

1. 猛禽類調査への新技術の適用

1-1 猛禽類調査に求められる調査技術

猛禽類調査に関する手引き類は、これまでもいくつか出版されている。ここでは、以下の 8 種の手引き類において示されている調査項目を整理した（表 1-1-1）。

1. 猛禽類保護の進め方 -特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて-,平成 8 年 8 月,環境庁自然保護局野生生物課
2. 猛禽類保護の進め方(改定版), -特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて-,平成 24 年 12 月,環境省自然環境局野生生物課
3. 国総研資料 第 721 号 (道路環境影響評価の技術手法「13-動物、植物、生態系」の環境保全措置に関する事例集),平成 25 年 3 月,国土交通省国土技術政策総合研究所
4. ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法(改訂版),平成 21 年 3 月,(財)ダム水源地環境整備センター
5. サシバの保護の進め方,平成 25 年 12 月,環境省自然環境局野生生物課
6. オオタカの営巣地における森林施業,平成 10 年 7 月,(社)日本森林技術協会
7. オオタカの営巣地における森林施業 2,平成 20 年 12 月,(社)日本森林技術協会
8. オオタカの人工代替巣設置に関する手引(案),平成 20 年 1 月,(財)道路環境研究所

これら整理結果を見ると、調査項目は 11 に分類でき、調査では「個体位置の確認」、「繁殖状況の確認」、「個体の生息確認」、「個体の識別」に関する技術が必要とされていることがわかる。

なお、上記 1～8 の各手引きの概要と記載内容は表 1-1-2 に示した。また、道路事業と関連が深い上記 1～5 の手引きに記載の調査内容の詳細については、図 1-1-1～5 に示した。

表 1-1-1 手引き類に記載された猛禽類の調査項目と必要とされる技術

調査項目	必要とされる技術			
	個体位置の確認	繁殖状況の確認	個体の生息確認	個体の識別
① 生息状況の調査 (生息情報の収集・現地調査)			●	●
② 営巣場所の特定			●	●
③ 繁殖状況の確認		●		
④ 行動圏の特定	●			●
⑤ 営巣中心域の特定	●			
⑥ 営巣期高利用域の特定				
⑦ 非営巣期高利用域の特定				
⑧ 採食地の推定	●			
⑨ 環境保全措置検討のための調査				
⑩ モニタリング (工事影響の評価)		●		
⑪ 営巣環境の把握	●	●	●	



表 1-1-2 参照した各手引きの概要

No.	資料名称	概要	対象種			
			イヌワシ	クマタカ	オオタカ	サシバ
1	猛禽類保護の進め方 -特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて-	イヌワシ、クマタカ、オオタカについて、「保護の現状と保護対策の基本方向」、「生息状況」、「 <u>保護のための調査と保護方策</u> 」、「今後の課題」が記載されたものである。	●	●	●	
2	猛禽類保護の進め方 (改定版)-特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて-	「猛禽類保護の進め方」(平成8年8月)について、 <u>最新の情報を基に調査方法、解析方法等の見直し</u> が行われたものである。	●	●	●	
3	国総研資料 第721号 (道路環境影響評価の技術手法「13.動物、植物、生態系」の環境保全措置に関する事例集)	「道路環境影響評価の技術手法」(平成25年3月)の参考として、環境保全措置の事例をとりまとめられたものである。猛禽類については、「希少猛禽類の保全の概要」、「 <u>環境影響評価の進め方(オオタカ、サシバの場合)</u> 」、「環境保全措置の事例」、「事後調査の事例」、「希少猛禽類の対策事例」が記載されている。			●	●
4	ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法(改訂版)	ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法をとりまとめたものである。ダム事業におけるイヌワシ・クマタカ調査の進め方として、「 <u>工事前における調査方法</u> 」、「 <u>工事期間中の調査方法</u> 」、「 <u>完成後の調査方法</u> 」が記載されている。	●	●		
5	サシバの保護の進め方	「猛禽類保護の進め方(改定版)」(平成24年12月)の別冊として、サシバの「生息状況」、「 <u>保護のための調査と保全措置</u> 」、「今後の課題」が記載されたものである。				●
6	オオタカの営巣地における森林施業	オオタカ等の猛禽類が生息する場所における、林業施行の方針をとりまとめたものである。「人工林・二次林に生息する猛禽類の一般的生態」、「人工林等の管理」、「森林施業の実施上留意すべき事項」が記載されている。 <u>調査方法は、留意すべき事項として記載されている程度</u> である。			●	
7	オオタカの営巣地における森林施業2	オオタカの生息環境の改善に寄与する森林の取り扱いなどをとりまとめたものである。「オオタカの生息環境の改善に寄与する施行のあり方」、「モデル地区における森林施業の考え方」、「森林施業実施上の留意事項」が記載されている。 <u>調査方法は、記載されていない</u> 。			●	
8	オオタカの人工代替巣設置に関する手引(案)	オオタカの人工代替巣設置に係る方法等を取りまとめたものである。「架巣適地林の抽出」、「架巣木の選定」、「架巣高の設定」、「オオタカ誘導のための「擬似枝設置」方法」を記載。架巣適地林の抽出基準や方法、架巣木の選定基準が記載されている。 <u>調査方法は、記載されていない</u> 。			●	

注) 赤字は調査方法についての記載状況。調査方法については、主にNo1~5を参照した。



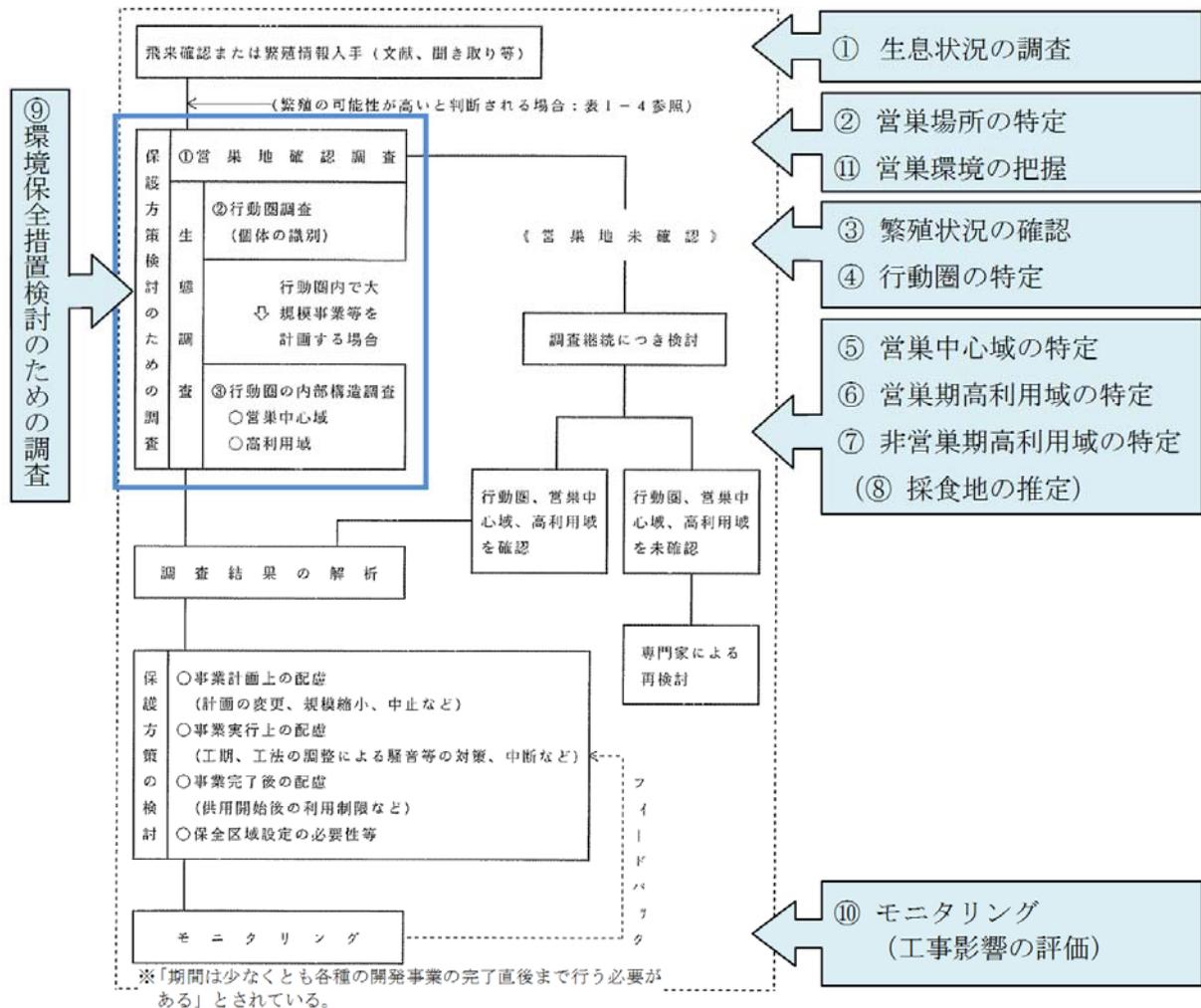
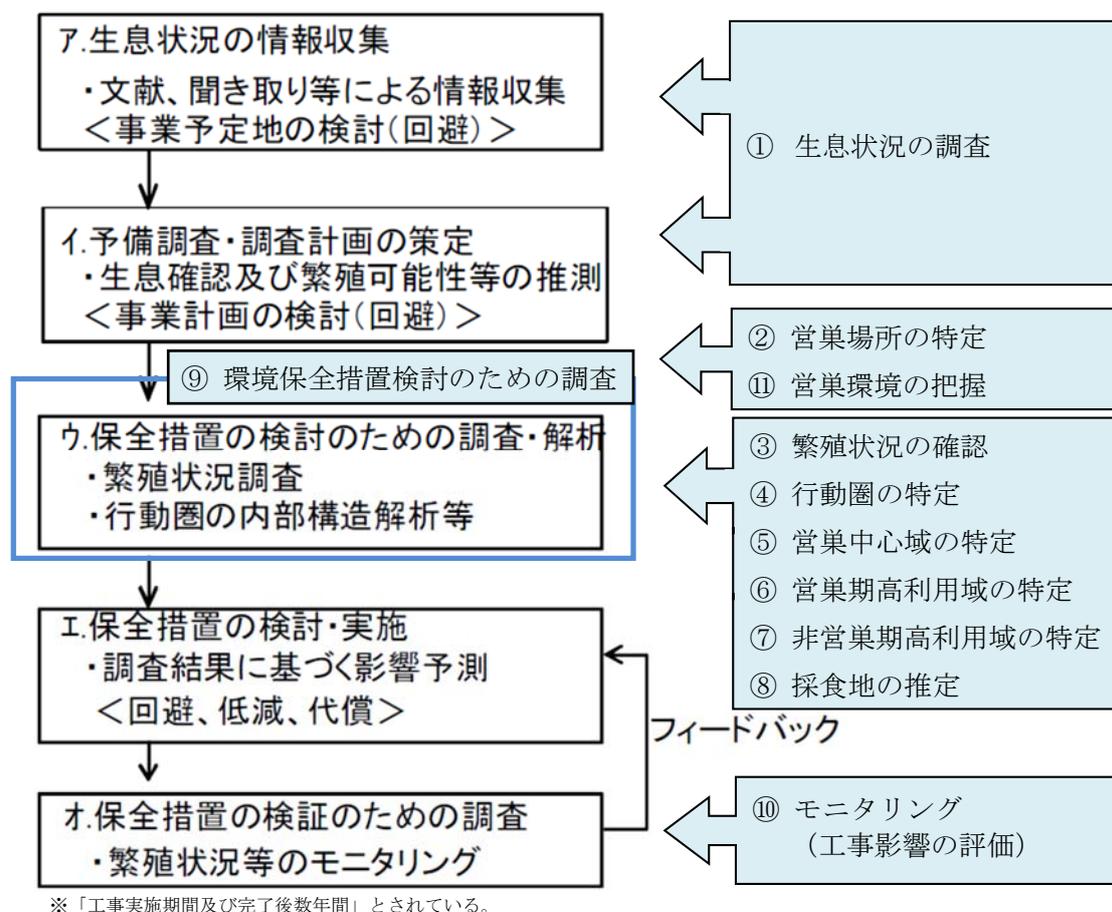


図 1-1-1 「猛禽類保護の進め方」における調査内容

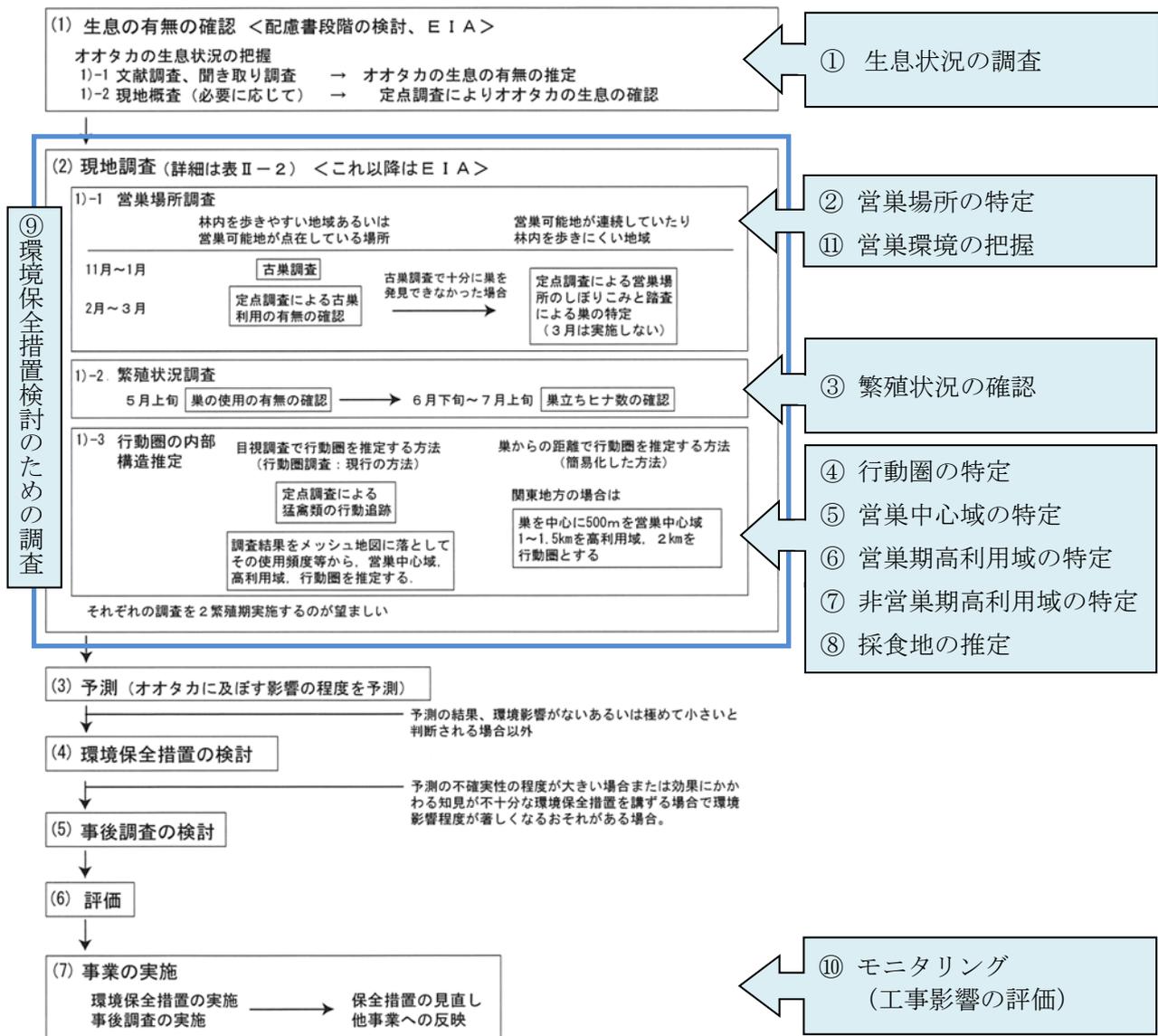
初版の「猛禽類保護の進め方」（平成 8 年 8 月）においては、⑨環境保全措置検討のための調査が、②～⑦及び⑩の調査項目により構成されている。また、⑧採食地の推定については、明確な記載はない。⑩モニタリングについては、「工事完了直後まで」とされている。



