

# 失敗から学ぶWi-Fi構築

Internet Week 2015

2015-11-18

株式会社DMM.comラボ / CONBU

Akira KUMAGAI



# たくさんさんのWi-Fi端末を収容したい

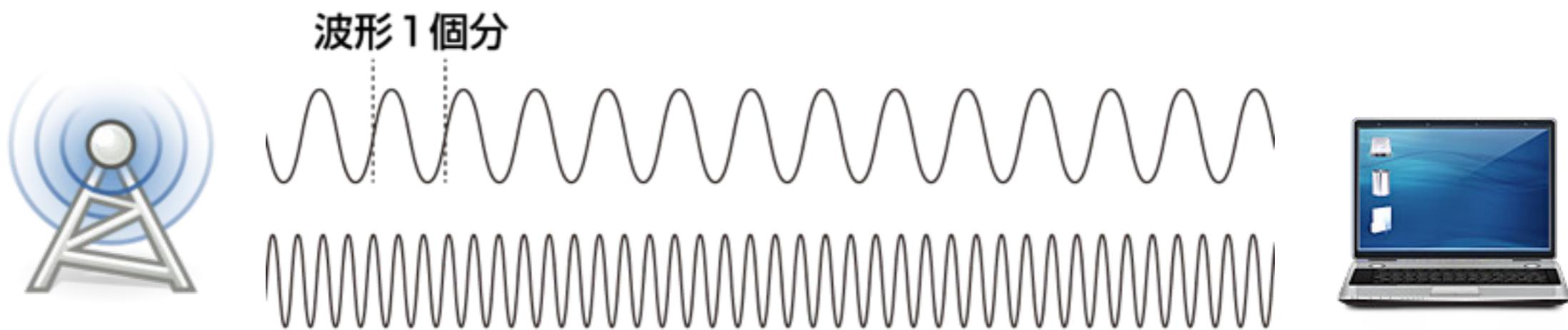
この資料では以下の事項について解説します。

- 電波とはどんなものか
- 無線独特の特性
- チャンネル利用率と電波干渉
- 空間の分割

# 電波とはどんなものか？

# 電波ってなに

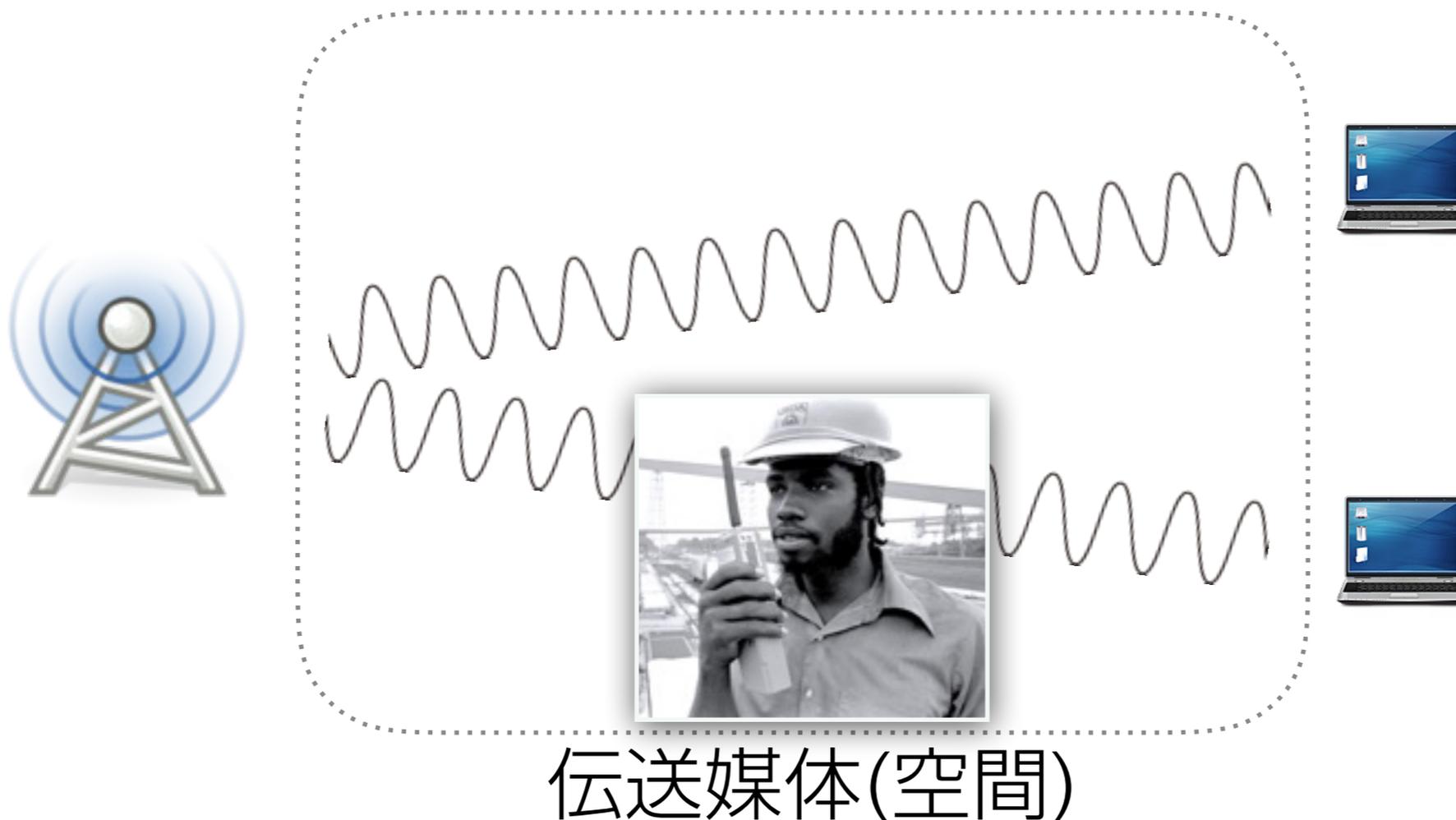
- 電磁波（光などの仲間です）
- 光とのちがいは周波数
  - 周波数(Hz)とは、波が1秒間あたりに繰り返される回数



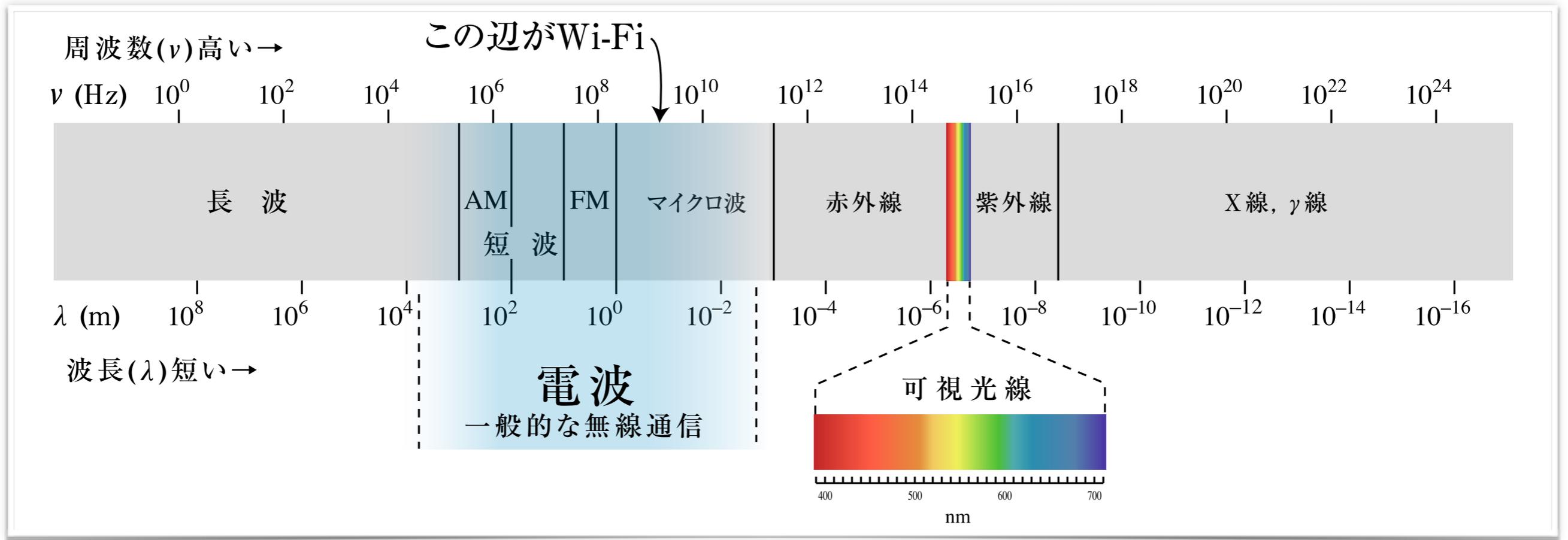
1秒間に1,000,000,000回繰り返すと 1GHz

# 伝送媒体としての電波

- 空間を媒体とする共有メディア (空間だから共有せざるを得ない)
- 半二重通信「こちらは～です、どうぞ」が基本



# 電波ってなに



電磁波と周波数

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM\\_spectrum.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_spectrum.svg)

- 電波と呼ばれる範囲はけっこう広い
- 音波は別のもの

# 周波数と性質

	周波数	
	低	高
波長	長い	短い
アンテナ	大きい	小さい
飛び方	いろいろある	ほぼ直進
	障害物を貫通	反射/吸収
	いろいろある	光っぽい
	ほぼ水分を貫通しない	
指向性	作りにくい	作りやすい
	小	大
減衰	小	大

