

# 市街地周辺ヒグマ出没対策検証事業 検証結果報告

令和2年度(2020年度)

1	はじめに	1
1.1	事業の目的	1
1.2	検討内容	1
1.3	本事業での留意点	1
2	ICTを活用したヒグマ発見方法の検討と検証	2
2.1	AI(人工知能)によるヒグマ判別精度向上等の検討	2
2.2	効率的な通信技術によるヒグマ発見情報の処理方法の検討	5
3	効果的なヒグマの追払方法・技術の検討と検証	9
3.1	ヒグマ追払方法の検討	9
3.2	忌避装置を搭載したドローンによる追払方法の検討	11
4	今後の課題と展望	17
4.1	最後に	17
4.2	ドローン搜索の課題と展望	17
4.3	地上忌避装置の課題と展望	17

# 1

## はじめに



### 1.1 事業の目的

本事業は夜間・市街地周辺に出没するヒグマに対処するため、ドローンやセンサ・カメラなどのICT技術を活用した有効な方法の検討及び検証を行う事により、市街地周辺でのヒグマ出没の抑制対策に寄与することを目的とする。



### 1.2 検討内容

本事業の要綱に従い、以下の検証や検討を行う



#### 1.2.1 AI(人工知能)によるヒグマ判別精度向上等の検討

- ▶ ヒグマ判別用AIシステムの向上



#### 1.2.2 リアルタイムでヒグマを判別する手法の検討

- ▶ 可視カメラによる判定方法の検討と検証
- ▶ 熱赤外線カメラによる判定方法の検討と検証



#### 1.2.3 効率的な通信技術によるヒグマ発見情報の処理方法検討

- ▶ ヒグマ発見情報を迅速に伝達し、自動で記録や活用する方法の検討



#### 1.2.4 効果的なヒグマの追払方法・技術の検討及び検証

- ▶ 効果的なヒグマ追払方法の検討
- ▶ 忌避装置を搭載したドローンによる追払方法の検討



### 1.3 本事業での留意点

本事業においては市街地に出没したヒグマを、地上の装置又はドローンによって発見する事が極めて重要である。

地上装置もしくはドローンによって撮影された画像を用いて生み出されるAIモデルが、ヒグマを判別することによって、立案した忌避装置の効果測定も可能となる。よって発見することを何よりも優先しながら事業を行った。

# 2

## ICTを活用したヒグマ発見方法の検討と検証

### ▶▶▶ 2.1 AI(人工知能)によるヒグマ判別精度向上等の検討

#### ▶▶▶ 2.1.1 ヒグマ判別用AIシステムの向上

令和元年度市街地周辺ヒグマ出没対策事業で得られたAIモデルを用い、可視カメラで撮影した野生のヒグマをリアルタイムで判別する精度の向上を行う。

##### ▶ 学習素材

学習素材には“ヒグマ”の正解画像と“ヒグマ”以外の不正解画像を、それぞれ準備する。不正解画像には様々な内容が考えられ、日常で使う様々な物体が含まれるが、本事業での使用用途としては、ヒグマが出没する地域に限定される為、森林に生息する野生動物の画像などで行う。

下記の入手先から取得した、計4000枚の画像により強化学習を行った。

##### ■ 正解画像

- ・ベアマウンテン(飼育施設)にて撮影した動画からの画像
- ・酪農学園大学(札幌市)から提供いただいたトレイルカメラ動画からの画像

##### ■ 不正解画像

- ・札幌市藤野野外スポーツ交流施設で観測撮影した画像
  - ・滝野すすらん公園での観測撮影した画像
  - ・酪農学園大学(札幌市)から提供いただいたトレイルカメラ動画
  - ・北海道立総合研究機構(北海道)から入手したトレイルカメラ動画
- ※動画は画像に変換し、学習素材とした。

##### ▶ 学習手法

モデル：Mobilenetv2 ※令和2年度事業のモデル

A1手法：令和2年度事業のモデルを、Tensorflow object detectionにより転移学習

##### ▶ 検証手法

作成したモデルにより、ヒグマが正しく検出できるかを判定する為、AIモデルが利用可能なヒグマ検出プログラムにて検証する。

本プログラムは、酪農学園大学(札幌市)よりヒグマ撮影動画を提供いただいた際、結果物として生成されたAIモデルの活用方法として提供させていただいたプログラムであり、特定フォルダにある動画全てをチェックし、ヒグマが撮影された動画のみを一定の基準(パラメタ)で選別する。このプログラムを使用し、AIモデル精度の向上につながっているかを検証する。

##### ▶ 検証元データ

北海道立総合研究機構から提供いただいた、トレイルカメラでの撮影動画。

総数：1955ファイル(約10GB)

