

市区町村名	愛媛県 <small>くまこうげんちょう</small> 久万高原町	担当部署	総務課情報政策推進室
		電話番号	0892-21-1111

## 1 取組事例

全国初！町内全域自営 LPWA 通信網の整備  
～携帯電話の圏外からでも正確な位置情報を伴った救助要請が可能に～

## 2 取組期間

令和元年度～（継続中）

## 3 取組概要

【林業現場には携帯電話のつながらない場所が点在。正確な位置情報を伴った救助要請を可能にし、林業従事者の安全性を向上させたい！】

許容される最大出力の LPWA※通信網を町が自営し、町内のどこの森林からでも正確な位置情報を伴った救助要請ができるシステムを構築。林業従事者の安全性向上に取り組んでいます。

※LPWA Low Power Wide Area の略で、低消費電力で長距離の通信ができる無線通信技術の総称

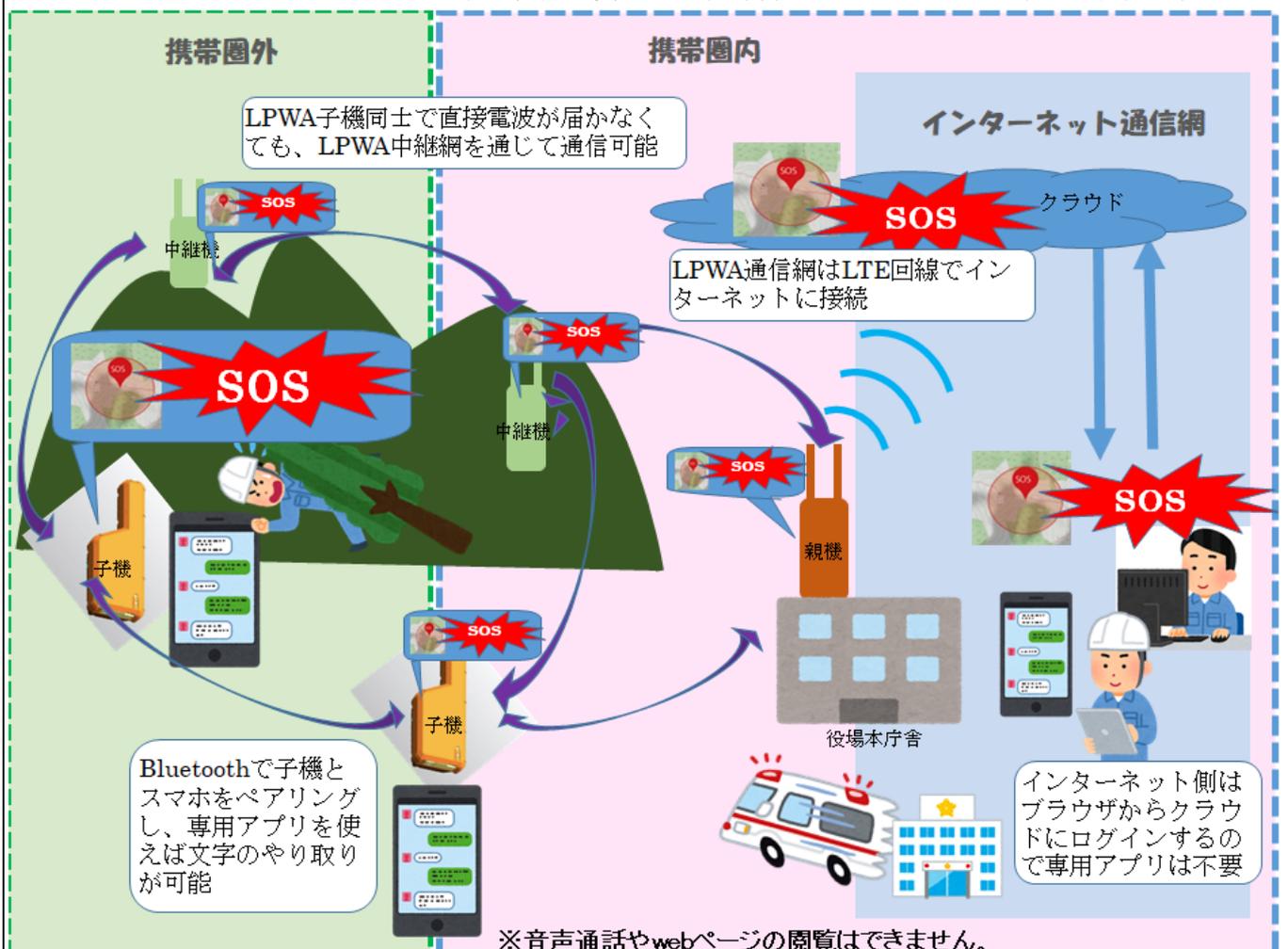


図 1：久万高原町自営 LPWA 通信網 概要図

## 4 背景・目的

**【林業は、労災発生率が全産業中で突出して第1位の業種！ その現場には、通信の空白地帯が点在している…】**

林業は、チェーンソーや重機等を使用して樹木の伐採や作業路の開設、下草刈り等を行います。全産業の中でも突出して労働災害の発生率が業種です。特に本町は地形が複雑で険しく、多くの現場が右下写真のように足場の悪い急な傾斜地となっています。

事故や傷病等発生の際、救助の遅れが重症化を招きやすい状況であるにもかかわらず、森林には携帯電話が通じない場所が点在しており、林業従事者はそのような場所でも施業（せぎょう）しています。

携帯電話事業は民間事業であり、加入者が支払う通信料収入で行われるもので、整備エリアは、居住地域、観光地、交通量の比較的多い道路などが対象となります。

1年～数年に数回、林業従事者だけが立ち入るような森林は、携帯電話エリア整備の対象になりません。

