

令和6年度
所有者不明土地等対策モデル事業
(忍山温泉旅館山光館の廃墟をGXで利活用する構想)
実施結果報告書

令和7年3月

特定非営利活動法人コミュニティ科学ネットワーク

【目次】

1. 業務の目的及び概要	
1) 業務の目的	2
2) 対象地域名	2
3) 対象地域の特性	2
4) 対象地域（対象物件）の課題	2
5) 事業の実施体制／活用する地域の資源	3
6) 業務フロー	4
7) 業務工程	5
2. 詳細な業務内容	
1) 取組の全体像（事業スキーム）	5
2) 未利用資源の活用	6
3) アウトリーチ	19
4) 地域活性化のトリガー	24
3. 業務の成果と課題	
1) 本業務で得られた成果・知見	26
2) 今後の課題	27
3) 今後の取組予定・見通し	27
4) 分析・提言等	29
■参考 旧山光館現況カルテ	30

1. 業務の目的及び概要

1) 業務の目的

本事業は、周囲を丘陵に囲まれた旧忍山温泉山光館の跡地に位置する低・未利用地及び空き家（廃墟）が散在する土地を対象とする。この地の低・未利用資源を活用することで、次世代のまちづくりのモデルとなることを目指す。

具体的には、リモートセンシング技術を駆使して建物を管理し、また、グリーンエネルギー（木材を燃料とした発電や小水力発電など）を活用して、新たなビジネスを創出する検討と取り組みを行い、これにより、地域の活性化と持続可能な社会の実現に寄与することを目指す。

2) 対象地域名

桐生市梅田町4丁目■■■■■周辺

3) 対象地域の特性

当該土地は、温泉旅館の廃墟である。約30年間放置されており、放火や不法投棄などを誘発する恐れがある。相続で現在76歳の所有者は他市に在住し高齢のため日常管理が難しい状況となっている。また敷地内に所有者不明土地があり、一体的な再整備の障害となっている。

他方で、森林資源に恵まれ、群馬大学理工学府が始めようとしている「GXを加速する地域資源活用新産業創出の拠点プロジェクト」と連携することで、そのプロジェクトの中核的役割を果たすことになっている次世代通信ネットワークLPWAN（LoRaWAN）をインフラとした新たなビジネス（森林や空き地・空き家のリモート管理等）が期待されている場所でもある。

4) 対象地域（対象物件）の課題

全市において人口減少に伴う空き家・空き地の増加が課題となっており、また森林火災も近年増加している中、空き家・空き地や廃墟や森をいかにして安心安全に管理できるかが課題となっている。とくに人里離れた僻地ではインターネットや携帯電話の無線が届かないことから、それに代わる通信システムが必要とされている。またバイオマスの利活用を含めた林業の再生においてもネット未接続地域の通信システムの導入が期待されている。

またさらに、当該廃墟の敷地の中に地番のない筆があり、何らかの理由により登記ができていない。廃墟裏手の崖上にあり土留め等の施工をしたいが所有者不明のため整備ができずにいることも課題となっている。

5) 事業の実施体制／活用する地域の資源

(1) 廃墟の清掃・危険工作物等の撤去

当該廃墟（旧山光館）を社会実験の場として使用するためには、がれきやごみ（陶器、ガラス瓶、腐った家具・布団類など）の撤去や雑草・枝木の伐採が必要であり、これについては地元のボランティア団体の「XXXXXXXXXX」が主体的に実施する。

(2) 敷地全体を遠隔監視するシステム開発

建物の不法侵入や放火を遠隔管理するためにインターネットに代わる LPWAN（Low Power World wide Network）を通信インフラとして活用することが想定されており、これについては群馬大学理工学府がすでに拠点を設けていることから、これと連携して行う。またセンサー間の IoT については、TRON の開発者である坂村健氏が主宰する XXXXXXXXXX の協力のもと、その派生組織である NPO 法人 XXXXXXXXXX、の協力も仰ぐ。

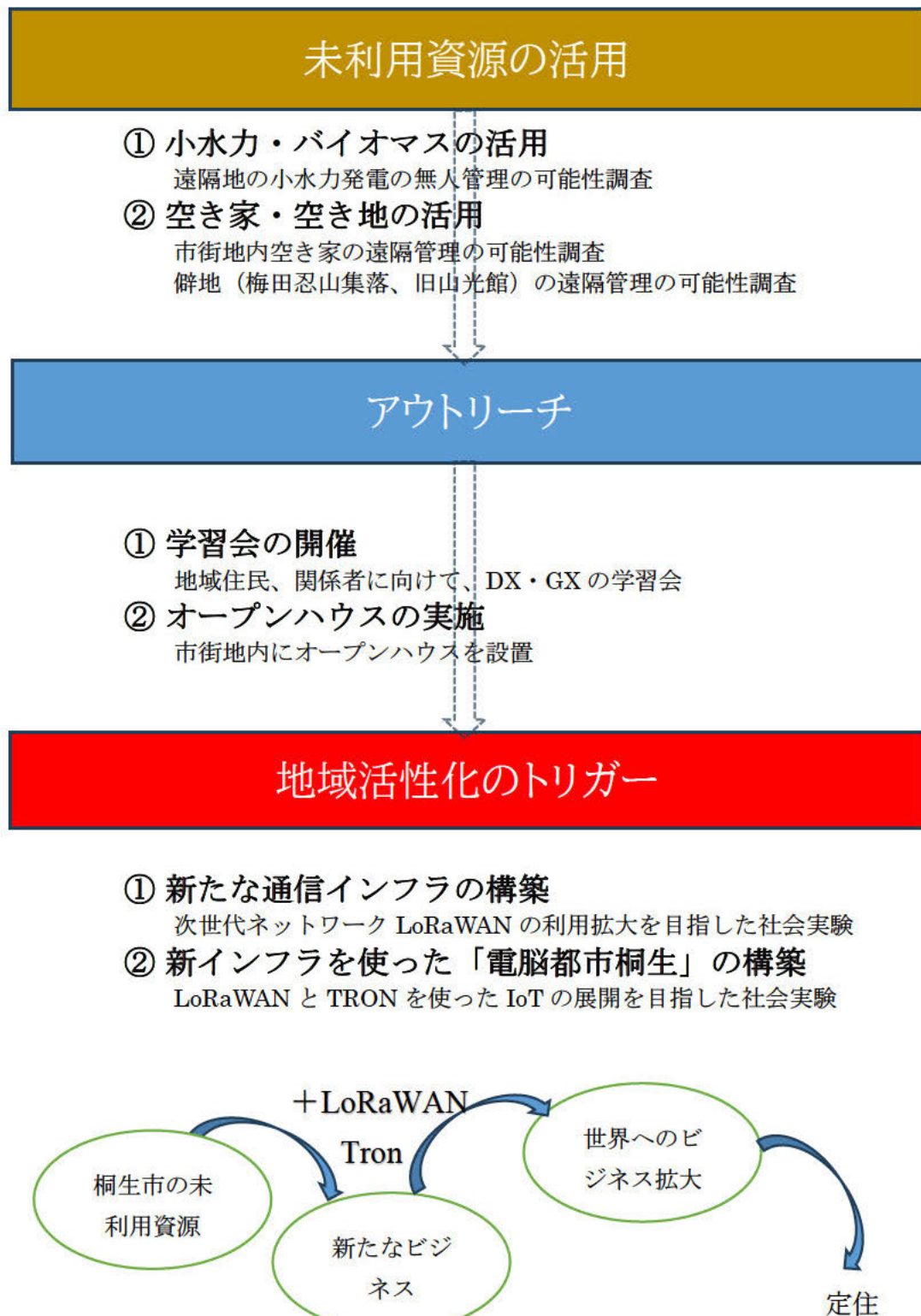
またバイオマス活用については東京大学先端科学研究センター(谷口信雄)と連携して実験を実施する。

(3) 跡地の活用計画・再整備計画の検討

未利用資源としては、敷地内に廃墟（山光館）と森林資源とかつて発電に使われていた水路がある。遠隔管理のセンサー、通信設備、電力供給のための発電装置が相互に機能しうるかどうか実験する。実装が確認できた暁には、敷地を使った自然教室などの検討を群馬大学産学官連携本部が主宰する「未来創生塾」、や XXXXXXXXXX、XXXXXXXXXX などと連携して実施する予定である。

また、旧温泉地資源（熱水は出ていないが、かつての地域名や温泉神社の遺構がある。）を活用した地域活性化の検討については、「XXXXXXXXXX」が主体的に実施する予定である。

6) 業務フロー



図表 1 業務フロー

7) 業務工程

実施事例	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
・既往事例調査	■	■	■					
・ワーキンググループの設立	■	■	■					
1) 所有者不明土地の探索				■	■	■	■	■
2) 土地利用案作成						■	■	■
3) 地域住民との学習会						■	■	■
4) 社会実験の準備と実施					■	■	■	■
5) 所有者不明土地確定に向けた調整				■	■	■	■	■

