

TOTOにおける 水と環境に関する取り組みと 無焼成セラミックス

2025年06月07日

TOTO株式会社

フェロー 清原正勝

目次

1.会社概要

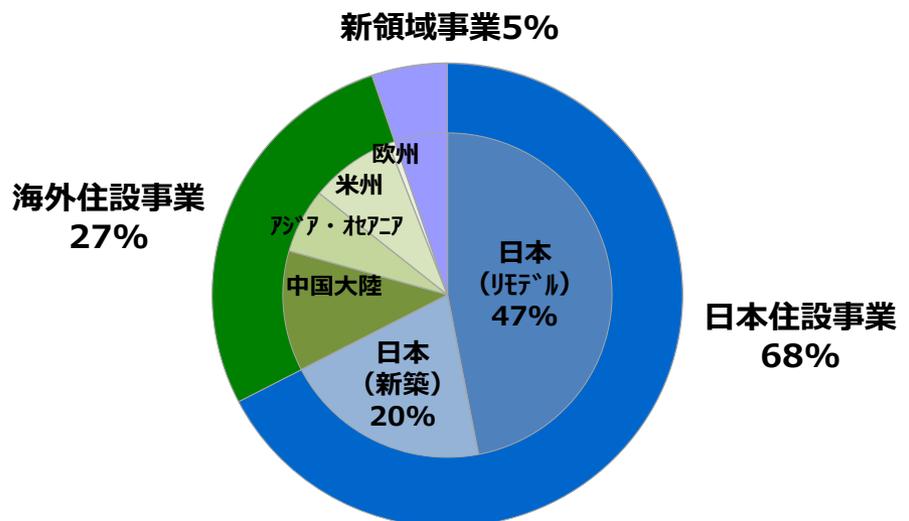
2.TOTOにおける水と環境に関する取り組み

3.TOTOの無焼成セラミックス

(2024年3月末時点)

- 商 号 T O T O株式会社 (TOTO LTD.)
- 創 立 1917 (大正6) 年5月15日
- 本社所在地 福岡県 北九州市
- 連結売上高 7,022億 8,400万円
- 連結営業利益 427億 6,600万円
- 連結経常利益 515億 1,500万円
- 連結純利益 371億 9,600万円
- 資 本 金 355億 7,900万円
- グループ[○]社員数 33,386名

売上構成比



連結売上高 7,023億円(2024年3月期)

新領域事業

半導体製造装置用部材



静電チャック



AD部材

グローバル住設事業 (日本・中国アジア・米州欧州)



衛生陶器

温水洗浄便座
「ウォシュレット」



水栓金具



浴槽



システムキッチン



システムバスルーム



洗面化粧台

創立者の志

1917年 健康で文化的な生活を提供したい 「衛生的な陶器の便器を普及させることは、必ずや社会の発展に貢献する」

先人の言葉

どうしても親切が第一
奉仕観念を以而
仕事をお進め下され度
良品の供給、需要家の満足が
掴むべき実体です。
此の実体を握り得れば
利益・報酬として影が映ります。
利益という影を追う人が
世の中には多いもので
一生実体を捕らえずして
終わります。



初代社長 大倉和親

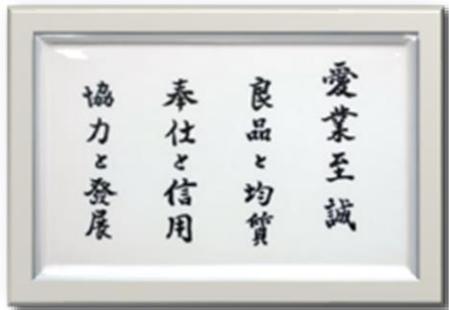
初代社長大倉和親から二代目の百木三郎に送られた書簡の中に記された言葉は、今日まで「先人の言葉」として大切にされています。



一世紀にわたって受け継いできた創業の固い意志と不屈の精神は
TOTOの経営の根幹であり、ものづくりや販売活動の原点。

TOTOグループ企業理念

「社会の発展に貢献し、水まわりを中心とした豊かで快適な生活文化を創造する」



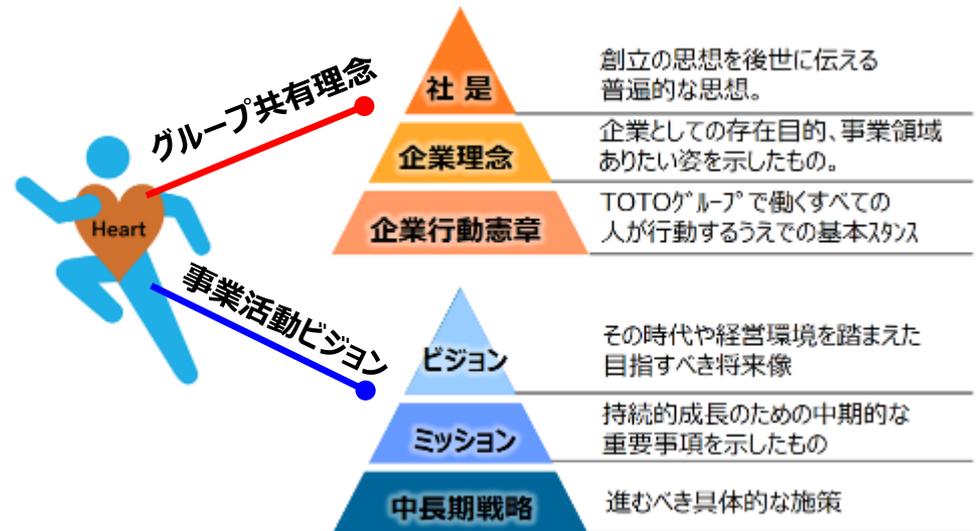
社是

TOTOグループ企業理念

私たちTOTOグループは、社会の発展に貢献し、
世界の人々から信頼される企業を目指します。
そのために

- 水まわりを中心とした、豊かで快適な生活文化を創造します。
- さまざまな提案を通じ、お客様の期待以上の満足を追求します。
- たゆまぬ研究開発により、質の高い商品とサービスを提供します。
- 限りある資源とエネルギーを大切にし、地球環境を守ります。
- 一人ひとりの個性を尊重し、いきいきとした職場を実現します。

TOTOグループ経営に関する理念体系



先人の志は「TOTOグループ企業理念」として脈々と受け継がれ、
この先も我々が全社一丸で目指していく姿を指し示している。

TOTOのマテリアリティ

TOTOグループ企業理念

私たちTOTOグループは、**社会の発展に貢献し、
世界の人々から信頼される企業**を目指します。
そのために

- **水まわりを中心とした豊かで快適な生活文化を創造**します。
- **さまざまな提案を通じ、お客様の期待以上の満足**を追求します。
- **たゆまぬ研究開発により質の高い商品とサービス**を提供します。
- **限りある資源とエネルギーを大切にし、地球環境**を守ります。
- **一人ひとりの個性を尊重し、いきいきとした職場**を実現します。

マテリアリティ 〈取り組むべき重要課題〉

きれいと快適・
健康

環境

人との
つながり

「TOTOグループ企業理念」こそが、我々の追い求めていくべきもの。
マテリアリティは、それを実現していくにあたっての取り組むべき重要課題。

TOTOのマテリアリティ

<企業理念実現に向けたTOTOのマテリアリティ>

<SDGsのゴール>

きれいと快適・健康

事業を通じ「きれいと快適・健康」を実現することによりSDGsに貢献します。



きれい・快適を
世界で実現する



つくって、人を思うこと。
TOTOのユニバーサルデザイン



楽しく健康を維持
(ウェルネス)



タッチレスで
清潔



お客様に期待以上の
満足（リモデル）



環境

事業を通じ「環境」を守ることによりSDGsに貢献します。



限りある水資源を守り、
未来へつなぐ



カーボンニュートラル
に向けた取り組み



地域社会とともに、
持続的発展を目指す



環境リスクの
回避



生物多様性も配慮した
サステナビリティ調達



人とのつながり

事業を通じ「人とのつながり」を築くことによりSDGsに貢献します。



人権への
配慮



多様な人財の活躍
(雇用の維持)



