

川崎市 産学公民連携公募型共同研究（令和8年度）

# 太陽光と光触媒によるアオコの不活化・除去プロセスの 解明と水質浄化技術の開発

東京科学大学 吉村千洋

近藤工芸 近藤眞一



発表15分、質疑5分

# 1. 研究の背景・意義

- 富栄養化（アオコ）による水質悪化と生態系の劣化（世界の湖沼で未解決）
- 酸欠、生物多様性の低下、景観障害、浄水障害など

アオコによる水質汚濁を対象として

1. 太陽光照射による光触媒反応のアオコ不活化効果を定量評価
2. それに基づきアオコ対策としての現地浄化技術を開発



太陽光エネルギーの直接利用による水質管理を目指して

とどろき緑地（釣池）  
2025年4月（晴天時の午後）  
水温: 20.9°C  
透明度: 32.5 cm

## 2. 研究の概要

### 1. 太陽光と光触媒の組み合わせによるアオコの除去技術の基盤的知見

- 各光触媒の量子収率と太陽光照射下での各活性酸素種の定常濃度
- 各活性酸素種の定常濃度とアオコ細胞の不活化速度の関係

### 2. 一般的な環境条件（富栄養湖）におけるアオコ細胞の不活化のための光触媒の最適化

- 条件：光強度、透明度、Chl-a、pH、水温など

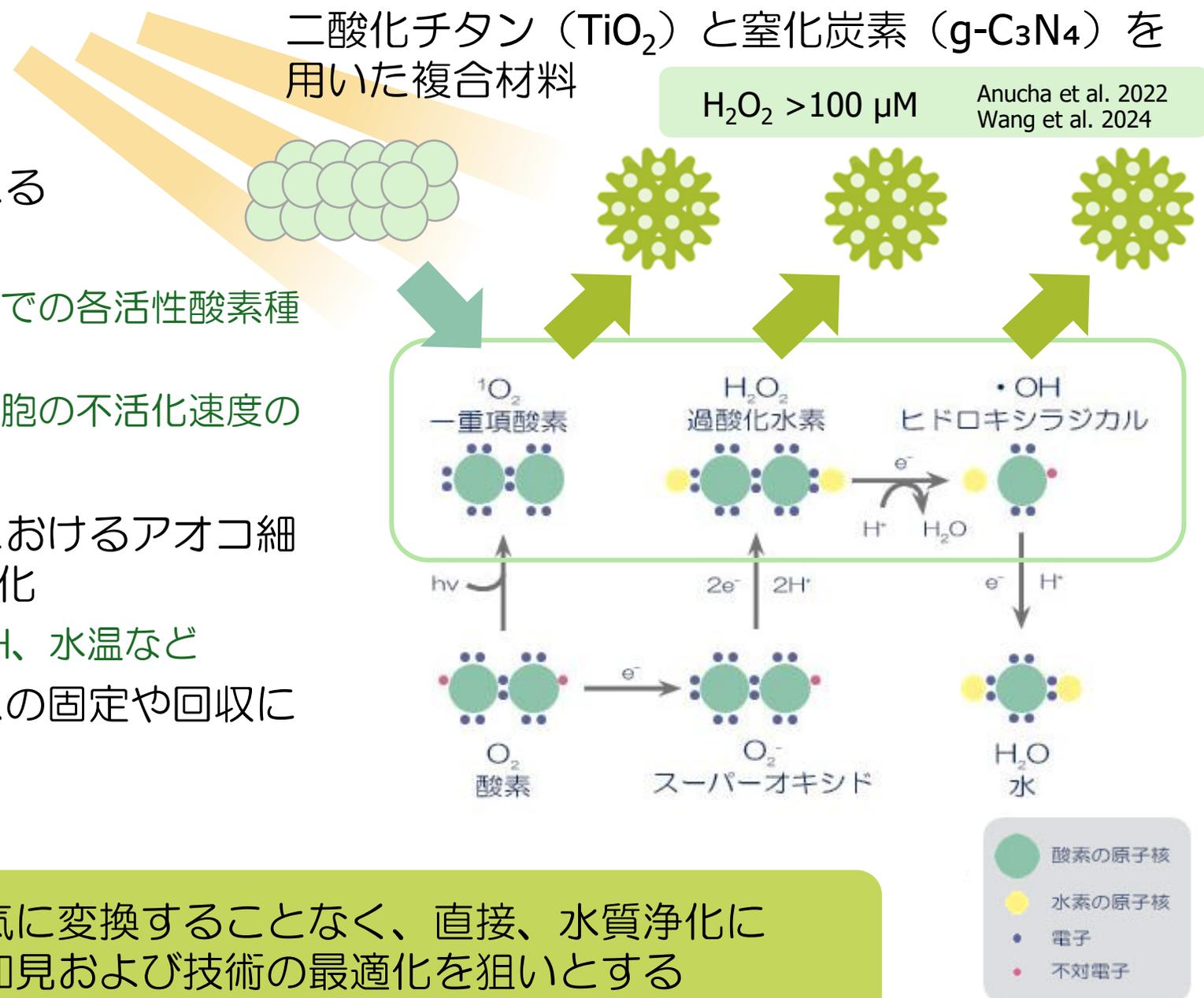
### 3. 光触媒の回収、アオコバイオマスの固定や回収による炭素の固定技術の可能性