注)「猛禽類保護の進め方(改訂版)」(平成24年12月)に加筆。

図1-1-2 「猛禽類保護の進め方(改訂版)」における調査内容

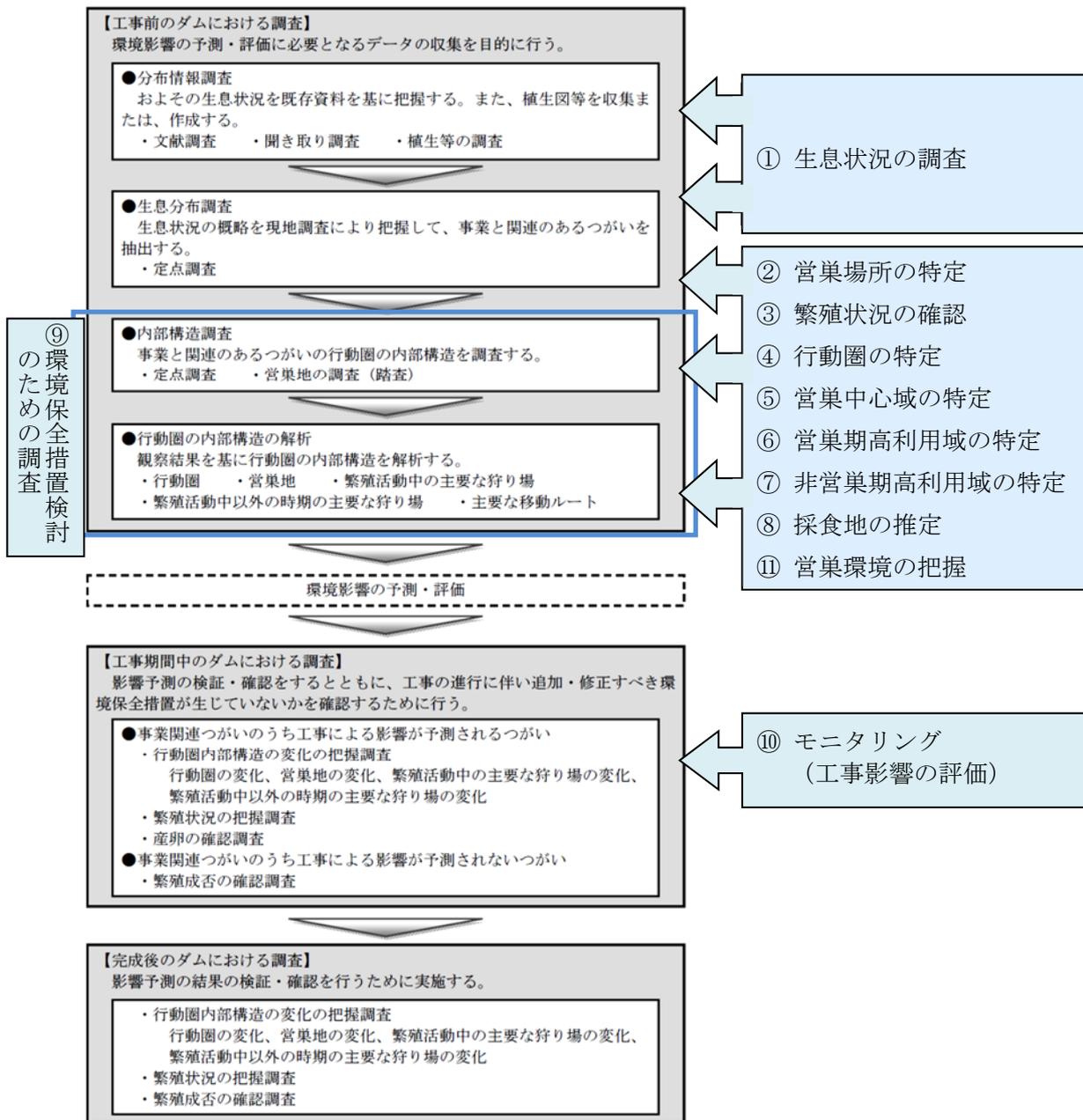
「猛禽類保護の進め方(改訂版)」(平成24年12月)においては、①生息状況の調査から、⑨環境保全措置検討のための調査までの間に、生息確認及び繁殖可能性の推測を行い、事業計画の検討(回避)を行うための予備調査が位置づけられているものの、その内容については明確な記載はない。⑨環境保全措置検討のための調査については、初版と同様②～⑧及び⑩の調査項目により構成されている。改訂版では、⑧採食地の推定について明記された。⑩モニタリングについては、「工事実施期間及び完了後数年間」とされている。



注) 「国総研資料 第721号」(平成25年3月)に加筆。

図1-1-3 「国総研資料第721号」における調査内容

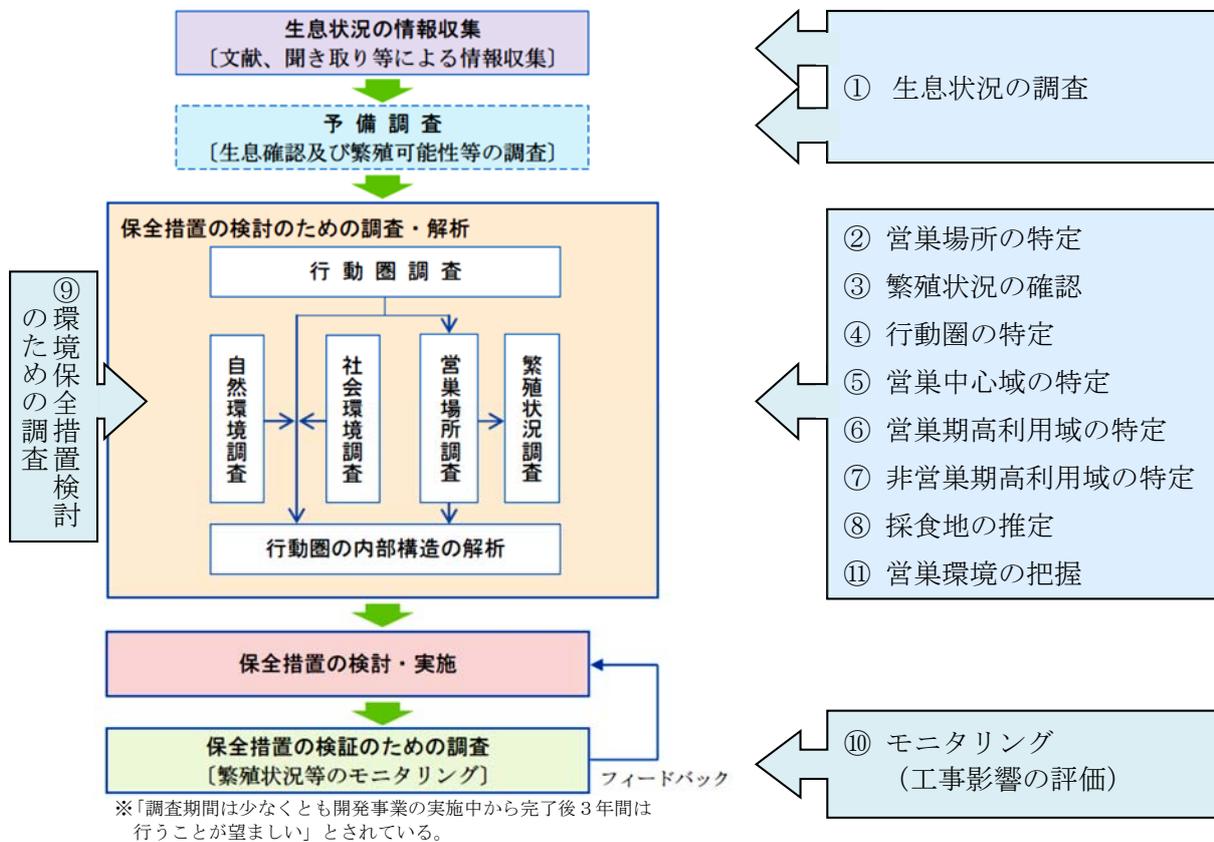
「国総研資料 第721号」(平成25年3月)においては、①生息状況の調査において必要に応じた現地概査が位置づけられている。⑨環境保全措置検討のための調査については、②~⑧及び⑩の調査項目により構成されている。⑩モニタリングについては、時期、期間等についての記載はない。



注) 「ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法（改訂版）」（平成 21 年 3 月）をもとに作成。

図 1-1-4 「ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法（改訂版）」における調査内容

「ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法（改訂版）」（平成 21 年 3 月）においては、①生息状況の調査として、分布情報と生息分布調査が位置づけられており、生息分布調査は、定点調査により事業と関連のあるつがいの抽出までとしている。⑨環境保全措置検討のための調査については、②～⑧及び⑪の調査項目により構成されている。⑩モニタリングについては、工事期間中と、完成後の調査を区別している。事業関連つがい（工事区域や湛水区域にイヌワシの行動圏やクマタカのコアエリアを含むつがい）を対象に、工事期間中は影響予測の検証・確認、環境保全措置の効果の確認・見直し等を目的とし、完成後は影響予測の検証・確認、今後のダム事業への反映を目的としている。



注) 「サシバの保護の進め方」(平成 25 年 12 月) に加筆。

図 1-1-5 「サシバ保護の進め方」における調査内容

「サシバの保護の進め方」(平成 25 年 12 月) においては、①生息状況の調査から、⑨環境保全措置検討のための調査までの間に、サシバの生息確認と事業予定地周辺でのサシバの繁殖の可能性を調査する予備調査が位置づけられている。⑨環境保全措置検討のための調査については、②～⑧及び⑪の調査項目により構成されている。⑩モニタリングについては、「調査期間は少なくとも開発事業の実施中から完了後3年間を行うことが望ましい」とされている。

1-2 野生動物のモニタリング技術一覧

近年、動物調査の分野において、様々な先端機器や技術を用いた調査手法が考案されている。ここでは実用あるいは試験段階にある動物のモニタリング手法の中で、猛禽類の調査にも援用可能と考えられる技術を整理した（表 1-2-1）。

各新技術は用途別に、1. 動物の位置を確認する（位置追跡装置）、2. 個体の状態記録（バイオリギング装置）、3. 遠隔監視・記録システム、4. 個体識別手法、5. その他、に大別される。

表 1-2-1 動物のモニタリング技術（猛禽類調査において援用可能と考えられる技術を抜粋）

技術の用途	番号	技術名称	概要
動物の位置を確認する（位置追跡装置）	1	テレメトリー	対象個体に装着した発信機から電波を調査員が受信機を用いて、ほぼリアルタイムで把握する。
	2	GPS (Global positioning system)	発信機の位置を GPS で記録する。データは発信機の回収後に確認可能。
	3	GPS 搭載型電波発信機 (GPS アルゴス)	発信機の位置を GPS で記録する。データはアルゴシステムを通して最短で数時間、通常 3~4 日程度の間隔での位置把握が可能。地球上のどこでも位置が把握可能。
	4	GPS-GSM	発信機の位置を GPS で記録する。データは携帯電話会社の電波 GSM (Global Systems for Mobile Communications)
	5	ジオロケータ	明るさを記録するデータロガーの一種で、日長、南中時刻から渡りの経路が推定できる。
	6	ATS (アドバンスドテレメトリスシステム)	設置した受信基地局から三角測量の原理を用いて、対象個体に装着した発信機の位置をリアルタイムで把握する。
	7	GPS 搭載型電波発信機 (GPS-TX)	対象個体に装着した GPS で位置を測位する。緯度・経度・高度を無線でリアルタイムに伝送し、基地局で対象個体の位置情報を受信し、記録/可視化。
	8	レーダー	船舶レーダーに映る鳥類からの反射エコーを捉えて、2km 程度までの飛翔軌跡を追跡する。
個体の状態記録 (バイオリギング装置)	9	加速度センサー ジャイロセンサー	一定時間の間に対象個体の速度がどれだけ変化したか対象個体の角度や角速度を測定する。飛翔、停止状態にあるかがわかる。
	10	装着型小型カメラ	対象個体の頭頂部などに小型カメラを装着して、対象個体から見える周辺の状況を撮影する。
	11	温度計・心拍計	巣内などに設置して、体温や心拍数を記録する。
遠隔監視・記録システム	12	CCD カメラ	巣の直近に CCD カメラを設置して、巣内の様子を動画で撮影する。
	13	インターバルカメラ	巣の直近にカメラを設置して、巣内の様子を静止画で撮影する。
	14	動物検知カメラ	赤外線で検知して、動物の動きがあった場合に静止画・動画の撮影を行う。
	15	振動検知センサー	揺れを記録。
	16	如意棒	先端にカメラがついた棒を伸ばして、巣内の様子をのぞく。
	17	UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	カメラを搭載したヘリコプターを飛ばして、巣の上方から撮影を行う。
個体識別手法	18	標識	標識を装着して個体識別を行う。
	19	鳴き声録音 (音声解析)	捕獲を行わずに、鳴き声を採取して声紋解析を行い、個体識別を行う。
	20	マイクロチップ	IC タグを装着して個体識別を行う。
	21	遺伝子解析 (マイクロサテライトマーカー)	DNA を用いて個体群の交流関係や親子関係を把握する。
	22	遺伝子解析 (ミトコンドリア DNA)	ミトコンドリアの DNA を用いて、個体群の交流関係を把握する。
その他	23	安定同位体	残留物等を分析して、安定同位体によって、どのような餌資源に依存するかが推定できる。
	24	サーモカメラ	個体から発せられる赤外線カメラで探知する。
	25	鳴き返し (コールバック)	対象種の鳴き声を大音量で流して、生息状況の確認をする。

