

# 西川地域スマート林業協議会

「首都圏近郊良材林業地」を活かすシステム実装と、  
自前で計測・解析・シミュレーションできるスマート林業技能者の継続的育成体制構築



図. 筏流し  
(出典: 大河原木材講演資料)



図. 西川林業地イメージ  
(出典: PRTMES WEBサイト「西川材物語」)



図. 飯能市立図書館  
(出典: 石本建築事務所WEBサイト)

# 全体計画での位置づけ RTK測位、林業通信・体調管理

- RTK測位による位置情報の精密化
- 林業通信と体調管理による安全衛生管理の強化※R4年度実施を検討

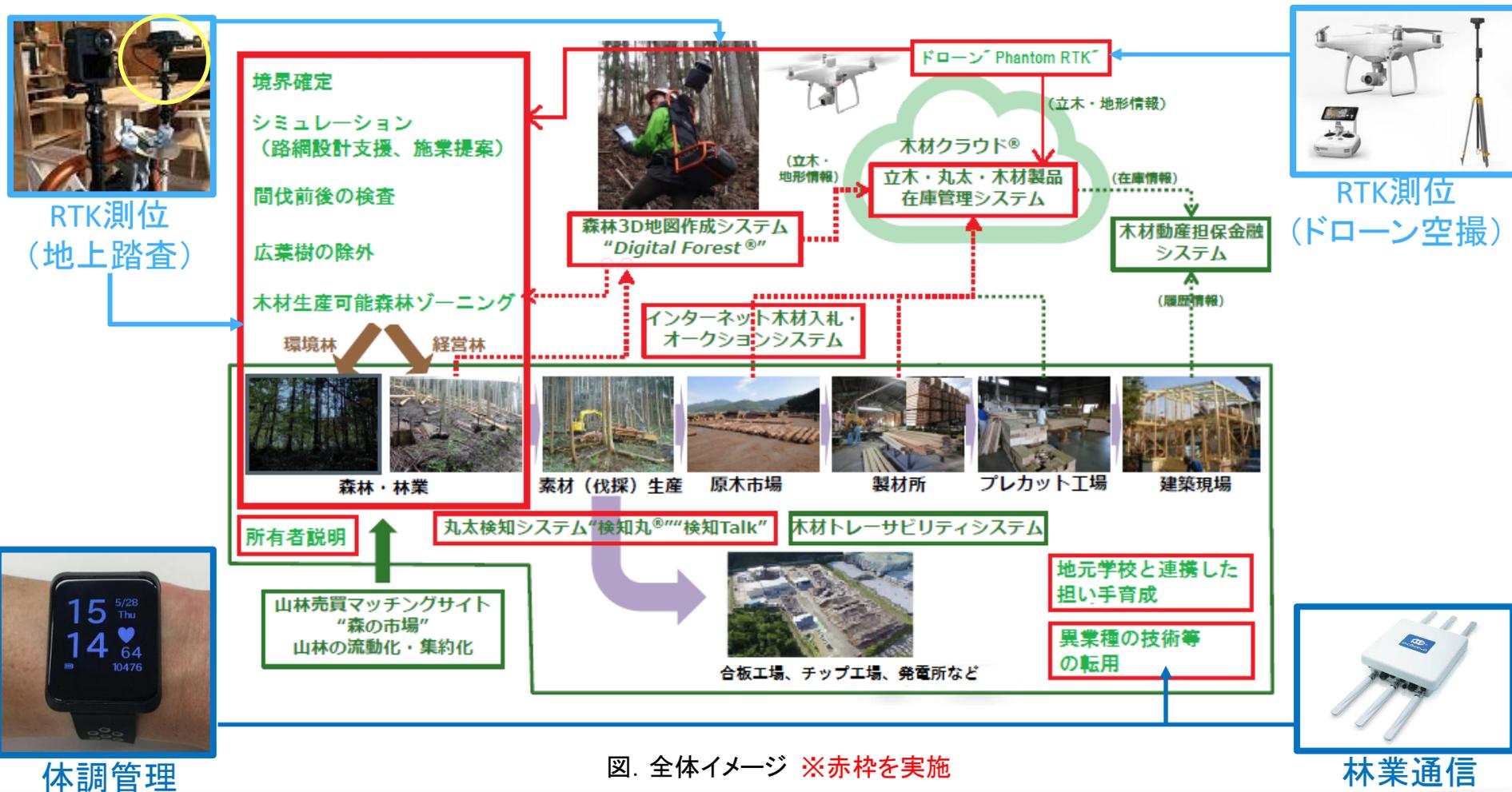


図. 全体イメージ ※赤枠を実施

# IoTを支える主な無線通信技術での位置づけ

## ■IoTを支える主な無線通信技術

通信距離	通信速度	通信方式	用途
短距離	やや高速	Bluetooth	近距離で大容量データ通信に有効。消費電力が少なく日常的に使用するデバイス等で使用。
	低速	BLE	
中距離 (概ね100m)	高速	Wi-Fi	中長距離で大容量データ通信に有効。 写真、動画などを短時間で綺麗に転送できる。 消費電力が大きく、オフラインの長時間使用は不向き。
長距離	やや高速	LTE,4G	
	高速	5G	
	低速	LPWA	長距離で少量データ通信を断続的に行う際に有効。 消費電力が小さく、オフラインでの長時間使用に向く。

