

新型の超微細気泡（ナノバブル） 発生装置を利用した湖沼浄化実験



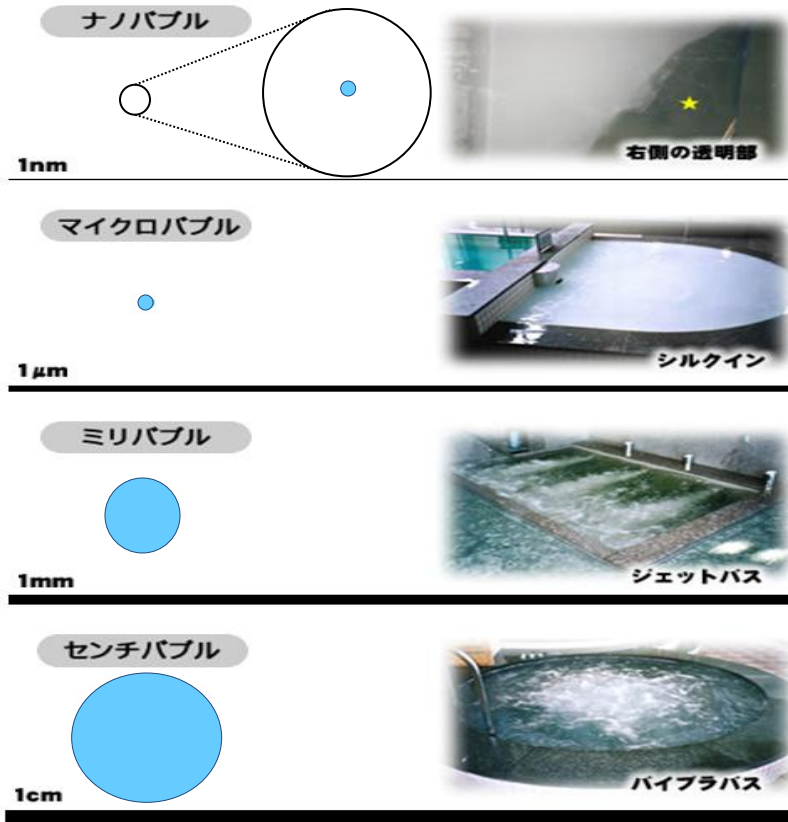
立命館大学生命科学部 教授

今中忠行

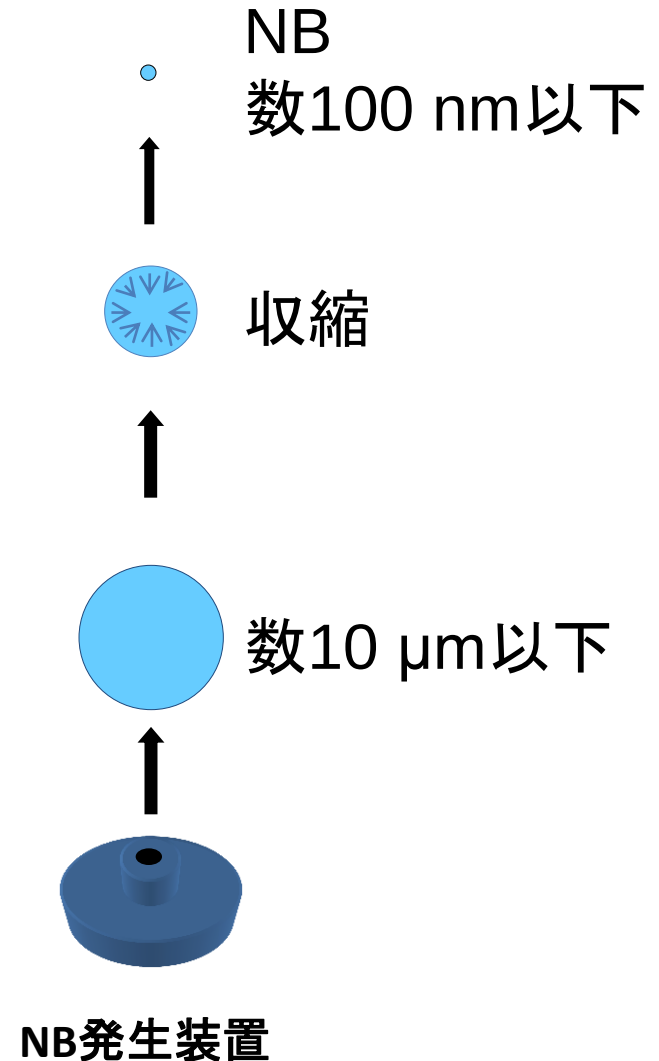
ナノバブル(NB)とは

定義

NB：一般的に $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のナノ単位の微細な気泡



気泡の状態



超微細気泡の作り方

- 超微細気泡の作り方には代表的なものに6種類の方式が存在する。

① 旋回液流式

円筒状の本体の内部に向けて接線方向より高速で液を圧入し、内部に旋回流を発生させ、上端面中央の孔より噴出させる。この時、旋回液流の回転軸付近は動圧分だけ減圧になるため、下端面の孔よりガスを吸引することが出来る。吸引されたガスは上端面の孔を通過する際に微細化され微細気泡を発生する。



② 加圧溶解式

空気と水の混相を予圧し、溶解ガス成分を過飽和させた水を制作しておく。減圧弁を用いて水中にフラッシュさせると、過飽和分のガス成分が水中から超微細気泡となって析出する。メカニズムとしてはビールの泡と同様であり、より小さな微細気泡の発生が可能である。



