環境省

令和２年度環境技術実証事業

水・土壌環境保全技術領域

湖沼等水質浄化技術区分

実証報告書

令和３年３月

実証機関	：	一般社団法人　埼玉県環境検査研究協会
技術（実証対象技術）	：	紫外線照射・凝集剤添加高度水質改善手法技術
実証申請者	：	NPO 法人バイオエコ技術研究所
実証番号	：	０８０－２００１
試験実施場所	：	皇居外苑濠（和田倉濠）

本実証報告書の著作権は、環境省に属します。

目　次

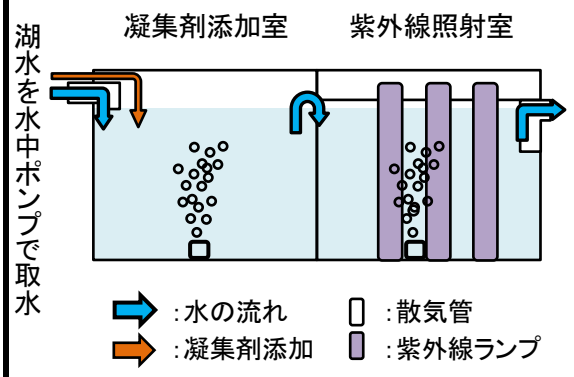
■全体概要 1
1. 実証対象技術の概要 1
2. 実証の概要 1
3. 実証結果 2
■　本　編 5
1　導入と背景、実証の実施体制 5
1.1　導入と背景 5
1.2　実証参加組織と実証参加者の責任分掌 5
2　実証対象技術の概要 7
2.1　実証対象技術の原理 7
2.2　実証対象技術の仕様と処理能力 7
3　実証の方法と実施状況 10
3.1　実証申請者が保有するデータ（既存データ）と実証の一部を省略する範囲 10
3.2　実証全体の実施日程表 11
3.3　各調査項目、性能を示す値、監視項目 11
4　試験実施場所の概要 13
4.1　水域の概要 13
4.2　試験実施場所の状況 14
4.3　試料採取、分析、機器校正 17
5　実証結果と検討 20
5.1　各調査項目の結果 20
5.3　定性的所見 24
5.4　異常値についての報告 25
5.5　他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点 25
■　付　録 25
6　品質管理システムの監査 25
■　資　料　編 26
〇実証試験の状況 26
〇実証試験データの補足 27

■全体概要

実証対象技術/実証申請者（所在地）	紫外線照射・凝集剤添加高度水質改善手法技術/NPO 法人バイオエコ技術研究所（茨城県つくば市花畑 1-8-4　キャラット 21-301）
実証機関（所在地）	一般社団法人埼玉県環境検査研究協会（埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450 番地 11）
試験期間	令和 2 年 8 月～令和 3 年 3 月 （既存データの取得期間：令和元年 8 月　～　令和元年 10 月）

1．実証対象技術の概要

フローシート（構造）



原理：本実証対象技術は、アオコが発生する富栄養化した湖沼等を対象とした技術である。技術の原理は、短波長紫外線（UV-C）の照射によるアオコの原因種である藍藻類の死滅と凝集剤（PAC）による死滅した細胞の吸着・沈降を組み合わせた水質浄化技術である。藍藻類等の藻類が増殖した湖水を取水し、PAC を凝集剤添加室で添加・混合し、UV-C を紫外線照射室で照射して処理する。このエ程で藍藻類が死滅することによりアオコ発生が抑制され、処理後のフロックは沈降しやすいため、湖水の透明度を改善できる。フロックの放流による生態影響は目視で確認されず、汚泥回収の必要はない。また、大規模な施設面積を必要とせず設置できる。

2．実証の概要

○試験実施場所の概要

試験区・対照区	名称／所在地	皇居外苑濠（和田倉濠）／東京都千代田区皇居外苑 1-1
	水域の種類／利水状況	国民公園内の濠／都心にあって貴重な生態系、水辺空間を保持
	規模	和田倉濠面積 13,416 m^2，平均水深 1.2 m
	流入状況	主な水源は雨水
	その他	試験区と対照区は、濠内にフェンスを用いて、試験区：80 m×20 m，高さ約 1.0 m，対照区：80 m×10 m，高さ約 0.3 m の隔離水界を設置した。

○実証対象技術の仕様及び処理能力

区分	項目	仕様及び処理能力
技術概要	名称	紫外線照射・凝集剤添加高度水質改善手法技術
	サイズ，重量	縦 2,650 mm×横 1,120 mm×高さ 1,100 mm，重量 120 kg
	設置基数と場所	1 基、濠に隣接した水域外に設置した。
設計条件	対象水量	288 m^3/日
	稼働時間	令和元年 8 月 10 日～令和元年 10 月 7 日 （浄化期間 59 日間／実稼動 1,416 時間）

○実証項目と性能を示す値（目標値）

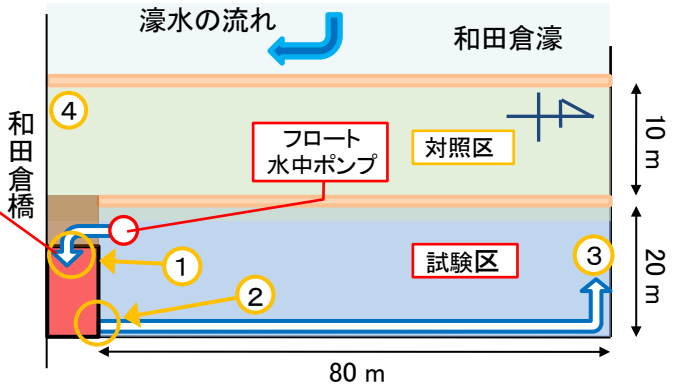
実証項目	目標値とその理由	
クロロフィル-a	改善率※1 80%以上	藻類の死滅、凝集・沈降の効果を確認するための指標である。
全リン		藻類の死滅、凝集・沈降による水質への影響を確認するための指標である。

※1

$$\frac{\text{対照区の水質④の濃度平均値} - \text{試験区の水質①の濃度平均値}}{\text{対照区の水質④の濃度平均値}} \times 100 = \text{改善率（\%）}$$

○実証対象機器の設置状況と試料採取位置

①試験区の水質（原水）、②処理水、③放流水、④対照区の水質



○実証スケジュール

年／月	R2/5	6	7	8	9	10	11	12	R3/1	2	3
検討会の開催					計画書承認				報告書承認		
計画・検証※・報告書					計画書案作	検証		報告書案作成		報告書提出	

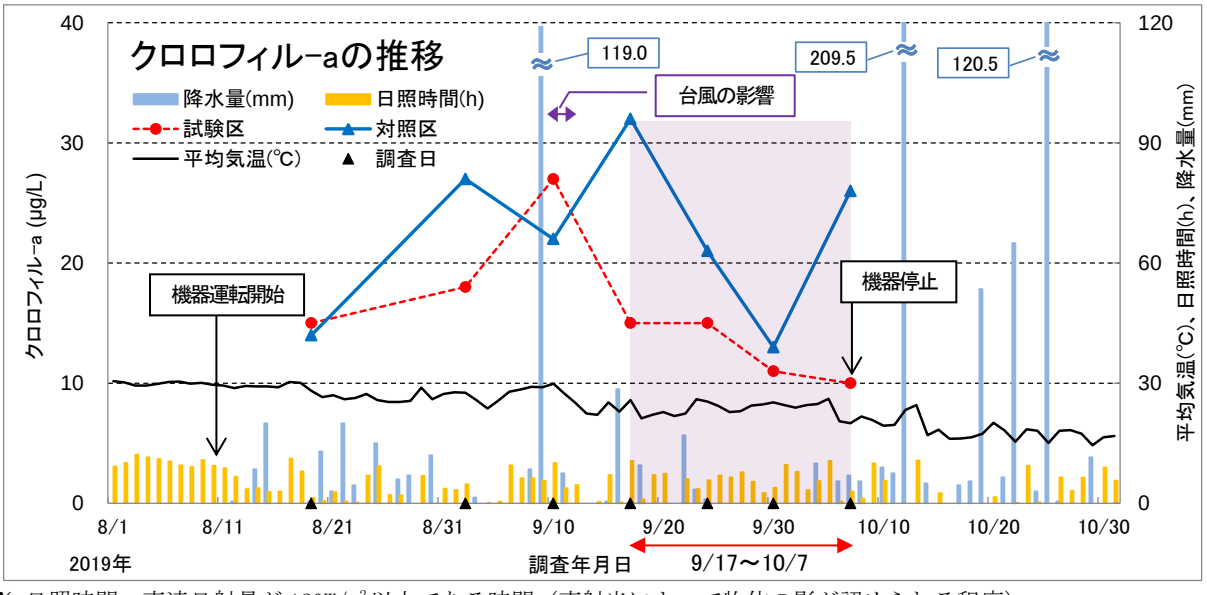
※既存データの確認・検証

3. 実証結果

実証対象機器の運転条件を「取水量 0.20 m^3/min、凝集剤注入量 43.2 L/日、紫外線ランプ 6 本」の設定にした 9 月 17 日～10 月 7 日の期間における試験区と対照区の水質濃度の平均値をそれぞれ求めて改善率を算出した（本編 11 頁 3.3 項、20 頁 5.1 項 表 5-1、21 頁を参照）。

表　実証項目と試験結果

実証項目	算出した改善率	目標値
クロロフィル-a	45%	改善率 80%以上
全リン	32%	改善率 80%以上



※ 日照時間：直達日射量が 120W/m^2 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

図　クロロフィル-a と気象データの推移（令和元年 8 月～令和元年 10 月）

8 月 21 日～10 月 7 日の試験期間中の実証項目の改善率は 80%を達成できなかったが、アオコレベル 1（うっすらと緑がかる状態）の条件下でもクロロフィル-a は 45%、全リンは 32%を示し、改善効果が確認された（表）。特に対照区でクロロフィル-a が 26 μg/L に増加した 10 月 7 日の改善率は 62%を示した（図）。

参考項目である透視度と COD についても 9 月 17 日～10 月 7 日の平均値から、それぞれ 23%の改善効果が確認された（資料編 29 頁 (3)試験結果詳細を参照）。また、原水（処理前）と処理水（10 分静置後の上澄み水）の水質結果を比較した実証対象機器による濃度低減率では、クロロフィル-a が 86%、全リンが 76%、COD が 43%及び全窒素が 61%となり、改善能力が確認できた（本編 23 頁 5.1 項 (3)実証項目と参考項目の濃度低減率の結果を参照）。

○その他項目

項目		実証結果
環境影響項目		汚泥、廃棄物、におい及び騒音は発生しないが、凝集剤（PAC）が処理水と一緒に放流され沈降・堆積する。底質中のアルミニウムが対照区と比べて約 16%増加したが水生生物への影響は目視により確認されなかった。
使用資源	電力量	33.8 kWh/日（水中ポンプ 1 基と装置稼働）
	薬品等使用量	凝集剤（PAC）：1,573 L（稼働日数 59 日間）

○維持管理性能項目

管理項目	一回あたりの管理時間	管理頻度
実証対象技術の管理	半日	1 回/月

○定性的所見

項目	所見
水質所見	実証項目であるクロロフィル-a と全リンは試験区で改善を示した。参考項目である透視度、COD についても改善が確認された。また、実証対象機器の処理能力としてクロロフィル-a の濃度低減率は 80%以上であることが確認された。
立ち上げに要する期間	①処理装置及びホース等の配管の現場配置・接続、②凝集剤の添加開始までに 1 日程度の作業が必要である。実証対象機器は電源を入れればすぐに稼働する。
運転停止に要する期間	実証対象機器は電源を止めればすぐに停止する。
維持管理に必要な人員数	1 ヶ月に 1 回程度は申請者 1 名による半日程度の作業が必要である。
維持管理に必要な技能	水質状況による凝集剤添加量の調整には一定の技能を要する。
実証対象技術の信頼性	試験期間中（8 月 26 日）に凝集剤注入ポンプが故障したが、修理対応することですぐに復帰した。
トラブルからの復帰方法	
維持管理マニュアルの評価	マニュアル等はユーザーが理解しやすい内容である。

○他の実水域への適用を検討する際の留意点

本技術は、アオコ発生の兆候がみられる 6 月頃から運転を開始し、10 月頃まで 24 時間運転する。
凝集剤である PAC を水域に放流するが生物相の増殖への影響は目視により確認されなかったものの、事前に対象水系の生物相の現状把握が必要である。
実水域に応じた処理装置の性能（規模、循環量、紫外線ランプ本数等）と凝集剤の添加量を設計するため、実水域の現場状況の確認（貯水量、流入量、流出量等）、設置現場の確認が必要である。

（参考情報）

注意：このページに示された製品データは、全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

項目		実証申請者　記入欄
名称		紫外線照射・凝集剤添加高度水質改善技術システム (Environmental Restoration Ultraviolet Irradiation with Flocculant System)
型式		ERUIF－RY－I
製造（販売）企業名		NPO 法人バイオエコ技術研究所 (NPO：Non-Profit Organization　on Bio-ECO Technology Research Center)
連絡先	部署名/TEL	NPO 法人バイオエコ技術研究所　理事長　/ 090-3203-4853
	所在地	〒300-3261　茨城県つくば市花畑 1-8-4 キャラット 21-301
	Web アドレス	https://www.npo-homepage.go.jp/npoportal/detail/008000148
	E-mail	inamori514@gmail.com　inamori514@yahoo.co.jp
サイズ・重量		縦 2,650 mm × 横 1,120 mm × 高さ 1,100 mm(有効水深 850 mm)，重量 120 kg
前処理、後処理の必要性		必要なし
付帯設備		水中ポンプ等
実証対象技術寿命		対象機器は概ね 20 年程度で、紫外線ランプは、劣化状況に応じ取替える。
立ち上げ期間		1 日程度（設置後すぐに使用可能）

