

【類型6 KDDIスマートドローン株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の概要】

対象業務 (法令)	(1) 自然環境保全法第28条、第31条、第47条に係る実地調査 (2) 自然公園法第33条、第62条、第76条及び、自然公園法施行規則第13条の5に係る実地調査 (3) 大分県環境緑化条例第23条に係る実地調査														
実証の全体像	実証内容を①～④に示す。これらに対し、実施項目をA～Eに分けそれぞれ、実証を行った。 ① 国立公園の利用調整地区内において、エリア内の公園利用者及びエリア内を生息地とする野生動物（ツキノワグマ又はヒグマ、ニホンジカ、アライグマを対象として想定し、これらの動物種の自動判定のため他の哺乳類も判定対象として想定）のエリア内の出入りや存在の有無、数、位置、画像等の情報をカメラやセンサー等の遠隔操作により取得する。 ② 国立公園又は自然環境保全地域の指定・拡張や保全計画の決定・変更等に関し、現地の自然環境や土地利用、風景・景観、利用状況等の情報をカメラやセンサー等の遠隔操作により、人による行為（アンケートやヒアリング調査等）と同様以上の精度で取得する。 ③ 動植物の個体群又は群集若しくは群落の生息状態又は生育状態について、カメラやセンサー等の遠隔操作により情報を取得する。 ④ ②、③で取得した情報について、過去に取得した情報と比較し、状況変化の検出を自動で行う。														
実施体制	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">事業者名</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">実施業務・役割</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>KDDIスマートドローン株式会社</td> <td>全体統括、事業推進、技術実証全体企画、実行、通信環境構築</td> </tr> <tr> <td>いであ株式会社（再委託先）</td> <td>環境の専門家観点での技術実証企画支援、技術実証実行支援</td> </tr> <tr> <td>株式会社オーイーシー（再委託先）</td> <td>大分県と連携した技術実証企画支援、技術実証実行支援</td> </tr> <tr> <td>株式会社野村総合研究所（再委託先）</td> <td>技術実証全体推進支援</td> </tr> <tr> <td>パーソルプロセス&テクノロジー株式会社（再委託先）</td> <td>実証の準備、実行対応支援</td> </tr> <tr> <td>株式会社プロドローン（再委託先）</td> <td>実証の準備、実行対応支援</td> </tr> </tbody> </table>	事業者名	実施業務・役割	KDDIスマートドローン株式会社	全体統括、事業推進、技術実証全体企画、実行、通信環境構築	いであ株式会社（再委託先）	環境の専門家観点での技術実証企画支援、技術実証実行支援	株式会社オーイーシー（再委託先）	大分県と連携した技術実証企画支援、技術実証実行支援	株式会社野村総合研究所（再委託先）	技術実証全体推進支援	パーソルプロセス&テクノロジー株式会社（再委託先）	実証の準備、実行対応支援	株式会社プロドローン（再委託先）	実証の準備、実行対応支援
事業者名	実施業務・役割														
KDDIスマートドローン株式会社	全体統括、事業推進、技術実証全体企画、実行、通信環境構築														
いであ株式会社（再委託先）	環境の専門家観点での技術実証企画支援、技術実証実行支援														
株式会社オーイーシー（再委託先）	大分県と連携した技術実証企画支援、技術実証実行支援														
株式会社野村総合研究所（再委託先）	技術実証全体推進支援														
パーソルプロセス&テクノロジー株式会社（再委託先）	実証の準備、実行対応支援														
株式会社プロドローン（再委託先）	実証の準備、実行対応支援														
実施期間	令和5年10月13日から令和6年1月31日														

	対象業務（法令）	実証の内容
実施項目A Starlink（低軌道衛星通信）等を活用したニホンジカやヒグマ等の生息状況調査	(2)	①
実施項目B ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得	(1)、(2)	②
実施項目C ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得	(1)、(2)	③
実施項目D 実施項目B,Cで取得した情報を基にした状況変化の自動検出	(1)、(2)	④
実施項目E ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務	(3)	③、④

【技術実証の詳細（1/8）】

技術実証の方法	技術実証項目	実証内容
	A-1	吉野熊野国立公園において、エリア内を生息地とする哺乳類の生息状況を把握するための現地調査について、トレイルカメラ、Starlink、検知AIシステムを用いることで、省力化の可能性を検証した。
	A-2	知床国立公園において、エリア内を生息地とする哺乳類の生息状況を把握するための現地調査について、トレイルカメラ、検知AIシステムを用いることで、省力化の可能性を検証した。
	B	吉野熊野国立公園大台ヶ原において、公園内の土地利用、風景・景観、利用状況等の把握のため、視認で確認していた利用者数・属性カウントや公園内の巡視業務等について、人口動態データ、ドローン、トレイルカメラ+AIを用いることで、省力化・高度化の可能性を検証した。
	C-1	厚岸霧多布昆布森国定公園の厚岸湖において、越冬期に飛来するオオハクチョウの個体数を把握するための現地調査について、ドローン撮影とAIによる画像解析によって、省力化の可能性を検証した。
	C-2	瀬戸内海国立公園の有明浜において、人工改変や土砂供給量の減少、異常気象によって存続が危ぶまれている海浜植物群落の把握のための現地調査について、ドローンを用いることで、省力化・高度化の可能性を検証した。
	C-3	崎山湾・網取湾自然環境保全地域において、ウミショウブ群落の生育状況を把握するため実施されている現地調査について、着水型ドローンの遠隔操作により、省力化の可能性を検証した。
	D	実施項目B及びCについて、それぞれ得られた成果を踏まえ、その実現手法と実現にあたっての課題を検討した。
	E	大分県特別保護樹林の指定に際して、「大分県環境緑化条例 特別保護樹木等調査選定要領」にて定められた選定基準を満たしているかを確認すべく大分県が実施している現地調査について、ドローン、システムを用いることで、省力化の可能性を検証した。

【技術実証の詳細（2/8）】

実証場所① 吉野熊野国立公園大台ヶ原

実施項目

A-1（吉野熊野国立公園におけるニホンジカ及びツキノワグマの生息状況調査）

B（ドローンや人口動態データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得_吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）

実証期間・実証日

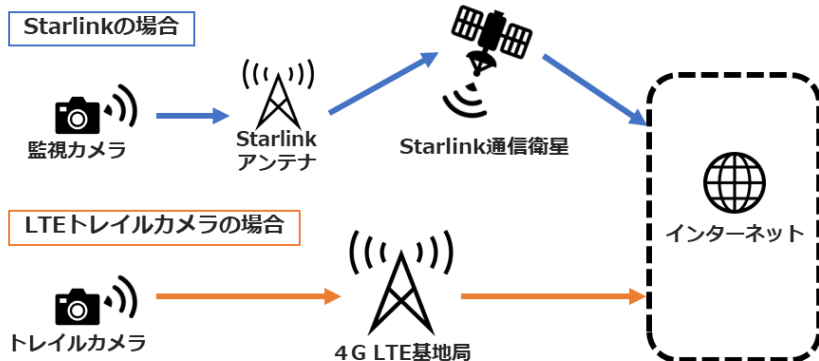
A-1 カメラ設置日（令和5年10月24日～26日）からカメラ回収日（令和5年11月27日～29日）

B トレイルカメラ（令和5年10月19日～11月28日）、360°カメラ（令和5年10月31日、11月14日）

実施場所

A-1 大台ヶ原国立公園西大台地区・東大台地区

B 大台ヶ原登山道（トレイルカメラ、360°カメラ）



StarlinkとLTEトレイルカメラの通信方法イメージ

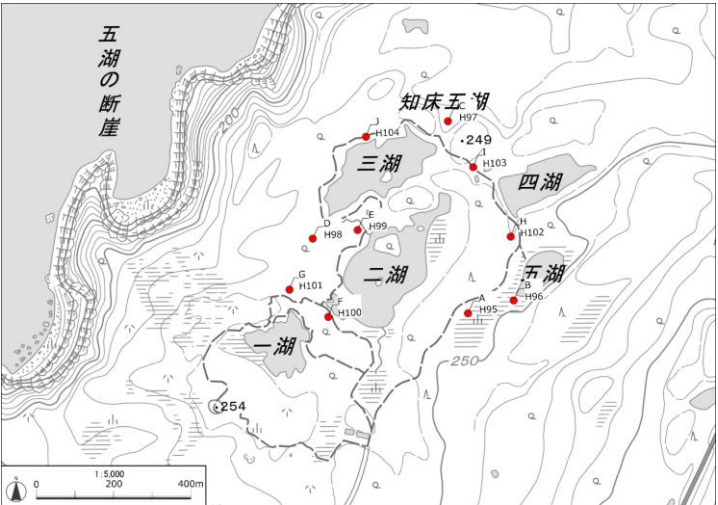



A-1におけるトレイルカメラ設置の様子



Bで使用した360°カメラ

【技術実証の詳細（3/8）】

実証場所②	知床国立公園
<p>実施項目 A-2（知床国立公園におけるヒグマおよびアライグマの生息状況調査）</p> <p>実証期間・実施日 カメラ設置日（令和5年10月19日～20日）からカメラ回収日（令和5年11月7日）までの間</p> <p>実施場所 知床国立公園知床五湖（利用調整区域）</p> <p>赤点：トレイルカメラ設置地点</p>  <p>電子地形図25000（国土地理院）を加工して作成</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="886 682 1261 753"> <p>上：使用したトレイルカメラ 下：トレイルカメラ設置の様子</p> </div> <div data-bbox="886 771 1261 1342">  </div> </div>	

