

IoT を用いた獣害対策

大石 海¹ 森信一郎¹

概要：地方の獣害被害は依然として深刻である。獣害対策が抱える課題に従事者全体に占める高齢者の割合の増加が挙げられている。近年効率よく害獣を捕獲するための罠に取り付ける ICT システムが開発されている。システムを活用することで捕獲効率が上がる反面、効率化を実現するための高性能化に伴い大型化する傾向が見られる。システムの設置、保守時に大型化した機材を持ち、罠が設置された藪の中に入ることは従事者の身体的負担が増加すると予測される。負担が増大することで転倒事故の発生が懸念されることから、小型、軽量化によるメンテナンス性を上げることが考えた。本論文では IoT を利用したシステムを構築し、小型、軽量化が可能であるか評価と検討を行う。

キーワード：獣害, 高齢者, IoT, 小型化

Beast damage countermeasures using IoT

KAI OISHI¹ SHINICHIRO MORI¹

Abstract: The damage caused by wild animal in rural areas is still serious. One of the challenges facing beast damage measures is the increase in the proportion of senior in the total number of workers. In recent years, ICT systems have been developed that can be attached to traps to efficiently capture beast. While the capture efficiency can be improved by utilizing the system, there is a tendency for the size to increase as the performance increases to achieve efficiency. Bringing larger equipment into the bushes where traps are installed during system installation and maintenance is expected to increase the burden on workers. Since there is a concern that a fall accident may occur due to the increased burden, we considered improving maintainability by reducing the size and weight. In this paper, we will construct a system using IoT and evaluate and examine whether it is possible to reduce size and weight.

Keywords: beast damage, senior, IoT, reduce size

1. はじめに

近年居住区に獣が出没するといった事例が増えている。様々な施策が行われているが依然として地方の獣害被害は深刻な問題である。被害の主な項目は農作物被害である。しかし農作物被害にとどまらず被害による営農意欲の減退や離農、居住区に獣が出没することによる人的被害などの問題も含まれている[1]。

獣害対策における課題は二つに集約できる。一つ目に獣害対策への寄与率が高い成獣捕獲の困難化がある。既存の罠では警戒心の低い幼獣が先に罠を作動させることで成獣の捕獲を妨げていた。この課題に対し ICT を用いた罠用のシステムが開発されている。開発されたシステムはセンサー、カメラを用い特定の獣をとらえる機能、捕獲から処理までの時間を短縮する通知機能、また両方の機能を有するものがある。近年の開発動向は両機能を持つ高性能型が増えている。高性能化に伴い複数モジュールの併用、機能拡張による使用機材の増加によりシステムが大型化している。二つ目に従事者の高齢化率の増加が挙げられる。従事者全体に占める 60 歳以上の割合の推移を下記図 1 [2] に示す。本論文における従事者は獣害対策において罠、猟銃等の免許を保持している人とする。グラフは縦軸に従事者全体に対して 60 歳以上が占める割合、横軸に年度をとっている。グラフから平成 22 年度までは高齢者の割合が増加していることがわかる。以降は全体に対し占める割合が

60%以上になり 26 年度まで高い割合を維持した状態が続いている。

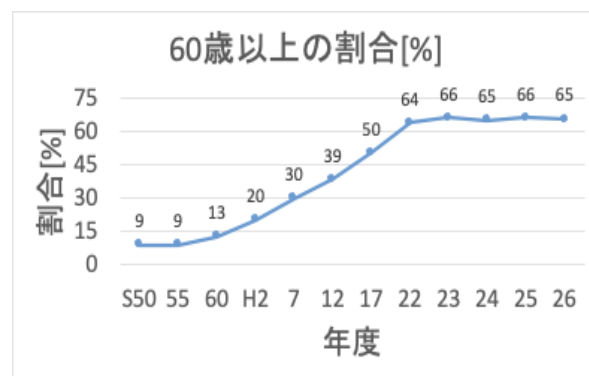


図 1 従事者全体に占める 60 歳以上の割合

実際に罠が設置されている場所は道路に面した森や藪の中である。罠の設置場所は獣の警戒心を刺激しない、かつ人的被害を避けるために人通りのない地点を選ぶ。そのため森や藪の中でも奥まった場所となる。従事者は罠のメンテナンスを行うために足元が悪い中、草木をかき分けて移動する必要がある。ICT システムの利用に際し両手が塞がる大型の機材を持ち運ぶことは高齢な従事者に対し身体的負担が大きく転倒の危険性につながる。このことから高齢な従事者の設置、保守等メンテナンス時に危険性が低いシステムの構築が急務である。本研究は千葉県夷隅郡御宿町

から要請を受けて始動した。御宿町において問題視されている害獣がイノシシであることから捕獲ターゲットをイノシシの成獣と定める。また捕獲に際し実際に設置されている罠の種類が箱罠であるため、箱罠に取り付けるシステムを開発する。本論文では危険性を軽減させるために従事者が持ち運ぶシステムの小型化、軽量化について検討を行う。

