HITZ CONFIDENTIAL

低エネルギー電子線エミッタと電子線滅菌技術のご紹介

Hitz
Hitachi Zosen
日立造船株式会社

2019年6月26日

HITZ CONFIDENTIAL

Hitz 日立造船のご紹介

会社概要①

創立者: E.H.ハンター (英国人)

本社

東京本社

■沿　革　【創　　立】明治14年　4月　1日　大阪鉄工所としてE.H.ハンターが創立
【設　　立】昭和　9年　5月 29日　株式会社大阪鉄工所として設立
【社 名 変 更】昭和18年　3月 11日　日立造船株式会社に社名変更
【企業ブランド】平成14年10月　1日　Hitzに定める

■拠　点　【本　　社】大阪市住之江区南港北1丁目7番89号
【東 京 本 社】東京都品川区南大井6丁目26番3号
大森ベルポートD館15階
【国 内 支 社】北海道、東北、中部、中国、九州
【営　業　所】帯広、仙北、新潟、茨城、千葉、埼玉、川崎、横浜、高崎、
松本、宇治、和歌山、高松、熊本、沖縄
【工　　場】有明、向島、因島、築港、堺、舞鶴、柏、茨城、若狭
【研 究 拠 点】技術研究所、有明研究室、環境研究センター、
【開 発 拠 点】各事業本部開発センター
【海 外 拠 点】アブダビ、台北、バンコク、ホーチミン、ソウル、シンガポール、
イギリス、アメリカ、インド、ミャンマー、インドネシア、中国

■グループ　【子 会 社 数】109社 (2017年3月31日現在)
【主要子会社】アイメックス、ニチゾウテック、H&F、オーナミ、V-TEX
Hitachi Zosen Inova、NAC International、Osmoflo

■売上高　【連　　結】　3,781　億円　(2019年3月期)

■従業員　【連　　結】10,580　名　　(2019年3月31日現在)

沿革 - 戦前まで

Hitz
Hitachi Zosen

第一次世界大戦

1914年（大正　3年）　株式会社大阪鉄工所
大阪商船系による経営

震災恐慌

1926年（昭和元年）　久原財閥による経営

昭和恐慌

1934年（昭和　9年）　日本産業へ合併<鮎川義介>
1936年（昭和11年）　日立製作所傘下へ
<小平浪平氏が会長に就任>

第二次世界大戦

1943年（昭和18年）　「日立造船株式会社」へ改称

戦後不況

1948年（昭和23年）　株式の一般公開

造船メーカから環境メーカーへ

日立造船
日本鋼管（現JFE）
→ 2002年 ユニバーサル造船

ＩＨＩ
→ ＩＨＩマリンユナイテッド

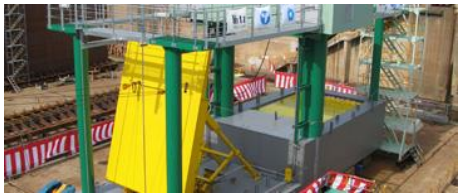
ユニバーサル造船 / ＩＨＩマリンユナイテッド → 2013年 **ジャパンマリンユナイテッド（ＪＭＵ）**

■営業科目

【環 境 事 業 本 部】 ごみ焼却発電施設、海水淡水化プラント、水処理設備、PPS

【機 械 事 業 本 部】 圧力容器、舶用エンジン、**食品・医薬機械**、脱硝装置、キャスク・キャニスタ、
プラスチック機械、レーザ加工装置、電子制御システム

【社会インフラ事業本部】 橋梁、水門、GPS波浪装置、防災システム、シールド掘進機、煙突



Hitzの食品・医薬機械

食品・医薬機械① - 医薬・化粧/成品充填機械

医薬品充填ラインも、化粧/成品充填ラインも対応できます

輸液製袋充填ラインシステム

輸液製袋充填設備のトップメーカーとしての豊富な実績と経験を活用し、高レベルの品質・生産性が必要な製薬業界で各種薬液ラインを提供しています。各種充填機、製袋機、シール機をはじめ、透析製品(ダイアライザ)用設備、プレフィルドシリンジ用設備、試薬用設備、治験用テスト装置のほか、ロボットハンドリング技術を活用した各種組立装置も取り揃えています。

化粧/成品充填包装ラインシステム

さまざまな化粧品・化成品あるいは特殊な容器や、液種に対して、長年培ってきた高い技術と豊富な実績をもとに、お客様のニーズに合った最適な提案をします。直進タイプ・ロータリータイプ、ウェイトフィラ、ピストンタイプフィラなど、さまざまな機種選択が可能です。各ユニットのサーボ化により、液種替え、品種替えが容易になります。特殊な洗剤・薬品・塗料などに対しても、機械・材質などで対応が可能です。

製品への異物混入を防ぐとともに生産ラインの様々な情報を記録・検出

食品用異物選別装置

日立造船は20年以上にわたり食品中に含まれる異物選別の装置製造に携わっています。納入先は400社以上、実績は1400台以上です。機械式と画像式の2タイプをご提供しています。画像式は色彩選別機能だけでなく、形状検査機能も併せ持つ画像式異物選別装置を自社開発し販売しております。

生産ライン映像記録システム 食レコ、モニ録、チョコ録

「食レコ®」「モニ録」「チョコ録」は、食品工場専用のデジタルレコーダーです。「CCTVカメラ」や「製品全数記録用カメラ」を使って「人（作業)、物 (材料・製品)、装置 (機械)」など食品工場の検証ポイントの映像を漏れなく、賞味期限以上の期間記録することができます。映像記録により、食品への異物混入や、農薬混入の未然抑止、監視、検証も可能です。 単なるカメラ映像の記録や遠隔監視だけでなく、「重要管理点 (CCP) との連動」や「検査装置のデータを映像に埋込む」、「出荷品を全数ワンショット記録する」など、抜け無く効率よく必要な情報を検索し見直すことが出来ます。 品質改善のPDCAやお客様のお問合せや不具合発生時の原因解折や、不正出荷防止などにもお役立ていただけます。

食品・医薬機械③ - 充填設備

Hitz
Hitachi Zosen

本格市場投入前の少量生産に様々な容器の充填に1台で即座に対応

ロータリー式低速充填ライン
(リンサー/フィラー/キャッパー)

重量式充填方式によるロータリー式充填ライン。フィラーおよびキャッパーを1つのフレーム内に集約した「モノブロック型」、リンサー、フィラーおよびキャッパーを1つのフレーム内に集約した「とりブロック型」があります。さまざまな液種、多品種の飲料、調味料、乳製品、酒類などを衛生的かつ経済的に生産することができます。

瓶缶兼用
低速多品種生産充填システム

スクリューレス容器導入装置、マルチハンド、マルチキャッパーおよび缶用シーマーを搭載しています。多種多様な容器の搬送ができ、また、多種多様なキャップもキャッピングヘッドの交換なにしキャッピングできます。缶のシーミングもできることから、瓶とPETボトルに加えて缶も同じ装置で充填可能です。

Hitzマスター
(多品種少量リンサー/フィラー/キャッパー一体型充填設備)

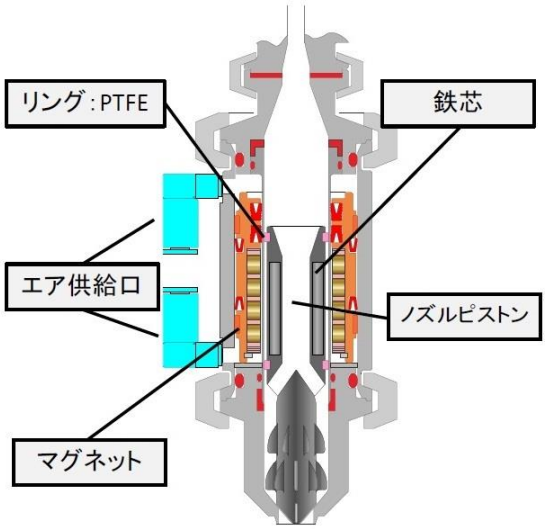
容器の洗浄、充填、キャッピングまでの全ての工程を1台でコンパクトに完結でき、低価格化したのがHitzマスターです。ボトル容器のハンドリングが各種サイズに対応しているため、多品種少量品目の充填時に必要とされる品目切り替えが従来の1/10の作業時間で済みます。

食品・医薬機械④ - 充填ノズル、型換レス搬送

Hitz
Hitachi Zosen

同じ装置で瓶も、缶も、PETボトルも、型換え不要で搬送、充填が可能に

マグネット駆動式シャッターノズル



固形物入り液を充填する際、充填ノズル内での詰まり、充填時の泡立ち・液だれ、パッキンの劣化による異物混入リスクなどの課題があり、また、ノズルの洗浄性が悪い、固形物入り液対応ノズルに交換する必要があるなど、固形物入り液では生産性低下の課題がありましたが、これら全ての課題を解決するノズルです。

