

平成 22 年 6 月 17 日現在

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19310057
 研究課題名（和文） 閉鎖性水域における、自然エネルギーを利用する移動型
 水質浄化システム
 研究課題名（英文） Portable Water Purification System in Closed Water Area
 Using Natural Energy
 研究代表者
 割沢 泰（WARISAWA YASUSHI）
 石川工業高等専門学校・機械工学科・教授
 研究者番号：10019218

研究成果の概要（和文）：閉鎖性水域の水質浄化を図るため、空気を水底に送り込むポンプを架台に取り付け、この架台上の小型風車と太陽光パネルでのエネルギーを動力源として水上を移動させて浄化面積を広げる実験を実施した。GPS 通信により架台の位置を確認し無線通信での架台の移動が可動となった。1 台当たり半径 5 m の面積を浄化有効水域対象とすることが見込まれる。

研究成果の概要（英文）：A method of portable aeration system using wind energy and solar energy is described. Vessels attached water pump for aeration in the bottom of the water are moved using GPS and communication devices each other. One vessel covers an effective aeration area within the radius of 5m.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	8,300,000	2,490,000	10,790,000
2008 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2009 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
総計	13,500,000	4,050,000	17,550,000

研究分野：流体制御工学

科研費の分科・細目：環境学・環境技術・環境材料

キーワード：環境保全技術、水質浄化、風力エネルギー、協調遠隔制御、障害物検出、遠望景観

1. 研究開始当初の背景

(1) 閉鎖性水域である湖沼・汽水潟の水質環境基準の達成率は平成 18 年度では河川の 90% に比べ 51% と実効効果が少ない。水が入り替わりにくい河川より汚濁の改善が困難となっている。また、広い面積を浄化する具体的な手法が見付からないために水質改善が進まないと考えられる。また、浄化方法はできるだけ自然界の力を利用できるものとし、動力源も再生可能エネルギ

ーの利用が望ましい。

(2) 本研究では 流体力学 環境工学 化学工学 情報工学 景観工学の各分野に渡っての基礎的な成果を統合する研究体制となっている。この手法は文部省科学技術政策提言プログラム「横断型科学技術の役割とその推進」成果報告書（2004）で述べている横断型科学技術基盤の一つの例として、新しい研究手段を確立できると考える。

2. 研究の目的

最終目的は、「動力として自然エネルギーを利用した移動型架台を用いて、水質浄化が可能であるかどうかの検討」である。各専門分野の研究目的は次のとおりである。

- (1) 閉鎖水域での貧酸素による水質悪化を防ぐ方法として、該当箇所へマイクロバブルを供給することによる食物連鎖を考慮した水質浄化方法の検討。
- (2) 移動型架台のコントローラ同士の制御通信により複数の浄化装置を移動する手段の確立。
- (3) 風車・太陽電池パネルを用いて推進するプラットフォーム架台を設計製作する。
- (4) リモートセンシングの画像処理による障害物の検出と水流速度の把握。
- (5) 架台を速やかに移動させるために、塵埃処理、除去する方法。
- (6) 渡り鳥対策として周囲の自然景観にマッチする架台のデザインの検討。

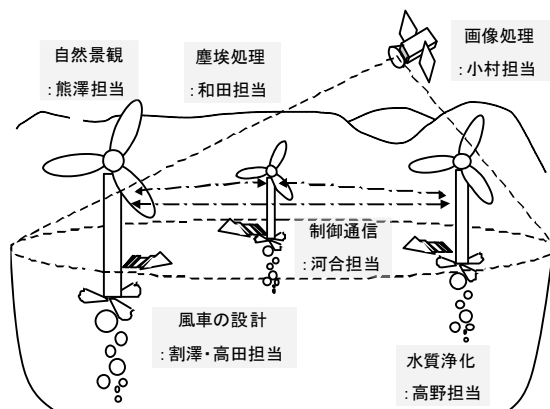
3. 研究の方法

上記目的を達成するために用いた研究手法を下記に記す。研究方法の分担は図1の通りである。

図1 研究方法の分担

図2 水質浄化の方法

(1) 水質浄化の方法 図2のように食物連鎖で浄化していく方法を採用したので、まず、固



定装置で飽和溶存酸素量、全リン、全窒素、酸素濃度を測定し、移動装置に取り付けた際の効果を見積もる。

(2) 移動型架台の通信システム コントローラ、シーケンサーを実装して無線でのコマンド送受信による、架台の移動を図る協調遠隔制御とする。

(3) 架台本体 小型風車、太陽電池パネル、バッテリーを設置し、その動力でモータによるプロペラ駆動で推進する架台を製作する。移動する実験箇所として、本校プール、地元自治体の庭園池を使用する。

