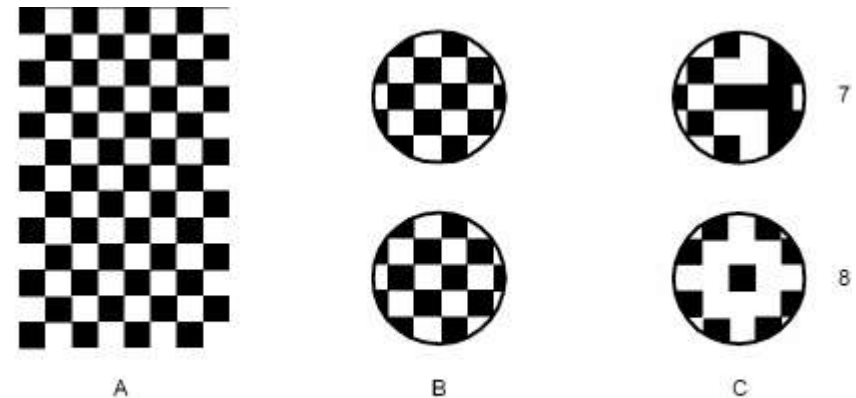


図2-4.2.13.3に適合する円盤試験片の例

背景パタンの例

(JIS TR B 0025:2010 より)

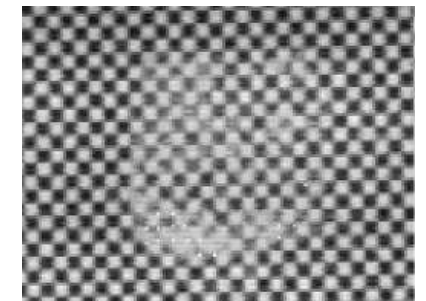
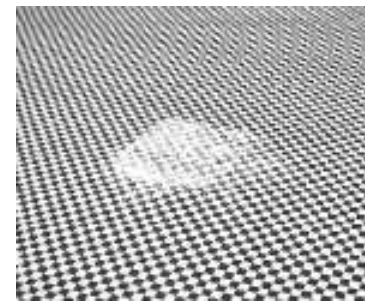
IEC/TR 61496-4:2007 映像利用保護装置 (VBPD)

* 背景パターン検出方式:

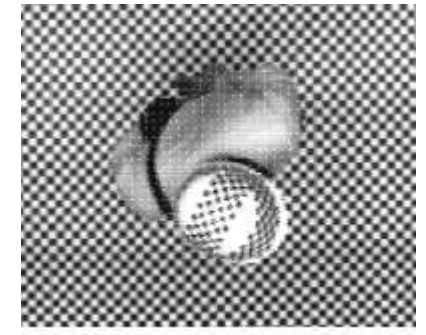
— 日本での研究中の写真



(JIS TR B 0025:2010 解説より)



パターンに汚れがある場合

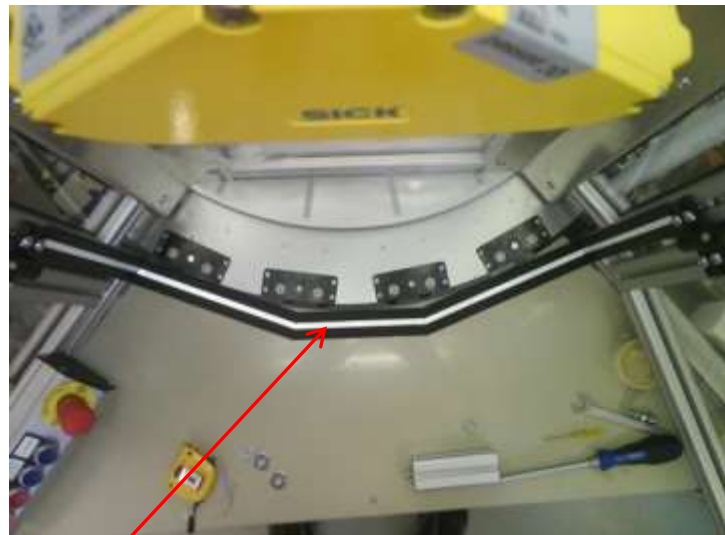


同じパターンによる欺瞞

IEC/TR 61496-4:2007 映像利用保護装置 (VBPD)