③ エゼクター式

ガス分散器内に意図的にキャビテーションが発生するように流路を変形させ超微細気泡を発生させる。



④ ベンチュリ式

流体流路の途中にストローと呼ばれる絞り部分があるベンチュリ中に、液体と気体を同時に流すと液流速の急激な変化により発生した衝撃波が大気泡を粉砕して超微細気泡を発生させる。



⑤ 混合蒸気直接接凝集式

予めスチームと非凝集性のガスを混合し、ノズルから冷却水中に混合蒸気からなる気泡を分散させる。気泡中のスチーム成分は冷却され水化するため体積が著しく減少する。しかし非凝集性のガス成分の存在のため完全には凝集できずに超微細気泡を生成する。



⑥ 超音波振動

超音波の振動を液中に伝え液中でキャビテーションを起こし超微細気泡を発生させる。



新方式 ⑦ 超微細孔式

ナノレベルの微細孔より気相を噴出させ更に微細孔境界に液流を与えることで気相が微細に切断され超微細気泡を発生させる。



超微細孔式ナノバブル発生装置の特徴

- ① 安定： 高粘性液体や泥水の中でも使用可能。
微生物にも悪影響を与えない。
- ② ランニングコストが極めて安価： 静かに運転でき、
消費電力が曝気装置の50分の1、旋回液流式の
5分の1
- ③ 装置価格が旋回液流式より安価
- ④ 装置サイズと形状が可変
- ⑤ 長期使用が可能
- ⑥ 全ての気体に適用できる