実証場所③	(株) KDDI社有地駐車場	
<p>実施項目 B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得）</p> <p>実証期間・実証日 令和5年11月9日～10日の2日間</p> <p>実証場所 (株) KDDI社有地駐車場</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1447 792 1778 1228">  <p>使用したドローン機体 「Matrice30」</p> </div> <div data-bbox="1854 813 2339 1170">  <p>ドローンポート 「DJI Dock」</p> </div> </div>		

【技術実証の詳細（4/8）】

実証場所④ 厚岸霧多布昆布森国定公園

実施項目

C-1（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_厚岸霧多布昆布森国定公園における水鳥類の生息状況把握）

実施期間、実証日

令和5年10月24日～25日、11月13日～14日の2回、計4日間

実施場所

厚岸霧多布昆布森国定公園厚岸湖

タイムスケジュール

10月24日		10月25日	
9:00	厚岸湖到着・事前準備	8:30	厚岸湖到着・事前準備
10:15	調査範囲Cの調査開始	9:45	オートフライトテスト
13:30	調査範囲Aの調査開始	12:10	調査範囲Cの調査開始
13:52	調査範囲Bの調査開始	15:00	調査終了
16:00	調査終了		
11月13日		11月14日	
12:30	厚岸湖到着・事前準備	9:00	厚岸湖到着・事前準備
13:00	調査範囲Bの調査開始	10:30	調査範囲Cの調査開始
16:00	調査終了	12:20	調査範囲Aの調査開始
		15:00	調査終了



オオハクチョウの群れ



目視での水鳥のカウントの様子



飛行するドローンの様子



遠隔からのドローン運航の様子

【技術実証の詳細（5/8）】

実証場所⑤ 瀬戸内海国立公園（有明浜）

実施項目

C-2（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_瀬戸内海国立公園（有明浜）における海浜植物群落のモニタリング）

実施期間・実証日

令和5年10月17日（1回目空撮）、24日（植生調査）、11月15日～16日（2回目空撮）

実施場所

瀬戸内海国立公園有明浜

タイムスケジュール

10月16日		10月17日	
14:15	有明浜到着・周辺事前調査	7:30	有明浜到着・事前準備
17:00	調査終了・撤収作業	8:40	オートフライト(100m・全体)× 2
		10:00	オートフライト(40m・南側)× 2
		11:20	オートフライト(40m・中央南側)× 2
		14:00	オートフライト(40m・中央北側)× 2
		15:10	オートフライト(40m・北側)× 2
		16:30	調査終了・撤収作業
11月15日		11月16日	
14:15	有明浜到着・周辺事前調査	7:30	有明浜到着・事前準備
17:00	調査終了・撤収作業	8:40	オートフライト(100m・全体)× 2
		10:00	オートフライト(40m・南側)× 2
		11:20	オートフライト(40m・中央南側)× 2
		14:00	オートフライト(40m・中央北側)× 2
		15:10	オートフライト(40m・北側)× 2
		16:30	調査終了・撤収作業



実証に使用したドローン
「Mavic3M」



マルチスペクトルカメラ



実証の状況

【技術実証の詳細（6/8）】

実証場所⑥ 崎山湾・網取湾自然環境保全地域

実施項目

C-3（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_崎山湾・網取湾自然環境保全地域におけるウミシヨウブ群落の生育状況調査）

実証期間・実施日

令和5年10月18日、11月15日の2日間

実施場所

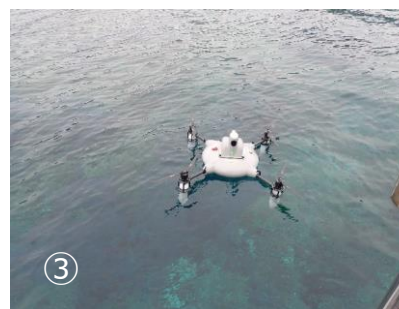
崎山湾・網取湾自然環境保全地域

タイムスケジュール

10月18日		11月15日	
8:45	事前準備	7:08	事前準備
9:17	実証開始	8:04	実証開始
11:35	実証終了・撤収作業	11:25	実証終了・撤収作業



- ①実証に使用した着水型ドローン
- ②ドローンの機体に装着されたGoPro
- ③ドローン着水時の様子
- ④実証実施状況



【技術実証の詳細（7/8）】

実証場所⑦ 柞原八幡宮の森（大分市大字八幡）
日吉神社の森（大分市大字木田）

実施項目
E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）

実証期間・実施日
令和5年10月30日～31日の2日間

実施場所
柞原八幡宮の森（10月30日）、日吉神社の森（10月31日）

タイムスケジュール

10月30日		10月17日	
9:15	現地の地形・気象状況の確認	9:05	現地の地形・気象状況の確認
9:45	機材の配置・準備	9:15	機材の配置・準備
10:00	ドローン飛行実施(複数回)	9:20	テストフライト開始
12:00	データ確認	9:30	フライトルート調整
13:00	追加ドローン飛行実施	9:40	ドローン飛行実施
		11:00	データ確認
		11:15	樹木医による従来手法での対象木の測定
		13:00	樹木医による従来手法での対象木の測定



実証で使用したドローン「Mavic3E」



ドローンが林を飛行中の様子

【技術実証の詳細（8/8）】

各実施項目において前提として求められていた条件・機能とそれに対する各実施項目ごとの対応を以下に示す。

実施条件	実証内容に共通な条件と機能	実施項目A	実施項目B	実施項目C及びE
	(1) 厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。	○	○	○
	(2) 自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。	○	○	○
	(3) 対象法令及び関係法令の規制に抵触せず、また公園利用に著しい支障（例えば、ドローン落下により景観や地形を損傷する、放置状態にする等）を与えないデジタル機材や情報収集方法とすること。	○	○	対象外
	(4) 広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。	○	○	○
	(5) 自然環境の雰囲気（静謐（せいひつ）、自然音、香り等）の把握に際して、人間の五感を可能な限り再現すること。	対象外	○	対象外
	(6) 取得したカメラやセンサー等での取得情報は、利用調整地区制度を管理する施設にリアルタイムで送信し表示させること。	○	対象外	対象外
	(7) 国立公園の普通地域又は自然環境保全地域の普通地区における行為届出に関し、行為地周辺の3次元立体構造データを作成して実証を行う場合、ノートパソコン向けの内蔵GPUのみでも支障なく動作し操作ができるものとすること。	対象外	対象外	対象外

【技術実証の結果（1/35）】

結果の評価の観点	各実施項目において、現状業務の手法を代替できるかについてQCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした以下の8つの観点から評価するとともに、前提としての実施条件を満たしているか検証することとした。		
	評価ポイント	確認方針	
	Quality	①網羅性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法と比較し、より広範囲をカバーした情報が取得できているかを検証する。 従来手法と比較し、必要データが網羅的に出力できているかを検証する。
		②正確性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 取得したデータによって、従来のような集計・推計実施が可能かを検証する。 従来手法と比較し、詳細かつ正確なデータが出力できているかを検証する。
		③継続性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 取得したデータが、従来手法によって得られた情報との比較が可能かを検証する。
	Cost	④経済性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法と比較し、工程全体で発生する費用がどの程度軽減されているかを検証する。
	Delivery	⑤機動性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法と比較し、業務に要する期間が短縮されているかを検証する。
		⑥再現性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 同じ場所での撮像と出力を複数回行い、取得したいずれのデータも、観点①②に合致しているかを検証する。
	Safety	⑦安全性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法において生じる危険リスクが、ドローンやデジタル技術活用によって軽減・解消されているか、また新たに生じうるリスクがないかを検証する。
⑧機密性の比較		<ul style="list-style-type: none"> 従来手法と比較し、出力データ管理に係るセキュリティが適切に担保されているかを検証する。 	

【技術実証の結果（2/35）】

結果の評価のポイント・方法 (実施項目A-1： 吉野熊野国立公園 におけるニホンジカ 及びツキノワグマの 生息状況調査)

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目A-1の実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ LTEやStarLink回線を通じてクラウド上に保存された画像の数を計上・記録する(A) ・ センサーカメラ内部に保存された数を計上・記録する(B) ・ 調査期間を通じたAとBの差分を集計する ・ 調査期間を通じたツキノワグマの目撃情報を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラウドを通じた画像の取得率(80%) ・ ツキノワグマの目撃情報と同時期にセンサーカメラに保存された画像にツキノワグマが撮影されているか
②正確性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニホンジカ、ツキノワグマのAIによる正解率、適合率、再現率、F値を計算する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体の正解率(80%) ・ ツキノワグマの再現率(80%)
③継続性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ ニホンジカに関して、センサーカメラを用いた既存調査での記録数を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラウド上に保存された画像においてニホンジカの既存調査と同程度の結果が得られているか
④経済性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ メンテナンス、システム保守にかかる人件費、直接経費の計上(A) ・ 従来手法で実施した際の人件費、直接経費の計上(B) ・ 調査期間/年間を通じたAとBの差分を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査にかかる費用が過大なものとなっていないかどうか
⑤機動性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ システム構築後、データ完成までにかかる期間(A) ・ 従来手法で実施した際に想定される上記の期間(B) ・ AとBの差分を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ システム構築後、データ完成までにかかる期間は従来手法と同程度となっているか ・ ツキノワグマの発見から関係者への周知にかかる工程・時間が短縮されているか
⑥再現性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天候、設置場所、電波状況とセンサーカメラの撮影画像の質・量を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天候、設置場所、電波状況等が同様であれば、同程度の質・量の画像が取得できているかどうか
⑦安全性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機器の盗難対策の実施とコストを集計する ・ 機器メンテナンスの実施とコストを集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか
⑧機密性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ データの盗難対策の実施とコストを集計する ・ 通信における情報漏洩防止対策の実施とコストを集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか

【技術実証の結果（3/35）】

結果の評価のポイント・方法
 （実施項目A-2：
 知床国立公園におけるヒグマ及びアライグマの生息状況調査）

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目A-2の実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ LTEやStarLinkを通じてクラウド上に保存された画像の数を計上・記録する(A) ・ センサーカメラ内部に保存された数を計上・記録する(B) ・ 調査期間を通じたAとBの差分を集計する ・ 調査期間を通じたヒグマの目撃情報を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラウドを通じた画像の取得率(80%) ・ ヒグマの目撃情報と同時期にセンサーカメラに保存された画像にヒグマが撮影されているか
②正確性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒグマ、アライグマのAIによる正解率、適合率、再現率、F値を計算する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体の正解率(80%) ・ ヒグマの再現率(80%)
③継続性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒグマに関して、センサーカメラを用いた既存調査での記録数を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ クラウド上に保存された画像においてヒグマの既存調査と同程度の結果が得られているか
④経済性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ メンテナンス、システム保守にかかる人件費、直接経費を計上(A)する ・ 従来手法で実施した際の人件費、直接経費を計上(B)する ・ 調査期間/年間を通じたAとBの差分を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査にかかる費用が過大なものとなっていないかどうか
⑤機動性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ システム構築後、データ完成までにかかる工程・時間を記録(A)する ・ 従来手法で実施した際に想定される工程・時間を集計(B)する ・ AとBの差分を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ システム構築後、データ完成までにかかる工程・時間は従来手法と同程度となっているか ・ ヒグマの発見から関係者への周知にかかる工程・時間が短縮されているか
⑥再現性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天候、設置場所、電波状況とセンサーカメラの撮影画像の質・量を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 天候、設置場所、電波状況等が同様であれば、同程度の質・量の画像が取得できているかどうか
⑦安全性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機器の盗難対策の実施とコストを集計する ・ 機器メンテナンスの実施とコストを集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか
⑧機密性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ データの盗難対策の実施とコストを集計する ・ 通信における情報漏洩防止対策の実施とコストを集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか

【技術実証の結果（4/35）】

結果の評価のポイント・方法
 （実施項目B：
 ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得）

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目Bの実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ au人口動態のデータを元に利用者数を推定する ・ 現地調査において利用者の主な動線とトレイルカメラの設置位置の関係を把握する ・ ドローンによる空撮を行い、その撮影範囲を確認する ・ 360度カメラ・録音機器の設置地点を整理する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口動態データで公園利用者数の推定ができるか ・ 利用者の主な動線にトレイルカメラが設置されているか ・ 想定した空撮範囲を取得したデータでカバーできているか（80%） ・ 公園内の代表的な箇所に360度カメラを設置できているか
②正確性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口動態データ及びトレイルカメラによる調査と比較するため、調査員による現地調査により公園利用者数を把握する ・ 調査時期、時間帯の異なる空撮画像の重ね合わせを行う ・ 360度カメラ・録音データを用いて3次元動画を作成する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口動態データ、トレイルカメラを用いた利用者数と現地調査結果の比較（乖離率±20%） ・ 属性ごとの利用者数割合等、調査員による調査では得られないデータが得られているか ・ 空撮画像は撮影目的を達成できる画角での撮影が実施できているか ・ 3次元動画において現地の状況（静謐性等）が再現できているか
③継続性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来手法で記録・集計された公園利用者数等の統計情報を収集・整理する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来手法で記録されている駐車台数等と本実証で得られた結果に大きな齟齬が認められないかどうか。大きな齟齬が見られる場合はその原因を明らかにする
④経済性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機器設置、運用、データ整理、結果の出力にかかるコストを整理する ・ 利用者数調査について従来手法で実施した場合のコストを整理する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査にかかる費用が過大なものとなっていないかどうか

【技術実証の結果（5/35）】

結果の評価のポイント・方法
 （実施項目B：
 ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得）

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目Bの実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
⑤機動性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 機器設置、運用、データ整理、結果の出力にかかる工程・期間を整理する 従来手法で実施した場合の工程・期間を整理する 	<ul style="list-style-type: none"> 利用者数の集計等にかかる工程・期間が短縮されているか ドローン、360度カメラ等による調査にかかる工程・期間が過大なものとなっていないかどうか
⑥再現性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 調査期間中、人口動態データの取得、トレイルカメラ、ドローン及び360度カメラ・録音機器による調査を複数回実施する 	<ul style="list-style-type: none"> 人口動態のデータは調査回によらず同様のデータが取得できているか トレイルカメラ、360度カメラ・録音機器によるデータ取得は調査時期によらず同様のデータが取得できているか ドローンによる空撮画像は同じ画角での撮影ができているか
⑦安全性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査に対するリスクを評価する 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査に伴う第三者等へのリスクが定量化され、対策が検討されているか
⑧機密性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 人口動態データの整理、通信における情報漏洩防止対策の実施とコストを集計する 	<ul style="list-style-type: none"> 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか

【技術実証の結果（6/35）】

結果の評価の
ポイント・方法
(実施項目C-1：
厚岸霧多布昆布森
国定公園における
水鳥類の生息状況
把握)

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目C-1の実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	・ ドローンによる空撮を行い、その取得データの撮影範囲を確認する	・ 想定した空撮範囲が取得したデータでカバーできているか(80%)
②正確性の比較	・ ドローンを用いて撮影した空撮画像から画像解析・AI技術を用いてオオハクチョウの個体数をカウントする	・ 撮影されている個体のうち、自動カウントできた個体数割合(80%)
③継続性の比較	・ 従来手法で記録・集計された調査情報を収集・整理する	・ 従来手法で記録されている調査結果と本実証で得られた結果に大きな齟齬が認められないかどうか。大きな齟齬が見られる場合はその原因を明らかにする
④経済性の比較	・ ドローンによる調査にかかる人件費、直接経費を計上(A)する ・ 従来手法で実施した際の人件費、直接経費を計上(B)する ・ 調査期間/年間を通じたAとBの差分を集計する	・ 従来手法と比較した場合の経費削減割合(20%)
⑤機動性の比較	・ ドローンによる調査にかかる工程・時間を記録(A)する ・ 従来手法で実施した際に想定される工程・時間を集計(B)する ・ AとBの差分を集計する	・ ドローンによる調査にかかる工程・時間は従来手法と同程度となっているか
⑥再現性の比較	・ 複数回のドローンの飛行とオオハクチョウのカウントを実施する	・ 天候、調査時期等が同様であれば、同程度の質・量の画像が取得できるか
⑦安全性の比較	・ ドローンによる調査に対するリスクを評価する	・ ドローンによる調査に伴う第三者等へのリスクが定量化され、対策が検討されているか
⑧機密性の比較	・ 通信における情報漏洩防止対策の実施とコストを集計する	・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか

【技術実証の結果（7/35）】

結果の評価の
ポイント・方法
(実施項目C-2：
瀬戸内海国立公園
(有明浜)におけ
る海浜植物群落の
モニタリング)

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目C-2の実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	・ ドローンによる空撮を行い、その取得データの撮影範囲を確認する	<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定した空撮範囲が取得したデータでカバーできているか(80%) ・ 従来の目視調査ではカバーできていない範囲まで記録できているか
②正確性の比較	・ マルチスペクトルカメラを用いた空撮画像から海浜植物群落の活性度を計測する	・ 植生の活性度の把握により、植生の生育状況や種類別の分布が把握できているか
③継続性の比較	・ 従来手法で記録・集計された調査情報を収集・整理する	・ 従来手法で記録されている調査結果と本実証で得られた結果に大きな齟齬が認められないかどうか。大きな齟齬が見られる場合はその原因を明らかにする
④経済性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドローンによる調査にかかる人件費、直接経費を計上(A)する ・ 従来手法で実施した際の人件費、直接経費を計上(B)する ・ 調査期間を通じたAとBの差分を集計する 	・ 従来手法と比較した場合の経費削減割合(20%)
⑤機動性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドローンによる調査にかかる工程・時間を記録(A)する ・ 従来手法で実施した際に想定される工程・時間を集計(B)する ・ AとBの差分を集計する 	・ ドローンによる調査にかかる工程・時間は従来手法と同程度となっているか
⑥再現性の比較	・ 調査時期、天候等による空撮画像の比較及び海浜植生生育範囲把握結果を集計する	・ 天候、調査時期等が同様であれば、同程度の質・量の画像が取得できているか
⑦安全性の比較	・ ドローンによる調査に対するリスクを評価する	・ ドローンによる調査に伴う第三者等へのインパクトが定量化され、対策が検討されているか
⑧機密性の比較	・ 通信における情報漏洩防止対策の実施とコストを集計する	・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか

