

平成20年度霞ヶ浦浄化技術研究会

水質浄化技術アイデア実証試験事業

光触媒球状多孔質流動層を利用した 高効率水質浄化システムの開発

(株)アート科学 研究開発部

主幹研究員 長谷川 良雄

目 次

1. アート科学の光触媒利用技術開発の概要
2. 自立型光触媒
 - 2-1 自立型とは？
 - 2-2 光触媒球状多孔質体
 - 2-3 流動層型光触媒による水処理
3. 高効率水質浄化システムの開発
 - 3-1 従来技術
 - 3-2 光触媒流動層集積型水質浄化装置
4. 今後の事業展開

1. アート科学の光触媒利用技術開発の概要

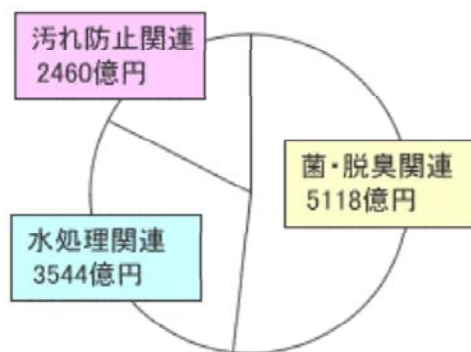
従来の光触媒の応用技術と問題点

大気浄化、防汚への応用が主で、水質浄化分野では進んでいない

課題

- ① 光触媒の性能が未だ開発途上
- ② 実用的なシステム開発の遅れ

社会的ニーズの大きな光触媒市場の伸び悩み



潜在的な光触媒の用途別市場

(<http://www.sadec-jp.com/sijyou.htm>)

：本実証試験

研究開発のターゲット

低価格高性能光触媒の開発
高効率システムの開発

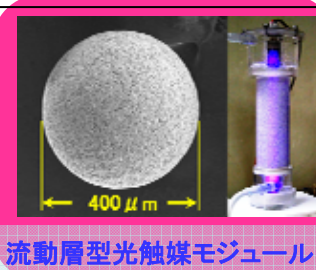
研究開発の方法

- ① 高効率・耐摩耗性光触媒球状多孔質体の開発
 - (i) 流動層を最適化する光触媒の製造方法
 - (ii) 高効率光触媒の開発
 - (iii) 耐摩耗性球状多孔質体の開発
- ② 実用的な流動層集積型浄化システムの開発
 - (i) 1000mmモジュールの集積システム作製
 - (ii) 流動層集積システムの浄化特性評価
 - (iii) 水中濃縮型大気浄化システム開発

