電波環境調査 報告書の見本

本資料は、株式会社ゼロアイデアが行う電波環境調査 (サイトサーベイ) について、**どのような報告書をお渡しするかのイメージをつかんでいただくための見本** です。報告書そのものではありません。数値には、港湾の工業地帯 (屋外) で参考用に測定したデータを使っています。実際の報告書においては、構成と図表、また計測時間等は、調査の目的に合わせて再構成いたします。本見本は参考用の走査 1 シーケンス分 (約 30 分) の計測で、実際の調査では繰り返し計測した結果を積算し、同様な形式でまとめます。各章の冒頭には、実際の報告書でその章に何をご報告するかの補足を付けています。

報告書の構成 (本見本の章立て):

- **1.** 結論 (例) — 帯域ごとの混雑具合と、途切れの目安を先に示します
- **2.** 調査した帯域 (例) — 何をどの順で計測したか (図 1)
- **3.** 計測の方法 (例) — 計測器の置き方と、占有率・強い / 弱いの定義
- **4.** 観測された電波の種類 (例) — どこにどんな電波があったか (図 2)
- **5〜6.** 結果 (例) — 2.4 GHz 帯、5 GHz 帯のチャンネル別の占有率 (図 3、図 4)
- **7.** 時間帯別・日別の電波状況 — 長時間の調査での整理 (本見本では補足のみ)
- **8.** 導入にあたっての目安 (例) — 帯域ごとの混雑具合と途切れ・遅れの目安
- **9.** この調査の限界 (例)
- **10.** 付録 (例): 計測条件

報告書の表紙にあたる部分は、次のような表にします。

項目	内容
件名	無線 LAN (Wi-Fi) 導入前の電波環境調査
対象	港湾の工業地帯 (屋外) で参考用の測定
日時	202X 年 X 月 X 日 (X 曜日) X 時 X 分〜X 時 X 分。走査 1 シーケンス約 30 分
目的	施設で使う予定の Wi-Fi について、2.4 GHz 帯と 5 GHz 帯の各チャンネルが **既にどの程度使われているか** (既存の電波による占有) と、妨害になりうる電波の有無を把握し、導入時のチャンネル選びの根拠にする
報告者	株式会社ゼロアイデア

1. 結論 (例)

> **この章では:** 調査で分かったことを、先に 3〜5 項目でご報告します。お客様が最初に読まれる部分ですので、どの帯域がどの程度使われていたか、途切れの要因になりうる電波があったかをここだけで分かるようにし、根拠の数値は後の章で示します。