* 背景パターン検出方式:

— 製品例 ドイツ SICK社 V200/V300



背景パターン(黒—白(反射)—黒)をカメラで監視し、それが物体で隠れると検出する。

目次

1. IEC 61496シリーズの概要
2. IEC 61496-1、2、3、4シリーズ改定の概要
3. まとめ

IEC 61496-1:2012

- * 2012年4月に第3版が発行された。
- * 対応するJIS (JIS B 9704-1:201X)第3版は、最終審議中でありH26年度中には制定される見込み
- * 主な改訂項目
 - ータイプ と PL, SILとの対応
 - ー安全通信関連通信インタフェースの追加
(セーフティバス機能が組み込まれたESPE)

IEC 61496-1:2012 (JIS B 9704-1:201X)

* 4.1.5 要求されるPL_r, SILと対応するESPEのタイプ°

表2—要求されるPL_r又はSILと対応するESPEのタイプ

	タイプ			
	1	2	3	4
ESPEを含む安全機能のために、ESPEが提供することができる最大のPL又はSIL	なし	SIL 1 及び/又は PL _{r c}	SIL 2 及び/又は PL _{r d}	SIL 3 及び/又は PL _{r e}

注記 1 表 2 の意図は、要求された安全機能のリスク低減のために用いられるべきタイプの最小値を制限することである。例えば、安全機能が SIL 2 を要求する場合、表 2 からタイプ 2 は適さないことが分かる。

タイプとPL, SILとの対応表が入った。

(注:上記の文章はJIS審議中の文書であり、正式版では異なる可能性があります。)

IEC 61496-1:2012 (JIS B 9704-1:201X)

* 注目 タイプ2に対応するのは、PLr c, SIL 1

表2-要求されるPL_r又はSILと対応するESPEのタイプ

	タイプ			
	1	2	3	4
ESPEを含む安全機能のために、ESPEが提供することができる最大のPL又はSIL	なし	SIL 1 及び/又は PL _r c	SIL 2 及び/又は PL _r d	SIL 3 及び/又は PL _r e

注記 1 表 2 の意図は、要求された安全機能のリスク低減のために用いられるべきタイプの最小値を制限することである。例えば、安全機能が SIL 2 を要求する場合、表 2 からタイプ 2 は適さないことが分かる。

* この新しい内容が入ったEN 61496-1が有効になると、EU内での安全アプリケーションで、PLr d, SIL 2以上が要求される場合は、タイプ2のセーフティセンサは設置、使用できなくなる。

IEC61496-1:2012 (JIS B 9704-1:201*)