高性能光触媒の開発と製品化

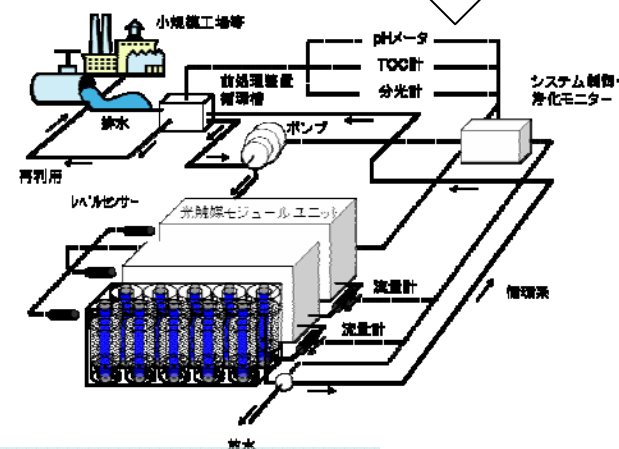
目標

紫外・可視高活性光触媒
大量合成による低価格化
高効率システムの商品化

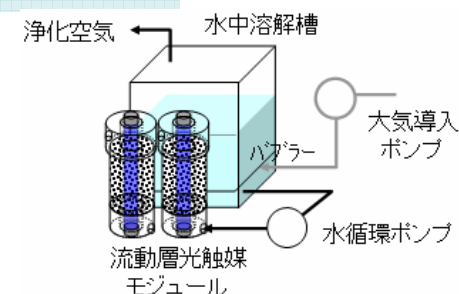


製品化

小規模工場排水浄化システム



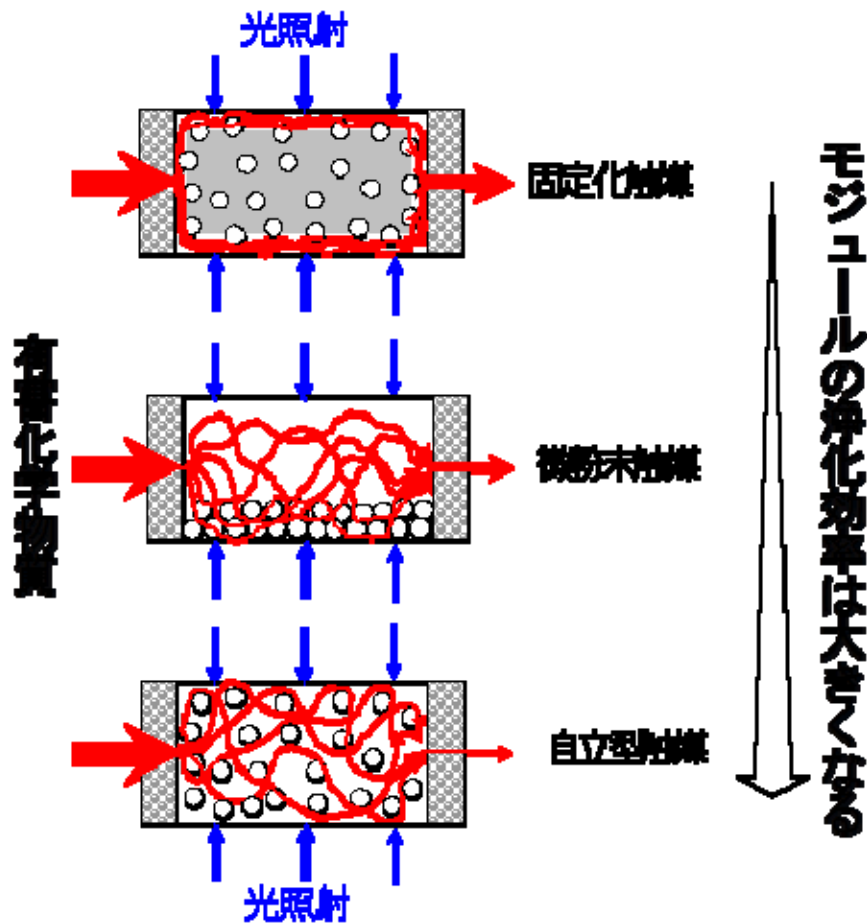
溶解型大気浄化システム



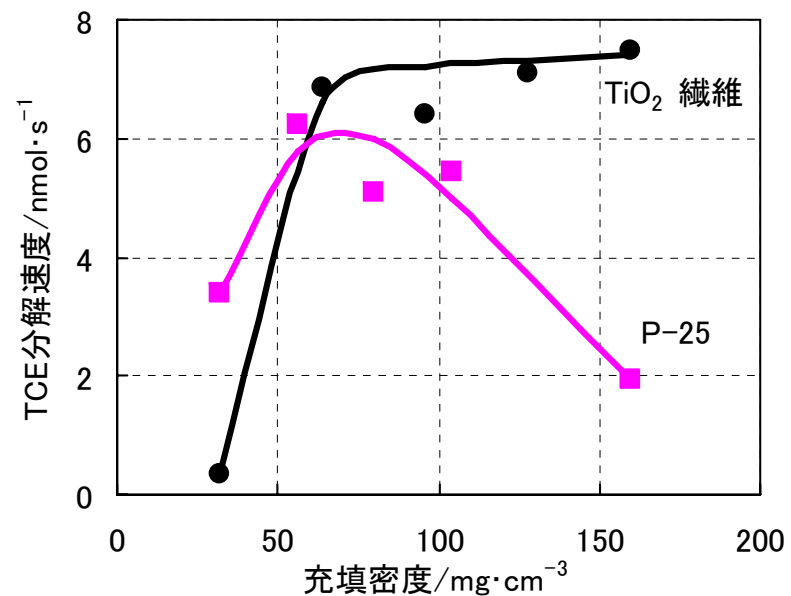
2. 自立型光触媒

2-1 自立型とは？

自立型光触媒の高効率化の概念



大気浄化モジュールの触媒の形態と効率の関係

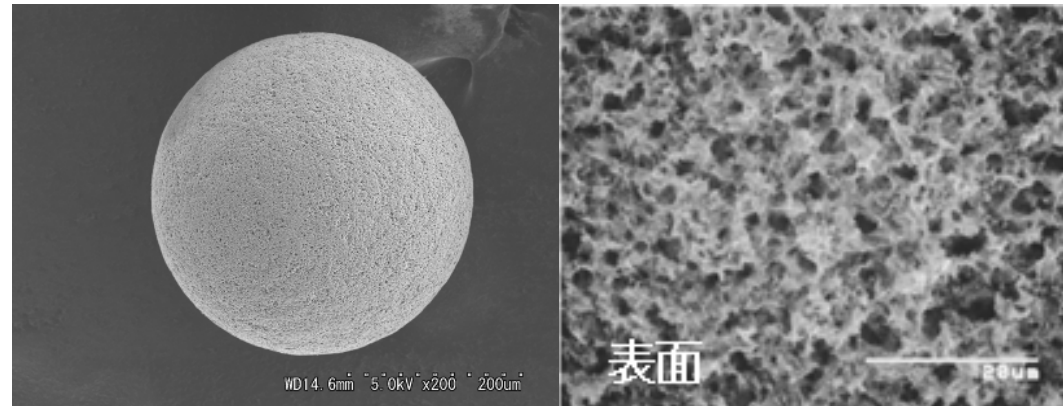
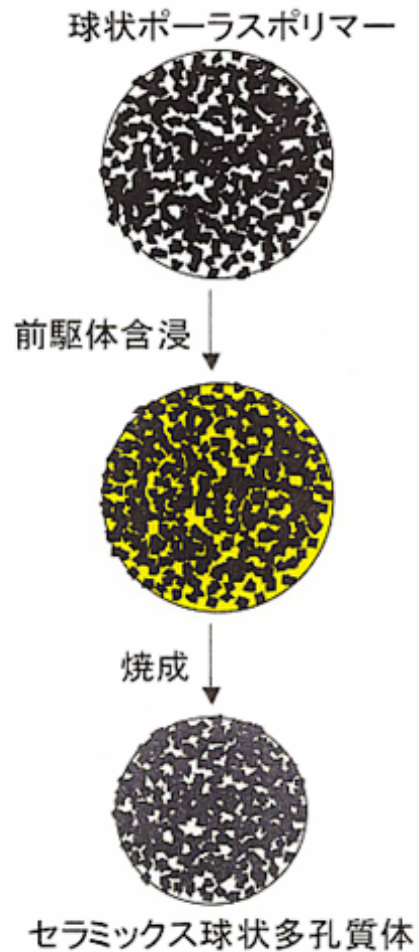


竹内浩士、指宿堯嗣、光触媒ビジネス最前線、工業調査会(2001)29-32.

