



流体混合器

熊本大学 大学院先端科学研究部
機械・エネルギー創生分野
(工学部 機械システム工学科)

准教授 川原 顕磨呂

akimaro@mech.kumamoto-u.ac.jp

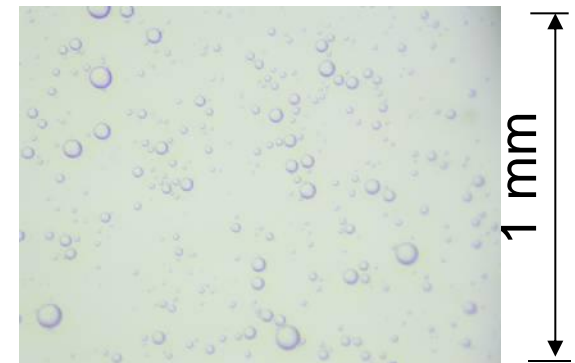
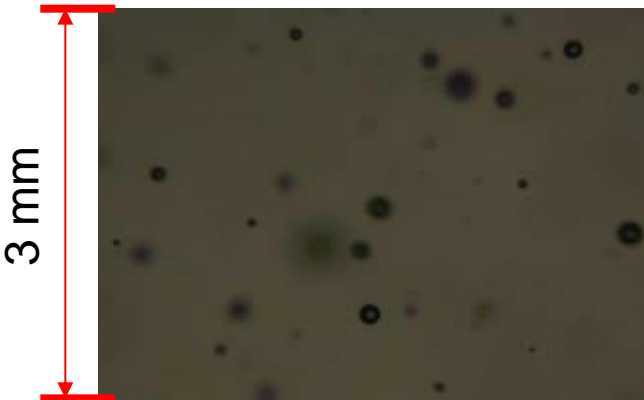
流体工学研究室HP

<http://www.mech.kumamoto-u.ac.jp/Info/lab/fluid/index.htm>



多流体混合器の概要

本技術は、流体を吸引して他の流体に混合させることができる流体混合器に関するものである。すなわち、流体の組み合わせを変えることにより微小気泡（マイクロバブル）、液滴（ミスト）、エマルジョンなど多彩な混合流体を効率良く作ることができる。



マイクロバブルの拡大写真と発生様子

ミストの拡大写真

多流体混合器の概要

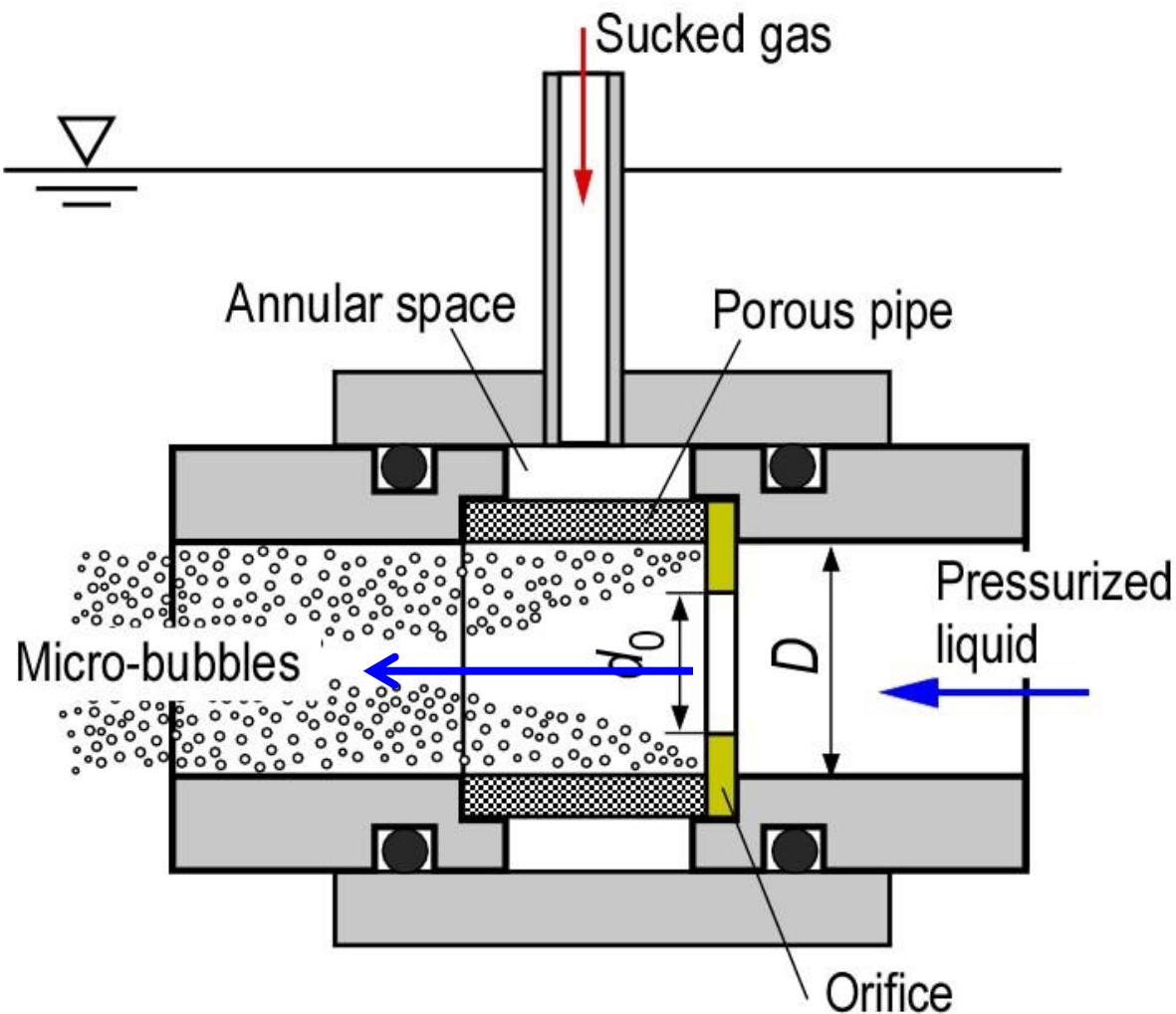
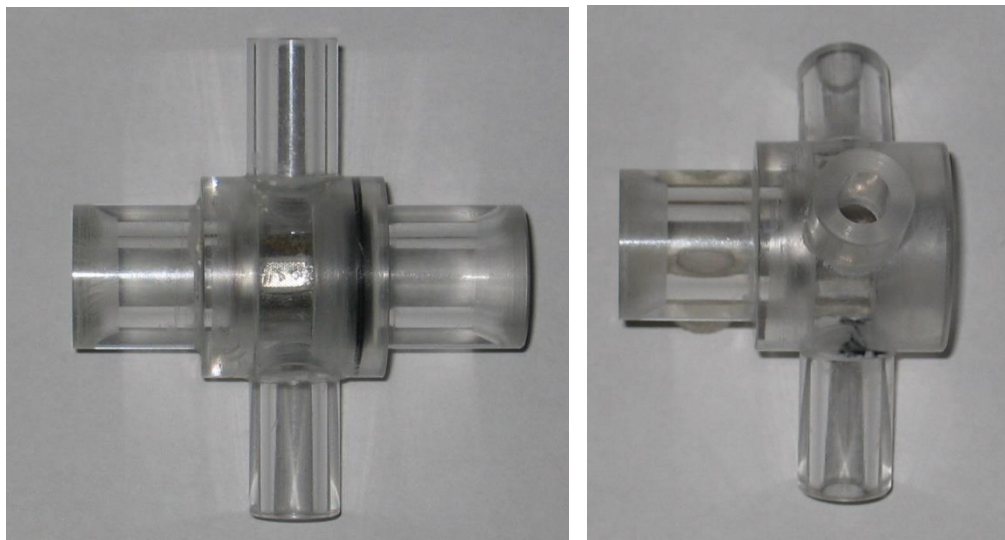
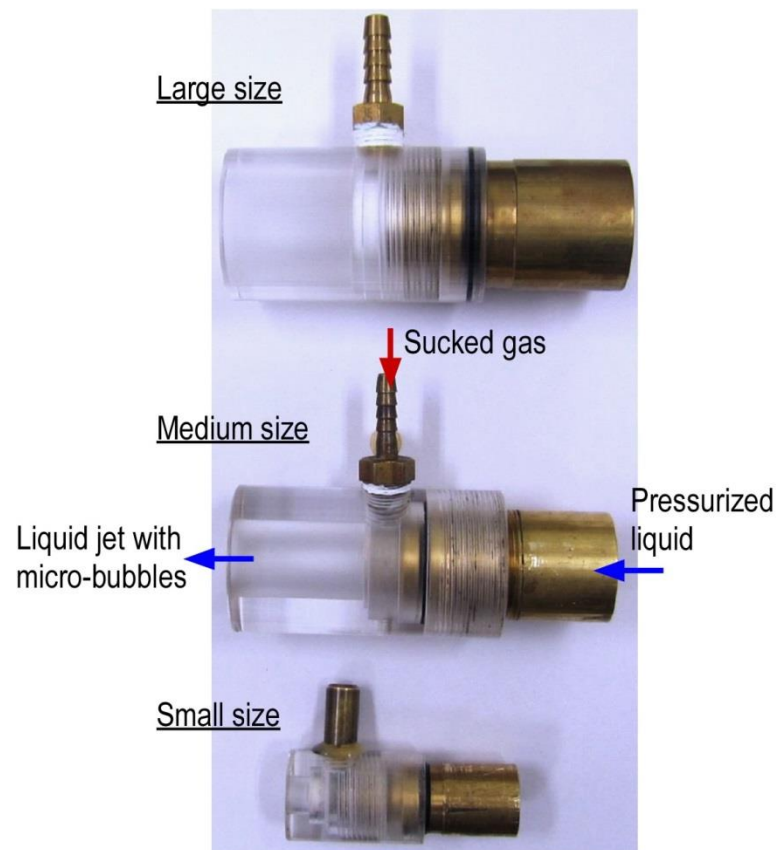


