事例No.	1504
公表年度	R3
団体の属性	都道府県
団体名	徳島県

事例区分	公営企業

タグ	・電気事業 ・（行政改革）業務の効率化 ・ICT

事例種類	その他

事例内容・タイトル

ドローンによる発電施設の点検等について

出典

雑誌「公営企業」先進事例紹介（令和３年６月号）



ドローンによる発電施設の点検等について

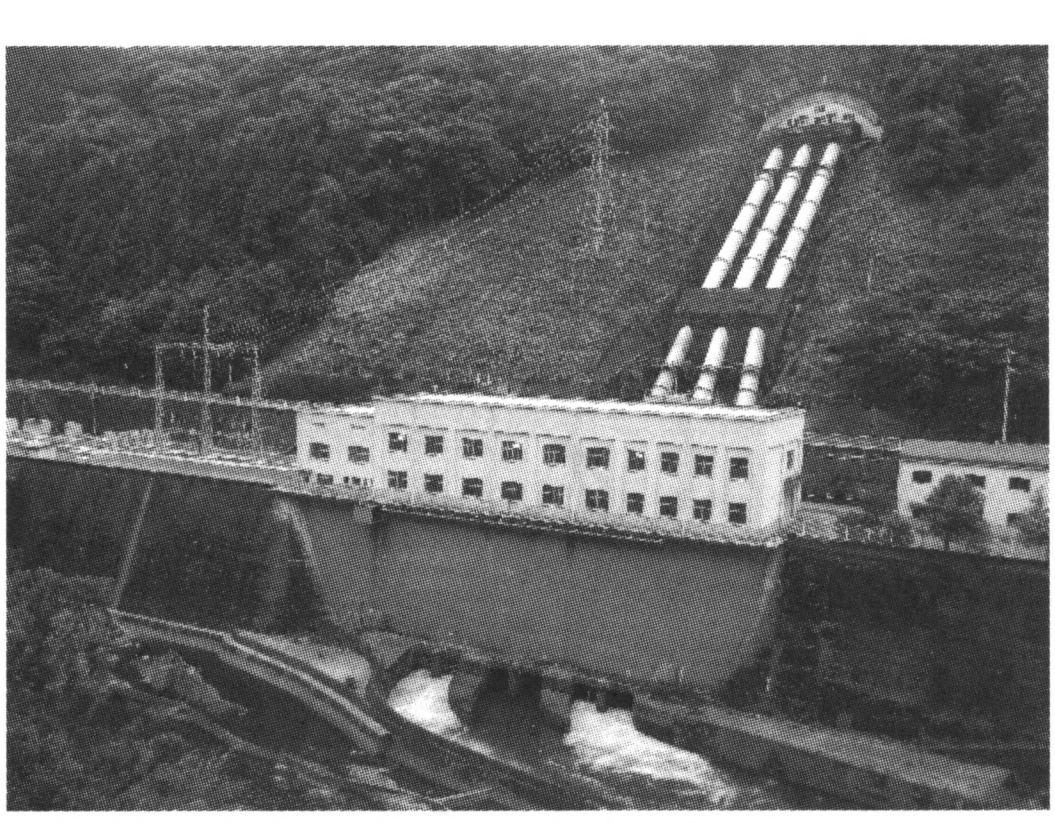
徳島県企業局事業推進課

1．徳島県企業局の概要

徳島県企業局は、地方公営企業として、電気事業、工業用水道事業、土地造成事業、駐車場事業の４事業を運営しています。

(1)　電気事業

坂州、日野谷、川口（以上、那賀川水系）及び勝浦（勝浦川水系）の４箇所の水力発電所〔最大出力計87,500kW〕と、マリンピア沖洲、和田島の２箇所の太陽光発電所〔最大出力計4,000kW〕で発電し、四国電力株式会社に全量供給しています。なお、最大出力62,000kW を有する日野谷発電所は、公営電気事業としては揚水発電所を除き日本一の規模を誇っています。



日野谷発電所（公営では日本最大出力）

(2)　工業用水道事業

吉野川北岸工業用水道（徳島市・鳴門市・板野郡地域へ給水）と阿南工業用水道（阿南市地域へ給水）の２箇所の工業用水道から、各地域に立地する企業に工業用水を給水しています。

(3)　土地造成事業

内陸部で５地区、臨海部で１地区、合わせて約182ha の工業団地を造成し、平成26年３月までに全区画の分譲が完了（リース契約含む）したため、現在は適切な維持管理に努めています。

(4)　駐車場事業

徳島市藍場浜公園の地下にある収容台数295台の藍場町地下駐車場と、松茂町の「徳島とくとくターミナル」にある収容台数230台の松茂駐車場を運営しています。

こうした中、地方公営企業においても、近年の急速に進む技術革新やデジタル化、また少子高齢化や人口減少などの様々な経済構造の変化を的確に捉えながら、施設の維持管理をはじめとした事業運営を適切かつ効率的に行っていくことが求められています。