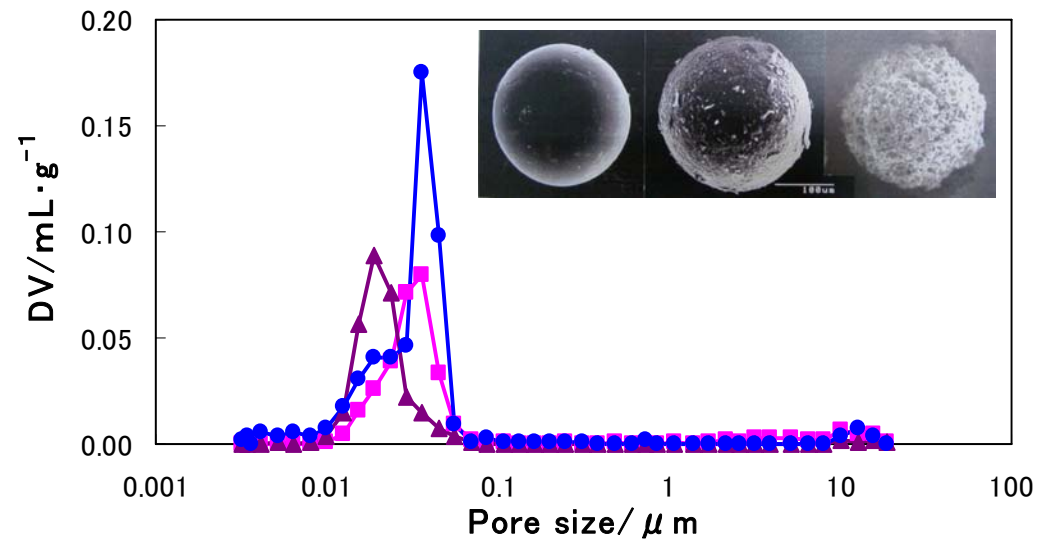
2-2 光触媒球状多孔質体

光触媒大量合成技術により光触媒の球状多孔質体化に成功

有機-無機ハイブリッド法

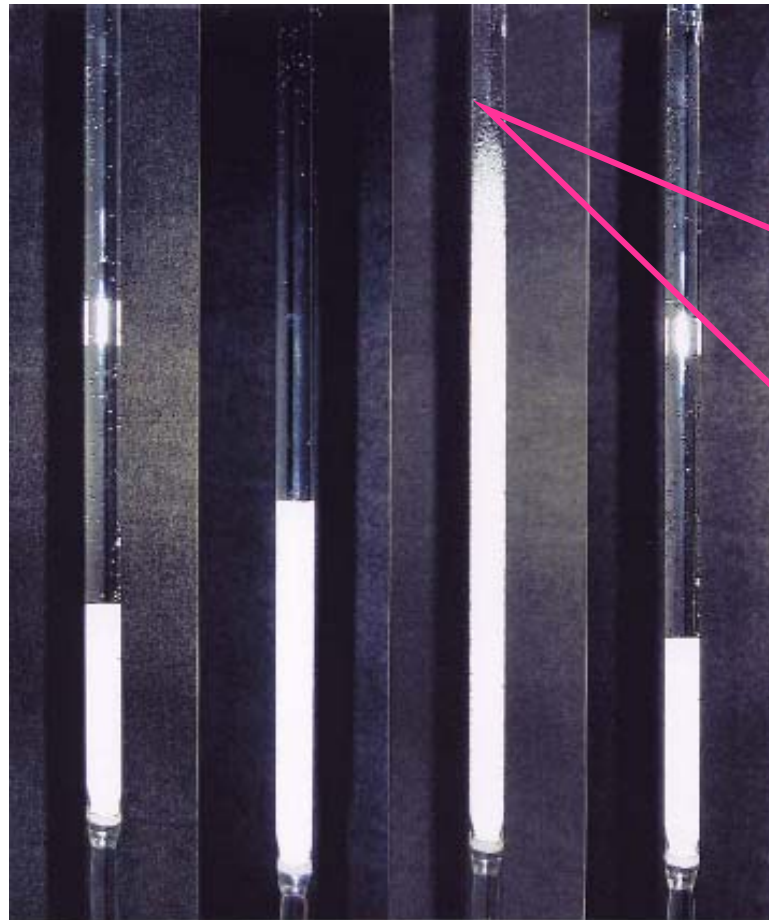


TiO₂球状多孔質体の細孔分布(比表面積は50m²・g⁻¹程度)

