

2-1 5G (キャリア5G) ①

49

<5Gの主要性能>

- 超高速
- 超低遅延
- 多数同時接続

最高伝送速度 10Gbps
1ミリ秒程度の遅延
100万台/km²の接続機器数

5Gは、AI/IoT時代のICT基盤

超低遅延

利用者が遅延（タイムラグ）を感ぜずともかく、リアルタイム且つ広域でのロボット等も稼働可能

⇒ ロボット等の精確な操作（LTEの10倍の精度）をリアルタイムで実現

超高速

現在の移動通信システムより100倍速い（ローカル5Gサービスを実現）

⇒ 2時間の映画を3秒でダウンロード（LTEは5分）

多数同時接続

スマホ、PCをはじめ、車の周りにはあらゆる機器がネットに接続

⇒ 自宅内部内の約100個の端末・センサーがネットに接続（LTEではスマホ、PCなど数個）

低遅延

移動体無線技術の高速・大容量化路線

2G 3G LTE/4G 5G

1993年 2001年 2010年 2020年

同時接続

2-2 5G (ローカル5G) ①

52

- ローカル5Gは、地域や産業の個別のニーズに応じて地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に広範囲に構築できる5Gシステム。

<他のシステムと比較した特徴>

- 携帯電話事業者の5Gサービスと異なり、
 - 携帯電話事業者によるエリア展開が遅れる地域において5Gシステムを先行して構築可能。
 - 使用用途に応じて必要となる性能を柔軟に設定することが可能。
 - 他の場所の通信障害や災害などの影響を受けにくい。
- Wi-Fiと比較して、無線局免許に基づく安定的な利用が可能。