超微細孔式ナノバブル発生ノズル



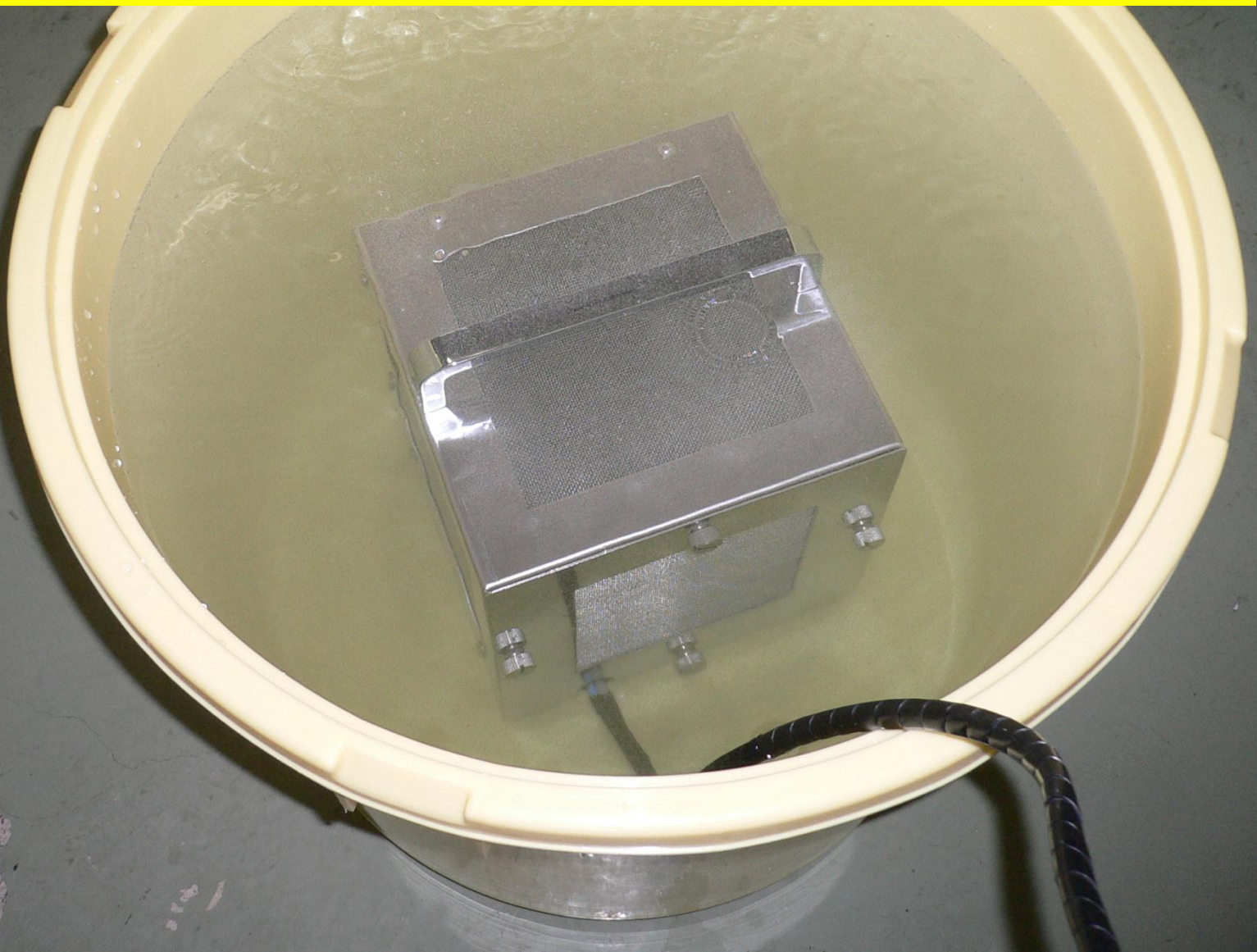
投げ込み式装置



超微細気泡発生ユニット
AN-MNB-01B-M

研中

超微細孔式の場合はナノバブルが中心であるため
透明になり、水中に長く滞在する



巡回液流式装置による水中への微細気泡導入

微細気泡導入前



微細気泡導入後



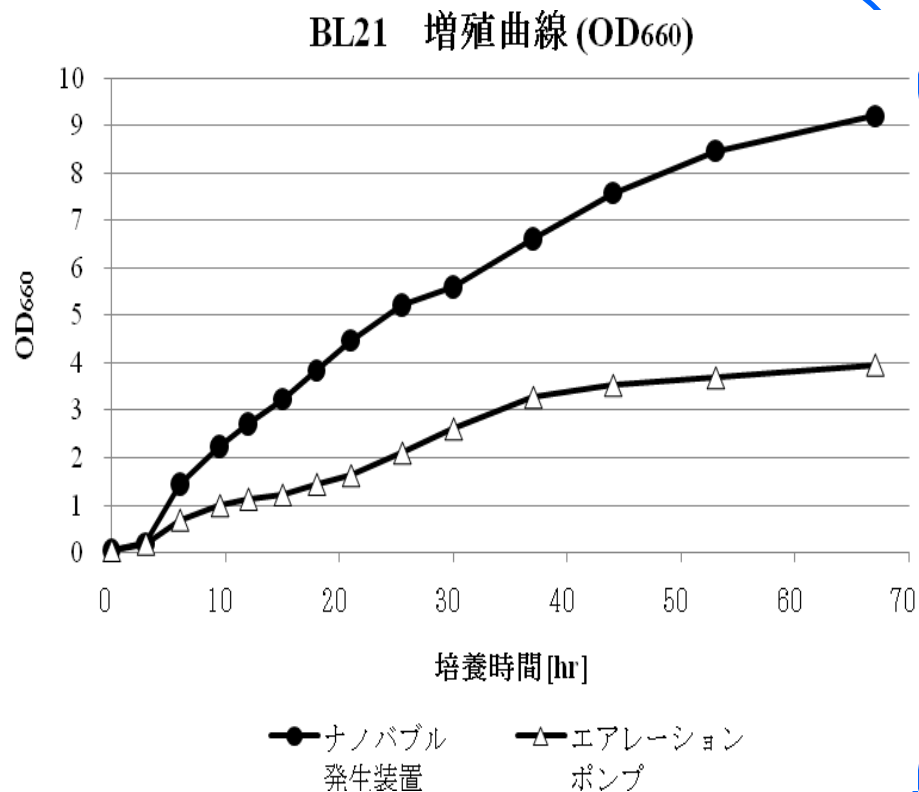
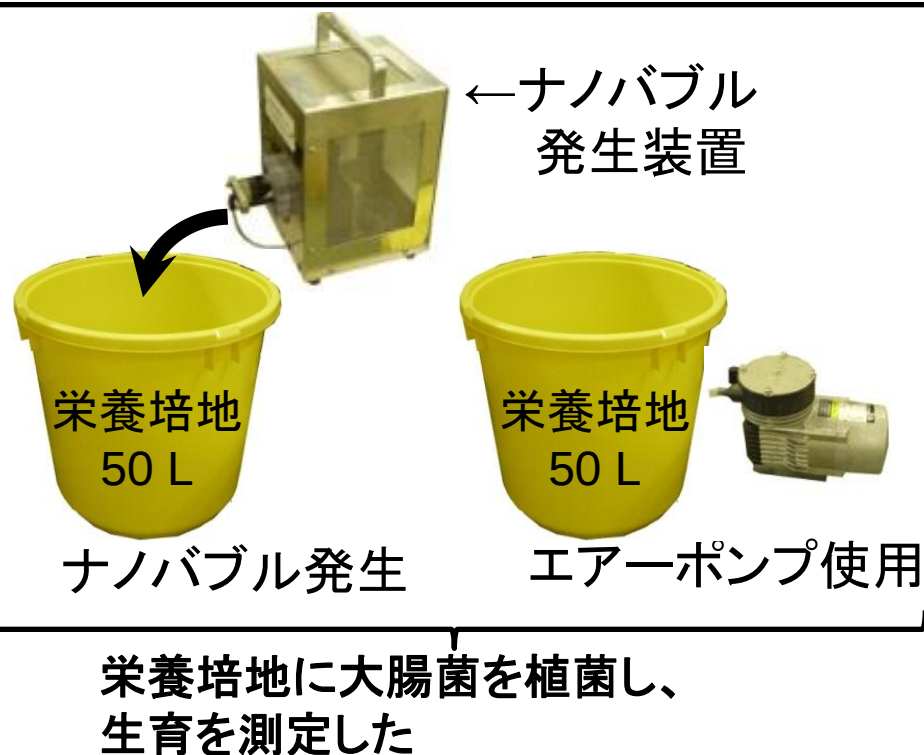
乳白色に見える

(微細気泡が水中に滞留し、やがて系外に出ていく)