- 不活化後の細胞残渣の動態を解明

二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) と窒化炭素 (g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) を用いた複合材料

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> > 100 μM

Anucha et al. 2022  
Wang et al. 2024



太陽光エネルギーを電気に変換することなく、直接、水質浄化に活用するための基盤的知見および技術の最適化を狙いとする

## 2. 研究の概要（3年間の研究計画）

1年目（R7年度）

### 現象解明

- 活性酸素の定常濃度
- アオコ細胞の反応（ミクロキスティス科）
- 水質条件との対応

2年目（R8年度）

### 手法開発

- 複数種での実験
- 光触媒の固定化と効果検証（光ファイバーなど）
- 不活化後の吸着・沈殿

3年目（R9年度）

### 実証実験

- 実環境での試験（メソコズム）
- アオコ細胞の回収の検討
- 湖沼生態系への影響評価

水環境における実験

### 研究開発体制

近藤工芸  
• 材料開発

東京科学大学  
• 材料開発  
• プロセス解明  
• 効果検証

室内実験

野外実験

成果発信

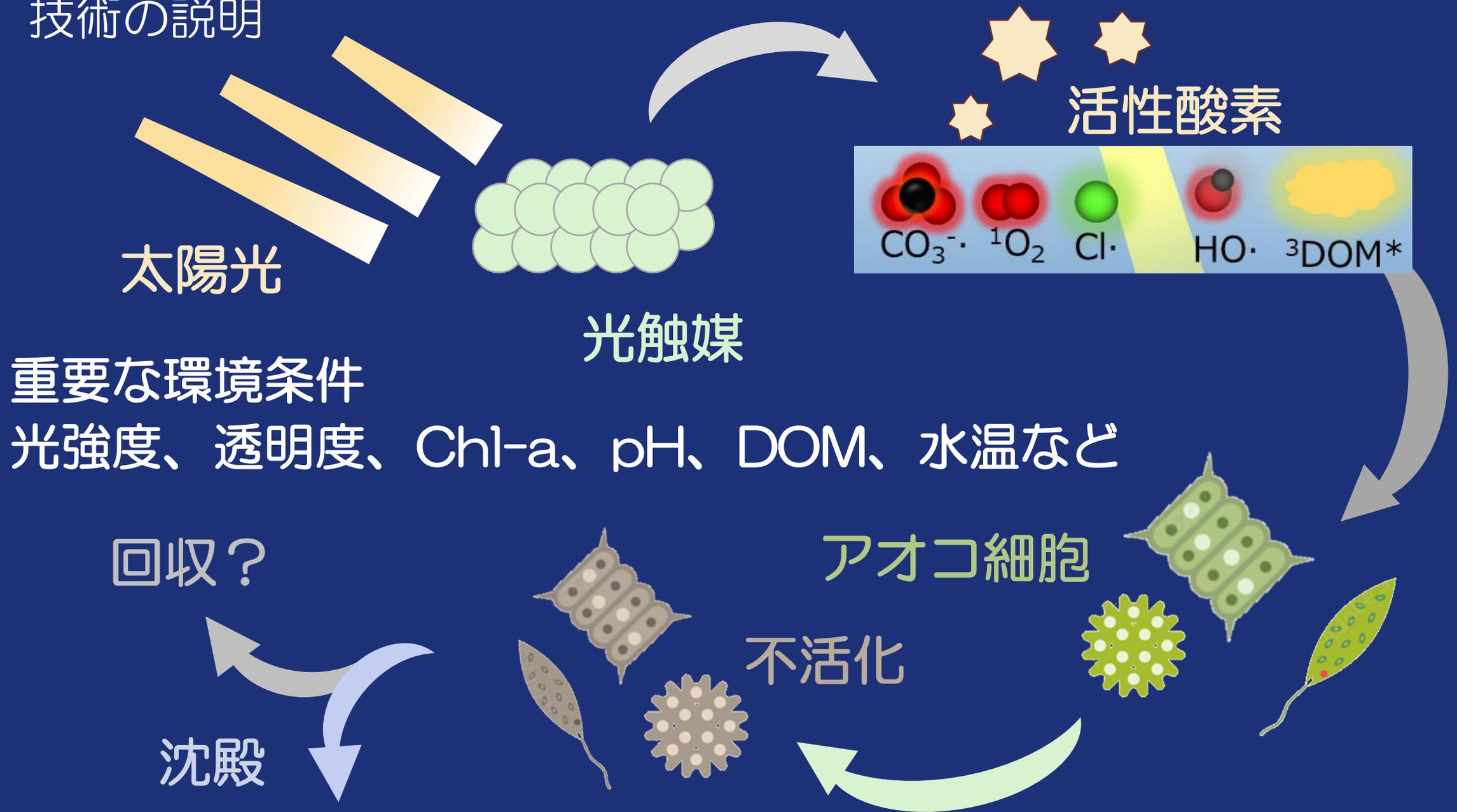
川崎市  
• 打合せ  
• 各種調整

近藤工芸（株式会社、川崎市高津区）

- 二酸化チタン粉末等を用いたアオコ除去法やその材料の調達、配合等に関し経験的知見を持っている
- 研究成果を社会実装する上での迅速な製造、販売など、川崎発の製品としての展開が期待できる

▶▶▶ アオコ対策のコスト削減へ

### 3. 技術の説明



## 4. 今年度（1年目）の成果概要

### 主な実施内容

- 1) 材料準備：2種類の複合材料を光触媒として作成・評価
- 2) 光化学反応の解明：典型的な日射条件での活性酸素の定常濃度を測定
- 3) 不活化効果の解明：  
実験装置と実験手法を確立し、藍藻と緑藻を対象に不活化効果を確認
- 4) 不活化細胞の分離：光触媒での分離は確認済み／他の素材では未確認
- 5) 湖沼水を対象とした効果検証：複合材料の1つで実施済み

