

南極における遠隔操縦航空機システム（RPAS）¹運用に関する環境ガイドライン（v1.1）²

はじめに

遠隔操縦航空機システム²（RPAS）を使用することにより、一定の状況においては、環境への影響を低減、あるいは回避することができる。こうした影響は、本システムを使用しなければ起こる可能性がある。また、本システムは、同じ目的で別の手段を使用する場合より安全で、かつ物流面での支援の必要性を下げることも可能である。

この南極における RPAS 運用に関する環境ガイドラインの目的は、現時点で利用可能な最良の知識に基づくガイダンスを提供することによって、環境影響評価（EIA）要件の実現、および RPAS 使用に関する意思決定を支援することである。

南極でシステムが機能停止したり遠隔操縦航空機（RPA）が行方不明になったり、あるいはその両方が起きた場合、廃棄物が環境中に放出される可能性がある。騒音を発生させたり、南極の野生生物の視界に入ったりすることを含めて、RPAS の短期的および長期的影響は現時点では十分に理解されておらず、また RPAS がどの程度まで環境に影響を及ぼし得るかに関してもまだ確かではない。したがって、南極で RPAS を使用する場合は予防手段を講ずるよう、同時に RPAS 技術によって科学、物流、その他の面で多くの潜在的メリットを最大限まで引き出すよう勧告する。

EIA あるいは許認可手続きにおいて評価済みの特定の科学的あるいはその他の目的を達成するためには、場合によって、意図的に動植物の近傍で本システムを運用することが望ましい場合もあると考えられる。南極の野生生物に対する RPAS の影響は、現時点では科学

¹ 遠隔操縦航空機システム（RPAS）は、国際民間航空機関（ICAO）（2015）により“遠隔操縦航空機、関連する遠隔操縦拠点、必要コマンドおよび制御リンク、およびその他機型設計に定められる構成要素”と定義される。遠隔操縦航空機（RPA）は“遠隔操縦拠点から操縦される無人航空機”である。RPAS は無人航空機システム（UAS）の一分類であり、無人機（UAV）、無人航空機システム（UAS）、あるいは‘ドローン’と称されることが多い。本ガイドラインでは RPAS は遠隔操縦される全てのタイプのドローンシステムを指し、RPA は特に航空機本体を指す。

² 本ガイドラインは、主に小型から中型（重量 25kg 以下）の RPAS に適用されることを意図している。方針およびガイドラインには大型 RPAS（重量 25kg 超）に適用されるものも多いが、大型機への適用では新たに潜在的なリスクを発現させる可能性があり、プロジェクトごとの EIA により対応すべき特別な管理手続きが必要となる。

的に十分な理解が進んでおらず、生理学的あるいは個体群への長期的影響に関して分かっていることも限定的である。見かけ上どの程度まで RPAS 運用の影響を受けているかに関しては、野生生物の種によって異なり、繁殖段階、局地的条件等、その他多数の要因によって異なる可能性もある。動物の誇示行動の有無は、必ずしも野生生物への攪乱レベルを明確に示すものではない。野生生物の上空あるいは近傍での RPAS 運用については、EIA あるいは許認可手続によって野生生物への攪乱の可能性を考慮し、運用の妥当性を十分に示さなければならぬ。

南極における RPAS 諸局面に対処するガイドラインは、南極観測実施責任者評議会 (COMNAP) から入手可能であり、所管官庁の多数も施策内で RPAS 使用に関する実務マニュアルを用意している。RPAS 使用者は、重要な追加情報、特に運用および安全面に関しては当該ガイドラインを参照されたい。(付録 1 参照)

使用前計画および環境影響評価 (EIA)

1. マドリッド議定書および附属書要件

- 1.1 南極条約地域で計画されるいかなる活動も、当該活動が南極の環境に与える影響に関して事前評価を行う際は、マドリッド議定書³附属書 I に示される手順に従うものとする。
- 1.2 南極での航空機の飛行、着陸は、鳥類およびアザラシ・オットセイの群れを攪乱しないように行うこと。ただし、マドリッド議定書⁴附属書 II に基づき適当な当局により発給された許可証に従う場合を除く。
- 1.3 南極からの廃棄物の除去については、電池、燃料、プラスチック等も含めて附属書 III⁵により義務付けられている。廃棄物の除去については、環境影響評価 (EIA) の一環として、RPAS が損傷した場合、あるいは行方不明になった場合の緊急時対応策の中で