図表 2 業務工程

2. 詳細な業務内容

1) 取組の全体像（事業スキーム）

本構想は、桐生市、群馬大学、TBL、その他専門家集団が連携して、DXを活用したスマートシティ（電脳都市）を推進するなかで、キャリア電波の届かない旧忍山温泉郷の廃墟「旧山光館」の遠隔管理システムを創出し、忍山地域の地方再生を図るものである。

【群馬大学プロジェクト】

「ローカル5Gを使ったりリモートDXイノベーション創出拠点プロジェクト」

- ・廃校となった北中学校の校庭に5G電波を照射し、自動運転モビリティ、ドローン、ロボット等の実験を行う。
- ・前橋市の次世代モビリティ社会実装研究センターとのG通信を使ったりリモート操縦も実験する。

「群馬県のGXを加速する地域資源活用新産業創出プラットフォームの整備」

- ・未利用のまま賦存しているバイオマス・エネルギー源を最大限活用し、新産業を創出するためのプラットフォームを整備する。
- ・三つのフェーズ①運ぶ・集める、②電力に変換する、③電力を活用する、に分かれて推進。当面はフェーズ①に注力し、そのインフラとしてLoRaWAN網を整備する。

【旧山光館・市内の空き家活用プロジェクト（本事業）】

- ・キャリア電波の届かない旧忍山温泉郷の廃墟「旧山光館」の遠隔管理システムを創出
- ・その社会実験のオープンハウスとして市街地（仲町）の空き家を活用



図表 3 事業スキーム図

2）未利用資源の活用

市内とくに山間部に豊富に賦存している未利用資源の活用策について、その活用可能性について調査を行った。

(1) 既往事例調査

本プロジェクトは LoRaWAN をリモート管理のインフラとして使用することを前提としていることから、その先行事例について[]に聞いた。

- ・システムの信頼性：LoRaWAN は 7 年前から注目され、現在でも比較的安定して運用されているので、システムについては心配ないとのことだった。
- ・実装にあたっての課題点：当社が関わった事例として熊本県のスイカ農家があり、約 20 個のビニルハウスの温度・湿度管理を行ったとのこと。イニシャルコストを 10 年で返済するスキームでは 3 万円／月かかることからユーザーが離れ、事業化を断念したとのこと。月々のコストが数千円以下ならば事業化可能性はあるとのことだった。

(2) ワーキンググループの設立

本プロジェクトにおいて IoT のインフラとなる LoRaWAN については、その拠点を整備している群馬大学理工学府（研究代表：[]教授）との連携が要請された。また、IoT の原点（35 年前に産学プロジェクトで誕生した）TRON のインフラとの連携について検討するため[]への協力も仰

いだ。

また、小水力やバイオマス発電の実装については東京大学先端科学技術研究センター（谷口信雄研究員）へ協力を仰いだ。

また、それらの実装にあたっての社会実験の実施については、これまで地元で古民家再生などの地域活動を続けてきた「XXXXXXXXXX」への協力を仰ぐことにした。

また、通信ネットワークの社会実験の実施については、専門的知識を要することから「XXXX XXXX XXXXXXXX」への協力を仰ぐことにした。

【経緯】

- ・群馬大学理工学府が主宰する「フューチャー桐生」に参加（10/2）し、協力を呼び掛け快諾をいただいた。

⇒以降、毎月参加することになった。

- ・XXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXに協力を呼びかけ快諾をいただいた。（11/25 打診）

⇒2025 年 1 月 21 日に東洋大学 INIAD（坂村氏が手がけた電腦キャンパス）にて桐生市議団、群大関係者とともに中間報告会（総会）を実施することになった。

- ・東京大学先端科学技術研究センター（XXXXXXXXXX）バイオマスについての講義を依頼し快諾をいただいた。（11/18 打診）

⇒1 月から 3 月まで 3 回連続シリーズの地域学習会を開催することとなった。

- ・XXXXの定例会（毎月 18 日開催）に出席し協力を仰いだ。

⇒地域学習会の各団体への告知、山光館の清掃・社会実験の際の人員の提供を支援していただけることとなった。また、当団体の古民家再生活動で連携しているXXXXとの協働で、市内の空き家をオープンハウス（プロジェクトを知りたい人が訪ねてきたときに説明する場所）を 3 か月間提供していただけることとなった。

- ・XXXX XXXX XXXXの IT 担当（XXXXXXXXXX）に協力を仰ぎ、XXXXほか、XXXX XXXX、XXXX XXXXなどの派生団体とのハブ（連携軸）となっていたこととなった。

⇒社会実験に関わる消耗品のレンタル、補助員の提供をいただけることとなった。

(3) 所有者不明土地の土地所有者の探索

旧山光館（桐生市梅田 4 丁目XXXXXX）周辺には同地権者の所有する筆が複数あるが、そのうち山光館建物の北側斜面に公図無番地があり、その帰属にあたって探索する必要があった。

- ・旧山光館（桐生市梅田 4 丁目XXXXXX）地権者との交渉

当該建物は、旧忍山温泉郷の一部にある。当該地より約 2 km 川下に湯本があり、昭和 42 年まで温泉旅館が 1 軒営業していた。山光館は、「忍山温泉奥湯本旅館」とし

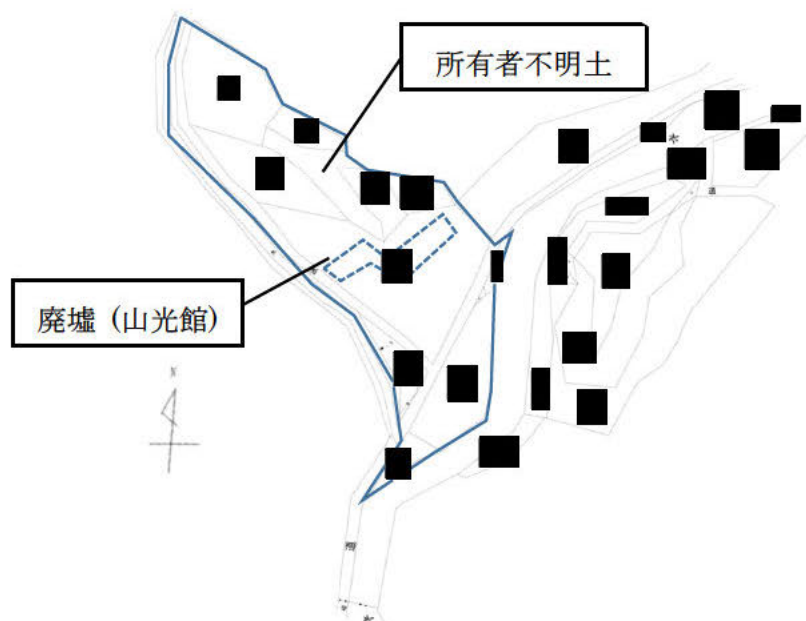
て同時期に営業していたが、湯本の温泉が出なくなってから、地元の大手建設会社の保養所となった。バブル期に会員権として建物の所有権が分割され、バブル崩壊期に大手建設会社の社長がなくなりそれらの所有権が散在したまま放置され、廃墟となっていた。それらを15年かけて統合したのが現在の地権者（太田市で内装工事を営む会社Sの社長）である。地権者とは、当該建物およびその周辺の保有する土地の（地域活性化のための）使用を担保するため覚書を交わすこととなった。（後に添付）