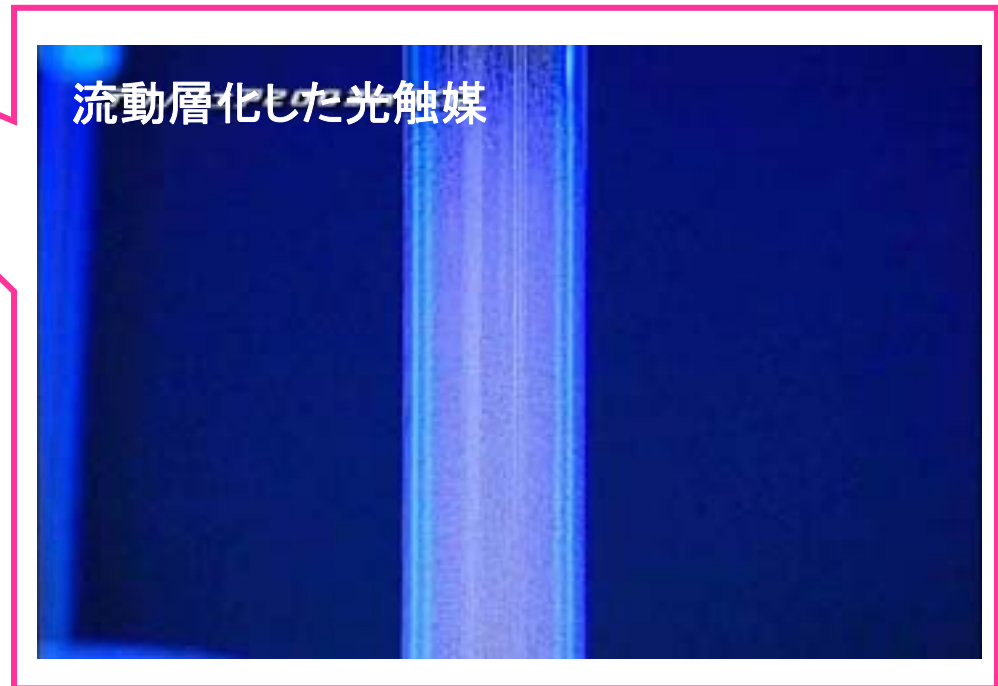


2-3 流動層型光触媒による水処理

流動層とは？



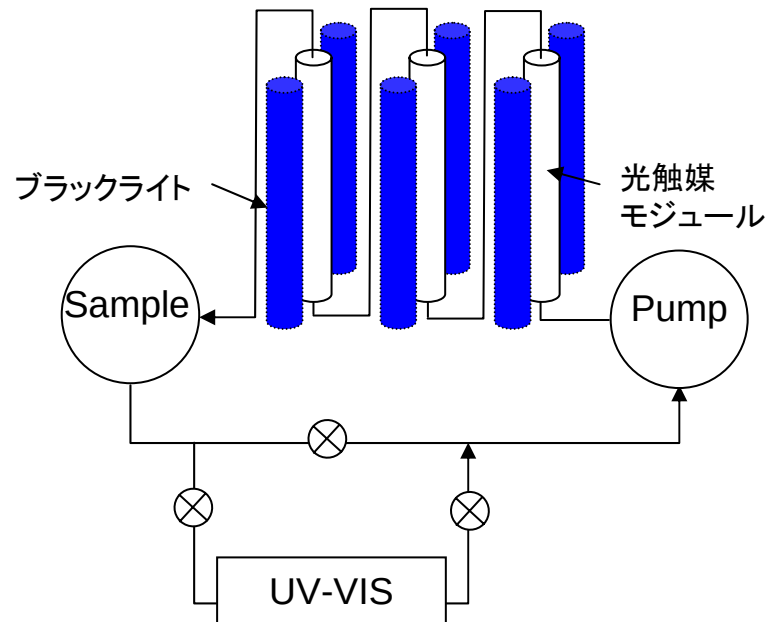
通水前 通水開始 流動層形成 通水停止



8φのガラス管中に形成されたTiO₂球状多孔質体流動層

実験室レベルでの光触媒流動層の有効性の確認

第一世代モジュール



処理条件:

汚染水: 260 mL/min

流量: ~25 mL/min

照射光: National FL6BL-B、6W

ランプ中心モジュール表面 $\sim 4150 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

光触媒: TiO_2 球状多孔質体 (500°C)、1g/module

モジュールサイズ: $8\phi \times 200\text{mm}$

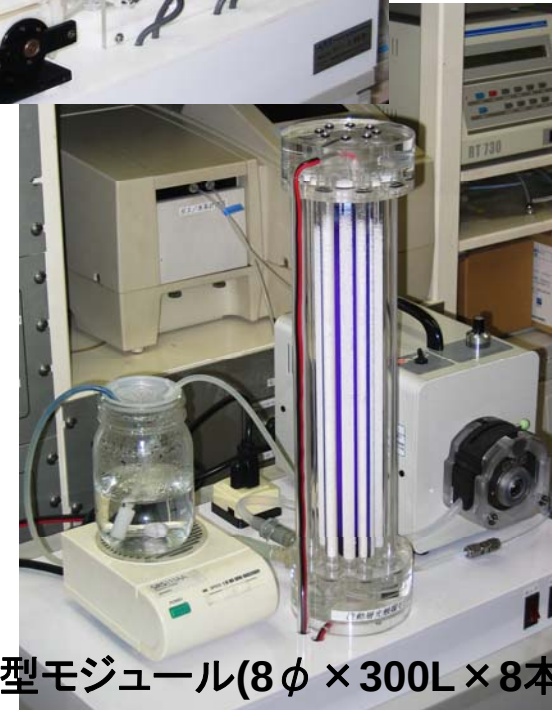
検出器: UV-VIS、TOC (サンプリング)

UV-VIS分光光度計

流動層型光触媒モジュール



チューブポンプ



新型モジュール($8\phi \times 300\text{L} \times 8\text{本}$)