例えば、次のような報告をします。

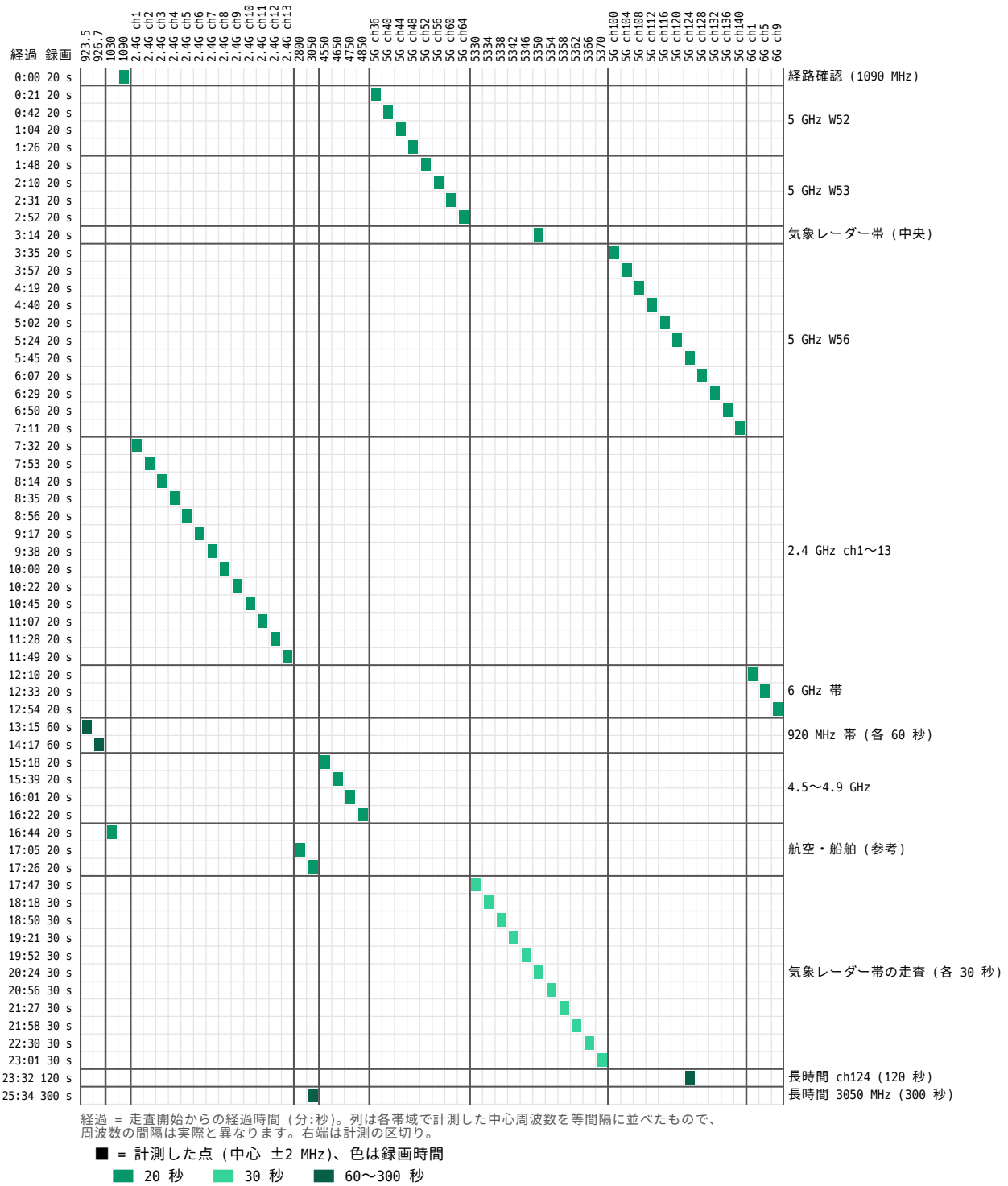
1. **5 GHz 帯の W52 (ch36〜48) には空きが見られました。** 既存の電波による占有率は全チャンネルで 0.02% 以下でした。W52 は屋内限定の帯域です。
2. **5 GHz 帯の W53 では、ch52 / ch56 に強い通信がありました。** ch52 は占有率 5.25% (毎秒 137 回の送信)、ch56 は 1.44% で、発信元は不明です。同じチャンネルを共用すると遅れ・途切れの要因になります。ch60 / ch64 は本計測では空いていました。
3. **5 GHz 帯の W56 は大半のチャンネルが空いていましたが、ch116 に定期的な信号 (1.41%、他の無線 LAN の親機と推定)、ch100 / ch124 に断続的な通信 (0.15〜0.27%) がありました。** W56 は屋外でも使える帯域で、DFS の対象です。
4. **2.4 GHz 帯は、評価したチャンネルの占有率が 0.1% 未満 (ch13 は 0.31%) でしたが、近隣の親機が ch1 / ch6 / ch11 にありました。** 親機は計測器とは別の無線 LAN のスキャンで確認しました (ch4〜8 は本見本では評価していません)。
5. **途切れの要因になりうる電波として、気象レーダーと見られるパルス (5358 / 5362 MHz、無線 LAN のチャンネルの外) と、発信元不明の周期信号 (ch60 / ch100 / ch124) を観測しました。** W53 / W56 では、親機がチャンネル内でレーダーを検知するとチャンネルを離れる (DFS) ため、途切れの可能性があります。