ワイファイはこのあたり



# 光として考える



**アクセスポイントは電球**  
**電波を光に見立てる**

# 光として考える



効率を考えると、カサがあったほうがいい  
上方への光は無駄だし、よそに干渉する

# 光として考える

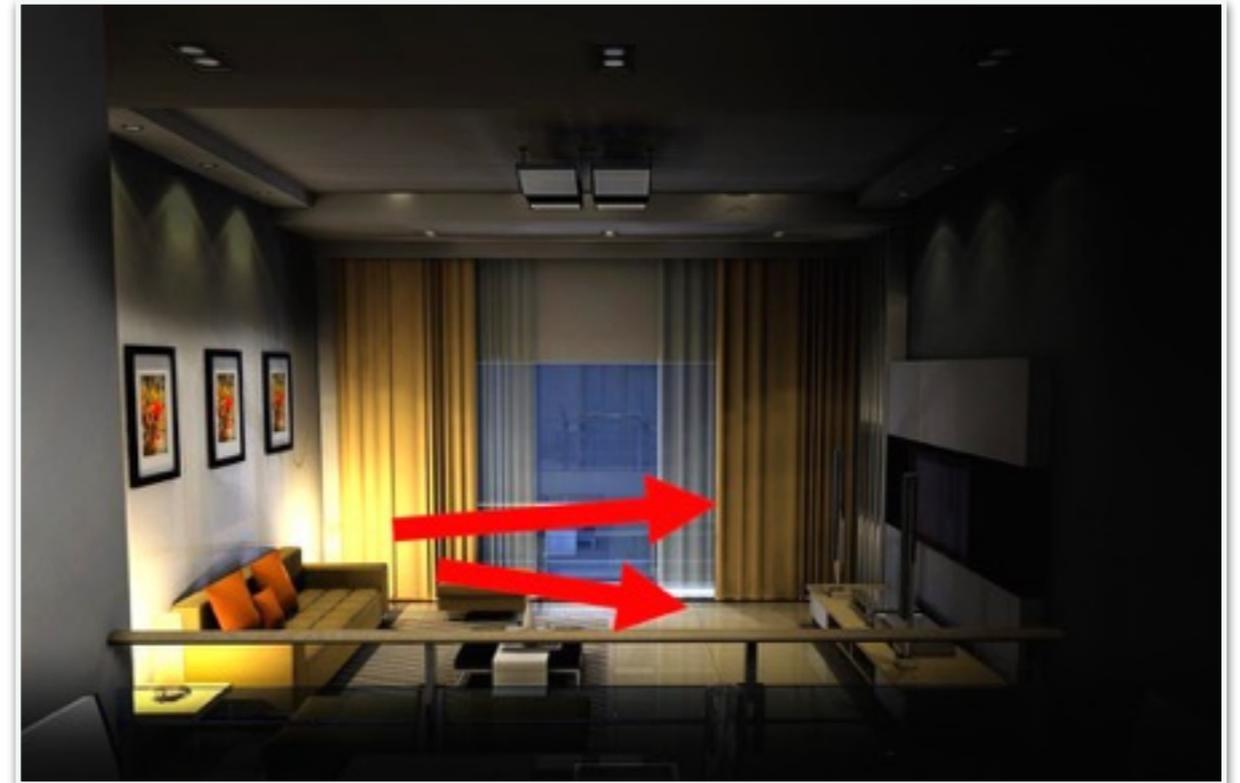


使いたいところが決まってるなら、  
スポットでビームにするのが一番よい  
強いし、干渉も防げる

# 光として考える



天井の照明



床置き照明

低いところに設置すると陰ができやすい

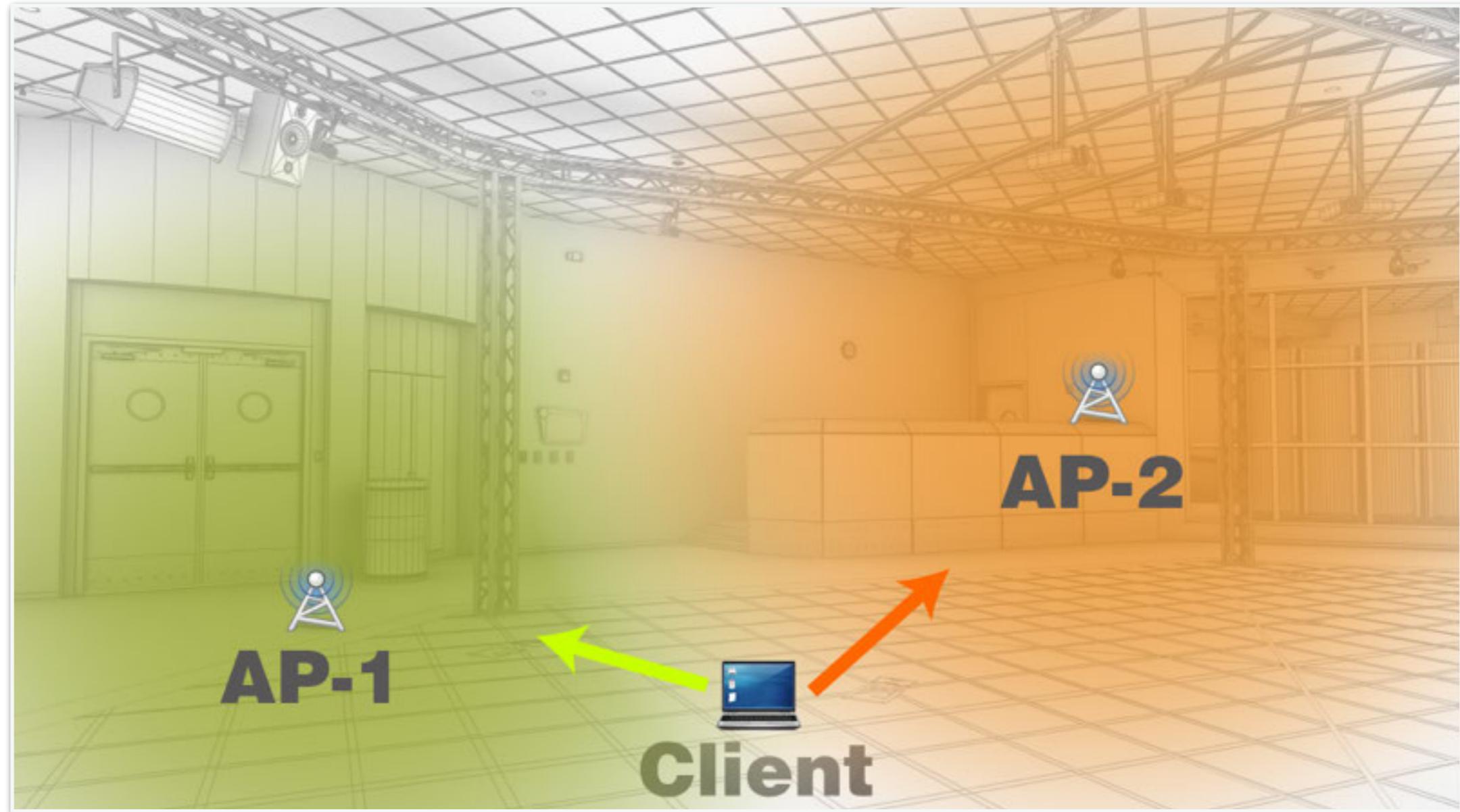
# 光として考える



天井から照らすと影ができにくいのが、遠くまで届きすぎて、たくさん設置すると干渉しあう可能性がある

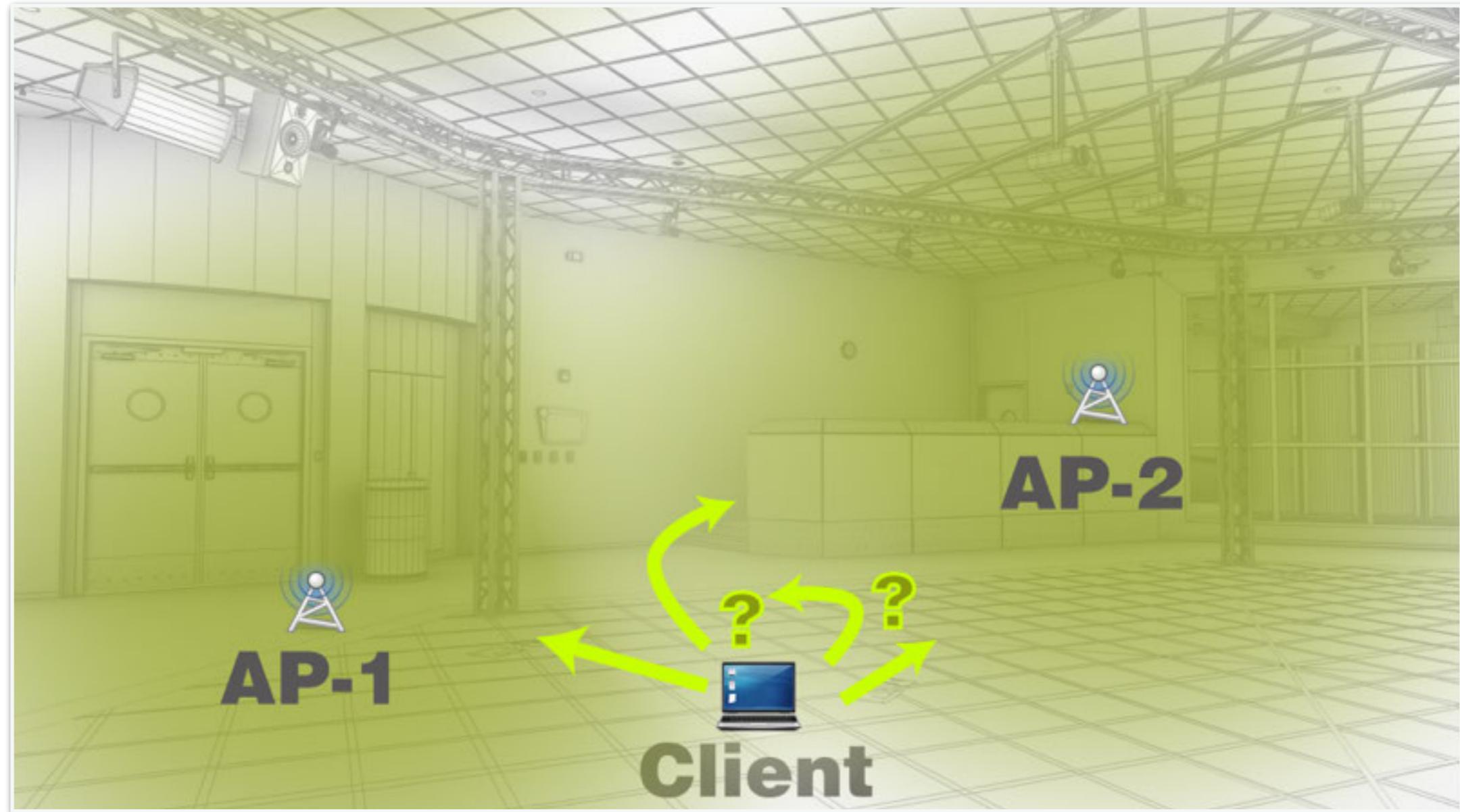
天井の照明器具は全部同じ色だから、それぞれの光を区別できず、混ぜって干渉してしまう

# チャンネルの違い



光の色（周波数）の違い  
電波の場合でもチャンネルの違いのようなもの

# チャンネルの違い



混ざった場合、空間が共有されてしまい、  
大きなコリジョンドメインになってしまう（半二重ですよ!）

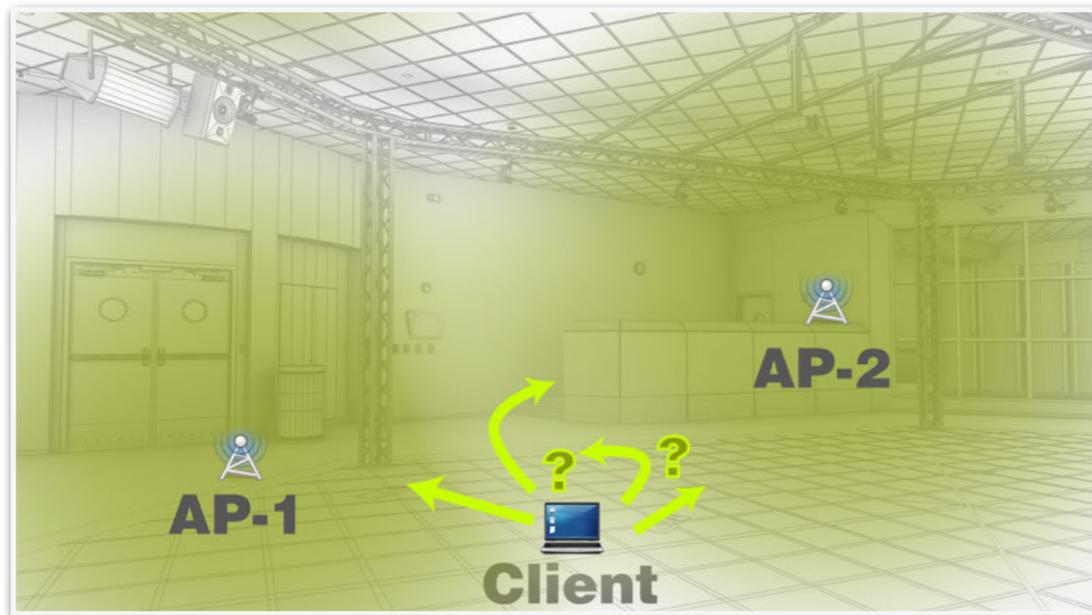
# チャンネルの違い



セル 2個

同じ色×同じ場所  
(チャンネル×電波到達範囲)

端末を収容できる空間の  
最小単位“セル”となる

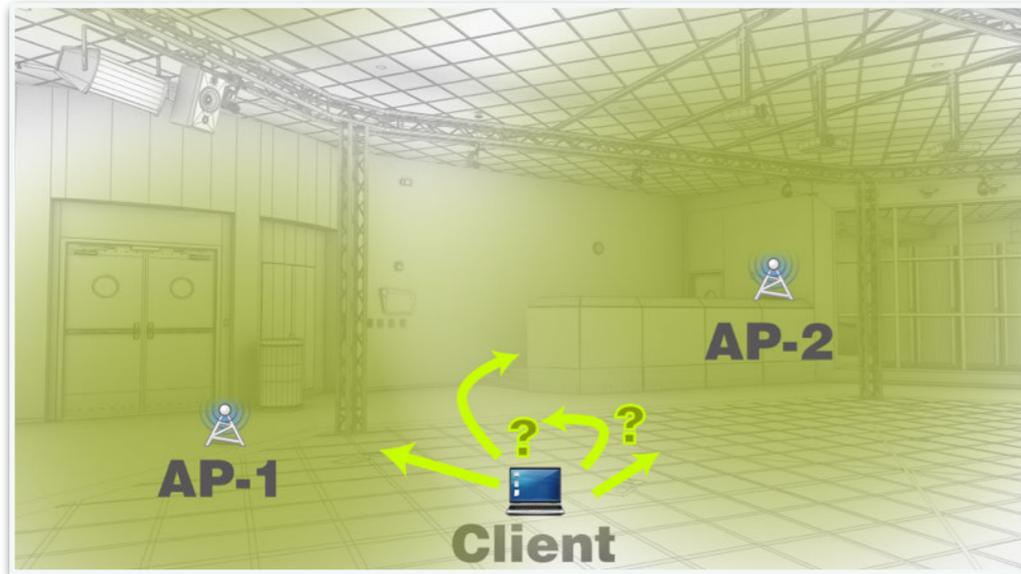


セル 1個

セルあたりの収容能力は  
物理的に上限がある

# チャンネルの違い

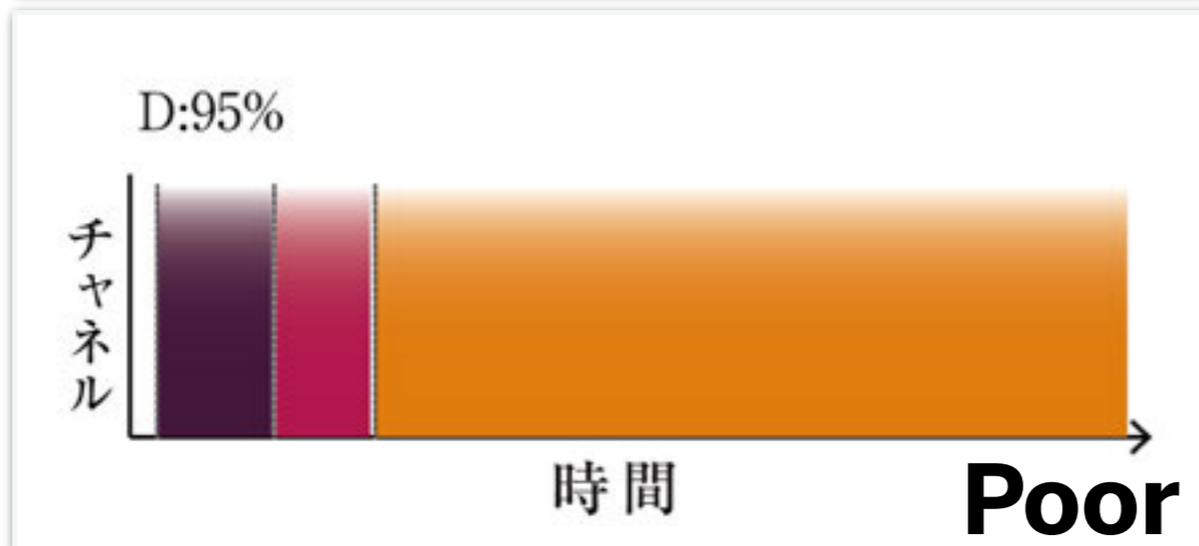
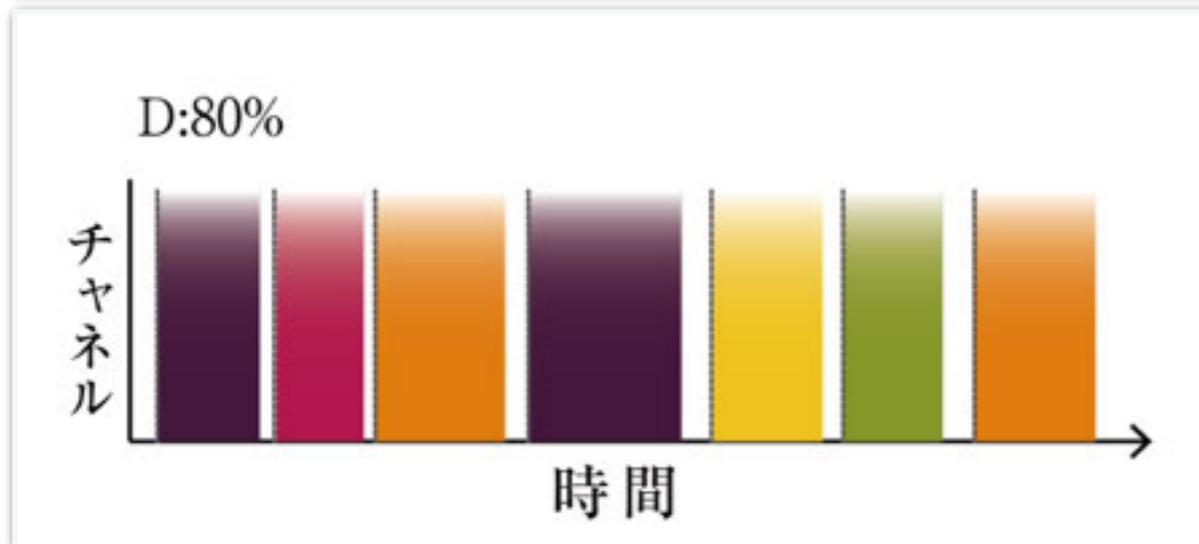
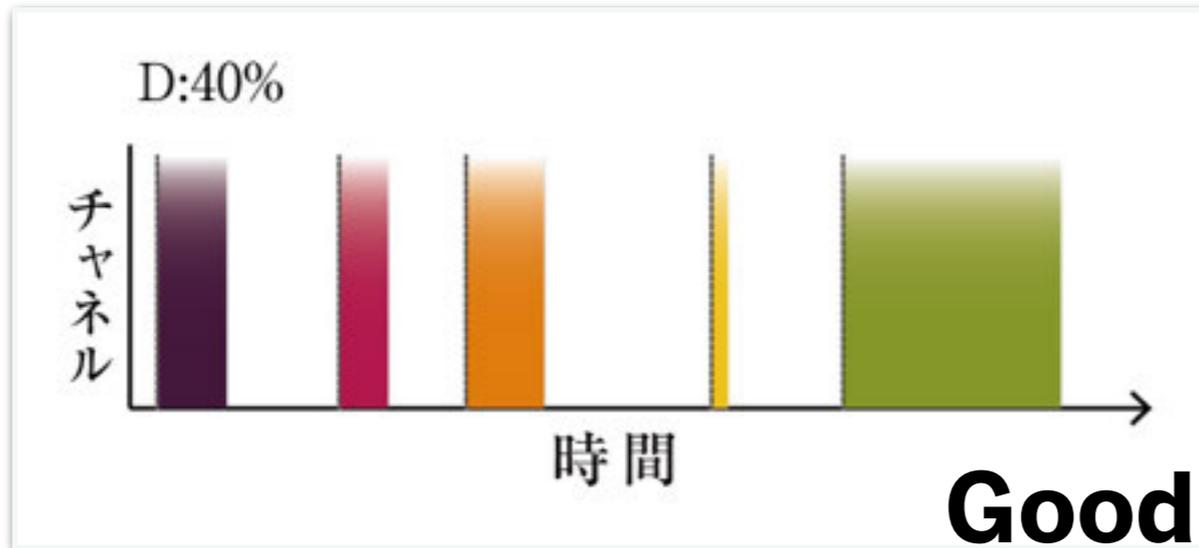
チャンネルを共有している限り、近いところにAPを増設しても改善されない。