マルチハンド

開閉アームにより径の異なる容器をグリップすることが可能であるため、容器や品種ごとのアタッチメントの交換を不要とするのがマルチハンドです。

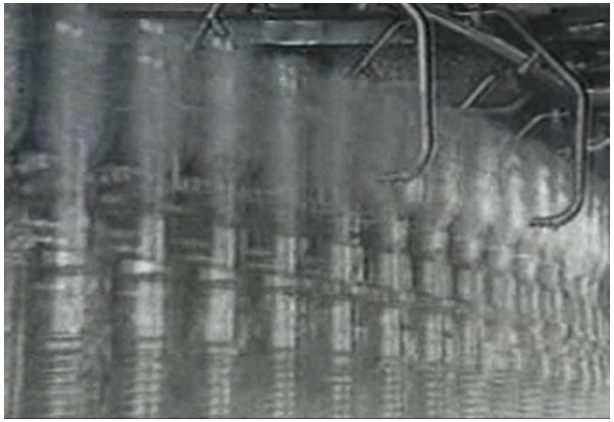
スクリューレス容器導入装置

容器の径に応じてタイミングベルトの間隔を変更できるため、従来は必要であった容器や、品種ごとのタイミングスクリューなどの交換を不要とするのがスクリューレス容器導入装置です。

食品・医薬機械⑤ - アセプ充填ライン

Hitz
Hitachi Zosen

容　　器:	500 mL PETボトル
充填速度:	600 BPM
滅 菌 剤:	PAA
充填方式:	重量式



ボトルの薬液滅菌

アセプ充填

アセプキャッピング

Hitzの食品機械の沿革

充填機

1963年 クラウン・コルクアンドシール社 (Crown Cork & Seal Company) と瓶および缶容器に対する炭酸および非炭酸飲料の充填機の技術提携

1968年 ヤーゲンベルグ社 (Jagenberg AG) とブリックパック充填機の技術提携

ラベラー

1964年 ヤーゲンベルグ社とラベラーの技術提携

洗瓶機・低温殺菌機

1963年 バリー・ウェミラー社 (Barry-Wehmiller Companies Inc) と洗瓶機および低温殺菌機の技術提携

Hitzのコンパクト低エネルギー電子線エミッタ

ITB電子線エミッタ

OTB電子線エミッタ

ITB電子線エミッタ – ノズル型エミッタ

ITB電子線エミッタラインアップ

Hitz
Hitachi Zosen

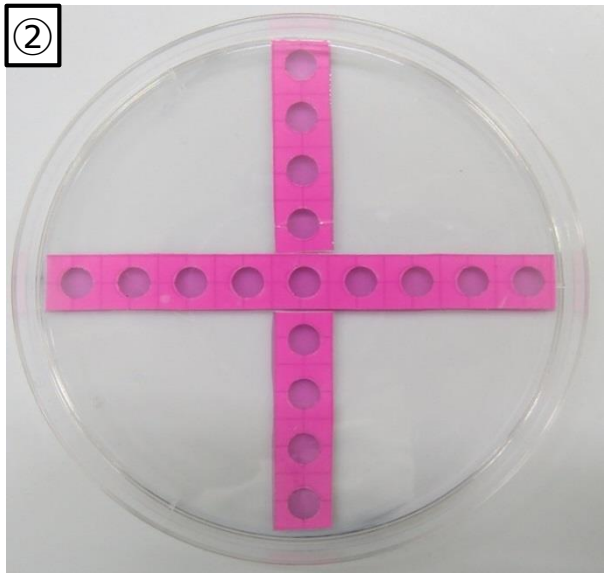
	開発中 e25ITB	e16ITB	e12ITB	e12s ITB
加速電圧	最大125 kV	最大125 kV	最大125 kV	最大125 kV
ビーム電流	最大2.5 mA	最大2.5 mA	最大1.0 mA	最大0.9 mA
ノズル径	Φ25 mm	Φ16 mm	Φ12 mm	Φ12 mm
ノズル長	347 mm	347 mm	224 mm	50 mm

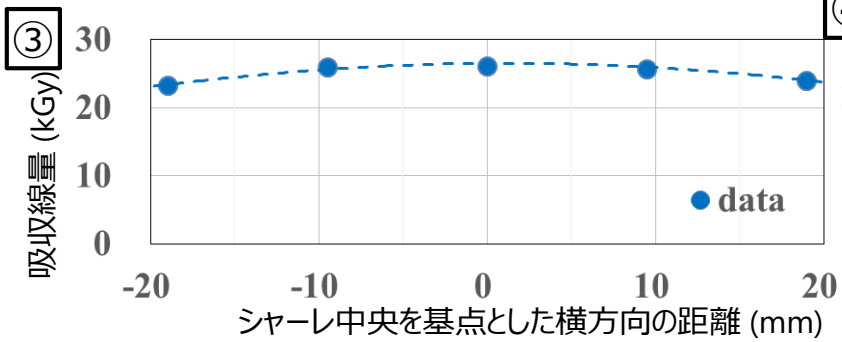
入力電源:	50または60 Hz単相交流220 V±10 %、4.2 A (実効値)
サイズ:	縦152 mm × 横499 mm × 奥行418 mm
重さ:	27 kg

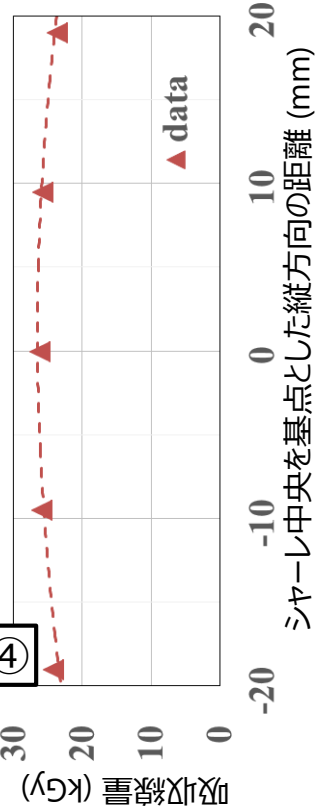
ITB電子線エミッタ吸収線量マッピング

シャーレに線量計を貼付 (②) し、ITB電子線エミッタで電子線を照射しました (①)。線量計解析の結果 (③、④)、平面に対して均一に電子線を照射できていることがわかります。

平面に対して均一に照射できます







OTB電子線エミッタ – フラット型エミッタ

e400f OTB

加速電圧	最大150 kV
ビーム電流	最大30 mA
ウィンドウ長	400 mm

入力電源:　50または60Hz三相交流208 V±10 %、18 A (実効値)
サイズ、重さ:　・コントローラー:　縦140 mm × 横490 mm × 奥行560 mm、25 kg
・高圧タンク:　縦220 mm × 横490 mm × 奥行670 mm、70 kg