* 4.2.4.4 安全関連データインタフェース及び安全関連通信インタフェース

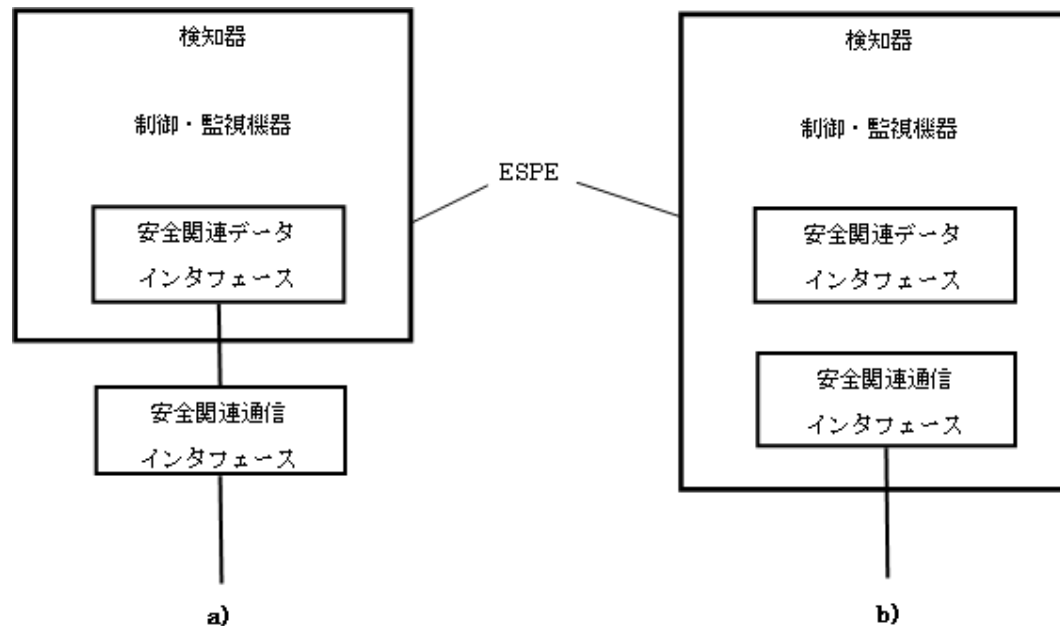


図1－安全関連通信インタフェースを用いるESPEの例

ESPEのOSSDではなく、セーフティバスによる安全出力が可能

(注:上記の文章はJIS審議中の文書であり、正式版では異なる可能性があります)

IEC 61496-2, Ed3: 2013 (AOPD)

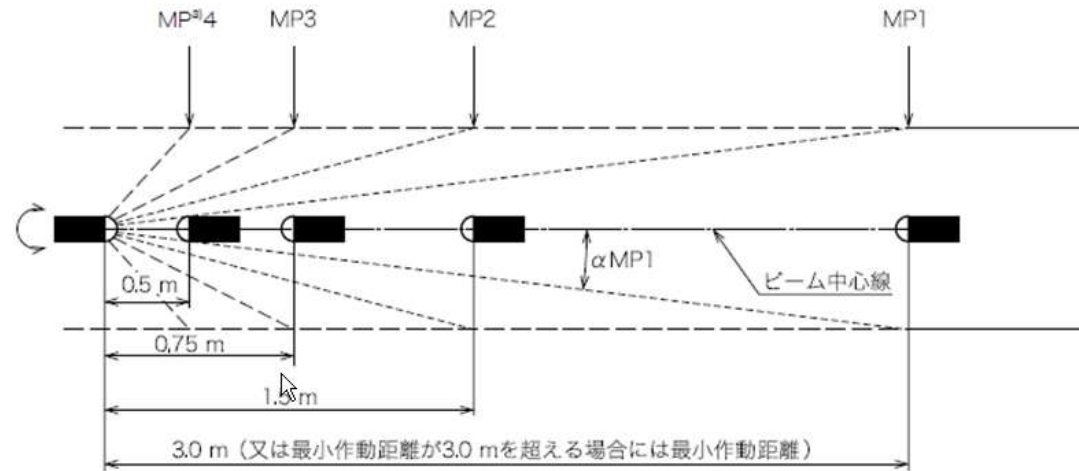
- * 2013年1月に第3版が発行されました。
- * 対応するJIS規格 (JIS B 9704-2:201X) 第3版は、日機連のWGで翻訳審議中であり、H27年度にはJISになる見込み
- * 主な改訂項目
 - GROD (Geometrically Restricted Optical Design)
「幾何学的に限定された光学設計」を新たに定義
 - タイプ2の外部周期テストについて、附属書に例を記載



IEC 61496-2:2013 (AOPD)

* GROD 「幾何学的に限定された光学設計」

— 主たる要求は有効開口角



	α : EAA の限度値 (°)			
	MP1	MP2	MP3	MP4
タイプ 2 の AOPD	5	10	19.3	27.7
タイプ 4 の AOPD	2.5	5	10	14.7

