

太陽光を利用した環境改善プロジェクト

環境問題は、ここ数十年の急激な化石燃料消費に起因する地球の自然循環のバランスが壊れたことから発生してきたと考えられます。人類は、人類が誕生するよりはるか以前からの光合成によって蓄えられた化石燃料を少しずつ消費しながら生活してきました。その時代は光合成によって出来た有機物が燃焼、発酵、腐敗などのプロセスにより、もとの二酸化炭素と水にもどり地球上の物質バランスはほぼ保たれていました。近代から現代になり、工業の著しい発展によって人類は化石燃料を大量に消費し、化学品を作り出すことで、大変便利な生活を手に入れることができました。しかしその引き換えに、様々な有害汚染物質を蓄積することになってしまったわけです。この問題の本質的な解決のためには、地球上で

の物質循環の観点から、自然エネルギーを使って、汚染物質をもとの二酸化炭素と水に戻すための人工的な技術が必要です。このように考えると、光触媒技術（図1）はまさに今人類が必要な技術そのものと位置づけることができます。人為的な活動により崩れてしまった地球上の物質バランスを、自然エネルギーを使った人工的な技術（光触媒技術）で元に戻すことができるのです（図2）。
また、環境ビジネスは、オーナーが直接の恩恵を受けることが少ないために、ビジネスになりにくく広まりにくいということから、ビジネスとして成立するには、産官学の連携がぜひとも必要であると考えています。