流動層型光触媒による浄化能力の評価法

ワンパス分解効率(η)は

試料容積: $V\text{m}^3$

初期濃度: $C_0\text{ppm}$

流量: $Q_v \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

とすると

閉鎖系、 t 分後の試料濃度 C_t は

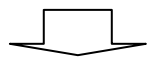
$$(dC/dt)V = -\eta CQ_v$$

$$C_t = C_0 \exp\{(-\eta Q_v/V)t\}$$

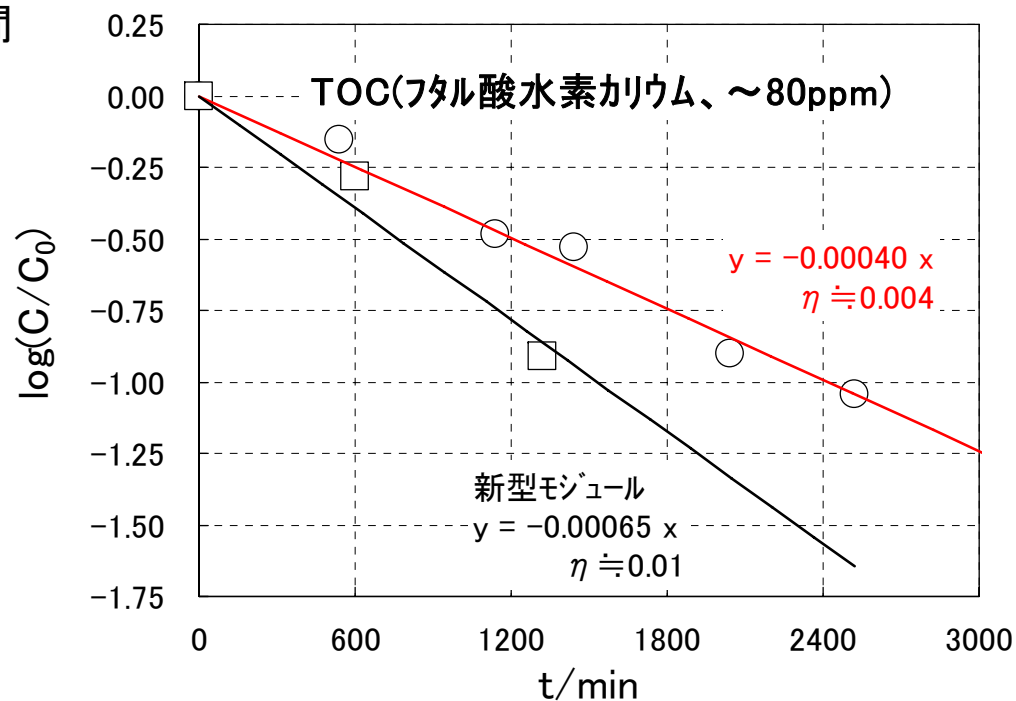
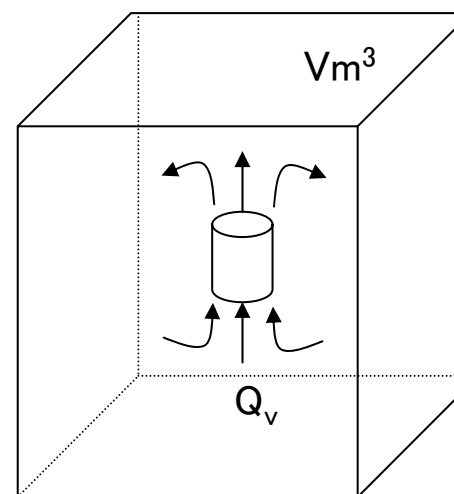
となる。したがって、 C_t/C_0 の時間変化から η を求めることができる。