2. 関連研究

2.1 ICTを用いた罠の開発動向

箱罠に設置する成獣捕獲システムとしてアニマルセンサー2[3]がある。赤外線距離センサーを使用し獣の体高をもとに成獣判断を行う。動作フローは設置時に捕まえた獣の大きさを設定し、設定以上の大きさの獣が罠内部に侵入した場合成獣と判断し扉を閉める。扉を閉めるためにモーターまたは永電磁ホルダーを用いている。アニマルセンサーを利用した通信機能を持つ高性能型システムとしてアニマルセンサーリモート[4]がある。構成としてアニマルセンサーとIoTトレイルカメラであるハイクカムを併用している。システムの動作は初めにIoTセンサーカメラから写真付きのメールが届く。従事者はメールを確認し、獣を捕獲したい場合遠隔でアニマルセンサーを稼働する。稼働時間内に獣を捕獲した場合、捕獲された獣の写真をメール送信することで罠の状況把握を可能としている。両機能を一体化した高性能システムとして囲い罠に設置するロボットまるみえホカクン[5]がある。動作は侵入センサーにより動物が罠の内部に侵入すると従事者に通知が届く。従事者は通知内容に添付されているURLにアクセスすることで罠の様子をライブ映像で確認することができる。ライブ映像をもとに罠の扉を遠隔で操作することで多頭捕獲を可能とする。

2.2 ICTを用いた罠の有効性

ICTを用いた獣害対策の有効性の研究に野生獣類捕獲罠における利用の費用対効果[6]がある。論文では、捕獲ターゲットを鹿とシクラウドまるみえホカクンを使用した場合の評価を行っている。初期費用の高いICTシステムは1年間で30頭の捕獲があった時点でシステムを用いない場合と同じ効果が見込まれることが示されている。30頭捕獲までにかかる日数を比較するとICTを用いない場合320日に対しICTを用いた場合280日になる。動作の際としてICT利用前は1頭目の捕獲までに2ヶ月近く時間を要したが、ICT利用時は設置初日に捕獲が確認されている。30頭捕獲にかかる日数の違いについて、捕獲後すぐ仕留めに行くことが可能であることが要因として述べられている。見回り回数が少ない地域において捕獲したまま放置することによる罠の稼働率低下を回避できたためだと考察されている。初期費用が高い反面、捕獲効率の向上が見込まれることが示されている。

ICTを用いた罠が獣害対策に対し有効であることが述べられている。罠開発の動向について特定の獣を捕らえる機能、罠の状態を通知する機能を持つ高性能化が進んでいる。高齢な従事者が高い割合を占める現状で高性能化にあたり設置、メンテナンス時に持ち運ぶシステムが大型化することは身体的負担の増加につながる。システムの大型化が課題である。

3. 提案手法

3.1 高齢者の特徴と転倒について

・高齢者の転倒の危険性と因子

高齢者転倒予防の現状と課題について[7]より、以下のことが示されている。高齢者の転倒は死の危険性がある。死に至らなくても転倒による骨折等の外傷は身体機能に影響を与える要因である。転倒・転落による死亡数の構成割合は2013年のデータによると窒息に次いで19.6%を占め、不慮の事故死の原因第二位である。また骨折については部位にかかわらず転倒が主要な原因であることがわかっている。地域高齢者における転倒発生率は日本において一年間に20%前後が経験するとされている。転倒が発生する因子は二分して二つあり、一つ目に本人の特性に関連した内因性のもの。二つ目に環境、状況といった外因性のものに分けられる。内因性の因子として転倒の経験、バランス障害、筋力低下などが挙げられる。外因性の因子として滑りやすい床、周辺環境の明るさ、荷物を持っているなどが挙げられる。外因性の因子として滑りやすい床、周辺環境の明るさ、荷物を持っているなどが挙げられる。

・高齢者の身体機能

地域住民(17歳-92歳)を対象とした運動能力[8]より、以下のことが示されている。年代区分による握力、閉眼型足立、最大歩行速度において有意な主効果が認められている。論文内年齢の区分として若年群は17-49歳、中年群は50-69歳、高年群は70歳以上で分類されている。若年の平均を100%とした際の中年、高年群の平均値を比較すると、筋力の測定として、握力は男性の中年群は74.3%、高年群は51.2%であった。バランス機能を示す閉眼片足立ちは男性の中年群は21.1%、高年群は9.2%と劇的な低下が確認される。また下肢筋力、持久性、平衡性、敏捷性等複数項目を評価するための最大歩行速度については男性の中年群が77.3%、高年群が64.2%であった。特にバランス機能は論文内での計測項目の中で最も低下した項目であった。

・ものを持った際の行動の違いについて

外出時における高齢者の転倒事故実態に関する研究[9]より以下のことが示されている。両手に手荷物を持っている場合、転倒時荷物を握りしめる割合が多いことがわかっている。論文内の考察に転倒時両手をつくことで衝撃を和らげることが荷物所持時困難であることが挙げられている。両手を開けることで転倒時周囲のものにしがみつき姿勢を整えることが有効であるとしている。このことから両手を開けるためには荷物をリュックサック等の鞆に入れることが有効であるとしている。

・必要な対策

ハイカーのスリップ事故問題と登山装備について：奥多摩山城におけるアンケート調査[10]より以下のことが示されている。60歳代登山者は登山において1-2回スリップしている。これは登山による疲労による注意力の低下によるものとみられ、実際に登山工程における3/4地点において疲労を感じ、落ち葉によりスリップしている。この時のザックの重量として約4~6Kgであることがわかっている。

3.2 想定環境における転倒の危険性について

外因性の因子を鑑み罠の設置場所について考察する。実地における罠設置場所の写真を下記図2に示す。写真中央に罠が写っている。設置場所は藪の中である。足元は草や枯れ葉で覆われ地面の状態が不明瞭であることから不安