お客様と長く深い
信頼を築く



株主・投資家の
皆様とのエンゲージメント

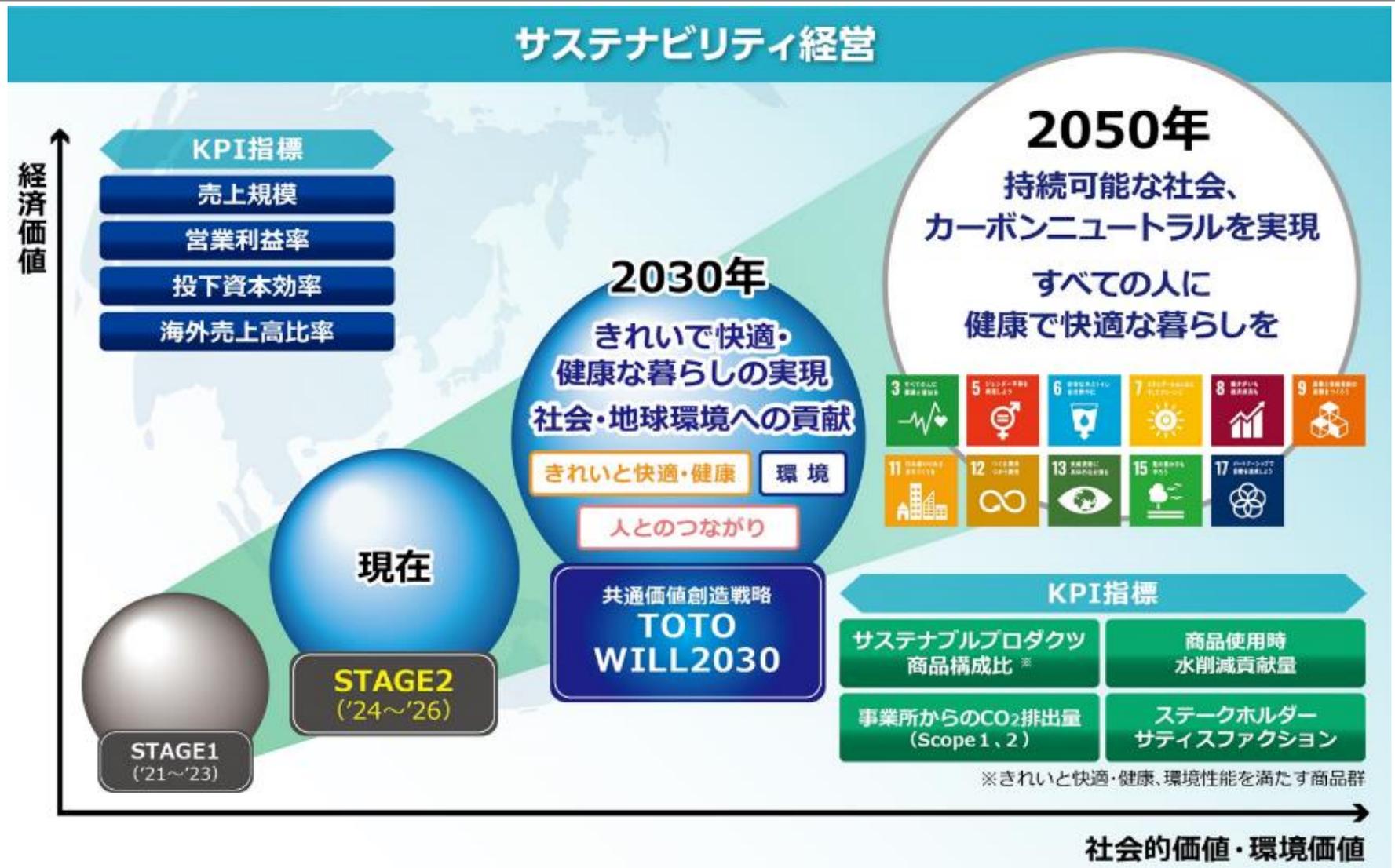


次世代のために、
文化支援や
社会貢献を行う



重要な社会課題解決と経済的成長の両面で企業価値を向上し、SDGsにも貢献する。

中長期の目指す姿～TOTO WILL2030～



**社会・環境課題の解決に取り組みながら、
 経済成長を同時に果たしていくことで、目指す姿を実現。**

<参考> 2030年に目指す目標

主要KPI指標

WILL2030 (2021年~)

KPI指標		2020年度 実績	2023年度 実績	2026年度 計画	2030年度 計画
経済 価値	売上規模 <small>新収益基準調整後</small>	5,778億円	7,023億円	8,500億円	1兆円以上
	営業利益率	6.9%	6.1%	10%以上	12%以上
	ROA <small>営業利益/総資産</small>	6.5%	5.6%	10%以上	12%以上
	ROE <small>当期純利益/自己資本</small>	7.7%	7.8%	10%以上	12%以上
	TOTO版ROIC <small>税引後営業利益 運転資本+固定資産</small>	-	5.9%	10%以上	12%以上
	海外売上高比率 (住設事業)	25%	29%	35%	40%以上
社会的 価値 ・ 環境 価値	サステナブルプロダクツ構成比	69%	75%	80%	83%
	商品使用時水削減貢献量 ※1	10億m ³ ※2	10億m ³ ※2	11.4億m ³	13億m ³
	事業所からのCO ₂ 排出量 <small>Scope1,2</small>	30.7万t	25.4万t	22.9万t	18.5万t
	アフターサービスお客様満足度 ※3	92pt	94.2pt	94.8pt	95pt
	ステークホルダー サティスファクション <small>ショールーム満足度 (日本)</small>	73pt	76.5pt	78.2pt	80pt
	<small>社員満足度 (日本)</small>	74pt	75.9pt	77.4pt	80pt

※1 2005年当時の商品を普及し続けた場合と比べた削減効果 ※2 WILL2030 STAGE2と同様の算定条件とした場合 (概算値) ※3 対象範囲: 日本・米州・欧州・中国大陸・台湾地域・インド・タイ・ベトナム

<参考> WILL2030 社会的価値・環境価値指標

目指す姿		主な取り組み	指標	区分	2023年度実績	2026年度目標	SDGs のテーマ	
きれい・快適・健康、環境		きれい・快適な環境商品展開	サステナブルプロダクツ商品構成比	◆	75%	80%		
きれい と 快適 ・ 健康	<ul style="list-style-type: none"> きれい・快適を世界で実現する。 すべての人の使いやすさを追求する。 	きれい・快適なトイレのグローバル展開	トルネード搭載節水大便器出荷比率		78%	79%		
			ウォシュレット出荷台数		307万台	350万台		
			きれい除菌水ウォシュレット搭載比率		53%	58%		
環境	<ul style="list-style-type: none"> 限りある水資源を守り、未来へつなぐ。 地球との共生へ、温暖化対策に取り組む。 	節水商品の普及による水ストレスの軽減	商品使用時水削減貢献量 ※1	◆	10.0億m ³ ※2	11.4億m ³		
			事業所からのCO ₂ 排出量 (Scope1, 2)	◆	25.4万t	22.9万t		
		カーボンニュートラルの実現	CO ₂ 排出量売上高原単位		0.362 t/百万円	0.269 t/百万円		
			商品使用時CO ₂ 削減貢献量 ※1		298万t※2	360万t		
人とのつながり	<ul style="list-style-type: none"> お客様と長く深い信頼を築く。 次世代のために、文化支援や社会貢献を行う。 働く喜びを、ともに作りわかち合う。 	お客様満足の向上	アフターサービスお客様満足度 ※3	◆	94.2pt	94.8pt		
			ショールーム満足度(日本)	◆	76.5pt	78.2pt		
		地域に根差した社会貢献活動の推進	社員のボランティア・寄付等の実施率		108.1% (参考:ホ ^u ラ ^u ティ ^u のみ)	100%以上		
			社員満足度(日本)	◆	75.9pt	77.4pt		
		働きやすい会社の実現	女性管理職比率(日本)		20.4%	21.5%		
			男性の育児休業取得率(日本)		64.7%	85.0%		

※1 2005年当時の商品を普及し続けた場合と比べた削減効果

※2 WILL2030 STAGE2と同様の算定条件とした場合 (概算値)