注) これらの整理にあたっては、Google 検索や Jdream の文献検索サービス等を用いて、動物のモニタリング手法に関する研究や事例収集を行い、猛禽類調査に活用可能な新技術を抽出した。

1-3 猛禽類の調査に活用可能なモニタリング技術一覧

前項で挙げた各技術のうち代表的なものについて、猛禽類調査での活用場面（個体の位置を確認する、繁殖状況等を確認する、生息を確認する、個体の識別精度を高める）と活用が想定される調査項目、実用レベルを整理した（表 1-3-1～27）。また、これらの技術を用いた既往研究については、巻末の文献リストに収録した。

表 1-3-1 各技術の猛禽類調査での活用場面と実用レベル

活用場面	活用が想定される調査項目	技術の名称	実用レベル ^{注)}			
			I	II	III	IV
個体の位置を確認する	④行動圏の特定	テレメトリー				●
	⑤営巣中心域の特定	GPS				●
	⑧採食地の推定	GPS 搭載型電波発信機				●
	⑩モニタリング	(GPS アルゴス)				
		ATS (アドバンスドテレメトリスシステム)			●	
		GPS 搭載型電波発信機 (GPS-TX)			●	
		レーダー(1)(リアルタイム通知)		●		
		レーダー(2)(自動追尾)	●			
繁殖状況等を確認する	③繁殖状況の確認	加加速度センサー・ジャイロセンサー			●	
	⑩モニタリング	CCD カメラ(1)(常時監視用)				●
	⑪営巣環境の把握	CCD カメラ(2)(一時確認用)				●
		インターバルカメラ				●
		センサーカメラ				●
		装着型カメラ	●			
		如意棒カメラ				●
個体の生息を確認する	①生息状況の調査	赤外線サーモカメラ			●	
	②営巣場所の特定	UAV (ドローン)				●
	⑪営巣環境の把握	UAV + 赤外線サーモカメラ		●		
		鳴き声録音 (音声解析)		●		
		鳴き返し (コールバック)		●		
個体の識別精度を高める	①生息状況の調査	標識				●
	②営巣場所の特定	マイクロチップ			●	
	④行動圏の特定	遺伝子解析				●

注) I：将来的な技術進歩によっては、活用可能性あり。

II：技術の開発段階。活用実績がほとんどないため、技術的な有効性の検証が必要。

III：研究レベルでの活用実績はあるが、道路事業等における活用実績は乏しい。

IV：道路事業で活用の実績あり、または一般的な調査手法として確立されている。



表 1-3-2 「1. 個体の位置を確認する」技術の名称と概要

No.	技術名称	取得可能なデータの種類	データ位置精度	データ取得範囲	データ回収方法	装着機材の例		備考
						記録間隔/稼働期間	重量	
1	テレメトリー	・位置：電波の方向から推定（現場で調査した結果を図面上に位置記録）	・数 m～数十 m ・地形や植生の状況にかなり左右される。	・調査員が追跡できる範囲から 1km 程度以内の範囲	・再捕獲不要 ・機器が発する電波を受信 ・ほぼリアルタイム受信	調査員が探索したタイミング/2ヶ月	14g	熟練した追跡技術が必要
2	GPS	・位置：衛星データを取得（緯度経度） ・高度：GPS 自記データ		・地球全域	・再捕獲要（データ発信機能なしの場合） ・機器に蓄積されているデータを回収	1時間/5日（記録回数100回）	1g	
3	GPS 搭載型電波発信機（GPS アルゴス）	・位置：衛星データを取得（緯度経度） ・高度：GPS 自記データ		・地球全域	・再捕獲不要 ・機器が発する電波を衛星経由で受信 ・最短で数時間後、通常 3～4 日後	1日に 1～5 回 /半永久（記録回数制限無）	5g	衛星通信のための登録・利用料が発生
4	ATS（アドバンスドテレメトリスシステム）	・位置：電波の方向から推定（自動解析）		・受信局設置範囲（数 km 程度）	・再捕獲不要 ・機器が発する電波を受信	5分間隔 /2ヶ月	14g	テレメトリーに用いられる発信機を装着
5	GPS 搭載型電波発信機（GPS-TX）	・位置：衛星データを取得（緯度経度） ・高度：GPS 自記データ		・受信局設置範囲（数十～数百 km 程度） ・電波の遮蔽範囲を除く	・リアルタイム受信	1時間間隔/10日（記録回数200回）	13.5g	見晴らしのよい場所に受信局を設置
						1時間間隔/30日（記録回数700回）	24g	
6	レーダー	・位置または高度（2台使用で同時に位置と高度の把握事例あり）	・数 m～数百 m（探知する距離の設定による） ・地形や植生の状況にかなり左右される。	・機器の回転面から、また 20 度の角度幅 ・電波の遮蔽範囲を除く	・捕獲不要 ・反射波の受信 ・リアルタイム	2.5 秒間隔 /観測期間中	不要	

表 1-3-3(1) 新技術等の内容

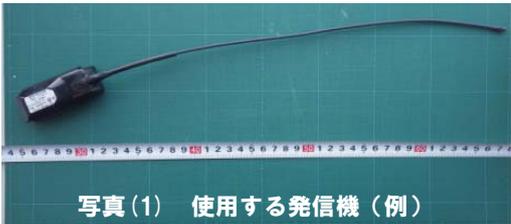
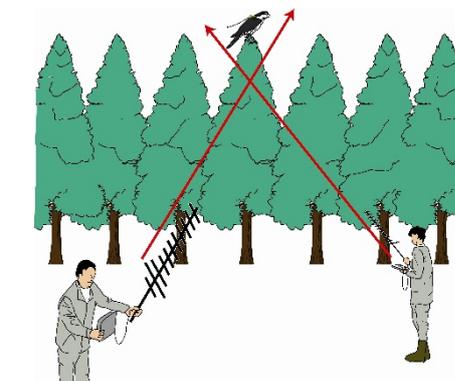
<p>実用レベル IV 実用</p>	<h2>個体の位置を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3>① テレメトリー</h3>	
<p>概 要</p>	<p>確認したい個体を捕獲し、発信機を取り付け、発信機からの電波を頼りに個体の位置を把握する。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目視確認が難しい林内においても、ある程度の位置の把握が可能である。 ・ 対象個体の位置がほぼリアルタイムで把握可能。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ データは、調査員の追跡期間のみ取得できる。 ・ 追跡には熟練した技術が必要である。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">捕獲・機器取付</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">常時追跡</div>
<p>調査のイメージ</p>	<p>(1) 捕獲して発信機を装着する</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="406 683 861 1064">  <p>発信機は、布製のベルトで背負わせるように装着する。ベルトを縫い付ける糸の劣化速度で脱落のコントロールを行うこととしている。</p> <p style="text-align: center;">図(1) 装着のイメージ</p> </div> <div data-bbox="877 683 1388 907">  <p style="text-align: center;">写真(1) 使用する発信機(例)</p> </div> </div> <p>(2) アンテナで追跡する</p> <p>車や徒歩で追跡しながら、三角測量の要領で位置を特定する。特定した位置を図面に落とす。(熟練した技術が必要)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="406 1243 861 1780">  <p>アンテナと電波の方向が合致するとメータが振れる、信号音が大きくなるといったことで、個体がいる方向を確認する。もう一点からも方向を確認することでおよその位置を推定する。</p> <p style="text-align: center;">図(3) 追跡のイメージ②</p> </div> <div data-bbox="949 940 1380 1332">  <p style="text-align: center;">図(2) 追跡のイメージ①</p> </div> <div data-bbox="949 1355 1380 1780">  <p style="text-align: center;">写真(2) 追跡のイメージ</p> </div> </div>	
<p>必要機材(例)</p>	<p>電波発信機、アンテナ、受信機 (捕獲用罟など別途)</p>	

表 1-3-3(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
名 称	<h3 style="margin: 0;">① テレメトリー</h3>	
準備期間	主に許可手続きのために最低半年程度（ <u>種の保存法</u> ：1ヶ月以上、 <u>鳥獣保護法</u> ：1ヶ月以上、 <u>文化財保護法</u> ：2～3ヶ月程度、 <u>電波法</u> ：半年以上）	
制約条件	調査対象種	<ul style="list-style-type: none"> ・電池容量とのトレードオフとなるが、発信機は様々な動物に装着できるサイズ（最小1g程度）が開発されてきており、基本的には<u>すべての種で発信機の装着が可能</u>。 ・猛禽類向けで実用化されている例としては、重量約14g、電池寿命約2ヶ月、実用通信距離1kmが実現している。
	調査対象地	周辺の地形や植生の状況（特に森林や谷間）によっては位置測位の精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>種の保存法</u>に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 ・<u>鳥獣保護法</u>に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象箇所を含む自治体に捕獲許可を提出する。 ・<u>文化財保護法</u>に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、文化庁または教育委員会に現状変更許可を提出する。 ・<u>電波法</u>に基づいて、技術基準適合証明取得済みの機械を使用するのであれば許可申請の手続きは必要ない。証明が無いものについては、特定実験試験局による運用の場合は、総務省の地方通信局と周波数帯の割り当てについて協議し、申請を行う。技術基準適合証明を取得する場合は、総務省に機械の設計等に関する技術資料を提出し、使用する機械について点検を受ける。
	技術者の確保	捕獲、追跡が行える技術者の確保。
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
	概算費用	導入 発信機：一台5～10万円、受信機：一台5～10万円、アンテナ一本：1～5万円 人件費：捕獲2人×1～7日
	運用 人件費：追跡2人×必要日数	
	データ整理 確認した位置を現場で図面に記録して持ち帰り、室内でGIS等に入力し位置情報等を整理する。	
導入効果	費用	特定の個体を追跡するということが目的であれば、広く定点を配置する必要がなく、コストダウンにつながる可能性がある。
	精度	目視では確認できない範囲にいる個体についてもおおよその位置（誤差数百m）を把握することができる。
調達方法	国内	国内メーカーあり。輸入代理店あり。リースなし。
	国外	アメリカ、イギリス、ニュージーランドなど多数。リースなし。
国内外における適用事例	堀江ら（2007）栃木県におけるオオタカ雄成鳥の行動圏の季節変化 日本鳥学会誌 56(1):22-32	



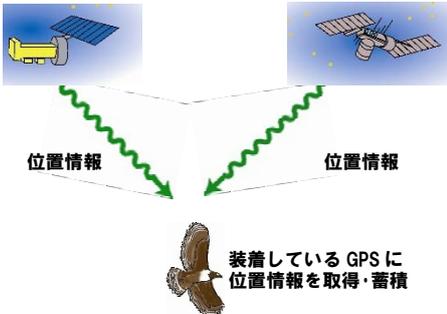
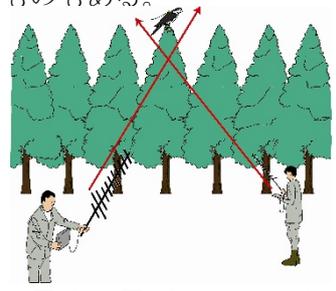
実用レベル IV 実用	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
名 称	<h3 style="margin: 0;">② GPS (Global Positioning System)</h3>	
概 要	確認したい個体を捕獲し、取り付けした GPS で位置情報を取得する。	
技術とデータの特徴	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目視確認が難しい林内においても、ある程度の把握が可能である。 ・調査員が追跡しなくてもデータが取得可能である。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データを回収するためには機材を回収する必要がある。 ・成鳥の捕獲は、特に熟練の技術が必要。 ・データ発信の機能はない。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"> 捕獲・機器取付 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"> GPS による位置情報の自動取得 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"> 個体再発見 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"> 捕獲・データ回収 </div>
調査のイメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>(1) 捕獲して発信機を装着する</p>  <p>発信機は、布製のベルトで背負わせるように装着する。ベルトを縫い付ける糸の劣化速度で脱落のコントロールを行うこととしている。</p> <p style="text-align: center;">図 (1) 装着のイメージ</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>(2) 位置情報は GPS で自動取得</p>  <p>装着している GPS に位置情報を取得・蓄積</p> <p>放鳥後は、装着した GPS が衛星からの位置情報を自動取得。位置情報が、装着した GPS に蓄積される。</p> <p style="text-align: center;">図 (2) 位置情報取得のイメージ</p> </div> </div> <p>(3) 再度捕獲してデータを回収</p> <p>装着した GPS に一定期間データを蓄積させた頃に、GPS からの電波情報をもとに位置を確認しながら、同個体を再度捕獲し機材を回収する。</p> <p>機種によっては近くまで行くと捕獲しなくても、データをダウンロードできるものもある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 (3) 再捕獲のイメージ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>GPS ごとデータ回収</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真 (1) 捕獲罠のイメージ</p> </div> </div>	
必要機材 (例)	GPS、GPS 回収 (探査用) のための電波発信機・アンテナ・受信機 (捕獲用罠など別途)	

表 1-3-4(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	個体の位置を確認する	
名 称	② GPS (Global Positioning System)	
準備期間	主に許可手続きのために最低半年程度（種 の保存法 ：1ヶ月以上、 鳥獣保護法 ：1ヶ月以上、 文化財保護法 ：2～3ヶ月程度、 電波法 ：半年以上）	
制約条件	調査対象種	<ul style="list-style-type: none"> ・電池容量とのトレードオフとなるが、発信機は様々な動物に装着できるサイズ（最小1g程度）が開発されてきており、基本的にはすべての種で発信機の装着が可能。 ・鳥類向けで実用化されている例としては、重量約1g、電池寿命約2ヶ月、実用通信距離1kmが実現している。
	調査対象地	周辺の地形や植生の状況（特に森林や谷間）によっては位置測位の精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・種の保存法に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 ・鳥獣保護法に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象箇所を含む自治体に捕獲許可を提出する。 ・文化財保護法に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、文化庁または教育委員会に現状変更許可を提出する。 ・電波法に基づいて、技術基準適合証明取得済みの機械を使用するのであれば許可申請の手続きは必要ない。証明が無いものについては、特定実験試験局による運用の場合は、総務省の地方通信局と周波数帯の割り当てについて協議し、申請を行う。技術基準適合証明を取得する場合は、総務省に機械の設計等に関する技術資料を提出し、使用する機械について点検を受ける。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者の確保。（設置・回収の2回必要）
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導 入	発信機：1台数万～数十万円、受信機：1台5～10万円、 アンテナ：1本1～5万円 人件費：捕獲2人×1～7日
	運 用	人件費：データ回収2人×1～7日
	データ整理	発信機の回収または、遠隔でダウンロードによりデータを回収し、室内でGIS等により位置情報を整理。
導入効果	費 用	特定の個体を追跡するということが目的であれば、広く定点を配置する必要がなく、コストダウンにつながる可能性がある。
	精 度	目視では確認できない範囲にいる個体についてもおおよその位置を把握することができる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり。リースなし。
	国 外	アメリカ、イギリス、ニュージーランドなど。リースなし。
国内外における適用事例	É. Caron-Beaudoin ら(2013) Combined usage of stable isotopes and GPS-based telemetry to understand the feeding ecology of an omnivorous bird, the Ring-billed Gull (<i>Larus delawarensis</i>) Canadian Journal of Zoology vol.91(689-697)	