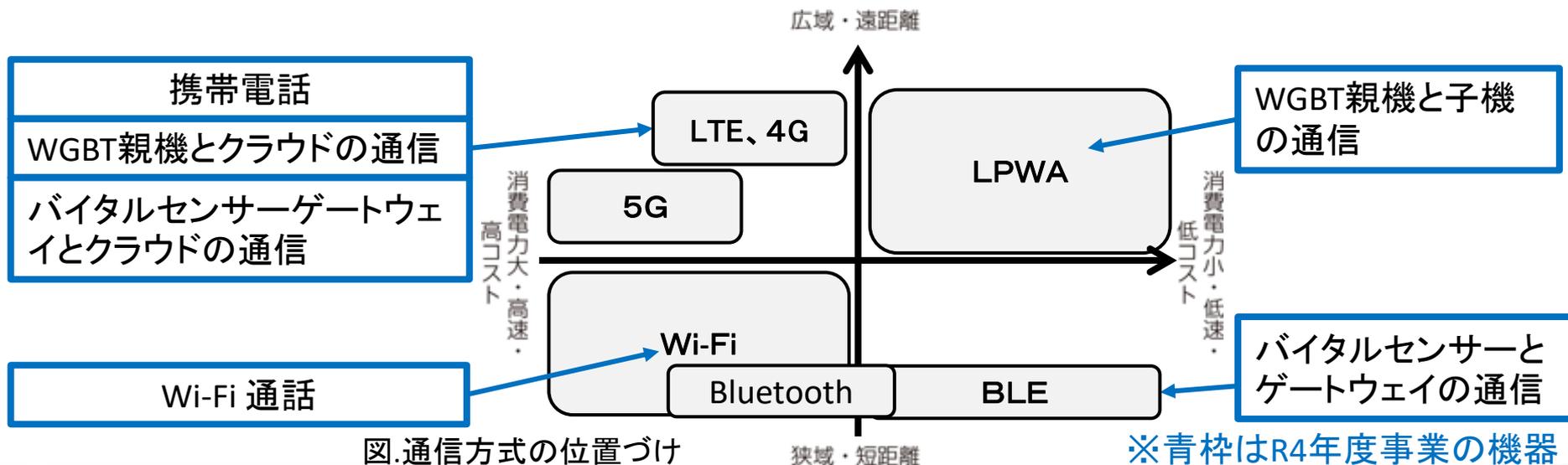


図.通信方式の位置づけ

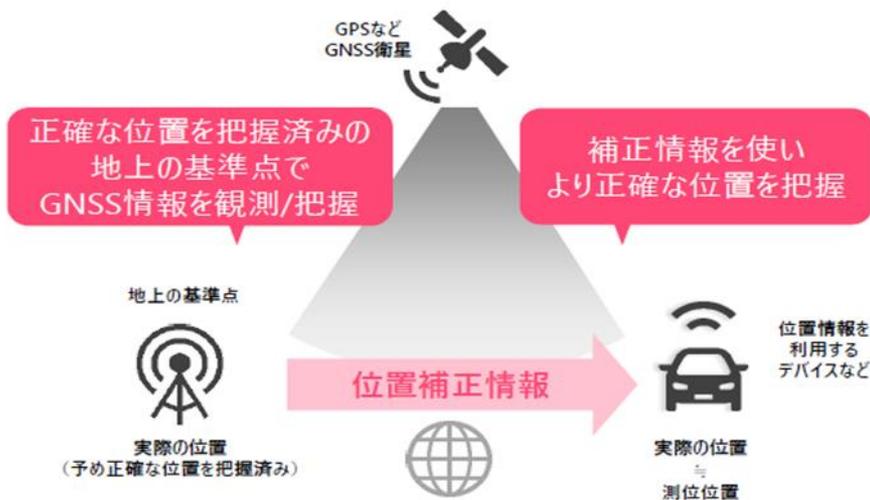
狭域・短距離

※青枠はR4年度事業の機器

# RTK測位の目的 位置情報の精密化

## ■RTK測位の概要

衛星からの位置情報と基準点からの補正情報により誤差数cmの高精度な測位が可能。



理想的な測位環境の場合 **数cm** 程度の誤差  
RTK測位のイメージ(出典:NTTドコモ)



基準点のイメージ(出典:NTTドコモ)

## ■RTK測位の導入目的

目的	課題	改善
ドローン空撮の位置情報精密化	絶対座標に対して <b>誤差数m</b> があり、フライト毎の計測データ較が困難。	<b>RTK測位で誤差数cm</b> にでき、現在位置の特定、計測データの比較や、森林資源情報をGIS等への正確な保存が可能
地上踏査の位置情報精密化	空が見えない森林内では <b>誤差数十m</b> あり、絶対座標の特定が困難。	

# RTK測位（地上踏査）の計画

## ■構成機器

- ① GNSS ロガー：MobileMapper50
- ② RTK対応のGNSS受信機：Drogger W-band RTK-GNSSオールインワンパッケージ
- ③ Ntripクライアントアプリケーション：Drogger GPSアプリ
- ④ インターネット回線及び機器：スマートフォン
- ⑤ 基準局補正情報：ALES社のNtrip方式による補正情報

## ■RTK測位の手順

- ① オンラインのスマホでDrogger GPSアプリを起動し基準局補正情報サービスのID、PWを設定
- ② GNSS受信機でNtrip補正情報を受信
- ③ GNSSロガーとRTK対応のGNSS受信機を連携
- ④ GNSS受信機がFIX状態であれば、誤差数cmの位置情報のログが取得可能
- ⑤ ⑤と地上レーザ計測や360度カメラ撮影を同期すると計測データの位置情報精密化が可能



