

環境省
令和5年度環境技術実証事業

自然環境保全技術領域

実証報告書

令和6年3月

実証機関 : 一般社団法人埼玉県環境検査研究協会
実証対象技術名 : 水草除去・回収汎用船ハイドロモグ
実証申請者 : 株式会社テクアノーツ
実証番号 : 140-2307



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	2
3. 実証結果と考察	2
4. 参考情報	4
本編	5
1. 本事業の概要	5
1.1 目的	5
1.2 実証の定義	5
1.3 実証報告書の概要	5
2. 実証体制と実証参加者の責任分掌	6
3. 実証対象技術の概要及び仕様	8
3.1 実証対象技術の原理及びシステム構成	8
3.2 実証対象製品の仕様	11
3.3 消費エネルギー、消耗品、消耗材	11
3.4 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目	12
3.5 実証対象製品が必要とする条件の制御、注意事項	13
3.6 回収物及び廃棄物とその取扱い	15
3.7 実証対象製品の運転・維持管理に必要な使用者の技能	15
4. 既存データ	16
4.1 既存データ	16
4.2 既存データの活用	18
5. 実証（試験）方法	19
5.1 実証の全日程	19
5.2 試験実施場所の情報	20
5.3 監視項目	21
5.4 実証項目と参考項目	21
5.5 実証対象製品の操作及び維持管理	29
5.6 環境影響項目、運転及び維持管理項目	29
6. 試験結果及び考察	30
6.1 監視項目（気象条件）	30
6.2 実証項目	30
6.3 参考項目	33
6.4 環境影響項目、運転及び維持管理項目	38
7. 所見（実証結果のまとめ）	40
付録	41
1. 専門用語集	41
2. 品質管理に関する事項等の情報	43
2.1 データの品質管理	43
2.2 品質管理システムの監査	43
資料編	44
1. 気象条件の詳細（水質調査月）	44

全体概要

実証対象技術	水草除去・回収汎用船ハイドロモグ
実証申請者所在地	株式会社テクアノーツ 埼玉県川口市芝下一丁目1番3号
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
実証期間	令和5（2023）年12月11日～令和6（2024）年2月7日
技術の目的	実証対象技術は、人力だけでは除去が困難である水域において、効率的に水草を除去するとともに、湖沼等の生態系を健全化させることを目的とする。

1. 実証対象技術の概要





1.1 原理及び技術の目的（環境保全効果）、特徴

水草除去・回収汎用船である実証対象製品（下図）は、人力だけでは除去が困難である水域において、効率的に水草を除去することが可能であり、湖沼等の生態系を健全化させることに利用できる。また、実証対象製品では、オペレーターが目視によって除去植物をある程度選別することが可能であり、有用な水草・希少種等を守りながら、異常に繁茂した水草や外来種を選択的に除去することができる。さらには、水草の繁茂が過剰となった水域で見られる溶存酸素濃度の不足等の改善にも寄与することができ、水質保全上の管理も可能になると考えられる。なお、「ナガエツルノゲイトウは、南米原産の多年草であり、茎は千切れやすく、小さな節や根の断片から芽が再生する。刈り取り等の物理的防除では茎・根が断片化するため、被害を拡大させる。」ことに留意した検討が必要である。



図 実証対象製品の外観

1.2 実証対象製品の仕様、適用先（詳細は本編11～15頁参照）

サイズ (mm)	【水上】 全長：8,056、全幅：4,300、全高：2,300 【輸送時】 全長：10,000、全幅：2,500、全高：2,300			
重量	7,000 kg（乾燥重量）			
航行可能水深	50 cm 以上			
除去水深	水面から最大 3,500 mm まで			
適用可能な 主な水草の種類※	アタッチメント：クラムレイキ （つかみ取る形で水草を除去）		アタッチメント：ロティラー （地下茎の切断や掘り起こし等）	
	ナガエツルノゲイトウ 	オオバナミズキンバイ 	ハス 	スイレン 
他製品が適用可能な 主な水草の種類※	ヒシ、オオカナダモ、ハゴロモモ、ボタンウキクサ、オオサンショウモ			

※ナガエツルノゲイトウ等の切断された切れ端から繁殖するような水草は、アタッチメントにクラムレイキを使用して、なるべく切断せずにつかみ取る形で除去する。また、実証対象製品は、水域に密集している水草の除去に適しているが、ヒシやオオカナダモ等の密度が低い水草の除去には適していない。これらの水草には、申請者が販売している別の製品（令和4年度実証済み技術：アクアティックウィードハンター）が適している。

2. 実証の概要

2.1 実証の目的

本実証では、特定外来生物として指定されているナガエツルノゲイトウの繁茂が問題となっている国内の湖沼の流域河川を対象として、実証対象製品（アタッチメント：クラムレイキ）による水草の除去前後の面積をドローンによって計測した。また、実証対象製品と人力によって除去された水草の重量を比較することで、実証対象製品による水草の除去能力等を評価した。さらに、溶存酸素濃度を測定することで、除去による溶存酸素濃度の改善効果を確認した。

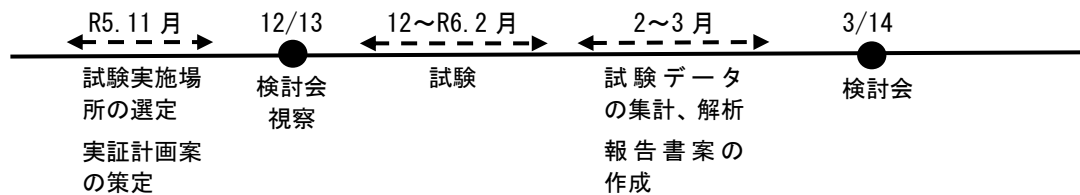
2.2 性能を示す項目及びその定量的値（実証項目及び実証する性能値）

実証項目	実証する性能（値）
実証対象製品による除去面積	試験期間中の平均で 100m ² /h 以上

2.3 試験実施場所

試験実施場所	印旛沼（西印旛沼）及びその流域河川（新川、高崎川）
水草の繁茂状況と除去対象	印旛沼やその流域河川に繁茂して問題となっている主な水草は、オニビシやナガエツルノゲイトウである。特にナガエツルノゲイトウは近年急速に繁殖しており、水質・生態系等への影響や、利水・治水関連施設の管理上の支障、農業・漁業被害、景観悪化等が懸念されている。 本試験ではナガエツルノゲイトウを除去（駆除）対象とした。

2.4 実証期間（スケジュール）



3. 実証結果と考察

3.1 監視項目（詳細は本編 30 頁参照）

調査当日においては、降雨は確認されなかった。初回の調査日（除去日）は日照時間が長く、光合成しやすい条件であった。2回目の調査時（除去から5日後）はやや日照時間が短かったため、光合成はしにくい条件であったと推測される。

3.2 実証項目及び参考項目（本編 30~37 頁参照）

下表に示すとおり、実証対象製品による1時間あたりの除去面積は199m²/hであり、実証する性能を満たした。実証対象製品は高効率に水草を除去することができると考えられた。なお、試験対象エリアの水草の密度（単位面積あたりの湿重量）は28.1kg/m²であった。

表 実証項目の結果（実証対象製品の除去能力）

除去面積 (m ²)	実証対象製品の稼働時間 (h)	1時間あたりの除去面積 (m ² /h)	実証する性能 (m ² /h)
275	1.38	199	100 以上



図 ドローンによる空撮画像（左：除去前、右：除去後、赤線は除去範囲を示す。）

下表に実証対象製品と人力による水草の除去重量を示す。実証対象製品では作業員1名・作業1時間あたりで5,600kgの水草を除去することが可能であったが、人力では49.6kgしか除去することができなかった。湿重量で比較した場合、作業員1名あたりの除去速度は、実証対象製品が人力の約113倍であり、実証対象製品の除去効率の高さが確認された。

表 実証対象製品と人力による水草の除去重量の比較

実証対象製品			人力		
除去重量※ (kg)	作業時間*** (h・人)	除去速度 (kg/h/人)	除去重量※ (kg)	作業時間*** (h・人)	除去速度 (kg/h/人)
7,730	1.38	5,600	2,230	45.0	49.6

※水草を陸揚げした時に測定した湿重量

***実証対象製品のオペレーター：1名、人力での除去等作業員：9名

除去から約2か月経過後も、実証対象製品・人力で除去したエリアについては、ともにナガエツルノゲイトウの再繁茂が見られなかった。

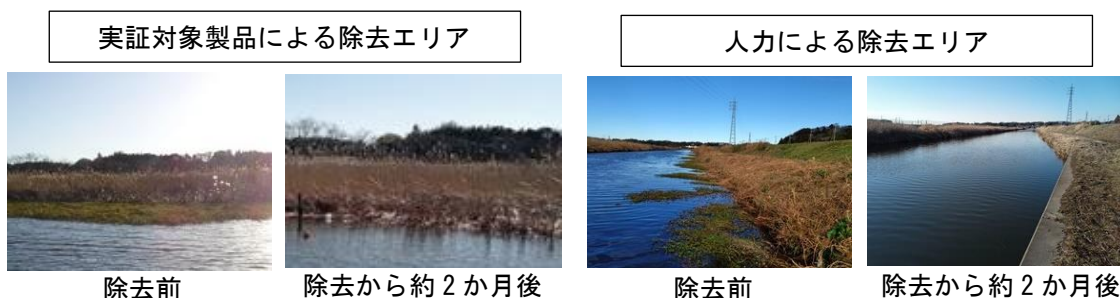


図 除去前後における水草の繁茂状況

下図のとおり、水草除去前においては、水草が表層に繁茂した試験区において、表層の溶存酸素量が対照区よりも低くなる傾向にあったが、除去後は試験区と対照区の差が小さくなった。

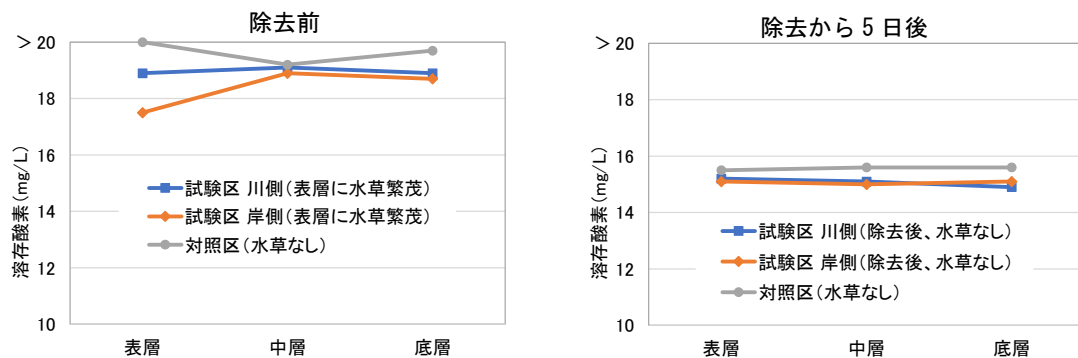


図 除去前後における溶存酸素量の変化

3.3 所見（詳細は本編40頁参照）

項目	所見
技術全体	実証対象製品は高効率に水草を除去可能であることが示された。本試験期間中にはナガエツルノゲイトウの再繁茂が見られなかったが、本実証と並行して昨今、物理防除後のナガエツルノゲイトウの再繁茂が課題として挙げられはじめており、防除効果については今回の冬の試験結果だけでは実証しきれていないことに留意すべきである。
その他	既存データにおいては、ナガエツルノゲイトウと生態が似ているオオバナミズキンバイを除去対象とした場合に、実証対象製品による除去効果が数年間持続することが示されている。なお、浅い水域等、実証対象製品に不適な水域もあり、また実証対象製品による除去で少量の切れ端（流れ藻）が発生することもあるため、実証対象製品と人力作業を併用することが重要である。