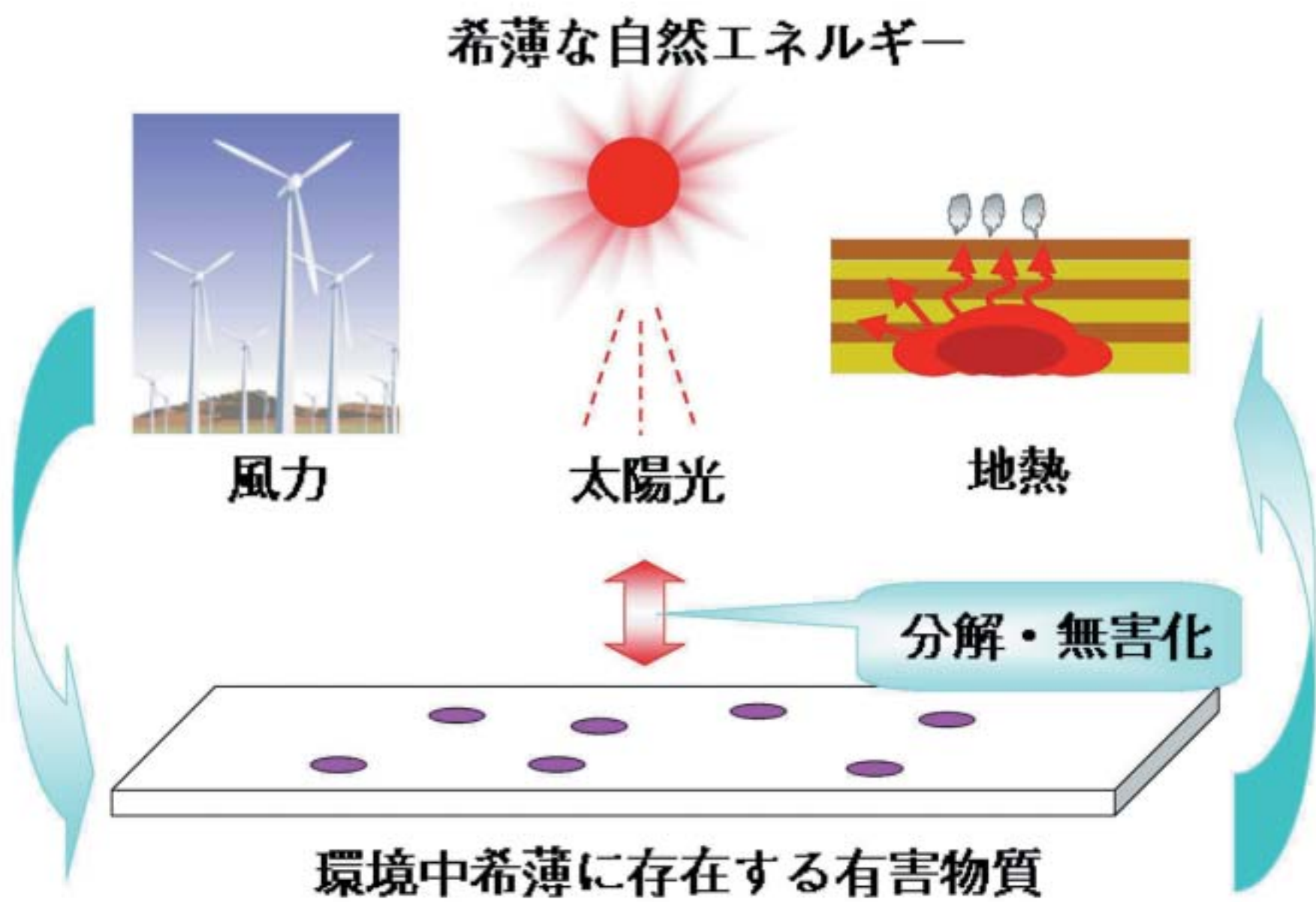
研究者



教授 橋本和仁

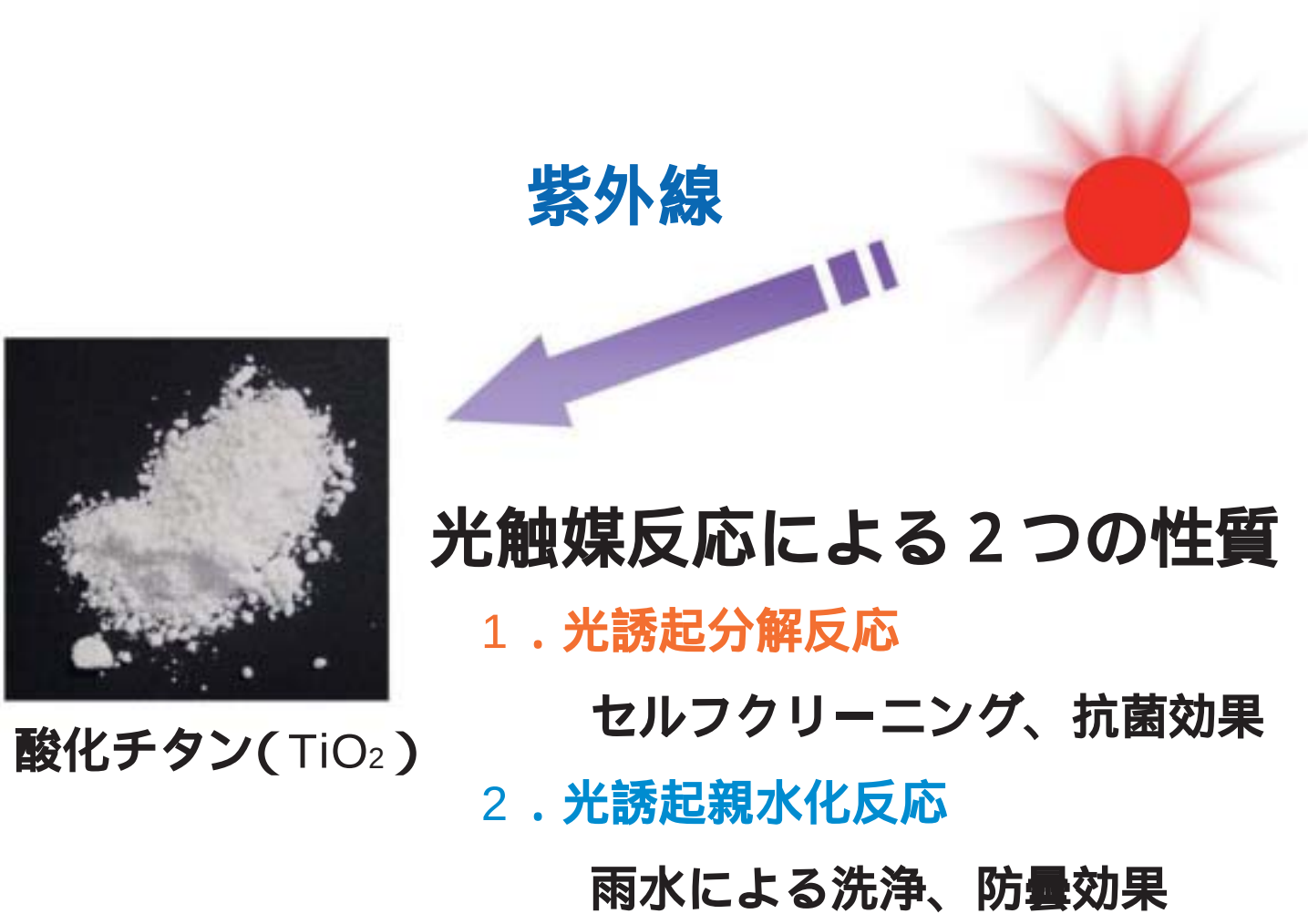
コンセプト1

自然エネルギーを使って地球の自然循環を促進して環境改善



光触媒と太陽光を利用して環境改善・浄化に取り組む

図1 >> 光触媒反応



コンセプト2

産官学連携で環境技術を環境ビジネスへ

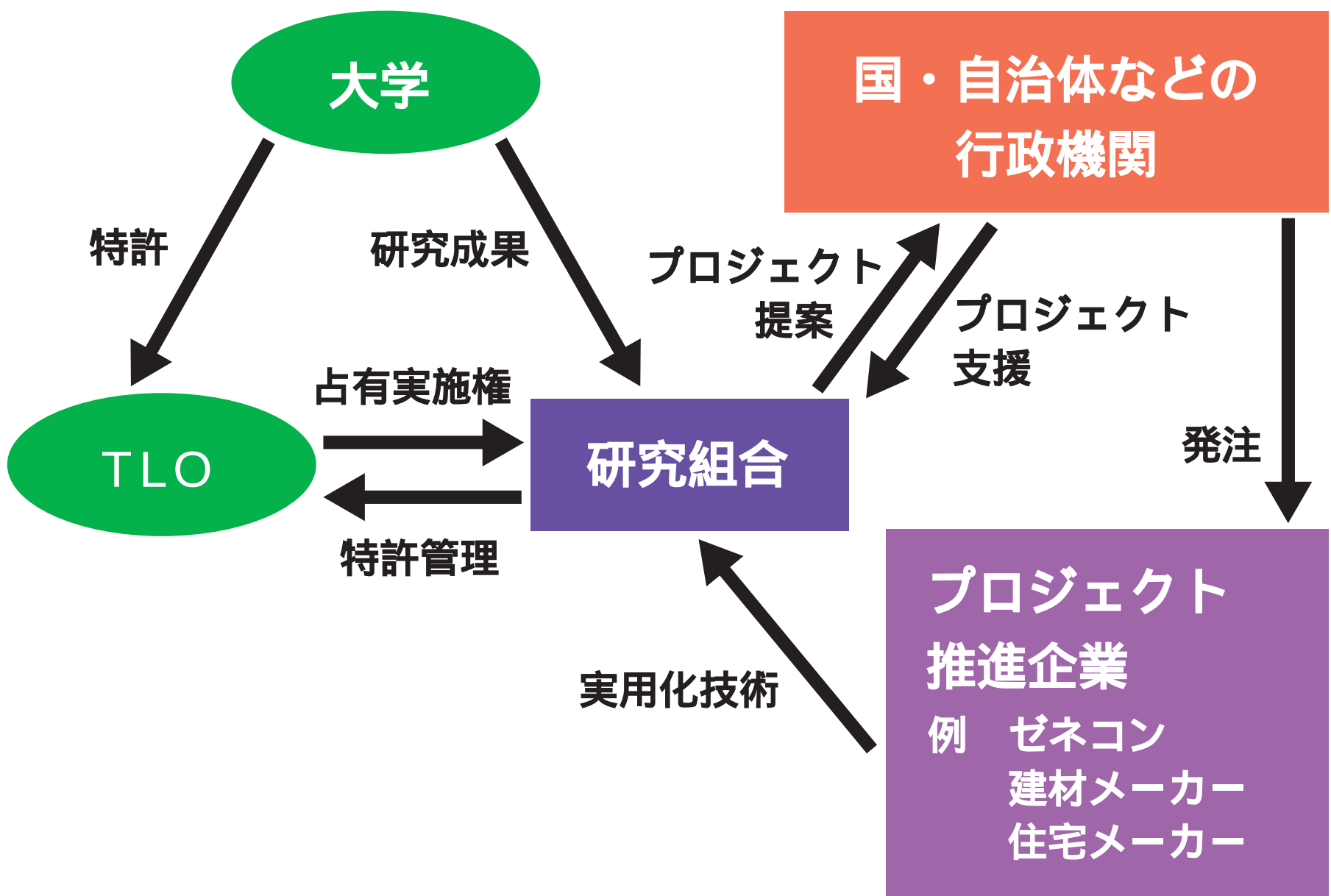
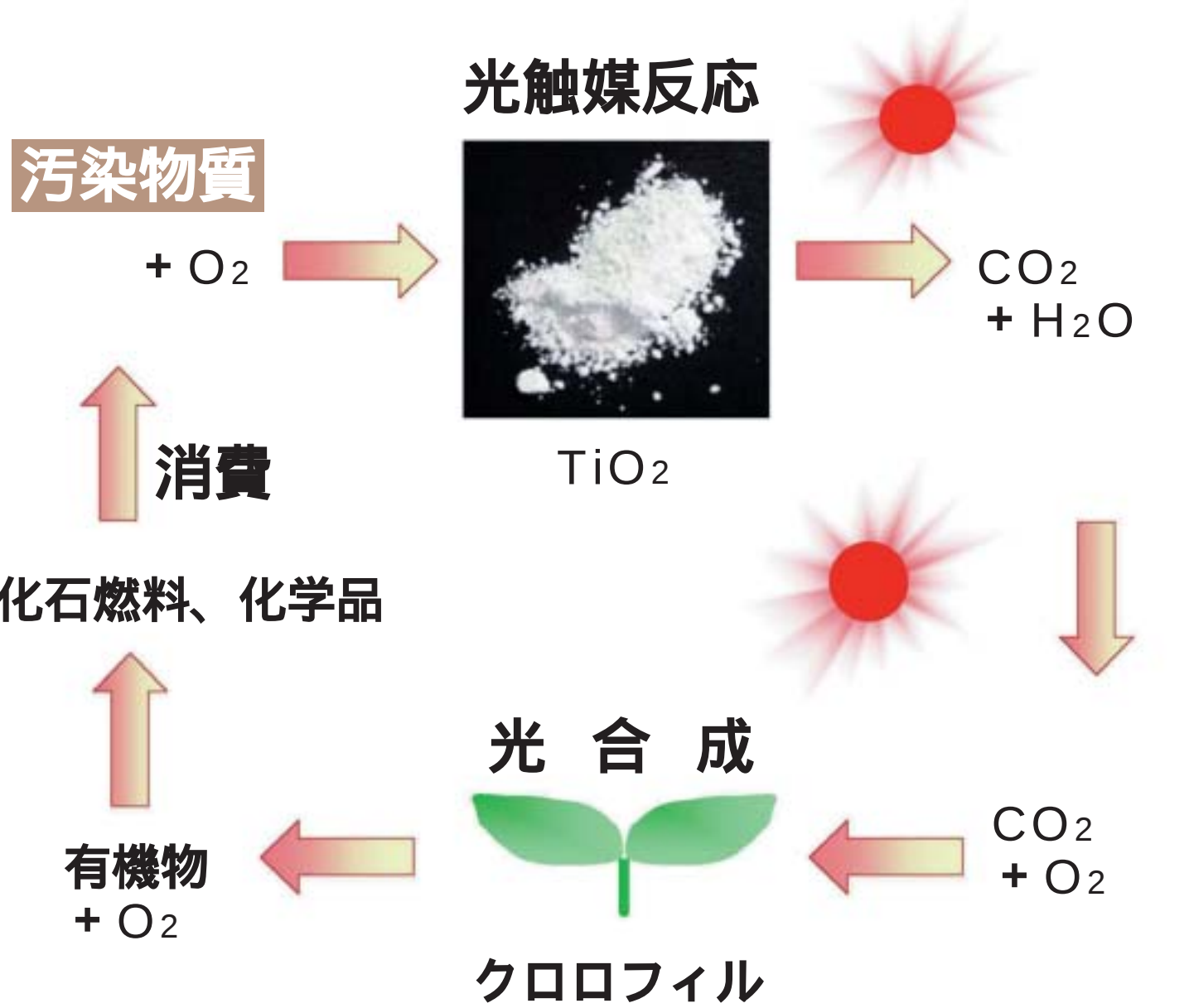
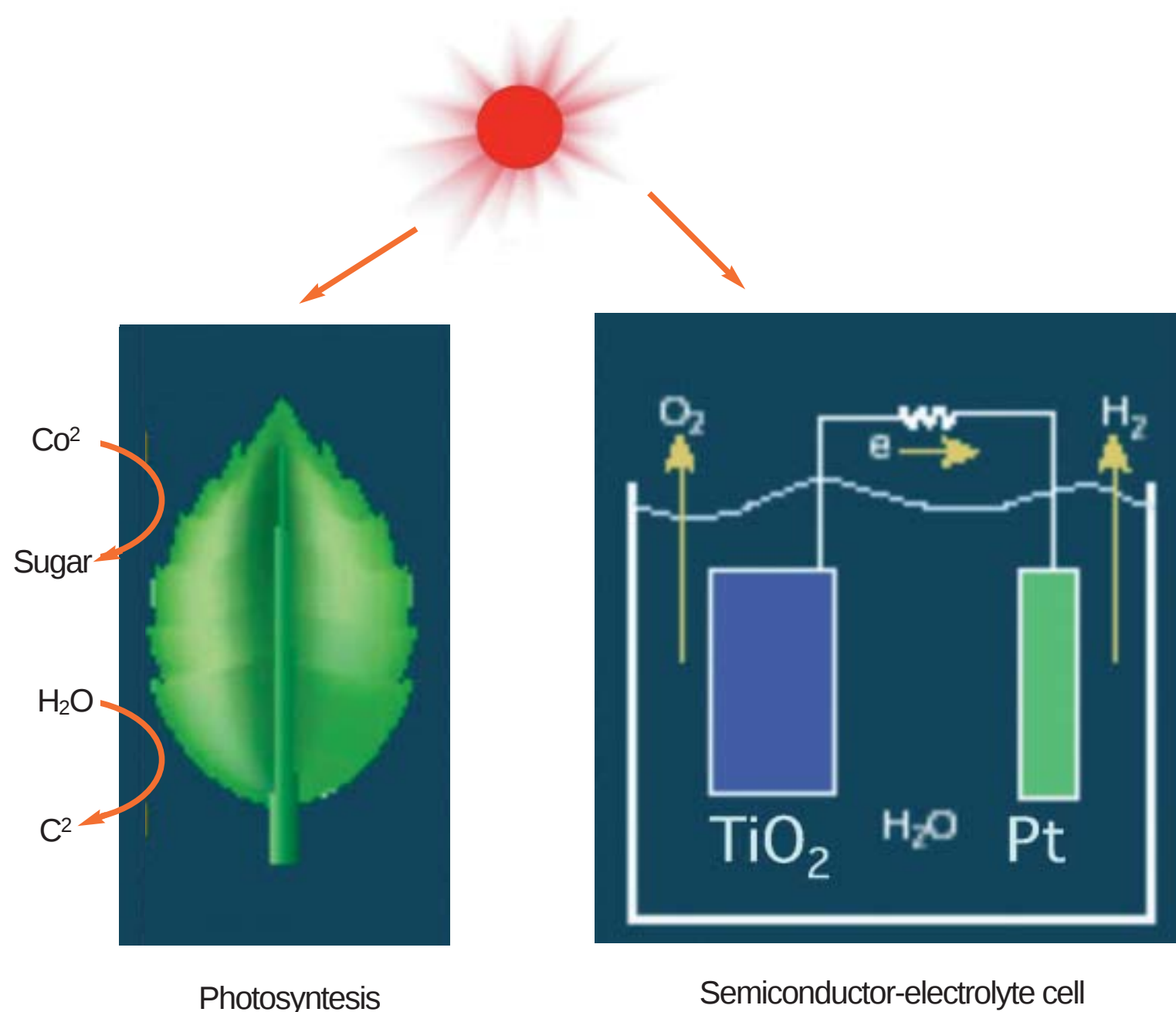


図2 >> 光触媒と太陽光で、地球の物質バランスを元に戻す



光触媒のしくみと応用

光合成と光触媒



光は無限に存在するクリーンエネルギーです。そのクリーンなエネルギーを利用して植物は葉緑素を光触媒として二酸化炭素と水から有機物と酸素を合成（光合成）します。一方、酸化チタン光触媒のルーツは、1971年に報告された酸化チタン電極に紫外光を照射すると水を水素と酸素に分解できるという「本多・藤嶋効果」です。アルコールの酸化分解反応を利用した水からの水素、酸素発生効率向上の研究から有害物質の酸化分解が考え出されました。これが、光触媒による環境浄化の研究の始まりです。

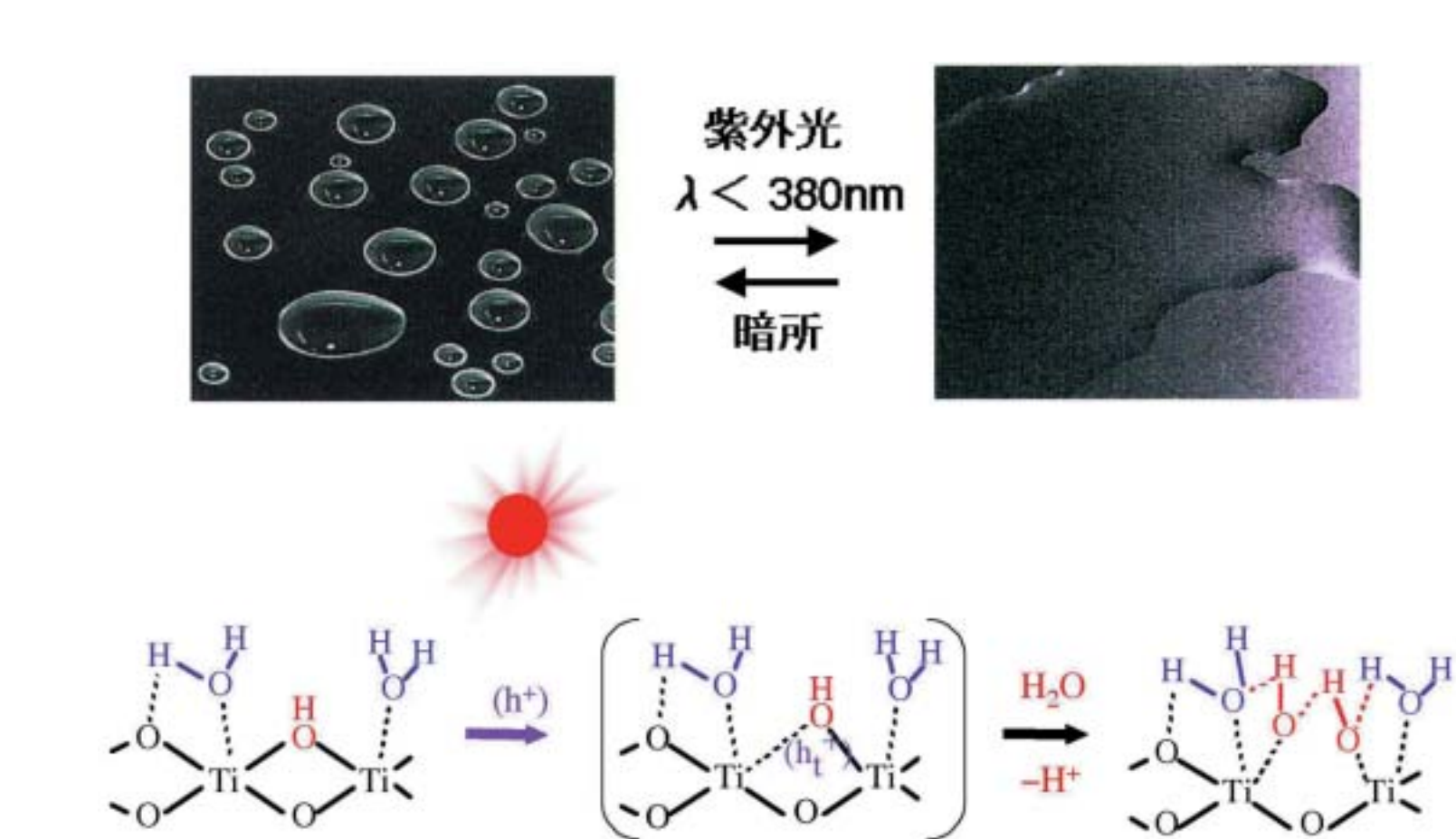
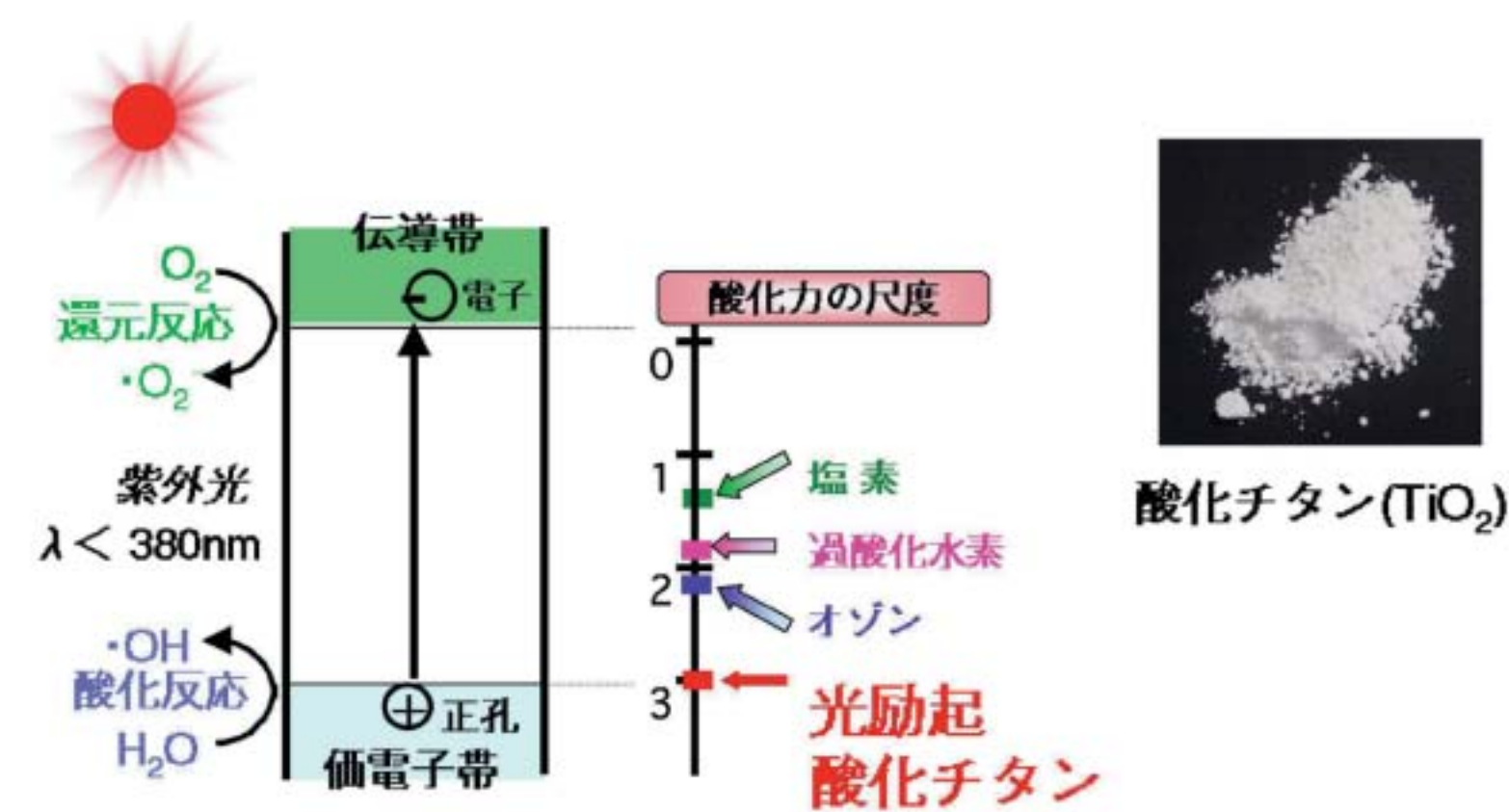
酸化チタン光触媒とは？

