

真空紫外光を用いた環境対策技術

ウシオ電機株式会社

事業創出本部 研究開発部門 新事業開発部

副部門長 兼 部長 鮫島 貴紀

同部 温暖化対策プロジェクト リーダ 大塚 優一

2025/3/4

Copyright(C) 2008 Ushio Inc., All Rights reserved



未来は光^{／＼}でおもしろくなる

USHIO



□会社紹介

□N₂O削減技術

□PFAS分解技術



ウシオ電機ご紹介

USHIO

USHIO

G R O U P



代表取締役社長
朝日 崇文

本社	：東京都千代田区丸の内
設立	：1964年3月
資本金	：195億円
グループ会社数	：46社
従業員数	：5,439名
連結売上高	：1,794億円
連結営業利益	：129億円
連結経常利益	：160億円
東京証券取引所プライム市場上場	

上記数値は2024年3月末時点

光を あかりとして、エネルギーとして利用し、
新しい光市場を創造する。

—— 創立時の事業方針より

ウシオと「光」

USHIO



エネルギーとしての
多彩な「光」の機能



ウシオの光技術

USHIO

Industrial Process



半導体、フラットパネル、精密機器、
電子部品、光化学、印刷、産業機器 など

Visual Imaging



プロジェクター用光源、一般・商業施設用
照明、景観照明・演出、ステージ・スタジオ
照明、オフィス・ドキュメント用光源 など

Life Science



医療、自然環境、農業、海洋・漁業、
セキュリティ、エネルギー、
宇宙開発など光源など

ワールドワイドで支持されるウシオの光

75%



半導体リソグラフィー用UVランプ

95%



高微細プリント基板用
ステップ&リピート投影露光装置

80%



光配向装置

70%



液晶パネル貼り合わせ装置

70%



液晶リソグラフィー用UVランプ

95%



パネル光洗浄装置

80%



トナー定着用ハロゲンヒーター

35%



デジタルシネマプロジェクター

65%



シネマプロジェクター用ランプ

20%



データプロジェクター用ランプ

ウシオは
「光」のプロフェッショナルとして、
これまで培った技術により**最適**
な光源と機能をお届けします。



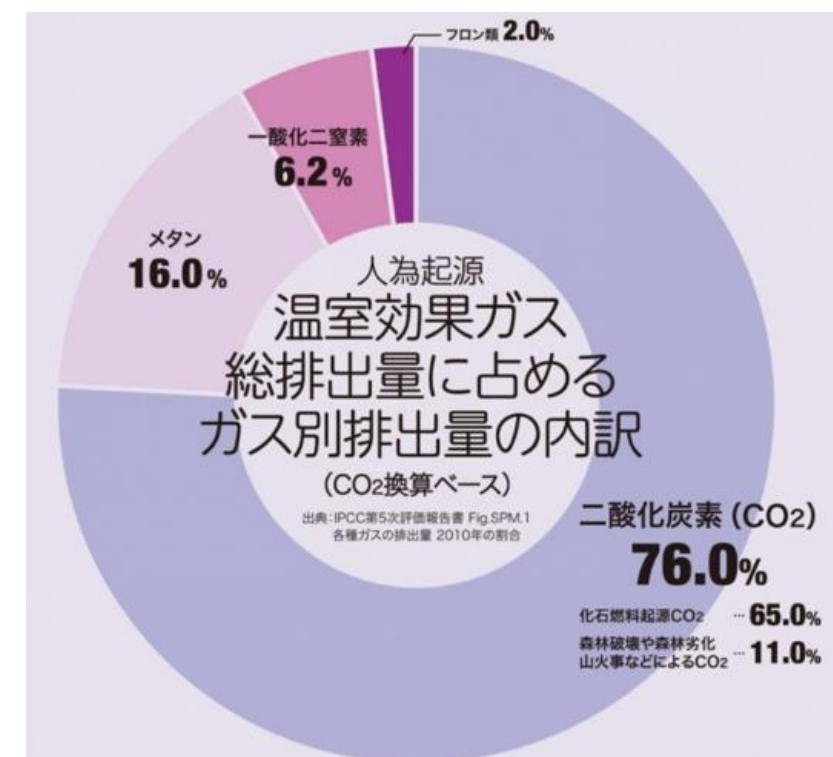
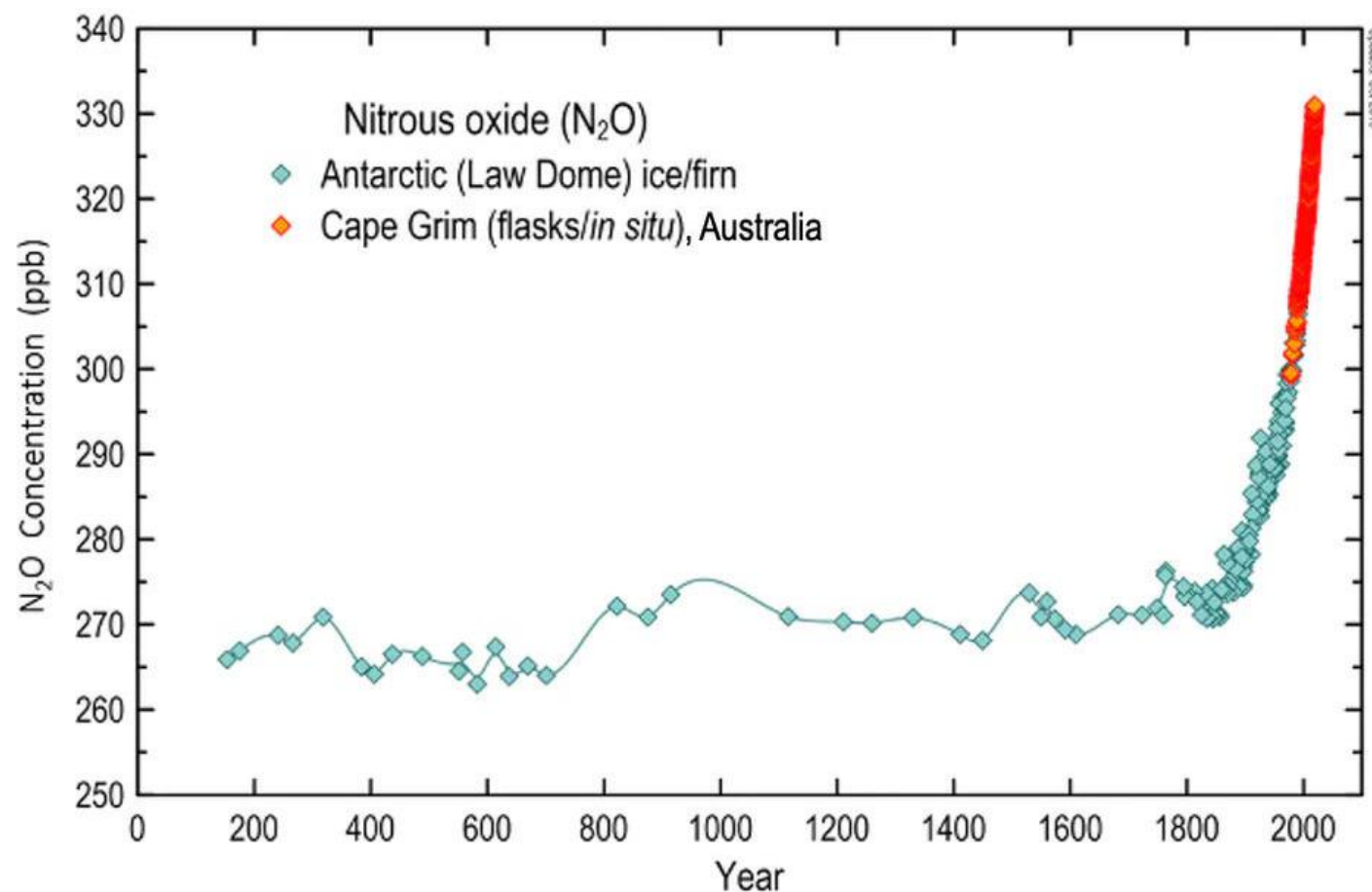
□会社紹介