2. 調査した帯域 (例)

> **この章では:** 何を調べたか (帯域と計測点) と、どの順で計測したかを図 1 で示します。お客様が使う予定の帯域に加えて、影響しうる周辺の帯域 (気象レーダーなど) も含めます。長時間の調査では、このシーケンスを繰り返した回数と時間帯も併せてご報告します。

導入予定の無線 LAN の帯域 (2.4 GHz 帯、5 GHz 帯 W52 / W53 / W56) を主な対象とし、無線 LAN に影響しうる周辺の帯域 (気象レーダー帯) と、参考として 920 MHz 帯・航空・レーダー・携帯電話の帯域も走査しました。図 1 は、列に帯域と計測点 (中心周波数) を、行に計測の順 (走査開始からの経過時間と録画時間) を並べたもので、どの帯域をどの順で記録したかを示します (■ = 計測した点)。**図 1 は参考用の走査 1 シーケンス分 (約 30 分) です。** 実際の調査では、このシーケンスを計測時間内で繰り返し (時間帯を変えて複数回)、結果を積算してチャンネルごとの変動を見ます。

図 1 調査した帯域と計測の順序 (走査 1 シーケンス分。行 = 計測の順、列 = 帯域と計測点)



経過 = 走査開始からの経過時間 (分:秒)。列は各帯域で計測した中心周波数を等間隔に並べたもので、周波数の間隔は実際と異なります。右端は計測の区切り。

■ = 計測した点 (中心 ±2 MHz)、色は録画時間

20 秒　30 秒　60〜300 秒

図 1 の読み方: 列は各帯域で計測した中心周波数を等間隔に並べたもので、周波数の間隔は実際と異なります。無線 LAN は帯域付きのチャンネル番号 (2.4G ch1、5G ch36、6G ch1 など)、それ以外は周波数 (MHz) で示しています。左の「経過」は走査開始からの経過時間 (分:秒)、右端は計測の区切りの名前です。

3. 計測の方法 (例)

> **この章では:** 計測器の置き方と 1 点あたりの計測時間、「占有率」などの用語の定義、「強い / 弱い」の判断基準をご説明します。判断基準は調査の目的 (使う機器、許容できる遅れ・途切れ) に合わせて事前にすり合わせ、その内容をご報告します。