注 ^{a)} □MP は測定点を示す。

— 将来的にGRODに基づかない新しい技術を持ったAOPDが出現しても区別して対応できるようにした。

IEC 61496-2:2013 (AOPD) -タイプ2の外部周期テストの例



Figure AA.1 – Single beam sensing device

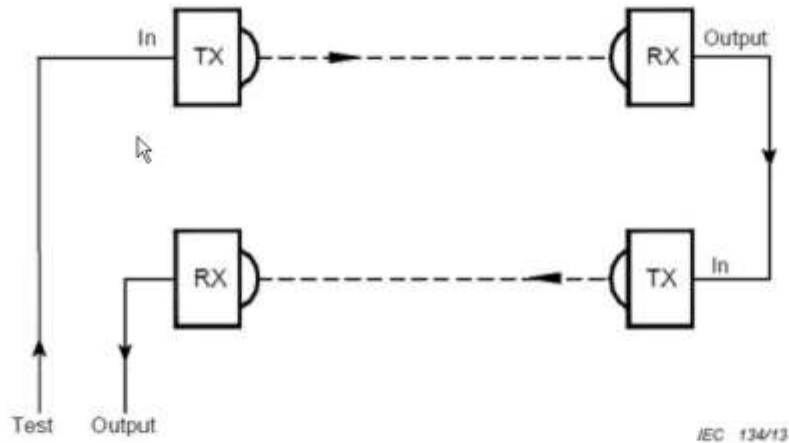


Figure AA.2 – Series connection of single beam sensing devices

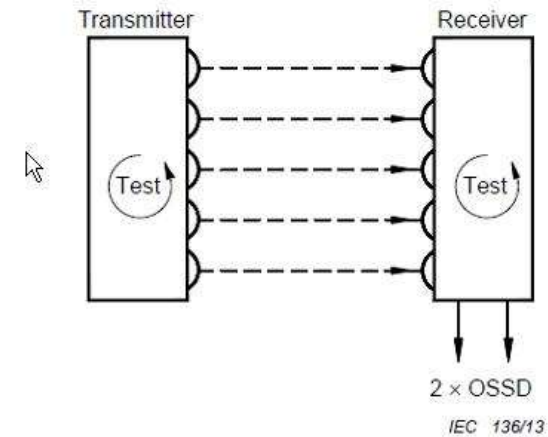


Figure AA.4 – Example of type 2 AOPD with internal test

IEC 61496-4:VBPD

*パート4は、現在以下のサブパートに分かれている。

- 4-1: 一般要求事項（未審議、今後も作成せず。）
- 4-2: 背景パターンを用いたセーフティカメラシステム
- 4-3: ステレオカメラを用いたセーフティカメラシステム

IEC/TS 61496-4-2:2014

VBPDPP : Vision-Based Protective Device Passive reference
Pattern

(背景パターンを用いた映像利用保護装置)

* IEC/TR 61496-4:2007の改訂版で、-4-2に改番して2014年6月に
TS (Technical Specification)として発行された。