4. 参考情報

注意： このページに示された情報は、技術広報のために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。

4.1 製品データ

項目		実証申請者又は開発者 記入欄			
製品名		水草除去・回収汎用船 ハイドロモグ			
製造(販売)企業名		株式会社テクアノーツ			
連絡先	TEL/FAX	TEL: 0584-89-0320 / FAX: 0584-89-0350 (中部事業所)			
	Web アドレス	http://www.tequanauts.co.jp/			
	E-mail	eigyو.c24@tequanauts.co.jp			
設置・導入条件		50t ラフテレーンクレーン、10t トラックが進입可能であり、電線等の障害物が搬入経路内にないこと			
必要なメンテナンス		100 時間毎の定期点検（油脂類交換）、事業終了時の総合点検整備/年			
耐候性と製品寿命等		（実績として 15 年以上）			
施工性		オペレーター1 名にて操縦、ブリッジのレバーから各油圧を操作			
コスト		費用	単価	数量	計
概算 A 除去作業 (条件: 都度見積)	1 日作業費 (直工費)		都度見積	/日	1 例 30 万円前後
	輸送費 (大型トラック)		都度見積	/回	1 例・往復 30 万円前後
	その他費用 (処分費等)		都度見積		
概算 B 販売 (条件: 都度見積)	イニシャルコスト (代表的な機種である SRX-105N の場合) 税抜・概算				
	本体価格 (クラムレイキ)		67,000,000/式	一式	67,000,000 円
	オプションアタッチメント (ロティーター・フレイルチョッパー [®] -他)		都度見積	一式	
	輸送費 (大型車両トラック)		都度見積	/回	
	搬入出用クレーン車 (50t)		140,000/回	/回	140,000 円
	メンテナンスコスト ※消耗品、点検費は年当たり ^に に換算				
	エンジンオイル		750 円/L	48L/年	36,000 円/年
	エンジンオイルフィルター		3,000 円/個	4 個/年	12,000 円/年
	鉤物系ギア油圧作動油		800 円/L	200L/年	160,000 円/年
	油圧作動油フィルター		13,000 円/個	1 個/年	13,000 円/年
合計		67,361,000 円 + 輸送費・オプション費等			

4.2 その他メーカーからの情報

- ・除去(回収)・運搬・揚陸の機能を 1 台で担うことができるため、運用において経済的です。
- ・切断が望ましくない水草(切片からの再生能力がある種等)に特に有効です。
- ・一般的な船舶では航行できないような、水草が繁茂している水域においても航行可能です。
- ・アタッチメントを変えることで、草刈伐採(フレイルチョッパー)・地下茎等の耕耘(ロティーター)作業が可能で^す。
- ・部材費・供給に変動が大きい^{ため}、金額・納期は都度見積によるものと^します。

本編

1. 本事業の概要

1.1 目的

環境技術実証事業（以下「実証事業」という。）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。

実証事業は、国際規格であるISO 14034：2016 [Environmental management -- Environmental technology verification (ETV)：環境マネジメントー環境技術検証（ETV）] に準拠しており、国際的に統一された枠組みで実証事業を運用している。

1.2 実証の定義

本実証事業において「実証」とは、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試験等に基づき客観的なデータとして示すことをいう。なお、環境技術とは環境改善効果又は環境保全効果をもたらす先進的技術並びに環境に関する先進的な測定技術と定義する。「実証」は、一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。

1.3 実証報告書の概要

本報告書は、環境技術実証事業実施要領 [環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室：令和5年11月16日]（以下「実施要領」という。）の「別紙4 実証報告書及び実証報告書概要版に記載する事項」及び「別紙5 実証報告書作成要領 Ver.3.2」に基づき、作成されたものである。

本実証では、実施要領に基づいて実証対象技術として選定された「水草除去・回収汎用船 ハイドロモグ」について、以下に示す装置の性能等を客観的に実証した。

また、本報告書は、専門家で構成される技術実証検討会において、実証結果に基づき、実証対象技術の環境改善効果等について検討を行った。本報告書はその実証結果を取りまとめたものである。

- ・実証申請者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における製品の性能
- ・適正な運用が可能となるための使用環境
- ・使用及び維持管理にかかる労力

2. 実証体制と実証参加者の責任分掌

実証に参加する組織及び実施体制を図2-1に示した。また、実証参加者と責任分掌を表2-1に示した。

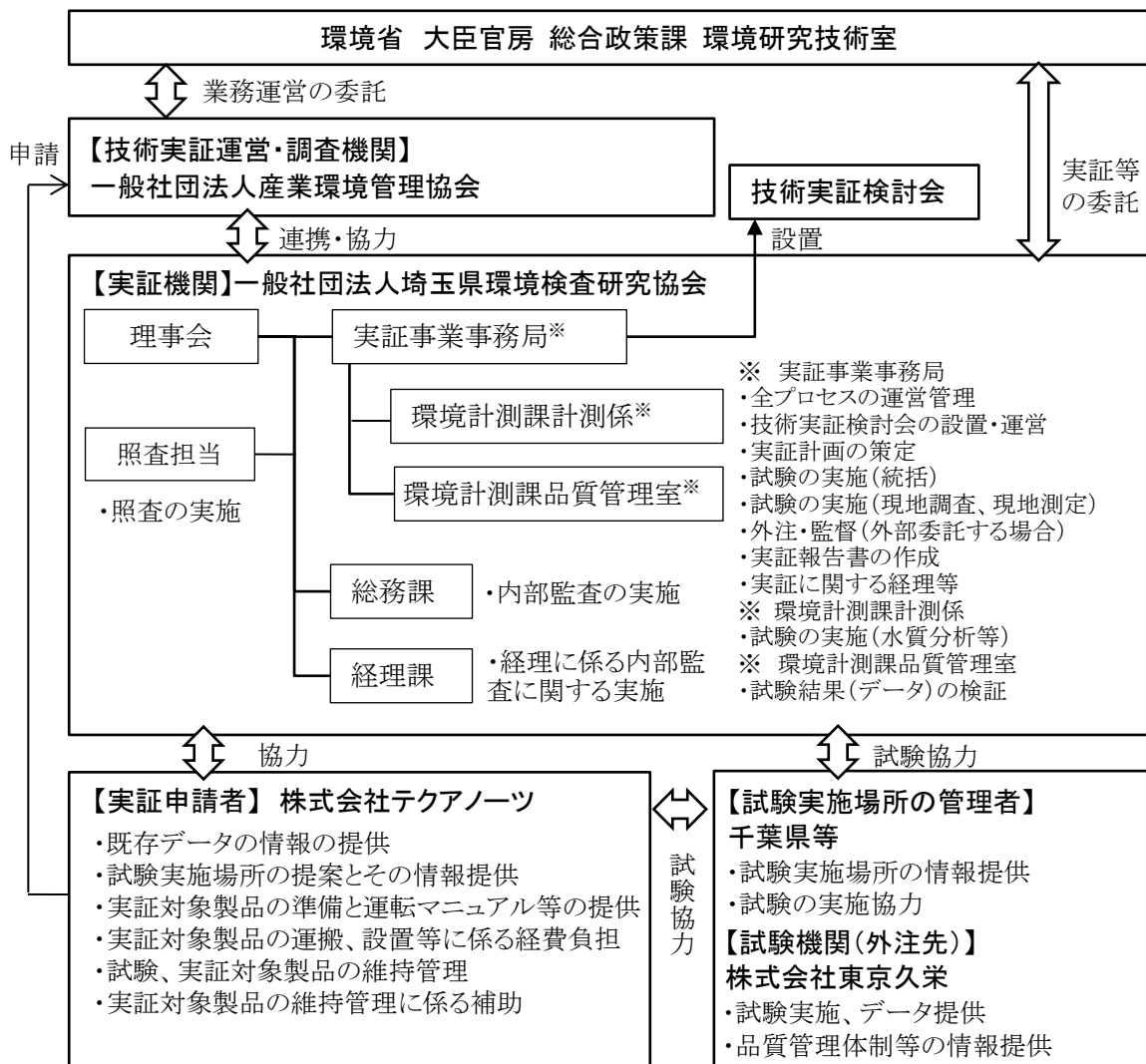


図2-1 実証に参加する組織及び実施体制

表 2-1 実証参加者と責任分掌

区分	実証参加機関		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 長濱 一幸 大塚 俊彦 岸田 直裕
			技術実証検討会の設置・運営	
			実証計画の策定	
			試験の実施（統括）	
			実証報告書の作成	
		採取・ 現地調査	試験の実施（現地調査、現地測定）	
		分析	試験の実施（水質分析等）	環境計測課 副技師長 鈴木 智昭
			試験データ及び情報の管理	
		データの 検証	試験結果（データ）の検証	環境計測課品質管 理室長 三戸 克則
		内部監査	内部監査の実施	総務課 ISO 担当 榊原 稔
経理	実証に関する経理等	実証事業事務局 岸田 直裕		
経理監査	経理に係る内部監査に関する実施	財務本部長 浅川 進		
照査	実証に関する照査の実施	照査担当理事 野口 裕司		
実証 申請者	株式会社 テクアノーツ	既存データの情報の提供	営業本部 水道施設営業部 藤崎 敦士 中部事業所営業部 宮口 晃	
		試験費用負担		
		試験実施場所の提案とその情報の提供		
		実証対象製品の準備と運転マニュアル等の提供		
		実証対象製品の運搬、設置、撤去に係る経費負担		
		実証対象製品の維持管理に要する費用負担		
		必要に応じて実証対象製品の維持管理に係る補助		
試験 実施場所 の管理者	千葉県等	試験実施場所の情報の提供	—	
		試験の実施協力		
試験機関	株式会社 東京久栄	試験実施（ドローン計測）、データ提供	—	
		品質管理体制等の情報提供		

3. 実証対象技術の概要及び仕様

3.1 実証対象技術の原理及びシステム構成

(1) 原理と効果

湖沼等に繁茂する水草は、自然環境において魚類が産卵場所として利用する等、生態系を豊かにする効果がある。その一方、他の水域から持ち込まれ水域に繁茂する一部の外来水生植物や在来水生植物には、他の水生植物を席卷する増殖力を持つものがおり、繁茂が過剰になることにより、通水や船舶航行の障害となったり、治水や利水における取水時にスクリーン・除塵機を詰まらせたりすることもある。さらに、景観を悪化させたり、季節によっては一時的に大量腐敗し臭気を発生させたりすることもある。その結果、極度の貧酸素の原因となることもあり、生態系に大きな影響を及ぼすことがある。

そのため、湖沼等における水草は適正量の繁茂が望ましく、ある程度人為的に管理する方法が求められる。繁茂した水草の防除法には、人力による除去が挙げられるが、効率に劣り、また沿岸部以外の除去が困難という課題がある。また、化学的・生態的防除等の方法もあるが、いずれも範囲内の除去植物を選択できないという特性がある。

水草除去・回収汎用船である実証対象製品（**図3-1**）は、人力だけでは除去が困難である水域において、効率的に水草を除去することが可能であり、湖沼等の生態系を健全化させることに利用できる。また、実証対象製品では、オペレーターが目視によって除去植物をある程度選別することが可能であり、有用な水草・希少種等を守りながら、異常に繁茂した水草や外来種を選択的に除去することができる。さらには、水草の繁茂が過剰となった水域で見られる溶存酸素濃度の不足や腐敗等による栄養塩流出の改善にも寄与することができ、水質保全上の管理も可能になると考えられる。なお、浅い水域等、実証対象製品に向かないエリアもあるため、人力と実証対象製品を併用することが重要である。