また、当該建物の北側斜面に所有者不明土地が存在することが分かり、その帰属について調査することとなった。

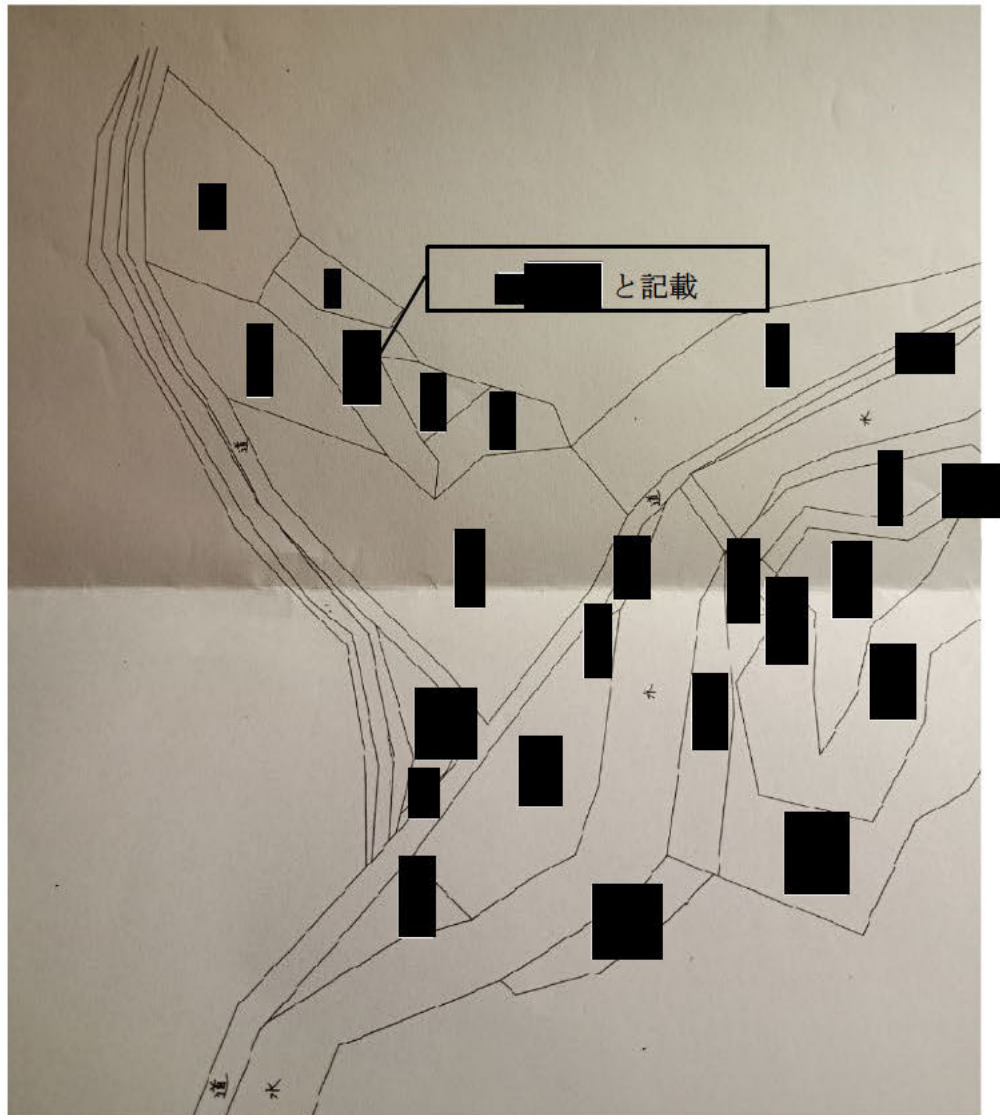
【所有者不明土地】

下図の無番地がそれに該当する。法務局の土地登記（公図）においては無番地となっているが、桐生市役所固定資産税課からは「XXXXXXXXXX」として課税されている実態がある。固定資産税課に問い合わせしたところ、西側水路脇の小道の番地を誤って写したとのこと。（しかし小道の面積に対して課税していたことになるので問題ないとのことだった。）

法務局に問い合わせたところ電算登記前の原本（和紙）で調べたところ「緑色」になっていることから「畔」だったのではないかという推測が可能だが、明確な資料が残っていないので、財務省関東財務局と相談して欲しいとのことだった。（まずは地権者の古書に当時の状況を示す資料が残っていないかを確認することとなり、その作業は現在も継続中である。）



図表 4 現在の登記されている公図



図表 5 桐生市固定資産税台帳 ■■■■■ の行方

法務局の登記（公図）では無番地になっている筆に対して、桐生市の固定資産税台帳では「■■■■■」と記載されており、山光館の権利者あてに課税されて来た事実がある。

この件について、桐生市の担当者は、法務局の「■■■■■」の登記事項の面積が 390 m²となっているので、推測で当該筆に地番を写したのではないかと説明する。

法務局は、次の「和紙」のとおり「■■■■■」は西側水路脇の小道であり、桐生市が誤って写したものと説明する。（法務局の「和紙」から判断する限り（水路脇の小道の）面積が 390 m²であっても問題ないと説明する。）また和紙では緑色であることから国有地（畔）ではないかと説明する。

【権利者と交わした覚書】

旧山光館および周辺敷地の利用に関する覚書

■■■■■を甲、特定非営利活動法人コミュニティ科学ネットワークを乙、■■■■■を丙として、甲乙丙は、後載本件不動産について下記の通り合意した。

記

（憲章：目的と精神）

第1条甲乙丙は、忍山川周辺ないし梅田地域の創生や活性化に資するよう旧山光館周辺を適正に管理し利活用することを目的とする。そのためには、三者が互譲の精神に基づき双務に理解し推し進める事が、最大の成果に寄与してゆく事を甲乙丙は共有した。

（報告）

第2条前条の目的を達成するために実施した成果を、乙は甲丙に対して少なくとも年に1回の報告会を開催する。

（建物の構造に関わる修繕）

第3条乙は、本件建物の躯体や構造に関わる修繕を行う場合は、一級建築士等の有資格専門家の判断を仰いで修繕案を作成し、予め甲に事前報告をするものとする。

（覚書の更新）

第4条 本覚書に特に定めのない事項、および覚書の変更ないし期間の更新については、必要に応じて甲乙丙で第1条の趣旨に則り、協議の上取り決めてゆくものとする。

以上

本書の証とて、甲乙丙各3通作成し、各々記名押印の上、各1通を保有する。

2024年12月18日

甲) 所在
名称

■■■■■

乙) 所在 東京都杉並区阿佐谷北 4-10-8
名称 特定非営利活動法人コミュニティ科学ネットワーク
理事長 島田昭仁

■■■■■

丙) 住所
氏名

■■■■■

本件不動産

●建 物（通称旧山光館）

所 在：桐生市梅田町四丁目

家屋番号： 番

種 類：居宅

構 造：木造杉皮葺 2階建

床面積：1階 119.00㎡ 2階 112.39㎡

●附属建物

	種類	構造	床面積
符号1	物置	木造亜鉛メッキ鋼板葺 2階建	1階 24.79㎡ 2階 24.79㎡
符号2	物置	木造亜鉛メッキ鋼板葺平家建	24.79㎡
符号3	浴場	木造杉皮葺平家建	98.34㎡

●土 地 所在：桐生市梅田 4 丁目

地番	所有者	地目	地籍㎡	備考
		宅地	168+381	を合筆
		〃	39	
		〃	82	
		〃	微小	
		〃	微小	
		山林	267	
		宅地	854	
		〃	387	
		山林	89	
		〃	76	
		〃	102	

(4) 土地利用案作成

①小水力・バイオマスの活用

・小水力発電の可能性調査

当該土地には、昭和初期まで使用されていた小水力発電の遺構がある。垂直落下式タービンで、旅館全体の電力を賄っていた。権利者によれば、当時この梅田地域では同様の小水力発電が集落ごとにあり、集落ごとに自家消費されていたという話である。

今でもその発電に使われていた水路が残っていることから、新たにタービンを設置することで再生できるかどうかという可能性調査を行った。

・12/14 現地（旧山光館）の視察

参加者（群大関係者4名、 2名、 2名、桐生タイムス1名）→小水力発電の遺構を確認

具体的には、かつて発電に使われていた水路は土管形状で取り出し口が忍山川の岸壁の水際より下位にあることから大掛かりな調査が必要となることが分かり、調査は群馬大学理工学府の 教授に依頼することとなった。

また西側水路からの取り出しも検討されたが、砂防ダムが設置され水量が制限されていることや高低差が10mに満たないことから、12V・30W/h程度の電力しか得られないことが分かった。しかしながら、スマートメーターやセンサーの維持に使われる電力供給としては充分であることから、実際にメーターやセンサーを設置する際に工事することとなった。（次年度に予定）

・バイオマス発電の可能性調査

当該土地周辺には、森林資源が豊富にあるが有効活用されていない。昭和初期までは国産材も売れていたが自由貿易になってから海外産の木材に価格で負けて林業が成り立たなくなった。むしろ維持費のほうがかかるという理由で放置されている民有林も多い。また近年はそうした民有林から山火事が多発しており、社会問題ともなっている。バイオマス発電を実装するにあたっては、原料となる間伐材の切れ目ない供給が必須となり、一定数の林業者の確保が必要となるが、桐生市において林業を困難にしているのは、急峻な地形（斜度が厳しい。山が入り組んでいる。）であることも挙げられる。

すなわち管理用道路を設置することが難しいため人が入っていくことができない。機械設備を入れて自動化することも考えられるが、電波が届かないためにセンターで一括管理ができない。