伝送媒体である空間そのものがボトルネックになっているため。

高密度Wi-Fi環境では、これをいかに分割していくかがカギとなる。

# チャンネル利用率

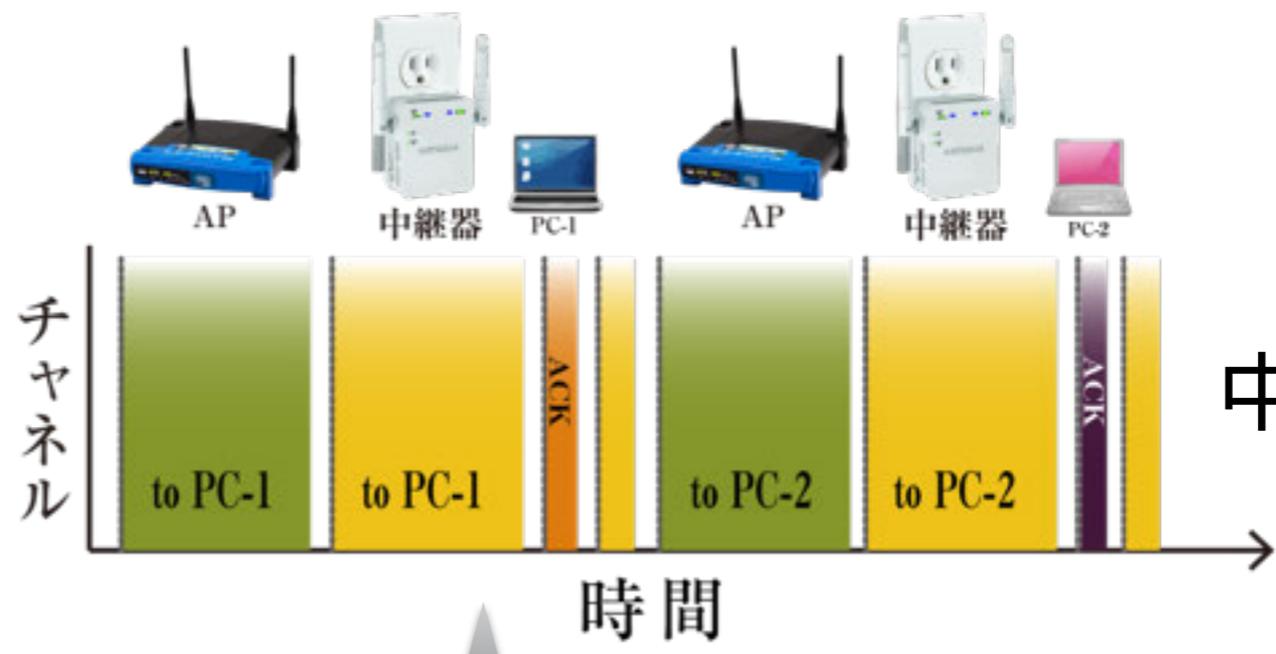
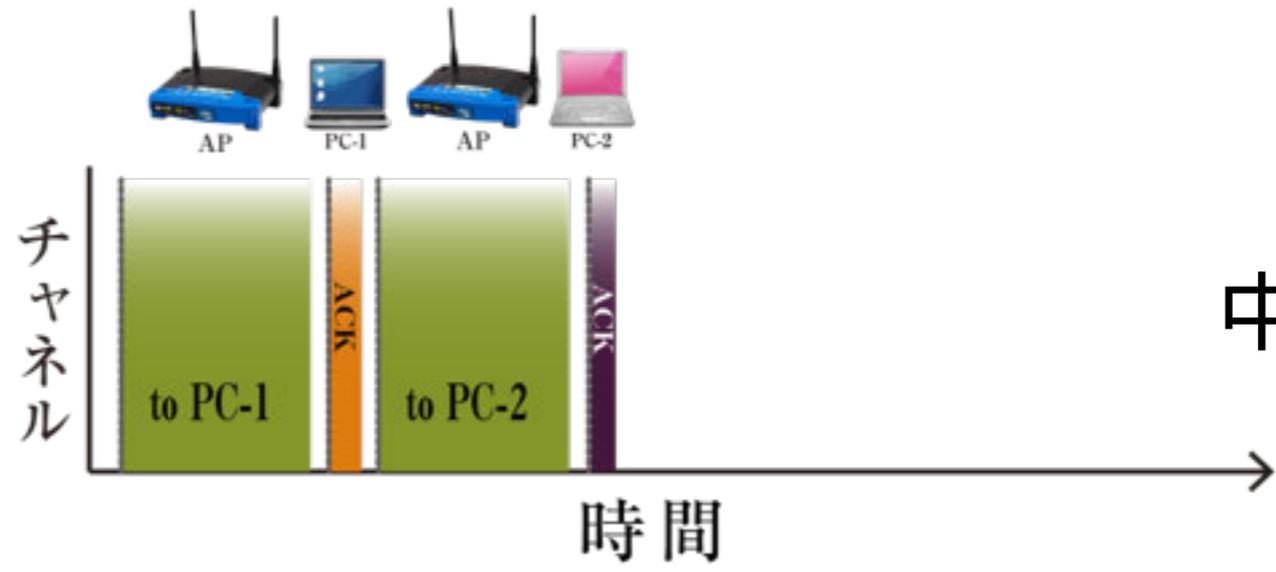
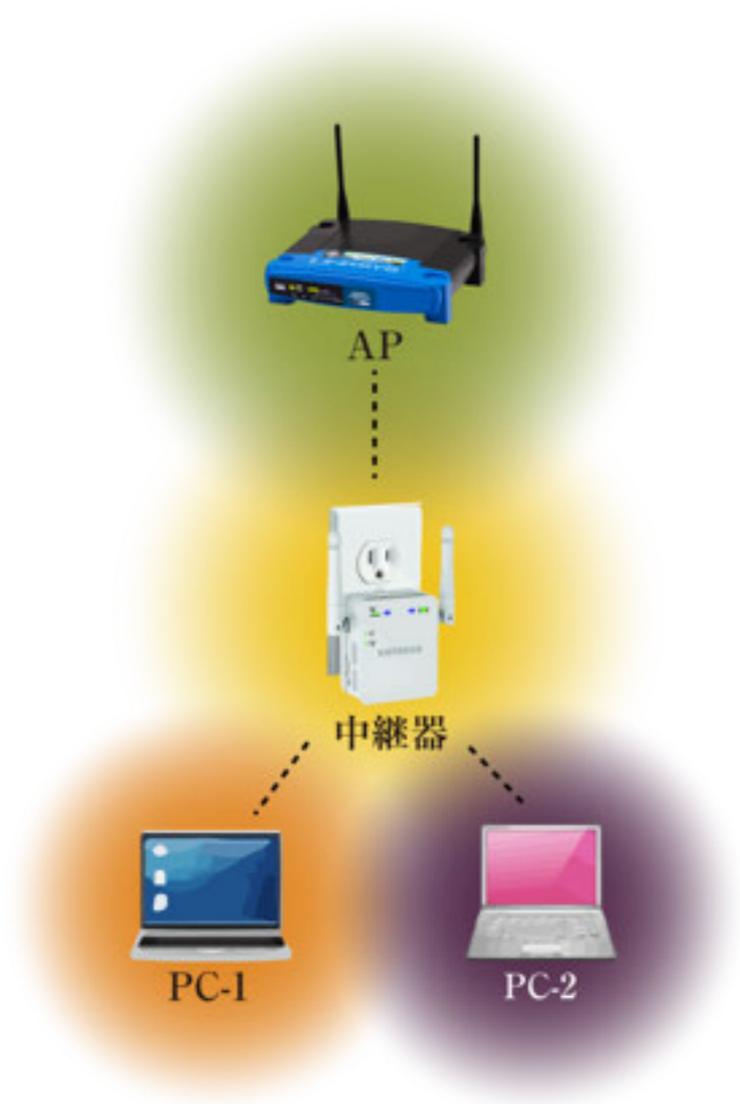


無線は、誰かが送信しているときは他の端末は送信できない。

チャンネル利用率が高まると衝突が発生しやすくなるので、低く保つのが理想。

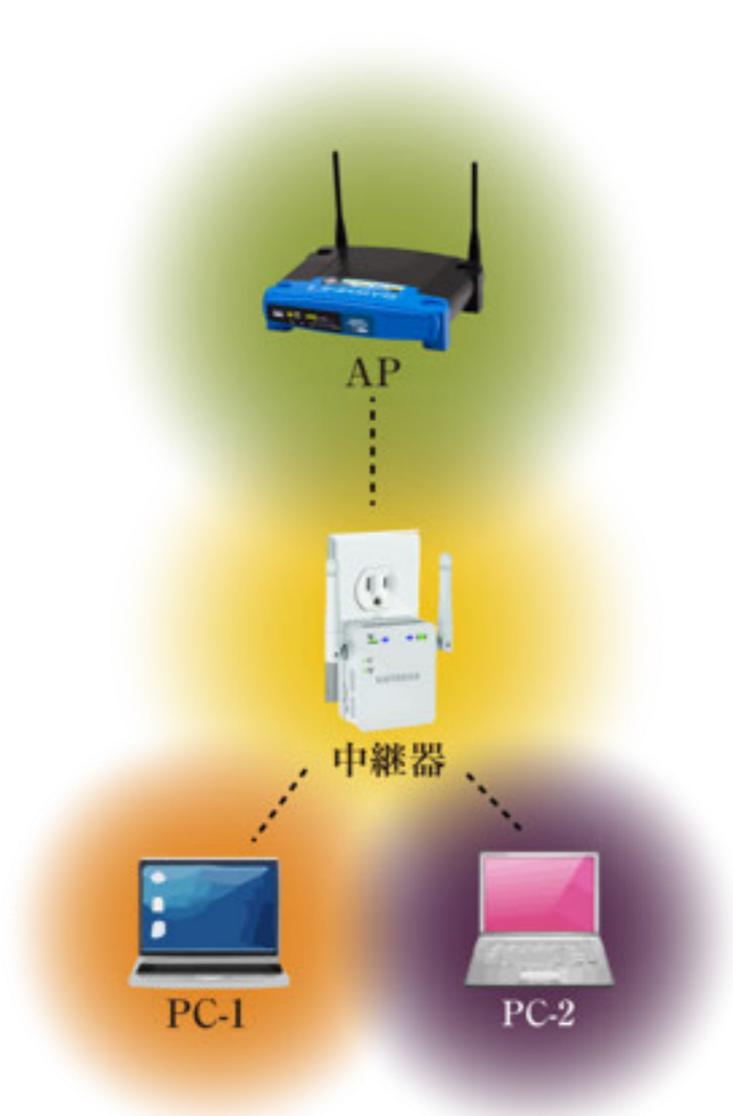
衝突が発生しやすくなるとチャンネル利用率が更に高まり、ほかに誰も送信する隙間がなくなってしまう、破滅する。