□N₂O削減技術

□PFAS分解技術

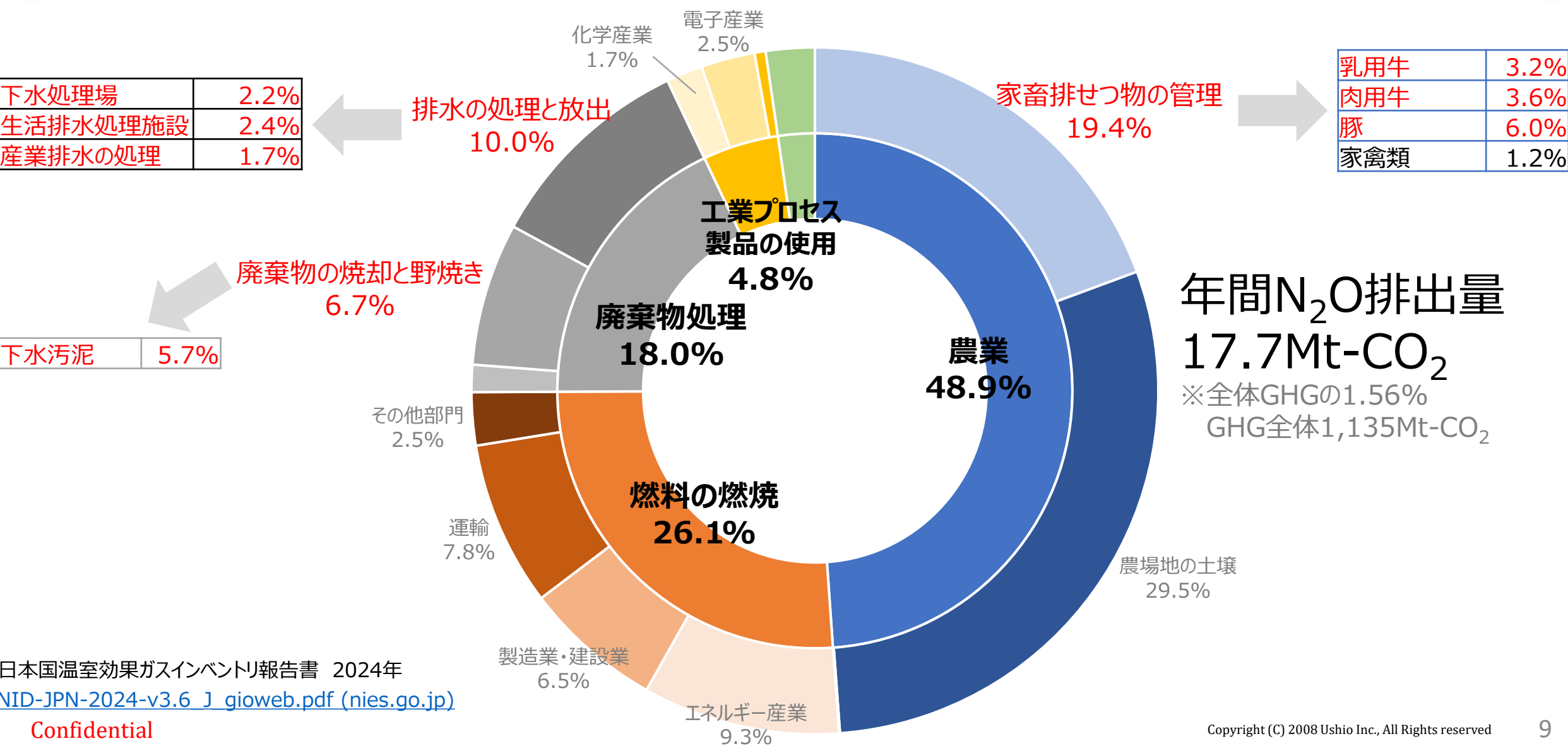
大気中N₂Oの濃度

- ✓ 空気中のN₂O濃度は1800年代後半から急上昇し、過去40年間で30%も増加。
- ✓ N₂OはCO₂, CH₄に次ぐ温室効果ガスである。



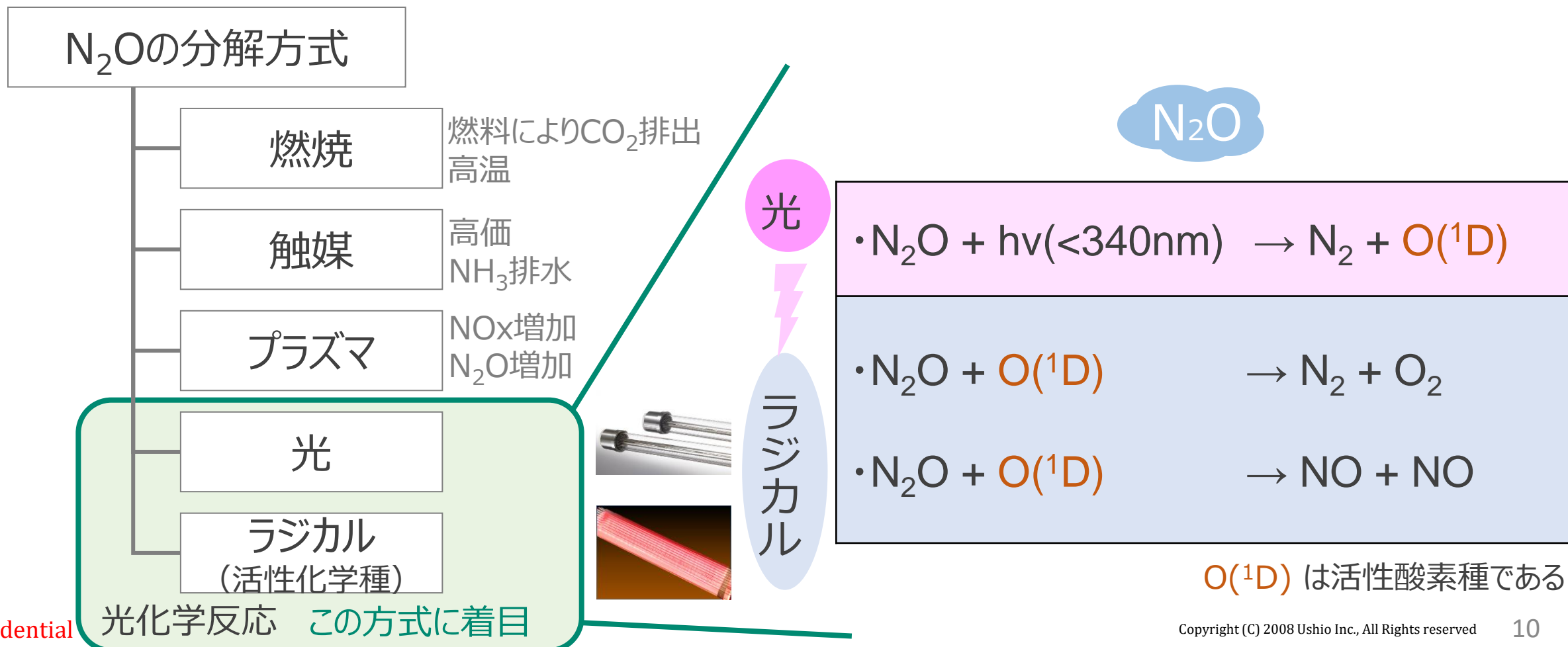
出典：オーストラリア連邦科学産業研究機構

N₂Oの排出源（日本）



光によるN₂O分解

- ✓ 排出される低濃度のN₂Oを直接分解できる新たな手法が求められる。
- ✓ N₂Oの分解方式は存在するが課題もあり、独自の光化学反応を検討。



光と活性酸素種を同時に生成できる技術

USHIO

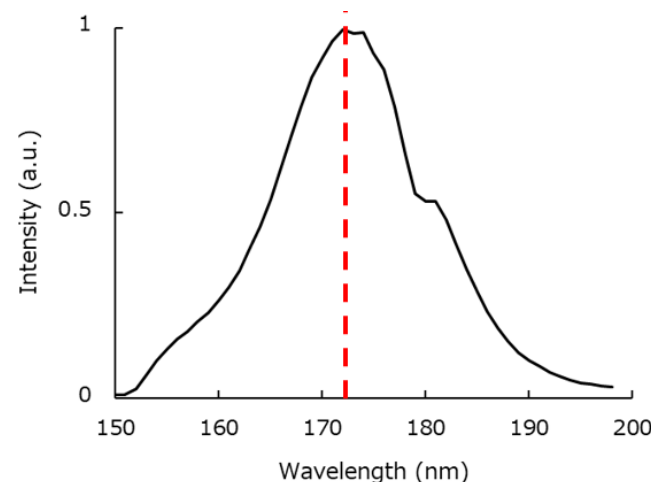
✓ エキシマランプは172nmの紫外線放射と酸素や水と反応し、活性酸素種を生成できる。

エキシマランプ

ウシオ電機が世界で最初に製品化したランプ。
液晶基板の洗浄工程や半導体製造工程に応用展開され、
すでに商用化実績のあるランプ。



世界シェア
95%



中心波長：172nm

◆ 酸素O₂の光分解



◆ 酸素原子の反応



※Mは第3体 (third body)