巡回液流式の場合はマイクロバブルが中心になるため
白濁しやがて上昇して系外に出る

ナノバブルによる微生物の活性化

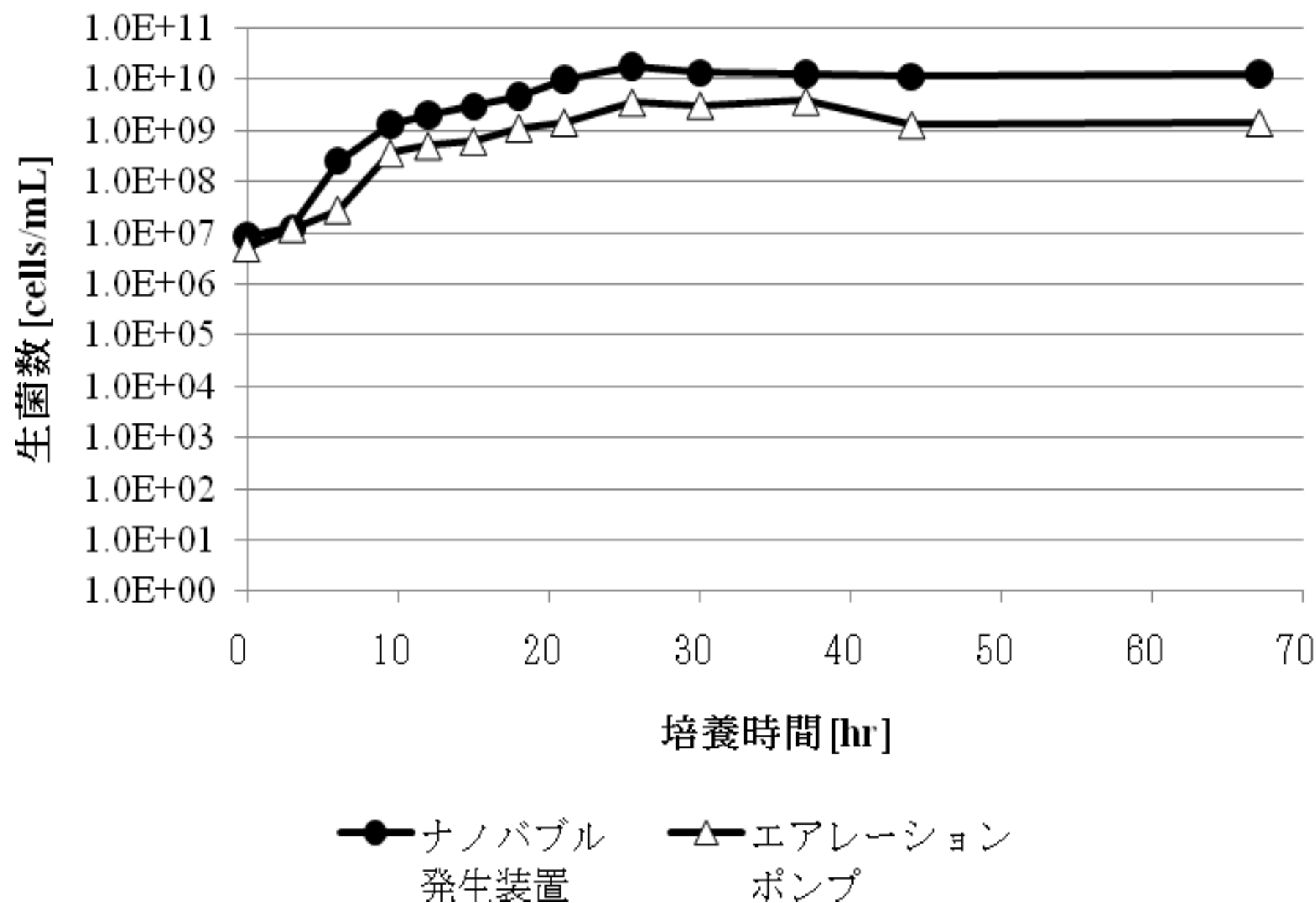
実験



ナノバブル発生により、**大腸菌**の生育は良くなった

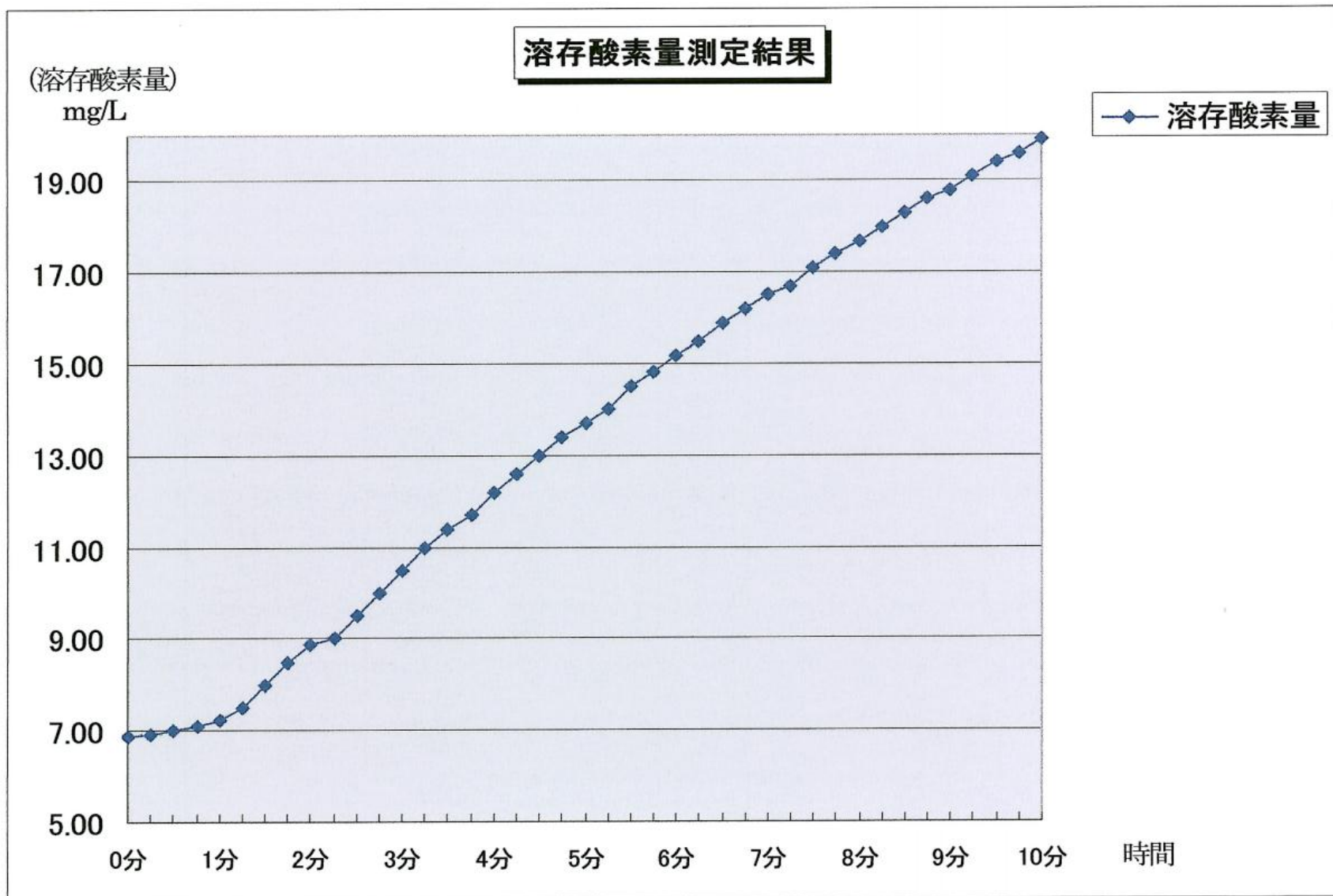
ナノバブルを利用し、微生物による琵琶湖湖底の浄化を目指す

BL21 増殖曲線 (生菌数)



ナノバブルの特徴

- ① 空気のナノバブルは、水中に滞留し続けるため、酸素の供給能力が飛躍的に増加する。
