

# 異物検査機の正しい知識と 運用における注意ポイント

植山 英弘  
アンリツインフイビス株式会社  
マーケティング部



**Anritsu**  
envision : ensure

## 目次

- ・ アンリツインフイビスの紹介
- ・ 金属検出機の基礎知識
- ・ 映像による金属検出機の  
運用時の注意ポイント
- ・ X線検査機の基礎知識
- ・ 映像によるX線検査機の  
運用時の注意ポイント
- ・ まとめ

# アンリツインフィビスの紹介

～会社概要～



## アンリツ株式会社

〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1  
Tel : 046 -223 -1111  
http://www.anritsu.com

さきさんしゃ

- 創業 (石杉社) : 1895 年 (明治28年)
- 創立年月日 : 1931 年 (昭和6年) 3月17日
- 資本金 : 190億52百万円 (平成29年3月末現在)
- 売上高 : 876億38百万円 (平成28年度: 連結)
- 従業員数 : 815名 (平成29年3月末現在: 単独)

3,788名 (平成29年3月末現在: 連結)

- グループ会社 : 国内 10 社 海外 26 社  
(平成29年3月末現在)

## アンリツインフィビス株式会社

- 本社 : 神奈川県厚木市恩名5-1-1  
設立 : 1967年  
資本金 : 13億5,000万円  
売上高 : 195億8,800万円 (平成28年度: 連結)  
従業員数 : 533 (平成29年3月末現在: 連結)  
生産拠点 : 3工場 (厚木本社工場、バンコク、上海)  
営業拠点 : 国内6支店、10営業所

- ISO approved



Anritsu envision:ensure

3

Copyright© ANRITSU INDUSTRIAL SOLUTIONS CO., LTD. 2015

# アンリツインフィビスの紹介～アンリツグループ 事業ミッションと分野～



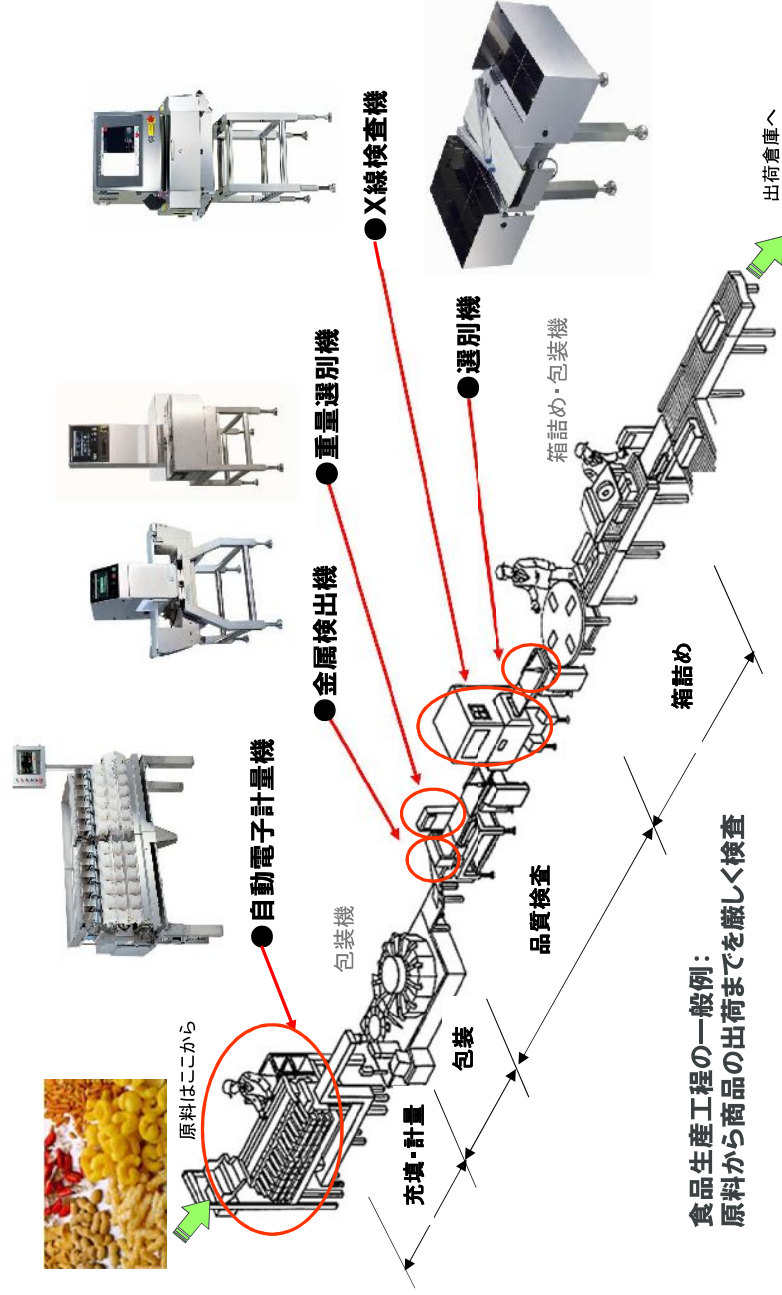
Anritsu envision:ensure

4

Copyright© ANRITSU INDUSTRIAL SOLUTIONS CO., LTD. 2015

# アンリツインフィビスの紹介

～主な製品～



## 金属検出機の基礎知識





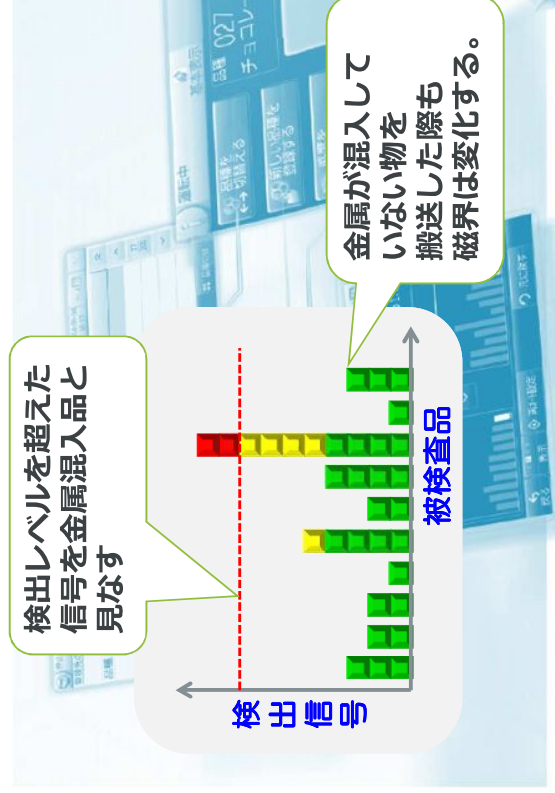
# 概要



**Anritsu**  
envision : ensure

## 金属検出機とは・・・

- 被検査品に混入した金属を検知する検査機。  
被検査品が磁界に及ぼす反応を監視し、設定値を超える反応を示したとき金属の混入と判別する。





# 金属検出機の種類



**Anritsu**  
envision: ensure

## 金属検出機の種類

### 1. 搬送方式による分類

- ・ベルトコンベア式
- ・パイプ式
- ・落下式

汎用的であり使用率No.1  
ジャムや味噌、その他液体  
穀物、粉体材料など

### 2. 被検査品の特長による分類

- ・ドライ品用
- ・ウエット品用
- ・アルミ蒸着包装用

乾燥している物  
水分を多く含む物  
アルミ蒸着フィルムの使用物

- ・アルミ箔包材品用

アルミ箔を使用



## 金属検出機の種類

### 3. 被検査品の大きさによる種類

- ・ 高さ = 低感度
- ・ 幅 = 狭い = 高感度



### 4. 検出ヘッドの種類

- ・ 同軸形
- ・ 対向形
- ・ 永久磁石形

高感度、使用率No.1  
通過高さの変更ができる  
磁性を持つ金属の検出専用

### 5. 用途による種類

- ・ 混入金属の検出
  - ・ 金属の欠落検出
- 金属混入品の排除  
付属金属の欠落監視

## 金属検出機の選び方



## 金属検出機の選び方

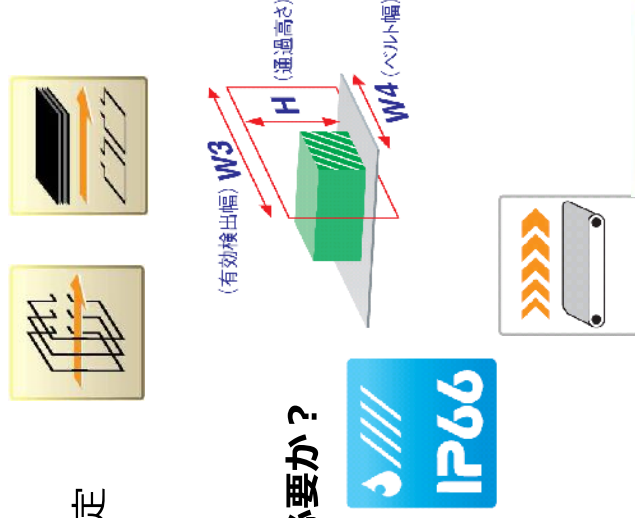
被検査品と検査ラインの特徴を整理して、必要な金属検出機の仕様を明確にしておきます。

| 項目     | 内容              | 確認事項           |
|--------|-----------------|----------------|
| 大きさ・重さ | 縦、横、高さ、質量       | 最大サイズ、最大質量     |
| 外装     | 包装の有無           | 水濡れ、ベルトへの付着    |
| 包材     | 包材の材質           | 非金属、アルミ蒸着、アルミ箔 |
| 形状     | 箱、ビン、パック、バラ状 など | 搬送方法、姿勢        |
| 同梱物    | 脱酸素剤、クリップ など    | 金属反応のある同梱物     |
| 検査時の品温 | 品温の変動           | 品温の変動幅を推定      |
| 処理量    | 被検査品の生産量        | 必要な搬送速度        |
| 選別方法   | ベルト停止、選別機使用     | 選別後の処理         |

\* 金属反応のある同梱物があると、検査できない場合があります。

## 金属検出機の選び方

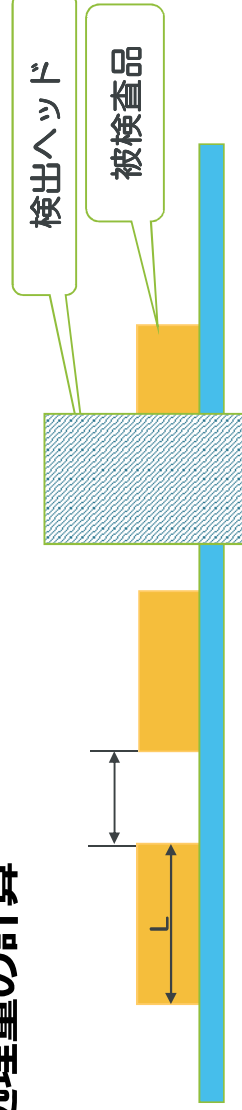
1. アルミ箔を使用しているか？  
→ 一般タイプ、アルミ箔タイプを決定
2. 被検査品が通過できる検出ヘッドか？  
→ 開口部のサイズを決定
3. 検査時に汚れる可能性があり水洗いが必要か？  
→ 防水の必要性
4. 複数の搬送速度は必要か？  
→ ベルト速度の可変
5. ベルトコンベア搬送可能な形状か？  
→ フォークガイドなどの必要性
6. 被検査品の形体、生産量でNG品を排除できるか？  
→ 選別機の選定や、ベルト停止など手段の決定





# 金属検出機の選び方

## 処理量の計算



検出ヘッドを通過する被検査品は、間隔を開ける必要があります。被検査品の間隔が狭いと前後の被検査品の影響により正しい検査ができません。

### 1 個ずつの選別をするときの被検査品の間隔（アンリツ製金属検出機）

小型一般用：280 mm以上（ $L=100$ 、62個/分のときベルト速度は、24m/分以上）  
アルミ箱包装用：400 mm以上  
大型金属検出機：600 mm以上

金属の影響の大きさやベルトスピードにより、上記よりも間隔を必要とする場合がありますので、ご相談ください。

## 金属検出機の選び方

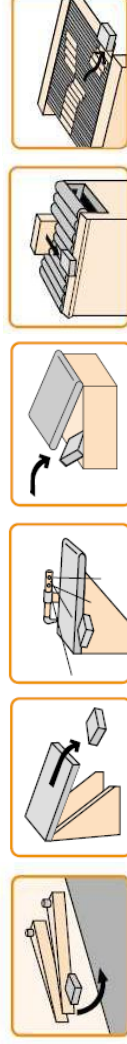
### 選別方法の選定

#### 1. 金属検出機のベルトを停止

- ・被検査品が確実にベルト上で停止すること
- ・ベルト停止中に上流設備から被検査品が搬送されないこと

#### 2. 選別機を使用

- ・金属検出機同様に、被検査品の形状・質量・防水性・選別能力を考慮した選択が必要です。



# 金属検出機の動作原理



**Anritsu**  
envision: ensure

## 金属検出機で検出できる金属

一般タイプの金属検出機は、すべての金属を検出できます。

### 【磁性金属】

鉄・ニッケル・コバルトなど

### 【非磁性金属】

銀・銅・金・アルミ・黄銅・亜鉛・すず・鉛・ステンレスなど

非磁性金属は物質の固有抵抗が高いほど検出しにくく、ステンレスが最も検出しにくい。

なので、  
デストピースには、FeとSUSを使用している。

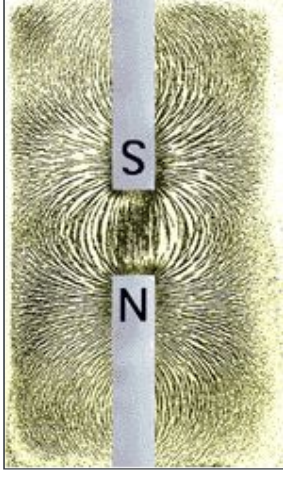
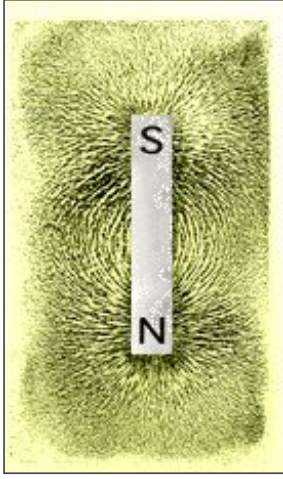
\* アルミ箔包材用は、磁化するFeのみを使用します。



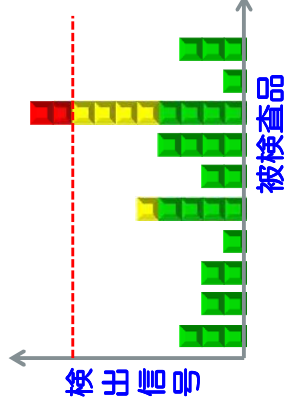
## 理科の授業：基本は磁石

磁石の周りには「磁界」と呼ばれる磁気の働く空間が存在しています。磁界の向きや強さを表す線を「磁力線」と言います。磁界の中を物が通過すると磁力線が変化します。

(変化の度合いは、物質により異なります)