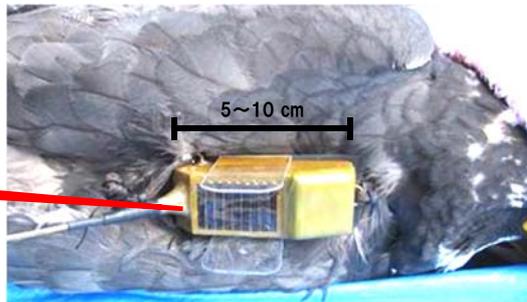
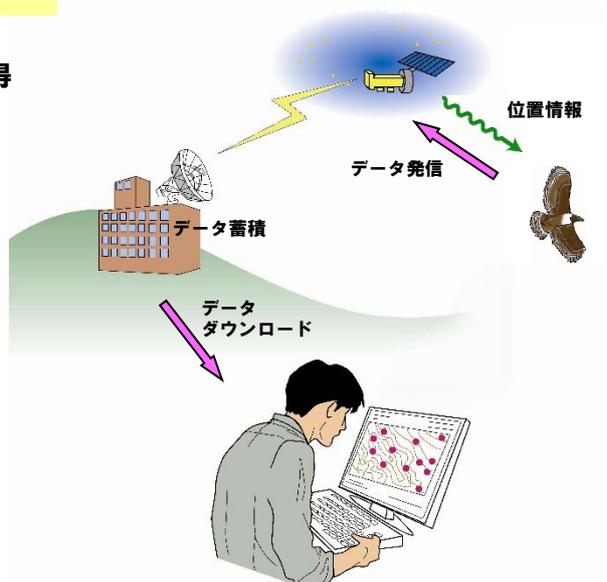
<p>実用レベル IV_{実用}</p>	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">③ GPS 搭載型電波発信機 (GPS アルゴス)</h3>	
<p>概 要</p>	<p>確認したい個体を捕獲し、取り付けた GPS で位置情報を取得する。データはアルゴス衛星に送られたものを、遠隔でダウンロードして確認する。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目視確認が難しい林内においても、ある程度の把握が可能である。 ・調査員が追跡しなくてもデータが取得可能である。 ・機材を回収する必要がない。 ・地球規模でのデータ取得が可能。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>捕獲・機器取付</p> <p>↓</p> <p>GPS による位置情報の自動取得</p> <p>↓</p> <p>衛星を介してデータを自動ダウンロード</p> </div>
	<p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データ送信にも電力を消費するため、電池・発電容量の制限で、現在取得できるデータは一日に数回程度である。 	
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>(1) 捕獲して発信機を装着する</p>  <p>発信機は、布製のベルトで背負わせるように装着する。ベルトを縫い付ける糸の劣化速度で脱落のコントロールを行うこととしている。</p> <p style="text-align: center;">図(1) 装着のイメージ</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">写真(1) 装着のイメージ</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>(2) 位置情報は GPS で自動取得</p> <p>装着した GPS により位置情報は自動で取得。定期的アルゴス衛星に情報が送信される。</p> <p>現在、太陽電池使用により長期間にわたる情報取得・送信が可能となっている。</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">図(2) 情報取得イメージ</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>(3) 室内で分析</p> <p>アルゴス衛星からアルゴスデータ処理センターに送信され蓄積されている情報を、ダウンロードして、室内で分析する。</p> </div>	
	<p>必要機材 (例)</p>	<p>GPS 発信機 (捕獲用罠など別途)</p>

表 1-3-5(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	個体の位置を確認する	
名 称	③ GPS 搭載型電波発信機 (GPS アルゴス)	
準備期間	許可手続きのために 2~3 か月程度 (<u>種の保存法</u> : 1 ヶ月以上、 <u>鳥獣保護法</u> : 1 ヶ月以上、 <u>文化財保護法</u> : 2~3 ヶ月程度)、 <u>アルゴスシステムの利用申請</u> (1 ヶ月)・ <u>電波法</u> (2 ヶ月)。海外製は <u>機器の入手</u> にも時間を要する場合がある (2~3 か月程度)。	
制約条件	調査対象種	<ul style="list-style-type: none"> ・発信機は重量 (最低 5g) があるが、装着は<u>ほとんどの猛禽類に可能</u>である。 ・猛禽類向けで実用化されている例としては、重量約 5g、太陽電池式が実現している。
	調査対象地	周辺の地形や植生の状況 (特に森林や谷間) によっては位置測位の精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>種の保存法</u>に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 ・<u>鳥獣保護法</u>に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象箇所を含む自治体に捕獲許可を提出する。 ・<u>文化財保護法</u>に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、文化庁または教育委員会に現状変更許可を提出する。 ・<u>日本では総代理店のキュービックアイ社に依頼</u>し、アルゴスシステムへの利用申請および電波法による免許申請を行う。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者の確保。
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導 入	機材費: 発信機 1 台数十万円程度 人件費: 捕獲 2 人×1~7 日
	運 用	通信費: アルゴス衛星受信費用 20 万円/月
	データ整理	アルゴスシステムのサイトからデータをダウンロードし、GIS 等により位置情報を整理。
導入効果	費 用	特定の個体を追跡するということが目的であれば、広く定点を配置する必要がなく、コストダウンにつながる可能性がある。
	精 度	目視確認できない範囲にいる個体についても、ある程度行動を追跡することができる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり。リースなし。
	国 外	アメリカなど。リースなし。
国内外における適用事例	学術研究 (渡り鳥の衛星追跡) や全国の道路事業における猛禽類調査など。	



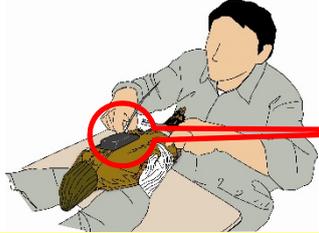
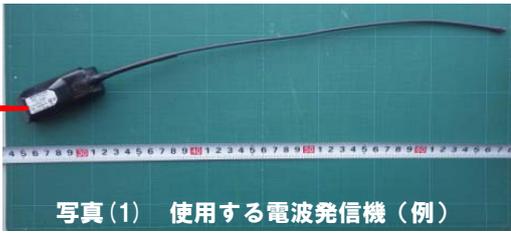
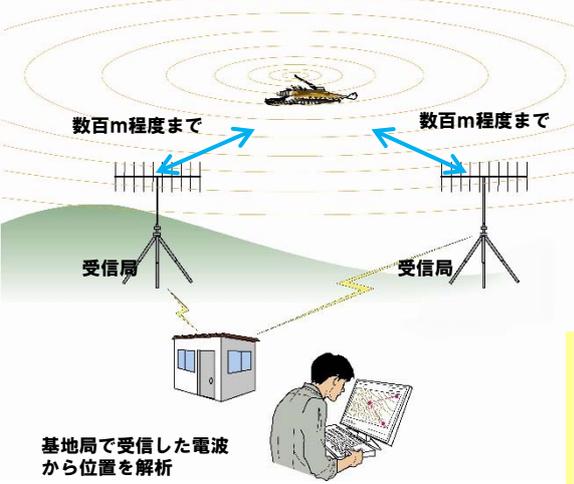
実用レベル Ⅲ 研究	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
名 称	<h3 style="margin: 0;">④ ATS (アドバンスドテレメトリシステム)</h3>	
概 要	(国研) 土木研究所が開発したシステムで、対象個体に装着した電波発信機の位置を、設置した受信局を通してリアルタイムで把握する。	
技術とデータの特徴	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目視確認が難しい林内においても、ある程度の把握が可能である。 ・ 調査員が追跡する必要はない。 ・ 対象個体の<u>位置のリアルタイム把握</u>が可能。 ・ <u>地形に合わせた受信局の設置が可能</u>。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>広範囲のデータ取得にはむかない</u>。 ・ 発信機の小型電池容量に限界があるため、長期間のデータ取得が困難。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; background-color: #f0f0f0;"> 捕獲・機器取付 </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; background-color: #f0f0f0;"> 発信機からの電波を受信局で自動取得 </div> <div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> 位置を解析して自動リアルタイム把握 </div>
調査のイメージ	<p>(1) 捕獲して電波発信機を装着する</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">写真(1) 使用する電波発信機(例)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%; background-color: #ffffcc; padding: 5px;"> <p>図(1) 装着のイメージ</p> <p>発信機は、布製のベルトで背負わせるようにして装着する。脱落時期は、ベルトを縫い付ける糸の劣化速度で調整する。</p> </div> <div style="width: 45%; background-color: #ffffcc; padding: 5px;"> <p>電波発信機は、一般的なテレメトリーで使用するものと同じ。軽量で、小型猛禽類への使用も可能。</p> </div> </div> <p>(2) 発信機からの電波を受信・解析する</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">写真(2) 基地局の設置イメージ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%; background-color: #ffffcc; padding: 5px;"> <p>受信局ひとつひとつのカバー範囲は、数百m程度と狭いが、発信機からの電波の受信方位を複数の基地局で同時に解析することで、リアルタイムで位置を把握することができる。また地形を考慮した配置によって、より詳細な追跡が可能となる。</p> </div> <div style="width: 45%; background-color: #ffffcc; padding: 5px;"> <p>基地局で受信した電波から位置を解析</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図(2) 情報取得イメージ</p>	
必要機材(例)	受信局、電波発信機、閲覧用携帯端末(捕獲用罟など別途)	

表 1-3-6(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅲ 研究	個体の位置を確認する	
名 称	④ ATS (アドバンスドテレメトリシステム)	
準備期間	主に許可手続きのために最低半年程度 (<u>種の保存法</u> : 1 ヶ月以上、 <u>鳥獣保護法</u> : 1 ヶ月以上、 <u>文化財保護法</u> : 2~3 ヶ月程度、 <u>電波法</u> : 半年以上)	
制約条件	調査対象種	<ul style="list-style-type: none"> 電池容量とのトレードオフとなるが、発信機は様々な動物に装着できるサイズ (最小 1g 程度) が開発されてきており、基本的にはすべての種で発信機の装着が可能。 猛禽類向けで実用化されている例としては、重量約 14g、電池寿命約 2 ヶ月、実用通信距離 1km が実現している。
	調査対象地	周辺の地形や植生の状況 (特に森林や谷間) によっては位置測位の精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> <u>種の保存法</u>に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 <u>鳥獣保護法</u>に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象箇所を含む自治体に捕獲許可を提出する。 <u>文化財保護法</u>に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、文化庁または教育委員会に現状変更許可を提出する。 <u>電波法</u>に基づいて、技術基準適合証明取得済みの機械を使用するのであれば許可申請の手続きは必要ない。証明が無いものについては、特定実験試験局による運用の場合は、総務省の地方通信局と周波数帯の割り当てについて協議し、申請を行う。技術基準適合証明を取得する場合は、総務省に機械の設計等に関する技術資料を提出し、使用する機械について点検を受ける。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者の確保。
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導 入	発信機: 1 台 5~10 万円、人件費: 捕獲 2 人×1~7 日 受信局の設置: 非売品
	運 用	現地電源
	データ整理	受信局からダウンロードし、データを GIS 等に読み込んで整理。
導入効果	費 用	特定の個体を追跡するということが目的であれば、広く定点を配置する必要がなく、コストダウンにつながる可能性がある。
	精 度	目視確認できない場合でも、行動をリアルタイムに追跡することができる。
調達方法	国 内	国立研究開発法人 土木研究所
	国 外	なし
国内外における適用事例	傳田ら(2001) 野生生物調査のためのマルチテレメトリシステムの開発とその応用 日本生態学会誌 vol.51(215-222)	

表 1-3-7(1) 新技術等の内容

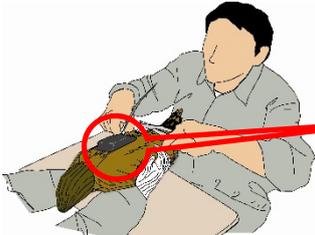
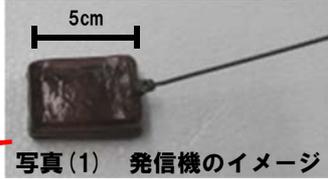
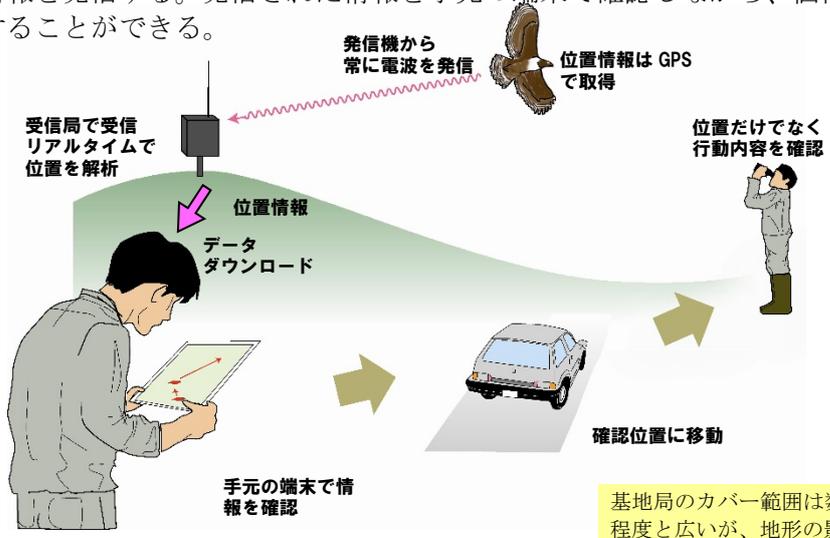
<p>実用レベル Ⅲ 研究</p>	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">⑤ GPS 搭載型電波発信機 (GPS-TX)</h3>	
<p>概 要</p>	<p>対象個体に装着した電波発信機の位置を、設置した受信局を通してリアルタイムで把握する。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目視確認が難しい林内においても、ある程度の把握が可能である。 ・ 調査員が追跡する必要はない。 ・ 対象個体の<u>位置のリアルタイム把握</u>が可能。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>比較的広範囲なデータ取得が可能</u>。 ・ 渡りなど地球規模でのデータ取得はできない。 ・ 発信機の小型電池容量に限界があるため、長期間のデータ取得が困難。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"> 捕獲・機器取付 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;"> 発信機からの電波を受信局で自動取得 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 位置を解析して自動リアルタイム把握 </div>
<p>調査のイメージ</p>	<p>(1) 捕獲して発信機を装着する</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;">  <p style="font-size: small;">写真(1) 発信機のイメージ</p> </div> <div style="flex: 1; background-color: #ffffcc; padding: 5px; font-size: x-small;"> <p>比較的軽量のため、小型の猛禽類への装着が可能。ただし、電池式のため調査期間は限定的。</p> </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">発信機は、布製のベルトで背負わせるように装着する。ベルトを縫い付ける糸の劣化速度で脱落のコントロールを行うこととしている。</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p style="text-align: center;">図(1) 装着のイメージ</p> </div> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center;">写真(2) 装着のイメージ</p> </div> </div> <p>(2) 捕獲して発信機を装着する</p> <p>発信機からの短波を受信局で受信し、リアルタイムで距離と方向を解析、情報を発信する。発信された情報を手元の端末で確認しながら、個体を追跡することができる。</p> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: x-small;">位置情報は GPS で取得</p> <p style="font-size: x-small;">発信機から常に電波を発信</p> <p style="font-size: x-small;">受信局で受信リアルタイムで位置を解析</p> <p style="font-size: x-small;">位置情報データダウンロード</p> <p style="font-size: x-small;">手元の端末で情報を確認</p> <p style="font-size: x-small;">位置だけでなく行動内容を確認</p> <p style="font-size: x-small;">確認位置に移動</p> <p style="font-size: x-small;">基地局のカバー範囲は数十～百 km 程度と広いが、地形の影になる部分のデータ取得はできない。</p> <p style="text-align: center;">図(2) 調査のイメージ</p> </div>	
<p>必要機材 (例)</p>	<p>受信局、電波発信機、閲覧用端末 (捕獲用罟など別途)</p>	