【技術実証の結果（8/35）】

結果の評価のポイント・方法
 （実施項目C-3：
 崎山湾・網取湾自然環境保全地域におけるウミシヨウブ群落の生育状況調査）

評価のポイントを踏まえて策定した実施項目C-3の実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる空撮を行い、その取得データの撮影範囲を確認する 	<ul style="list-style-type: none"> 想定した空撮範囲が取得したデータでカバーできているか（80%） 従来の目視調査ではカバーできていない範囲まで記録できているか
②正確性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 着水型ドローンを用いた水中画像からウミシヨウブの生育状況や食害の有無を観察する 	<ul style="list-style-type: none"> 水中画像でウミシヨウブの生育状況や食害の有無が視認できるか
③継続性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法で記録・集計された調査情報を収集・整理する 	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法で記録されている調査結果と本実証で得られた結果に大きな齟齬が認められないかどうか。大きな齟齬が見られる場合はその原因を明らかにする
④経済性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査にかかる人件費、直接経費を計上する(A) 従来手法で実施した際の人件費、直接経費を計上する(B) 調査期間を通じたAとBの差分を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法と比較した場合の経費削減割合(20%)
⑤機動性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査にかかる工程・時間を記録する(A) 従来手法で実施した際に想定される工程・時間を集計する(B) AとBの差分を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査にかかる工程・時間は従来手法と同程度となっているか
⑥再現性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 調査時期、天候等による空撮画像の比較及びウミシヨウブ生育範囲把握結果を集計する 	<ul style="list-style-type: none"> 天候、調査時期等が同様であれば、同程度の質・量の画像が取得できているか
⑦安全性の比較	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査に対するリスクを評価する 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによる調査に伴う第三者等へのインパクトが定量化され、対策が検討されているか
⑧機密性の比較	<ul style="list-style-type: none"> 通信における情報漏洩防止対策の実施とコストを集計する 	<ul style="list-style-type: none"> 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか







【技術実証の結果（9/35）】

結果の評価の
ポイント・方法
(実施項目E：
ドローンを活用した
大分県特別保護樹
木の指定、保全の
ための調査業務)





評価のポイントを踏まえて策定した実施項目Eの実証の確認方針と具体的な指標等の内容を以下に示す。

評価ポイント	確認方針	指標、及びその目標値
①網羅性の比較	・ドローンによる空撮を行い、その取得データの撮影範囲を確認する	・ 想定した空撮範囲が取得したデータでカバーできているか (80%)
②正確性の比較	・林上空、林内部をドローンで撮影し、その画像を確認、解析することで各種情報の判断を行う -50cm単位での木の高さの判別 -2cm単位での木の太さの判別 -葉の有無の識別、枯れた状態(緑と茶色の識別等)の識別:目視での識別	・ 50cm単位での木の高さの判別、2cm単位での木の太さの判別、葉の有無の識別、枯れた状態(緑と茶色の識別等)の識別等が可能な画像データが得られるか ・ 平均誤差10%以下で胸高直径・樹高の計測や、大分県「特別保護樹木等調査選定要領」に定められた選定基準に基づく自動判定ができたか
③継続性の比較	・取得したデータが、従来手法によって得られた情報との比較が可能かを判断する	・ 過去の樹木データとの比較が可能か
④経済性の比較	・従来手法と比較し、工程全体で発生する費用がどの程度軽減されているかを判断する	・ 従来手法より低いコストで実現できるか
⑤機動性の比較	・従来手法と比較し、業務に要する期間が短縮されているかを判断する	・ より少ない工数で必要アウトプットを作成できるか
⑥再現性の比較	・調査実施における条件を明確化したうえで、撮像と出力を行い、取得したデータを評価する	・ 現地の地形状況、天候、通信環境によらず調査が可能か。実施が困難な条件、環境がある場合その条件が明確になっているか
⑦安全性の比較	・従来手法において生じる危険リスクが、ドローン活用によって軽減・解消されているか、また新たに生じるリスクがないかを判断する	・ 従来手法と比較して安全か(デジタル技術の活用により、樹木等に悪影響を及ぼしていないか) ・ 実証期間中、機材が樹木本体や景観、地形を損傷しないためのフェイルセーフ設定を講じることができているか
⑧機密性の比較	・従来手法と比較し、出力データ管理に係るセキュリティが適切に担保されているかを判断する	・ 継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうか


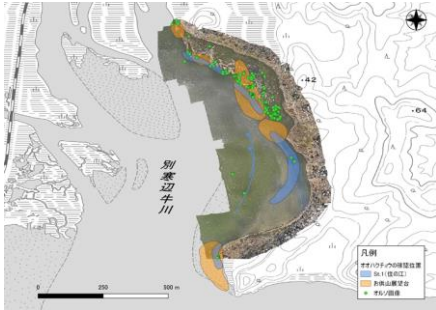


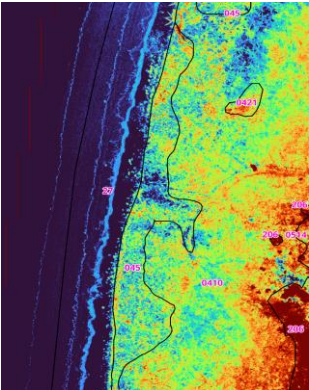

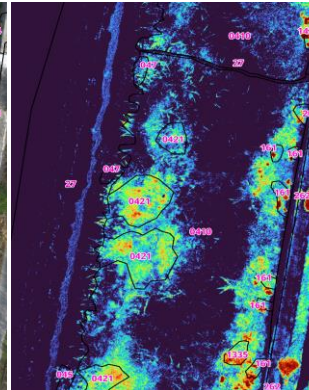
【技術実証の結果（10/35）】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果
	A-1（吉野熊野国立公園におけるニホンジカ及びツキノワグマの生息状況調査）	<ul style="list-style-type: none"> 4 G LTE回線およびStarlinkを介して撮影された画像データを自動で伝送できることが確認できた。 トレイルカメラでの撮影回数は1,281回、クラウドを通じてリアルタイムに画像が取得できたのは884回であった。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>リアルタイムでAIが検出したニホンジカの例</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>ニホンジカの見逃し例</p> </div> </div>
	A-2（知床国立公園におけるヒグマおよびアライグマの生息状況調査）	<ul style="list-style-type: none"> 4 G LTE回線を介して撮影された画像データを自動で伝送できることが確認できた。 撮影回数は3,281回、クラウドを通じてリアルタイムに取得された画像は1,688枚であった。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>リアルタイムでAIが検出したヒグマの例</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>アライグマ検出例 (参考：事前のテスト画像による)</p> </div> </div>






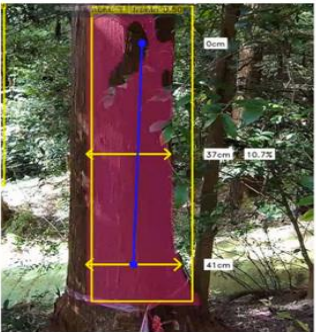
【技術実証の結果（11/35）】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果
	B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得）	<p>au人口動態データを用いた利用者数の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象のエリアの解析したい期間に公園利用者数推定データを出力した。 <p>トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> 令和5年10月～11月の期間に41日間の調査を行った。設置日と回収日を除く39日間の調査結果から、計87,880枚の画像を得た。 撮影された計87,880枚の写真のうち、データ破損していたものを除いた画像の中から人の顔を認識するAIによる利用者のカウントを実施し、利用者カウントの検出率は、全体で83.1%であり、目標値の乖離率±20%以内を達成した。 <p>定期的なドローン空撮による駐車台数の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> 想定範囲（駐車場全体）について、撮影高度（30、50、70m）、方向（正面、ななめ）から2枚ずつ空撮できた。 撮影高さ・撮影方向別検知率（AIによるカウント数/人によるカウント数のパーセンテージ）の平均値は全体でみると、66.6%～97.6%であった。 撮影高さは30m・撮影方向は駐車車両の正面からの撮影で検知率が最も高い傾向がみられ（平均97.6%）、次いで撮影高さ50m・撮影方向は車両の横からの撮影で検知率が高かった（平均91.1%）。 <p>360度カメラ、バイノーラル録音による現地状況の記録</p> <ul style="list-style-type: none"> 大蛇岩、牛石ヶ原、日出ヶ岳山頂及びシオカラ谷にて360度カメラによる静止動画の撮影に加え、各区间で徒歩による動画撮影を実施し問題なく各データが取得できた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>au人口動態データの確認画面</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>撮影高さ30m 正面</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>撮影高さ50m 横</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>360度カメラの撮影画像のキャプチャ</p> </div> </div>

【技術実証の結果（12/35）】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果
	<p>C-1（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_厚岸霧多布昆布森国定公園における水鳥類の生息状況把握）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 対象生物のオオハクチョウが多数確認された地点において、自動航行のプログラム制御によるドローンの空撮により、対象範囲を全てカバーした撮影画像を取得した。 4G LTE回線を介して飛行中のドローンの映像を遠隔地からリアルタイムで確認することができた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>オオハクチョウの検知の様子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>空撮範囲Aにおけるオオハクチョウの確認位置</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>遠隔からのドローン運航の様子</p> </div> </div>
	<p>C-2（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_瀬戸内海国立公園（有明浜）における海浜植物群落のモニタリング）</p>	<p>1回目調査（10月17日）に16,825枚、2回目調査（11月16日）に16,580枚、計33,405枚の空撮画像を取得できた。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p>10月の植生活性度による群落の識別（左：可視光画像 右：NDVI画像） 11月の植生活性度による群落の識別（左：可視光画像 右：NDVI画像）</p>