# 無線中継器の罠

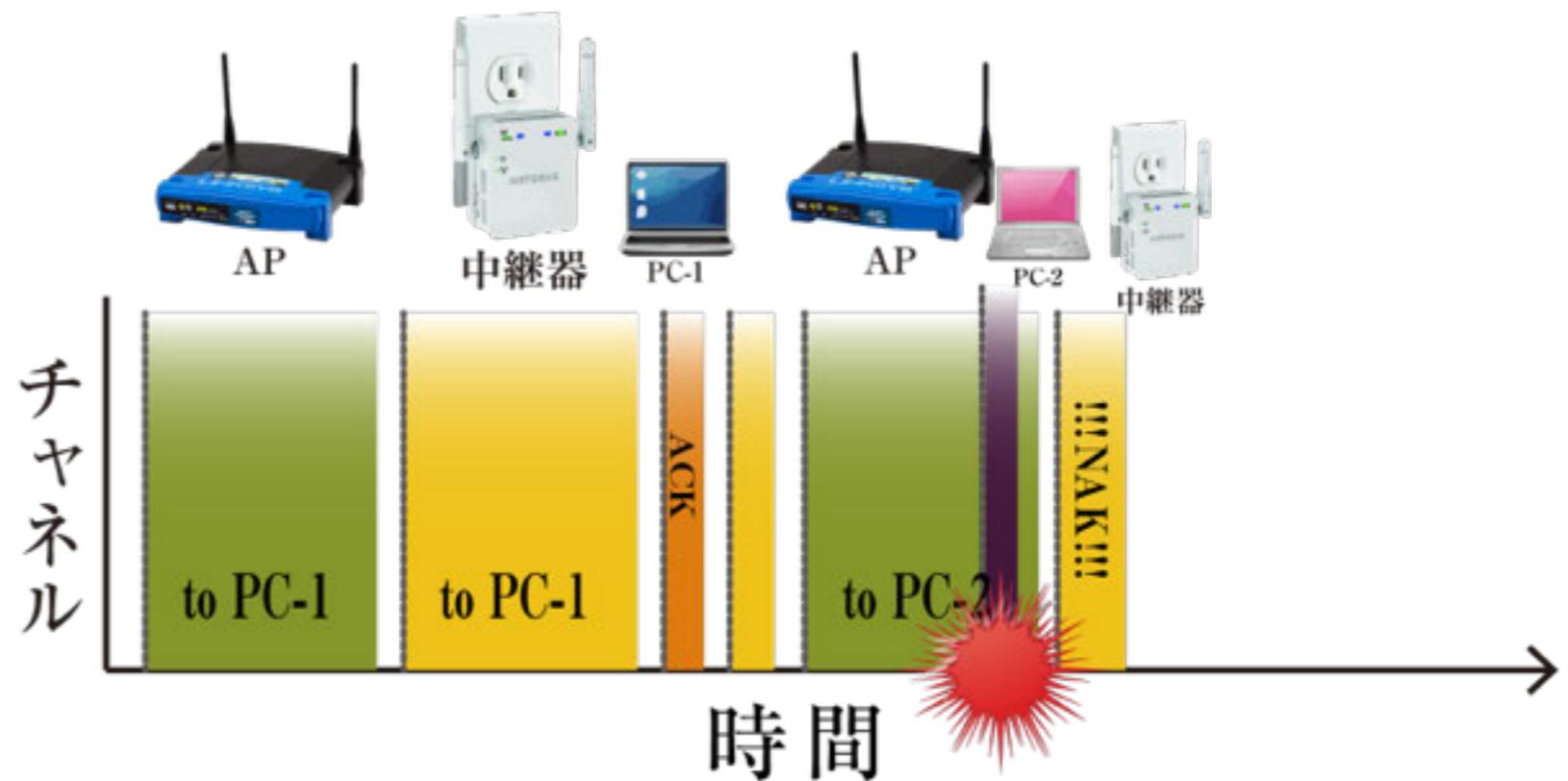


2倍以上の帯域(時間)を占有

# 無線中継器の罠 (さらに・・・)



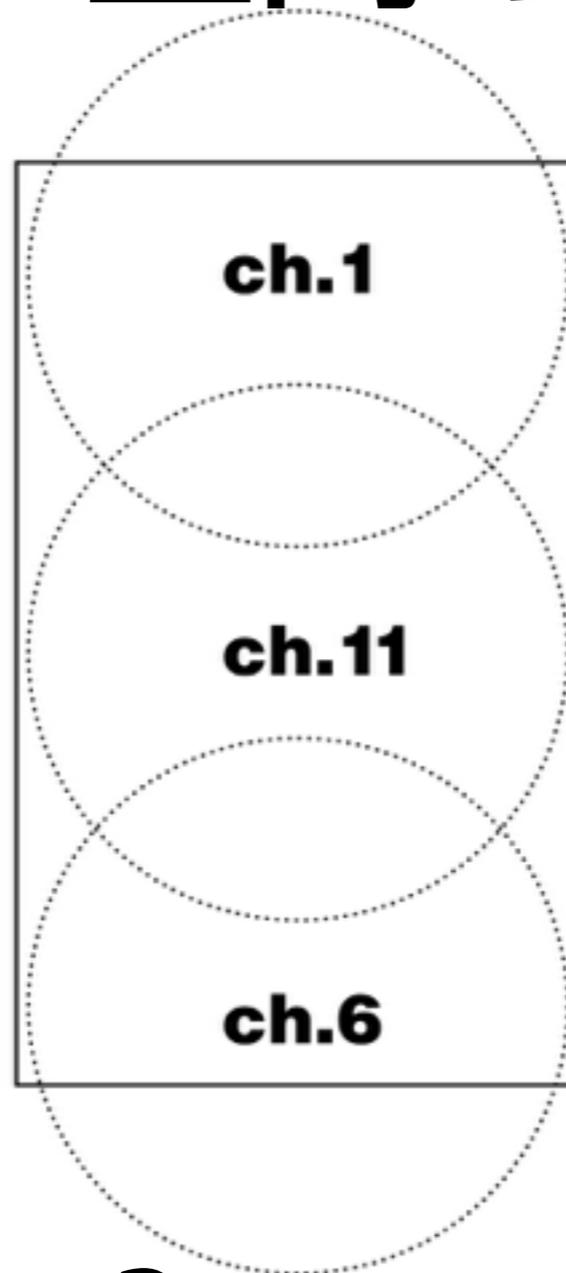
色は電波の到達範囲



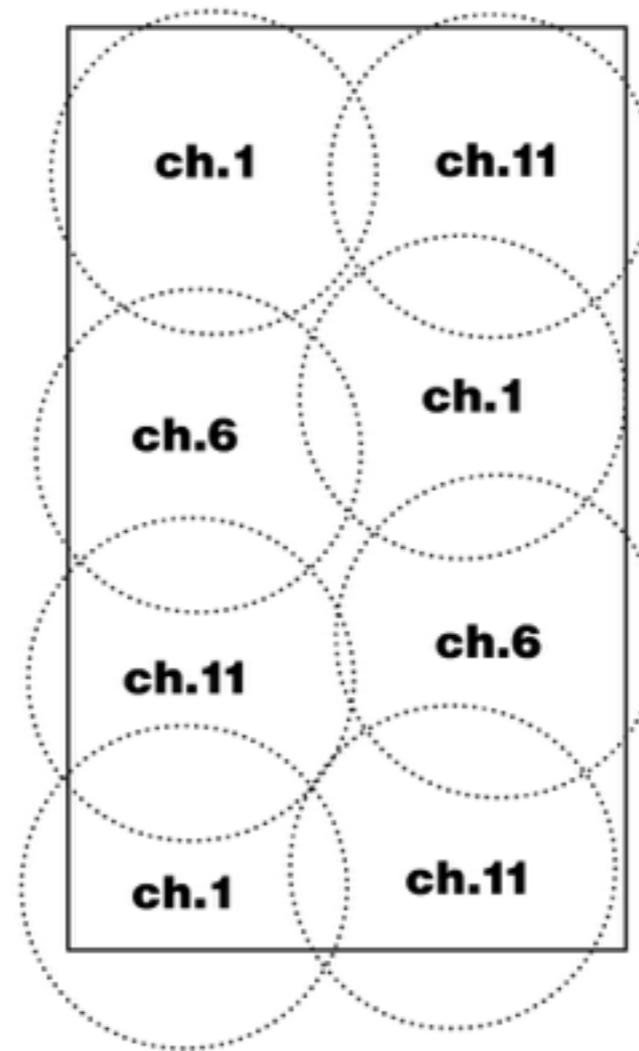
APとPC-1は互いに電波が届かず、見えな  
いため、同時に送信してフレームが壊れて  
しまうかもしれない

ユーザ数の少ない環境では有効な中継器も  
混雑している環境に導入すると破滅することも

# 空間の分割例

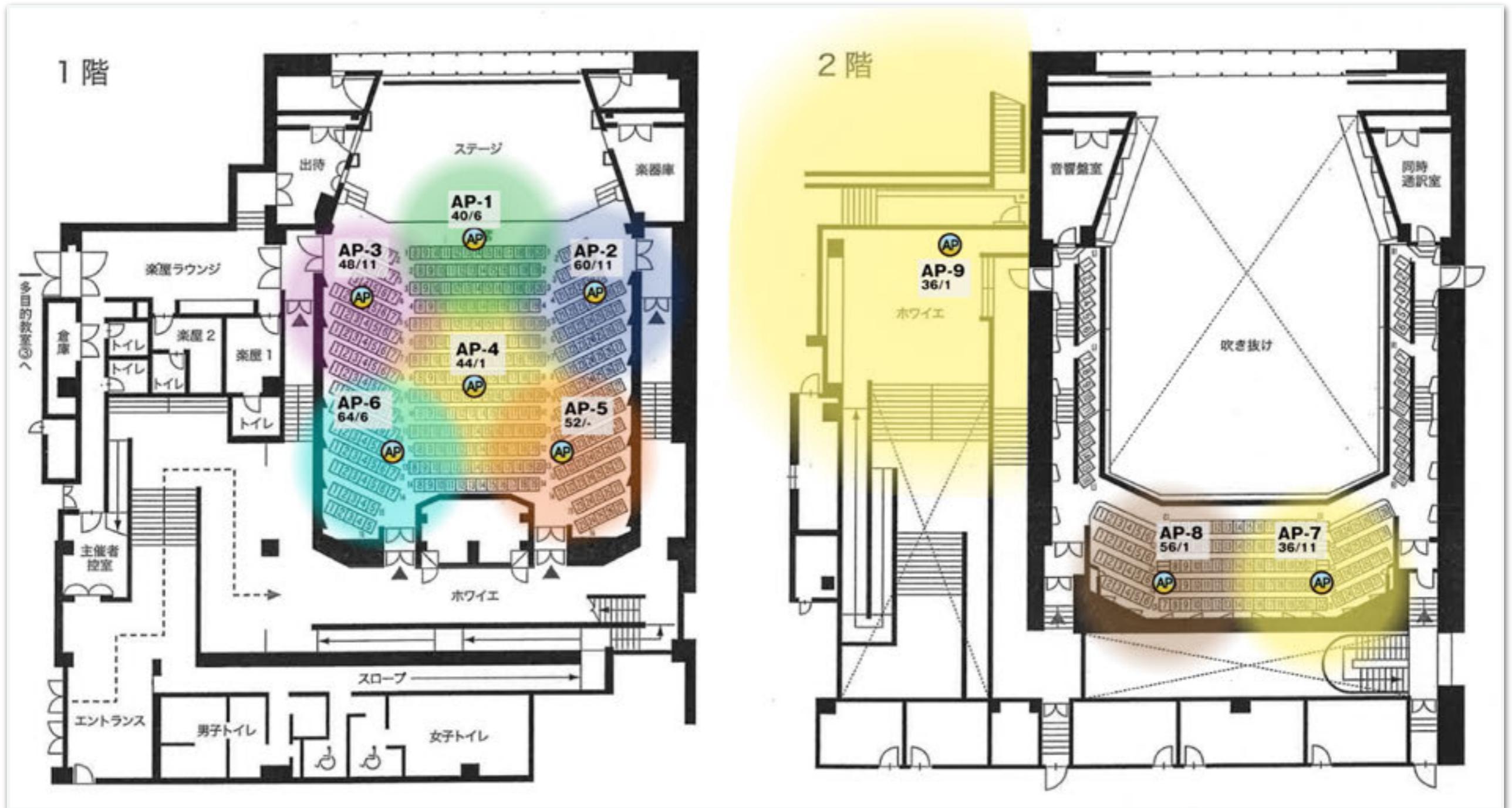


**3分割**  
APあたり30端末  
**合計90端末**



**8分割**  
APあたり30端末  
**合計240端末**

# APを設置してみる



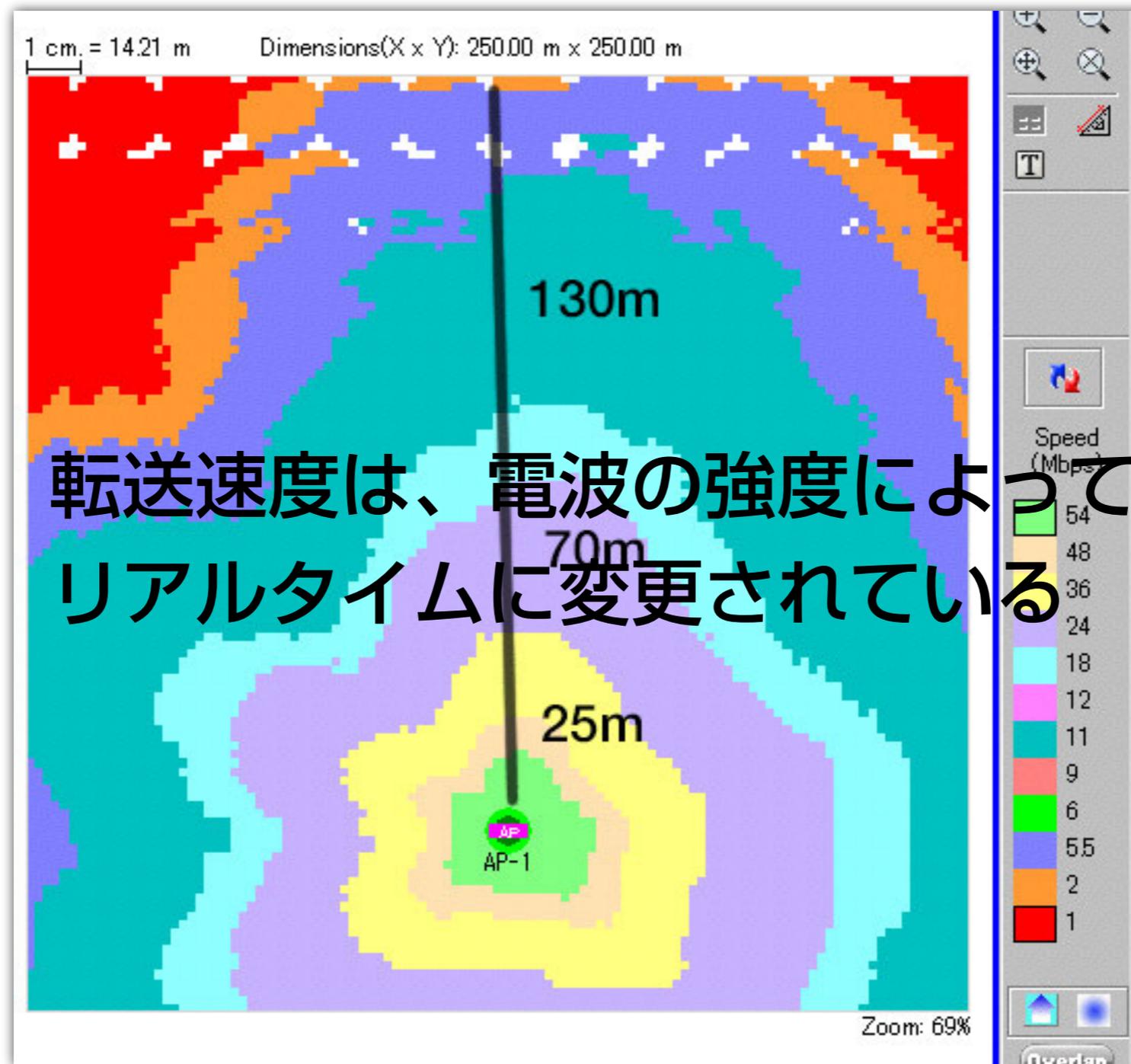
電波の飛びすぎを防ぐ必要がある

# 電波を遠くまで飛ばしすぎない

- 電波が必要以上に飛びすぎると、同じチャネルを使っている他のAPと相互に干渉が起きる
- 遠くまで飛んだとしても、AP一台あたりに収容できる端末数は限られているから、遠くまで飛ばしてもかえってパフォーマンスは悪化する

