

放射線利用・加速器利用について (産業利用分野のトピックス)

住重アテックス(株) SHI-ATEX

東京営業所 新規事業室 山瀬 豊
Yutaka.Yamase@shi-g.com

住重アテックス(株)のご紹介

(住重試験検査(株)と日本電子照射サービス(株)
が2017年統合設立した住友重機械工業グループ企業)

1. 事業概要

【愛媛県 西条本社】

西条工場において、所有する**加速器**(サイクロロン、バンデグラフ)を用いた、様々なサービス(工業利用)を提供。

国内で唯一、高エネルギーイオンの照射サービスを事業として実施。

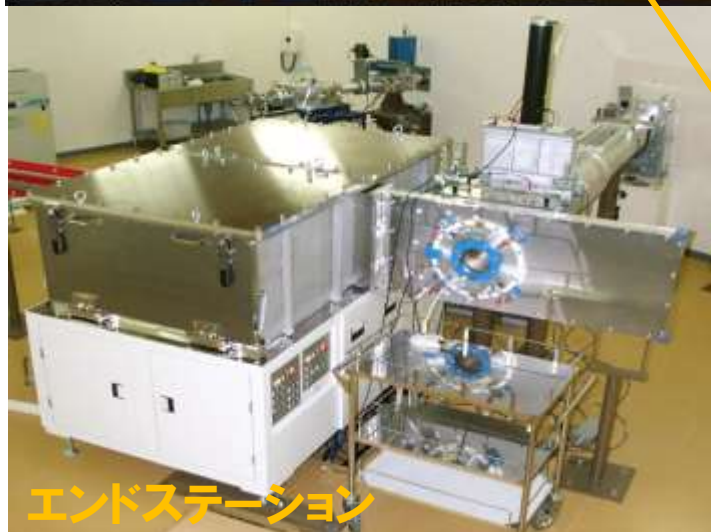
- ・ 半導体イオン照射(IIS)
- ・ 中性子ラジオグラフィ(NRT)
- ・ 薄層放射化磨耗測定(RTM)
- ・ ソフトエラー試験
- ・ 荷電粒子放射化分析(CPAA)
- ・ イオンビーム分析(PIXE、RBS、NRA)

【茨城県 つくばセンター、大阪府 関西センター】

つくばセンター、関西センターにて所有する電子線加速器(ダイナミロン)を用いたサービスを提供。

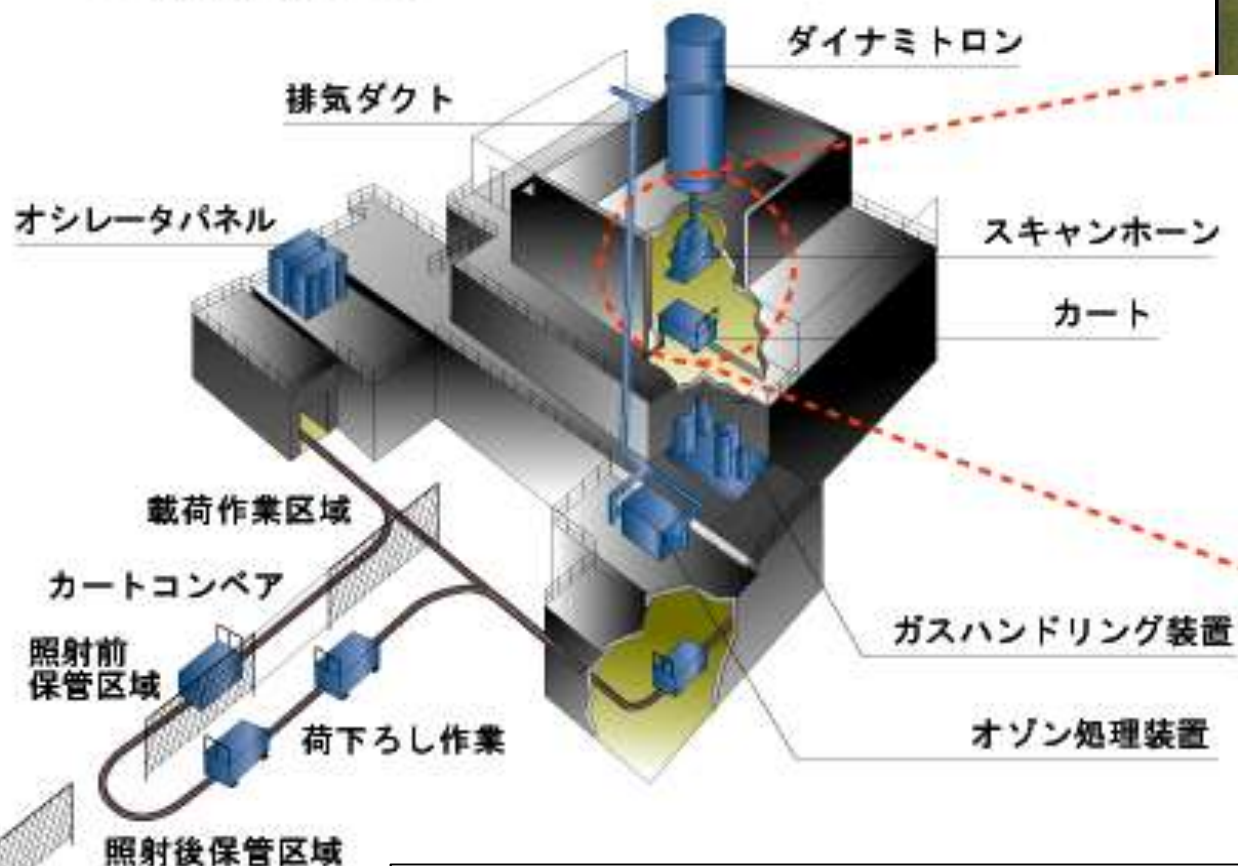
- ・ 半導体への電子線照射
- ・ 医療機器・医薬品等の滅菌・殺菌
- ・ 高分子材料の改質
- ・ 微生物試験、理化学試験、生化学試験

2. 当社所有の加速器設備（西条工場）



3. 当社所有の加速器設備（つくばC、関西C）

電子線照射設備



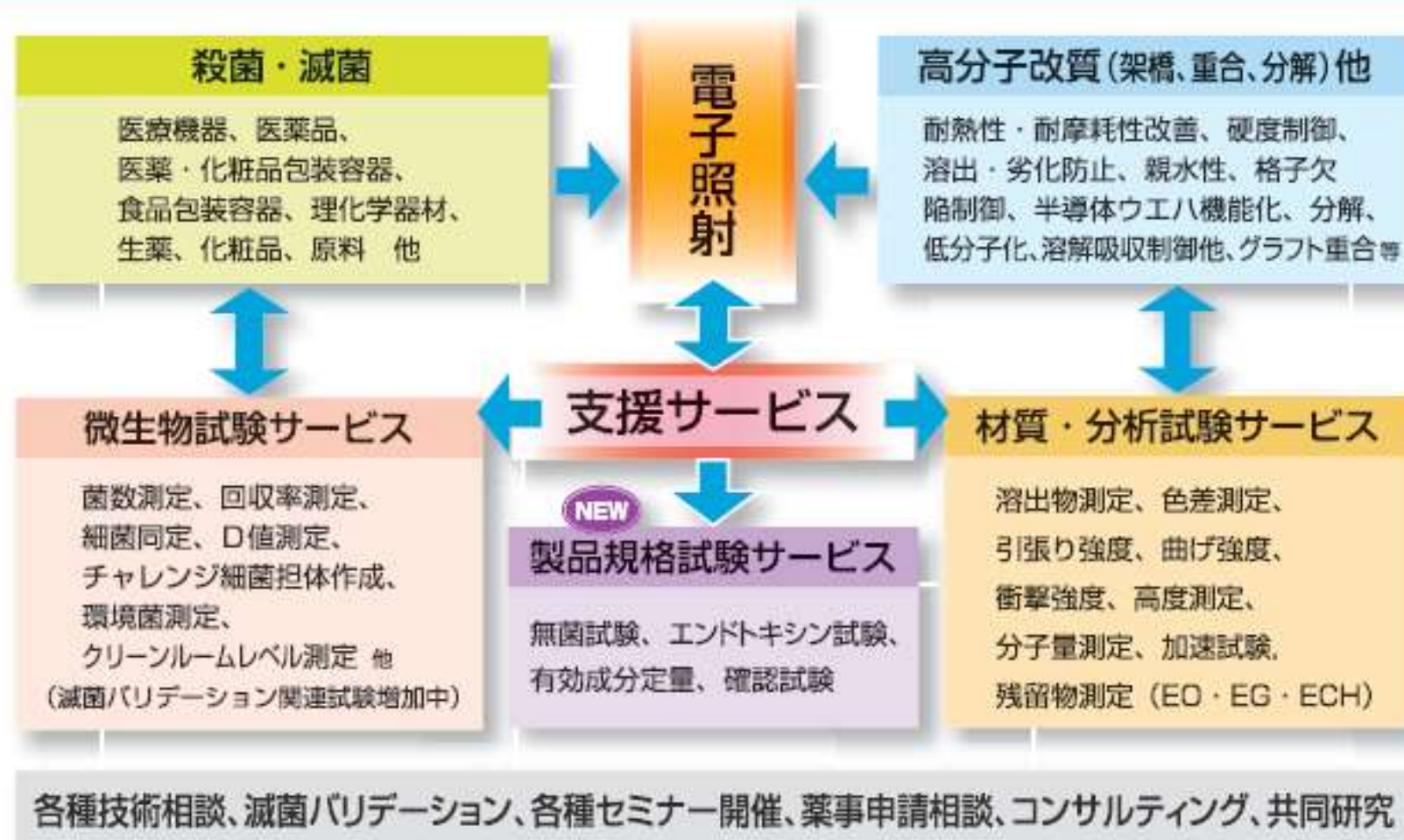
5MeV 150kw コッククロフトワルトン型 RDI社製



照射用カート寸法：
1500×1000mm

電子線照射事業

■ 当社サービス分野



顧客の製品をお預かりして(持ち込み)、保有する装置にて電子線を照射することで滅菌や改質を行う

産業利用における電子加速器 のエネルギー別 利用分野

電子線の加速エネルギー（加速電圧）の違い

電子照射装置の種類と用途

低エネルギー

～ 0.3MeV (300keV)

- 表面処理低
- 印刷キュア
- ラミネーション
- フィルム架橋
- コーティング
- 表面滅菌

150KeV

中エネルギー

～1MeV～

- 電線被覆
- ゴム予備加硫
- 高分子材処理
- 半導体改質
- 排ガス処理
- 滅菌

300KeV

400KeV

高エネルギー

5MeV～10MeV

- 滅菌
- 厚もの処理

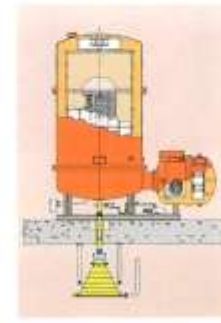
5MeV

10MeV

表面改質、殺菌等

樹脂・半導体 改質等

滅菌、樹脂・半導体 改質等



本日の目次

1. 電子線滅菌の動向

- ・国内の電子線滅菌誕生とその背景
- ・電子線滅菌事例
- ・無菌医薬品の電子線滅菌事例
- ・低エネルギー電子線によるPETボトル殺菌事例

2. 電子線架橋・硬化・分解改質の動向

- ・耐熱性改質 架橋改質の事例
- ・分解作用の応用事例
- ・低エネルギー電子線の表面改質事例

3. 電子線グラフト重合による機能化改質の動向

- ・消臭、発熱等の機能性繊維の活用事例
- ・細胞シート工学と機能性細胞培養容器事例

4. パワー半導体へ活用動向(イオンビーム、電子線)