携帯電話以外の手段として考えられるのは、デジタル簡易無線や衛星携帯電話などがありますが、どちらの方法でも地形が厳しく樹木が生い茂る森林では十分な通信の確保が困難です。また、衛星携帯電話は維持費が高額で、林業従事者一人ひとりが装備できるものではありません。

日本の国土の約7割は森林です。日本中の森林に携帯電話の通じない場所が点在しています。本町がLPWAで取り組んでいる課題は、全国に共通する課題でもあります。

**【本町の林業の特徴は、様々な事業形態の林業従事者がいること。林業事業体に所属せず、個人で行う方も多数】**

本町の林業は、会社や組合等の林業事業体に所属して従事する方のほか、自己所有の森林の施業をご自身で行う「自伐林家」や、会社組織等に所属せず、山主や森林組合などから個人で施業を請け負う「一人親方」と呼ばれる業態の林業従事者が多数おられることも特徴です。

どのような事業形態に属する林業従事者であっても、必要な連絡が可能となるシステムと体制の構築が必要でした。

林業の死傷年千人率(休業4日以上)  
全産業との比較

	林業	全産業
平成27年	27.0	2.2
平成28年	31.2	2.2
平成29年	32.9	2.2
平成30年	22.4	2.3
平成31年/令和元年	20.8	2.2

表1：厚生労働省労働災害統計より抜粋



写真1：現場は急峻で複雑な地形

## 5 取組の具体的内容

**【「久万高原町 丸ごと林業見守り IoT ネット」を創る】**

LPWAは、もともとはIoT（＝すべてのモノがインターネットにつながる）やM2M（＝デバイス同士がインターネット経由で通信する）に適した無線方式です。1日に数回センサ情報（温度、湿度、水量、水位、回数、オンオフ等の情報）のやり取りを行うような使い方に向いています。

LPWAは、回線容量が非常に少ないものですが、工夫により位置情報に加えて短文のメッセージなどを送受信することができるものもあります。

こうした機能を活用して、町内の森林のどこからでも位置情報を伴った救助要請ができる、これまでにない仕組みをつくり、町の主産業である林業に携わる方々の安全性向上に役立てることができな