そこで、今回の事例紹介では、以上の４事業の中で、主に電気事業における、インフラ点検ロボットを活用した施設点検等の取組や今後の展望について説明します。

２．施設点検におけるインフラ点検ロボットの活用について

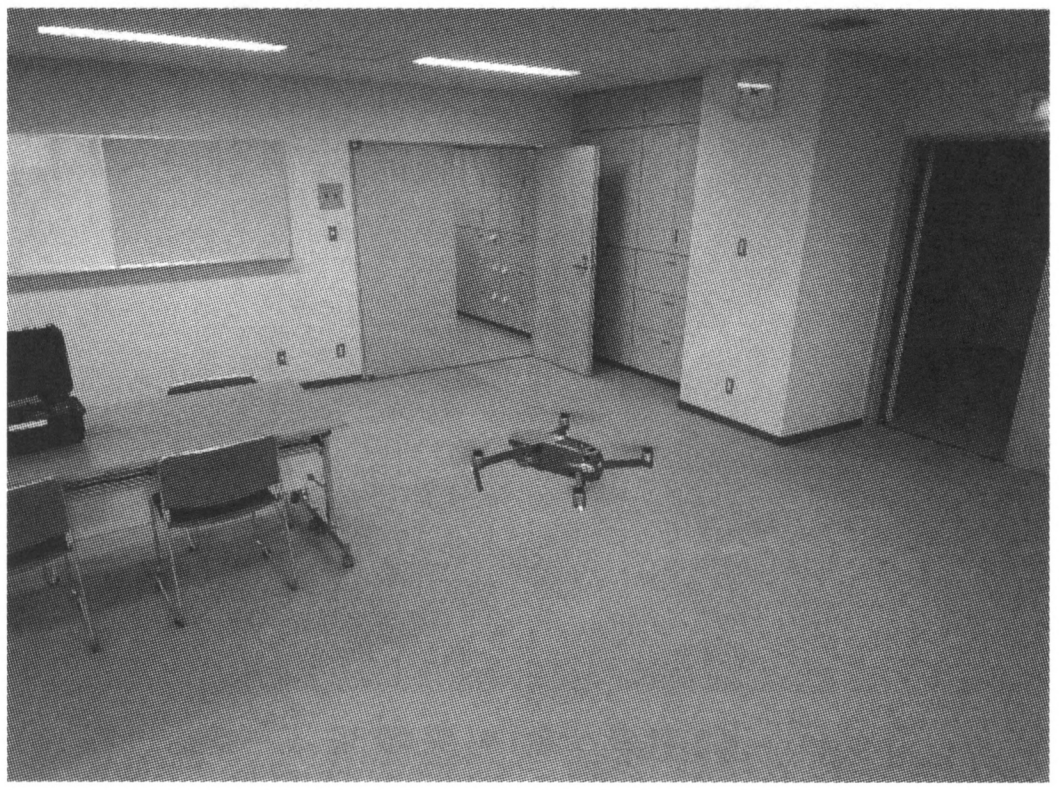
⑴　背景と導入過程

IoT、ビッグデータ、AI、ロボットなどの革新技術がけん引する「第４次産業革命」が進展する中、公営電気事業においても、これら技術の実装を進めることにより、社会的課題となっている労働力不足の解消や生産性の向上を率先して図り、「事業のスマート化」、「働き方改革」を実現する積極的な取組が求められています。

国内におけるドローン活用の有用性について、様々な議論がなされており、徳島県内においては、「徳島県 UAV 活用検討会」が平成27年度に県庁内に設置され、その中で検討が進められてきました。

徳島県企業局においては、その検討会に当初から参加し、その活用方法について検討を行うとともに、平成29年度には「点検ロボット活用タスクフォース」を設置し、ドローン等の点検ロボット活用の可能性についての検討や実証実験を行いました。また、平成30年度にはセンサーを搭載し、構造物への衝突を自動的に回避する機能を有した、操作者の技能を補完するドローンの実証実験を実施しました。