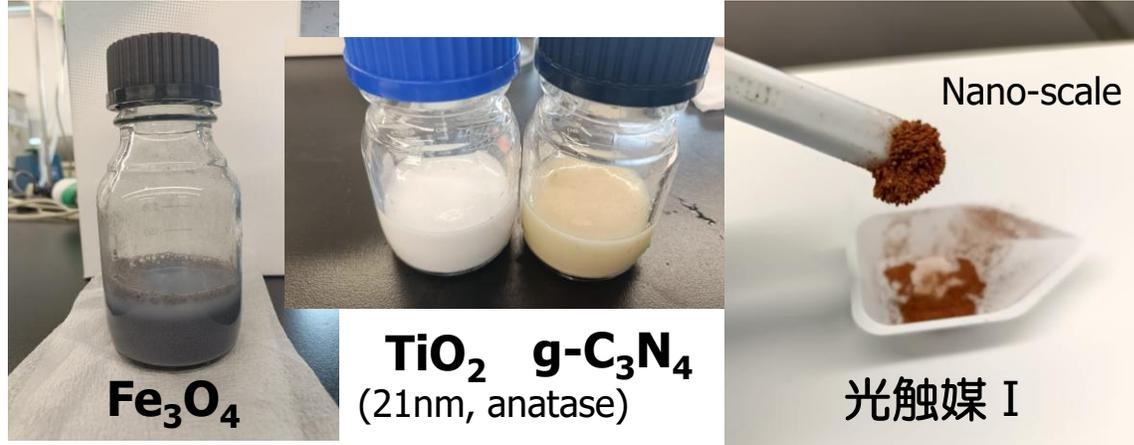
### ■ 成果報告等

- 6) 成果の発信・報告：川崎国際環境技術展と日本水環境学会で発表

# 4. 今年度（1年目）の主な成果

## 1) 材料準備：2種類の複合材料を光触媒として作成・評価

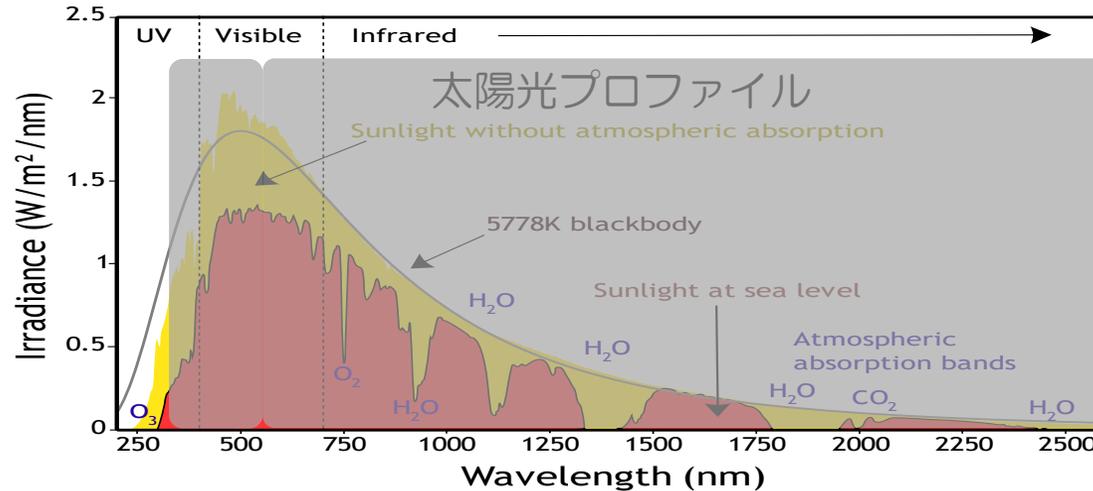
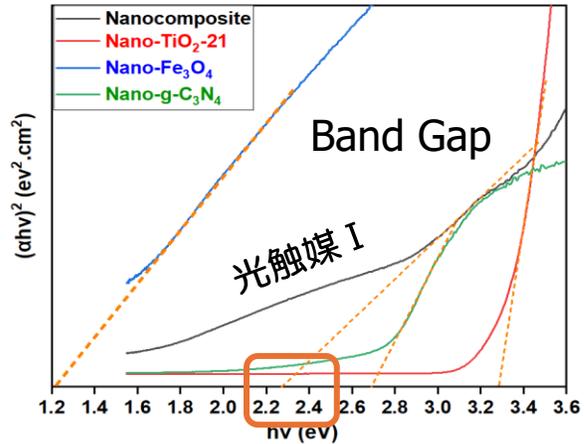
### Composite I: $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{g-C}_3\text{N}_4/\text{TiO}_2$ (水熱合成法)



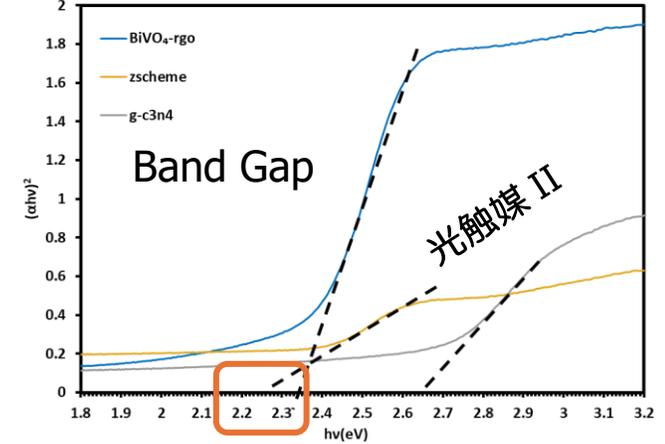
### Composite II: $\text{BiVO}_4\text{-rGO/g-C}_3\text{N}_4$ (ウェット含浸法)