# 電波の強さとデータレート

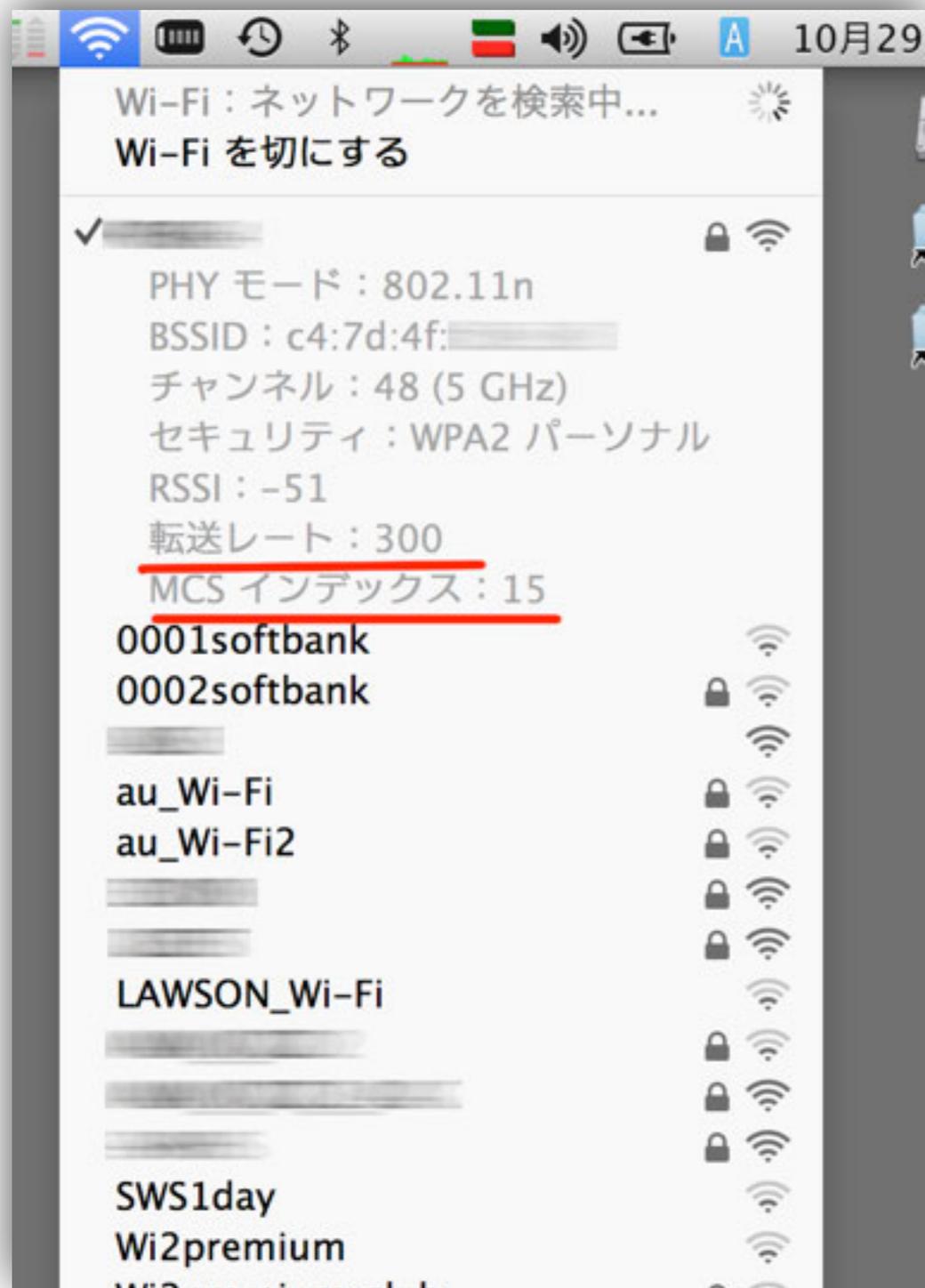
# 電波の強さ (距離) と速度 (bps)



転送速度は、電波の強度によって  
リアルタイムに変更されている

だいたい自由空間を想定したシミュレーション

# 電波の強さと速度 (bps)

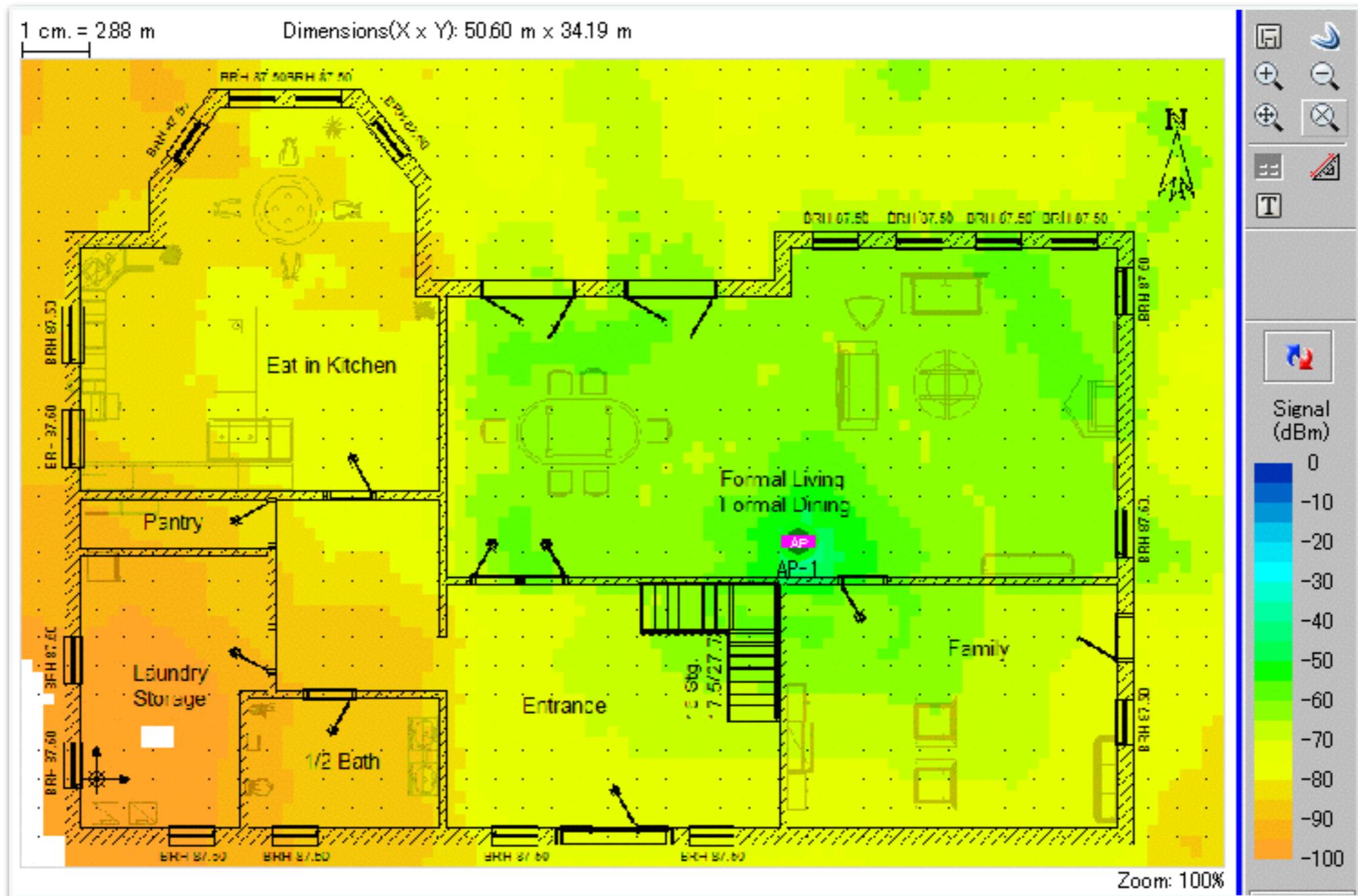


OS X では option+Wi-Fi アイコンをクリックすると 現在の速度を確認  
できます。

# 電波の強さと速度<sub>(bps)</sub>

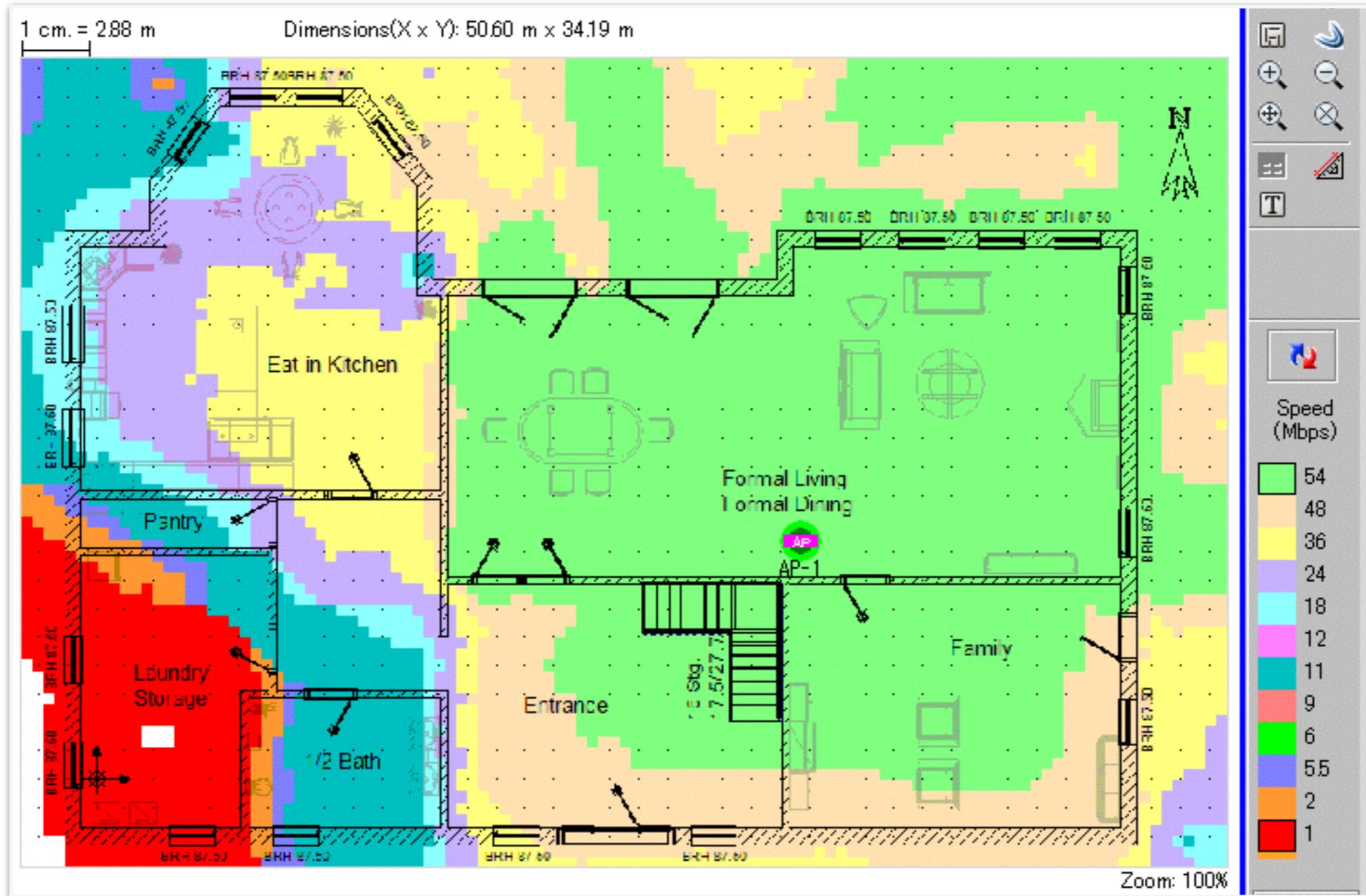
- 電波の品質が低く、エラーが一定数発生すると、速度(bps)を下げる
- 電波の状況は、ほとんどの場合何らかのエラーがあり、無線LANはそれを前提に、がんばってエラー訂正をしながら動いている
- 伝送媒体が空間そのものであるため、品質の予測がしにくい

# 電波の強さと速度 (bps)



通常は壁などがあるので、こういう電波強度になり、

# 電波の強さと速度 (bps)



速度はこんな感じ、左下の部屋はちょっとつらい

# まとめ

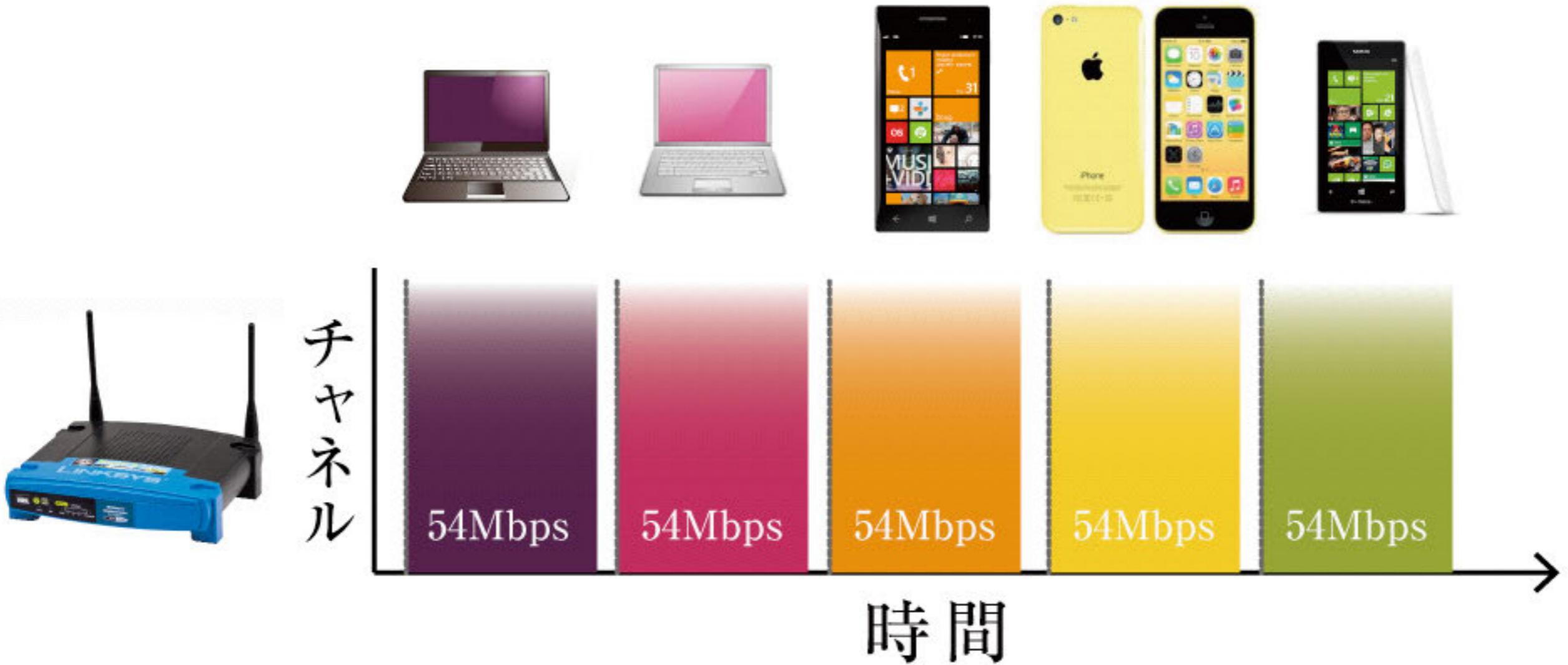
- 電波は半二重メディアで、空間を共有
- 光のような伝搬特性
- 同じ周波数の電波が混ざると干渉を起こす
- チャンネル利用率を低く保つためにはセル設計が重要
- 電波が弱いとデータレートが低下するようになっている