また、バイオマス発電を実装するとなるとボイラーが必要となり、その監視のために人がついていなくてはならないが、僻地であるために常時人を配置することが難しい。

・12/18 東大先端研 氏との協議（ に参加）

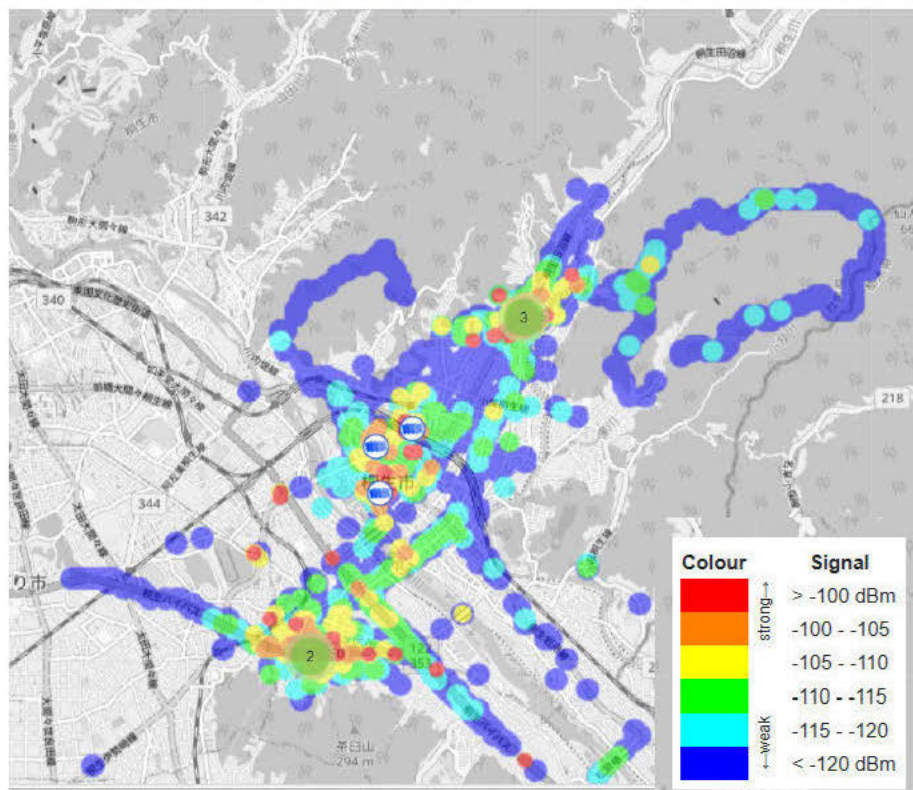
→1/18 及び 2/15、バイオマス・小水力の進め方について、[redacted]氏と打合せ
谷口氏によれば、こうした特に通信環境の整備課題は全国的に風力発電や太陽光
発電など他の自然エネルギー発電でも同様の課題となっており、後述する次世代ネ
ットワークシステムと両輪で検討していくことがふさわしいという結論となった。

②空き家・空き地の活用

・市街地内空き家の遠隔管理の可能性調査

桐生市の市域面積の約 7 割は山間地である。旧山光館の在する梅田地域もその一
つであり、とりわけ忍山地域は交通・通信手段の厳しい地域である。過疎化も進ん
であり、空き家も増えている。しかし空き家件数は圧倒的に市街地内が多い。本プ
ロジェクトにおいて山間地域の空き家・空き地の遠隔管理をテーマとして挙げてい
るが、身近な例として市街地内の空き家を題材にして、放火や侵入を予防するため、
またはゲストハウスなどに利用転換するために必要となる遠隔管理システムの実装
可能性を調査した。

前述のように、桐生市内は群馬大学を拠点として LoRaWAN 網がはりめぐらされ
ており、市民は自由に無料で使用できる環境となっている。このネットワークを利用
して、仲町の空き家で実験したところ、各種センサーが正常に動作することが確
認された。(12/25) この使い勝手を近隣住民に説明するため、オープンハウス (シ
ョールーム) を設置することとなった。(後述の「アウトリーチ」の項で説明する。)



図表 8 TTNMAPPER (LoRaWAN網カバーエリアの現状) 桐生市

・僻地（梅田忍山集落、旧山光館）の遠隔管理の可能性調査

梅田地域は前述のように山間部で、LoRaWAN の電波も届きにくいエリアにあるが、なかでも忍山地域は急峻な地形から LoRaWAN であっても電波が届かないエリアがあり、そうした地域をどのようにカバーするかを検討する必要があった。

まず、これらの地域においては、群馬大学が設置した市内のアンテナ塔からは直接電波を送受信できないため、ゲートウェイ自体がなにがしかのインターネット電波と接続している必要がある。そのためインターネットを受信できる限界エリアにゲートウェイを置き、そこから各センサーへ LoRaWAN 無線で送受信することになるが、LoRaWAN 無線自体も急峻な山間地内では届きにくいいため、データ通信を可能とする別の通信手段を組み込まなくてはならない。その結果、考えられたのが 429Mhz 周波数帯を利用した LoRa 電波である。（LoRaWAN は 923Mhz を利用して日本の基地局を通じて世界とつながっていることから、それ以外の周波数帯を利用したものをプライベート LoRa という。）

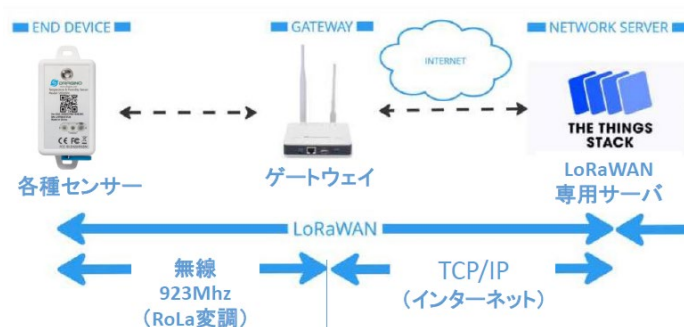
429Mhz 帯を選んだのは、電波法において「特定小電力無線」に指定され、登録不要で自由に使える点にある。また電波の出力は 0.01W と省電力なので、特段の電源供給が不要な点にある。しかし低出力な分だけ遠くには届かない。

そこで、まず社会実験としては忍山地域の（ア）どこまでインターネット電波が届くか、（イ）どこまで LoRaWAN 電波が届くか、（ウ）どこまで 429Mhz の RoLa 無線が届くか、の三点を実施した。

【LoRaWAN】

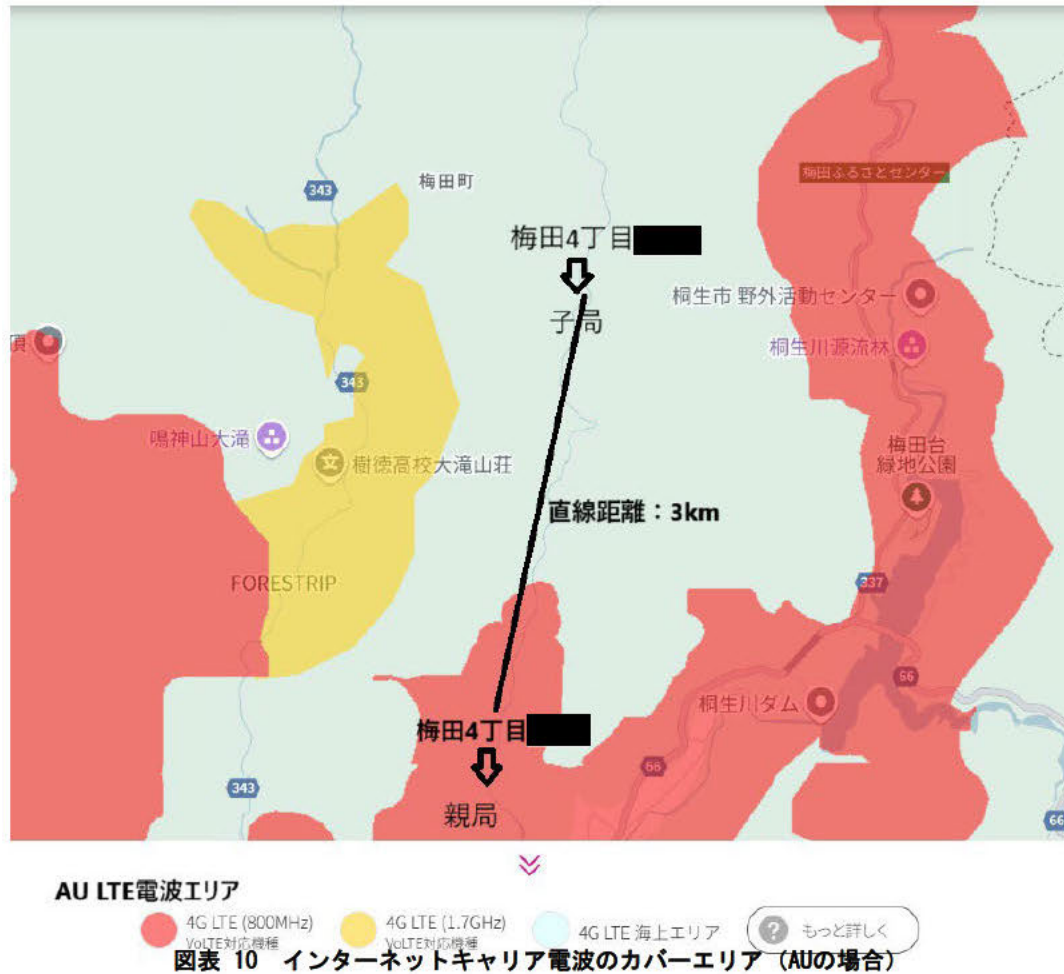
小電力で遠くまでカバーできるといった利点を持った通信ネットワークで、プロバイダーがないことから基本的に無料で使用できる。他方、小容量・低速度であることから、会話通信や動画通信はできないといった面もある。遠くまで電波を送ることができるのは、LoRa プロトコル（データの変調・復調の方式）にある。少ない情報しか通信しないために人間と人間のインターフェイスではなく IoT のインターフェイスに使われる。