# RTK測位（地上踏査）の取組状況、課題と対応



■ 取組状況 ※2021年12月、1月頃にRTK測位（地上踏査）を実施予定。

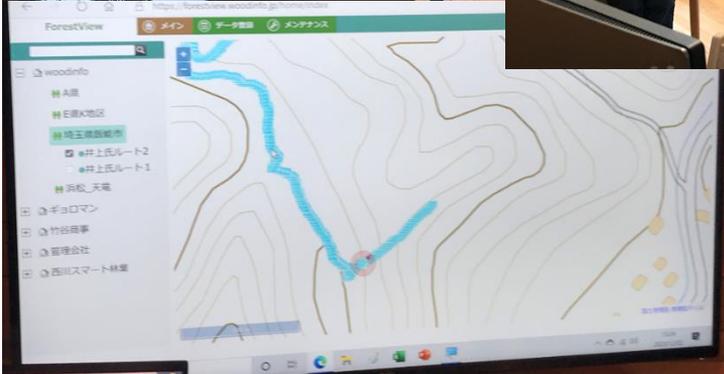
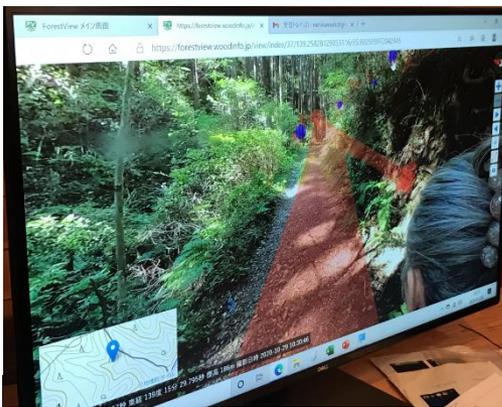


図.R2年度コア技能者研修（2020.12.02）

## ■ 課題と対応

課題	対応
空が見えない携帯圏外での使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 経済的なインターネット環境構築を検討中</li> </ul>
RTK測位に必要な複数の機器の設定・運用になれるまで難しく感じる	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2段階研修会にて技能者を育成予定</li> <li>• 操作マニュアルを作成予定</li> </ul>

# RTK測位（ドローン空撮）の計画

## ■構成機器

- ① RTK対応のGNSS受信機 & ロガー： Phantom 4 RTK 内臓
- ② Ntripクライアントアプリケーション： Phantom 4 RTKアプリ
- ③ インターネット回線及び機器：スマートフォン、ルータ等
- ④ 基準局補正情報： ALES社のNtrip方式による補正情報
- ⑤ 後処理方式高精度測位システム：PKK GO

## ■RTK測位の手順

- ① 基準局補正情報サービス契約。※山林部も豊富な基準局でカバーするALES社を採用。
- ② オンライン状態のPhantom 4 RTKアプリを起動
- ③ ②に①のID、PWを設定してRTK対応のGNSS受信機でNtrip補正情報を受信
- ④ GNSS受信機がFIX状態であれば、誤差数cmの空撮データが取得可能
- ⑤ オフライン空撮では後処理ソフトに基準局とドローンデータをセットし高精度位置情報が取得可能

### 補正情報生成



### ALES配信システム

補正情報サービス  
(出典：ALES)



Phantom 4 RTKアプリ  
(出典：DJI)



Phantom 4 RTK空撮  
(出典：セキド)

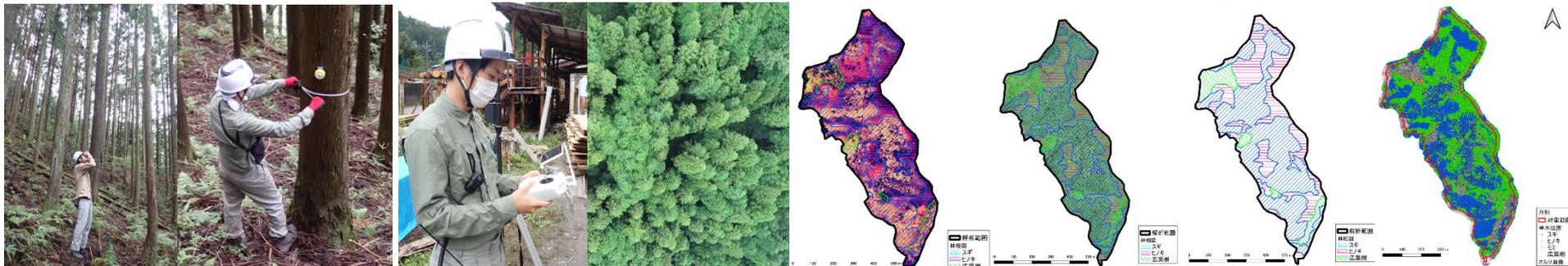


高精度空撮データ  
(出典：セキド)