フレーム数：30fps

1ファイルの時間：10秒

## ▶ 検証結果

- 以下のパラメタ設定で検証を行った。

- ・ヒグマである確率 — 70%以上
- ・認識できたフレーム数 — 5フレーム以上 ※

※1秒間30フレーム以上ある動画を、1フレームのみの検出で判断した場合、誤認識を伴う可能性がある為、複数のフレームで検証する。

- 検出精度(強化学習前)

判定	結果数	備考
正解	22	ヒグマを正しく検出できた動画
不正解	17	ヒグマを正しく検出できなかった動画
誤認識	21	他の動物をヒグマと検出した動画

- 検出精度(強化学習後)

判定	結果数	備考
正解	32	ヒグマを正しく検出できた動画
不正解	7	ヒグマを正しく検出できなかった動画。理由は下記2つに大別される
不鮮明	(2)連続	夜間で濃霧の影響か、映像がぼやけた動画(2ファイルは連続動画)
局部映像	(5)	極度に近いアングルで身体の一部しか記録されていない ※4ファイルは、同時刻の連続動画があり、正解動画として認識
誤認識	9	他の動物をヒグマと検出した動画(学習画像が少ない動物が、誤認識されている)

## ▶ 結果補足(強化学習後)

- 正解イメージ



- 不正解イメージ

(左) 不鮮明



(右) 局部映像



### ■ 誤認識イメージ



#### ▶ 検証結果による考察

結果から、強化学習前に比べ検出精度が向上しており、動画撮影場所である自然環境化において実用的なレベルになっている。

誤りの種類としては、ヒグマ以外の対象物をヒグマと“誤認識”してしまう場合と、ヒグマが存在するのに検出されない場合が考えられるが、実用途を考えると検出されない事を防ぎたい。

強化学習後の結果でも、検出されないケースが“7”となっているが、ほとんどがカメラに近い事により発生した問題であり、同時に撮影された別アングルの動画が認識できているケースを相殺すると、不鮮明による影響で検出できなかった1頭、局部映像1頭の計2頭であった。結果から実用途に達している結果となっているが、今後の課題対応策としては、以下が考えられる。

- 悪天候で撮影されたヒグマ画像から更に追加学習させる
- ヒグマの特徴的な身体の写真(頭など)を用いて追加学習させる



- 撮影機器は、上方から下方を見下ろすアングルにすると、局部映像が減り、認識精度が向上する可能性がある

## ▶▶▶ 2.1.2 リアルタイム判別手法の検討と検証

ドローンに搭載された熱赤外線カメラの有効性を高める為、熱赤外線映像から、AI手法を使い、リアルタイムでヒグマを発見する手法を検討した。

#### ▶ 事前準備

事業期間内にドローンによる野生ヒグマ映像の入手は困難であった為、ヒグマの飼育施設であるベアマウンテン(新得町)の協力を得て画像を入手した。

日程：2020/10/28 pm13:00~pm15:30

場所：ベアマウンテン(新得町)

#### ▶ 学習素材

今回入手したヒグマ動画は、飼育施設での限られた日程及び時間で撮影した為、実運用で求められる樹木との重なりや、ヒグマ自体の様々な姿勢・構図といったバリエーションに乏しい状況であった。その為、高度や構図が類似の画像にて学習させた。

- 高度5~20Mで、熱源の形がハッキリしている写真。樹木の映り込みの少ない場所での熱赤外線映像、約100枚により学習

#### ▶ 学習手法

ドローン及び地上で撮影した熱赤外線画像や動画から、AI識別用学習モデルを作成する。

モデル：Mobilenetv2 ※令和2年度事業のモデル

AI手法：令和2年度事業のモデルから、Tensorflow object detectionにより転移学習

### ▶ 検証手法

作成したモデルにより、ヒグマをリアルタイムで検出できるかを検証する為、検証プログラムを用いて確認する。再生映像からヒグマを検出した場合、リアルタイムに枠線で協調強調表示する仕様となっている。

### ▶ 検証元データ

ベアマウンテンにて入手した動画3ファイル（学習に使用した動画とは別の動画）

### ▶ 検証結果

90～100%の認識率

### ▶ 結果イメージ



### ▶ 検証結果による考察

熱赤外線による画像判定は、熱のある物体が協調される為、学習の効率は高かった（わずかな画像での学習でも判断レベルは高い）。

しかし、撮影を行った飼育施設は、自然環境に近い状況ではあるが、ヒグマの姿勢や行動も含め、野生の状況とは異なっており、又、季節も冬に差し掛かっていた為、樹木の影響がほとんどない状況であった。有用な判定が行えるモデルを作成するためには、実際の環境で撮影された多数の映像を入手し学習させる必要がある。