- ② 本実験において、エアレーションの通気量が12 L/minである。一方、ナノバブル発生装置を用いると、0.2 L/min (1/60量)の空気が供給され、その中の酸素を完全利用している。
- ② 窒素は微生物の活性に悪影響を及ぼさない。
- ③ しかし従来の溶存酸素計では窒素の影響により見かけ上DOレベルが低下している様に見えるが、実際の水中酸素量は上昇している。



※測定器の限界を超えた為、実験を終了する。

純酸素を用いた場合、測定計器の限界をオーバーした。

庭の池が汚れていた



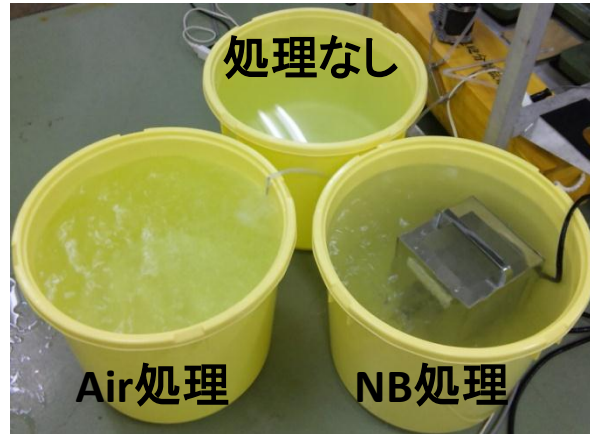
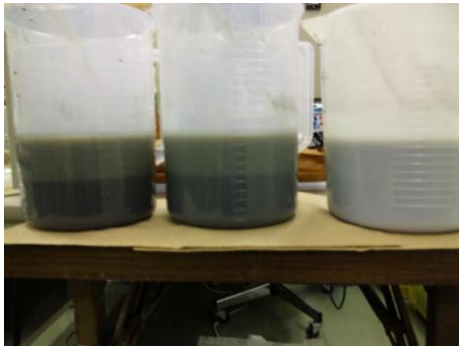
投げ込み式ナノバブル発生装置を設置