Taucプロット



Taucプロット



- 両者ともバンドギャップ 2.3 eV程度 ➢ 520nm以下の波長で反応 (TiO<sub>2</sub>の場合、360nm以下)
- 複合材料の主要な化学構造を確認 ➢ 現在、形状と元素分布をSEM-EDSで分析中

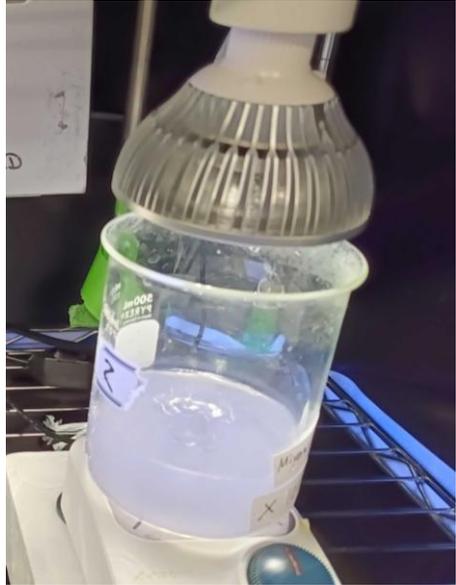
## 4. 今年度（1年目）の主な成果

### 2) 光化学反応の解明：典型的な日射条件での活性酸素の定常濃度を測定

主要な活性酸素（ $\bullet\text{O}_2^-$ ,  $\bullet\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , and  $^1\text{O}_2$ ）の定常濃度を測定

光触媒濃度：100 mg/L, 1000 mg/L      光条件：235  $\mu\text{mol photons/m}^2/\text{s}$  (野外では50～2000程度)

人工太陽光による  
光照射実験



公開準備中

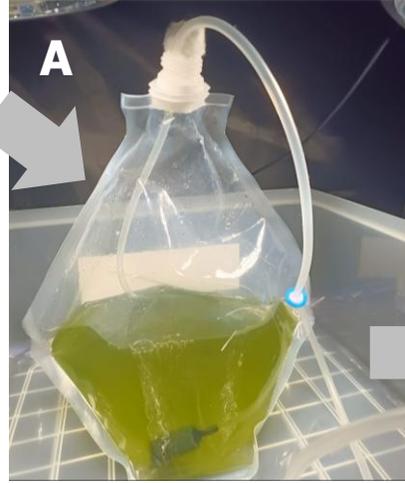
\* For **Composite I** only,  
light irradiation was applied  
from the side to the  
photocatalyst.

## 4. 今年度（1年目）の主な成果

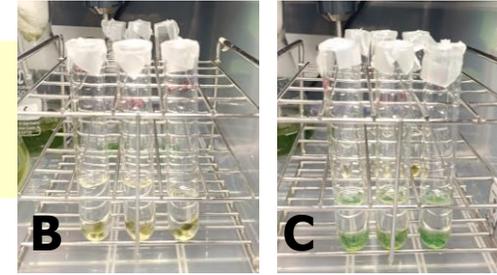
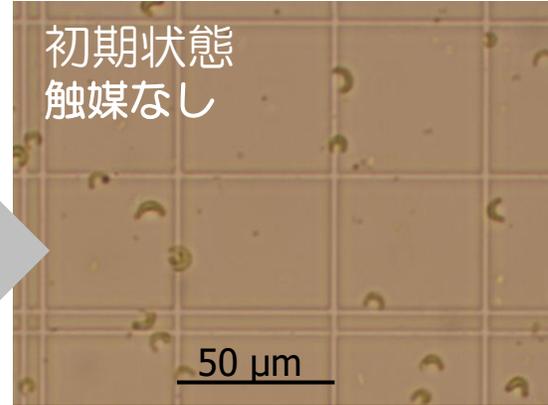
### 3) 不活化効果の解明：