光誘起分解反応

酸化チタンに波長380nm以下の紫外光を照射すると、伝導帯に電子が励起され、価電子帯に電子の抜け殻である正孔が生成します。この電子や正孔が環境中の酸素や水（水蒸気）と反応して、スーパーオキシドアニオン(O_2^-)やヒドロキシルラジカル($\cdot\text{OH}$)を形成します。特に、ヒドロキシルラジカルの酸化力は、塩素・過酸化水素・オゾンを凌ぐほどで、あらゆる有機物を分解できます。

光誘起超親水化反応

紫外光照射により生成した正孔は表面に拡散して格子酸素にトラップされます。正孔が格子酸素にトラップされたときチタン—酸素間の結合距離は長くなり、酸素欠陥に配位した水酸基と酸化チタンとの相互作用が光照射により弱まります。その際に吸着水がチタン原子に配位して新たな表面水素基が形成され、酸化チタン表面の水酸基密度は増加すると考えられます。その結果、水との親和性が向上し、超親水性が発現します。



■ あらゆる有機物を分解する

抗菌・抗ウイルス



防汚・セルフクリーニング



■ 水が濡れ広がって水滴が形成しない

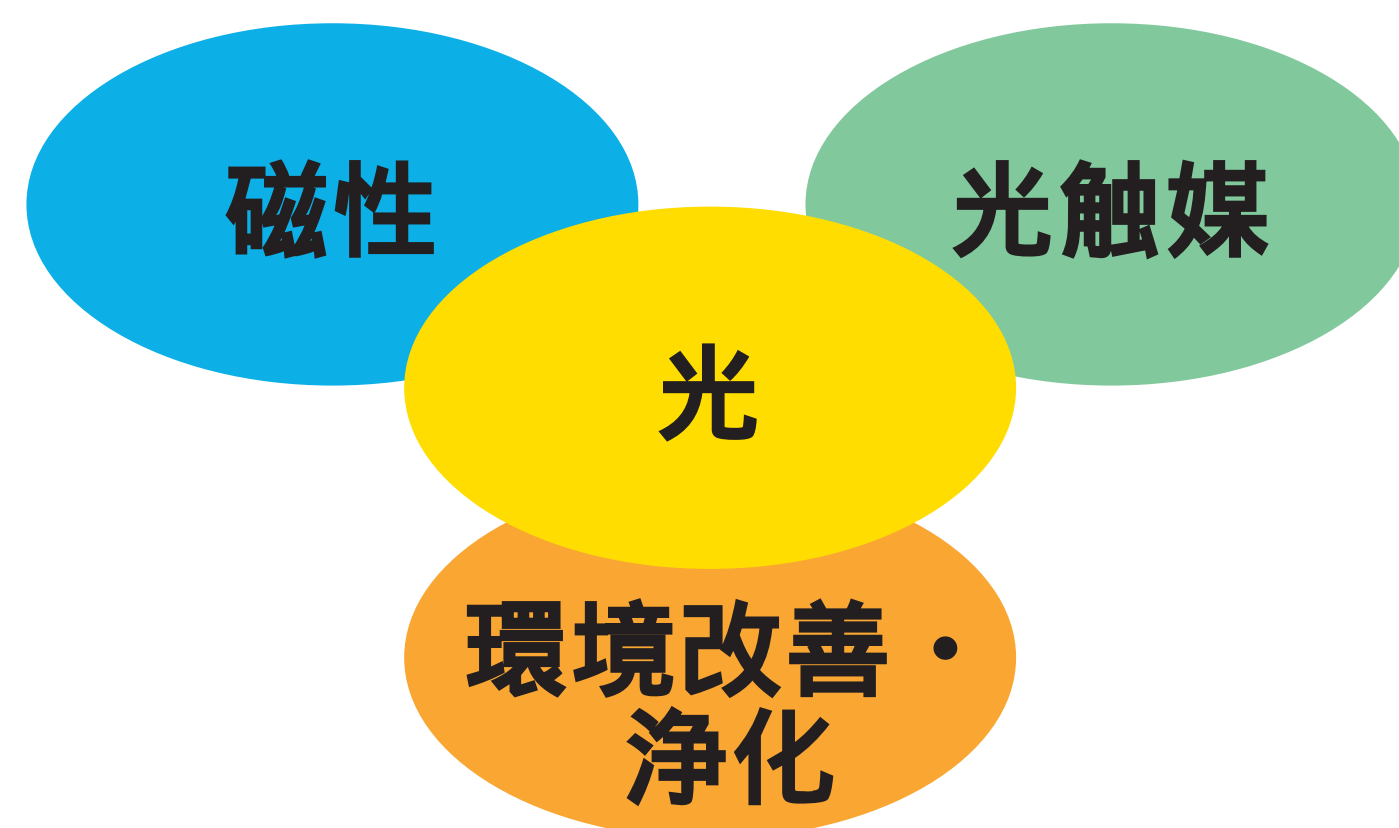
防曇（くもり止め）



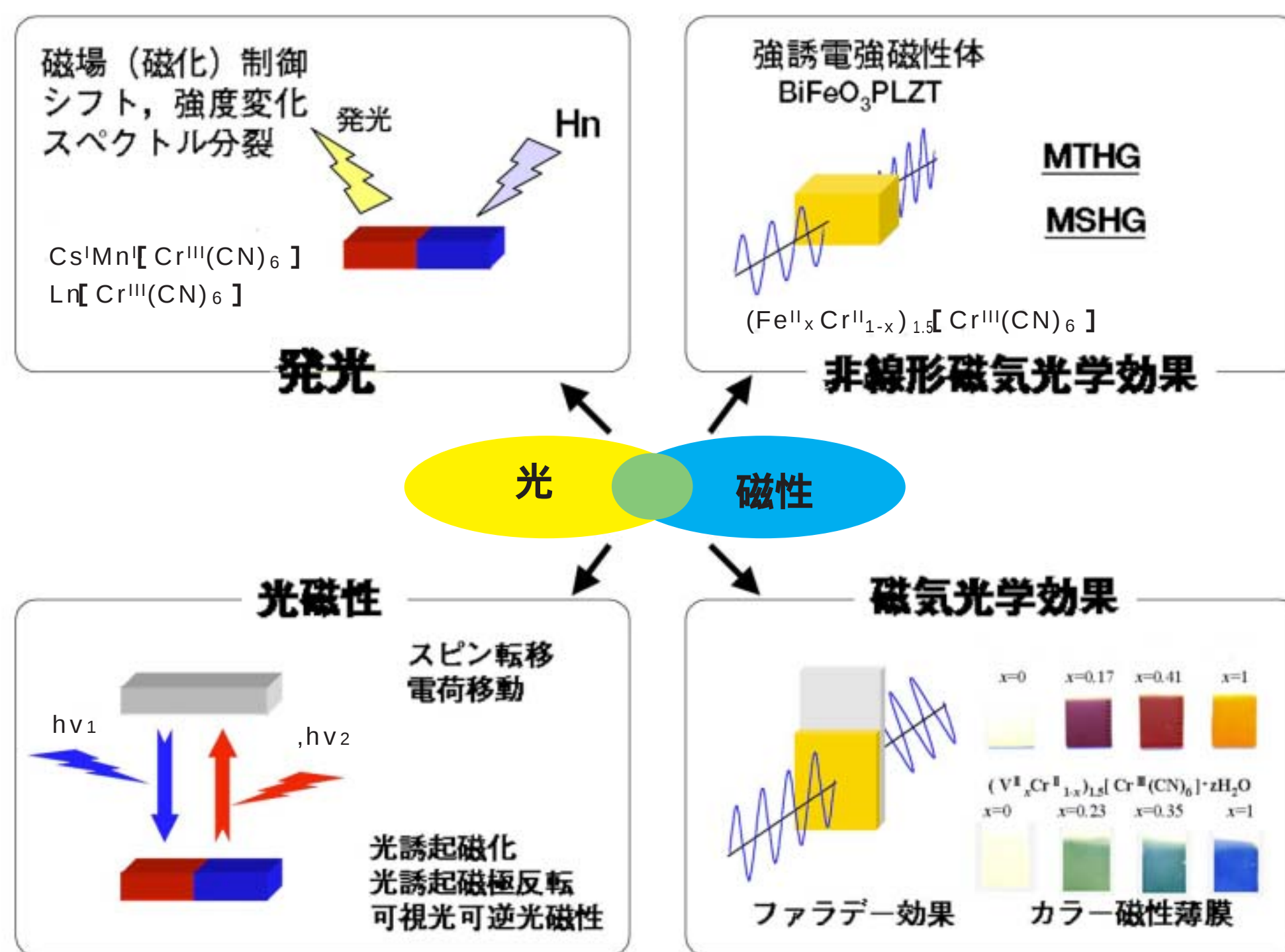
■ 水膜形成により汚れが落ちやすくなる

防汚・セルフクリーニング





光と磁性の相関による新規現象・機能性

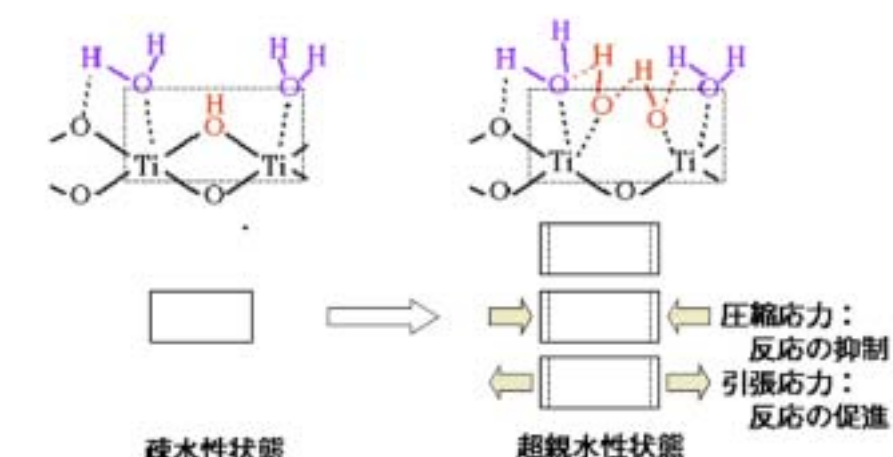
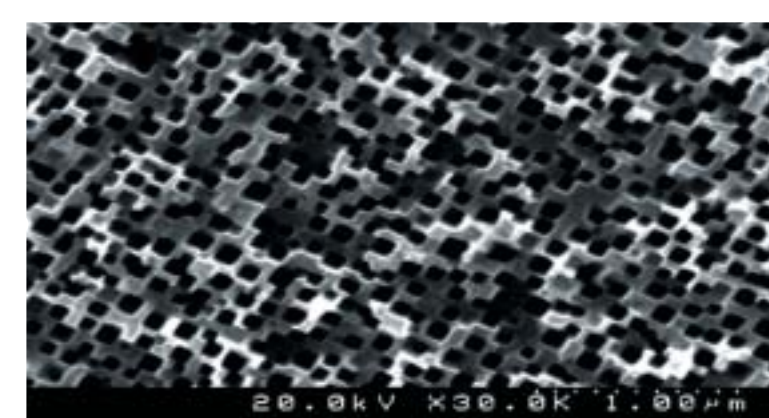