5. 食品照射の国内課題と世界の動向

6. 放射線利用に関する提言

1.電子線滅菌の動向

- 国内の電子線滅菌誕生とその背景
- 電子線滅菌事例
- 無菌医薬品の電子線滅菌事例
- 低エネルギー電子線によるPETボトル殺菌事例

国内の電子線滅菌誕生とその背景

1989年より 住友重機械で 当時、産業用では世界最大出力の電子加速器をつくばに設置し、当時より 低温滅菌の主流であるが
有害性の高い **エチレンオキサイドガス(EOG)滅菌**からクリーンな**電子線による滅菌方法**を 研究提案、啓蒙活動を実施 (医療機器国内初承認は1991年)

WHO GMP テクニカルレポート資料編
第3部 補足ガイドライン P81より

エチレンオキサイド滅菌

17.71 滅菌には種々のガスや燻蒸剤が使用される。
エチレンオキサイドは、他に使用する方法が全く無い場合のみ利用すること。工程のバリデーション間に、このガスが製品に何の損傷も与えないこと。またガス除去の際の諸条件や時間については、残存ガスや反応生成物を製品あるいは材料の種類に応じて決められた許容限界以下まで減らし得ることを工程ノバリデーションで示すこと。……

(出典 1992年 WHO GMP 薬業時報社1993年

厚労省薬務局監視指導課過監修)

エチレンオキサイドの有害性、発がん性等も明確となり



- ・WHO GMP
- ・ISO10993-7 医療機器エチレンオキサイド残留ガス関連規格
- ・労働安全衛生法 (特定化学物質に指定)
- ・環境排出規制 地方行政
- ・有害化学物質の移動届け PRTR など国内外で使用に対する規制が高まった。

しかし、……

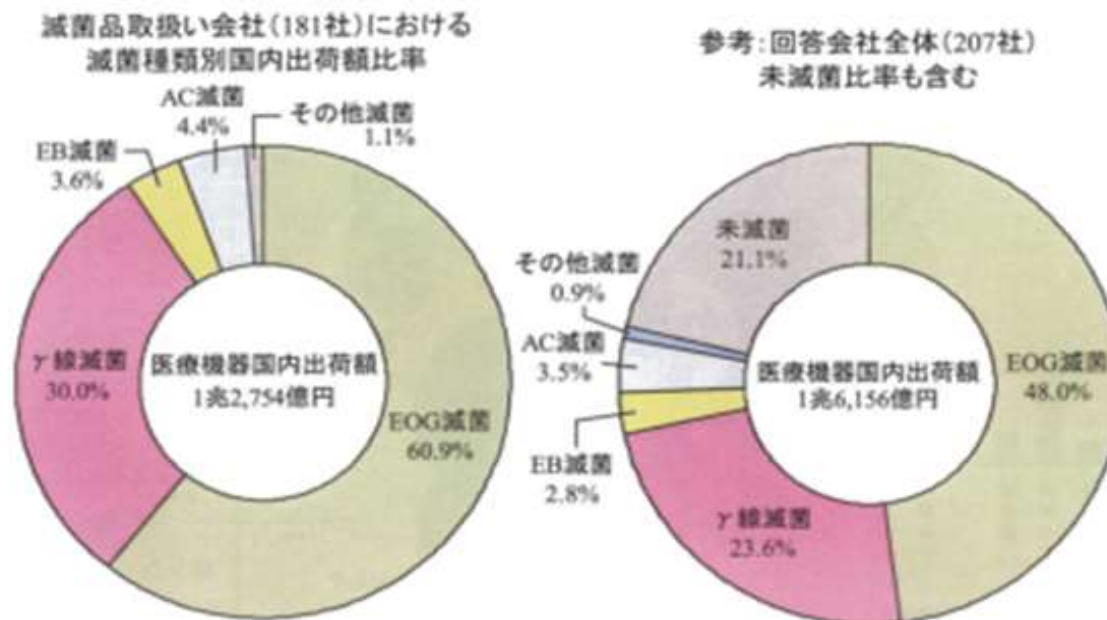
国内の電子線滅菌誕生とその背景

エチレンオキシドの使用に関する各規制が強化されたが、医療機器の滅菌法別の売上規模の統計2011年でも、依然としてEOG滅菌の使用が半数以上(売り上げ規模)と多いことがわかる

医療器材工業会 統計 2011年 (出典引用 医療器材工業会 統計2011年度より)

I-11. 滅菌種類別医療機器売上高比率

- 滅菌種類別売上高比率は、EOG滅菌が61%、γ線滅菌が30%で、両者で9割を占める。

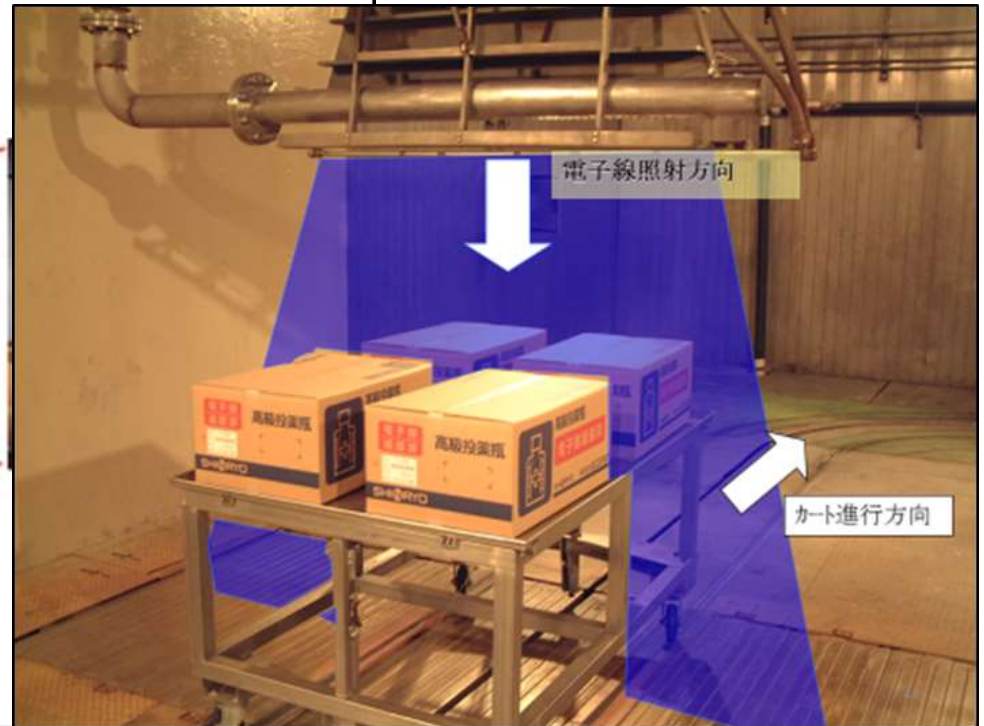
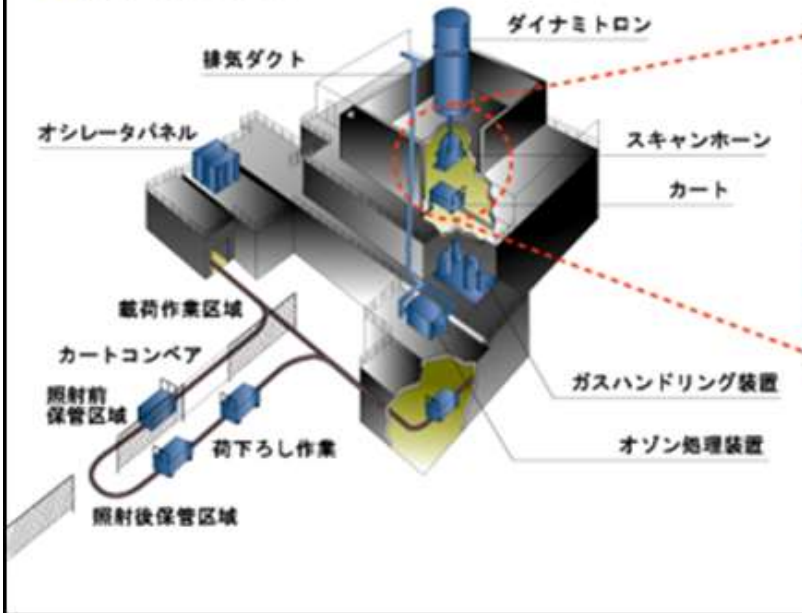


注. EB滅菌:電子線滅菌、AC滅菌:オートクレーブ(高圧蒸気)滅菌

電子線滅菌装置の事例 (住重アテックス つくばセンター)

電子線滅菌とは / 電子照射設備

■ 電子照射施設



長所 : 残留物が無い、低温処理、滅菌時間が実質数秒、物質を透過する。他

短所 : 設備が高価、大規模、放射線管理必要、材質により適さないものもある。

1.電子線滅菌の動向

- 国内の電子線滅菌誕生とその背景
- 電子線滅菌事例
- 無菌医薬品の電子線滅菌事例
- 低エネルギー電子線によるPETボトル殺菌事例

電子線滅菌事例 (医薬品包装容器等)



点眼薬、洗眼薬 容器

ロート製薬は、目薬容器等の滅菌に対して、20年以上前より業界で先駆け 従来のEOGからクリーンな電子線滅菌に切り替えた。
その後、各社各分野での利用が広がっている。



各社ドリンク剤のアルミキャップ部分



アルミキャップの照射梱包荷姿

電子線滅菌事例 (食品包装容器等)

容器、包装材等電子滅菌事例



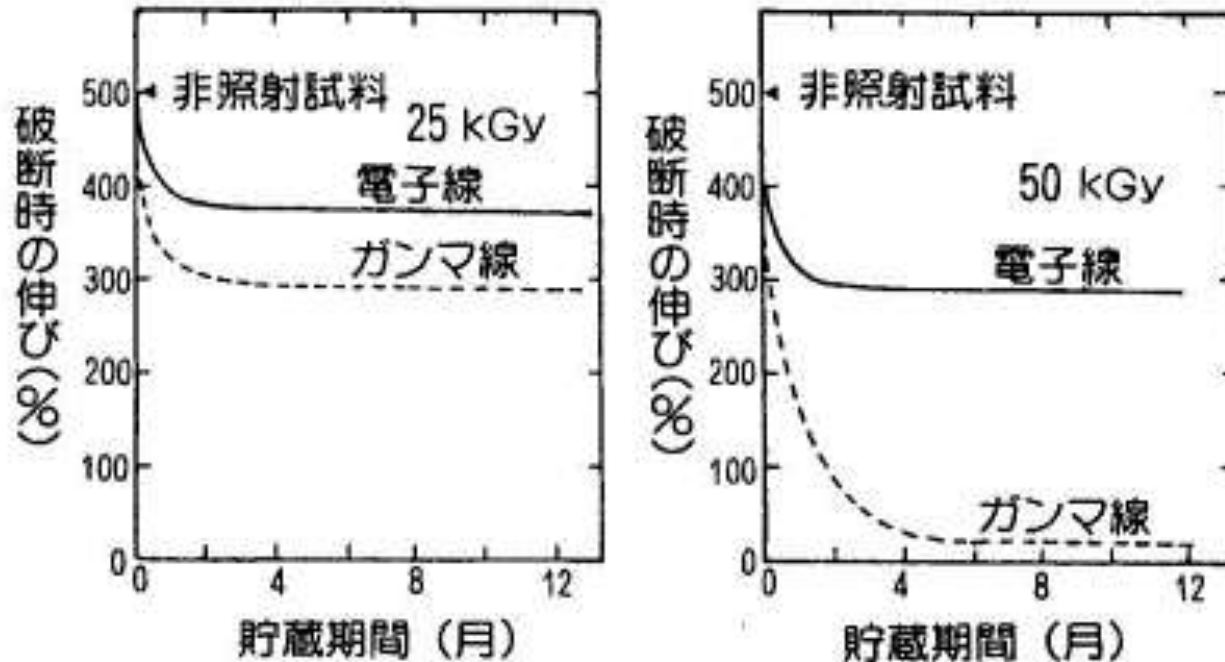
バッグインボックス



樹脂キャップ等

電子線滅菌時の素材影響 (ガンマ線と電子線の違い)