## ▶▶▶ 2.2 効率的な通信技術によるヒグマ発見情報の処理方法の検討

### ▶▶▶ 2.2.1 ヒグマを発見した情報を迅速に伝達し、自動で記録する手法の検討

山に出没するヒグマが、人が暮らす境界を超える前に迅速に発見する為、ICT技術を使った方法を検討する。

#### ▶ 手法

市街地に隣接する奥山で生物を映像でとらえ、映像からヒグマである事をAIで識別する。結果はインターネットを使用してクラウド上に送信した後、SNSサービスなどを使い、関係者に迅速に伝達する仕組みを構築する。

#### ▶ 装置概要

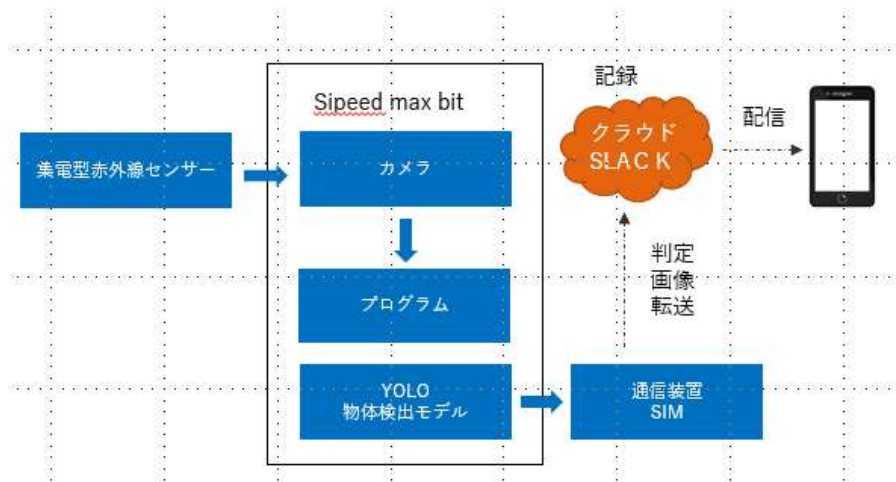
令和元年度で開発されたヒグマ識別AI機能の仕組みを維持しながら、昨年の課題である長時間の動作と  
※1、観測結果のクラウド連携を可能にする。クラウド連携する為には、通信SIM装置も連動させる必要がある為、装置を連携する基盤は独自開発する。

- 部品明細

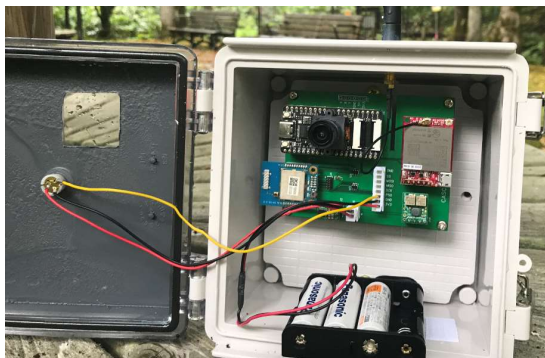
機器	名称	備考
装置(AIエッジ)	Sipeed Maix Bit	Canaan社製のAIチップKendryte K210を搭載したボード
AIモデル	K210用モデル	ヒグマ事業のモデルをK210用に変換して使用する
カメラ	Sipeed Maix Bit純正	電力消費を抑えるため純正を使用
装置動作センサー	集電型赤外線センサー	検出範囲は約6M
通信モジュール	4G IoT Module	低価格SIMが使用可能な装置
SIM	SORACOM	LTE・SIM
電源	エネルーブ単3形×4	1.2V 充電電池
電池BOX	単3形×4	
ケース	防水・防塵ケース	

※電力課題の対応策として、低電力で動作するAI装置の再選定を行った

#### ■ 動作イメージ



1. 赤外線センサーが熱源を感知した場合、カメラで撮影を行う
2. 撮影された画像から、AIによりヒグマが存在するか検証を行う
3. 撮影された画像をクラウド上に通信装置により送信する
4. クラウド上に保管した後、SNS(SLACK)と連携し関係者に通知する





## ▶ 検証1 ーフィールド実験

- 札幌市藤野野外スポーツ交流施設(画像左)  
7/21~11/1の期間にて検証実施
- 滝野すずらん丘陵公園(画像右)  
9/18~10/14の期間にて検証実施