○これまでに導入した空中ドローン（２機）



ドローン（市販品）

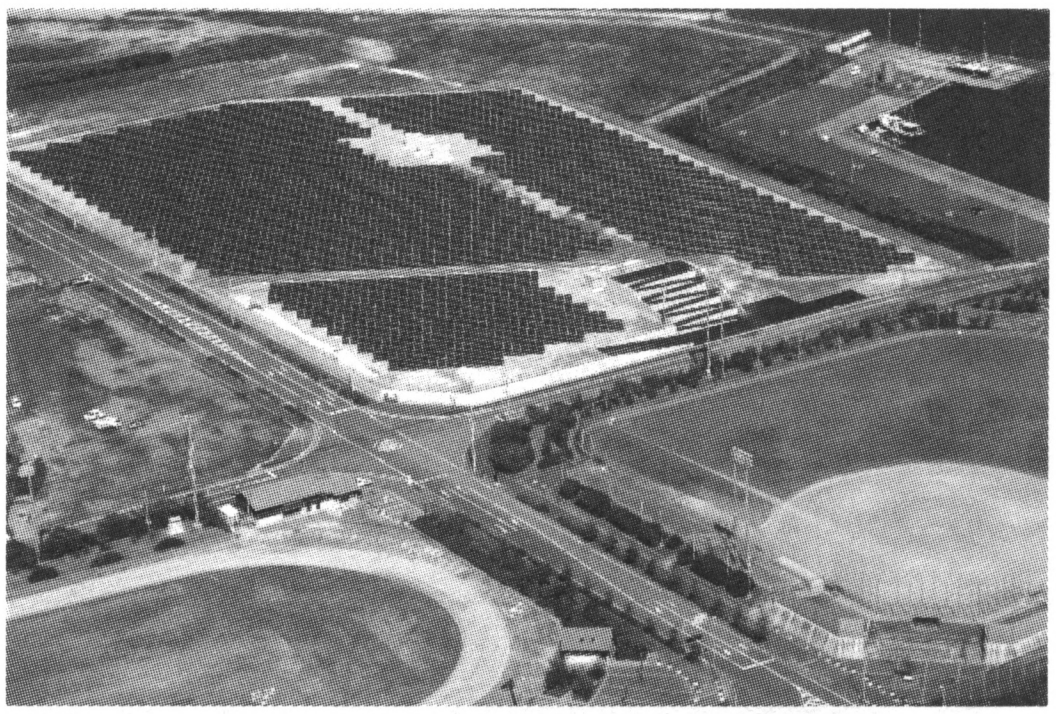


衝突回避機能を有するドローン
（徳島大学との共同研究により開発）

⑵　内容とねらい

企業局では、ダムや水力発電所施設等の巨大かつ広大な構造物を有しており、これらの施設を効率的に点検できるロボットの活用について検討しました。具体的には次のようなことを実施しています。

①　和田島太陽光発電所の太陽光パネル点検



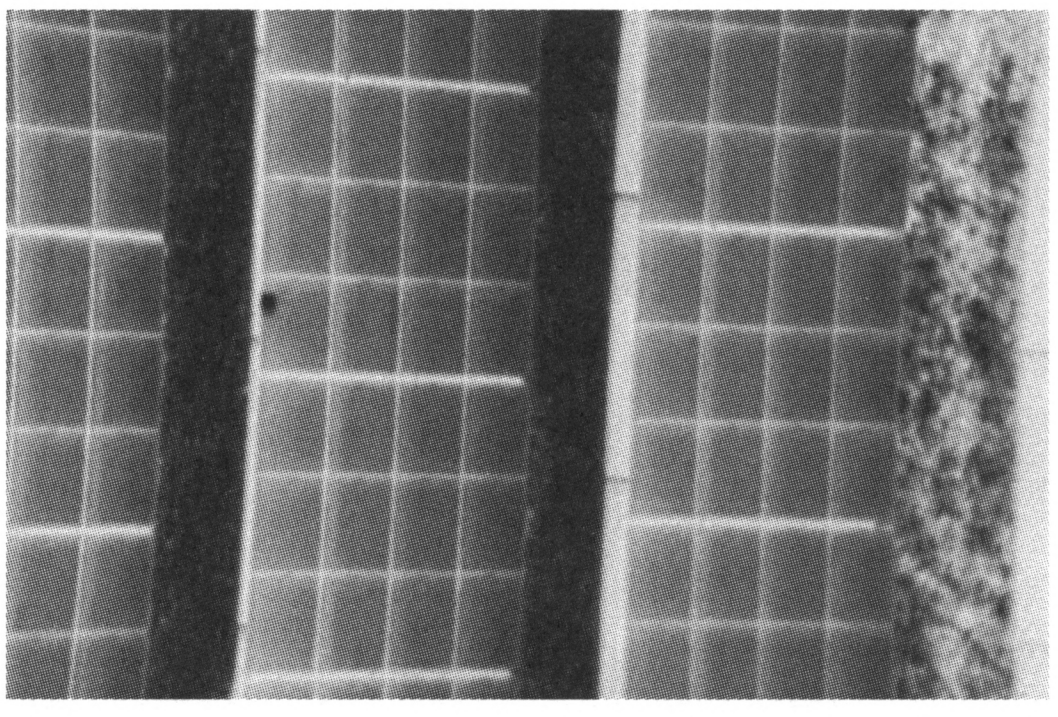
和田島太陽光発電所

【内容】

・パネルの枚数　8,652枚
・あらかじめ設定したルートを飛行、自動で離着陸
・ドローンに搭載したカメラにより画像を撮影
・カメラの種類は、可視カメラと赤外線カメラ（温度測定）
・無線で画像伝送し、地上で確認
・異常が見つかれば手動運転にて詳細調査が可能
・赤外線カメラにより異常箇所（ホットスポット※）を効果的に発見する

※ホットスポットとは、パネルの一部が損傷等により熱を持つ現象のことであり、発熱により発電効率の低下や火災発生の恐れがある

○赤外線カメラでの撮影画像



太陽光パネルのホットスポット（黒点）

【効果】

・ドローンでの作業時間は約１時間（飛行時間）であった（現地での準備を含めると約２時間）
・ドローンに対し、人による地上点検では、作業時間は約６時間（２人作業）になるので，ドローンを活用することによって，点検に必要な時間は１／３程度に削減できた