実験装置と実験手法を確立し、藍藻と緑藻を対象に不活化効果を確認

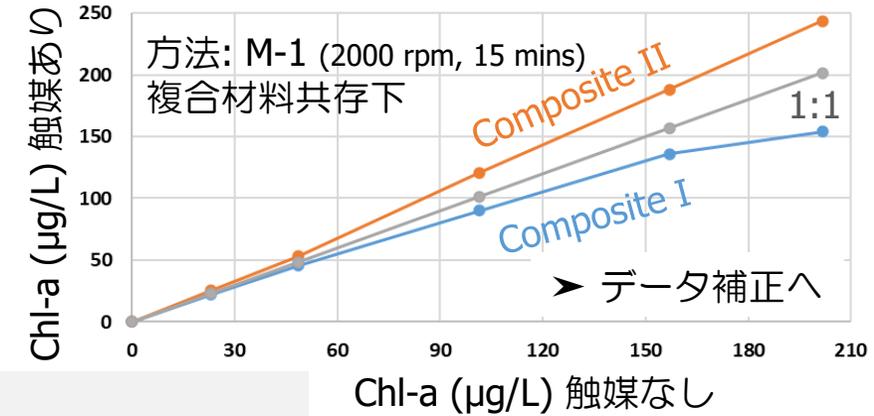
- A. ムレミカツキモ（緑藻）  
*Raphidocelis subcapitata* ○
- B. スキトネマ属（藍藻）  
*Scytonema sp.* △
- C. フォルミディウム属（藍藻）  
*Phormidium ambiguum* ○
- D. ミクロキスティス属（予定）  
*Microcystis aeruginosa*



#### 手法1. 細胞計数（顕微鏡観察）



#### 手法2. 色素（Chl-a）濃度



公開準備中

## 5. 今後の展望

### 現象解明 (R7)

- 活性酸素の定常濃度
- アオコ細胞の反応
- 水質条件との対応

### 手法開発 (R8)

1. 複数種での実験
2. 光触媒の固定化と効果検証
3. 不活化後の吸着・沈殿

### 実証実験 (R9)

- 実環境での試験
- アオコ細胞の回収の検討
- 湖沼生態系への影響評価

### 1. 光触媒分散系でのアオコ不活化効果を定量評価 (4月～8月)

- 緑藻と藍藻で実験を継続
- 富栄養湖で想定される水質で最適化  
(pH・共存DOM ▶ 触媒タイプ・濃度)

### 2. 光触媒の固定化と効果検証 (7月～12月)

- 担体材料の選定と固定化
- 固定化光触媒の光化学反応性の評価
- 固定化光触媒の不活化評価とその最適化
- 固定化光触媒の安定性および再利用性の検討

▶ 川崎国際環境技術展 (11月)

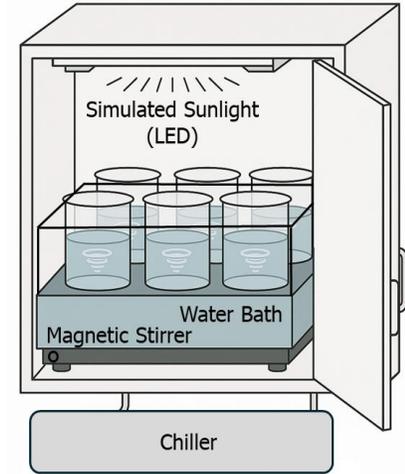
### 3. 藻類細胞の吸着と沈殿過程を定量 (6月～12月)

- 光触媒分散系での吸着と沈殿を評価 (含混合材料)
- 固定化光触媒での吸着と沈殿を評価

+ 実環境での試験に向けた準備 (1～3月)