内径35mm、外径55~75mm、
流動層長さ1100mmの内部/
外部照射方式モジュールで、
少なくとも6~14%にまで高める
ことが可能



第二世代モジュールへ

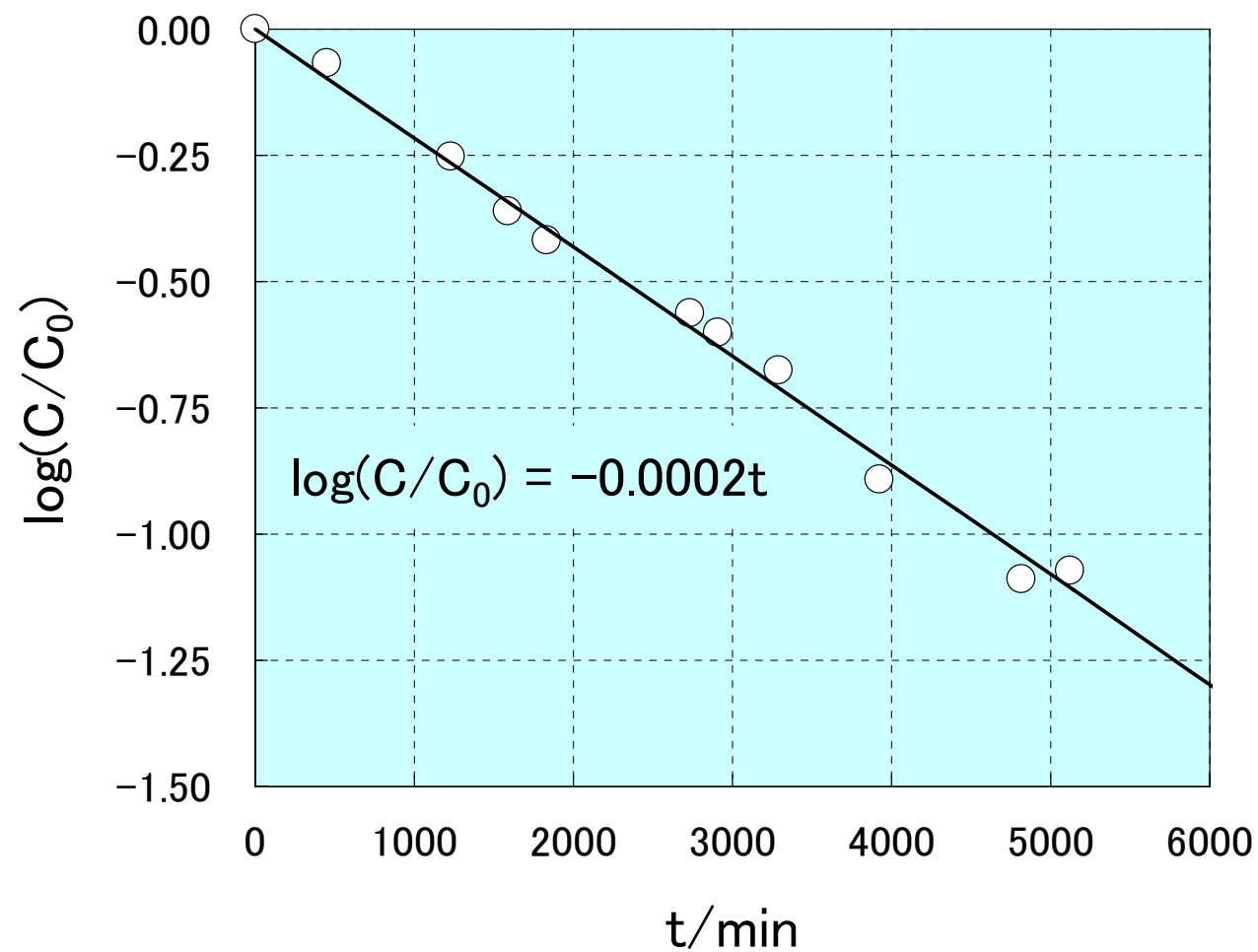


実際の工場排水（中国、TOC = 202.90 (ppmC)

$$C_t = C_0 \exp \{ (-\eta Q_v / V) t \}$$

$$Q_v = 27 \text{ (mL} \cdot \text{min}^{-1}\text{)}, \quad V = 260 \text{ (mL)}$$

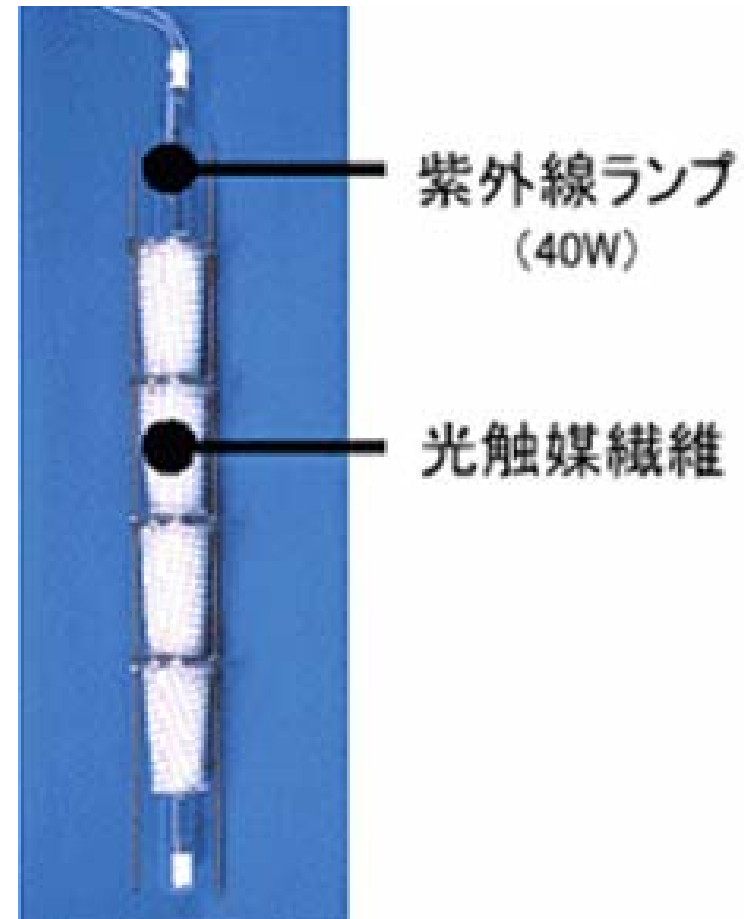
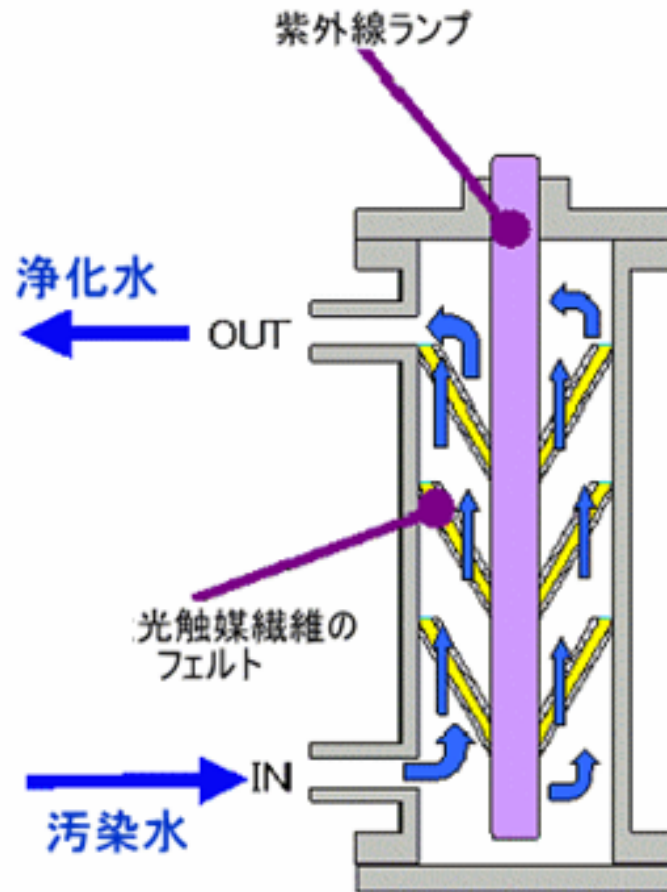
$$\eta = 0.0044$$