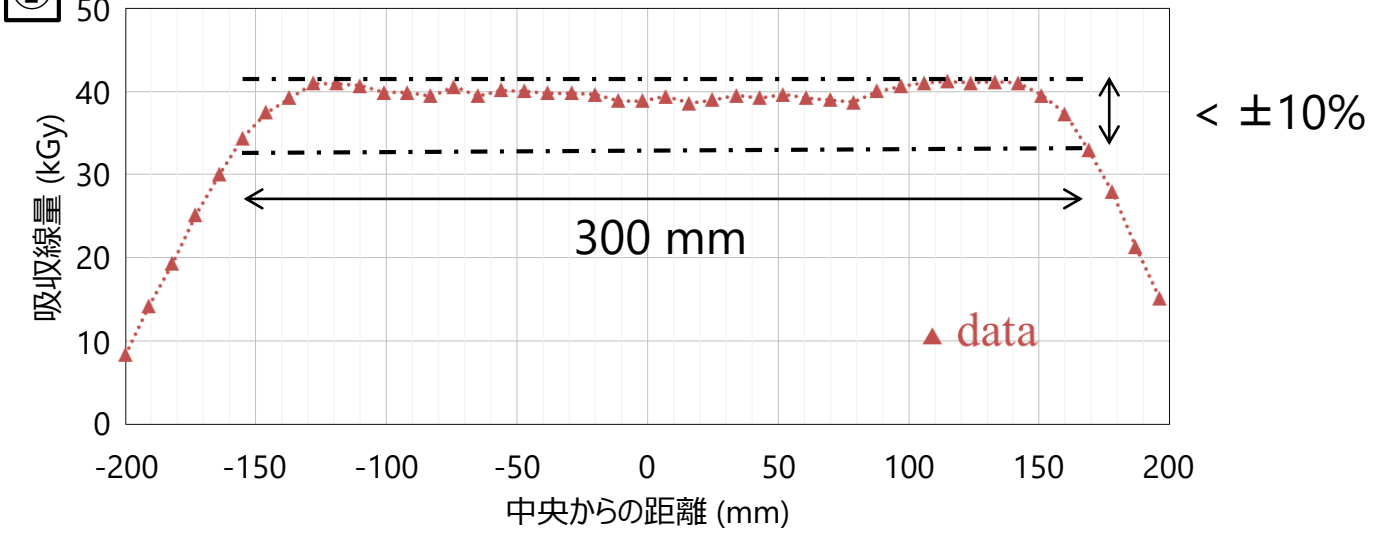
OTB電子線エミッタ吸収線量マッピング

Hitz
Hitachi Zosen

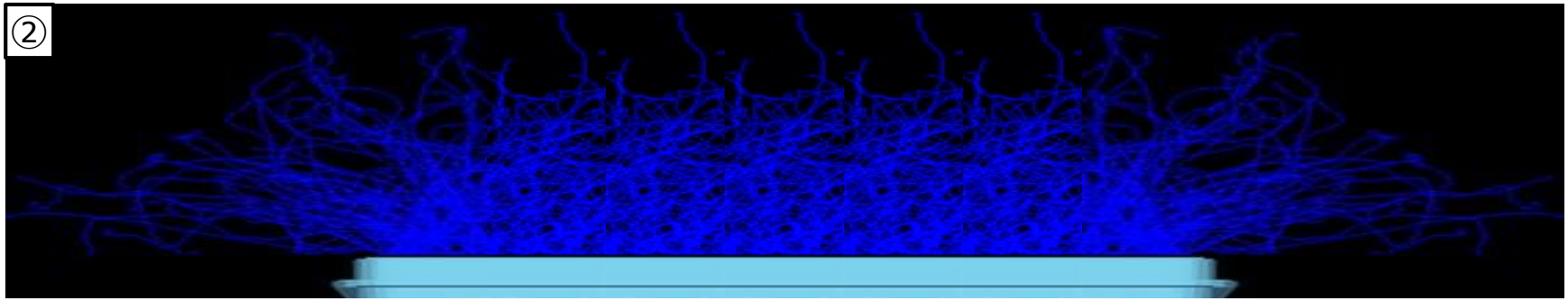
下図 (①) に示す通り、OTB電子線エミッタの長手方向の吸収線量プロファイルは300 mmに渡って±10 %以下の範囲に収まっており、均一な照射が可能であることがわかります。下図 (②) は、電子線照射を模写したものです。

長手方向の吸収線量プロファイルは300 mmに渡って±10 %以下

①



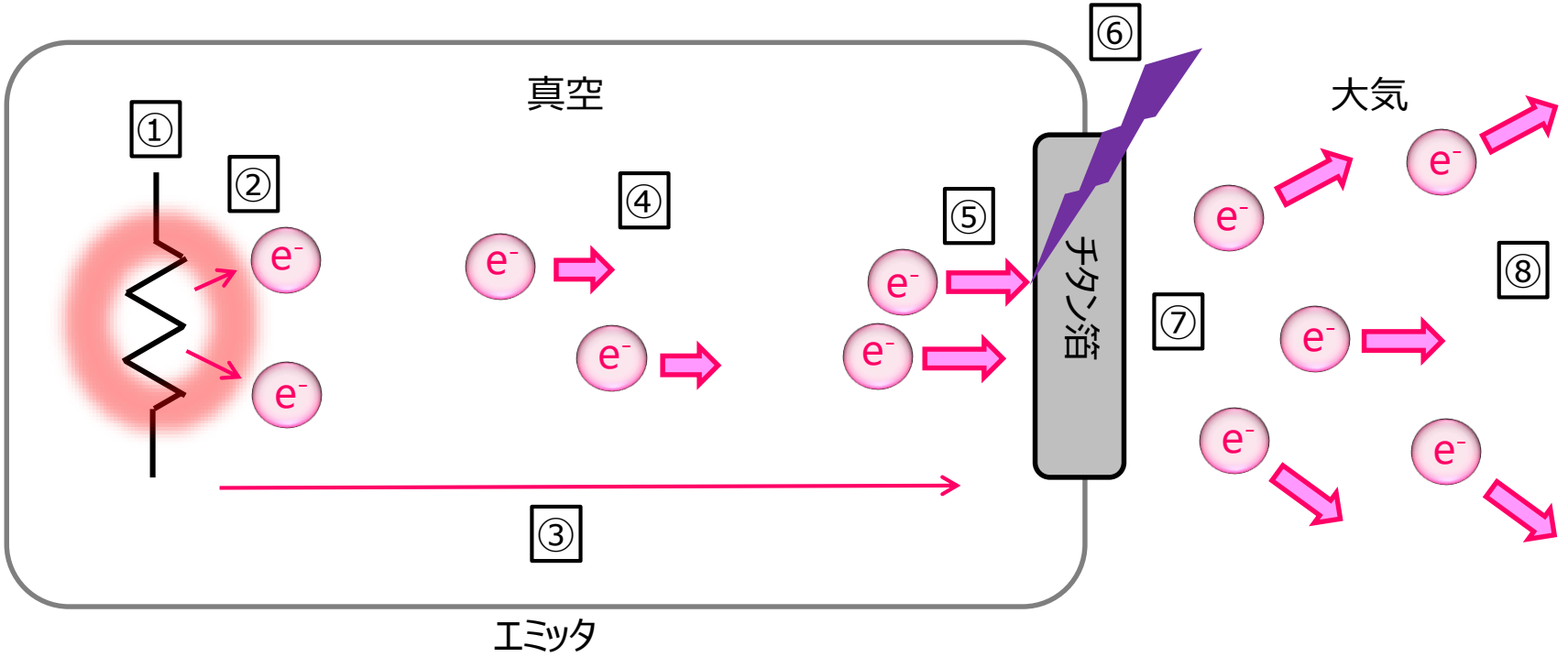
②



電子線生成のメカニズムとその応用

電子線の生成メカニズム

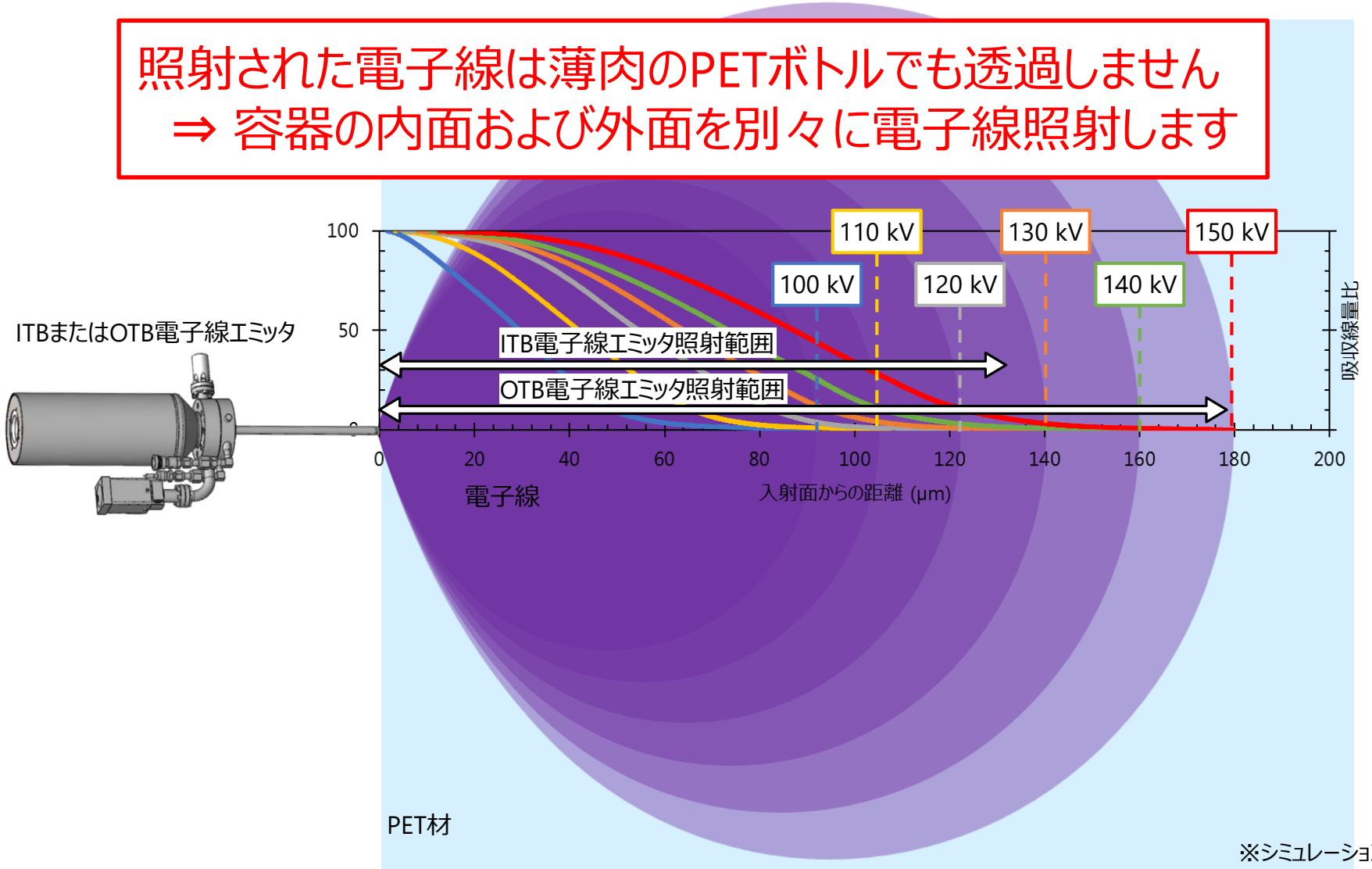
① フィラメントを加熱する。
② 複数個の熱電子が放出される。
③ 高電圧を印加する (例: 150 kV)。
④ 熱電子が高電圧によって一方方向に加速されて電子線を形成する。
⑤ 電子線がチタン箔に衝突する。
⑥ 衝突によってその電子のエネルギーを最大としてX線が発生する (例: 最大150 keV)。
⑦ 衝突した電子線の半分以上がエミッタの外に放出される。
⑧ 大気中に放出された電子線は空気分子と衝突しながら散乱する。