# RTK測位（ドローン空撮）の取組状況、課題と対応

## ■取組状況

①外部委託：現地調査8-9月、施業前の空撮・解析9-11月、施業後の空撮・解析 1-2月



現地調査

ドローン空撮

解析（CHM、オルソ画像、林相図、単木解析図）

②技能者育成：研修会6月、自主練8,9月、資格取得9-11月、空撮・解析1-2月



研修会（法規、操縦、解析）

トイドローンでの自主練

ドローン資格学校（法規、安全、操縦）

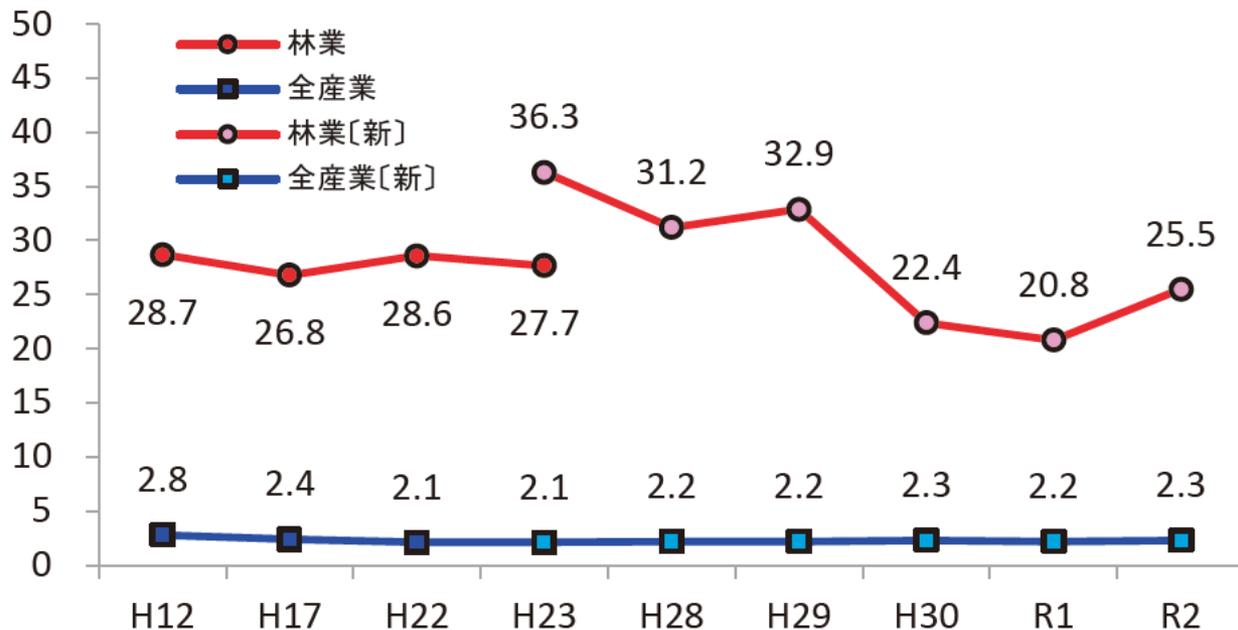
## ■課題と対応

課題	対応
ドローン操縦と運行管理の技能取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>国交省認定カリキュラムによるドローン学校の資格取得</li> </ul>
RTK測位に必要な機器の設定・運用	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修会開催と操作マニュアルの補足資料を作成予定</li> </ul>

# 林業の労働災害発生率

林業の労働災害発生率は依然として高く、とくに死傷年千人率は全産業の10倍以上と最も高くなっています。林野庁は、2021年11月24日付けで都道府県や関係団体に対し「林業労働安全対策の強化」を求める長官通知を出しました。

## 死傷年千人率の推移



資料：業種別死傷年千人率（厚生労働省）

注1：死傷年千人率とは、労働者1,000人あたり1年間に発生する死傷者数（休業4日以上）の割合。

注2：平成24年より算定基礎を「労働者災害補償保険事業年報」及び「労災保険給付データ」から「労働者死傷病報告書」及び「総務省労働力調査」に変更。

図.死傷年千人率の推移  
(出典：林政ニュース666号)



## ■ 林業通信の概要

携帯電波が弱いエリアでのWi-Fi環境構築



図.建設現場の通信確保 (出典：PicoCELA社WEBサイト)

## ■ 体調管理の概要

リアルタイムに体調を計測して体調管理

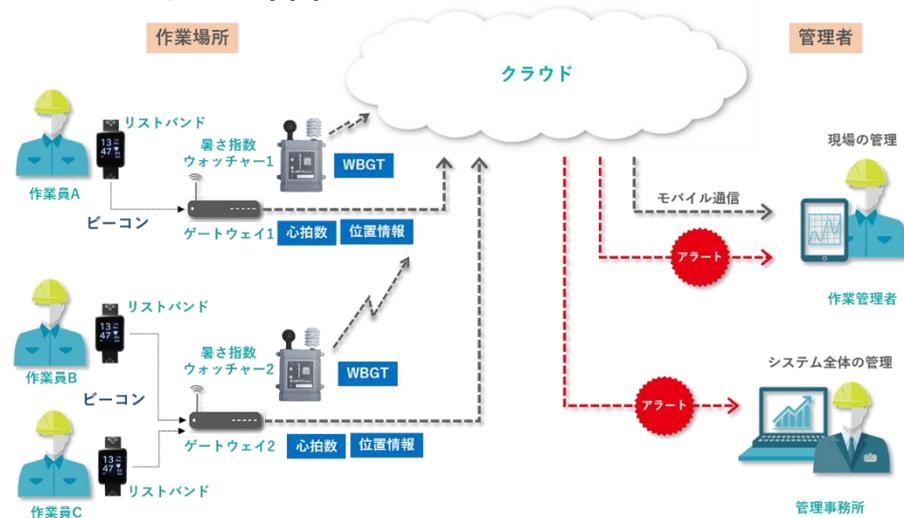


図.体調管理システムEnvitalの概念図 (出典：大林組)