建物内や敷地内で自営の5Gネットワークとして活用

建設現場での活用

インフラ整備

スマート工場

スマートファクトリ

スマート工場

工場での活用

農業での活用

自動運転管理

自治体及び個人 河川等の監視

センサー、4K/8K

ローカル5Gの主な特徴（キャリア5Gとの比較）

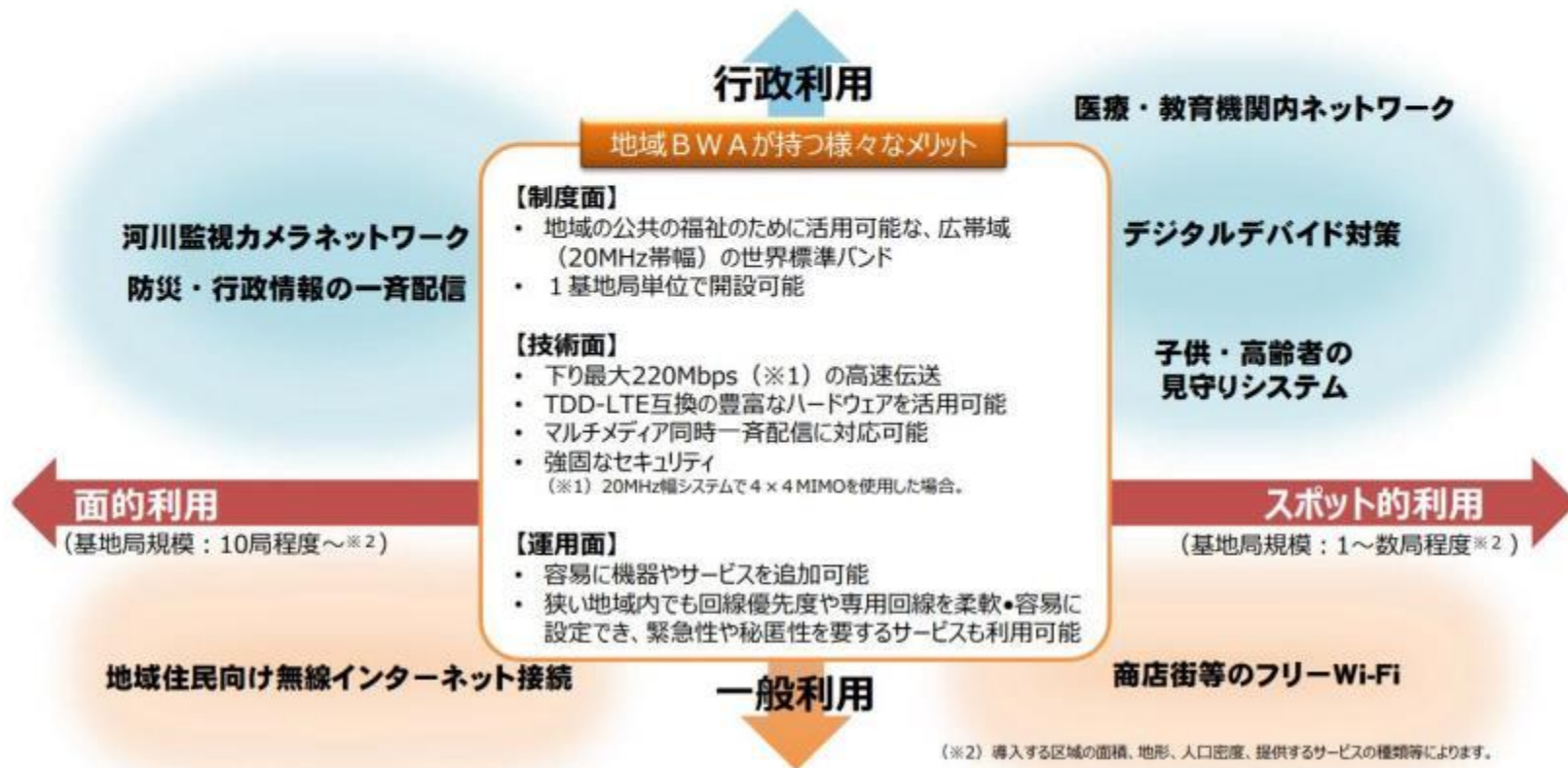
	ローカル5G	キャリア5G
周波数	4.7GHz帯、及び28GHz帯	3.7GHz帯、4.5GHz帯、及び28GHz帯
免許主体	建物や土地の所有者等（左記の者から依頼を受けた者が取得することも可能だが、携帯電話事業者は免許主体とはなれない）	携帯電話事業者
伝送速度（規格上）	上り～10Gbps/下り～20Gbps	
同時接続数（規格上）	100万デバイス/km ²	
通信遅延（無線区間）	1ms	
伝送距離	4.5GHz帯、4.7GHz帯： 数百m～1km程度、 28GHz帯： 数十m程度	
安定性	免許制であり安定（他事業者との干渉対策は必要）	
導入コスト	利用者が無線システムの免許を取得、システム構築する必要があり、手間・コストは比較的大きい	利用者は携帯電話会社と契約するため、利用に際しての手間・コストは比較的小さい
自由度	自由なシステム、サービス設計が可能	携帯電話会社が提供するサービスによる
利用可能エリア	企業や自治体が申請し、システム構築した限定エリア（携帯電話事業者との契約によりローミング可）	日本全国
必要な操作資格	第三級陸上特殊無線技士（空中線電力100Wを超える場合は、第一級陸上特殊無線技士）	第三級陸上特殊無線技士（電気通信事業者）

2-4 地域BWA/自営等BWA ④

60

地域BWA導入のメリット

- ▶ スポットの利用～面的利用、行政利用～一般利用など、多様な地域のニーズや課題に対応する形で地域BWAが持つ豊富なメリットを活用することができます。
- ▶ 行政利用のみに限定するのではなく、一般利用を含めた様々なサービスを取り込むことで、地域BWA全体の運用コストを低減させるだけでなく、地域の活性化につながる事が期待されます。



2-5 LPWA ①

61

IoT社会の本格的な到来に向け、従来よりも ① 低消費電力、② 広いサービスエリア、③ 低コストを可能とする無線通信システム LPWA (Low Power Wide Area) の実現が期待されており、様々な分野で導入に向けた取組が本格化しています。

LPWAの主な特徴

システム名称	周波数	通信速度		空中線電力		通信距離
		上り	下り	上り	下り	
SIGFOX (シグフォックス)	920MHz帯	100bps	600bps	20mW	250mW	数km～数十km
LoRa (ローラ)	920MHz帯	250bps～50kbps		250mW、20mW		数km～十数km
eMTC (イーエムティーシー)	携帯電話の帯域	300kbps 1Mbps	800kbps	100mW 200mW	—	数km～十数km
NB-IoT (エヌビーアイオーティー)	携帯電話の帯域	62kbps	21kbps	100mW 200mW	—	数km～十数km

- 無線局免許不要。無線従事者資格不要。
- LPWAの通信速度は数kbpsから数百kbps程度と携帯電話システムと比較して低速なものの、一般的な電池で数年から数十年にわたって運用可能な省電力性や、数kmから数十kmもの通信が可能な広域性を有している。
- 機器コストが比較的安価で通信距離が長いので、圃場の水位、水温、ビニールハウスの温度、湿度等の管理や、圃場の給水、ビニールハウスの窓の開閉等の機器制御に利用されている。