定な環境であることがわかる。地面は凹凸があり、枝や丸太が点在するためつまづく危険性がある。また雨が降った



図2 実地における罠設置場所の様子

後は地面がぬかるみ滑りやすく、地面が乾燥するまでに時間を要する。上空は木の枝葉が鬱蒼としているため明るさが場所により異なる。よって罠設置場所は転倒の外因性因子にある要素が揃っていると言えるだろう。この環境は高齢者にとって移動、作業時の負担が大きい。罠の設置、メンテナンスのために大型化しているシステムを持つことで手を塞いでしまうこと、また荷物を数回に分けて運ぶ場合、複数回搬の中を往復することは転倒の発生確率を上げることにつながり危険である。関連研究より ICT を用いた獣害罠の効果は実証されている。そのため今後 ICT 製品を活用することが獣害対策手法として増加すると考えられる。このことから従事者の負担、危険性を減らすためにも小型であり軽量のシステムが求められることがわかる。

以上を踏まえ、近年の ICT 製品の大型化の原因について考察する。一つ目に通信時間が考えられる。画像や動画等の送信回数、送信時間の増加により消費電流が大きくなってしまいます。そのためシステムを稼働させるためにバッテリーの容量を大きくする必要があります。これに合わせシステム全体が大きくなってしまいます。二つ目に高性能化による処理能力の増加が考えられる。処理能力を確保するために高性能な CPU を使用することで消費電流の増加が考えられる。二つ目に使用するセンサー、カメラが大きいことが挙げられる。このことを考慮し既存のカメラを用いた ICT システムに対しセンサーデータを活用する IoT の考え方をもとにしたシステム構築を行う。課題である小型化・軽量化が可能であるか検討を行うために PoC システムを構築した。

3.3 獣害対策システムに求められる仕様

3.3.1 システムに用いる機材と機能

既存システムの小型化が困難な原因として考えられる高性能 CPU の電力消費量増大に対し、罠に取り付けるシステムに IoT 用の省電力なモジュールを利用することを考えた。十分に動作させるため処理能力をできるだけ軽くする必要があります。そのため保守対応モジュールの機能を絞り込みモジュール外に機能を持たせる設計手法を採用する。通知メール送信システムは外部 PC を用いる。通信機能を有する捕獲モジュール、従事者にメールを送るためのサーバー・システムを有する PC で構成する。構築するシステムのイメージ図を下記図 3 に示す。全体システムを構築する

にあたり、罠に取り付けるモジュール、サーバ、メール送信の機能を開発する必要がある。構築したシステムの動作フローを図 4 に示す。まず初めに罠に取り付けるモジュールが内部に侵入した獣の成獣幼獣判断を行う。成獣と判断した場合、罠の扉を動作させるための電子トリガーを動作させることで成獣を選別し捕獲する。トリガー動作後罠の状態情報、罠の番号等のデータをサーバー PC に送信する。サーバー PC はデータベースを内包している。データベースにはメール送信用の情報として罠の番号に対応した氏名、メールアドレスが格納されている。受信データの罠番号をもとにデータベースから対応する氏名とメールアドレスを取得する。取得した情報をもとに罠の状態を通知するメールを Google Mail で作成し送信する。

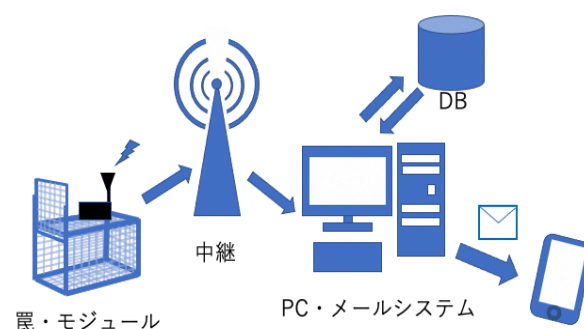


図3 全体システムのイメージ図

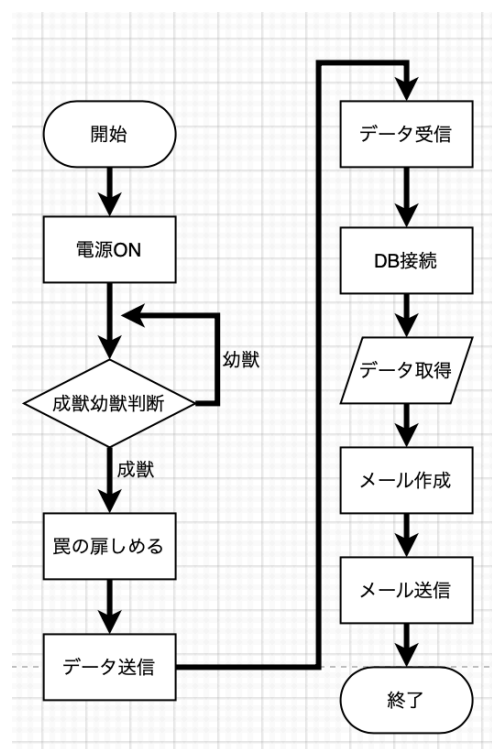


図4 システムの動作フロー

3.3.2 成獣のみとらえる機能

PoC システムに必要な成獣をとらえる機能として獣の体高をもとにした成獣幼獣判断の機能、箱罠の扉を閉めるためのトリガー制御の機能の 2 点が挙げられる。はじめに成獣幼獣判断の機能について示す。モジュールは罠の上部に設