## ▶ フィールド実験結果

懸念事項であった電力は、ソーラーシステムの供給が無い状態であっても、単3電池×4本で1ヶ月以上連続して動作する事を確認済。

機器の調整を行いながら8月下旬に、SNS通信を含めた一連の動作の確認を完了した。

しかし、設置箇所でのヒグマの出没が無く、他の野生動物(シカ・タヌキ・キツネ)の検出及び通知までを確認した。



## ▶ 検証2 ー飼育施設での検証

ヒグマの認識状況を確認する為、飼育施設での検証を行った。

場所：ベアマウテン(新得町)

日程：2020/10/28 pm13:00~pm15:30



想定している森林での状況と異なり、檻がある事や、学習していない頭上からの静止アングルとなった為、カメラの構図やセッティングに苦労を要した(左図)。ヒグマが自ら動き、身体全体をカメラが捉えた瞬間に、90%以上の判定精度で認識し、SNSにより通知される事を確認した(右図)。

## ▶ 課題

### ■ 使用したカメラモジュールの性能

A I エッジ内蔵カメラは、撮影品質がトレイルカメラほど高くはなく、光源や悪天候・夜間の撮影などに影響があった。撮影品質の悪い画像では、AI判定結果の精度が低くなる事が予想される。

### ■ モデルサイズ

A I エッジに搭載できるモデルサイズが、搭載メモリ容量と他のセンサーを起動させるプログラムサイズの関係から2MB以下に制限されており、学習モデルが大きくなるように注意が必要であった。精度とモデルサイズはトレードオフの関係となる為、環境や用途に合わせたチューニングが必要である。

- ・精度を優先 — モデルサイズが増大し、AIエッジに搭載できない
- ・サイズを縮小 — 認識精度が低下する

### ■ その他の課題(対応済み課題)

#### ・機器の連続動作

センサーやプログラムなどの動作速度が屋内の設置環境と、実際の自然環境によって微妙に異なり、調整に時間を有した。待機時間や動作完了の条件をプログラム調整により対応を行った。

#### ・熱対策

7月に炎天下での作動による停止がみられたが、日陰への設置及びケース内の配置を変え通気性を保つ事により、ケース内温度が40度を超えないよう対策をとることで解決した。

#### ・電波強度

設置場所や感度調整により対応を行った。

## ▶ 検証結果による考察

野生動物を観測した結果が、スマートフォンなどのSNSなどを通じて配信される仕組みは、極めて効率的であった。設置場所に出向かず画像を取得できるだけではなく、SNSというコミュニティに配信される事により、関係者のスマートフォンやパソコンに配信され迅速に共有することができる。又、その通知自体にコメントする事も可能になり、一早く、その対策方法も協議出来るなど、メール配信や専用サイトに接続しての確認と比べても、より有効性が高いと思われる。

これらの観点から、近年低価格化が著しい市販トレイルカメラなどを利用し、撮影した画像をクラウドに転送後、クラウド側でA I 判定を行い、結果をSNS通知する方法も、高い有効性が期待できる。

# 3

## 効果的なヒグマの追払方法・技術の検討と検証

### ▶▶▶ 3.1 ヒグマ追払方法の検討

ヒグマの存在を機械で検知し忌避装置を作動させるシステムの考案と実用化の為の検証及び検討を行う。

#### ▶▶▶ 3.1.1 忌避音源発生装置による検証

##### ▶ 計画

実際に使用する市街地周辺の森林を考えた場合、電力供給が期待できない事情もあり、音・光などによる忌避方法が現実的であると思われる。ヒグマに対しては、音に対して敏感である情報も多く、音源を工夫する事によって脅威や警戒をいだかせる方法が効果的であると考えられる為、音声忌避装置の検討や効果の検証を行う。

令和元年度の結果や、有識者などのヒアリング結果を参考に、下記の考慮を行った装置を開発し検証する。

- 同じ音源を使用し続けると、慣れが生じる為に定期的に変更する必要がある。
- 常時に発せられる音源は危険が無いと認識される為、接近時に作動するなどの工夫が必要
- 単調な連続音では効果が薄い為、不連続な音や不快な音が望ましい
- 市街地に隣接する場所を想定した場合、爆裂音や極端に音量が大きい音源は避ける必要がある
- 超音波は効果が薄いと思われる

##### ▶ 忌避装置概要

赤外線センサーで生き物をとらえた後に忌避音源を発し、電池で1か月以上動作する装置を試作し検証する。

機器	名称	備考
装置作動センサー	集電型赤外線センサー	検出範囲は約6M
音源発生装置	16種アラーム	100db、16種類の音源を設定で変更可能
電源	エネループ単3形×4	1.2V 充電電池
電池BOX	単3形×4	
ケース	防水・防塵ケース	

##### ▶ 実験場所と期間

場 所：滝野すずらん丘陵公園 ※(本年度ヒグマ侵入ポイント)