PETの電子の散乱距離と吸収線量

PET材近傍から電子線が照射された場合、電子線はITBで百数十、OTBで170 μm程度PET材内を減衰しながら散乱します。

照射された電子線は薄肉のPETボトルでも透過しません
⇒ 容器の内面および外面を別々に電子線照射します

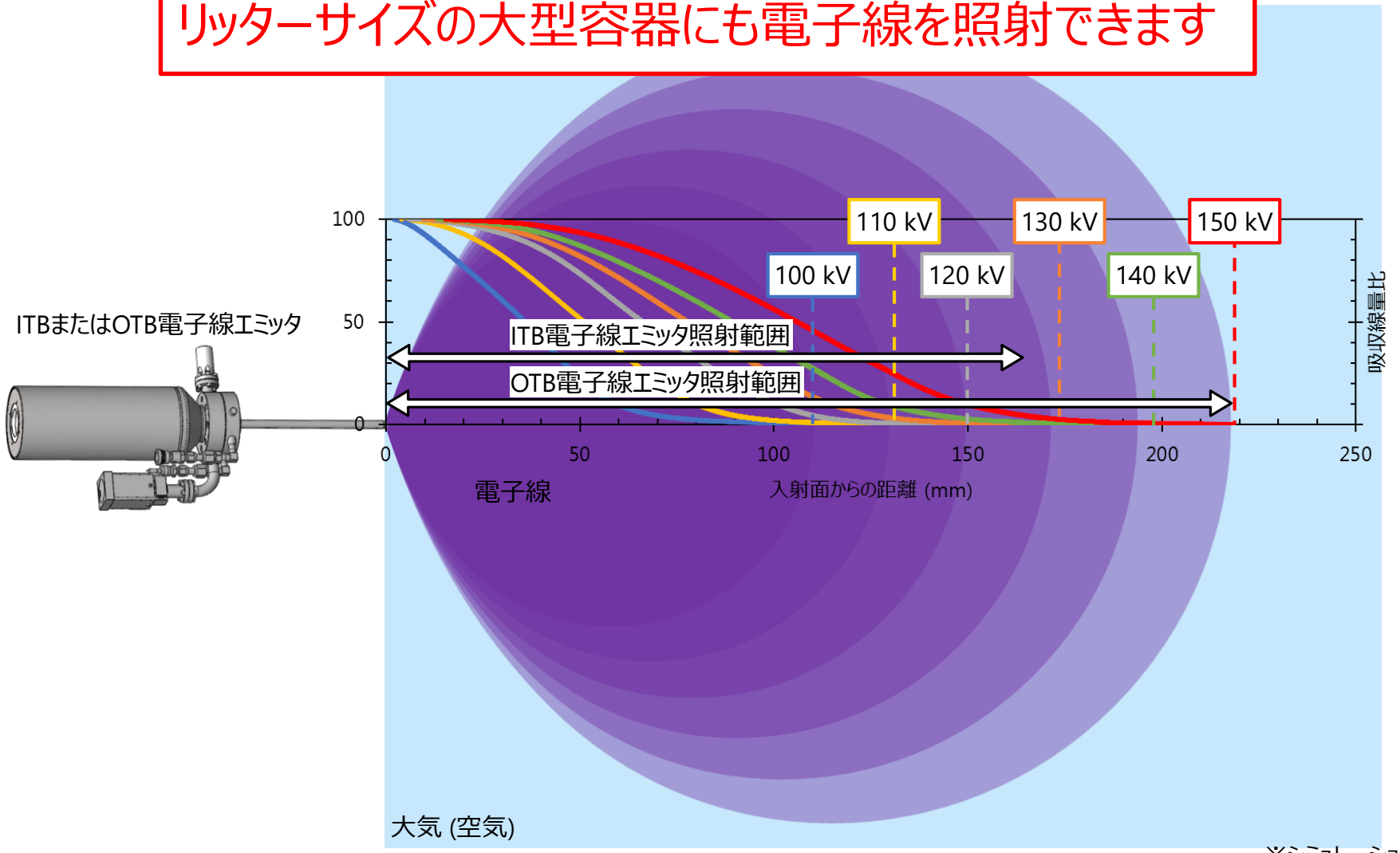


※シミュレーション結果に基づく

大気中の電子の散乱距離と吸収線量

大気 (空気) 中に照射された電子線は、ITBで160、OTBで220 mm程度大気中を減衰しながら散乱します。

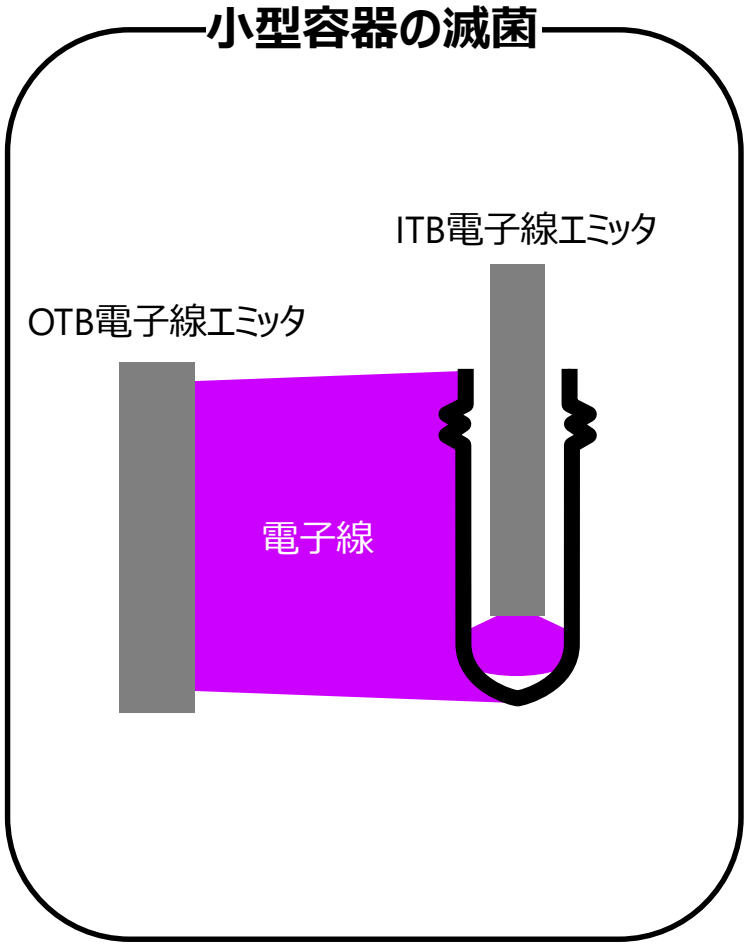
リッターサイズの大型容器にも電子線を照射できます