³ マドリッド議定書第 8 条に規定される

⁴ 議定書附属書 II、第三条に規定される。当該許可証は一定の条件下でのみ発給される

⁵ 議定書附属書 III、第二条に規定される

考慮すること。

- 1.4 南極特別保護地区（ASPA）⁶へ立ち入る場合には、適当な国家当局から発給される許可証が必要であり、また ASPA もしくは南極特別管理地区（ASMA）内では RPAS 運用のための特別要件が適用されることがある。ASPA もしくは ASMA 内で RPAS の運用を計画している場合は、上空飛行も含め全て、地区毎の ASPA もしくは ASMA 管理計画に従って運用しなければならない。

2. 概論

- 2.1 南極での RPAS 使用計画にあたっては、本ガイドラインに加え、特に南極条約締結国、SCAR、および COMNAP 作成の勧告、ガイドライン、並びに行動規範を含め、付録 1 に記載される書類の現行承認版、並びに付録 2 記載書類等の近刊学術論文も参考になる場合がある。
- 2.2 RPAS とその他代替物との環境面での相対的メリット、デメリットを検討し、また、RPAS を使用した場合に受ける恩恵と環境に与える影響とを比較検討しつつ、RPAS の環境特性および計画されている運用地域に示される有用性を検討する。
- 2.3 RPAS 運用前に、運用サイトの特殊性を慎重に評価して、その評価を含む詳細な飛行前計画を立案し、サイトの地形、気象、および環境保全型の運用に影響を与えかねない危険要素について正しく理解すること。可能であれば、ソフトウェアツールを使用したフライト・シミュレーションを行う。
- 2.4 飛行計画を作成し、事故あるいは不具合発生時に備え、代替着陸地および墜落時の RPA 回収計画を含めた緊急時対応策を用意する。
- 2.5 環境影響評価プロセスおよびミッション計画の一環として、生息する動植物の種、その数または分布もしくはその両方、またその群生を評価するための場所を含め、サイ

⁶ 議定書附属書Vに規定される

トで影響を受ける可能性がある価値の動態および特殊性を評価する。影響を受けやすい繁殖期（調査対象種に加え生息の可能性のある全種の繁殖期を含む）はミッションの時期として避けることも含め、必要に応じて飛行計画を調整し、環境のかく乱の可能性を最小限にする。

- 2.6 RPAS の運用を計画しているサイトの近傍に、特別に保護された地域 (ASPA、ASMA、史跡記念物 (HSM)、並びに当該地域内のあらゆる特別区域など) あるいは南極条約訪問者ガイドラインの対象となるサイトがあれば全て把握し、管理計画あるいはサイトガイドラインに記述される上空飛行制限規定を順守すること。
- 2.7 環境面での影響を受ける可能性がある地域（野生生物群生地、踏圧により影響を受ける可能性がある大規模植生など）内およびその上空で RPAS 運用を計画する前に、EIA において選択肢及び緊急時対応策を入念に検討する。検討しなかった場合、この地域が RPAS (を使用する) 調査では特に関心の高い地域であると理解されているものの、ここで行方不明になった RPA の回収は困難もしくは不可能となる。
- 2.8 小型ボートもしくは船舶からの RPAS 運用を計画している場合は、船舶の後を飛ぶことが多い鳥類との衝突リスクが高まることを認識する。
- 2.9 同一地域において、あるいは長期間に繰り返し、複数回の RPAS 運用が予想される場合、環境に対して累積的に影響を及ぼす可能性について EIA で検討する。