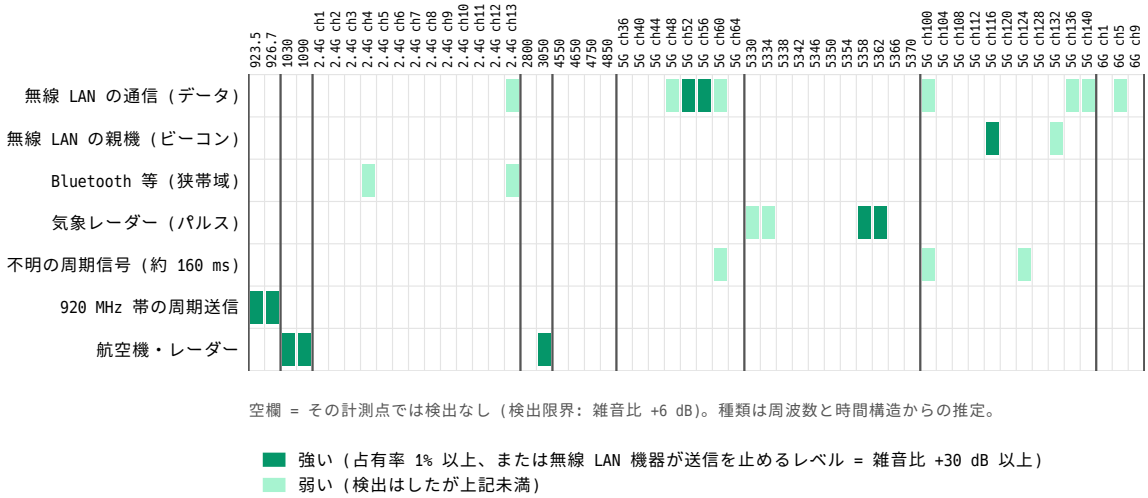
- 受信専用の計測器 (電波は出しません) を、敷地の外側にアンテナ高さ約 1.5 m で設置し、各計測点の 4 MHz 幅を **1 点あたり 20 秒** ずつ順に記録しました (920 MHz 帯は 60 秒、気象レーダー帯は 30 秒、一部の点は 120〜300 秒)。この一巡を 1 シーケンス (図 1) とします。実際の調査では、計測側の機器の電波 (端末のテザリング、PC の無線 LAN) は出さない状態で計測します。
- **「既存の電波による占有率」** (以下「占有率」) は、記録した時間のうち、周囲で既に使われている電波 (他の機器の通信、レーダーなど) によってそのチャンネルが使われていた時間の割合です (雑音より 6 dB 以上強い電波があった時間の割合、0.1 ms 刻み)。導入予定の機器はまだ無いため、占有率はすべて **既存の (他者の) 電波** によるものです。「送信回数」は、その電波の立ち上がりを数えたものです。レベルは、本見本では雑音を基準にした相対値です (実際の調査では計測器をおおよそ校正し、dBm で示します)。
- 観測した電波は、周波数・時間構造 (パケットの長さ、送信間隔、周期性) から種類を推定しました (図 2)。推定であり、発信元の特定ではありません。図 2 の「強い」は、占有率 1% 以上 (連続的に使われている) か、無線 LAN 機器が他の電波を検知して送信を待つ目安のレベル (規格のエネルギー検出の閾値 -62 dBm。本見本では雑音比 +30 dB で代用) 以上の電波です。この境界は参考の基準で、実際の調査では調査の目的に合わせて設定します。
- 時刻はインターネットの時刻に同期しています。

4. 観測された電波の種類 (例、走査 1 シーケンス分)

> **この章では:** どのチャンネルにどのような電波があったかを種類別に整理し (図 2)、それぞれが無線 LAN の導入にどう影響するかを表でご説明します。「疑ったが観測されなかったもの」も、調べた範囲として示します。

図 2 は、図 1 と同じ列 (帯域と計測点) に対して、各計測点にどのような電波があったかを種類別 (行) に示したものです。本見本は参考用の走査 1 シーケンス分の計測で、実際の調査では繰り返し計測した結果を積算し、同様な形式でまとめます。空欄は「その計測点では検出されなかった」ことを示します (検出限界: 雑音比 +6 dB)。

図 2 観測された電波の種類 (走査 1 シーケンス分。行 = 電波の種類、列 = 図 1 と同じ帯域と計測点)