LPWAと他の通信システムとの比較

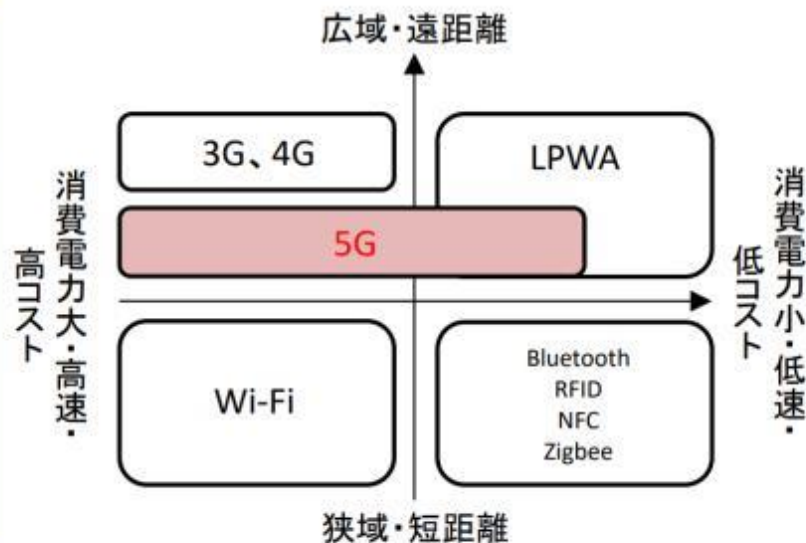
- IoTデバイスや関連のアプリケーションの数は爆発的に増加しそれらの用途は多岐にわたっているため、カバレッジや消費電力の大小、通信速度やコストの高低に応じて、様々な通信技術・規格が存在。
- 特に無線を用いるIoTデバイスは、消費電力や電波の特性等の制約条件が多いことから、単一の通信技術や規格でこれらのニーズ全てに応えることは困難であり、各産業・分野のデジタル化を進めるに当たっては、その目的や用途に応じて、他の技術と上手く組み合わせる使うことが重要。

右図は、既存の技術・規格を含めて、それぞれの特徴に着目して整理を行ったもの。

LPWAはボタン電池一つで数年単位で動作し端末1台あたりの通信料金も100円~/年（SIGFOX）と、低消費電力・低コストといった特徴がある。また、Wi-FiやBluetoothに比べ、広域・遠距離通信を可能としている。

また、5Gは超高速大容量、超低遅延、多数同時接続といった特長を有している一方、カバレッジに関しては4Gに劣り、また、消費電力やコストに関しては、LPWA（SIGFOX、LoRa、NB-IoTなど）やBluetooth、NFC（近距離無線通信）、Zigbeeに劣っており、5Gが他の通信技術全てを代替するような万能な存在ではないことが分かる。

各通信方式の位置付け



(出典)平成29年版情報通信白書(一部改変)

2-6 Wi-Fi ①

63

Wi-Fi (ワイファイ、Wireless Fidelity) とは、国際標準規格のIEEE802.11規格に準拠し、無線LANの普及促進を行う業界団体であるWi-Fi Allianceに認証を受けた機器を指しますが、現在は認証機器がほとんどであるため、無線LAN (※) 全般を指す言葉としてWi-Fiが使用されています。

(※) 無線LANとは、電波でデータの送受信を行う構内通信網 (LAN : Local Area Network) のことです。

Wi-Fiの特徴

① 誰でも使えるアンライセンスバンド

法律上の免許 (ライセンス) が不要であることから誰でも手軽に利用できる通信インフラ



② 世界共通でも使えるデファクトスタンダード

普段使っている端末が、世界中のWi-Fiスポットで利用できる



③ サービスエリアはスポットだが高速

エリア範囲は狭いが、高速・大容量の通信ができる



(出典) 無線LANビジネス推進連絡会資料 (公衆無線LAN利用促進セミナー)

2-8 RTK-GNSS ②

69

RTK-GNSSシステムに使用する周波数等

農業機械の自動運転に使用される主なRTK-GNSSは、以下のとおりです。

RTK方式/無線局種	周波数帯	送信出力	エリア	無線局申請	操作資格
無線方式/ 簡易無線局(※)	150MHz帯 400MHz帯	~5W	1~5km程度	要(登録又は免許)	不要
無線方式/ 基地局(各種業務用)	150MHz帯 400MHz帯	~50W	~20km程度	要(免許)	第三級陸上特殊無線技士
インターネット方式	-	-	携帯電話エリア内	不要	不要

