

## 第3章 スマート農業におけるWBB活用パッケージ

3-1	本章の読み方	… 71
3-2	スマート農業システム決定から無線システム導入までの流れ	… 72
3-3	ロボットトラクタを活用したスマート農業	… 73
3-4	ドローンを活用したスマート農業	… 78
3-5	センサーによる情報計測を活用したスマート農業	… 84
参考	① 伝送速度の選定	… 95
	② 伝送距離の目安	… 96

- ▶ 本章では、スマート農業システム（第1章で紹介した、スマート農業のキーワードともいえる ①ロボットトラクタ、②ドローン、③センサーによる情報計測の3つの先端技術）の決定から目的に沿った無線システムを導入するまでに必要な情報についてまとめる。  
※導入の流れについては、次ページを参照

## 本章の読み方について

本章は、ロボットトラクタ、ドローン、センサーの3つのシステムごとに、次ページのスマート農業システム導入の流れに沿って必要な情報を参照できるような構成としています。  
本章の利用イメージとしては、以下のとおりです。

スマート農業システムについて  
具体的な利用シーンを知りたい

### 各スマート農業システムにおける電波利用シーン

→ ロボットトラクタ：p73~74、ドローン：p78~80、センサー：p84~88

各スマート農業システムにおける代表的な電波利用シーンについてまとめている。  
これを基に導入したいスマート農業システムの決定を行う。  
各利用シーンにおける詳細については、第1章の事例を参照。

利用シーンや目的に相応しい  
無線システムを知りたい

### 無線システム選定基準・選定

→ ロボットトラクタ：p75~77、ドローン：p81~83、センサー：p89~94

各スマート農業システムにおける代表的な使用無線システム選定基準等についてまとめている。  
これを基に、無線システム選択肢の中から自分の利用シーン・目的に相応しい無線システムの選定を行う。（目的に応じて複数組み合わせても良い。）

無線システムを導入するための  
手続きを知りたい

### 第4章参照

免許等が必要な無線システムについては、自分の導入無線システムに対応する免許手続きや国の支援制度について第4章を参照。

## 1. 導入するスマート農業システム決定

第1章で紹介したスマート農業システム導入事例を参考に、導入するスマート農業システムや利用シーンを決定。

スマート農業システム	代表的な電波利用シーン
ロボットトラクタ	遠隔監視・制御
	目視内制御
	有人-ロボットトラクタ 協調作業
ドローン	農薬散布
	センシング
	輸送
センサー	水管理
	ビッグデータ収集
	気象観測
	ハウス制御
	牛個体管理

## 2. 使用無線システム決定

第1章で使用されていた無線システムに加え、技術的要件等を考慮した他の無線システムへの代替可能性について検討し、導入する無線システムを選定。

目的に沿った無線システムの選定
キャリア5G
ローカル5G
キャリア4G/LTE
BWA
LPWA
Wi-Fi

## 3. 無線システム導入

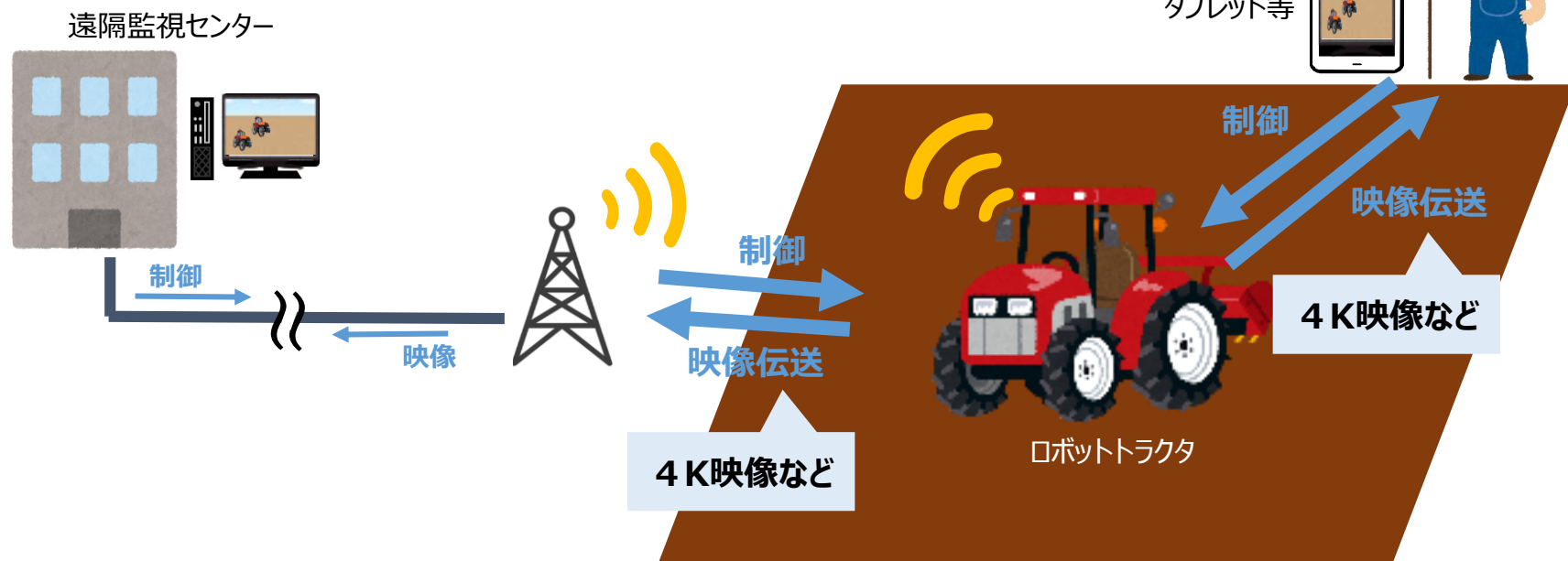
無線局の免許手続き等、選定した無線システムを導入するにあたり必要な手続きを行う。

無線システム導入に必要な手続き等
無線局免許手続き情報
自治体向け支援制度情報

## 遠隔監視・制御

### → 第1章 事例① (p6)

- 圃場から離れた場所にある遠隔監視センターにおいて、ロボットトラクタに搭載したカメラからの映像を確認し、トラクタの走行に問題がないか監視を行う。問題が生じた場合には、遠隔監視センターから緊急停止等の制御信号を送る。
- 遠隔監視センターから圃場近郊の基地局まで光ファイバ等で情報を伝送し、圃場近郊基地局-トラクタ間において無線システムを利用。
- (注) 人が見ていない状況でのロボットトラクタ制御は、現在は開発実証段階であり、実用化はまだされていない。



## 目視内制御

### → 第1章 事例② (p10)

- ロボットトラクタに搭載したカメラからの映像に加え、目視でもトラクタの走行に問題がないかを確認。問題が生じた場合には、緊急停止等の制御を行う。
- 圃場をカバーしている無線システムを利用し、比較的近距离でタブレット等-トラクタ間の情報伝送を行っている。

## 有人-ロボットトラクタ協調作業 → 第1章 事例③ (p14)

- 同一圃場内において、有人トラクタとロボットトラクタが協調して耕うん等の作業を実施。
- ロボットトラクタの監視は有人トラクタから直接目視で行い、走行に問題が生じた場合には、有人トラクタからタブレット等を用いて緊急停止等の制御を行う。
- 有人トラクタから目視で監視を行うため、ロボットトラクタから映像伝送は行っておらず、制御信号のみを無線システムで伝送している。



## ◆ 選定基準① 伝送容量

ロボットトラクタの制御において、伝送した映像を基に問題が生じていないかを確認し、問題が生じていた場合に緊急停止制御信号等の伝送を行う。ロボットトラクタの状況を正確に把握するためには、伝送する映像はできるだけ高精細な映像が望ましく、高精細な映像伝送を行うためには、伝送容量の大きさが重要となる。

### 高精細画像の場合



- ✓ 人や物を容易に認識、衝突を回避
- ✓ 生育状況を把握

### 低解像度画像の場合



- ✓ 人や物の識別が難しく、正確な状況把握が困難

## ◆ 選定基準② 通信遅延

ロボットトラクタの制御において、伝送した映像を基に問題が生じていないかを確認し、問題が生じていた場合に緊急停止制御信号等の伝送を行う。映像や制御信号の伝送に遅延があると、問題発生～緊急停止までに時間がかかってしまい、安全性を確保できなくなってしまう。