いかと考えました。

そこで、総務省「地域 IoT 実装推進事業」補助金を活用し、昨年度から町内全域自営 LPWA 通信網の構築と運用体制づくりに着手しました。

分類・通信規格名	非セルラー系					セルラー系
	LoRa		Sigfox	ELTRES	ZETA	LTE-M
	Private LoRa	LoRa WAN				
	GEO-WAVE					
概要	見通し最大200kmの長距離通信や双方向通信が可能で、インフラの自営も実現	オープン性が高く、LoRaゲートウェイを設置するだけで容易に導入が可能	長距離通信が可能であり、比較的小さいデータのやり取りに最適	見通し100km以上の長距離通信および高速移動通信に対応	超狭帯域による多チャンネルでの通信が可能	利用可能エリアが広く、LPWAの中では比較的大きなデータも扱うことが可能
使用周波数	920MHz	920MHz	920MHz	920MHz	920MHz 429MHz	携帯電話の帯域
電波出力	250mW ※20mWも対応可	20mW以下	20mW以下	20mW以下	20mW以下	100mW以下
通信距離	見通し最大200km 山間部でも数km～数十km	見通し数km～数十km	見通し数km～数十km	見通し100km以上	見通し2～10km	見通し数km～数十km
双方向通信	○	○	○	×	○	○
中継機	○	○	×	×	○	×
ネットワーク形態	スター型・メッシュ型	スター型・メッシュ型	スター型	スター型	スター型・メッシュ型	スター型
ネットワーク種別	自営網	自営網・公衆網	公衆網	公衆網	自営網	公衆網
LPWAにかかる通信料	無料 ※1	有料	有料	有料	有料	有料
利用に遇しているフィールド	中山間地域・山間部 市街地の無線通信困難地 ※2	市街地	市街地	市街地	市街地	市街地

LPWA には様々な規格があつて、それぞれに特色がありますが、本町では広大な面積をカバーした

※1 LPWA(無線)利用料は無料ですが、別途、親機とクラウドを繋ぐインターネット料金・クラウド利用料が発生いたします。

※2 250mWの高出力により、高層ビルの屋内全域や、地下室・マンホール内など、一般的に無線通信が困難な局所でも、1ホップで比較的長距離・広範囲の通信が可能です。

いこと、地形が複雑で険しいこと、携帯電話の入らない場所が多く点在していることといった条件から、LPWA の中では最大出力である 250 mWの送信電力で無線局の登録が必要となる規格を採用しました。免許のいらない出力が小さいタイプの規格に比べ、さらに遠距離の通信が可能です。

システムの構築は、株式会社フォレストシー（東京都）に委託しました。同社は、LPWA による獣害対策機器「オリナワシステム」（害獣捕獲用ワナの作動状況を通知するシステム）を全国各地に納入しており、高出力 LPWA による長距離通信に実績がありました。

その仕組みをアップグレードし、全国初となる LPWA による「久万高原町丸ごと林業見守り IoT ネット」を構築することとしました



写真 2：標高の高いところから見下ろすように設置

### 【広大な面積をカバーする自営 LPWA 中継網が短期間にローコストで構築できた】

本町は、西日本最高峰の石鎚山を要する四国山地に位置し、急峻な山と谷が複雑に連なる険しい地

形、愛媛県最大の 583.7 km<sup>2</sup> という広大な面積を持ち、その 90% が森林です。無線でエリアをカバーするには条件の厳しい条件が軒並みそろっています。

LPWA は低消費電力であることから、中継機の設置に商用電源を必要とせず、ソーラーパネルとリチウムイオンバッテリーで長期間稼働します。森林も含めた全町を網羅するネットワーク構築のためには、中継機を標高の高い見通しの良い場所に設置する必要がありますが、そういった場所は商用電源がないため、これは大きな利点になりました。

また、もともと長距離通信が可能な通信方式である LPWA ですが、許容される最大出力で使用するため、さらに長距離の通信が可能です。このことにより他の方式の LPWA と比べて中継機の数が大幅に少なくて済みました。LPWA 中継機・子機がそれぞれ他の中継機・子機の通信を中継する機能を持っているため、メッシュ状にエリアを広げることができます。

システムの構成機器が簡易なものとなることと、エリアの大きさに対して設置個所を少なくできることによって、短期間でローコストに LPWA 中継網が構築できます。

本町では、役場本庁舎屋上に親機を、中継機を 20 か所設置することで町内全域をカバーすることができました。これにより、LPWA 子機の送受信は町内のどこからでも LPWA 親機まで伝送されるようになります。

**【Bluetooth でスマホとペアリングし専用アプリで SOS 発信すれば、文字で状況を伝えられる。テンプレートで素早く SOS 要請】**

LPWA 子機は Bluetooth に対応しており、子機とスマホをペアリングし、専用アプリから SOS メッセージを発信すれば、文字のやり取りによって事故・傷病等の状況を伝えられます。受信側とのやり取りも可能です。アプリには SOS 用の短文と単語のテンプレートを登録しており、より簡単に迅速に状況を伝えられるようにしています。

子機単体でも本体ボタンを押せば救助要請できますが、その場合はその子機の個別識別番号と位置情報を発信するだけになるので、受信側とのやり取りはできません。

### **【クラウドにつながる LPWA 通信網】**

LPWA 中継網だけでも町内の端末同士のやり取りが可能ですが、役場屋上の親機から携帯キャリアの LET 回線を介してクラウドにつなげることにより、インターネットに接続しているすべてのパソコンやスマホ等ともやり取りすることが可能になります。