【システムの全体像】

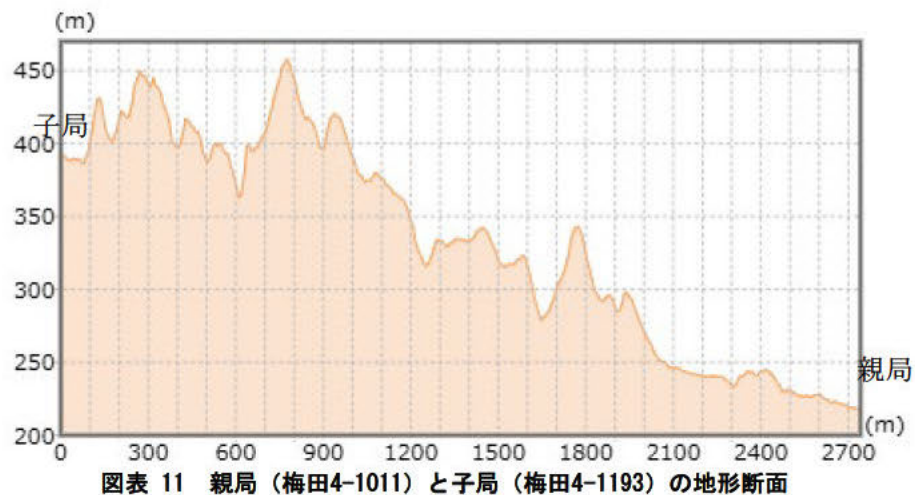


図表 9 LoRaWANのしくみ

(ア) どこまでインターネット電波が届くか



上図のピンク色が AU 電波のカバーエリアである。NTT ドコモや楽天などに比べてキャリア電波としては梅田地域を最も広くカバーしている。



(イ) どこまで LoRaWAN 電波が届くか ※破線が届く範囲



AU LTE電波エリア

4G LTE (800MHz)
VoLTE対応機種

4G LTE (1.7GHz)
VoLTE対応機種

4G LTE 海上エリア

もっと詳しく

これは社会実験 (3/3、3/9) で実施されたものだが、上図・右図に示すとおり、実験の結果は、梅田 [] (桐生川と忍山川の分岐点に最も近い集落) にゲートウェイを置いた場合、その LoRaWAN 電波が届くのは次の集落までであった。

図表 11 に示すとおり急峻な斜面が電波をはばみ、500m 先の集落にしか届かないことが分かった。



図表 12 親局 (梅田 []) からLoRaWAN電波が届く範囲

※破線が届く範囲



4G LTE (1.7GHz)
VoLTE対応機種

4G LTE 海上エリア

② もっと詳しく

図表 13 親局（梅田4-1011）からプライベートLoRa電波が届く範囲

これは社会実験（3/3、3/9）で実施されたものだが、上図に示すとおり、実験の結果は旧山光館まで届いたので、急峻な斜面を超えたことが証明された。この結果から、キャリア電波の到達縁辺部から2.5kmまで奥地にエリアを拡大していることとなり、桐生市のほぼ全域をカバーできることが分かったことになる。



図表 14 親局（梅田4）での実験の様子

3) アウトリーチ

(1) 学習会の開催

- ・ 東洋大学 INIAD で桐生市議団を含め関係者全員で中間報告会を行った。(1/21)



図表 15 東洋大学INIAD（電腦キャンパス）内での中間報告会の様子

この報告会の中で、[REDACTED]と、分散型ネットワーク社会を構築すること、誰でもオープンに使用できる連携関係を構築するといった基本精神を確認するとともに、今後はまず桐生市において LoRaWAN のシステムを使ったネットワークを完成させたうえで、TRON¹デバイスの導入や、TRON サーバ²の乗り入れを図るというロードマップが共有された。

また、電腦住宅についてのシステムを無料で使用できる権利をいただくとともに、将来的なりノベーションに導入していくためのプロジェクトを推進していくことを確認した。

¹ 日本が 1989 年に坂村健氏が開発した国産 OS。PC の OS としても使用可能だったが、日米貿易摩擦の懸案材料（候補）の一つに挙げられ、その後は家電や工場用ロボットの IoT の OS としてのみ使用されてきた。原理的にはサーバーを必要としない OS なので省電力であり、その意味において IoT の OS としてなじみやすい。

² もともとサーバーを必要としない OS だが既存のインターネット WAN との乗り入れを可能とするために専用サーバを持っている。代表的な例としては「ココシル」などがある。

・地域住民、関係者に向けて、DX・GXの学習会³を1月から3月まで3回実施した。
→第1回：地元の集会所「二渡集会所」での実施

第1回学習会は、小水力発電・バイオマス発電についての基礎知識を共有することを目的に実施。

第2回学習会は、LoRaWANの基礎知識を共有することを目的に実施。

第3回学習会は、それらを活かして、梅田地域の森林資源や空き家・空き地を有効活用するビジネスプランを創発することを目的に開催される。（3/14 予定）



図表 16 地域学習会のチラシ



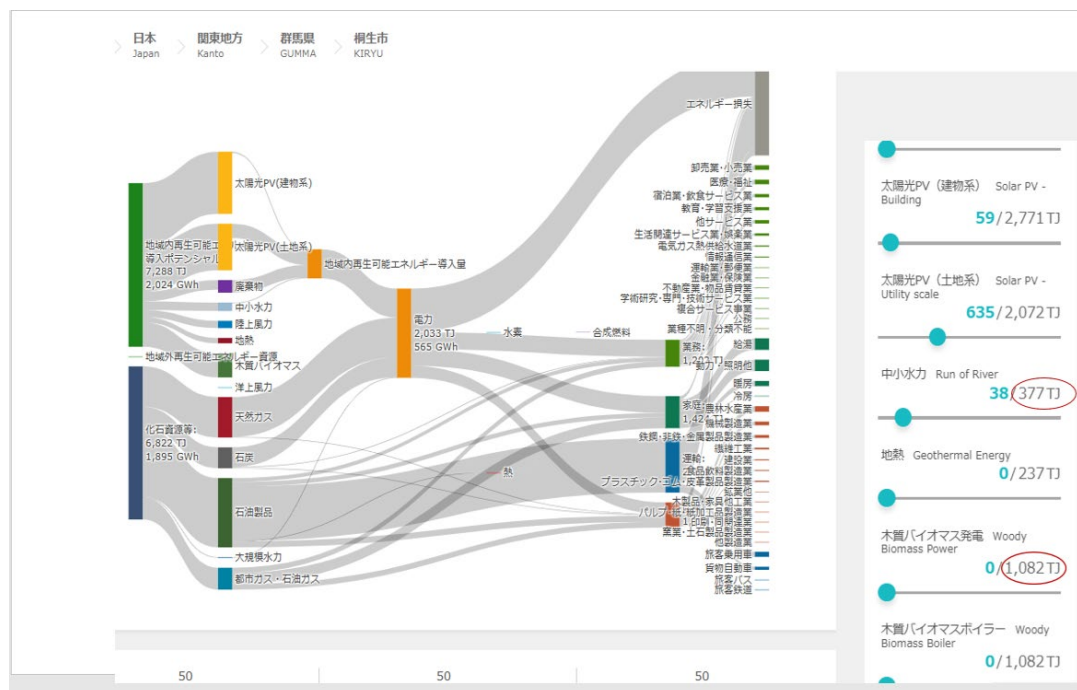
図表 17 第1回学習会の様子

³ 「梅田の森林資源や小水力を活用した地域活性化のための学習会」全3回シリーズ。GXの未利用資源とDXを組み合わせ、新たなビジネスのプラットフォームを創出するための学習会。旧山光館の位置する梅田4丁目の住民や林産家が主な対象者だが、関心のある市民も自由に参加できるものとした。