図 多流体混合器(佐田富・川原:特許第5103625号)

多流体混合器(川原・佐田富:特許第4982744号)

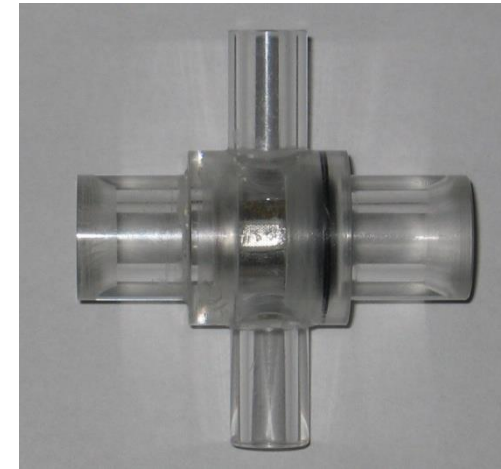


※環状空間をいくつかの部屋に区切る
→ 各部屋から異なる流体を自吸



異なるサイズの混合器

多流体混合器の特徴



※多種類の流体を同時に自吸できる。

- 装置に**高圧液体**を供給すれば、異なる数種類の液体あるいは気体を供給液体に混合させ噴出させることが可能
- 装置に**高圧気体**を供給すれば、異なる数種類の液体あるいは気体を供給気体に混合させ噴出させることが可能



応用範囲の拡大、新概念の装置開発につながる

- ✓成分の異なる気体のマイクロバブルを液中に同時に発生できる。
- ✓自吸流体の吸入弁の開度を調節することにより、混合比率だけでなく、発生気泡、液滴のサイズも変えることができる。