照射ポリプロピレンの破断時の伸びと 貯蔵期間の関係



日本原子力研究所第11回放射利用研究成果報告会講演要
旨昭和63年10年21日より抜粋

1.電子線滅菌の動向

- 国内の電子線滅菌誕生とその背景
- 電子線滅菌事例
- 無菌医薬品の電子線滅菌事例
- 低エネルギー電子線によるPETボトル殺菌事例

無菌医薬品の電子線滅菌事例-1

無菌医薬品(無菌製剤/点眼薬 ドライ系)の最終滅菌包装後の電子線による滅菌を、

2005年-2006年に委託者 千寿製薬、受託滅菌業者 弊社は、国内初承認を取得し、併せて 弊社つくばセンターは医薬品製造業を取得し無菌製造への電子線滅菌を開始した。

申請当初は、行政より医薬品へ電子線(放射線)照射することは、危険ではないのか? 本当に大丈夫なのか? と問われ、多くの試験データを要求された。

現在では、医薬品の国際的な審査の枠組みPIC/S GMP や 欧州医薬品庁EMAでは医薬品のろ過滅菌はリスクがあるとする一方、医薬品への最終放射線滅菌は無菌性保証のレベルはろ過滅菌より高いとしており素材的に問題がなければ有益な方法と考えられるようにまでなった。

無菌医薬品(液剤 消毒薬)の電子線滅菌 (2012年承認) & ドジメトリックリリース (2013年承認) 事例



スワブスティックシリーズに誕生
国内初 電子線照射によって薬液と綿棒の滅菌を実現しました。

滅菌綿棒 滅菌薬液

薬液のみならず、綿棒まで滅菌しており、より安心できる消毒処置が可能です。

厳密に感染対策が必要な場面で

主な使用シーン

- カテーテル挿入時の皮膚消毒に
- 硬膜外麻酔前の消毒に
- 腹腔鏡手術等の術野消毒に

Q&A 医療現場のご意見お聞かせください!

Question: ご使用いただいた感想は?

Answer: 伝達麻酔時の皮膚消毒に使用しましたが、綿の大きさ、柔らかさでは思い通りが良く、十分な広範囲で消毒効果が得られました。

Question: 滅菌製剤上の有効性は?

Answer: 綿棒まで完全に滅菌されており、滅菌手袋を装着して行う処置でも安心して使用でき、感染対策上も有効です。

Question: 総括をお願いします。

Answer: 現場での使用においても、使い勝手が良く好評と聞いています。製品全体に滅菌保証があり、より厳密な感染対策が必要な場面で有効に使用されていくのではないのでしょうか。

資料提供: リバテープ製薬 (株)

1.電子線滅菌の動向

- 国内の電子線滅菌誕生とその背景
- 電子線滅菌事例
- 無菌医薬品の電子線滅菌事例
- 低エネルギー電子線によるPETボトル殺菌事例

低エネルギー電子線によるPETボトル殺菌事例

大手飲料メーカーでは、低エネルギー電子線をPETボトルの殺菌工程に使用、薬剤殺菌の洗浄水の軽減、電力量の削減にも役立っている

『日本コカ・コーラ:電子ビーム殺菌による無菌ラインを新設』

「2010年12月 砺波工場のPETボトル飲料の電子ビーム殺菌による無菌ラインを新設・・・

500ml PETボトル 毎分600本の生産見込む・・・

コカ・コーラでは世界初、国内ではサントリーに次ぐ2つ目の導入・・・」

(出典:ジェイパックワールド 2011.06.23 記事 より)

『日本コカ・コーラの「い・ろ・は・す」工場に水使用実質ゼロを目指す』

「・・・従来の薬剤殺菌の洗浄水をゼロにできた上に

クリーンルームも不要となり殺菌工程全体の電力量を50%削減・・・」

(出典:日経 ESG経営フォーラム 2013.3.15記事より)

2.電子線架橋・硬化・分解改質の動向

- 耐熱性改質 架橋改質の事例
- 分解作用の応用事例
- 低エネルギー電子線の表面改質事例

耐熱性改質 架橋改質の事例

従来より、電線被覆の耐熱性向上、ラジアルタイヤの電子線架橋(網目構造化)は盛んに実施されている。

近年、欧州RoHS対策等で鉛フリーハンダにより、電気回路基板、パーツ等がより耐熱性が必要とされている。

そこで 近年、加工性の良い熱可塑樹脂(ナイロン等)を成型後に熱硬化樹脂レベルの耐熱性付与し、リフローハンダプロセスに対応するための電子線架橋も実施されつつある。

また、架橋ナイロン等による樹脂性能を向上させた利用もさせている。

電子線 照射樹脂改質(架橋)による機能性化事例

住友電工ファインポリマー(株)HP製品情報より 使用了解済

テリククの製造工程

TR-15074

特殊コンパウンド

射出成形

電子線照射

樹脂(高分子)

架橋成分

架橋しない

架橋可

成形品

金型

e^-

架橋

- ・照射の効果：形状保持（融点以上）、耐久性向上
- ・照射方法：梱包したまま照射可能

電子線 照射樹脂改質(架橋)による機能性化事例

住友電工ファインポリマー(株)HP製品情報より 使用了解済

SUMITUBE®

スミチューブ (熱収縮チューブ)

電子線照射によるプラスチックの形状記憶効果を応用した熱収縮チューブ

主原料はポリオレフィン、フッ素系ポリマー、熱可塑性エラストマーなど。

家電・電子機器、自動車、航空機などの分野において、電線・ハーネスの結束、耐熱保護、絶縁保護などの幅広い用途に使用されています。

○ テラリンク®S

▶ カテゴリー一覧

テラリンクは成形品に電子線を照射することによって架橋する熱可塑性のエンジニアリングプラスチックです。
摺動グレードのテラリンクSは摩耗量や摩擦係数が小さく、疲労強度が高いため、市販のナイロンやPOMに比べて、長寿命になります。また、設計時に歯幅を薄くでき、省スペース化をはかることができます。



特長

- ・摩耗量や摩擦係数が小さく、摺動性に優れます。
- ・疲労強度が高く、市販材に比べ長寿命になります。
- ・歯幅をナイロン66やPOMに比べ1/3程度に薄くできます。

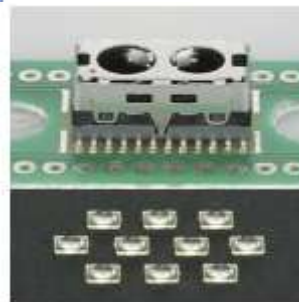
主な用途

- ・ギア、ワッシャー、スライダ等の摺動部分

○ テラリンク®T

▶ カテゴリー一覧

テラリンクは成形品に電子線を照射することによって架橋する熱可塑性のエンジニアリングプラスチックです。
透明グレードのテラリンクTは透明で半田リフロー耐熱性を有し、量産性に優れた射出成形が可能です。
レンズ等の光学設計も可能で、耐熱グレードと組み合わせた二色成形や金属リードフレームのインサート成形も可能です。



特長

- ・透明性に優れ、650nm以上の波長に対応します。
- ・耐熱性に優れ、非鉛リフロー(260°C)による表面実装に対応します。
- ・射出成形が可能で、量産性に優れます。
- ・二色成形が可能で、レンズの組み立てコストを低減できます。
- ・光学設計に対応します。

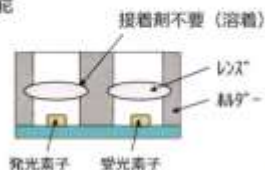
電子線 照射樹脂改質(架橋)による機能性化事例

住友電工ファインポリマー(株)HP製品情報より 使用了解済

透明耐熱テラリンクの特長

TR-15042

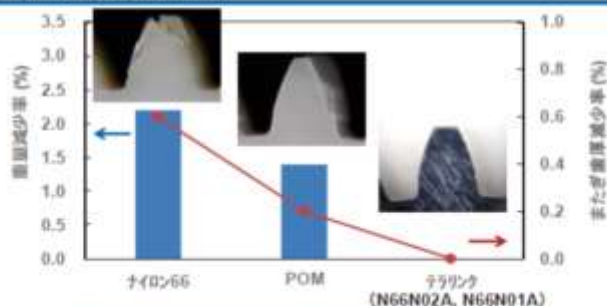
- 耐熱性に優れる
 - ・鉛フリー半田リフロー (260℃) に対応→SMD型デバイスに適用
- 赤～赤外域における透明性に優れる
 - ・600nm～1100nmで透過率90%以上*
 - ※室温、2mmt アレット, Grade:TPN10A
- 射出成形が可能で、精密性や量産性に優れる
 - ・非球面レンズやフレットレンズに対応
 - ・シリコンやEpoxy樹脂より低コスト
- 二色成形によるレンズ/基板一体成形が可能
 - ・レンズ/基板の接着剤不要
- 光学設計に対応



キア疲労試験 (樹脂 vs 樹脂)

TR-15074

形状	径×厚	規格	歯数	材料	
試験キア	平歯車	1	5mm	30	ナイロン66, POM, テラリンク(N66N02A), テラリンク(N66N01A)
相対キア	平歯車	1	5mm	31	同上
試験条件	ISO3281-04(歯面荷重4.5N/mm), 616rpm(1分1回転歯速60m/分), 無潤滑で100時間回転				
測定項目	重量, 表面粗度, 目視観察				



ナイロン66やPOMに対し、耐摩耗性に優れる。

透明耐熱材料ハンチマーク

TR-15042

材料名	熱可塑性樹脂			熱硬化性樹脂		無機
	テラリンク	アクリル (PMMA)	ポリカーボネート (PC)	Epoxy樹脂	シリコン	ガラス
材料費	△	○	○	△	△~×	-
金型(費用・納期)	○	○	○	×	×	-
射出成形	○	○	○	×	×	×
リフロー耐熱 (260℃)	○	×	×	○	○	○
リフロー後透過率 (2mm 650nm)	○	×	×	○	○	○

テラリンク：熱可塑性樹脂の長所 (成形性、コスト) とリフロー耐熱性 (260℃) を両立

電子線と 新素材SiC繊維 について

『航空業界の将来を左右する新素材「SiC繊維」日本カーボンと宇部興産にしか作れない』

出典引用 : 東洋経済オンライン 田宮寛之 2018.1.16 より

日本発の新素材が航空業界の将来をも左右しそうだ。その新素材とは **炭化ケイ素(SiC)繊維**。炭素とケイ素の化合物を繊維化したものだが、軽量かつ高強度で、耐熱性にも優れている。

世界で製造できるのは日本カーボンと宇部興産の2社だけで、
米国化学大手ダウケミカルや米国ガラス大手コーニングなどは途中で開発を断念した。

炭素繊維の100倍という価格が課題

関連機器も動き始めた。住友電工傘下の電力機器メーカー、日新電機の子会社である NHVコーポレーション は電子線照射装置を製造している。この装置でSiC繊維に

電子線を照射するとSiC繊維の耐熱性・強度・耐久性が向上する。特に耐熱性は従来のSiC繊維よりも500度アップする。(1800°C~)

2016年には日本カーボンとGE、サフランの合併会社向けに納入し、米国の航空機用部品メーカーからも受注した(同社は米国企業名と受注額を非公開)。

2.高分子架橋・硬化・分解改質の動向

- 耐熱性改質 架橋改質の事例
- 分解作用の応用事例
- 低エネルギー電子線の表面改質事例

分解作用の応用事例

分解反応



PTFEの分解 特性を利用

PTFEに高線量照射
(低分子化)



機械的粉碎処理



超微粉末



インク、塗料、オイル
の潤滑剤

2.高分子架橋・硬化・分解改質の動向

- 耐熱性改質 架橋改質の事例
- 分解作用の応用事例
- 低エネルギー電子線の表面改質事例

低エネルギー電子線の表面改質事例

EB テクノロジー

EB Technology

EB(電子線)照射により形成された架橋密度の高い強靱な塗膜が、曇り傷・汚れ・日光に強い表面性能を実現しました。

ウレタン(熱硬化型)やUV(紫外線硬化型)コーティングでは困難な実用性・高実用性を有しています。また、製造工程での省エネルギー化やCO₂削減、新築用施工が可能な安全で環境負荷の少ない、クリーンなコーティング技術です。



EBとは?