光触媒の高感度化・可視光応答化への取り組み

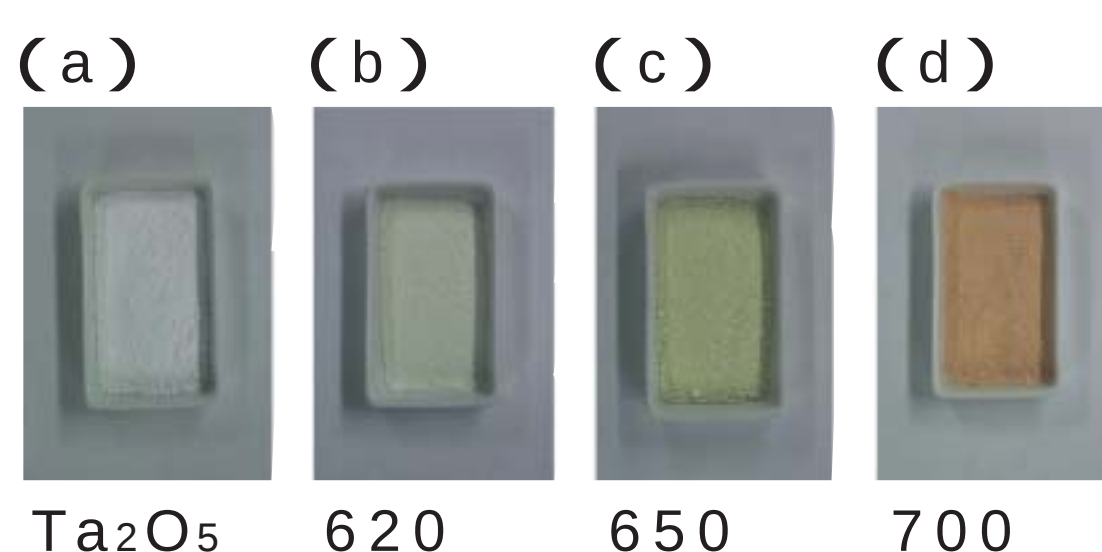
可視光応答型酸化チタン



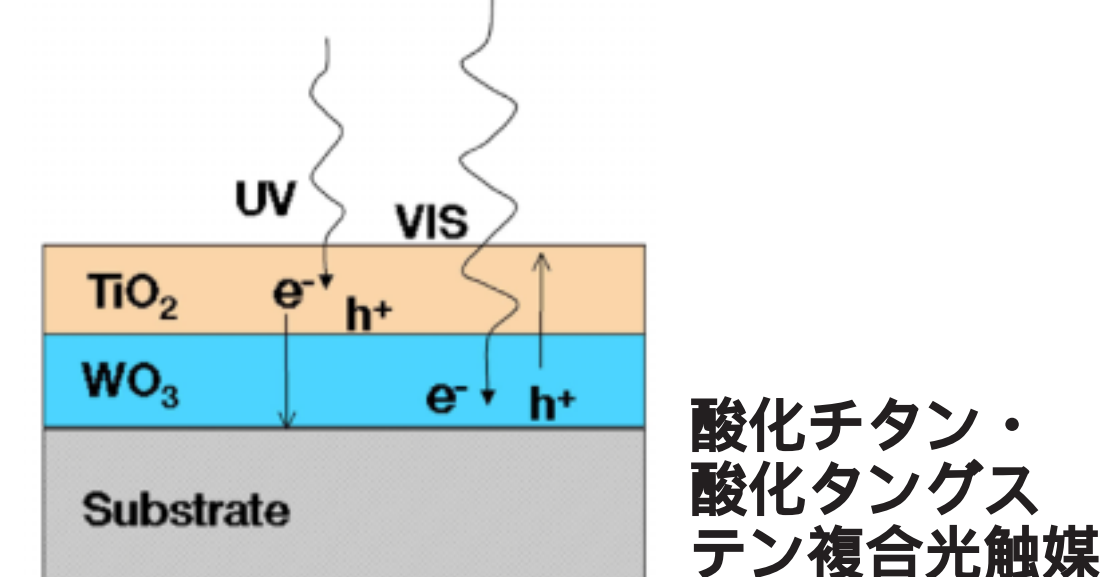
高感度化



可視光応答型光触媒



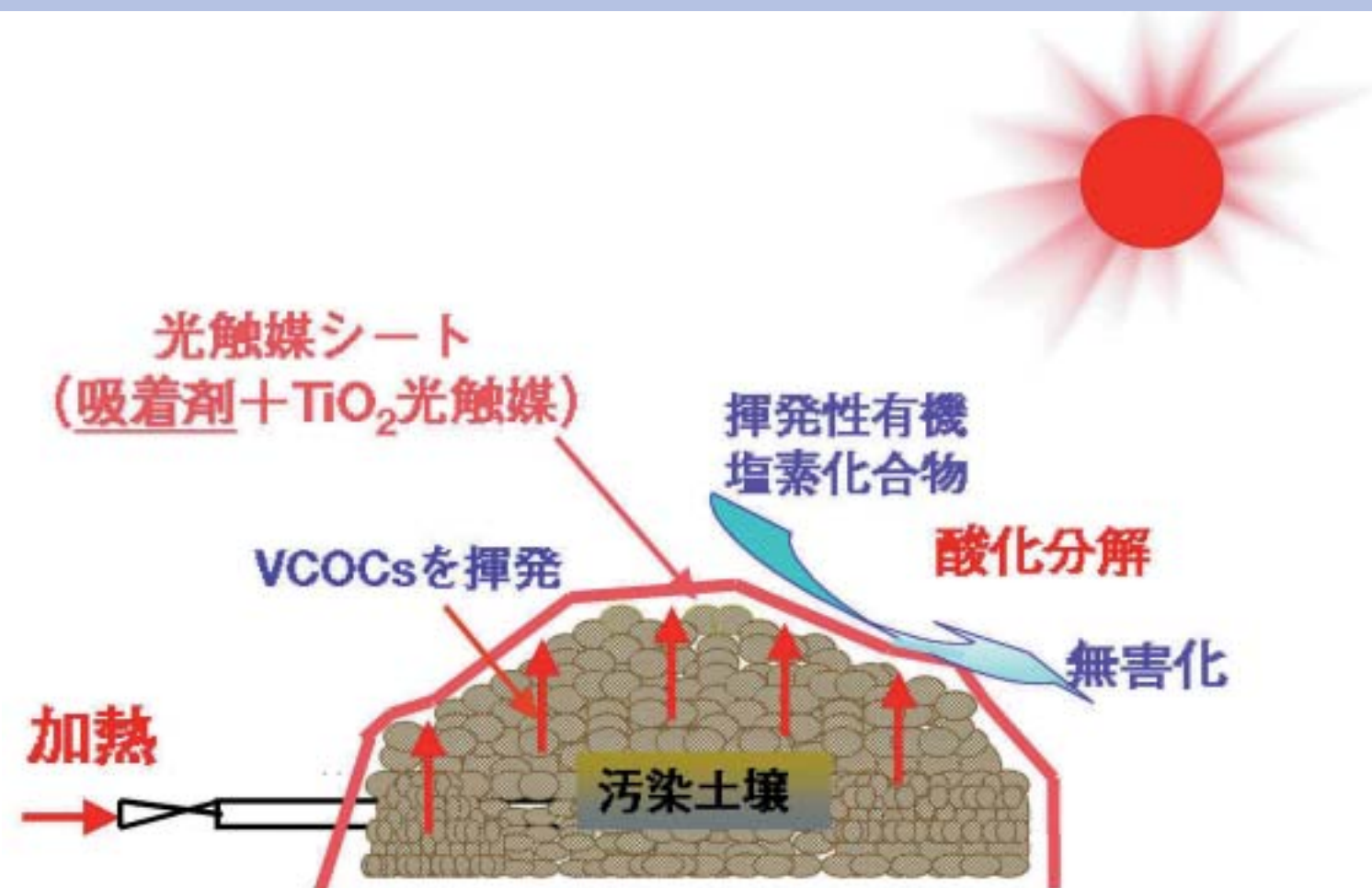
薄膜中の残留応力を利用



光触媒シートを利用した土壌浄化システム

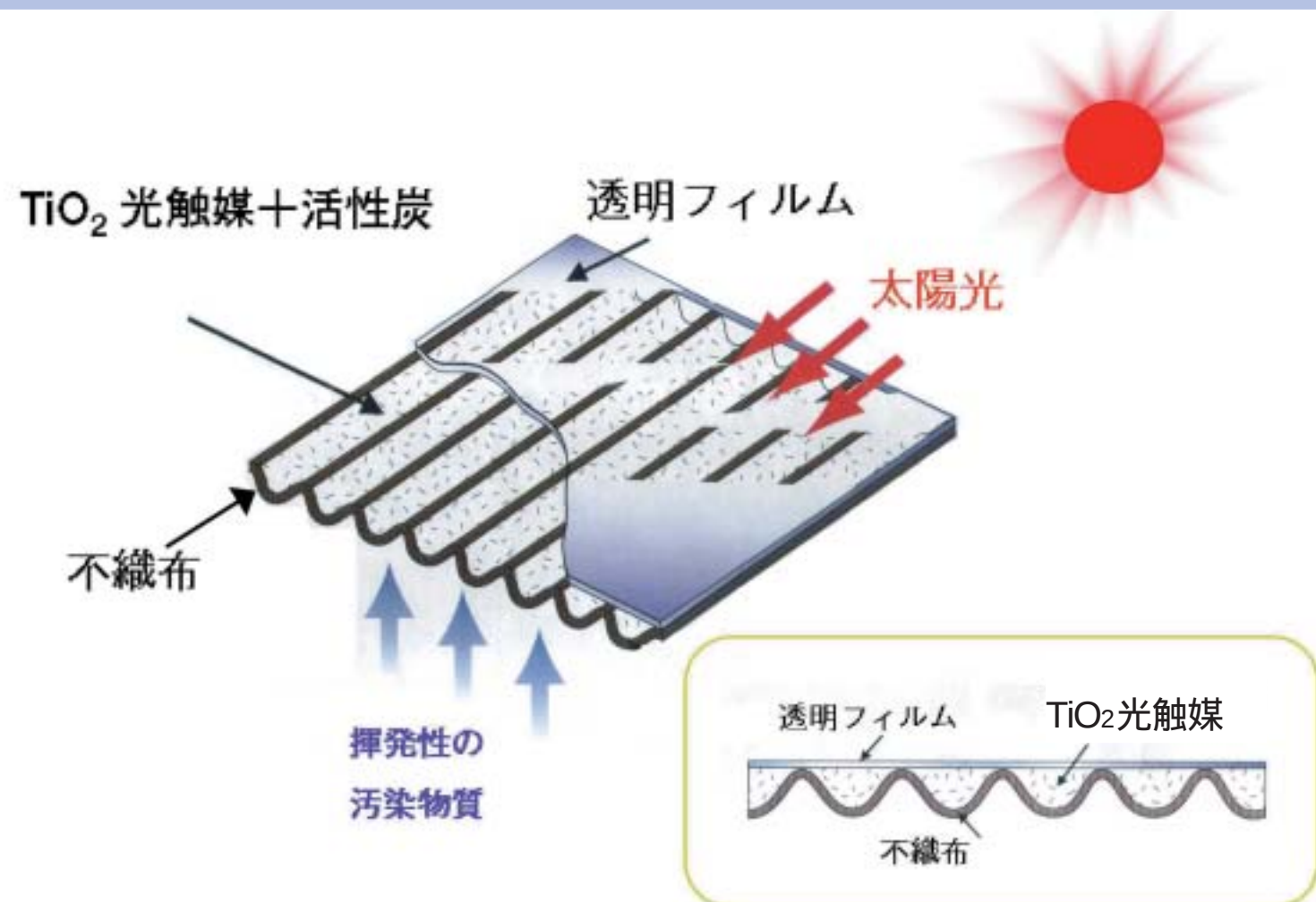
TBIプログラム・汚染土壌の光触媒による浄化技術研究会

光触媒シートを利用した汚染土壌浄化

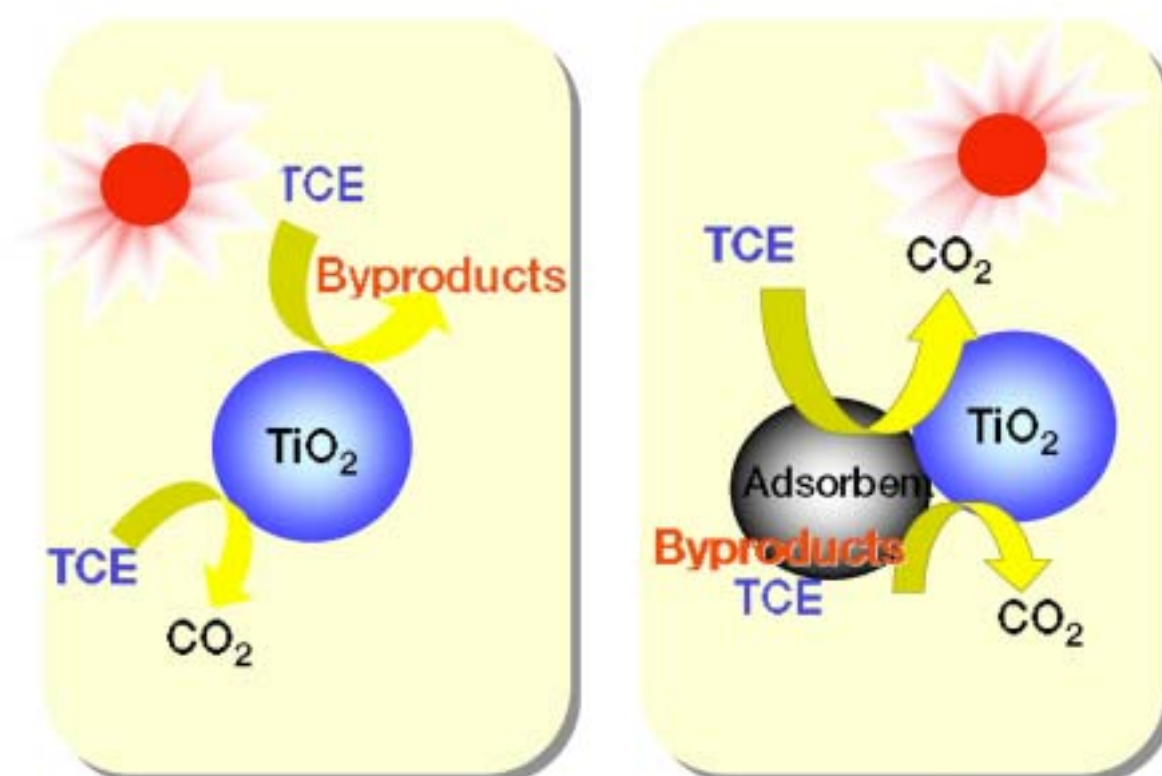


トリクロロエチレン（TCE）に代表される揮発性有機塩素化合物（VCOCs）は、1970年代に夢の洗浄剤として半導体工場やクリーニング工場で大量に使用されました。1982年にその発がん性が発表されるまで、法規制なしに廃棄された結果、このVCOCsによる土壌汚染が問題となっています。この汚染土壌を光触媒シートと太陽光で浄化するシステムを考案しました。