* 主な改訂項目

— TR 61496-4:2007からは大きな変更や新規項目はなく、内容や試験
項目についてより具体的な内容に改訂された。

— タイプの区別の明確化: タイプ3を要求

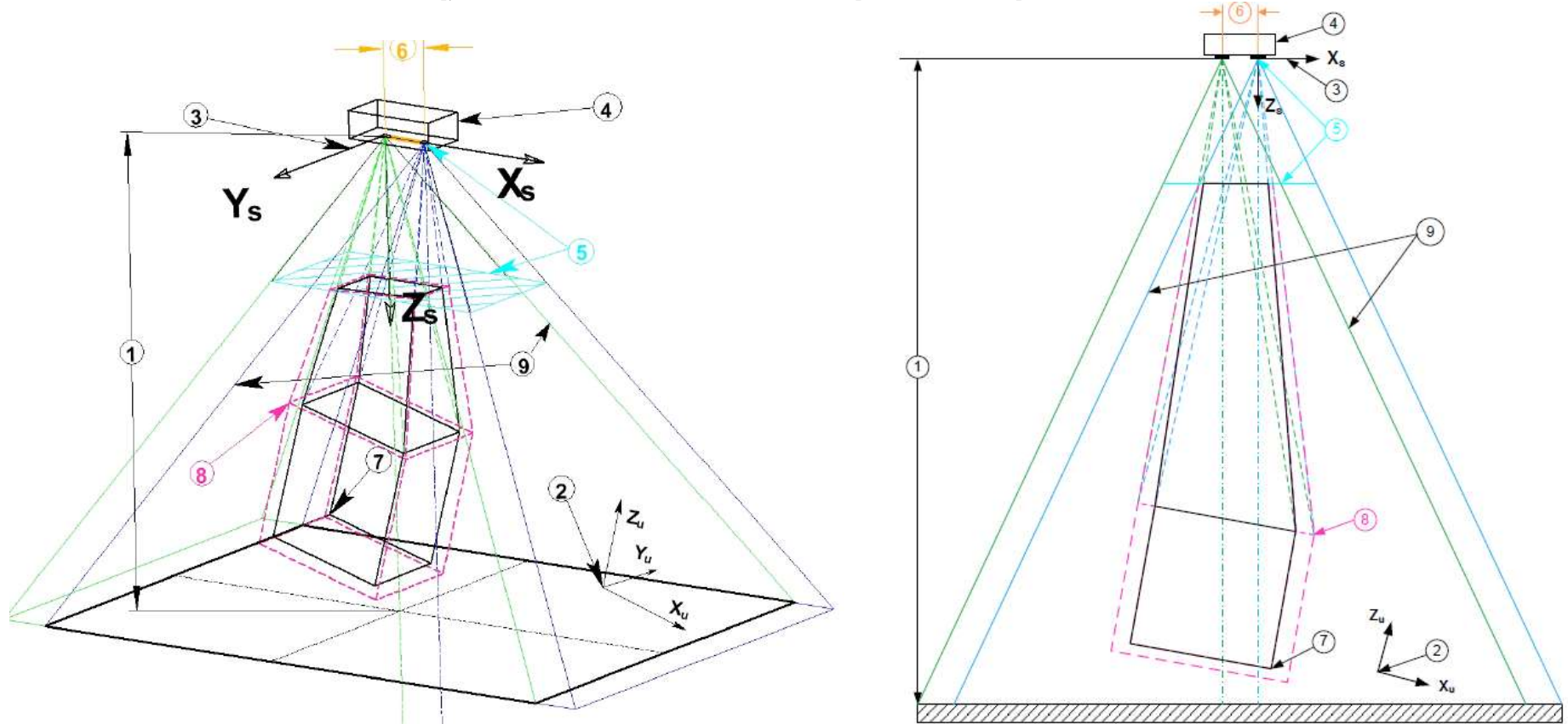
IEC/TS 61496-4-3:201X

VBPDST : Vision-Based Protective Device Stereo vision Techniques
(ステレオ画像技術を用いた映像利用保護装置)

- * ステレオカメラを使用して、人や物体との距離及び位置を検出し、3D(立体)の検知ゾーンを形成する安全装置
- * 2011年からIECのWGで審議が始まり、現在はDTSが承認されており、2015年にTS発行予定

IEC/TS 61496-4-3:201X (VBPDST)

*ステレオカメラを使用した3D(立体)の検知ゾーンの例

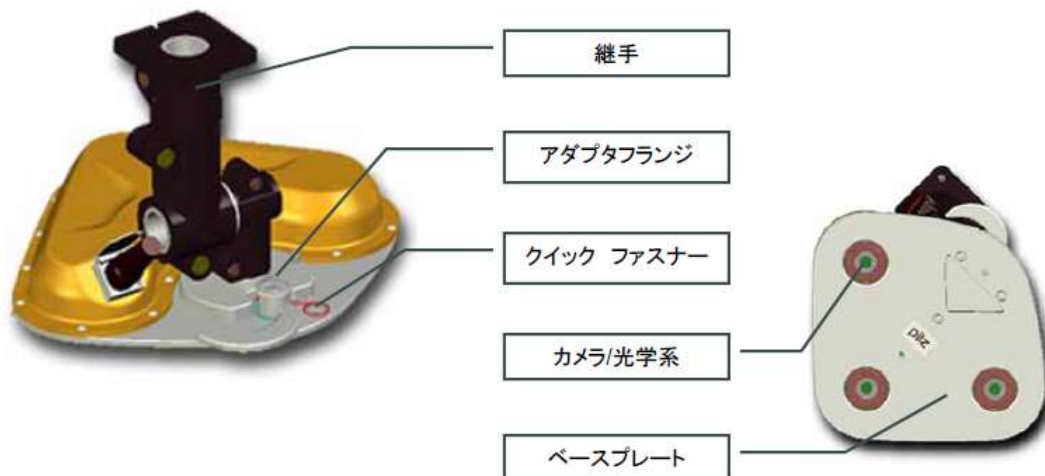
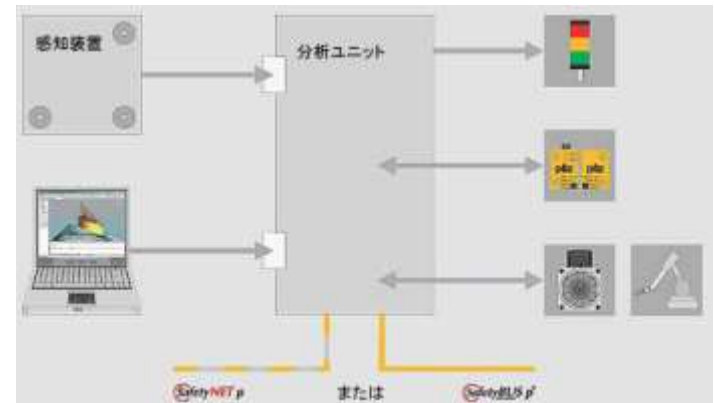