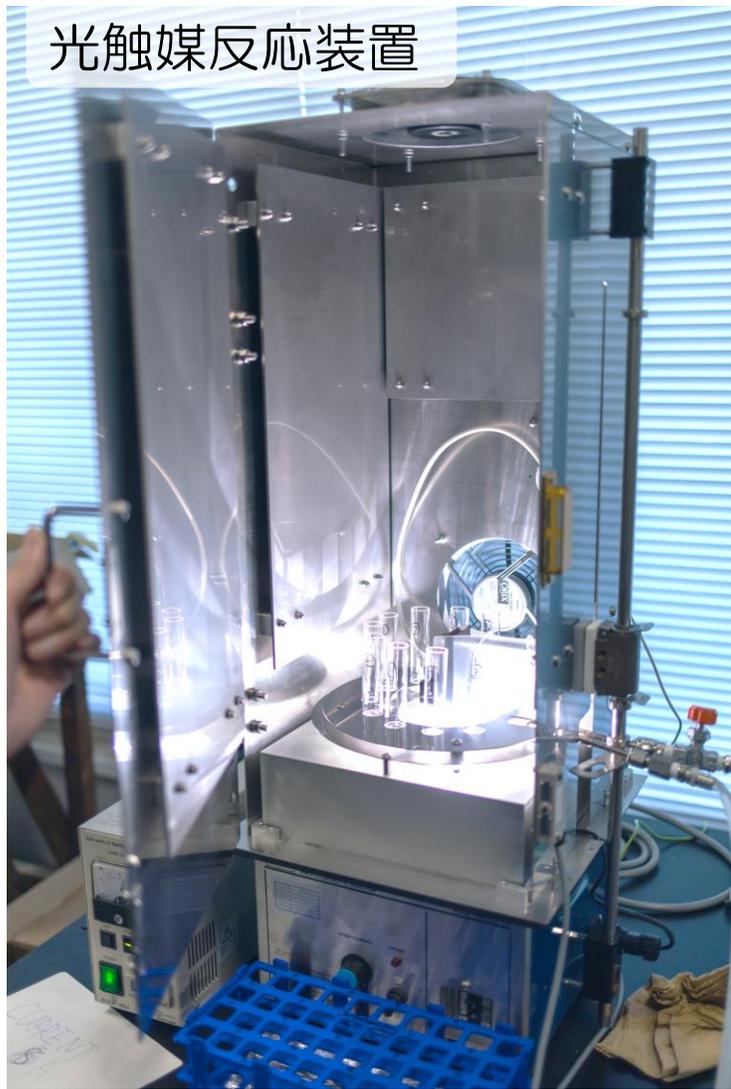
▶ 研究報告会 (3月)

▶ 日本水環境学会 (3月)

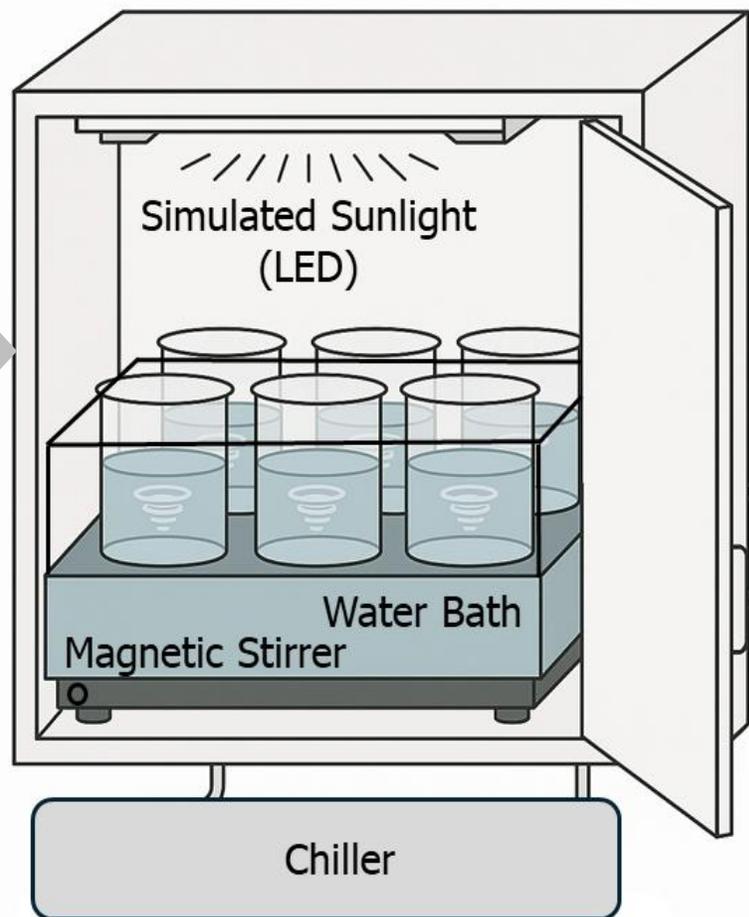


# 参考：主な装置や実験イメージ

光触媒反応装置



ソーラーシミュレータ



メソコズム実験