### 映像情報・制御情報を低遅延に伝送した場合



- ✓ リアルタイムに状況を把握
- ✓ 制御信号伝送後、迅速に停止

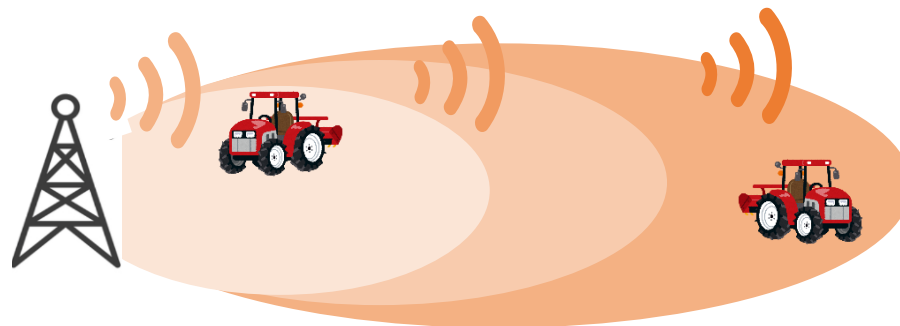
### 映像情報・制御情報の伝送遅延が大きい場合



- ✓ 少し前の状況を把握  
(気づいた頃にはすでに衝突の恐れあり)
- ✓ 制御信号伝送から実際に停止するまでも時間がかかってしまう

## ◆ 選定基準③ 伝送距離

圃場の規模や利用用途等に応じて必要な伝送距離を検討。カバーしたい範囲に対して使用する無線システムの伝送距離が短い場合には、基地局を複数設置する等が必要となる。



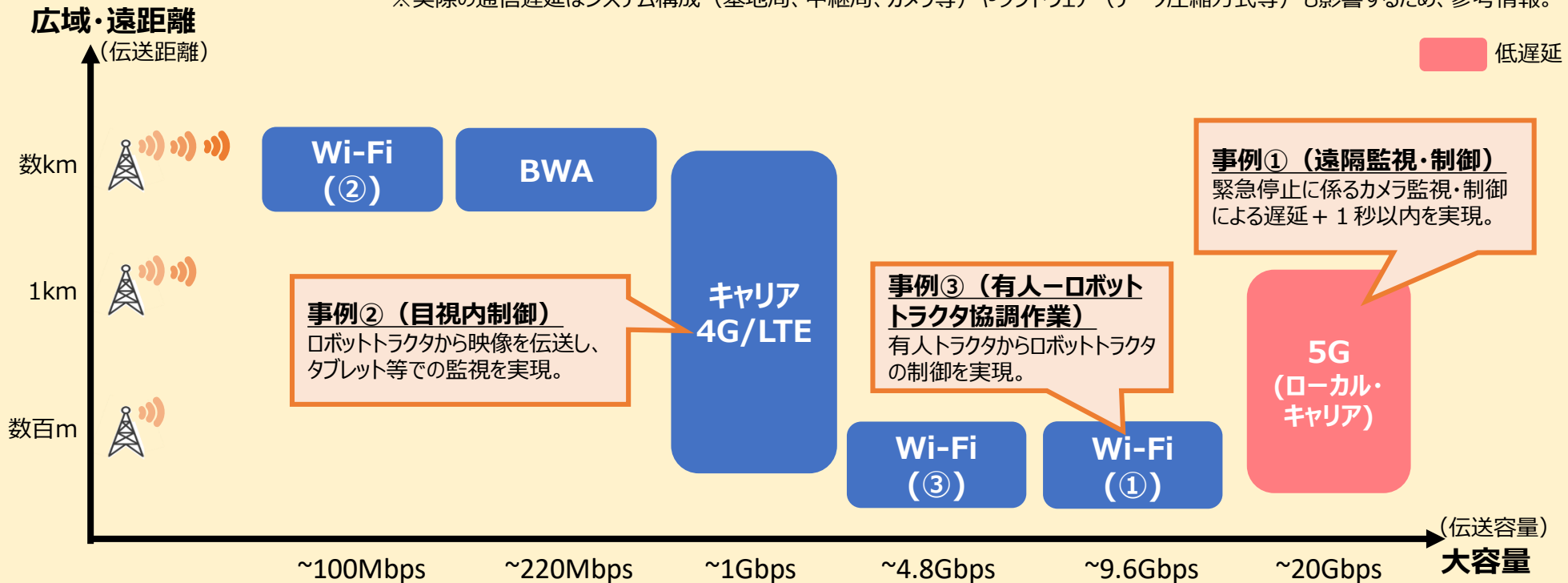
無線ツール選択肢

ローカル5G キャリア5G キャリア4G/LTE BWA Wi-Fi

選定基準	ローカル5G/キャリア5G	キャリア4G/LTE	BWA	Wi-Fi		
				①	②	③
伝送容量	上り~10Gbps/下り~20Gbps	上り~500Mbps/ 下り~1Gbps	~220Mbps	最大 9.6Gbps	最大 100Mbps以上	最大 4.8Gbps
伝送距離	数百m~1km、 (28GHz帯は数十m程度)	カバー範囲は 携帯電話エリアによる	数km程度	100m程度	数km程度	100m程度
通信遅延※	1ms (低遅延)	10ms	4G/LTEに同じ	規定なし		

①小電力データ通信システム ②5GHz帯無線アクセスシステム ③5.2GHz帯高出力データ通信システム

※実際の通信遅延はシステム構成（基地局、中継局、カメラ等）やソフトウェア（データ圧縮方式等）も影響するため、参考情報。



必要な伝送容量（速度）の目安については参考①(p95)を参照

※ロボットトラクタの位置情報補正を行う場合は、キャリア4G/LTE、キャリア5G、又は 簡易無線・業務用無線 を利用して補正が可能。

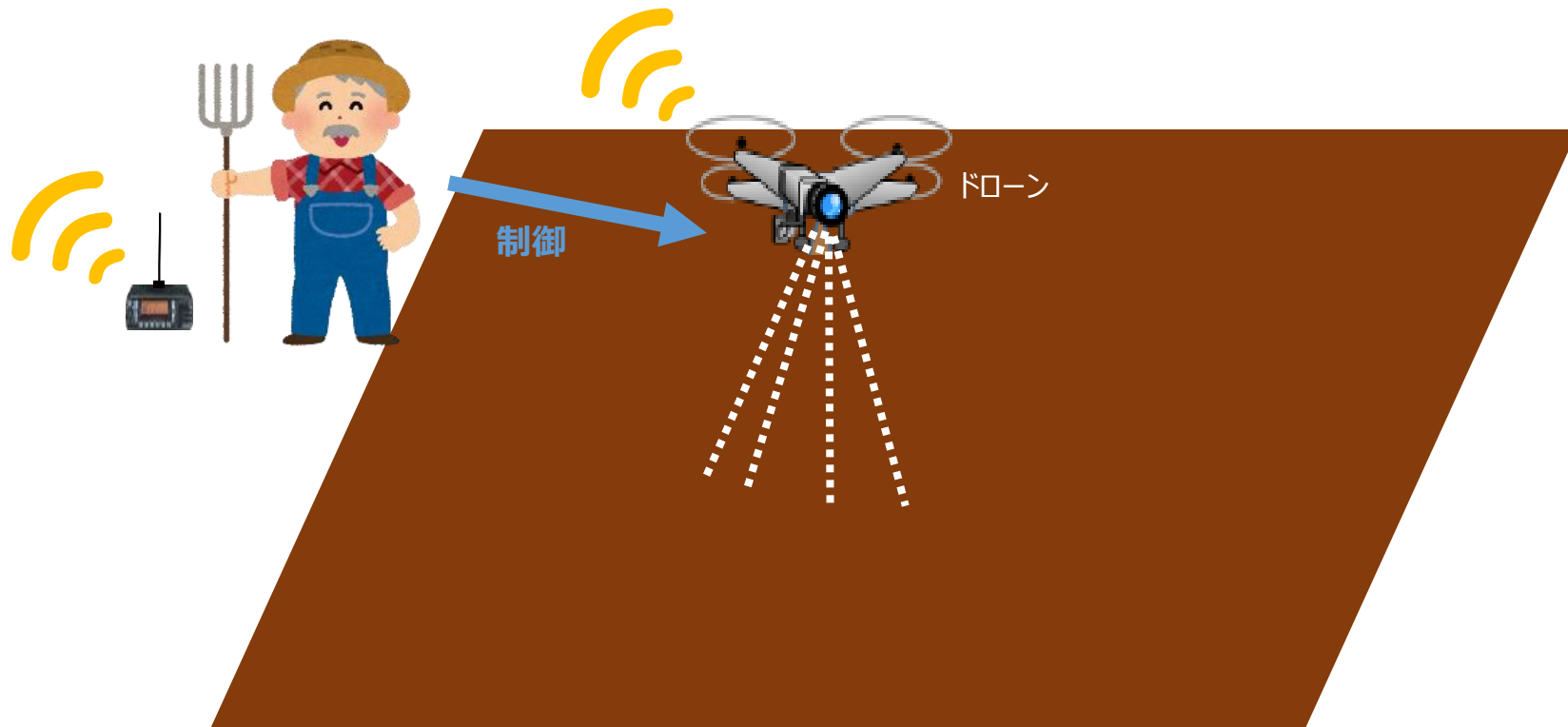
利用シーン	無線で扱う情報	無線システム選択肢	無線局免許	無線導入手続き等
<p><b>遠隔監視・制御</b> →第1章 事例① (p6)</p> <p><b>目視内制御</b> →第1章 事例② (p10)</p> <p><b>有人-ロボットトラクタ協調作業</b> →第1章 事例③ (p14)</p>	映像情報	事例① 事例② <b>キャリア5G</b> →第2章 2-1 (p49)	不要	第4章参照
		事例① <b>ローカル5G</b> →第2章 2-2 (p52)	必要	
		事例② <b>キャリア4G/LTE</b> →第2章 2-3 (p56)	不要	
		事例① <b>BWA</b> →第2章 2-4 (p57)	必要	
		<b>Wi-Fi</b> →第2章 2-6 (p63)	不要	
	制御情報 (発進・停止)	事例① 事例② <b>キャリア5G</b> →第2章 2-1 (p49)	不要	
		事例① <b>ローカル5G</b> →第2章 2-2 (p52)	必要	
		<b>キャリア4G/LTE</b> →第2章 2-3 (p56)	不要	
		事例① <b>BWA</b> →第2章 2-4 (p57)	必要	
		事例② 事例③ <b>Wi-Fi</b> →第2章 2-6 (p63)	不要	
	位置情報 (補正)	<b>キャリア5G</b> →第2章 2-8 (p68)	不要	
		<b>キャリア4G/LTE</b> →第2章 2-8 (p68)	不要	
		<b>簡易無線・業務用無線</b> →第2章 2-8 (p68)	必要	