(注意:この図は審議中の規格文章資料であり、変更等の可能性があります。また、転載はご遠慮ください。)

IEC/TS 61496-4-3:201X (VBPDST)

* セーフティステレオカメラ製品の例

ドイツ Pilz社 Safety EYE



(Pilz社 製品資料より)

IEC 61496-3, Ed3:201X (AOPDDR)

- * 現在の規格は2008年の発行、今年第3版の作成審議が開始された。
- * 予定されている主な改訂項目
 - 今までの2D(平面)の検知エリアによるレーザスキャナに、3D(立体)の検知エリアを持ったレーザスキャナの項目を追加する。

IEC61496-3, Ed3:201X (AOPDDR)

* 3D(立体)の検知エリアを持ったレーザスキャナとは

3.30B

AOPDDR-3D

AOPDDR that has one or more detection zone(s) specified in three dimensions (for example a volume in the shape of a pyramid or a cone)

NOTE TO ENTRY Typical examples of AOPDDR-3D are laser scanners with two perpendicular positioned moving mirrors or **time-of-flight-cameras (TOF) that perform distance measurement on several pixels.** An AOPDDR-3D that has more than one detection zone may carry out distance measurements in different volumes.

* 3D-TOFカメラ

光を対象物に照射し、反射光をカメラシステムで受光し、光速度の計算に基づき、立体的な位置、距離を検出する。

IEC 61496-3, Ed3:201X (AOPDDR)

* 市販されている、非安全用の3D-TOFカメラの例

OPTEX
Sensing Innovation

CTC
3次元距離測定カメラシリーズ

太陽光や環境に左右されない新しい3次元認識手法
エリア内約2万点のポイントの距離データを、
最高60fpsにてリアルタイム取得



人体 物体 3D 認識

- 高解像度レーザーコンターフェンス
- プレスステアールミラー
- インテリジェントなソフトウェア処理技術によるリアルタイム3次元認識への対応
- 導入後のメンテナンス、調整が簡単
- 高精度測定
- AOPDRや安全規格に準拠した検出機能
- 壁や物体の透過検出、透過測定