◆ オゾンの光分解

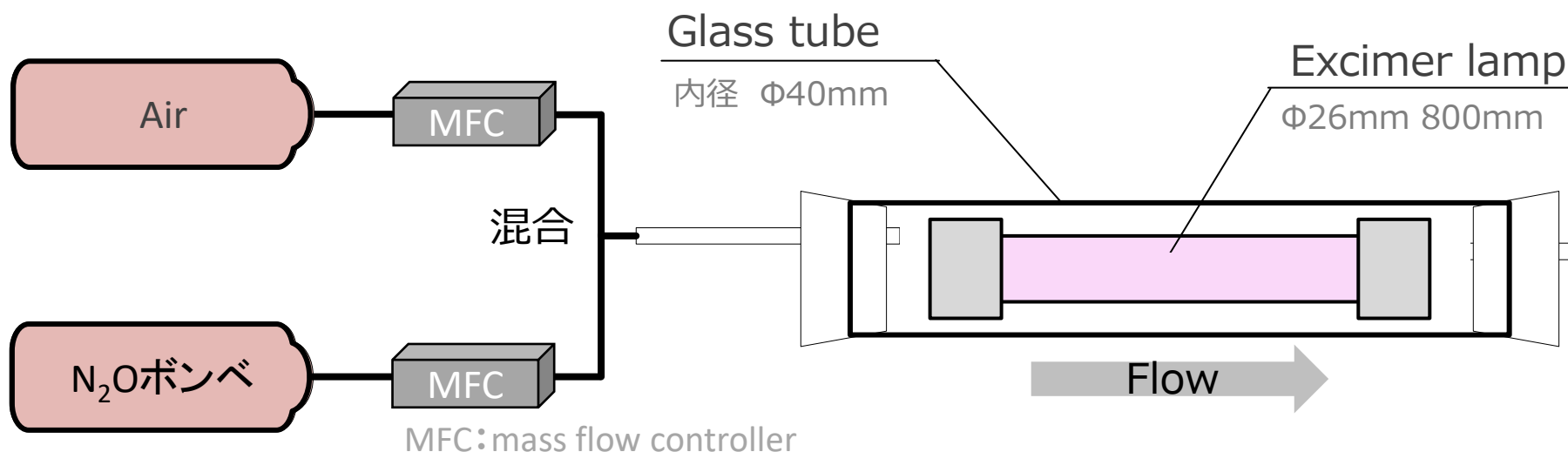


◆ 水H₂Oの光分解



エキシマランプを用いた実験系

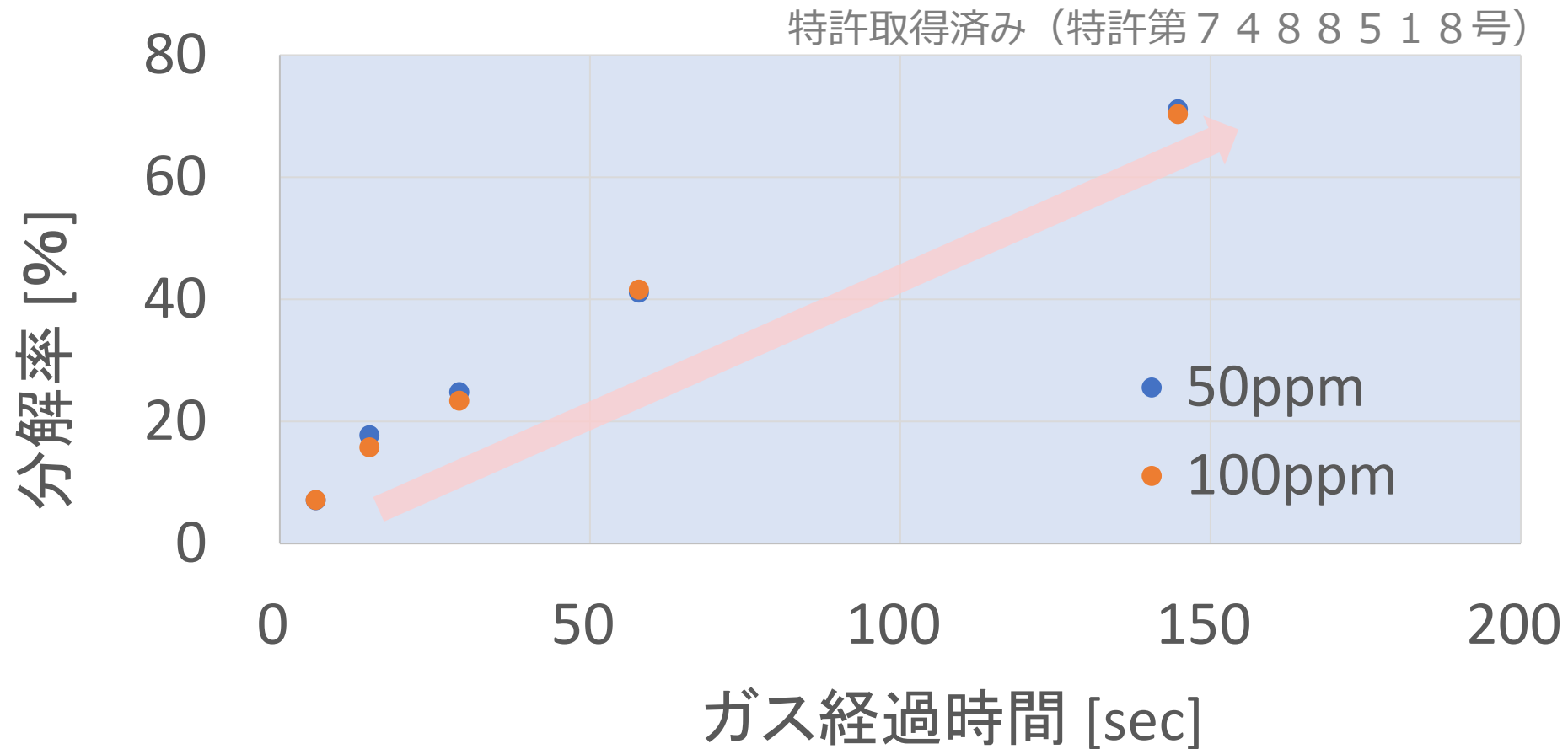
- ✓ ボンベを用いて低濃度 N_2O の光分解実験を実施
- ✓ Airをベースとして N_2O を希釈したガスに紫外線を照射
- ✓ 処理後ガスをFT-IRを用いてガス分析を行い、 N_2O の分解量を確認



FT-IR
MATRIX-MG05/Bruker

エキシマランプを用いた実験

- ✓ N_2O 濃度が50ppm, 100ppmと希薄なガスを用いて流量(0.1LPM~1LPM)を調整
- ✓ 紫外線をあてる時間を変化させ、150秒照射することで70%もの分解率を得た。