【技術実証の結果（13/35）】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果
	<p>C-3（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_崎山湾・網取湾自然環境保全地域におけるウミシヨウブ群落の生育状況調査）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 撮影対象となる採食防止柵のタイプ（開放型・閉鎖型）ごと・ドローンに搭載のカメラジンバルの角度（0°（水平）、45°（ななめ下）、90°（真下））等の複数のパターンでの飛行を実施し、10月に5フライト、11月に9フライト、計14フライトを行い空撮画像および水中画像の双方を取得することができた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: center;">着水ドローンの撮影画像（動画から切り出し）（カメラチルト確度：左0度、中央45度、右90度）</p>
	<p>E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実証対象林（柞原八幡宮の森(1.63ha)、日吉神社の森（0.95ha））の面積を、ドローンで撮影した画像をもとに測量ソフトで算出した結果、前者は1.59ha、後者は0.94haであった。 柞原八幡宮では実測値と解析結果の平均誤差が樹高については±5.14%（システムが樹木だと認識できなかった1本除く）、胸高直径については±8.58%で計測ができた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: center;">樹林面積の算出結果（日吉の森）</p> <p style="text-align: center;">樹木の検知と胸高直径の自動算出 （左：正常、右：枝葉影響による失敗）</p>

【技術実証の結果（14/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	A-1（Starlinkを活用したニホンジカやヒグマ等の生息状況調査_吉野熊野国立公園におけるニホンジカ及びツキノワグマの生息状況調査）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 網羅性の比較 クラウドを通じたリアルタイムでの画像の取得率は69.0%であった。（目標80%） 取得率が100%でなかった原因としてはLTE電波強度の設置地点による違い、経時的な変化等が考えられる。 ② 正確性の比較 AIによる、ニホンジカの正解率は97.1%であったが、本実証で取得したデータは「何も起こっていない」サンプルが非常に多い不均衡データになっており、不均衡データではモデルの予測能力が低くとも正解率が高くなる傾向があり、本結果についてはその点留意が必要である。 ③ 継続性の比較 トレイルカメラによるニホンジカの生息密度観測結果は、従来の非通信トレイルカメラ（約2～7頭/km²）と同程度（3.0頭/km²）であった。 ④ 経済性の比較 従来手法より工数減の一方、Starlink等の通信費や機器費、クラウド利用料等が増加した（約1,000,000円/年の増加）。 ⑤ 機動性の比較 検知時のメール通知は1分以内に実施可能なことが確認できた。 ⑥ 再現性の比較 トレイルカメラや取得した複数の画像に特に不具合はなかった。 ⑦ 安全性の比較 実証期間中も盗難はなく、機器メンテナンスは継続可能なコストと考えられたことから、当初設定した定性評価指標を達成した。 ⑧ 機密性の比較 データの盗難対策として適したデータクラウドサービスを利用することで、十分な対策ができていると考えられる。

【技術実証の結果（15/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	A-1（Starlinkを活用した二ホンジカやヒグマ等の生息状況調査_吉野熊野国立公園における二ホンジカ及びツキノワグマの生息状況調査）	<p>【実施条件をベースとした評価結果】</p> <p>（1） 厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。 ⇒実証期間中の悪天候下でも、概ねリアルタイムで画像を取得できたが、LTEの電波強度の変化やソーラーパネルの発電量の少なさからStarlinkでの通信ができず、画像が取得できないケースがあった。</p> <p>（2） 自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒カメラを設置した樹木やバッテリー等を設置した地面に損傷はなく、自然環境への影響はみられなかった。</p> <p>（3） 対象法令及び関係法令の規制に抵触せず、また公園利用に著しい支障（例えば、ドローン落下により景観や地形を損傷する、放置状態にする等）を与えないデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒事前申請による許可取得や、実証中の看板設置により、公園利用に著しい支障は発生しなかった。</p> <p>（4） 広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒対象地域内の広範囲に機材を設置するとともに、日中・夜間で動物と判別できる画像が取得できた。</p> <p>（6） 取得したカメラやセンサー等での取得情報は、利用調整地区制度を管理する施設にリアルタイムで送信し表示させること。 ⇒環境省事務所に情報をリアルタイムで送信するシステムをクラウド上で組むことができた。</p>

【技術実証の結果（16/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	A-2（Starlinkを活用した二ホンジカやヒグマ等の生息状況調査_知床国立公園におけるヒグマおよびアライグマの生息状況調査）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 網羅性の比較 クラウドを通じたリアルタイムでの画像の取得率は51.4%であった。（目標80%） 取得率が100%でなかった理由の原因としてLTE電波強度の設置地点による違い、経時的な変化等が考えられる。 ② 正確性の比較 AIによる、対象動物（クマ、シカ、アライグマ）の正解率は89.7%（目標80%）であったが、本実証で取得したデータは「何も起こっていない」サンプルが非常に多い不均衡データになっていた。不均衡データではモデルの予測能力が低くとも正解率が高くなる傾向があり、本結果についてはその点留意が必要である。 ③ 継続性の比較 トレイルカメラによるヒグマの生息密度観測結果は、従来手法による調査の過去3年間の変動の範囲内であった。 ④ 経済性の比較 従来手法より通信費等が増加したが、工数減による人件費減少で、総費用は減少した（約370,000円/年の減少）。 ⑤ 機動性の比較 検知時の社内関係者のメール通知は3分以内に実施可能なことが確認できた。 ⑥ 再現性の比較 トレイルカメラや取得した複数の画像に特に不具合はなかった。 ⑦ 安全性の比較 盗難はなく、機器メンテナンスは継続可能なコストと考えられ継続可能なコストでリスク低減できていると考えられる。 ⑧ 機密性の比較 データの盗難対策として適したデータクラウドサービスを利用することで、十分な対策ができていると考えられる。

【技術実証の結果（17/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	A-2（Starlinkを活用したニホンジカやヒグマ等の生息状況調査_知床国立公園におけるヒグマおよびアライグマの生息状況調査）	<p>(1) 厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。 ⇒実証期間中の悪天候下において、画像を取得できていた。また、通信環境については、ほぼ全てのトレイルカメラから写真が得られたが、LTE電波強度が全体に弱く、アップロードされない場合があることが課題。</p> <p>(2) 自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒トレイルカメラにより多くの動物が撮影され、またカメラを設置した樹木に損傷はなく、自然環境への影響はみられなかった。</p> <p>(3) 対象法令及び関係法令の規制に抵触せず、また公園利用に著しい支障（例えば、ドローン落下により景観や地形を損傷する、放置状態にする等）を与えないデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒許可を得て機材を設置した。また、公園利用に著しい支障は発生しなかった。</p> <p>(4) 広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒対象地域内の広範囲に機材を設置することができ、また日中・夜間の両方で動物と判別できる画像が取得できた。</p> <p>(6) 取得したカメラやセンサー等での取得情報は、利用調整地区制度を管理する施設にリアルタイムで送信し表示させること。 ⇒クラウド上でのシステム構築により、管轄環境省事務所のメールアドレスへ情報をリアルタイムで送信することができた。</p>

【技術実証の結果（18/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得_吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <p>① 網羅性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> • au人口動態データは、解析したい期間に網羅的にデータ出力することができ、参照・比較が容易であり、公園利用者数の推定が可能であった。ユーザーの属性を多様に把握・分析でき、従来手法では把握が困難又は取得・集計が煩雑なデータを気軽に取得できることが確認できた。 • 利用者の主な動線にトレイルカメラが設置されているかに関しては、トレイルカメラは、大台ヶ原の主要な登山道であるAコース、Bコース、Cコース及びDコースの全ての登山口付近の登山道上に設置し、駐車場から東大台及び西大台の登山道を利用する全利用者が網羅されていると考えられ、定性評価指標は達成された。 • 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握では撮影対象とした駐車場は概ね100m×50m、0.5haの広さであったが、想定した空撮範囲（駐車場全体）をカバーできた。 • 公園内の代表的な箇所360度カメラを設置でき、東大台で代表的な大蛇ヶ原、牛石ヶ原、日出ヶ岳山頂及びシオカラ谷での360度カメラによる静止動画の撮影に加え、各区分で徒歩による動画撮影を実施し、映像が取得できた。 <p>② 正確性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> • au人口動態データを用いた利用者数の把握は、人口動態データを用いた利用者数と現地調査結果の比較（目標値：乖離率±20%以内）に関しては、11時台、12時台においては、乖離率±20%以内に収まるもののそれ以外の時間帯については目標指標を達成することはできなかった。 • トレイルカメラで得た画像からAIにより人の顔を検出することによって得た利用者数は、現地調査結果（現地での人による目視カウント数）の83%であり目標値である乖離率±20%以内を達成した。 • 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握について、予定どおり駐車車両の正面・斜め横方向・横方向など多様な画角での撮影およびデータの取得ができた。 <p>③ 継続性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> • 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握では、従来手法（人による駐車台数のカウント）で記録されている駐車台数に対する、画像からのAIによる駐車台数のカウントで得られた結果の割合は最高で97.6%であり、撮影高さや画角を対象地の特性に応じて検討すれば従来手法で記録されている駐車台数等と大きな齟齬は生じない結果となった。