(4) 架台の移動の具体的な手法 GPSにより架台の現在場所を特定し、画像処理により障害物を検出し、安全な架台移動の速度、移動

方向の指令を決定する。

(5) 塵芥、水中懸濁物の処理 金網、フィルター、ゴミ排除器具による除去手段などをメンテナンス、疲労強度の観点から実際に用いることができるか検討する。

(6) 架台のデザイン これまでの景観論の研究を活かし、遠望できる山並み空間と広大な湖面にふさわしい移動架台の形態、材質の選択を図る。

上述により、個々の専門研究分野の融合による閉鎖水域に対する浄化方法の実証システムを提案する。

4. 研究成果

主な研究成果は次の通りである。

(1) 移動架台についての運転制御特性は、回転半径：2 m、移動速度：5 m/分以上であり、逆方向への移動、方向操舵も可能となった。移動する時間帯は夜間とし、50m移動できれば十分であることから、設置したバッテリーは駆動動力源として使用可能である。

画像処理による水面上の障害物の検出は可能であり、移動方向が自由に取れるときは迂回が可能である。一方、水流速度の把握は困難であった。無線での複数架台の通信システムも完成した。塵芥、水中懸濁物の処理については、架台本体に大きいゴミに対しては排除器具（農業用水で用いる器具）、小さいゴミについては使用ポンプ周りに金網を0.5m程度で囲むことがメンテナンス上有効と考えられる。

周囲の自然景観にマッチする架台のデザインについては、周囲の建築物に対して架台が小さく通常の渡り鳥対策として選んでいる色合いを選べば、問題はない。材料として毒性がないものを選び、転覆等の事故が生じて油の排出がないようにすることが重要な架台の設計要件であるが、今回の研究ではその点

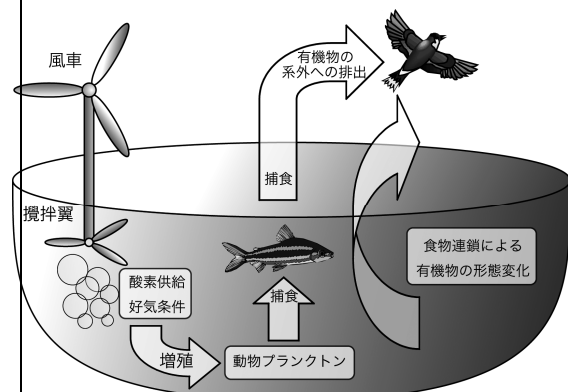


図3 架台の運転制御実験

まで検討ができなかった。水鳥が架台に巣作り排出物による汚れでの移動機能および発電低下が重要な点であり、鳥が停留しない方



法を考えるべきである。図3に移動架台の運転実験の写真を示す。

(2) マイクロバブル(固定実験装置)による水質浄化実験を水深が0.6m以内である実験場所を2箇所選び実施した。測定項目は、全有機炭素量(TOC)、溶存酸素量、全リン量、全窒素量、pH、濁度、水温を測定した。

図4 溶存酸素量の変化

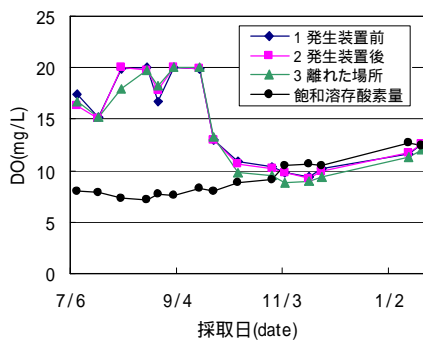
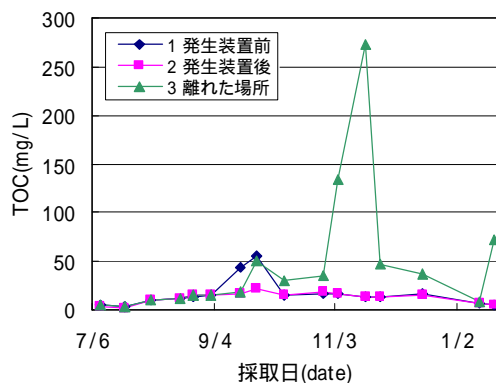