→第2回 梅田ふるさとセンターでの実施



図表 18 第2回学習会の様子



図表 19 第1回学習会で使用された資料の一部

20250118

“山間部の森林資源活かしたバイオマス発電講習会”

テーマ: 桐生市梅田の山間資源を活用した自然エネルギーの活用

参加者の思い: 住民が減り、若者が減り、活気がなくなってしまったこの地域を、地域を愛する人々で、地域の資源を活かした事業を起こし活性化したい。

参加者の関心: 木質バイオマス発電・熱利用、小水力発電、地産地消

調べてみよう: この地域の自然エネルギーは、地域を活性化するほどのものがあるのだろうか？ あるとしたらどのくらいのものか。

資料: “地域エネルギー需給データベース”を使ってみる。

- ① 桐生市の自然エネルギーを数値で把握
- ② この資料によると、桐生市には、桐生市すべてのエネルギー需要を賄うほどの再生可能エネルギー導入ポテンシャルがある。
- ③ 木質バイオマス発電またはボイラー向け資源量は、1,082TJ＊
＊「TJ」とは、テラ・ジュールと読む。
テラは大きさ、ジュールは熱エネルギー換算単位。
- ④ 中小水力資源量は、377TJ

- 上記の資源量の数字では実感がわかないので、金銭換算(試算)してみる。

● 試算 (金銭換算)

・ジュールをキロワットアワーに換算する計算式 $1\text{J}=2.778\times 10^{-7}\text{kWh}$

【木質バイオマス】

資源量 J(ジュール) $1,082\text{TJ}=1,082\times 10^{12}$

資源量電力換算 kWh JをkWhに変換 $3,005\times 10^5\text{kWh}\approx 3,000\times 10^5\text{kWh}$

$1,082\text{TJ}=1,082\times 10^{12}\times 2.778\times 10^{-7}\text{kWh}\approx 3,005\times 10^5\text{kWh}$

電力を金銭換算 30円/kWh とすると 90億円

$3,000\times 10^5\text{kWh}\times 30\text{円/kWh}=90,000\times 10^5=9,000,000,000\text{円}=90\text{億円}$

【中小水力】

資源量 J(ジュール) $377\text{TJ}=377\times 10^{12}$

資源量電力換算 kWh JをkWhに変換 $3,005\times 10^5\text{kWh}\approx 3,000\times 10^5\text{kWh}$

$377\text{TJ}=377\times 10^{12}\times 2.778\times 10^{-7}\text{kWh}\approx 1,047\times 10^5\text{kWh}$

電力を金銭換算 30円/kWh とすると 30億円

$1,047\times 10^5\text{kWh}\times 30\text{円/kWh}=31,410\times 10^5=3,141,000,000\text{円}=30\text{億円}$

◎試算から見えてきたもの

・大きな利益を生みそう。話が十分の一としても年に数億円の利益の見込み

◆次なる課題は？ ⇒ 課題・懸念事項の拾い出しと、検討。なによりチャレンジ精神。
そうして一步一步詰めていくと、実現性が見えてくる

＊参考

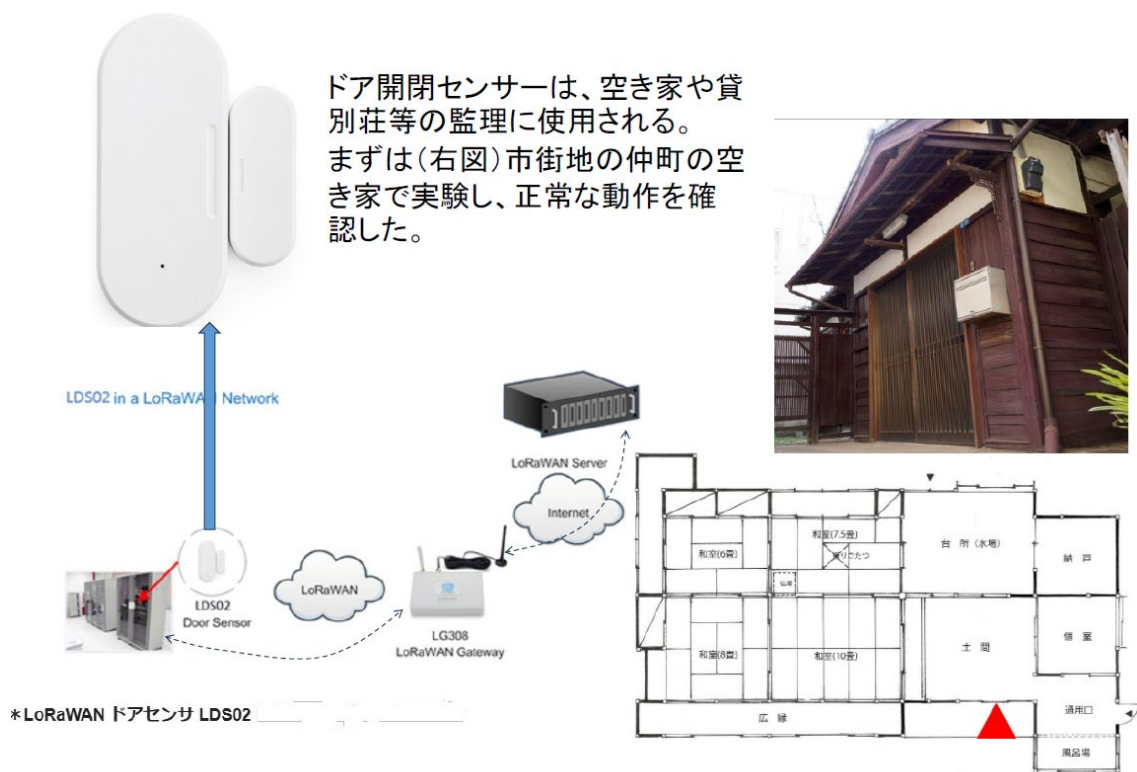
[再生可能エネルギー事業支援 ガイドブック\(令和6年度版 Ver.2\)令和6年11月更新版](#)
[2024年度 エネルギー対策特別会計における補助・委託等事業](#)

図表 20 第2回学習会で使用された資料の一部

図表 21 第2回学習会で使用された資料の一部その2

(2)オープンハウスの実施

市街地内にオープンハウスを設置



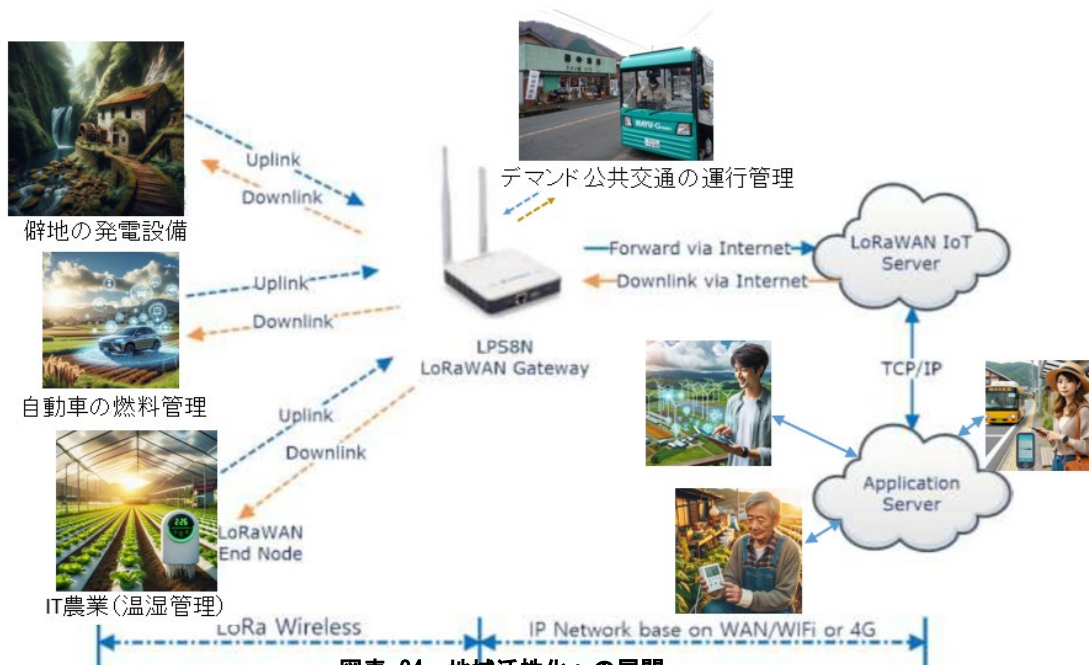
図表 22 オープンハウスで使用されたセンサー



図表 23 オープンハウスでのセンサーの説明の様子

4) 地域活性化のトリガー

今回の実験で明らかになった LoRa 通信の可能性（桐生市のほぼ全域をカバーできること）をもとに、新たなビジネスを創発していくことが可視化できることとなった。



図表 24 地域活性化への展開

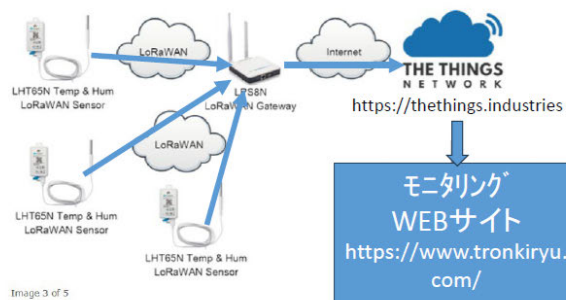


発信機

モニタリングWEBサイト



温度湿度センサーは、空き家や空き地の入や自然災害による火災の未然発見に使用される。右図は、TTN(TheThingsNetwaowk)というLoRaWAN専用のネットワークサバからデータを見やすしたWEBサイトである。