各無線システムに関する特徴については、第2章及び無線システム選定ページ(p76)を参照ください。



**農薬散布**→ **第1章 事例④ (p19)**

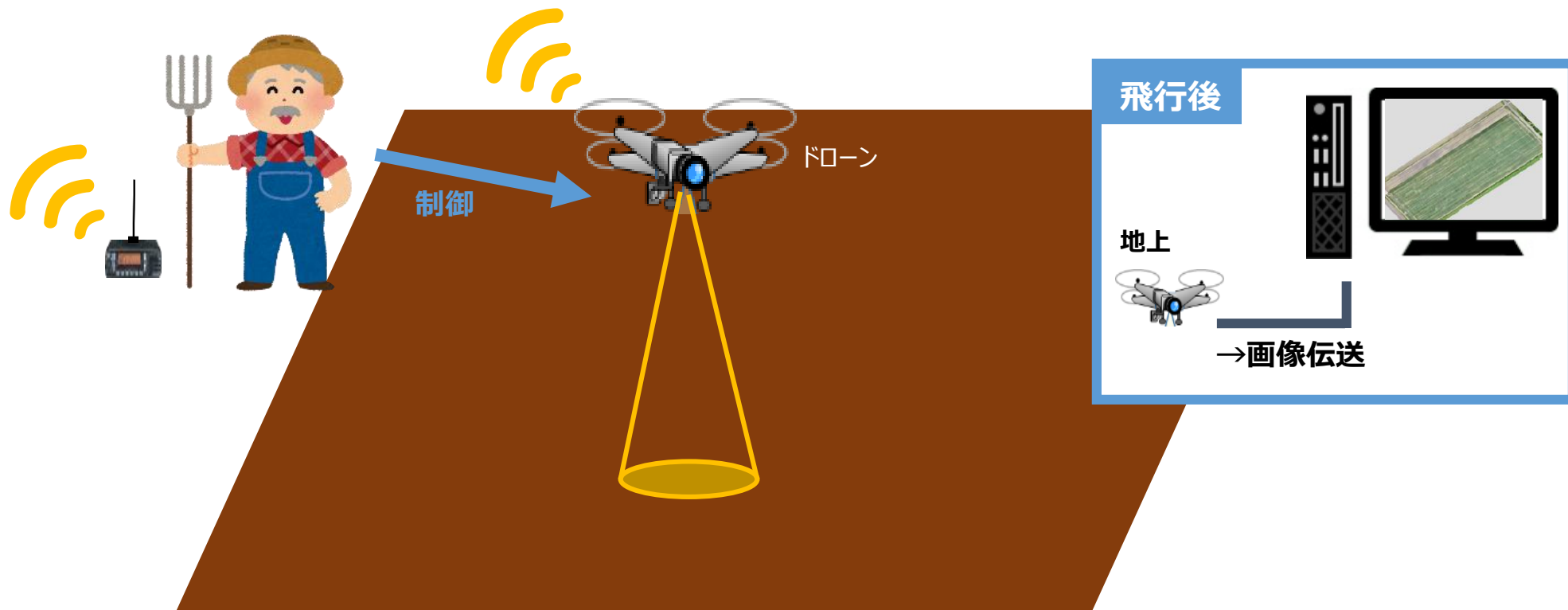
- ドローンに農薬を積載し、自動で農薬の散布を行う。
- 圃場近郊から目視でドローンの監視を行う。
- ドローンが飛行する経路や農薬の散布量は事前にプログラムし、制御は離着陸のみを行う。
- ドローンに正確な位置を飛行させるため、無線を利用して位置情報の補正を行う。



## センシング

- 第1章 事例④ (p19)
- 第1章 事例⑤ (p23)

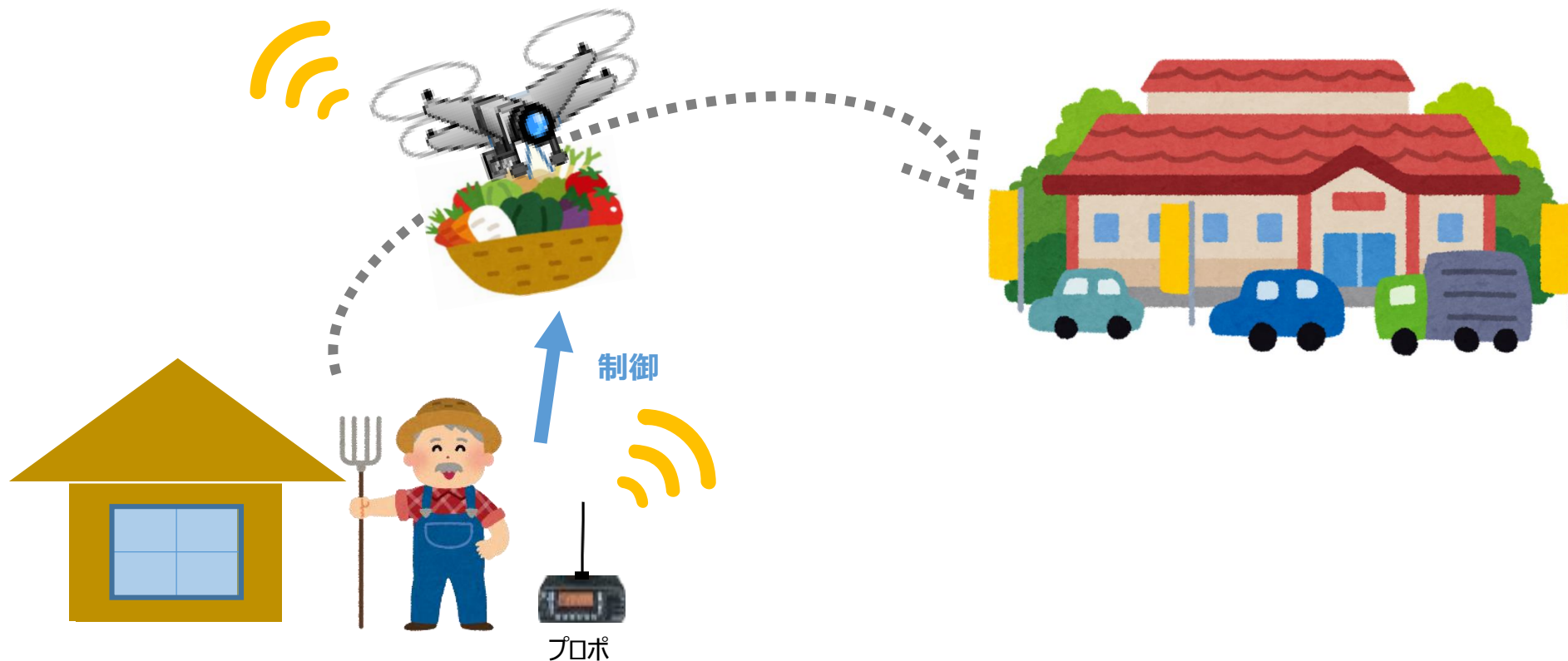
- 飛行中、ドローンに搭載のカメラで圃場の画像を取得し、蓄積しておく。
- 飛行後、地上において、上空で蓄積した画像をPCに伝送し解析を行う。
- ドローンの監視は圃場近郊から目視で行う。
- ドローンが飛行する経路は事前にプログラムし、制御は離着陸のみを行う。
- ドローンに正確な位置を飛行させるため、無線を利用して位置情報の補正を行う。