携帯電話が繋がらない現場にいる林業従事者と、所属する事業所のパソコンや、ご自宅にいるご家族のスマホ等ともクラウドを通じてやり取りできます。

インターネット側からクラウドへのアクセスは、ブラウザから ID とパスワードでログインする仕組みなので、専用のアプリ等は必要ありません。

**【森林では闇雲に向かっても救助ポイントまでたどり着けない。そこまでのルート調べが重要。クラウドに蓄積した LPWA の位置情報の履歴がルートの手掛かりに】**

林道や作業道は登り口を間違えると現地へたどり着けません。登り口が山の反対側だったりすることもあるうえ、林道は専用の地図にしか載っておらず、作業道は基本的にどの地図にも載っていません。

救助ポイントは、林道や作業道からさらに奥に入ったところが多く、事前に経路の目途をつけてお



写真3：中継機の構成



写真4：LPWA 子機（左）と専用アプリホーム画面

かなければ救助に向かっても現地までたどり着くことができません。

LPWA 子機は電源が入っていれば、10 分ごとに位置情報を発信し続けています。LPWA 網がクラウドに接続しているため、これらの位置情報はクラウドに貯めておくことができます。要救助の際、当該 LPWA 子機の位置情報履歴を遡ることで、ある程度経路が推測できます。手掛かりがあれば迅速な救助につながります。

このことは、携帯の圏内の森林で救助を行う場合でも有用です。

林道や作業道は無数にあるうえ、わかりやすい目印などもないため、口頭での説明はなかなか困難です。また、携帯・スマホが出す位置情報は現在地のみで、機種等により精度も様々で、移動履歴を遡ったりはできません。位置情報を出していない携帯・スマホもあります。その場合は、携帯キャリアの基地局情報をもとにして、数百m～数kmの範囲内のどこかといった大まかな情報しか得られません。

救助が必要な状況で、場所やルートの確認作業にかかる時間は1分でも惜しいものです。

林業従事者が子機を装備していれば、救助の要請や状況の伝達は口頭でスマホや携帯で行い、ルート情報は救助する側がクラウドで子機の過去の位置情報を参照することで、より迅速な救助につながることが期待できます。

今後は、子機が発信する位置情報をもとに先発としてドローンを飛ばして状況確認したり、防災ヘリで救助に向かうといった利用も考えられます。



写真 5：作業道を運搬車で木材搬出  
このような作業道が無数にある

## 6 特徴（独自性・新規性・工夫した点）

### （独自性・新規性）

#### 【全国初！自治体が通信空白地帯をゼロにする取組】

自治体が、高出力 LPWA で自営通信網を構築し、森林を含むその全域をカバーすること及び、それを使って林業従事者の安全性を向上させるという取組は、全国初のものです。

残念ながら音声通話や web ページの閲覧はできませんが、町内のどこの森林からでも正確な位置情報を伴った救助要請ができるようになります。

日本の国土の約 7 割を森林が占めます。その多くに通信の空白地帯が点在することは、本町にかぎらず全国に共通する課題です。その解決の一つの道筋になるのではないかと考えます。

### （工夫した点）

#### 【今後の展開を見据え、国庫補助金を活用しつつもインフラ部分となる LPWA 親機と中継機にかかる費用は半額を補助対象外として計上。様々な分野での活用を予定】

国庫補助金を使った事業は目的外使用ができません。林業従事者の安全性・生産性向上を目的として整備したものは、その目的でのみ使用できます。

しかしながら、もともと IoT 向けである LPWA で森林を含む町内全域をカバーする中継網は、今後、防災情報の収集や農業 IoT、介護、福祉、不法投棄の監視等様々な分野で活用できるものです。

そこで、インフラ部分となる LPWA 親機・中継機にかかる費用の 1/2 は国庫補助事業の対象外として計上し、町ごと IoT インフラとしても町が活用できるよう総務省と交渉を行い、認められました。

【久万高原町の林業の主体は多様。個人で施業する方も事業体に所属する方も、どのような事業形態

## に属する林業従事者でも救助要請や捜索支援に使えるものでなければならない】

本町の林業は、会社や組合等の林業事業体に所属して従事する方のほか、自己所有の森林の施業をご自身で行う「自伐林家」や、会社組織等に所属せず個人で施業を請け負う「一人親方」と呼ばれる業態の林業従事者が多数おられることが特徴です。どのような事業形態に属する林業従事者であっても、必要な連絡が可能となる体制とする必要があります。