※3 対象範囲: 日本・米州・欧州・中国大陸・台湾地域・インド・タイ・ベトナム

◆: WILL2030の長期目標

目次

1.会社概要

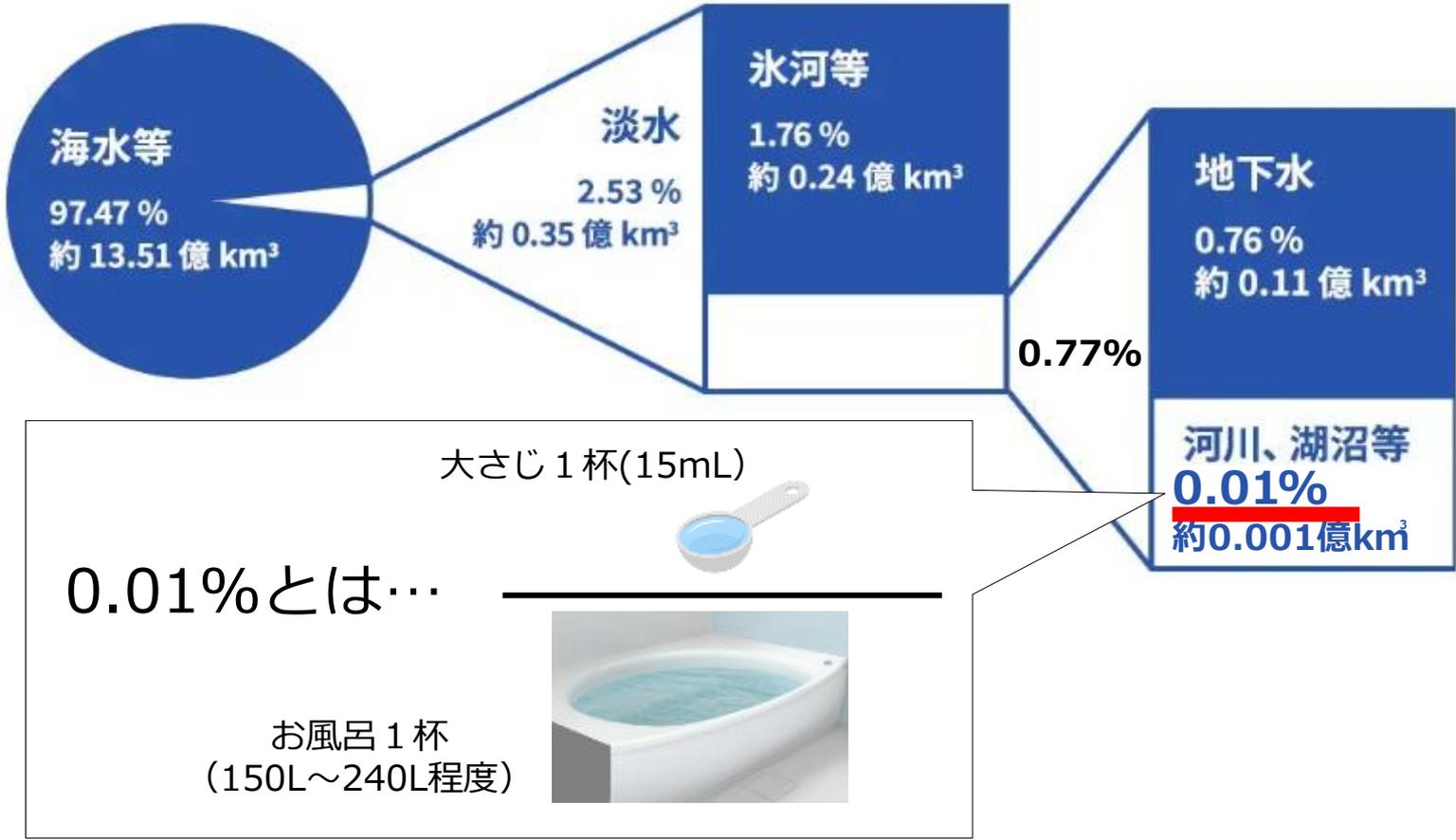
2.TOTOにおける水と環境に関する取り組み

3.TOTOの無焼成セラミックス

地球の水

■地球上に存在する水の量

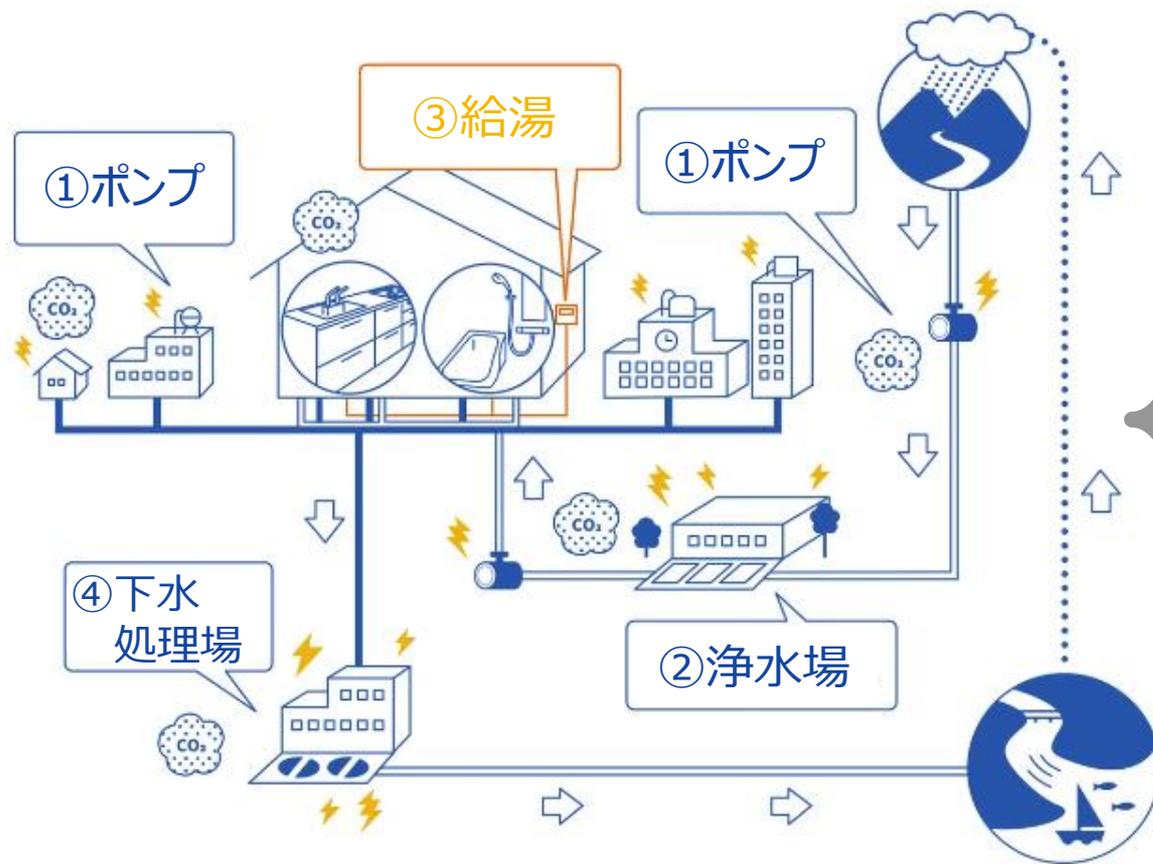
※出典：令和4年版 日本の水資源の現況について
国土交通省 水管理・国土保全局 水資源部



地球には多くの水が存在するが、人間が使うことができる水資源は限られている。
水まわりの商品を提供する企業として、水資源を大切にしている責任がある。

水とCO₂の関係

■ 水を使用することで発生するCO₂



CO₂が発生

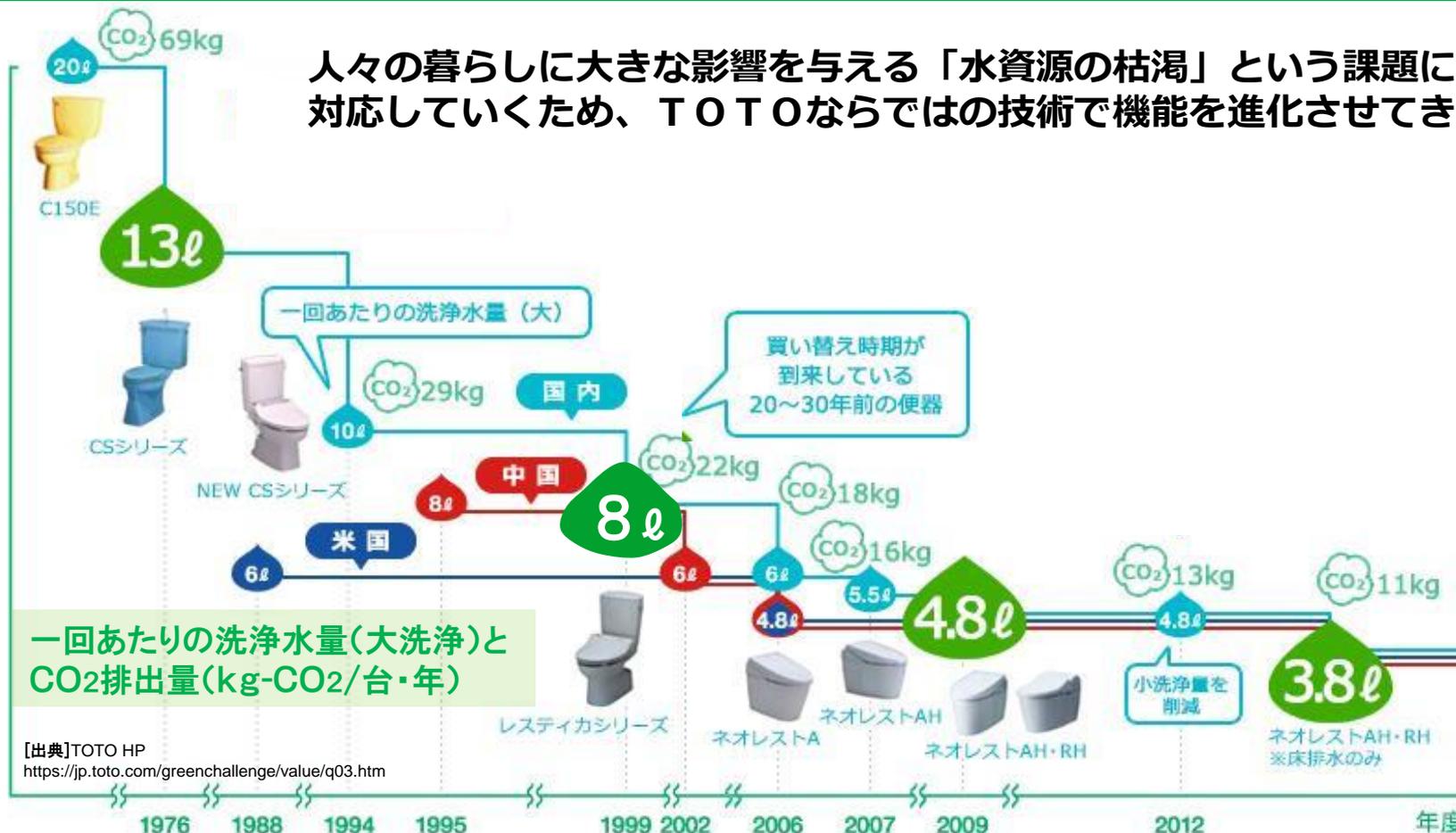
- ① **ポンプ**
水を運ぶときに電力を使用
- ② **浄水場**
水の浄化に電力を使用
- ③ **給湯 (家庭や公共施設)**
水を加熱するときにガス、電力などのエネルギーを使用
- ④ **下水処理場**
下水の処理に電力を使用