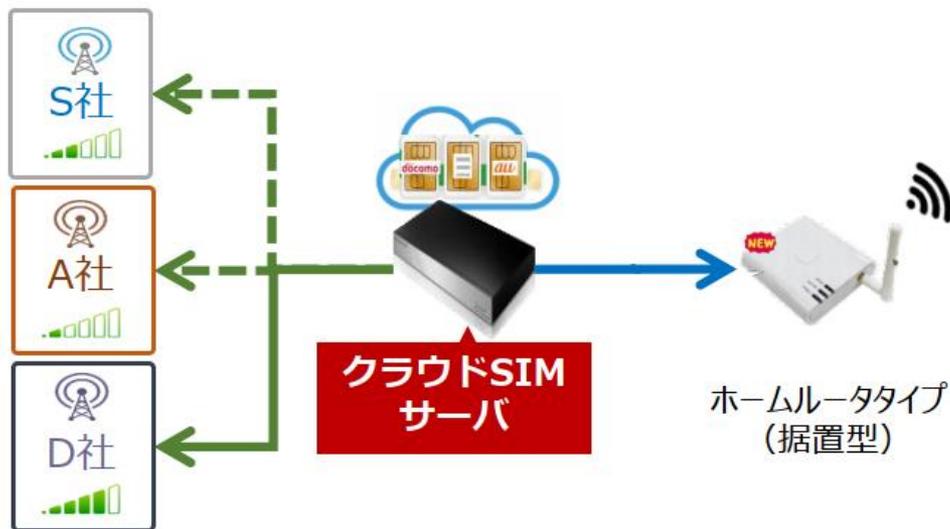
## ■ 林業通信・体調管理の導入目的

目的	課題	改善
林業通信による緊急連絡手段の確保	携帯不通の山林から、山林外部にいる管理者等への緊急連絡が困難	負傷した作業員の救助要請などの緊急連絡を速やかに実施できる
体調管理による安全衛生管理の向上	作業に集中しており、本人や仲間も体調の異変に気づくのが遅れる。	管理者や本人が緊急アラート等を受信して予防的体調管理で重篤化を抑止

# 山岳通信 導入技術の検討 1 / 3

## ①キャリアに依存せずに携帯電波を捕捉して、安定化（Wi-Fi化）→Cloud-SIM

- **安定した通信の実現※**（トリプルキャリア対応）  
クラウドSIM技術を活用することで、その時にご利用いただく環境によって最適な通信キャリアを自動選択
- **用途に応じた機器タイプを選択可能**  
弊社独自開発のホームルータタイプ（LANポート有）の提供によりお客様の用途に沿った機器が選択可能
- **面倒な設定/工事が不要**  
回線工事や、利用箇所/電波状況に応じたSIM契約の変更が不要