コスト概算 処理能力： 処理量 288 m^3/日 想定規模等： 対象水量（160 m^3）の水域とし、陸上設置型として算出	費目	単価	数量	計（円）
	イニシャルコスト			4,480000
	基礎工事・電気工事等		一式	1,200,000
	本体機材費（紫外線ランプ等）		一式	2,880,000
	付帯設備費（水中ポンプ等）		一式	400,000
	ランニングコスト（月間）			49,137
	凝集剤（ポリ塩化アルミニウム）	111　円/L	790　L	87,690
	電気使用量	20.2　円/kWh	1,997　kWh	40,368
	800　円/対象水量 1 m^3 あたり			

○その他　本技術に関する補足説明（導入実績、受賞歴、特許・実用新案、コストの考え方の補足）

●導入実績：環境省の「平成 31 年度皇居外苑濠における濠水管理技術実証試験業務」に採択され、皇居外苑濠の和田倉濠で実証業務を実施、紫外線照射凝集剤添加法の評価・検証がなされました。

●学会発表：「アオコ対策としての紫外線照射凝集剤添加法による有害藻類・リン・クロロフィル a 同時除去環境再生システム」、第 53 回日本水環境学会年会（2019 年 3 月）、システムの有効性が公表されました。「紫外線照射・凝集剤添加技法による皇居お濠水質改善と水上太陽光発電との組み合わせに向けた革新システムの開発」、日本水処理生物学会第 56 回大会（2019 年 11 月）、システムの有効性が示されました。

●本技術の特徴

・アオコ原因種の藍藻類（Chl-a：10～2,000　μg/L 程度）等に対して再生保全対策するための技術です。

・本技術は以下の設置対応が可能な技術仕様になっています。

①浄化対象水域内に設置する船型と陸上設置型の 2 方式のいずれでも設置可能な仕様です。
　船型の場合には船の建造コスト等が別途発生するので対象水域の規模に応じて選定します。

②アオコ対策として紫外線照射のみでも設置可能な仕様です。

③小規模（1,000 m^3 程度）から大規模水域（100 万　m^3 程度）の規模において設置可能な仕様です。

④アオコ等の発生により環境再生が必要な湖沼等の水域に対して汎用的に設置可能な仕様です。

■　本　編

１　導入と背景、実証の実施体制

１．１　導入と背景

環境技術実証事業は、既に実用化された先進的環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（以下「環境保全効果等」という。）を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の利用者による技術の購入、導入等に当たり、環境保全効果等を容易に比較・検討し、適正な選択を可能にすることにより、環境技術の普及を促進し、環境保全に寄与し、中小企業の育成も含めた 環境産業の発展に資することを目的とするものである。

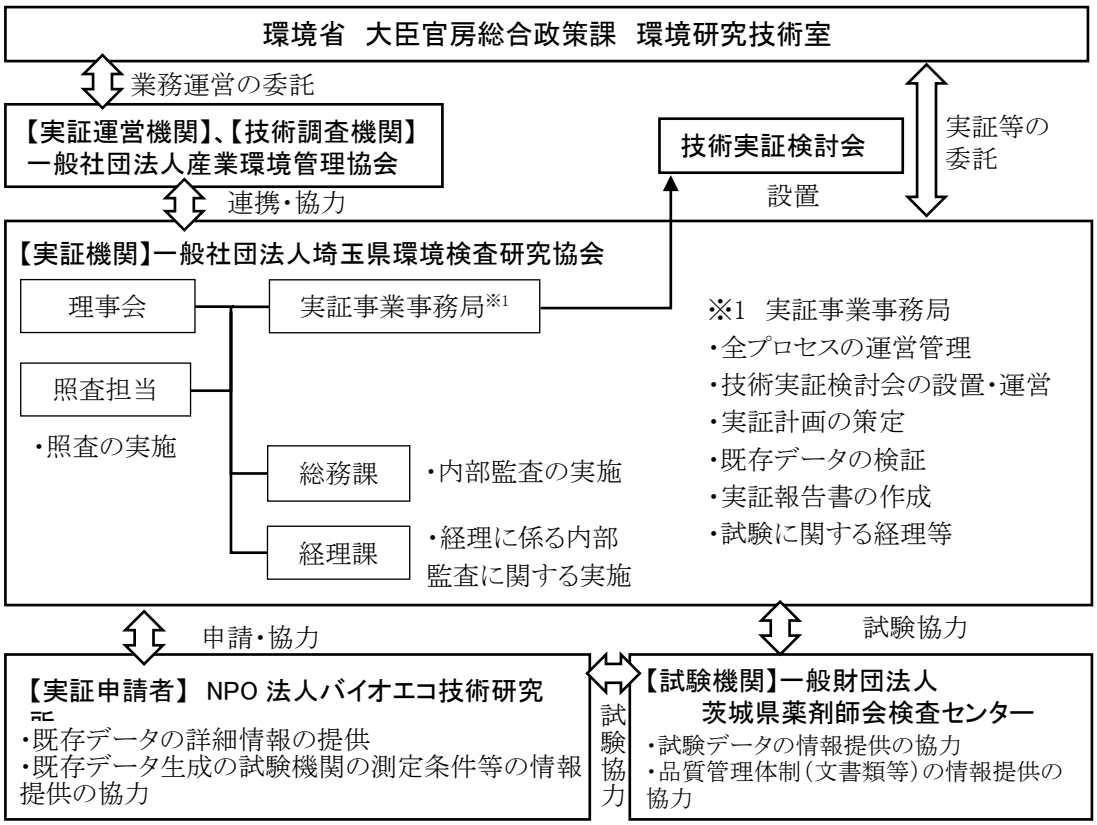
本実証は環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室が策定した実施要領に基づいて審査し、採用（令和2年6月）された「紫外線照射・凝集剤添加高度水質改善手法技術」について、以下に示した環境保全効果等を客観的に実証したものである。

○原理である短波長紫外線（UV-C）による藍藻類等の死滅と凝集剤（PAC）よる死滅細胞の吸着・沈降による水質改善が可能な技術であり、その環境保全効果
○運転に必要なエネルギー、物資、廃棄物量及び可能な限りコスト
○適正な運用が可能となるための運転環境
○運転及び維持管理にかかる労力

本報告書は、専門家で構成される技術検討委員会において、実証対象技術の特長を試験結果（既存データ）で得た情報から環境保全の効果について検討し、その結果を取りまとめたものである。

１．２　実証参加組織と実証参加者の責任分掌

実証に参加した組織を図 1-1 に、実証参加者とその責任分掌を表 1-1 に示した。



・実証機関：一般社団法人埼玉県環境検査研究協会
（住所：埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450 番地 11）
・実証申請者：NPO 法人バイオエコ技術研究所
（住所：〒300-3261　茨城県つくば市花畑 1-8-4　キャラット 21-301）

図 1-1　実証参加組織と関係

表 1-1　実証参加組織と実証参加者の分掌

区　分	実証試験参加機関		責　任　分　掌	参　加　者
実証機関	一般社団法人埼玉県環境検査研究協会	統括・計画管理	実証事業の全プロセスの運営管理	実証事業事務局 山岸 知彦 岸田 直裕 大塚 俊彦
			技術実証検討会の設置・運営	
			実証計画の策定	
			既存データの検証	
			実証報告書の作成（統括）	
		品質監査	試験に関する内部監査の実施と統括	総務課 ISO 担当 榊原 稔
		経理	試験に関する経理等	実証事業事務局 山岸 知彦
		経理監査	経理に係る監査に関する実施	財務本部長 田島 照久
		照査	実証に関する照査の実施	照査担当 代表理事 野口 裕司
環境技術開発者	NPO 法人バイオエコ技術研究所		実証対象技術の運転、維持管理マニュアル等の提供	NPO 法人バイオエコ技術研究所 理事長 稲森 悠平
			既存データの詳細情報の提供	
			既存データを生成した試験機関における測定条件等の情報提供の協力	
			実証対象技術の稼働中の安全対策	
			実証対象技術の運転、維持管理マニュアル等の提供	
試験機関	一般財団法人茨城県薬剤師会検査センター		試験データに関する方法等の情報提供の協力	技術部
			品質管理体制（文書類等）の情報提供の協力	

２　実証対象技術の概要

２．１　実証対象技術の原理

実証対象技術は、湖沼等の富栄養化に伴い発生するアオコの原因種である藍藻類等を短波長紫外線（UV-C）の照射で死滅させ、死滅した細胞を凝集剤（PAC）により吸着・沈降させることにより水域の透明度を改善させる水質浄化技術である（図 2-1）。死滅した藍藻類等は、湖沼に放流されるが、沈降しやすいフロックであるため、透明度の改善ができる。

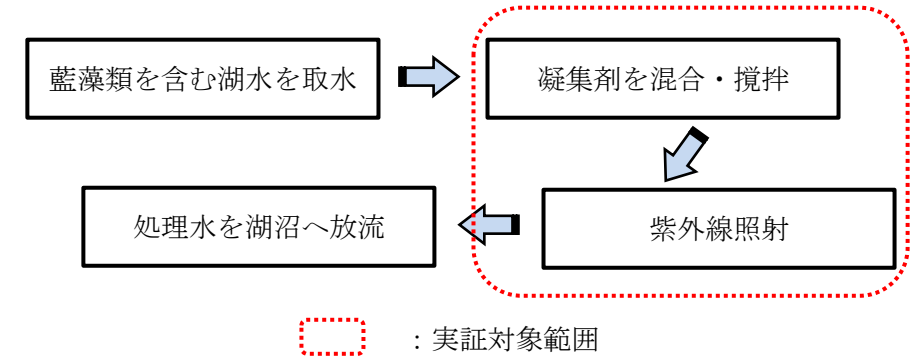


図 2-1　処理プロセス

２．２　実証対象技術の仕様と処理能力

実証対象機器の構成及び規模等を図 2-2 及び表 2-1 に示した。

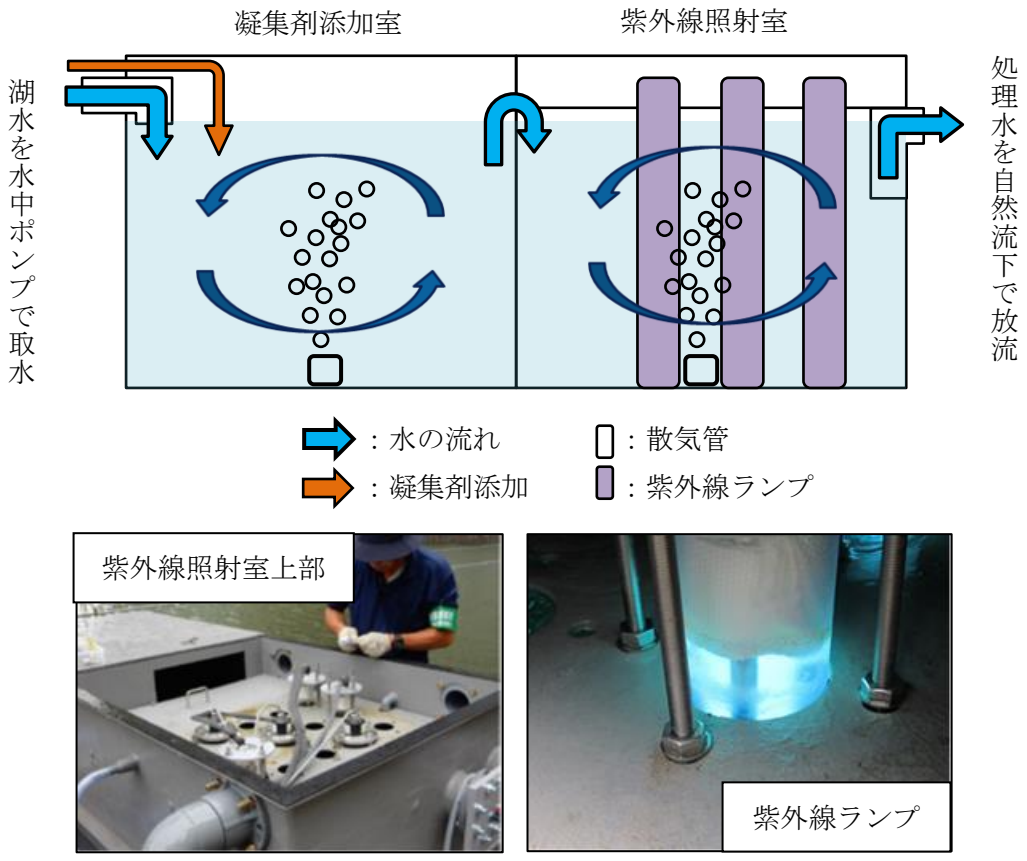


図 2-2　実証対象機器の構成

表 2-1　実証対象機器の標準仕様

項　　目			内　　容	
機器	サイズ	W（mm）	2,650	機器構成（W×D×H）
		D（mm）	1,120	・凝集剤添加室（1,275×1,020×850(有効水深)）
		H（mm）	1,100	・紫外線照射室（1,275×1,020×850(有効水深)）
	総重量		本体：120 kg	
処理水量			288 m^3/日（0.20 m^3/min）	
処理水質目標			クロロフィル-a、全リンの濃度低減率※1 80%以上	
付帯設備			・水中ポンプ（0.20 m^3/min）× 1 台 ・ブロワー（60 L/min）× 4 台（各室で 2 台） ・凝集剤注入ポンプ（15 mL/min）× 2 台 ・紫外線ランプ（L750 mm× φ 34.5 mm, UV 照度：12,000 μW/cm^2, 最大ピーク波長：253.7 nm）× 6 本 ・凝集剤タンク（100 L）× 1 台	