事業体に属する方の救助・捜索の場合は、所属事業所と連絡を取り合って状況等確認等ができますが、個人の方はそれができません。

そこで、個人の方には、LPWA 子機を申し込む際に救助用個人情報（生年月日、血液型、既往症、アレルギー、緊急連絡先等、救助や捜索、連絡のために必要な情報）を町に預けていただくことにしました。貸与する LPWA 子機は、それぞれ個体識別情報を送信しています。貸与を受けたご本人のみが使用することとし、第三者への譲渡や貸与は禁止することで、SOS 発信があった際は LPWA の個体情報と所持者の救助用個人情報を統合し、役場と消防で共同利用することとしました。

それに対し、会社や組合といった林業事業体を使用する場合は、必ずしも従業員一人に 1 台の LPWA 子機は必要ありません。所属する従事者の救助用個人情報は当該事業体の連絡責任者が管理してもらい、救助等に必要際には当該 LPWA 子機をその日に持って施業している従事者の救助用個人情報を回答してもらうという体制にしました。

## 7 取組の効果・費用

### 【携帯電話が繋がらない場所からでも位置情報を伴った救助要請が可能に】

森林での事故・傷病は救助の遅れが重症化に結び付きやすいにもかかわらず、森林には携帯電話の繋がらない地点が点在しています。そのような場所からでも位置情報を伴った救助要請を行うことができるようになりました。

### 【位置情報の蓄積が森林での救助・捜索に威力を発揮。迅速な救助につながる】

森林での救助、捜索は闇雲に向かっても現地までたどりつけません。事前の経路調査が必須です。LPWA 子機から常時 10 分に 1 度送信され、クラウドに蓄積されている位置情報を手掛かりとして経路が推測できるため、迅速な救助につながります。

### 【LPWA 中継網はクラウドに接続。携帯電話の圏外からでも事務所や家族と連絡が取れる】

LPWA 通信網は役場本庁舎の屋上に設置している親機から LET 回線によりクラウドにつながっています。これにより、LPWA 子機とペアリングしたスマホの専用アプリを使えば携帯電話の圏外からでもご家族のスマホや事業所のパソコン等インターネットにつながっている端末とチャットコミュニケーションが可能になりました。

### 【短期間でローコストに広大な森林をカバーできた】

機器の構成が簡易なこと、カバーしたいエリアに対し中継機が少なく済むことから短期間でローコストに LPWA 中継網が構築できました。

- ・ LPWA 親機 約 20 万円／台
- ・ LPWA 中継機・ソーラーパネル・リチウムイオンバッテリー 約 100 万円／セット
- ・ LPWA 子機 約 5 万円／台
- ・ アプリケーション構築、クラウドカスタム費 約 500 万円  
エリア調査、設置設定費別

【自前の通信網なので回線使用料を通信事業者に支払う必要がない。後年度負担が少ないため自治体取り組みやすい】

自営通信網であるため、インフラ部分である LPWA 通信網の使用料はゼロです。

維持費として後々必要となるのは、総務省に支払う電波利用料（1 台年間 400 円／年 親機、中継機、子機すべて同額）とインターネット接続のためのクラウド利用料（1 台 300 円／月）及びインフラである LPWA 中継網の定期メンテナンス料（年 1 回程度 数十万円）です。維持費が安いことも構築に踏み切る決め手になりました。

## 8 取組を進めていく中での課題・問題点（苦労した点）

### 【エリアカバーの難しさ】

国庫補助事業を活用したため交付決定まで事業が行えませんでした。当初想定より 1 ヶ月以上事業開始が遅れ、中継機の設置場所の選定、現地調査、通信テスト、設置作業といった一連の行程を真冬におこなうことになってしまいました。

中継機は標高 1,200～1,500m 超の場所に設置することになります。四国山地にある本町です。冬場には降雪もあります。そこに至るルートの多くは冬季通行止めになる箇所が多く、通行許可の申請等にも手間と時間を要することとなりました。

設置場所はなるべく町有林や町有の施設を選びましたが、保安林や自然公園に設置する場合もあり、関係各所に必要な手続きなどを伺いながら行いました。

今回の事業は町内全域カバーして救助に役立てようとするものです。もしこれが、特定の地点間の通信であれば、それぞれの地点で通信可能かどうかだけを調べればよいだけですが、全域カバーを目指すとなるとその逆で、通信ができないところを探して対策しなければなりません。