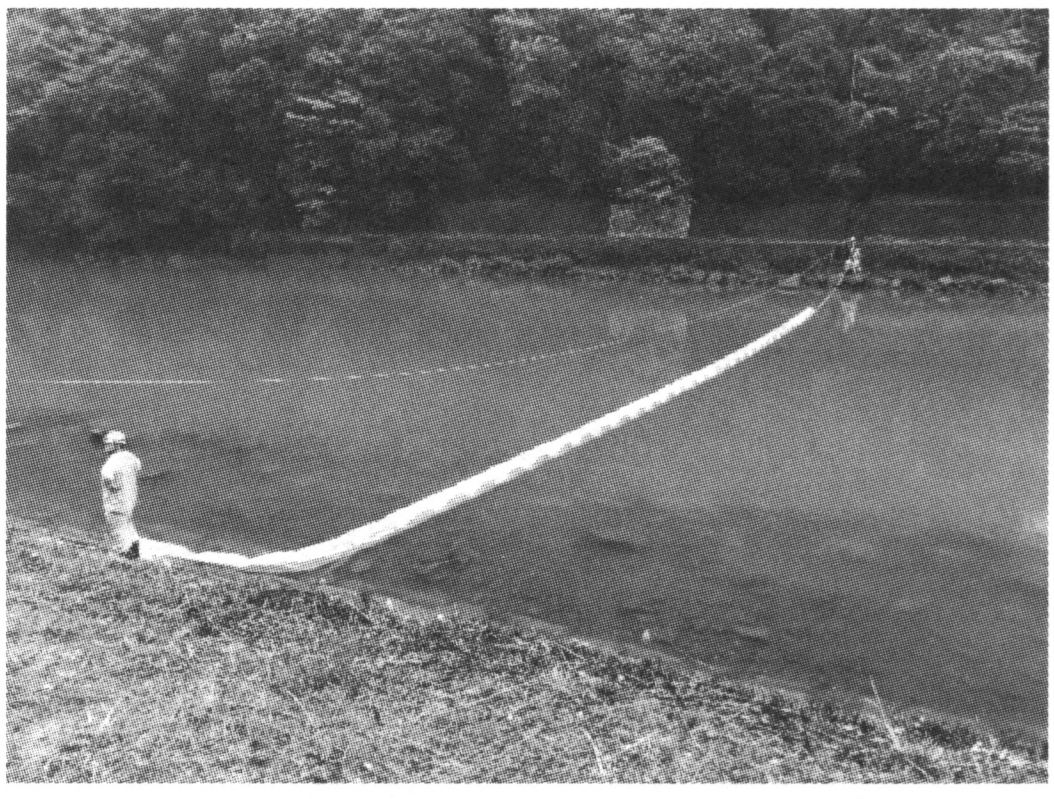
【課題】

ドローン活用の場合には、機体故障や落下による被害も考えられるため複数機体の準備、保険加入に関する検討、風速等の気象条件に左右されること、近隣への配慮が必要であることなど、人による地上点検に比べて課題もある。

②　オイルフェンス敷設訓練へのドローン活用実証実験

【内容】

水力発電所において万一、河川への油流出事故が発生した場合は、油の拡散範囲の確認や油の回収に迅速な対応が求められる。ドローンの活用により、迅速な対応を行うことで被害を最小限にとどめるための活用可能性について検証を行った。

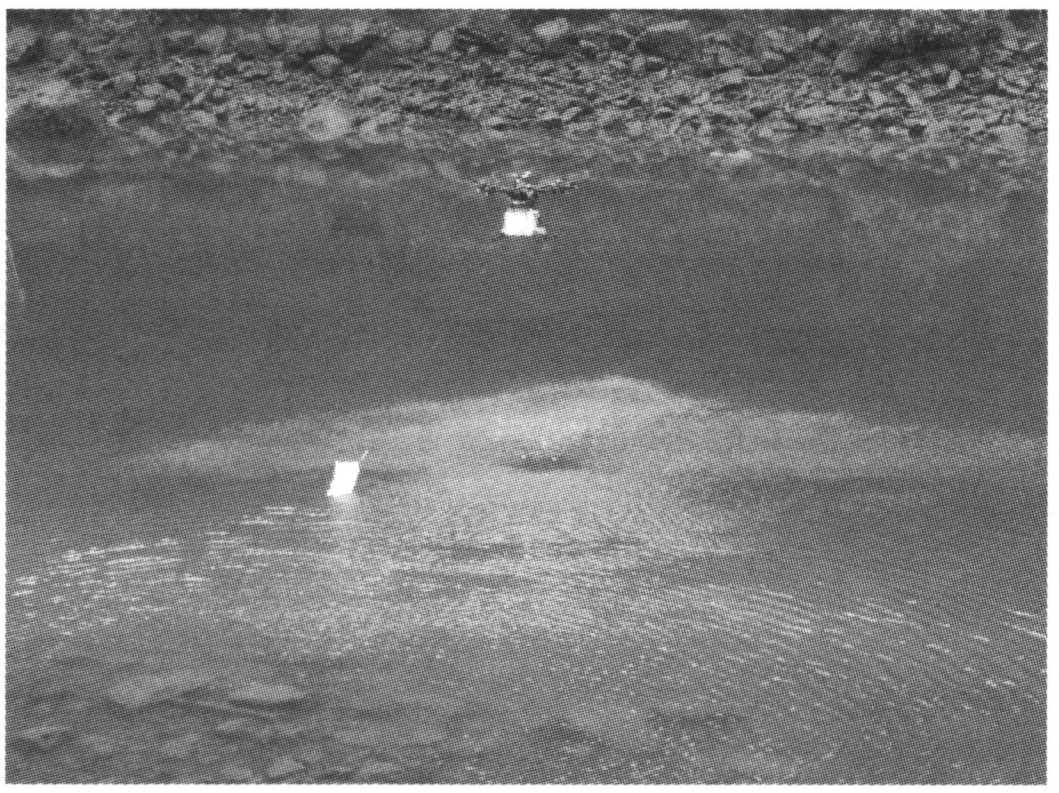


オイルフェンス敷設状況

【効果と課題】

“対岸へのロープ渡し”に関しては、適用可

能な条件はあるものの迅速化が図られ、一定の効果が認められた。“油の回収作業の補助”に関しては、ドローン飛行により発生する風が想定以上に強く、漏油の拡散が懸念されることや、油吸着マットの投下精度等の課題が明らかとなった。