※1　濃度低減率：12 頁 表 3-4 を参照

実証対象機器の外観を図 2-3 に示した。

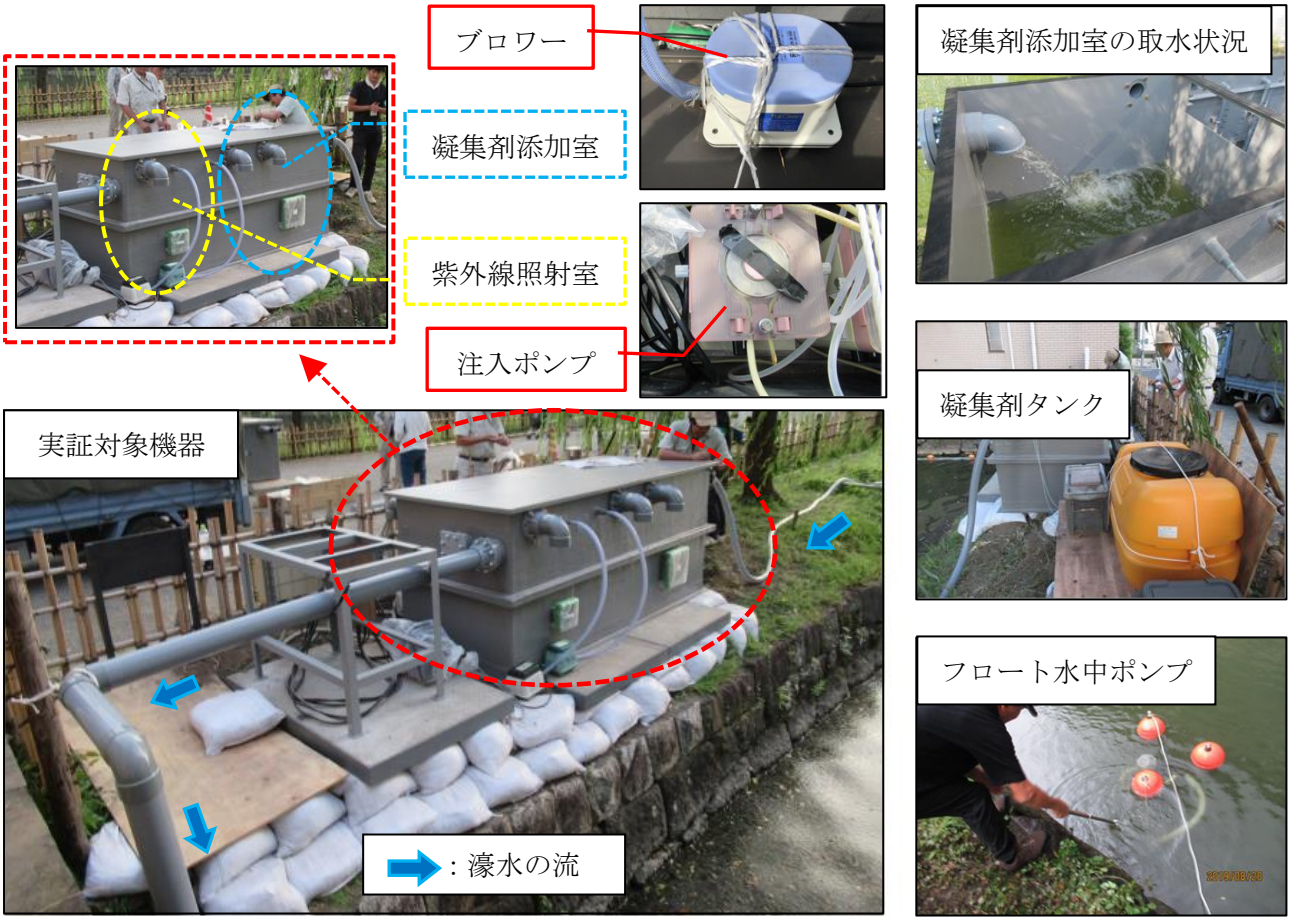


図 2-3　実証対象機器の外観

システムは、取水ポンプ、凝集剤添加室、紫外線照射室、ブロワー、凝集剤タンクで構成される。水質浄化のための処理フローは、次のとおりである。システム内に取水された湖水は約 10 分で処理水として湖沼に放流される。

実証対象機器の処理フロー及び処理能力は、次のとおりである。

① 水中ポンプにより定量移送で湖水を取水する（200 L/分）。
② 取水した湖水は凝集剤添加室に移送し、PAC（ポリ塩化アルミニウム）を添加(暫定モル比=1※)し、ブロアーにより混合・撹拌する。
③ ②で処理した湖水を紫外線照射室に移送し、紫外線ランプと藍藻類の接触効率を上げるためにブロアーにより撹拌しながら紫外線を照射する（約 5 分）。
④ ③で処理した湖水は処理水として凝集により形成したフロックと一緒に自然流下方式で系外の湖沼へ放流する。

※暫定モル比：リンに対するアルミニウムの割合、暫定モル比=1 は湖沼水 1 m^3 に対して PAC150 mL 添加に相当する（暫定的に流入下水の全リン濃度を 5 mg/L と仮定して試算）。
なお、試験期間中の実証試験場所（試験区）の全リン濃度は、暫定的に仮定した全リン濃度（5 mg/L）の 100 分の 1 以下と低濃度（0.017～0.048 mg/L）のため、実際のモル比は 70～215 となり、通常の下水処理の流入下水の全リン濃度 5 mg/L 程度に対する一般的なモル比 0.5～1 と比べるとリンに対するアルミニウムの割合が高い条件で実証対象機器を運転した（資料編 32 頁（６）試験期間中の運転条件を参照）。

３　実証の方法と実施状況

３．１　実証申請者が保有するデータ（既存データ）と実証の一部を省略する範囲

実証申請者は、実証対象技術を導入している水域における水質データを保有していた。既存データに関連する報告書には、申請技術が目的とする水質改善の情報があり、実証を実施する上でも同等な手法となることから、この情報をもとに検証し、実証試験として扱った。表 3-1 に検証の結果を示した。検証方法は、実証申請者の協力により既存データを生成した試験機関に情報提供を促し、守秘義務を遵守し確認した。また、不足する情報がある場合には、試験を実施した管理者等にヒアリング等を行い情報収集した。検証の結果、既存データは、品質管理体制の整った試験機関が適正な試験方法を用いて生成されたデータであり、実証データとして採用可能であると判断した。

表 3-1　既存データの検証結果

分類	確認項目	確認・検証結果
基本的事項	測定機関の概要 測定機関の公平性	県知事より公益法人として設立許可された機関であり、ISO/IEC17025、環境計量証明事業者登録、水道法 20 条に基づく水質検査機関登録、品質マネジメントシステムを取得していた。 技術開発者（申請者）とは第三者の関係であり、測定機関の公平性を確認した。
	測定機関の品質管理体制・手順の整備	既存データは品質マネジメントシステムの有効期限内で測定されていたことを確認した。
	外注	実績はない。
測定の手順と生成された既存データの状況	試料採取	既存データの採取は、適正な採取箇所、採取道具、採取方法で実施されていたことを確認した。
	測定方法・精度管理	既存データの測定は、公定法により実施され、適正な校正により管理されていたことを確認した。

３．２　実証全体の実施日程表

既存データの実証も含めた全体スケジュールを表 3-2 に示した。

表 3-2　実証の実施実績（全体）

年月	令和 2 年 5	6	7	8	9	10	11	12	令和 3 年 1	2	3
検討会の開催					計画書承認 ●				報告書承認 ●		
計画・検証※・報告書					計画書案作成 ◄►	検証 ◄►		報告書案作成 ◄►		報告書提出 ◄►	

※既存データの確認・検証

３．３　各調査項目、性能を示す値、監視項目

（１）各調査項目及び性能を示す値

実証項目と性能を示す値である目標値を表 3-3 に示した。

実証対象機器による水質の改善効果を評価するために、実証項目をクロロフィル-a と全リンとし、目標値として改善率を設定し、隔離水界の試験区と対照区の水質調査結果より算出した改善率と比較した。また、参考項目は透視度、ｐＨ、ＣＯＤ及び全窒素とした（表 3-4)。さらに実証対象機器の処理能力を評価するために、参考として原水と処理水（10 分静後の上澄み水）の水質調査結果より算出した濃度低減率についても評価した。

表 3-3　実証項目及び目標値

実証項目	目標値※1	選定理由
クロロフィル-ａ（Ｃｈｌ-a）	改善率※2 80％	藻類の死滅、凝集・沈降の効果を確認するための指標である。
全リン（ＴＰ）	改善率※2 80％	藻類の死滅、凝集・沈降による水質への影響を確認するための指標である。

※1　目標値である改善率 80％は実証対象機器のアオコ処理能力の実績を踏まえて設定したが、試験実施期間中はアオコレベル 1（うっすらと緑がかる状態）※3 の条件下での改善率を評価した。

※2　改善率

$$\frac{\text{対照区の水質の濃度平均値} - \text{試験区の水質の濃度平均値}}{\text{対照区の水質の濃度平均値}} \times 100 = \text{改善率（\%）}$$

※3　『28 年度　第 2 回皇居外苑濠水環境管理検討会』提供資料におけるアオコ発生レベルの判断方法（目視判断基準の凡例)、資料編 33 頁（８）アオコ発生レベルの判断方法を参照。

なお、透視度は値が大きいほど水質が改善されているので計算上はマイナス表示になるが、表中（資料編 29 頁（３）試験結果詳細）ではプラス表示に修正をした。

表 3-4　参考項目における水域の項目と濃度低減率

参考項目	水域の項目	濃度低減率※4
クロロフィル-a（Ｃｈｌ-a）	－	○
全リン（ＴＰ）	－	○
透視度	○	○
ｐＨ	○	○
化学的酸素要求量（ＣＯＤ）	○	○
全窒素（ＴＮ）	○	○

※4　濃度低減率

$$\frac{\text{原水の水質の濃度平均値} - \text{処理水}^{※5}\text{の水質の濃度平均値}}{\text{原水の水質の濃度平均値}} \times 100 = \text{濃度低減率（\%）}$$

※5　10 分静置後の上澄み水

（２）監視項目

試験期間中の気象（天候、気温、日照時間、降水量）について、アメダスの観測データを参考にした。

4　試験実施場所の概要

4．1　水域の概要

（1）試験実施場所の名称、所在地

試験実施場所（和田倉濠）の名称、所在地、管理者等は、表 4-1 に示すとおりである。試験実施場所の周辺等は図 4-1 に示した。

表 4-1　試験実施場所の名称、所在地、管理者等

名　　称	皇居外苑濠（和田倉濠）
所 在 地	東京都千代田区皇居外苑 1-1
管理者等	環境省　皇居外苑管理事務所

（2）水域の規模、状況

皇居外苑濠の種類と主な用途は次のとおりである。

種類　　：国民公園内の濠
主たる用途　　：皇居の象徴性、江戸城の歴史性の一部
都心にあって貴重な生態系、水辺空間を保持

皇居外苑は昭和 24 年に国民公園として閣議決定され、その後（昭和 44 年）に開園した北の丸公園と皇居外周地を含めて「皇居外苑」として総括的に称する。国民公園皇居外苑には、皇居を取り囲むように 12 の濠があり、様々な国家的行事の場、皇居の前庭として我が国の象徴的な存在となっている皇居外苑の重要な構成要素となっている。皇居外苑濠は約 400 年前に江戸城の築城に伴い造成され、玉川上水の余水を水源としていたが、昭和 40 年に従来の水源であった玉川上水からの水供給が止まり、慢性的な水不足と継続的な汚濁物質の流入等により、アオコが大量発生する等、皇居外苑の象徴性を損ないかねない状況となっている。また、ブルーギル等の外来魚が侵入し、在来の生物を圧迫する等の問題も発生している。皇居外苑濠の規模及び濠の状況等は、表 4-2 に示した。水源は雨水等である。濠は、12 つの濠からなり、その総面積は約 37 万 m^2、平均水深は 1.25 m で、その総湛水量は約 45 万 m^3 に達する。

表 4-2　皇居外苑濠の規模及び水質

水域の規模	濠　名	平均水深(m)	面積(m^2)	濠　名　：平均水深(m)　面積(m^2)
	日比谷濠：	1.37	35,884	清 水 濠：　0.71　24,147
	凱 旋 濠：	1.94	11,695	大 手 濠：　1.07　28,541
	桜 田 濠：	1.57	96,780	桔 梗 濠：　0.80　16,355
	半 蔵 濠：	0.89	22,244	和田倉濠：　1.22　13,416
	千鳥ヶ淵：	1.02	66,521	蛤　　濠：　0.90　14,664
	牛 が 淵：	1.51	16,277	馬場先濠：　1.42　20,026
	平均水深(m)：1.25　総面積(m^2)：370,000			
水域の抱える主な課題	アオコ発生や濁りによる景観の悪化や臭気の発生等			
推定される汚濁要因	主な水源は雨水			

（環境省皇居外苑管理事務所　濠水浄化施設パンフレットより）

図 4-1　試験実施場所とその周辺の状況

４．２　試験実施場所の状況

（１）水域の規模、水質の状況

試験実施場所である和田倉濠の規模及び水質の状況は、表 4-3 および表 4-4 に示すとおりである。和田倉濠とその周辺の状況を図 4-2 に示した。

和田倉濠は、皇居外苑濠の東側に位置しており濠の形状はＬ字型で、上流の桔梗濠から下流の馬場先濠に向かって濠水が流れている。和田倉濠の中央付近には、和田倉橋が架かっており江戸時代の木橋の姿が残されている。