光触媒シートの構造



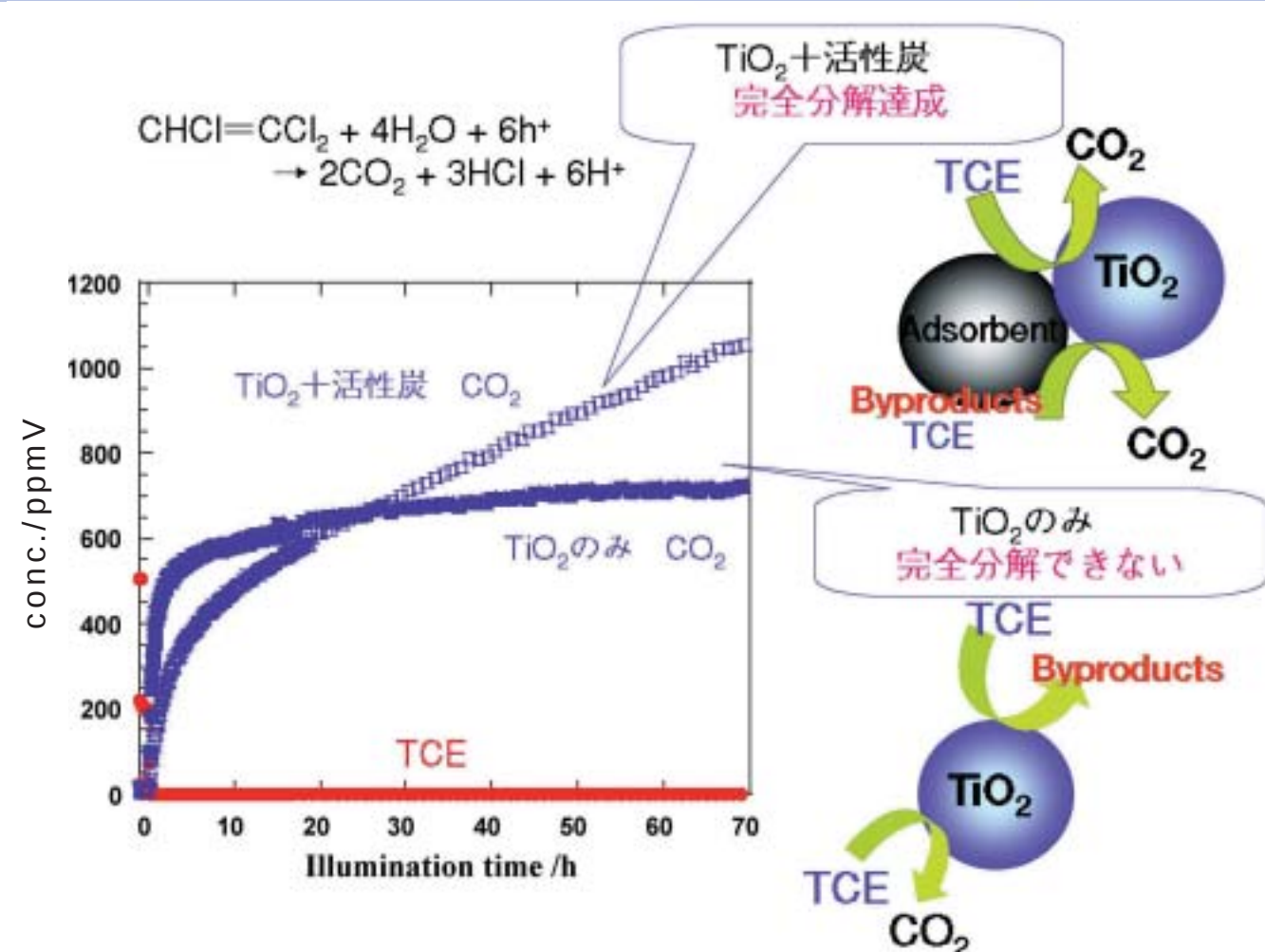
光触媒シートの材料設計



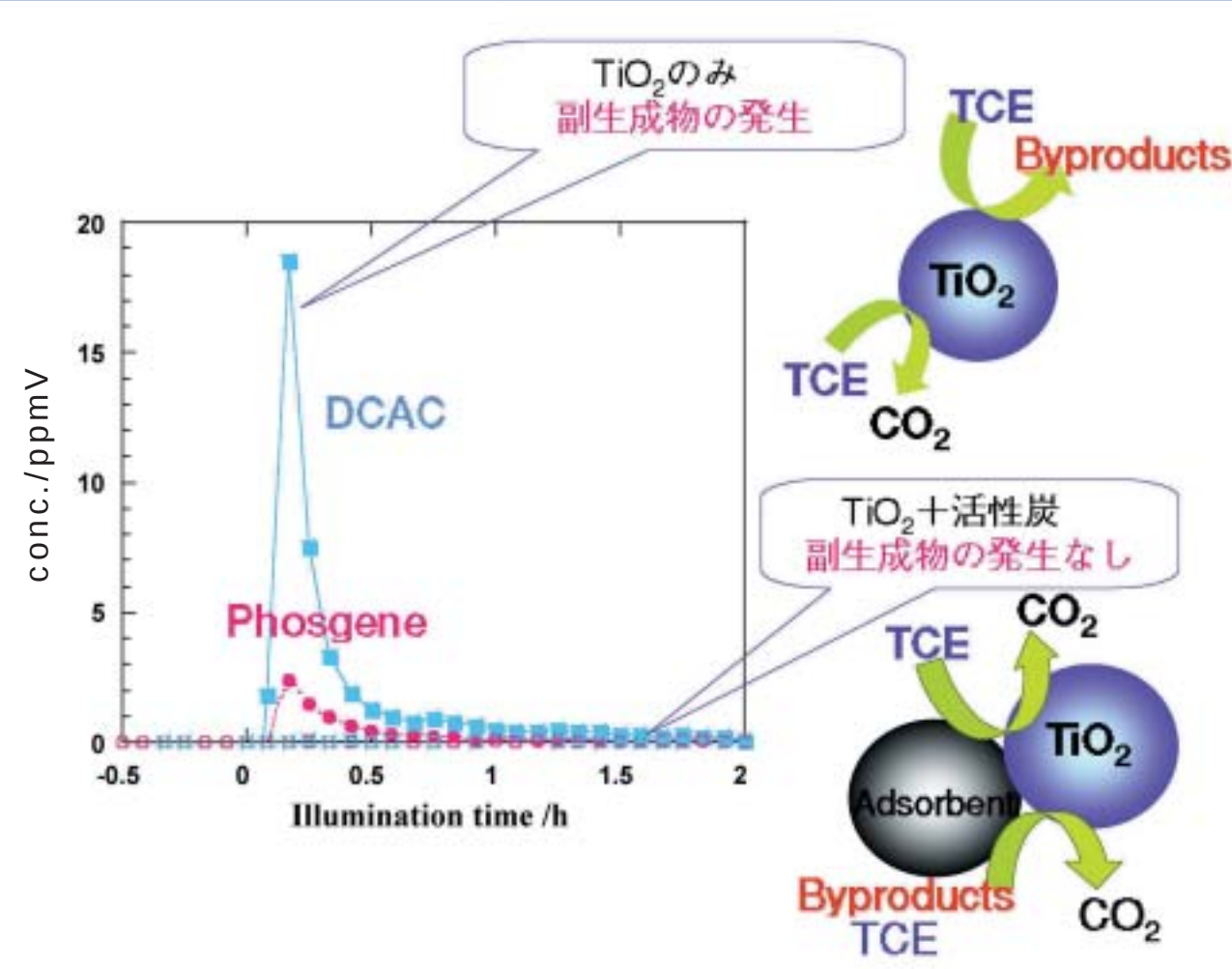
酸化チタンのみ利用の場合
TCEや副生成物を十分にトラップできない

酸化チタンと吸着剤を併用した場合
TCEや副生成物もトラップでき、分解もできる

TCE分解のようす



副生成物発生のようす

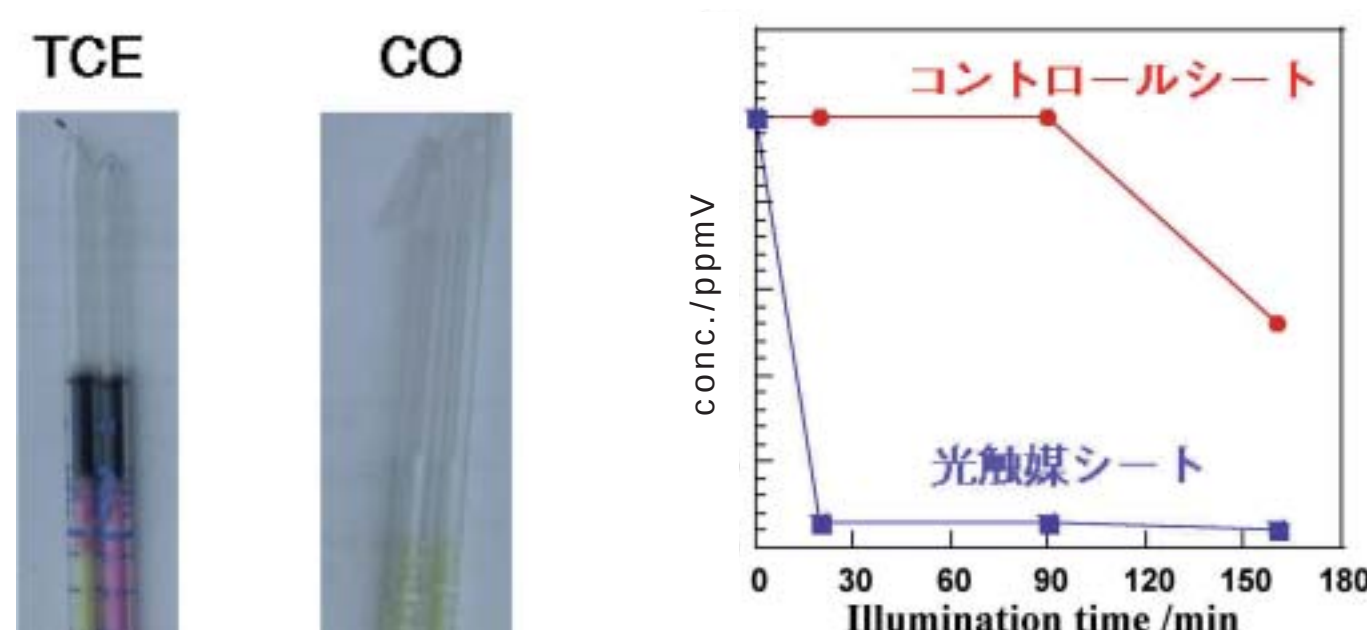


光触媒シートの使用例



汚染土壌を盛って、それぞれのシートを被せた。

ガス濃度変化

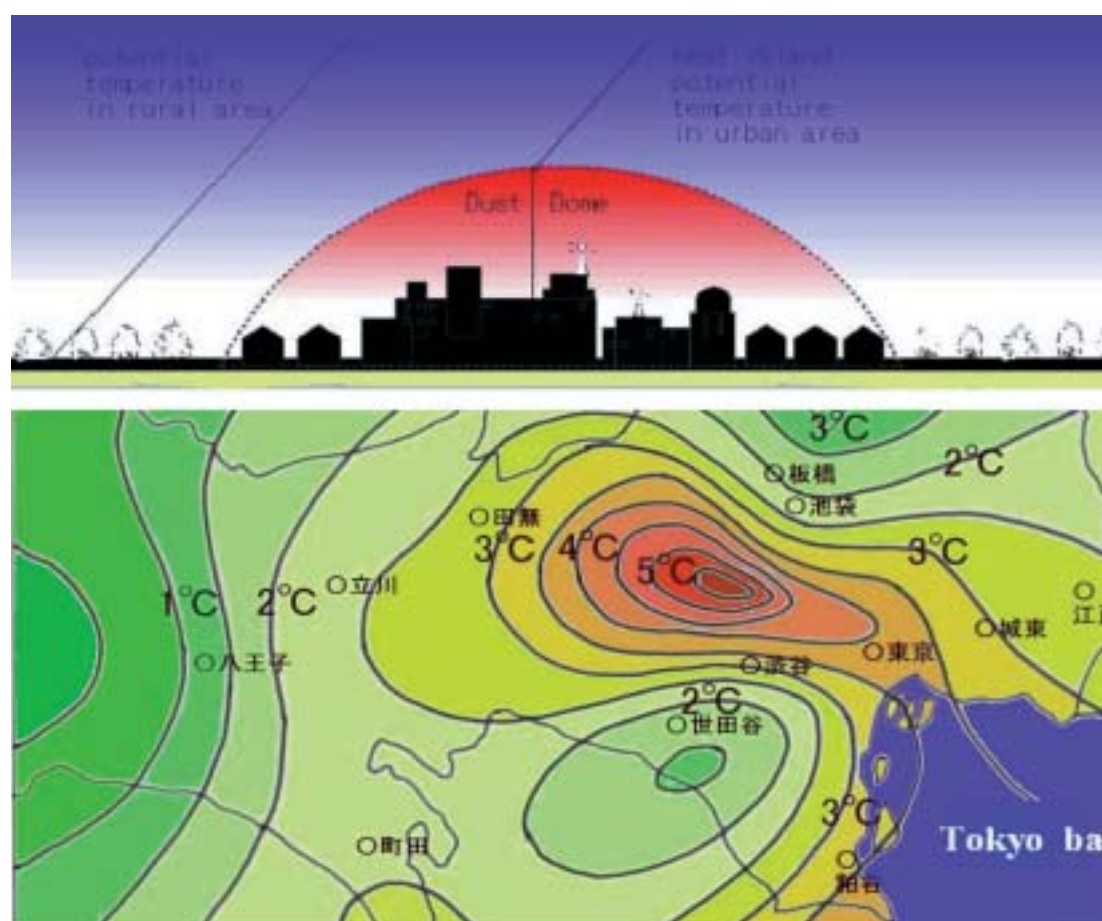


実際の土壌汚染現場でのテストから
光触媒シートによるTCEのトラップ・
分解が起こっていることがわかった。

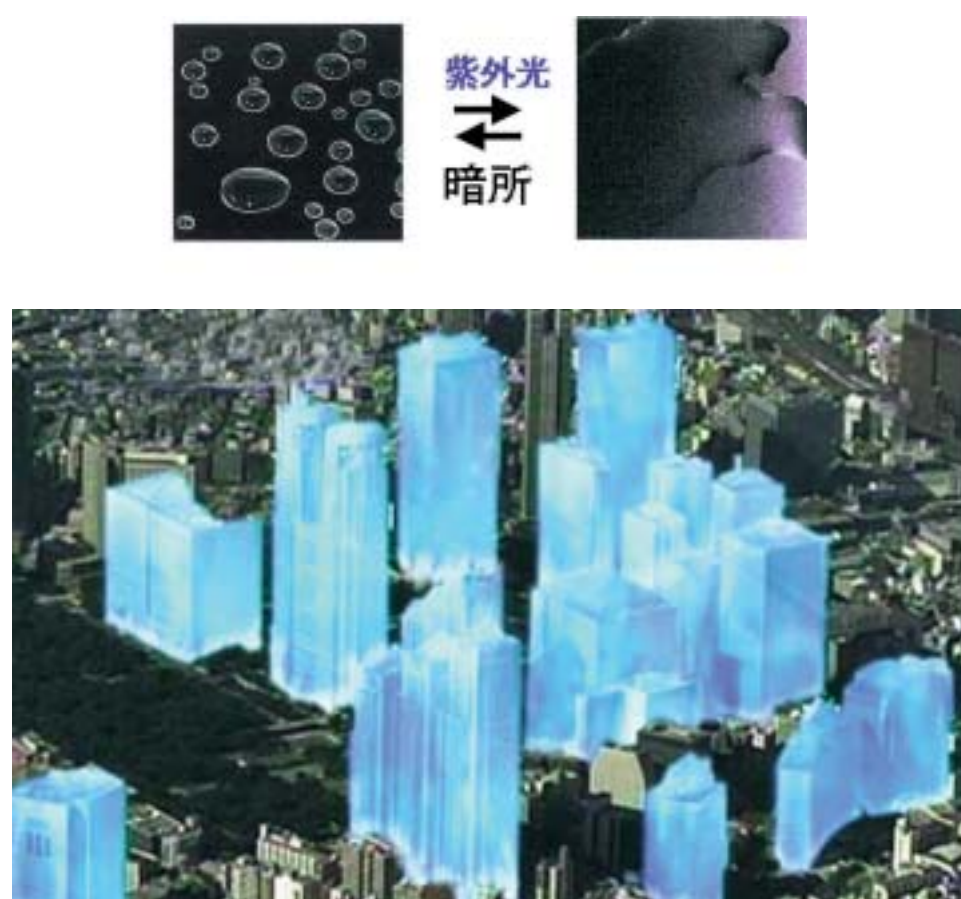
光触媒の親水性を利用した冷却システム

TBIプログラム・泉株式会社・NEDO「光触媒利用高機能住宅部材プロジェクト」