※簡易無線局の1回の通信時間は5分以内。通信終了後の再通信は1分以上経過後。ただし、遭難通信、緊急通信、安全通信、非常通信を行なう場合及び時間的又は場所的理由により他に通信を行なう無線局のないことが確実である場合は、この限りでない。(無線局運用規則第128条の2)

- 無線方式の基準局(簡易無線局、各種業務用無線局)の設置は、自治体、農協、任意団体、個人等で行われている。
- 無線方式の基準局は多くが簡易無線局で設置されているが、周波数を共用しているため都市近郊や工事現場近郊では通信がふく壊し停止する場合がある。(混信防止のキャリアセンス機能が働き停止する。)
- 各種業務用基地局は混信しないように周波数が割り当てられるが、操作資格が必要となる。
- インターネット方式は、基準局からの補正信号を携帯電話回線経由で提供するもので、有料のサービスとなる。

位置補正情報の利用方式

補正情報の種類	概要	必要設備・機器
RTK デジタル補正情報伝達方式 (移動型) 基準局	RTK (Real Time Kinematic)は、地上に設置した基準局から発信する補正信号を受信してGPS測位の精度を向上させるシステムです。 デジタル補正情報伝達方式 固定または移動型の基準局を個別に設置し、デジタル無線機で補正情報を送信。移動機(トラクタ)側のデジタル無線機で補正信号を受信します。使用可能エリアは無線機の到達エリア内です。	デジタル補正情報伝達方式 基準局設置費用 アンテナ/受信機 デジタル無線機
Ntrip方式 GPSアンテナ 無線機 携帯電話 基準局	Ntrip方式 個別に設置した基準局で取得した補正情報をNtripサーバを使用しインターネット経由で配信。専用アプリをインストールしたスマートフォン等で受信します。使用可能エリアは携帯電話でインターネット接続可能なエリア内です。	Ntrip方式 モバイル機器 基準局設置費用 専用アプリ 受信機
VRS GPSアンテナ 無線機 携帯電話 基準局	VRS (Virtual Reference Station)は、国土地理院が設置した電子基準点網から生成される補正情報を、スマートフォン等を使用して、インターネット回線を通じて受信し、GPS測位の精度を高める方法です。VRSのサービスプロバイダとの契約によって、全国各地でも携帯電話の電波のエリア内で利用できます。	モバイル機器 アンテナ/受信機 通信契約

(クボタGPSガイダンスシステムガイドブックより引用)

単一用途での使用

～従来のスマート農業農村の方式～

A社 スマート農業 (水稲)	B社 スマート農業 (施設園芸)	C社 スマート農業 (露地・果樹)
水位	ハウス内 気温・湿度	外気温
水温	地温	湿度
	日射量	地温
D社 鳥獣害対策 (農監視)	CO ₂ 濃度	日射量
震動作	土壌水分度	降水量
	EC	土壌水分度

目的・用途によって
様々なサービス提供者
の機器を調達・契約する
必要がある

E社
防災・減災
(水監視)