表 4-3　和田倉濠の規模

全長	280 m
水深	1.2 m
平均濠幅	48 m
面積	13,416 m^2
湛水量	16,000 m^3

表 4-4　和田倉濠の水質（令和元年 7 月～令和元年 8 月）

地点名		⑤和田倉濠		
調査日		7/9	7/22	8/6
採取時間		12:08	11:52	12:30
水深	m	1.3	1.4	1.3
アオコレベル※	-	1	1	1
気温	℃	24.0	24.5	34.5
水温	℃	21.5	24.2	33.0
DO	mg/L	7.9	8.0	8.1
pH	-	8.0	8.2	8.1
透視度	cm	35	44	31
BOD	mg/L	3.5	2.9	3.9
COD	mg/L	6.8	5.9	8.6
SS	mg/L	13	10	16
TP	mg/L	0.046	0.041	0.046
NH_4-N	mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01
NO_2-N	mg/L	0.029	< 0.002	< 0.002
NO_3-N	mg/L	< 0.02	< 0.02	0.03
Org-N	mg/L	0.59	0.60	0.69
PO_4-P	mg/L	0.011	0.014	0.008
Chl-a	μg/L	19	13	30

※　資料編 33 頁（８）アオコ発生レベルの判断方法を参照

（２）実証対象機器の配置と隔離水界の設置状況

実証対象機器は、和田倉橋の北側の濠端に設置した（図 4-2)。また、水質の改善効果を確認するために、和田倉橋の北側にシルトフェンス（ポリエステル製）を用いて隔離水界を 2 つ（実証対象機器を導入した試験区と比較のための対照区）設置し、表層の水交換を制御した。試験区では、フロート水中ポンプにより試験区内（南側）の濠水（表層 10 cm）を実証対象機器に取水し、処理水を試験区内（北側）に放流した。

図 4-2　和田倉濠とその周辺の状況

隔離水界の断面図を図 4-3 に示す。試験区を構成するシルトフェンスは濠底から 0.1 m 上まで設置することで、試験区と対照区における表層及び中層における水交換を抑制した。また、対照区を構成しているシルトフェンスは表層から 0.3 m 下まで設置することで、対照区と外界（隔離水界の外側の水域）の表層における水交換を抑制した。

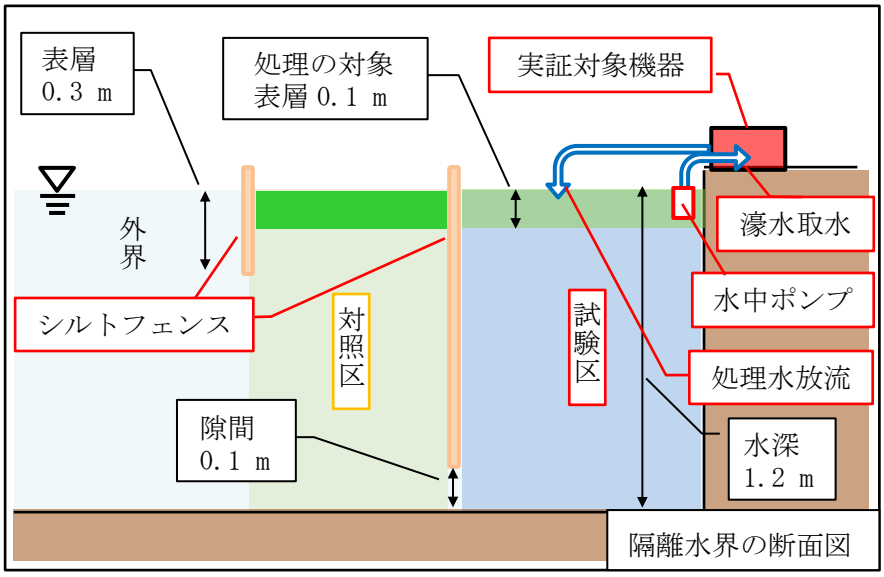


図 4-3　隔離水界の断面図

図 4-4　隔離水界の設置状況等

４．３　試料採取、分析、機器校正

（１）試料採取、分析

試料採取・分析に関しては、一般財団法人　茨城県薬剤師会検査センターが実施した。

試料採取については、原水と処理水は浄化装置から直接採取し、濠水はそれぞれ柄杓を用いて表層から 10 cm までの試料水を採水した。

（２）試料水の採取位置

試料水の採取位置（○）を、図 4-5 に示した。実証対象機器の処理能力を確認するために、①の実証対象機器への原水の流入箇所（試験区の水質、原水の水質）、②の実証対象機器からの処理水の流出箇所（処理水の水質）、③の試験区への処理水の放流口すぐ脇の箇所（放流水の水質）を

選定した。また、試験区と対照区の比較のために④対照区の南側の箇所（対照区の水質）、隔離水界の外の水域である外界の状況確認として⑤の桔梗濠から和田倉濠に濠水が流入する箇所（和田倉濠の水質）も選定した。

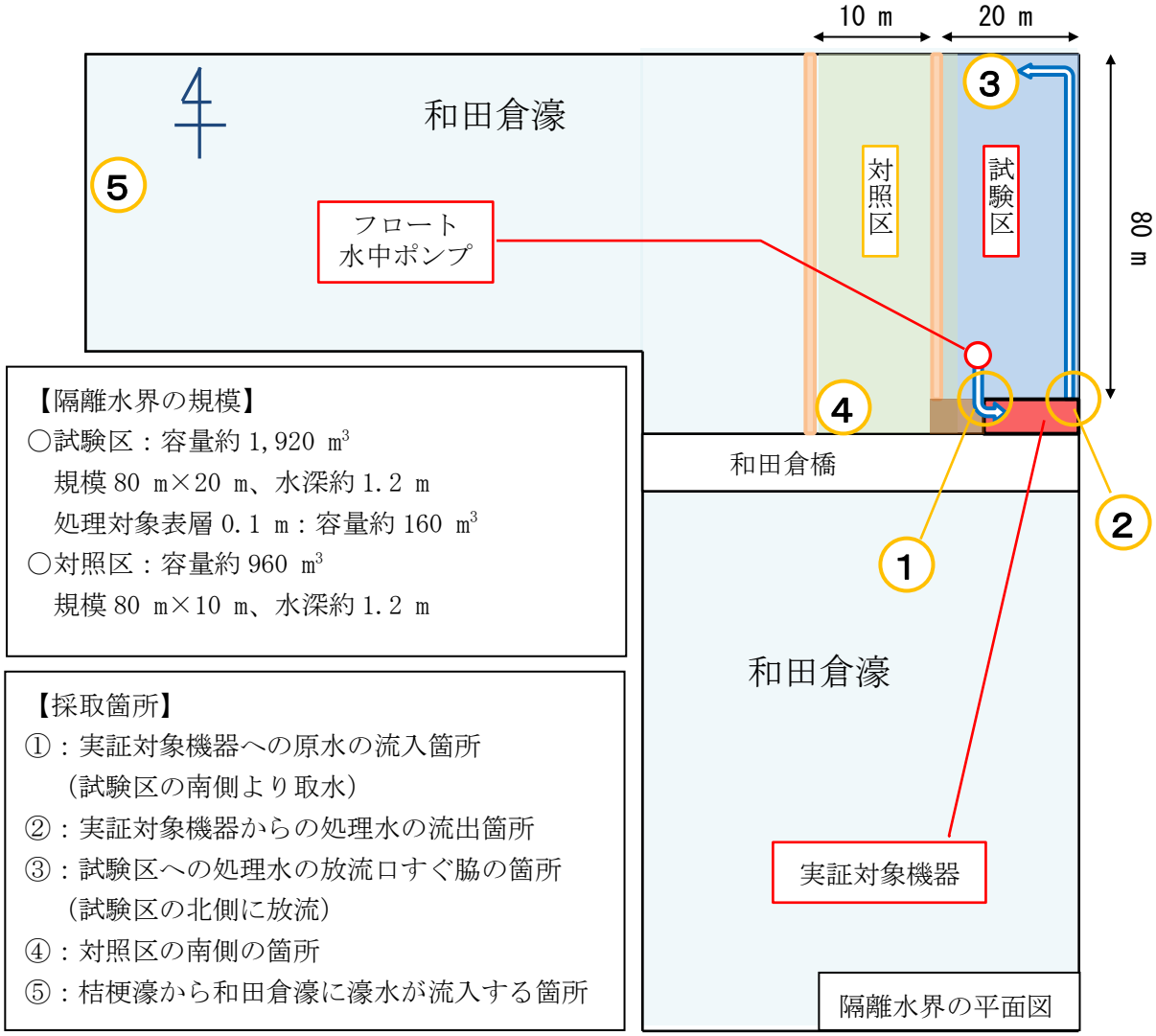


図 4-5　和田倉濠における試料水の採取位置

図 4-6　試料採取の風景

（３）分析方法

分析項目の分析方法を表 4-5 に示した。

表 4-5　分析項目、分析方法

分析項目	分　析　方　法
SS	昭和 46 年環告第 59 号付表 9 重量法
クロロフィル-a	アセトン抽出による吸光光度法
COD	JIS K 0102 17.
pH	JIS K 0102 12.1
DO	DO 計による現地測定
透視度	透視度計による測定
全窒素	JIS K 0102 45.6
全リン	JIS K 0102 46.3.4

なお、採取箇所②の処理水については、10 分静置した後の上澄みの部分を用いて分析した。

図 4-7　処理水を 10 分静置した状態

（４）機器校正の方法と実施日

DO 計、pH 計は、標準液等により使用前後に校正を行った。

秤量に用いた天秤は、定期的に外部校正を行った機器を使用した。

５　実証結果と検討

５．１　各調査項目の結果

（１）実証項目の結果と改善率の達成

実証項目であるクロロフィル-a と全リンの試験結果及び改善率を表 5-1 に示す。なお、台風の影響によりフェンスの一部が破損していた 9 月 10 日の結果は除外し評価した。フェンスの破損は 9 月 10 日～9 月 11 日に修復した。

8 月 19 日の運転条件（取水量 0.12 m^3/min、凝集剤注入量 13.0 L/日（モル比※1 約 70)、紫外線ランプ 3 本）では改善が見られなかったが、運転条件を変更（凝集剤注入量 25.9 L/日（モル比※1 約 140)、紫外線ランプ 6 本）した 9 月 2 日は改善がみられた。さらに運転条件を変更（取水量 0.20 m^3/min、凝集剤注入量 43.2 L/日（モル比※1 約 215)）した 9 月 17 日～10 月 7 日の平均値から求めた改善率ではクロロフィル-a が 45%、全リンが 32%を示した（資料編 32 頁（６）試験期間中の運転条件を参照)。なお、8 月 21 日～10 月 7 日の試験期間中の改善率は 80%を達成できなかったが、アオコレベル 1 の条件下でも改善効果が確認された。特に対照区でクロロフィル-a が 26 μg/L に増加した 10 月 7 日には、62%に向上したことが確認された。

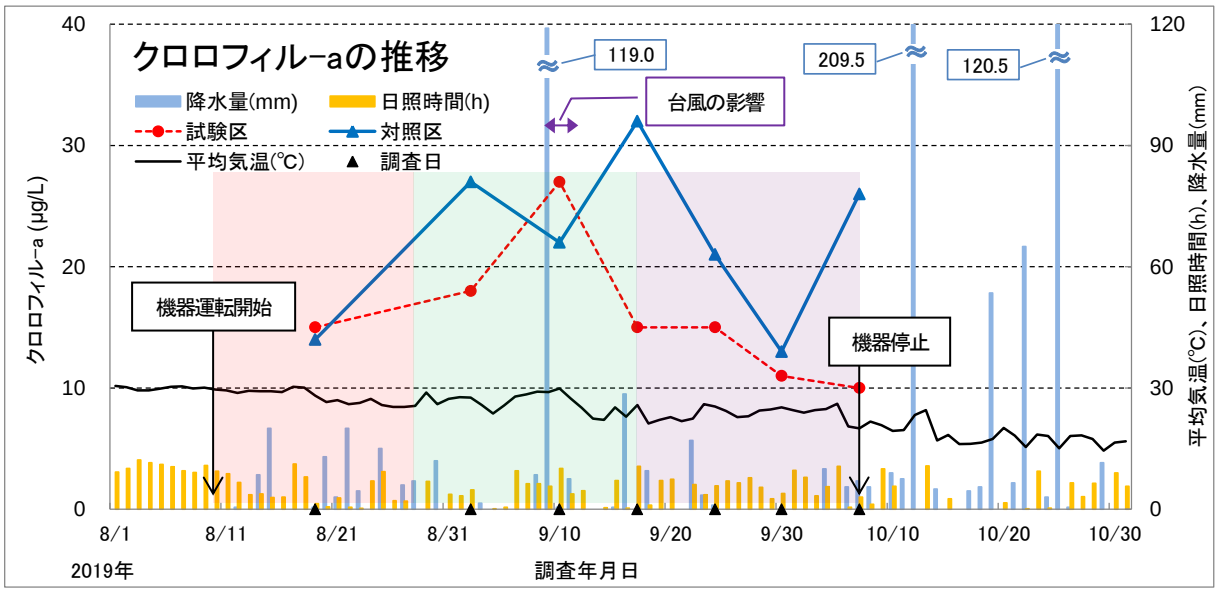
※1　リンに対するアルミニウムの物質量（mol）の割合、各試験期間における試験区の全リン濃度平均値（0.024～0.037 mg/L と低濃度）を用いて試算。なお、通常の下水処理の流入下水の全リン濃度 5 mg/L 程度に対する一般的なモル比 0.5～1 と比べるとリンに対するアルミニウムの割合が高い条件で実証対象機器を運転した。