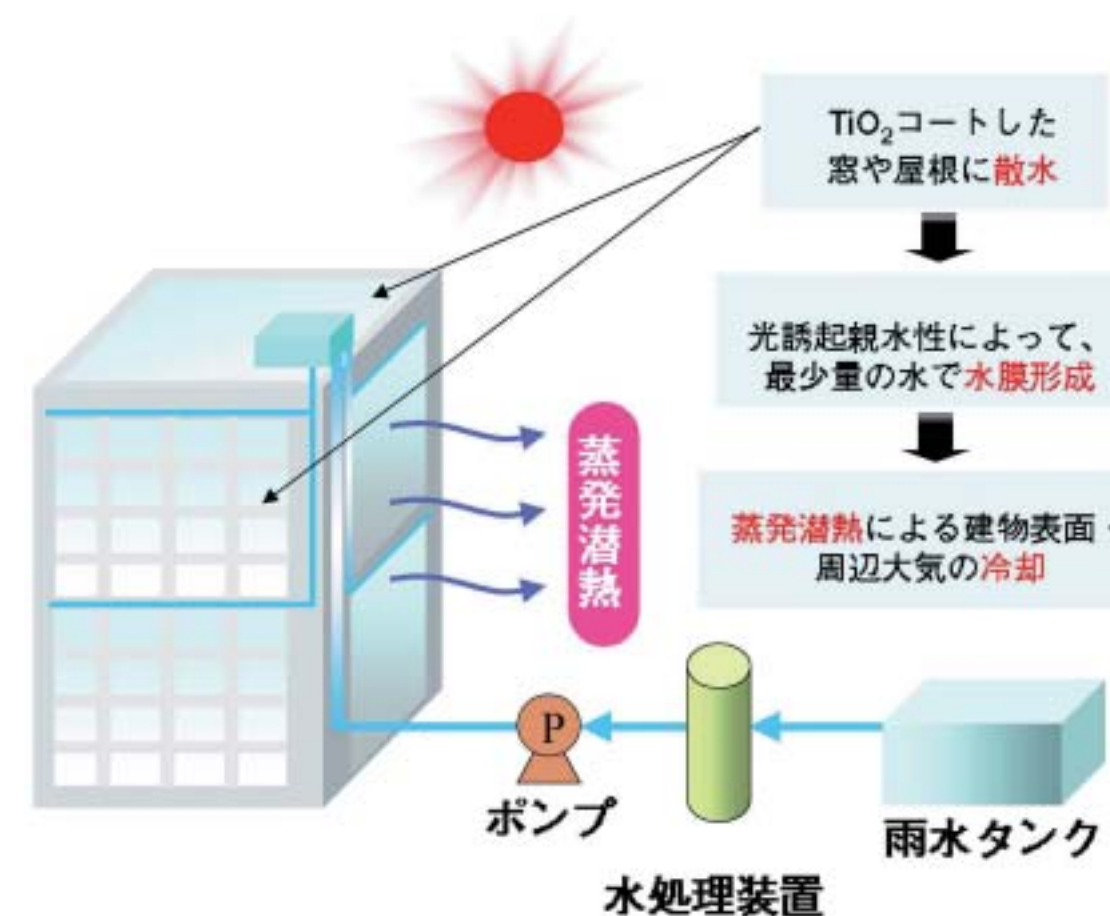
都市温暖化現象



光誘起超親水性を利用して都市の建物を水膜で覆う



光誘起超親水性を利用した冷却システム



冷却システムのフィールドテストその1

神奈川県農業総合研究所のガラス温室

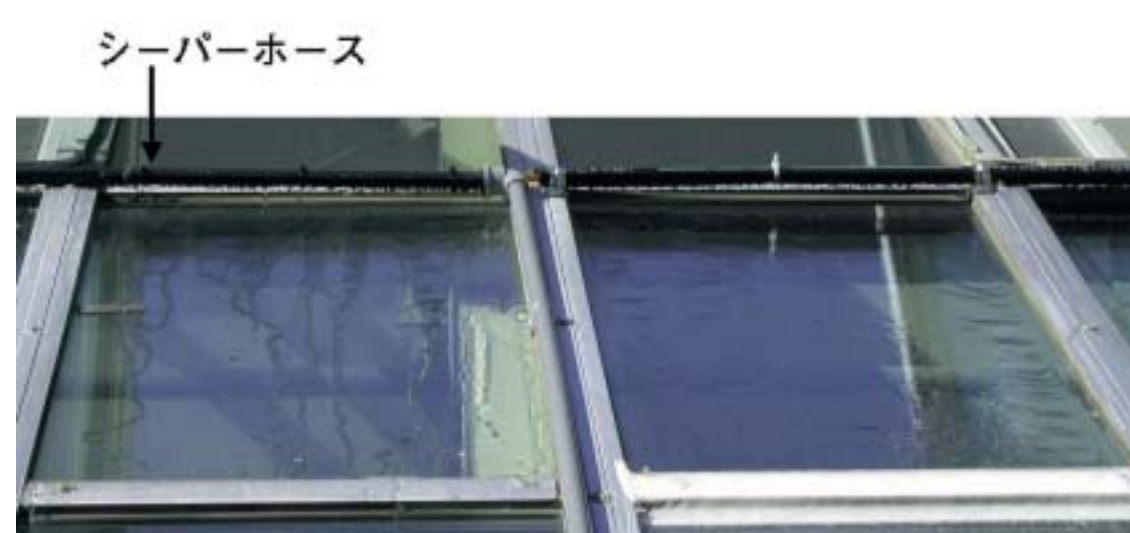


ガラス温室全景



酸化チタンコーティングメッシュ施工後

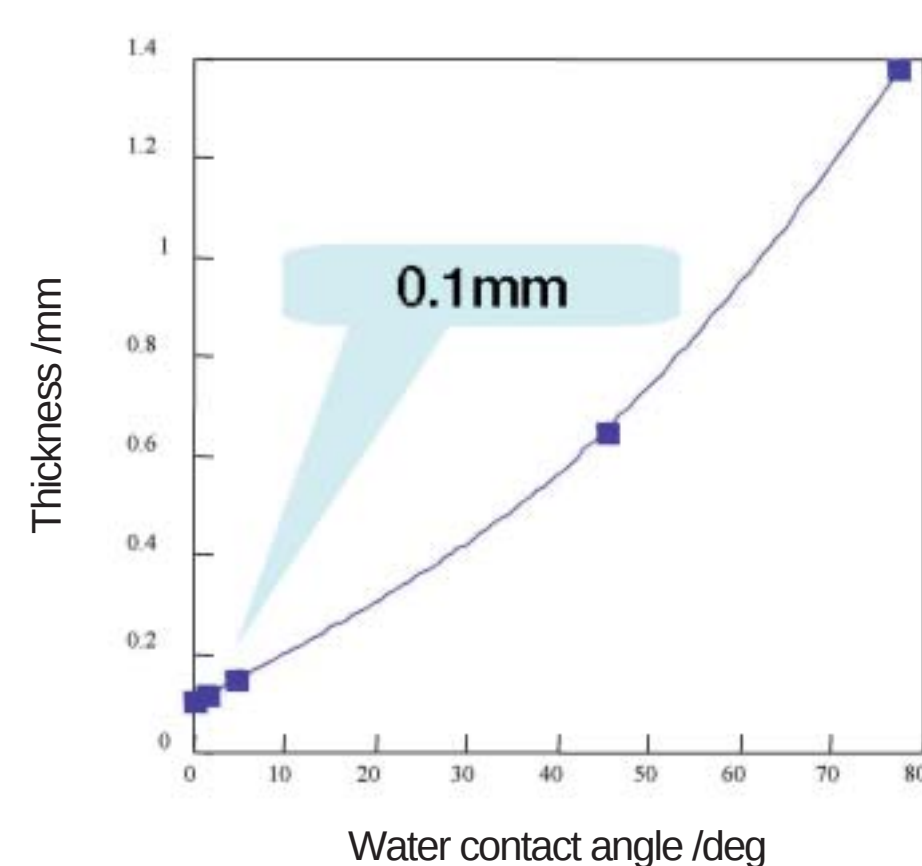
散水の方法と散水面



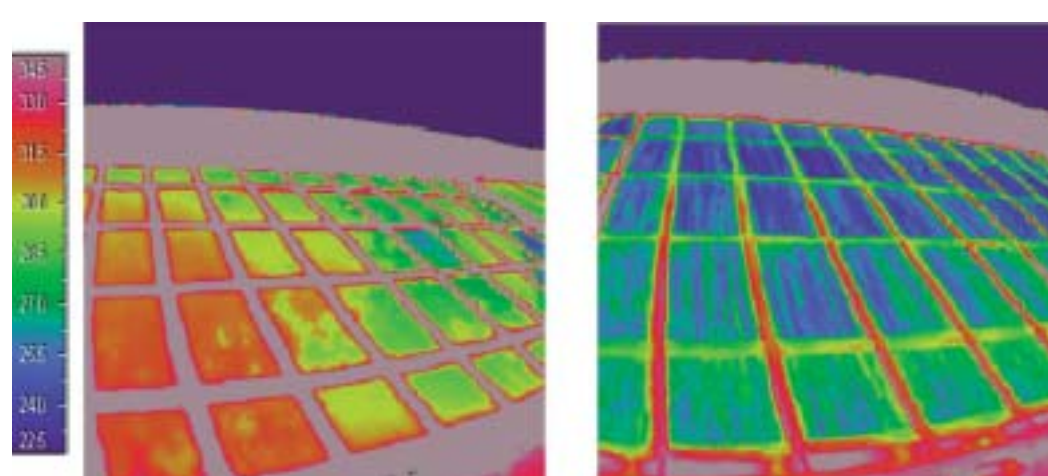
酸化チタンコートなし
濡れ面の割合 15%

酸化チタンコートあり

接触角と水膜の厚さの関係



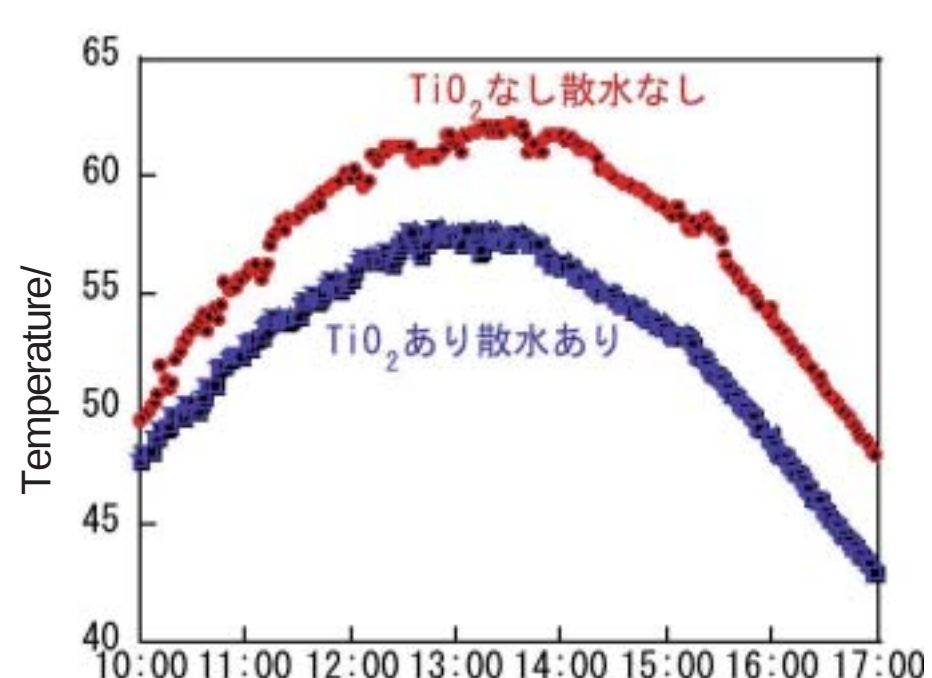
屋根ガラス表面温度



散水なし

散水あり

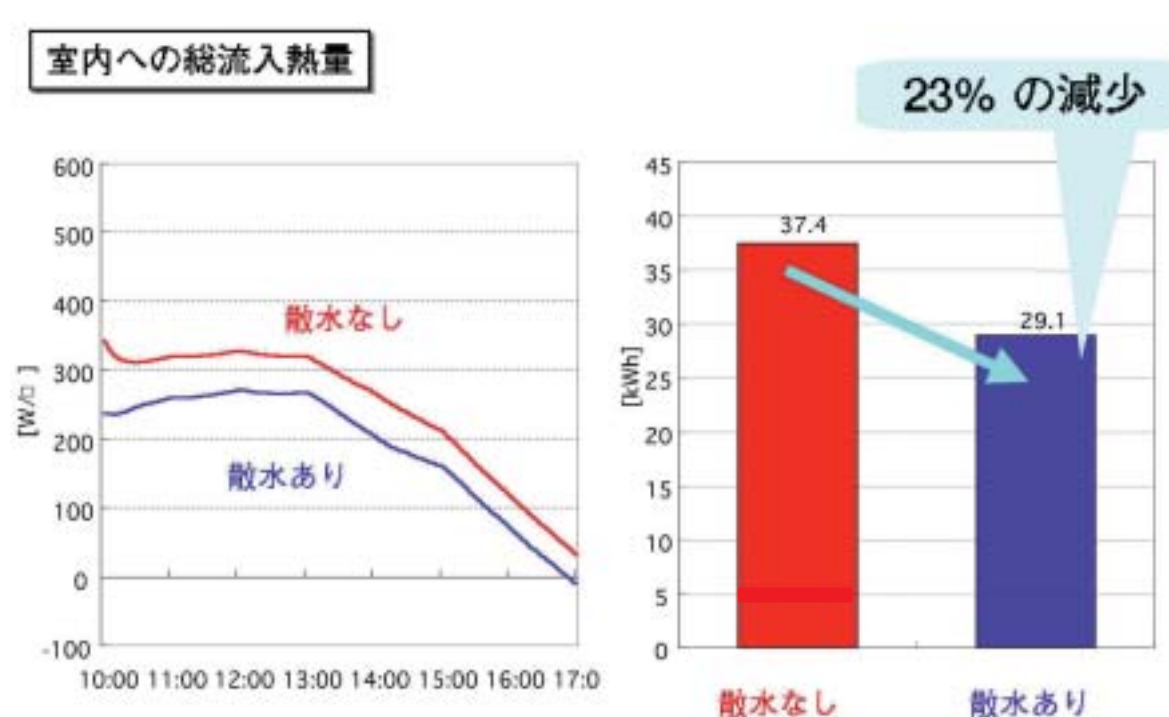