ドローンによる油吸着マットの回収状況

③　マリンピア沖洲及び和田島太陽光発電所の太陽電池パネル臨時点検

【マリンピア沖洲太陽光発電所の結果】

・赤外線カメラにて、温度上昇している18箇所を発見

・その後、地上からの追跡調査を行ったが異常は認められなかったため、鳥の糞などの影響と推測

【和田島太陽光発電所の結果】

・赤外線カメラにて、温度上昇している４箇所を発見

・追跡調査は未実施だが、マリンピア沖洲太陽光発電所と同様と考えられる

【課題】

可視光カメラによるパネル破損の判別は、画像をかなり拡大しないと難しい。

④　インターネットを利用した遠隔制御によるドローン操作実証実験

【内容】

水力発電所と太陽光発電所は、徳島市内の制御室から一括して遠隔監視制御を行っている。山間地域にある水力発電所には、水車、発電機、制御装置、冷却設備、受変電設備等の多くの機器が設置されており、異常発生時には職員が遠くまで出向き、機器の異常を確認する必要があるが、移動による対応ではその迅速化に限界がある。

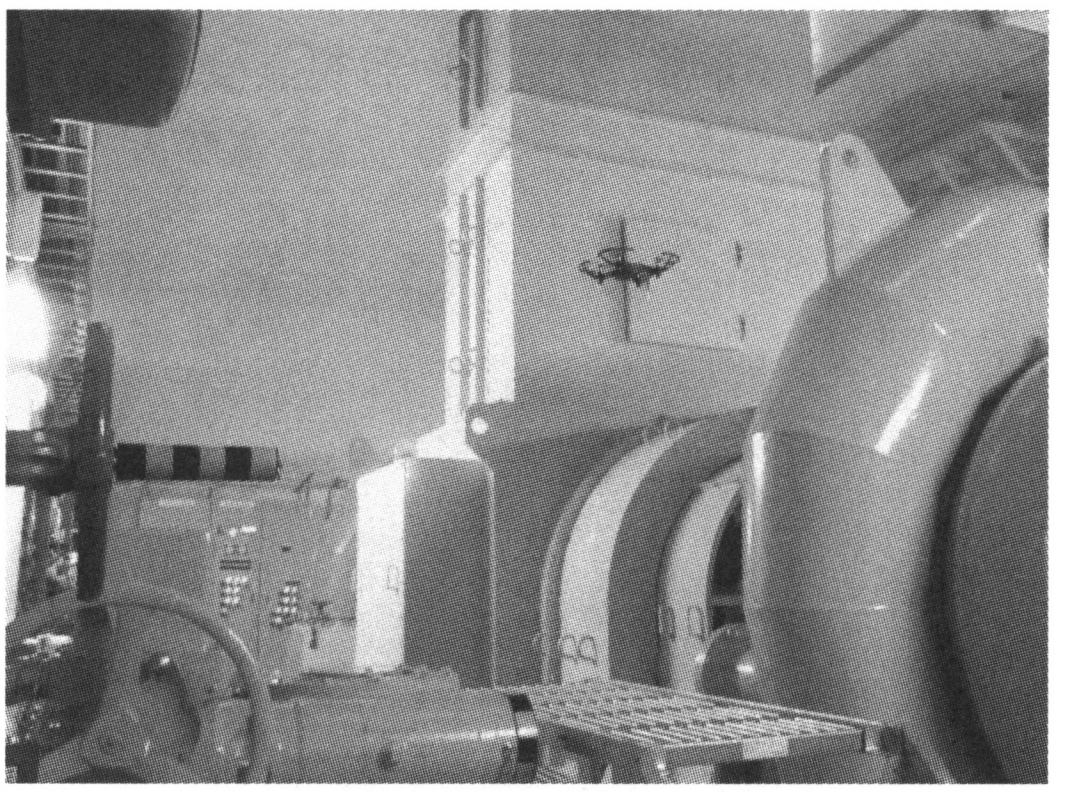
そのため、機器状態の迅速な確認手段の一つとして、ネットワーク技術とドローン技術を組み合わせた応用の可能性について実証実験を行った。