※ソフトバンク/ドコモ/auのネットワーク・LTE回線に対応。エリア内であっても電波の届きにくい場所等では、一部ご利用いただけません

## 【事例】北海道京極北部地域

### 位置図



携帯キャリア3社HPでは、いずれも電波カバーエリア外（完全な圏外）



現地調査の結果、ピンポイントでS社の電波の捕捉ポイントを発見し、これを活用

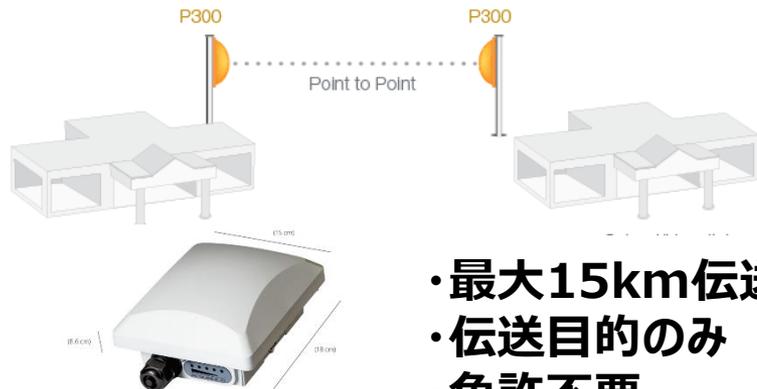
## ②安定化（Wi-Fi化）させた電波を遠くまで届ける、Wi-Fi網を広げる

### 【電波を遠くまで届ける】FalconWAVE

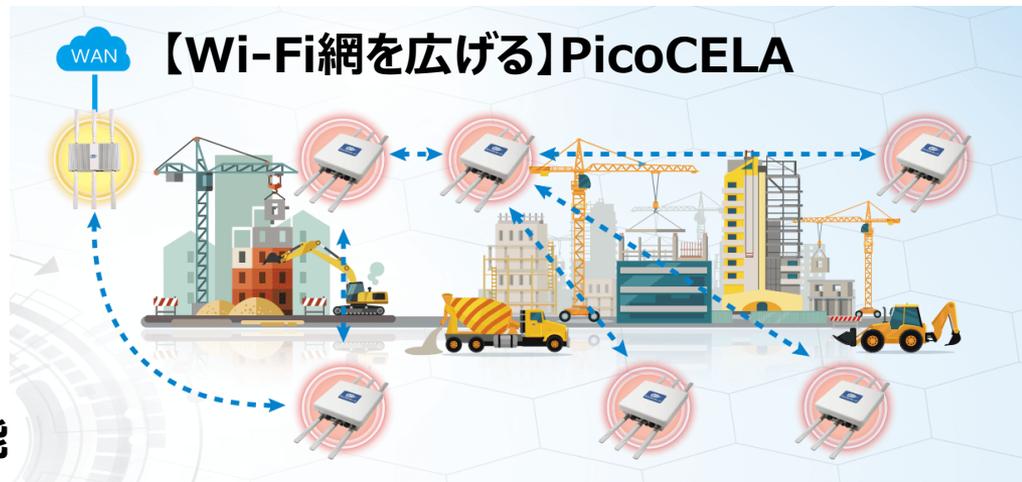


- 最大30km伝送
- 見通し半径最大300mをWi-Fi化可能
- 免許が必要

### 【電波を遠くまで届ける】RUCKUS



- 最大15km伝送
- 伝送目的のみ
- 免許不要

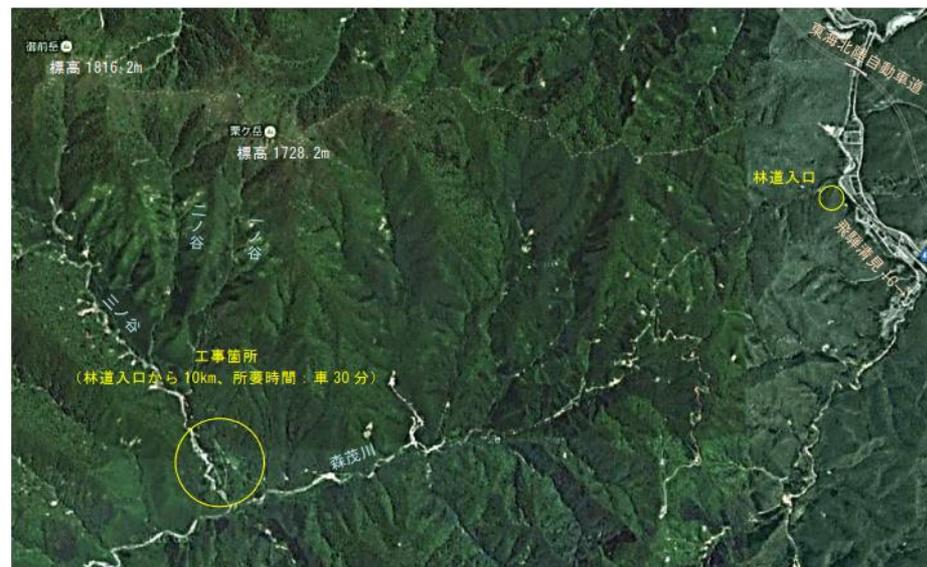


- 見通しがあれば、半径100mのWi-Fiを連続的に繋がられる
- アクセスポイント同士が自動的にホップ先を検索

## ③ 携帯電波が受信できない場合の次なる選択肢→通信衛星の利用



## 【事例】岐阜県飛騨高山付近



携帯電波はいずれも  
完全な圏外



衛星ブロードバンド用  
通信衛星を利用

## ■ 林業現場の想定条件

時期：令和4年度の通年

場所：西川林業地域（飯能市、日高市、越生町、毛呂山町）の山林 3haの間伐施業

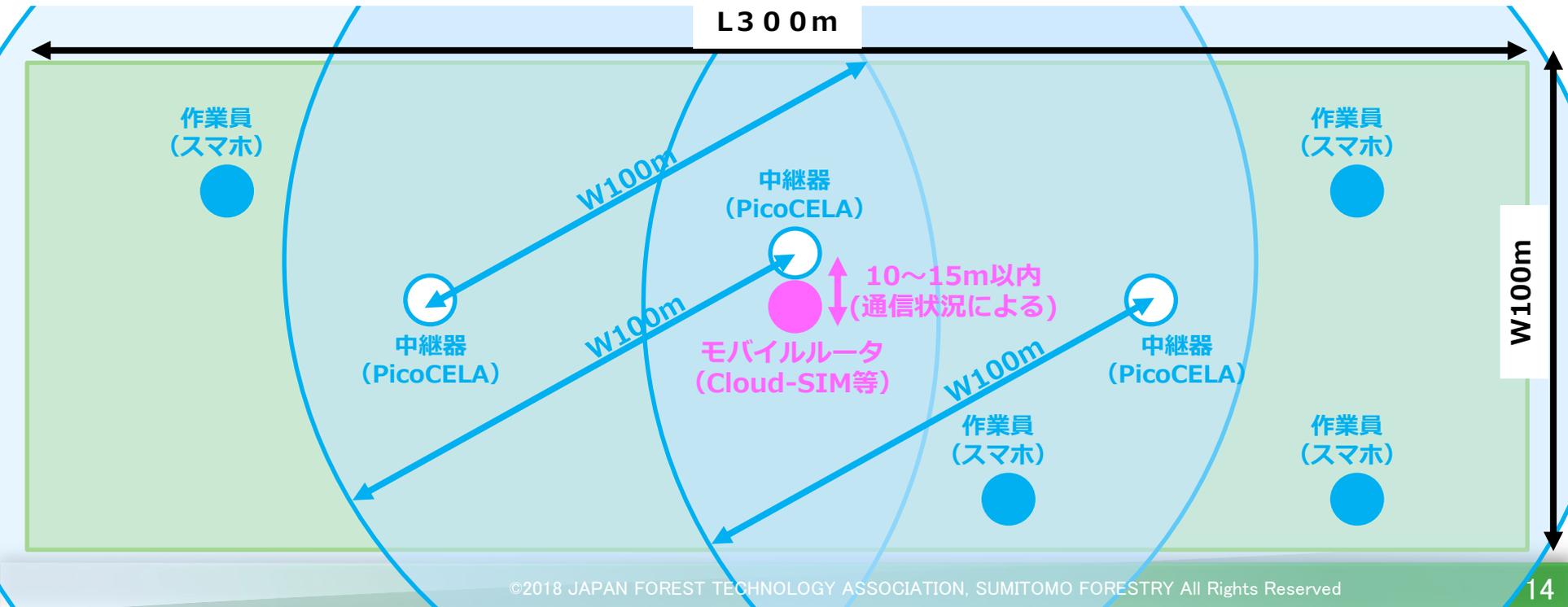
利用：作業員4名のインターネット通信環境を確保して、離れた事務所にいる管理者と通話