「EB(イービー)」=「Electron Beam(電子線)」は、電子の流れのことです。
*UV(紫外線)の約1000分の1のエネルギーです。

EB硬化イメージ

コーティング樹脂(液体)にEB(電子線)を照射することで、分子が架橋、一方で溶剤が揮発(固体)が得られます。



EB-F

手で触れ、足踏んで歩く。常に人と接するからこそ、その表面には質を使いたい。人にやさしく、未来まで美しく。DNP独自の技術「EBテクノロジー」で、空間に優しい塗膜をつくりだします。

- 強靱な塗膜で、曇り傷、汚れ、日光に強いEBコーティング塗膜
- 床下不通の汚染を防止する高機能エンボス付ステレオフィイルム
- 床裏にゲインを確保する不燃耐燃塗膜
- 青色ハイステレオフィイルム

※ステレオフィイルムは水濡れ防止効果、紫外線防止(97%)・防カビ効果(95%)など、従来の「UV」より優れた性能を有します。また、環境に優しい「UV」に比べ、エネルギー消費量が約1/10と削減されています。

株式会社DNP | 2020年10月現在
DNP株式会社 | 〒100-8385 東京都千代田区千代田1-1-1

暮らしを豊かに

お手入れ簡単 (暮らしのワックスは不要です)

鏡り目に強い

最新ステールワール耐傷
コーティングで5000歩以上の
(100g)歩行 ※DND



おフロンスクワッシュ耐染

おフロンスクワッシュ耐染
おフロンスクワッシュ耐染
おフロンスクワッシュ耐染



汚れがふき取りやすい

最新発色耐UVコーティング
最新発色耐UVコーティング
最新発色耐UVコーティング



最新アンモニウム耐腐

最新アンモニウム耐腐
最新アンモニウム耐腐
最新アンモニウム耐腐



抗菌防臭効果

抗菌防臭効果
抗菌防臭効果
抗菌防臭効果



EB-F
カラー
フローア

※上記試験結果は、当社試験設備にて測定し、製品の仕様書に記載してあります。

人への健康を

シックハウス対策・省エネルギー・CO₂削減

シックハウス症候群の原因とされる化学物質のホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなど(揮発有機化合物)の揮発抑制剤(VOC)を使用しております。また、「建材からのVOC放散速度基準化研究」制定の建材からのVOC放散速度基準(2008/4/1)に適合しております。

揮発有機化合物対策対象物質 13VOC (揮発性有機化合物)

ホルムアルデヒド	シロレン	トルエン	メチルエチルケトン
キシレン	ジクロロメタン	ブタジエン	エチルベンゼン
エチルベンゼン	酢酸エチル	酢酸メチル	酢酸ブチル
酢酸エチル	酢酸メチル	酢酸ブチル	酢酸オクチル

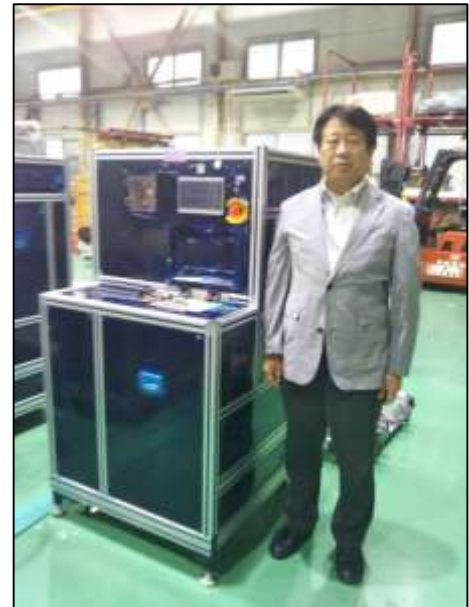
EB(電子線)コーティングは当社生産設備で高いエネルギー効率よく利用し、省エネルギーやCO₂排出量削減を実現します。



DNP より 資料提供

EB=電子線のこと

岩崎電気
アイレクトロンビーム
試験用コンパクト
電子線照射装置



低エネルギー電子線の表面改質事例

省エネ・VOC対策 フィルム・床材コート(DNP EBテクノロジーより)

出典: DNP HPより 使用了解済

DNPのコア技術=EB.テクノロジーとは



EB.は大日本印刷株式会社の登録商標です。

EB照射イメージ

EB. =電子線 (Electron Beam) のこと

安全で、環境負荷の少ない、クリーンなエネルギーです。

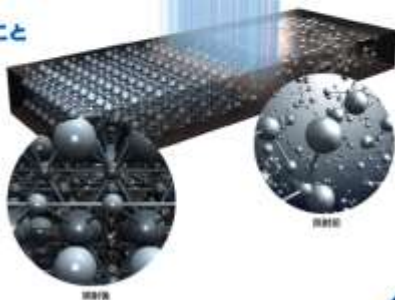
EB.テクノロジーとは?

1 "樹脂高機能化技術" です

電子線(Electron Beam)を照射して、樹脂や塗膜を高機能化させ、耐久性を向上させるとともに、臭いや汚れに強く、美しさを維持させる技術です。

2 "高品質な環境・健康対応技術" です

従来の熱硬化(ウレタンUV)に比べ、低臭・低揮発性・低エネルギー・低CO₂排出。また、施工工程での省エネルギー化やCO₂削減。無溶剤施工可能な塗膜・健康対応塗膜です。



©2013 Dai Nippon Printing Co., Ltd. All Rights Reserved.

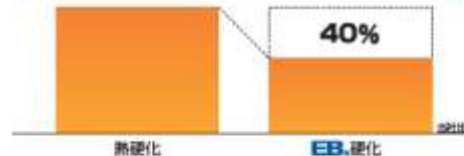
EB.テクノロジーの環境・健康性

EB.テクノロジーは、生産から使用時、廃棄まで、一貫した環境・健康配慮を実現しています。

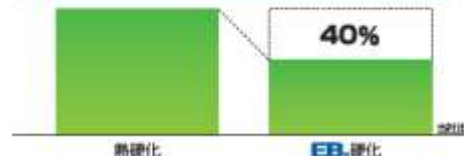
省エネ・CO₂削減

EB(電子線)コーティングは当社生産段階で高いエネルギーを効率よく利用し、省エネルギーやCO₂排出量削減を実現します。

省エネ効果【原油換算40%削減】



CO₂排出量【40%削減】



シックハウス対策

シックハウス症候群の原因とされる化学物質のホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなど(厚生労働省の指针对象物13VOC)を使用していません。

また、「建材からのVOC放散速度基準化研究会」制定の「建材からのVOC放散速度基準」(2009年4月1日)に適合しています。

厚生労働省指针对象物質13VOC

ホルムアルデヒド	クロルビリホス
トルエン	テトラデカン
キシレン	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル
パラジクロロベンゼン	ダイアジノン
エチルベンゼン	アセトアルデヒド
スチレン	フェノブカルブ
フタル酸ジ-n-ブチル	

低エネルギー電子線の表面改質事例

DNPの電子線改質利用事例

出典: DNP HPより 使用了解済

住空間 EB[®]ソリューション(EB[®]製品のトータル展開)

サフマーレ(EBオレフィンシート)

建具・造作

耐傷性

防汚性



PIAFORTE(EB鏡面シート)

キッチン扉・洗面扉

耐指紋性

防汚性



EBフロア

床・階段

耐衝撃性

耐キャスター性

防滑性



EBクロス

壁紙

防汚性

資源生産性



耐候性

耐久性



超耐候EB[®]

エクステリア・外装

資源生産性



クリーンイーゴス(EBコート紙)

家具・収納

耐摩耗性

防汚性

EBインサート

自動車内装

耐傷性

資源生産性



EBグランミラー(EB鏡面化粧板)

室内建具・収納扉

防汚性

超耐候EB[®]

玄関ドア

耐候性

鋼板加工性



© 2013 Dai Nippon Printing Co., Ltd. All Rights Reserved.

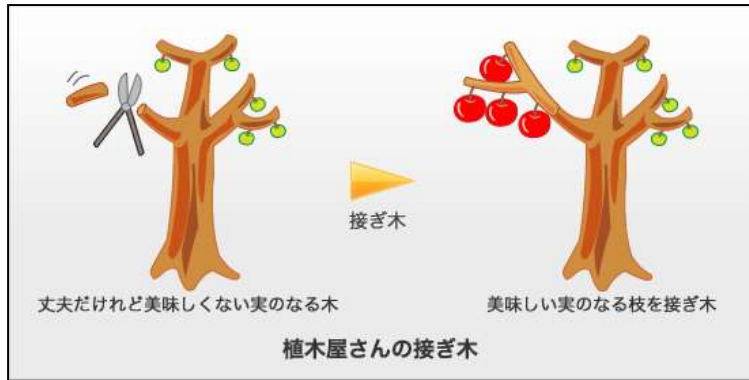
8

3.電子線グラフト重合による機能化改質の動向

- 消臭、特殊フィルター等の機能性繊維の事例
- 細胞シート工学と機能性細胞培養容器事例

3.高分子グラフト重合による機能化改質の動向

グラフト重合とは、ガンマ線、電子線照射により 基材物質に機能性物質を接ぎ木(グラフト重合)し、固定化する技術。



当時、高崎原子力研究所 須郷氏らにより
ボタン電池の隔膜、消臭繊維、海水中のウ
ラン回収フィルター等開発され
現在 高崎研究所発ベンチャー企業
(株)環境浄化研究所 (須郷社長)では多く
のグラフト機能性製品の企画、提供を実施。



2018.8 右 須郷社長、左 筆者

高分子グラフト重合による機能化製品事例



グラフト重合を活用した
消臭等 機能繊維他



特長: グラフト重合の固定化により、肌着、靴下等は洗濯しても消臭機能がほとんど落ちない。

一般家庭用、ペット用、介護用など
特にアンモニア臭にも高い消臭効果

大手衣料メーカー、大手総合スーパー等
でも採用。

資料提供: (株)環境浄化研究所より

高分子グラフト重合による機能化製品事例

重金属汚染の吸着除去

重金属汚染
河川等



The diagram illustrates the process of heavy metal adsorption and removal. On the left, a photograph shows a river with a series of parallel adsorption materials installed across it. A yellow arrow points from this photo to a circular inset on the right. The inset shows a close-up of a cylindrical adsorption material. Below the inset, the text reads '吸着除去' (Adsorption and removal). At the bottom of the diagram, the text lists the target substances: '除去対象物質 Cr(六価クロム)、Cd(カドミウム)、Pb(鉛)、Zn(亜鉛)等' (Target substances: Cr (hexavalent chromium), Cd (cadmium), Pb (lead), Zn (zinc), etc.).

吸着材を設置し、有害な
重金属を除去

吸着除去

除去対象物質
Cr(六価クロム)、Cd(カドミウム)、Pb(鉛)、
Zn(亜鉛)等

希少金属の吸着回収

廃棄 PC、
携帯等より



The diagram illustrates the process of rare metal adsorption and recovery. On the left, a photograph shows a laboratory setup with several glass columns and tanks. A yellow arrow points from this photo to a circular inset on the right. The inset shows several small, dark, rectangular pieces of metal. Below the inset, the text reads '吸着回収' (Adsorption and recovery). At the bottom of the diagram, the text lists the target substances: '回収対象物質 Pd(パラジウム)、Pt(プラチナ)、Nd(ネオジウム)、Dy(ジスプロシウム)等' (Target substances: Pd (palladium), Pt (platinum), Nd (neodymium), Dy (dysprosium), etc.).