これらのことから、実証対象技術は、自然環境や水環境保全に有用な技術であるといえる。

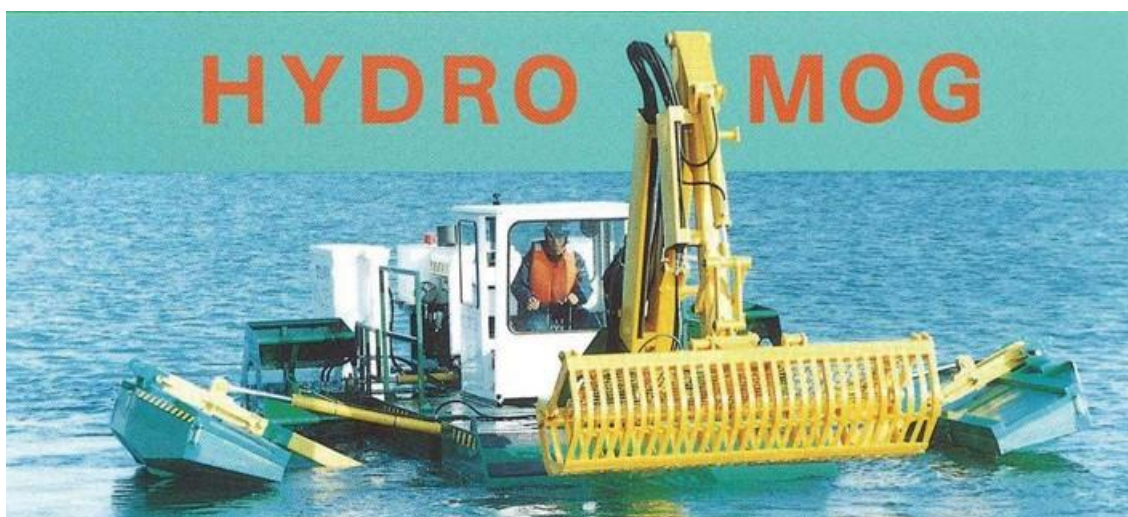


図3-1 実証対象製品の外観

(2) 水草除去システムの構成（実証対象製品の施工の流れ）

実証対象製品による水草除去施工は、以下の流れで実施する。

- ① 機材搬入：トラックで実証対象製品を湖沼等へ輸送し、クレーンを用いて水面へ搬入する。
- ② 水草の除去：実証対象製品の先端に取り付けられた2種類のアタッチメントを用いて、多様な施工により水草の除去・回収を行う（図3-2）。
- ③ 水草の運搬・揚陸：回収された水草は荷揚場まで運搬船または実証対象製品で運搬する。
- ④ 水草の処分場等への運搬：ロープモッコをクレーンで陸揚げし、必要に応じて乾燥させた後に、ダンプトラック等で処分場等まで運搬する（図3-3）。



切片から再生する水草や流木等をつかみ取る。



耕耘機を回し、ハス等の地下茎の切断や掘り返し等を行う。

図3-2 実証対象製品の2種類のアタッチメントを用いた多様な水草除去



図3-3 水草の陸揚げ・運搬

3.2 実証対象製品の仕様

実証対象製品の仕様を表3-1に示す。

表3-1 実証対象製品の仕様

サイズ (mm)	全長：8,056（水上）／10,000（輸送時） 全幅：4,300（水上）／2,500（輸送時） 全高：2,300（水上）／2,300（輸送時）
重量	7,000 kg（乾燥重量）
動力系	エンジン：水冷式ディーゼルエンジン 出力：105HP 油圧ポンプ：可変容量圧力補正式
航行可能水深	50 cm 以上
除去水深	水面から最大 3,500 mm まで

3.3 消費エネルギー、消耗品、消耗材

消耗品等は表3-2に示すとおりである。

表3-2 主な消費エネルギー及び消耗材

項目	値
軽油使用量（エンジン）	約 5 L/時間
油圧作動油*・フィルター、燃料フィルター エンジンオイル・フィルター	一定時間毎に交換**

*生分解性の潤滑油を使用

**交換頻度は「3.4 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目」を参照

3.4 実証対象製品の維持管理に必要な作業項目

推奨している日常的・定期的な管理は、表3-3に示すとおりである。

表3-3 維持管理項目

項目	担当者	作業項目	頻度
日常点検	使用者	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジンオイルの量の点検 ・燃料タンクの軽油量の点検 ・グリスアップポイントの点検とグリスアップ※ ・油圧作動油の量の確認 ・船体の損傷確認 ・ボルト、ナット等の緩み確認 	毎日
定期点検	使用者 または 技術開 発者	<ul style="list-style-type: none"> ・油圧ホースの点検（オイル漏れの確認等） ・バージの点検（水が入っていないか） ・電気系統の表示の確認 ・バッテリー残量の確認 ・エンジンオイル・フィルターの交換 ・エアクリーナーの交換 	100時 間に1 回
	使用者 または 技術開 発者	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料・油圧作業油フィルターの交換 ・ロッドエンドとロッドの緩み確認 ・油圧作動油タンク清掃と油圧作動油・フィルターの交換 ・電気系統（スイッチ、計器）確認 ・船体等に塗装の剥がれや損傷がないか確認（必要に応じて再塗装） 	500時 間に1 回
	使用者 または 技術開 発者	<ul style="list-style-type: none"> ・船体の湖沼等からの回収、保管 ・排水口内の水の溜まり具合の確認 ・船体の清掃 ・パドルホイールのハブ等へのグリス塗布 ・グリスアップポイントへのグリスアップ ・バッテリーの取り外し、保管 ・油圧作動油・フィルターの交換 ・油圧作動油タンクの清掃 ・塗装の確認（必要に応じて再塗装） 	冬季前 に1回

※油圧作動油（潤滑剤）を補給することにより、駆動の部品同士が干渉する部分やジョイント部分等の動きを滑らかに、スムーズにすること。

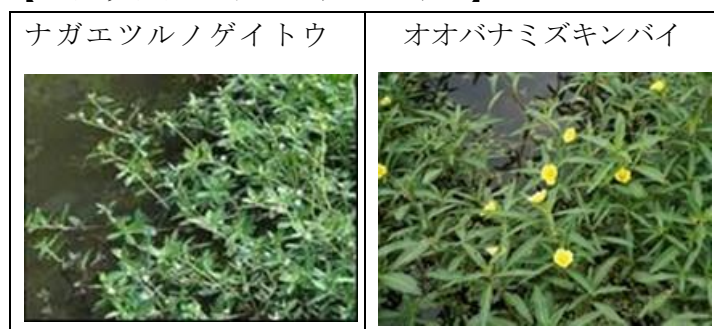
3.5 実証対象製品が必要とする条件の制御、注意事項

(1) 適用可能な水草の種類

実証対象技術に適用可能な水草の種類を図3-5に示す。ナガエツルノゲイトウ等の切断された切れ端（流れ藻）から繁殖するような水草は、アタッチメントにクラムレイキを使用して、なるべく切断せずにつかみ取る形で除去する。地下茎の切断や掘り起こし等が必要なハス等に対しては、アタッチメントにロトティラーを使用する。

実証対象製品は、水域に密集している水草の除去に適しているが、ヒシやオオカナダモ等の密度が低い水草の除去には適していない。これらの水草には、図3-6に示すとおり、申請者が販売している別の製品（令和4年度実証済み技術：アクアティックウィードハンター）が適している。

【アタッチメント：クラムレイキ】



【アタッチメント：ロトティラー】

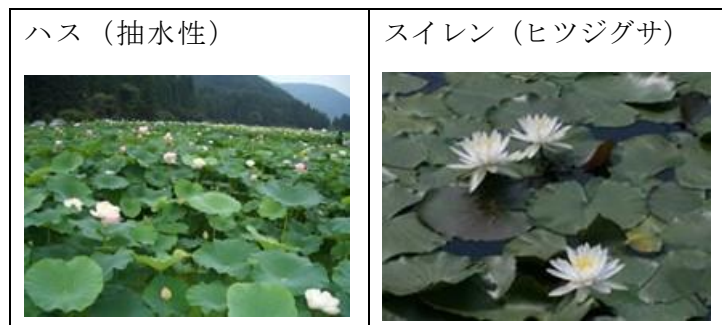


図3-5 実証対象製品が適用可能な水草の種類

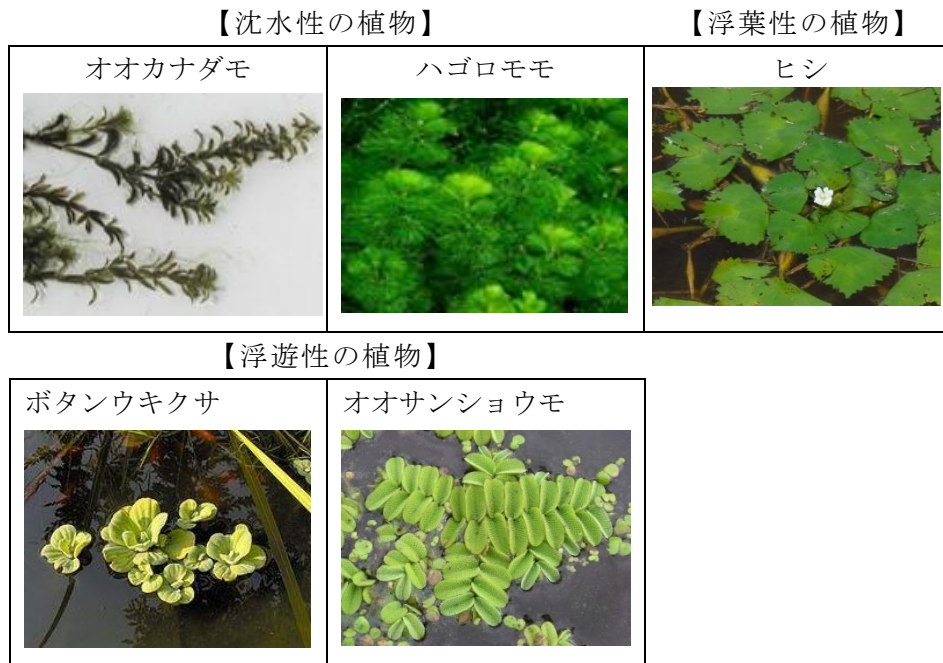


図3-6 令和4年度実証済み技術（アクアティックウィードハンター）が
適用可能な水草の種類

(2) 安全上の注意事項

- ・荒天時（雷、強風、波浪時等）に作業は行わない。
- ・その他取扱説明書に記載された安全上の注意事項を遵守する必要がある。

(3) その他注意事項

- ・実証対象製品自体で除去した水草を運搬することは可能であるが、運搬速度は高くない。荷揚場が遠い場合には、運搬船を利用した方が除去・運搬効率が上がる。
- ・ナガエツルノゲイトウ等の切断された切れ端（流れ藻）から繁殖するような水草の場合は、上流から順に駆除していくと効率が良い。
- ・実証対象製品による1度の除去で、ナガエツルノゲイトウ等の繁殖力の強い水草を完全に駆除することは難しい。再繁茂が確認された場合には、人力等による再駆除が必要である。
- ・水深の浅い水域等、実証対象製品が適さない水域が混在している場合には、人力による除去を併用する。
- ・魚類等の産卵場所となっている水草を除去する場合には、繁殖に影響を及ぼすおそれがあるため、保護・保全が必要な種の分布、繁殖期等を考慮する必要がある。

3.6 回収物及び廃棄物とその取扱い

回収物及び廃棄物とその取扱いを表3-4に示す。後述する試験実施場所においては、回収した水草は焼却処分されている。

表3-4 回収物、廃棄物とその取扱い

項目	取扱い
除去・回収した水草	回収した水草は、地域の循環・処分システムに従い、バイオマス炭化、焼却処分等を行う（図3-7）。
エンジンオイル・フィルター等の消耗品	自治体の指示に従い、産業廃棄物等として処分する。



【バイオマス炭化】

【焼却】

図3-7 回収した水草の再利用・処分方法（例）

3.7 実証対象製品の運転・維持管理に必要な使用者の技能

実証対象製品の維持管理作業（日常点検）は、表3-3に示したとおりである。機械整備や水上機械の作業経験を有している者を使用者（オペレーター）として選定する。また、2級小型船舶操縦士以上の資格を有する必要がある。