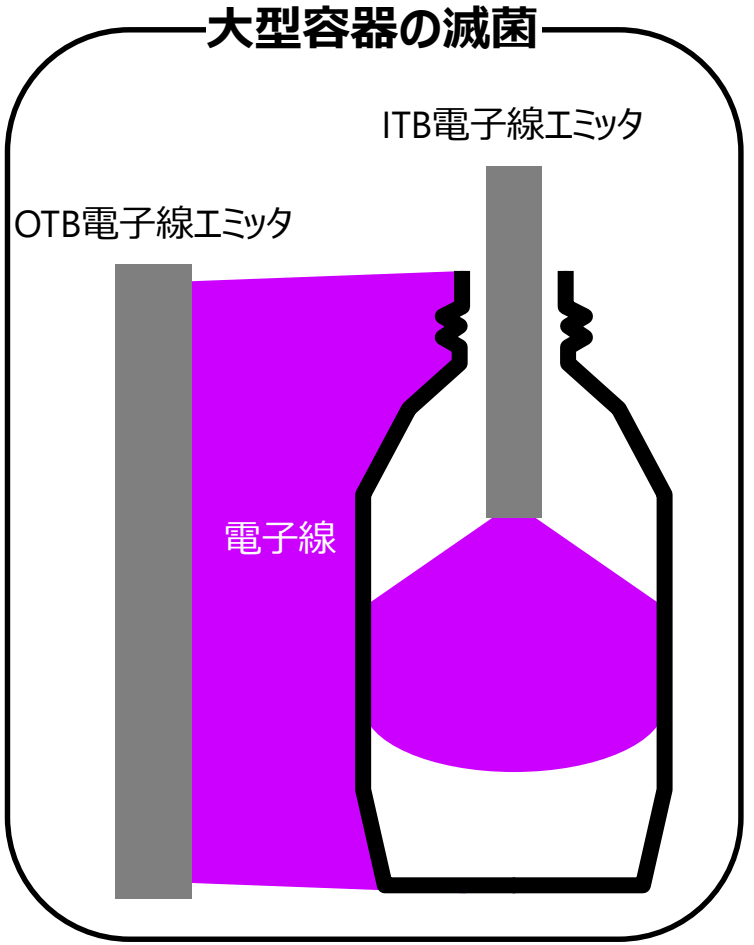


※シミュレーション結果に基づく

低エネルギー電子線滅菌

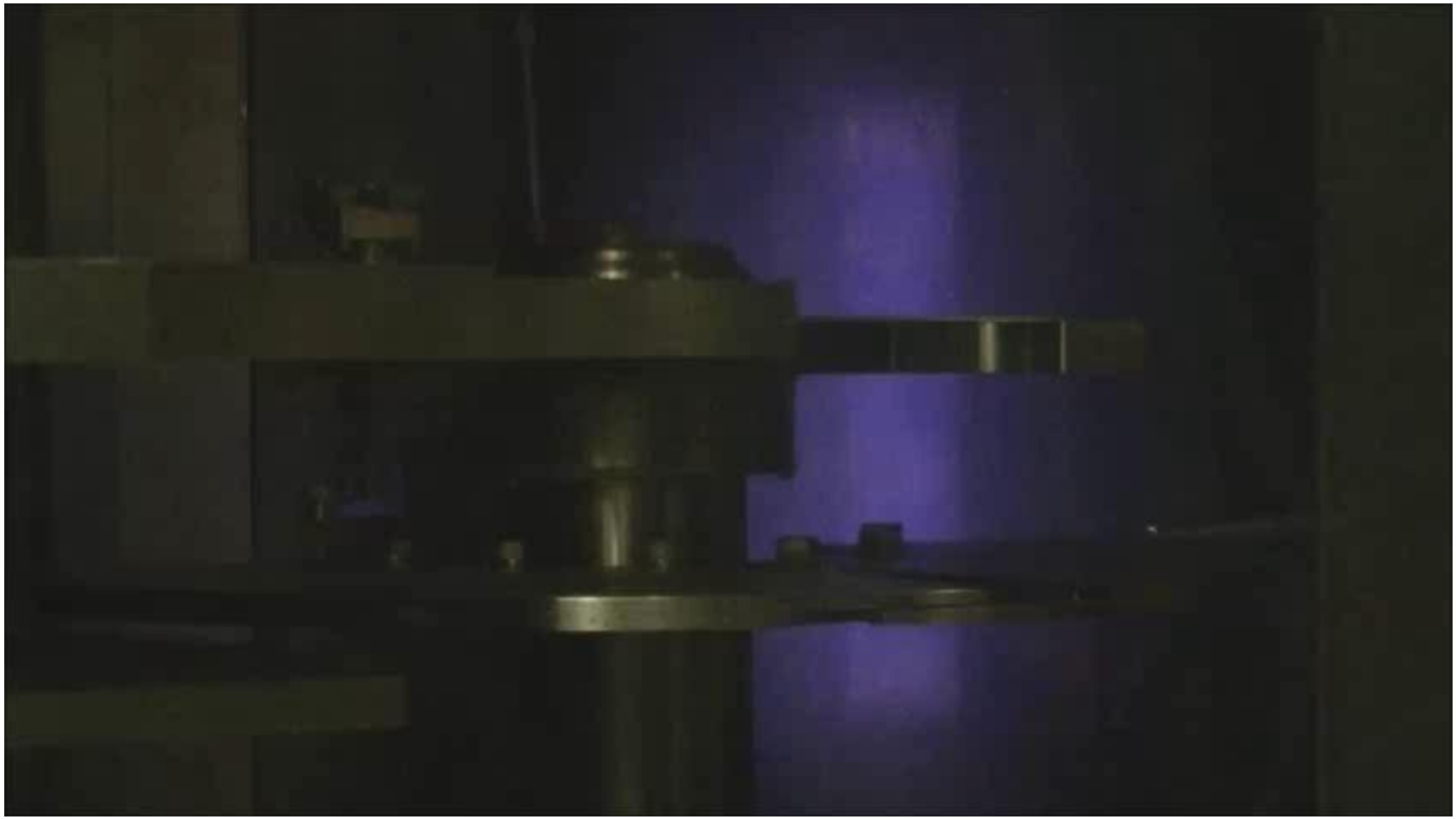
小型容器から大型容器まで同じ照射方法で滅菌





ボトル内面滅菌 – ITB電子線エミッタ

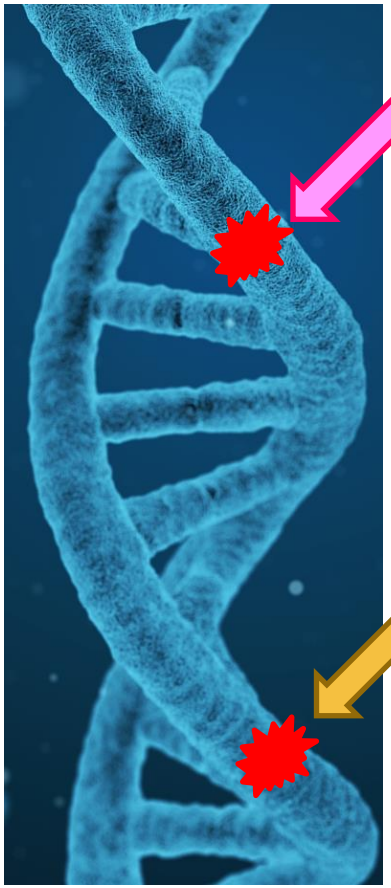
ボトル外面滅菌 – OTB電子線エミッタ



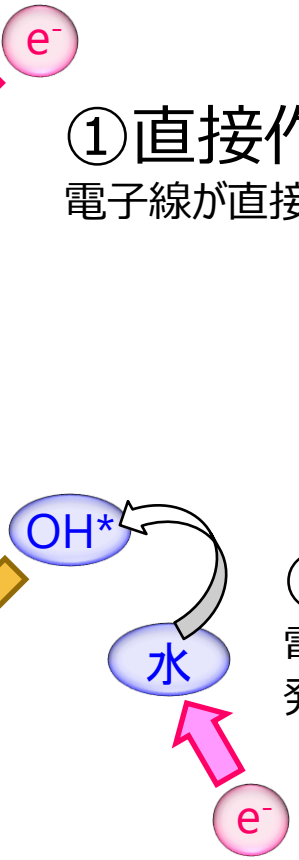
電子線による殺菌・滅菌とその効果

電子線滅菌のメカニズム

電子線は直接作用および間接作用で殺菌



DNAの拡大図



①直接作用