# チャンネル利用率とデータレート

# 混雑とは？

- 無線通信は時空間を占有して行う  
半二重ですから
- 同時に複数の端末が通信できてるように見えるけど  
その瞬間では、通信は必ず1:1で行われていて  
ほかの端末は待機している

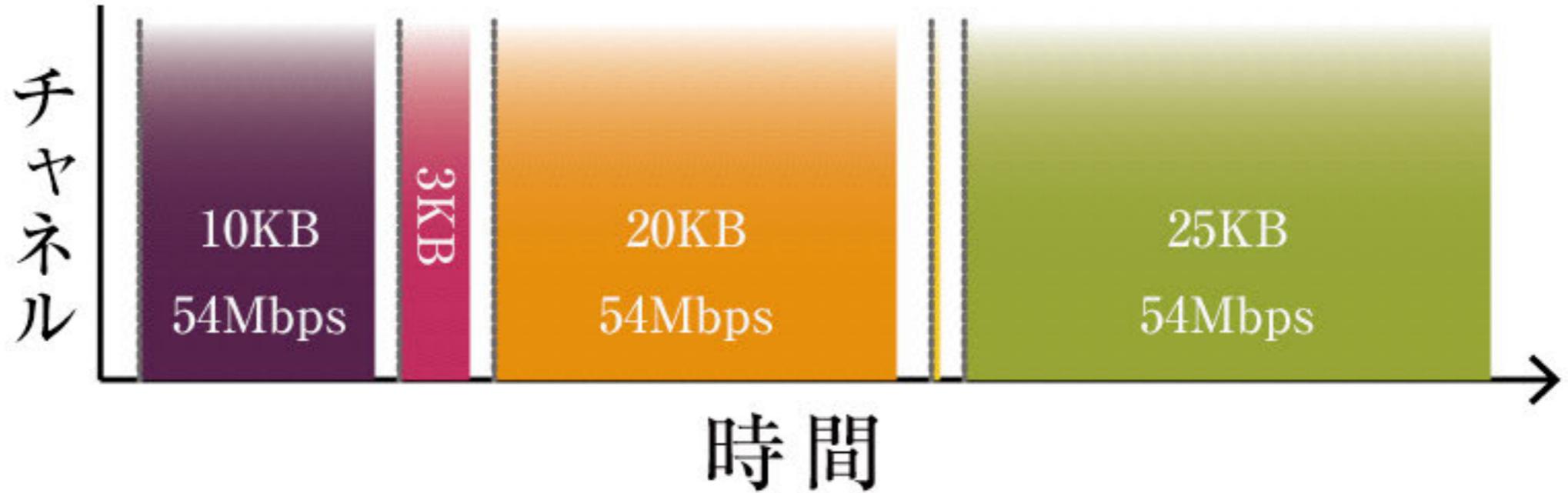
5 台の端末がひとつのチャンネルを時分割して共有



一台のアクセスポイントと複数の端末が  
時間で区切って順番にデータを転送する

ある一瞬では AP と端末はチャンネルを占有している

実際には占有時間はトラフィックによってばらばら



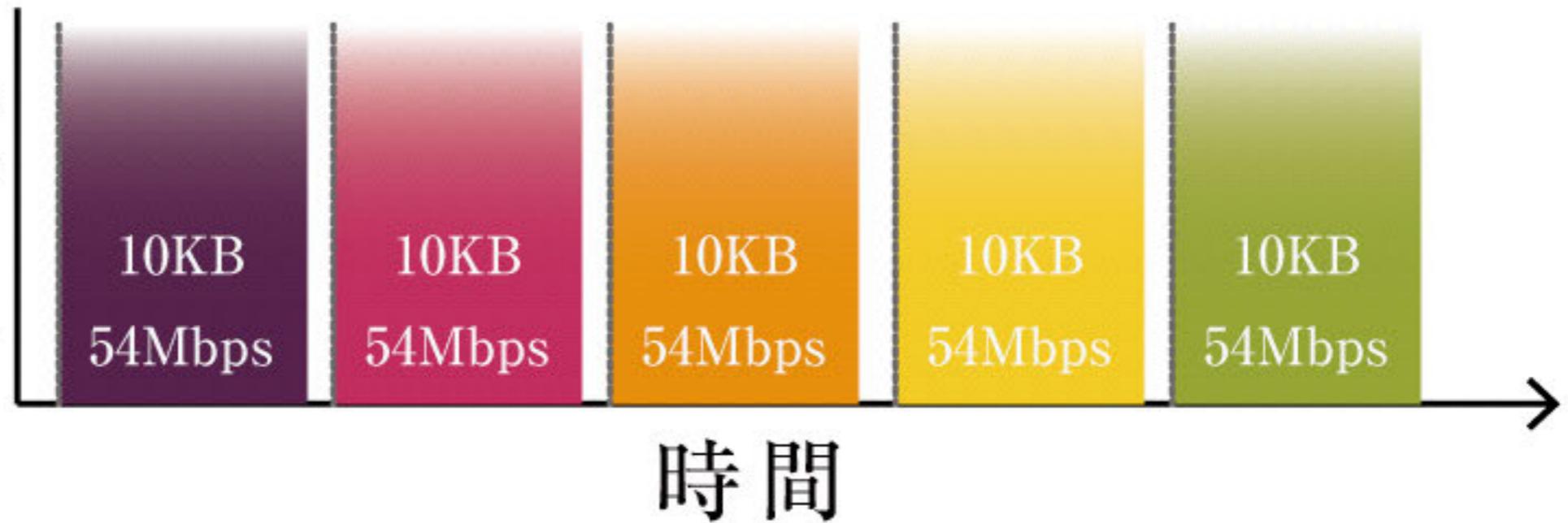
占有時間、順番などもばらばら

通信内容がないこともある

ややこしいから、同じ 10KB ずつ流す仮定にしましょう



チャンネル



たとえば、

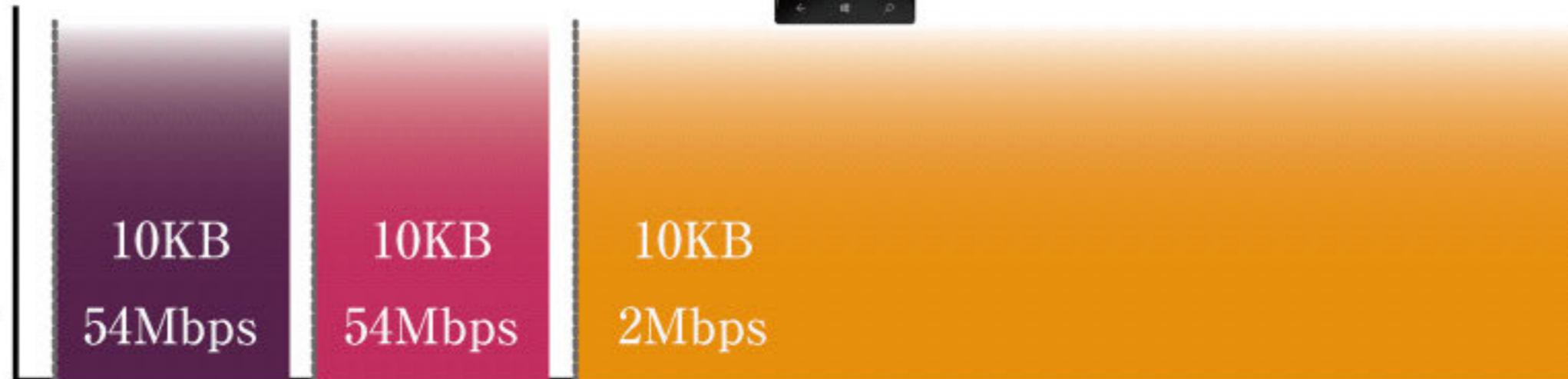
5台の端末に10KBずつ、計50KB転送することを考える

(全部54Mbpsで転送)

ところが、オレンジの端末が遠くに行ってしまう、  
電波強度が下がり、転送速度が落ちました

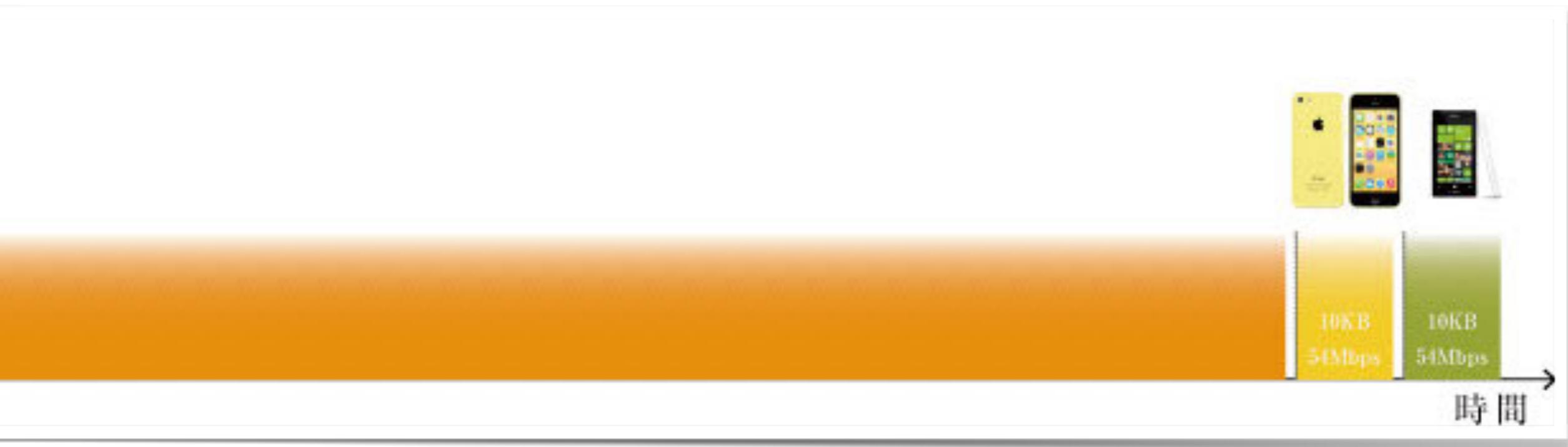


チャネル



転送レート(bps)は電波強度によって変わる

オレンジの端末の転送速度が2Mbpsに下がった場合、



! ?

# 端末が一台遅いと全体が遅くなる



- 同じ50KBを転送するのに、遅い端末が一台いるだけで時空間を5倍くらい無駄にした
- 遅い端末の通信が終わるのを、みんな待ってる
- 遅い端末の存在はリソースを食い潰す

# 電波を遠くまで飛ばしすぎない 遅いレートで通信させない

**Data Rates:** Best Range Best Throughput Default

1.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
2.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
5.5Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
11.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
6.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
9.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
12.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
18.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input checked="" type="radio"/> Disable
24.0Mb/sec	<input checked="" type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input type="radio"/> Disable
36.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input checked="" type="radio"/> Enable	<input type="radio"/> Disable
48.0Mb/sec	<input type="radio"/> Require	<input checked="" type="radio"/> Enable	<input type="radio"/> Disable
54.0Mb/sec	<input checked="" type="radio"/> Require	<input type="radio"/> Enable	<input type="radio"/> Disable

MCS Rates:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Enable	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Disable	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Data Rates\*\***

1 Mbps	Disabled
2 Mbps	Disabled
5.5 Mbps	Disabled
6 Mbps	Disabled
9 Mbps	Disabled
11 Mbps	Disabled
12 Mbps	Disabled
18 Mbps	Disabled
24 Mbps	Mandatory
36 Mbps	Supported
48 Mbps	Supported
54 Mbps	Supported