【技術実証の結果（19/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得_吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <p>④ 経済性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> au人口動態データを用いた利用者数の把握については、デジタル手法の経費は年2,685,300円程度と算出された。KLAは365日24時間統計情報を蓄積取得している。人によるカウント調査を365日行う場合、年3,533,400円必要となり、デジタル手法の費用が過大とは言えないと考えられる。 トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握については、デジタル手法の経費は年3,144,400円程度と算出された。人によるカウント調査365日を行う場合、年3,533,400円必要となり、デジタル手法の費用が過大とは言えないと考えられる。 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握については、デジタル手法の経費は年3,174,400円程度と算出された。従来手法を365日1～2時間程度、人によるカウント調査を行うとした場合、年3,805,200円となるため、デジタル手法の調査にかかる費用が過大とは言えないと考えられる。 360度カメラ、バイノーラル録音による現地状況の記録（静謐、自然音）については、デジタル手法の経費は1,150,038円程度と算出された。従来手法は、年815,400円となり、機材費等の分費用増とはなるが、360度カメラでの臨場感等による調査結果の高度化を踏まえると調査にかかる費用が過大とは言えないと考えられる。 <p>⑤ 機動性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> au人口動態データを用いた利用者数の把握では、従来手法では1コース1日あたり約30分データ処理にかかるのに対し、デジタル手法は約3分となる。人口動態データからの解析では、登山道の各コースの人流の詳細は解析できない課題はあるものの、一定の期間の平均や特徴、傾向の把握は手軽に実施でき、工程・期間は短縮されるものと評価される。 トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握については、従来手法では調査対象日×3.5人日、本実証の方法では機器設置時、回収時にそれぞれ2人日を要し、従来手法より工程・期間は短縮されるものと評価される。 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握については、基本的に運航は遠隔の事務所から実施が可能であり、工程・期間について特に過大なものにはなっていないものと評価できる。 360度カメラ、バイノーラル録音による現地状況の記録（静謐、自然音）については、360度カメラによる撮影は、大台ヶ原の特徴的な環境の記録に1回あたり1日、撮影後VR動画を作成するために3日程度必要であり、調査工程や期間が特段過大ではないと思われる。

【技術実証の結果（20/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得_吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <p>⑥ 再現性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> • au人口動態データを用いた利用者数の把握では、一定以上の来訪者数があれば問題ないが、来訪者がau以外の回線利用者の場合、データ取得できず、来訪者数が非常に少ない状況においては、データが取得できない可能性がある。 • トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握については、同じ地点に設置した2つのLTEトレイルカメラはほぼ同様の増減傾向を示していること、また、調査地点・LTEトレイルカメラともに撮影枚数は漸減傾向を示しつつ人の利用が多い週末や休日には撮影枚数が上振れするパターンを示しており、調査期間を通じて同様のデータが取得できていたと考えられる。 • 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握については、同じプログラムで飛行させた2回のドローンによる空撮では、いずれの箇所でも2枚程度撮影すれば駐車場の全体をカバーできることから、ずれは許容範囲内であった。 • 360度カメラ、バイノーラル録音による現地状況の記録（静謐、自然音）については、データの取得は調査時期によらず実施できていた。 <p>⑦ 安全性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> • 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握については、事前に駐車場管理者へドローンの飛行計画を伝え、飛行時には安全管理のための立ち入り管理措置をとるための補助者の設置などの対策を実施した。また、機体へのインシデント発生時は事前に設定したフェイルセーフ機能（ホームポイントや緊急着陸ポイントへの退避等）が発動する対策がとれており、ドローンの調査に伴う第三者へのリスクについては十分に低減できていると言える。 <p>⑧ 機密性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> • au人口動態データを用いた利用者数の把握については、継続可能なコストで十分にリスクが低減できているかどうかに関しては、実証期間中のサービス利用に関して情報漏洩や攻撃などは確認されなかった。また、本サービスの開発・提供を行うKDDI社および技研商事インターナショナル社の両者ともに情報セキュリティの第三者規格ISO27001:2013の認証を取得していることから、一定程度の情報セキュリティリスクが低減できていると考えられる。

【技術実証の結果（21/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得_吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）	<p>(1) 厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。</p> <p>＜au人口動態データを用いた利用者数の把握＞ ⇒実証場所が携帯電話の通信圏内にあり一定程度のデータ取得が可能一方で、同意済のau回線ユーザーのデータしか取得できないためユーザーの利用が極端に多い時間帯や、いない時間帯を捕捉できず、利用者数が少ないシーズンでは人による調査結果とぶれが生じる懸念がある。</p> <p>＜トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握＞ ⇒実証期間中の悪天候下において、画像取得、リアルタイム送信ができていた。</p> <p>(2) 自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。</p> <p>＜トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握＞ ⇒トレイルカメラは軽量で、設置した樹木への影響はなかった。撮影画像には動物が複数枚撮影され、公園に生息する動物への影響は小さい。</p> <p>(3) 対象法令及び関係法令の規制に抵触せず、また公園利用に著しい支障（例えば、ドローン落下により景観や地形を損傷する、放置状態にする等）を与えないデジタル機材や情報収集方法とすること。</p> <p>＜au人口動態データを用いた利用者数の把握＞ ⇒ビッグデータ解析の利用に対し同意を得たユーザーの情報につき、個人情報保護法上の匿名加工情報となるよう加工処理を行ったうえで使用。</p> <p>＜トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握＞ ⇒撮影画像が個人情報保護法上の個人情報にあたるため、利用方法等を周知する看板を掲示した。トレイルカメラには、盗難防止用のチェーンキーを設置し、個人情報を含む撮影画像の盗難を防止した。撮影画像は、個人情報保護に関する規定に従い適切に管理した。</p>

【技術実証の結果（22/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	B（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得_吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）	<p>(4) 広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。</p> <p>＜au人口動態データを用いた利用者数の把握＞ ⇒実施場所がauの4G LTE回線の対応エリアであり、理論上地形や面積によらず対象データを収集可能なエリアにおいて収集した同意済のau回線ユーザーのGPS情報をもとにしたビッグデータ解析を実施。</p> <p>＜トレイルカメラ+AIによる利用者数の把握＞ ⇒利用者数の正確な把握には課題があるが、トレイルカメラとDeepFaceの併用による検出によって公園利用者数のおおまかな傾向把握は可能。</p> <p>＜定期的なドローン空撮による駐車台数の把握＞ ⇒各高度において、撮影位置を変えて複数枚撮影して駐車場全体を撮影できた。</p> <p>(5) 自然環境の雰囲気（静謐、自然音、香り等）の把握に際して、人間の五感を可能な限り再現すること。</p> <p>＜360度カメラ、バイノーラル録音による現地状況の記録＞ ⇒体験者からも現地の状況を体感できたとの声も多く、人間の五感のうち、視覚と聴覚は、現地の自然環境の雰囲気を可能な範囲で再現できた。</p>

【技術実証の結果（23/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	C-1（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_厚岸霧多布昆布森国定公園における水鳥類の生息状況把握）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 網羅性の比較 オオハクチョウが多数確認された3地点において、自動航行のプログラムで制御したドローンによる空撮を行い、全て撮影画像で対象範囲をカバーできたことから、想定した空撮範囲は取得したデータで全てカバーできた。 ② 正確性の比較 撮影されている個体（画像から人の目で計数）のうち、AIで検出できた割合は、飛行高度120mで33.4%、100mで52.4%、80mで73.1%であり、高度80mでは評価指標に近い値が得られたが、目標値である80%は達成できなかった。 ③ 継続性の比較 従来手法での記録（目視によるカウント）と本実証で得られた結果を比較したところ、誤差は-0.6%～22.1%（AIのカウント数に対して目視によるカウントの方が少ない場合がマイナス）であり、極端な齟齬はみられなかった。 ④ 経済性の比較 本実証で用いたドローンとAIによる調査にかかる経費は、従来のドローンのみの場合より、カウントがオルソ化及びAIで自動化されることによる工数減から経費減となるが、目視での確認と比べると事前の準備や機材費の追加により費用増となる。 ⑤ 機動性の比較 従来調査とドローン調査はどちらも概ね1.5時間程度であり、同程度の作業時間であった。 ⑥ 再現性の比較 10月、11月の実証では、両実証ともに天候は晴れであり、取得画像の質に明確な差がみられなかったことから、天候が同様であれば概ね同程度の質の画像を取得できると考えられる。 ⑦ 安全性の比較 基本的に湖上空の飛行となるため、もともと落下による第三者へのリスクは低い状態となる。加えて常にドローンの撮影映像をリアルタイムで確認可能なため、万が一の際は、回避の行動をとることが可能なことが確認できた。 ⑧ 機密性の比較 本実証で使用したドローンは一部ネットワークにつながる構成となっているが、本実証で活用した運航管理システムはKDDIのセキュリティ基準を満たす形で開発しており、セキュリティリスクは低いと考えられる。

【技術実証の結果（24/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	C-1（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_厚岸霧多布昆布森国定公園における水鳥類の生息状況把握）	（1）厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。 ⇒実証日の天候は安定し、厳しい環境下との精度の比較検証はできなかったが、機体スペック上、小雨程度であれば飛行が可能。 （2）自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒Matrice300RTKによる飛行時に、オオハクチョウの忌避行動が確認されたほか、オジロワシの接近が確認された。より小型のMavic 3Eによる調査では、オオハクチョウの忌避行動は確認されず、オジロワシの接近等も見られなかった。 （4）広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒予定していた対象範囲で求めていたデータを撮影することができた。