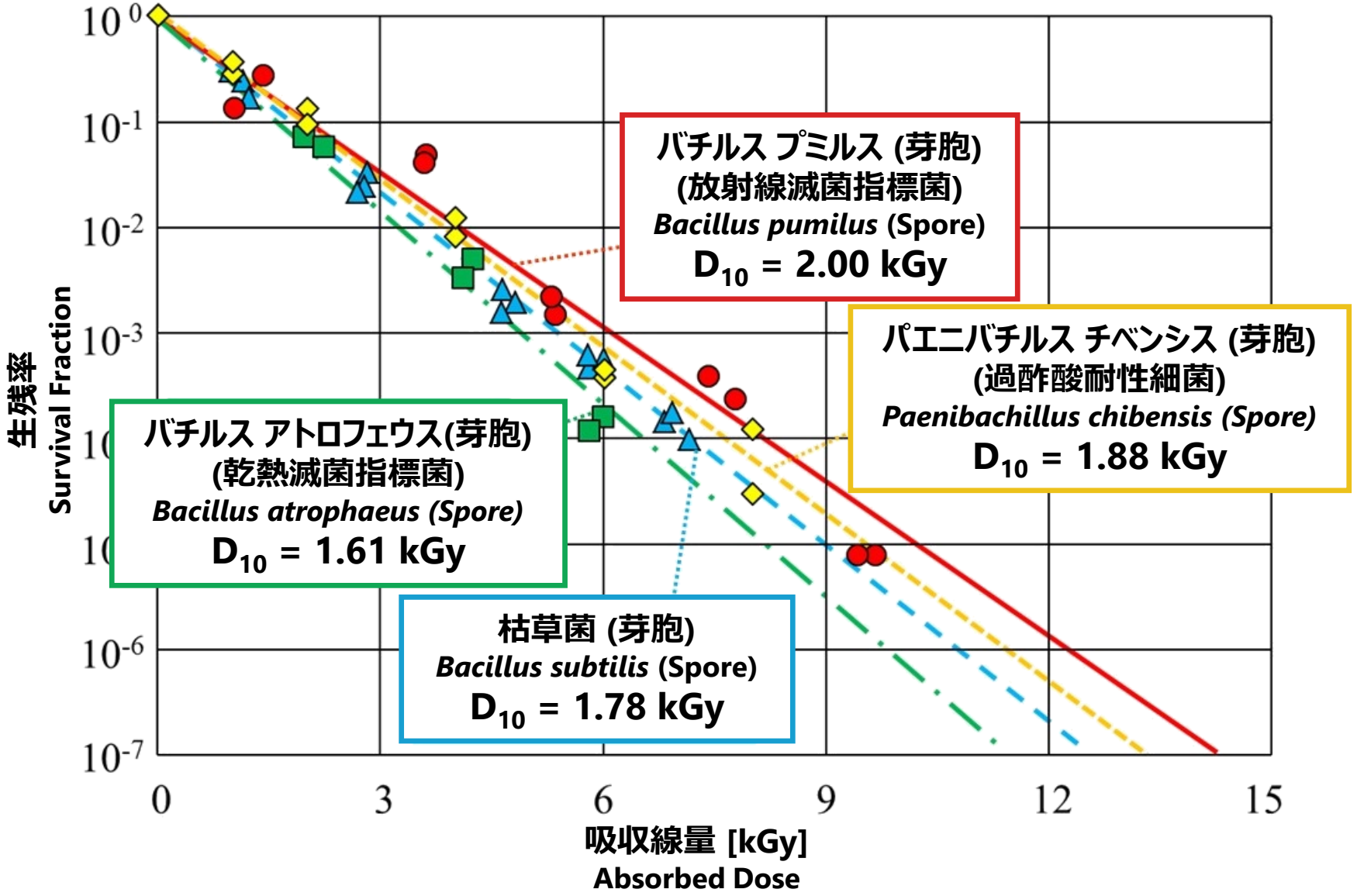
電子線が直接的に菌のDNAに照射されてDNAを破壊。

②間接作用

電子線が大気中の水分子などに照射されてOHラジカルなどが発生し、そのOHラジカルなどが菌のDNAを破壊。

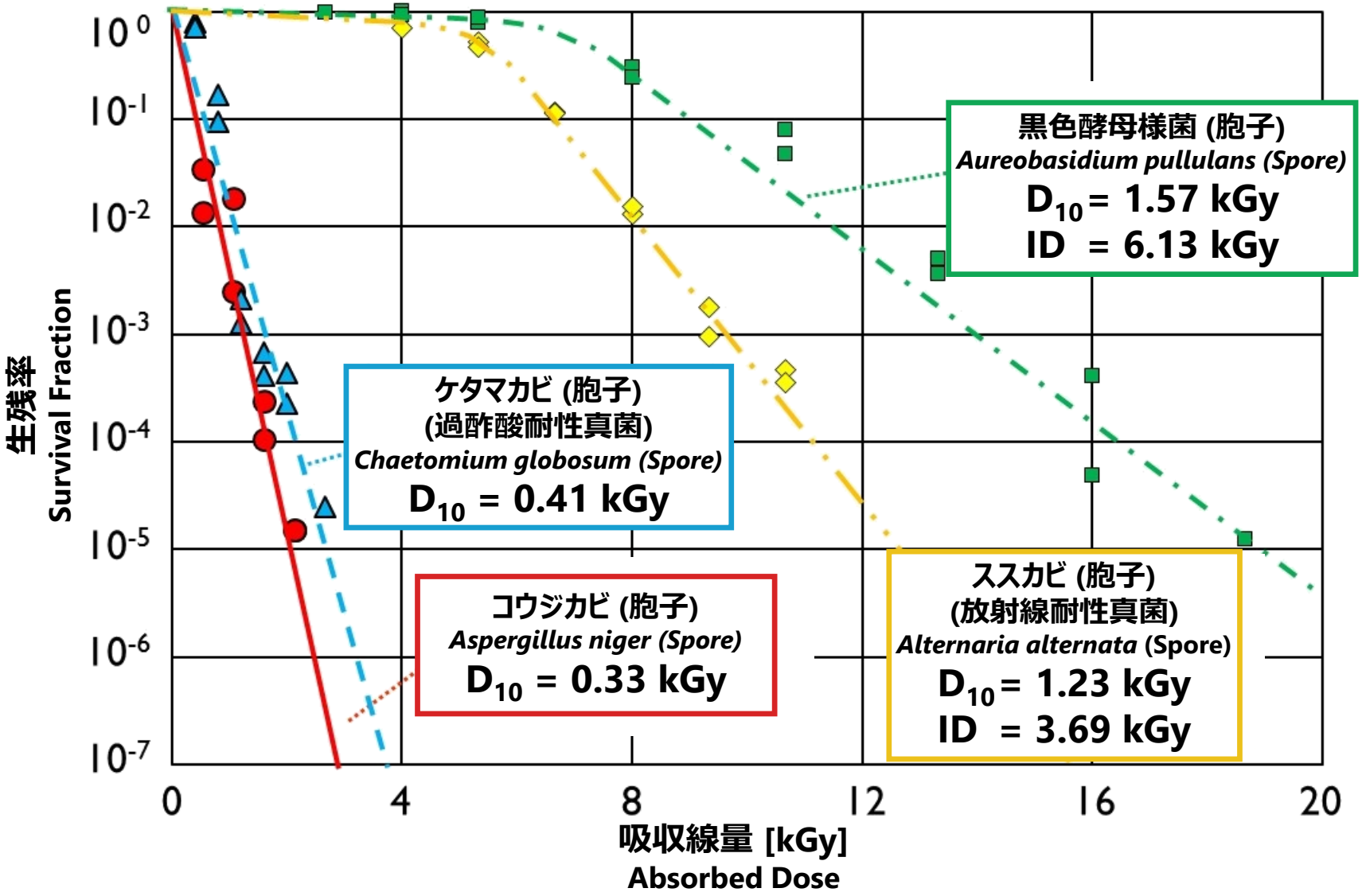
生残曲線 – 真正細菌

Hitzではさまざまな真正細菌に電子線を照射し、いずれの細菌においても滅菌が可能であることを確認しています。



生残曲線 – 真菌

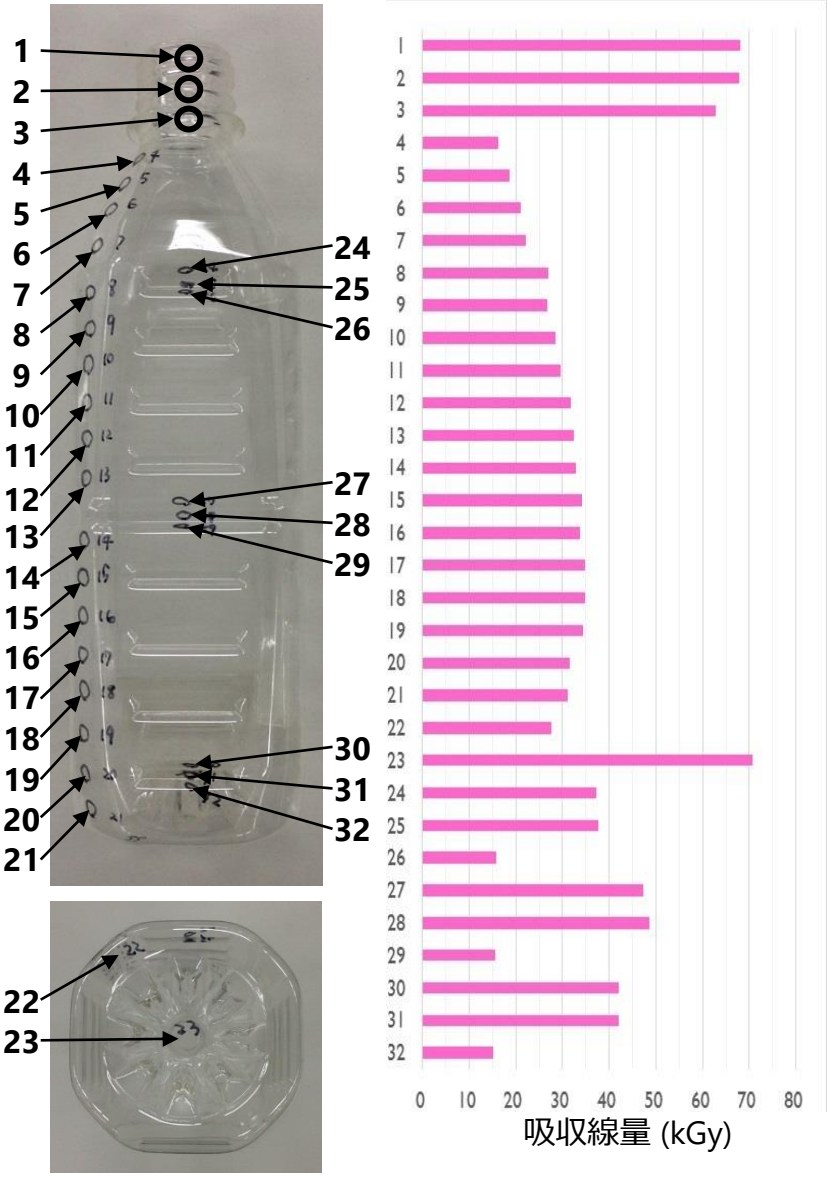
Hitzではさまざまな真菌に電子線を照射し、いずれの真菌においても滅菌が可能であることを確認しています。