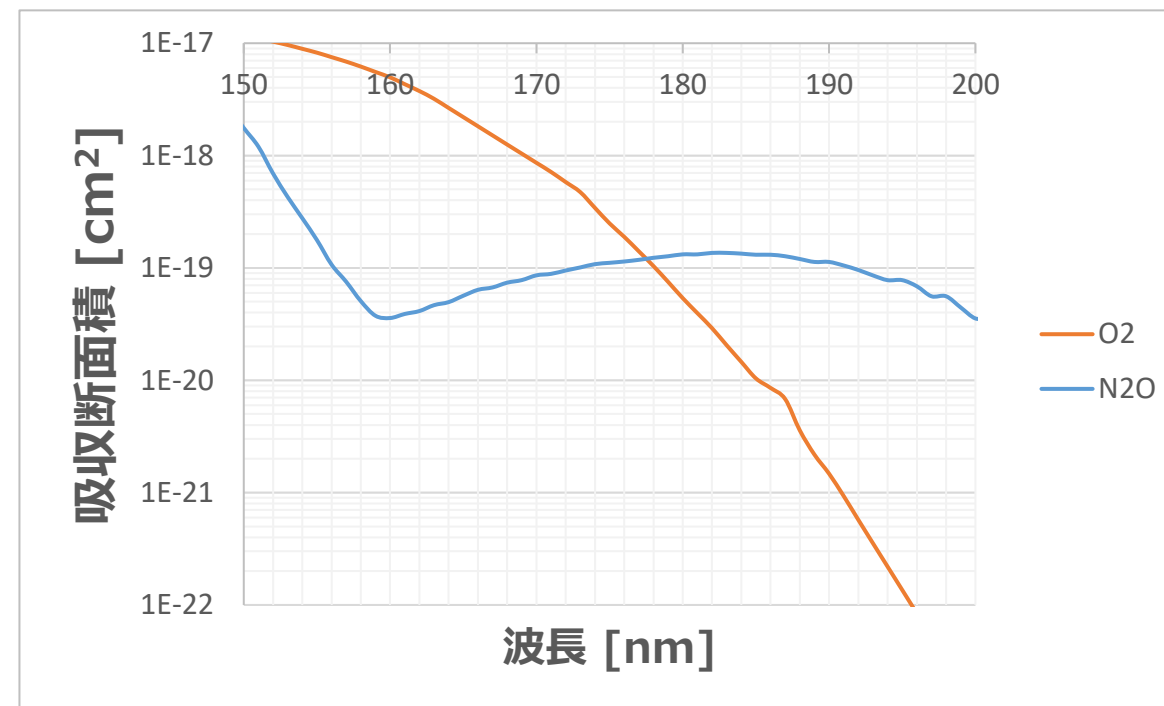
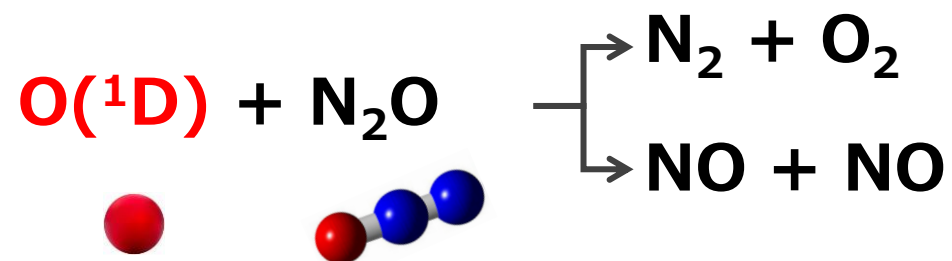


N₂O分解の推定メカニズム

1秒間に放出される光子の量[個/s]



2.49E+19

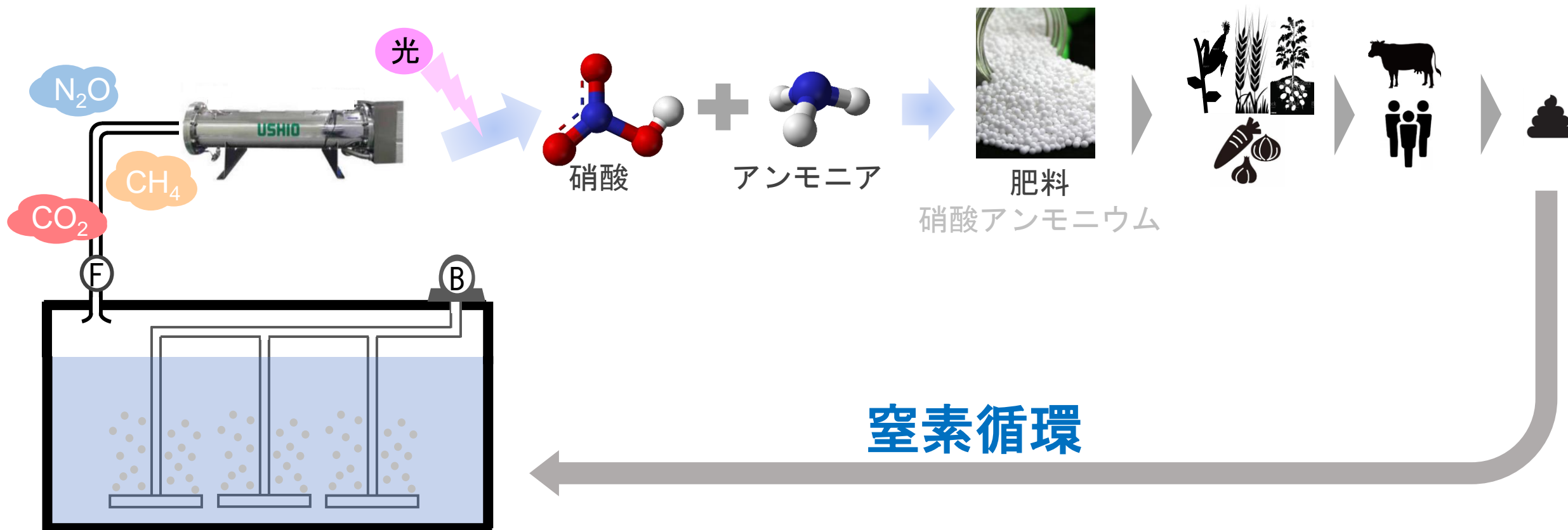


✓ ポイント

光子数に対して、対象分子の光の吸収断面積と分子密度と反応速度定数から、光子の利用率を最適化する

社会実装：窒素循環社会へ貢献

- ✓ 下水・し尿処理など N_2O が含まれるガスを排気するダクト等にインストール
- ✓ N_2O の光照射により生成される副産物の NO_x は硝酸となる、さらには窒素肥料として活用し、窒素循環型社会の実現に繋げる。