表 1-3-7(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅲ 研究	個体の位置を確認する	
名 称	⑤ GPS 搭載型電波発信機 (GPS-TX)	
準備期間	主に許可手続きのために最低半年程度 (<u>種の保存法</u> : 1 ヶ月以上、 <u>鳥獣保護法</u> : 1 ヶ月以上、 <u>文化財保護法</u> : 2~3 ヶ月程度、 <u>電波法</u> : 半年以上)	
制約条件	調査対象種	<ul style="list-style-type: none"> ・発信機の重量があるため、大型の猛禽類に限られる。 ・猛禽類向けで実用化されている例としては、重量約 25g、120 分間隔のデータ取得、電池寿命 40 日、実用通信距離 12km 以上が実現している。
	調査対象地	周辺の地形や植生の状況 (特に森林や谷間) によっては位置測位の精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>種の保存法</u>に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 ・<u>鳥獣保護法</u>に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象箇所を含む自治体に捕獲許可を提出する。 ・<u>文化財保護法</u>に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、現状変更許可を文化庁または教育委員会に提出する。 ・<u>電波法</u>に基づく申請は不要。ただし一部機材の使用については、アマチュア無線従事者及びアマチュア無線局免許が必要。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者の確保。
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導 入	発信機: 1 台 5~10 万円、人件費: 捕獲 2 人×1~7 日 受信局の設置: 1 台 50 万円
	運 用	現地電源 (位置情報取得には調査員不要。追跡、行動確認要員は別途。)
	データ整理	受信局からダウンロードし、データを GIS 等に読み込んで整理。
導入効果	費 用	特定の個体を追跡するということが目的であれば、広く定点を配置する必要がなく、コストダウンにつながる可能性がある。
	精 度	目視確認できない場合でも、行動をリアルタイムに追跡することができる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり。リースなし。
	国 外	なし
国内外における適用事例	ハト、カラス、猛禽類、クマ、シカなど	

表 1-3-8(1) 新技術等の内容

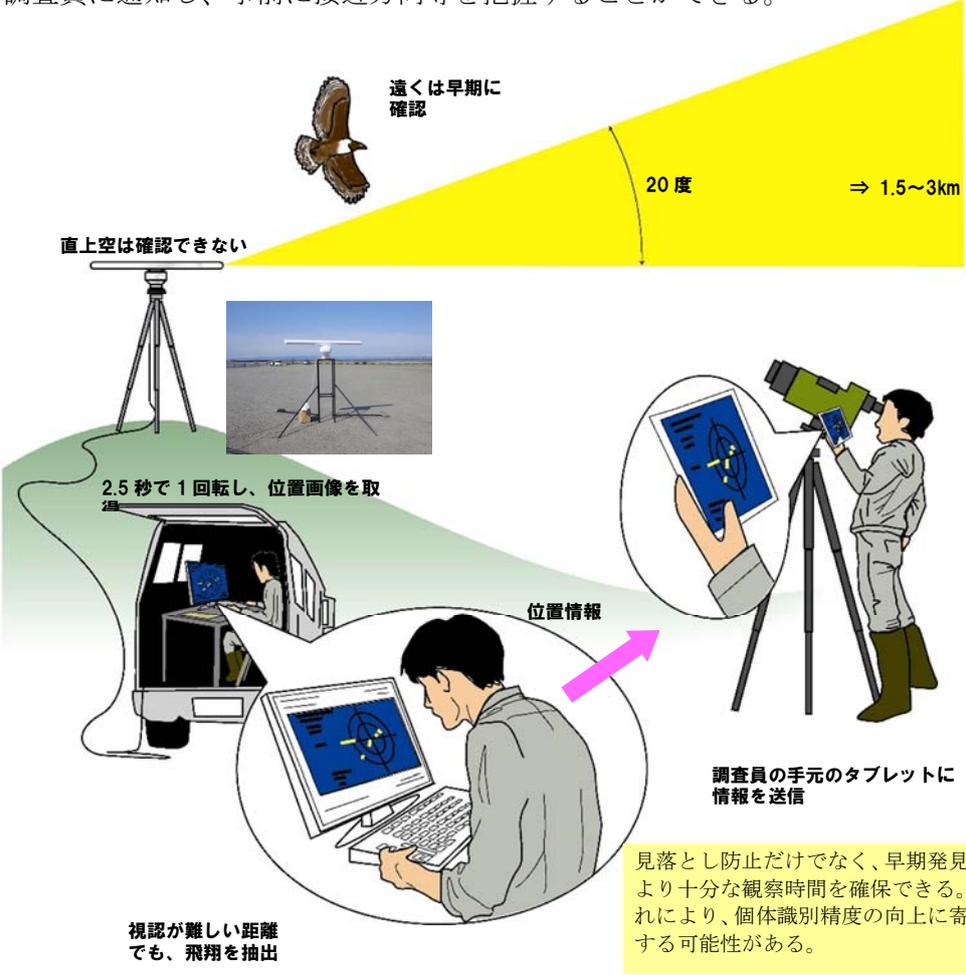
<p>実用レベル Ⅱ 技術検証</p>	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">⑥ レーダー(1) (リアルタイム通知)</h3>	
<p>概 要</p>	<p>船舶レーダーに映る鳥類からの反射エコーを捉えて、数 km 程度先までの飛行軌跡を追跡し、リアルタイムで調査員に鳥の接近を知らせる。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長 所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員が事前に接近する個体の存在を知ることができるため、見落とし防止や調査精度の向上に寄与する。 	
	<p>短 所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ レーダーの映像からだけでは、鳥の種類はわからない。 ・ リアルタイムでの情報解析・発信システムは実用化されていない。 	
<p>調査のイメージ</p>	<p>山の上などの周囲が広く見渡せる場所に設置したレーダーによって、接近する鳥類を察知する。レーダーによって捉えられた鳥類の情報は、リアルタイムで調査員に通知し、事前に接近方向等を把握することができる。</p>  <p style="text-align: center;">図(1) 調査のイメージ</p>	
<p>必要機材 (例)</p>	<p>レーダー、携帯端末</p>	

表 1-3-8(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅱ 技術検証	個体の位置を確認する	
名 称	⑥ レーダー(1) (リアルタイム通知)	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	森林内を主な行動範囲とする種には不向き。
	調査対象地	山岳地や森林地域などの遮るものが多い場所では、レーダーによって探知できる範囲は狭まる、また谷部では反射により精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	陸上特殊無線技士免許(2級)取得者 (レーダー稼働時には現地に常駐している必要がある)
	猛禽類への影響	なし
概算費用	導 入	レーダー：数百万円 解析専用ソフトウェア：アルゴリズム特許未発売
	運 用	陸上特殊無線技士(2級)1名×必要日数、現地電源
	データ整理	なし
導入効果	費 用	2.5秒で1回転し、位置画像を取得。
	精 度	発見率、識別精度の向上
調達方法	国 内	国内メーカーあり。リースなし。
	国 外	リースなし。
国内外における適用事例	<ul style="list-style-type: none"> 個体の飛翔記録についての事例は、主に風力発電に係る環境影響評価関連業務として多数あり。 	



表 1-3-9(1) 新技術等の内容

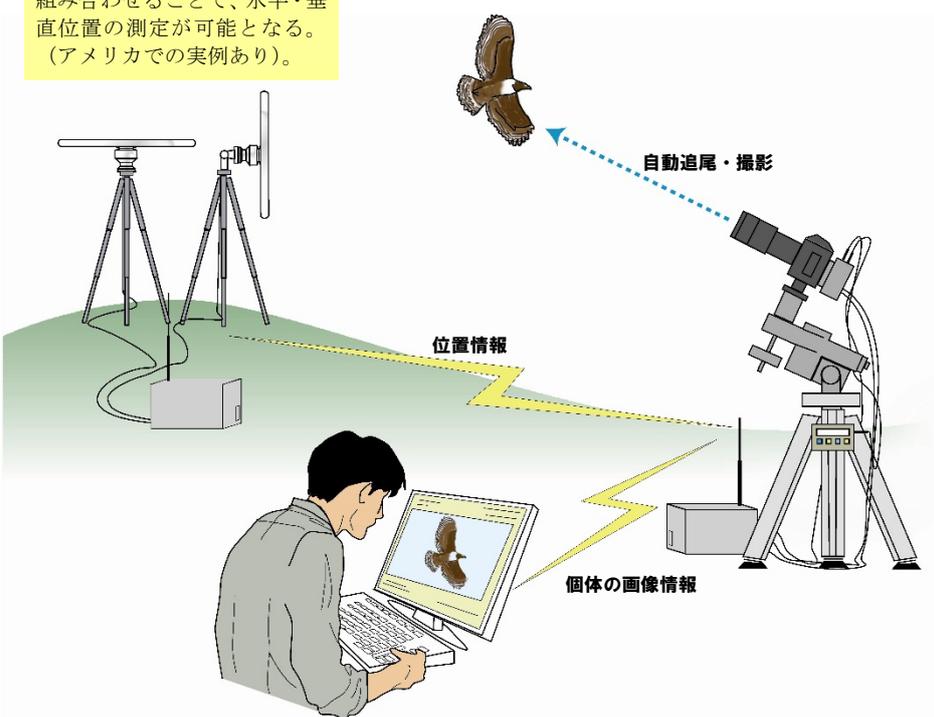
実用レベル I 技術開発	<h2 style="margin: 0;">個体の位置を確認する</h2>	
名 称	<h3 style="margin: 0;">⑦ レーダー(2) (レーダー+自動追尾)</h3>	
概 要	船舶レーダーに映る鳥類からの反射エコーを捉えて、数 km 程度先までの飛翔軌跡を追跡し、あわせて確認された個体を自動追尾カメラで撮影する。	
技術とデータの特徴	長所	・ 調査員が追跡することなく、自動的に飛翔している猛禽類の位置と種類が判別できる。
	短所	・ 自動抽出・撮影についてはソフト、ハードともに要開発
調査のイメージ	<p>山の上などの周囲が広く見渡せる場所に設置したレーダーによって、接近する鳥類を察知する。レーダーによって捉えられた鳥類を、自動追尾カメラにより撮影を行う。撮影された映像を室内で確認し種や行動を分析する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> レーダーの縦回しと横回しを組み合わせることで、水平・垂直位置の測定が可能となる。(アメリカでの実例あり)。 </div>  <p style="text-align: center;">図(1) 調査のイメージ</p>	
必要機材(例)	レーダー、自動追尾カメラ (要開発)、自動検知システム (要開発)	

表 1-3-9(2) 新技術等の内容

実用レベル I 技術開発	個体の位置を確認する	
名 称	⑦ レーダー(2) (レーダー+自動追尾)	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	主に森林内を行動範囲とする種には不向き。
	調査対象地	山岳地や森林地域などの遮るものが多い場所では、レーダーによって探知できる範囲は狭まる、また谷部では反射により精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	陸上特殊無線技士免許(2級)取得者 (レーダー稼働時には現地に常駐している必要がある)
	猛禽類への影響	なし
概算費用	導 入	レーダー：数百万円 解析専用ソフトウェア：アルゴリズム特許未発売 解析結果の自動発見システム：要開発 自動追尾カメラ：要開発
	運 用	陸上特殊無線技士(2級)1名×必要日数、現地電源
	データ整理	同定識別の要員は別途。
導入効果	費 用	現地調査員の削減。
	精 度	発見率、識別精度の検証が必要。
調達方法	国 内	国内メーカーあり。リースなし。
	国 外	リースなし。
国内外における適用事例	なし。	

表 1-3-10(1) 新技術等の内容

実用レベル Ⅲ 研究		個体の位置を確認する	
名 称		⑧ レーダー(3) (目視記録の精度向上)	
概 要		船舶レーダーに映る鳥類からの反射エコーを捉えて、数 km 程度先までの飛翔軌跡を追跡し、正確な高度を検証する。	
技術と データ の特徴	長所	・ 調査員が目視で記録する高度や位置の情報の正確性をもたせることができる。	
	短所	・ レーダーの映像からだけでは、鳥の種類はわからない。	
調査の イメージ		山の上などの見渡せる場所に設置したレーダーによって接近する鳥類を察知する。レーダーによって捉えられた鳥類の情報と調査員による目視記録とあわせることで、正確な飛行位置と高度を把握することができる。これにより、精度の良い事業影響評価や分析ができる。 図(1) 調査のイメージ	
必要機材 (例)		レーダー	

表 1-3-10(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅲ 研究	個体の位置を確認する	
名 称	⑧ レーダー(3) (目視記録の精度向上)	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	主に森林内を行動範囲とする種には不向き。
	調査対象地	山岳地や森林地域などの遮るものが多い場所では、レーダーによって探知できる範囲は狭まる、また谷部では反射により精度が低下する。
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	陸上特殊無線技士免許（2級）取得者 （レーダー稼働時には現地に常駐している必要がある）
	猛禽類への影響	なし
概算費用	導 入	レーダー：数百万円 解析専用ソフトウェア：アルゴリズム特許未発売
	運 用	陸上特殊無線技士（2級）1名×必要日数、現地電源
	データ整理	（GIS化、解析は別途。）
導入効果	費 用	高さ情報を把握するために、別途多方向から観察が必要な場合については、調査員の削減につながる可能性がある。
	精 度	飛翔位置の精度の向上
調達方法	国 内	国内メーカーあり。リースなし。
	国 外	リースなし。
国内外における適用事例	・個体の飛翔記録についての事例は、主に風力発電に係る環境影響評価関連業務として多数あり。	