・徳島市からの操作による発電所内のドローンの操縦

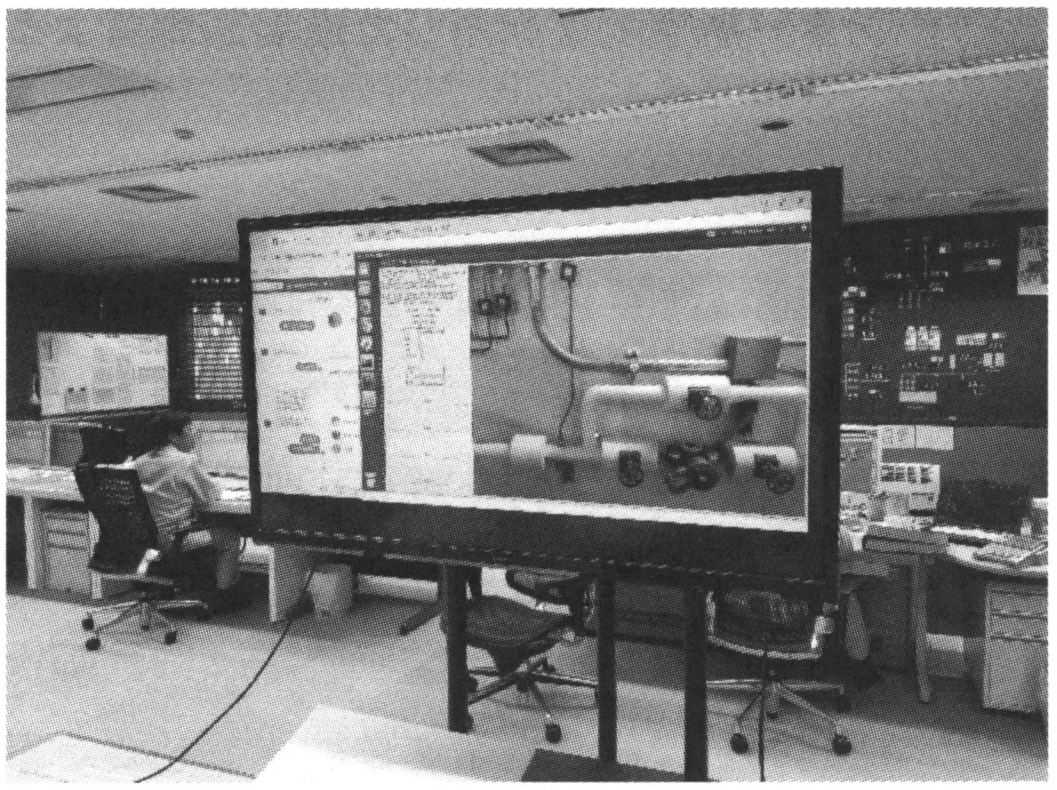
・徳島市からの指令による発電所内のドローンの自動飛行

・ドローン着陸後の自動充電装置の動作確認

・上記をもとに、発電所機器の異常発生時の状態確認手段としての可能性を検証



坂州発電所内での飛行状況



制御室での映像確認状況

【効果】

・手動操縦においては、動作レスポンスがやや遅いものの現場の設備配置を把握できているなら、スムーズに操作することができる
・自動飛行においては､マーカー（バーコード）を事前に設置しておく必要があるが、所望の自動飛行・映像撮影が可能である

【課題】

安定的な充電装置､照明の遠隔操作､飛行ルートの設定、操作技能の習得等の課題がある。

⑤　川口ダム設備の点検

【内容】

ダム設備は非常に大きく，目視点検を行うにも相当の労力と時間が必要となるうえ，高所でもあるため危険が伴う。ドローン等を活用することで，効果的・効率的な点検が可能かどうか検証を行った。

【効果と課題】

ダムの扉体や、貯水池の護岸状況の確認に大きな利点があるものの、近傍に送電線がある場合や、規模の大きい凹凸構造部分における吹き上げによる風の影響等のため、ドローンが近づくためには、墜落や衝突を起こさないよう、高度な操縦技術が必要となる。

⑥　川口ダム貯水池に隣接する道路擁壁等の水中点検

【内容】

潜水士による水中部点検に比べ、危険が少なく、安価に調査が可能であるかどうか、簡易な水中ロボットを使って、貯水池内の水中部点検への応用の可能性について検証を行った。

【効果と課題】

比較的カメラ映像が鮮明であったものの、ロボットを目視確認できなくなると、ロボットの位置や向きが把握できないことや、付属のスクリューによる水流で濁水が発生し、映像確認ができなくなることがあった。