空欄 = その計測点では検出なし（検出限界: 雑音比 +6 dB)。種類は周波数と時間構造からの推定。

強い（占有率 1% 以上、または無線 LAN 機器が送信を止めるレベル = 雑音比 +30 dB 以上）
弱い（検出はしたが上記未満）

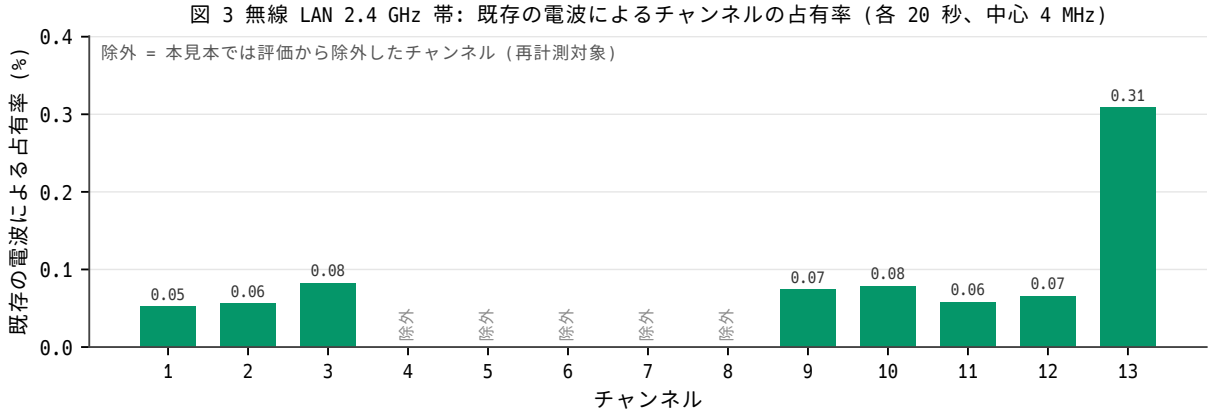
種類 (推定)	観測した帯域・チャンネル	無線 LAN 導入への意味
無線 LAN の通信 (データ)	5 GHz W53 ch52〜56 に **強い通信** (ch52 は本調査で最も強い)。ch48、ch60、ch100、ch136〜140、2.4 GHz ch13 に弱い通信	同じチャンネルを使うと、通信の順番待ちで遅れ・途切れが出る

種類 (推定)	観測した帯域・チャンネル	無線 LAN 導入への意味
無線 LAN の親機 (定期的な信号)	5 GHz ch116 (約 82 ms 間隔)、ch132。2.4 GHz の親機 (ch1 / ch6 / ch11) は計測器とは別の無線 LAN スキャンで確認 (図 2 には含めない)	親機が常にいるチャンネルでは、共用による遅れが出うる
狭帯域の信号 (Bluetooth 等と推定)	2.4 GHz 帯の 2426 MHz (常在) と 2470 MHz 付近 (間欠)	影響は小さいが、2.4 GHz 帯が多用途であることを示す
気象レーダーと見られるパルス	5358 / 5362 MHz に強いパルス (約 0.5 秒周期。無線 LAN のチャンネルの外)。5330 / 5334 MHz (W53 ch64 の上端付近) に弱く	W53 / W56 の親機は、チャンネル内でレーダーを検知するとチャンネルを離れる (DFS)。本計測ではチャンネル内での強い検出はない
発信元不明の周期信号 (約 160 ms)	5 GHz ch60、ch100、ch124 (ch124 は 2 分の追加計測でも継続)	該当チャンネルでは断続的な遅れの要因になりうる
920 MHz 帯の周期送信 (参考)	922 MHz 付近、925.6 MHz 付近に規則的な送信	無線 LAN には無関係。920 MHz 帯の機器を使う場合は要注意
航空機・レーダー (参考)	1030 / 1090 MHz (航空機・管制)、3050 MHz (船舶または陸上のレーダー)	無線 LAN の帯域外。影響なし

5. 結果 (例): Wi-Fi 2.4 GHz 帯 (ch1〜13)

> **この章では:** チャンネルごとの既存電波の占有率を図 3 と表で示し、空いているチャンネルと通信のあるチャンネルを備考に示します。数値の読み方 (何 % なら空いているか) も添えます。

図 3 無線 LAN 2.4 GHz 帯: 既存の電波によるチャンネルの占有率 (各 20 秒、中心 4 MHz)