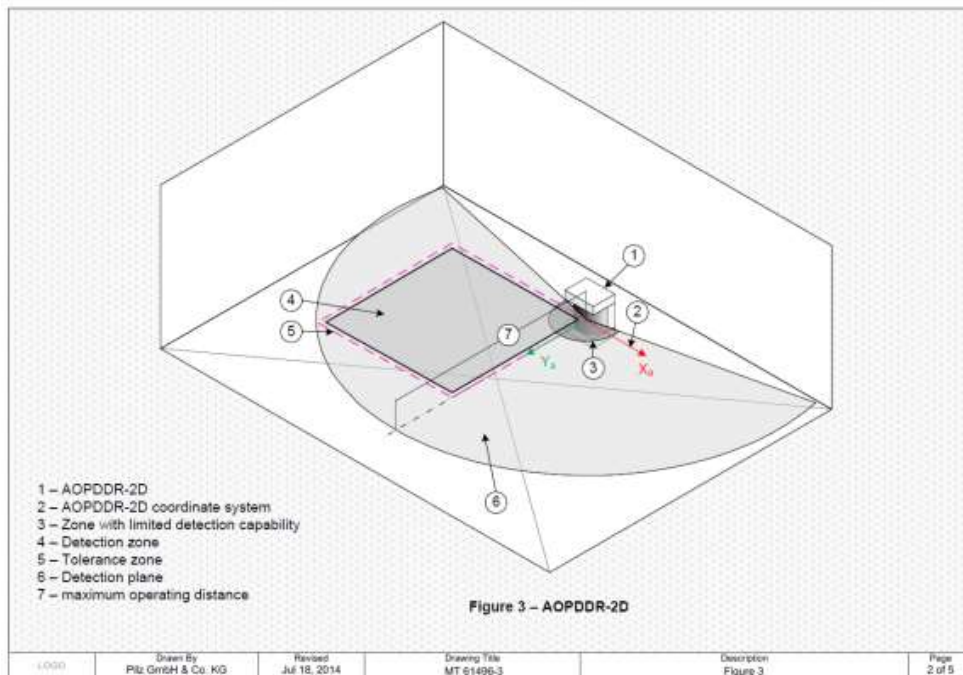


(オプテックス社 製品カタログより)

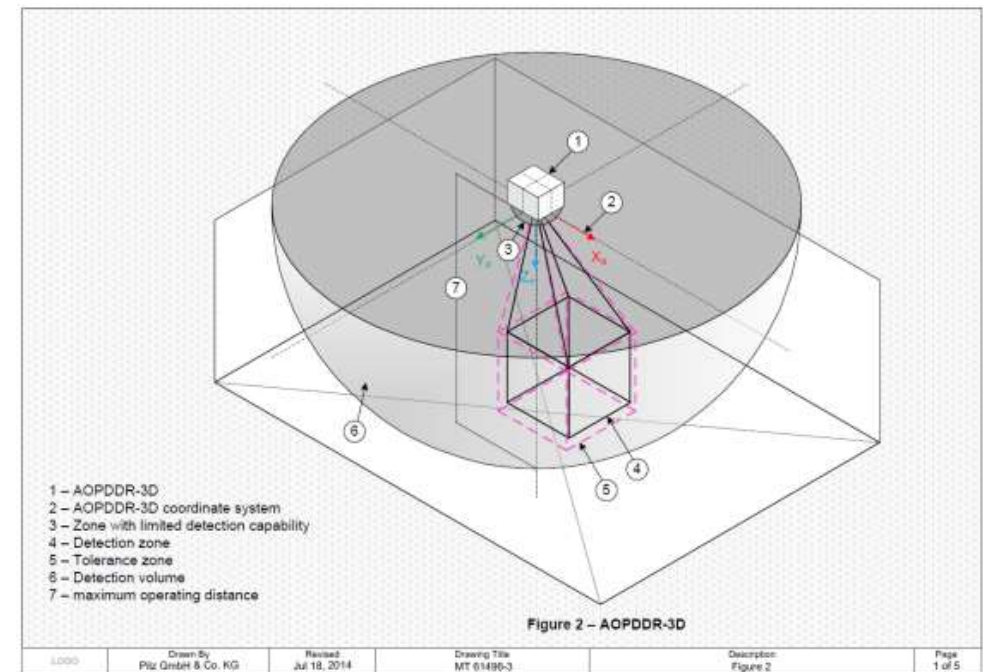
IEC 61496-3, Ed3:201X (AOPDDR)