□会社紹介

□N₂O削減技術

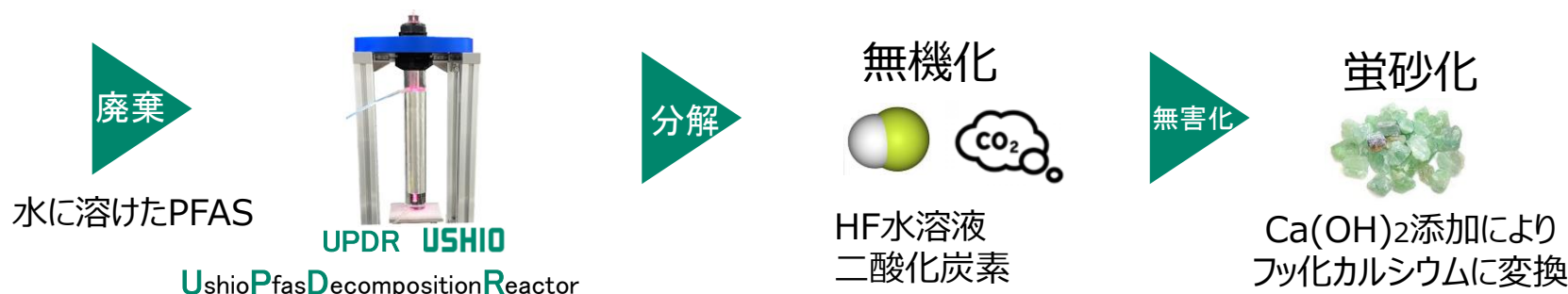
□PFAS分解技術

PFAS (PFOS PFOA) 分解への挑戦

USHIO

環境規制物質の無害化 高温焼却から光分解へ

PFASは産業界の基幹材料であるが、規制がかかろうとしている。分解方法はまだ確立していない。
温暖化促進型の高温焼却処理を辞め、「常温、常圧、燃料不要、触媒、添加物不要、安全・確実な分解技術」を開発

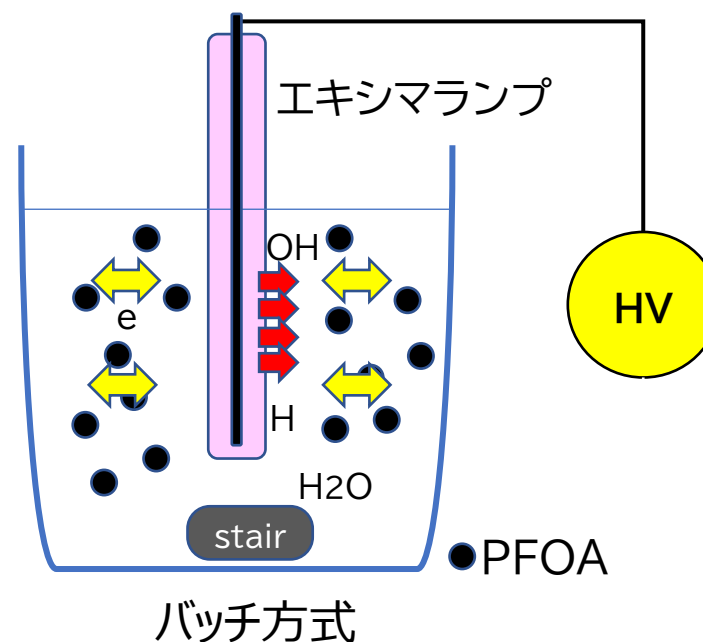


世界初！ 液中エキシマ分解試験を実施 PFOA、PFOSを確実に分解 ※特許出願済



エキシマランプを用いた実験系

- ✓ PFAS溶液を用いて光分解実験を実施した
- ✓ 高濃度mg/Lで分解能力を確認
- ✓ 処理溶液をLC-MS/MSを用いて分析を行い、PFASの分解量を確認



光と活性酸素種を同時に生成できる技術

USHIO

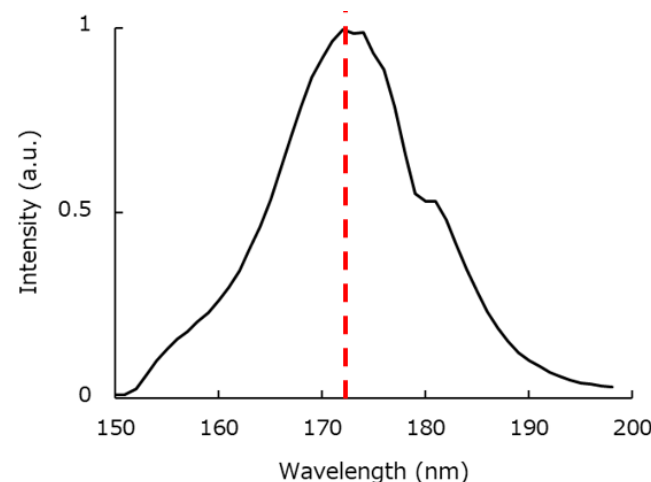
✓ エキシマランプは172nmの紫外線放射と酸素や水と反応し、活性酸素種を生成できる。

エキシマランプ

ウシオ電機が世界で最初に製品化したランプ。
液晶基板の洗浄工程や半導体製造工程に応用展開され、
すでに商用化実績のあるランプ。



世界シェア
95%



中心波長：172nm

◆ 酸素O₂の光分解



◆ 酸素原子の反応

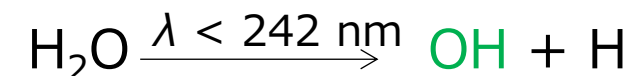


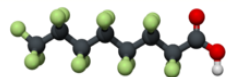
※Mは第3体 (third body)