多流体混合器の特徴・従来技術との比較

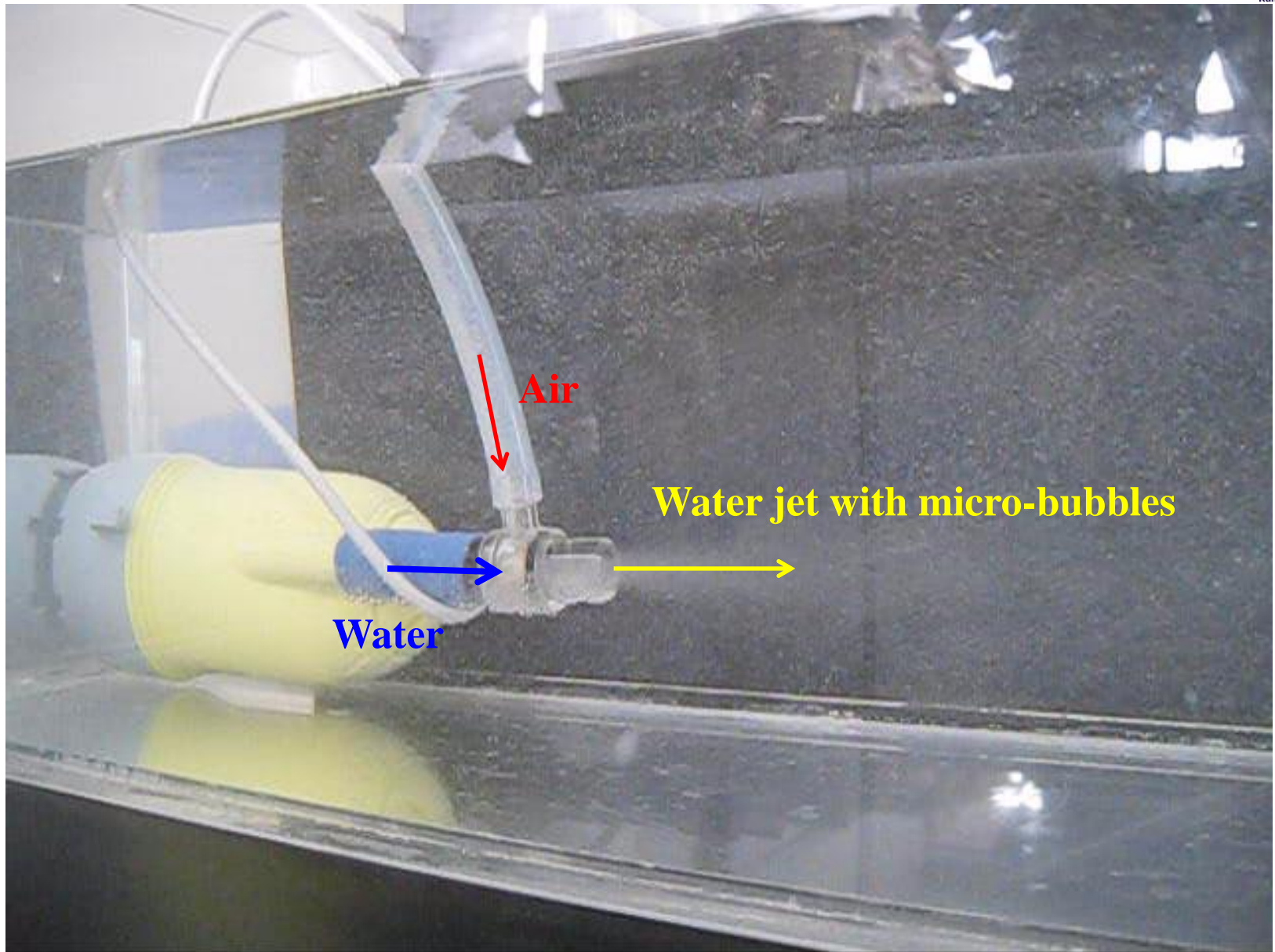
(従来技術: 旋回流式、ベンチュリ式、エジェクタ式、加圧溶解式)

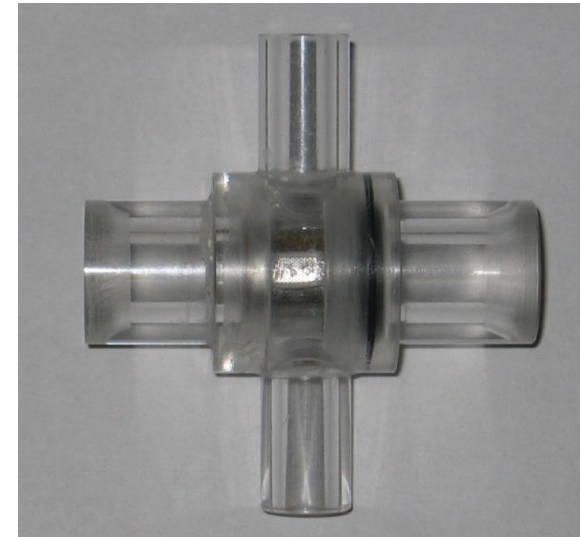
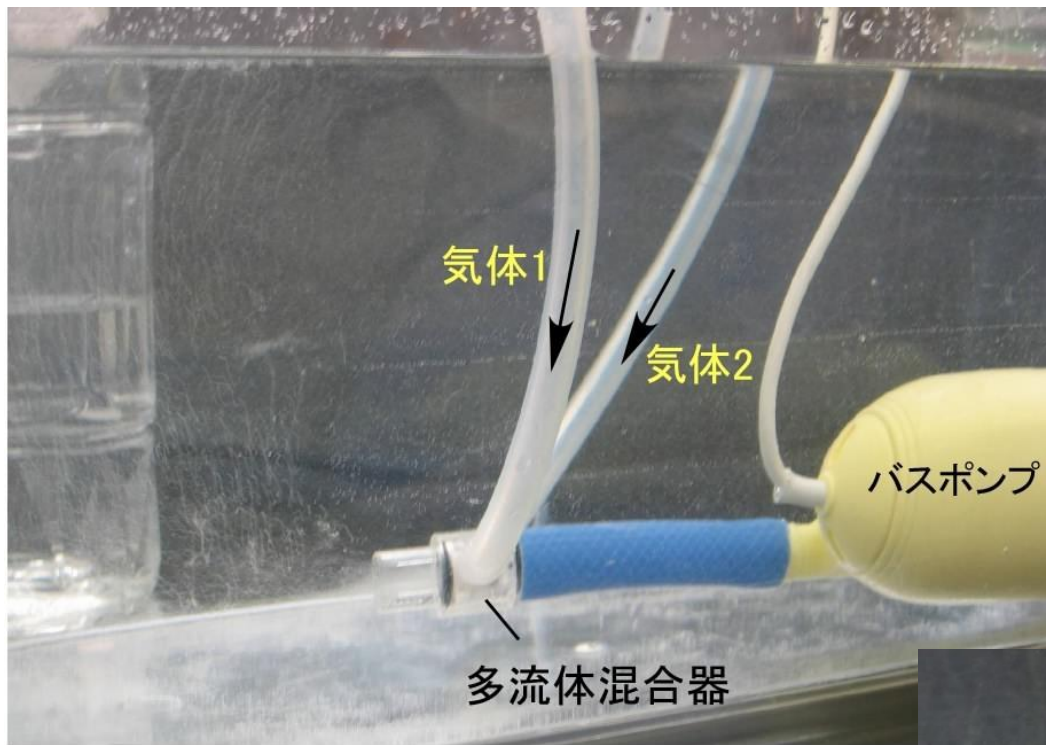
- 市販装置と比べて、省動力で多量の微細気泡および液滴を製造できる。
- 同じ装置で、マイクロバブル、ミスト、エマルジョン等を製造できる。
- 多種類の流体を同時に自吸できる。
- 流体の混合比率、発生気泡、液滴のサイズを自由に変わることができる。
- 構造が簡単で容易に作れるので、メンテナンス性、コストパフォーマンスに優れている。

想定される応用分野

- 水質浄化
- 洗 浄（工業用、家庭用）
- ヘルスケア、リハビリ（病院用、家庭用）
- 化学反応の促進
- 養 殖（魚介類の成長促進）
- 水耕栽培
- 加湿、冷却
- 噴 霧（薬液、肥料、水散布等）
- 食品加工