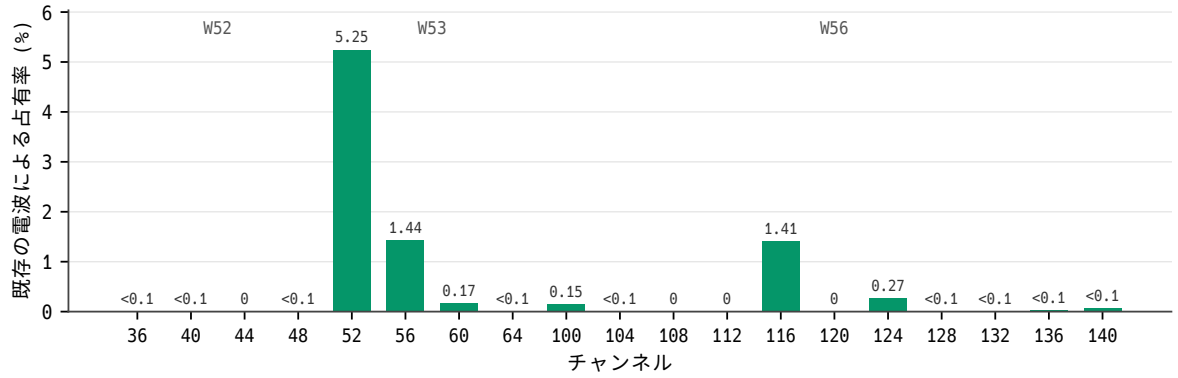
ch	中心周波数	既存電波の占有率	送信回数 / 秒	備考
1	2412 MHz	0.05%	0.8	空き。近隣の親機あり (ch1)
2	2417 MHz	0.06%	0.9	空き
3	2422 MHz	0.08%	1.8	空き
4〜8	2427〜2447 MHz	—	—	本見本では評価していない。近隣の親機あり (ch6)
9	2452 MHz	0.07%	1.3	空き
10	2457 MHz	0.08%	1.2	空き
11	2462 MHz	0.06%	0.9	空き。近隣の親機あり (ch11)
12	2467 MHz	0.07%	1.3	空き
13	2472 MHz	0.31%	10.2	断続的な通信あり

読み方: 既存電波の占有率が 1% 未満なら、その時間帯はほぼ空いています。ただし 2.4 GHz 帯は 1 チャンネルが隣の 4 チャンネルと重なるため、ch1 / ch6 / ch11 のどれかを使うのが基本です。

6. 結果 (例): Wi-Fi 5 GHz 帯 (W52 / W53 / W56)

この章では: 5 GHz 帯の全チャンネルについて、2.4 GHz 帯と同じ形式で占有率を図 4 と表で示します。5 GHz 帯は法令上の区分 (屋内限定の W52 / W53、屋外でも使える W56、気象レーダーを避ける DFS) が導入の可否に関わるため、その説明も併せてご報告します。

図 4 無線 LAN 5 GHz 帯: 既存の電波によるチャンネルの占有率 (各 20 秒、中心 4 MHz)



帯	ch	中心周波数	既存電波の占有率	送信回数 / 秒	最大レベル	備考
W52	36	5180 MHz	0.01%	0.3	+14 dB	空き
W52	40	5200 MHz	0.01%	0.4	+7 dB	空き
W52	44	5220 MHz	0.00%	0.1	+7 dB	空き
W52	48	5240 MHz	0.02%	0.9	+23 dB	空き (弱い通信あり)
W53	52	5260 MHz	**5.25%**	137	+32 dB	**発信元不明の強い通信**
W53	56	5280 MHz	1.44%	76	+14 dB	同上の影響
W53	60	5300 MHz	0.17%	16	+15 dB	弱い通信、約 160 ms 周期の信号
W53	64	5320 MHz	0.01%	0.6	+10 dB	空き (強い通信に隣接)
W56	100	5500 MHz	0.15%	14.6	+10 dB	断続的な通信、約 160 ms 周期の信号
W56	104	5520 MHz	0.01%	0.7	+7 dB	空き
W56	108	5540 MHz	0.00%	0.0	+6 dB	空き
W56	112	5560 MHz	0.00%	0.2	+8 dB	空き
W56	116	5580 MHz	1.41%	29	+14 dB	定期的な信号 (他の無線 LAN の親機と推定)
W56	120	5600 MHz	0.00%	0.0	+6 dB	空き
W56	124	5620 MHz	0.27%	19	+14 dB	約 160 ms 周期の信号 (2 分の追加計測でも 0.41%)
W56	128	5640 MHz	0.01%	0.2	+8 dB	空き
W56	132	5660 MHz	0.01%	0.4	+10 dB	空き (親機と推定される信号を別途検出)
W56	136	5680 MHz	0.04%	1.5	+17 dB	空き (弱い通信あり)
W56	140	5700 MHz	0.07%	2.4	+23 dB	空き (弱い通信あり)