3. 高効率水質浄化システムの開発

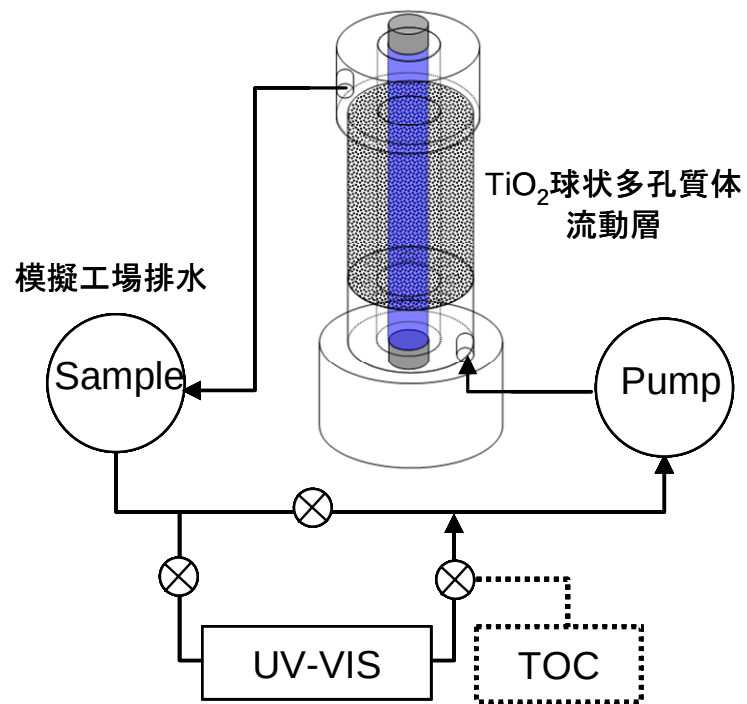
3-1 従来技術

例：宇部興産(株)のアクアソリューション

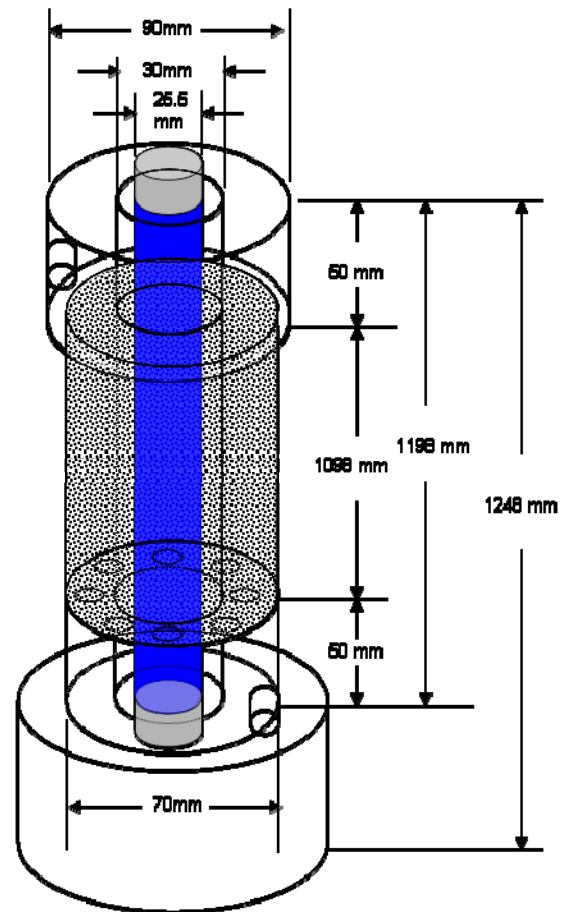


3-2 光触媒流動層集積型水質浄化装置

第二世代モジュール



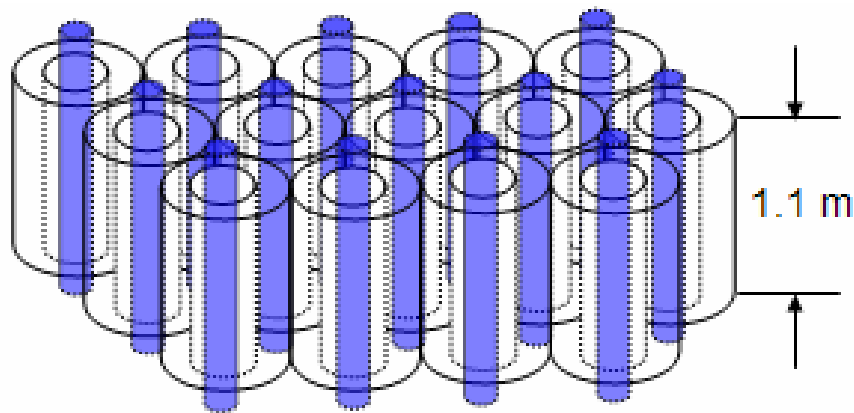
浄化モジュール実証試験システム



フィルターレス水質浄化モジュール



光触媒流動層集積型水質浄化装置



流動層集積型の概念設計

1. ワンパス分解効率をできる限り大きくする
2. アクティブおよびパッシブな光利用を併用する環境低負荷システム

試作した流動層集積型水質浄化装置

処理量: $3\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$