## ■ 配置計画（仮に3haの間伐施業と想定） ※現場決定後に地形や見通しを考慮予定

機器：モバイルルータ1台、PicoCELA 3台

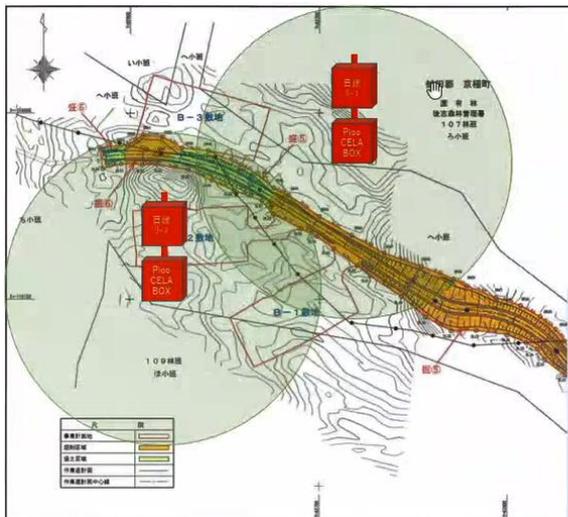
①モバイルルータ（Cloud-SIM等：通信半径10-15m）を風船等で対地高度を高く設置

②PicoCELA（中継半径最大100m程度）でWi-Fi環境を構築



# 林業通信の取組イメージ

## 取組イメージ



区画	区画名	区画面積 (㎡)	区画平均標高 (m)
B敷地	区画1	100	100
	区画2	100	100
	区画3	100	100
	区画4	100	100
	区画5	100	100
	区画6	100	100
	区画7	100	100
	区画8	100	100
	区画9	100	100
	区画10	100	100
C敷地	区画1	100	100
	区画2	100	100
	区画3	100	100
	区画4	100	100
	区画5	100	100
	区画6	100	100
	区画7	100	100
	区画8	100	100
	区画9	100	100
	区画10	100	100

・B敷地エリア  
 日建リース工業のCloudSIMにて  
 赤丸2地点にWi-Fi基地局設置  
 そのWi-FiをPicoCELAにて  
 範囲拡大  
 (それぞれ半径100mが精いっぱい)

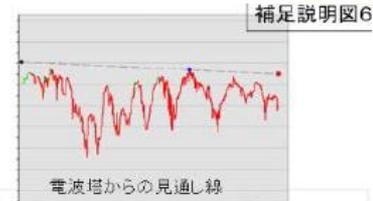
図.建設現場での導入事例 (出典:大林組)



写真 電波受信機・タブレット型PC・GNSS



写真 バルーンによる上空の電波強度測定



補足説明図6

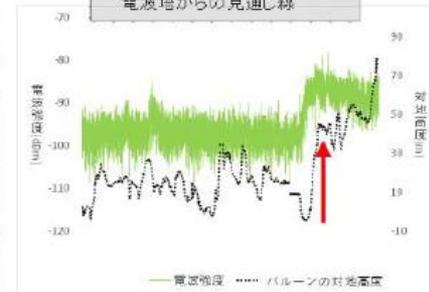


図 電波受信試験の結果

- ・約30m地点で電波強度が-85 dBm付近まで上昇した
- ・→電波受信機がフレネルゾーンに達した

図.対地高度と電波強度 (出典:鹿児島大学 寺岡研究室)



図.Cloud-SIM



図.PicoCELA

# 林業通信の課題と解決の方向性

## ■ 林業で予想される課題と解決の方向性

課題	解決の方向性
地形の起伏や森林により電波強度が弱くなる	<ul style="list-style-type: none"><li>● 電波受信器の対地高度を高く設置</li><li>● 地形の起伏や見通しを考慮して中継器増設</li></ul>
作業が広範囲に移動する	<ul style="list-style-type: none"><li>● 費用対効果を考えた対応範囲の割り切りが必要</li></ul>
電源の確保が困難	<ul style="list-style-type: none"><li>● 携帯バッテリーか太陽光発電と充電器を使用する</li></ul>
比較的工期が短い	<ul style="list-style-type: none"><li>● 別の現場へ簡単に移動できる携帯性の良い設備が必要</li></ul>
補助金で導入しても運用費用の負担が難しい	<ul style="list-style-type: none"><li>● 自治体が出資した山間地域の通信インフラとして整備したものを活用</li><li>● 売上規模が大きな林業事業者ならば費用負担の可能性もあるが、当地の事業規模だと、1班に通信機器1つで年4か月使用で4万円程度が費用負担が可能なライン</li></ul>

# 体調管理の計画 エンバイタルによるリアルタイムの体調管理



## ■ 林業現場の想定条件

- 時期：体調管理：令和4年の夏期（6-8月）を中心とした  
場所：下刈り、公共工事（沿道草刈り、造成皆伐）、特殊伐採など  
利用：作業員4名の体調を、班長や離れた事務所にいる管理者が一元管理

## ■ 通信方法

- ① バイタルセンサー⇒BLE通信⇒スマホゲートウェイ⇒インターネット（3G、LTE）⇒クラウド  
※通信強度を高めた特殊なBLEで通信距離最大300m
- ② WBGT子機⇒（LoRa920MHz）⇒WBGT親機⇒インターネット（3G、LTE）⇒クラウド  
※LoRaはLPWAのひとつ  
※ LoRa920MHz通信半径1-5km。WBGT子機間で中継可能