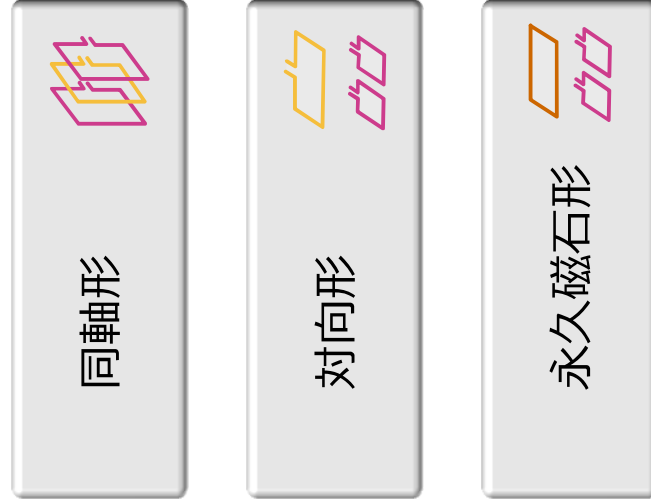


金属検出機は自ら磁界を作り出し、被検査品が磁界を通過するときの変化を監視し、変化の度合いにより異物検査を実現しています。

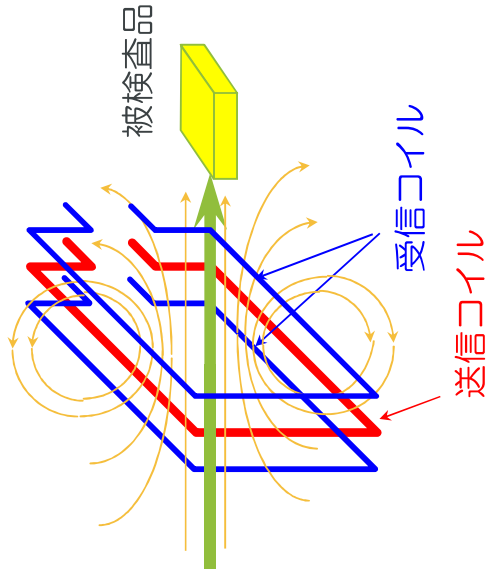


## 検出ヘッドの種類と特性

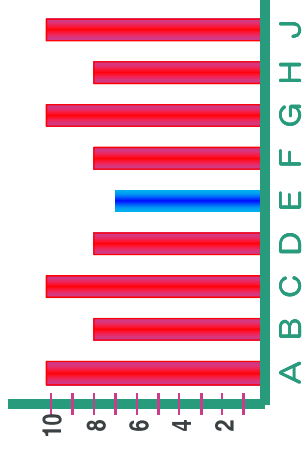
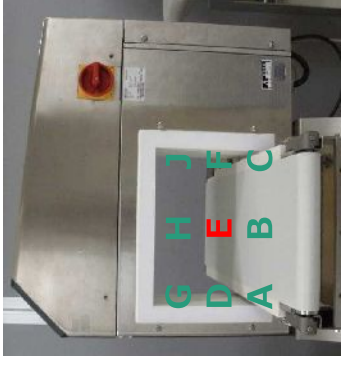
検出ヘッドの種類によって磁界の様子が変わり、それに伴い特性も変わります。



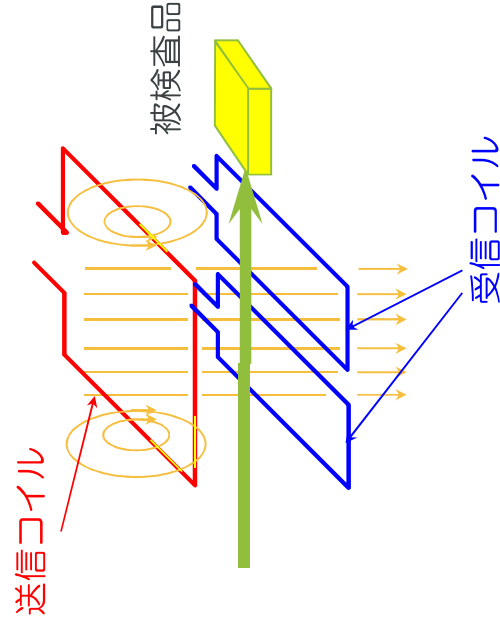
## 検出ヘッド：同軸形の特性



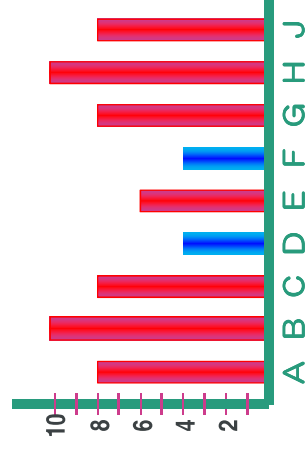
【テストピースの固定位置】  
感度が低い**検出ヘッドの中心部**



## 検出ヘッド：対向形の特性

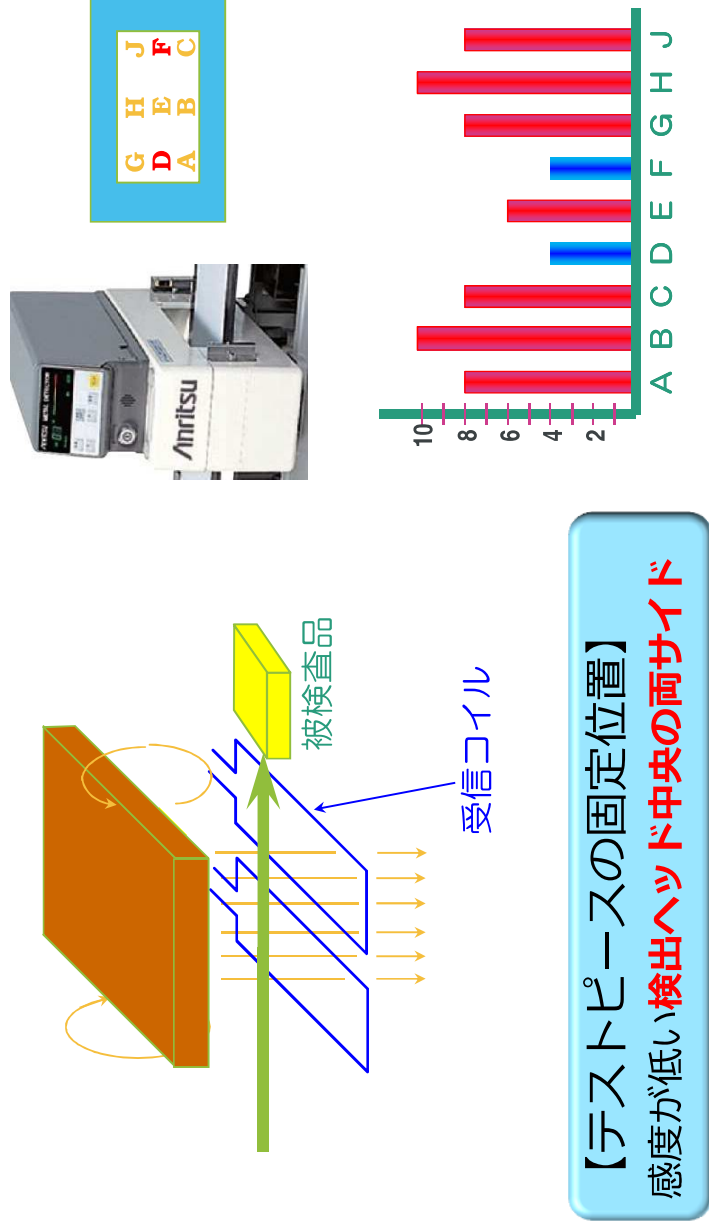


【テストピースの固定位置】  
感度が低い**検出ヘッド中央の両サイド**

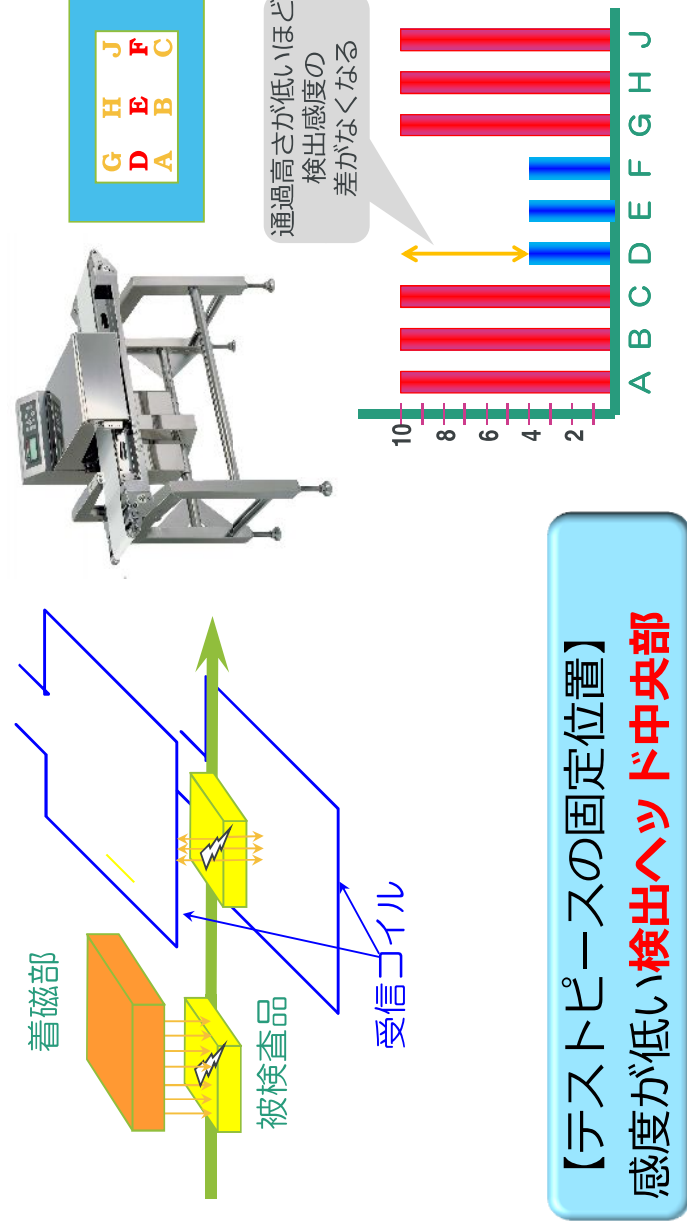




## 検出ヘッド：永久磁石形（１）の特性



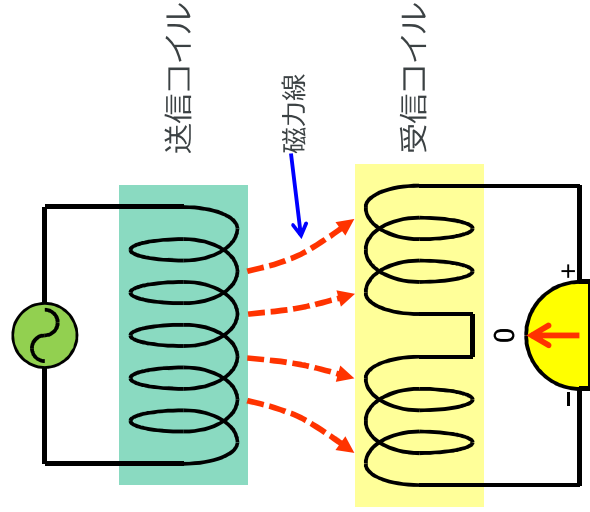
## 検出ヘッド：永久磁石形（２）の特性



## 金属の種類による検出原理の違い

磁性金属と非磁性金属では、検出原理に違いがあります。

### 正常品の場合

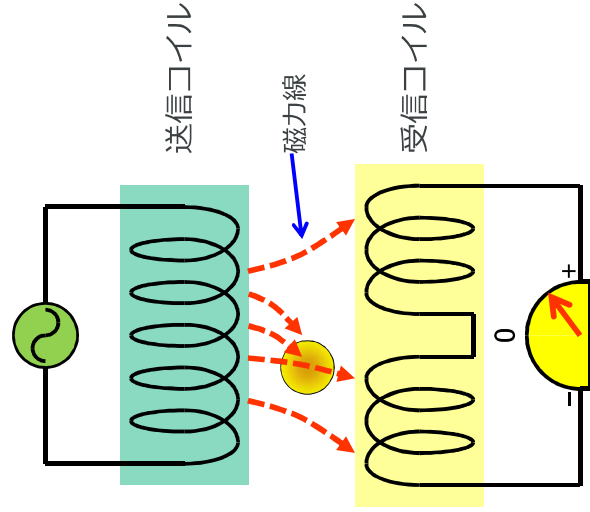


正常品も磁界に影響を与えますが、この時の影響を“0”(ゼロ)とします。

\*一般タイプ金属検出機の場合

## 金属の種類による検出原理の違い

### 鉄（磁性金属）が通過すると

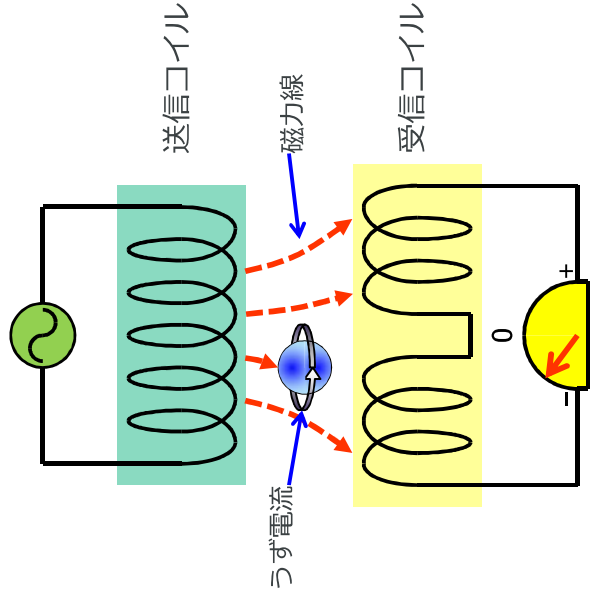


鉄が磁化し、磁力線が鉄に引き寄せられる。

\*一般タイプ金属検出機の場合

## 金属の種類による検出原理の違い

### ステンレス（非磁性金属）が通過すると



うず電流が発生し  
熱エネルギーとして  
消費される

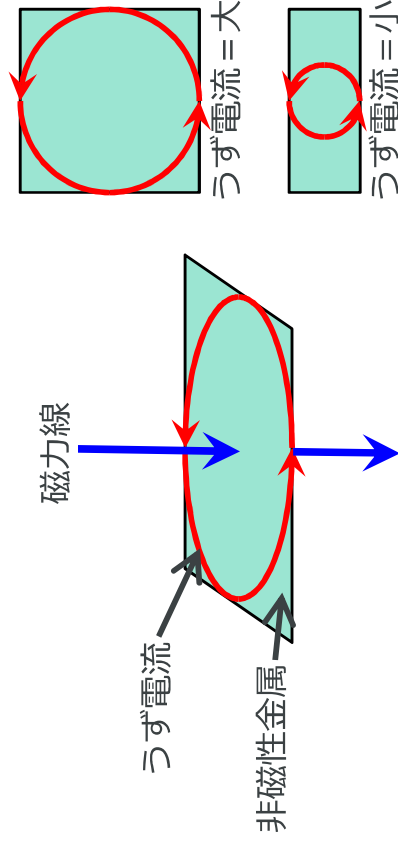
鉄とステンレスで事象が違う  
＝  
両方のテストピースを使用し  
感度確認を必ず行う

\*一般タイプ金属検出機の場合

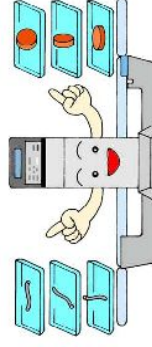
## 非磁性金属の特性

混入金属の形状と向きによって、検出感度が大きく変わる場合があります。

非磁性金属の場合、磁力線と直角方向に大きな円が描ける形状ほど  
うず電流が多く流れ検出感度が高くなります。



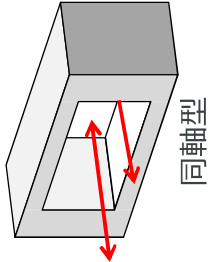
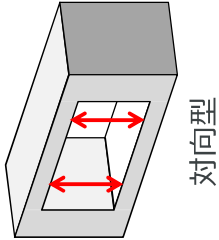
だから、異物の検出確認は  
いろいろな向きで試す  
必要があります。