η : 0.16/モジュール(目標)



4. 今後の事業展開

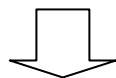
1. 紫外-可視高活性光触媒の開発

- ① 最適結晶構造の解明
- ② N、Pなどのドーピングによる可視光型光触媒の構造の解明
- ③ 水中における光触媒の凝集と活性の関係の解明

*iMATERIA*による結晶構造解析



2. 大量合成による低価格化



高効率システムの商品化



0 min



30 min



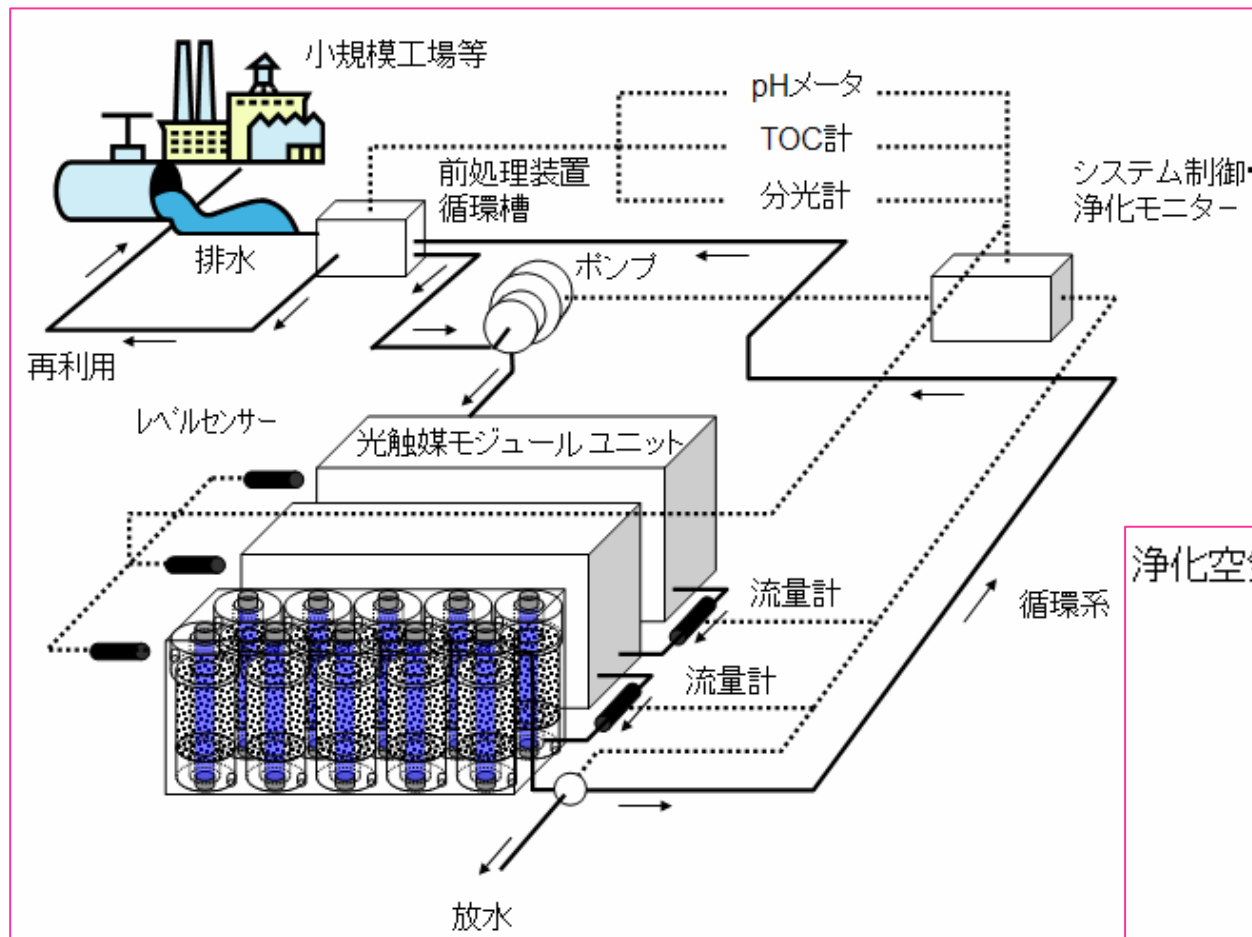
90 min



120 min

太陽光によるメチレンブルー脱色実証試験

光触媒流動層集積型水質浄化システムの例



小規模工場排水浄化システム

溶解型大気浄化システム