表 1-3-11 「2. 繁殖状況等を確認する」技術の名称と概要

No.	名称	取得可能なデータ	機材の設置方法	データの取得範囲	データの回収方法	記録間隔/稼働期間	備考	
1	加速度センサー、ジャイロセンサー	速度、角度(飛翔、停止等の状態)	対象個体に装着	目視範囲外の個体の行動を記録	再捕獲等により、機材を回収	連続/1~7日程度	電波法と捕獲許可の手続きが必要	
2	CCD カメラ(常時監視用)	撮影画像(動画・静止画)	巣の直上や近くの枝など、巣内が観察できる位置に設置	観察対象の巣のみ	携帯電話回線から転送	連続撮影/連続稼働	撮影時間に応じ解析時間が必要	
3	CCD カメラ(一時確認用)							定期的に現地に通り、データを回収
4	インターバルカメラ				観察対象の巣のみ			
5	センサーカメラ		観察対象の巣のみ	センサー作動時のみ/2週間程度~連続	枝葉の動きなど、対象個体以外にも反応			
6	如意棒カメラ		先端にカメラがついた伸縮自在の棒で、巣内を撮影	調査員がアクセスできる場所で、高さ約 20m までの巣に限定	撮影後に画像を回収	任意/数十分程度		巣内の個体に、一時的に影響を与えるおそれがある
7	装着型小型カメラ		対象個体に装着	目視範囲外の個体の行動を記録	再捕獲等により、機材を回収	連続/1~7日程度		捕獲許可の手続きが必要

表 1-3-12(1) 新技術等の内容

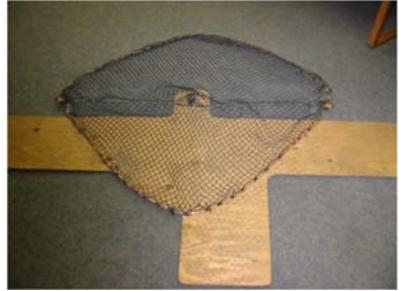
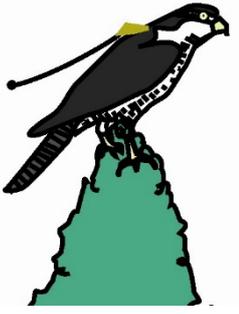
<p>実用レベル Ⅲ 研究</p>	<h2 style="margin: 0;">繁殖状況等を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">① 加速度センサー・ジャイロセンサー</h3>	
<p>概 要</p>	<p>一定時間の間に対象個体の速度がどれだけ変化したか、また対象個体の角度や角速度を検出する。飛翔、停止状態にあるかがわかる。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員が追跡することなく、<u>目視確認できない範囲にいる対象個体の行動を推定</u>することができる。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 位置追跡装置と組み合わせないと、どこにいるのかは不明。 ・ データを回収するためには機材を回収する必要がある。 (GPS アルゴス等の遠隔でデータ取得ができる機材に組み込まれていれば、回収の必要なし。)
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>(1) 捕獲して発信機を装着する</p>  <p>発信機は、布製のベルトで背負わせるように装着する。ベルトを縫い付ける糸の劣化速度で脱落のコントロールを行うこととしている。</p> <p>図(1) 装着のイメージ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(2) 再捕獲して機器を回収する</p>  <p>写真(1) 捕獲罟のイメージ</p> </div> </div>	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図(2) 取得可能な情報のイメージ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>急降下した場合には、狩りなど採餌に関する行動である可能性が高い。 また、長時間動きがない場合には、止まりや巣内抱卵等である可能性が考えられる。</p> </div> </div>	
<p>必要機材 (例)</p>	<p>加速度センサー・ジャイロセンサー</p>	

表 1-3-12(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅲ 研究	繁殖状況等を確認する	
名 称	① 加速度センサー・ジャイロセンサー	
準備期間	主に許可手続きのために最低半年程度（ <u>種の保存法</u> ：1ヶ月以上、 <u>鳥獣保護法</u> ：1ヶ月以上、 <u>文化財保護法</u> ：2～3ヶ月程度、 <u>電波法</u> ：半年以上）	
制約条件	調査対象種	様々な動物に装着できるサイズが開発されてきており、 基本的にはすべての種で装着が可能。
	調査対象地	なし
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>種の保存法</u>に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 ・<u>鳥獣保護法</u>に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象地域の自治体に捕獲許可を提出する。 ・<u>文化財保護法</u>に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、更許可文化庁または教育委員会に現状変を提出する。 ・<u>電波法</u>に基づいて、技術基準適合証明取得済みの機械を使用するのであれば許可申請の手続きは必要ない。証明が無いものについては、特定実験試験局による運用の場合は、総務省の地方通信局と周波数帯の割り当てについて協議し、申請を行う。技術基準適合証明を取得する場合は、総務省に機械の設計等に関する技術資料を提出し、使用する機械について点検を受ける。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者の確保。
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導 入	センサー：一台数万円 人件費：捕獲 2 人×1～7 日
	運 用	人件費：再捕獲 2 人×1～7 日
	データ整理	機材を回収し、データを整理
導入効果	費 用	特定の個体の狩り場や止まりといった行動把握が目的であれば、広く定点を配置する必要がなく、コストダウンにつながる可能性がある。
	精 度	行動が目視確認できない場合でも、ある程度の行動の内容が推定できる可能性がある。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり。リースなし。
	国 外	アメリカ、イタリアなど。リースなし。
国内外における適用事例	海獣類や鳥類等の様々な分類群で用いられている。	

表 1-3-13(1) 新技術等の内容

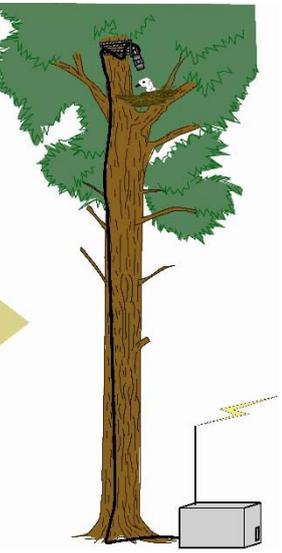
<p>実用レベル IV 実用</p>	<h2 style="margin: 0;">繁殖状況等を確認する</h2>		
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">② CCD カメラ (1) (常時監視用)</h3>		
<p>概 要</p>	<p>猛禽類の巣、餌場、工事現場等の直近に CCD カメラを設置して、常時、雛の成長や餌運びの状況等を動画によって記録・把握するものである。</p>		
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員の目視確認では判別困難な餌の種類や雛の成長状況がわかる。 ・ 調査員が常時監視する必要がない。 	
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 映像確認は自動化されておらず、映像を再生して目視での確認が必要。 ・ 高所でのカメラ設置作業には、危険が伴う。 ・ 巣近くでのカメラの取付け作業は、基本的に非繁殖区に行く。 ・ 事前にカメラを設置しておいた巣が、利用されない場合がある。 	
<p>調査のイメージ</p>	<p>木に登って、巣の直上にカメラを設置する。携帯電話回線に接続することで、遠隔から映像確認を行うことが可能となる。</p>		
			<p>繁殖への影響を避けるため、巣近くへのカメラの取付けは、基本的に非繁殖期に行う。営巣後に設置しなければならない場合には、繁殖つがいに重大な影響を及ぼさないよう、十分に配慮する必要がある。</p>
	 <p>図(1) 設置作業イメージ</p> <p>木登り手法はいろいろ。より安全性の高い手法を選ぶ。</p>	 <p>図(2) 設置状況イメージ</p> <p>電源、ネット回線・携帯電話が通じる環境などが必要。</p>	 <p>写真(3) 撮影イメージ</p> <p>携帯電話回線を使ってデータを転送することで、オンタイムで映像を確認することができる。</p>  <p>図(3) 画像確認イメージ</p>
<p>必要機材 (例)</p>	<p>ケーブル付きカメラ、モバイルルーター、映像確認用の PC</p>		

表 1-3-13(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	繁殖状況等を確認する		
名 称	② CCD カメラ (1) (常時監視用)		
準備期間	地権者の了承および、データの転送方法によっては通信の契約手続きが必要。		
制約条件	調査対象種	人が登れる場所であれば、すべての猛禽類の巣で可能	
	調査対象地	人が近づいて機材設置ができない場所は困難	
	法規制	なし	
	許可手続き	地権者交渉	
	技術者の確保	木登り士	
	猛禽類への影響	既に営巣中の巣に設置する場合には、設置にあたり影響を与える可能性が高い。(要注意)	
概算費用	導 入	機材費：十万円、人件費：2人×2回（1ヶ所設置・撤去） モバイルルーター：一万円	
	運 用	人件費：データ確認・回収 1人×2回/月、現地電源	
	データ整理	映像は持ち帰り室内で分析する。携帯電話回線を使ってデータを転送することで、オンタイムで確認が可能。	
導入効果	費 用	（地上の現地調査員の配置だけでは把握できない情報が得られる。）	
	精 度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定点観察時だけの一時的な情報ではなく、常時リアルタイムに情報が取得できる。 ・ 巣の中が地上からは見えない場合でも、餌や雛の状態等をかなり詳細に把握することが可能。 	
調達方法	国 内	特注品。リースなし。	
	国 外	なし	
国内外における適用事例	道路事業への適用事例多数あり。 松江ら（2006）オオタカ(<i>Accipiter gentilis</i>)の営巣密度に影響する環境要因 ランドスケープ研究 69(5)		

表 1-3-14(1) 新技術等の内容

<p>実用レベル IV 実用</p>	<p style="text-align: center;">繁殖状況等を確認する</p>	
<p>名 称</p>	<p>③ CCD カメラ (2) (一時確認用)</p>	
<p>概 要</p>	<p>あらかじめ猛禽類の巣の直近に CCD カメラを設置しておき、必要な時にカメラのケーブルにモニターをつなぎ、巣の使用状況や雛の成長段階の確認を行う。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地上から目視確認できない巣の中の様子が分かる。 ・カメラのみを設置するため、設備投資や維持管理が安価かつ簡便。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・高所の設置作業には危険が伴う。 ・影響を及ぼす可能性が高いことから、カメラの取り付けは非繁殖期。カメラを設置した巣が利用されない場合がある。 ・常時記録型ではないため、確認に行った時の情報しか取得できない。
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真(1) 設置作業イメージ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真(2) 設置状況イメージ</p> </div> </div> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>繁殖への影響を避けるため、巣近くへのカメラの取付けは、基本的に非繁殖期に行う。営巣後に設置しなければならない場合には、繁殖つがいに重大な影響を及ぼさないよう、十分に配慮する必要がある。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真(3) 撮影イメージ</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>図(1) 設置作業イメージ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真(4) 画像取得機器イメージ</p> </div> </div> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>普段は CCD カメラだけを装着しておき、繁殖確認を行うために現地に行った時に画像を取得する。電源、記録媒体、ネット環境等の整備が不要であることから、コストがかからず、事前に複数箇所に設置しておくことが可能となる。</p> </div> <div style="background-color: #ffffcc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>木登り手法はいろいろ。より安全性の高い手法を選ぶ。</p> </div>	
<p>必要機材(例)</p>	<p>ケーブル付きの CCD カメラ、映像確認装置</p>	

表 1-3-14(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	繁殖状況等を確認する	
名 称	③ CCD カメラ (2) (一時確認用)	
準備期間	地権者の了承。	
制約条件	調査対象種	人が登れる場所であれば、すべての猛禽類の巣で可能
	調査対象地	人が近づいて機材設置ができない場所では困難
	法規制	なし
	許可手続き	地権者交渉
	技術者の確保	木登り士
	猛禽類への影響	既に営巣中の巣に設置する場合には、設置にあたり影響を与える可能性が高い。(要注意)
概算費用	導 入	機材費：1台1万円、人件費：2人×2回(1ヶ所設置・撤去)
	運 用	人件費：データ確認・回収 1人×2回/月、現地電源
	データ整理	現地で確認・記録。
導入効果	費 用	(地上の現地調査員の配置だけでは把握できない情報が得られる。)
	精 度	巣の中が地上からは見えない場合でも、餌や雛の状態等を把握することが可能。
調達方法	国 内	国内メーカーあり。リースあり。
	国 外	多数。
国内外における適用事例	道路事業への適用事例多数あり。	

表 1-3-15(1) 新技術等の内容

<p>実用レベル IV 実用</p>	<p style="text-align: center;">繁殖状況等を確認する</p>	
<p>名 称</p>	<p>④ インターバルカメラ</p>	
<p>概 要</p>	<p>巣の直近にカメラを設置して、巣の様子を一定間隔で撮影する。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員が監視していない期間も、営巣状況のデータが取得できる。 ・ 設置が容易、機器が安価であるため大量に設置しやすい。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 静止画のため、動画に比べて得られる情報量がかなり少ない。
<p>調査のイメージ</p>	<p>巣が見える場所（地上等）にカメラを設置し、定期的にデータの回収を行う。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="414 840 957 1444" style="text-align: center;"> <p>一定間隔での撮影</p> <p>対象や箇所が特定されていれば、簡単に設置・記録が可能。 簡便・安価のため、複数箇所に設置しやすい。</p> </div> <div data-bbox="973 940 1396 1444"> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="462 1489 734 1523"> <p>図(1) 調査のイメージ</p> </div> <div data-bbox="1005 1489 1324 1523"> <p>写真(1) 機器設置イメージ</p> </div> </div>	
	<p>必要機材 (例)</p>	<p>インターバルカメラ</p>



表 1-3-15(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	繁殖状況等を確認する	
名 称	④ インターバルカメラ	
準備期間	地権者の了承。	
制約条件	調査対象種	すべての猛禽類で可能
	調査対象地	人が近づいて機材設置ができない、巣が見渡せない場所は困難。
	法規制	なし
	許可手続き	地権者交渉
	技術者の確保	特殊な技術は不要。
	猛禽類への影響	機器設置時に近寄ることで、既に営巣中である場合は影響を与えるおそれがある。
概算費用	導 入	機材費：1台1万円、人件費：2人×2回（1ヶ所設置・撤去）
	運 用	人件費：データ確認・回収 1人×2回/月
	データ整理	映像は持ち帰って確認する必要がある。撮影間隔によりデータ量が大きく変化する。
導入効果	費 用	観察対象や箇所が特定されている場合には、現地調査員の削減につながる。
	精 度	巣の利用状況程度の把握が可能。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり。リースあり。
	国 外	アメリカなど。リースなし。
国内外における適用事例		

表 1-3-16(1) 新技術等の内容

<p>実用レベル Ⅱ 技術検証</p>	<p style="text-align: center;">繁殖状況等を確認する</p>	
<p>名 称</p>	<p>⑤ センサーカメラ</p>	
<p>概 要</p>	<p>物体の動きを検知するセンサーカメラを巣の近くに設置し、巣内で動きがあったタイミングで自動撮影を行う（動画または静止画）。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員が監視していない期間も営巣状況のデータが取得できる。 ・ 解析の効率が大幅にアップする。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 枝葉の揺れなど、対象個体以外の動きにも反応する。 ・ 将来的には対象個体の動きに特化して反応する検知システムの開発が必要。
<p>調査のイメージ</p>	<p>巣が見える場所（地上等）にカメラを設置し、定期的にデータの回収を行う。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">図(1) 調査のイメージ</p> </div>	
	<p>必要機材 (例)</p>	<p>センサーカメラ</p>