3. RPAS の特性

- 3.1 RPAS の機種およびセンサーは慎重に選択し、飛行操作計画の目的を達成するために最適なものを使用する。可能であれば利用可能な最善の技術を用いて環境への影響を最小限にする。南極外での試験飛行を行い、選択したもの（異なる飛行高度でのセンサー性能試験、可能であれば野生生物からより大きく距離をおくことができるようなセンサーやレンズの選択など）を検証する。
- 3.2 できるだけ騒音レベルが低い RPA モデルを選ぶこと、また例えば、運用サイトに生息

する可能性がある空中捕食動物に近似しておらず、被食種に脅威を与えないような形、大きさ、色を持つ RPA モデルを選ぶことを検討し、被食種へのストレスあるいは縄張りの習性を持つ種による攻撃、またはその両方を最小限にする。

3.3 システムの機能が停止したり、RPAS が行方不明となったりするリスクを低減するため、RPAS がしっかりとメンテナンスされ、また正確に動作することを、システム使用前に確認する。リターントゥホーム／自動帰還（RTH）機能を備えた RPAS の使用が推奨される。ミッション遂行に十分なパワーあるいは燃料であることを確認する。電動式 RPAS では、バッテリー容量および動作性能を入念にモニターすること。動作性能は状況により異なる。内燃機関（エンジン）式 RPAS については、燃料漏れがないこと、燃料キャップが閉まっていることを確認し、燃料の取扱い時および補給時には最善慣行を使用し、燃料漏れ対策が取られていることを確認する。

3.4 非在来種の移入リスクを低減するため、RPAS および全ての関連装置および運送用ケースは南極への輸送前に、汚染されていないこと、また土壌、植物、種子、胎芽もしくは無脊椎動物が付着していないことを確認する。南極内での種の移動リスクを低減するため、使用後及び別のサイトでの使用前に RPAS および関連装置を入念に洗浄する。

4. 運用者の特性

4.1 RPAS の操縦者は、南極での実地運用開始前に十分な訓練を受け、経験を積んでいなければならない。

4.2 南極での運用前に、使用予定の具体的な機種、モデルおよび観測装置を用いた上、南極で操作を行う操縦者による様々な状況下での RPAS 試験飛行を実施しなければならない。

4.3 RPAS は、操縦者及び必要に応じて少なくとも 1 名の観測員で運用しなければならない。操縦者は RPA を実地で使用する前に、セクション 1 に記載される環境要件、並びに運用サイトの脆弱性及び潜在的危険要素も含め、計画されているサイトに関する全

局面を熟知していなければならない。

サイトでの操作および飛行中の操作

5. 概論

- 5.1 操縦者および指定された観測員も、所轄官庁により「目視外 (BVLOS)」飛行の許可を受けている場合を除き、RPA は必ず「目視範囲 (VLOS) 内」で運用すること。
- 5.2 操縦者および指定された観測員は、RPAS 運用中警戒を怠らず、運用地域への野生生物の進入を監視し、運用開始から終了まで互いに良好なコミュニケーションを維持しなければならない。
- 5.3 ミッションの目的を達成しつつ、飛行操作は妥当な回数および時間で終了すること。

6. 野生生物の上空および近傍での運航

- 6.1 RPAS の発進・着陸サイトは、地形、およびその他要素（卓越風の風向など）を考慮して慎重に選ぶこと。こうした要素は、野生生物からどの程度距離を取れば最適であるかを定めるにあたって影響しうる。可能であれば、RPAS の発進/着陸サイトは、(VLOS 内での運用要件に留意の上) 野生生物の群生地から見えない風下に位置し、可能な限り野生生物から遠く離れるよう考慮すること。
- 6.2 発進および飛行中に RPA から出る騒音のレベルを考え、発進/着陸サイトおよび飛行高度を決定・通知する。また地上での騒音に影響する風の状態を考慮すること。
- 6.3 可能であれば、不必要に野生生物の上空を飛行せずに目標高度に達するよう考慮すること。
- 6.4 可能であれば RPAS の運用は、一日もしくは一年のうちで、生息する種への攪乱リスクを最小限にできるようなタイミングとすることを検討すること。
- 6.5 VLOS 運用中、操縦者および指定されたいずれの観測員も、RPAS 運用地域内で動物