# 混入金属の形状と向きで変わる感度

|     | 対向型の検出感度                                                                            |    | 同軸型の検出感度 |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|-----|
|     | 向き                                                                                  | 流れ | Fe       | SUS |
| 針金状 |  | ↑  | ⊙        | △   |
|     |  | ↑  | ○        | △   |
|     | ○                                                                                   | ↑  | △        | △   |
| 円盤状 |  | ↑  | △        | ⊙   |
|     |  | ↑  | ○        | △   |
|     | ●                                                                                   | ↑  | ⊙        | △   |

【磁力線の向き】





## オート設定

異物をみつける検出感度は、品種登録時などに行われるオート設定の中でまずは決まります。

このオート設定では**流した被検査品**から

- ▶ 被検査品に適した周波数（アルミ箔包材用を除く）
- ▶ 被検査品に適した位相（アルミ箔包材用を除く）
- ▶ 金属の混入を判定するための検出リミットを金属検出機が自動で決定します。

### オート設定のときと生産のときで

何か条件が違えば、誤検出しやすかったり、または検出できたはずの異物を見逃すことも考えられます。

## オート設定の注意点

### 1. 生産時と同じ被検査品を使用する

- ⇨ 量、成分、包材・・・

### 2. 生産時と同じ品温の被検査品を使用する

- ⇨ 温度で電気的な特性が変わります

### 3. 生産時と同じ搬送方向・搬送スピードで行う

- ⇨ 磁界に与える影響が変わります

### 4. 周辺機器は生産時と同じように稼働させる

- ⇨ 金属検出機の磁界は周辺機器から影響を受けます

### 5. 室温を生産時と同じにする

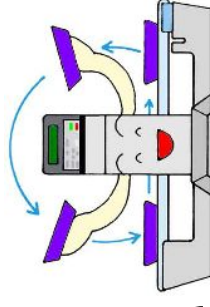
- ⇨ 装置環境を安定させる

### 6. 1つの被検査品を使用し、複数個使用しない

- ⇨ 被検査品のバリツキで適正な設定ができない

### 7. オート設定後は、複数の正常品を使用し誤検出のないことを確認する

- ⇨ 多くの場合、被検査品にはバリツキがあります



## オート設定で誤検出を減らす

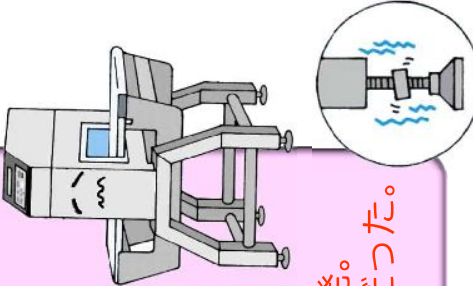
金属検出機から見ても、生産品には当然バラつきがあります。バラツキの中で影響の大きいものが誤検出となる場合があります。

誤検出となるもの、または影響の大きい被検査品を使用してオート設定をすると誤検出の軽減をはかれます。

- ・冷凍品
  - ◇少し温度を上げた状態でオート設定
- ・不均一な形状
  - ◇サイズや質量の大きいものでオート設定
  - ◇2つの被検査品を1つにしてオート設定
- ・肉類
  - ◇大きなブロックほど向きによって影響が違うので影響の大きい向きでオート設定

## 感度の調整

感度調整をすることで、**より良好な検査**をすることが望めます。また、誤検出が多い場合に**安定した歩留まりの良い検査**をすることができます。



【感度を変更したら】

- ・誤検出がないか確認
- ・管理基準による感度確認

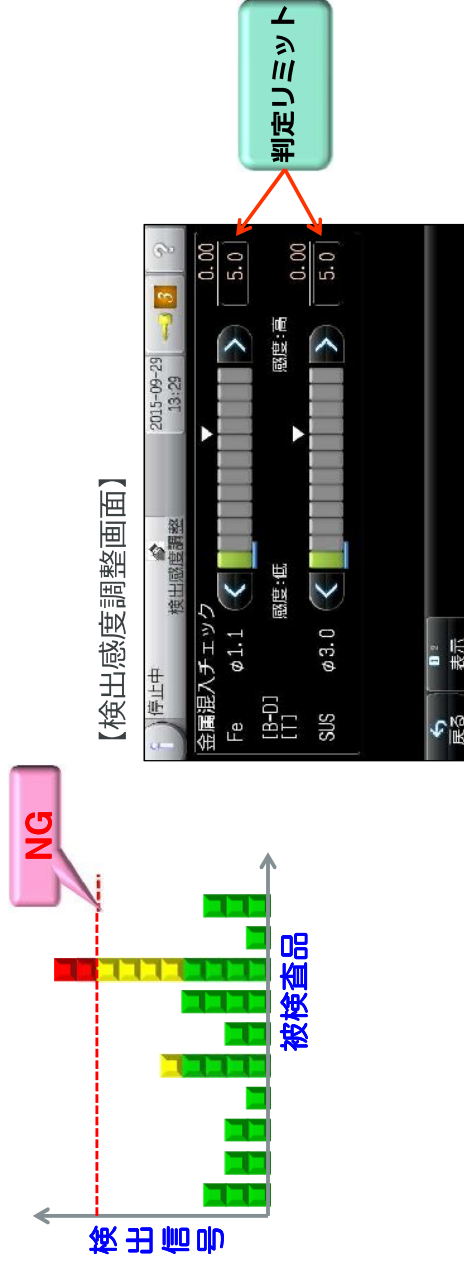
【誤検出を減らしたい場合】  
誤検出の原因を明らかにし、その原因を排除することが先決です。  
→調整時は良かったが、誤検出が再発。  
→実はもっと感度の良い検査が可能だった。

## オート設定後の感度（初期状態）

最初に感度が決まるは、品種登録操作の中のオート設定となります。

このとき良品の影響を「1」として、その5倍以上の影響が現れた場合を不良となるように設定されます。

\* 機種により3.5倍の場合があります。



## 検出感度の変更方法

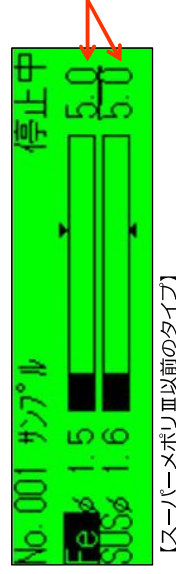
検出感度の変更は「検出感度調整」画面で行います。

### ● 判定リミットを大きくする（検出感度を低くする）

被検査品の影響のばらつきが大きき場合や、被検査品の成分が変化してきて、被検査品だけで、判定リミットを越えてしまう場合 など

### ● 判定リミットを小さくする（検出感度を高くする）

被検査品の影響のばらつきが非常に小さい場合や、被検査品の成分が変化してきて、被検査品の影響が低下した場合 など



【スーパーメポリⅢ以前のタイプ】



【スーパーメポリⅢS以降】

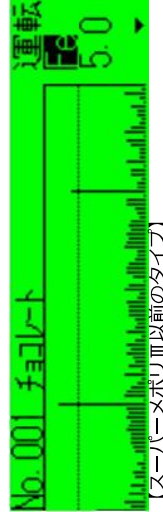
## 実績を見ながら感度調整する

「製品影響モニタ」画面では、これまでの検出感度を見ながら判定リミットを調整することができます。



良品のバラツキも  
小さく感度を  
上げれそう！

【スーパーマネボリⅢS以降】



【スーパーマネボリⅢ以前のタイプ】

バラツキが大きく  
これ以上感度を上げると  
誤検出の可能性が...



## 感度の確認

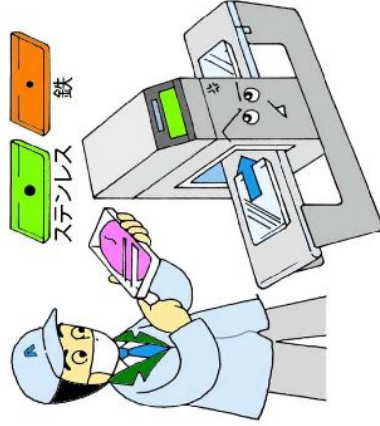


# 感度確認をしましょう！

## 感度確認

ある被検査品において、予め定めた感度のテストピース（＝管理基準）を付けて**不良判定すること**、テストピース無しの状態で**良品判定することを確認**します。

管理基準：事前にテストの上、検出可能なテストピースのサイズを定めておきます。



現代では、異物検査機単体から選別部を含めた動作確認が一般的です。

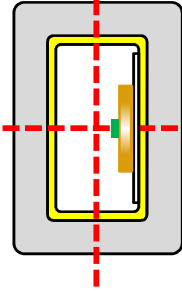
**「管理基準として定めたテストピースを取付けた被検査品が確実に排除され、NG受箱に収まることや停止したベルト上に留まること」も確認します。**

## 感度確認の原則

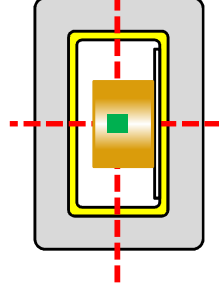
### 1. 被検査品の一番検出し難い場所にテストピースを固定する

- ▶ 検出ヘッドの種類と特性・動作原理を把握。
- ▶ 被検査品のどこに混入しても検出できること。

【同軸形の場合】



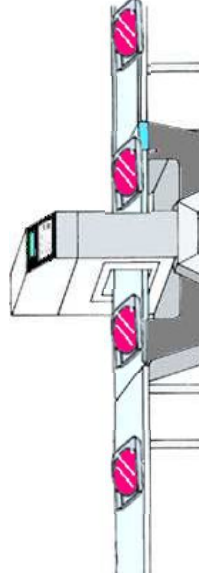
被検査品の高さが中心より低い場合は、中心に一番近い位置にテストピースを置きます。



被検査品の高さが中心より高い場合は、中心になるように側面にテストピースを置きます。

### 2. 生産時と同じ条件で被検査品を使用する

- ▶ テストピース ± 被検査品 の影響で感度が決定。
- ▶ 搬送方向、搬送軌道
- ▶ 品温、形状



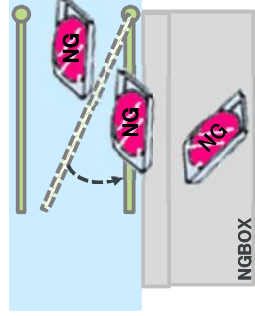
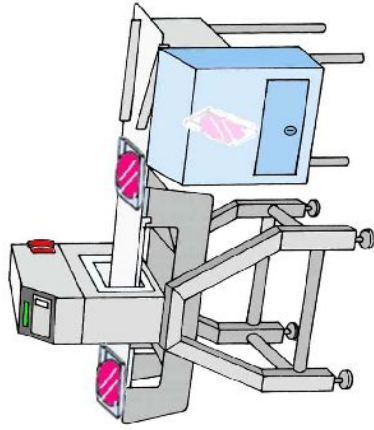


### 3. 品種毎に検査開始前と検査終了後は、必ず実施する

- ▶ 開始前：管理基準で検査可能な状態か確認
- ▶ 終了後：管理基準で検査できていたか確認

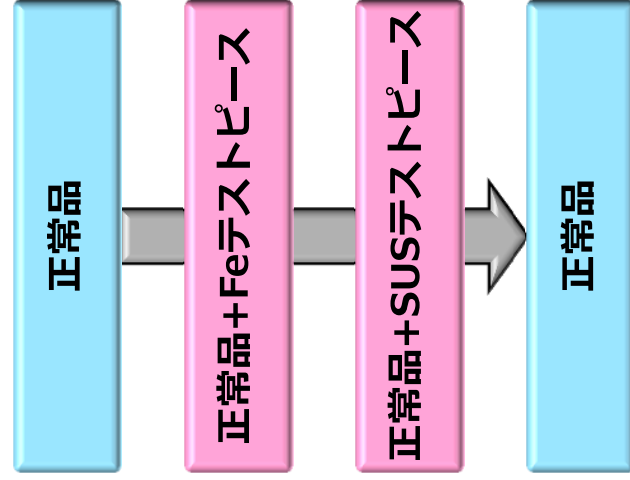
### 4. 長時間検査する場合は、一定のインターバルで実施する

- ▶ 正常な感度が維持できている間は、正常な検査が保証される。
- ▶ 生産終了時の感度確認で異常が出た場合の再検査の負荷低減。



- ・選別タイミングのずれ
- ・NGボックスへの確実な収納

### 感度確認の手順（一般タイプ）



インジケータが正常な範囲に収まること。  
(緑色の範囲)



インジケータがNG範囲を指し、  
NG動作（選別）が実行されること。 × N回



インジケータがNG範囲を指し、  
NG動作（選別）が実行されること。 × N回



インジケータが正常な範囲に収まること。  
(緑色の範囲)

#### ■ 次のような場合の処置を決めておく

- ・ テストピースを付けた正常品がNGとならなかった。
- ・ 最後に流した正常品がNGとなった、または信号が大きくなった。

## 感度確認の手順（アルミ箔包材用）



### ■ 次のような場合の処置を決めておく

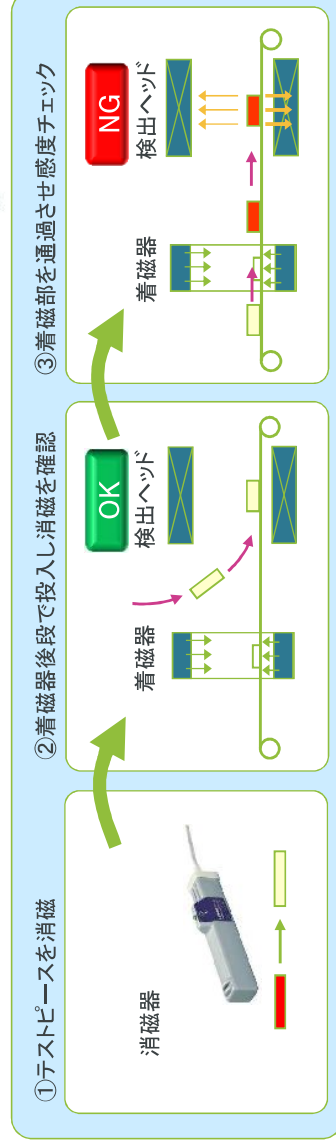
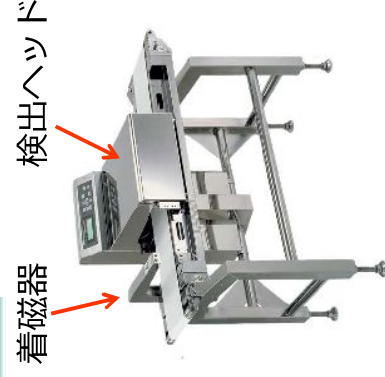
- ・ テストピースを付けた正常品がNGとならなかった。
- ・ 最後に流した正常品がNGとなった、または信号が大きくなった。

## 感度確認の手順（アルミ箔包材用）

アルミ箔包材用の金属検出機は、  
磁性金属の磁気量を検出。

Feテストピースは一度着磁すると磁気量はほとんど下らない。

⇒ 感度確認のときはテストピースを消磁してから使用する



徐々にテストピースから遠ざける 1 ml ほど離して完了

※消磁により、テストピース磁気量は1/5～1/10に減衰

# 誤検出の原因



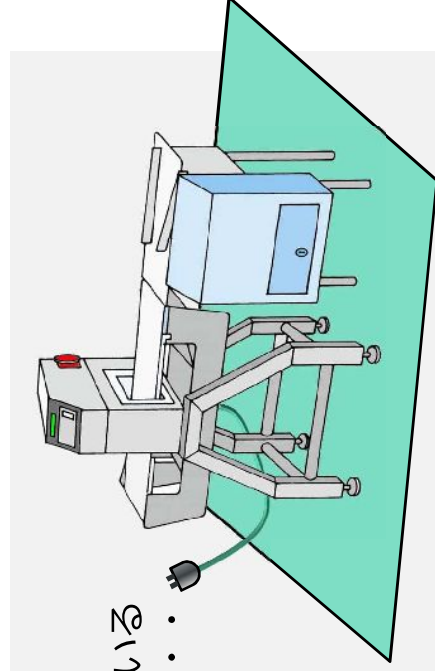
**Anritsu**  
envision: ensure

## 金属検出機の動き

装置が誤検出をするとき、その装置がどのように動いているのか整理することで、原因を推定しやすくなります。

金属検出機の場合はどうでしょう？

- ・ **電源を供給**されている
  - 装置外との電気的な接点
- ・ **磁力を発生し、磁力線を監視**している
  - 磁力線の監視を妨げられたら・・・
- ・ **製品はベルトで搬送**される
  - 製品に変化はないか
  - 搬送方法は適切か
  - ベルトに異常はないか
- ・ 床置き
- ・ ライン組込
  - 設置方法、姿勢に問題はないか