◆ オゾンの光分解

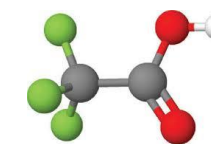


◆ 水H₂Oの光分解





PFOA



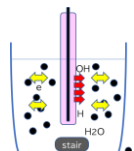
TFA

さらに

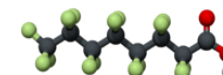
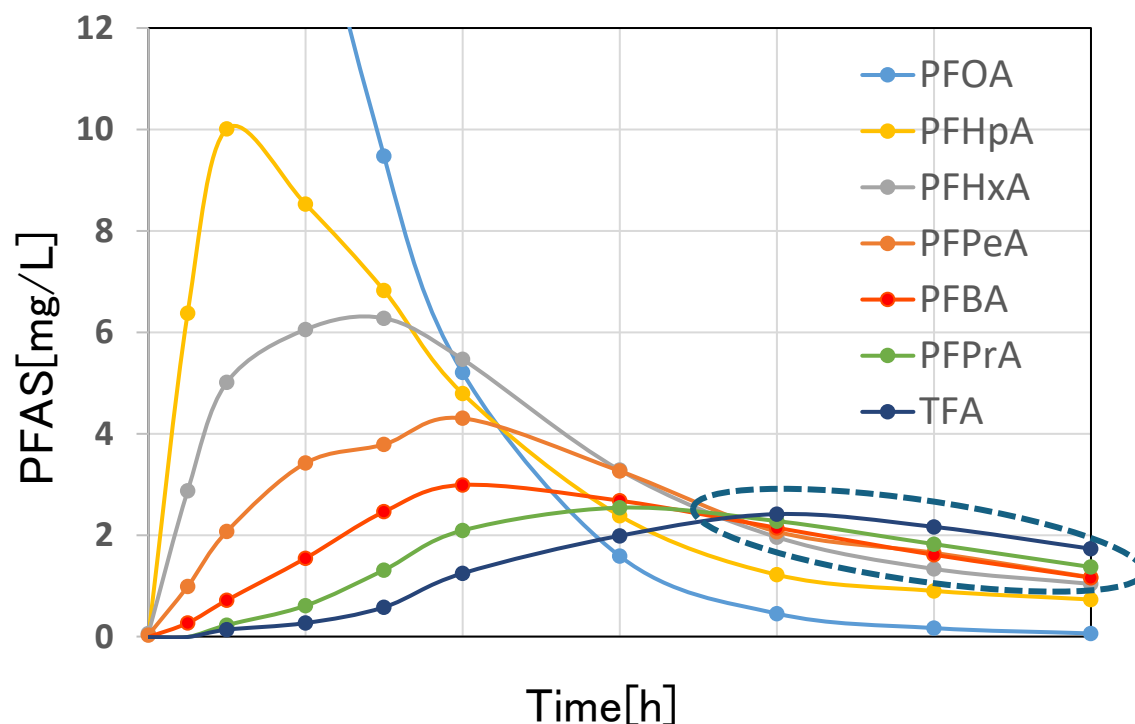