置することを想定する。従事者はモジュール設置時に成獣と判断する高さを可変抵抗を用いて設定する。この値を判別の閾値とする。距離センサーによる監視を行い、設定した閾値以上を検知した場合成獣と判断する。次に捕獲のための扉を閉めるトリガー制御方法について示す。判別機能により成獣判断がされたとき、電子トリガーに電源を投入することで罾の扉を閉める。トリガーに電源を投入するためのスイッチング素子としてリレーモジュールを利用する。罾を動作させるトリガーに求められる能力は扉の固定方法によって異なる。固定方法が扉をロックしている場合、ロックしている機構につながるワイヤーを引く。罾の扉をワイヤーで吊り上げている場合、動作前は扉を吊した状態をキープし、動作時にキープした状態を解除する必要がある。モジュールは省電力化を図るために動体センサーを用いて獣侵入時のみモジュールに電源を投入することを想定する。罾に取り付けるモジュールの接続イメージを下記図5に示す。

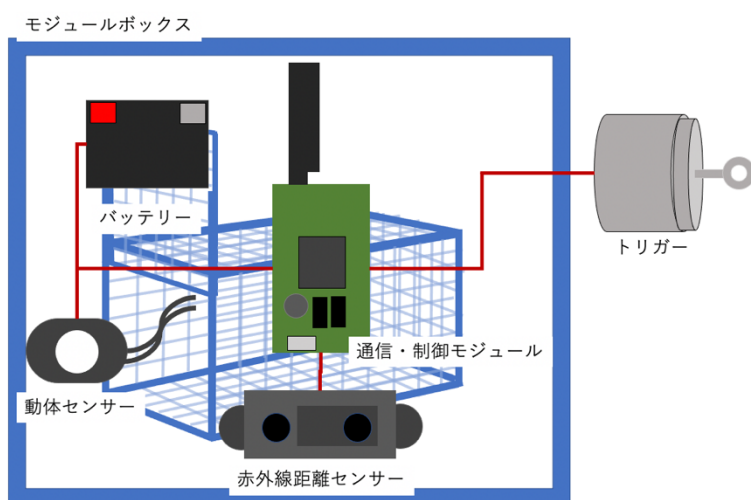


図5 罾設置モジュールの接続イメージ図

3.3.3 通信媒体の評価

・通信の評価

モジュールに求められる無線機能において実地における通信性能の評価を行なった。評価を行う通信周波数帯は2.4GHz、920MHz、5GHz (LTE cat.1) の3種類とする。3種類の周波数帯の異なるモジュールを用いて罾設置想定地域の藪で無線性能の評価を行なった。実験を行うにあたり、920MHzの計測にはTwelitte-Dip REDを用いた。2.4GHzの計測にはPLM100をRaspberryPi2 ModelBにマウントし利用した。LTEの計測には株式会社IDY社製iB347Bモジュールを用いた。920MHz、2.4GHzの計測には送信機と受信機を用いた。LTEモジュールは通信確認のためにIDYにより用意されたウェブページを用いた。実験をにおけるモジュール設置のイメージを下記図6に示す。2.4GHz、LTE cat.1は罾が設置されている高さに近い地上高1.5mに設置した。920MHzのモジュールはフレネル半径を考慮し地上高を2.0m、3.0m、5.0mに設置した。2.4GHz、920MHzは受信機を千葉工業大学御宿町研修センターに設置した。計測に用いる送信機設置場所は獣害対策地域を網羅するように策定した。策定にあたり実際に罾が設置されている環境と類似する地点を選択し実験を行った。策定した地点に侵入が困難な場合は策定地点から近い道路上で計測を行なった。920MHzの実地における実験風景と計測地点を下記図7, 8に示す。図8において送信機を設置する計測地点は白丸で示