## 誤検出の要因

### 環境

- ・電源ノイズ
- ・飛来ノイズ
- ・他の金属検出機との干渉

### 装置

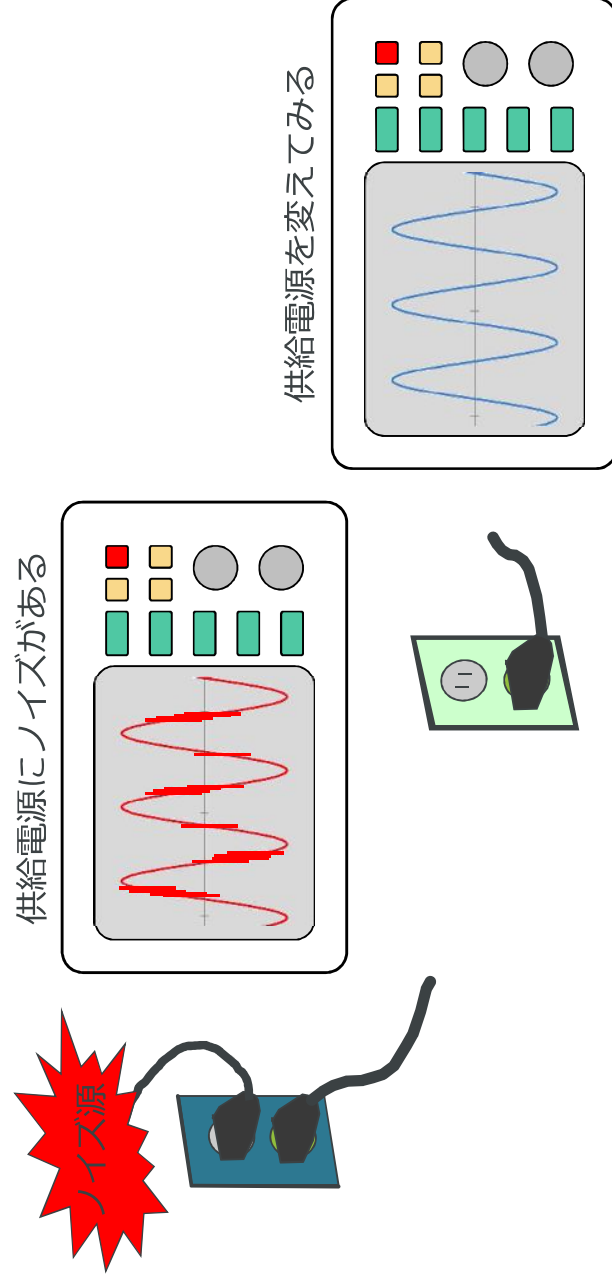
- ・電源投入直後の検査
- ・本体のガタつき
- ・検出ヘッド内部の汚れ
- ・前後装置との接触
- ・ベルトの汚れ、損傷
- ・故障

### 製品（被検査品）

- ・被検査品の成分、温度の変化
- ・搬送条件の変化

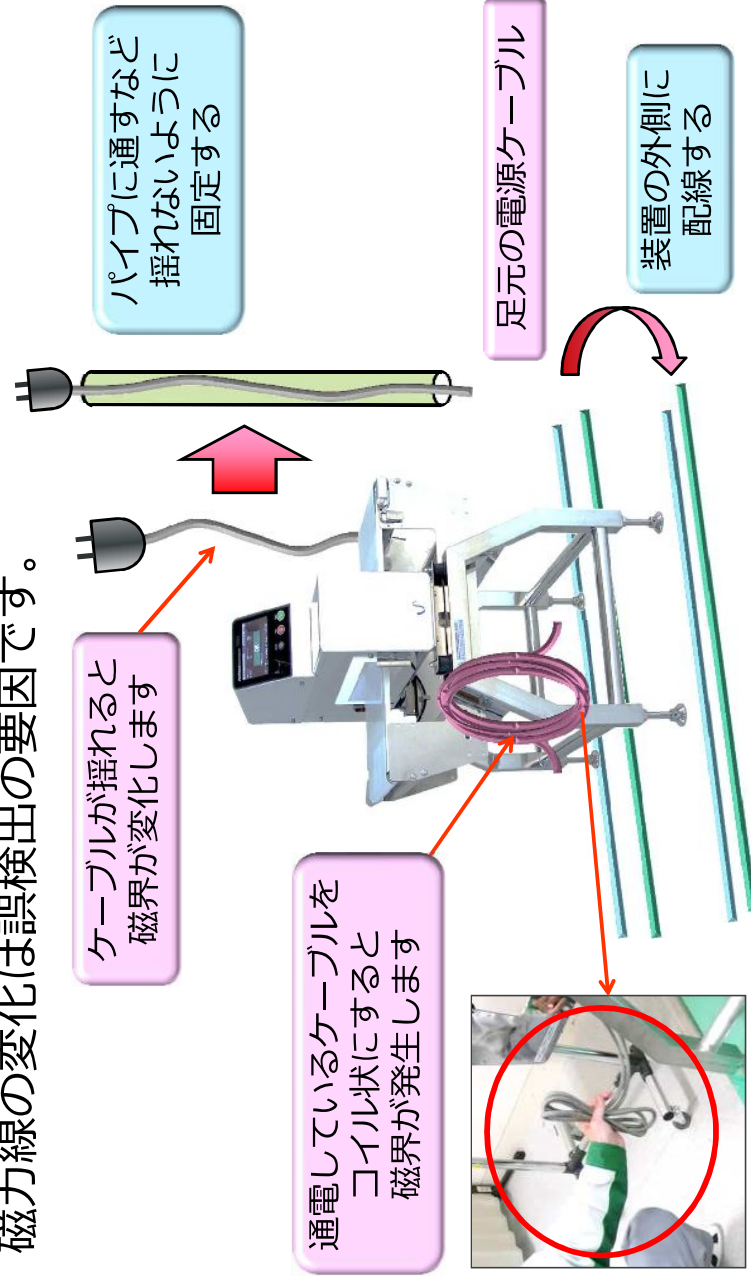
## 電源ノイズ

電源は電気的な外部との接点となります。金属検出機も電子機器のひとつであり、電源からのノイズは誤検出の要因のひとつです。



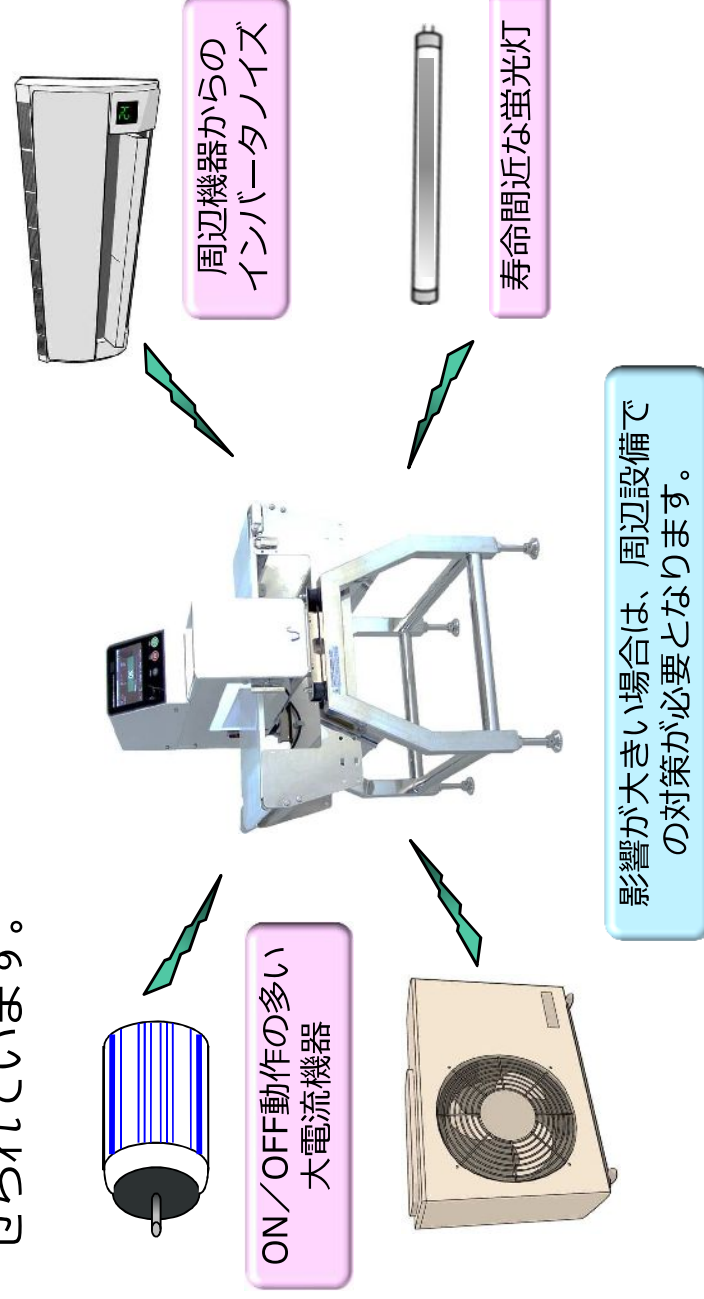
## 飛来ノイズ

磁力線の変化を監視する金属検出機にとって、意図しない磁力線の変化は誤検出の要因です。



## 飛来ノイズ

飛来ノイズはケーブル類だけではなく、周辺設備からも発生されています。

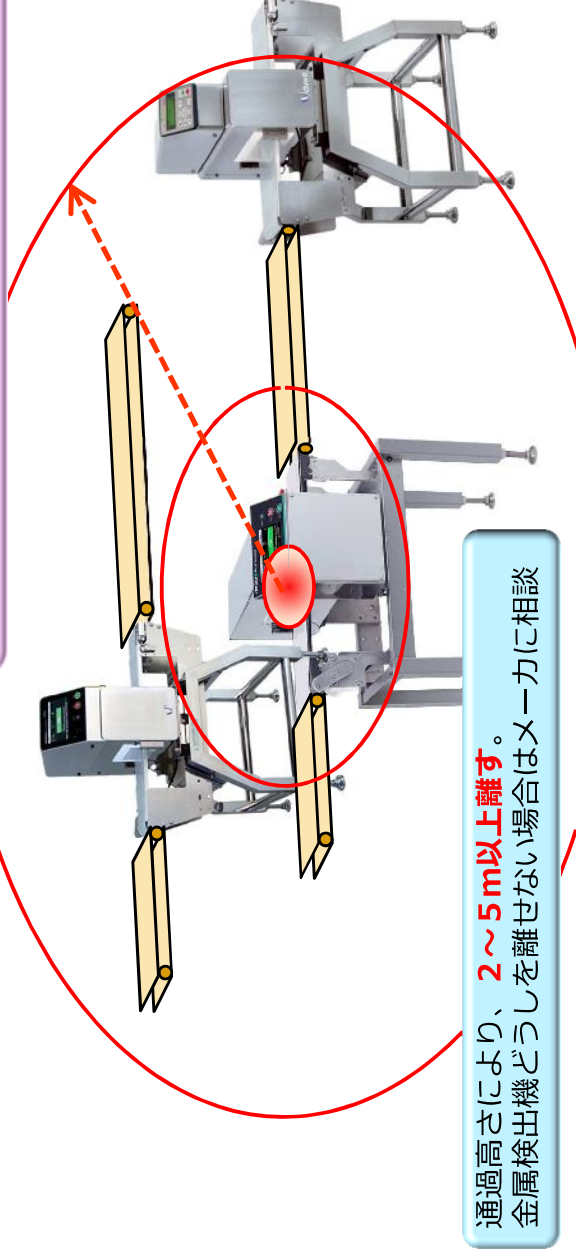




## 他の金属検出機との干渉

一般タイプの金属検出機の場合、他の金属検出機と干渉する場合があります。

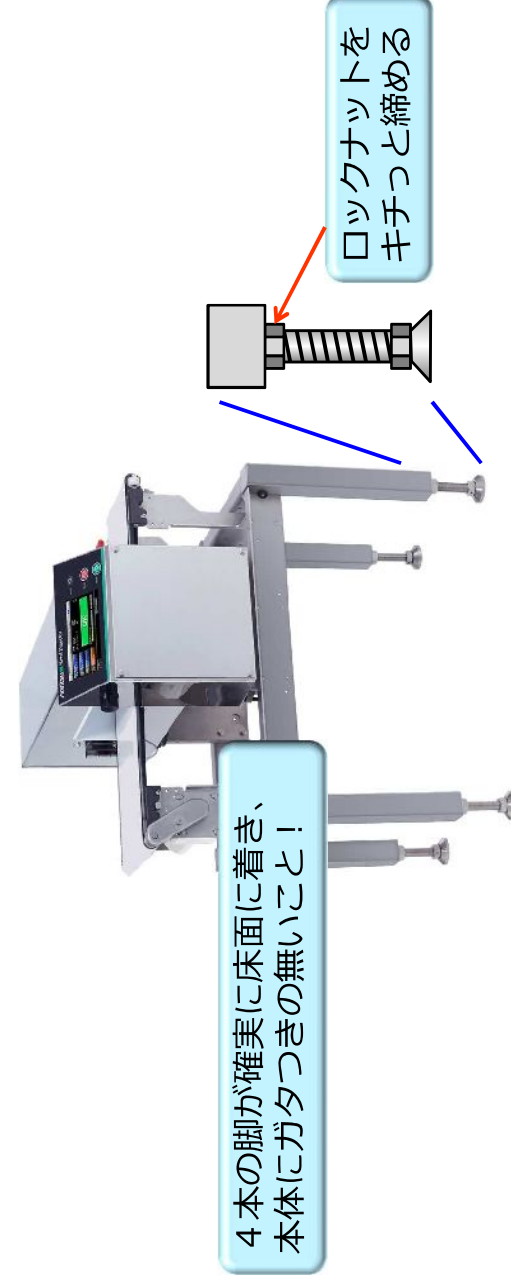
- ・検出レベル表示がゆっくりと振れる
- ・検出レベル表示がNGLレベルになり戻らないなどの事象が起きる



## 本体のガタつき

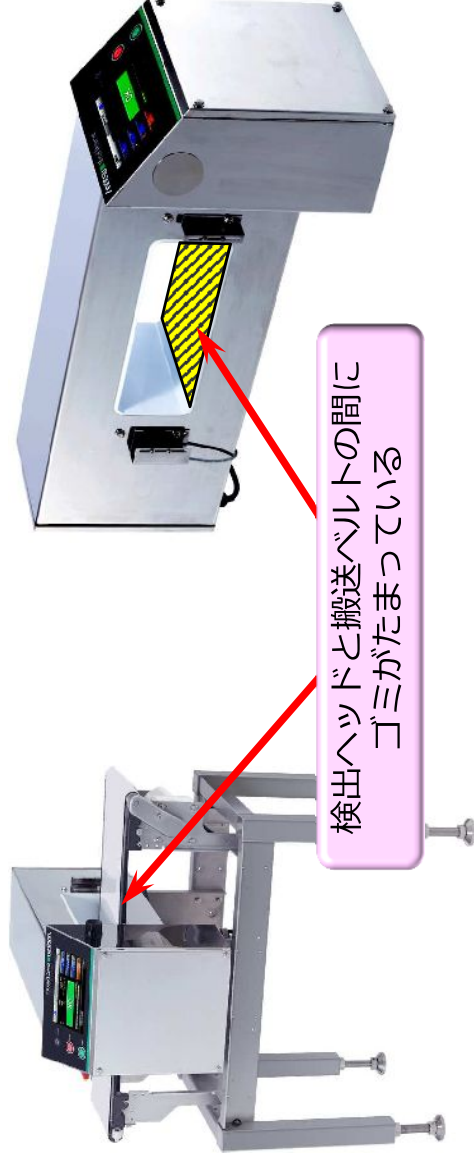
磁界の中で金属が動くと、磁界に変化をもたらします。金属製である金属検出機も例外ではありません。