図4に溶存酸素量、図5に全有機物量を測定例として示す。「1発生装置前」はマイク



ロバブル装置発生装置から約5m離れた位置であり、「2発生装置後」は装置後方約2m離れた位置、「3離れた場所」は約20m離れた位置

図6 固定実験装置での実験状況

である。測定時の気温における淡水中の飽和溶存酸素量と比較すると、夏は過飽和状態で



ある。9月頃から溶存酸素量との差が余り見られないことから、マイクロバブルによる酸素供給があると考えられる。図5からはマイクロバブル発生装置から5m離れた地点までは効果があると考えられる。他の測定項目でも同様な結果を得ている。しかし、岸が複雑な地形である水域や水底の凹凸が大きい箇所では、有効範囲は少ないことが考えられる。図6は固定実験装置での実験状況を示す。

(3) 今回の研究の最終目標は、浄化装置を付けての現地での野外実験であったが、浄化効果が判断できる夏季の実験が不能となり、部分的な成果事項の報告となった。固定装置でのマイクロバブル発生装置で使用しているポンプの動力をまかなうだけの電力は、自然エネルギーのバッテリー蓄積では困難が予想される。気泡の作り方、攪拌方法をさらに検討することが必要である。地元には大きな閉鎖水域があり、関係自治体から本研究の実用化の要望が来ており早急に急に対応したいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

割澤泰、山岸知幸、黒保勝郎、ポンプ吸入口における対向T字形合流管の混合特性、石川工業高等専門学校紀要、査読有、第42号、2010、pp.1-4.

河合康典、藤田政之、拘束を考慮した

時間遅れを有するバイラテラル遠隔システムの一構成法、電気学会論文誌C、vol.129、No.9、2009、pp.1655-1661。
査読有、

R. Komura, N. Kamata, K. Muramoto: Analysis of Japanese oak wilt spread using aerial photography and GIS, Proceedings of International Congress of Entomology 2008, p.1376, 2009.、査読有

〔学会発表〕(計3件)

Y. Yao, N. Mao, M. Wada, H. Kamiya and C. Kanaoka, Influence of Aging on the Performance of Cleanable Fabric Filter, The 15th Asian Symposium on Ecotechnology, p.123, Kanazawa, Japan, Oct. 18-19 (2008)
査読有

M. Wada, H. Shimamura, Y. Takino and C. Kanaoka, "Influence of Solenoid Operated Valve on Dust Cleaning of Bag Filter", 8th International Conference on Separation Science and Technology (ICSST08), p.198, Karuizawa, Japan, Oct. 2-4 (2008)、査読有

Yasunori Kawai, Masayuki Fujita、Experimental Implementation of Bilateral Teleoperation with Time Delay using Command Governor、Proc. SICE Annual Conference 2008, pp.2877--2882, 2008.8.22, Chofu, Tokyo, JAPAN.、査読有

6 . 研究組織

(1)研究代表者

割沢 泰 (WARISAWA YASUSHI)
石川工業高等専門学校・機械工学科・教授
研究者番号：10019218

(2)研究分担者

高野 典礼 (TAKANO MORIHIRO)
石川工業高等専門学校・環境都市工学科・講師
研究者番号：00369969

小村 良太郎 (KOMURA RYOTAROU)
石川工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授
研究者番号：00390443

河合 康典 (KAWAI YASUNORI)
石川工業高等専門学校・電気工学科
・准教授
研究者番号：90413765

和田 匡司 (WADA MASASHI)
石川工業高等専門学校・環境都市工学科・助教
研究者番号：00413766

熊澤 栄二 (WADA MASASHI)

石川工業高等専門学校・建築学科
・准教授

研究者番号：30321425

(3)研究協力者

高田 康宏 (TAKADA YASUHIRO)

株式会社ニッコー

・環境エネルギー機器部長

研究者番号：なし