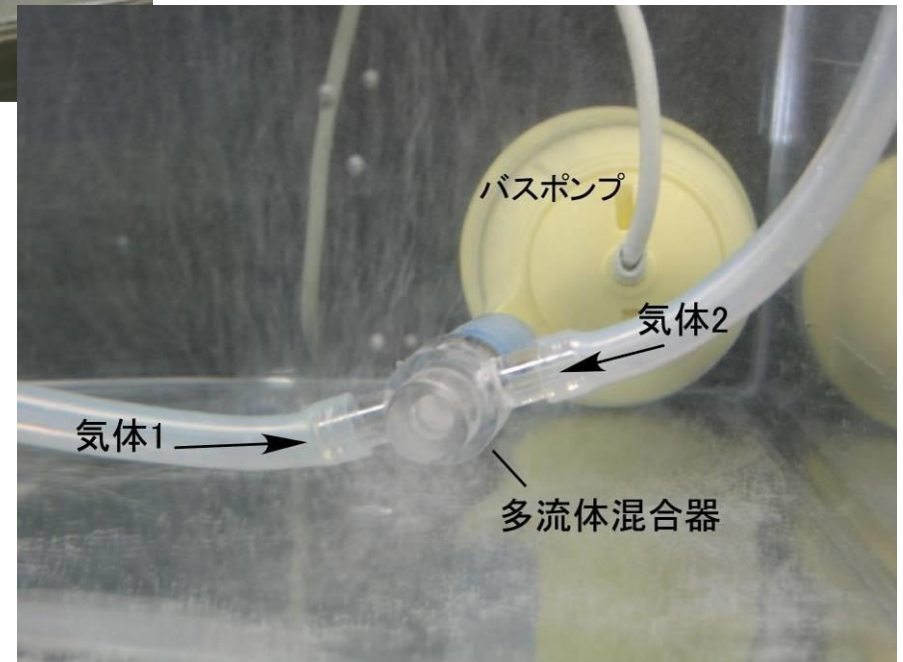
Micro-bubbles generated by small size MBG driven by 25 W pump





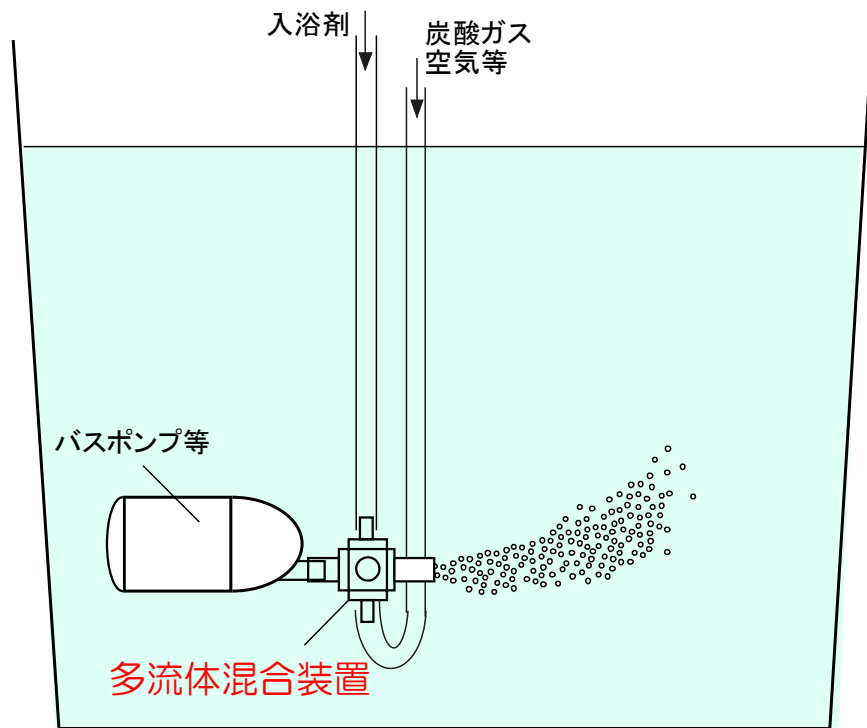
多流体混合

気体 + 気体
 気体 + 液体
 液体 + 液体
 気体 + 液体 + ...