遅いレートをDisableにしてみましよう

# 遅いデータレートを制限すると

5台の端末に10KBずつ計50KB転送すると仮定し、全てが54Mbps変調だった場合と、うち1台の転送速度が2Mbps変調だった場合にかかる時間の比較（概念）



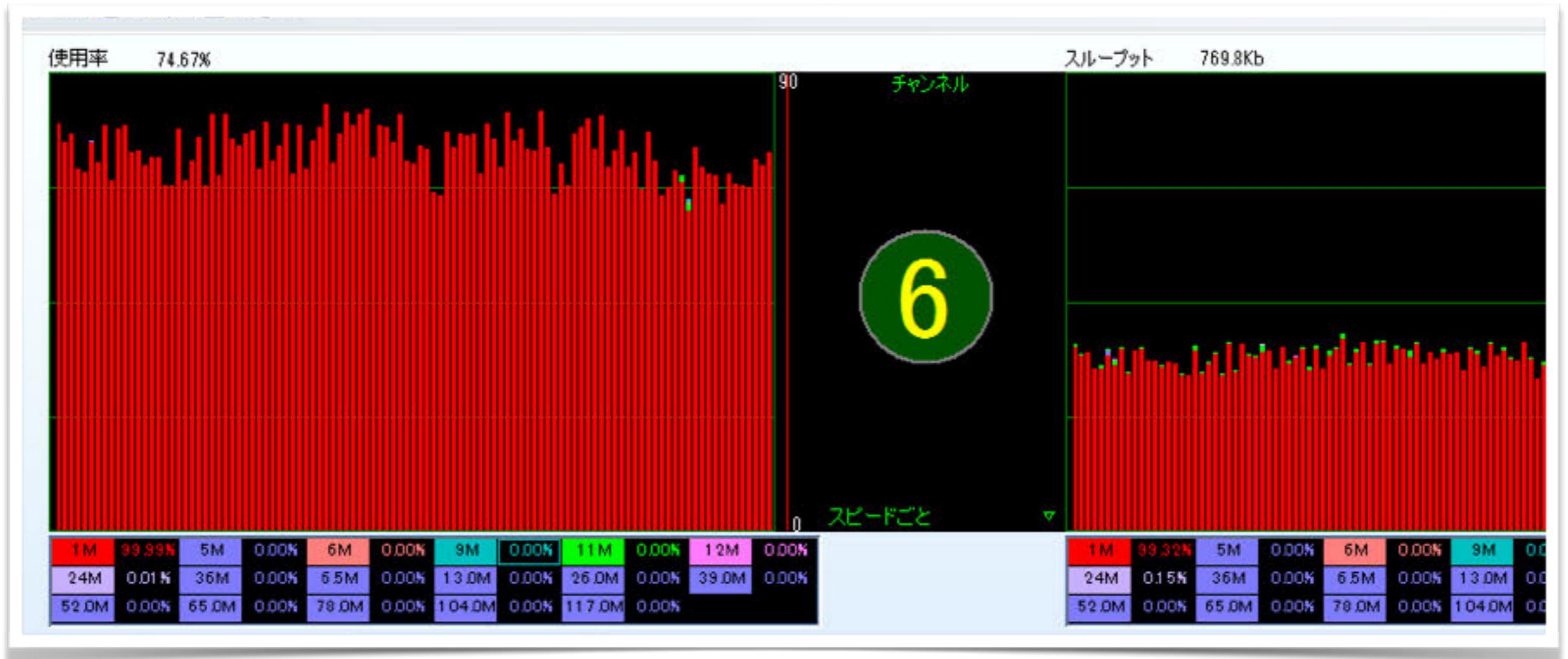
- 電波を遠くまで飛ばないようにできる
- 下のオレンジ色のようなことを防げる

# まとめ

- 遅いデータレートで接続している端末は、全体の足を引っ張る
- チャンネル利用率が高くて不安定な場合、遅いデータレートを無効にすることで改善できる可能性がある
- ただし遅いデータレートを切っていくと電波の届く範囲は狭くなる

# 測定器で見てみる

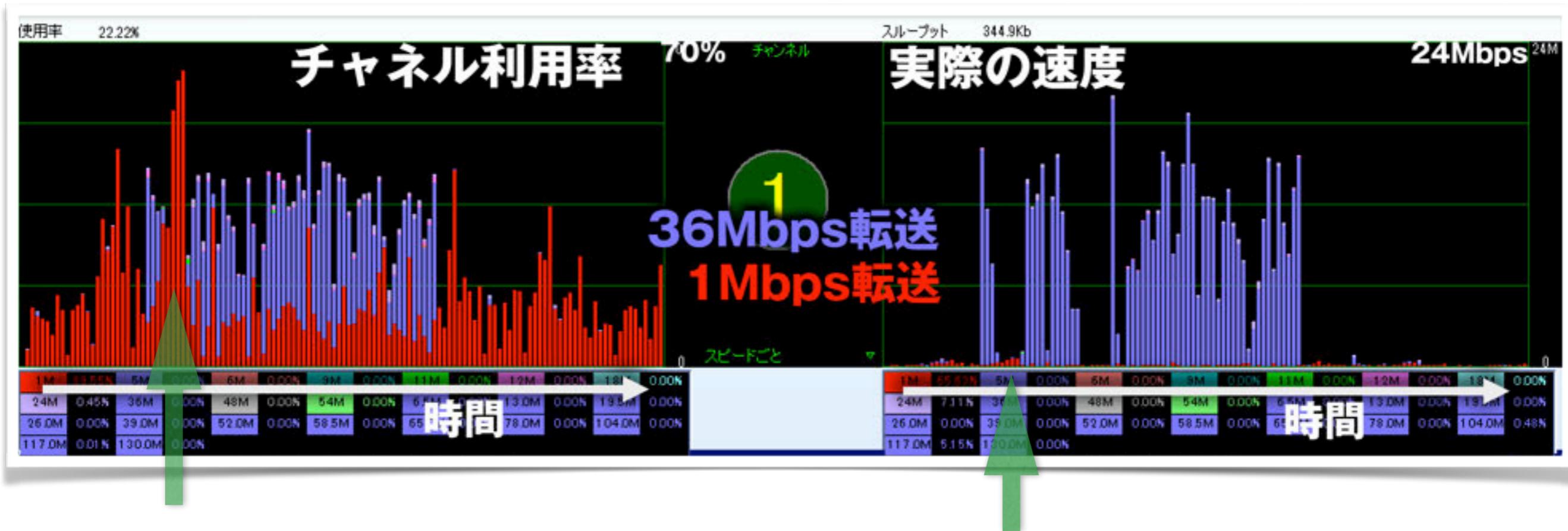
# 遅い端末がいる状態ってどんなの？



某所 改善前

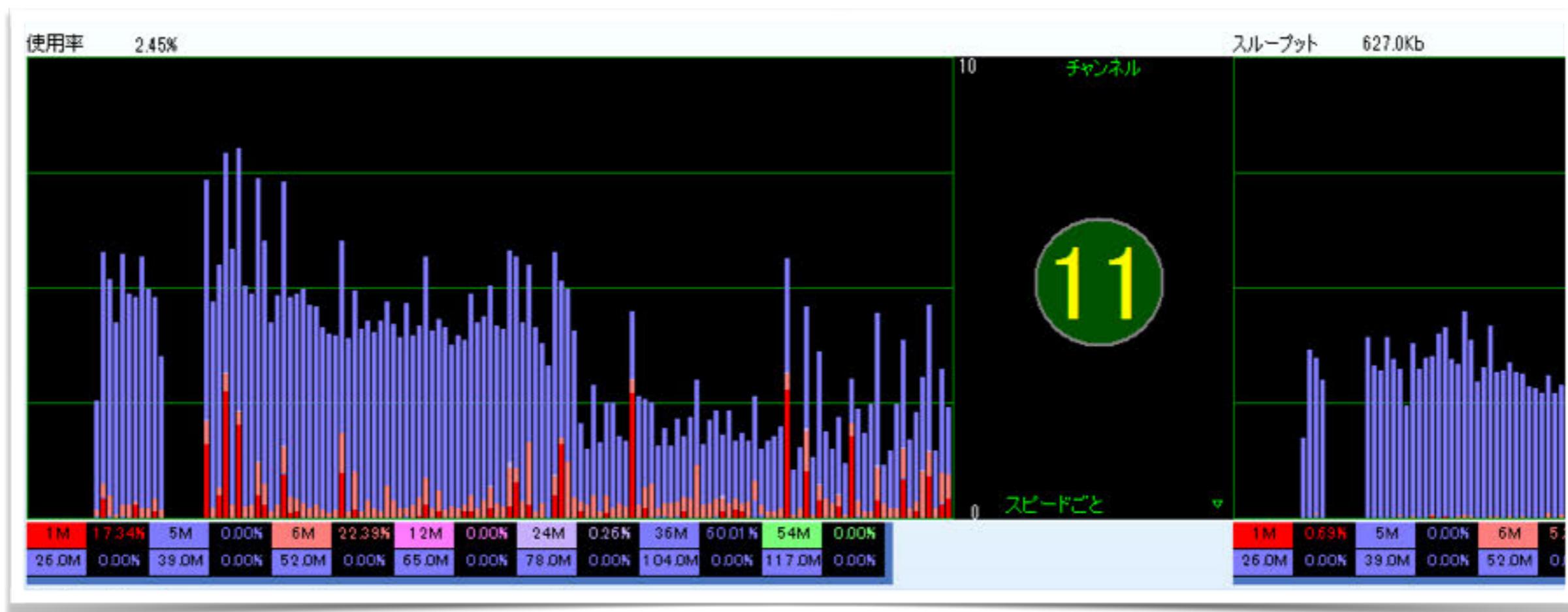
- チャンネルの使用率 74.67% (高すぎる)
- それなのにスループットが769Kbしか出ていない

# 遅い端末ってどれくらい邪魔？



- 横軸は同じ時間
- 赤(1Mbps)はチャンネル利用率をすごく上昇させているのに、スループットが全然出ていない

# 遅いデータレートを禁止するとどうなる？

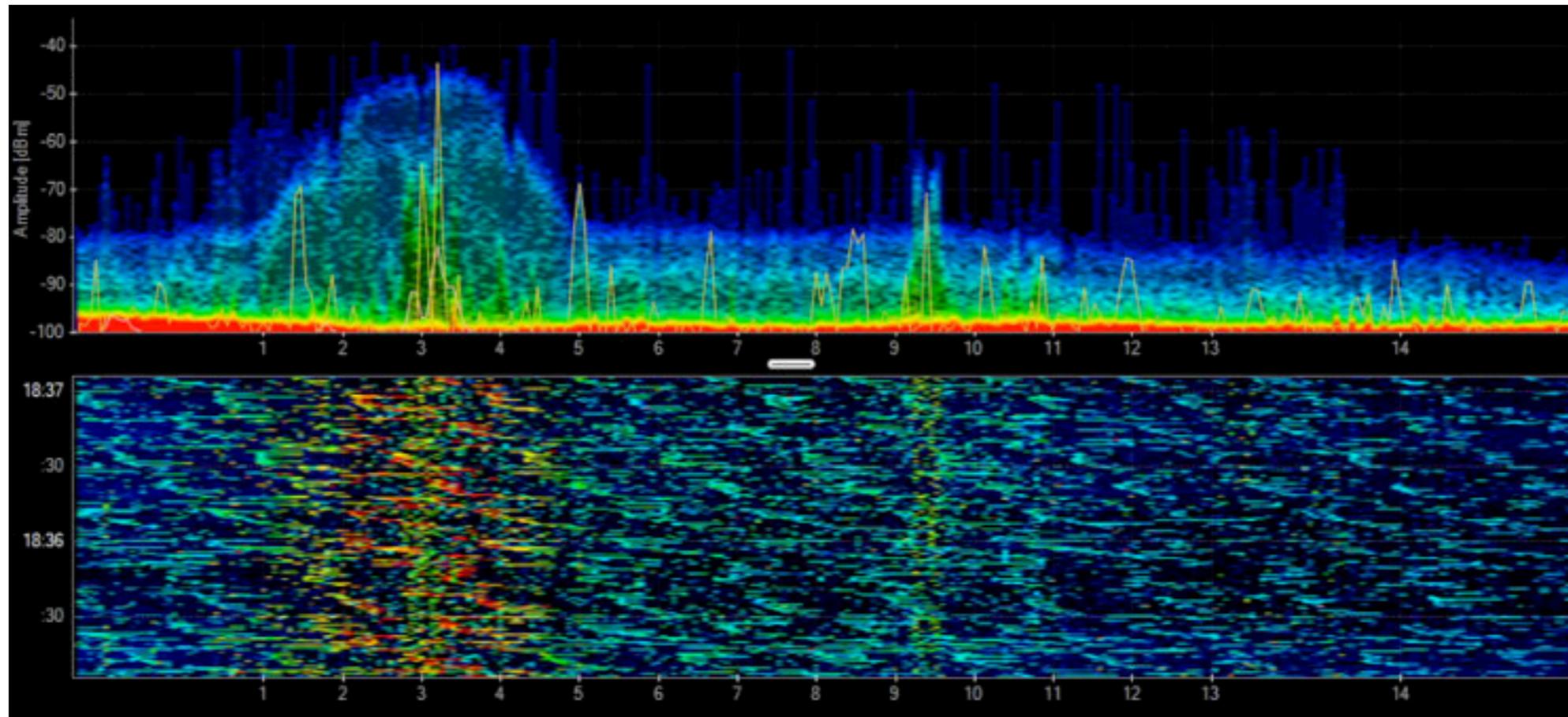


某所 改善後

- 最低を36Mbpsに設定、それ未満を禁止
- チャンネル使用率を約75%→2.5%まで改善

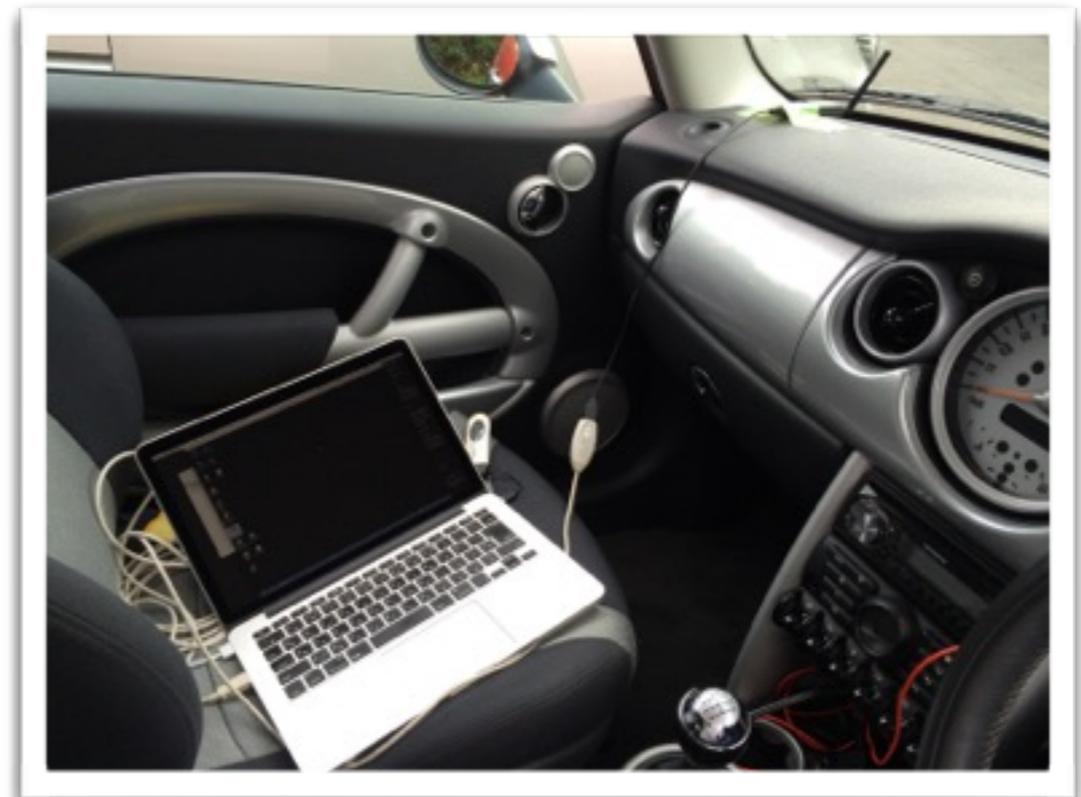
電波を見てみたい

# 電子レンジの例(Wi-Spy)



[https://youtu.be/vYj1U\\_YROYU](https://youtu.be/vYj1U_YROYU)