## 輸送

## → 第1章 事例⑥ (p27)

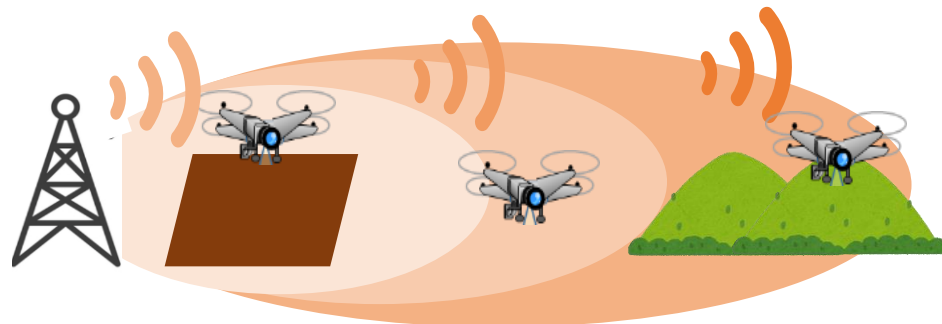
- ドローンに野菜等の荷物を積載し、上空から荷物の輸送を行う。
- ドローンは常にプロポと接続された状態であり、ドローンの位置情報・速度・バッテリー残量等の情報を常時プロポに伝送し、監視を行っている。
- ドローンが飛行する経路は事前にプログラムし、制御は離着陸のみを行う。
- (注)ドローンによる輸送（人が見ていない状況での飛行）は、現在開発実証の段階であり、実用化はまだされていない。



## ◆ 選定基準①

## 伝送距離

荷物の輸送に利用する場合など、ドローンは比較的長距離を飛行することも多く、飛行中は常に無線に接続している必要があるため、使用する無線システムの伝送距離は重要となる。



## ◆ 選定基準②

## 伝送容量

ドローンの操縦において、人が見ていない状況で飛行させる際（現在は個別に承認手続きが必要）には、ドローンで取得した画像をPC等から確認し遠隔で制御を行うこととなるため、高精細な画像伝送に必要な伝送容量の大きさは重要となる。  
センシングにおいても、センシング画像の伝送を行いながら飛行を行う場合には、伝送容量の大きい無線システムを利用し高精細な画像を伝送することで、より高精度な解析が期待できる。

## ◆ 選定基準③

## 操作資格の有無

ドローンで利用される無線システムの中には、操作資格が必要となるものも含まれるため、資格の有無も考慮し使用無線システムを決定する必要がある。

## ◆ 選定基準④

## 利用用途

ドローンで利用される無線システムの中には、操縦に利用されるものと、画像伝送やデータ伝送にも利用されるものがあり、自分の用途に応じて使用する無線システムを決定する必要がある。

## 無線ツール選択肢

キャリア4G/LTE

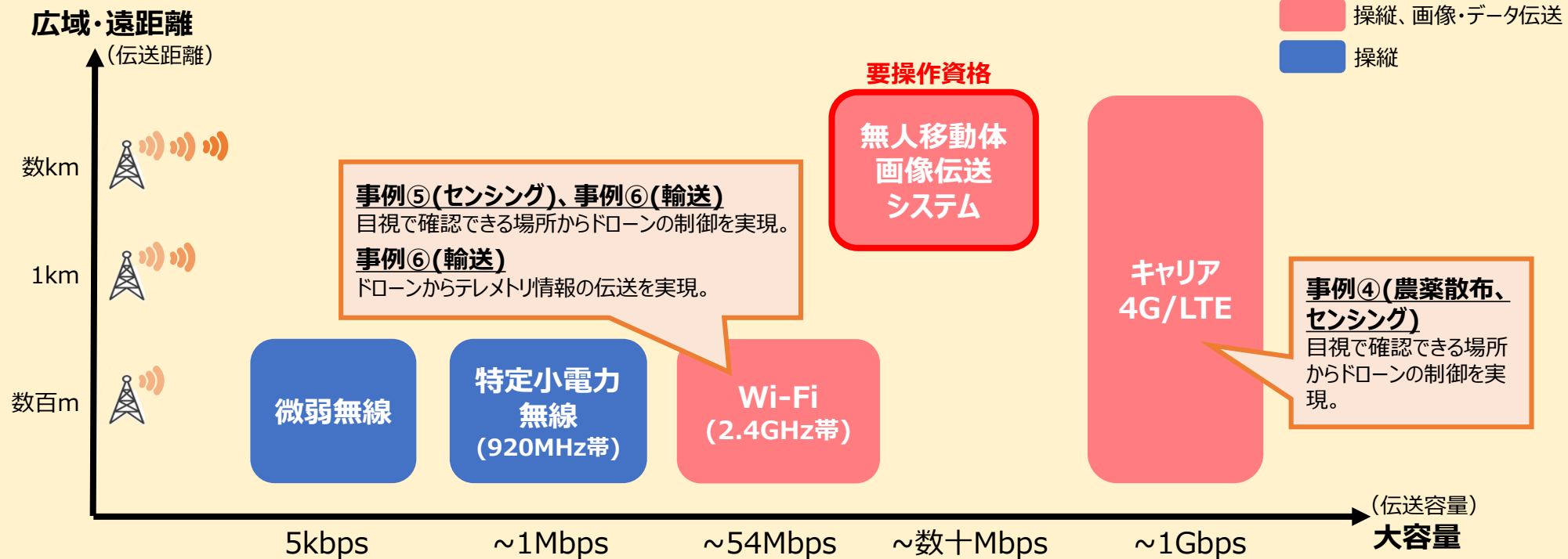
Wi-Fi(2.4GHz帯)

微弱無線

特定小電力無線

無人移動体画像伝送システム

選定基準	キャリア4G/LTE	Wi-Fi (2.4GHz帯)	微弱無線	特定小電力無線 (920MHz帯)	無人移動体画像伝送システム
伝送距離	カバー範囲は携帯電話エリアによる	数百m程度	数百m程度	数百m程度	数km程度
伝送容量	上り~500Mbps/下り~1Gbps	200k~54Mbps	5kbps	~1Mbps	~数十Mbps
操作資格	不要	不要	不要	不要	必要
利用用途	操縦、画像伝送、データ伝送	操縦、画像伝送、データ伝送	操縦	操縦	操縦、画像伝送、データ伝送