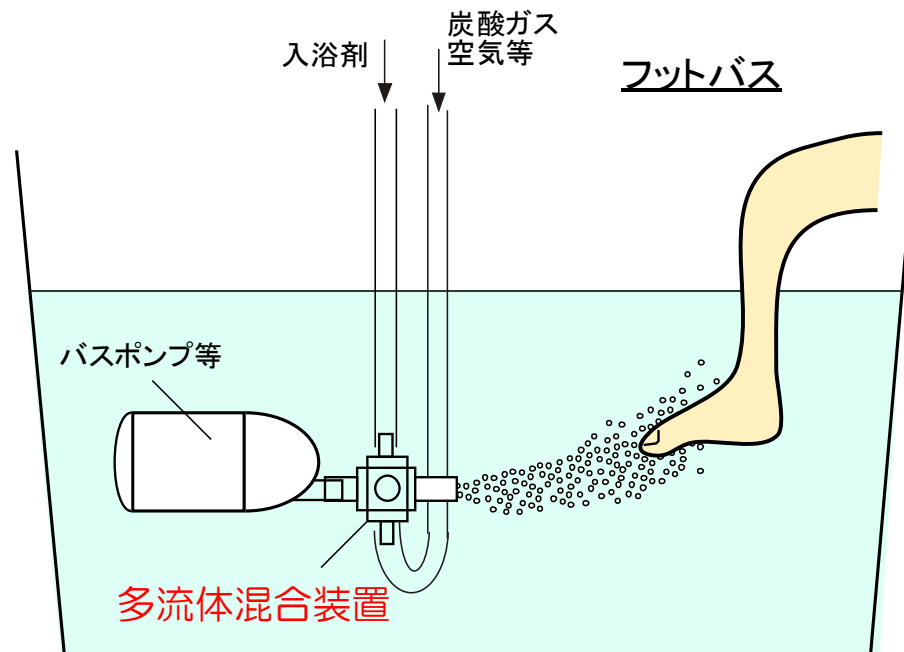


家庭・ヘルスケア・リハビリ用として

ハンディマイクロバブルジェット風呂

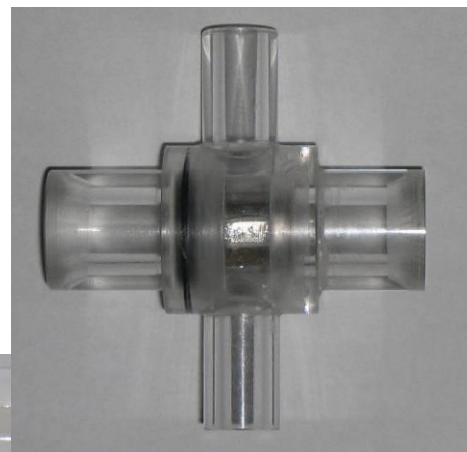


フットバス



※手軽にかつ安価に！！

入浴剤とマイクロバブルの混合



炭酸泉の簡易製造への応用

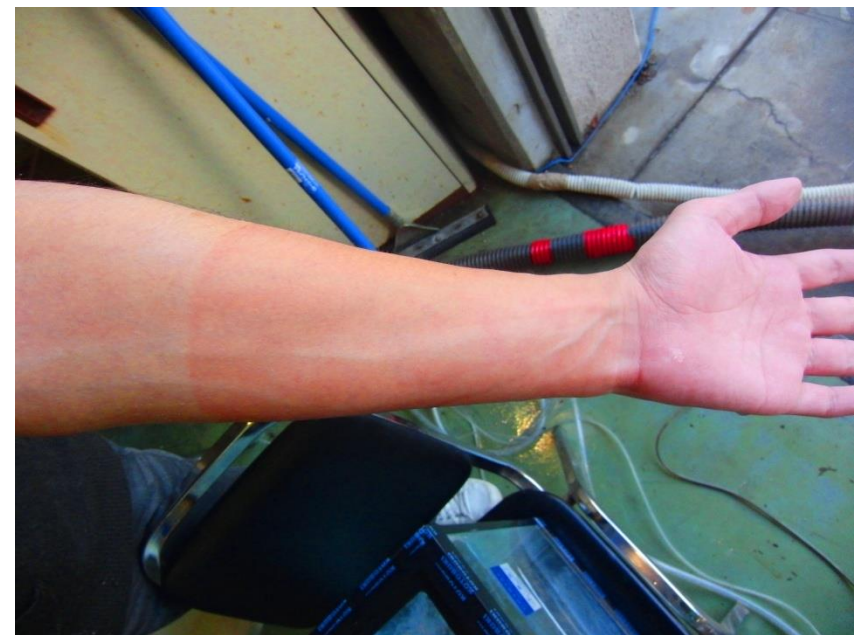
日本の温泉法では水温が摂氏25度以上の水**1 kg中に250 mg以上の炭酸ガス（二酸化炭素）**が溶け込んだもの

多流体混合器を用いて二酸化炭素気泡を含む水噴流を35°Cの温水中で発生させ、手と足にその噴流を当てたときの被験部の温度の時間変化を調べた。加えて、空気気泡を含む水噴流、水噴流のみ、噴流のない静止水の場合についても調べた。

それらを比較した結果、二酸化炭素気泡を用いた時の体温の上昇が大きく、かつ被験部全体を均等に加温できた。すなわち、多流体混合器を用いて二酸化炭素気泡を発生させて炭酸泉をつくり、血行促進効果を得ることができる可能性を確かめた。



(a) Hot water jet



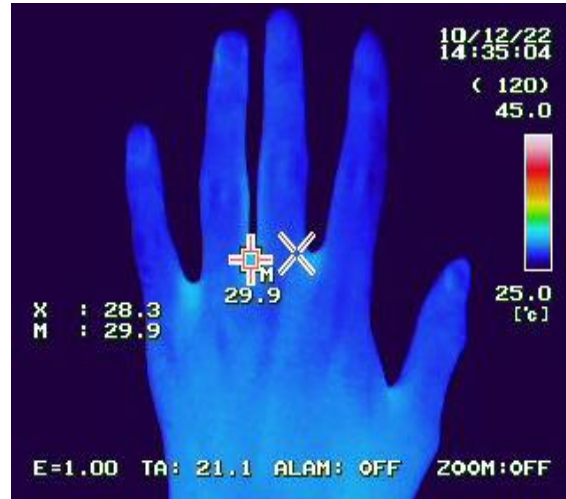
(b) CO₂ bubbling from 250 mg/l ($Q_G=1$ l/min)