無機化

短鎖PFOA種類別分解試験



エキシマによる短鎖PFASの分解試験
LC-MS/MSによる測定



ペルフルオロオクタン酸
PFOA (C8) $C_7F_{14}COOH$

ペルフルオロヘプタン酸
PFHpA (C7) $C_6F_{13}COOH$

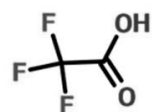
ペルフルオロヘキサン酸
PFHxA (C6) $C_5F_{11}COOH$

ペルフルオロペンタン酸
PFPeA (C5) C_4F_9COOH

ペルフルオロブタン酸
PFBA (C4) C_3F_7COOH

ペンタフルオロプロピオン酸
PFPrA (C3) C_2F_5COOH

トリフルオロ酢酸
TFA (C2) CF_3COOH

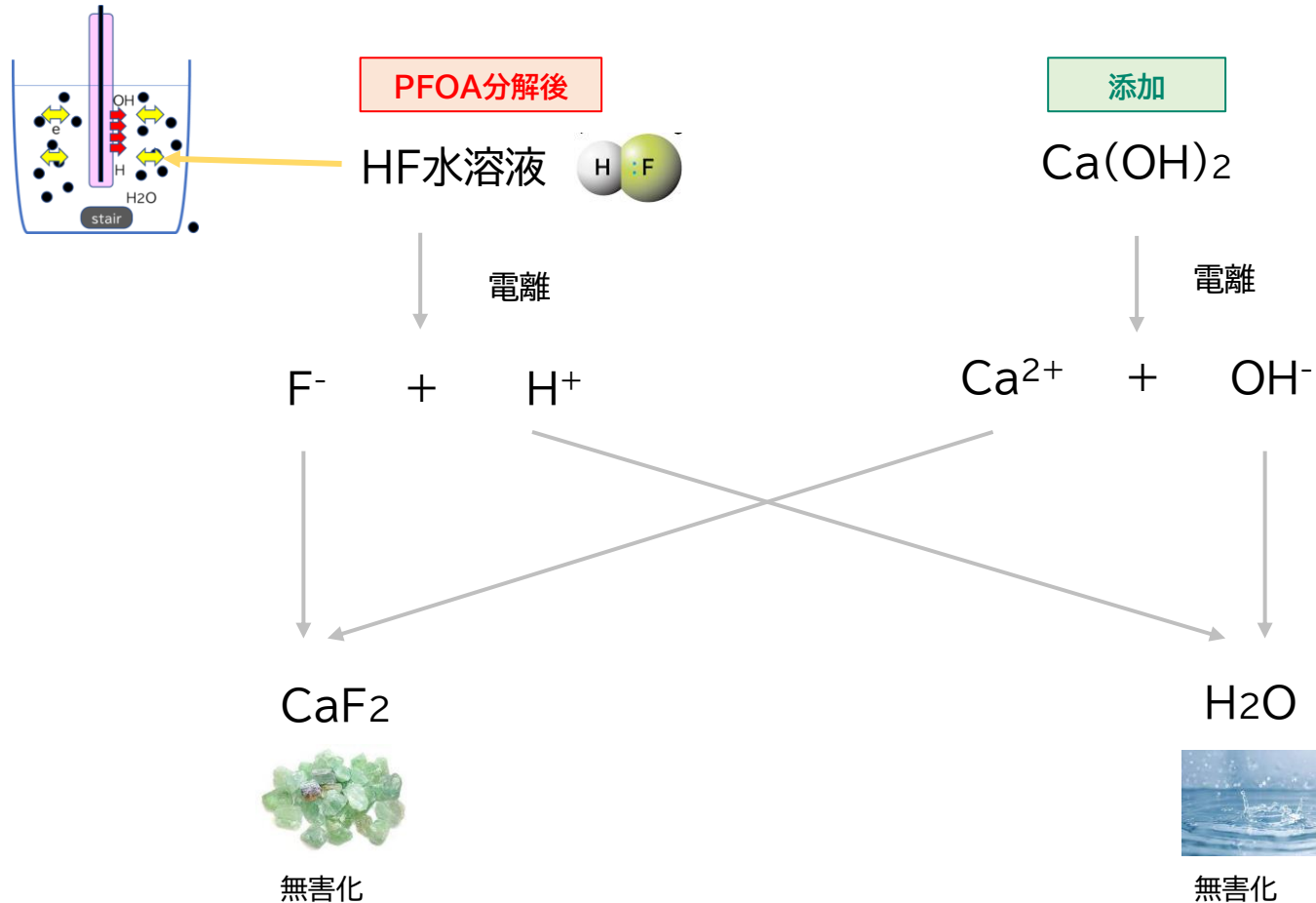


長鎖が短くなり、最後にTFAまで分解が進んでいることが分かる。
そしてそのTFAすら減少（分解）されていく様子を確認できている。

PFAS分解後は蛍石にしてFを固定化

USHIO

生成されたHFは水溶液中に留まっている。
その後の処理についてのメカニズム：



HF廃液は、フッ化カルシウム 蛍石
(CaF_2) とすることができる。

Fを大気に放出せずに、固定化することで、人体がFを吸気吸収することなく安全である、さらに、温暖化対策になる。