表 5-1　クロロフィル-a と全リンの試験結果及び改善率

<table>
<tr><th rowspan="2">調査日
令和元年</th><th colspan="4">実証項目　濃度※2</th><th colspan="2" rowspan="2">算出した改善率</th><th rowspan="2">目標値</th><th colspan="3">運転条件</th></tr>
<tr><th colspan="2">試験区</th><th colspan="2">対照区</th><th>取水量</th><th>凝集剤注入量</th><th>紫外線ランプ</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">クロロフィル-a（μg/L）</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>8 月 19 日</td><td colspan="2">15</td><td colspan="2">14</td><td colspan="2">0%</td><td rowspan="5">改善率 80%以上</td><td rowspan="2">0.12 m^3/min</td><td>13.0 L/日</td><td>3 本</td></tr>
<tr><td>9 月 2 日</td><td colspan="2">18</td><td colspan="2">27</td><td colspan="2">33%</td><td>25.9 L/日</td><td rowspan="5">6 本</td></tr>
<tr><td>9 月 17 日</td><td>15</td><td rowspan="4">平均値 13</td><td>32</td><td rowspan="4">平均値 23</td><td>53%</td><td rowspan="4">45%</td><td rowspan="4">0.20 m^3/min</td><td rowspan="4">43.2 L/日</td></tr>
<tr><td>9 月 24 日</td><td>15</td><td>21</td><td>29%</td></tr>
<tr><td>9 月 30 日</td><td>11</td><td>13</td><td>15%</td></tr>
<tr><td>10 月 7 日</td><td>10</td><td>26</td><td>62%</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">全リン（mg/L）</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>8 月 19 日</td><td colspan="2">0.048</td><td colspan="2">0.047</td><td colspan="2">0%</td><td rowspan="5">改善率 80%以上</td><td rowspan="2">0.12 m^3/min</td><td>13.0 L/日</td><td>3 本</td></tr>
<tr><td>9 月 2 日</td><td colspan="2">0.034</td><td colspan="2">0.045</td><td colspan="2">24%</td><td>25.9 L/日</td><td rowspan="5">6 本</td></tr>
<tr><td>9 月 17 日</td><td>0.026</td><td rowspan="4">平均値 0.024</td><td>0.042</td><td rowspan="4">平均値 0.035</td><td>38%</td><td rowspan="4">32%</td><td rowspan="4">0.20 m^3/min</td><td rowspan="4">43.2 L/日</td></tr>
<tr><td>9 月 24 日</td><td>0.033</td><td>0.037</td><td>11%</td></tr>
<tr><td>9 月 30 日</td><td>0.018</td><td>0.036</td><td>50%</td></tr>
<tr><td>10 月 7 日</td><td>0.017</td><td>0.024</td><td>29%</td></tr>
</table>

※2　実証対象機器の運転条件を「取水量 0.20 m^3/min、凝集剤注入量 43.2 L/日、紫外線ランプ 6 本」の設定にした 9 月 17 日～10 月 7 日の期間における濃度は平均値を求めて改善率を算出

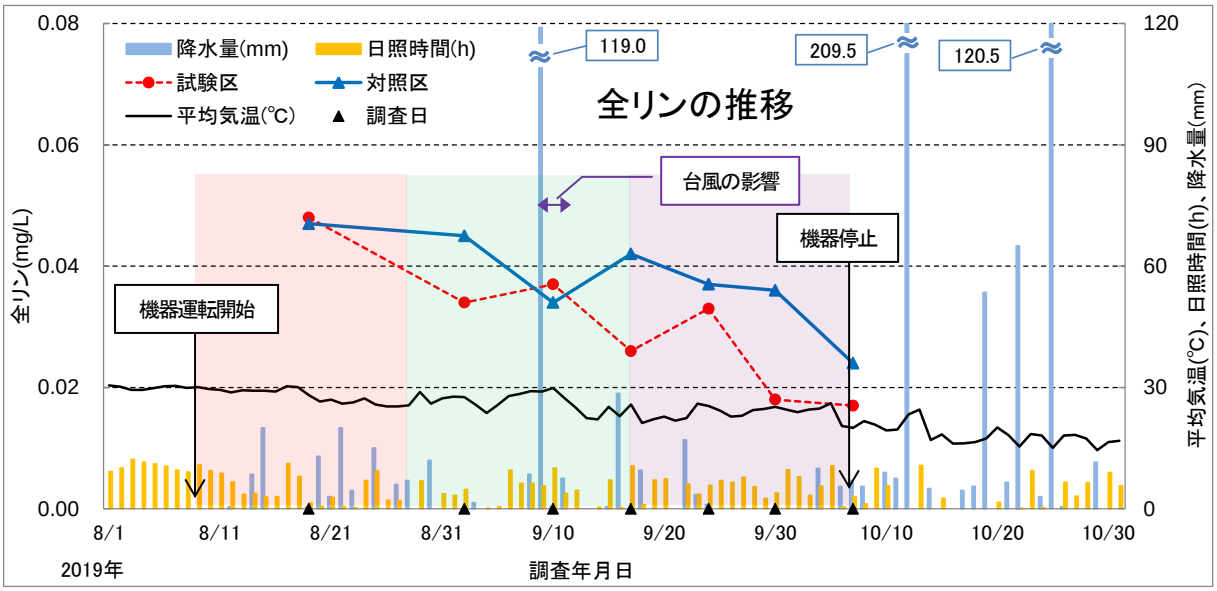
クロロフィル-a の推移（図 5-1-1）より、試験区では台風の影響を受けた 9 月 10 日を除くと 9 月 2 日以降は対照区と比べてクロロフィル-a と全リンが低い値で推移し改善効果が確認された。このことから実証対象技術は藻類の影響が低い水質（クロロフィル-a が 30 μg/L 程度）に対して、処理能力を有することが確認された。



※ 日照時間：直達日射量が 120 W/m² 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

：取水量 0.12 m³/min、凝集剤注入量 13.0 L/日、紫外線ランプ 3 本
：取水量 0.12～0.20 m³/min、凝集剤注入量 15.6～25.9 L/日、紫外線ランプ 6 本
：取水量 0.20 m³/min、凝集剤注入量 43.2 L/日、紫外線ランプ 6 本

図 5-1-1　クロロフィル-a と気象データの推移（令和元年 8 月～令和元年 10 月）



※ 日照時間：直達日射量が 120 W/m² 以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）

：取水量 0.12 m³/min、凝集剤注入量 13.0 L/日、紫外線ランプ 3 本
：取水量 0.12～0.20 m³/min、凝集剤注入量 15.6～25.9 L/日、紫外線ランプ 6 本
：取水量 0.20 m³/min、凝集剤注入量 43.2 L/日、紫外線ランプ 6 本

図 5-1-2　全リンと気象データの推移（令和元年 8 月～令和元年 10 月）

（２）参考項目（水域）の結果

試験区の透視度が 9 月 10 日以降は対照区と比べて高い値で推移し、COD が台風の影響を受けた 9 月 10 日を除くと 9 月 2 日以降は対照区と比べて低い値で推移し、改善効果が確認された。試験区の pH が 9 月 10 日以降は対照区と比べて低い傾向を示し、藻類の炭酸同化作用による pH 上昇の影響が小さかったと考えられた。

一方、全窒素については 9 月 24 日と 10 月 7 日の試験区で対照区と比べて高い値を示し、改善効果が確認されなかった。

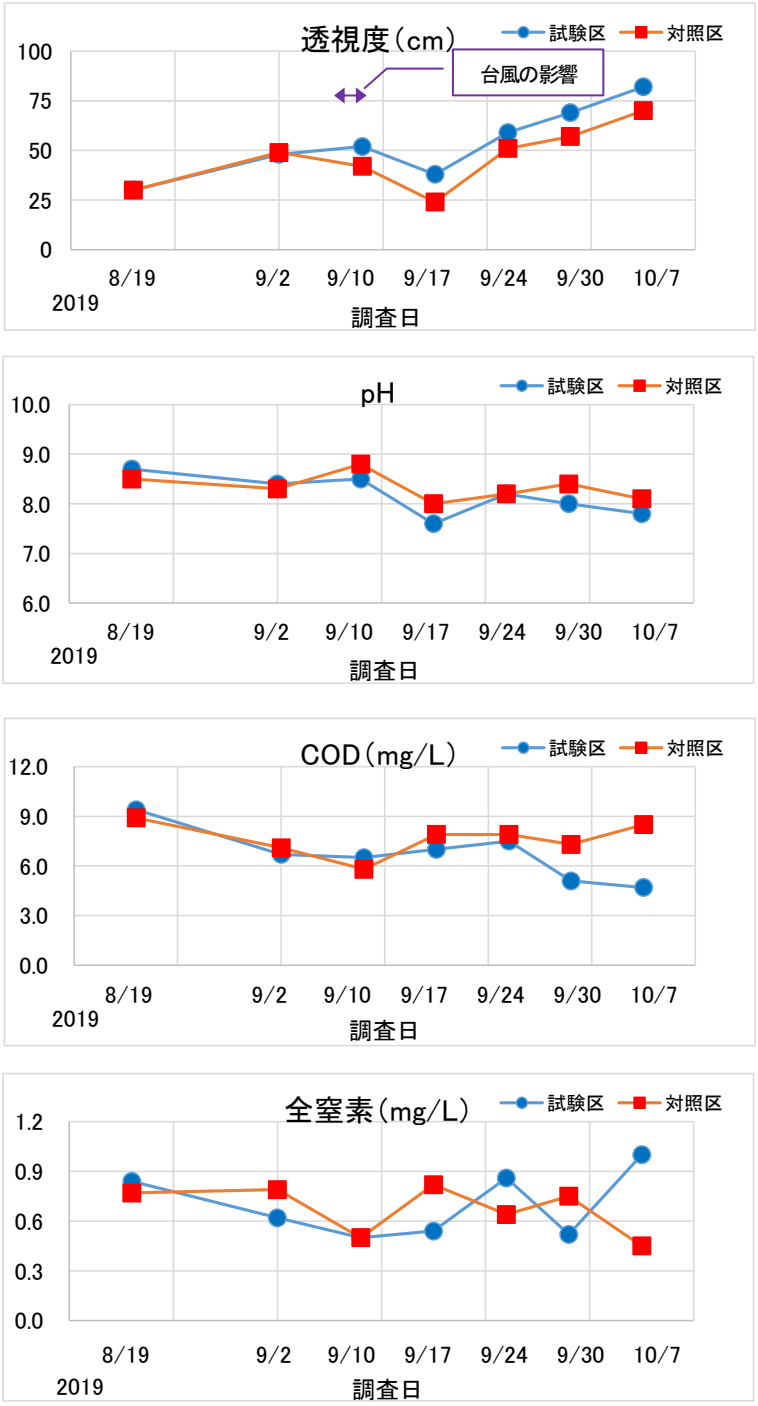


図 5-2　参考項目（透視度、pH、COD、全窒素）の推移（令和元年 8 月～令和元年 10

月）

（３）実証項目と参考項目の濃度低減率の結果

実証項目と参考項目の原水と処理水（10 分静置後の上澄み水を使用）の調査期間中の推移を図 5-3 に示す。処理水の透視度は原水より高い値で推移し、クロロフィル-a、全リン及び全窒素は低い値で推移した。原水と処理水の平均値より算出した濃度低減率では、クロロフィル-a が 86%、全リンが 76%、COD が 43%及び全窒素が 61%となり、実証対象機器による処理能力が確認された（資料編 30 頁（４）試験結果詳細を参照）。

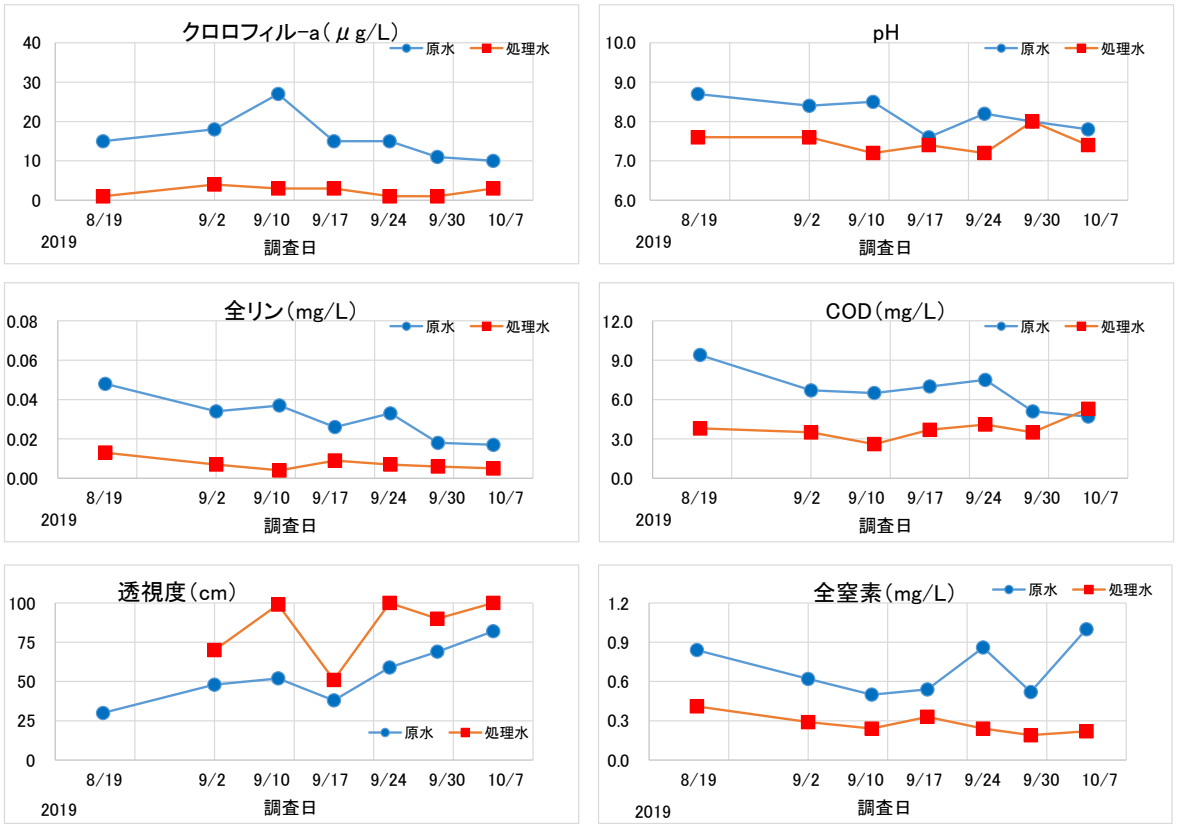


図 5-3　原水と処理水（10 分静置後の上澄み水）の各項目の推移

５．２　維持管理等の結果

（１）環境影響項目

・汚泥発生量：回収した汚泥発生量はなし。59 日間で凝集剤計 1,573 L を使用して発生した汚泥は試験区に放流した。

・廃棄物発生量：なし。

・におい：なし。

・騒音：発生なし。

・その他：使用した凝集剤は PAC であり、試験区への放出により底質中のアルミニウムが対照区と比べて約 16%増加した。なお、試験区においても対照区と同様に数多くの稚魚やコイ等が観察された。