水位

多用途での活用

～IIJが考える方式～

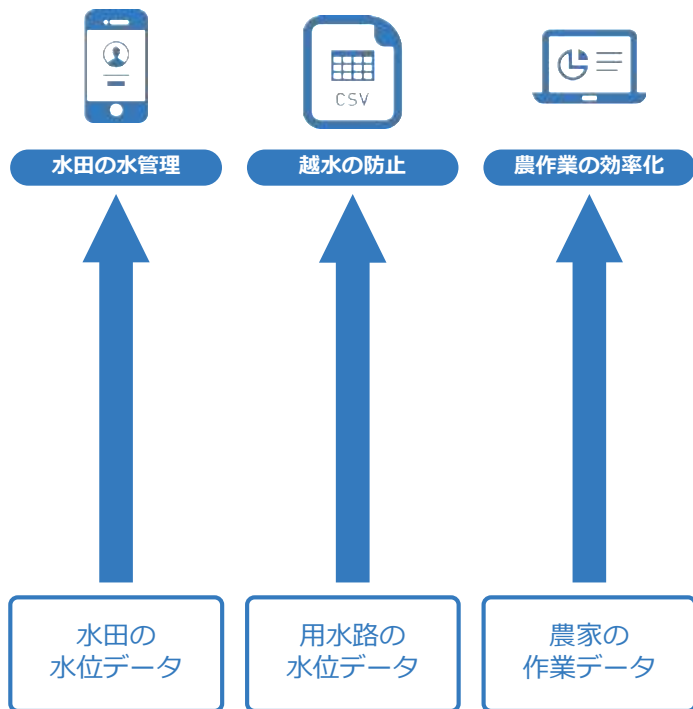


サービス提供者が、利用者の目的・用途に適した
様々な機器を提案・提供することができる

単一データ・単一目的での使用

～従来のスマート農業農村の方式～

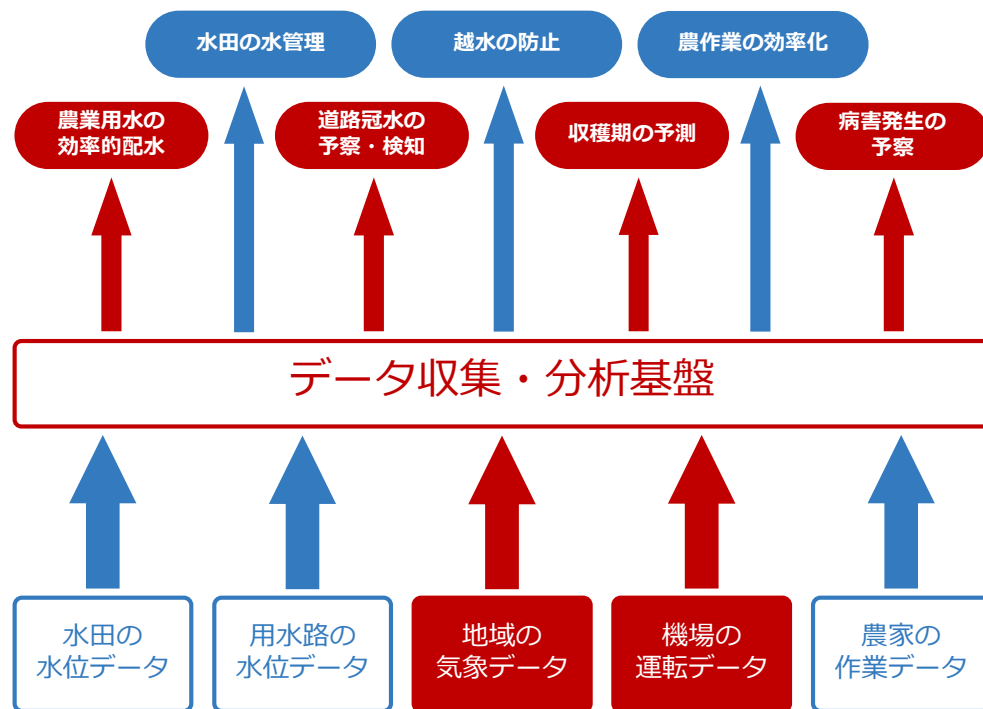
一つの目的を達成することはできる
がそれ以上の拡がりがない



複数データ・多用途での活用

～IIJが推奨する方式～

複数のデータを掛け合わせることで
さらに幅広い分野に活用することができる



中山間地域におけるスマート農業活用事例①

壮瞥町

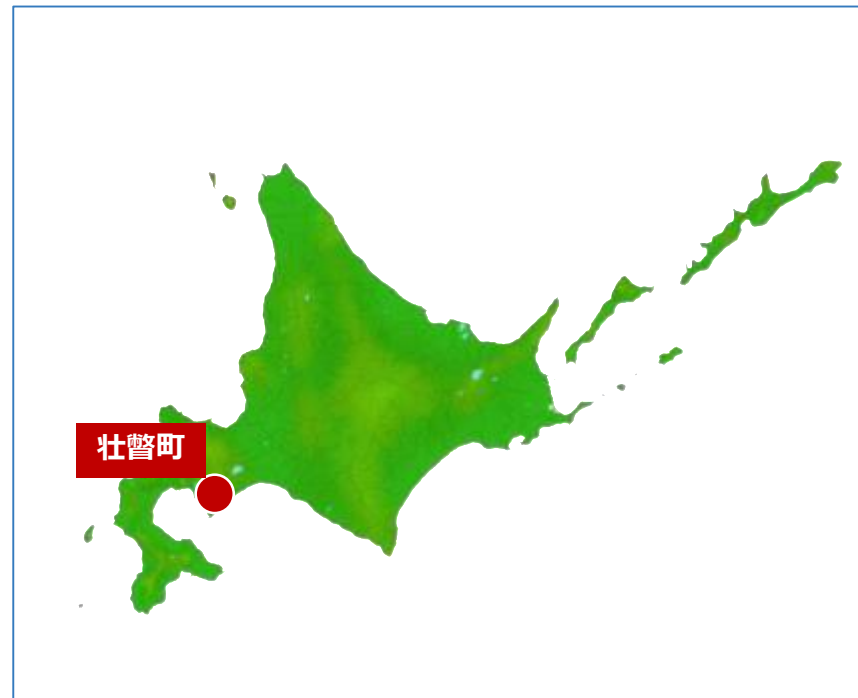
地域プロフィール

地域の概要

北海道有珠郡壮瞥町は、胆振総合振興局の西部に位置し水稲、畑作、果樹、畜産など多種多様な農業が盛んな中山間地域であり、また、洞爺湖、有珠山、昭和新山そして温泉など豊富な天然資源に恵まれた農業と観光の町である。一方で、深刻な担い手不足などを抱えており、令和2年度からの9年間は「第5次壮瞥町総合計画」に掲げた4つの柱の1つである「元気な産業のまち」を基に町の主要産業である農林業の振興に取り組んでいる。

地域データ

総面積	20,501 ha
水田	310 ha
畑地	1,170 ha
総人口	2,743人（1,170世帯）
農家戸数	125 戸
作付上位品目	米（113ha） 小麦（117 ha） ブロッコリー（94 ha） トマト（6 ha）
一般会計規模	42.46億円
農林水産費	2.73億円
地域区分	特定農山村地域，過疎地域



地域の認知していた課題

小規模で多彩な農業が特徴の壮瞥町では、担い手不足により農家が管理する圃場や水利施設は広域化し、見回りにかかる負担が増加していた。その影響で鳥獣害対策に手が回らなくなり、被害が拡大していった。問題が多岐に渡り、投資も多額になるため、課題解決の糸口を模索していた。

■ 農業の担い手が減少し、点在する水田の管理が大きな負担に

複合経営の生産者が多く、単一圃場の面積が水田で平均30a程度と狭く、圃場が点在している。一方で、人口減少や高齢化などに直面し、深刻な担い手不足に悩んでいた。圃場見回りや頭首工やファームポンドといった水利施設の管理が大きな負担となり、他の作業を圧迫していたため、地域住民から水管理の省力化を求める声が上がっていた。