図表 25 社会実験用に作成した遠隔管理アプリ

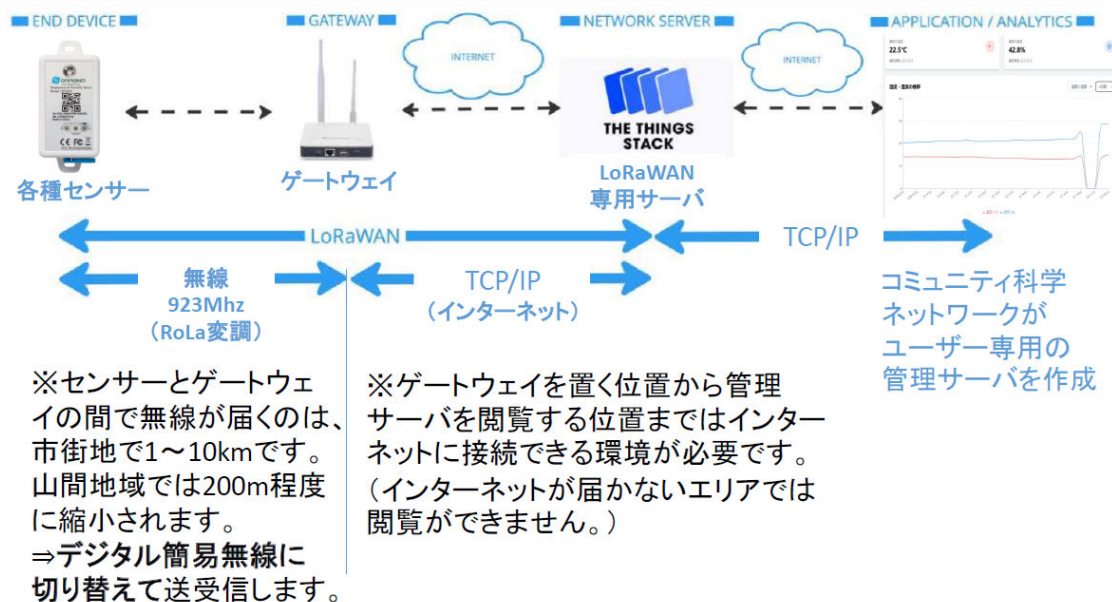


距離センサーは、空き家や貸別荘等の監理に使用される。人を感知したり物の量の変化を感知することができる。



図表 26 開発したシステムの応用例

【システムの全体像】



図表 27 開発したシステムの全体像

3. 業務の成果と課題

1) 本業務で得られた成果・知見

■[]の協力

1/21 に東洋大学 INIAD にて、技術的相談が実現することになった。もともと TRONOS は、下位層に独自の通信ネットワークをもっているが、LoRaWAN を下位層に置いたネットワーク層が構築できるかどうかの技術的課題にとり組む。

■群馬大学の協力

理工学府が進めている LoRaWAN の社会実験に参画することになった。LoRaWAN 仕様のセンサーを無料で提供していただき、今後はゲートウェイを接続して LoRaWAN ネットワーク層に登録し、市街地における空き家の遠隔管理の実験を行う予定。山間部においては障害物が多いため、さらなる技術的課題が生じる可能性がある。

■地元自治会の協力

バイオマス・小水力に興味を持つ地元の住民向けに 1/18、2/15、3/14（予定）に学習会を企画し、多くの参加者を集めることができた。

■地元高校の協力

桐生高校、桐生商業高校へ学習会への参加を呼びかけ 1/18 は桐生商業高校の教員が参加、2/15、3 月は桐生商業高校の生徒が参加することになった。

■キャリア電波の届かない僻地へのデータ通信の仕組みの構築

前述のとおり、LoRaWAN の電波も届かない山間奥部においては、429Mhz 帯のデータ通信無線と特殊なアンテナ⁴を使用することでそのエリアを拡大できることが分かった。おそらくこの実証実験結果は**国内初の快挙**であると思われる。

429Mhz 帯域を使ったプライベート LoRa 無線の活用については、すでに長野県の中
小企業[]が着目し、研究開発を進めてきており、2025 年 4 月以降に
その商品（商品名「[]」）を販売開始しようとしているところである。しか
しながら、この商品は仮に山間部であっても見通しの良い場所での使用を前提としてお
り、本件のような急峻な山間奥部での使用は想定外であった。（実際に「[]」
では今回の場所では電波が通じなかった。）

それに対して、本プロジェクトでの社会実験では、受信側のアンテナに工夫がされて
おり、そのアンテナを使っでの実証実験としては今回が国内初である。これによって
[]も視野に入れていなかった山間奥部での活用に道を拓いたことを
意味し、今後の山間奥部でのイノベーション的な普及、展開が期待できる。

429Mhz は電波法で「特定小電力無線」に定められており、自由に使えることや電力
供給がほとんど不要な点に利点がある。また LoRa 変調を使っていることにより（他の
ユーザーや自然界のノイズとの）混線がほとんど起こらない点にも利点がある。まさに
山間奥部に適した技術であると言える。

⁴ 429Mhz 帯域はペースメーカーなどの微弱電波の機器に使用されるため、送信（子局）側に出力効果を高めるアンテナを使用することが禁じられているが、受信側には認められている。

2) 今後の課題

- TRONOS を活用した建物遠隔管理システムの社会実験に向けた組織の体制、担い手、合意形成、については順調に進んでいるが、旧山光館が僻地にあり、道路事情が悪く普通車ではアプローチできないことから、危険物の撤去等社会実験の環境整備に手が付けられないでいる。廃墟となってから 20 年近く経過しており日増しに老朽化が進展している。崩れ落ちた屋根や建具などが建物の周囲に散乱し、樹木・雑草も進路を阻んでいる。安全に人が近づけるようにするために周囲を抜本的に清掃し、足場の危険な個所は応急的な措置を施すなどの対策が必要である。そのために協力者を募って清掃イベントを実施する予定でいる。
- 社会実験を通して、遠隔地やアクセスが厳しいエリアの空き家・空き地等を管理するためのセンサーシステム（侵入者の検知、熱（火災）の検知等）が実証された。今後は山間部の様々な個所でも検証し、実装に向けて進化していく必要がある。
- 所有者不明土地（梅田 4-■■■■）について桐生市と法務局前橋出張所と調整したところ、両者の登記に齟齬がある（桐生市の固定資産税台帳に転記した際に間違いがあった。）ことが判明したが、最終的には、関東財務局の判断をあおぐ必要がある。

3) 今後の取組予定・見通し

- 3/14 バイオマス・小水力学習会（桐生市本町 6 丁目 和順会館 3 階）予定
- 4 月以降、地元住民から今後も定期的に学習会を開催してほしいという要望がある。
- 社会実験を実装していく
 - ・ 429Mhz 通信の基地局の設置：（ア）キャリア電波増幅器と（イ）LoRa 受信アンテナと（ウ）ソーラーパネル発電の設置。
 - （ア）キャリア電波自身が山間部では弱まるので、増幅して送受信する装置が必要。
 - （イ）八木アンテナなどの受信能力の高いアンテナを設置する。
 - （ウ）デバイス（センサー）や無線機自身は電力をほとんど消費しないが、キャリア電波と交信するためのゲートウェイとインターネットモデムを動作させるためには一定（12V・100W ソーラーパネル 1 枚程度の）の電力供給が必要となる。
 - ・ 梅田地域におけるセンサーの設置と遠隔監視の実装
 - 上述の基地局が整備されたのちに、このデータ通信システムを利用して、温度センサーなどの各種センサーを集落に配布し、実装を拡大していく必要がある。
 - ・ 旧山光館を使つてのバイオマス発電の自然教室の開催
 - 敷地内の水路を活用した小水力発電を設置し、発電設備の遠隔管理を行う。自然教室を開催し、オープンハウスとして集落の住民や児童生徒に実際に見学してもらう。
 - ・ 群馬大学 5G 実験場（中学校跡地）を使つての電腦住宅のモデルハウスの設置
 - 桐生市北中学校の跡地に移動式のコンテナハウスを置き、それを電腦住宅のモデルハウスとして展示する。