ナノバブル発生装置を設置してから3週間後



【方法】



琵琶湖南湖より
採取したヘドロ



➤測定方法

樽を棒で攪拌する。



ポリ容器に容れる。



五分間沈殿するのを待つ



サンプリング

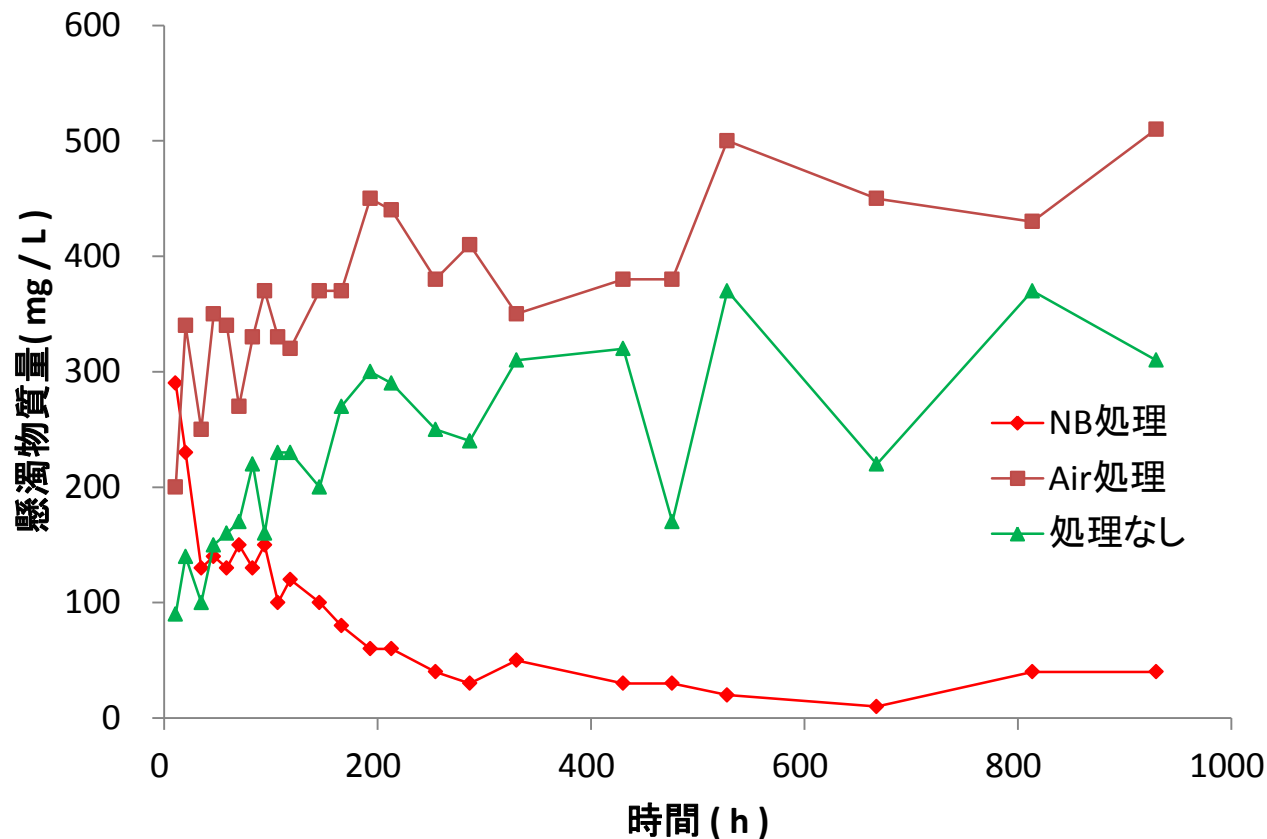
➤測定項目

- 温度
- pH
- 透視度
- 生菌数
- 懸濁物質

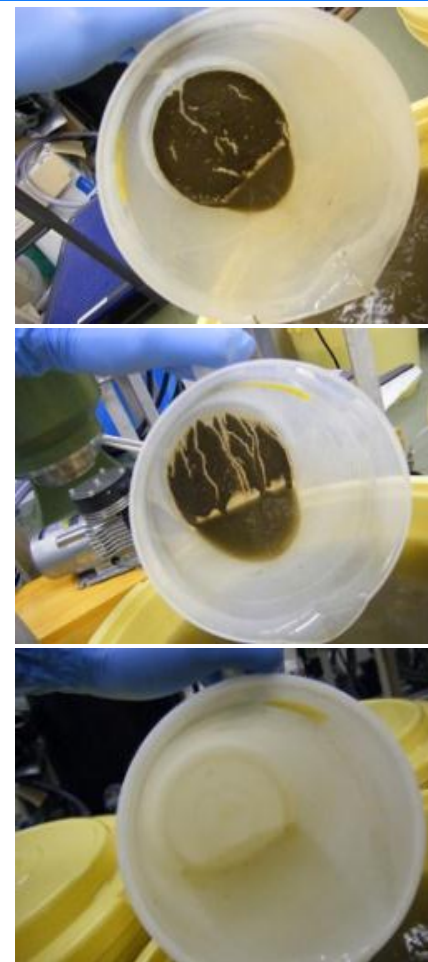
経時変化を観察・測定した。

【方法・結果】 懸濁物質質量変化

➤ 孔径 $1\mu\text{m}$ のガラスろ紙を用いて測定した。



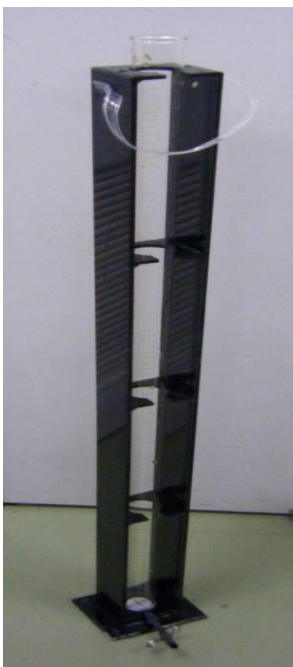
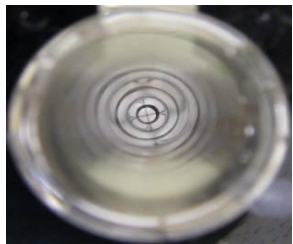
懸濁物質質量変化