4. 既存データ

4.1 既存データ

- **試験の背景・目的**：特定外来生物であるオオバナミズキンバイの繁茂が問題となっていた国内湖沼の一部沿岸において、**図4-1**に示すとおり、公共工事の一環で実証対象製品を用いて本水草の除去（駆除）が行われた。除去の長期的な効果・影響を調査することを目的として、実証申請者が除去地点の外観の経年変化を撮影した。
- **試験実施場所**：滋賀県大津市（琵琶湖の一部沿岸）
- **試験時期**：2016年に除去が行われ、その後2019年までの経年変化が撮影された。
- **試験結果**：**図4-2**に示すとおり、除去の翌年（2017年）においては、オオバナミズキンバイの再繁茂は確認されなかった。特定外来生物以外の水草の繁茂が見られ、優占種の変化が確認された。除去から2年後（2018年）においては、オオバナミズキンバイの僅かな再繁茂が確認された。除去から3年後（2019年）においては、オオバナミズキンバイの再繁茂が確認されたが、除去前と比べて繁茂面積は大幅に小さかった。このことから、実証対象製品による特定外来生物の除去は、数年間は効果が持続すると考えられた。なお、再繁茂が確認されたことから、除去から4年後（2020年）に、公共事業においてオオバナミズキンバイの再除去が行われている。



図4-1 実証対象製品による水草除去の様子（琵琶湖、2016年）

2016年
(除去前)



2017年
(除去から
1年度)



2018年
(除去から
2年度)



2019年
(除去から
3年度)



図4-2 実証対象製品による水草除去後の経年変化（琵琶湖）

4.2 既存データの活用

上記既存データは、定量的な試験データではなく、また実証申請者自らが撮影したものであるが、実証対象製品による水草除去の長期的効果・影響を指し示す貴重なデータである。このため、実証においては有用な参考情報として活用する。

5. 実証（試験）方法

実証対象技術は、2種類のアタッチメントを用いた多様な施工が可能な水草の除去・回収汎用船である。

試験では、特定外来生物として指定されているナガエツルノゲイトウの繁茂が問題となっている国内の湖沼の流域河川を対象として、実証対象製品による水草の除去前後の面積をドローンによって計測した。アタッチメントには、ナガエツルノゲイトウの除去に適したクラムレイキを用いた。また、実証対象製品と人力によって除去された水草の重量を比較することで、実証対象製品による水草の除去能力等を評価した。さらに、溶存酸素量（DO）や濁度を測定することで、除去による溶存酸素濃度や水の流動状態の改善効果を確認した。

なお、試験実施場所におけるナガエツルノゲイトウの除去（駆除）自体は、公共工事にて行われた。試験は公共工事の妨げにならない範囲で実施された。

5.1 実証の全日程

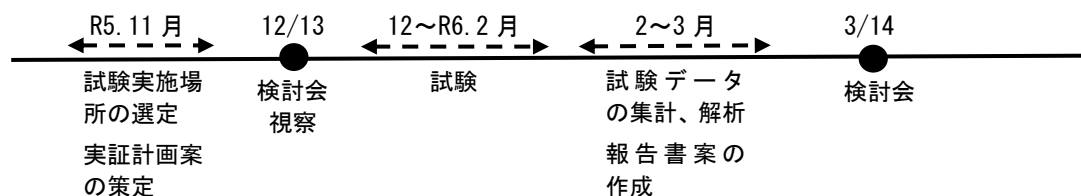


図5-1 実証の全日程

5.2 試験実施場所の情報

試験実施場所の情報を表5-1に示す。

表5-1 試験実施場所の情報

名称	印旛沼（西印旛沼）及びその流域河川（新川、高崎川）
所在地	千葉県印西市、佐倉市
面積（印旛沼）	1,155ha
周囲（印旛沼）	26.4 km
水深（印旛沼）	平均：約 1.7m／最大：約 2.5m
概要（印旛沼）	千葉県北部の下総台地のほぼ中央部に位置する湖沼であり、手賀沼とともに千葉県立印旛手賀自然公園に指定されている。上水、工業用水及び農業用水の水源や、水産、観光、レクリエーションの場等として利用されている。
水草の繁茂状況と除去対象	印旛沼やその流域河川に繁茂して問題となっている主な水草は、オニビシやナガエツルノゲイトウである。特にナガエツルノゲイトウは近年急速に繁殖しており、水質・生態系等への影響や、利水・治水関連施設の管理上の支障、農業・漁業被害、景観悪化等が懸念されている。令和2年度に印旛沼及び流域河川の外来水生植物の調査が行われ、令和4年度から一部のエリアで実証対象製品による本格駆除が開始されている。 本試験ではナガエツルノゲイトウを除去（駆除）対象とした。公共工事においては、ヨシ等に囲まれたナガエツルノゲイトウは経過観察対象となっていることから、本試験においても除去対象外とした。

参考文献：

- ・千葉県「印旛沼に係る湖沼水質保全計画（第8期）」、令和4年3月
- ・千葉県「印旛沼における外来水生植物の駆除業務仕様書」、令和5年9月

5.3 監視項目

監視項目は表5-2のとおりとし、試験結果に影響を及ぼすと予想される項目を監視した。

表5-2 監視項目

監視項目	内容
気象条件	試験期間中における試験実施場所近傍の地域気象観測所（観測所名：佐倉）の観測データを監視した。

5.4 実証項目と参考項目

(1) 実証項目と参考項目

実証項目及び実証する性能、参考項目は、表5-3、5-4に示すとおりとした。実証項目である除去面積は、ドローン撮影によって計測した。また、除去面積の計算は以下の式に従った。

$$\begin{aligned}
 & \text{(時間あたりの実証対象製品による除去面積)} \\
 & = \{ \text{(試験対象エリアの除去開始前の水草繁茂面積 } m^2) \\
 & \quad - \text{(試験対象エリアの除去終了時の水草繁茂面積 } m^2) \} \\
 & \quad / \text{(試験対象エリアを除去する時の実証対象製品の稼働時間 } h^*)
 \end{aligned}$$

*運搬船の到着を待っている時間等、実証対象製品自体が稼働していない時間は除く。

表5-3 実証項目及び実証する性能

実証項目	実証する性能
実証対象製品による除去面積	試験期間中の平均で 100m ² /h 以上

表5-4 参考項目

調査項目	概要
除去重量	実証対象製品と人力で除去した水草を陸揚げする時の重量を測定した。作業人数や時間等も確認した。
水草の種類	船上等から目視で確認した。
水草の繁茂状況	公共工事期間中における試験対象エリアの水草の繁茂状況を確認した（撮影）。
溶存酸素 (DO)	水草の除去による溶存酸素の改善効果を確認するために測定した。
濁度	水草の除去による水や底泥の流動状態の変化の指標として測定した。

(2) 試験スケジュール

図5-2に示すスケジュールで試験・調査を行った。

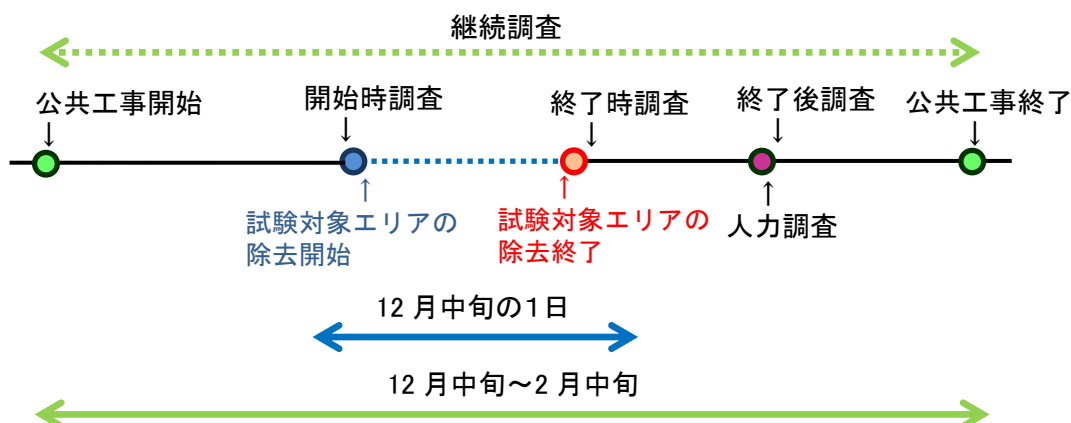


図5-2 試験のスケジュール

(3) 各調査の内容

各調査の内容を表5-5に示す。

表5-5 各調査の内容

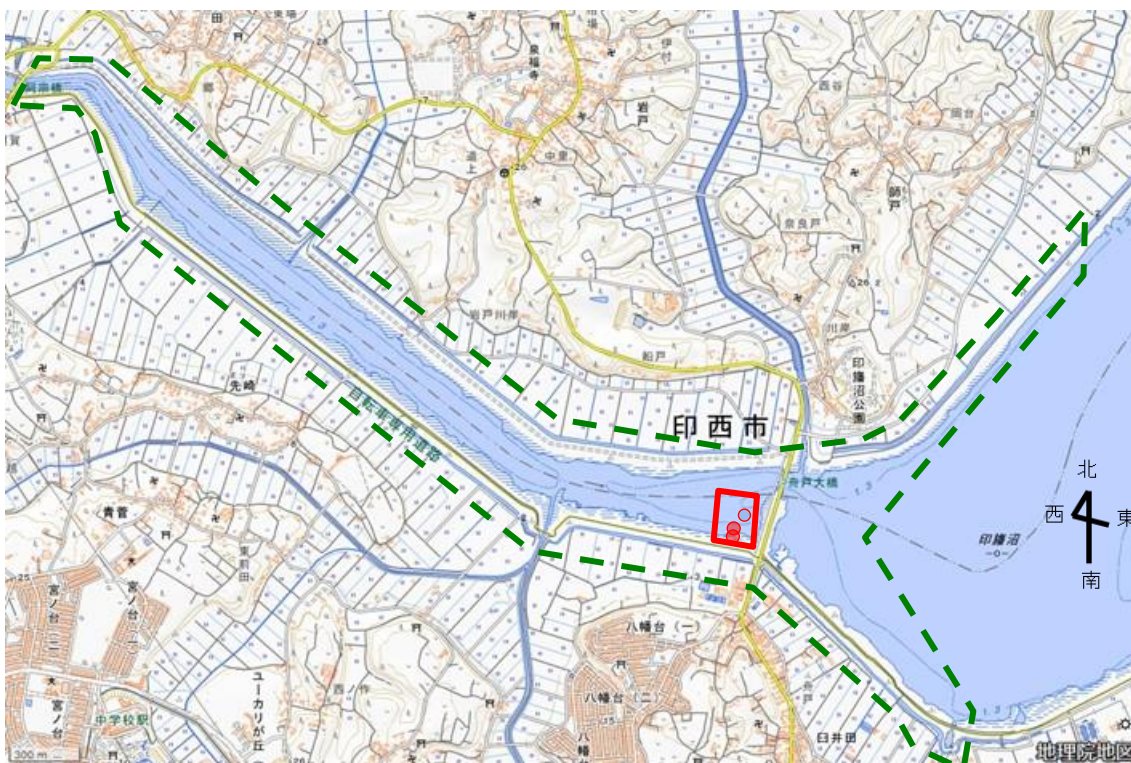
調査名	調査内容	調査・サンプリングのタイミング
開始時調査	繁茂面積、DO、濁度、騒音	除去開始前
終了時調査	繁茂面積、DO、濁度、除去重量*	除去終了後
終了後調査	DO、濁度	除去終了から5日後
人力調査	除去重量*	人力による除去終了後
継続調査	繁茂状況*、気象条件、 実証対象製品の稼働状況*	継続的に調査

*実証機関の監督の下、実証申請者が一部の確認・記録を行った。

(4) 試験対象エリア、測定・試料採取地点

図5-3に実証対象製品によって除去を行った試験対象エリア、測定・試料採取地点を示す。本試験においては、印旛沼南西部を試験対象エリアとした。除去対象のナガエツルノゲイトウは、西印旛沼の沼岸や流域河川の川岸に広範囲に繁茂している。このエリアに繁茂するナガエツルノゲイトウの本格的な除去を行うのは本試験時が初めてである。