した。受信機を設置した千葉工業大学御宿町研修センターは地図上の赤丸で示している。地図上の住所は研修センターのものである。

電波伝搬実験におけるモジュールの地上高

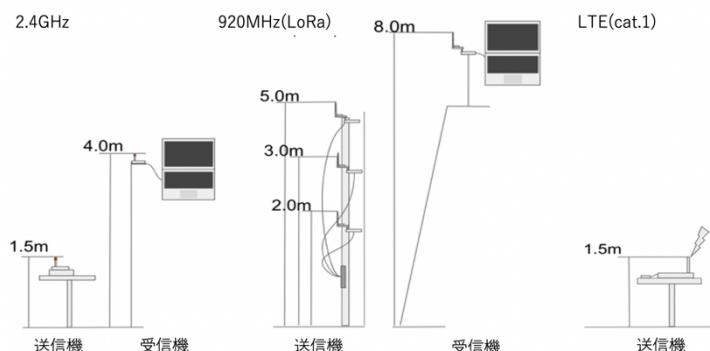


図6 各モジュールの設置イメージ



図7 研修センター前における実験風景



出典: Google Maps

図8 計測地点の図

・計測に使用する使用機材

・2.4GHz

送信機: Twelitte-Dip RED, Twelitte-Dip 拡張ボード, 単三電池×2

受信機: Twelitte-Dip RED, Twelitte R-トワイライター, PC

- ・ 920MHz

送信機: RaspberryPi2 ModelB×3, PLM100×3, 端末(操作用), 5V バッテリー, 設置機材

受信機: RaspberryPi2 ModelB, PLM100, 端末(操作用), 5V バッテリー

- ・ 5GHz

送信機: iG347B, 5V バッテリー

受信機: PC, ポケット Wi-Fi

- ・ 実験の手順

- ・ 2.4GHz

送信機、受信機の構成イメージを下記図 9 に示す。

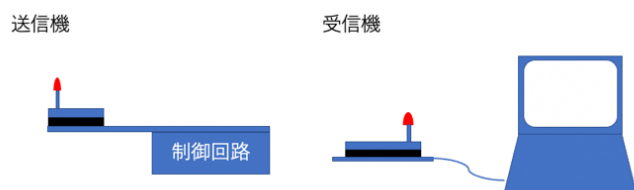


図 9 2.4GHz 電波伝搬実験機材構成図

千葉工業大学御宿町研修センターに受信機を設置する。Twelite-Dip RED をトワイライターにマウントし、USB ケーブルで PC につなげ通信が可能な状態にする。受信機設置後、送信機を設置する。送信機は拡張制御基板に Twelite-Dip RED をマウントし、制御基盤のバッテリーボックスに電池を入れる。送信機、受信機の設置が完了したのち、送信機の制御基盤にある電源を ON 状態にする。データ通信の確認を行い、動作と実験手順を確認したのち送信機を持ち事前に策定した計測地点に移動する。計測地点に移動後送信機を設置し、受信機側で待機している学生に通信を始める旨を伝え制御基盤のリセットボタンを押す。受信機側の学生は記録用紙に実験開始時間を記載する。一定時間データの監視を行い受信機側でデータの取得が確認できた場合、送信機を持ち次の計測地点に移動する。以降送信機設置、通信確認、移動を繰り返した。

- ・ 920MHz

送信機、受信機の構成イメージを下記図 10 に示す。

送信機・受信機

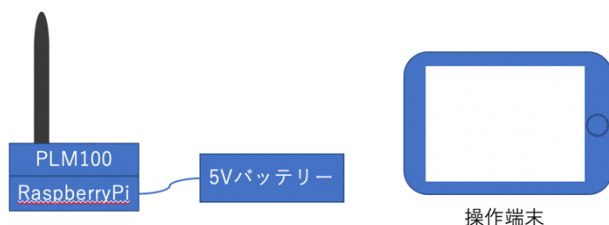


図 10 920MHz 電波伝搬実験機材構成図

千葉工業大学御宿町研修センターに受信機を設置する。RaspberryPi2 ModelB に PLM100 をマウントし 5V バッテリーに繋ぎ電源を投入する。操作端末と RaspberryPi を接続し、GUI にて受信プログラムを起動する。受信機設置後、送信機を設置する。RaspberryPi2 ModelB に PLM100 をマウントする。設置機材にモジュールをとりつけ USB ケーブルを差し込む。送信機は 3 台あるため USB スイッチングハブ

を用いて電源管理ができるようにし、5V バッテリーに繋ぐ。その後設置機材を組み立てる。順次 2m, 3m, 5m と設置した高さのモジュールに電源を投入し通信の確認を行う。通信の確認ができれば設置機材を解体し策定した計測地点に移動する。計測地点に移動後送信機を設置し、受信機側で待機している学生に通信を始める旨と電源を投入するモジュールの地上高を伝え電源を投入する。受信機側の学生は記録用紙に実験開始時間と地上高を記載する。一定時間データの監視を行い、受信機側でデータの取得を確認できた場合、送信機を解体し次の計測地点に移動する。以降送信機設置、通信確認、送信機解体、移動を繰り返した。

- ・ LTE

送信機、受信機の構成イメージを下記図 11 に示す。

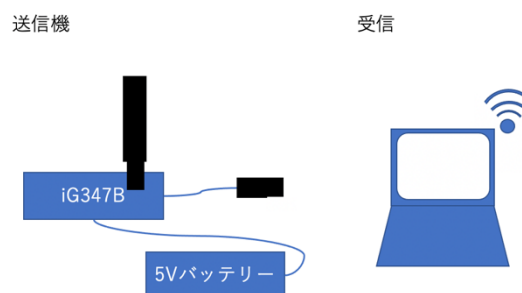


図 11 5GHz 電波伝搬実験機材構成図

千葉工業大学御宿町研修センターにてデータ受信確認用の PC をポケット Wi-Fi でネットワーク接続し、データ受信確認用のウェブページを開く。LTE モジュールを設置し電源を投入する。ウェブページを更新しデータの受信、実験手順を確認したのちにモジュール、確認用 PC を持ち事前に策定した計測地点に移動する。計測地点に移動後 LTE モジュールを設置し電源を投入する。電源投入時の時間、初めに GNSS データを受信した時間を記録用紙に記載する。一定時間データの監視を行い、web ページにて受信を確認したのち次の計測地点に移動するを繰り返した。

3.3.4 通信媒体評価結果

通信機能の評価を示す。受信機を用いた 2.4GHz、920MHz の電波伝搬距離と LTE cat.1 の通信確認地点を下記表 1 に示す。2.4GHz、920MHz は千葉工業大学御宿町研修センターを起点とし通信が確認できた計測地点までの距離を示している。

表 1 電波伝搬距離

周波数	2.4GHz	920MHz (地上高 5m)	LTE cat.1
距離[m]	50	600	全ての計測地点で 通信確認

データの受信に関して送信回数に対し受信回数が少ない場合をデータの欠損とする。データ欠損はメール送信に対し問題がないことから実験において考慮しないものとする。結果から電波伝搬距離は 2.4GHz が 50m、920MHz は地上高 5m 地点において最も通信距離が長く 600m であることがわかった。LTE は策定した全ての計測地点において基地局との通信が可能であった。上記結果を踏まえ想定地域に導入