散水の冷却効果（室温）



9/2

室温変化
平均で約4.5 の差

ガラス温室における熱収支



23% の減少

散水なし

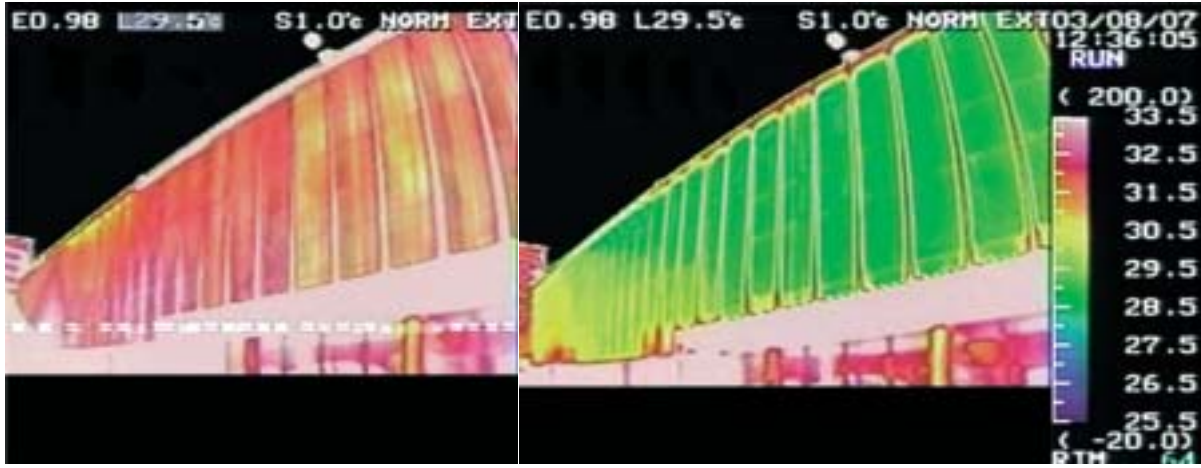
散水あり

冷却システムのフィールドテストその2

日産車体株式会社の更衣棟（3階建ビル）



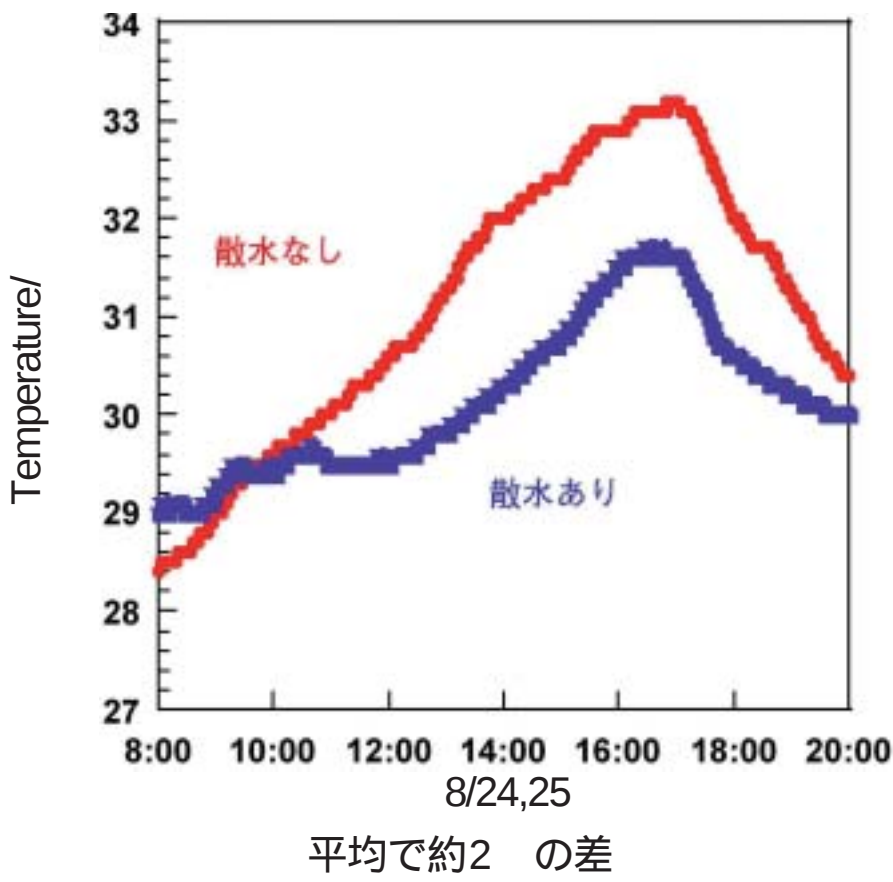
メッシュスクリーン表面温度



散水なし

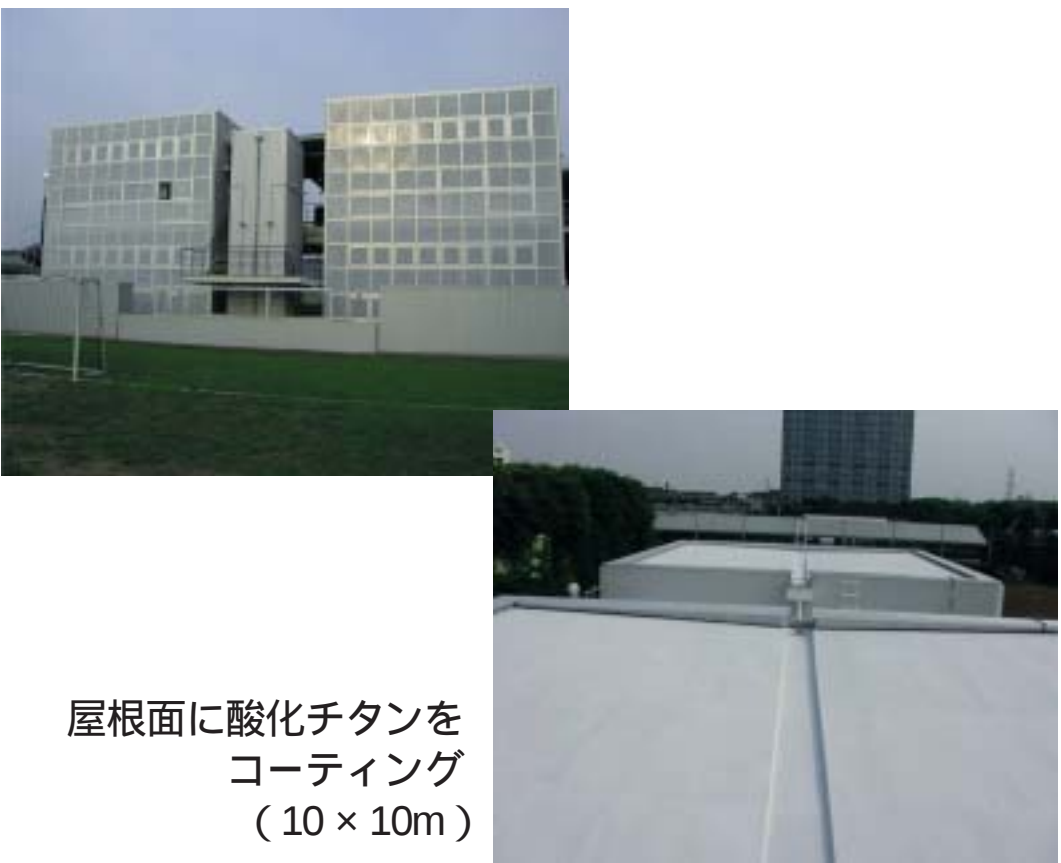
散水あり

散水の冷却効果（室温）

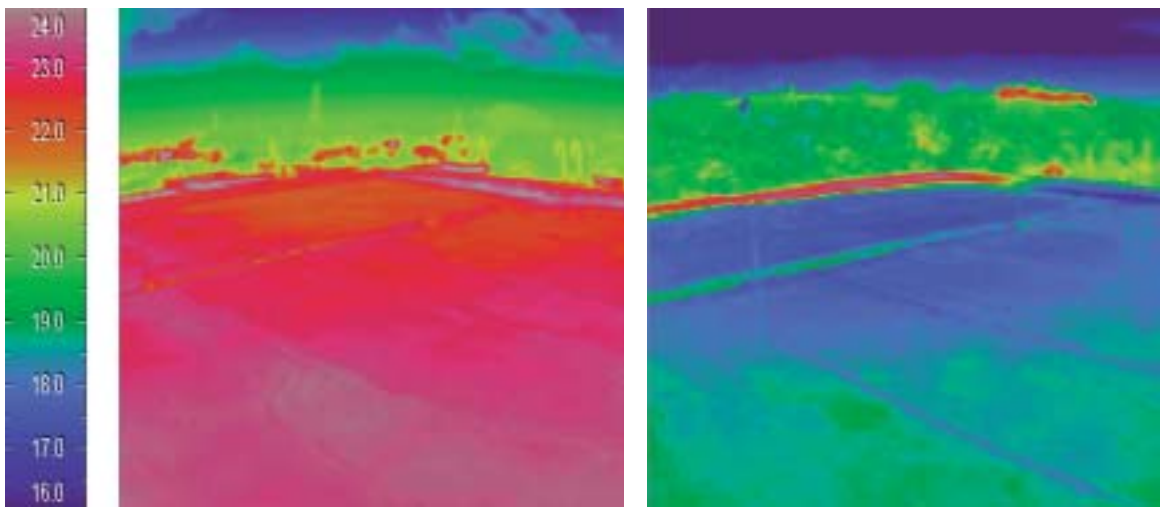


冷却システムのフィールドテストその3

東京都武蔵野美術大学 彫刻棟屋根面



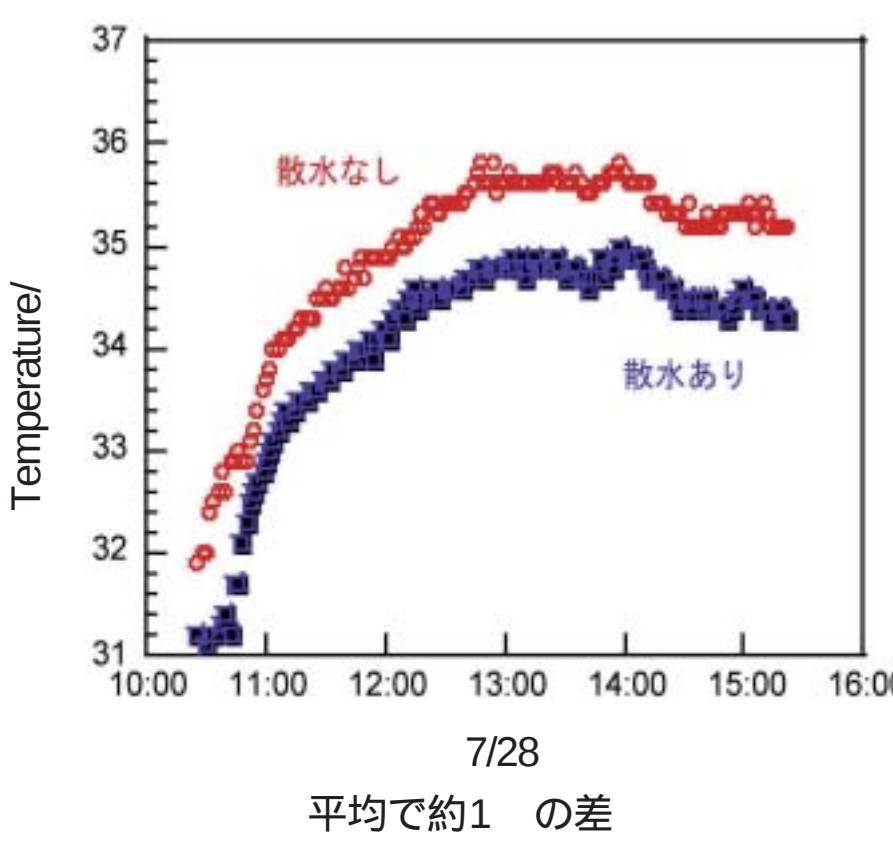
屋根表面温度



散水なし

散水あり

散水の冷却効果（室温）

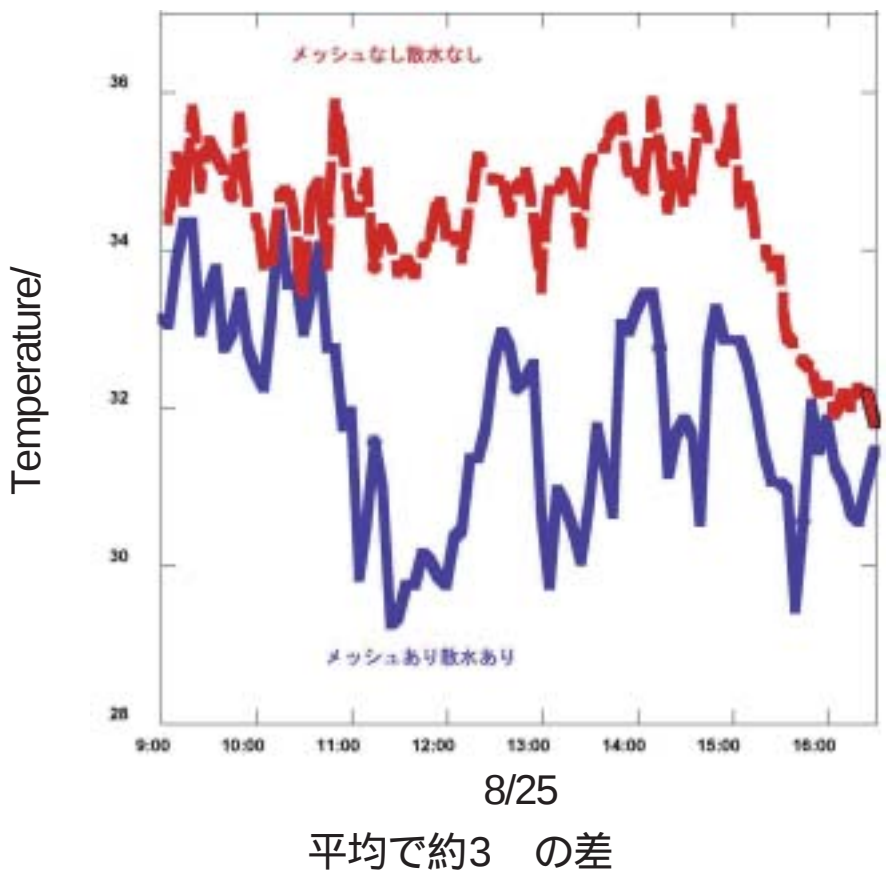