期間1：10/14～11/18

##### ▶ 計画

滝野すずらん丘陵公園フェンスに接近するヒグマを、本装置で遠ざけられるかを検証する。検証効果はトレイルカメラで撮影を行い確認する。又、検証場所はヒグマ侵入があった場所である為、公園側が用意した定期的に音源を発生する装置もセットされている。

この定期的に音源を発生する装置との効果の違いも検証する。

##### ▶ 検証結果

設置後、実験場所でのヒグマの出没がなかった為、エゾシカでの効果検証となった。

1 個体に、以下の動きが観測された。

1. 公園側設置による、比較的大きな金属音が出されている装置には動じず、本装置に近づく。



2. 即時に山側に離脱する行動



- 音源は“踏切音”で設定したケース

#### ▶ 検証結果による考察

肝心のヒグマの出現が無く、エゾシカなどの野生動物も予想より極度に少なかった。公園側設置の常時発せられる音源による予防効果によるものか、降雪期にさしかかっており、季節変動によるものなのか特定までには至らないが、互いの異なる装置特性による相乗効果も期待される結果ではあった。

- 常時警戒音: 寄せ付けない為の予防効果(出現の減少)
- 赤外線センサー探知による警戒音: 接近した動物に対しての不意うちでの忌避効果

## ▶▶▶ 3.2 忌避装置を搭載したドローンによる追払方法の検討

### ▶▶▶ 3.2.1 ドローンによるヒグマ発見方法の検討

広葉樹が生い茂る季節に、ドローンによるヒグマ発見が可能かの検証を行った。

### ▶▶▶ 3.2.2 藤野地区(札幌市藤野野外スポーツ交流施設)

昨年多数の目撃情報が寄せられた、札幌市藤野野外スポーツ交流施設での調査を行った。

#### ▶ 実施日程①一大規模調査

日程：2020/6/4 am6:00～8:30

天候：快晴

#### ▶ 使用機器

内容	名称	性能
ドローン	Matroce300RTK	産業用ドローン、最大飛行時間：約55分 電波到達距離：最大8 km
カメラセンサー	Zenmuse H20T	ズーム／ワイド／サーマルカメラ(熱赤外線)を備えた、ハイブリッドセンサー

#### ▶ 搜索方法

対地高度100m近辺から熱赤外線カメラで生物を発見し、可能性の高い物体をズームカメラもしくは対地高度を下げて視認し、生物の種類を特定する。

又、見逃しのないようにカメラの情報は、送信機と外部モニターを接続し、複数名で搜索を行う。

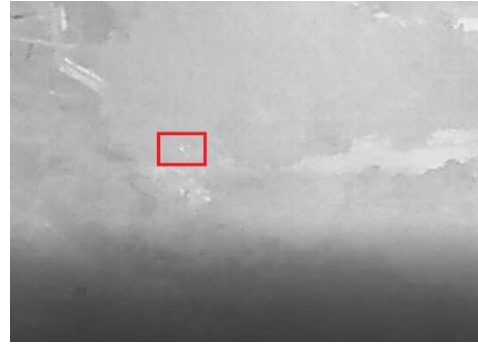


#### ▶ 検証結果

ヒグマ発見にはいたらなかった。

既に木々の葉はびっしりと葉をつけている状況であり、搜索許可のとれたam6:00の状況では、太陽が樹木を均一に照らし、熱赤外線カメラでの搜索は難しい状況であった。

しかし、可視カメラでは認識できないが、太陽光の反射が少ない場所及び、葉が比較的少ないポイントは多数あり、一部の有効性が確認できた。



左) 可視カメラ

右) 熱赤外線カメラ

可視カメラでは判断できないが、地面まで抜けている箇所がわずかにあり、その隙間から生き物が探知可能である。

#### ▶ 実施日程②—計画調査

日程1：2020/8/12 am7:00～8:00

日程2：2020/9/ 2 am6:45～7:30

#### ▶ 使用機器

比較的価格が安く小型の汎用品ドローンで検証し、活用方法の検討を行う。

内容	名称	性能
ドローン	Mavic 2 Enterprise	企業用汎用ドローン、最大飛行時間：約31分(スピーカー搭載時25分)、電波到達距離：最大5 km
カメラセンサー	1/2.3インチCMOSセンサー	光学2倍・デジタルズーム6倍

#### ▶ 搜索方法

事前に設定した飛行プランを自動操縦で搜索を行う(対地高度50m)。スピーカーも搭載されている為、ヒグマ発見時には忌避音声効果も確認する。

#### ▶ 検証結果

ヒグマ発見にはいたらなかった。

葉の影響が多い場所では、生き物を識別する事が困難であったが、影響が少ない場所では、動きのある動物に対しては発見可能である。又、スピーカーからの音声は、地上50m位でも、はっきりと聞き取れ、地上10m付近では脅威となりえる音圧である事も確認できた。