するにあたり最も適しているモジュールについて検討を行う。2.4GHz、920MHz モジュールは導入にあたり中継機を複数台設置する必要がある。また受信データにおいて欠損が見られたことから箱罾設置に合わせ中継機の設置場所を変更する必要がある。また中継機設置後に通信の確認を行う必要がある。中継機についての検討を示す。中継機は罾設置モジュールと通信を行うために同期を図る必要がある。省電力化の検討にあたり、設置モジュールは電源投入に動体センサーを活用する。しかし、中継機は罾に取り付けるモジュールの電源投入タイミングが予測できないことから常に電源が ON 状態である必要がある。中継機と罾に取り付けるモジュールは電源投入時間の違いから設置した機器のバッテリー交換回数が増加する。このことからメンテナンス回数の増加による従事者の作業負担の増加が考えられる。またメンテナンス回数増加に伴い藪の中に入る回数が増え転倒発生率の増加も予測される。また 920MHz モジュールは 2.4GHz モジュールよりも伝搬距離が長く中継機の使用台数の削減が図れる。しかし地上高 5m 地点に設置したときの結果であるため罾設置を想定すると現実的ではない。LTE モジュールは設置時に LTE 通信網が敷設されているか確認する必要がある。通信網外で使用する場合は設置場所において通信の確認を行う必要がある。通信が確認できれば中継機を設置する手間がなくなるため他のモジュールと比較すると作業増加による身体的負担、転倒の危険性が低いと考えられる。このことから LTE モジュールが適切であると考えた。

3.4 求められる仕様

小型化、軽量化の評価を行うために試作する PoC の仕様について検討する。使用する通信周波数は LTE Cat. 1 を用いる。消費電流を抑えるために 1 つの CPU で動作させることを考える。1CPU で動作させるためのソフトウェア構成図を下記図 12 に示す。



図 12 ソフトウェア構成図

トリガーは永電磁ホルダーを用いる。モーターと永電磁ホルダーが罾の扉を閉めるために十分な能力を持つことがわかっている。永電磁ホルダーはモーターに比べ消費電流値が高い。また機材として重く大きい。しかし永電磁ホルダーは防水加工して屋外で利用できるためモジュールボックスに格納する必要がある。永電磁ホルダーと制御基盤を繋ぐケーブルはモジュールボックス外で防水コネクタによる取り外しの機構をつける。これによりモジュールボックスの小型化を図ることができる。また、メンテナンス時はモ

ジュールボックスのみを交換すれば良い。これにより運ぶ荷物の軽量化が図れる。モジュールボックスの重さ、大きさについて目標値を定める。罾設置モジュールは従事者が両手を開けて移動できるようにリュックサックに入る大きさを想定する。重さの検討にあたり獣捕獲時のメンテナンスについて考える。罾がイノシシの成獣を捉えた際、従事者はとどめを刺し罾を再稼働させる必要がある。餌付けを行う際は餌を持っていく必要がある。メンテナンス時は作業により複数のものを持ち運ぶ必要がある。このことからモジュールを小型化するにあたりバッテリー込みの重さで 1Kg 以下のシステムの開発を目指す。リュックサックの大きさは製品により違いがある。本論文では W280、H430、D140 の大きさ以下を目標とする。本システムを構築するにあたり、従事者の餌交換タイミングを 3 日 [6] に 1 度 1 時間とする。

4. 評価実験

4.1 PoC システムの概要

罾に設置するモジュールの小型、軽量化を行うにあたり、PoC を作成し重さ、大きさ、稼働時間の評価を行う。LTE cat. 1 の PoC システムのフローについて下記図 13 に記す。稼働時間の評価にあたり、消費電流値の計測を行う。電流値の計測にあたりモジュールの動作のフローを消費電流計測シーケンスに分類する。シーケンスとして動体センサーによるモジュールへの電源投入制御フローを待機モード、動体検知による電源投入から通信の確立、動作のセットアップフローを初期設定モード、赤外線距離系による獣の体高検出フローを通常動作モード、成獣判断と判断した際のトリガー動作フローを罾動作モード、罾動作後のセンサーデータ収集と通信フローを罾監視モードとする。

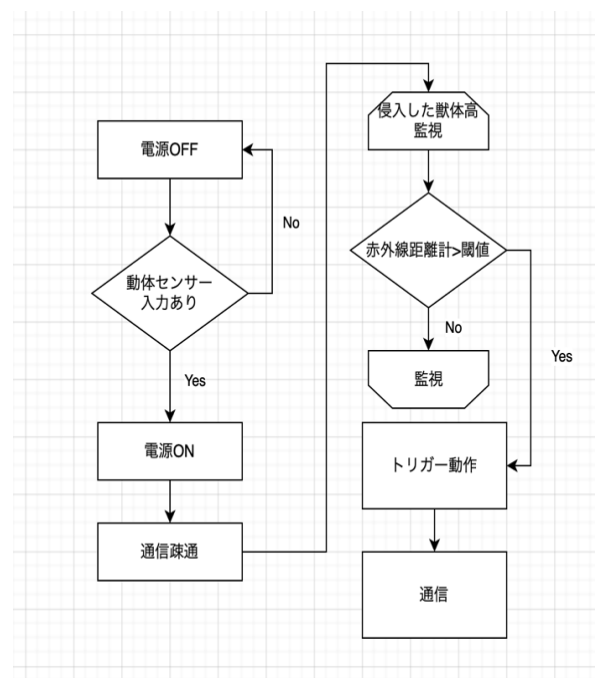


図 13 罾に取り付けるモジュールの動作フロー

4.2 システム構成

構築した PoC システムの接続図を下記図 14 に示す。またシステム構成図を下記図 15 に示す。永電磁ホルダーと WioLTE JP Version の動作電圧の違いから、バッテリーを