水の使用量の削減は、電気やガスなどエネルギー使用量の削減に寄与。
水やお湯を大切に使うことで、CO₂排出量の削減に貢献が可能。

節水への取り組み

節水性能の追求（便器）

人々の暮らしに大きな影響を与える「水資源の枯渇」という課題に対応していくため、TOTOならではの技術で機能を進化させてきた。

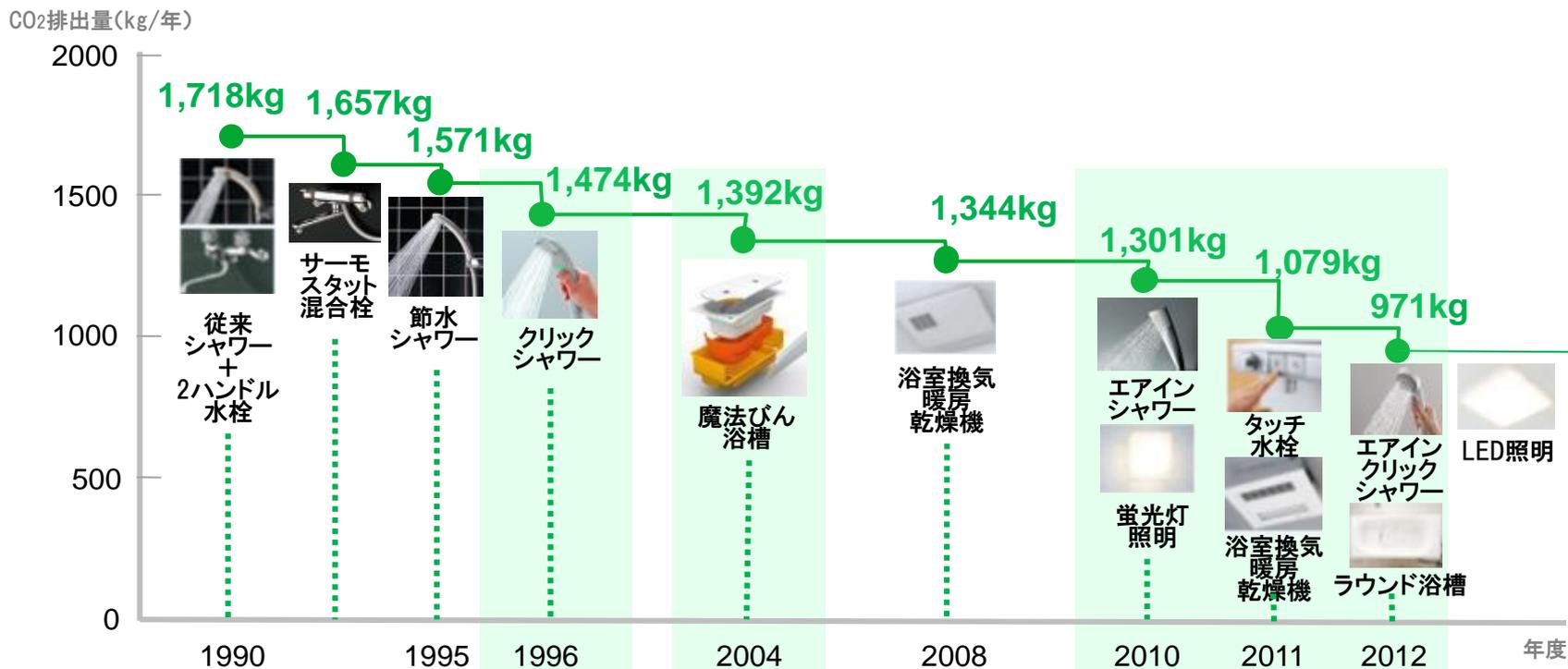


洗浄水量初代節水便器13 Lから最新型3.8 Lへ、洗浄能力を進化し続けてきた。リモデルによる節水便器への取り換えは、節水性能の向上によって、水資源の保全と共に、CO₂排出削減にも貢献する。

節湯への取り組み

浴室における使用時CO₂排出量削減の進化

節水シャワーや断熱浴槽などの開発を進め、水まわりの中でもエネルギーを多く使う浴室の節水・省エネ性能を進化させてきた。



※最新の投入機種を組み合わせた場合の使用時CO₂排出量 (TOTO試算)

[出典]TOTO HP

浴室で使用する給湯・追い焚き・照明等のエネルギーを減らすことによりCO₂排出量を削減。

水と暮らしのカーボンニュートラルを実現する商品群

きれいと快適・健康商品

きれい

快適

UD

デザイン

健康

該当商品例



きれい

節水



きれい

節水・節湯



快適

デザイン

節湯

サステナブルプロダクツ



きれい

節電



きれい

省エネ



きれい

節水

節湯

節水

節湯

節電

CO₂削減

省エネ

環境商品

便器やシャワーなど、水やお湯を使う商品の節水や節湯を進めるとともに、ウォシュレットなど、エネルギーを直接消費する商品についても省エネ化を推進。

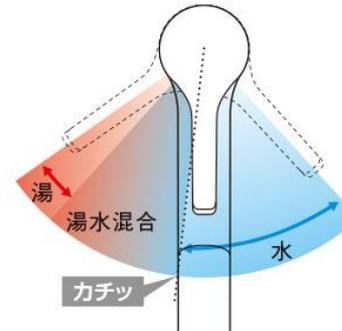
カーボンニュートラルに向けて暮らしの中でできること

水やお湯を出しっぱなしにしない。

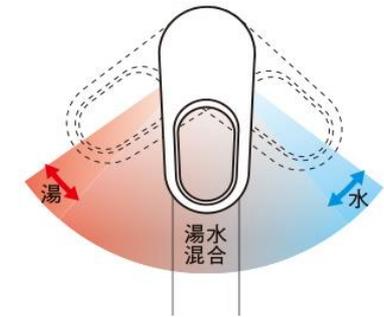


トイレを流すときに
「大」「小」を使い分ける。

節水や節湯の商品を選ぶ。



エコシングル水栓

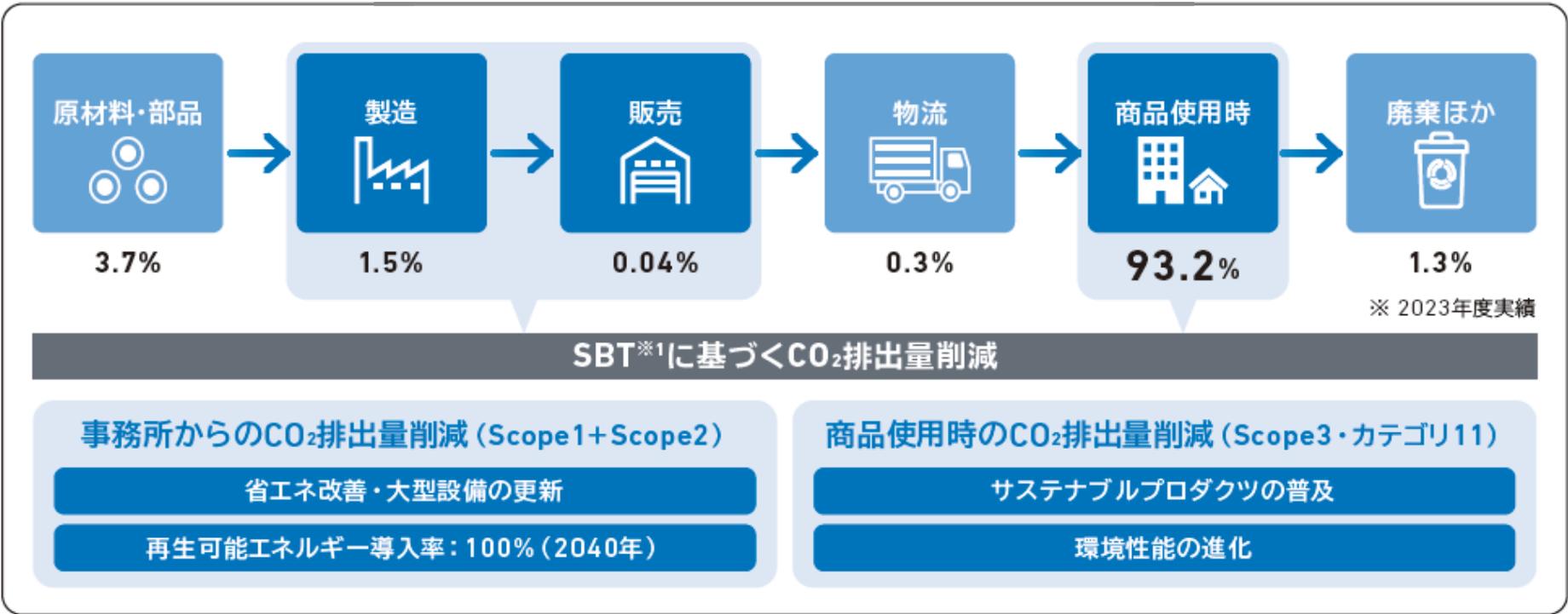


従来の水栓

皆様も身近なところから、はじめてみませんか？

カーボンニュートラルで持続可能な社会を実現

<商品ライフサイクルから見たCO₂排出量の割合>



※1 Science Based Targetsの略称。パリ協定が求める水準と整合した企業における温室効果ガス排出削減目標

TOTOの多くの商品は使用期間が約10年～20年と長く、ライフサイクルで見ると、商品使用時に排出されるCO₂の量が全体の9割以上を占めている。

SBTに基づくCO₂排出削減

科学的根拠に基づいたCO₂排出量削減活動目標の更新

2021年

2030年

2050年

SBTの科学的根拠に基づくCO₂排出量削減

Scope1
Scope2
事業所からの
CO₂排出量削減

省エネ改善・大型設備の更新

再エネ導入:2030年90%
(2040年:100%)