### ▶▶▶ 3.2.3 滝野地区(滝野すずらん丘陵公園)

昨年に続き、滝野すずらん丘陵公園内にヒグマが侵入した一報を受け、園内のヒグマ搜索を行った。

#### ▶ 検証日程と場所①

日程：2020/6/25 am10:30～am11:30 ※雨天により途中で中止

天候：曇時々雨

#### ▶ 検証結果①

ヒグマの発見にはいたらなかったが、エゾシカなどを発見する事が可能であった。

公園内へのヒグマ侵入情報により搜索を行ったが、後日、ヒグマが公園外に出た後での搜索であった事が判明した。

### ▶ 検証結果①の考察

ほぼ曇天である事と、公園内や公園をとりまくフェンス周辺は、樹木間や葉の隙間などがあり、搜索は比較的円滑に行う事が確認できた。しかし、時折、太陽光が強く差し込み、光が反射している場所や、葉が多い樹木がある場所での搜索は難しい状況であったが、可視光カメラでは、ほとんどが葉に覆われているように思える場所が、熱赤外線カメラでは、僅かな隙間からキャッチできる場所が多数ある事が確認できた。

### ▶ 実施日程②

日程：2020/8/28 am4:00~am10:00

天候：快晴

### ▶ 検証結果②

ヒグマの発見にはいたらなかったが、エゾシカなどを発見する事が可能であった。

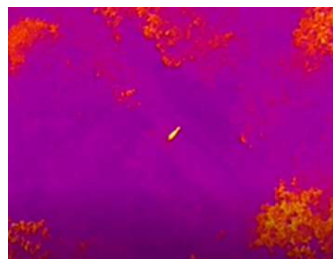
公園内へのヒグマ侵入情報により搜索を行ったが、後日、ヒグマが公園外に出た後での搜索であった事が判明した。

### ▶ 検証結果②の考察

前回調査の結果を踏まえ、日の出前の早朝から搜索を開始し、ヒグマ自体が活発に動く事を期待できる時間帯での調査を行った。太陽光のない時間帯は、予想通り熱の反応を強く捉えることができ、対象物に動きがある場合は、容易に発見する事が可能であったが、夏場の強い太陽光がさしている時間帯(am7:00~)になると、有効性が極端に落ちる状況であった。又、暗闇による搜索では、可視光カメラは使用できず、熱赤外線カメラでとらえたイメージのみでの判定になる為、即時にヒグマかエゾシカの区別は難しい事も課題であった。



搜索中のモニター画面



中央にシカの熱反応

### ▶ 実施日程と場所③

日程：2020/10/21 pm23:00~am8:00

天候：曇り時々雨

### ▶ 検証結果③

ヒグマの発見にはいたらなかったが、エゾシカなどを発見する事が可能であった。

公園内へのヒグマ侵入情報により搜索を行ったが、後日、ヒグマが公園外に出た後での搜索であった事が判明した。

### ▶ 検証結果③の補足

前回調査の結果を踏まえ、熱赤外線カメラの能力が飛躍的に向上し、ヒグマ自体が活発に動く事を期待した夜間での調査を行った。前回の夜明け前と同様に熱の反応が強く捉えることができた。又、対象物の判別には、サーチライトを照らして可視光カメラによる判別を行う方法で行った。エゾシカの動きも活発であり効果的であったが、サーチライトと可視光カメラでの動物判別は、太陽光よりは照度が低く、影もできる事から、ドローンの角度や高度なども工夫が必要であった。

### ▶▶▶ 3.2.4 ドローンによる発見方法の考察

捜索を行った6～10月上旬においては、葉の密度・太陽光の反射熱・地上放射熱などが、ドローンに搭載した熱赤外線カメラやズームカメラでの捜索の妨げとなったが、捜索の時間帯・天候などにより、その影響が緩和された。時間帯・天候との関係は下図となる。

時間帯	天候	葉への太陽光の影響	備考
日中	晴	大	太陽光による葉への反射熱が影響し、葉のわずかな隙間からの熱が捉えにくい。影となっている場所や、葉と葉の隙間が多い環境での捜索のみ可能となる。
日中	曇	中	太陽光による葉への反射熱が少なくなり、わずかな葉の隙間から生物の熱を捉える事ができる。しかし、対象物の動きが少ない場合は、隙間のない所に留まる時間が長くなる事によって捜索が困難になる可能性がある。
夜間	-	無	太陽光による葉への反射熱が少なくなり影響及び地表の温度も低くなり、葉のわずかな隙間からの熱が最も捉えやすい、ヒグマや他の野生動物も活発に動く傾向があり、捜索効率が高い。