直列につなが永電磁ホルダーの動作電圧をバッテリーの電圧とした。WioLTE JP Version の動作電圧を生成するために DCDC コンバータによる降圧を行った。

使用機材

WioLTE JP Version, バッテリー elzle 9V650mAh リチウム
イオン充電電池×3, 赤外線距離センサー SHARP 2Y0A21 F
83, 動体センサー TDL-2023, 永電磁ホルダーLE80, DCDC コン
バータ CPT C240505, モジュールボックス TA191209T, リレ
ー Grove Relay v1.2, 可変抵抗 Grove Rotary Angle
Sensor v1.2, スイッチ Grove Button v1.2, 加速度センサ
ーGrove 3-Axis Digital Accelerometer v1.3, 温湿度セン
サーGrove Temperature&Humidity Sensor v1.2

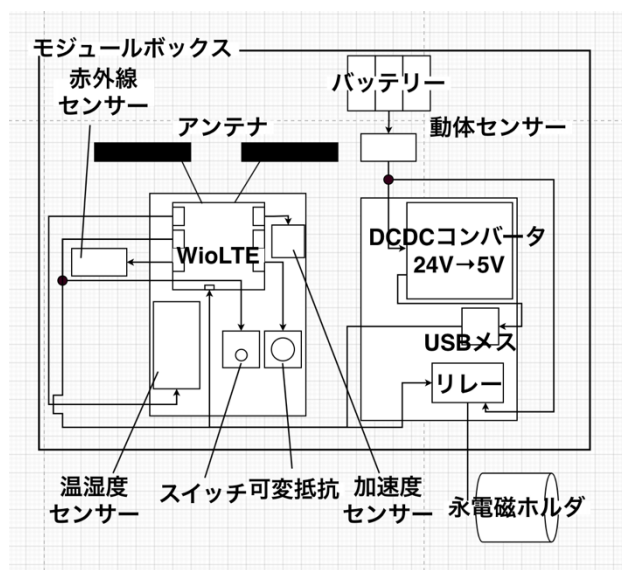


図 14 PoC 接続図

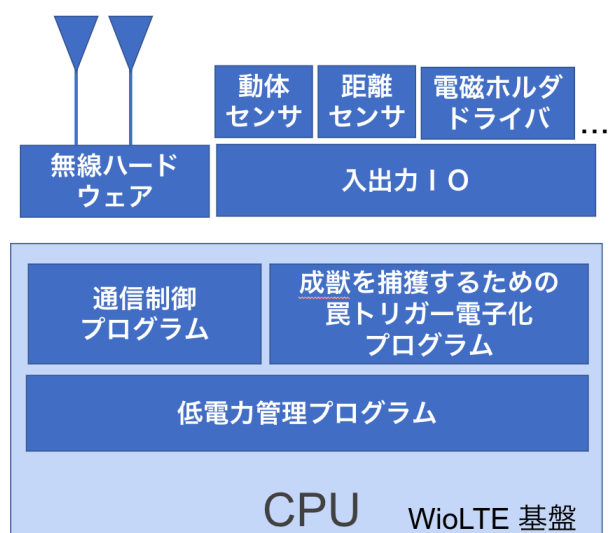


図 15 システム構成

4.3 評価結果

・動作結果

動作センサーによる電源の切り替え、タクトスイッチによる動作モード切り替え、閾値変更、赤外線距離センサーによるトリガー電源投入、通信の確認ができた。このことから処理能力は十分であると考ええる。

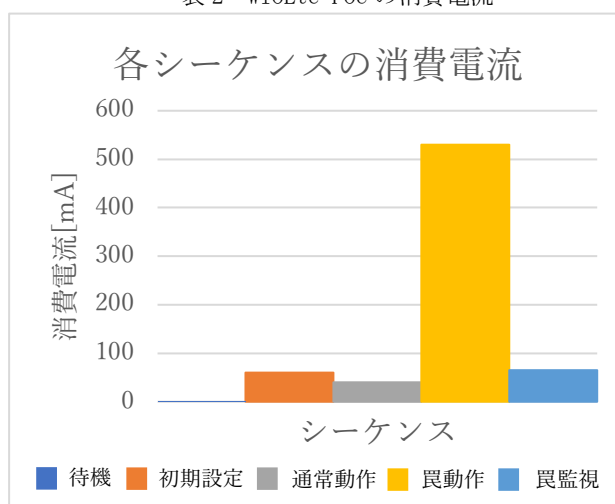
・大きさ

永電磁ホルダーを除く重量は計り KJ-114 を用いて計測した結果 750g であった。このことから目標をクリアしたと言える。大きさとして機材を収めたモジュールボックスの大きさが 187×122×90 であることから大きさについても目標値を達成した。