カラム吸着分離塔を使い
資源を回収

吸着回収

回収対象物質
Pd(パラジウム)、Pt(プラチナ)、Nd(ネオジ
ウム)、Dy(ジスプロシウム)等

金属の吸着繊維



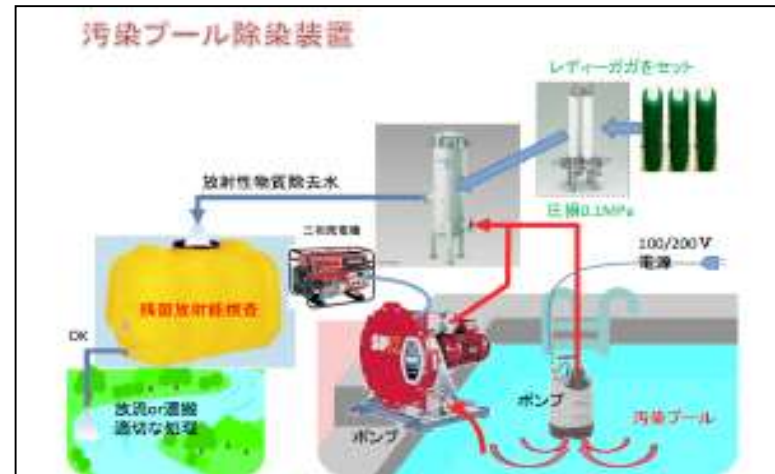
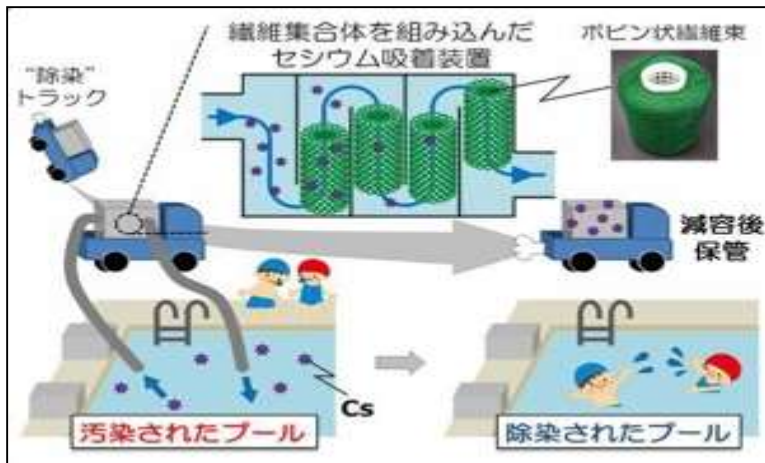
資料提供: (株)環境浄化研究所より

高分子グラフト重合による機能化製品事例

福島 原子力発電所の放射性物質汚染水からの放射性物質の吸着除去にも活用



セシウム、ストロンチウム、ヨウ素 用 各種モール状繊維



資料提供: (株)環境浄化研究所より

3.高分子グラフト重合による機能化改質の動向

- ・消臭、発熱等の機能性繊維の活用事例
- ・細胞シート工学と機能性細胞培養容器事例

再生医療 細胞シート工学 と 機能性細胞培養容器

再生医療 細胞シート工学 東京女子医科大学(岡野先生他) 発明

温度応答性細胞培養容器により、従来の細胞シートの重要な接着層を酵素で分解することなく、生かしたまま回収し、再生医療に用いる技術。この技術には、培養容器に電子線による温度応答性樹脂のグラフト重合が用いられている。

近年、大阪大学、東海大学、各研究機関など この培養容器での細胞シート工学を利用した 再生医療が注目されている。

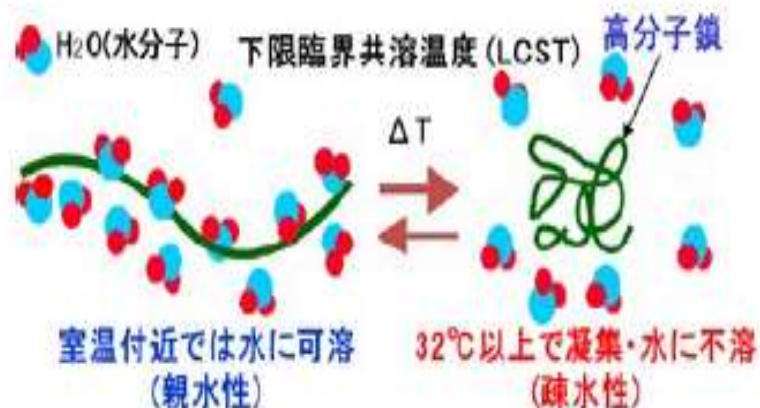


図1. 温度応答性ポリマーの特性

(poly(N-isopropylacrylamide))



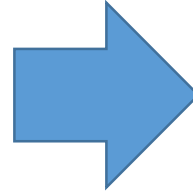
図2. 温度応答性基材からの細胞シート回収原理

出典:東京女子医科大学 先端生命医科学研究センターHPより 使用了解済

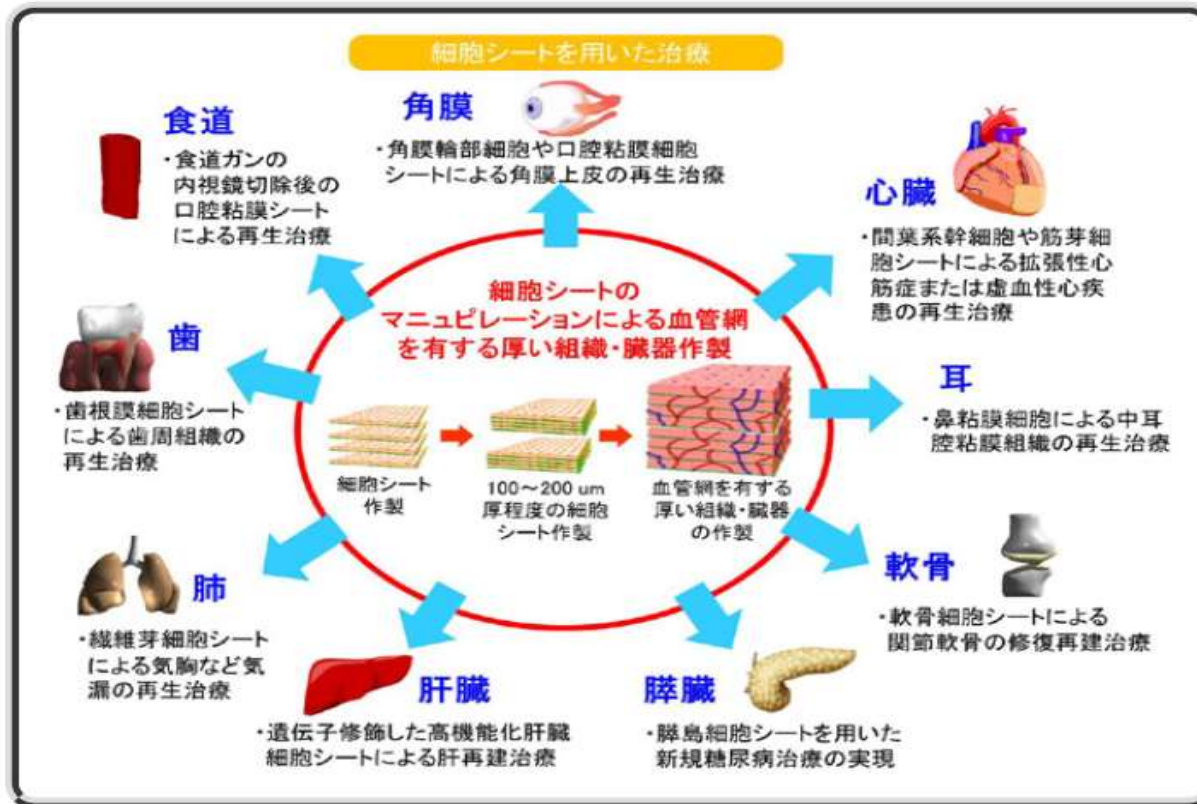
細胞シート工学と機能性細胞培養容器事例

世界をリードする再生医療(細胞シート工学)

東京女子医科大学の発明
温度応答性細胞培養容器



大阪大学の心臓病への活用
東海大学の膝軟骨への活用
その他 多数の再生医療へ研究へ

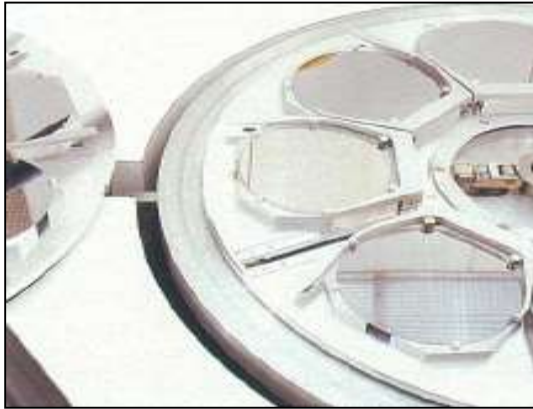


細胞培養シートの重要な接着層を破壊せずに回収する
革新技術 !!

4.パワー半導体へ活用動向(イオンビーム、電子線)

パワー半導体へ活用(イオンビーム、電子線)

半導体の格子欠陥生成



省エネ用 パワー半導体製造

シリコンウエハー



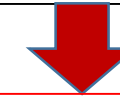
電子線(EB)照射



格子欠陥生成



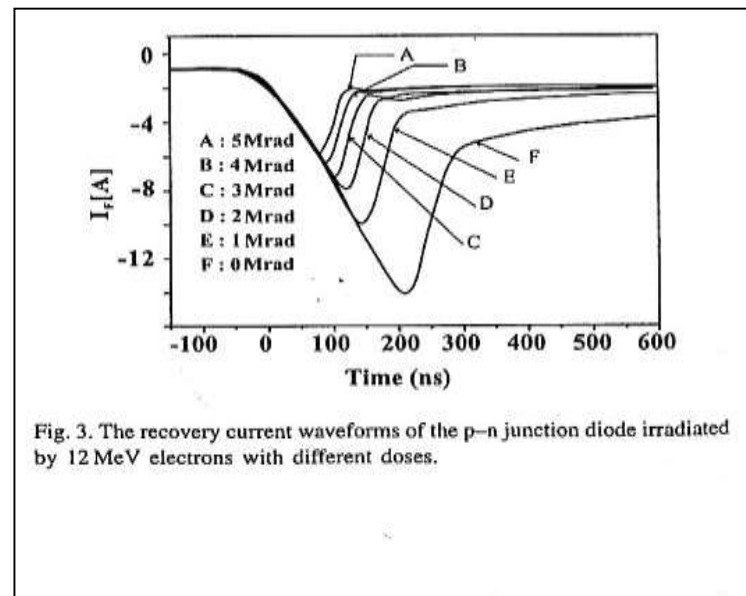
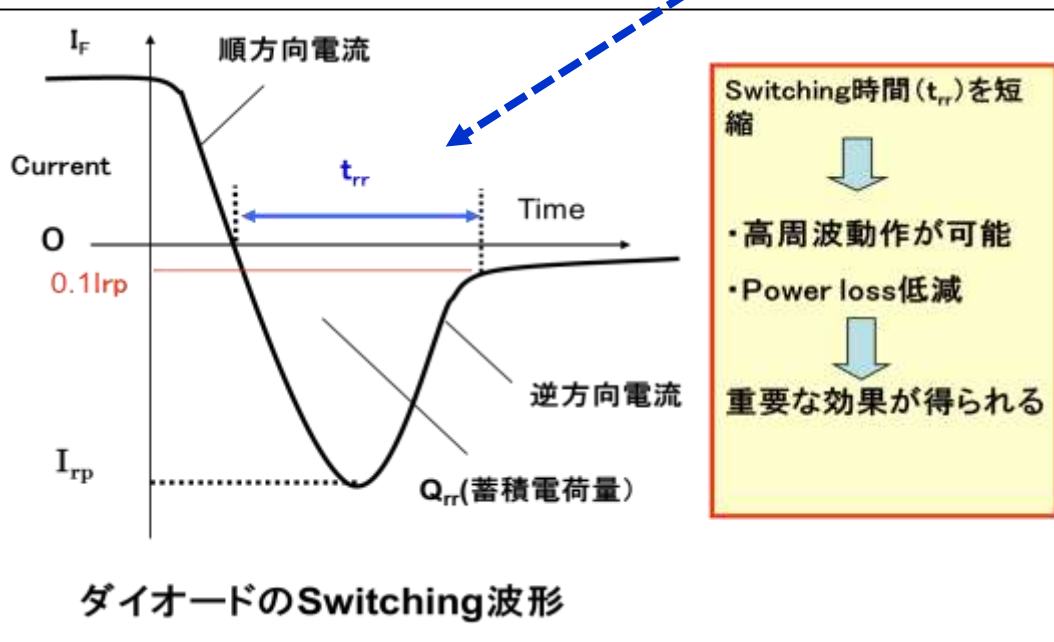
ライフタイム制御
(効率化=電力ロスカット)