また、壮瞥町内の水田では、突然、穴が開いて水位が低下する現象が発生していた。この“壮瞥穴”による水抜けは、圃場を見に行くまで気付かないため生産者は頭を悩ませていた。



■ エゾシカによる食害は果樹生産に大きな影響を及ぼしていた

エゾシカによる被害が多く、大きな問題となっていた。果樹園では、樹皮を食害し樹木を枯死させるため、収益に大きな影響を及ぼしていた。狩猟者の高齢化・後継者不足により見回り時間の確保が難しく、電気柵等の維持やメンテナンスも必要なため、効率的な捕獲による鳥獣被害の減少は喫緊の課題であった。



取り組みを進める中で、新たに顕在化した課題

壮瞥町とIIJは、地域の抱える課題解決への取り組みとして、ハード・ソフト両面での体制づくりを進めた。その途上、ワークショップ等を通じて地域住民の方々とも会話をする中で、IIJが状況を取りまとめて分析したところ、さらに深い課題が顕在化した。

■ 町内に気象センサーがなかった

壮瞥町では隣町のAMeDASを参考にしていましたが、町内の中心部からは10km程度離れている。実際の降水量や気温、風速などは天気予報とは感覚的には異なっていると感じていたため、町内に気象センサーを設置し比較検討を求める声が上がった。



■ スマート農業の波は施設栽培にも

山間部のオロフレ団地では、温泉熱を利用したハウス栽培による“オロフレトマト”の生産が盛んである。冬場のトマト栽培は外気温が低いため温度管理はシビアであり、見回りにかなりの労力を要していた。加えて、場所ごとに環境条件は異なるため、ハウスごとの環境を正確に把握するためにもスマート機器の導入が求められていた。



■ 温泉ポンプの遠隔監視

壮瞥町では温泉水をハウス栽培や町内の学校・病院・温泉施設等で広く活用し、町の重要なインフラ機能となっている。しかし、温泉ポンプの制御や停電時の稼働状況の確認等に、多大な人的コストを要していた。そんな折、ICT技術を使って遠隔監視ができないかという要望が上がった。



課題解決へ向けた取り組み①

波及する様々な課題と多大な対策コストに悩まされる中、壮瞥町はICTに着目し、町内の通信インフラの整備とそれぞれの課題に適した設備や機器を導入した。導入物は省電力かつ低コストとなるようにデザインされており、遠隔での監視・観測機能を基本とすることで、大きな課題となっている見回りコストの低減策として期待できる。