表 1-3-16(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅱ 技術検証	繁殖状況等を確認する	
名 称	⑤ センサーカメラ	
準備期間	地権者の了承。	
制約条件	調査対象種	すべての猛禽類で可能
	調査対象地	人が近づいて機材設置ができない、巣が見渡せない場所は困難。
	法規制	なし
	許可手続き	地権者交渉
	技術者の確保	特殊な技術は不要。
	猛禽類への影響	機器設置時に近寄ることで、営巣中である場合は影響を与えるおそれがある
概算費用	導 入	機材費：1台1万円、人件費：2人×2回（1ヶ所設置・撤去）
	運 用	人件費：データ確認・回収 1人×2回/月、長期間設置する場合には現地電源が必要
	データ整理	室内で検知システムによって切りだされた映像を確認する。
導入効果	費 用	観察対象や箇所が特定されている場合には、現地調査員の削減につながる。
	精 度	巣の利用状況程度、場合によっては雛の成長状況の把握が可能。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり。リースなし。
	国 外	アメリカなど
国内外における適用事例		



表 1-3-17(1) 新技術等の内容

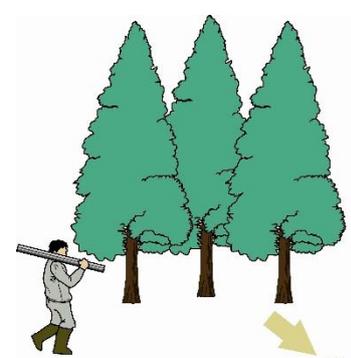
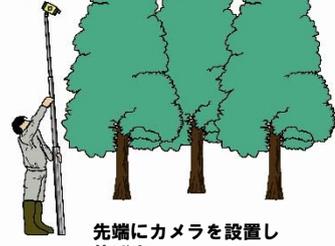
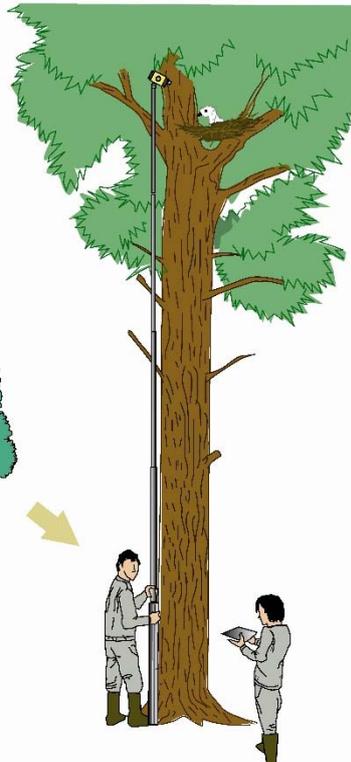
<p>実用レベル IV 実用</p>	<p style="text-align: center;">繁殖状況等を確認する</p>	
<p>名 称</p>	<p>⑥ 如意棒カメラ</p>	
<p>概 要</p>	<p>先端にカメラがついた伸縮自在の 20m 程度の棒を伸ばして、巣内の様子を覗く。無線通信付きのカメラを用いると、手元で画像確認しながら撮影が可能となる。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・巣の中が地上からは見えない場合でも、簡単、安全、確実に繁殖の有無を確認可能。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・営巣中である場合は、一時的に鳥を驚かすおそれがある。
<p>調査のイメージ</p>	<p>巣の直下で如意棒を伸ばし、巣内の様子を観察する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>現地までは人力で担いでいくことが可能。</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>先端にカメラを設置し伸ばす。</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>写真(1) 使用状況のイメージ</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>図(1) 調査のイメージ</p> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px; background-color: #ffffcc; padding: 5px;"> <p>無線付きのカメラであれば、手元の端末で画像を受信し、確認しながら撮影を行うことができる。</p> </div>	
<p>必要機材(例)</p>	<p>如意棒、カメラ</p>	



表 1-3-17(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	繁殖状況等を確認する	
名 称	⑥ 如意棒カメラ	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	すべての猛禽類の巣で可能
	調査対象地	地上から 20m 程度までで、調査員がアクセスできる場所にかげられた巣に限られる。
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	特殊な技術は不要。
	猛禽類への影響	営巣中である場合は一時的に影響を与えるおそれがある。
概算費用	導 入	機材費：1 台 10 万円～
	運 用	人件費：2 人×1 回
	データ整理	映像を現場で確認。
導入効果	費 用	(地上の現地調査員の配置だけでは把握できない情報が得られる。)
	精 度	巣の繁殖状況についての情報が確実に取得できる。
調達方法	国 内	特注品
	国 外	
国内外における適用事例	道路事業において多数の事例あり。	



表 1-3-18(1) 新技術等の内容

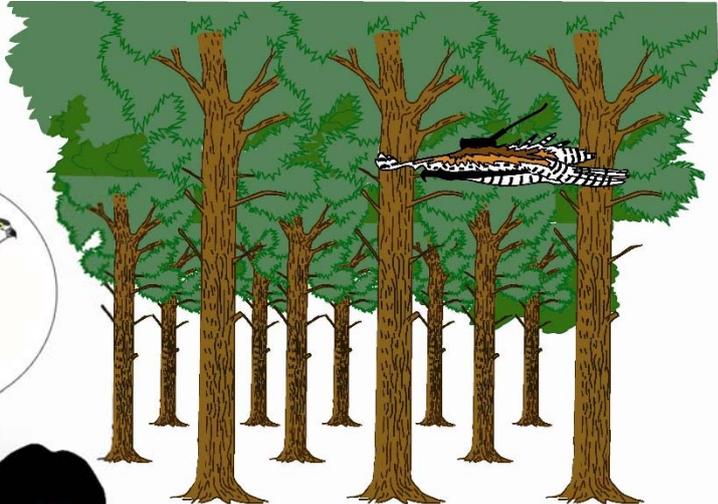
実用レベル I 技術開発	<h2 style="margin: 0;">繁殖状況を確認する</h2>	
名 称	<h3 style="margin: 0;">⑦ 装着型小型カメラ</h3>	
概 要	鳥の頭や尾羽根などに小型カメラを装着して、対象から見える周辺の状態を撮影する。	
技術とデータの特徴	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・単なる位置や行動内容だけでなく、生態や行動についての新たな知見が得られる可能性がある。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・データを回収するためには機材を回収する必要がある。 ・捕獲が必要である。 ・映像の内容については、詳細な解析が必要。
調査のイメージ	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p style="font-size: small;">カメラにデータを蓄積させるタイプの場合は回収が必要である。</p>  </div> <div style="flex: 2; text-align: center;">  </div> <div style="flex: 1; background-color: #ffffcc; padding: 5px; font-size: x-small;"> 樹林内のどのような場所を選んで飛行しているのか、営巣場所の位置づけ等についての新たな知見も把握できる可能性がある。また、餌の視認から捕獲までの一連の状況や捕獲効率等についても把握できる可能性がある。 </div> </div> <div style="margin-top: 20px; text-align: center;">  <p>図(1) 調査のイメージ</p> </div>	
必要機材 (例)	超小型カメラ	



表 1-3-18(2) 新技術等の内容

実用レベル I 技術開発	繁殖状況を確認する	
名称	⑦ 装着型小型カメラ	
準備期間	主に許可手続きのために2~3か月程度（種の保存法：1ヶ月以上、鳥獣保護法：1ヶ月以上、文化財保護法：2~3ヶ月程度）	
制約条件	調査対象種	いっそうの小型化・軽量化が可能となれば、すべての猛禽類で使用できる可能性はある。
	調査対象地	なし
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・種の保存法に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、捕獲等の申請を環境省に行う。 ・鳥獣保護法に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は自治体に捕獲許可を提出する。 ・文化財保護法に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、現状変更許可を文化庁または教育委員会に提出する。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者の確保。
	猛禽類への影響	捕獲・機器装着を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導入	機材費：データ回収システム、ソフトハードとも要開発 人件費：捕獲2人×1~7日（装着時）
	運用	人件費：捕獲2人×1~7日（回収時）
	データ整理	映像を持ち帰って確認する。
導入効果	費用	（地上の現地調査員の配置だけでは把握できない情報が得られる。）
	精度	生態・行動に関する全く新たな知見が得られる可能性がある。
調達方法	国内	要開発
	国外	要開発
国内外における適用事例	少数の研究事例があるのみ。	

表 1-3-19 「3. 個体の生息を確認する」技術の名称と概要

No.	技術名称	取得可能なデータの種類	生息確認の方法等	機材設置場所・設置方法など	データ取得範囲	データ回収方法	備考
1	赤外線サーモカメラ	熱赤外線画像	個体から発せられる熱赤外線を手持ちのカメラの画像で探知	手持ちあるいは三脚等に固定して撮影	目視の範囲		葉に隠れた個体等は、発見できない
2	UAV（ドローン）	撮影画像（動画・静止画）	カメラを搭載した UAV を飛ばして、巣の上方から撮影	UAV にカメラを搭載して撮影	昼間の目視できる範囲、かつ飛行高度 150m 以下	機材から直接回収または無線により転送	飛行時に、個体を警戒させるおそれがある
3	UAV+赤外線サーモカメラ	熱赤外線画像	サーモカメラ搭載の UAV を飛ばし、巣のある林の上方から撮影	UAV にサーモカメラを搭載して撮影			
4	鳴き声録音（音声解析）	音声	録音機械で鳴き声を録音することで、生息の有無を把握	調査地に、マイクを設置し、録音を行う	鳴き声が届く範囲	機材から直接回収	人力での解析抽出では多大な労力が必要となるため、鳴き声の自動抽出のソフトウェアの開発が必要
5	鳴き返し（コールバック）	対象種の生息有無と位置、個体数など	録音しておいた対象種の鳴き声を大音量で流すことで、近くにいる個体が鳴き声に反応することがある	調査地に、スピーカーを設置し、録音しておいた鳴き声を再生			調査員による聞き取り



表 1-3-20(1) 新技術等の内容

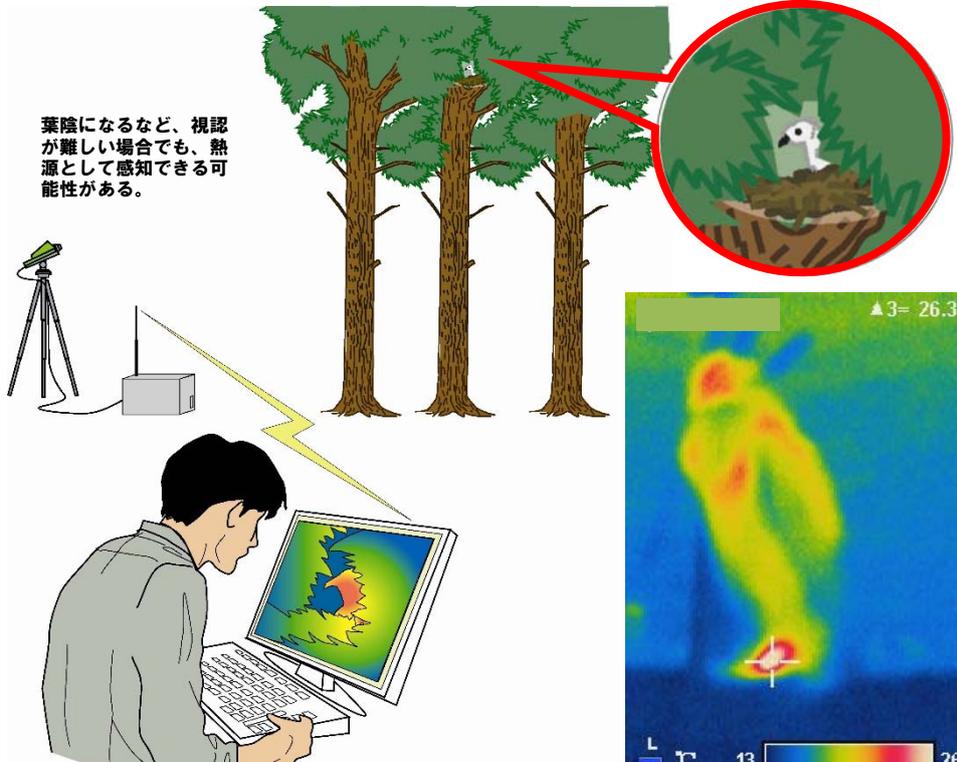
<p>実用レベル Ⅲ 研究</p>	<h2>個体の生息を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3>① 赤外線サーモカメラ</h3>	
<p>概 要</p>	<p>個体から発せられる熱赤外線を手持ちのカメラの画像で探知する。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> 調査員による視認が困難な場合であっても、熱源として感知できる可能性がある。(個体発見確立の向上)
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> 値段による機器の性能差が大きく、精度が良い機器を調査に活用するのは現実的ではない場合がある。 一般に入手可能な機器精度では、葉に隠れた個体は発見できない。
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>葉陰になるなど、視認が難しい場合でも、熱源として感知できる可能性がある。</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>写真(1) 撮影画面(例)</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> 葉陰になるなど、視認が難しい場合でも、熱源として感知できる可能性がある。 熱源での動体検知であれば、風による葉の揺らぎ等が除外されることから、有効なシステムとして開発できる可能性が高い。 機器により感度に大きな差があり、実際に実用化にあたっては、必要十分な感度を検証しておく必要がある。 <p style="text-align: center;">図(1) 調査のイメージ</p> </div> <div style="margin-top: 10px; text-align: right;">  <p>写真(2) サーモカメラ(例)</p> </div>	
<p>必要機材(例)</p>	<p>サーモカメラ (別名：サーマルカメラ、サーモグラフィ)</p>	

表 1-3-20(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅲ 研究	個体の生息を確認する	
名 称	① 赤外線サーモカメラ	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	鳥類は羽毛に覆われ発せられる赤外線量は限られる。 (検証が必要)
	調査対象地	樹幹や葉の陰に隠れている個体を発見するのは困難。
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	なし
	猛禽類への影響	なし
概算費用	導 入	機材費：1台 10万円～1億円
	運 用	人件費：2人×必要日数
	データ整理	映像を現場で確認する。
導入効果	費 用	生息や営巣の早期発見により、調査費用を削減できる可能性がある。
	精 度	個体の確認精度が上がる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり。リースあり。
	国 外	アメリカなど
国内外における適用事例		