林道や主な作業道は、構築を委託した事業者により調査済みですが、施業現場となる森林のすべての地点の調査が行えたわけではありません。

今後運用を継続していく中で、LPWA の電波が届きにくい場所が見つければ、中継機の変更したり、増設したりといった対策を行い、中継網の信頼性を向上させていくこととしています。

### 【フィールドで設計通りの機能が出ず、機器の調整や改修が必要なことも。関係者相互に訓練を繰り返し、本格運用につなげたい】

既に実績のあるオリナワシステムをベースにしているとはいえ、林業見守り用にアップグレードした機器を実際のフィールドで試してみると、想定通りとはいかず、機器の調整や改修を行うことにもなりました。

ちょうど新型コロナの影響を受けた時期と重なってしまい作業スケジュールに遅れが生じ、LPWA 子機をお申込みいただいた林業従事者の方々をお待たせすることとなってしまいました。

今後も林業従事者、地元森林組合、林業事業体、消防及び役場が相互に協力し訓練を繰り返したうえで本年度中には本格運用を実現する予定です。

## 9 今後の予定・構想

### 【全域 LPWA 通信網を、「町ごとまるっと IoT ネット」として成長させたい。】

国庫補助金を活用しつつも、町独自の展開ができるよう将来を見据えて構築した LPWA 中継網です。「町ごとまるっと IoT ネット」として様々な分野で IoT 化を進めていくこととしています。

本年度は、防災情報収集のための河川の水位センサとオリナワシステム（獣害捕獲用ワナの動作を検知するシステム）の設置を予定しています。

今後さらに、雨量や地滑り等の防災情報収集、児童・高齢者・登山者等の見守り、不法投棄の監視、農業 IoT、介護、福祉、等様々な分野で展開を検討しています。

**【LPWA 子機に内蔵されている 3 軸加速度センサを救助要請に活用したい。検証を繰り返して適切な閾値を割り出したい】**

子機には 3 軸加速度センサが内蔵されています。一定の加速度を検知すれば SOS 信号を出すという仕組みを作ることも技術的には可能です。

しかしながら、どのような加速度を検知すれば救助要請とするべきなのか、単に子機を落としたり、荷物とともに投げ捨てたりだけでは作動せず、斜面を滑落したり倒木による打撃があったときのみ作動するようにしなければ誤報多発となってしまいます。

森林や山間部での救助は多くの人員を割くことになり、ただでさえぎりぎりの人数で回している消防に加重な負荷をかけることとなってはいけません。現在は加速度センサを OFF にしていますが、将来的には十分な検証を行ったうえで適切な閾値を割り出し、救助要請に活用していきたいです。

**【久万高原町を高出力 LPWA のテストフィールドにしたい】**

久万高原町は、複雑で険しい地形の広大な面積を持つ町です。LPWA は長距離通信が得意な無線方式といえども厳しい条件がそろっています。このことは、久万高原町で問題なく使えることが実証できれば、本町同様に厳しい地形を持つ他の自治体でも使用に耐えるものになるということです。

山間部、森林を抱える自治体は日本中に数多くあります。IoT の利活用は都市部から進んできていますが、本町をモデルケースとして山間部、森林を抱える多くの自治体が林業従事者の安全性を向上させながら、様々な分野での IoT 化を促進すれば、都市部以外での IoT の利活用が大きく広がることとなります。

また、本町の高出力 LPWA 中継網をテストフィールドとして、IoT に取り組む企業等のデバイスやシステムの開発に活用していただきたいと考えており、今後、招致活動を行っていくこととしています。

## 10 他団体へのアドバイス

日本の国土の約 7 割は森林です。森林には携帯電話が届かない地点が点在しています。そのような場所でも作業されている林業従事者や建設作業従事者のみなさんの安産性向上を図りながら、様々な分野での IoT 化の促進のためのインフラにもなります。

無線通信網の整備にしては破格のローコストで設置、運用が可能です。後年度負担が抑えられるので自治体としても取り組みやすいのではないかと思います。

まずは一部の地域からでも試してみたいはいかがでしょうか。

## 11 取組について記載したホームページ

全国初となる LPWA 通信網の森林を含む町内全域整備について (久万高原町ホームページ)

<https://www.kumakogen.jp/soshiki/2/9598.html>

愛媛県久万高原町／町内全域に LPWA 通信網を整備 (全国町村会ホームページ)

<https://www.zck.or.jp/site/spot/20084.html>