表 5-2　底質中のアルミニウム

調査日	9 月 30 日
試験区	29,000 mg/kg
対照区	25,000 mg/kg

（２）使用資源項目

使用資源となるものは、電力使用量と凝集剤（PAC）であり、33.8 kWh/日（水中ポンプ 1 基と装置稼働）と 1,573 L（59 日間での合計量）であった。

（３）維持管理性能項目

本実証対象技術の消耗品は凝集剤であり凝集剤タンク（100 L）への補充が月 1 回必要である。また、処理槽内の清掃等は特に必要としないが、紫外線ランプ、凝集剤注入ポンプ、ブロワー及び水中ポンプの運転状況の確認と水質状況に応じた凝集剤添加量の調整が月 1 回程度必要である。

５．３　定性的所見

（１）水質所見

実証項目であるクロロフィル-a と全リンは試験区で改善を示した。参考項目である透視度、COD についても改善が確認された。また、実証対象機器の処理能力としてクロロフィル-a の濃度低減率は 80%以上であることが確認された。

（２）立ち上げに要する期間

①処理装置及びホース等の配管の現場配置・接続、②凝集剤の添加開始までに 1 日程度の作業が必要である。実証対象機器は電源を入れればすぐに稼働する。

（３）運転停止に要する期間

実証対象機器は電源を止めればすぐに停止する。

（４）維持管理に必要な技能・人員数

水質状況に応じた凝集剤添加量の調整には一定の技能を要するため、1 ヶ月に 1 回程度は申請者（1 名）による確認が必要である。

（５）維持管理マニュアルの評価

マニュアル等はユーザーが理解しやすい内容である。

５．４　異常値についての報告

試験期間中（8 月 26 日）に凝集剤注入ポンプが故障したが、修理対応することですぐに復帰した。

台風による強風（9 月 10 日）のため隔離水界のフェンスの一部が破損し流された。このことから、9 月 10 日の値は台風の影響を受けていると考えられるため、改善率の評価から除外した。フェンスの破損については 9 月 10 日～9 月 11 日に修復した。

５．５　他の実水域への適用可能性を検討する際の留意点

本技術は、アオコ発生の兆候がみられる 6 月頃から運転を開始し、10 月頃まで 24 時間運転する。

凝集剤である PAC を水域に放流するが生物相の増殖への影響は目視により確認されなかったものの、事前に対象水系の生物相の現状把握が必要である。

実水域に応じた処理装置の性能（規模、循環量、紫外線ランプ本数等）と凝集剤の添加量を設計するため、実水域の現場状況の確認（貯水量、流入量、流出量等）、設置現場の確認が必要である。

■　付　録

６　品質管理システムの監査

本実証が適切に実施されていることを確認するために、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従い、実証期間中に１回、本実証から独立している部門による内部監査を実施した。その結果、実証はマニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査の実施状況の概要を付表1-1に示す。

付表1-1　内部監査の実施概要

内部監査実施日	令和3年2月25日（木）
内部監査実施者	管理本部　総務課ISO担当
被監査部署	実証に係る全部署
内部監査結果	品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。

■　資　料　編

○実証試験の状況

（１）現地測定の様子

ＤＯ計によるＤＯ測定

透視度計による透視度測定

（２）実証対象機器稼働時の水生生物の様子

【令和元年９月１日】

試験区で鯉を確認

【令和元年９月 24 日】

試験区で小魚の群れを確認

○実証試験データの補足

（１）試験結果詳細（本編 5.1 関連）

試験結果一覧表（令和元年 8 月 19 日～令和元年 10 月 7 日）

①原水（試験区（南側）の水質）

地点名			①原水(試験区(南側)の水質)						
調査日			2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7
採取時間			13:55	11:45	10:00	11:30	12:30	10:40	9:40
現地観測	水深	m	－	1.1	－	1.2	1.1	1.1	1.1
	アオコレベル		1	1	1	1	1	1	1
	気温	℃	31.9	32.0	35.0	32.2	30.1	25.0	21.0
	水温	℃	31.8	29.8	29.0	26.5	26.5	24.0	22.0
	透視度	cm	30	48	52	38	59	69	82
	pH(上層)	－	8.2	7.8	－	7.9	8.1	8.1	8.1
	pH(下層)	－	8.3	7.9	－	7.4	9.4	8.4	8.7
	DO(上層)	mg/L	7.6	8.8	－	7.4	9.4	8.4	8.7
	DO(下層)	mg/L	7.6	8.7	－	7.6	9.6	9.6	8.7
水質分析	pH	－	8.7	8.4	8.5	7.6	8.2	8.0	7.8
	COD	mg/L	9.4	6.7	6.5	7.0	7.5	5.1	4.7
	全窒素	mg/L	0.84	0.62	0.50	0.54	0.86	0.52	1.00
	全リン	mg/L	0.048	0.034	0.037	0.026	0.033	0.018	0.017
	クロロフィル-a	μg/L	15	18	27	15	15	11	10

②処理水（10 分静置後の上澄み水）

地点名			②処理水(10分静置後の上澄み水)						
調査日			2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7
採取時間			14:00	11:55	9:45	11:50	12:15	13:35	11:55
現地観測	気温	℃	31.9	32.0	35.0	32.2	30.1	30.5	22.5
	水温	℃	31.5	29.6	29.2	27.0	26.5	26.5	23.5
	透視度	cm	－	70	99	51	100	90	100
水質分析	pH	－	7.6	7.6	7.2	7.4	7.2	8.0	7.4
	COD	mg/L	3.8	3.5	2.6	3.7	4.1	3.5	5.3
	全窒素	mg/L	0.41	0.29	0.24	0.33	0.24	0.19	0.22
	全リン	mg/L	0.013	0.007	0.004	0.009	0.007	0.006	0.005
	クロロフィル-a	μg/L	1	4	3	3	1	1	3

③試験区（北側）の処理水放流口周囲の水質

地点名			③試験区(北側)の処理水放流口周囲の水質						
調査日			2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7
採取時間			14:20	12:40	－	12:50	12:00	14:10	13:25
現地観測	気温	℃	31.5	30.5	－	31.8	30.8	29.5	24.5
	水温	℃	31.8	29.2	－	27.4	26.5	27.0	23.5
水質分析	pH	－	7.8	7.8	－	7.5	7.4	8.5	7.5
	COD	mg/L	4.3	4.4	－	3.8	3.7	6.1	5.5
	全窒素	mg/L	0.61	0.43	－	0.60	0.26	0.54	0.21
	全リン	mg/L	0.012	0.011	－	0.011	0.007	0.023	0.004
	クロロフィル-a	μg/L	3	6	－	3	1	10	3

④対照区（南側）の水質

地点名			④対照区(南側)の水質						
調査日			2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7
採取時間			12:05	12:15	12:25	12:10	12:38	13:50	12:10
現地観測	水深	m	－	1.1	1.4	1.3	1.1	1.1	1.1
	アオコレベル		1	1	1	1	1	1	1
	気温	℃	30.9	32.0	39.5	32.2	30.1	31.5	22.5
	水温	℃	30.8	29.8	33.5	27.5	26.4	27.0	23.4
	透視度	cm	30	49	42	24	51	57	70
	pH(上層)	－	8.2	8.3	8.2	8.0	8.6	8.6	8.1
	pH(下層)	－	8.3	8.2	8.4	7.8	8.4	8.4	7.9
	DO(上層)	mg/L	7.6	9.2	9.9	7.5	9.4	8.4	8.6
	DO(下層)	mg/L	7.6	8.3	10.3	6.8	9.3	9.3	8.7
水質分析	pH	－	8.5	8.3	8.8	8.0	8.2	8.4	8.1
	COD	mg/L	8.9	7.1	5.8	7.9	7.9	7.3	8.5
	全窒素	mg/L	0.77	0.79	0.50	0.82	0.64	0.75	0.45
	全リン	mg/L	0.047	0.045	0.034	0.042	0.037	0.036	0.024
	クロロフィル-a	μg/L	14	27	22	32	21	13	26

⑤和田倉濠の水質

地点名			⑤和田倉濠の水質						
調査日			2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7
採取時間			12:20	13:05	12:45	13:30	13:13	14:20	13:10
現地観測	水深	m	1.3	1.4	1.9	2.1	1.6	1.9	1.9
	アオコレベル		1	1	1	1	1	1	1
	気温	℃	30.0	30.5	37.5	30.5	31.0	29.5	24.5
	水温	℃	30.0	28.8	31.5	26.8	26.8	26.2	23.5
	透視度	cm	31	33	46	60	56	43	47
水質分析	pH	－	8.6	8.6	8.7	8.1	8.4	8.1	8.5
	COD	mg/L	9.5	7.6	6.1	6.4	7.7	8.1	7.7
	全窒素	mg/L	0.92	0.60	0.51	0.62	0.88	0.54	0.77
	全リン	mg/L	0.055	0.037	0.033	0.027	0.034	0.030	0.030
	クロロフィル-a	μg/L	15	24	24	12	18	16	4

（２）試験結果詳細（本編 5.1 関連）

試験期間中の実証項目の改善率（令和元年 8 月 19 日～令和元年 10 月 7 日）

クロロフィル-a(μg/L)								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値(9/17～10/7)※
試験区	15	18	27	15	15	11	10	13
対照区	14	27	22	32	21	13	26	23
改善率(%)	0	33	0	53	29	15	62	45

全リン(mg/L)								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値(9/17～10/7)※
試験区	0.048	0.034	0.037	0.026	0.033	0.018	0.017	0.024
対照区	0.047	0.045	0.034	0.042	0.037	0.036	0.024	0.035
改善率(%)	0	24	0	38	11	50	29	32

※　実証対象機器の運転条件を「取水量 0.20 m^3/min、凝集剤注入量 暫定モル比 1.0、紫外線ランプ 6 本」の設定にした。

（３）試験結果詳細（本編 5.1 関連）

試験期間中の参考項目（水域）の改善率

（令和元年 8 月 19 日～令和元年 10 月 7 日）

透視度								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値(9/17～10/7)※
試験区	30.0	48.0	52.0	38.0	59.0	69.0	82.0	62.0
対照区	30.0	49.0	42.0	24.0	51.0	57.0	70.0	50.5
改善率(%)	0.0	0.0	23.8	58.3	15.7	21.1	17.1	23

pH								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値(9/17～10/7)※
試験区	8.7	8.4	8.5	7.6	8.2	8.0	7.8	7.9
対照区	8.5	8.3	8.8	8.0	8.2	8.4	8.1	8.2
改善率(%)	－	－	－	－	－	－	－	－

COD(mg/L)								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値(9/17～10/7)※
試験区	9.4	6.7	6.5	7.0	7.5	5.1	4.7	6.1
対照区	8.9	7.1	5.8	7.9	7.9	7.3	8.5	7.9
改善率(%)	0	6	0	11	5	30	45	23

全窒素(mg/L)								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値(9/17～10/7)※
試験区	0.84	0.62	0.50	0.54	0.86	0.52	1.00	0.73
対照区	0.77	0.79	0.50	0.82	0.64	0.75	0.45	0.67
改善率(%)	0	22	0	34	0	31	0	0

※　実証対象機器の運転条件を「取水量 0.20 m^3/min、凝集剤注入量 暫定モル比 1.0、紫外線ランプ 6 本」の設定にした。

（４）試験結果詳細（本編 5.1 関連）

試験期間中の実証項目と参考項目の濃度低減率

（令和元年 8 月 19 日～令和元年 10 月 7 日）

クロロフィル-a（μg/L）								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値
原水	15	18	27	15	15	11	10	16
処理水（10分静置後の上澄み水）	1	4	3	3	1	1	3	2
濃度低減率(%)	93	78	89	80	93	91	70	86

全リン（mg/L）								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値
原水	0.048	0.034	0.037	0.026	0.033	0.018	0.017	0.030
処理水（10分静置後の上澄み水）	0.013	0.007	0.004	0.009	0.007	0.006	0.005	0.007
濃度低減率(%)	73	79	89	65	79	67	71	76