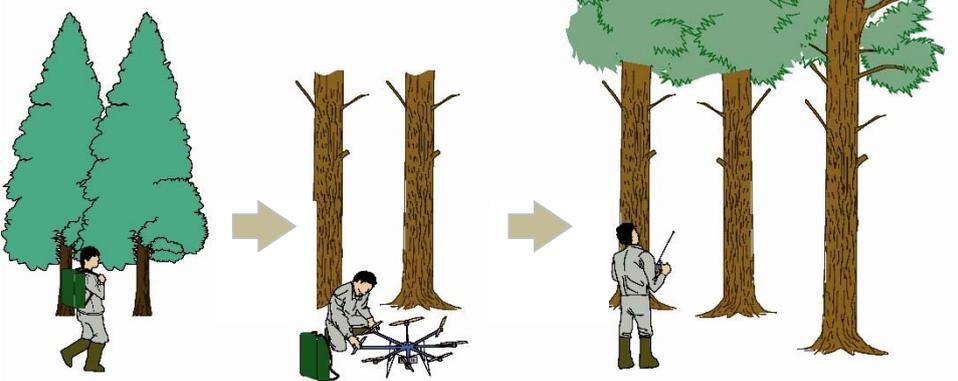
<p>実用レベル IV 実用</p>	<h2>個体の生息を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3>② UAV (ドローン)</h3>	
<p>概 要</p>	<p>UAV(Unmanned Aerial Vehicle)とは無人航空機のこと。ドローンとも呼ぶ。調査に用いるのは、一般的に持ち運び可能な大きさの小型無人機。カメラを搭載した UAV (ドローン) を飛ばして、巣の上方から撮影を行う。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員が近づけない場所であっても、対象個体や巣の様子が確認可能。 ・ 確認したい場所が決まり次第、迅速な調査ができる。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 枝が被さるなど、上方からのアプローチが難しい場所では巣の発見が困難。 ・ 飛行時に、猛禽類が警戒するおそれがある。
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="406 817 917 1198">  <p>写真(1) UAV (ドローン) のイメージ</p> </div> <div data-bbox="965 873 1380 1086" style="background-color: #ffffcc; padding: 5px;"> <p>現在、UAV の操作は非常に簡便となっているものの、風の影響を受けやすい、突然のバッテリー切れにより墜落の危険がある等の課題が残る。見通しの悪い場所や人家の近く、樹冠上や崖地、海岸などでの使用には十分な注意が必要である。</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>現地まで担いでいる 現地での組立てが可能 地上からは見えない角度からの観察ができ、営巣確認等の精度が高まる</p> <p>図(1) 調査のイメージ</p> </div>	
<p>必要機材 (例)</p>	<p>UAV (小型無人飛行機、ドローン)</p>	

表 1-3-21(2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	個体の生息を確認する	
名 称	② UAV (ドローン)	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	すべての猛禽類の巣で可能
	調査対象地	林内の飛行は困難、風が強い(例: 風速 5m 以上)と使用できない。
	法規制	改正航空法により上限が 150m。空港周辺と人口集中地は飛行禁止。
	許可手続き	なし
	技術者の確保	安全に飛行させる技術者。
	猛禽類への影響	飛行時に、猛禽類が警戒するおそれがある。
概算費用	導 入	機材費: 1 台 10 万円～
	運 用	人件費: 2 人/1 回
	データ整理	映像を現場で確認する。
導入効果	費 用	生息や営巣の早期発見により、調査費用を削減できる可能性がある。
	精 度	個体や巣の確認精度が上がる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり。輸入代理店あり。
	国 外	アメリカ、EU、中国など
国内外における適用事例		



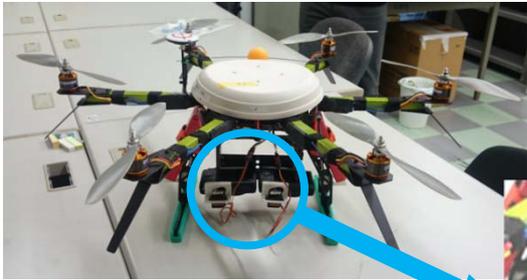
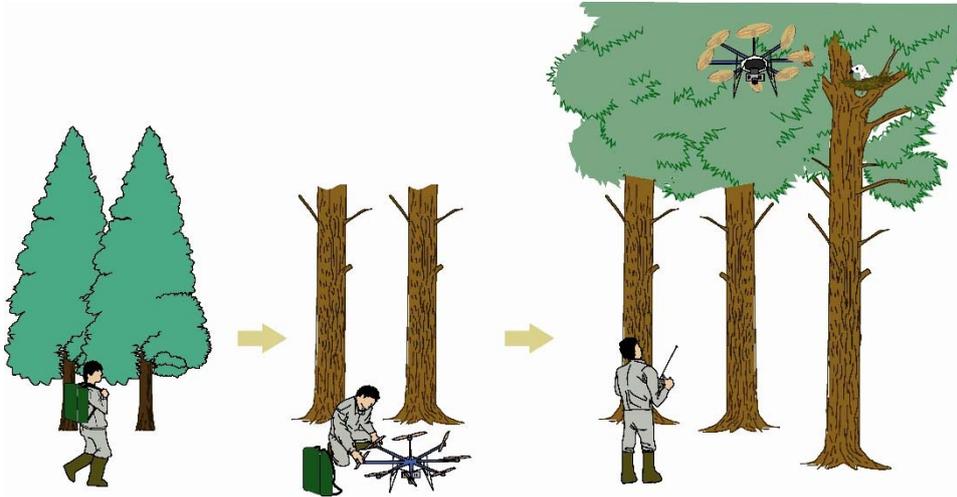
実用レベル I 技術開発		<h2 style="margin: 0;">個体の生息を確認する</h2>	
名 称		<h3 style="margin: 0;">③ UAV（ドローン）＋ 赤外線サーモカメラ</h3>	
概 要		サーモカメラを搭載した UAV（ドローン）を飛ばして、巣のある森林の上方から撮影を行う。	
技術と データ の特徴	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・地上からはわからない巣の場所が把握できる可能性がある。 	
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・枝が被さるなど、上方からのアプローチが難しい場所では巣の発見が困難。 ・飛行時に、猛禽類が警戒するおそれがある。 	
調査の イメージ		<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; background-color: #ffffcc; padding: 5px; margin-left: 10px;"> <p style="font-size: small;">現在、UAV の操作は非常に簡便となっているものの、風の影響を受けやすいという点に課題が残る。 樹冠上や崖そば、海岸などでの使用にはかなり注意が必要である。</p> </div> </div>	
		<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">図(1) 調査のイメージ</p>	
必要機材 (例)		UAV（ドローン）、サーモカメラ	

表 1-3-22(2) 新技術等の内容

実用レベル I 技術開発	個体の生息を確認する	
名 称	④ UAV（ドローン）＋ 赤外線サーモカメラ	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	上空や斜めに視界が開けている巣であれば使用可能と思われる。
	調査対象地	林内の飛行は困難、風が強い（例：風速 5m 以上）と使用できない。
	法規制	改正航空法により上限が 150m。空港周辺と人口集中地は飛行禁止。
	許可手続き	なし
	技術者の確保	安全に飛行させる技術者。
	猛禽類への影響	飛行時に、猛禽類が警戒するおそれがある。
概算費用	導 入	機材費：1 台 10 万円～
	運 用	人件費：2 人/1 回
	データ整理	映像を現場で確認する。
導入効果	費 用	生息や営巣の早期発見により、調査費用を削減できる可能性がある。
	精 度	個体や巣の確認精度が上がる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、輸入代理店あり
	国 外	アメリカ、EU、中国など
国内外における適用事例		



<p>実用レベル Ⅱ 技術検証</p>	<h2 style="margin: 0;">個体の生息を確認する</h2>	
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">④ 鳴き声録音（音声解析）</h3>	
<p>概 要</p>	<p>録音機械で鳴き声を録音することで、生息の有無を把握する。また声の特徴を分析して、種や場合によっては個体を識別する。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査員が常時追跡することなく、対象個体の生息状況が確認可能。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人力での解析抽出では多大な労力が必要となるため、鳴き声の自動抽出のソフトウェアの開発が必要。 ・ どの程度の情報量（記録時間や頻度）であれば、十分なデータが得られるのか等の検証が必要。 ・ 周辺の環境や種の特性によっては、種を自動同定することは技術的には難しい可能性もある。個体の識別は技術的に未確立である。
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真(1) 鳴き声録音イメージ(例)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図(1) 調査のイメージ</p> </div> </div>	
<p>必要機材 (例)</p>	<p>IC レコーダー</p>	

表 1-3-23(2) 新技術等の内容

実用レベル Ⅱ 技術検証	個体の生息を確認する	
名 称	④ 鳴き声録音（音声解析）	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	比較的良好に鳴くとされる種
	調査対象地	なし
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	特殊な技術は不要。
	猛禽類への影響	なし
概算費用	導 入	機材費：1台1万円程度～ 人件費：2人工×2回（設置と回収）
	運 用	なし。
	データ整理	<ul style="list-style-type: none"> ・鳴き声がわかる調査員が録音した時間分を聴く必要がある。 ・対象とする種の鳴き声の声紋等を抽出する技術の開発が進めば効率化する可能性はある。
導入効果	費 用	現地調査員の継続的な配置不要。生息の早期確認により、調査費用を削減できる可能性がある。
	精 度	個体の生息状況の確認精度が上がる。
調達方法	国 内	国内メーカーあり、リースあり。
	国 外	多数
国内外における適用事例		



表 1-3-24(1) 新技術等の内容

実用レベル Ⅱ 技術検証		個体の生息を確認する	
名 称		⑤ 鳴き返し（コールバック）	
概 要		あらかじめ録音しておいた対象種の鳴き声を大音量で流す。 個体が近くにいた場合は、鳴き声に反応をすることがある。	
技術と データ の特徴	長所	・ 目視調査では分からない、隠れている個体を発見できる可能性がある。	
	短所	・ 対象個体を警戒させる等、 <u>生息個体に悪影響を与えるおそれ</u> がある。 ・ フクロウなどは鳴き返し調査が有効とされるが、他の <u>猛禽類での有効性は不明</u> 。 検証が必要。	
調査の イメージ		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: #ffff00; padding: 5px; margin-right: 10px;"> 生息可能性が低いとされる場合に、最終確認として「鳴き返し」を実施することがある（生息の可能性が高い場合には、生息個体に影響を与えるおそれがあり、注意が必要）。種によって、反応の程度が異なることが知られている。 </div>  </div> <p style="text-align: center;">図(1) 調査のイメージ</p>	
必要機材 (例)		スピーカー	



表 1-3-24(2) 新技術等の概要

実用レベル Ⅱ 技術検証	個体の生息を確認する	
名 称	⑤ 鳴き返し (コールバック)	
準備期間	なし	
制約条件	調査対象種	すべての猛禽類で可能
	調査対象地	なし
	法規制	なし
	許可手続き	なし
	技術者の確保	特殊な技術は不要。
	猛禽類への影響	警戒行動を引き起こさせる等、対象種や他の小鳥類に悪影響を与えるおそれがある (あくまで最終確認的な手法である)。
概算費用	導 入	機材費：1台1万円～
	運 用	なし。
	データ整理	なし。
導入効果	費 用	現地調査員の継続的な配置不要。生息の可能性がないことを早期に確認できることで、調査費用を削減できる可能性がある。
	精 度	個体の生息についての確認精度が上がる。
調達方法	国 内	一般的な市販品 (スピーカー)
	国 外	多数
国内外における適用事例	George C. et al. (1996) Conservation Assessment for the Northern Goshawk in Southeast Alaska, United States Department of Agriculture Forest Service General Technical Report PNW-GTR-387. Pacific Northwest Research Station, Portland	



表 1-3-25 「4. 個体の識別精度を高める」技術の名称と概要

No.	技術名称	取得可能なデータの種類	個体識別の方法等	標識等の取付方法など	識別可能範囲	識別方法	備考
1	標識	個体の識別	目視による標識の識別	捕獲して個体に装着（足環、カラーペイント等）	目視で標識が識別できる距離	目視による標識の確認	捕獲許可の手続きが必要
2	マイクロチップ	個体の識別	専用の読取機（マイクロチップリーダー）による情報の取得	捕獲して個体の皮膚に埋め込む、または足環等で取り付ける	リーダーから数十 cm の範囲	リーダーによるマイクロチップ情報の読取り	

<p>実用レベル IV 実用</p>	<h2>個体識別の精度を高める</h2>	
<p>名 称</p>	<h3>① 標識</h3>	
<p>概 要</p>	<p>遠隔からも目視できるように、足輪、カラーペイント等の標識を装着する。</p>	
<p>技術とデータ の特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・見た目で個体識別が難しい場合でも、同一個体であることが分かる。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・捕獲が必要。
<p>調査の イメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>捕獲した個体に足輪をつけて放鳥する。</p> <p>図(1) 調査のイメージ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真(1) 標識のイメージ</p> </div> </div>	
<p>必要機材 (例)</p>	<p>足輪・カラーペイント等の標識 (捕獲用罟など別途)</p>	

表 1-3-26 (2) 新技術等の内容

実用レベル IV 実用	個体識別の精度を高める	
名 称	① 標識	
準備期間	主に許可手続きのために2～3ヶ月程度（ <u>種の保存法</u> ：1ヶ月以上、 <u>鳥獣保護法</u> ：1ヶ月以上、 <u>文化財保護法</u> ：2～3ヶ月程度）	
制約条件	調査対象種	すべての種で装着が可能。
	調査対象地	なし
	法規制	なし
	許可手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>種の保存法</u>に基づいて、国内希少野生動植物種の指定種を捕獲する場合は、環境省に捕獲等の申請を行う。 ・<u>鳥獣保護法</u>に基づいて、国指定鳥獣保護区内や希少鳥獣に該当する種を捕獲する場合は環境省、それに該当しない場合は対象となる自治体に捕獲許可を提出する。 ・<u>文化財保護法</u>に基づいて、天然記念物に指定される種の場合は、文化庁または教育委員会に現状変更許可を提出する。
	技術者の確保	捕獲が行える技術者（バンディングの有資格者）の確保。
	猛禽類への影響	捕獲を伴うため、個体に対して負担がかかる。
概算費用	導 入	機材費：足輪（数百～千円） 人件費：捕獲2人×1～7日
	運 用	なし。
	データ整理	なし。
導入効果	費 用	（目視確認と併用のため、調査時の補足事項となる。）
	精 度	個体識別の精度が向上する。
調達方法	国 内	一般的な市販品。
	国 外	一般的な市販品。
国内外における適用事例	環境省の鳥類標識調査など、鳥類調査では広く普及している	

表 1-3-27 新技術等の内容

<p>実用レベル Ⅲ 研究</p>	<h2 style="margin: 0;">個体識別の精度を高める</h2>	
<p>名 称</p>	<h3 style="margin: 0;">② マイクロチップ</h3>	
<p>概 要</p>	<p>個体に固有の ID がついたマイクロチップを埋め込む、足輪等に取り付ける等して、固有の ID を読み取る。</p>	
<p>技術とデータの特徴</p>	<p>長所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・見た目で個体識別が難しい場合でも、同一個体であることが分かる。 ・多くの古巣があるような場合に、どのつがいが繁殖に入ったのか等がわかる。 ・読取機（リーダー）を、巣などのよく利用する場所に設置することで、利用日時を自動で記録することができる。
	<p>短所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・読取機（リーダー）が、マイクロチップを検知できる距離は数十 cm 程度。 ・鳥類は足などに目立つ標識が装着できるため、個体識別のみを目的とするのであれば、使用するメリットは小さい。
<p>調査のイメージ</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;">  <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">事前に巣にマイクロチップのリーダーを設置しておくことで、飛来した個体の識別や飛来時刻の記録が可能となる。 IC タグの埋め込みは、ペット管理等で実用化されている。</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">写真(1) マイクロチップのイメージ(例)</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">図(1) 調査のイメージ</p>	
<p>必要機材(例)</p>	<p>マイクロチップ、読取機（マイクロチップリーダー）、(捕獲用罠など別途)</p>	