2021年度比
47.5%
削減

Scope3
(カテゴリ11)
商品使用時の
CO₂排出量削減※

サステナブルプロダクツの普及

環境性能の進化

2021年度比
25%
削減



※算定対象は、エネルギーを直接消費する商品群

2024年3月に2030年に向けた温室効果ガス削減目標を更新し、
SBT「1.5°C水準」の認証を取得。

衛生陶器製造におけるCO₂排出削減

窯の燃料はすべてガスへ

衛生陶器製造の窯の燃料はすべて石油からガスへの燃料転換を完了。

(2007年完了)

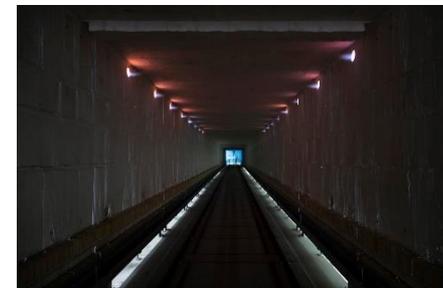
よりCO₂排出の少ない燃料での生産を推進。



高効率焼成窯への切替

「平成25年度省エネ大賞・経済産業大臣賞」を受賞した滋賀工場を始め、省エネ・高効率型のトンネル窯は、中津・ベトナム・タイと新工場で稼働。

2022年には、世界のマザー工場である小倉工場においても窯を更新。更新前と比べて、CO₂排出を40%削減。



Scope1排出削減においては、衛生陶器の製造工程でのCO₂排出を推進

約50年ぶりの新窯導入

エネルギー効率のよい窯でCO₂排出量を抑制

本社・小倉第一工場で約50年ぶりに衛生陶器を焼くための新窯を導入。窯の温度の上げ下げに時間のかかるレンガ窯から、温度調整が素早くできるファイバー窯に変更。ファイバー窯に変更したことで、ガスの使用量が減り、二酸化炭素の排出量をレンガ窯と比べ約40%低減できる。



ファイバー窯は、セラミックスを綿状にして編みあげた素材を使う。窯のなかで熱が対流しやすい利点があり、熱の対流が少なく温度調整が難しかったレンガ窯の課題の解決に役立つ。



省エネルギー設備の導入・切り替え

- ① 空調における全熱交換機の採用
- ② 複層ガラスの採用
- ③ LED照明の採用

2020年2月に竣工したTOTOファインセラミックス中津工場 第四棟において導入したクリーンルームでは、空調熱源を集約し、さらに室内の状況に応じた最適な運転制御が可能な最新設備を導入し、効率的なエネルギーの利用を図っています。



グローバルで省エネルギー、高効率設備の導入を推進。

Scope2の削減

再生可能エネルギー設備の導入

太陽光発電設備の設置を推進

日本国内および海外の各拠点において、地域特性に応じた再生電力を調達し、複数の拠点で再生電力100%を達成しています。

太陽光発電設備の導入も、2023年度までに約6.0MW(DC)の規模となりました。



再生可能エネルギーの調達

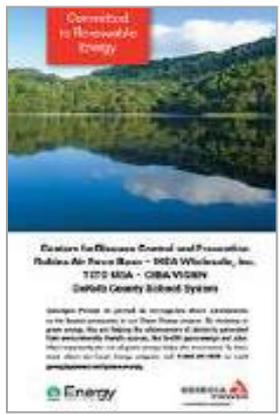
Green Power Leadership Award 表彰

[TOTO U.S.A.]

GEORGIA POWER COMPANYより太陽光から生み出されたグリーン電力を調達。年間1,225万KWh相当を調達し、8,662tのCO2削減に寄与。



2017年にUS EPA (米国環境保護庁 US Environmental Protection Agency) から Green Power Leadership Awardに表彰



※Green Power Program : GEORGIA POWER COMPANYが提供するバイオマス発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーを選択して購入できるプログラム
※CO2削減量の計算は、アメリカ合衆国環境保護庁の温室効果ガス等量計算サイトによる。

太陽光発電設備の設置やグリーン電力調達の推進。
2023年度のグローバルでの再生可能エネルギー電力の導入拡大は、
120GWhを超え、使用電力量の約37%を占める。

Scope3の削減

Cat.1 購入した製品・サービス

再生プラスチックの利用を推進

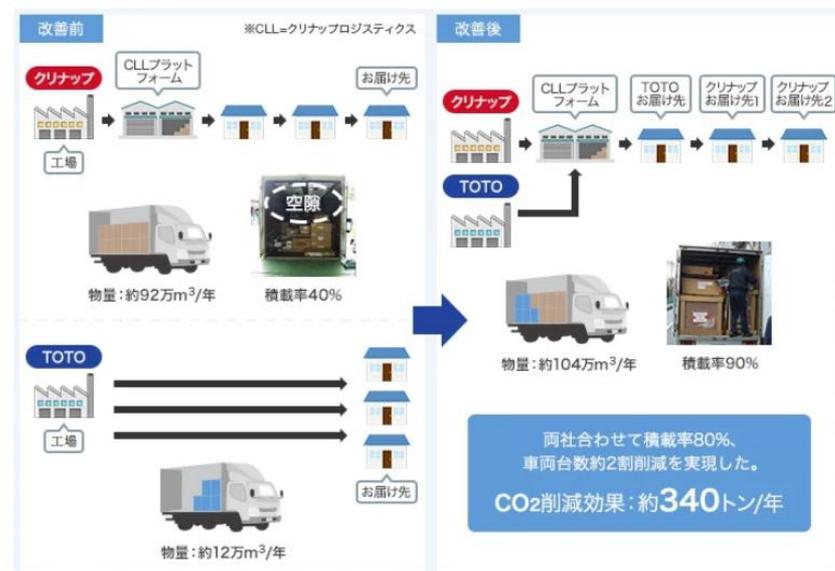
再生プラスチックの活用を進めています。日本国内では月間100tを超える再生プラスチックを使用しており、主な用途である大便器のタンク部では、80%以上を再生プラスチックが占めています。



Cat.4 輸送・配送

クリナップ株式会社様と協同配送

TOTOはシステムキッチンの配送において、販売面で競合関係にあるクリナップ株式会社と、物流面において垣根を越えた「協同配送」を実施しています。



商品における3Rの推進として、CO₂排出の少ない再生プラスチックの利用を促進。
クリナップ株式会社様と垣根越えた協同配送により、CO₂排出削減を図る。

Scope3の削減

Cat.5 事業活動から出る廃棄物

衛生陶器屑の再利用

従来のバージン骨材に代わり衛生陶器工場の廃棄品（衛生陶器屑）を活用いただいています。樹脂舗装工法によって視認性向上や雨天時の転倒防止といった効果が確認されています。