必要な伝送容量(速度)の目安については参考①(p95)を参照

※位置情報の補正を行う場合は、キャリア4G/LTEを利用して補正が可能。

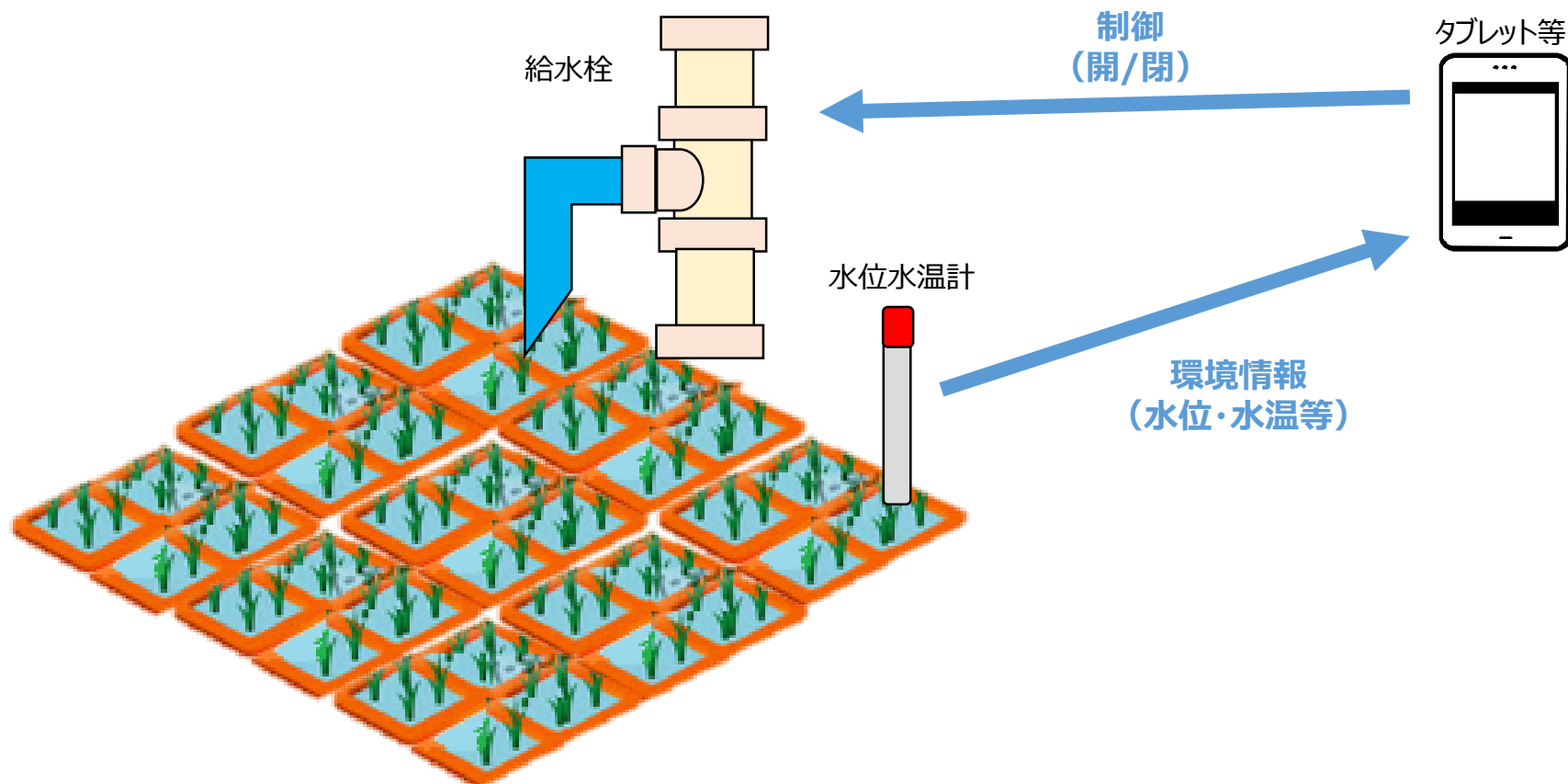
利用シーン	無線で扱う情報	無線システム選択肢 →第2章 2-7 (p65)	無線局免許	無線導入手続き等
<p><b>農薬散布</b> →第1章 事例④ (p19)</p> <p><b>センシング</b> →第1章 事例④ (p19) →第1章 事例⑤ (p23)</p> <p><b>輸送</b> →第1章 事例⑥ (p27)</p>	制御情報	事例④ <b>キャリア4G/LTE</b>	不要	第4章参照
		事例⑤ <b>Wi-Fi</b>	不要	
		微弱無線	不要	
		特定小電力無線	不要	
		無人移動体画像伝送システム	必要	
	映像情報	キャリア4G/LTE	不要	
		Wi-Fi	不要	
		無人移動体画像伝送システム	必要	
	データ情報 (テレメトリ情報等)	キャリア4G/LTE	不要	
		事例⑥ <b>Wi-Fi</b>	不要	
		無人移動体画像伝送システム	必要	
	位置情報 (補正)	キャリア4G/LTE	不要	

各無線システムに関する特徴については、第2章及び無線システム選定ページ(p82)を参照ください。

## 水管理（給水栓制御）

→ 第1章 事例⑦（p32）

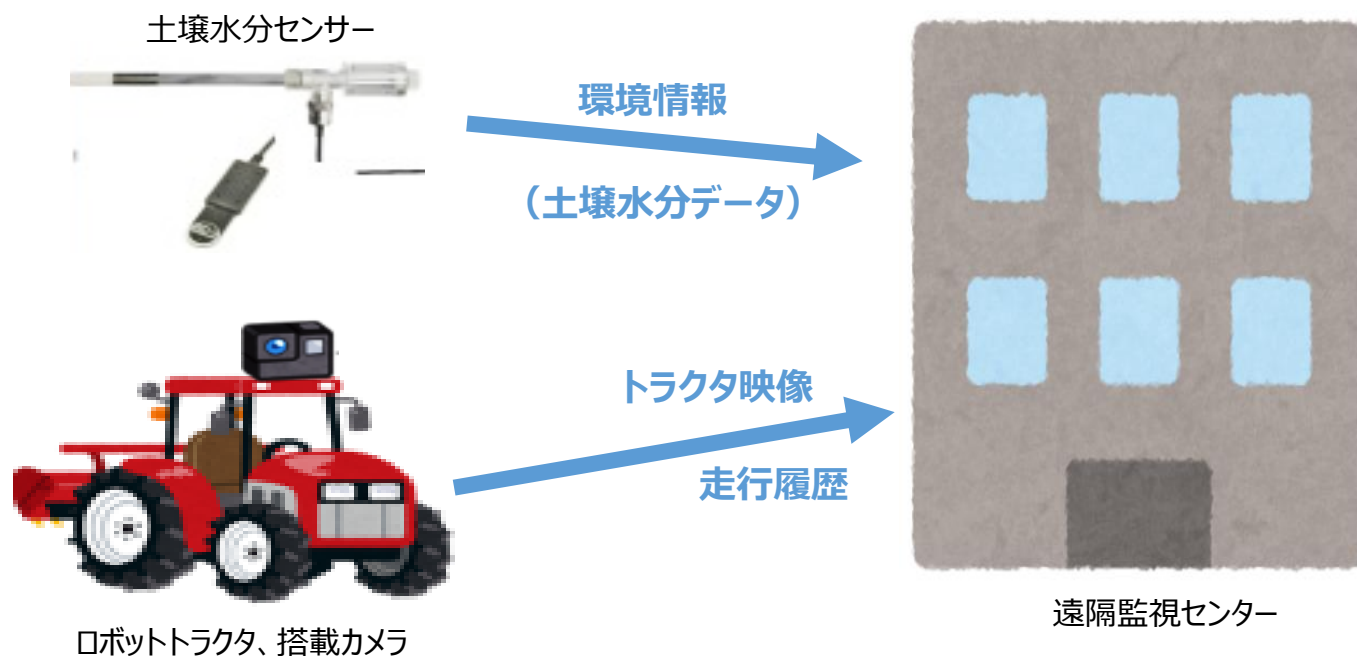
- 水田の水管理において、水位水温計から水温等のセンシングデータをタブレット等に伝送し、遠隔から水の状態を確認。
- タブレット等から、水の状態に応じて給水栓の開/閉の制御を行う。
- タイマーを設定し、設定した時間に給水を行うことも可能。
- タブレット等から水管理の履歴を確認することも可能。



## ビッグデータ収集

→ 第1章 事例⑧ (p36)

- 土壌水分センサーで取得した含水率や温度等の情報を遠隔監視センターへ伝送。
- ロボットトラクタに搭載されたカメラで撮影された生育映像や、トラクタの走行履歴を遠隔監視センターへ伝送。
- 伝送されたデータは遠隔監視センターへ収集され、解析される。