省エネ自動車
省エネ家電、電車他

半導体の格子欠陥生成 (イオンビーム、電子線)

- ・ 格子欠陥により電子、ホールを取り込み易い(引き寄せる)性質を持つ
- ・ 結晶欠陥で半導体結晶中のキャリア(電子、ホール)を積極的に再結合させて消滅させ、キャリアの**ライフタイムを短くする**ことで、デバイスのSwitching速度などの電気的な特性を改善



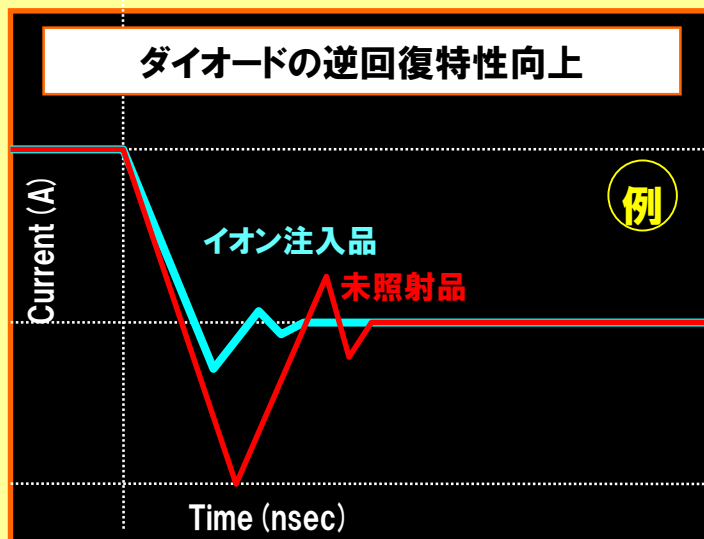
半導体イオン照射

(IIS : Ion Irradiation on Semiconductor)

高速のイオンを**パワー半導体**に照射することで局所的に格子欠陥を生成し、キャリアの再結合を促進する技術。ライフタイムコントロールと呼ばれる。

得られる効果

パワー半導体の逆回復特性を図1のように改善することで、無通電時における蓄電量を削減し、**省エネ化につなげることが出来る。**



対象商品 パワー半導体

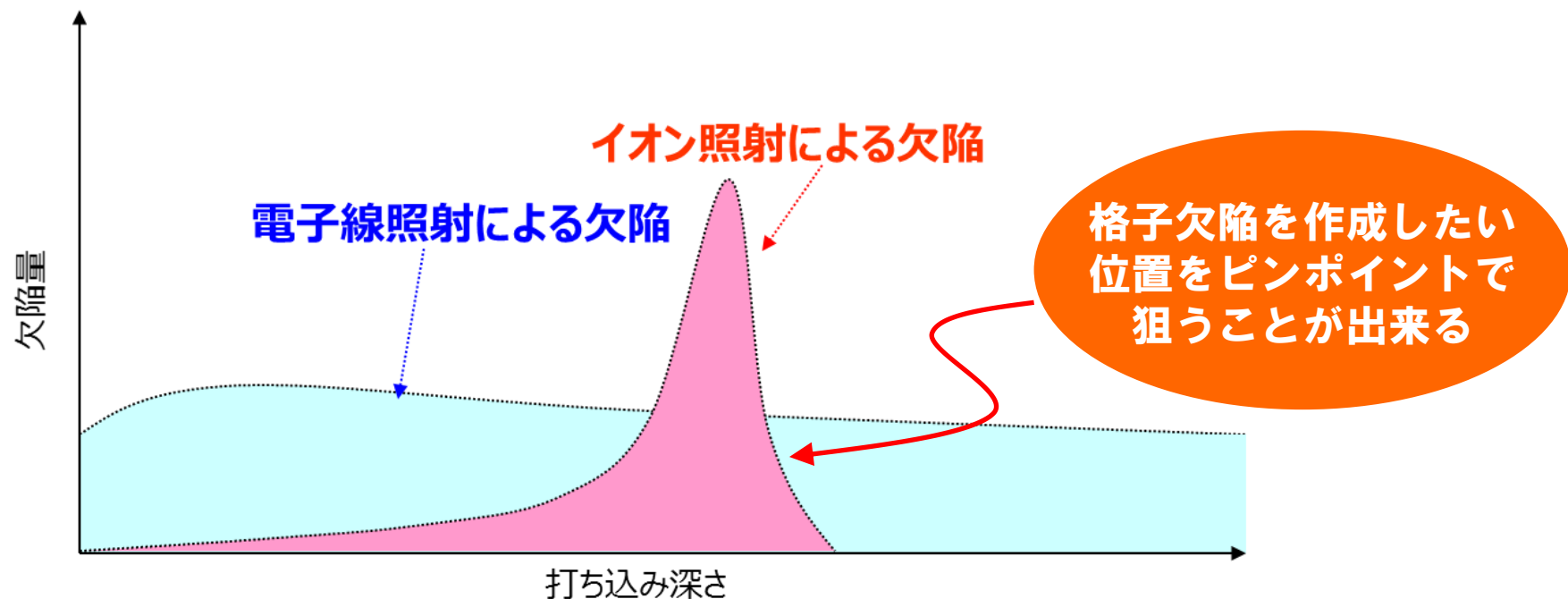
装置の電源、モーターなどをON/OFFする半導体スイッチ。**ハイブリッドカー・電鉄・家電などのインバーター素子として利用**



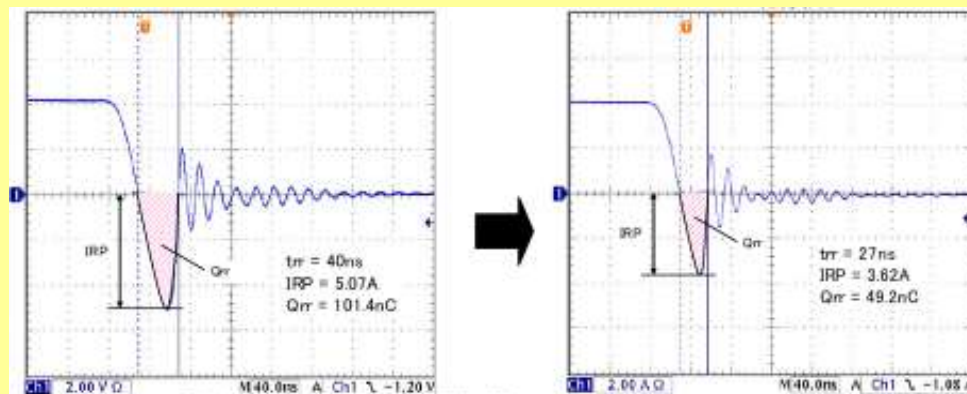
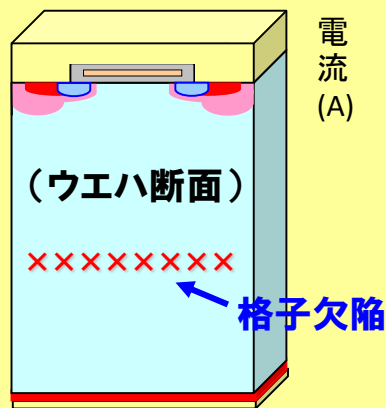
パワー半導体へ活用(イオンビーム、電子線)

【イオン照射と電子線照射の比較】

IIS: Ion Irradiation on Semiconductor



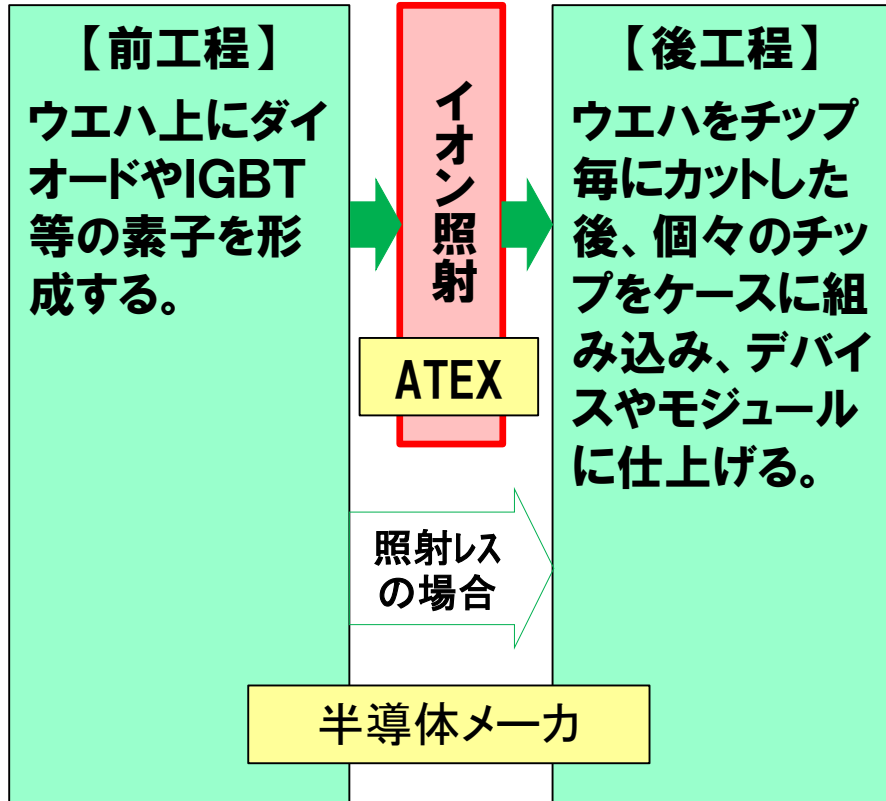
【イオン照射によるダイオードの特性効果: ライフタイムコントロール】



- 一定深さ位置に格子欠陥を作成
- ⇒ 逆回復時間が短縮
- ⇒ 省エネ化 (約30%)