試験内容の概要

被験部（手，足）
を15分間，温水
に浸す。

5分毎にサーモ
グラフィで被
験部の体温を
測定する。

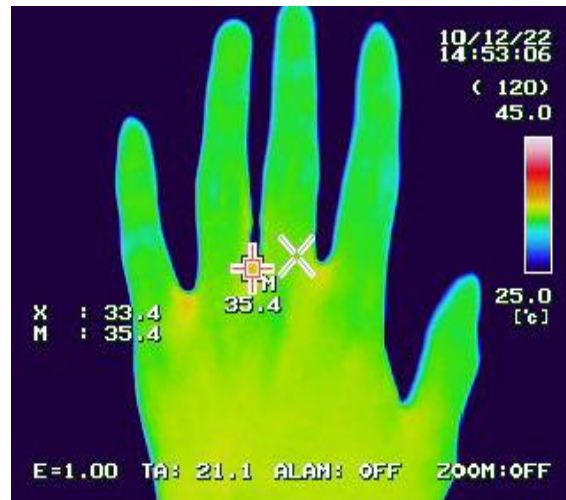
同時に溶存二酸
化炭素濃度を測
定する。



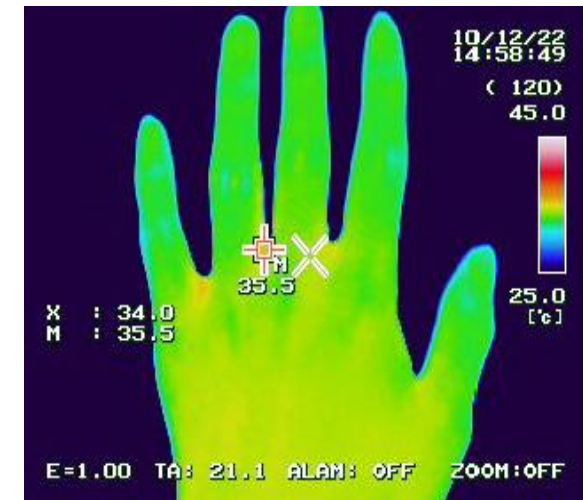
(a) $t = 0$



(b) $t = 5 \text{ min}$



(c) $t = 10 \text{ min}$



(d) $t = 15 \text{ min}$

Fig. Thermograph of hand

結果 - 手の甲の温度変化

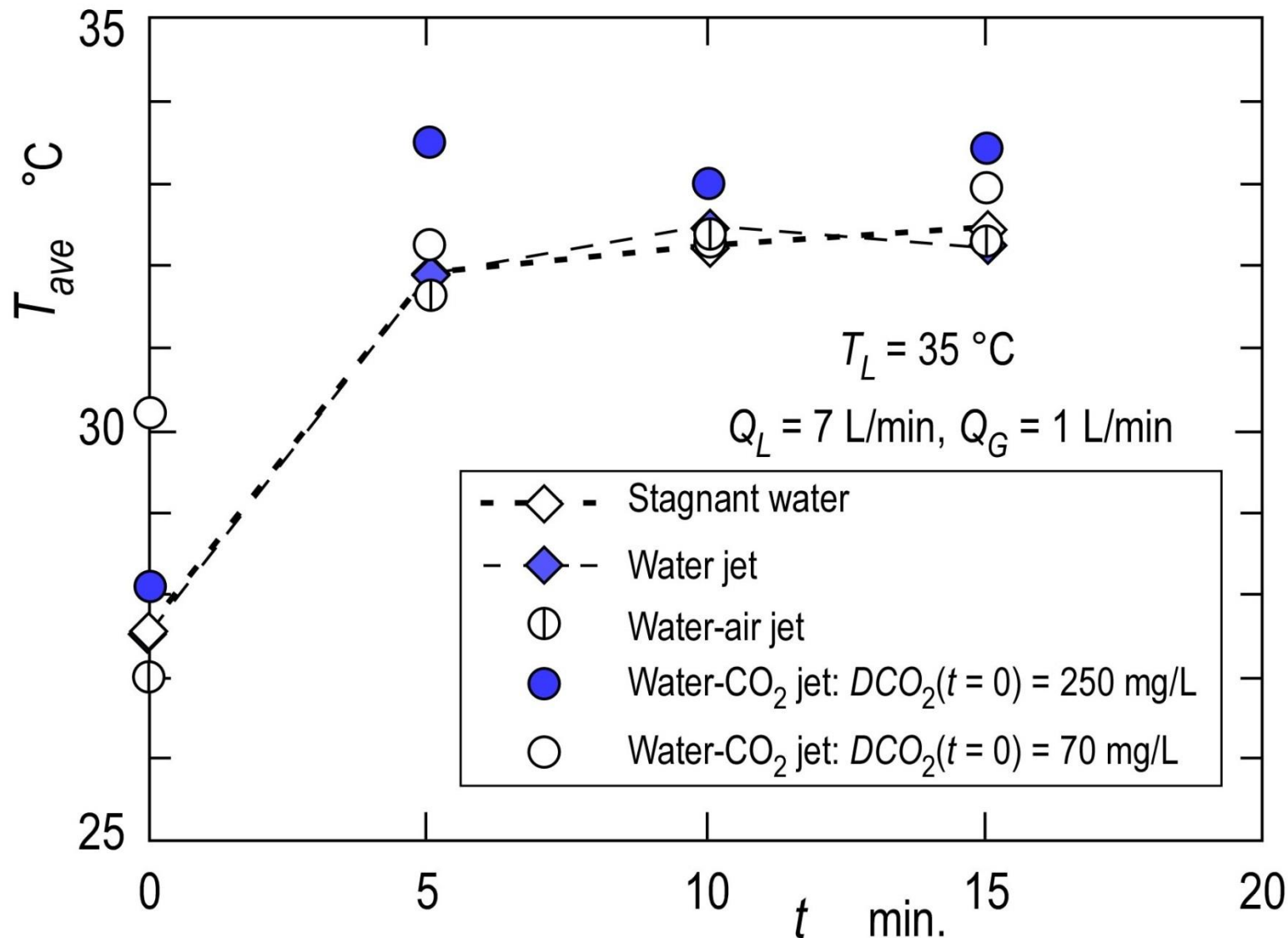


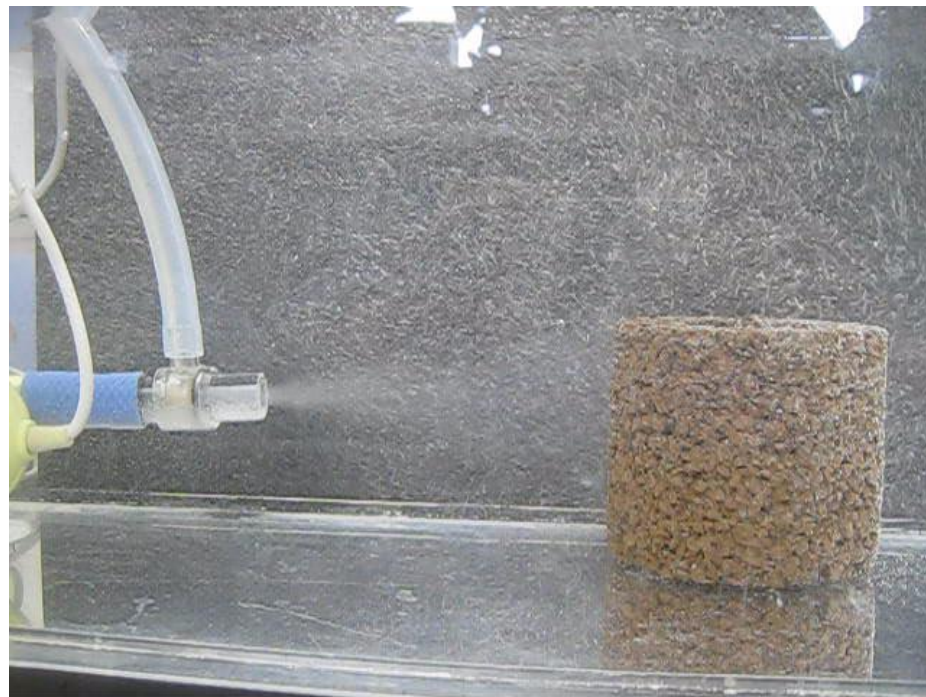
Fig. Time variations in average temperature of hand during test.

水質浄化への応用

平成25年6月14日と7月1日に緑川ダム湖底付近で
採取された水の**浄化試験**



マイクロバブルと**エコバイオブロック**併用
(株式会社ビッグバイオ製)