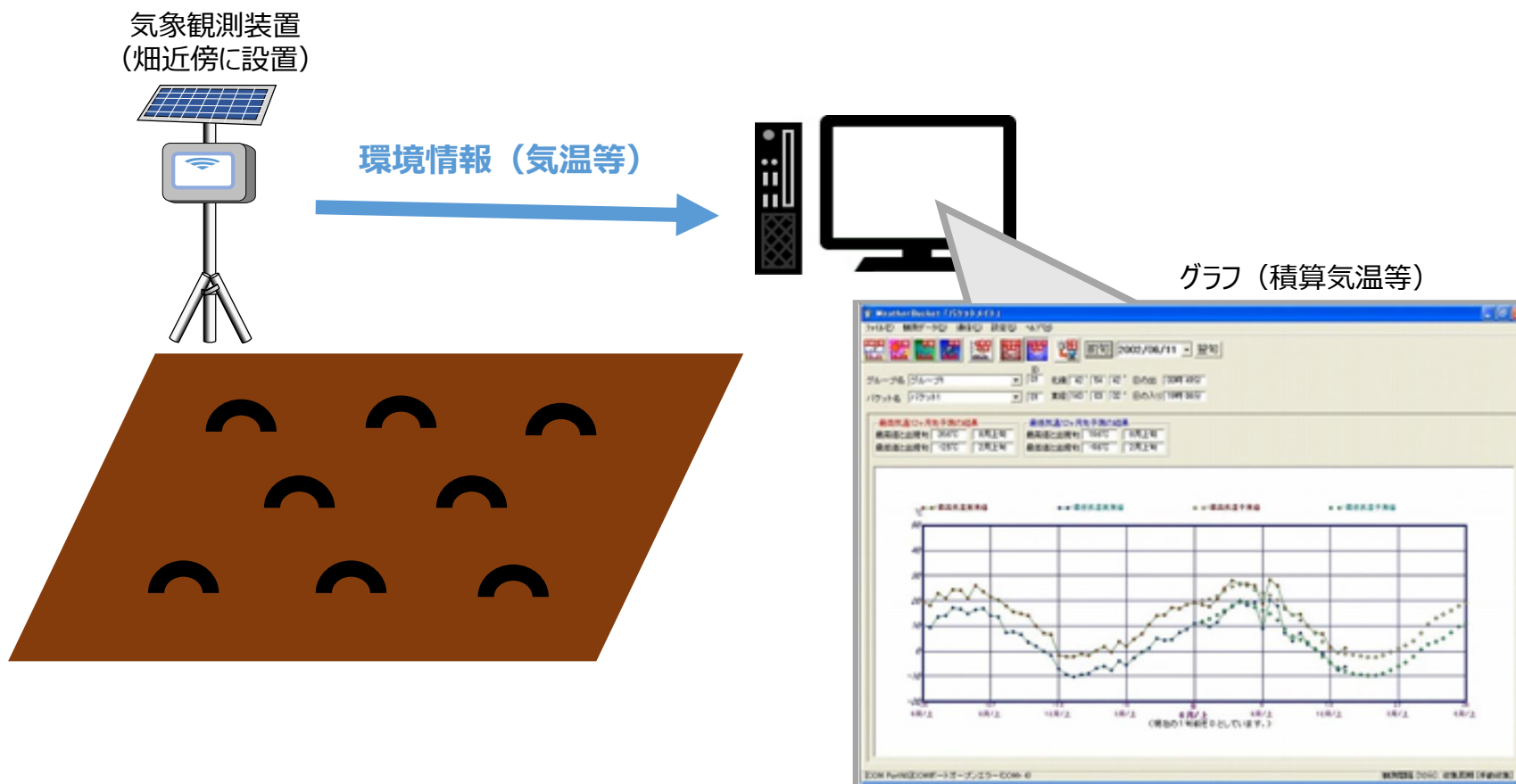




## 気象観測

### → 第1章 事例⑨ (p40)

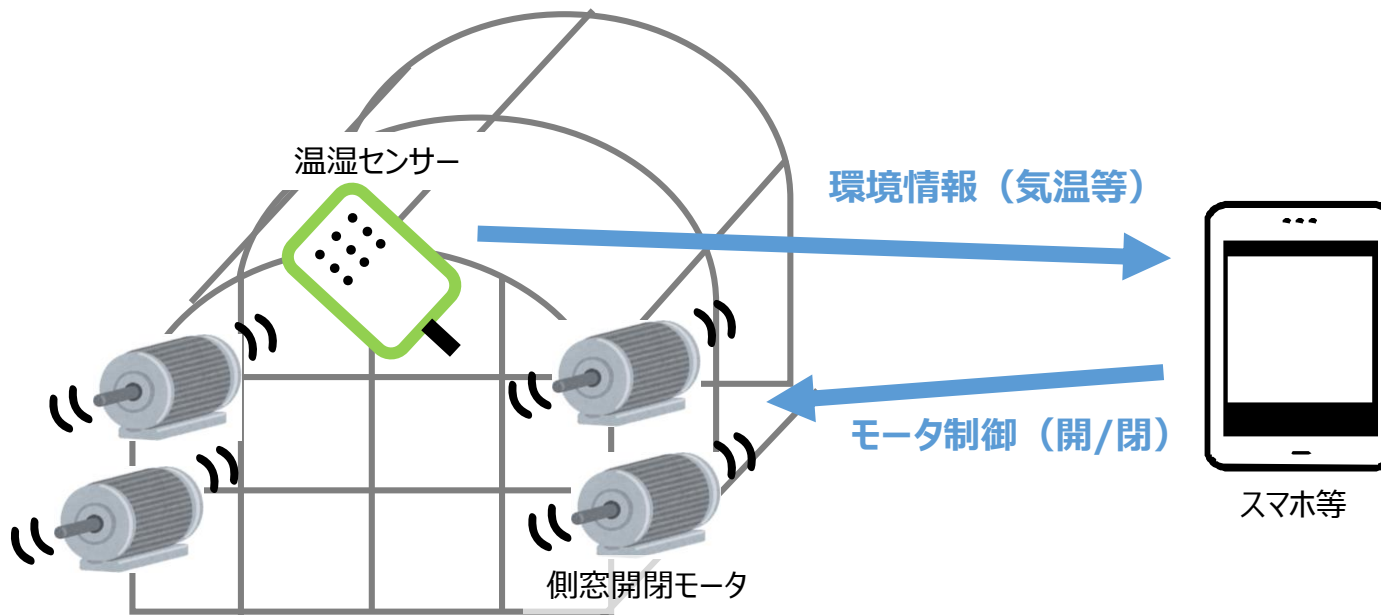
- 気象観測装置を畑近傍に設置し、観測した気温・風速等の環境情報をテキストデータでPCに伝送。
- PCにおいて自動で処理を行い、積算気温等のグラフを作成。
- 積算気温等の情報から正確な収穫時期を予測可能。



## ハウス制御

### → 第1章 事例⑨ (p40)

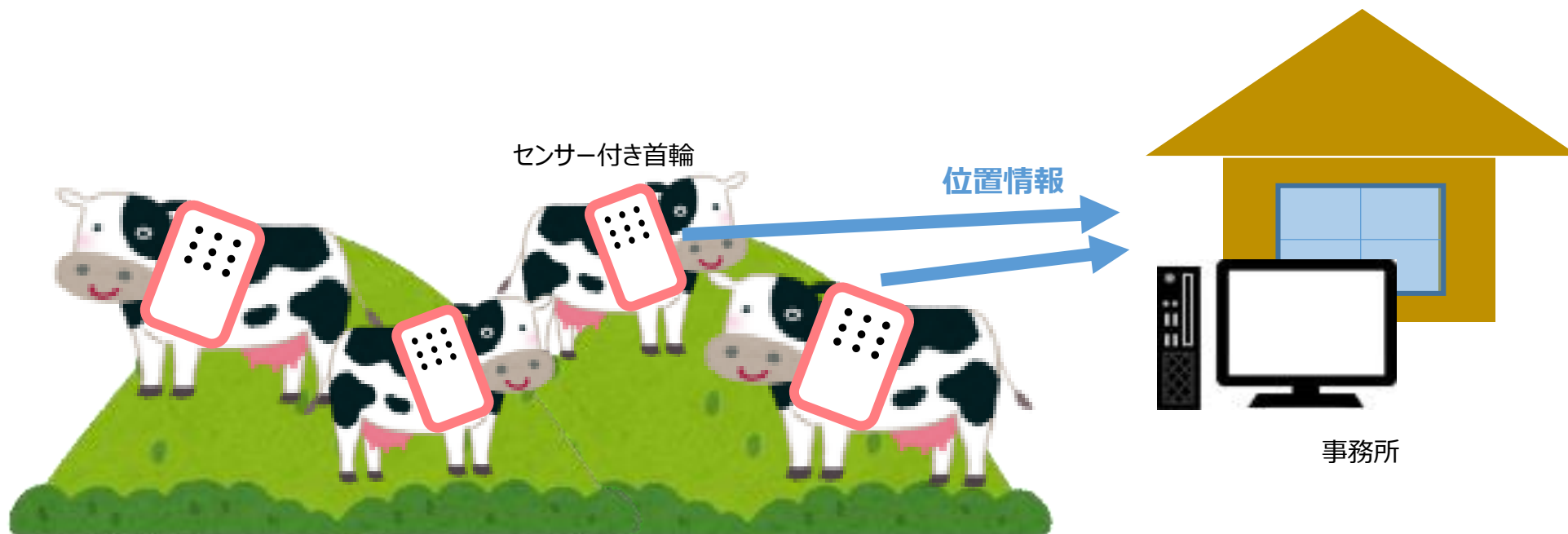
- ハウスに温湿センサーと側窓開閉モータを設置し、センサーで取得したハウス内の温度・湿度等の環境情報をスマホ等に伝送。
- スマホ等からハウス内の環境状態を確認し、必要に応じてモータ開閉の制御を行う。
- 事前にモータ開閉の温度等を設定しておき、自動で開閉を行うことも可能。