半導体の改質サービス（住重アテックス）

半導体メーカーの前工程で素子が形成されたウエハを一旦預かり、ウエハ全面にイオン照射を行なったのち返却するサービス。



【対象商品】

パワー半導体装置の電源、モーターなどをON/OFFする半導体スイッチ。

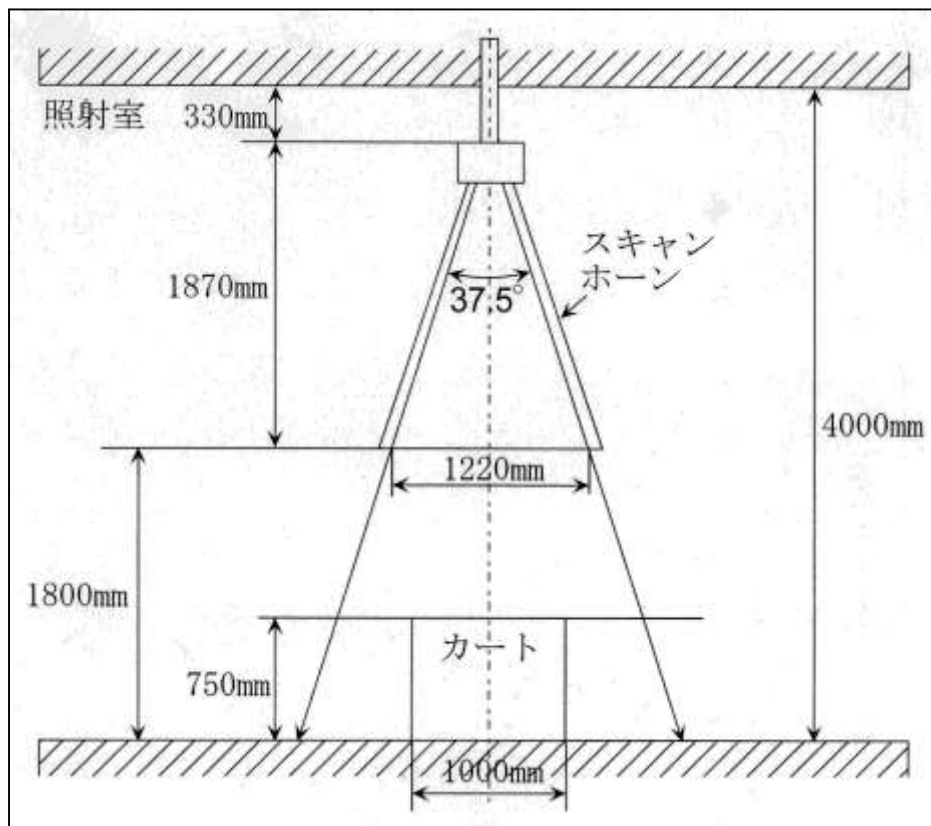
(ハイブリッドカー・電鉄・家電などのインバーター素子として利用)



IGBTはウエハの薄型化に伴い、一部の旧モデルを除いて照射レスとなっており、現在はダイオード用ウエハへの全面照射が主。

パワー半導体へ活用(電子線照射 関西センター事例)

照射場



ファクター	単位	効果
加速電圧	MV (100万ボルト)	透過力
ビーム電流	mA (ミリアンペア) $A = C/S \Rightarrow$ 電子数/秒 1電子 $\Rightarrow e = 1.602 \times 10^{-19}C$	線量率 (時間当りの線量)
搬送速度	m/min (電子ビームにさらされる時間)	線量率 (時間当りの線量)

5.食品照射の国内の課題と世界の動向

食品照射の国内の課題と世界の動向

食品照射の国内の現状と課題

日本の食品照射の現状

食品衛生法上で
食品に対する
放射線の使用は原則禁止
現在、
じゃがいもの芽止め照射の
み例外的に認められている

一方、
WHO、FAO も食品照射に対して
有害なことはないと言
世界各国で食品照射を認めて
いる現状を踏まえ、

平成17年10月の閣議決定した
原子力大綱により、食品への
有用性が認められる食品への
放射線照射について検討評価
するように求められているとの
ことだが……？



食品への放射線照射について

食品への放射線照射について

平成17年10月に閣議決定された「原子力政策大綱」に基づき、原子力委員会において放射線利用推進の立場から食品への放射線照射について審議が行われた結果、平成18年10月、食品への放射線照射は食品安全行政の観点から妥当性を判断する必要があるとされ、厚生労働省に対し、有用性が認められる食品への放射線照射について検討・評価するよう求められました。

これを受けて、厚生労働省では、食品安全行政の観点から食品への放射線照射について検討を行っています。

厚生労働省HPより

カスタム検索

原子力委員会における主な検討結果

- ・平成17年10月11日 [原子力政策大綱](#)
- ・平成18年9月26日 [食品照射専門部会報告書「食品への放射線照射について」](#)
- ・平成18年10月6日 [食品照射専門部会報告書「食品への放射線照射について」について\(原子力委員会決定\)](#)

薬事・食品衛生審議会における検討状況

- ・平成18年12月15日 [食品衛生分科会\(資料、議事録\)](#)
- ・平成19年6月26日 [食品規格部会\(資料、議事録\)](#)
- ・平成22年5月18日 [食品規格部会\(資料、議事録\)](#)

厚生労働省委託事業

- ・「食品への放射線照射についての科学的知見のとりまとめ業務報告書」(平成20年3月 株式会社三菱総合研究所(平成22年5月改訂))

関連ホームページ

- ・ [食品照射専門部会\(原子力委員会\)](#)

<問合せ先>
食品基準審査課規格基準係
TEL:03-5253-1111(内線2464、4260)

安全性評価と国際基準制定の経緯

1970年 国際食品照射プロジェクト(IFIP)開始 (カールスルーエ)
健全性試験研究の方法の検討、委託、情報提供

1980年 FAO/IAEA/WHO照射食品の健全性に関する
合同専門家委員会 (JECFI) (ジュネーブ)
10 kGy以下の照射食品の健全性に問題はない

1981年 国際食品照射プロジェクト終了

1983年 FAO/WHO食品規格委員会が
「照射食品に関する国際一般規格」 (Codex規格)

1997年 WHOの高線量照射食品に対する見解
10 kGy 以上照射した食品の健全性に問題はない

2003年 FAO/WHO食品規格委員会が
「照射食品に関する国際一般規格」 (Codex規格) 改訂
IPPC (国際植物防疫条約) において
照射が植物検疫措置に関する国際基準に (ICPM#18)

コーデックス規格 (国際食品規格)

Codex general standard for irradiated Food (Codex stan 106 1983, Rev 2003)

2.1 線源:

ガンマ線 (^{60}Co または ^{137}Cs)、電子線 (10 MeV以下)、X線 (5 MeV以下)

2.2 吸収線量:

食品の最大吸収線量は、技術上の目的を達成する上で正当な必要性がある場合を除き、10 kGyを越えてはならない。

GMP及びHACCPに沿った適切な照射が行われている限り線量の上限は必要ない。

6. 照射後の確認:

照射の許可や表示の規制に効力を持たせるために、必要に応じて、照射食品の検知法を利用することができる。

その方法は、コーデックス委員会が採択した標準分析法を用いる。

コーデックス委員会では2003年までにヨーロッパ標準分析法 (CEN) の10種の
方法のうちLAL/GNB (微生物測定法) を除く9種類の方法を標準分析法に採択。

■その他、表示、衛生的取扱い、再照射の原則禁止など

食品照射関連の国際基準・規格

□ WTO/SPS協定関連

・食品 (Codex規格) コーデックス委員会 (FAO/WHO) 「人の生命と健康」

一般規格: コーデックス照射食品の一般規格

Codex General Standard for Irradiated Foods (CODEX STAN 106-1983, REV.1-2003)

実施規範: 食品の放射線処理のための国際的実施規範

Recommended International Code of Practice for Radiation Processing of Food
(CAC/RCP 19-1979, Rev.1-2003)

検知法: コーデックス照射食品の検知法

General methods for the detection of irradiated Foods (CODEX STAN 231-2001, 2003)

・植物検疫 (IPPC: 国際植物防疫条約) 事務局 (FAO) 「植物の生命と健康」

植物検疫措置に関する国際基準: International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM)

照射の一般指針: 植物検疫措置としての放射線照射のための指針 (ISPM No18)

Guidelines for the use of irradiation as a phytosanitary measure (ISPM No18, 2003)

具体的な処理基準: 規制有害動植物のための植物検疫処理 (ISPM #28) 付属書1~14

Phytosanitary treatments for regulated pest (ISPM No28, Annex 1-14, 2009, 2011)

□ ISO関連

・TC34 (食品) ISO 14470 (2012)

電離放射線による食品処理工程の開発、確認と日常的制御の要求事項

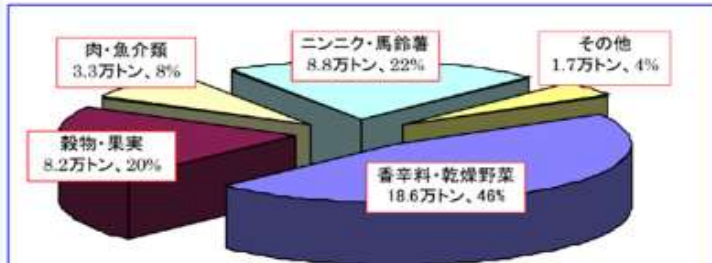
・TC85 (原子力) 食品照射施設における線量測定規範など多数の規格、作業規範が食品照射に関係

植物検疫 防疫処理としても、
各国で果実、植物等に広く使用されている

食品照射の世界の動向

食のコミュニケーション円卓会議
2018.7.6第9回しゃべり場 資料より

世界における処理量



世界における照射食品の品目別処理量 (2005年)

久米民和, 世界における食品照射の処理量と経済規模, 食品照射, 43, 46-54(2008)

2005年現在、約40万トン/年



2013年現在
推定 100万トン/年

米国での照射殺菌

香辛料：70,000～80,000 トン/年
(消費量の3分の1)

牛挽肉、食鳥肉：8,000 トン/年 程度



各国で特徴的な食品の殺菌



福用食品



EU では カエルの脚の殺菌
2014の全照射量 5543.3 t



中国
発酵調味鶏肉
13万トン/年

米国における熱帯果実の照射 (検疫処理)



照射マンゴーと表示



照射ランブータン



照射パパイヤ



ハワイの果実用X線照射施設

食品照射の世界の動向

世界の処理量 (2010年アップデート)

	国	処理量(トン)	
		2005年	2010年
1	中国	146,000	266,000
2	米国	92,000	103,000
3	ウクライナ	70,000	?
4	ブラジル	23,000	?
5	南アフリカ	18,185	?
6	ベトナム	14,200	66,000
7	日本	8,096	6,246
8	ベルギー	7,279	5,840
9	韓国	5,394	300
10	インドネシア	4,011	6,923
11	オランダ	3,299	1,539
12	フランス	3,111	1,024
13	タイ	3,000	1,484
14	インド	1,600	2,100
15	カナダ	1,400	?
16	イスラエル	1,300	?
17	メキシコ	-	10,318
	その他	2,929	3,687
	合計	404,804	(577,000)

2008年以來西南地域(四川・重慶)のトリ肉の照射急増

ほぼ現状維持、照射果実の輸入が増加

輸出用冷凍魚介類(エビ)が急増、照射果実の米国輸出開始

表示の問題で激減

減少に歯止めかからず

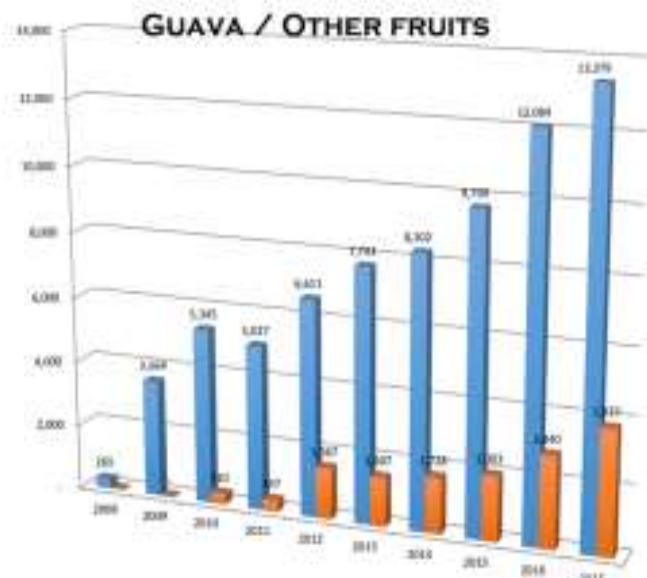
2008年から照射果実の輸出急増、(米国への距離が短く東南アジア諸国に比べ優位)