および動物の子を攻撃する可能性がある捕食動物、あるいは RPA を攻撃して衝突するリスクが高くなるような捕食動物に RPA が接近すること、およびそのような動物の行動を認識し監視する。捕食動物への接近に気付いた場合、また、そうした動物の行動が活動許可証で許容範囲とされた攪乱レベルを超えると認められた場合は、RPAS の運用を修正あるいは停止する。

- 6.6 可能な限り、野生生物の上空で不必要にあるいは突然 RPA の方向転換を行わないよう、また野生生物の真上や上部から RPA を飛行させないように検討すること。ミッションの目的を達成しつつ、可能であれば、格子状の飛行パターンをとる。
- 6.7 野生生物の近傍あるいは上空で運用する際は、可能な限り高度を上げた飛行とし必要以上に高度を下げないこと。野生生物近傍で RPA を運用しなければならない場合、野生生物への攪乱が最小限となるよう飛行し、飛行中は常に野生生物からの安全距離に注意し、明らかな攪乱をしないこと。RPA に対する野生生物の反応は、種、繁殖段階、飛行高度、および RPA が水平方向に近づいてくるのか、あるいは垂直方向か等により大きく異なる。複数の種が生息する場合は、最大限の用心をし、いずれの距離を取っても、その距離では野生生物への攪乱が認められる場合は、野生生物からさらに離れなければならない。
- 6.8 操縦者および指定された観測員はいずれの者も、鳥類が巣作りをしている可能性がある崖の近傍では特別に注意を払って運用しなければならない。可能であれば、水平方向に一定の距離を保つ。VLOS 飛行中、操縦者および指定された観測員はいずれも、野生生物への攪乱（の形跡に）注意し、攪乱に気付いた場合は相互に知らせること。また両者は、野生生物の外見に表れる行動は必ずしも動物が感じているストレスの実レベルを表すものではないことに留意しなければならない。この点については EIA および計画段階においても考慮すべきである。野生生物に対する攪乱が、活動許可証で許容範囲とされたレベル以上と認められる場合、動物との距離を広げる方が安全であれば、操縦者は予防措置としてそれを検討し、また攪乱が続く場合は飛行中止を検討する。

- 6.9 野生生物の群生地上空および近傍で BVLOS 飛行を計画する際は、野生生物の行動の変化の可能性に気付いて操縦者に伝えることができるよう、観測員を近くに配置することができるか検討する。

7 陸上生態系および淡水生態系上空での運用

- 7.1 操縦者および観測員は、RPAS 運用地域内にある影響を受けやすい地質学的あるいは地形学的な特性（地熱環境や、クラストあるいは定積土のように脆弱な表面特徴を持つものなど）、土壌、河川、湖、および植生のかく乱を最小限とするよう配慮する。また、サイト内を歩くことを含め諸活動の際は、影響を受けやすいサイトを可能な限り最大限まで回避すること。
- 7.2 不案内の地域で計画外の着陸あるいは RPA の回収、またその両方を行う必要が発生した場合、操縦者あるいは観測員、またはその両者は特別の注意を払い、野生生物、植生あるいは土壌等、影響を受けやすいサイト特性への攪乱を最小限にする。

8. 人的側面についての考慮事項

- 8.1 可能な限り、史跡記念物（HSM）上空での RPAS 運用を回避し、このようなサイトで RPA が行方不明になるリスクを最小限にする。HSM 内で墜落した RPA の回収が必要であれば、いかなる回収作業であれ、作業の前に適当な当局に通知し助言を受けること。
- 8.2 RPAS の運用者は、南極が他の大陸から遠く離れ、孤立しており、また景観的に配慮された原生地であるという観点から同地を高く評価している人が多いことを認識しなければならない。他者がこうした価値を体験し正しく理解する権利を尊重しなければならず、可能であれば運用（飛行時期・時間、期間、距離など）を調整して、景観を損ねたり他者の権利を侵害したりしないようにすること、あるいはそれを最小限に抑えること。