脚のロックナットが緩み、金属検出機がガタつく



## 検出ヘッド内の汚れ

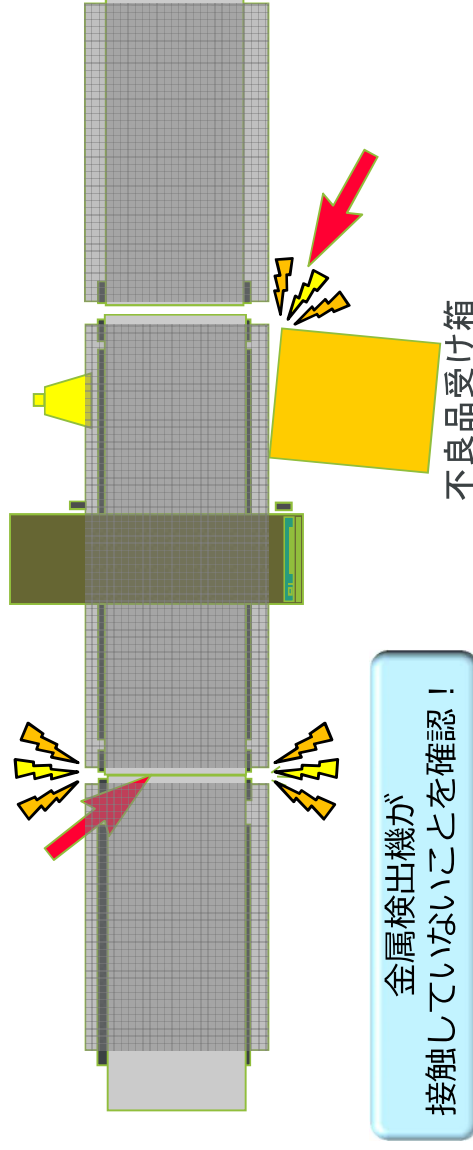
検出感度が良く、ゴミが溜まりやすいところは・・・  
検出ヘッドの中でゴミが動けば誤検出の要因となります。



搬送部は簡単に取り外せます。  
衛生面からもこまめな清掃を！

## 前後装置との接触

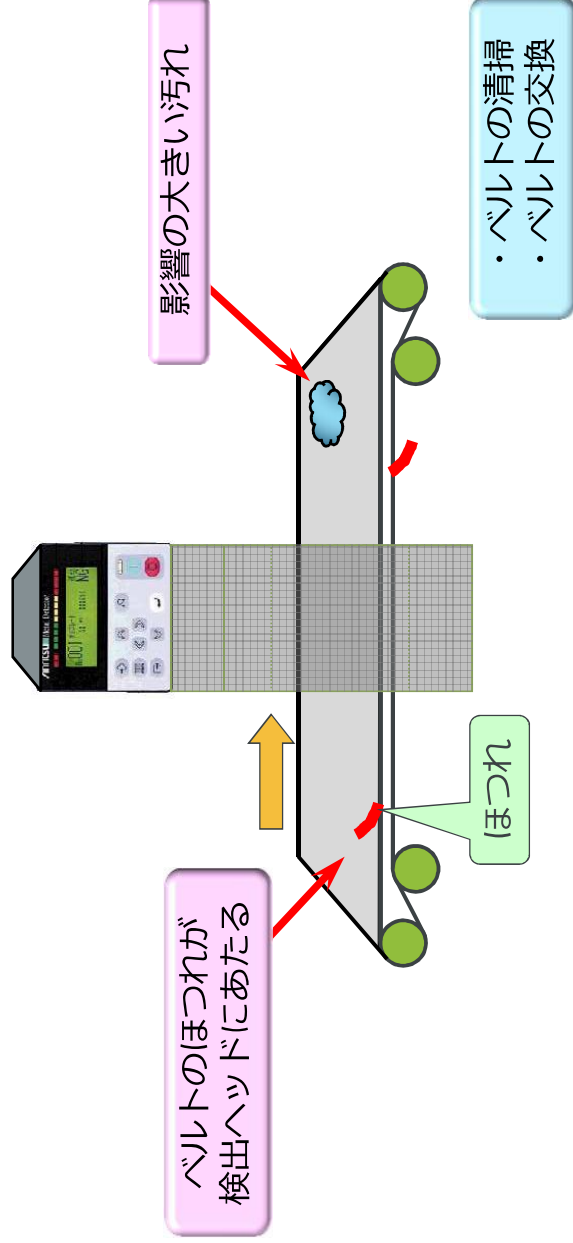
前後装置や付加設備との接触は、振動源となったり、飛来ノイズが発生する場合があります。



## 搬送ベルトの汚れ、損傷

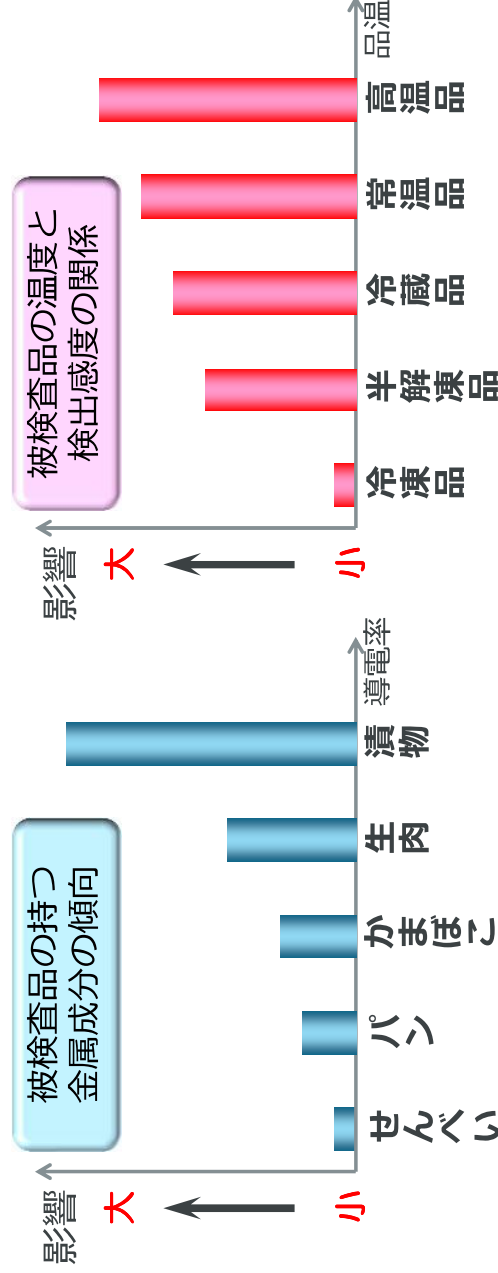
搬送ベルトは検出ヘッド内で動くため、磁界に影響を与えるような汚れや損傷があると、感度に影響します。

周期的に検出しレベル表示が振れる



## 被検査品の変化

被検査品の成分や量、温度の変化は、磁界に与える影響が変わるため誤検出を起こします。

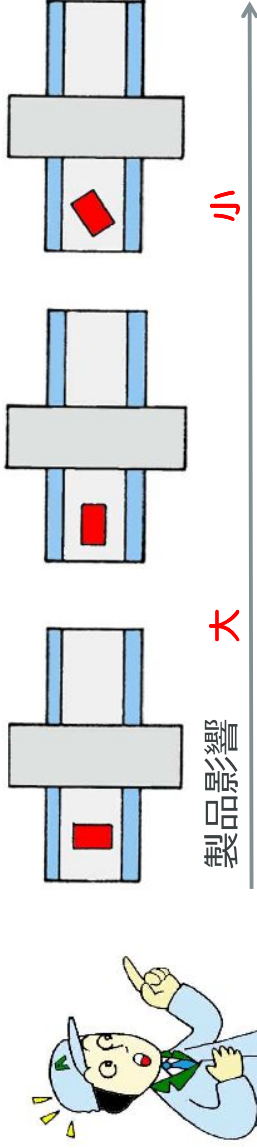


含有水分、含有塩分が少ないほど、物質の影響が小さいので、小さな金属を検出できる。

品温が低いほど、小さな金属を検出できる。また、表面や内部に水分があると影響がでる。

## 搬送条件の変化

搬送速度や被検査品の向きが変わると、磁界に与える影響も変わります。



- ・オート設定時と速度や向きが違ふ
- ・今までと速度や向きを変えた

- ・速度、向きの確認
- ・場合によっては再度オート設定

気をつけておきたいこと

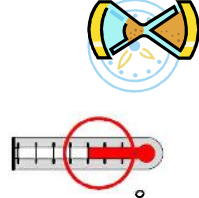


## 気をつけておきたいこと

### 1. 電源投入後は暖機をしてから検査開始

安定的な金属検出動作のために、**電源投入後30分以上放置し暖機**。

- ・ M5シリーズでは**10分**
- ・ アルミ蒸着品を検査するときは長めに**60分以上**
- ・ 特に室温が変化する場合、**温度が安定してから再設定**。
- ・ 検査だけでなく、**オート設定時にも暖機は必要**です。



### 2. コンベアスタートから1秒以上経過してから検査開始

金属検出機は、スタートキーを押してコンベアを起動した直後**約1秒間**は検出動作安定時間待ちのため、**金属検出動作をしていない**。

また、コンベアが動作している状態での品種変更後も、**約1秒間**は金属検出動作をしていない。

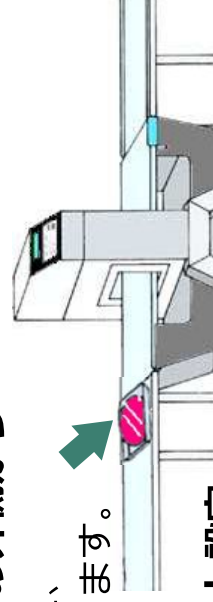
**NGベルト停止後の検査開始に注意！**



## 気をつけておきたいこと

### 3. 被検査品の投入はベルトコンベアの外側から

検出ヘッドの近くから投入すると、手などの影響を受けることがあります。



### 4. ベルト速度を変更したら再度オート設定

磁界の通過速度で影響が変わります。

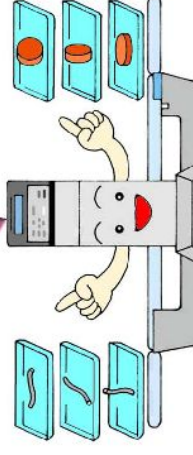
### 5. 実製品を使用して感度の確認を実施する

実製品にテストピースを固定して製品毎に検査前、検査後、一定間隔で実施。NG動作の確認も忘れずに。

### 6. NG品の再検査を実施するときは、

- ・ 検査時の品温など同じ状況。
- ・ NG品の形状に異常がないこと。
- ・ **異物の混入方向を考慮して複数回実施**。

異物の向きで  
検出感度が変わる





## ●Appendix



**Anritsu**  
envision : ensure

## 磁化する金属

### 磁化できる金属

| 大分類               | 小分類                                               | 具体例                      | 検出の可否 |
|-------------------|---------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| 鉄                 | —                                                 | 軟鉄など                     | ○     |
| ステンレス             | ・ フェライト系<br>・ マルテンサイト系<br>・ 析出硬化系                 | SUS400 番台<br>SUS600 番台   | ○     |
|                   | オーステナイト系で加工効果等により組織がマルテンサイト化したもの<br>(切断した針金、切削片等) | SUS200 番台<br>SUS300 番台   |       |
|                   | 完全オーステナイト系                                        | SUS304<br>SUS316 など      | ○     |
|                   |                                                   | SUS310S<br>AISI205       | ×     |
| ニッケル              | —                                                 | ニッケルめっき                  | ○     |
| コバルト              | —                                                 |                          | ○     |
| ランタノイド            | 原子番号 57～71                                        | ネオジム<br>サマリウムなど          | ○     |
| アクチノイド            | 原子番号 89～103                                       | ウラン<br>プルトニウムなど          | ○     |
| ステンレスを除く<br>上記の合金 | —                                                 | フェライト<br>永久磁石材料          | ○     |
| 上記以外の物質           | —                                                 | アルミ、黄銅、銅、銀、<br>金、鉛、チタンなど | ×     |

# X線検査機の基礎知識



**Anritsu**  
envision : ensure

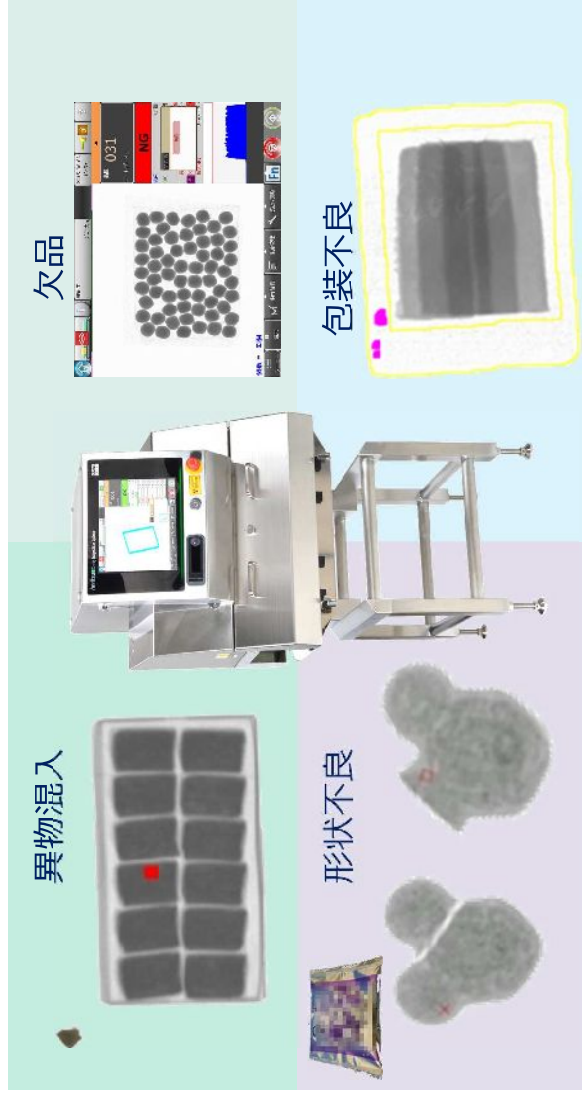
## 概要



**Anritsu**  
envision : ensure

## X線検査機とは

X線検査機とは、被検査品にX線を照射して得られる透過画像から異物混入、欠品、形状、包装などの反応を数値化し、設定値を超える反応を検知した時、異常な被検査品として判別する検査機です。