吸収線量マッピング① – 内面照射

ITB電子線エミッタを500 mLのPETボトルに抜き差しし、代表的な例として合計1.7秒間で十分な量の電子線をボトル内面に照射することができます

PETボトル内面全体を短時間に滅菌



電子線照射の安全性

電子線照射による影響確認 – 材料・溶出試験 – 安全性

Hitz
Hitachi Zosen

照射直後

		5 kGy	10 kGy	15 kGy	25 kGy	50 kGy	100 kGy
材料試験	カドミウム	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)
	鉛	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)
溶出試験	重金属	適	適	適	適	適	適

照射3ヵ月後

		5 kGy	10 kGy	15 kGy	25 kGy	50 kGy	100 kGy
材料試験	カドミウム	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)
	鉛	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)
溶出試験	重金属	適	適	適	適	適	適

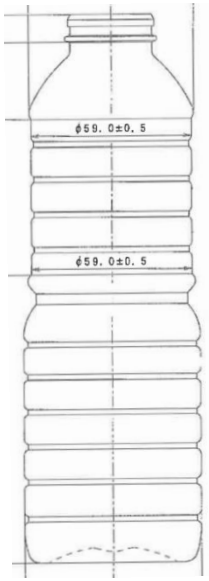
照射半年後

		5 kGy	10 kGy	15 kGy	25 kGy	50 kGy	100 kGy
材料試験	カドミウム	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)
	鉛	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)	適 (100 μg/g以下)
溶出試験	重金属	適 (1 μg/mL以下)	適 (1 μg/mL以下)	適 (1 μg/mL以下)	適 (1 μg/mL以下)	適 (1 μg/mL以下)	適 (1 μg/mL以下)
	過マンガン酸カリウム還元性物質	適 (10 μg/mL以下)	適 (10 μg/mL以下)	適 (10 μg/mL以下)	適 (10 μg/mL以下)	適 (10 μg/mL以下)	適 (10 μg/mL以下)

当社で電子線照射後、日本電子照射サービス株式会社にて材料・溶出試験を実施。

PET材・充填物への影響なし

電子線照射により5、10、15、25、50および100 kGyの吸収線量を与えたPETボトル自身およびボトルから溶出する法令等※で規制される有害物質を長期間に渡り調べた結果、電子線を照射しても安全性に問題がないことが確認されています。

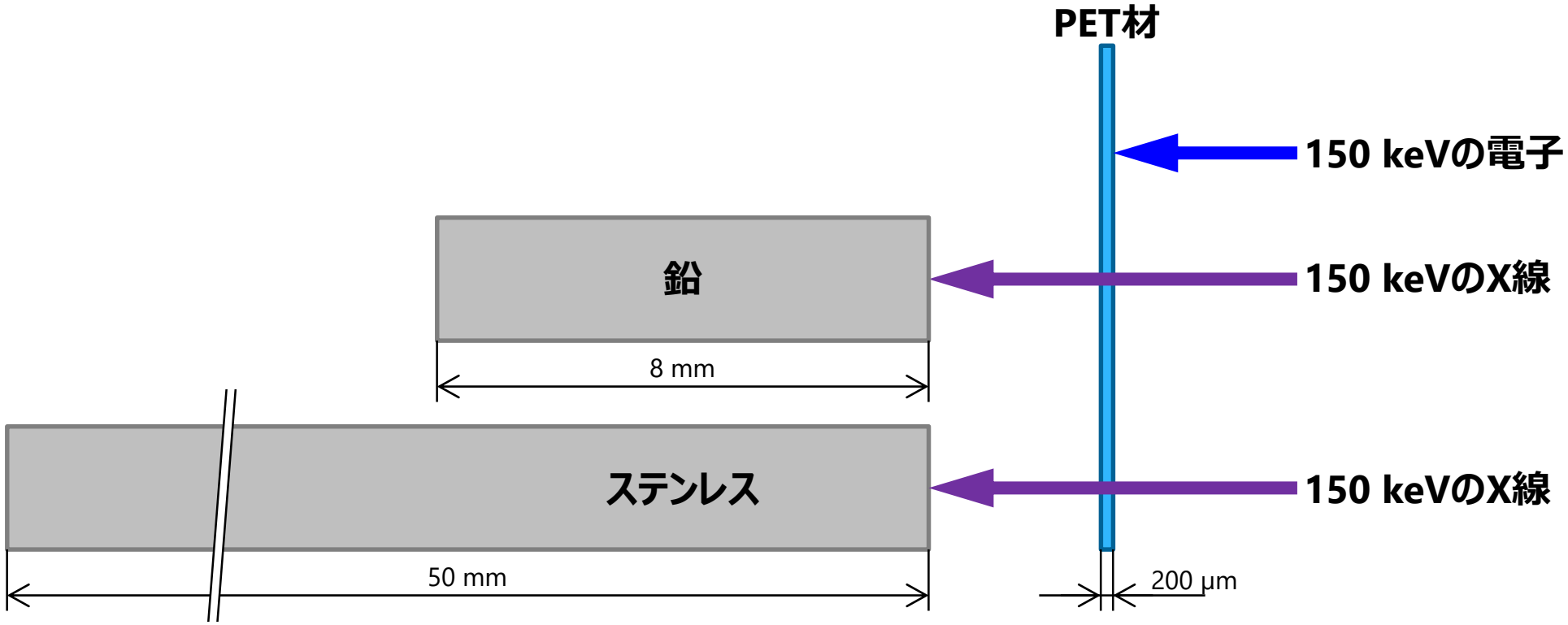


旧三菱樹脂社製500 mL PETボトル「WZ-500」使用

※食品衛生法
※食品、添加物等の規格基準

X線を適切な材料・厚みのシールドで遮断し、装置周囲の作業者の安全を守る

150 keVの電子は厚さ200 μm厚のPET材で遮断されますが、150 keVのX線は8 mm厚の鉛および50 mm厚のステンレスなどで遮断できます。



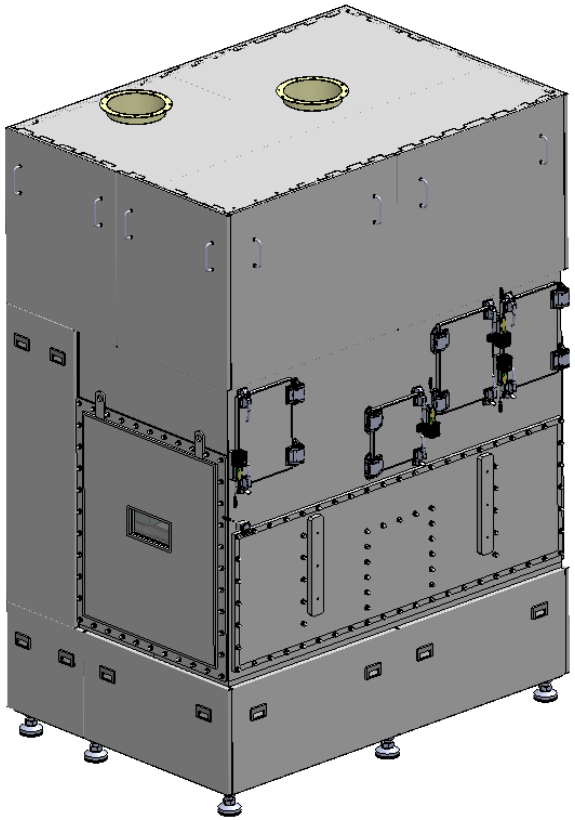
医薬向け電子線滅菌

項目	EB BOX	H2O2
滅菌/除染のレベル	Sterilization	decontamination
残留物	無	有(薬剤)
時間（専有時間）	１～５分	１時間
温度管理	無（非加熱）	要
温度依存の幅	無	５０～６０℃
対象物	樹脂、ガラス容器	
試薬に与える害 （温度、化学的）	無	有
バリデーションパラメータ	線量	温度、湿度、濃度
人体影響	無	無