最も効率の良い捜索方法としては、日差しが無くヒグマが活発に動く夜間であった。葉の重なりが濃い箇所での捜索は困難だが、葉が生い茂っている場所でも、わずかな隙間がある場所があり、熱赤外線カメラで認識できる箇所があった。対象物が活発に動いている状況においては、それらの隙間から補足する事が可能である。

又、一般的な汎用ドローンでの捜索は樹木の影響で効果は限定されるが、自動操縦を利用した飛行は操作が容易でありヒグマ警戒地区の定期的な安全確認には有効である。民家より離れた場所の場合は、スピーカーから音を流しながら巡行すると、警戒心のあるヒグマなどには一定の効果もある可能性がある。

### ▶▶▶ 3.2.5 ドローンによる忌避効果の検討

#### ▶ 検証方法

ドローンにスピーカー又はサーチライトを搭載し、忌避効果を確認する。

#### ▶ 使用機器

内容	名称	性能
ドローン	Matrice300RTK	産業用ドローン、最大飛行時間：約55分 電波到達距離：最大6 km
忌避装置	サーチライト	6800lm
忌避装置	拡声スピーカー	120db、マイク機能の他に、様々な音源が利用可能

#### ▶ 音源

犬・狼・ヒグマ・人・ディストレスコール（鳥・猿）

※いずれの音源も、通常では聞かない興奮状態の動物音源を使用

#### ▶ 検証場所①

日程：2020/10/21 pm23:00～am8:00

場所：滝野すずらん丘陵公園



## ▶ 検証結果①

ヒグマ自体の発見はなく、エゾシカにより実験。

## ■ サーチライト

ライトを照射する事によって逃げるのではなく、凝視する行動がみられた。



## ■ 拡声スピーカー

動きを止めて耳を動かし、危険がないかを探っている動作が見られた。



拡声器搭載ドローン



様子进行うシカ

## ▶ 検証結果①考察

エゾシカに対しては、サーチライト・音声威嚇共に、忌避行動ではなく動きを止める行動が見られた。警戒している様子は伺える事から、動物にも環境にも影響の無い液体の投下など、更なる刺激を加えると忌避行動につながると思われる。

## ▶ 検証場所②—飼育施設での検証

日程：2020/10/28 pm13:00~pm15:30

場所：ベアマウテン(新得町)

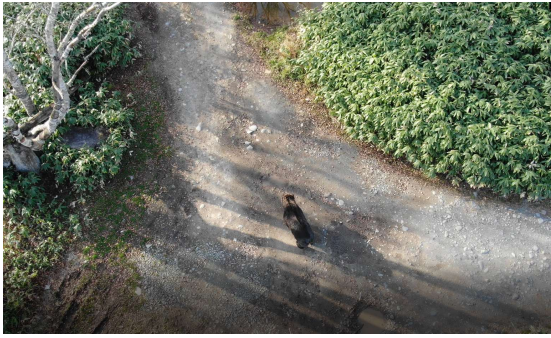
## ▶ 検証機材

内容	名称	性能
ドローン	MAVIC 2 ENTERPRISE	企業用の汎用ドローン・最大飛行時間：約25分 電波到達距離：最大5 km
忌避装置	スピーカー	100db、10種類の音源が利用可能 音源は滝野すずらん公園の実験と同じ内容を使用

## ▶ 検証結果②

2頭の個体で実験を行ったが、ほとんど反応が見られなかった。

- 僅かに気にするヒグマ—上空からの音源である事を認識していない様子
- 全く気にしないヒグマ —水浴びに夢中となっており全く気にしていない様子



僅かに様子を探るヒグマ

#### ▶ 追加検証

令和元年度の事業で一部効果が認められた“ヘビ”の模型にて忌避効果を確認した。

模型は、重量が50g未満となっている為、汎用ドローンによる吊り下げなども可能である（原則、許可は必要）。

##### ■ 検証方法

ドローンから吊り下げしている状況に見立て、テグスにつけたヘビの模型を、施設の屋上から地上にいるヒグマに向けて垂らし、忌避効果を確認した。



##### ■ 検証結果

僅かに気にする様子はあったが、大きな反応は無かった。

昨年の事業結果では若いヒグマ(3~4歳)に反応が見られたが、このヒグマは28歳と高齢であった。

#### ▶ 検証結果②考察

安全で餌に不自由しない飼育施設で長く飼育されているヒグマは、脅威反応が鈍い可能性がある。

### ▶▶▶ 3.2.6 ドローンによる忌避効果の考察

本事業期間内では、野生ヒグマの発見が困難であった為、本来の目的である、野生のヒグマでの検証を行う事は困難であった。又、ヒグマ飼育施設での検証も有効性は確認されなかったが、野生のエゾシカでの検証では、強い警戒心が伺われた。又、ある動画共有サイトには、畑に出現したヒグマにドローンが接近した結果、全力で逃げる様子がアップされており、警戒心のある野生のヒグマでは一定の効果がある事は推測される。