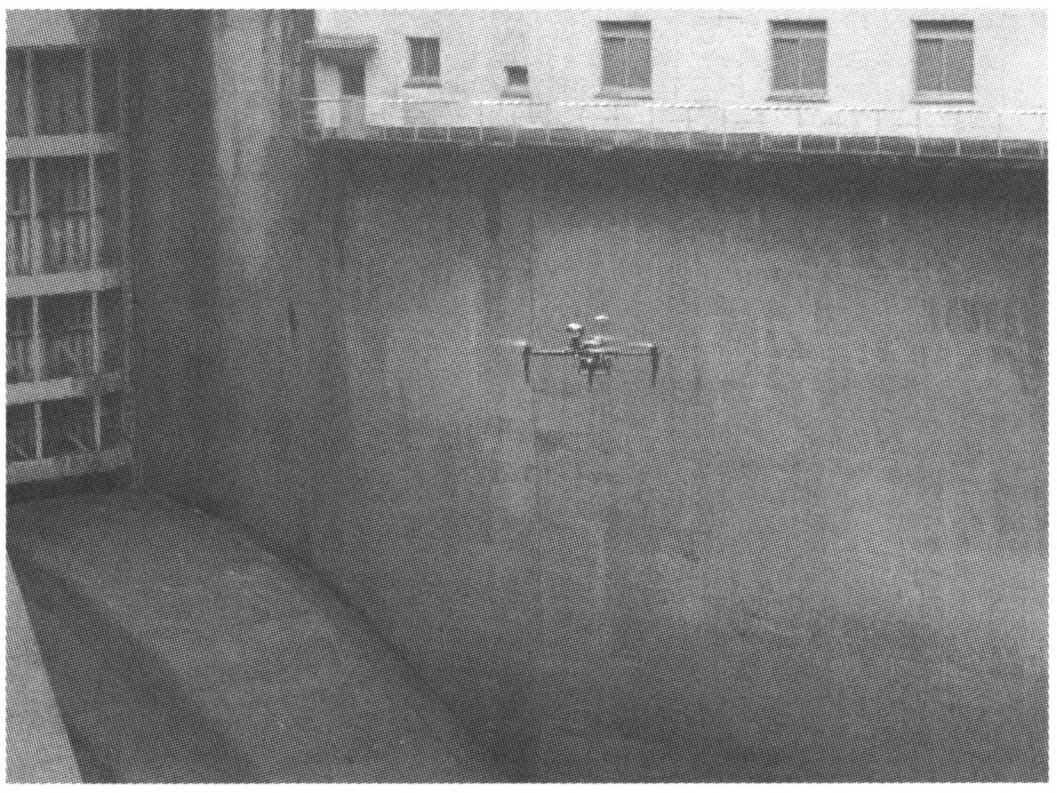
⑦　日野谷発電所サージタンク内面の点検調査

【内容】

隧道断水により、抜水された状態のサージタンクにおいて、上部の開口部からのドローン操縦により内面の画像撮影を行い、ドローンによるサージタンクの内面点検への有効性を確認した。

【効果】

・全景や細部の状況を鮮明に撮影することが可能
・人が容易に近づいて目視確認することが出来



川口ダムでの飛行状況

ない場所の確認が可能

【課題】

・コンクリートクラックの検出が容易とされていた赤外線映像による撮影も行ったが、今回の使用においては、それほど効果的とはいえない

・赤外線映像の鮮明度が低い

・狭小（ライザー、直径4.2m）な深部（ライザー開口部より約33m下方）においては、機体の安定性が低下する（GPS電波の受信が不十分と思われる）



日野谷発電所サージタンクの点検調査状況
（ライザー上部をドローンが飛行中）

⑧　防災図上訓練への活用

災害時における早期の施設復旧のための図上訓練において、ドローンで撮影した発電所内の現場状況を県庁にリアルタイムで伝送する実証実験を実施した。

⑨　小水力発電の導入調査への活用

企業局では、地域における新たな小水力発電の導入可能性について調査を続けており、例えば、過去に水力を活用していたが、現在は跡地になっているような場所において、取水堰跡の全景等の状況把握にドローンを活用している。