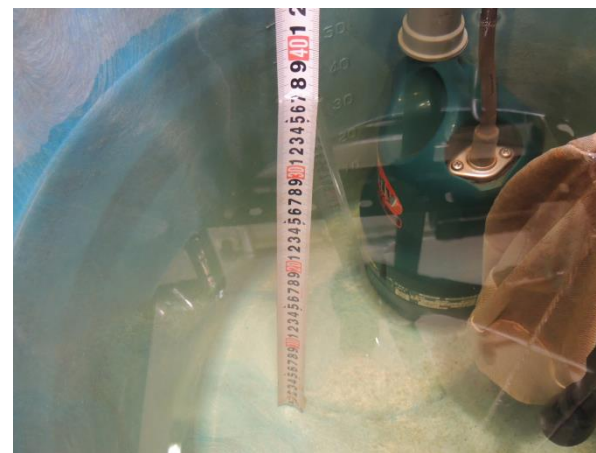
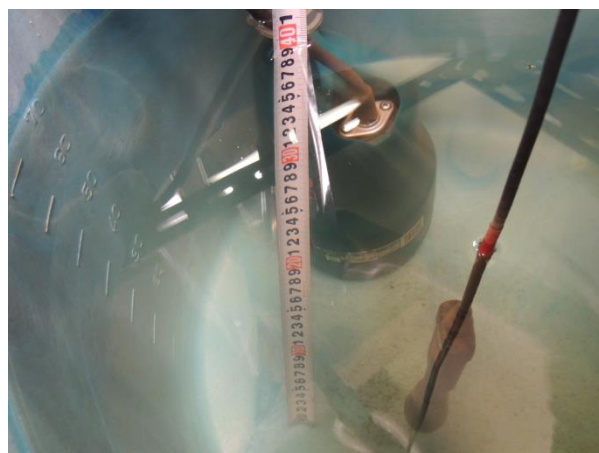
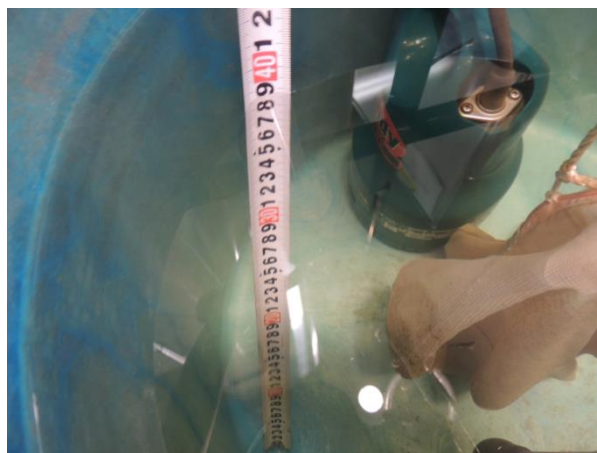


濁度の変化-第2回目試験

開始日(平成25年7月3日)



終了日(平成25年7月17日)



Photovoltaic-driven water purification system

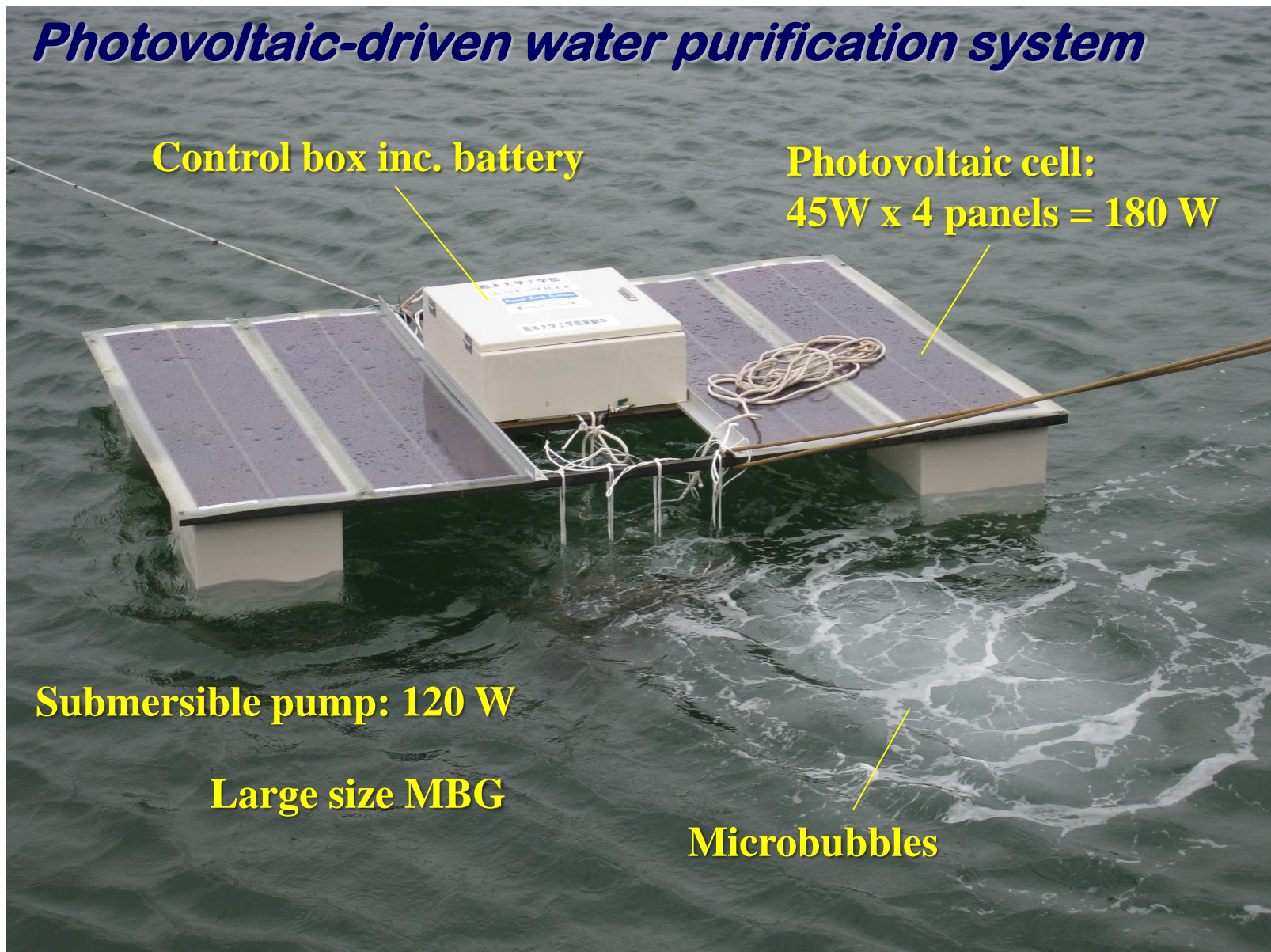


Figure Photovoltaic-driven water purification system using micro-bubbles and aerobatic bacterium.