・ WioLTE を用いた PoC の消費電流

構築した PoC の動作シーケンスごとの消費電流を下記表 2 に示す。消費電流値の計測はデジタルマルチメータ CD732 を使い計 3 回計測を行った。レンジは 6-15A で計測した。計測箇所は動体検知センサーとバッテリーの間とした。各モード毎の消費電流値を示す。初期設定モード 60mA、通常動作モード 40mA、異動作モード 530mA、異監視モード 65mA であった。動体センサー TDL-2023 は電流値の計測ができなかった。マルチテスターを用いて抵抗値を計測した結果 入力側のコネクタにおいて $1.356\text{M}\Omega$ が計測できた。バッテリーの電圧を 24V とするとオームの法則より $24 \div (1.356 \times 10^3) \approx 0.02$ となる。よって 0.02mA を待機モードの消費電流値とする。

表2 WioLte Poc の消費電流



作成した PoC における消費電流値をもとに稼働時間の試算を行う。シーケンスごとの動作時間は初期設定モード 17s、通常動作モード 3572s、異動作モード 1s、異監視モード 10s、それ以外の時間は待機モード稼働時間とする。動作として 3 日に 1 回 1 時間異に電源が投入されることを想定する。3 日間の動作で消費される電流値は $17 \times 60 + 3572 \times 40 + 530 + 10 \times 65 + 255600 \times 0.02 = 150192 \text{mA}$ s である。使用する 9V (8.4V) elzle リチウムイオン充電電池×3 直列接続バッテリーの容量は 650mAh である。バッテリーの自由放電を無視した場合の容量は $650 \times 60 \times 60 = 2340000 \text{mA}$ s である。このことから想定稼働時間をクリアしたと考える。

5. まとめと今後の展望

現状開発されているシステムは高性能化を図るためにカメラを用い動画等データを送信する通信機を活用した遠隔制御手法が取られていた。製品の中には従事者が ICT 端末を用いて罫を操作する ICT 化が進んでいた。これらの高性能システムは大型化していた。大型化の要因が高性能化による電力消費量増加に伴うバッテリー大型化と使用機材の増加であった。従事者の年齢を鑑みると既存システムのメ

メンテナンス時、転倒が発生する可能性の増大が考えられた。従事者全体の年齢構成の動向について考えられていなかった。この問題に対し従事者の転倒リスクを下げるために小型化、軽量化を考えた。既存システムを鑑み、カメラを用いた ICT システムは大型化している現状から、映像ではなくセンサーデータを活用する省電力な IoT システムによる罨の設計思想を考えた。消費電流を抑えるために 1CPU 制御システムを検討した。重量があるトリガーをモジュールボックス外部で取り外すことでメンテナンス時の荷物の小型軽量化を検討した。小型、軽量化の実現可能であるか評価を行うために PoC を作成した。小型化においてネックとなる消費電流について計測を行い、稼働時間が想定以上であることから小型化の可能性を示唆した。モジュールボックスの小型化・軽量化によりメンテナンス時にモジュールボックスを付け替えることが可能となる。これによりメンテナンス性の向上を図った。

今後の展望として、近年イノシシの成獣と同じ大きさの幼獣が確認されている。このことから既存の外的特徴による成獣幼獣判断の困難化が見込まれる。現在新しい方法を検討中である。

6. 参考文献

- [1] 農林水産省 農村復興局(2021).鳥獣被害の現状と対策について (令和3年2月)
<https://www.aff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/attach/pdf/index-393.pdf>
(閲覧日:2021年4月20日)
- [2]農林水産省(2017).第三節 獣害被害への対応
https://www.aff.go.jp/j/wpaper/w_aff/h28/h28_h/trend/part1/c_hap3/c3_3_00.html
(閲覧日:2021年4月20日)
- [3] 株式会社アイエスイー(2021). アニマルセンサー2.
<http://www.ise-hp.com/products/anisen2/>
(閲覧日:2021年4月20日).
- [4] 株式会社アイエスイー(2021). アニマルセンサーリモート.
<http://www.ise-hp.com/products/anisen-remote/>
(閲覧日:2021年4月20日).
- [5] 株式会社アイエスイー(2021). ロボットまるみえほかくん.
<http://www.ise-hp.com/products/robotmarumiehokakun/>
(閲覧日:2021年4月20日).
- [6] 野生獣類捕獲罨における ICT 利用の費用対効果 -囲いわたの ICT 利用前後の比較-, 中村 大輔, 佐藤 正衛, 平田 滋樹, 山端 直人, 竹内 正彦, 農業経営研究 2019 年 57 巻 2 号 p83-88
- [7]高齢者転倒予防の現状と課題, 大高 洋平, 日本転倒予防学会誌 2015 年 1 巻 3 号 p. 11-20
- [8]地域住民(17歳~92歳)を対象とした運動能力, 宮原 洋八, 竹下 寿郎, 西 三津代, 理学療法科学 2004 年 第 19 巻 4 号 p. 285-290
- [9]外出時における高齢者の転倒事故実態に関する研究, 坂本 蘭, 八藤 後猛, 中田 弾, 平成 26 年度日本大学理工学部学術講演会論文集
- [10]ハイカーのスリップ事故問題と登山装備について: 奥多摩山域におけるアンケート調査より, 青山 千彰, 東京都

山岳連盟遭難対策委員会 関西大学総合情報学部紀要

「情報研究」第 11 号 1999 年 p. 23-40

[11] 農林水産省(2021)ICTを用いた総合的技術による農と林が連動した持続的獣害対策体系の確立: ICTによる農林一体獣害対策コンソーシアム.

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/321173.pdf>

(閲覧日:2021年4月20日)