LoRaWAN基地局+屋外ソーラーキット



気象観測システム



温泉ポンプ 信号取得装置



- 基地局を高台の研修施設と山間部の2カ所に設置することで、湖畔の対岸エリアや山間部の団地にも電波が到達し、町内広範に効率よく通信環境を整備することができる。
- 屋外ソーラーキットを使用することで電源のないエリアでも基地局を設置することが可能となる。

- 気象センサーを壮瞥町内に新設することで、気象状況をより正確に把握できる。
- 測定項目は温度、湿度、日射量、風速、大気圧、雨量など。用途に応じて項目を拡張することもできる。
- 壮瞥町で栽培したことがない作物で新規就農を希望する方がいる場合でも、気象条件に応じて適切に農地を紹介することが可能となる。

- 温泉ポンプの制御盤に電流 / 電圧量を計測するセンサーを取り付けた。制御盤の電流量から温泉ポンプの稼働状況を知ることができるので、停電時の見回りが不要となる。
- 制御盤を変更することなく後付けセンサーで対応できるため、低コストで遠隔監視という機能を追加することが可能となる。

課題解決へ向けた取り組み②

波及する様々な課題と多大な対策コストに悩まされる中、壮瞥町はICTに着目し、町内の通信インフラの整備とそれぞれの課題に適した設備や機器を導入した。導入物は省電力かつ低コストとなるようにデザインされており、遠隔での監視・観測機能を基本とすることで、大きな課題となっている見回りコストの低減策として期待できる。

水田センサー



- 各水田に設置することで、分散した圃場の水位と水温を遠隔監視できる。
- これまで毎日2～3時間かけていた圃場の見回りを週1回程度に減らすことが可能となる。
- 壮瞥穴による水位減少などの異常を早期に発見し、対処することができる。

罨センサー・静止画カメラ



- くくり罨の作動を検知するセンサーを導入した。検知時に罨を確認しに行く運用にすることで、見回りの頻度を減らし、その分罨の数を増やすことができる。
- 静止画カメラは罨の監視として導入した。こちらも罨の見回り頻度を低減することができる。

ハウス内環境モニタリング装置・
温湿度センサー



- トマト用ハウス内に複数の温湿度センサーと環境センサーを設置した。環境センサーではCO₂濃度、土壌温度日射などを測定している。
- トマト作りに欠かせない温度の監視を遠隔でできるので、見回りの頻度を減らすことができる。
- 同一ハウスでの温湿度の差も細かく知ることが可能となる。

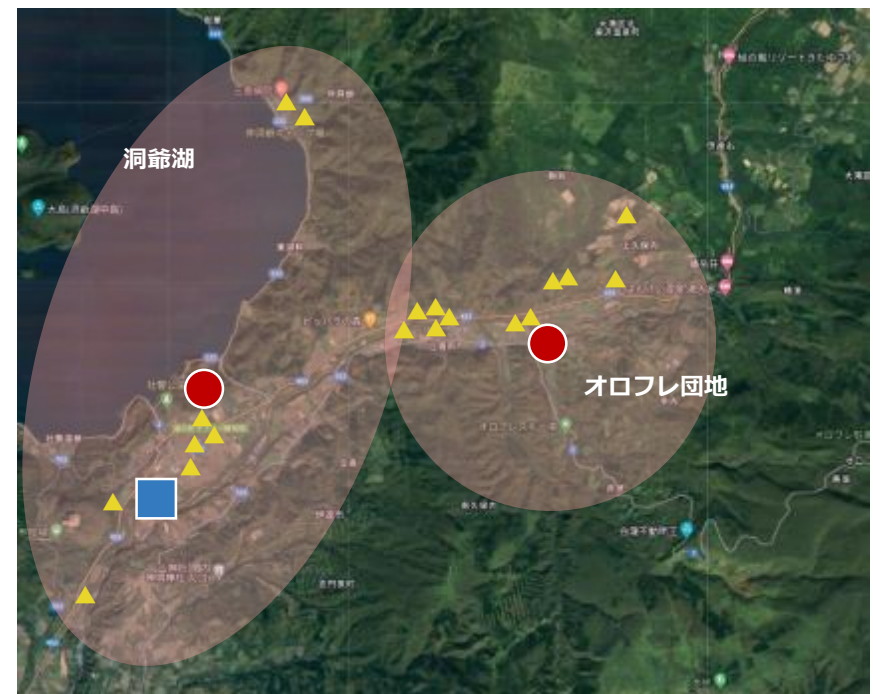
整備した情報通信環境

省電力・低コストな通信規格であるLoRAWAN基地局を高台の研修施設と山間部に設置することで湖畔の対岸エリアやオロフレ団地にも電波が到達し、効率よく町内広範に通信環境を整備することができた。水田・水路等水位センサーや気象観測システム、ハウスモニタリング装置等のデータ活用や鳥獣獲得検知・囲い罫遠隔監視カメラ等の活用により、自動化・省力化が実現できることを確認した。