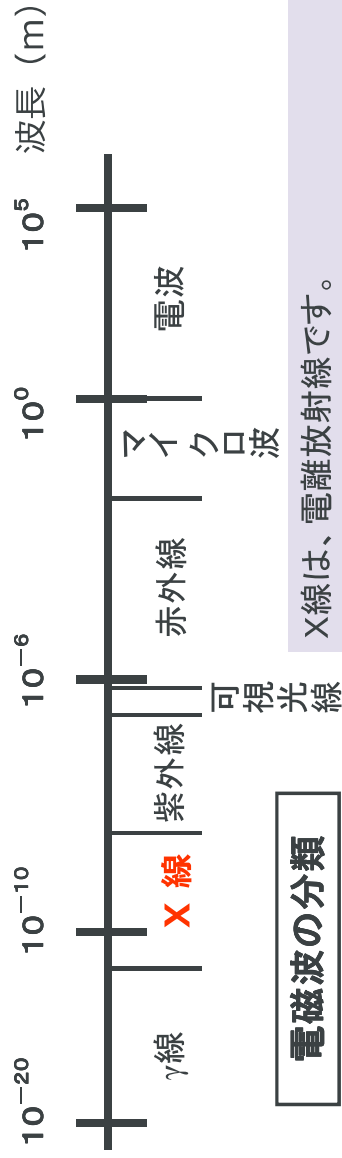
## X線とは

1895年ドイツの物理学者レントゲンが発見した電磁波の1つで、波長が短く透過力が強いのが特長。

X-Rayとは未知の光線の意味です。



レントゲン博士によって発見  
エックス線（X線）は1895年10月南ドイツのレントゲン博士によって発見されました。（ウィルヘルム・コンラッド・レントゲン、1845-1923）レントゲン博士は陰極線（電子線）の研究を行っていたところ、放電管から少し離れたスクリーンが光っていることを発見しました。さらに放電管とスクリーンの間に物体を入れるとスクリーンに物体の影が写ることがわかりました。これがX線の発見です。



# X線検査機の種類



**Anritsu**  
envision: ensure

## 搬送方式による種類

- ・ベルトコンベア式      ……      汎用的であり使用率No1
- ・パイプ式                ……      水で搬送される被検査品



## X線漏洩防止機構による種類

- ・包装品 …… カートンタイプ



鉛カーテン



無鉛カーテン

- ・軽量包装品 …… ステンレスカバータイプ1
- ・未包装品 …… ステンレスカバータイプ1
- ・軽量バラ状品 …… ステンレスカバータイプ2



## X線の検出方式による種類

### ●スタンダード(シングルエナジー)モデル

1つのX線エネルギーを使用してX線透過画像を作成し画像処理を駆使して異物の検出を実施します。

＜被検査品を選ばないオールラウンドモデル＞

### ●デュアルエナジーモデル

2つのX線エネルギーを使用して、各々のエネルギーで作成できる透過画像を使い、被検査品の反応を減衰させてから画像処理を駆使し異物の検出を実施します。

＜重なり製品や骨の検出に強いモデル＞



## X線の出力による種類

被検査品の密度・厚さにより、必要になるX線の出力が違います。

### ●低出力タイプ

～ X線管電圧 50kV

### ●標準出力タイプ

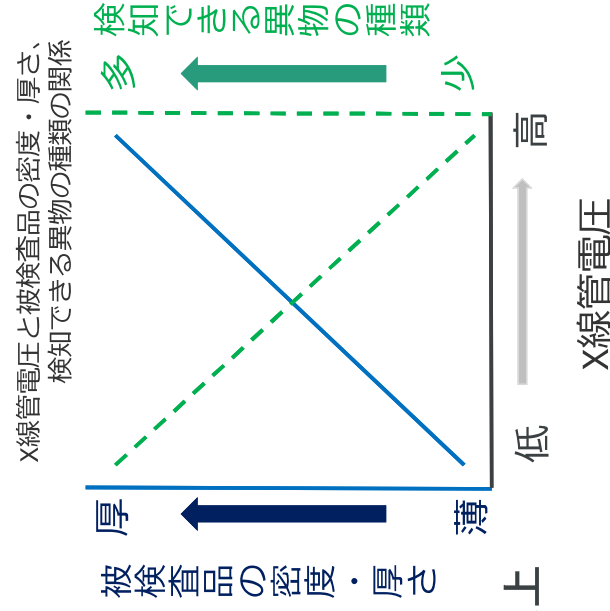
～ X線管電圧 60kV

### ●高出タイプ

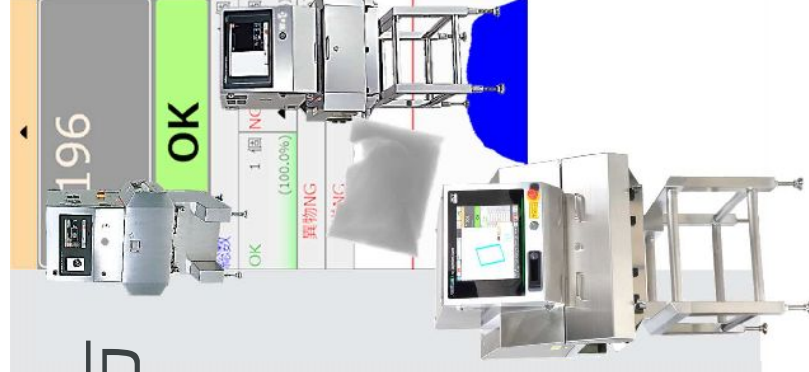
～ X線管電圧 80kV

### ●超高出力タイプ

X線管電圧 80kV以上



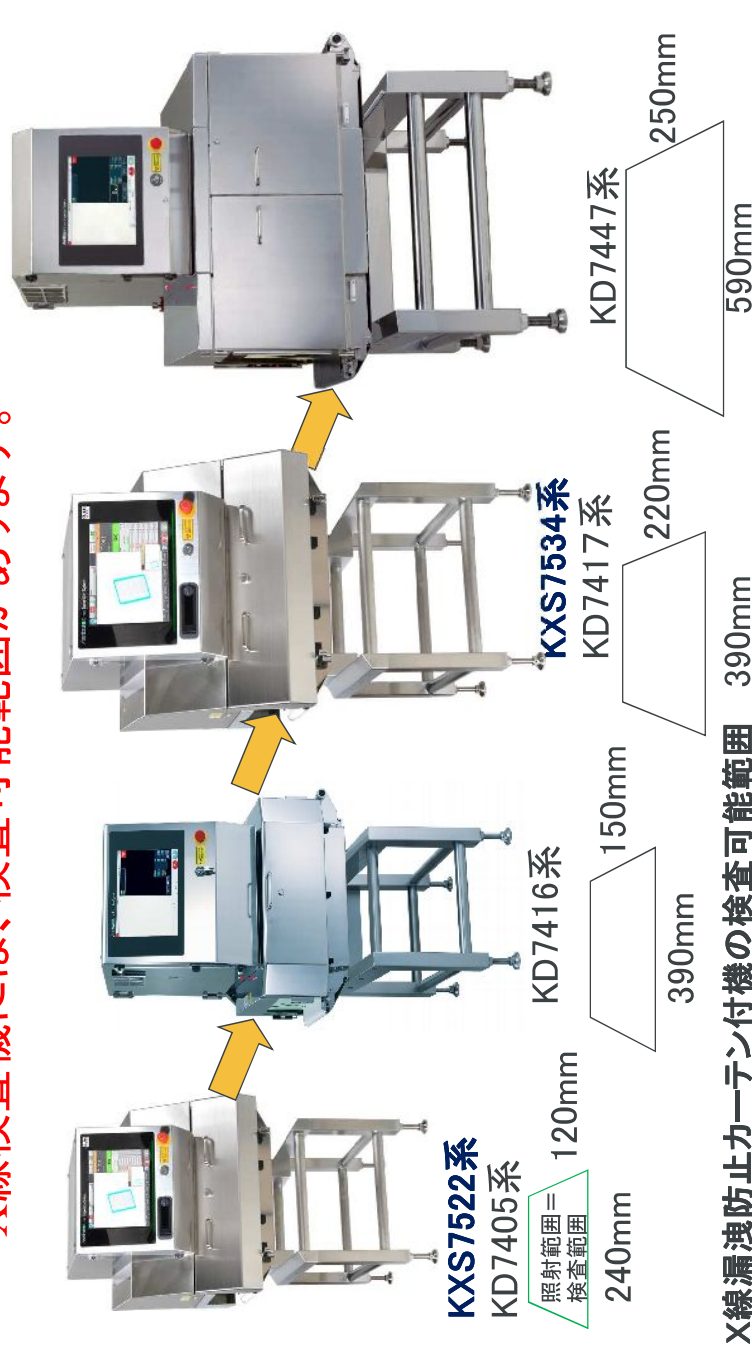
## X線検査機の選び方



## 被検査品の大きさに注目

充分な大きさのX線検査機を選択

X線検査機には、検査可能範囲があります。



## 被検査品の厚さに注目

充分な出力のX線検査機を選択

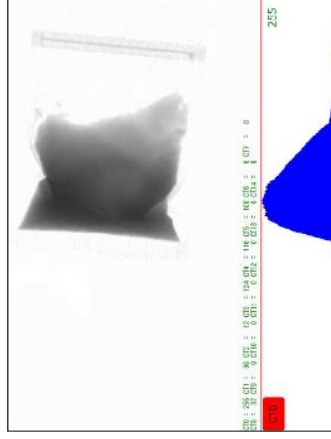
被検査品をX線が透過しないと検査できません。

X線の透過度合は、

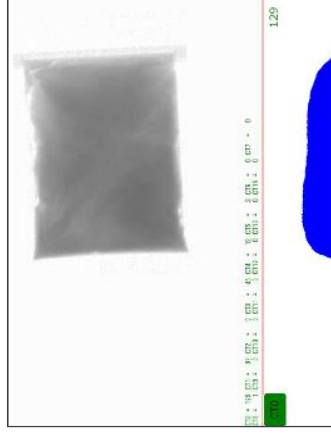
製品の厚さ(密度) と X線管電圧・電流の関係で決まります。

X線検査機の感度調整するときは、まずX線の透過度合を確認します。

X線が透過していない例



X線が充分に透過している例



注意領域

注意領域では、部分的に十分なX線量が透過できない部位が存在します。

被検査品がX線漏洩防止機構でスムーズに搬送できないときは機構の違うものを選択する必要がある。



- X線漏洩防止カーテンで
  - ・被検査品の通過できない
  - ・被検査品がX線検査機の中で転倒する
  - ・被検査品の搬送姿勢が乱れ後段に問題が出る  
ことがないことを確かめます。

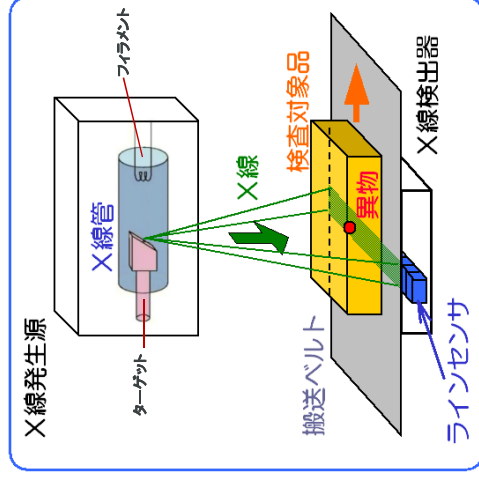


- 傾斜コンベアで
  - ・被検査品がカバーにぶつかる
  - ・被検査品がコンベアを登らない  
ことがないことを確かめます。

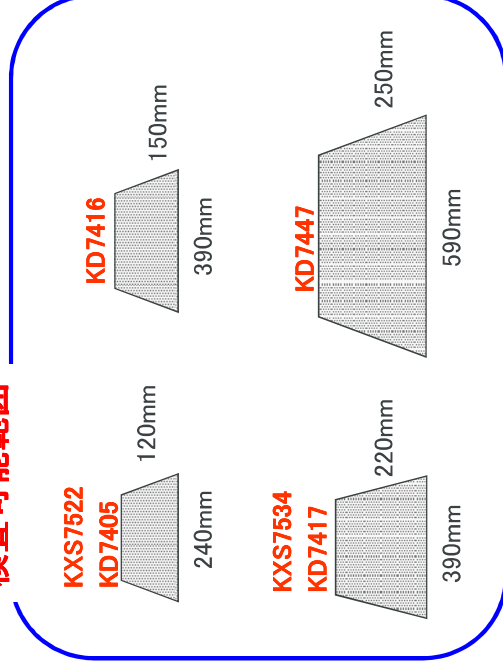
## X線検査機の動作原理



## 標準(シングルナジ-)モデルの構造と動作原理



### 検査可能範囲



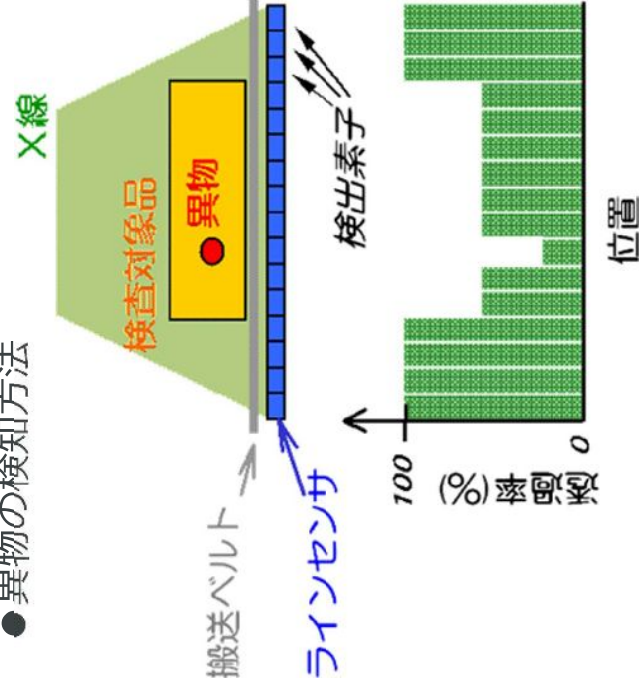
ベルトコンベア上を搬送される被検査品にX線を照射し、透過したX線をX線検出器で検知。透過画像を画像解析して異物の混入を判定。

X線管から発生するX線は、1～2%程度。

約98%は熱となるため、放熱が管の寿命を決定する大きな要因。

## 標準(シングルナジ-)モデルの構造と動作原理

### ● 異物の検知方法



X線の透過画像は、X線透過率の差を濃淡度として画像化します。

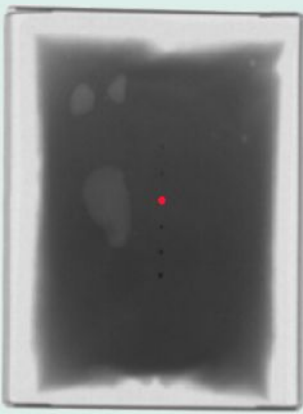
透過率が低いほど、X線の吸収量が大きく、異物として検出しやすい。物質の密度と原子番号の積の値が大きいほどX線をより吸収します。

異物は、厚みが増すほど検出しやすくなります。(検出感度は厚みに依存。)



## 標準(シングルエネルギー)モデルの構造と動作原理

X線透過画像を画像処理し、数値化して検出リミットと比較し異物判定します。



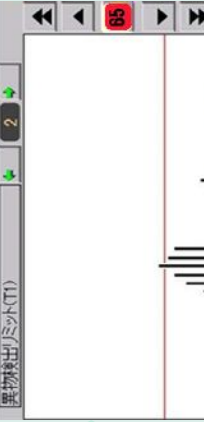
透過画像の表示

アルゴリズムは、画像処理の集合体  
画像処理は、被検査品の

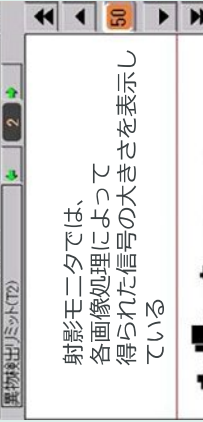
- ・ ならかな形の像を消す
- ・ 凸凹とした形の像を消す
- ・ 特徴のある形の像を強調する
- ・ 特定の濃さを示す像を抽出する

...etc

画像処理



異物検出リミット(T1)



異物検出リミット(T2)