透視度(cm)								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値
原水	30.0	48.0	52.0	38.0	59.0	69.0	82.0	54.0
処理水（10分静置後の上澄み水）	–	70.0	99.0	51.0	100.0	90.0	100.0	85.0
濃度低減率(%)	–	–	–	–	–	–	–	–

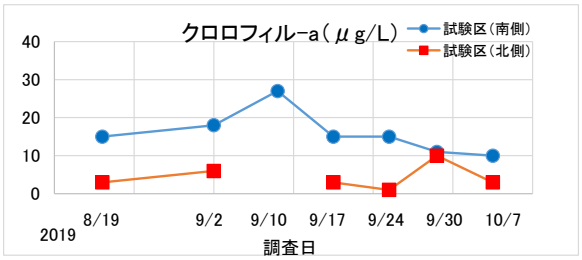
pH								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値
原水	8.7	8.4	8.5	7.6	8.2	8.0	7.8	8.2
処理水（10分静置後の上澄み水）	7.6	7.6	7.2	7.4	7.2	8.0	7.4	7.5
濃度低減率(%)	–	–	–	–	–	–	–	–

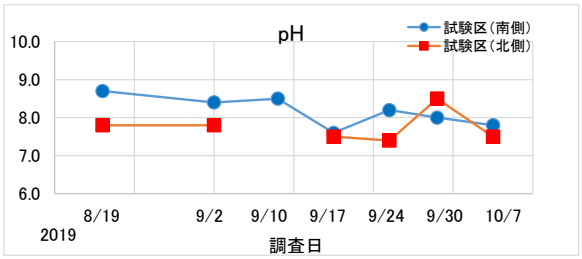
COD（mg/L）								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値
原水	9.4	6.7	6.5	7.0	7.5	5.1	4.7	6.7
処理水（10分静置後の上澄み水）	3.8	3.5	2.6	3.7	4.1	3.5	5.3	3.8
濃度低減率(%)	60	48	60	47	45	31	0	43

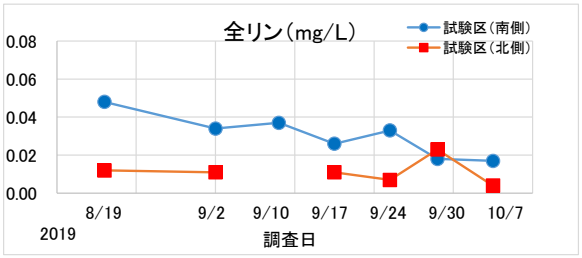
全窒素（mg/L）								
調査日	2019/8/19	2019/9/2	2019/9/10	2019/9/17	2019/9/24	2019/9/30	2019/10/7	平均値
原水	0.84	0.62	0.50	0.54	0.86	0.52	1.00	0.70
処理水（10分静置後の上澄み水）	0.41	0.29	0.24	0.33	0.24	0.19	0.22	0.27
濃度低減率(%)	51	53	52	39	72	63	78	61

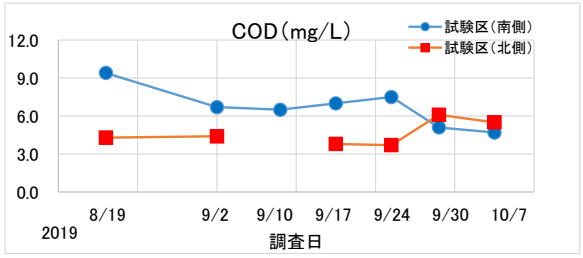
（５）試験結果詳細（本編 5.1 関連）

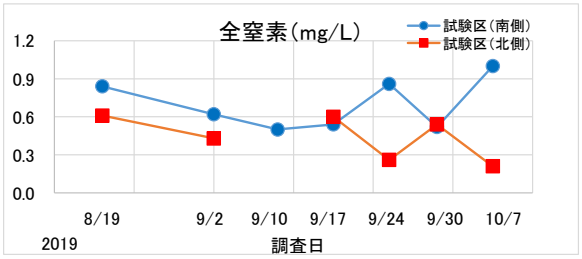
【試験区の南側（①）と北側（③）の各項目の推移】



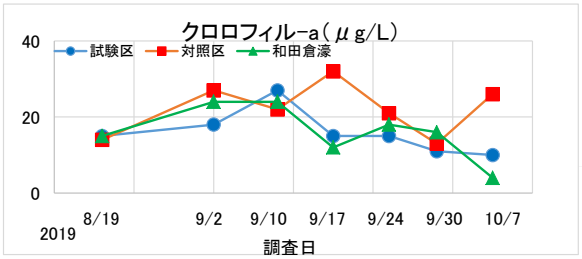


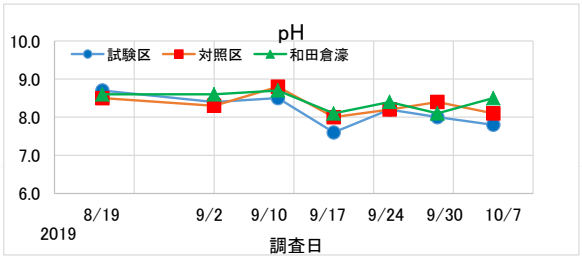


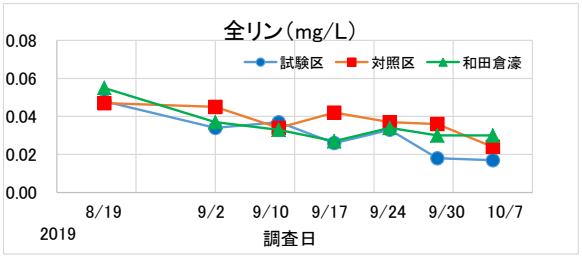


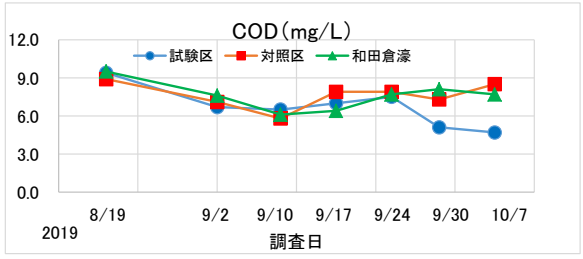


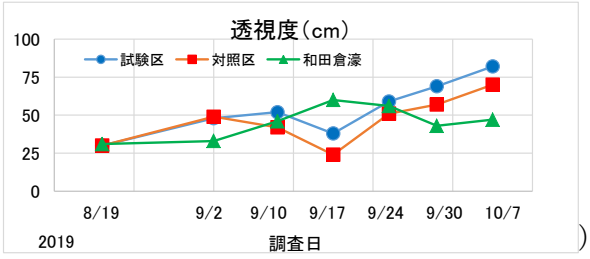
【①試験区、④対照区、⑤和田倉濠（外界）の推移】

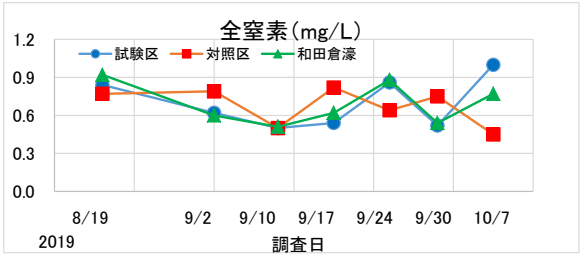












機器	試験期間	運転条件	合計
取水量	8 月 10 日～9 月 11 日(33 日)	0.12 m^3/min(172.8 m^3/日)	5,702 m^3
	9 月 12 日～10 月 7 日(26 日)	0.20 m^3/min(288 m^3/日)に増加	7,488 m^3
エアーポンプ	8 月 10 日～10 月 7 日(59 日)	4 台	-
凝集剤注入量※	8 月 10 日～9 月 1 日(23 日)	13.0 L/日（暫定モル比 0.5）（実際のモル比 約 70）	298 L
	9 月 2 日～9 月 9 日(8 日)	25.9 L/日（暫定モル比 1.0）（実際のモル比 約 140）	207 L
	9 月 10 日～9 月 11 日(2 日)	15.6 L/日（暫定モル比 0.6）（実際のモル比 約 97）	31 L
	9 月 12 日～9 月 16 日(5 日)	25.9 L/日（暫定モル比 0.6）（実際のモル比 約 97）	130 L
	9 月 17 日～10 月 7 日(21 日)	43.2 L/日（暫定モル比 1.0）（実際のモル比 約 215）	907 L
紫外線ランプ	8 月 10 日～8 月 27 日(18 日)	3 本	-
	8 月 28 日～10 月 7 日(41 日)	6 本に増加	-

※暫定モル比：リンに対するアルミニウムの割合、暫定モル比=1 は湖沼水 1 m^3 に対して PAC150 mL 添加に相当する（暫定的に流入下水の全リン濃度を 5 mg/L と仮定して試算）。

実際のモル比：リンに対するアルミニウムの物質量（mol）の割合、各試験期間における試験区の全リン濃度平均値を用いて試算。

なお、試験期間中の実証試験場所（試験区）の全リン濃度は、暫定的に仮定した全リン濃度（5 mg/L）の 100 分の 1 以下と低濃度（0.017～0.048 mg/L）のため、実際のモル比は 70～215 となり、通常の下水処理の流入下水の全リン濃度 5 mg/L 程度に対する一般的なモル比 0.5～1 と比べるとリンに対するアルミニウムの割合が高い条件で実証対象機器を運転した。

（７）実証対象機器の消耗品（本編 2.2, 5.2 関連）

消耗品等一覧表

項　　目	単位	使用量等
電力等消費量	kWh／59 日	1,997
凝集剤	L／59 日	1,573

（８）アオコ発生レベルの判断方法（本編 3.3 関連）

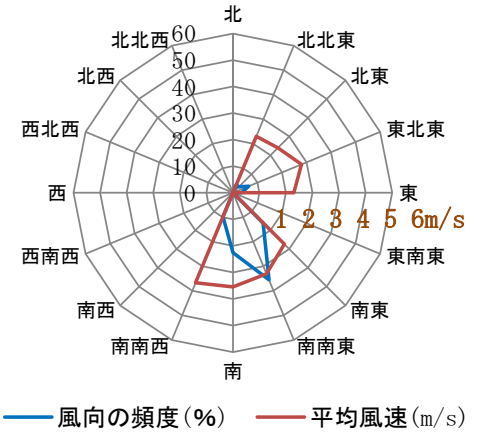
『28 年度　第 2 回皇居外苑濠水環境管理検討会』提供資料における
アオコ発生レベルの判断方法（目視判断基準の凡例）

アオコ発生レベル	状態	参考画像
1	うっすらと緑がかる状態。	
2	全域の緑が濃くなる。	
3	水面に濃淡が生じる。 違和感と異臭	
4	風に吹き寄せられたアオコが水面に層を成す。 違和感と腐敗臭	

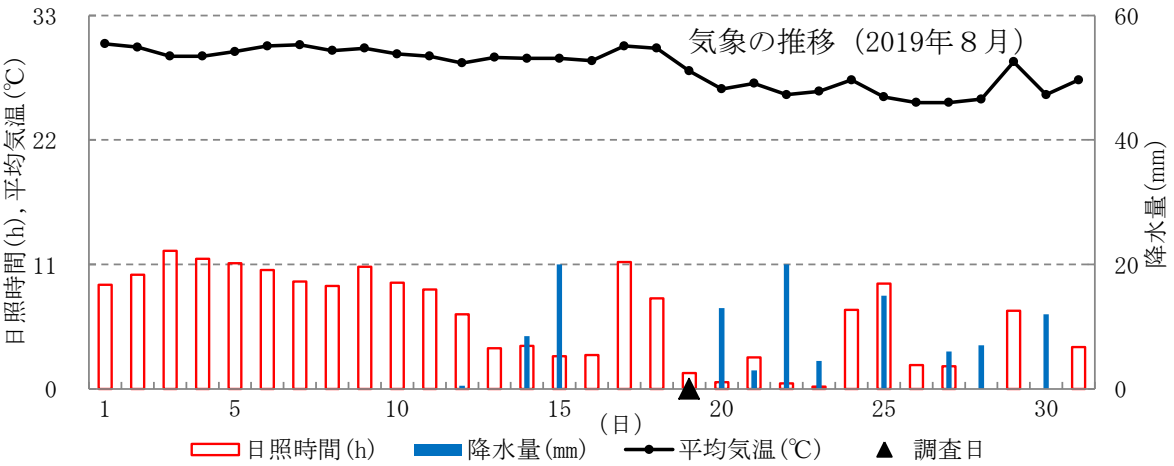
（9）気象データ

試験場所近傍の気象データ及び風配図　（■：調査日）アメダス東京（東京都）

日	2019年８月							
	降水量（mm）	平均気温（℃）	日照時間（h）	平均風速（m/s）	最多風向	風向	風向の頻度（%）	平均風速（m/s）
1		30.5	9.2	2.5	南	北	0.0	0.0
2		30.2	10.1	2.7	南	北北東	3.2	2.3
3		29.4	12.2	2.9	南南東	北東	3.2	2.4
4		29.4	11.5	2.8	南南東	東北東	6.5	2.8
5		29.8	11.1	3.0	南南東	東	3.2	2.3
6		30.3	10.5	3.8	南	東南東	0.0	0.0
7		30.4	9.5	3.1	南南東	南東	16.1	2.7
8		29.9	9.1	2.8	南南東	南南東	35.5	3.3
9		30.1	10.8	3.3	南南東	南	22.6	3.5
10		29.6	9.4	3.2	南	南南西	9.7	3.7
11	0.0	29.4	8.8	2.8	南東	南西	0.0	0.0
12	0.5	28.8	6.6	2.6	南東	西南西	0.0	0.0
13	0.0	29.3	3.6	2.6	南東	西	0.0	0.0
14	8.5	29.2	3.8	3.8	南南東	西北西	0.0	0.0
15	20.0	29.2	2.9	6.4	南南東	北西	0.0	0.0
16	0.0	29.0	3.0	7.1	南	北北西	0.0	0.0
17		30.3	11.2	3.7	南南東	風配図（2019年08月）		
18		30.1	8.0	2.4	東北東			
19	0.5	28.1	1.4	3.2	東北東			
20	13.0	26.5	0.6	2.3	東			
21	3.0	27.0	2.8	2.9	南東			
22	20.0	26.0	0.5	2.3	北北東			
23	4.5	26.3	0.2	3.0	南			
24	0.0	27.3	7.0	2.5	南			
25	15.0	25.8	9.3	2.5	南南東			
26	0.0	25.3	2.1	2.8	南東			
27	6.0	25.3	2.0	2.4	北東			
28	7.0	25.6	0.0	4.4	南南西			
29	0.0	28.9	6.9	3.4	南南西			
30	12.0	26.0	0.0	3.2	南南西			
31	0.0	27.3	3.7	2.1	南南東			