# 4

## 今後の課題と展望



### 4.1 最後に

本事業は市街地に出没したヒグマを、地上の装置又はドローンによって発見する事が極めて重要であったが、令和2年度の札幌市の出没状況は例年の半分となった他、昨年多数の出没報告があり、観測の最重要地点であった藤野地区での出没が、4月の1件に留まり(事業準備段階)、実際に発見する事は不可能であった。その為、全般的に代替案での検証となったが、予定にはなかった、他の地区でのヒグマ出没情報に呼応して事業を行った結果、様々な現場での問題や課題の吸い上げができた。その結果を踏まえた今後の課題と展望をまとめる。



### 4.2 ドローン搜索の課題と展望

#### ▶ 新たなニーズ

今回の事業では仮説検証に留まらず、実際の出没※1により搜索依頼を受けての調査を行う事が多数あったが、現場では、“ヒグマが探せるか” “どこにいるか” という観点だけではなく、“ヒグマがいない事を含めて確認して欲しい” というニーズがある事も判明した。木々や葉などの障害物などの影響から、存在しない事を断定する事はできないが、確認の補助にすぎないとしても、安全性を確保しながら、その機動性を生かした搜索・探索ができる手段は、ドローン以外に方法が無いのが実情であり、出来る事の限られた現場でのニーズは高かった。

※1 搜索：滝野すすらん丘陵公園、空知地方の市街地、簾舞地区、相談：知床、白糖、十勝(民間企業)

#### ▶ 今後の展望

今回の搜索ケースでは、依頼を受けてから人員調整と搜索許可をとる過程で時間を有し、最も効果のあるタイミングを逃したことが課題点である(最短で1日、初回の場合は許可に最低でも1週間以上)。こういった観点から、ヒグマ対策用に自治体や民間がドローンを準備し、獣害対策向けのレクチャーなどを定期的に受講するなどの取り組みを行う事により、危険発生時に即時に利用する準備を整える事も重要であると思われる。

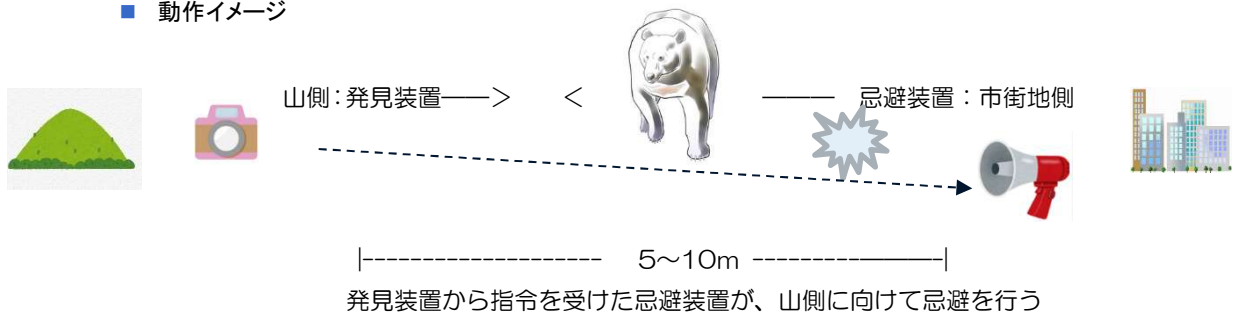


### 4.3 地上忌避装置の課題と展望

本事業の検証期間中に、ヒグマが出没している区域での対策相談がいくつか寄せられた(自治体・民間)。そういった現場では、即時発見と同時に忌避活動につなげる装置のニーズは多数あるが、市販の忌避装置では、発見するセンサーと一体となって動作する為、忌避効果があったとしても、“どこに逃げるかわからず不安がある” といった声があった。

こういった課題を対応する為には、発見装置と忌避装置は間隔をあけて設置し、連動して作動する事によって退路の方向を誘導する方法が有効であると思われる。

## ■ 動作イメージ



END

SUN CREER

**市街地周辺ヒグマ出没対策検証事業**

**検証結果報告**

2021年2月26日 第1版

株式会社 **サンクレエ**

〒060-0012

札幌市中央区北12条西23丁目5番地

SDC北12条ビル 5階

TEL : 011-611-6364 FAX : 011-621-5746

<http://suncreer.co.jp/>

[info@suncreer.co.jp](mailto:info@suncreer.co.jp)