## 牛個体管理

### → 第1章 事例⑩ (p44)

- 起伏の多い丘陵地帯において、放牧牛にセンサー付きの首輪を装着し、位置情報を順次伝送。
- 位置情報を順次伝送することで、把握が難しい放牧牛の位置情報を把握。
- 位置情報とそれに紐付く時間を順次データベースに登録することで、それを基に放牧牛の行動軌跡を可視化。
- 移動時に稼動するセンサーの稼動回数により、健康状態のチェックを行うことも可能。



### ◆ 選定基準① 伝送容量

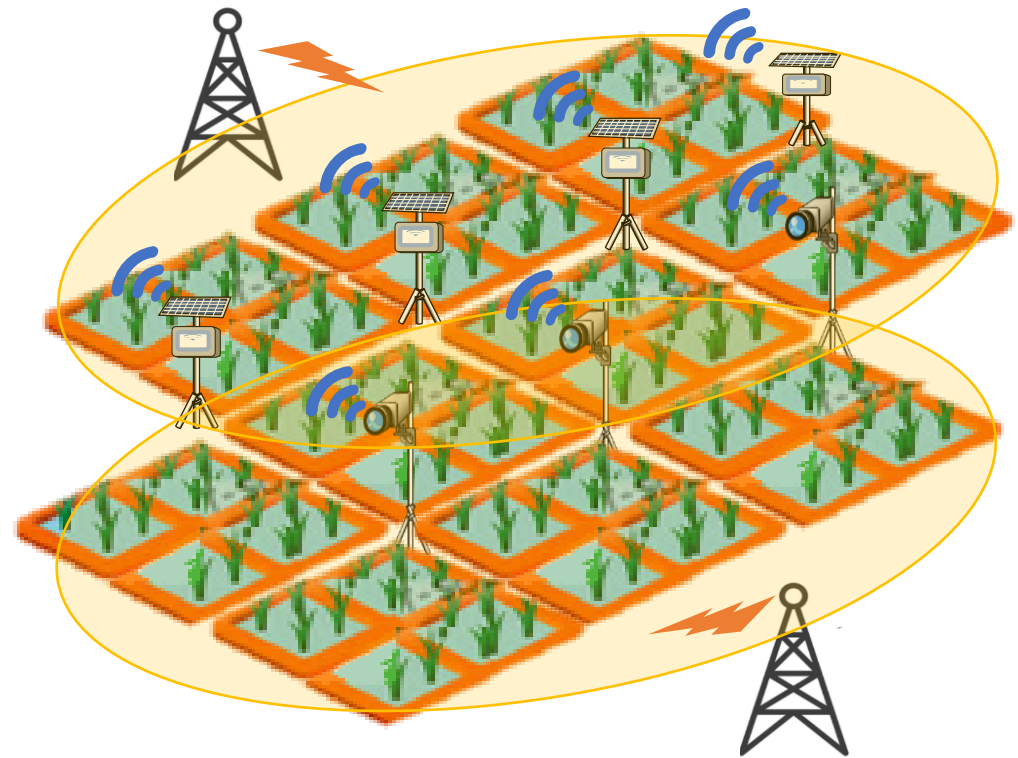
センサーを使用する際には、複数個のセンサー情報を伝送することも多く、複数センサーの情報を同時に伝送する場合には、伝送容量が重要となる。  
使用するセンサーの数や伝送する情報量に応じて必要な伝送容量を検討する必要がある。

### ◆ 選定基準② 伝送距離

情報を取得するセンサーの設置領域をすべてカバーする必要があるため、広範囲に設置したセンサーから情報を取得する場合には、伝送距離の大きさは重要となる。カバーしたい範囲に対して使用する無線システムの伝送距離が短い場合には、基地局を複数個設置する等が必要となる。

### ◆ 選定基準③ 消費電力

センサーで取得した情報は継続的に伝送する場合も多く、無線システムを選定する際には消費する電力の大きさも考慮する必要がある。低消費電力のシステムを利用することで、電池を1日に何回も変える等することなく情報を継続的に取得することが可能となる。



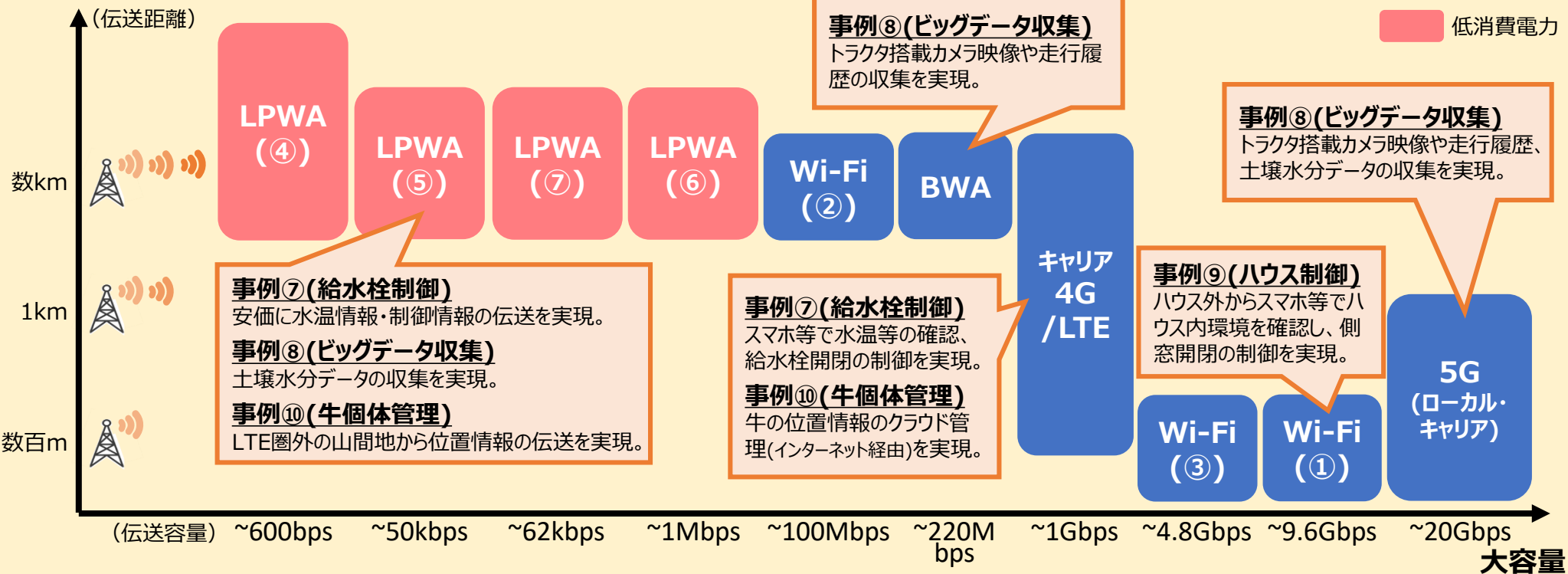
## 無線ツール選択肢

## ローカル5G    キャリア5G    キャリア4G/LTE    BWA    Wi-Fi    LPWA

選定基準	ローカル5G	キャリア5G	キャリア4G/LTE	BWA	Wi-Fi			LPWA			
					①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
伝送容量 (bps)	上り~10G 下り~20G	上り~500M 下り~1G	最大 220M	比較的大	11M~ 9.6G	54M~ 100M	54M~ 4.8G	上り100 下り600	250~ 50k	上り300k~1M 下り800k	上り62k 下り21k
伝送距離	数百m~1km、 28GHz帯:数十m	携帯電話エリ アによる	数km 程度	比較的大	100m 程度	数km 程度	100m 程度	数km~ 数十km	数km~十数km		
消費電力	比較的大	比較的大	比較的大	比較的大	比較的大			低消費電力			