(3)　効果のまとめ

以上の様々な実証において確認でき、具体的な効果としては、次のようなことが挙げられます。

①　メガソーラー施設の太陽光パネルの点検にドローンを活用し、人による点検と比べ点検時間の短縮が図られ、ドローンの優位性が確認できた。

※ドローンによる点検：約45万円、人による点検：約82万円で、約40万円の削減（１施設１回あたり）となった。

②　サージタンクなどの普段、あるいは通常の人による点検でも、目視することが容易でない箇所の精度の高い確認が迅速かつ安全に実施することができた。

(4)　課題と対応

具体的な効果が見いだされた一方で、課題としては、次のようなことが挙げられます。

①　機体の故障や、近隣周辺施設への配慮が必要である。

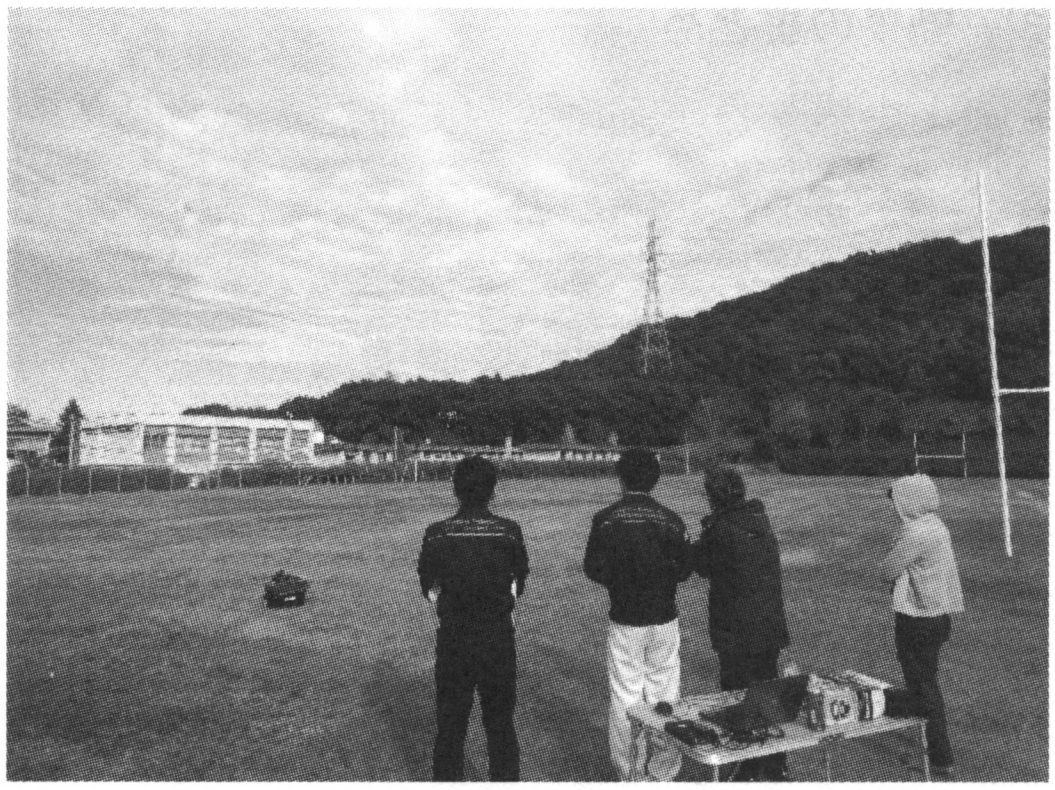
②　ダム設備の点検では、ダムを吹き上げる風等の影響を受ける。

③　ドローンの操縦には高度な技能や知識が求められることから、継続した操縦者の育成が必要である。

これらの対応としては、次のようなことが挙げられます。

①　ドローン専用の対人及び対物損害賠償保険に加入し、職員だれもが安心して使用できるようにする。

②　県が主催するドローン操作講習会に例年参加しており、令和４年度からは国の免許制度も創設されようとしていることから、今後も継続した操縦者の育成に努める。



令和２年度ドローン操作講習会の状況

(5)　他の公営企業に参考となる点

今回活用した、空中ドローンや水中ドローンなど、電気事業のみならず工業用水道事業等、他の事業にも活用の可能性があるインフラ点検ロボットは、各自治体における様々な活用事例が他の事業者の参考となり、さらなる利用の拡大につながることが期待されます。

３．今後の展望について

昨今の自然災害の激甚化、電気保安人材の将来的な不足への懸念および感染症の流行を背景に、「電気保安のスマート化」への取組が経済産業省において進められており、現地点で利用可能な技術は令和７年度までに社会実装することを目指しています。

徳島県企業局においても、「２．施設点検におけるインフラ点検ロボットの活用について」の取組を更に広げていくとともに、令和３年度からは「電気事業施設の保安業務のスマート化」として新たな取組を進めることとしています。

《電気事業施設の保安業務のスマート化》

(1)　目的

水力発電所は山間僻地に設置されており、その保守管理は台風や大雨などの自然条件に左右されるなど、時間的、人的負担が大きな課題となっています。

このため、遠隔監視に加え、巡視点検を月に数回、発電所やダムまで数人が数時間かけて往復し、現場でのデータ収集を行うなど、多大なコストが必要となっています。

また、ダム等の点検においては、高所でのロープワーク作業や、水路水中部の潜水作業など、高い危険性も含んでいます。

さらに、自然条件によっては、数日間にわたる洪水吐ゲートの操作や、長時間にわたる取水口の除塵作業が必要となります。

そこで、既に一定技術が確立し、導入の進むセンサーやウェアラブル機器等を活用し、現在の巡視点検における補完性、代替性を確認するとともに、活用を促進することで、遠隔監視の更なる高度化や、点検時間等の削減により、保安にかかるコストの合理化を目指すこととしています。

また、水中ドローンのように、有用ではありますが、未だ十分確立されていない技術の率先した活用を図ろうと考えています。

このように、スマート技術の活用を通じ、保安力の向上を図るとともに、設備の異常予兆を的確に把握し、計画的なメンテナンスに寄与することで、計画外停止を削減することができるものと考えています。

(2)　具体な事業内容

①　日野谷発電所に WiFi 環境及び固定カメラ３台を設置し、発電所の状況をリアルタイムにモニタリングすることで、常時の施設監視体制の強化はもとより、災害や緊急事象発生時の対応の迅速化を図る。

②　Web カメラ・マイク付きヘルメットを発電所等へ配備することで、現場職員と管理所

等がオンラインで接続され、臨場しなくても複数の職員が現場の情報を共有可能となり、ベテラン職員のリモートによるトラブルシューティングを可能とする。



Webカメラ・マイク付きヘルメットの例
（画像引用元：谷沢製作所）

③　水中ドローンを導入し、従来、潜水士に依頼していた水門ゲートなどの危険性の高い水中点検を、職員自らが水中ドローンを操作し、点検することで安全性の向上と日常の維持管理の強化を図る。



水中ドローンの活用箇所例
（日野谷発電所放水路ゲート）



水中ドローンの例

(3)　事業効果

①　施設の保安業務のスマート化を図ることで、現場の点検・管理の省力化や、業務の効率化・簡素化につなげられるとともに、命の危険が伴う点検作業を、ドローンによる点検に置き換えることで、職員の安全確保が図られる。

②　県内外の電気、機械の専門家らと、オンラインで現場を確認しながら、遠隔会議を行うことができ、緊急事象発生時においても、迅速かつ的確な施設の保安が可能となる。

これらのことにより、施設の信頼性向上を図ることで、将来にわたって安全、安心を創り出し、さらなる電力の安定供給につなげるとともに、将来は工業用水道事業など他の事業にも導入拡大することにより、適切かつ効率的な施設管理に努めてまいりたいと考えています。