実証対象製品によって除去を行った試験対象エリアについては、ナガエツルノゲイトウが高密度で繁茂しており、実証対象製品による除去に適した場所であった。



● 試験対象エリア内のナガエツルノゲイトウ繁茂地点・水質調査地点

● 水質調査地点（対照区）

□ 試験対象エリア（実証対象製品）

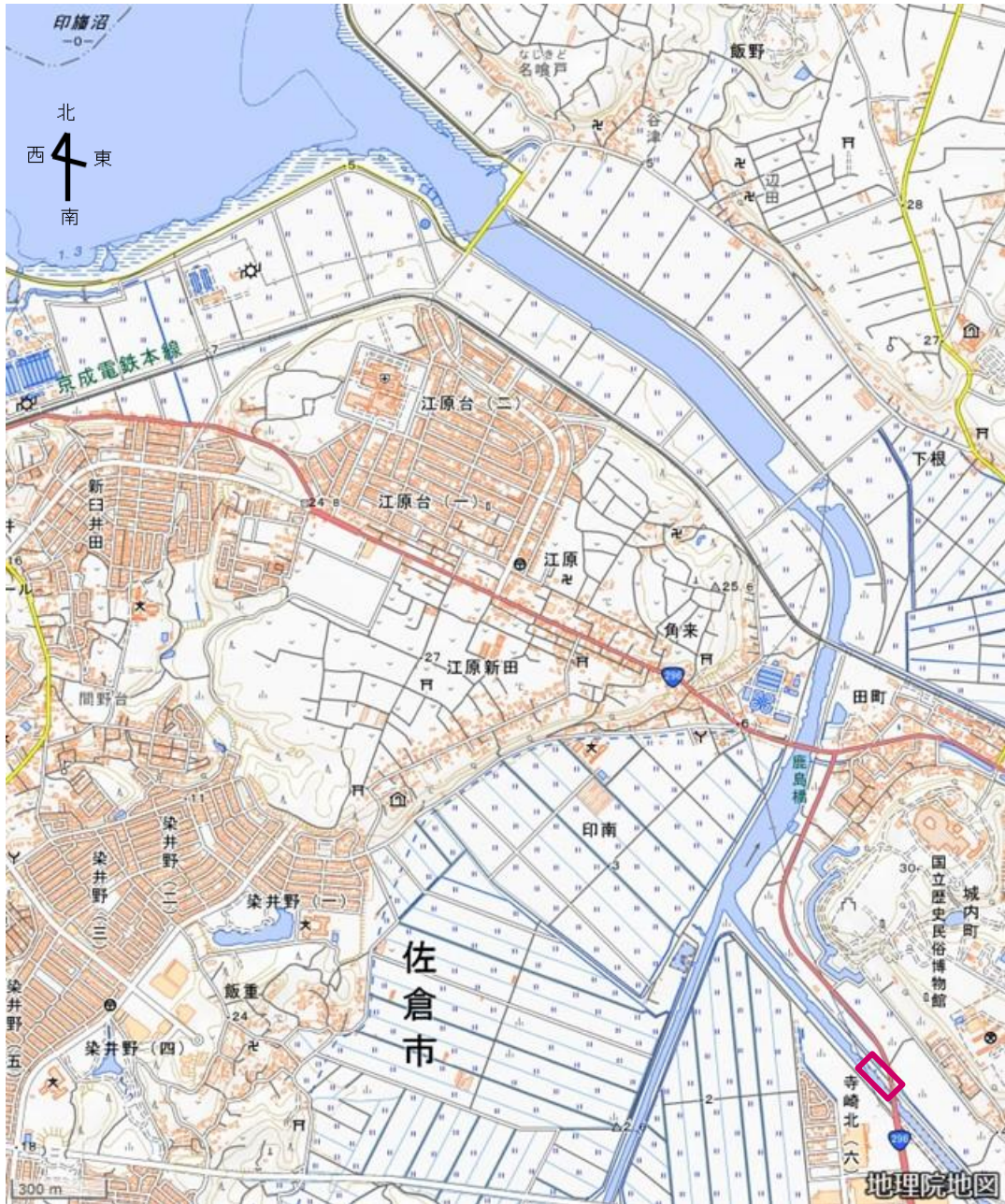
□ 公共工事による除去範囲（令和5年度新規除去範囲のみ）

備考①：国土地理院地図を基に実証機関が編集

備考②：試験対象エリア以外にも水草が繁茂しているエリアは存在している。

図5-3 実証対象製品によって除去を行った試験対象エリア

図5-4に人力によって除去を行った試験対象エリア（人力調査エリア）を示す。このエリアは、ナガエツルノゲイトウの密度があまり高くなく、人力による除去に適した場所であった。



試験対象エリア（人力）

備考①：国土地理院地図を基に実証機関が編集

備考②：試験対象エリア以外にも水草が繁茂しているエリアは存在している。

図5-4 人力によって除去を行った試験対象エリア（人力調査エリア）

(5) ドローンを用いた水草繁茂面積の測定方法

① ドローンによる空撮の方法

実証対象製品によって除去を行った試験対象エリアが網羅できるように飛行計画を作成し、ドローンによる空撮を行った。撮影条件は、対地高度約 100m、オーバーラップ 90%、サイドラップ 60%とし、撮影コースは1コースとした。なお、計画上の地上画素寸法は概ね 2.7cm/画素であった。

オルソ画像の位置精度を確保するため、沿岸において標定点の測量を実施した。標定点は概ね 100m間隔で設定し、GNSS 測量器を用いた VRS-RTK 方式により測量した。GNSS 測量器は公共基準点において精度確認を実施した。

使用機器を表 5-6、5-7 に、調査状況を図 5-5 に、飛行コースおよび撮影諸元を図 5-6 に、標定点配置を図 5-7 にそれぞれ示す。

表 5-6 使用機器（ドローン）

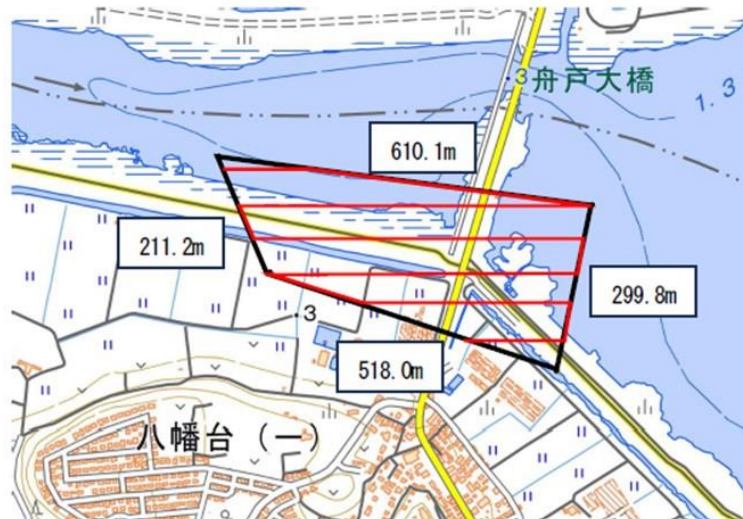
機種名	Phantom4 PRO (DJI 社)
測位受信信号	GPS/GLONASS
センサー	1 インチ CMOS、有効画素数：2,000 万画素
レンズ	視野角：84°、8.8mm/24mm (35mm 判換算)
静止画サイズ	5472×3648px
外観	

表 5-7 使用機器（GNSS 測量器）

機種名	LEGACY-E (TOPCON 社)
測位受信信号	GPS/L1,L2 GLONASS/L1,L2
測位精度	RTK (水平) 1.0cm + 1.0ppm × 基線長 RTK (鉛直) 2.0cm + 1.5ppm × 基線長
外観	

	<p>GNSS 精度確認</p> <p>2 級基準点 IB-14</p>
	<p>標定点の測量</p>
	<p>ドローンによる空撮</p>

図5-5 調査状況



備考：国土地理院地図を基に試験機関が編集。黒枠は撮影範囲、赤線は飛行コースを示す。

【撮影諸元】

項目	設定値
撮影高度	100m
オーバーラップ	90%
サイドラップ	60%
地上解像度	2.7cm/画素

図5-6 飛行コースおよび撮影諸元



備考：国土地理院地図を基に試験機関が編集

図5-7 標定点配置

②除去面積の把握方法

ドローンにより撮影した画像は、SfMソフト（Metashape：AGISOFT社）を用いてオルソ画像化し、位置情報をメタデータとして付与したGeoTIFF形式により画像出力した。これをGISソフト（QGIS）に取り込み、画像確認できる2回の水草繁茂状況の差から除去範囲を抽出した。これらの除去範囲から、GISソフトの面積計算機能を用いて除去面積を算出した。

(6) 水試料の測定・採取方法

溶存酸素は、溶存酸素計を用いて、表層（水面より約5cm）、中層（水深の約半分の深さ）、底層（底面から約20cm）で測定した。

濁度分析用試料の採取方法は、図5-8に示す採水器を使用し、水面から水深約80%の部分を採水した。採水容器はポリ容器とした。

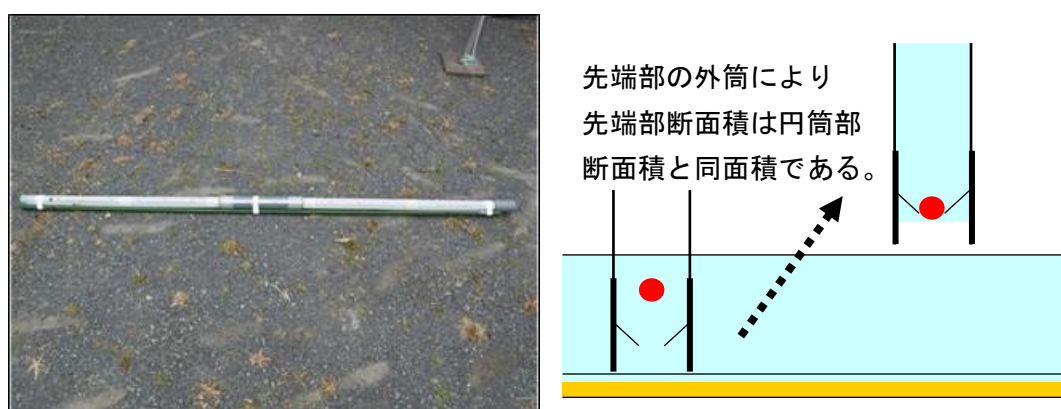


図5-8 改良型ポリエチレン製円筒形採水器

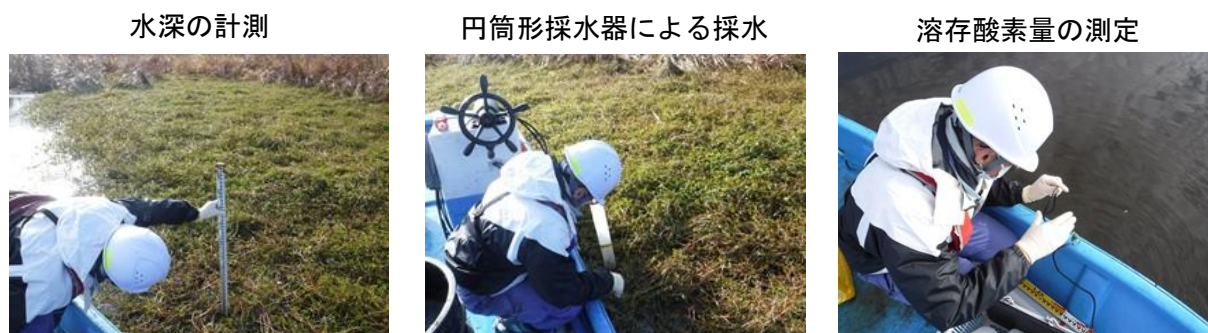


図5-9 水試料の採取、溶存酸素測定等の様子

(7) 分析方法

分析方法を表5-8に示す。

表5-8 分析方法

分析項目	分析方法
溶存酸素量 (DO)	JIS K 0102 32.3 (隔膜電極法)
濁度	JIS K 0101 9.4 積分球濁度計による測定

5.5 実証対象製品の操作及び維持管理

試験においては、取扱説明書に従い、実証申請者（技術開発者）が実証対象製品の操作及び維持管理を実施した。

5.6 環境影響項目、運転及び維持管理項目

環境影響項目、運転及び維持管理項目について、表5-9に示す。

表5-9 環境影響項目、運転及び維持管理項目

分類	項目	内容・測定方法等
環境影響項目	水草の切れ端（流れ藻）の発生、漂流状況	実証対象製品によって水草が根こそぎ取り除かれているかどうか、また除去されるものの、回収されずに流出する切れ端（流れ藻）の発生・漂流状況等を確認した（撮影）。
	騒音	船上及び沿岸において騒音の測定を1回行った。
運転及び維持管理項目	実証対象製品が稼働可能な天候	公共工事期間中の実証対象製品が稼働した時刻と気象情報を比較することで、実証対象製品が稼働可能な天候に関する情報を整理した。
	実証対象製品の運転及び維持管理に必要な人員数と技能	作業項目毎の最大人数と作業時間（人・日）、管理の専門性や困難さを記録した。
	実証対象製品の信頼性	異常発生時の原因を調査した。
	トラブルからの復帰方法	異常発生後の復帰操作の容易さ、課題を評価した。
	運転及び維持管理マニュアルの評価	運転及び維持管理マニュアルの読みやすさ、理解しやすさ、課題を評価した。