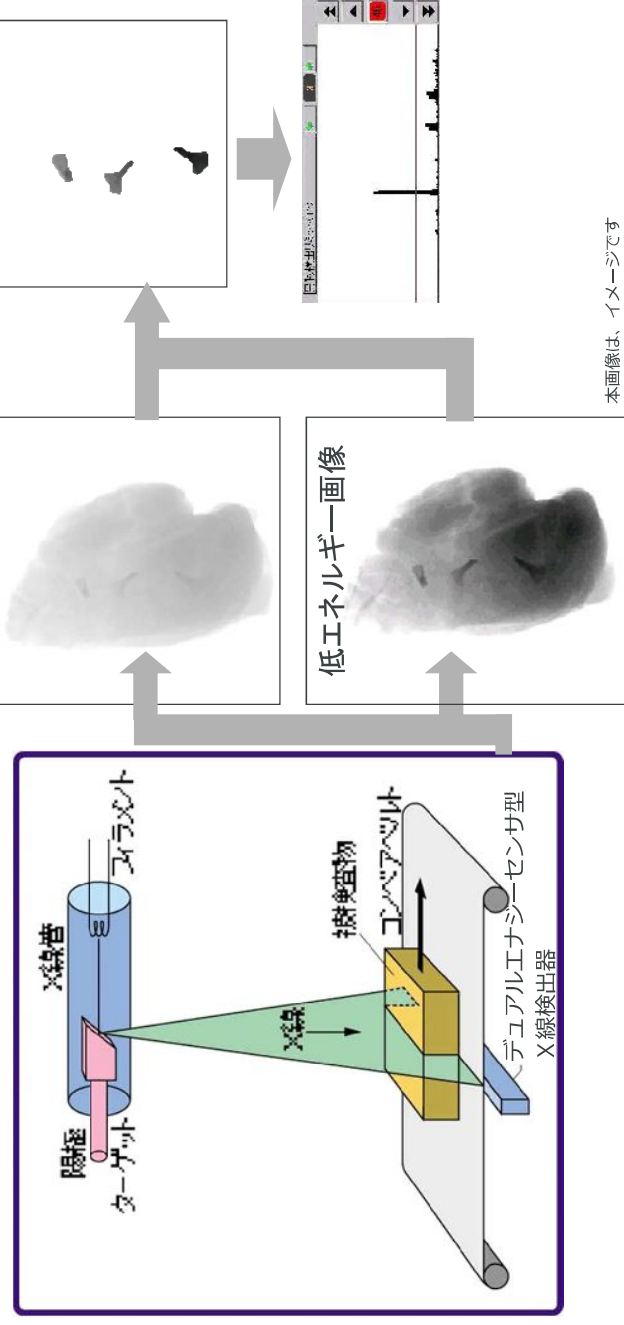


異物検出リミット(T3)

射影モニタでは、  
各画像処理によって  
得られた信号の大きさを表示し  
ている

## デュアルエネルギーモデルの構造と動作原理

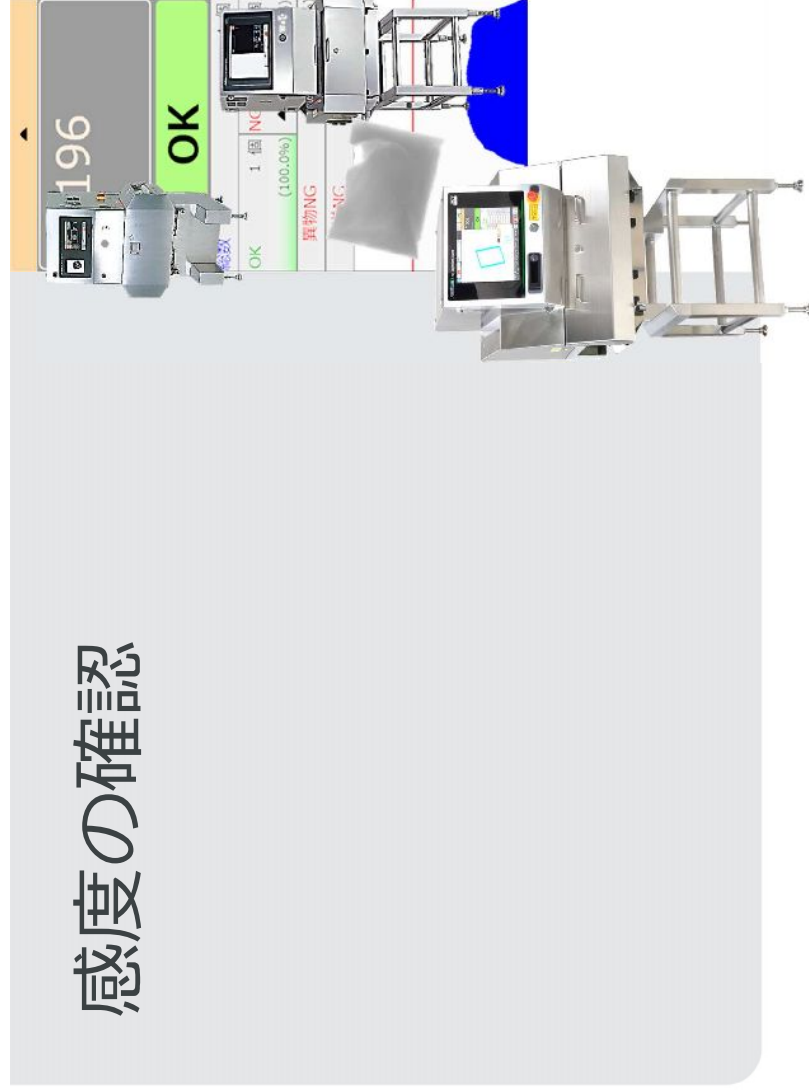
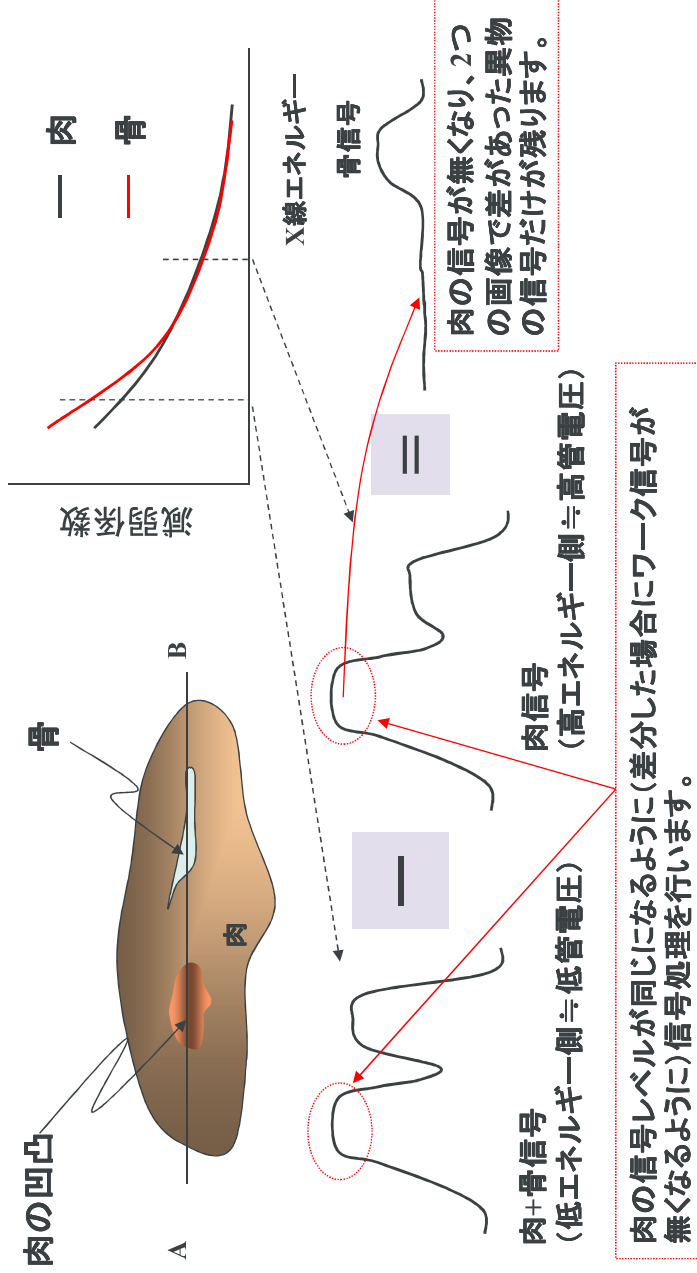
デュアルエネルギーモデルは、高エネルギー画像と低エネルギー画像を同時に撮影し、2つの画像を合成し被検査品の影響を低減します。





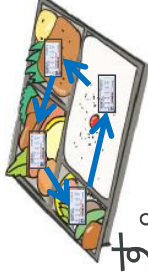
## デュアルエネルギーモデルの構造と動作原理

被検査品と異物は、X線の吸収率が異なります。高エネルギー側の画像と低エネルギー側の画像は、輝度値に変化が生まれます。変化の比に応じて輝度値を調整し、被検査品部分を差分することで異物部分のみを抽出する処理を行っています。



## 感度確認の原則

- ・被検査品を使用します。
- ・テストピース ± 被検査品の影響で感度が決定
- ・テストピースの取付け部位を変えながら感度確認をします。
- 被検査品の如何なる部位に混入しても検出できること。
- X線検査機は、金属検出機と異なり、原理的な感度の優劣がないので、テストピースの位置を変えながら感度確認する。
- ・品種毎に検査開始前と検査終了後は、必ず実施します。
- ・長時間検査をする場合、一定のインターバルで実施します。
- 正常な感度が維持できている間は、正常な検査が保証されます。



## 感度確認の手順

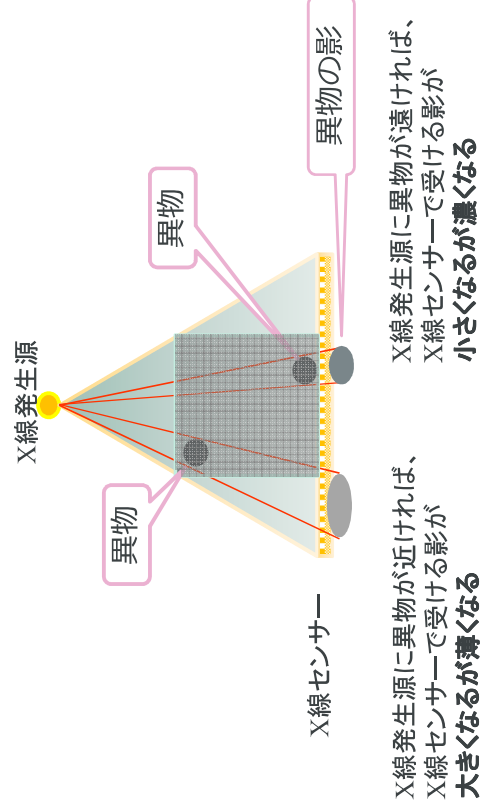


以下のケースの処置を決定しておく。

- ・テストピースをつけた正常品がNGとならなかったとき
- ・最後に流した正常品がNGとなったとき

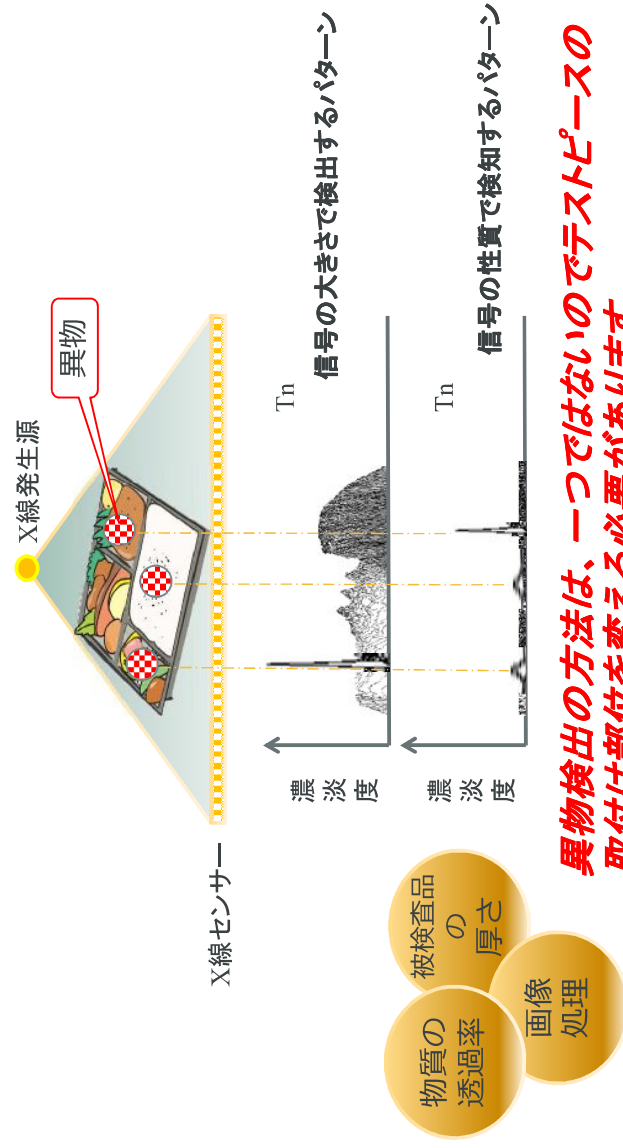
## テストピースの位置

X線検査機は、原理的にテストピースを取付ける位置の指定はありません。テストピースは、被検査品の上、下とも検知できる必要があります。



## テストピースの位置

X線検査機は、原理的にテストピースを取付ける位置の指定はありません。被検査品の様々な部位(素材)の上にテストピースを取付けて感度確認をする必要があります。



# テストピースの選択

## X線検査機のテストピース

- 1) テストピースは、日本検査機器工業会から提供されているX線異物検査用標準試験片を一般的に使用します。

提供されているテストピースは、

SUS球、SUS線、セラミック球、ガラス球、アルミニウム球、ナilon球、フッ素樹脂球、ポリカーボネイト球、EPDMゴム球、シリコンゴム球、アルミニウム円板



単品



6連

- 2) テストピースの種類とサイズは、製品の何処に混入しても検知できる 種類・サイズが最小となります。

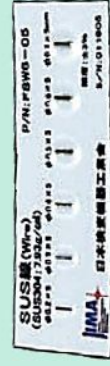
どの種類を選択することができますが、選択理由を明確に記録しておくことをお奨めしています。

## 線状テストピースの置き方

**線状**のテストピースは向きに注意する。

検知し難い向きに！

正 検知し難い（Y方向）



誤

検出し易い



(X方向)