## ■ 配置計画（仮に沿道草刈り現場5ha：W50m×L1kmと想定）

機器：リストバンド：4台、ゲートウェイ：1-4台、WBGT：親機1台、子機1台、管理者PC：1台



# 体調管理の取組イメージ

## 取組イメージ (出典：大林組)



リストバンド型心拍計 (2020版)



スマホ式ゲートウェイ



環境センサー (親機、子機)

危険度  
3 2 1 0

緊急アラート	総合アラート	氏名	年齢	拠点名	グループ	心拍数	WBGT超過度	位置情報	経過時間
3	3	作業員A	46	拠点PJ00001	新築建設	160	+6.0	3F南	2分
3	3	作業員B	51	拠点PJ00002	新築建設	168	+6.0	3F南	2分
3	3	作業員C	55	拠点PJ00003	新築建設	166	+3.1	4F西	3分
2	2	作業員D	49	拠点PJ00004	新築建設	170	+3.1	4F西	2分
2	2	作業員E	50	拠点PJ00005	新築建設	169	+3.1	4F西	2分
1	1	作業員F	53	拠点PJ00006	新築建設	170	+1.0	2F南	2分
0	0	作業員G	40	拠点PJ00007	新築建設	155	-1.5	1F北	7分
0	0	作業員H	37	拠点PJ00008	新築建設	150	-1.5	1F北	3分
0	0	作業員I	25	拠点PJ00009	新築建設	147	-1.5	1F北	3分
0	0	作業員J	20	拠点PJ00010	新築建設	102	-1.5	1F北	2分
0	0	作業員K	27	拠点PJ00011	新築建設	98	-1.5	1F北	4分
0	0	作業員L	30	拠点PJ00012	新築建設	96	-1.5	1F北	3分

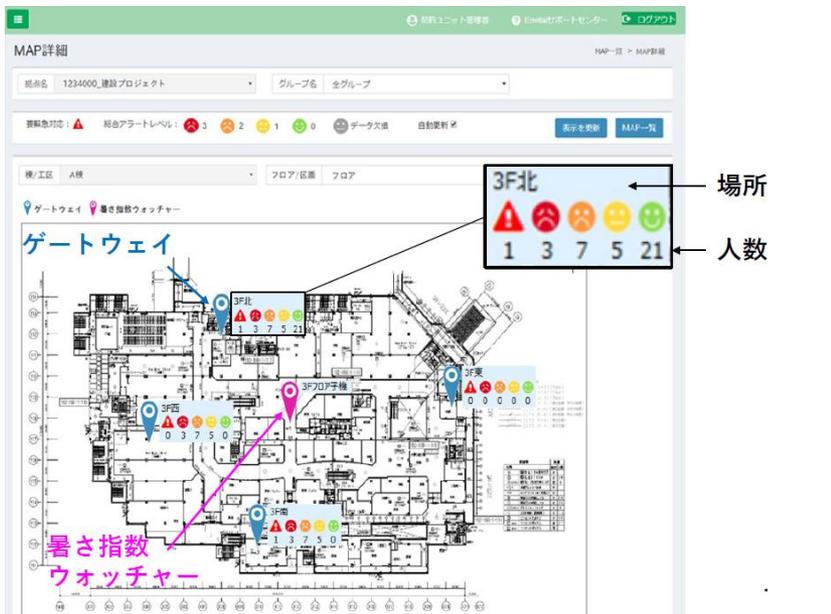
緊急アラート 総合アラート

心拍数 WBGT 位置情報  
超過度

管理画面：全作業員の体調一覧



管理画面：作業員の個別の体調表示



管理画面：作業員の位置と体調を見える化

# 体調管理の課題と解決の方向性

## ■ 林業で予想される課題と解決の方向性

課題	解決の方向性
チェンソーの振動	<ul style="list-style-type: none"><li>● 振動時の手首の脈拍数は正確には取れないと思われる</li></ul>
携帯電波が受信できない	<ul style="list-style-type: none"><li>● インターネット通信環境の確保が必要</li></ul>
地形の起伏による電波の影	<ul style="list-style-type: none"><li>● 地形の起伏や見通しを考慮してゲートウェイや中継器を設置</li><li>● ゲートウェイを複数人で共有すると、見通しが悪く通信が届かない人が発生する可能性がある。その場合は個人でゲートウェイを持たなければならない、数量が増加する</li></ul>
電源の確保が困難	<ul style="list-style-type: none"><li>● 携帯バッテリーか太陽光発電と充電器を使用する</li></ul>
作業が広範囲に移動する	<ul style="list-style-type: none"><li>● 個人が携帯するスマホ式ゲートウェイを基本とする。リストバンドとゲートウェイは、BLEで最大300m通信でき、複数人作業ではゲートウェイ数を減らせるが、離れた個人作業では減らせない。</li><li>● 費用対効果を考えた対象範囲の割り切りが必要</li></ul>
比較的工期が短い	<ul style="list-style-type: none"><li>● 別の現場へ簡単に移動できる携帯性の良い設備が必要なので、バイタルと環境(WBGT)の2つのセンサー設置は不向き</li></ul>
暑さ指数(WBGT)による体調管理のニーズが弱い	<ul style="list-style-type: none"><li>● 伐り旬の秋、冬は日射が弱く暑さ指数による体調管理は不要</li><li>● 夏に直射日光をうける下刈り、特殊伐採、公共工事はニーズある</li></ul>
補助金で導入しても運用費用の負担が難しい	<ul style="list-style-type: none"><li>● 当地では林業通信費用を含めた体調管理費用について、1班が年4か月使用して4万円程度なら負担の可能性はある</li></ul>