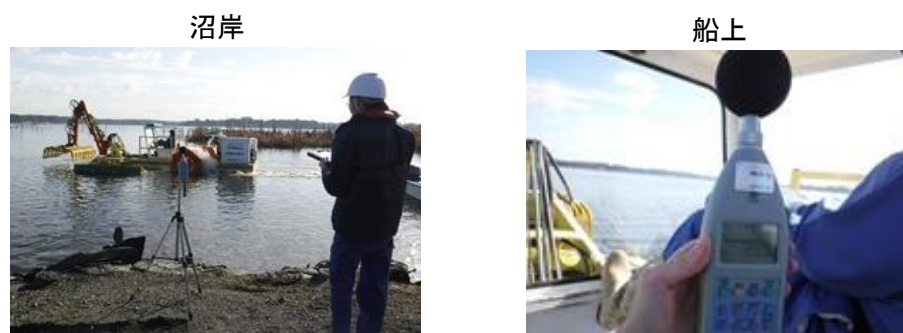


図5-10 騒音測定の様子

6. 試験結果及び考察

6.1 監視項目（気象条件）

図6-1に試験実施場所の気象条件を示す（詳細は資料編参照）。調査当日においては、降雨は確認されなかった。初回の調査日（除去日）は日照時間が長く、光合成しやすい条件であった。2回目の調査時（除去から5日後）はやや日照時間が短かったため、光合成はしにくい条件であったと推測される。

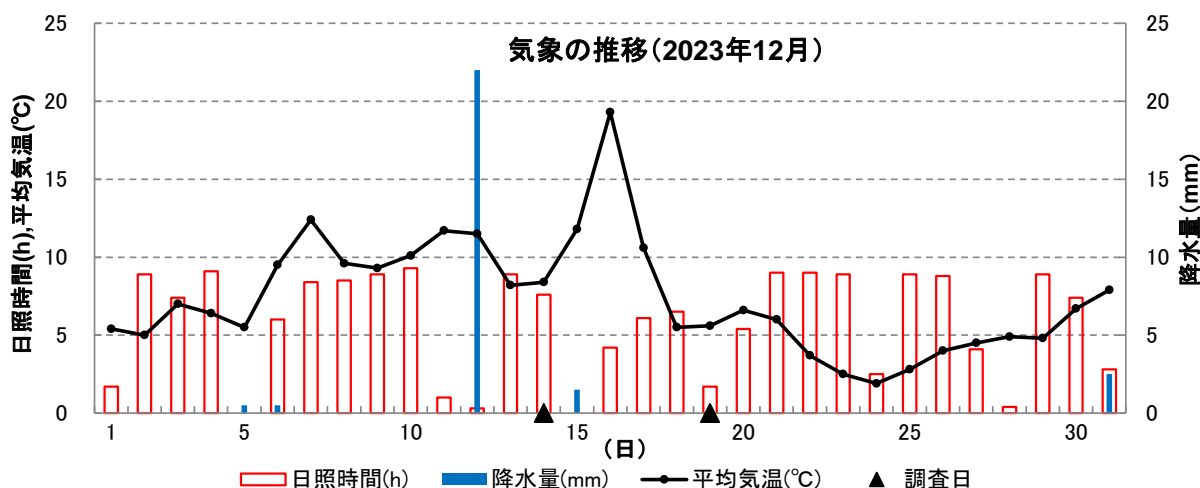


図6-1 試験実施場所近傍の気象条件（観測所名：佐倉）

6.2 実証項目

6.2.1 ドローンによる空撮

ドローンによる空撮の実績を表6-1に、標定点のRMS誤差を表6-2に、空撮画像を図6-2、6-3にそれぞれ示す。

ドローンによる空撮は、水草除去前を午前、水草除去後を午後に実施した。画像処理に供した写真枚数は、第1回目が227枚、第2回目が224枚であった。標定点全体のRMS誤差は、第1回目が1.1cm、第2回目が11.8cmであり、精度良く撮影することができた。

表6-1 ドローンによる空撮の実績

撮影	撮影開始時刻		撮影終了時刻	撮影写真枚数
除去前	7:45	～	8:00	227枚
除去後	15:05	～	15:20	224枚

表6-2 標定点のRMS誤差

撮影	X誤差 (cm)	Y誤差 (cm)	Z誤差 (cm)	XY誤差 (cm)	合計 (cm)
除去前	1.0	0.4	0.1	1.1	1.1
除去後	2.5	4.6	10.6	5.3	11.8

【全体】



【拡大】




 除去範囲

図6-2 空撮画像（除去前）

【全体】



【拡大】




 除去範囲

図6-3 空撮画像（除去後）

6.2.2 実証対象製品による除去面積（実証項目の結果）

実証対象製品による水草の除去面積を表6-3に示す。1時間あたりの除去面積は199m²/hであり、実証する性能を満たした。実証対象製品は高効率に水草を除去することができると考えられた。なお、試験対象エリアの水草の密度（単位面積あたりの湿重量）は28.1kg/m²であった。

表6-3 実証対象製品による水草の除去面積

除去面積 (m ²)	実証対象製品の稼働時間 (h)	1時間あたりの除去面積 (m ² /h)	実証する性能 (m ² /h)
275	1.38	199	100以上

6.3 参考項目

6.3.1 除去重量

表6-4に実証対象製品と人力による水草の除去重量を示す。実証対象製品では作業員1名・作業1時間あたりで5,600kgの水草を除去することが可能であったが、人力では49.6kgしか除去することができなかった。湿重量で比較した場合、作業員1名あたりの除去速度は、実証対象製品が人力の約113倍であり、実証対象製品の除去効率の高さが確認された。

表6-4 実証対象製品と人力による水草の除去重量の比較

実証対象製品			人力		
除去重量* (kg)	作業時間*** (h・人)	除去速度 (kg/h/人)	除去重量* (kg)	作業時間*** (h・人)	除去速度 (kg/h/人)
7,730	1.38	5,600	2,230	45.0	49.6

*水草を陸揚げした時に測定した湿重量。

***実証対象製品のオペレーター：1名。運搬船の到着を待っている時間等、実証対象製品自体が稼働していなかった時間は除く。人力での除去等作業員：9名。

表6-5に令和4年度実証済み技術との比較を示す。単位時間当たりの除去面積で見ると、実証対象製品の除去速度は令和4年度実証済み技術よりも低いですが、これは水草の密度が高かったことに由来していると考えられる。単位時間当たりの除去重量で見ると、実証対象製品の方が除去速度は高かった。実証対象製品は高密度に繁茂している水草を除去するのに適していると考えられた。

表6-5 令和4年度実証済み技術との除去速度の比較（面積及び湿重量）

製品	除去場所	主な除去対象	除去速度 (m ² /h)	水草密度 (kg/m ²)	除去速度 (kg/h)
実証対象製品 (ハイドロモグ)	—	ナガエツルノ ゲイトウ	199	28.1	5,600
令和4年度実証済み技術 (ウィードハンター)	南部	ヒシ	814	1.65	1,340
	北部		404	4.25	1,720

注) 令和4年度環境技術実証事業 自然環境保全技術領域及び水・土壌環境保全技術領域 実証報告書（令和5年3月）の値を引用した。同報告書には1日あたりの除去速度が掲載されているが、令和5年度の実証対象技術と比較するために、稼働時間（8時間）で除した値を記載した。

6.3.2 水草の種類・繁茂状況の変化

図6-4に示すとおり、試験対象エリアにおいてはナガエツルノゲイトウが主に繁茂しており、その周辺にはヨシも繁茂していた。除去された水草の大部分はナガエツルノゲイトウであり、一部でヨシも回収された。また、除去から約2か月経過後も、実証対象製品・人力で除去したエリアについては、ともにナガエツルノゲイトウの再繁茂が見られなかった。除去を行ったのが冬季であることも影響していると推測される。「4. 既存データ」で示したとおり、除去場所や水草の種類が今回の試験実施場所とは異なるものの、実証対象製品による除去効果は、数年は持続することがわかっていることから、今回の試験実施場所においても、再繁茂が見られるのは数年後となる可能性がある。



図6-4 試験対象エリアにおける水草繁茂状況の推移

6.3.3 水質

(1) 水質調査地点の水草の繁茂状況

図6-5に、水草除去前の時点の水質調査地点の外観を示す。試験区においては、水草除去前の時点で、水草が繁茂している地点で採水を行った。川側の試験区は、川と水草の境目から約50cm、岸側の試験区は、川側の試験区からさらに数メートル水草側（岸側）に進んだ地点で採水を行った。どちらの地点も、岸辺から伸びたナガエツルノゲイトウが表層のみにマット状に繁茂し、中層や下層には存在していなかった（浮いた状態）。水草除去後は、どちらの地点にも水草は繁茂していなかった。すべての調査地点の水深は約1mであった。

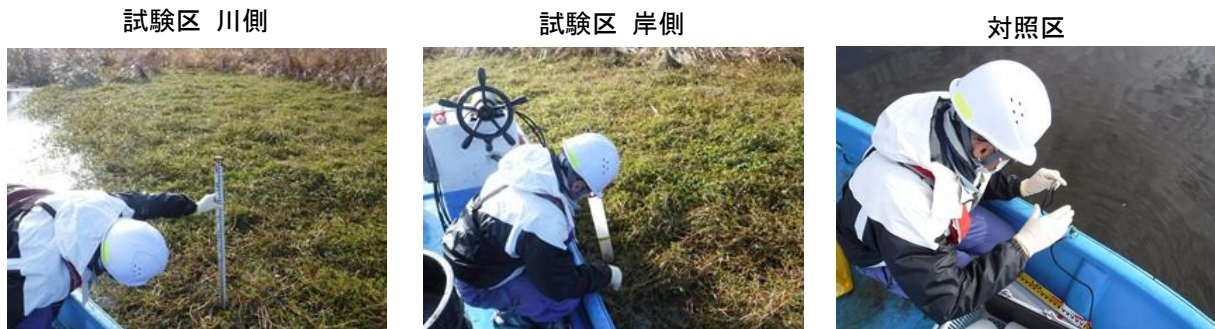


図6-5 水草除去前の時点の水質調査地点の外観

(2) 溶存酸素量

図6-6に溶存酸素量の測定結果を示す。冬季の低水温時に測定を行ったため、全体的に溶存酸素量は高い値を示した。よく晴れた12/14においては、溶存酸素量は特に高い値であった。これは、低水温ではあるものの、光合成が行われていたためであると考えられる。図6-7に示すとおり、河川水中には珪藻類が確認された。

水草除去前においては、水草が表層に繁茂した試験区において、表層の溶存酸素量が対照区よりも低くなる傾向にあったが、除去後は試験区と対照区の差が小さくなった。このことから、実証対象製品による水草の除去には溶存酸素量の改善効果があると考えられた。

なお、令和4年度実証済み技術（アクアティックウィードハンター）の試験においては、除去対象がヒシであり、水中（中層・下層）にも水草が繁茂していたことから、溶存酸素量の改善効果がより顕著に確認された^{*}。今回の実証対象技術（ハイドロモグ）においても、中層・下層にも繁茂するような水草を除去対象にした場合には、溶存酸素量の改善効果がより見やすかったと推測される。