養殖への応用

一般社団法人新エネルギー導入促進協議会

平成23年度次世代エネルギー技術実証事業、地域資源活用型プロジェクト

「みなまた農山漁村地域資源活用プロジェクト事業（熊本県水俣市）」

事業者：水俣市、富士電機株式会社、テイラーズ熊本株式会社、

株式会社パワーバンクシステム → **クマモトオイスターの養殖**



浮島システム



養殖筏と浮島システム



マイクロバブル発生装置と水中ポンプ



クマモトオイスター

外務省「平成24年度政府開発援助海外経済協力事業(ODA)
による途上国政府への普及事業」

「ミルクフィッシュ養殖事業における太陽光発電利用の普及(フィリピン)」
(株式会社パワーバンクシステム)



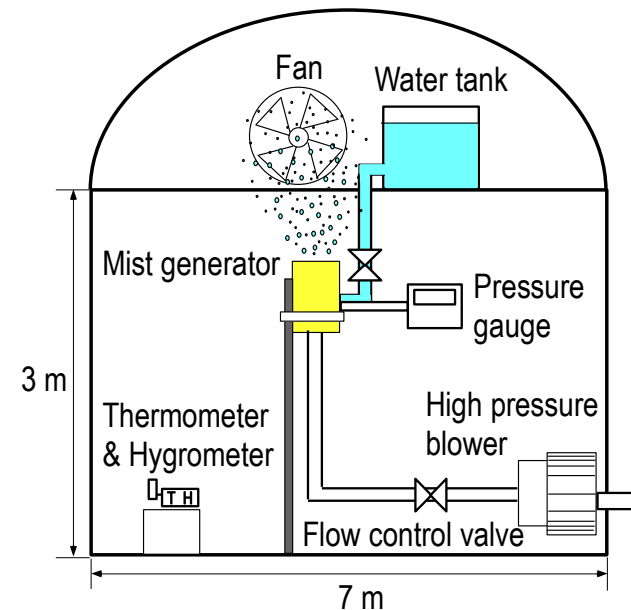
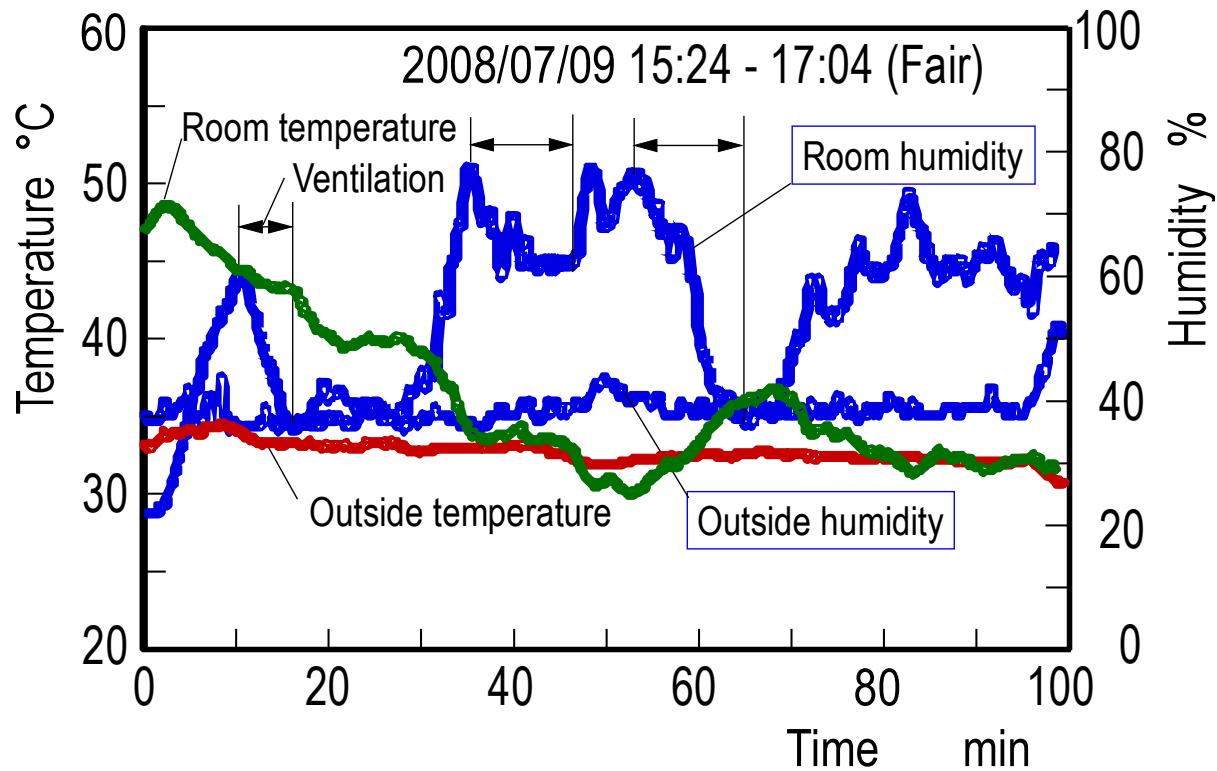
浮島システム



エアレーション



ミルクフィッシュの稚魚



気化冷却への応用

ビニールハウス内での
ミスト噴霧実験

ミスト噴霧前



ミスト噴霧後



ミストによる排煙吸着の実験 (熊本アイディエーエムとの共同研究)



ミスト噴霧前



ミスト噴霧後



RPF (Refuse Paper & Plastic Fuel)

おわりに

混相流（気体と液体などの複数の物体が一緒に流れる流れ）
に関わる研究をおこなっています。

混相流は、これまで、火力・原子力発電所のボイラー、空調・冷凍装置、原油や石炭等のパイプライン輸送系、化学反応装置などの関連装置を安全かつ効率的なものに改善したいという観点から、多くの研究が行われてきました。

最近では、それらに加えて、小型電子部品の高性能冷却、水質浄化や地球温暖化ガスの低減、魚介類や植物の育成促進から医療・福祉に関わる装置まで、対象の裾野が広がっています。

このような装置の研究開発をご一緒されたい企業等の皆様は、是非、流体工学研究室をお訪ね下さい。お待ちしております。

関連解説・論文

川原顕磨呂、佐田富道雄

微細気泡・液滴を効率的に作る流体混合器
混相流、29巻、3号、pp.208-215、2015年.

佐田富道雄、川原顕磨呂、低動力二流体式噴霧システムを目指した研究とその応用、
混相流、28巻、4号、pp.449-457、2014年.

川原顕磨呂、佐田富道雄

マイクロバブル・ミストなどを効率的に作れる流体混合装置
ケミカルエンジニアリング、52巻、10号、pp.748-752、2007年.

M. Sadatomi, A. Kawahara, H. Matsuura, S. Shikatani, “Micro-bubble generation rate and bubble dissolution rate into water by a simple multi-fluid mixer with orifice and porous tube”, *Experimental Thermal and Fluid Science*, Vol. 41, pp. 23-30 (2012).

A. Kawahara, M. Sadatomi, H. Sakaeda, M. Kato, N. Sakamoto, T. Iwashita, “Water purification by using micro-bubbles and block materials containing aerobic bacterium”, *Advances in Industrial Engineering, Information and Water Resources, WIT Transactions on Engineering Sciences*, Vol. 80, pp. 525-537 (2012), WIT Press.