施工前現場

施工後現場

Cat.12 販売した製品の廃棄

ウォシュレット（温水洗浄便座） リサイクルへの取り組み

神奈川県と東京都内の一部で使用済みウォシュレットを試験回収し、金属類は売却、プラスチック類は破碎チップ化してリサイクル原料として活用しています。



衛生陶器屑の再利用、ウォシュレットのリサイクルなど、資源の有効活用を継続して検討、実施中。

目次

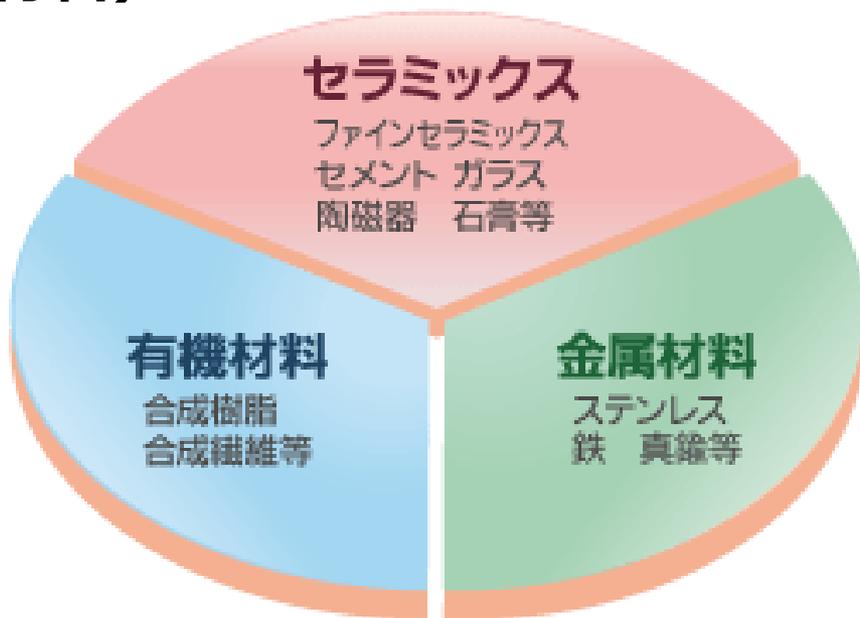
1.会社概要

2.TOTOにおける水と環境に関する取り組み

**3.TOTOの無焼成セラミックス
(コーティング技術：AD法)**

セラミックスについて

★**セラミックス** (無機材料) : 有機材料・金属材料に並ぶ**3大材料**の1つである



陶磁器

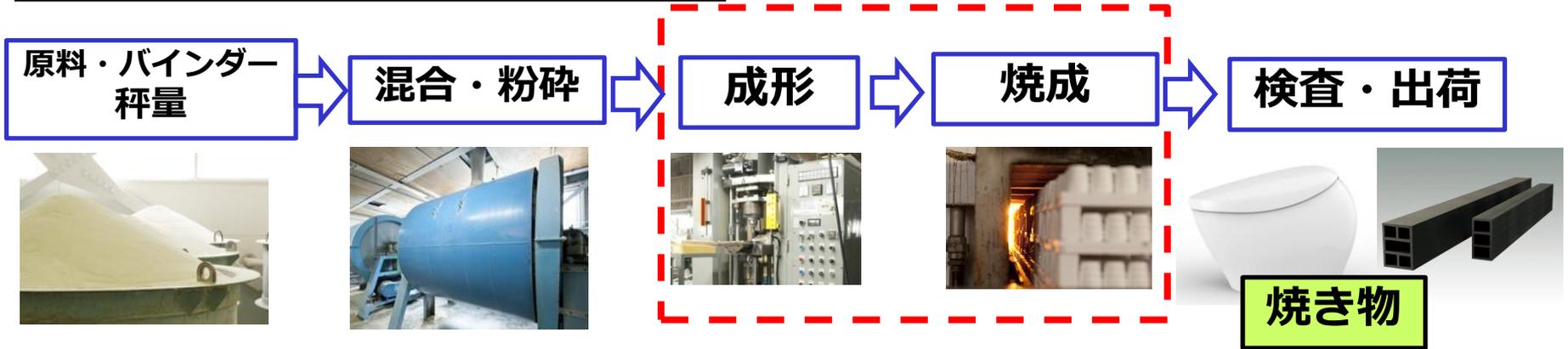


ファインセラミックス



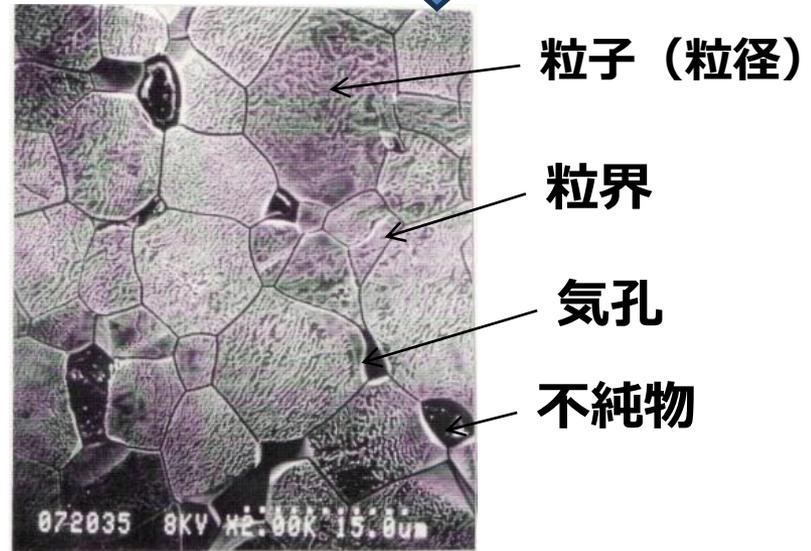
セラミックスについて

<セラミックスの製造工程>



★セラミックスとは

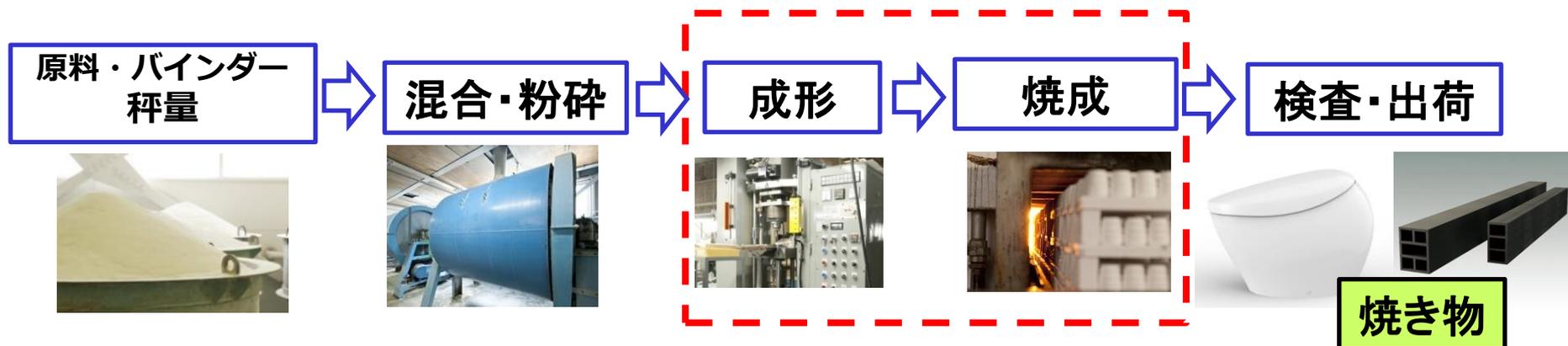
“粘土を焼き固めたもの”を意味し、ギリシャ語：Keramosが語源。
すなわち、無機材料の粉体を成形し、焼成し焼くことにより組織は写真に示すような粒子同士が接合集合した多結晶体構成。



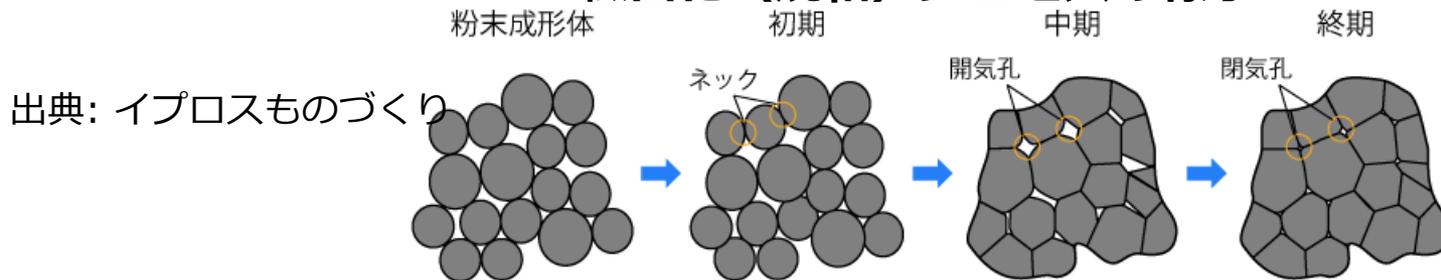
いくつもの粒子が接合した集合体組織（多結晶体）

セラミックスについて

■焼結法での緻密化メカニズム



緻密化（焼結）プロセスの様子



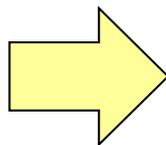
焼結工程：その粒子表面の原子・分子・イオンの熱拡散現象によって表面積を減らすことで隣の粒子と接合し緻密化する。

粒子の熱拡散固化現象

セラミックスについて

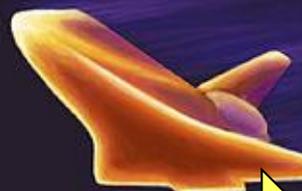
★セラミックスの一般的な特徴

① 熱に強い



<応用>

耐熱タイル



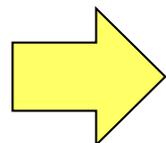
② 熱を伝えにくい



コーヒーカップ



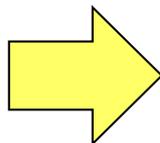
③ 硬いが脆い



耐磨耗ボール



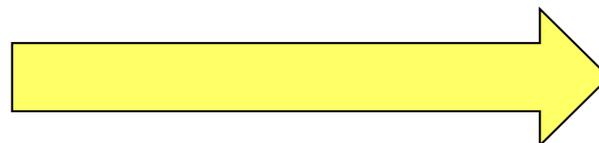
④ 腐食に強い



セラミック包丁



⑤ 電気を通さない



碍子



セラミックスについて

★セラミックス製造プロセス：

①原料・秤量



②粉碎・混合



③成形



④焼成

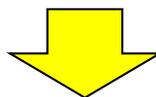


⑤検査・出荷



課題

●昔からのオールドセラミックスもニュー（ファイン）セラミックスも“**焼く**”といった工程は変わっていない。



CO₂削減(カーボンニュートラル)環境問題

・プロセスエネルギーの60%が焼成で消費。

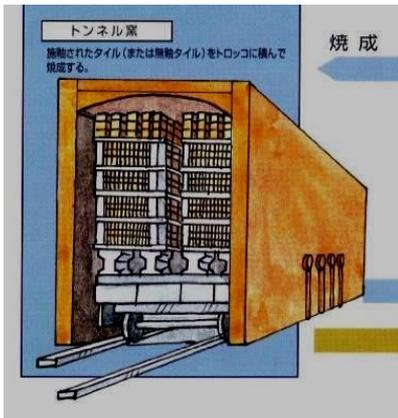
・セラミックスは焼成といった高温での処理があるのでセラミックス同士、樹脂や金属との複合化が難しい