沈殿したサンプル
(上)Air処理,(中)処理なし
(下)NB処理

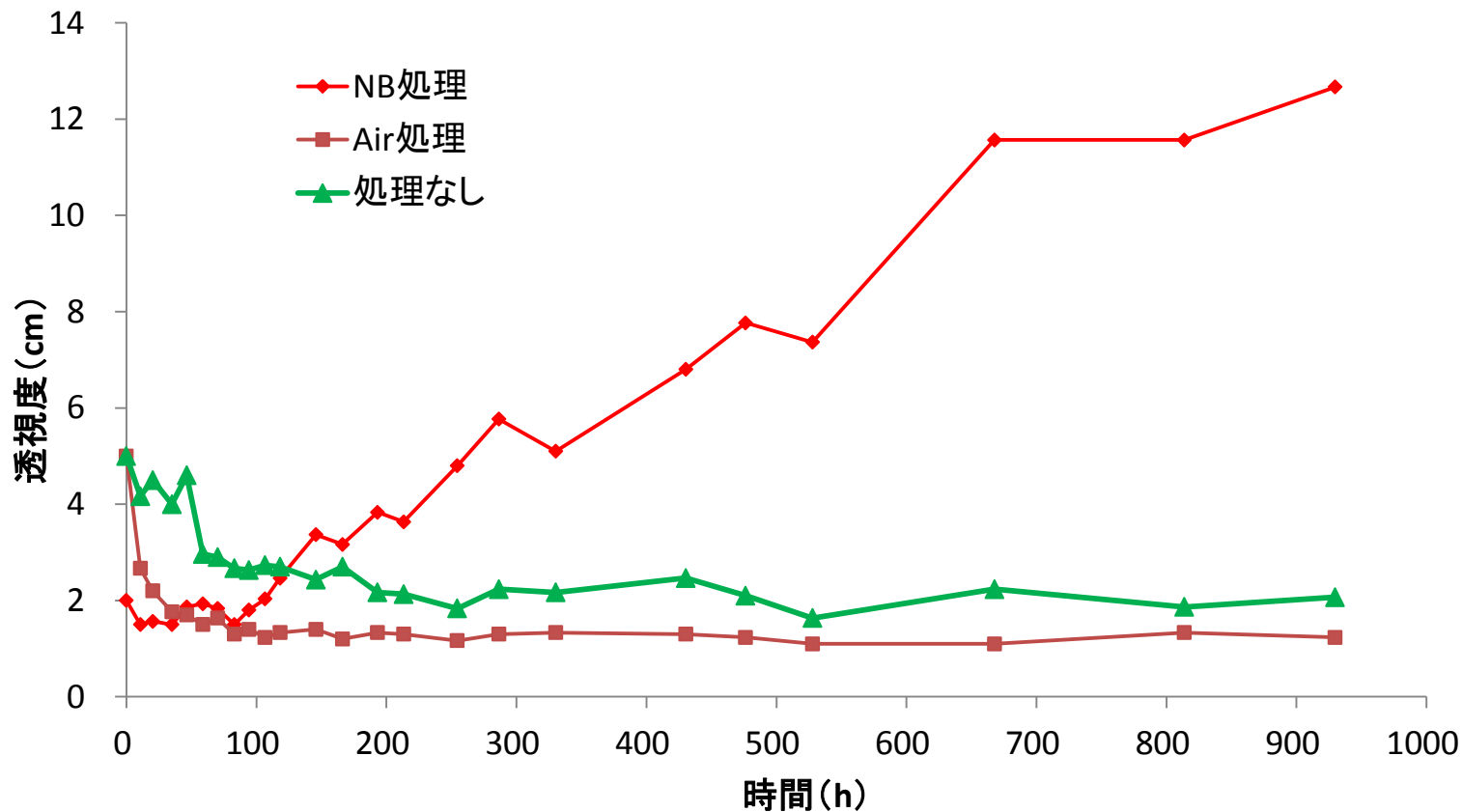
➡ NB処理によって、懸濁物質質量が著しく低下した。

【方法・結果】 透視度変化



透視度計
上：マーカ

➤ サンプルを透視度計を用いて測定した。



透視度変化

➡ NB処理により、透視度の著しい上昇が見られた。

【結果】 樽の様子



測定開始0日目



測定開始12日目



測定開始39日目

処理なし・Air処理

- あまり変化が見られない。

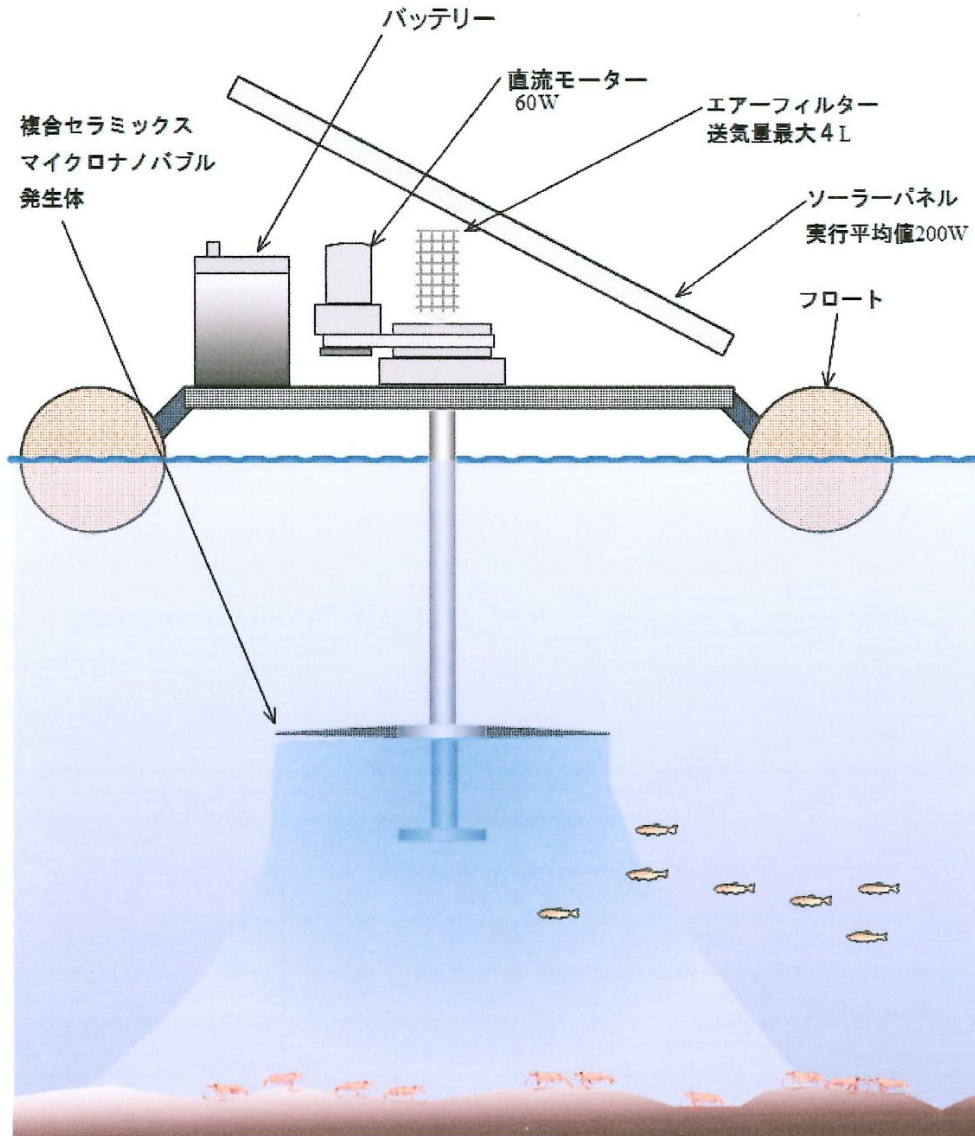
NB処理

- 透明度が上がっている。

好気性微生物によりヘドロが分解された

【装置構造】

新型フロート



◇湖沼では底部が最も酸素が欠乏しやすく、エビなどの甲殻類が真っ先に死滅してしまいます、超微細気泡は最も効率よく湖沼の環境を改善します。



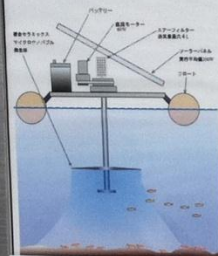
新型フロート



装置のサイズと形状は可変

自立型超微細気泡発生装置 実地試験

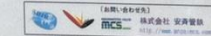
超微細気泡を使い閉鎖水域に於ける
貧酸素状態の改善を実証実験しています。



今村 孝行
R 准教授
総合理工学研究所 生命工学系
生命工学系教授