整備した機器類

LoRaWAN基地局	2基	センサー情報の集約
水田センサー	31台	水田の水位/水温の測定
水位センサー	2台	頭首工、ファームポンドの水位の遠隔監視
罫センサー	9台	くくり罫の遠隔監視
静止画カメラ	1台	囲い罫の遠隔監視
ハウス内環境モニタリング装置	2台	ハウス内の環境測定 (測定項目) 温度、湿度、CO ₂ 濃度、日射量、土壌水分、地温、EC
ハウス内温湿度センサー	18台	ハウス内の環境測定 (測定項目) 温度、湿度
気象観測システム	4台	町内気象センサーの設置 (測定項目) 温度、湿度、日射量、風向風速、10分間雨量、大気圧など
温泉ポンプ信号取得装置	2台	集落排水ポンプ及び温泉ポンプ制御盤の遠隔監視

LoRaWAN基地局による通信カバーエリア



● 基地局 ■ 町役場 ▲ 機器類設置箇所
※おおよそのイメージであり、正確な位置を示したものではありません

*2023年10月現在

課題解決へ向けた取り組み

多岐にわたる課題を解決するために、役場全体で事業を推進していく体制と生産者の声を拾い上げる仕組み作りに着手した。複数の課が気軽に意見交換できるようにすることで、分野を跨いだ課題へ多角的に取り組むことを目指した。また生産者の意見を募ることで、より地元のニーズに則した試行調査を行うことが可能となる。

町長をトップとした体制づくり

町長をトップとし産業振興、総務、建設を中心とする体制を整備した。課題の洗い出しや情報通信機器のニーズ確認、基地局設置場所の調整などにおいて、部署間の連携を強化することでスムーズに計画を推進した。



住民ワークショップによるニーズの調査

日ごろから生産者の声を取りまとめている「核」となる方々を選定し、各技術に対してメリット・デメリットに関する率直な意見交換を行った。情報通信機器を本格導入する前に、実際に農業者・行政で使用感を確認するため試行調査も実施した。



活用した予算

第5次壮瞥町総合計画（令和2年～11年度）では「1. 元気な産業のまち」を施策の4つの柱の1つに掲げ、町の主要産業である農林業の振興に取り組んでいる。令和3年度からは農山漁村振興交付金を活用し、町内広域をカバーする省電力・低コストな通信環境の整備やスマート農業機器の導入を行った。

農山漁村振興交付金のうち 情報通信環境整備対策

【令和5年度予算額 9,070 (9,752) 百万円の内数】

<対策のポイント>
人口減少、高齢化が進行する農村地域において、農業水利施設等の農業農村インフラの管理の省力化・高度化やスマート農業の実装を図るとともに、地域活性化を促進するため、情報通信環境の整備を支援します。

<事業目標>
農業農村インフラの管理省力化等を図る情報通信環境の整備に取り組み、事業目標を達成した地区の創出（50地区〔令和7年度まで〕）

<事業の内容>

1. 計画策定事業

- ① 情報通信環境に係る調査、計画策定に係る取組を支援します。
- ② 事業を進める中で生じる諸課題の解決に向けたサポート、ノウハウの横展開等を行う民間団体の活動を支援します。

2. 施設整備事業

- ① 農業農村インフラの管理の省力化・高度化やスマート農業の実装に必要な光ファイバ、無線基地局等の情報通信施設及び附帯設備の整備を支援します。
- ② ①の情報通信施設を地域活性化に有効活用するための附帯設備の整備を支援します。
(スマート農業の実装のみを目的とする整備も支援対象となるよう拡充)




光ファイバ 無線基地局

<事業の流れ>

※下線部は拡充内容

定額 1/2等

国 → 都道府県 (1①、2の事業)

都道府県 → 市町村等 (1①、2の事業)

定額

国 → 民間団体 (1②の事業)

<事業イメージ>

スマート農業



自動走行農機



FD-ON



高齢者センサー



ハウスの環境管理

農業農村インフラの管理の省力化・高度化





カメラ監視 自動給水栓 スマホ管理

+ 地域活性化

活性化施設の
公衆無線LAN





無線LAN利用は地域のネットワークを構築して適切な通信規格（LPWA、BWA、Wi-Fi、ロータリ5G等）を構築