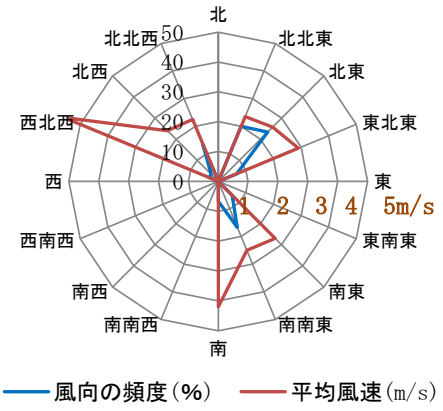
日照時間：直達日射量が120 W/m^{2}以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



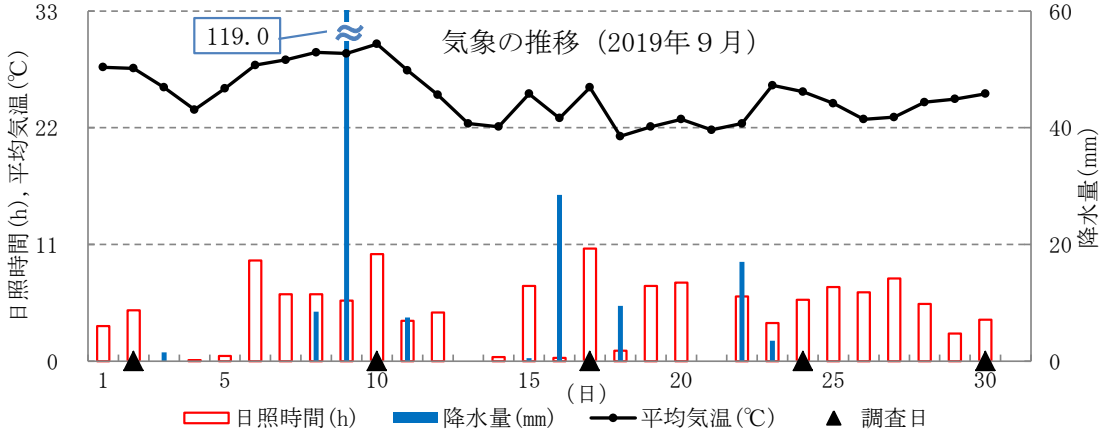
試験場所近傍の気象データ及び風配図　（■：調査日）アメダス東京(東京都)

日	2019年９月 降水量(mm)	平均気温(℃)	日照時間(h)	平均風速(m/s)	最多風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1	0.0	27.7	3.3	2.3	南東	北	0.0	0.0
2		27.6	4.8	2.4	南南東	北北東	20.0	2.4
3	1.5	25.8	0.0	2.6	北東	北東	23.3	2.6
4	0.0	23.7	0.1	2.5	北東	東北東	6.7	2.9
5		25.7	0.5	1.8	北北東	東	0.0	0.0
6		27.9	9.5	2.8	南南東	東南東	0.0	0.0
7	0.0	28.4	6.3	2.7	南南東	南東	6.7	2.7
8	8.5	29.1	6.3	3.1	南東	南南東	16.7	2.5
9	119.0	29.0	5.7	5.6	西北西	南	6.7	4.2
10	0.5	29.9	10.1	2.4	北北西	南南西	0.0	0.0
11	7.5	27.4	3.8	2.4	北西	南西	0.0	0.0
12		25.1	4.6	3.1	東北東	西南西	0.0	0.0
13		22.4	0.0	2.8	北東	西	0.0	0.0
14	0.0	22.1	0.4	2.1	北北西	西北西	3.3	5.6
15	0.5	25.2	7.1	2.7	北北東	北西	3.3	2.4
16	28.5	22.9	0.3	2.2	北北西	北北西	13.3	2.3
17		25.8	10.6	2.7	東北東			
18	9.5	21.2	1.0	2.4	北北東			
19	0.0	22.1	7.1	2.7	北北東			
20	0.0	22.8	7.4	2.4	北東			
21	0.0	21.8	0.0	2.3	北北東			
22	17.0	22.4	6.1	2.3	北北西			
23	3.5	26.0	3.6	5.5	南			
24	1.0	25.4	5.8	2.6	北東			
25	0.0	24.3	7.0	2.6	北東			
26		22.8	6.5	2.5	北東			
27		23.0	7.8	2.2	南南東			
28		24.4	5.4	2.9	南			
29	0.0	24.7	2.6	2.4	南南東			
30		25.2	3.9	2.2	北北東			

風配図（2019年09月）



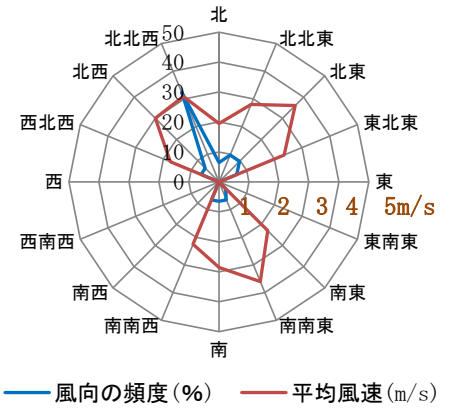
日照時間：直達日射量が120 W/m^{2}以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



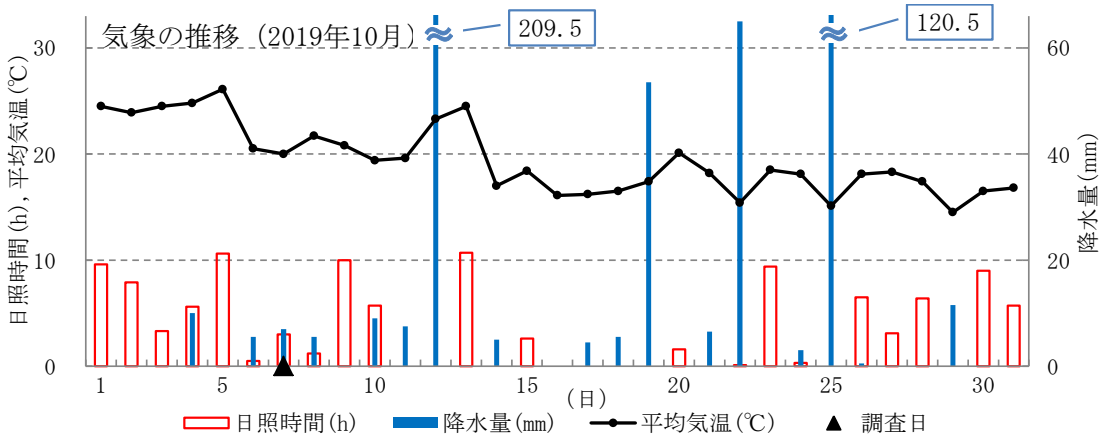
試験場所近傍の気象データ及び風配図　（■：調査日）アメダス東京(東京都)

日	2019年10月 降水量(mm)	平均気温(℃)	日照時間(h)	平均風速(m/s)	最多風向	風向	風向の頻度(%)	平均風速(m/s)
1		24.5	9.6	2.3	南東	北	6.5	2.0
2		23.9	7.9	2.2	南南東	北北東	9.7	2.8
3	0.0	24.5	3.3	3.9	南	北東	9.7	3.6
4	10.0	24.8	5.6	5.0	南南東	東北東	6.5	2.4
5		26.1	10.6	3.7	北西	東	0.0	0.0
6	5.5	20.5	0.5	3.1	北東	東南東	0.0	0.0
7	7.0	20.0	3.0	2.3	北北西	南東	3.2	2.3
8	5.5	21.7	1.2	2.4	南南西	南南東	6.5	3.6
9		20.8	10.0	3.5	北北西	南	6.5	2.9
10	9.0	19.4	5.7	2.7	北北西	南南西	6.5	2.3
11	7.5	19.6	0.0	2.7	北北西	南西	0.0	0.0
12	209.5	23.3	0.0	5.5	北東	西南西	0.0	0.0
13	0.0	24.5	10.7	4.4	北北西	西	0.0	0.0
14	5.0	17.0	0.0	3.0	北北西	西北西	6.5	1.8
15	0.0	18.4	2.6	2.8	東北東	北西	6.5	3.0
16	0.0	16.1	0.0	2.2	北東	北北西	32.3	3.1
17	4.5	16.2	0.0	1.8	北			
18	5.5	16.5	0.0	2.5	北北東			
19	53.5	17.4	0.0	2.3	北西			
20	0.0	20.1	1.6	1.9	東北東			
21	6.5	18.2	0.0	2.8	北北東			
22	65.0	15.4	0.1	3.6	北北西			
23	0.0	18.5	9.4	2.1	西北西			
24	3.0	18.1	0.3	3.1	北北東			
25	120.5	15.1	0.0	3.9	北北西			
26	0.5	18.1	6.5	2.1	南南西			
27	0.0	18.3	3.1	2.1	北			
28	0.0	17.4	6.4	2.5	北北西			
29	11.5	14.5	0.0	2.3	北北西			
30		16.5	9.0	1.4	西北西			
31		16.8	5.7	1.8	南			

風配図（2019年10月）



日照時間：直達日射量が120 W/m^{2}以上である時間（直射光によって物体の影が認められる程度）



○用語の解説

用　　語	内　　容
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。本区分では、「湖沼等水質浄化技術」を指す。
実証試験	環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を客観的なデータとして示すための試験。
実証項目	実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。
参考項目	実証対象技術の性能や効果を測る上で参考となる項目を指す。
監視項目	運転状況を監視するため、また周囲への悪影響を未然に防ぐために監視する項目を指す。
運転及び維持管理記録	試験実施場所での運転及び維持管理のための作業について記録したものを指す。
ｐＨ	水素イオン濃度指数（Hydrogen Ion Concentration Index）の略で、水溶液の酸性、アルカリ性の度合いを表す指標。pH が 7 のときに中性、7 を超えるとアルカリ性、7 未満では酸性を示す。河川水は通常 pH6.5～8.5 を示すが、石灰岩地帯や工場排水等の人為汚染、夏季における植物プランクトンの光合成等の要因により酸性にもアルカリ性にも変化する。
ＤＯ	溶存酸素量（Dissolved Oxygen）の略で、水中に溶解している酸素の量を指し。一般に清浄な河川ではほぼ飽和値に達しているが、水質汚濁が進んで水中では溶存酸素濃度が低下する。一般に魚介類が生存するためには 3 mg/L 以上、好気性微生物が活発に活動するためには 2 mg/L 以上が必要で、それ以下では嫌気性分解が起こり、悪臭物質が発生する。
透視度	河川、排水等の透明の程度を示す清濁の指標。白の標識板に太さ 0.5 mm、間隔 1 mm の二重線で書いた十字（二重十字）が、初めて明らかに識別できるときの水層の高さで示す。単位は、10 mm（1 cm）を 1 cm または 1 度で示し、最大測定値は一般的に 100 cm（度）である。
ＣＯＤ	化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand）の略で、水中の有機物等を酸化するときに要する酸素の量をいい、湖沼や海域の閉鎖性水域における水質汚濁の指標。数値が大きいほど汚濁していることを示す。
全窒素	溶存窒素ガス（N_2）を除く窒素化合物全体の含有量のこと。無機態窒素と有機態窒素に分けられる。富栄養化によるプランクトンの異常増殖の要因となりアオコや赤潮等の発生原因となる。
全リン	リン化合物は窒素化合物と同様に、動植物の成長に欠かせない元素であるが、水中の濃度が高くなると水域の富栄養化を招く。全リン（総りんともいう）はリン化合物全体のことで、無機態リンと有機態リンに分けられる。全リンは河川には環境基準値がなく、湖沼・海域に定められている。富栄養化の目安としては、0.02 mg/L 程度とされている。
ｸﾛﾛﾌｨﾙｰa	植物細胞内にあり光合成を行う化学物質で葉緑素ともいう。植物プランクトンの指標となる。
改善率	環境技術による湖水の水質浄化において、技術を導入していない対照区に対する技術を導入した試験区の湖水水質濃度の比率（%）
濃度低減率	環境技術による湖水の水質浄化において、技術本体（実証対象機器）の性能を示す指標であり、処理前の原水に対する処理後の水質濃度を比率（%）で表す。

環境技術
実証事業

http://www.env.go.jp/policy/etv/

日本の水をきれいに

湖沼等水質浄化分野