複合化による機能性拡大：難しい

■ 無焼成セラミックコーティング技術 (AD法)

セラミックスの起源

セラミック (陶器) は
焼いて作るのが当たり前



焼かないでセラミックスが作れないか？

こびりついた
付着物を取り
除く方法はない
ものか…

シャトル飛行中の
現象を再現すれば
焼かないでセラ
ミックス膜を作れ
るハズだ！



TOTO & 産総研



帰還後のシャトル表面には、固い付着物が…

エアロソルトポジション法 (AD法)
の起源

■ 無焼成セラミックコーティング技術 (AD法)

AD法(エアロゾルデポジション法)は加熱することなく、
常温で超緻密なセラミック膜を形成できるコーティング技術

AD法原理



①セラミック微粒子をガスに分散させエアロゾルを発生

サブミクロン径
セラミック微粒子

②エアロゾルを加速して
ノズルから高速噴射

③微粒子が基材に衝突し
破碎・変形して膜が形成

④基材を揺動させて
所望面積に製膜



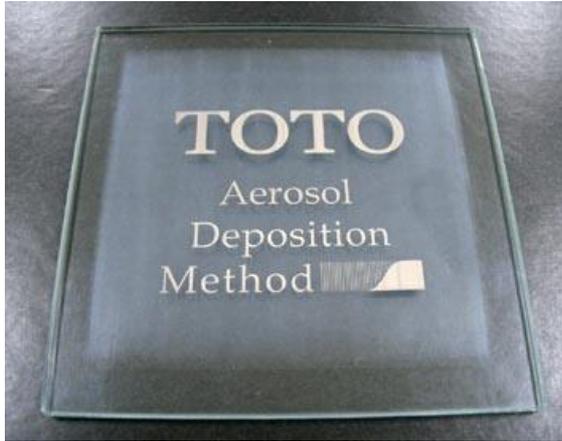
製膜の様子

- 加熱工程を必要としない
- 高密着、高硬度の緻密体
- 膜構造が数十nmレベル粒子
集合体粒界はガラス層が存在しない

出典: AIST Japan Youtube ch
<https://www.youtube.com/watch?v=M5uYvSrcKq8>

■ 無焼成セラミックコーティング技術 (AD法)

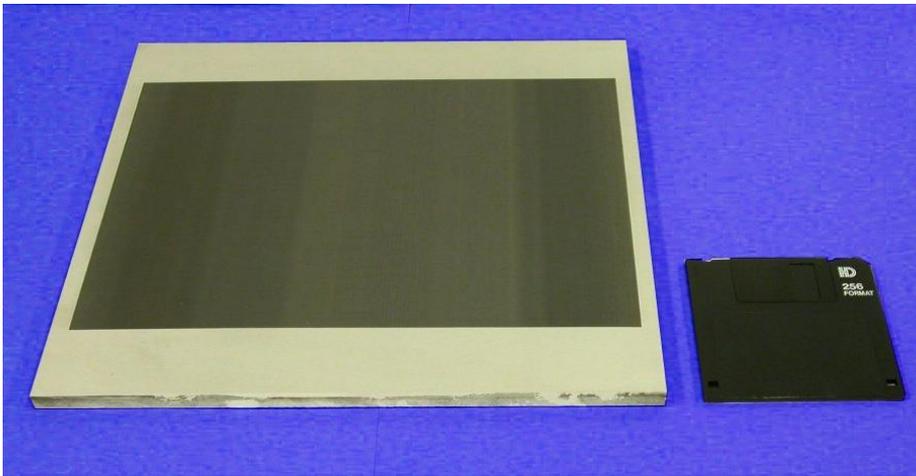
■ AD法で各種基材上に作製したアルミナ膜の外観



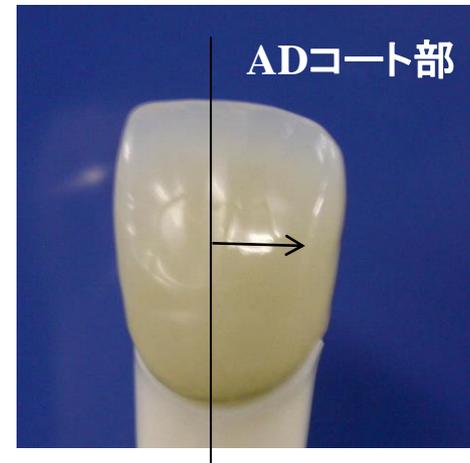
●ADアルミナ膜(17 μ m) / アルミめっきロゴ / ガラス



●ADアルミナ膜(15 μ m) / アルミナ焼成体



●260×200mm \square 、20 μ mt/ADアルミナ膜/アルミ合金



●3 μ mt ADアルミナ膜/義歯

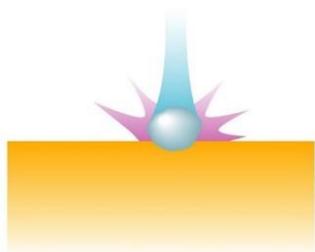
ガラス・セラミック・金属・樹脂等の各種基材への製膜が可能

■ AD法の緻密化のメカニズム

AD法の製膜メカニズム

Step 1

初期初動



セラミックス粒子が基材への衝突。

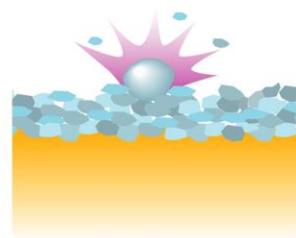
Step 2



基材へのセラミックス粒子が突き刺さる。(アンカーリング)

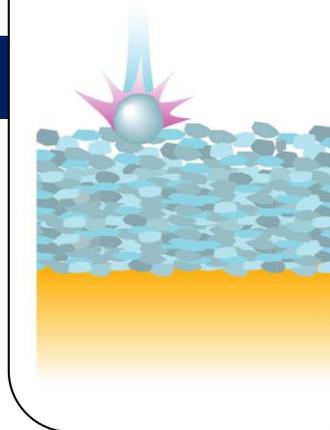
Step 3

粒子の衝突固化現象



製膜されたセラミックス層に飛来したセラミックス粒子が衝突し破碎・変形。下地のセラミックス層は叩き付けられ高硬度化。

Step 4



Step3を繰り返すことでセラミック層は緻密に積み上げられ膜が成長。

次世代半導体製造装置を支えるAD部材

①背景

情報化社会

AIやIoT技術が進む中で



デジタル製品の高機能化が加速

半導体デバイス (ICやメモリーチップ)



回路線幅

高速化・低消費 ⇒ トランジスタ回路線の細線化

ムーアの法則

半導体技術ロードマップ (ITRS)

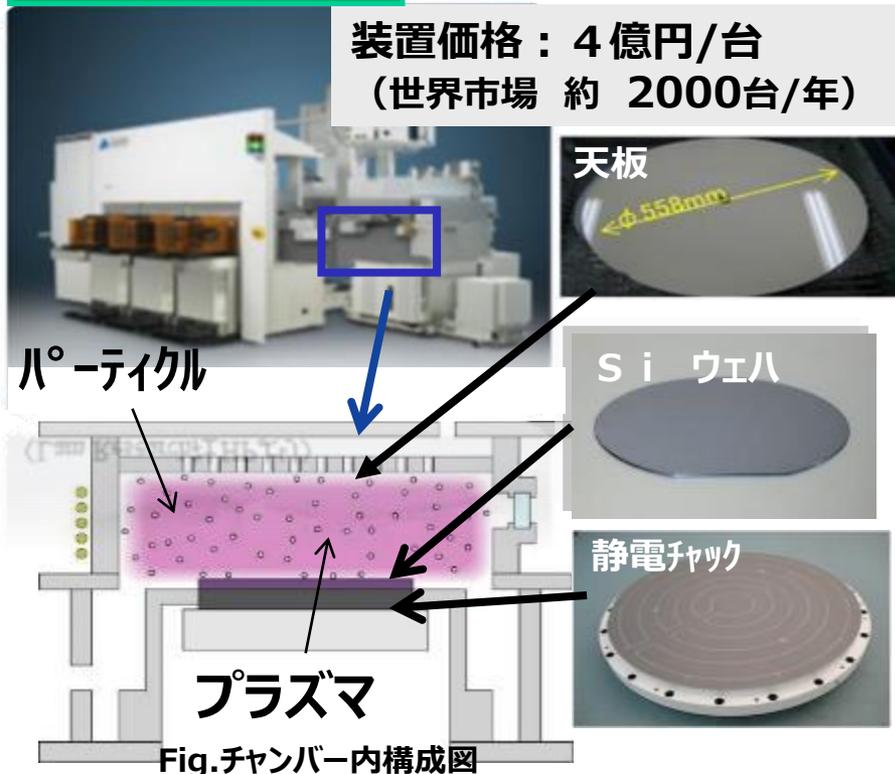


2018年
7nm

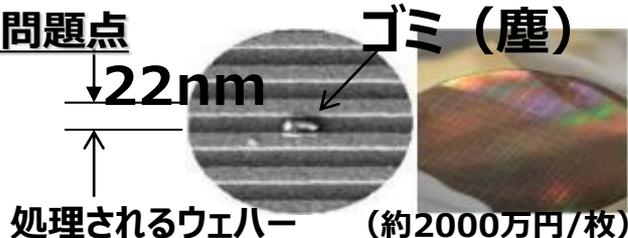
2025年
3nm

エッチング装置

装置価格 : 4億円/台
(世界市場 約 2000台/年)