5 GHz 帯の区分について: 法令上、W52 と W53 は **屋内限定**、W56 は **屋外でも使える** 帯域です (W52 の屋外利用は登録局の制度による例外のみ)。また W53 と W56 は、親機がチャンネル内で気象レーダーの電波を検知すると自動でチャンネルを離れる決まり (DFS) の対象です。今回 5358 / 5362 MHz (無線 LAN のチャンネルの外) に気象レーダーと見られる周期的

なパルスを観測し、5330 / 5334 MHz にも弱く観測しました (図 2)。W53 / W56 では DFS によるチャンネル変更が起こりえます。導入にあたっての目安は、使う場所 (屋内か屋外か) と合わせて第 8 章に示します。

7. 時間帯別・日別の電波状況

> **この章では:** 長時間 (半日〜数日) の調査を行った場合に、走査シーケンスを繰り返した結果を **時間帯別・日別** に整理してご報告します。本見本は走査 1 シーケンス分の計測のため、この章の結果は省き、ご報告する内容だけを記します。

- **時間帯別**: チャンネルごとの占有率を時間帯 (例: 始業前・操業中・昼休み・夕方・夜間) で集計し、混む時間帯と、その時間帯の最大の占有率を図と表で示します。
- **日別**: 複数日にわたる調査では、平日と休日、操業日と非操業日などで違いがあれば、日ごとの比較を示します。
- **間欠的な電波とチャンネルの変化**: 周期信号や気象レーダーのように時々現れる電波は、現れた時間帯と頻度を示します。周囲の無線 LAN がチャンネルを変えた場合も、その時刻と移動先を示します。1 回の走査では見落としうる変化を、繰り返しで捉えるのがこの整理の目的です。
- **結論への反映**: 最も混む時間帯の混雑具合を目安の根拠にします。空いている時間帯だけを見て選ばないようにするためです。

8. 導入にあたっての目安 (例)

> **この章では:** 帯域ごとの混雑具合と、遅れ・途切れが起こりうるかの目安を表にまとめ、使う場所 (屋内 / 屋外) に関わる法令上の区分と、導入時の注意点を添えてご報告します。特定のチャンネルの指定ではなく、お客様が機器を設定する際の判断材料として示します。

帯域	本計測での混雑具合	遅れ・途切れの目安	法令上の区分
5 GHz W52 (ch36〜48)	全チャンネルが空き (占有率 0.02% 以下)	既存の電波による遅れ・途切れの要因は見られない	屋内限定。DFS の対象外
5 GHz W53 (ch52〜64)	ch52 / 56 に強い通信 (5.25% / 1.44%)。ch60 / 64 は空き	ch52 / 56 の共用は遅れ・途切れの要因になる。帯域全体で DFS による途切れがありうる	屋内限定。DFS の対象
5 GHz W56 (ch100〜140)	大半が空き。ch116 に親機と推定される定期的な信号 (1.41%)、ch100 / 124 に断続的な通信 (0.15〜0.27%)	ch116 の共用は遅れの要因になる。DFS による途切れがありうる	屋外でも使える。DFS の対象
2.4 GHz (ch1〜13)	評価したチャンネルの占有率は低い (0.1% 未満、ch13 は 0.31%) が、ch1 / 6 / 11 に近隣の親機あり	親機との共用で遅れが出うる。ch4〜8 は本見本では評価していない	屋内・屋外とも使える