^{*}令和4年度環境技術実証事業 自然環境保全技術領域及び水・土壌環境保全技術領域
実証報告書（令和5年3月）

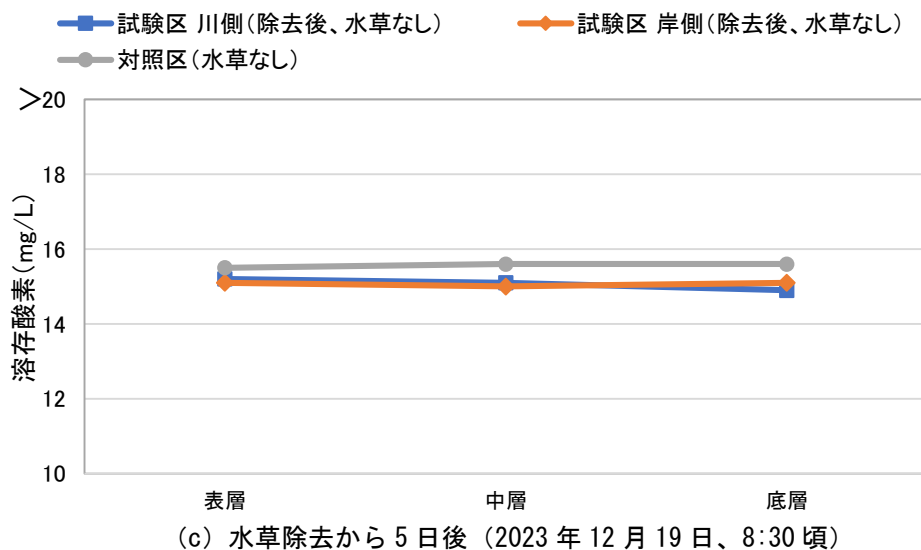
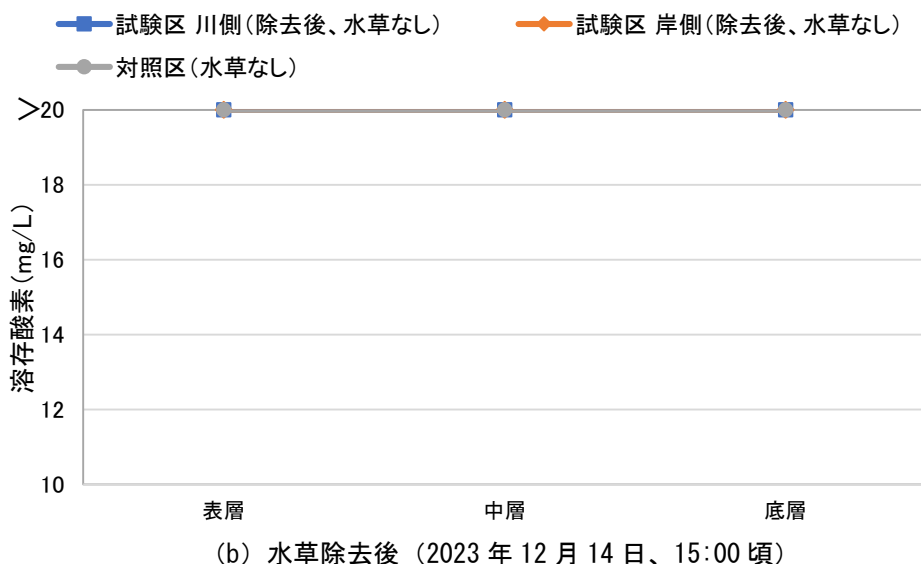
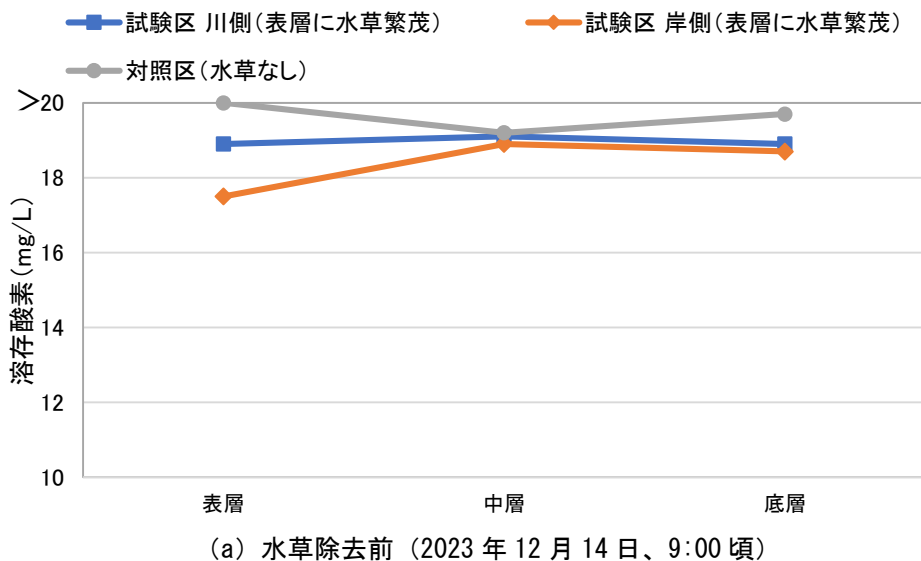


図6-6 溶存酸素量の測定結果



図6-7 試験実施場所で採取した河川水における植物プランクトンの外観

(3) 濁度

図6-8、6-9に濁度の測定結果と採取試料の外観を示す。除去前は試験区の濁度が高い傾向にあり、除去後には試験区と対照区の濁度の差は小さくなった。除去により流動状態が変化したと読み取れるデータである。しかしながら、図6-5に示したとおり、除去前の試験区の採水地点は水草が高密度に生い茂っており、サンプリング時に水草を掻き分けて採水容器を水中に沈めたため、サンプリング時に水草由来の濁質が発生し、濁度の測定結果に影響を及ぼした可能性は否定できない。水草の除去による流動状態の変化を正確に確認するためには、さらなる検討が必要である。

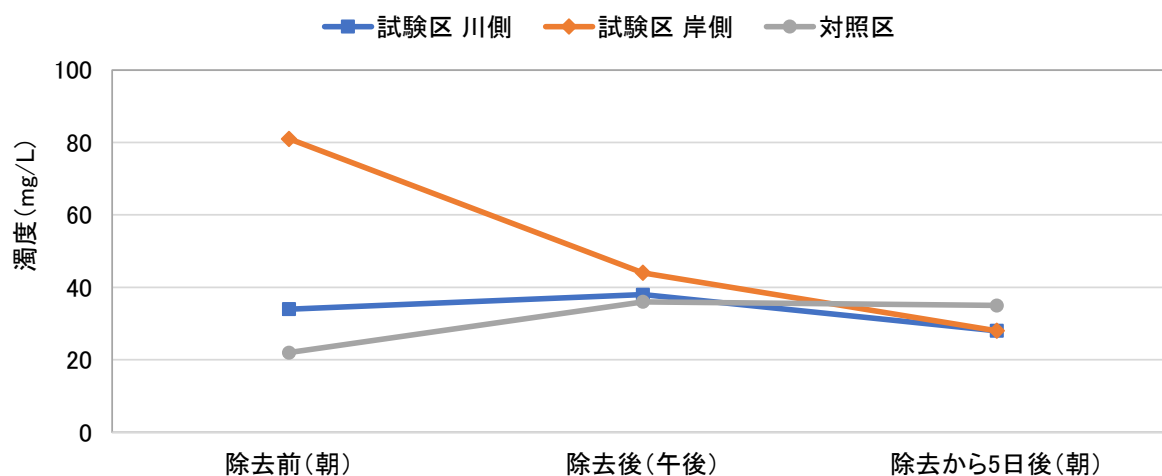


図6-8 濁度の測定結果

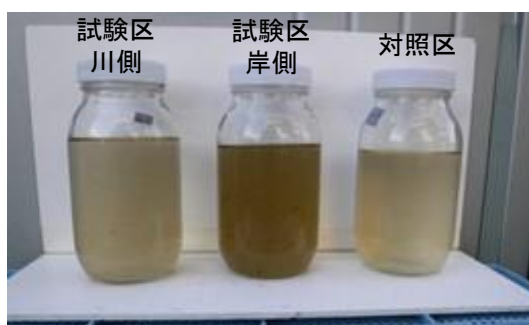


図6-9 採取試料の外観（2023年12月14日、除去前）

6.4 環境影響項目、運転及び維持管理項目

表6-6 環境影響項目、運転及び維持管理項目の結果

分類	項目	内容・測定方法等
環境影響項目	水草の切れ端（流れ藻）の発生、漂流状況	除去対象のナガエツルノゲイトウは岸辺から茎を長距離伸ばす形で水面にマット状に繁茂していた。このため、岸辺から遠い地点における実証対象製品による除去においては、途中で茎が切断されていた（図6-10）。切断時においては、少量の切れ端（流れ藻）が発生することもあったことから（図6-11）、人力での作業（切れ端の回収等）の併用が推奨される。なお、目視で十分に確認できる切れ端が発生した場合には、実証対象製品にて回収されていた（図6-11）。一方、岸辺から近い地点における除去では、根の回収も確認された（図6-10）。
	騒音	表6-7に測定結果を示す。湖岸から40m以上離れた場合は、周辺の道路を走る車の騒音と同程度であった。
運転及び維持管理項目	実証対象製品が稼働可能な天候	実証対象製品が稼働した公共工事期間（12/11～2/2）における、実証対象製品稼働時間帯の10分あたりの最大降水量は1mmであった。また、最大瞬間風速は14.6m/sであり、荒天条件下でも航行可能であることが示された。ただし、水草の切れ端の流出防止等の観点では、荒天条件下での稼働は必ずしも好ましくはないため、水域の状況や除去対象の水草の種類等に応じて、稼働させる気象条件を調整すると良いと思われた。
	実証対象製品の運転及び維持管理に必要な人員数と技能	実証対象製品の運転は1名が行っていた。その他に、維持管理や安全確保のために、人力での除去も含めて1名が川岸で待機していた。実証対象製品の運転や維持管理には、機械整備や水上機械に関する知識及び作業経験を有することが不可欠である。
	実証対象製品の信頼性	試験期間中に異常は発生しなかった。
	トラブルからの復帰方法	試験期間中に異常は発生しなかった。
	運転及び維持管理マニュアルの評価	運転及び維持管理マニュアルは見やすく、理解しやすい内容であった。

岸辺から遠い地点



岸辺に近い地点



図6-10 実証対象製品による水草の除去（引き上げ）の様子

切れ端の発生



切れ端の回収

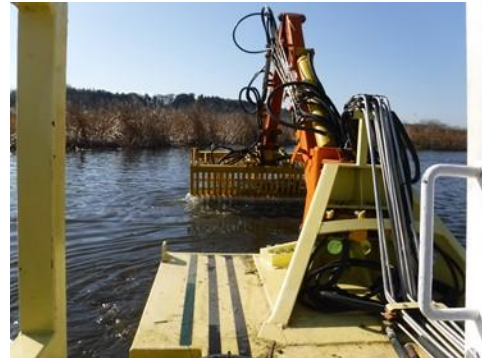


図6-11 実証対象製品による除去時の切れ端の発生と回収の様子

表6-7 騒音の測定結果

測定時の状況	騒音（A特性、dB）
沼岸から0m	74.5
沼岸から10m	69.0
沼岸から40m	63.2
沼岸から80m	56.2
船上（移動時）	86.4
船上（除去時）	86.2
バックグラウンド （実証対象製品 非稼働時）	50~65 [※]

※周辺の車の走行状況により変動

7. 所見（実証結果のまとめ）

総括として、実証結果から見た実証対象技術の特徴について、次のとおりまとめた。

(1) 技術全体

特定外来生物として指定されているナガエツルノゲイトウの繁茂が問題となっている国内の湖沼の流域河川を対象として、実証対象製品による水草の除去前後の面積をドローンによって計測した結果、1時間あたりの水草の除去面積は199m²/hであり、実証する性能(100m²/h以上)を満たした。実証対象製品と人力による水草の除去重量(湿重量)を比較した結果、作業員1名あたりの除去速度は、実証対象製品が人力の約113倍であり、実証対象製品の除去効率の高さが確認された。実証申請者が販売する別製品(令和4年度実証済み技術)と比較すると、実証対象製品の単位時間当たりの除去面積は小さかったが、これは水草の密度が高かったことに由来していると考えられた。単位時間当たりの除去重量は実証対象製品の方が大きかったことから、実証対象製品は高密度で繁茂している水草の除去に適していると考えられた。