現状の問題点



腐食の少ないY2O3は採用されつつも

細線化に伴い歩留低下

セラミックスコーティング技術（溶射法）

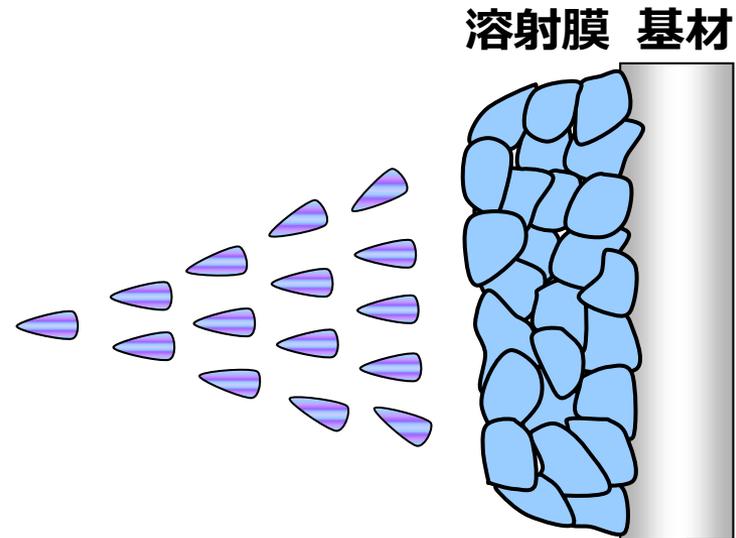
< 溶射法の原理 >

溶射材料をガスによる燃焼炎または電気エネルギーを用いて加熱し、皮膜粒子が溶融またはそれに近い状態になった粒子を基材に吹き付けて冷固まり膜を形成させる方法

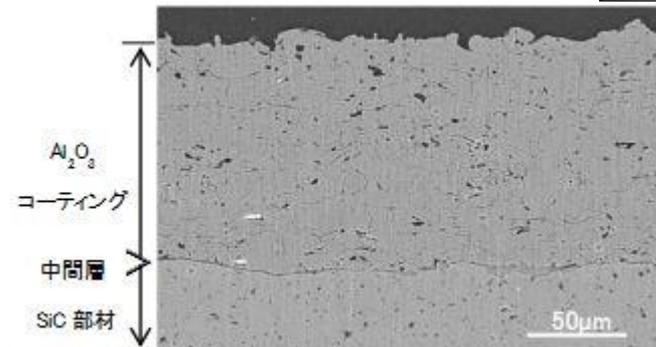
金属合金
セラミックス・サーメット
ガラス 樹脂



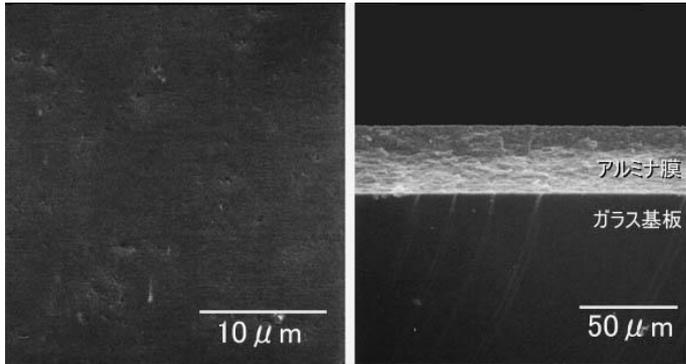
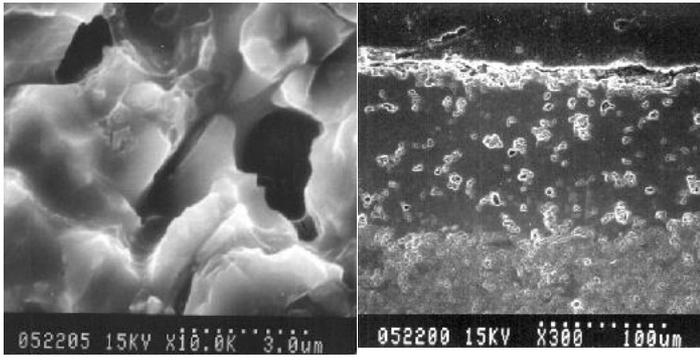
燃焼エネルギー
電気エネルギー



粒子は圧縮空気またはその他のガスによって加速されて処理物表面に叩き付けられて溶融付着し、冷却過程で固化し、組織に気孔を有す。



AD法と溶射法との比較

	ADアルミナ膜	溶射アルミナ膜
膜厚	数~80 μm	110 μm
表面粗さRa	0.06 μm (as depo)	0.33 μm
硬度Hv	800~1400	700~900 (文献値)
密着力 (MPa)	>70 (on Al alloy) 66(on Al ₂ O ₃)	24 (on Al alloy) 5(on Al ₂ O ₃)
耐電圧	>100V/ μm	>40V/ μm
SEM イメージ	 <p>表面 (研磨面) 断面</p>	 <p>表面 断面</p>

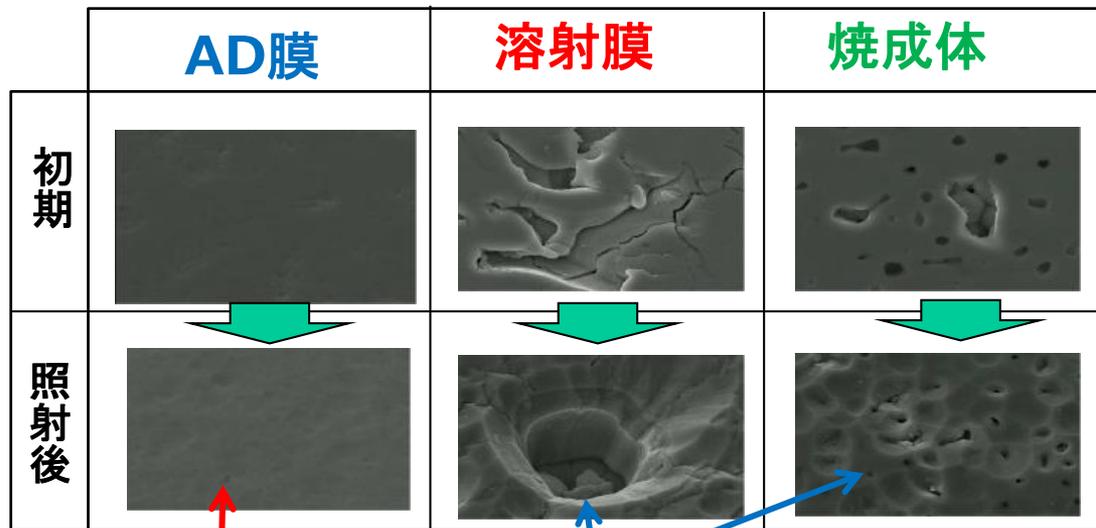
常温で製膜するAD法技術は溶射法を凌ぐ物性値を示すことが判った

■次世代半導体製造装置を支えるAD部材

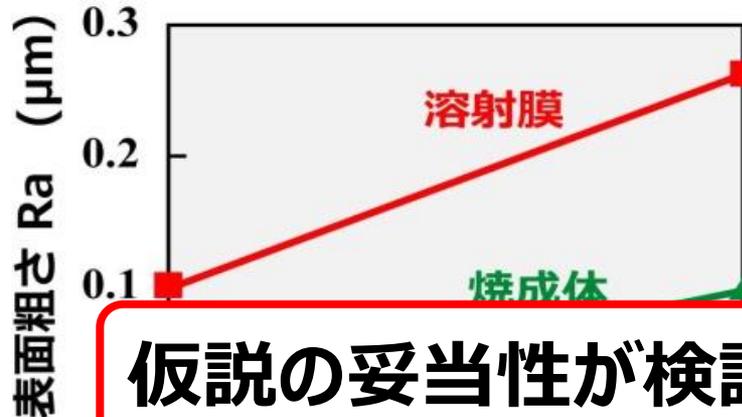
実環境に近いプラズマ照射試験による Y_2O_3 の現行品とAD開発品比較

■試験後の部材表面組織観察

プラズマ照射条件
Apparatus: RIE
Process Gas:
 $CF_4(40sccm) + O_2(10sccm)$
RF: 1kW ($0.55W/cm^2$),
13.56MHz
Exposure Time: 6hrs



■試験後の部材表面粗さ測定



従来品:
表面粗さの変化やクレータ構造の組織変化⇒粒子の脱落

仮説の妥当性が検証ができ

AD法による Y_2O_3 膜は、従来製品を凌駕する破壊的イノベーション技術の可能性が確認できた

■次世代半導体製造装置を支えるAD部材

＜実機でのフィールド試験結果：透過率変化＞

従来品

AD膜
(イットリア膜)

プラズマ侵食
により失透

透光性を維持

After a few months

あしたを、ちがう「まいにち」に。

TOTO