*T. Kume and S. Todoroki, Food Irradiation in Asia, the European Union and the United States: A status Update, RADIONUCLIDES, 62, 291-299 (2013)

食品照射の世界の動向

メキシコから米国への照射果実輸出量の推移

https://www.chapman.edu/scst/conferences-and-events/_files/22-albertodiaz---svf-presentacion-chapman-forum-2018---bangkok-1.pdf



■ Guava
■ Other Fruits

Guava represents about 78% of total irradiated volume

13,379 Tons = 704 containers (19 tons) = 13.5 per week

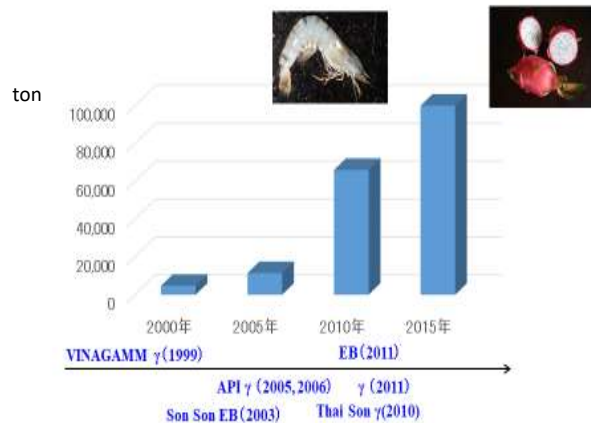


By Chapman Fourum 2018 bangkok

食品照射の世界の動向

資料提供: ベトナム ダラット大学 久米教授

ベトナムの食品照射処理量

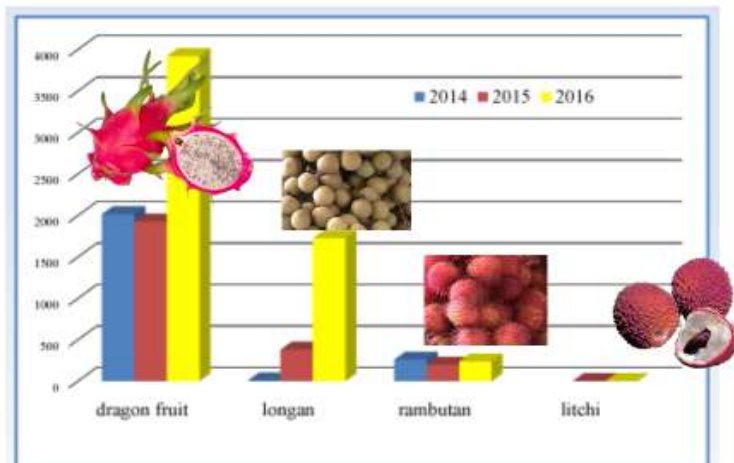


Treatment and irradiation cut flowers:



Champman Fourum 2018 bangkok

ベトナムの照射果実の輸出



* Jo-Anni Blenz-Blanco, USDA PPT, Preclearance Programs (2017.3)

ベトナムの食品照射

VINAGAMMA

民間企業: API

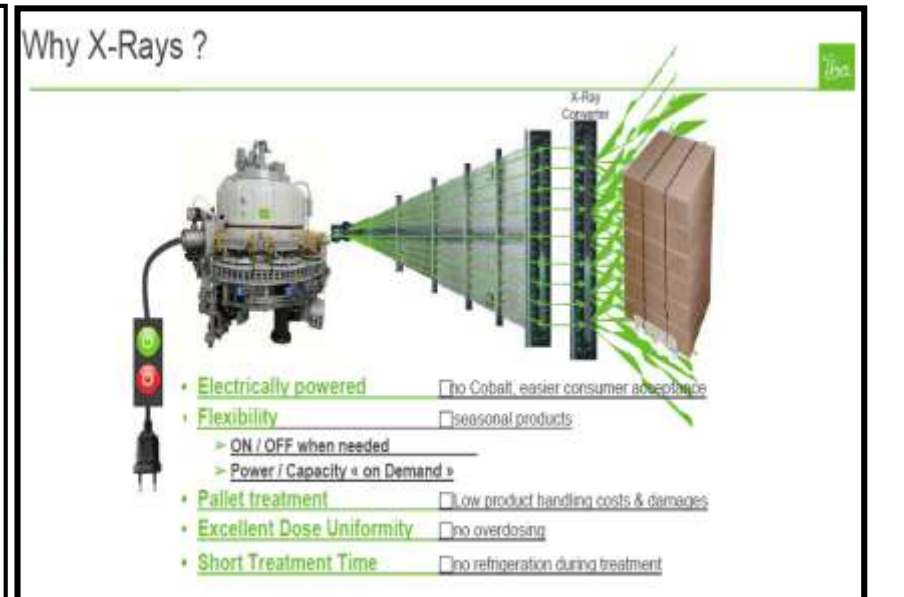
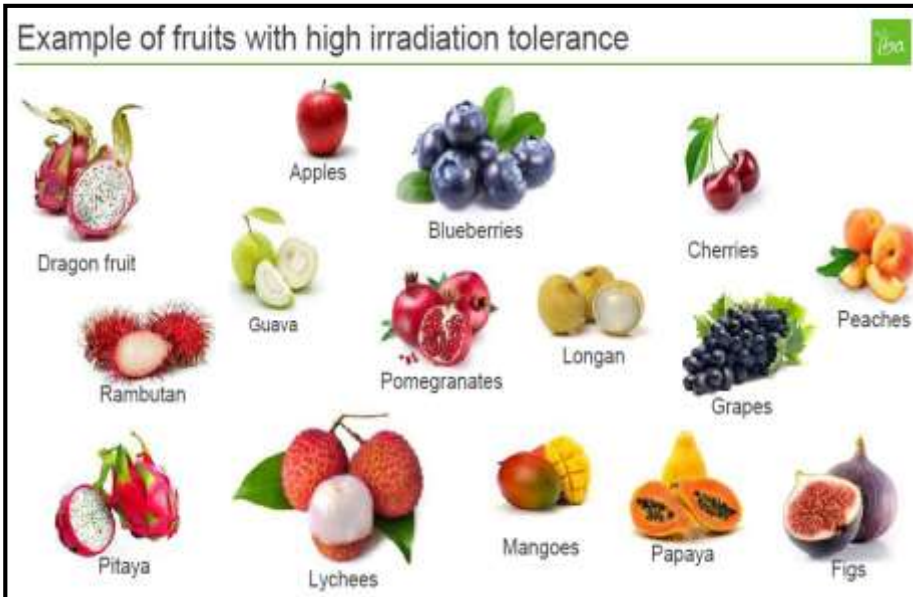
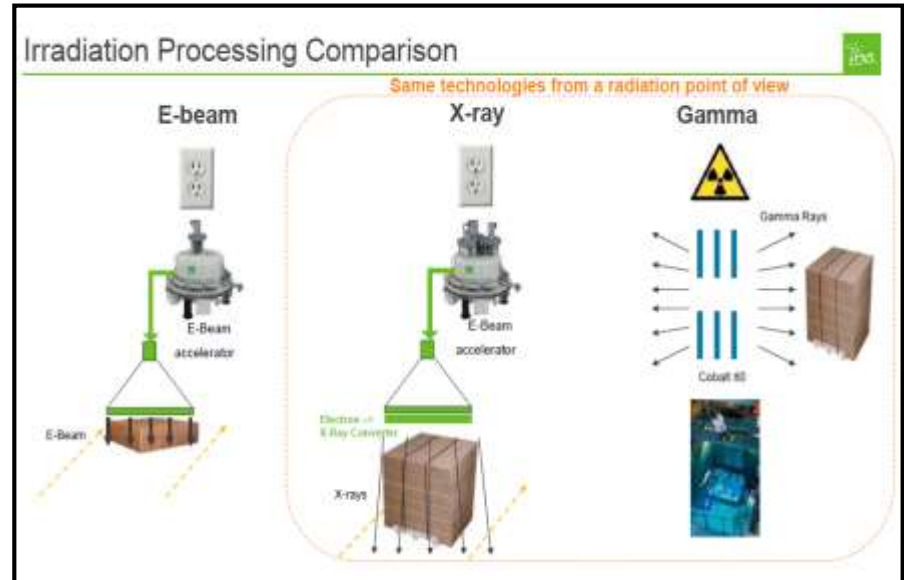
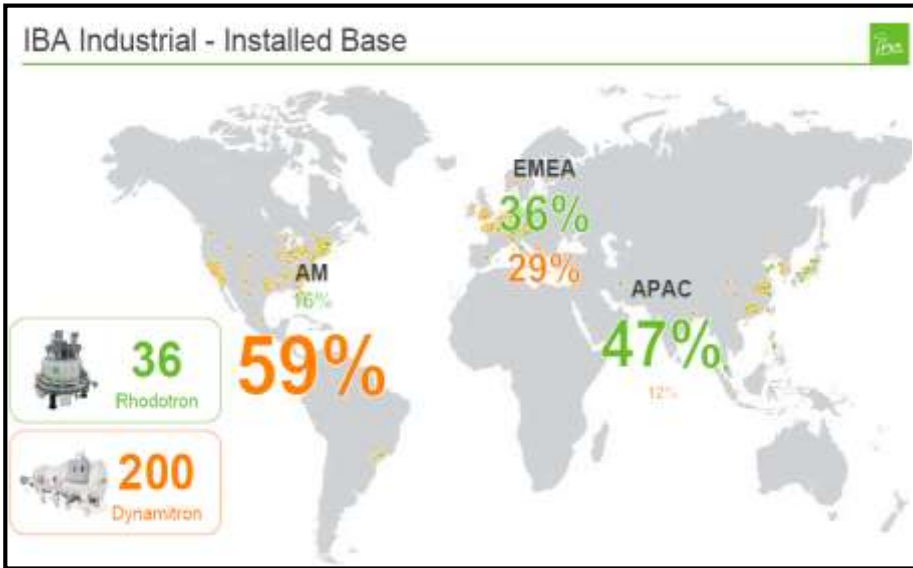


ハンガリー製のCo- γ 線照射装置 (500kCi, 2基)、2004年から、30,000ton/y ドラゴンフルーツの照射: 2009年8月に米国へ試験空輸し、本格な輸出開始。



電子加速器メーカーの動向(IBA)

資料提供: IBA



6. 放射線利用等に関する提言

1. 地球環境のための活用 促進

- ・有害化学物質、オゾン層破壊ガス等からの代替

滅菌処理 : エチレンオキサイドガス ⇒ 放射線、電子線

防疫処理 : 臭化メチルガス燻蒸 ⇒ 放射線、電子線

- ・省エネ 電気機器、自動車の促進

イオンビーム、電子線照射による 省エネパワー半導体利用の活用

- ・重金属、汚染水等の浄化 並びに 希少金属の回収リサイクルの促進
放射線、電子線による特定物質 回収フィルターの活用

2. 食品の国際的基準への協調、食品ロスへの取り組み

- ・食品照射に対する国内の規制の見直し検討、食品ロスの課題も検討

3. 原子力発電所、有害化学物質工場での汚染物質拡散防止危機管理

- ・放射線、電子線による特定物質 回収フィルターの備え付け

4. 世界をリードする再生医療 細胞シート工学の促進と医薬品等への活用促進

- ・温度応答性培養容器の機能性 細胞シートの活用

- ・医薬品への放射線滅菌及びウイルス等の不活性化研究の促進

5. 放射線利用の情報啓蒙、 関連各省庁の連携・協力が必要ではないか

その他 参考資料

放射線の利用、応用に関する 放射線シンポジウムが開催

日程 平成30年 11月21,22日

場所 東京大学 弥生講堂にて 開催

詳細・申し込みは

窓口 放射線利用振興協会

<http://www.rada.or.jp/fukyu/sympo.html>