飛行後の措置および報告

9 措置

9.1 計画外の不時着あるいは墜落時は、マドリッド議定書（1.3 項参照）に従い南極からの廃棄物の除去義務に留意した上で、以下の条件において RPA を回収すること：

- 安全に RPA の回収ができる。
- 人命、野生生物、あるいは重要な環境的価値が危険にさらされるリスクがある場合。その場合は所轄官庁に通知し、必要に応じてリスク除去のための緊急手順を取ることを。
- RPA を現場に放置するよりもそれを除去する方が、環境に対して影響が小さいとみられる場合。
- RPA の不時着あるいは墜落地が立ち入り許可を持っていない ASPA 内ではない場合。ただし RPA が ASPA の価値を著しく脅かす場合を除く。この場合、所轄官庁に通知の上、必要に応じてリスク除去のための緊急手順を取ることを。

9.2 行方不明になった RPA が回収できない場合は所轄官庁に通知し、判明している最後の位置（GPS 座標）に関する詳細、および環境への影響の可能性を報告すること。

10. 報告およびガイドラインの更新

10.1 RPAS の飛行前、飛行中、飛行後に動物の反応を観察、記録すること。この作業は、主に RPA のシステムおよび制御に専念する操縦者よりも指定された観測員が行うことが望ましい。

10.2 活動後の報告は、EIA あるいは活動に関連する許可証、またはその両方に従って作成しなければならない。環境に与えるあらゆる影響に関する詳細を報告書に含めることや、将来的にこうした影響をどのように回避することができるかについても検討すること。可能であれば、こうした情報の報告には標準フォーマット（例：the COMNAP RPAS Operator's Handbook 「COMNAP RPAS 運用者ハンドブック」参照）を使用すること、また今後 RPAS の環境面における最善慣行を向上させるためにこうした情報

を利用しやすくすることを検討する。

10.3 RPAS 運用者は、RPAS が環境に与える影響に関して不確実性を最小限にするよう今後も調査を行い、定期的にこの調査の見直しをすること。また当該「南極における RPAS 運用に関する環境ガイドライン」最善慣行の修正、改良に役立つよう、こうした観察記録を文献に掲載すること。

付録 1 : 「南極における遠隔操縦航空機システム (RPAS) 運用に関する環境ガイドライン」
に関連する主要技術文書

Antarctic Treaty Parties, Resolution 2 (2004) Guidelines for the Operation of Aircraft Near Concentrations of Birds in Antarctica.

Antarctic Treaty Parties, Committee for Environmental Protection Non-Native Species Manual (Version 2017) .

COMNAP (Council of Managers of National Antarctic Programs) 2017. Antarctic Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) Operator's Handbook. Version 7, 27 November 2017 .

IAATO (International Association of Antarctica Tour Operators) 2016. IAATO Policies on the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in Antarctica: update for the 2016/17 season. Information Paper 120, XXXVIII ATCM held in Santiago, Chile, 23 May – 01 Jun 2016.

ICAO (International Civil Aviation Organisation) 2015. Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) First Edition . International Civil Aviation Organization Document 10019. Montréal, Canada.

SCAR Code of Conduct for Terrestrial Scientific Field Research in Antarctica (2009) .
SCAR Code of Conduct for Activity within Terrestrial Geothermal Environments in Antarctica (2016) .