水草除去後の2か月間においては、除去地点における水草の再繁茂は確認されなかったが、本実証と並行して昨今、物理防除後のナガエツルノゲイトウの再繁茂が課題として挙げられはじめており、防除効果については今回の冬の試験結果だけでは実証しきれていないことに留意すべきである。水草の除去前後の溶存酸素量を測定し、比較した結果、実証対象製品による水草除去には、溶存酸素の改善効果があることが推測された。

(2) その他

既存データにおいては、ナガエツルノゲイトウと生態が似ているオオバナミズキンバイを除去対象とした場合に、実証対象製品による除去効果が数年間持続することが示されている。なお、浅い水域等、実証対象製品に適さない水域もあり、また実証対象製品による除去で少量の切れ端(流れ藻)が発生することもあるため、実証対象製品と人力作業を併用することが重要である。

付録

1. 専門用語集

(1) 実証に関する用語

用語	内容
実証対象技術	実証の対象となる技術を指す。
実証対象製品	実証対象技術を機器・装置として具現化したものを指す。
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	試験状況を監視するための項目を指す。

(2) 水質に関する用語

用語	内容
溶存酸素量（DO）	水中に溶解している酸素の量を指す。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。
濁度	水の濁りの指標

(3) 空撮に関する用語

用語	内容
オーバーラップ	連続した空中写真を撮影する際、進行方向に沿って前後の写真範囲が重複する割合（下図参照）。
サイドラップ	連続した空中写真を撮影する際、隣接する撮影コース上の写真範囲が重複する割合（下図参照）。

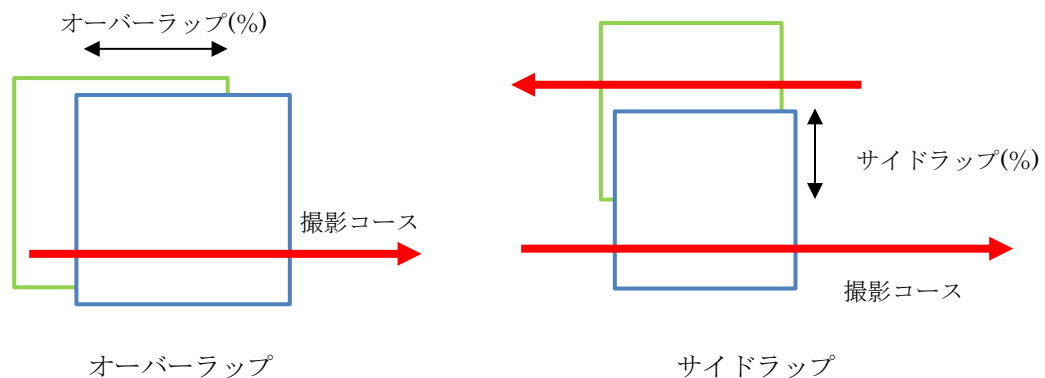


図 オーバーラップとサイドラップのイメージ

(4) 位置測位に関する用語

用語	内容
GNSS	“Global Navigation Satellite System”（全球測位衛星システム）の略で、人工衛星を利用し全地球を対象とした位置測位を行うシステムの総称。代表的なシステムとして、GPS（米国）、GLONASS（ロシア）、Galileo（EU）などがある。
QZSS	“Quasi-Zenith Satellite System”（準天頂衛星システム）の略で、日本での利用に適した軌道上を動く衛星を配置し、位置測位を行うシステムである。“みちびき”とも呼ばれる。軌道上に複数機の衛星を飛ばし、常に1機が日本上空に滞在することで安定した位置測位が可能となる。
SBAS	“Satellite-Based Augmentation System”（静止衛星型衛星航法補強システム）の略で、地上でGNSS信号の誤差や異常を監視し、衛星を介してその補正情報を送信することで、位置情報の精度を向上させるシステムである。
RTK-GNSS	“Real Time Kinematic - GNSS”の略であり、既存のGNSSから得られた位置情報に加え、地上に設けた基準局の補正位置情報をリアルタイムで加味し、位置情報の精度を上げる技術。
VRS-RTK 方式	“Virtual Reference Station（仮想基準点方式） - Real Time Kinematic”の略で、既存のGNSSから得られた位置情報に加え、仮想基準局の補正位置情報をリアルタイムで加味し、位置情報の精度を上げる技術。仮想基準局は、ネットワーク配信事業者が電子基準点の情報をもとに設定する。そのため、RTK-GNSSとは異なり基準局の設置が不要である。
基線長	基準局と観測点との距離。この距離が長くなるほど、位置測位の性能が落ちる。
RMS 誤差	“Root Mean Square Error”（平均平方二乗誤差）の略で、個々の差を二乗した上で二乗値の平均を算出し、その平方根をとったもの。個々の差として誤差（基準となる値と測定値との差）を用いることで、精度を評価する指標であり、誤差の標準的な大きさを表す。この値が小さければ小さいほど、誤差が小さいといえる。

(5) 画像処理に関する用語

用語	内容
オルソ画像	空中写真全体を、地図と同じく真上から見たような、傾きがなく正しい大きさと位置に補正（正射変換）した画像。空中写真は、レンズの中心に光束が集まる中心投影であることから、レンズの中心から対象物までの距離の違いにより、中心から周縁部に向かうほど大きく傾いているように写り位置のズレが生じるため、この補正が必要となる。
SfM ソフト	“Structure from Motion ソフトウェア”の略。オーバーラップさせながら撮影された複数枚の空中写真を歪み補正のうえ合成することで、対象の全体像を自動的に復元してオルソ画像を作成する画像処理ソフトウェア。画像データには地理情報（3次元座標値、色情報など）の付加も行える。
GeoTIFF 形式	画像ファイル形式である TIFF（Tagged Image File Format）に地理情報（ジオリファレンスデータ）を付加したファイル形式。位置情報を持つ画像ファイルであるため、GISのソフトウェアで扱うことが可能。
GIS	“Geographic Information System”（地理情報システム）の略で、地理的な情報を持ったデータを電子地図上に表示、解析するシステム。データは複数重ねて表示させることができ、各データの関係性や傾向を可視化できることが特徴である。また、GIS上で距離や面積の計測が可能。

2. 品質管理に関する事項等の情報

2.1 データの品質管理

試験を実施するにあたり、データの品質管理は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従って実施した。分析においては、**付表 1-1** に示すデータ管理・検証による精度管理を実施した。

以上のことから、データの品質管理は適切に実施されていることが確認された。

付表 1-1 計測の信頼性確認方法

項目	精度管理方法
繁茂面積	撮影範囲内の陸上部に複数の標定点を設置し、RTK-GNSS 測量器を用いて座標値を取得し、撮影写真のオルソ画像作成時に標定点との整合を図り、面積算定の精度確保を行った。
溶存酸素量 (DO)	測定開始前に校正を行った。
濁度	一部の試料に対し、二重測定を実施した。

2.2 品質管理システムの監査

実証が適切に実施されていることを確認するために、本実証で得られたデータの品質監査は、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 1-2** に示す。

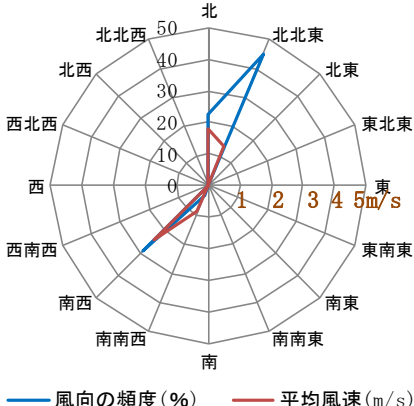
付表 1-2 内部監査の実施概要

内部監査実施日	2024年3月18日（月）
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

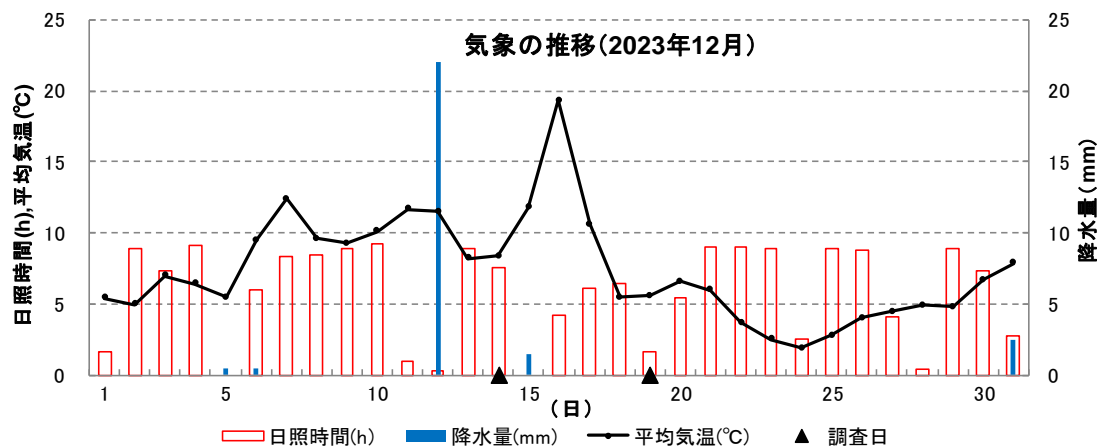
1. 気象条件の詳細（水質調査月）

試験場所近傍の気象データ及び風配図（■：調査日）アメダス佐倉(千葉県)

2023年12月								
日	降水量 (mm)	平均気温 (°C)	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	5.4	1.7	0.9	北北東	北	22.6	1.8
2	0.0	5.0	8.9	1.1	北北東	北北東	45.2	1.3
3	0.0	7.0	7.4	1.9	南西	北東	0.0	0.0
4	0.0	6.4	9.1	1.1	北北東	東北東	0.0	0.0
5	0.5	5.5	0.0	1.0	北北東	東	0.0	0.0
6	0.5	9.5	6.0	1.9	北北東	東南東	0.0	0.0
7	0.0	12.4	8.4	3.7	南西	南東	0.0	0.0
8	0.0	9.6	8.5	1.5	南西	南南東	0.0	0.0
9	0.0	9.3	8.9	1.2	南西	南	0.0	0.0
10	0.0	10.1	9.3	0.9	北北東	南南西	3.2	0.9
11	0.0	11.7	1.0	2.8	北北東	南西	29.0	2.4
12	22.0	11.5	0.3	1.9	北北東	西南西	0.0	0.0
13	0.0	8.2	8.9	1.5	北北東	西	0.0	0.0
14	0.0	8.4	7.6	1.6	北	西北西	0.0	0.0
15	1.5	11.8	0.0	2.3	北	北西	0.0	0.0
16	0.0	19.3	4.2	5.9	南西	北北西	0.0	0.0
17	0.0	10.6	6.1	3.7	北	風配図 (2023年12月) 		
18	0.0	5.5	6.5	1.9	北北東			
19	0.0	5.6	1.7	1.4	北			
20	0.0	6.6	5.4	0.9	北北東			
21	0.0	6.0	9.0	3.0	南西			
22	0.0	3.7	9.0	1.8	南西			
23	0.0	2.5	8.9	1.3	南西			
24	0.0	1.9	2.5	0.9	南南西			
25	0.0	2.8	8.9	1.0	北北東			
26	0.0	4.0	8.8	1.3	南西			
27	0.0	4.5	4.1	1.1	北			
28	0.0	4.9	0.4	1.4	北			
29	0.0	4.8	8.9	0.9	北北東			
30	0.0	6.7	7.4	1.0	北北東			
31	2.5	7.9	2.8	1.1	北			

降水量：-- は欠測

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）



環境技術
実証事業

ETV 環境省

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