【技術実証の結果25/35】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	C-2（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_瀬戸内海国立公園（有明浜）における海浜植物群落のモニタリング）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 網羅性の比較 想定した空撮範囲は、すべての空撮データでカバーできた（100%）。 ② 正確性の比較 植生の活性度の把握により、10月（1回目空撮）、11月（2回目空撮）ともに植生の生育状況を把握することができ、植生の衰退も併せて把握するなど植生の生育状況、種類別の分布のいずれも概ね把握できた。 ③ 継続性の比較 従来手法での記録（目視による植生分布の記録）に対し、本実証で得られた結果（植生活性度のみによる植生分布の判読）では誤差が確認されたが、同時に取得される可視光画像と併せてみれば識別精度が高まると考えられる。 ④ 経済性の比較 試算の結果、ドローンによる調査にかかる経費は従来手法の50%減となったことから、評価指標の20%を達成した。 ⑤ 機動性の比較 本実証でドローンでの調査に要した時間は2時間半程度であった。従来手法では作業員が2名体制で調査し、すべての範囲を踏査した場合の合計作業時間は1日（7.5時間）であり、工程・時間は縮小されるものと考えられる。 ⑥ 再現性の比較 本実証で取得した画像について、1回目空撮と2回目空撮を比較しても同程度であったことから、当初設定した評価指標を達成した。 ⑦ 安全性の比較 操縦者に加え、補助者を2名配置することで第三者へのリスクを低減している。加えて常にドローンの撮影映像をリアルタイムで確認可能なため、万が一の際は、回避の行動をとることが可能であることが確認できた。さらに、機体へのインシデント発生時はフェイルセーフ機能が発動する対策がとれており、第三者へのリスクについては十分に低減できていると言える。 ⑧ 機密性の比較 本実証で使用したシステム及びドローンはネットワークに接続しない構成であり、セキュリティリスクは低いと考えられる。

【技術実証の結果（26/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	C-2（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_瀬戸内海国立公園（有明浜）における海浜植物群落のモニタリング）	<p>（1）厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。 ⇒実証日の天候は安定し、ドローンの操作に支障をきたすことはなかった。なお、使用機体（Mavic3M）の飛行可能風速は12m/sであることから、風速12m/s以下の条件下では調査は可能と考えられる。</p> <p>（2）自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒本実証において、ドローンの飛行によってサギ類やカラス類が警戒する行動はみられなかった。</p> <p>（4）広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒対象範囲全域（約1.5km）を撮影することができ、計2回の空撮で解析に十分なオルソ画像を作成することができた。</p>

【技術実証の結果（27/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	C-3（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_ 崎山湾・網取湾自然環境保全地域におけるウミシヨウブ群落の生育状況調査）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 網羅性の比較 現在設置されている採食防止柵全体の空撮画像を取得できたため、評価指標を達成した。 ② 正確性の比較 水中画像でウミシヨウブの生育状況や食害の有無を視認することができ、評価指標を達成した。 また、潜水目視と同等の水中映像が取得できることから、採食防止柵の点検にも活用できる可能性がある。 ③ 継続性の比較 柵内のウミシヨウブの生育状況（明らかに減少しておらず、繁茂状況は良好）を撮影画像から視覚的に確認することができ、従来手法と大きな齟齬は認められなかった。 ④ 経済性の比較 デジタル手法の費用は従来手法より5%の経費削減となり、目標の20%を満たさなかった。より広域な海域を調査する際はデジタル手法のほうが、効率的な費用で実施できると考えられる。 ⑤ 機動性の比較 デジタル手法では、3時間程度の実施であり、2名体制の潜水作業で合計1.5日程度となる従来手法より工程・時間は大幅に縮小されるものと考えられる。 ⑥ 再現性の比較 本実証で取得した画像は、従来手法と比較しても同程度であった。 ⑦ 安全性の比較 機体や機体周辺を監視する人員の配置や、周辺をほかの船舶が通行する場合には、実証を一時中止するなどの対策を実施し、第三者等へのリスクについては十分低減できているといえる。 ⑧ 機密性の比較 使用したドローンは、インターネットに接続せずに無線通信を介して、タブレットへ映像伝送を行うため、継続可能なコストで外部からの攻撃リスクは十分低減されていると考える。

【技術実証の結果（28/35）】

実証の 評価 結果	技術実証項目	評価結果
	C-3（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得_崎山湾・網取湾自然環境保全地域におけるウミショウブ群落の生育状況調査）	<p>(1) 厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。 ⇒実証日の天候は安定し、厳しい環境下での操作感度を把握することはできなかった。10月15日の実証では、西表島全島において、電話通信回線が半日ほど使用できない障害が偶然発生したが、問題なく実証を実施することができた。</p> <p>(2) 自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒自然環境下での業務を目的に作られた、落ち着いた色彩の機材を使用した。着水後には、一部の魚類に着水型ドローンに対する忌避的な行動が映像では確認されたが、明らかな自然環境への影響はみられなかった。</p> <p>(4) 広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒陸地から離れた場所に生息する藻場が実証対象であった。一定程度の波の状態であれば水面上に浮かべ、そのまま離着水が可能なドローンを使用した。</p>

【技術実証の結果（29/35）】

実証の評価結果	技術実証項目	評価結果
	E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <p>① 網羅性の比較 本実証にて対象となった区域の範囲について、柞原八幡宮の森は1.63ha、日吉神社の森は0.95haが対象とされているが、測量ソフトを用いて対象範囲の面積の測定を行った結果、柞原八幡宮の森は、15,863m²≒1.59ha、日吉神社の森は、9,447.20m²≒0.94haとなり、ともに測定対象の空撮範囲は規定基準の80%のカバー率を満たす。</p> <p>② 正確性の比較</p> <ul style="list-style-type: none"> 森林資源量測定ソフトでの解析結果より、木の高さについては10cm単位、木の太さに関しては1cm単位での推定を行うことが可能であった。また、測量ソフトを用いて作成したオルソ画像では、対象樹林について、立体的な再現画像を作成でき、その画像から葉の有無やその色の状態の識別が大まかに可能であった。 森林資源量測定ソフトを用いた対象木での実測値との比較結果について対象20本中9本が、胸高直径については20本中10本が誤差±10%以下の結果となった。 クスノキも混在する日吉神社の森での解析結果の平均誤差は、樹高では±44.58%（システムが樹木だと認識できなかった1本除く）、胸高直径では、±17.16%となったが、スギ・ヒノキ中心の柞原八幡宮では樹高では±5.14%（システムが樹木だと認識できなかった1本除く）、胸高直径では±8.58%であり、条件が適した環境であれば目標精度を満たすことが確認できた。 区域面積に対する樹林の占有率(基準：60%)は、測量ソフトを用いて計算したところ、日吉神社では、その占有率は87.3%であった。柞原八幡宮ではその占有率は79.5%となるため、ともに基準を満たしていることを確認できた。 樹林部における立木密度は、測量ソフトの解析データから立ち木本数を測定し、柞原八幡宮の森では、範囲内の樹木は745本であり、1haあたりの立木密度は、457本、日吉神社では範囲内樹木は413本であり、1haあたりの立木密度は、434本であり、基準（300本/ha）を満たしていることを確認できた。 <p>③ 継続性の比較 本実証の対象樹林の樹木データについては、過去の測定時の既存データがないため、実際の過去の測定時のデータとの比較はできない状態であったが、測量ソフト上では同じ地域について、時期をずらして撮影した情報を比較対照させることも可能であり、測定したデータを記録しシステムを活用することで、過去のデータと比較対照させることが可能となる。</p>

【技術実証の結果（30/35）】

実証の評価結果	技術実証項目	評価結果
	E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）	<p>【QCDS（Quality, Cost, Delivery, Safety）をベースとした評価結果】</p> <p>④ 経済性の比較 従来手法でのコストの試算結果が161,055円であったのに対し、デジタル手法でのコストの試算結果は124,485円と従来手法の77%程となり、従来手法より低いコストで実現できると試算された。</p> <p>⑤ 機動性の比較 従来手法での労力は1.74人日要する計算となる。本実証で用いたデジタル手法での労力は、約1.0人日の計算となり、デジタル手法を活用することで手軽にアウトプットを作成できることが確認された。</p> <p>⑥ 再現性の比較 実証では、特に柞原八幡宮の森では高低差のある状態であったが、ドローン側で地形に追従した飛行操作を行うことが可能であるため、地形状況によらず調査を行うことができた。</p> <p>⑦ 安全性の比較 ドローンなどのデジタル技術の代替により、人による樹林の立ち入りの機会を減らすことで、これらの災害に対するリスクが低減できると想定される。また、ドローン飛行中は、補助員とともに注意深く監視を行い、危険が察知された場合には速やかに手動での操作でも避難できるように設定を行い、墜落や損傷などの事態を避けることができ、第三者等へのリスクは十分低減できているといえる。</p> <p>⑧ 機密性の比較 各サービスともに第三者から十分と認定される程度の対策が講じられた状態であり、リスクは十分に低減されているものと考えられる。</p>