占有率の目安 (参考): 1% 未満はほぼ空き、1〜5% は共用による遅れが出うる、5% 以上または強い通信があるチャンネルは共用を避ける、を目安にしています。許容できる遅れ・途切れは使う機器によって異なるため、実際の調査では調査の目的に合わせて目安を設定します。

導入時の注意点: (1) 周囲の無線 LAN はチャンネルを自動で変えることがあるため、空いていた帯域でも、繰り返しの計測で安定していることを確認したうえで設定することをお勧めします。(2) W53 / W56 を使う場合、親機は気象レーダーを検知すると自動でチャンネルを離れます。導入後に途切れが出た場合は、親機のログでチャンネル変更 (DFS) の履歴を確認してください。(3) 導入後も定期的に電波環境を確認することをお勧めします。

9. この調査の限界 (例)

> **この章では:** その調査で分かること・分からないことを明記します。計測した時間と場所、見ている帯域幅、レベルの校正、電波の種類の推定の確からしさなど、調査の条件によって変わる限界を、お客様が判断を誤らないようにご報告します。

- 本見本は走査 1 シーケンス (1 計測点あたり 20 秒、約 30 分) の 1 回の観測で、ある時間帯の様子です。操業の状況や時間帯によって混み具合は変わり、周囲の無線 LAN はチャンネルを自動で変えることがあります。本計測で空いていたチャンネルが将来も空いているとは限りません (実際の調査ではシーケンスを繰り返し、第 7 章の形式で時間帯別に示します)。
- 本計測では、各チャンネルの中心 4 MHz 幅のみを見ています。チャンネル幅いっぱい (20 MHz) の通信は捉えていますが、端だけを使う弱い通信は見落とす可能性があります (実際の調査では、必要に応じて周辺の周波数も追加で計測し

ます)。

- 敷地の外側からの計測のため、建物内や設備の陰では状況が異なります。設置予定の場所での計測が可能であれば、そちらの結果を優先してください。
- 本見本のレベルは相対値で、機器の仕様 (受信感度 dBm) との直接比較はできません (実際の調査では校正した目安の dBm で示します)。
- 電波の種類 (図 2) は周波数と時間構造からの推定で、発信元の特定ではありません。
- 2.4 GHz 帯の ch4〜8 は、本見本では評価していません。

10. 付録 (例): 計測条件

> **この章では:** 計測条件と判定基準をまとめ、後日の再計測や他の調査との照合ができるようにします。

項目	内容
計測器	受信専用の計測器 + 広帯域アンテナ (700 MHz〜6 GHz)。電波は出しません
記録	1 計測点 20 秒 (一部 30〜300 秒)、4 MHz 幅、サンプルの欠落なし、飽和なし
計測点	59 点 (図 1、走査 1 シーケンス約 30 分)。Wi-Fi 2.4 GHz ch1〜13、5 GHz W52 / W53 / W56 の全チャンネル、気象レーダー帯 (5330〜5370 MHz、4 MHz 刻み)、6 GHz 帯・920 MHz 帯・1 GHz 帯 (航空)・2.7〜3.1 GHz (レーダー)・4.5〜4.9 GHz (携帯電話・ローカル 5G) は参考
判定基準	占有率 = 雑音 + 6 dB を超えた時間の割合 (0.1 ms 刻み)。雑音のレベルは、各計測点の記録 (0.1 ms ごとの受信電力) の下位 10% の値とする。この基準は、無線 LAN 機器が送信を待つ基準 (無線 LAN の信号で -82 dBm、その他の電波で -62 dBm) より弱い電波も数えるため、無線 LAN 機器が示す「チャンネル使用率」とは尺度が異なり、それより大きめの値になる (安全側)。図 2 の「強い」= 占有率 1% 以上、または無線 LAN 機器が送信を待つ目安のレベル (エネルギー検出の閾値 -62 dBm 相当。本見本では雑音比 +30 dB) 以上。参考の基準で、調査の目的に合わせて境界を設定する