- ・ TRON デバイスや TRON ネットワークとの相互乗り入れ

旧山光館のリノベーションや市街地内の老朽建物のリノベーションの際に電腦住宅化（扉や窓の開け閉めなどをセンサーと連携して動かす）のための TRON デバイスを導入し、LoRaWAN と乗り入れた⁵都市 OS を構築する。



図表 28 忍山集落と親局・子局の位置関係

⁵ LoRaWAN も TRON も IoT の無線で特定小電力無線なので相性が良い。LoRaWAN は LoRa 変調方式なので混線しにくくカバーエリアが広い。TRON は LPWAN よりも高容量・高速度な通信である。

4) 分析・提言等

①今年度事業の分析と次年度の展望

本プロジェクトで行った遠隔通信の結果は、これまで特定小電力 LoRa 電波が届かないとされてきた急峻な山間奥部に範囲を広げることができることを実証できたと言える。

このことは、林業における遠隔操作や間伐材資材置き場の監視に貢献するのみならず、バイオマスや小水力を活かした発電の遠隔管理にも貢献すると思われる。この手法を全国に普及させて、新たな産業を創発していきたい。

そのためには、山間奥部でのさらなる実証実験が必要であり、技術が確立された段階に至れば、TRON デバイスや TRON ネットワークの本格導入のフェーズに移行することができる。

今回の事業では、群馬大学が進めようとしている LoRaWAN の活用をより市民に広げることが到達目標として、その部分はある程度達成できたが、LoRaWAN が山間奥部で使用できないことが明らかになったために、それを克服するための新たな技術開発に時間がかかった。今年度を実施できなかった目標を次年度に継続して達成していきたい。

②政策提言

今回使用した LoRa 通信は混線しにくいシステムであることから、山間奥部においては送信（子局）側においても出力効果を高めるような（八木アンテナなどの）アンテナの使用を許可していただきたい。あるいは許可条件を緩和していただきたい。

電波法は総務省の案件ではあるが、特区などの制度運用で省庁横断的に支援していただけるような政策プログラムを提言したい。

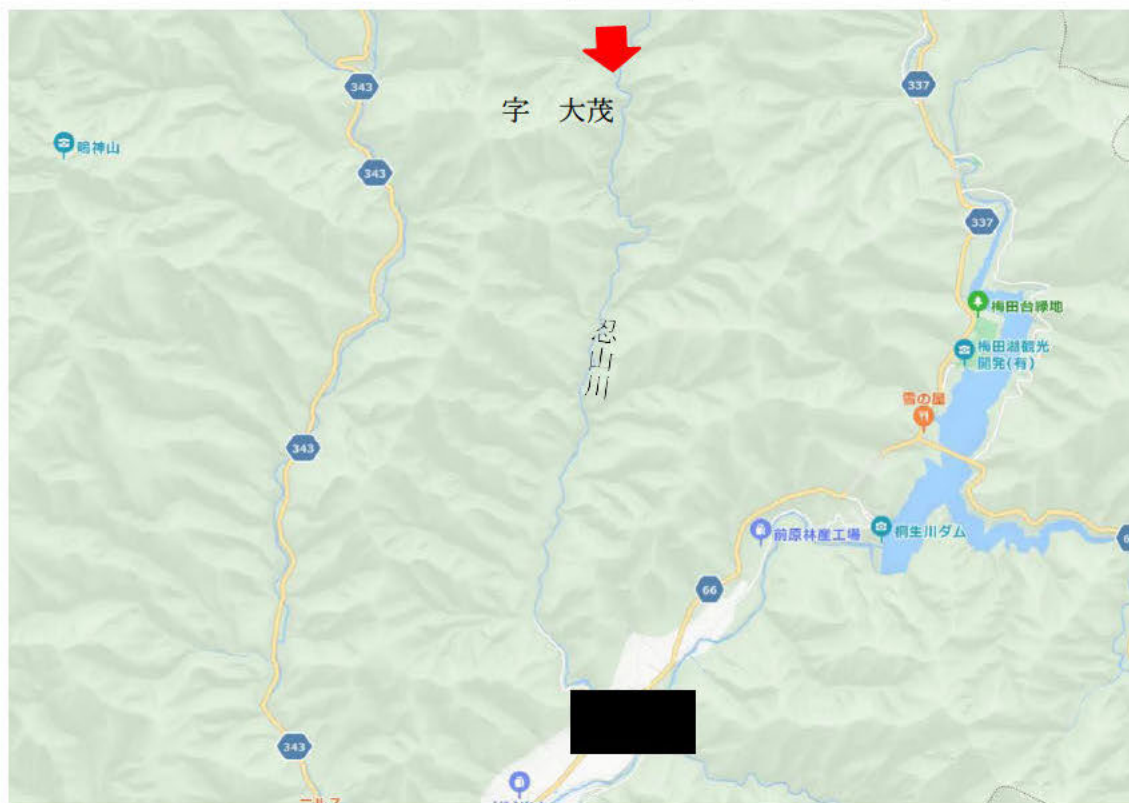
【用語解説】

忍山（おしやま）温泉	桐生市の山間地の中でも僻地にあたる。江戸幕末の志士が立ち寄った史誌があり、昭和 42 年まで温泉が湧出していた。「湯元」という地名は今でも残っている。山光館は「奥湯元」と呼ばれていた。
LoRaWAN	LoRa 変調方式を使った LPWAN（低電力 WAN）の一種。国際的ボランティア組織が運営し提供している。日本では 923Mhz を採用。
TTN	TheThingsNetwork。そのボランティア組織が、インターネット上で LoRaWAN デバイスをモニタリングできるように作成したクラウド。
ゲートウェイ	LoRaWAN ネットワークと TTN をブリッジするためのモデム
TRON	BTRON は PC 用だが、CTRON や ITRON といった機械同士の OS としては世界の 7 割のシェアを持つ IoT のネットワークシステム。
429Mhz	LPWAN 等の特定小電力無線は出力(W 数)や時間当たりのデータ送信回数が制限されているが、この周波数帯は送信回数が制限されていない。
特定小電力無線	0.001W 以下の出力のデータ通信用の無線。ペースメーカーでも使用。
八木アンテナ	特定の方角に強い探知能力を備えたアンテナ。
電脳住宅	AI が人間の意志を感受して、家具、建具、家電等を管理する住宅。

■参考 旧山光館の現況カルテ

2024 年9 月

1. 場所 桐生市梅田町 4 丁目 [REDACTED] 忍山川上流
[REDACTED] (梅田町 4 丁目 [REDACTED]) から約 4km



2. 全景

1 階の屋根は瓦、2 回屋根はトタン葺き、しっくい壁の木造建築。妻入り玄関。敷地内左右に金網張りの小屋がある。右の小屋が見えている。





＜大茂橋から＞

右の方に青いトタン壁が施してある。右端に見えているのが元の意匠であると思われる。

3. 建物の傷み度合い（1 階部分）

全体的に開口部は開放状態だが、中央の洋室部分は窓が閉じている。
玄関左手の屋根のみがなぜか大きく崩壊し、雨漏りと侵食が始まっている。（写真右）



玄関入口正面の間が最も損傷が激しい。ソファ一回りには空き缶が散乱している。また中央の床が抜けている。（ただし雨漏りではない）

正面左手のファサードは特に損傷はないが、部屋（和室）の中は荒らされている。窓側の廊下には洗濯物が干してあった。



↑正面からは雨漏りによる天井の浸食がある。



洋間は最も保存状態が良い。床と壁は堅牢なままである。しかし天井の一部に風雨の浸食が見られる。



洋間の奥に水場がある。保存状態が良かった。（誰かが使用しているような生活感があつた。）

東側最奥の和室には、実際に生活感があつた。



4. 建物の傷み度合い（2階部分）

2 階部分はほぼ損傷が見られず良好な保存状況だったが、開口部が開放しており、サルや小動物による損壊が懸念される。



欄間や壁はほぼ無傷のまま残っている。

5. 建物の傷み度合い（北側部分）

北側は厨房側の傷みが激しい。写真には大浴場に接する渡り廊下が見える。



1 階部分に大きな損壊（柱や土台の腐食）が見られるが、壁面全体は腐食から免れている。ただし、外壁（塗り壁？）が落ちている。

6. 建物の傷み度合い（大浴場）

保存状態がよい。ただし、屋根の一部が損壊している。（ただし雨漏りはない。）