冷却システムのフィールドテストその4

バラ園のガラス温室（神奈川県伊勢原市）



散水とメッシュの冷却効果（室温）



この冷却システムを真の実用化へ

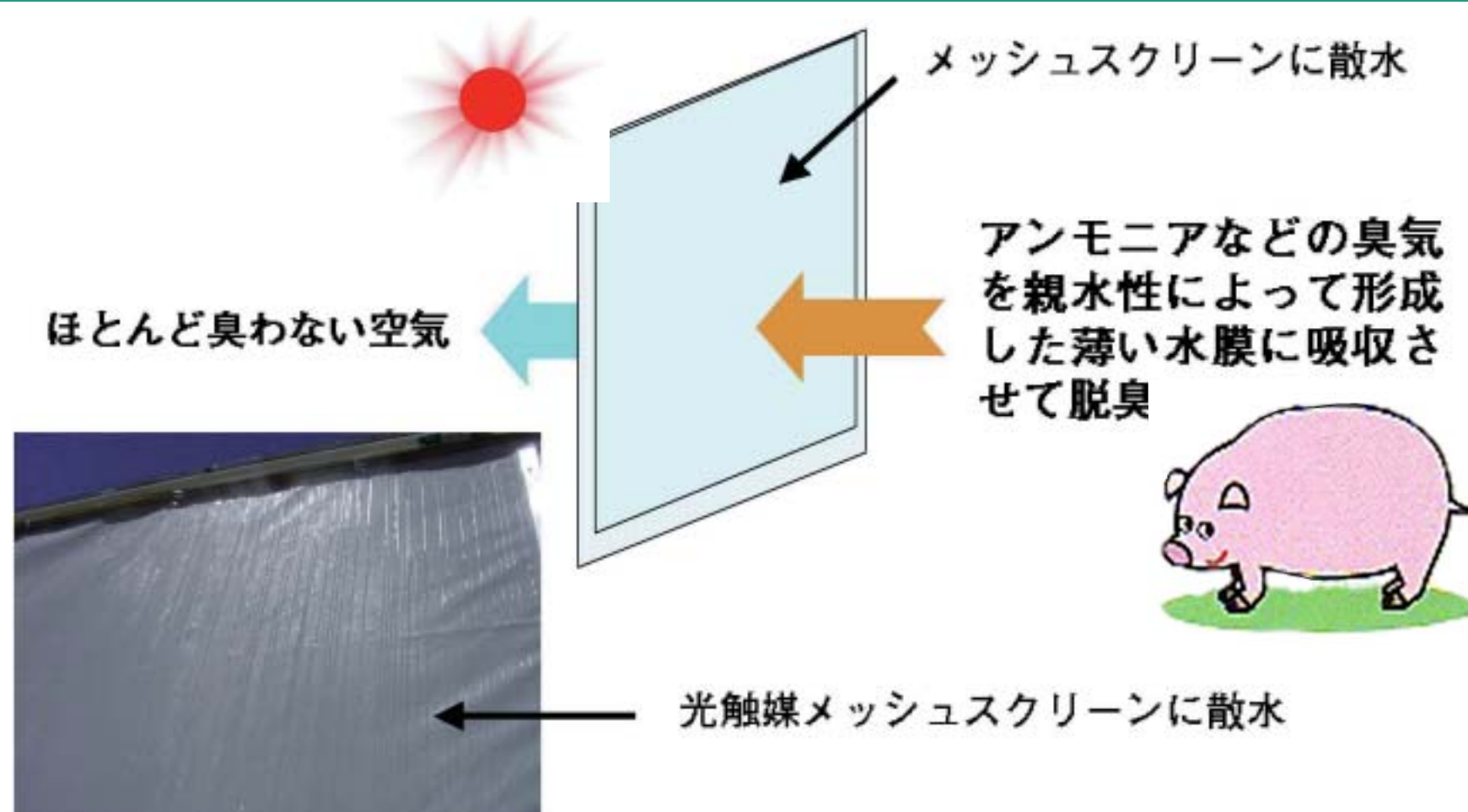
経済産業省フォーカス21のテーマのひとつであり、NEDO革新的温暖化対策技術プログラムの一環としての「光触媒利用高機能住宅部材プロジェクト」が3年間のプロジェクトとして2003年度からスタートしました。
産官学連携のひとつの形として、環境技術が真の環境ビジネスへつながるよう、展開していきたいと考えています。



光触媒メッシュスクリーンによる畜産臭気の脱臭

TBIプログラム・泉株式会社

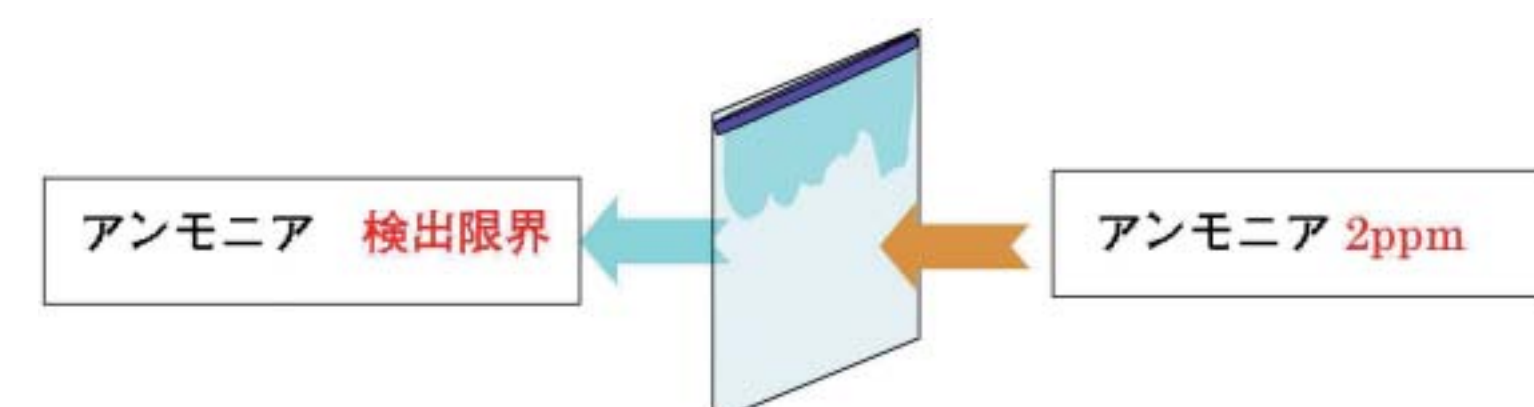
TiO₂表面の光誘起親水化反応を使った脱臭効果



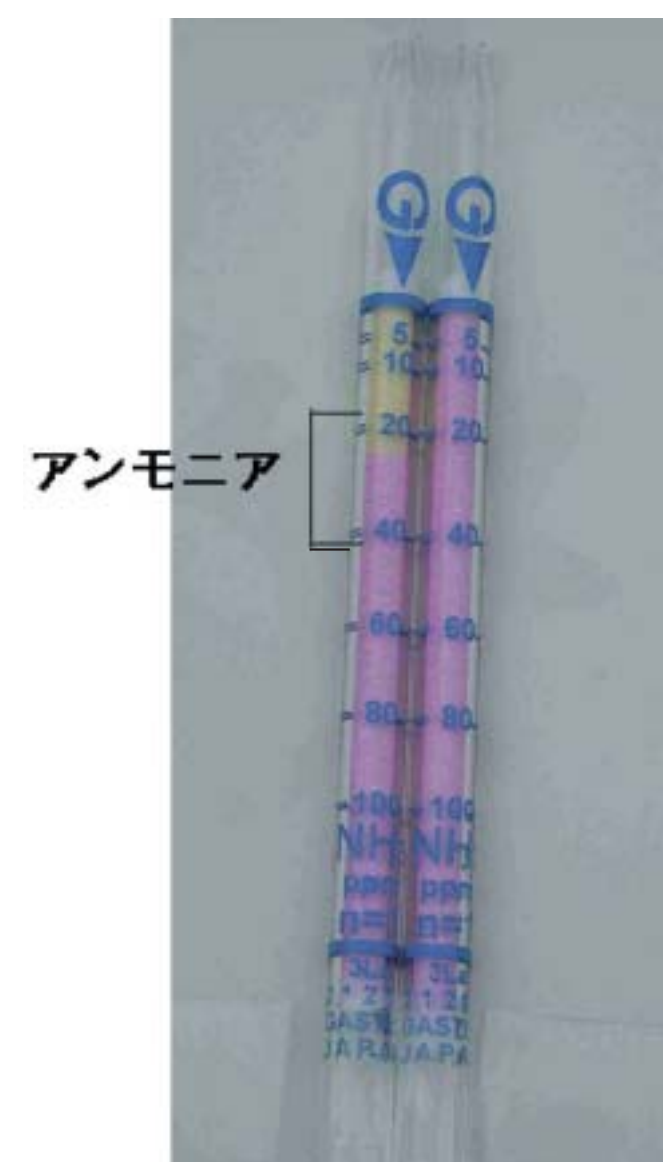
脱臭効果の実施試験例その1



脱臭効果の実施試験例その2



脱臭装置の試験例



散水前 20ppm
5分散水後 0ppm