【技術実証の結果（31/35）】

実証の評価結果	技術実証項目	評価結果
	E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）	<p>(1) 厳しい環境（広大、極寒、積雪、粉じん、悪天候下、通信環境制限等）下においても、遠隔操作により、人による調査等と同等以上の精度を維持できること。 ⇒厳しい環境下における精度の検証はできなかったが、使用機材の耐性性能程度の環境下における測定の実施は可能と考えられる。</p> <p>(2) 自然環境（特に生物）への影響に配慮したデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒一定程度の安全性が保障され、樹林間を飛行できるよう小型で、かつ景観や周辺の生物を刺激しない色味の機材を選定したが、樹林上空での撮影では、ドローンの飛行中に鳥類がドローンに複数回接近しており、樹林に生息する鳥類を刺激していることが確認された。</p> <p>(4) 広大な面積、複雑な地形、見通しが悪い森林や暗所、動物移動の観測など自然物の特有の状態でも取得する情報の正確性を確保することが可能なデジタル機材や情報収集方法とすること。 ⇒ドローンでの空撮は5分程度で完了することができた。その際、空撮画像からオルソ画像をより正確に生成するため画像同士のラップ率を設定したとともに、ドローン側で地形情報に合わせて高度を調整可能とする機能を活用し、地形の高低差による影響を減らすように試みた。</p>

【技術実証の結果（32/35）】

実証の結果分析

A-1（吉野熊野国立公園におけるニホンジカ及びツキノワグマの生息状況調査）

実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント

- 事前に設置地域の必要な手続きの確認や現地調査を行っていることが好ましい。本実証地では、機器の設置に係りどの場所にもどの機器をどのように取り付けるかを申請書に記載が求められた。
- Starlinkの消費電力に対し、悪天候時の場合などソーラーパネルなどではカバーしきれないため、電源が確保できる地域での活用が望ましい。

実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

- ソーラーパネルの発電量不足や想定外の電力消費の増加による、Starlinkの機能停止が発生した。
（原因 1）地形や植生の影響による日陰や天候不順による日照不足で発電量が期待を下回った。
…【対応策】日当たりも考慮した設置位置とする。設置位置の日照条件で機能する機器性能を有する機器を選定する。
（原因 2）Starlinkでの電波の送受信に支障をきたす雪を溶かす機能が働いたため、電力消費が増加した。
…【対応策】融雪機能をOFFとする。

A-2（知床国立公園におけるヒグマおよびアライグマの生息状況調査）

実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント

- トレイルカメラで撮影した画像を通信回線を通して担当者へ逐次送信とすることで、機器の異常にも気づきやすくなり巡回メンテナンスのコストも削減可能と考えられる。

実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

- 人などクマ以外の被写体をクマと誤検知する場合がある。
（原因）学習モデルに事前に人のデータを学習させていなかったため、クマと似た特徴（全身黒など）の場合、クマと判断された。
…【対応策】クマとの誤検知が想定されるケースの人のデータをAIに学習させる。
- 画像がうまくクラウドへ送信されず、システムが画像を読み込めない場合がある。
（原因 1）電波強度が低い場合に、通信が失敗しクラウド送信ができない。
…【対応策】LTEの電波強度を事前に確認し、十分電波が届くことが確認された区域で使用する。
（原因 2）画像が圧縮された状態で送信された場合、動物検出AIが画像より特徴量を読み込めず検出ができなくなる。
…【対応策】圧縮などがかからない状態で画像がシステムに送信されるよう機材・システムの事前確認・テストを行う。

【技術実証の結果（33/35）】

実証の結果分析

【課題及び改善の方向性（導入にあたっての留意点）】

B、D（吉野熊野国立公園大台ヶ原における土地利用、風景・景観、利用状況等の把握）

実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント

- カメラの設置について不審に感じた公園利用者から問い合わせが発生することがあったため、個人情報保護やプライバシーに配慮し、カメラの設置目的を大きな看板などで利用者に適切に通知することや、データの安全管理などの対策を実施することが望ましい。
- ドローンの設置・飛行については、地権者や周辺施設の管理者独自のルールが設定されていることがあるため、事前に検討している地域周辺の関係者へ必要な手続きの有無を確認することが望ましい。
- 人口動態データは、回線事業者のサービス利用者をベースとするため、回線の対応エリアでない場合や来訪者が極端に少ない場合うまくデータを取得できないことがあるため事前に使用シーンを確認することが望ましい。
- 360度カメラやバイノーラル録音を用いた現地の状況の再現については、風景や状況の変化があるとその性能を生かしやすい。

実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

- トレイルカメラを用いた利用者数の計測について、カメラがうまく通行者をカウントできない事例があった。
(原因 1) トレイルカメラの前を通った人をトレイルカメラが撮影できていない。
…【対応策】トレイルカメラのセンサーや撮影機能の向上が必要である。
(原因 2) 撮影した画像から、AIが人の顔であると認識できなかった。(特に横顔である場合は検出率が低かった。)
…【対応策】AIの性能向上を図るほか、撮影方向についても検知しやすい方向での設置を検討する。
(原因 3) 人がカメラをのぞき込んだ場合などに、同じ人物が複数回撮影されてしまうダブルカウントが発生した。
…【対応策】個人識別できるAIの開発、トレイルカメラを利用者から目立たない位置に設置する。
- プログラム設定のドローン自動飛行において、撮影地点の距離や機種方向の角度のずれが発生した。
…【対応策】事前にずれが生じることを見込み、ルート設計や撮影回数を検討する。

【技術実証の結果（34/35）】

実証の結果分析	<p>C-1、D（厚岸霧多布昆布森国定公園における水鳥類の生息状況把握） 実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> 鳥類の多い現場では、ドローンが猛禽類などの攻撃的な種の縄張りに近づいた場合、攻撃を受けたり鳥類が接近するケースがあるため、事前に安全を確保しやすいよう警戒を行い、接近が確認された場合には速やかに退避できることが望ましい。 <p>実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性</p> <ul style="list-style-type: none"> 飛行高度を下げた場合、対象生物（オオハクチョウ）の忌避行動が見られた。 【対応策】…静音性の高い小型の機体（Mavic3E等）を用いること、飛行高度を80mとすることが考えられる。 空撮画像からのオオハクチョウの自動検出に際して、海上のブイやカゴなどを誤検知した例が発生した。 【対応策】…発生率の高い誤検知例を含めてAIモデルを再学習させる。
	<p>【課題及び改善の方向性（導入にあたっての留意点）】 C-2、D（瀬戸内海国立公園（有明浜）における海浜植物群落のモニタリング） 実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> 本実証で使用したマルチスペクトルカメラでの撮影時では、特有のカメラ校正方法などの事前知識を確認することが望ましい。 <p>実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性</p> <ul style="list-style-type: none"> 実証時期の都合上、対象植物の活性度が減少し、識別が困難であった。 【対応策】…対象植物の開花時期などを事前に確認したうえで、調査時期を設定する。
	<p>【課題及び改善の方向性（導入にあたっての留意点）】 C-3（崎山湾・網取湾自然環境保全地域におけるウミシヨウブ群落の生育状況調査） 実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> 人での調査対象地への移動より機動力高く移動ができるが、通信機との通信距離の制約があるため、一定程度近い距離で（1kmほど）操縦者が操縦を行う必要がある。 <p>実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用機体のカメラのジンバルや画角が固定されているため、画角調整を都度行う必要がある。 【対応策】…ドローン機体に設置されているジンバルを遠隔で操作できるように機能改善、使用するカメラの画質等の性能向上を図る。

【技術実証の結果（35/35）】

実証の結果分析

【課題及び改善の方向性（導入にあたっての留意点）】

E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）

対象業務（法令）に係るアナログ規制の見直しに資するか否か

- 本実証で使用したシステムはスギ・ヒノキの人工林の判定に特化しているものであったため、胸高直径の測定について、スギ・ヒノキ以外の樹種である場合や天然林である場合は対応できない懸念があったものの、結果的には樹林区域の面積や樹木の樹高や胸高直径についておおむね誤差10%～15%程度での自動測定を行うことができた。
- デジタル技術を活用した測定にかかる費用(人件費及びシステム利用料)においては、従来手法で実施した場合の人員費と同程度の費用で実施できると考えられ、また、従来手法での測定を実際に業者へ依頼する場合は、さらに販管費などもかかると思われるため、デジタル手法での実施のほうがコストを抑えることが可能であると考えられる。
- 業務にかかる工数についても、デジタル手法を活用することで手軽にアウトプットを作成できることが確認された。
- 上記より、デジタル技術の活用により、規程に基づく業務上求められる定量的な指標の測定がある程度可能であり、コスト面・工数面でも一定の優位性が見込めるため、見直しに資すると考えられる。

実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント

- 天然林の樹林では、人工管理された樹林よりもそれぞれの樹木の特徴が統一されていないため、AIでの測定に向けた学習データの作成やそのチューニングには相当な量のデータを読み込ませる必要があり、そのデータの作成時には相当な人手によるアノテーション作業が求められる。事前に使用を検討する現場での樹木の特徴や構成樹種などを把握し、システムが対応できているか確認できることが望ましい。

実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

- 葉や枝などの障害物が前を遮ると、システムが撮影動画から樹木と認識することができずうまく解析できない傾向が確認された。
…【対応策】ドローンでの撮影時になるべく対象の前方がクリアとなる状態で撮影に臨むといった方法が考えられる。