①小電力データ通信システム ②5GHz帯無線アクセスシステム ③5.2GHz帯高出力データ通信システム ④SIGFOX ⑤LoRa ⑥eMTC ⑦NB-IoT

### 広域・遠距離



利用シーン	無線で扱う情報	無線システム選択肢	無線局免許	無線導入手続き等
<p><b>水管理 (給水栓制御)</b> →第1章 事例⑦ (p32)</p>	<p><b>環境情報 (水位・水温等)</b></p>	<p>キャリア5G →第2章 2-1 (p49)</p>	<p>不要</p>	<p>第4章参照</p>
		<p>ローカル5G →第2章 2-2 (p52)</p>	<p>必要</p>	
		<p>事例⑦ キャリア4G/LTE →第2章 2-3 (p56)</p>	<p>不要</p>	
		<p>BWA →第2章 2-4 (p57)</p>	<p>必要</p>	
		<p>事例⑦ LPWA →第2章 2-5 (p61)</p>	<p>不要</p>	
		<p>Wi-Fi →第2章 2-6 (p63)</p>	<p>不要</p>	
		<p><b>制御情報 (給水栓開閉)</b></p>	<p>キャリア5G →第2章 2-1 (p49)</p>	
	<p>ローカル5G →第2章 2-2 (p52)</p>	<p>必要</p>		
	<p>事例⑦ キャリア4G/LTE →第2章 2-3 (p56)</p>	<p>不要</p>		
	<p>BWA →第2章 2-4 (p57)</p>	<p>必要</p>		
	<p>事例⑦ LPWA →第2章 2-5 (p61)</p>	<p>不要</p>		
	<p>Wi-Fi →第2章 2-6 (p63)</p>	<p>不要</p>		

利用シーン	無線で扱う情報	無線システム選択肢	無線局免許	無線導入手続き等
<p><b>ビッグデータ収集</b> →第1章 事例⑧ (p36)</p>	<p>環境情報 (土壌水分情報等)</p>	<p>事例⑧ <b>キャリア5G</b> →第2章 2-1 (p49)</p>	不要	<p>第4章参照</p>
		<p>事例⑧ <b>ローカル5G</b> →第2章 2-2 (p52)</p>	必要	
		<p><b>キャリア4G/LTE</b> →第2章 2-3 (p56)</p>	不要	
		<p>事例⑧ <b>BWA</b> →第2章 2-4 (p57)</p>	必要	
		<p>事例⑧ <b>LPWA</b> →第2章 2-5 (p61)</p>	不要	
		<p><b>Wi-Fi</b> →第2章 2-6 (p63)</p>	不要	
<p><b>気象観測</b> →第1章 事例⑨ (p40)</p>	<p>環境情報 (気温等)</p>	<p><b>キャリア5G</b> →第2章 2-1 (p49)</p>	不要	<p>第4章参照</p>
		<p><b>ローカル5G</b> →第2章 2-2 (p52)</p>	必要	
		<p><b>キャリア4G/LTE</b> →第2章 2-3 (p56)</p>	不要	
		<p><b>BWA</b> →第2章 2-4 (p57)</p>	必要	
		<p><b>LPWA</b> →第2章 2-5 (p61)</p>	不要	
		<p><b>Wi-Fi</b> →第2章 2-6 (p63)</p>	不要	

利用シーン	無線で扱う情報	無線システム選択肢	無線局免許	無線導入手続き等
<p><b>ハウス制御</b> →第1章 事例⑨ (p40)</p>	<p><b>環境情報</b> (気温等)</p>	<p>キャリア5G →第2章 2-1 (p49)</p>	<p>不要</p>	<p>第4章参照</p>
		<p>ローカル5G →第2章 2-2 (p52)</p>	<p>必要</p>	
		<p>キャリア4G/LTE →第2章 2-3 (p56)</p>	<p>不要</p>	
		<p>BWA →第2章 2-4 (p57)</p>	<p>必要</p>	
		<p>LPWA →第2章 2-5 (p61)</p>	<p>不要</p>	
		<p>事例⑨ Wi-Fi →第2章 2-6 (p63)</p>	<p>不要</p>	
	<p><b>制御情報</b> (側窓開閉)</p>	<p>キャリア5G →第2章 2-1 (p49)</p>	<p>不要</p>	
		<p>ローカル5G →第2章 2-2 (p52)</p>	<p>必要</p>	
		<p>キャリア4G/LTE →第2章 2-3 (p56)</p>	<p>不要</p>	
		<p>BWA →第2章 2-4 (p57)</p>	<p>必要</p>	
		<p>LPWA →第2章 2-5 (p61)</p>	<p>不要</p>	
		<p>事例⑨ Wi-Fi →第2章 2-6 (p63)</p>	<p>不要</p>	



利用シーン	無線で扱う情報	無線システム選択肢	無線局免許	無線導入手続き等
<b>牛個体管理</b> →第1章 事例⑩ (p44)	<b>位置情報</b>	<b>キャリア5G</b> →第2章 2-1 (p49)	<b>不要</b>	<b>第4章参照</b>
		<b>ローカル5G</b> →第2章 2-2 (p52)	<b>必要</b>	
		<b>事例⑩</b> <b>キャリア4G/LTE</b> →第2章 2-3 (p56)	<b>不要</b>	
		<b>BWA</b> →第2章 2-4 (p57)	<b>必要</b>	
		<b>事例⑩</b> <b>LPWA</b> →第2章 2-5 (p61)	<b>不要</b>	
		<b>Wi-Fi</b> →第2章 2-6 (p63)	<b>不要</b>	

各無線システムに関する特徴については、第2章及び無線システム選定ページ(p90)を参照ください。

伝送速度については、情報の取得頻度（リアルタイム、1時間に1回、等）やデータ量によって、最低限必要な伝送速度を選定する。

センサーから取得する温度や湿度、画像（静止画像）などのデータは、リアルタイムに取得するのではなく、1日に1回、1時間に1回などであれば、低速の伝送速度で時間をかけて取得することも可能。

カメラから取得する動画については、通常はリアルタイムに取得するため、動画のビットレートを上回る伝送速度が必要となる。動画のビットレートは撮影機器やソフトウェア（データの圧縮方式）によって大きく異なり、また、ネットワークに接続するカメラは通常、解像度やフレームレート、ビットレート、圧縮方式などが変更可能となっている。

以下の表は参考例であり、実際は導入する機器等により大きく異なり、また、取扱う情報のほか通信に必要な制御信号も伝送することになる。

取扱う情報	データ量	伝送速度	データ取得に要する時間
テキストデータ（例 温度・湿度の数字4文字）	4byte	100bps	0.32秒
テキストデータ（例 土壌センサーによる様々な計測データ等）	20kbyte	100bps	1638.4秒（27.3分）
		50kbps	3.3秒
静止画像（例 高画質）	10Mbyte	1Mbps	83.9秒（1.4分）
		54Mbps	1.6秒

<計算式>

データ量 (byte) × 8 (bit変換) ÷ 伝送速度 (bps) = 時間 (秒)。

- ・ データ量の単位を1byteに整理。kは1024倍、Mは1024×1024倍。10Mbyte=10485760 byte。
- ・ byteをbitに変換。1byte=8bit。
- ・ 伝送速度の単位を1bpsに整理。kは1000倍。Mは1000×1000倍。10Mbps=10000000 bps。

取扱う情報（動画）	フレームレート※1	ビットレート※2 （必要な伝送速度）
1920×1080ピクセル （地上デジタル放送に相当）	30fps	20Mbps
	5fps	3Mbps
320×240ピクセル （ワンセグ放送に相当）	15fps	400kbps
	1fps	80kbps

※1 フレームレート。単位：fps（frames per second）。1秒間の動画が何枚の画像で構成されているかを示す単位のこと。  
 1fps：1秒間に1枚の画像。コマ送りのカクカクした映像。  
 5fps：監視カメラに相当。  
 15fps：ワンセグ放送に相当。  
 30fps：地上デジタル放送に相当

※2 ビットレート。単位：bps（Bit Per Second）。1秒間あたりのデータ量。

各無線システムの伝送距離の目安は以下のとおり。  
 通常、距離が離れるほど伝送速度は低下し、遮蔽物・反射物（地形や樹木、建物等）の影響も受けるため、実際の伝送距離は大きく異なる場合がある。また、季節（積雪、葉っぱ、水田の水）や周辺環境（建物、車両）の変化も影響する。

無線システム	伝送距離	短い ←	→ 長い
LPWA	数十km程度		
RTK-GNSS（各種業務用無線局）	20km程度		
RTK-GNSS（簡易無線局）	5km程度		
地域BWA／自営等BWA	数km程度		
Wi-Fi（5GHz帯無線アクセスシステム）	数km程度		
ドローン（無人移動体画像伝送システム）	数km程度		
ローカル5G（4.7GHz帯）	1km程度		
ドローン（免許不要）	数百m程度		
Wi-Fi（5.2GHz帯高出力データ通信システム）	100m程度		
Wi-Fi（免許不要）	100m程度		
ローカル5G（28GHz帯）	数十m程度		
キャリア5G、キャリア4G	携帯電話エリアによる		
RTK-GNSS（インターネット方式）	携帯電話エリアによる		