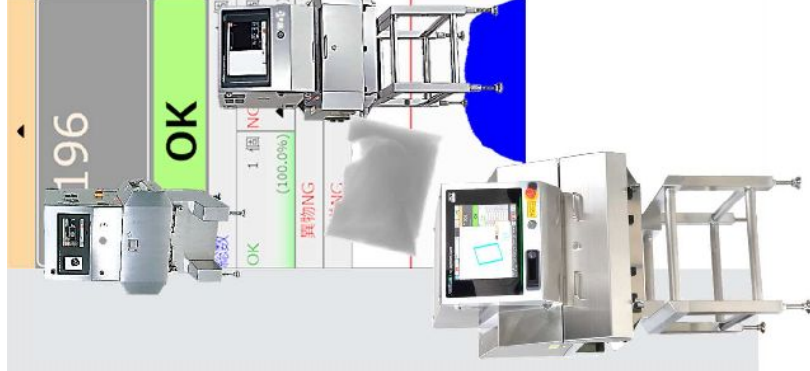


流れ方向

線状テストピースは、取付け向きで  
検出感度が変わる

球状テストピースは、どの向きでも検出感度は変わらない。

# 誤検出の原因



**Anritsu**  
envision: ensure

## 誤検出とは

誤検出とは、

人間が正常品と判断できる被検査品からX線検査機が検出した影響が検出リミットを超え、NG判定されること。

誤検出の原因として

◎ X線が透過しない。  
◎ 自動設定に使用した被検査品と

- ・被検査品の厚み、重なり
- ・被検査品の内容物、包材の形状
- ・被検査品の内容物の配列や成分

が設定したノイズ除去リミット、検出リミットの想定を超えた。

◎ アルゴリズムが被検査品に適合しなかった。  
◎ ベルトに強い汚れがあった。

などがあります。



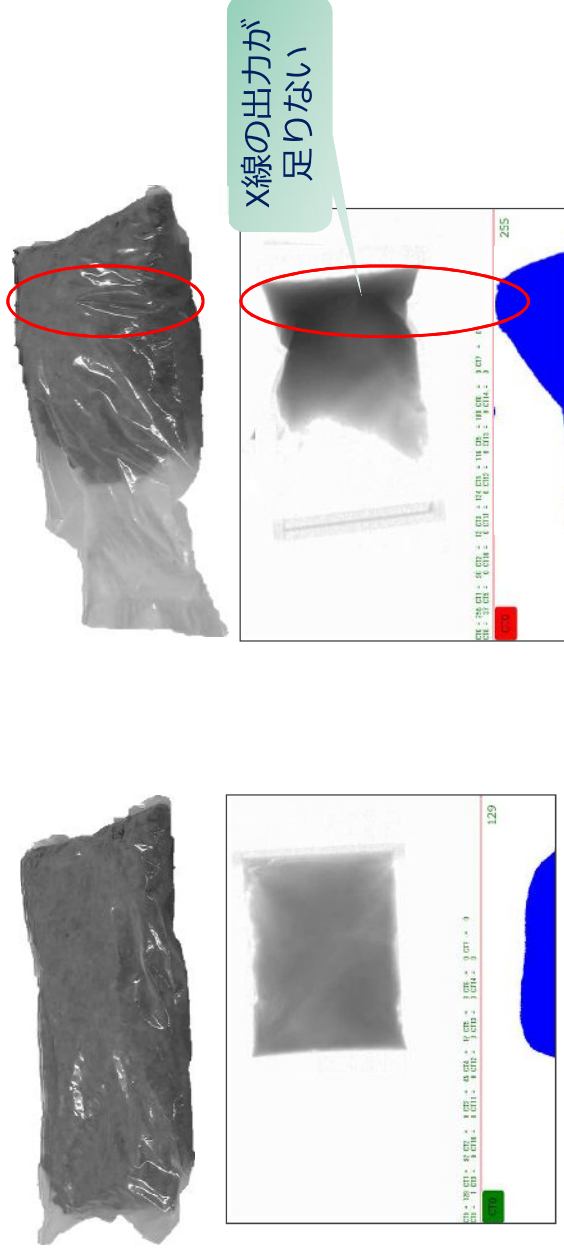


X線が透過しない

X線が透過しないときは、自動設定をやり直す。

## 原因

自動設定の最初の1回目に被検査品を厚くして流さず  
内容物が偏った被検査品では、X線の出力が足りなくなった。

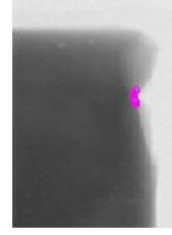


被検査品が設定時の状態と違つ

◎自動設定に使用した被検査品と誤検出を発生した

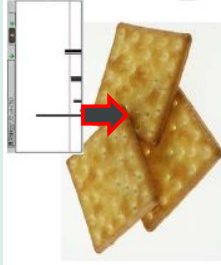
被検査品では、内容物、包材、構成、配列、成分が異なった。

## 包材の立ち



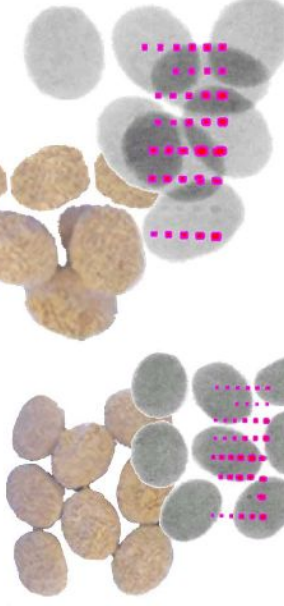
## 包材の端面の立ち

## 重なりの変化



重なり方で濃淡が変化

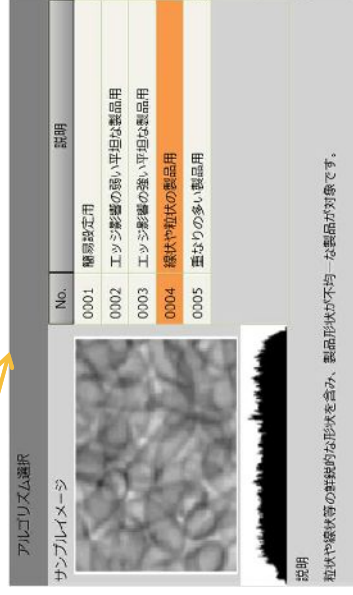
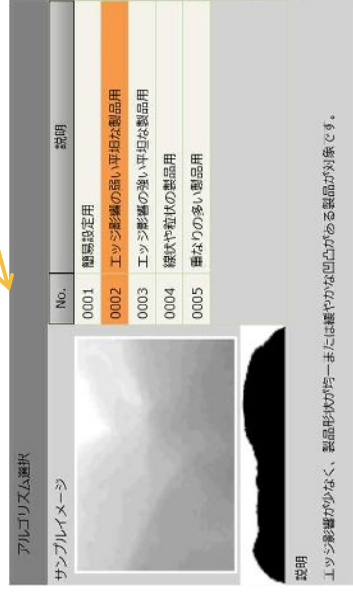
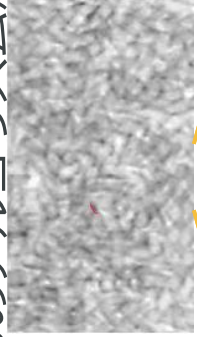
## 配列の変化



# 重なり・回転で濃淡が変化

# アルゴリズムの不整合

◎アルゴリズムが適合しなかった。  
どちらのアルゴリズムが適合するか？

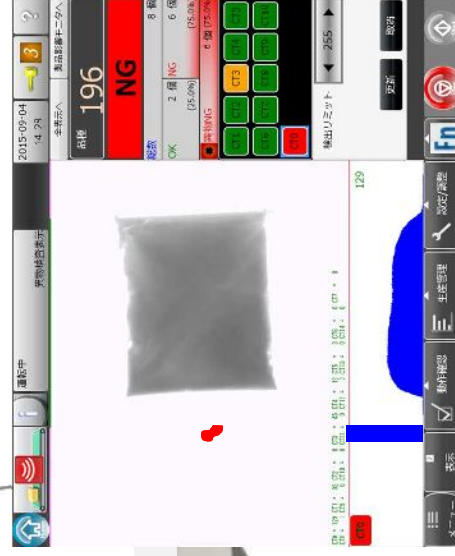


透過画像に線状の像を想定していないので線状に見える被検査品の像が誤検出になりやすい。

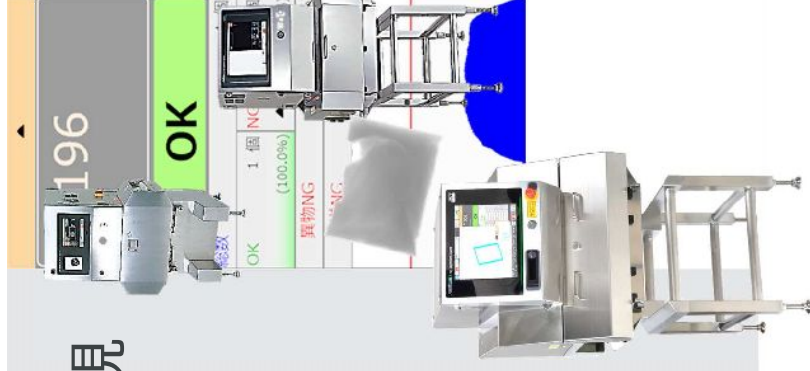
透過画像に線状の像を想定している  
るので誤検出になり難い。

## ベルトの汚れ

◎被検査品が薄く、X線管電圧が低い条件では、  
特にベルトの汚れが透過画像に現れやすくなります。



# X線検査機に関連する法規



**Anritsu**  
envision: ensure

## X線の単位

### ◎グレイ吸収線量 (Gy)

放射線が物質に与えるエネルギーの単位です。

物質 1kgにつき1J(ジュール)のエネルギーを与えるとき、1Gyと表します。

**放射線が物質に与えるエネルギーの量**

### ◎シーベルト線量当量 (Sv)

生体組織へ与える影響度を示すもので、種類の異なる放射線ごとに線質係数など必要な係数を乗じ算出します。

**放射線が人間に与える影響を示す量**

$$\text{線量当量 } H(\text{Sv}) = D(\text{Gy}) \times Q(\text{線質係数}) \times N(\text{補正係数})$$

**X線の場合、1Sv=1Gy**

## 被検査品に対する安全性

**本機の食品へのX線照射量は、食品衛生法関連法規（日本）で定められている0.1Gy（グレイ）以下になるように設計されています。**

当社X線異物検出機は、何らかの原因で被検査品の搬送が停止した場合でもX線の照射が自動的に停止するように設計されています。

これにより、食品へのX線照射量が 0.1 Gy 以下になるようになっています。

**食品衛生法第7条第1項に基づく告示 食品、添加物等の規格基準食品、添加物等の規格基準（厚生省告示第三百七十号）**

### 第一 食品

#### B 食品一般の製造、加工及び調理基準

1 食品を製造し、又は加工する場合は、食品に放射線（原子力基本法（昭和30年法律第186号）第3条第5号に規定するものをいう。以下第1 食品の部において同じ。）を照射してはならない。ただし、食品の製造工程又は加工工程において、その製造工程又は加工工程の管理のために照射する場合であって、食品の吸収線量が0.10グレイ以下のとき及びD 各条の項において特別の定めをする場合は、この限りでない。

## 被検査品に対する安全性

**本機が被検査品に照射する最大X線量は、0.004Gyです。**

（上記0.004Gyは1秒間照射された場合の値ですが、被検査品はX線照射部を短時間で通過していくためX線照射量は非常に少なくなります。なお、X線が照射された状態でコンベアが停止した場合、X線照射を停止します。また、X線検査機は、機種により最大X線量が0.001Gy、0.002Gyのタイプがあります。）

WHO は1980 年に「10 kGy 以下の放射線を照射した食品は、毒性、栄養学的、微生物学的にも問題がない」と結論を出しています。

**WHO:世界保健機構**

## 労働時の安全を確保するために

**1. 3 mSv/3月間 を越える場合は、管理区域を設けなければなりません。**  
「電離放射線障害防止規則 第3条より」

当社X線検査機の漏洩X線量は、 $1\mu\text{Sv/h}$  以下であり、  
管理区域を設ける必要がありません。

$1\mu\text{Sv/h}$  は 500時間/3月間 とすると  $0.5\text{ mSv/3月間}$  になります。

①労働基準法での稼働時間:40h/週、3月間:13週  
 $1.0\mu\text{Sv/h} \times 40\text{h} \times 13\text{週} = 0.52\text{mSv/3月間}$

となり、管理区域を設ける必要はありません。

②同一作業者が1日:10時間、1週間:5日稼働、3月間:13週  
 $1.0\mu\text{Sv/h} \times 10\text{h} \times 5\text{日} \times 13\text{週} = 0.65\text{mSv/3月間}$

となり、管理区域を設ける必要はありません。

記:

管理区域の設定のために測定を行う場合の1週間の労働時間については、管理区域内の施設・装置等の使用時間または滞在時間が社内規定で明文化されている等であれば、1週間の当該使用時間または滞在時間で、当該管理区域における1週間の労働時間とすることができます。

## 労働時の安全を確保するために

**X線作業主任者の選定は不要です。**

「電離放射線障害防止規則 第四十六条より」

管理区域が存在しない場合は、X線作業主任者の選定は必要ありません。

**当社X線異物検出機は、管理区域が存在しないため、  
作業主任者の選定は不要です。**

ただし、労働基準監督署から、作業の安全面から作業主任者がいる方が  
望ましい旨の指導を受ける場合があります。

この場合は指示に従う必要があります。(「労働安全衛生法 第八十八条8」)

注意:

**X線検査機内部**は管理区域になっていますので、法令に基づき、装置正面に下記の表示を行っております。



本機内部は X 線管理区域になっています。

本機内部に立ち入る場合は X 線を停止させてください。



## 設置時の手続き

**X線装置等は、設置工事開始の30日前までに  
労働基準監督署長に届け出をしなければなりません。**  
「労働安全衛生法第八十八条、労働安全衛生規則第八十五条、八十六条」

届け出に必要な書類（機器を使用する事業者が提出する）：

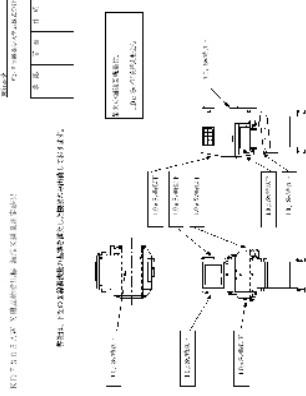
1. 様式第27号
2. 様式第20号
3. X線検査機 漏洩X線量測定結果（アンリツ提出）
4. 設置場所の概略図（所在位置の地図、機器設置場所の概略図）

放射線防護関係書類

|      |                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 申請者名 | 工業用電子線装置                                                                                                                                 |
| 申請種別 | 非破壊検査用(透視用)                                                                                                                              |
| 申請内容 | 管電圧 50kV、管電流 5mA                                                                                                                         |
| 設置場所 | 1. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>2. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>3. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>4. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>5. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼 |

放射線防護関係書類

|      |                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 申請者名 | 工業用電子線装置                                                                                                                                 |
| 申請種別 | 非破壊検査用(透視用)                                                                                                                              |
| 申請内容 | 管電圧 50kV、管電流 5mA                                                                                                                         |
| 設置場所 | 1. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>2. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>3. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>4. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼<br>5. 放射線防護計画、放射線防護計画の作成を依頼 |



## 禁止事項

1. カーテンを切らないこと。

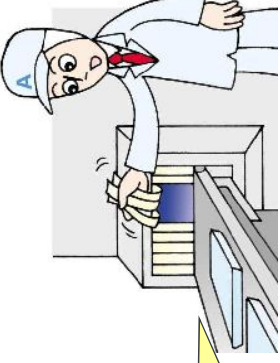


### 禁止事項

3. 運転中に、カーテンに  
手を入れないこと。



2. 運転中にカーテンを  
めくらないこと。

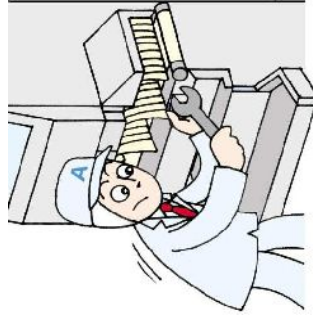


4. 運転中にカーテンの中を  
のぞかないこと。



## 禁止事項

5. 機器内部の分解や改造を  
行わないこと。

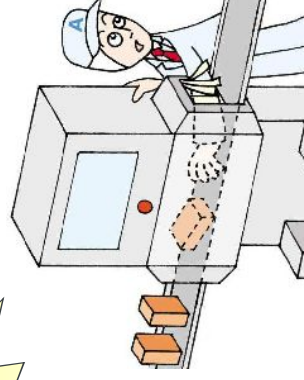


6. コンベア部に手などの  
人体を入れないこと。



### 禁止事項

7. 商品が内部に詰まった場合は、  
運転を停止してから取り出すこと。



## まとめ

異物混入検査の工程は、

- ・検査機を適正な管理基準で運用し
- ・確実に不良品を排除できる  
ことを維持するために

① 金属検出機とX線検査機の強みと弱みを良く理解し  
目的にあった運用を進めること

② 定期的に検査機の運用と保守の教育を実施し  
異物の混入防止意識を常に維持すること

が重要です。