付録 2 : 遠隔操縦航空機システム (RPAS) が環境に与える影響に関する審査付き科学論文

- Acevedo-Whitehouse, K. Rocha-Gosselin, A. & Gendron, D. 2010. A novel non-invasive tool for disease surveillance of freeranging whales and its relevance to conservation programs. *Animal Conservation* 13: 217–225.
- Borrelle, S.B. & Fletcher, A.T. 2017. Will drones reduce investigator disturbance to surface-nesting seabirds? *Marine Ornithology* 45: 89–94.
- Christiansen F, Rojano-Doñate L, Madsen PT and Bejder L. 2016. Noise levels of multi-rotor Unmanned Aerial Vehicles with implications for potential underwater impacts on marine mammals. *Frontiers in Marine Science* 3: 277. doi: 10.3389/fmars.2016.00277
- Erbe, C., Parsons, M., Duncan, A., Osterrieder, S.K. & Allen, K. 2017. Aerial and underwater sound of unmanned aerial vehicles (UAV) . *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 5: 92–101. dx.doi.org/10.1139/juvs-2016-0018
- Goebel M.E., Perryman W.L., Hinke J.T., Krause D.J., Hann N.A., Gardner S. & LeRoi D.J. 2015. A small unmanned aerial system for estimating abundance and size of Antarctic predators. *Polar Biology* 38: 619-630 doi:10.1007/s00300-014-1625-4
- Hodgson, J.C. & Koh, L.P. 2016. Best practice for minimising unmanned aerial vehicle disturbance to wildlife in biological field research. *Current Biology* 26: R404-R405 doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.001
- Korczak-Abshire, M., Kidawa, A., Zmarz, A., Storvold, R., Karlsen, S.R., Rodzewicz, M., Chwedorzewska, K., & Znoj, A. 2016. Preliminary study on nesting Adélie penguins disturbance by unmanned aerial vehicles. *CCAMLR Science* 23: 1-16.
- McClelland, G.T.W., Bond, A.L., Sardana, A. & Glass, T. 2016. Rapid population estimate of a surface-nesting seabird on a remote island using a low-cost unmanned aerial vehicle. *Marine Ornithology* 44: 215–220.
- McEvoy, J.F., Hall, G.P. & McDonald, P.G. 2016. Evaluation of unmanned aerial vehicle shape, flight path and camera type for waterfowl surveys: disturbance effects and species recognition. *PeerJ* 4: e1831. doi: 10.7717/peerj.1831
- Moreland, E.E., Cameron, M.F., Angliss, R.P. & Boveng, P.L. 2015. Evaluation of a ship-based unoccupied aircraft system (UAS) for surveys of spotted and ribbon seals in the Bering Sea pack ice. *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 3: 114–22. dx.doi.org/10.1139/juvs-2015-0012

- Mulero-Pázmány, M., Jenni-Eiermann, S., Strebel, N., Sattler, T., Negro, J.J. & Tablado, Z. 2017. Unmanned aircraft systems as a new source of disturbance for wildlife: A systematic review. *PLoS ONE* 12 (6) : e0178448. doi:10.1371/journal.pone.0178448
- Mustafa, O., Esefeld, J., Grämer, H., Maercker, J., Rümmler, M-C., Senf, M., Pfeifer, C., & Peter, H-U. 2017. Monitoring penguin colonies in the Antarctic using remote sensing data. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Pomeroy, P., O'Connor, L. & Davies, P. 2015. Assessing use of and reaction to unmanned aerial systems in gray and harbor seals during breeding and molt in the UK. *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 3: 102–13. dx.doi.org/10.1139/juvs-2015-0013
- Rümmler, M-C., Mustafa, O., Maercker, J., Peter, H-U. & Esefeld, J. 2016. Measuring the influence of unmanned aerial vehicles on Adélie penguins. *Polar Biology* 39 (7) : 1329–34. doi:10.1007/s00300-015-1838-1.
- Smith, C.E., Sykora-Bodie, S.T., Bloodworth, B., Pack, S.M., Spradlin, T.R. & LeBoeuf, N.R. 2016. Assessment of known impacts of unmanned aerial systems (UAS) on marine mammals: data gaps and recommendations for researchers in the United States. *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 4: 1–14. dx.doi.org/10.1139/juvs2015-0017.
- Vas, E., Lescroël, A., Duriez, O., Boguszewski, G. & Grémillet, D. 2015 Approaching birds with drones: first experiments and ethical guidelines. *Biology Letters* 11: 20140754. dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0754.
- Weimerskirch, H., Prudor, A. & Schull, Q. 2017. Flights of drones over sub-Antarctic seabirds show species and status-specific behavioural and physiological responses. *Polar Biology* (online) . DOI 10.1007/s00300-017-2187-z.