この蛍石（砂）は再利用する。



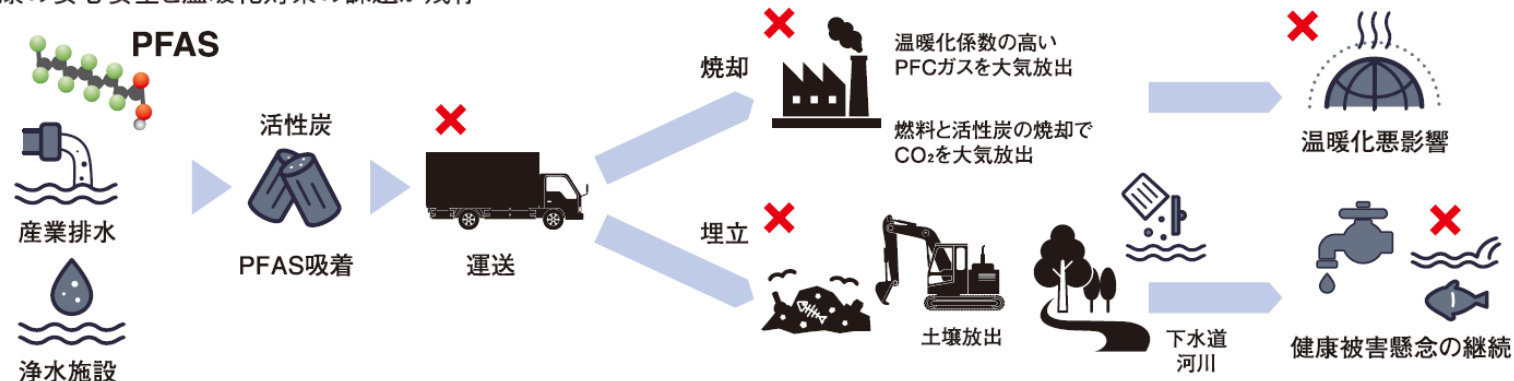
ただし不純物が想定できる。

ウシオの目指す社会への貢献

USHIO

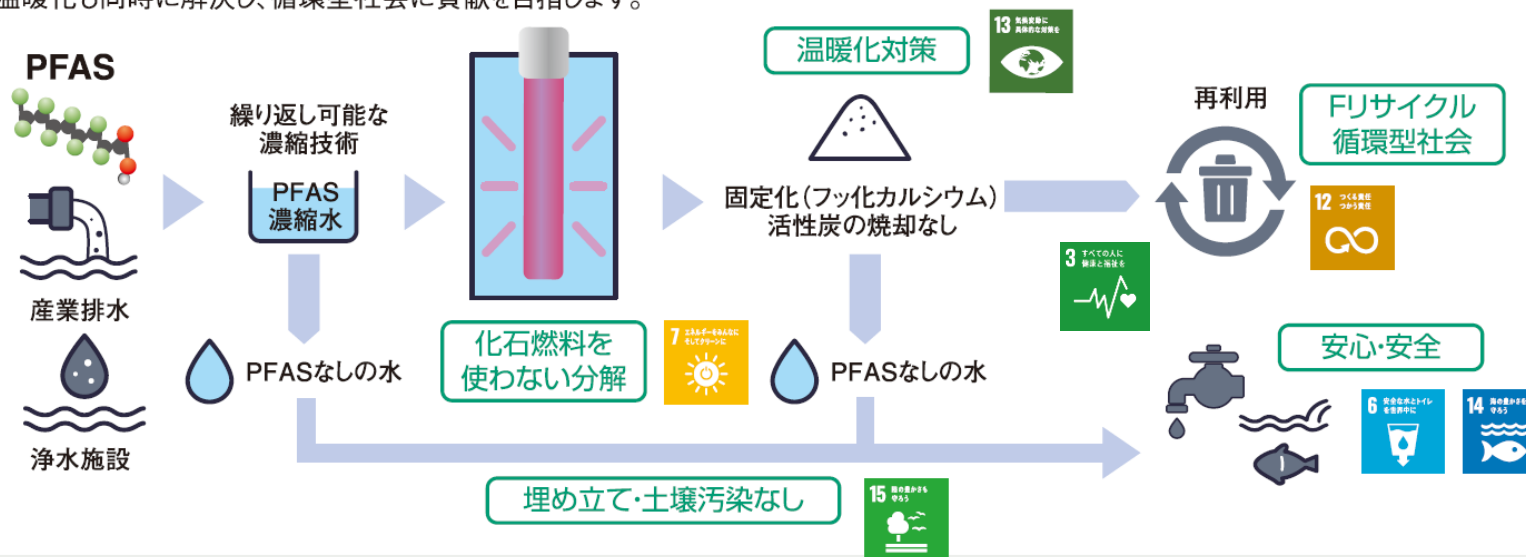
現在のPFAS処理

健康の安心安全と温暖化対策の課題が残存



ウシオのPFAS 処理の新提案

「運送レスでオンサイトで無機化」までを実現、健康への安心安全に加えて、燃焼を行わずに最低限のCO₂の放出に留め、地球温暖化も同時に解決し、循環型社会に貢献を目指します。



フッ素を基に戻す社会

水を含んだ活性炭を燃やすには多くの燃料が必要だ。多大な化石燃料を使うだろうし、炭は炭素だからCO₂にもなる。活性炭はフッ素以外も吸着しているから、これを燃やせば大気に有害物質がまき散らされる。しかもフッ素化合物は温暖化係数はCO₂の万倍。では水スクラバーを付けて水でそれらをトラップしますか？それを下水にまた流しますか？結局また活性炭でそれを吸着するのですね？これはPFASの移動させているだけ。他人に押し付け合う世界をもう辞めませんか？ウシオはの光分解して無害な蛍石にして再利用。本当の意味でクローズできる世界構築に貢献します。

地上炭素ネットゼロと
人々の幸せを両立できる世界へ

Climate Change Solution Ushio