「短時間滅菌」「常温滅菌」

「バリデーションパラメータ低減」

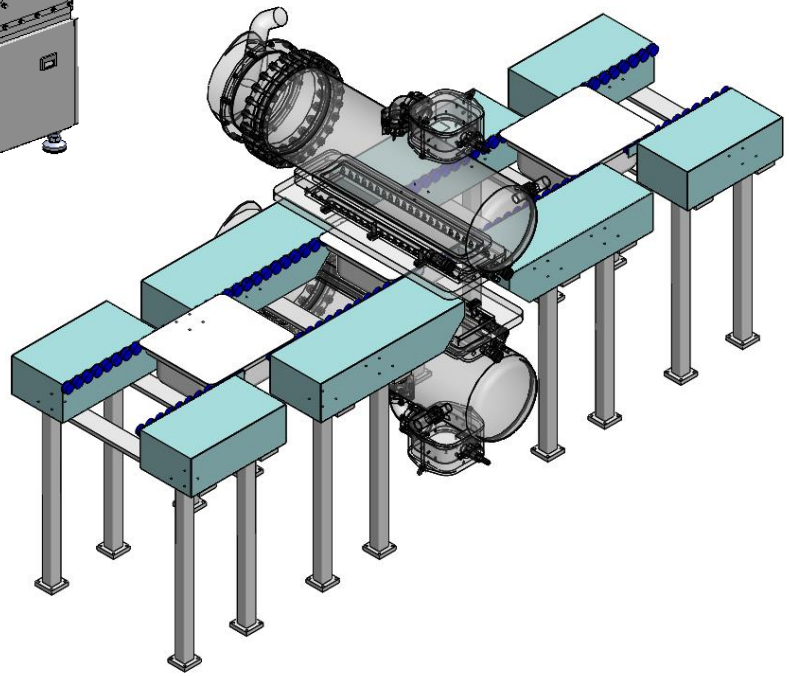
- 装置寸法・重量：W1520×D648×H2684mm, 約1100kg
- 照射対象サイズ（目安）：W100×D100×H100mm以下
  ＊サイズについては事前試験により別途協議
- 滅菌方法：電子線滅菌
- 処理時間：5分程度(電子線照射時間は数秒程度)
- 庫内過酸化水素除染機能付き
- HEPAフィルタ
- 過酸化水素・オゾンガス分解触媒
- 装置内環境グレードA相当実現可能

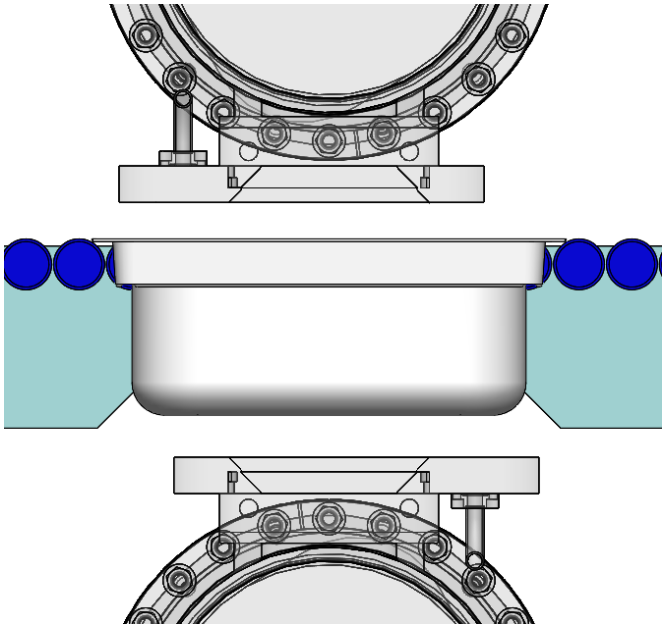


- 装置寸法：W1371×D1944×H2811mm

  ＊制御盤, 冷却チラーおよび空調システムの一部は含まない

- 装置重量：約5500kg
- 処理能力：2タブ/分





電子線照射試験設備のご紹介

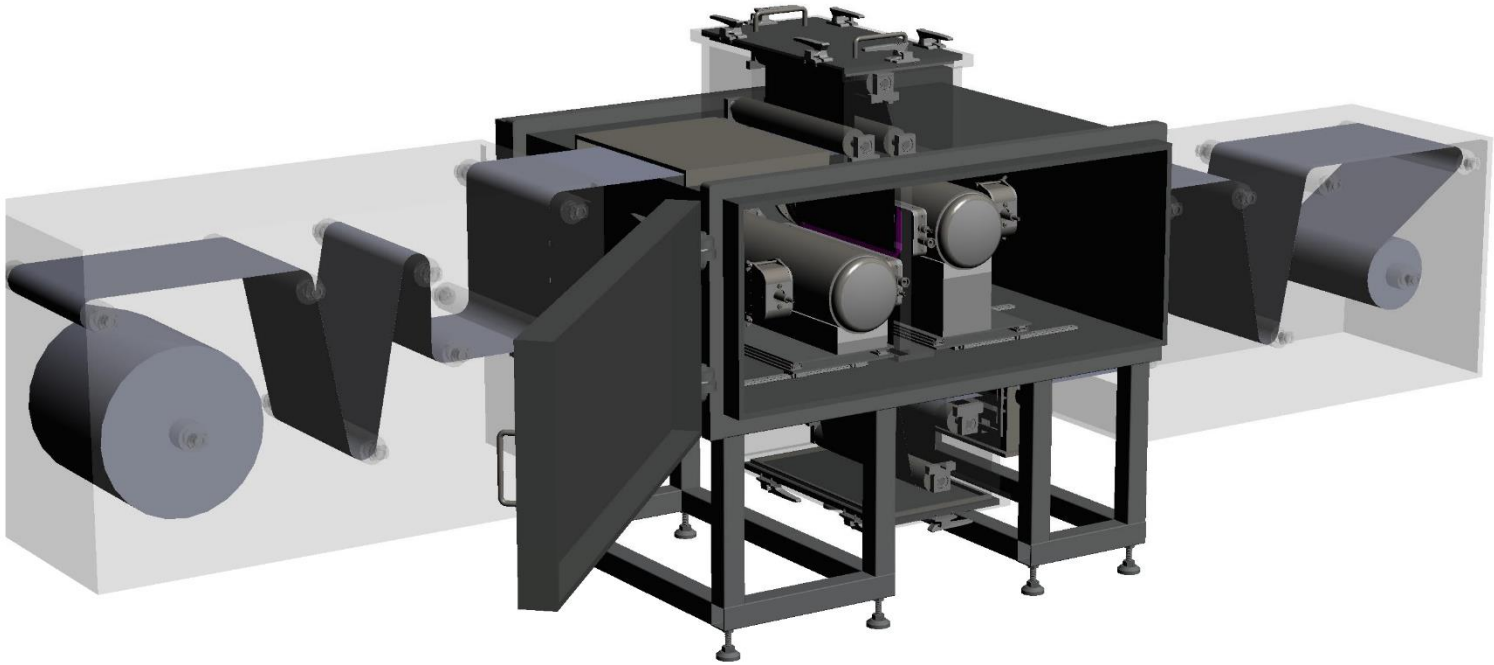
ラボ装置により事前の検証が簡単に可能

ITB電子線エミッタ最大3台、OTB電子線エミッタ最大1台を搭載できるテストボックスにはボトル昇降装置または一軸ロボットを取り付けることができ、多種多様な照射条件を検証できます。

必要なユーティリティー

1) **供給電源**：動力　AC200V±10%、3相、3.3kW、50Hz、C種接地
2) **最大負荷容量**：約3.3kVA
(最大電流 15A、装置ブレーカ容量 30A)
3) **その他**
冷却水、排気ダクト

ボトルへの照射以外に、シートへの照射も検証できるように計画をしています。



電子線エミッタの開発、設計、製造拠点

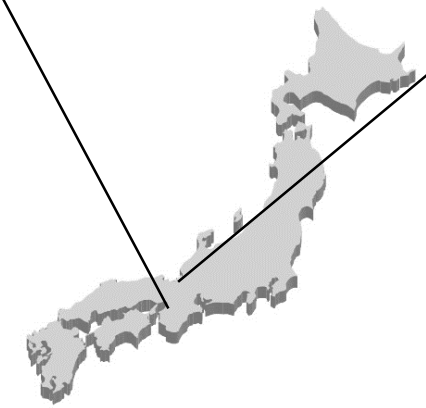
エミッタ・高圧電源・電子線照射装置の開発、設計、製造拠点

Hitz Hitachi Zosen

築港工場 (大阪市)

開発、設計、製造品目

- ITB電子線エミッタ
- ITB高圧電源
- OTB電子線エミッタ
- OTB高圧電源
- 電子線照射装置



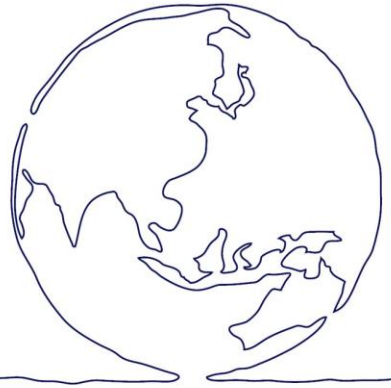
舞鶴工場 (京都府)

製造品目

- ITB高圧電源

精密機械センター

制御機器センター



地球と人のための技術をこれからも

日立造船はつないでいきます。かけがえのない自然と私たちの未来を。

Hitz
Hitachi Zosen
日立造船株式会社

機械事業本部
システム機械ビジネスユニット
食品・医薬機械営業部・設計部