* 検知エリアの例

AOPDDR-2D



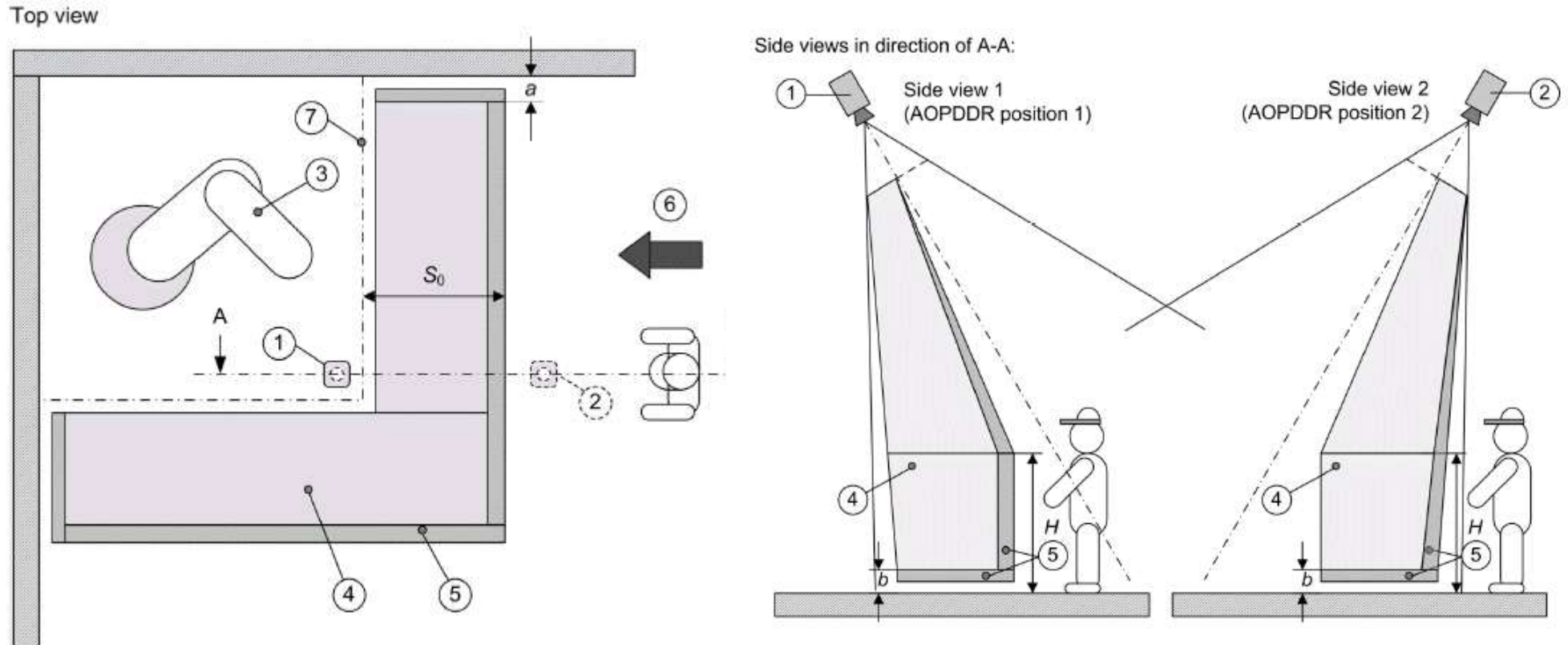
AOPDDR-3D



(注意:この図は審議中の規格文章資料であり、変更等の可能性があります。また、転載はご遠慮ください。)

IEC 61496-3, Ed3:201X (AOPDDR)

* AOPDDR-3Dによる想定使用例



目次

1. IEC 61496シリーズの概要
2. IEC 61496-1、2、3、4シリーズ改定の概要
3. まとめ

* 61496-1:ESPE

- タイプとPL及びSILとの明確な関連付け
- タイプ2 \leftrightarrow PLc, SIL1での使用制限

* 61496-2:AOPD

- GRODの規定による光学系の明確化

* 61496-3:AOPDDR

- 3Dセーフティスキャナの規格化
- 製品化の可能性高い(非安全の3D-TOFカメラの存在)
- 3D検知ゾーンによる安全防護に大きな変化の可能性

* 61496-4 (-2, -3):VBPDPP,VBPDST

- セーフティステレオカメラの規格化

ご静聴ありがとうございました

ジック株式会社

本社

〒 164-0012
東京都中野区本町 1-32-2
ハーモニータワー 13F

Tel. 03-5309-2112 (代表)
Fax 03-5309-2113

<http://www.sick.jp>

SICK
Sensor Intelligence.