このフローティング型ナノバブル発生装置は太陽光の力を借り稼働しています。日中に太陽光パネルで発電された電気エネルギーはバッテリーへ充電され夜間でもナノバブルを発生し続けます。このナノバブル発生装置は特種なセラミックスを使い少ないエネルギーで多くの空気を水中へ送り込む事が可能です。ナノバブルはバクテリアの成長を促進し魚類を害する事が実験で明らかになっています。私達はナノバブルの電気浄化能力について更なる研究を加えて行きたいと思っています。

実験期間 2010年11月1日より11月16日（日本丸海域にて）
2010年11月17日より2011年1月（立命館大学琵琶湖湖岸キャンパス内）
設置仕様 240W太陽光パネル、60W減速機付ポンプ、バッテリー時間500h
超微細気泡発生量 100L/h（概算）
送水圧 100gpm 送水流量 10L/min
実験場所 立命館大学 総合理工学研究所生命工学系教授 今村孝行
設置製作 (株) 安齊製作 (株) 西村テクノス、住友物産マテックス (株)



【協力】 財団法人 船舶日本丸記念財団
横浜市経済観光局ものづくり支援課
横浜市 環境創造局

APEC会場(横浜)で展示

横浜でデモンストレーション



自然池での浄化実験



実験計画

- ・このフロートを立命館大学びわこ・くさつキャンパスにある自然池に設置して水質改善を試みる。
- ・このフロートは太陽電池パネルで発電し、それを蓄電して夜も利用するので、外部からの給電は不要である。
- ・長期間(6ヶ月以上)にわたる装置の運転実績を確認する。
- ・各測定点について、定期的に水質(溶存酸素、COD＝化学的酸素要求量、BOD＝生物化学的酸素要求量、TOC＝全有機炭素量)を測定する。
- ・もしこの実験が成功したら、このシステムをより大型の水域に応用する。