# オフィス街と郊外を測定しながら走ってみた



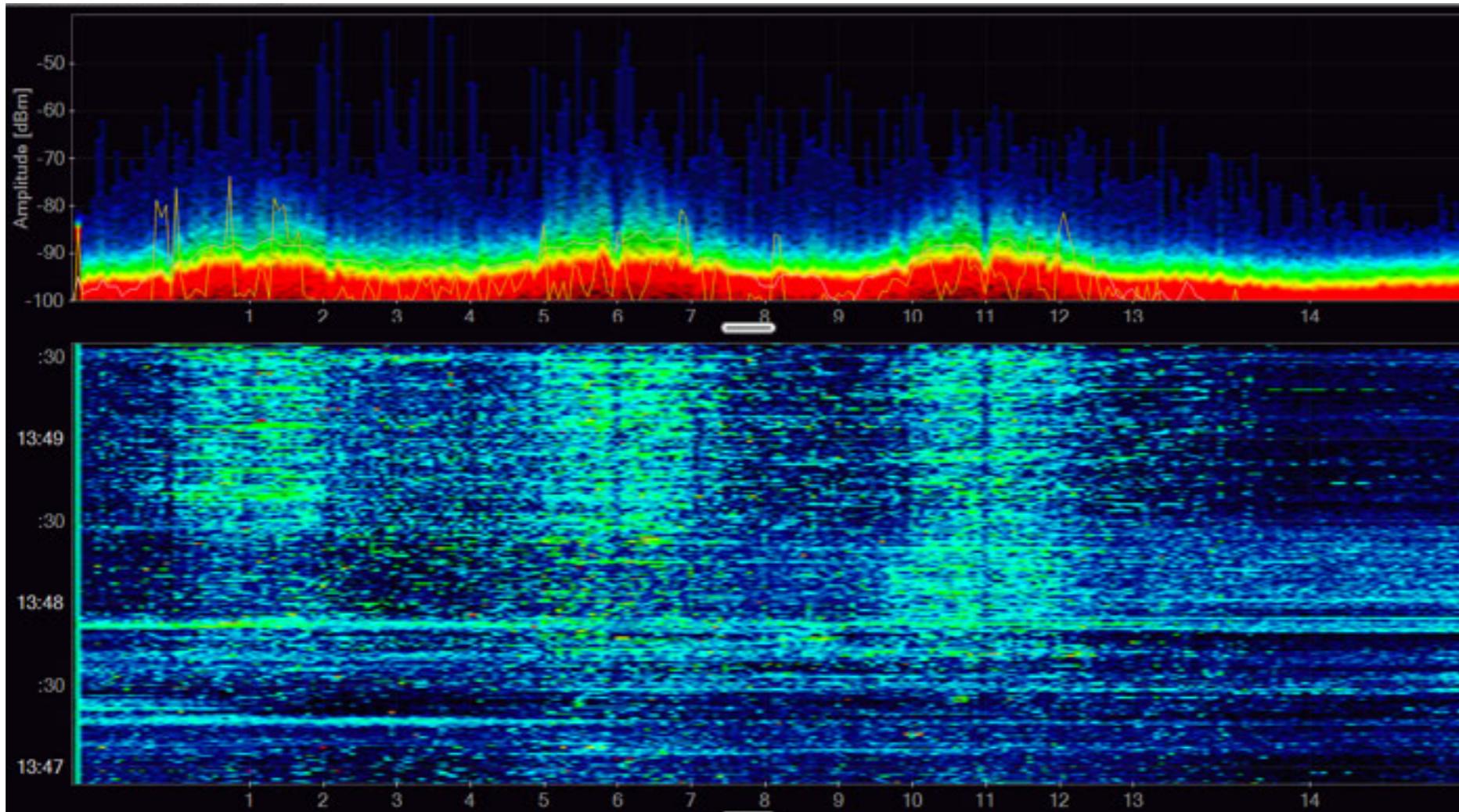
metageek Wi-Spy

# オフィス街と郊外を測定しながら走ってみた

(動画)

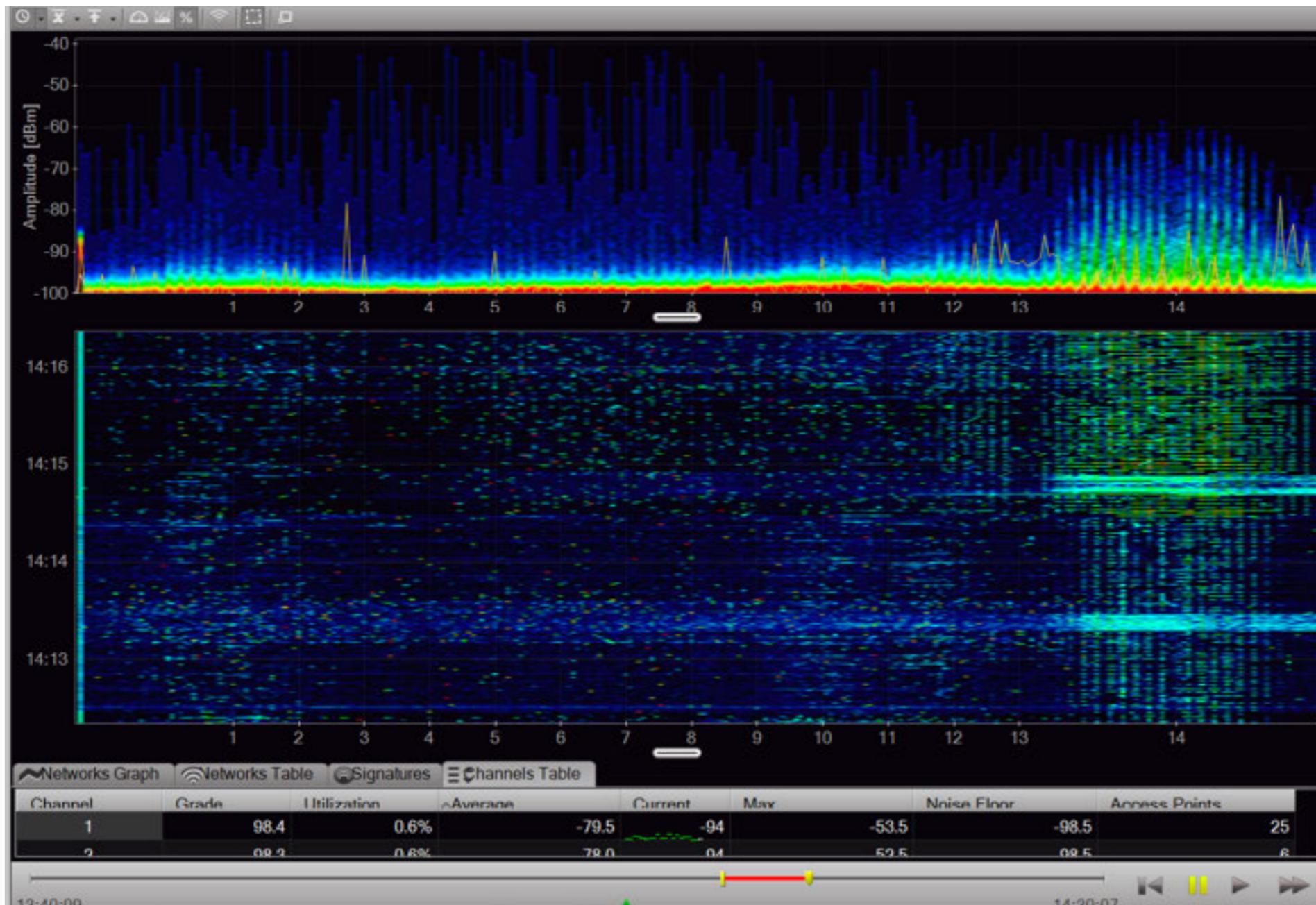
<https://youtu.be/ACEFav1c908>

# オフィス街と郊外を測定しながら走ってみた



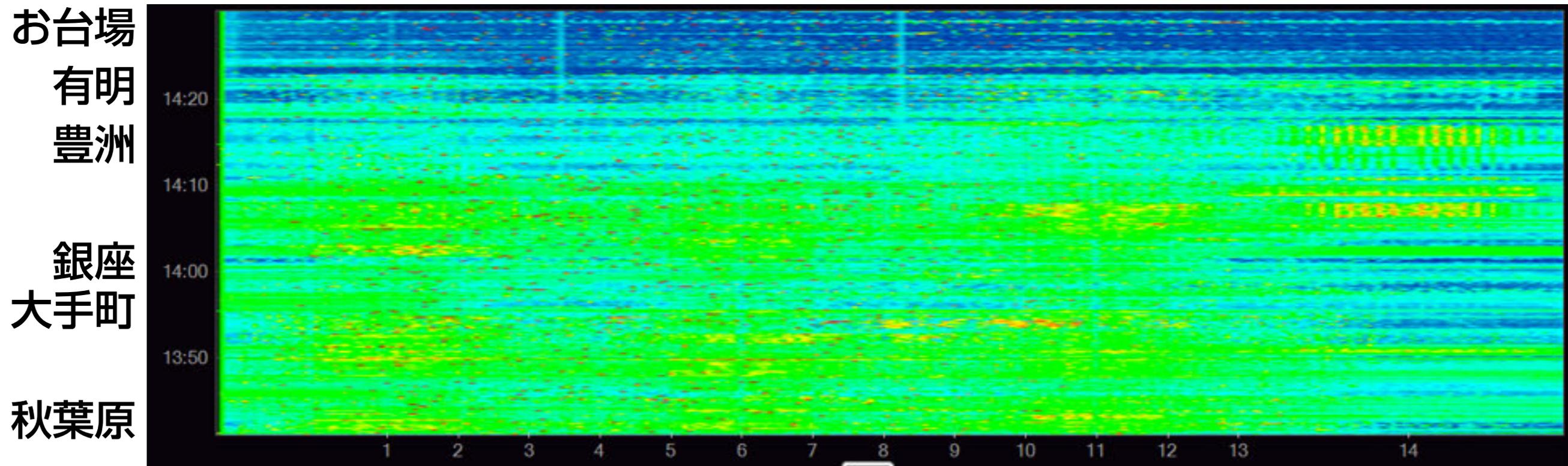
無線LANの電波の例  
チャンネルの中央に凹み

# オフィス街と郊外を測定しながら走ってみた



無線LAN以外の  
データ通信か

# オフィス街と郊外を測定しながら走ってみた



秋葉原～神田～大手町～銀座～豊洲～有明～お台場

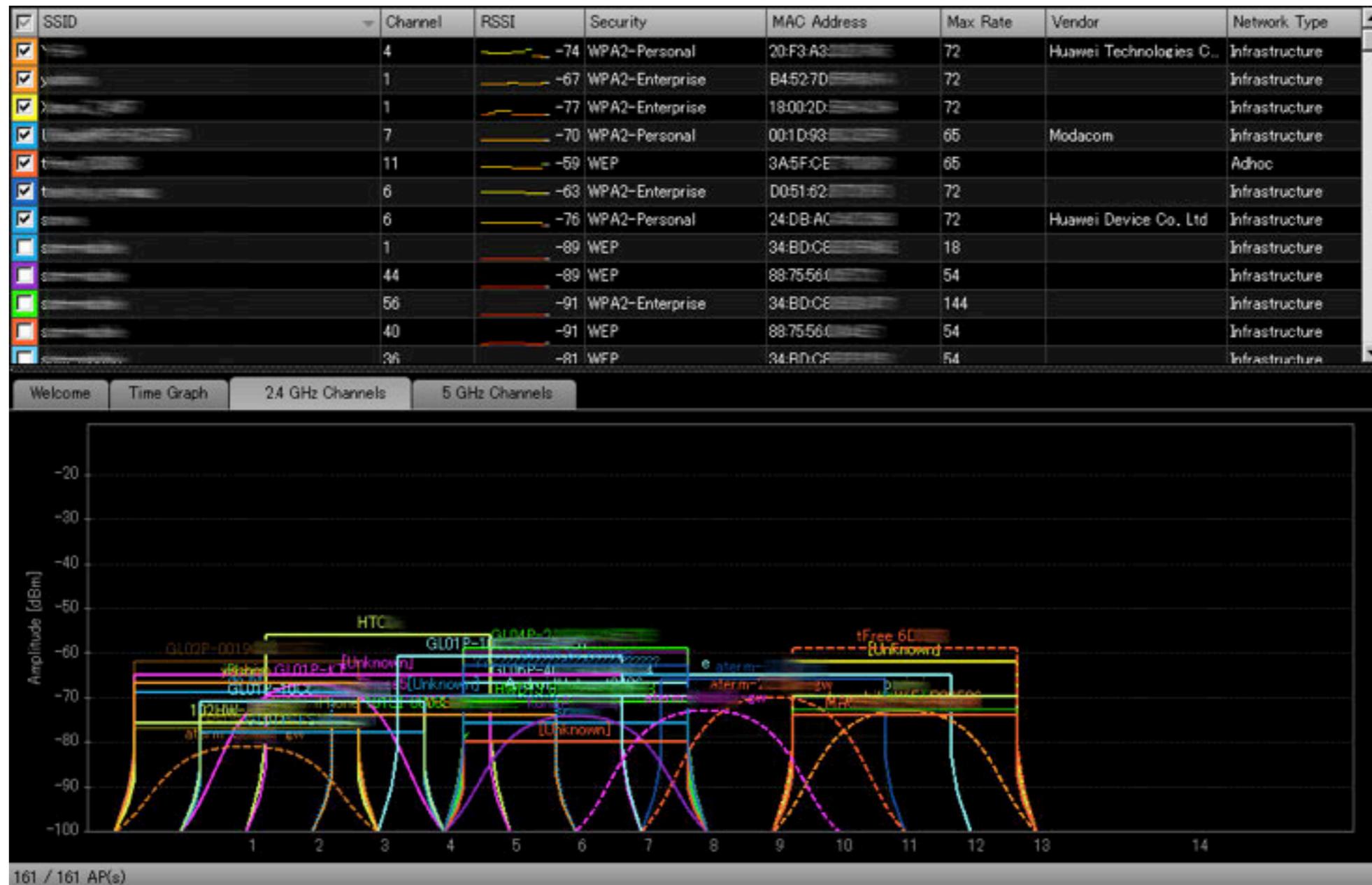
繁華街から海へ向かうにつれ電波が減っていく

# オフィス街と郊外を測定しながら走ってみた

- 無線LAN**ではない**と思われる電波がかなり多い
- 繁華街では少し移動しただけで状況が大きく変わる
  - 一般的に「こうなっている」とは言いにくい
- 無線LANの電波だけを拾うツールでは分からない

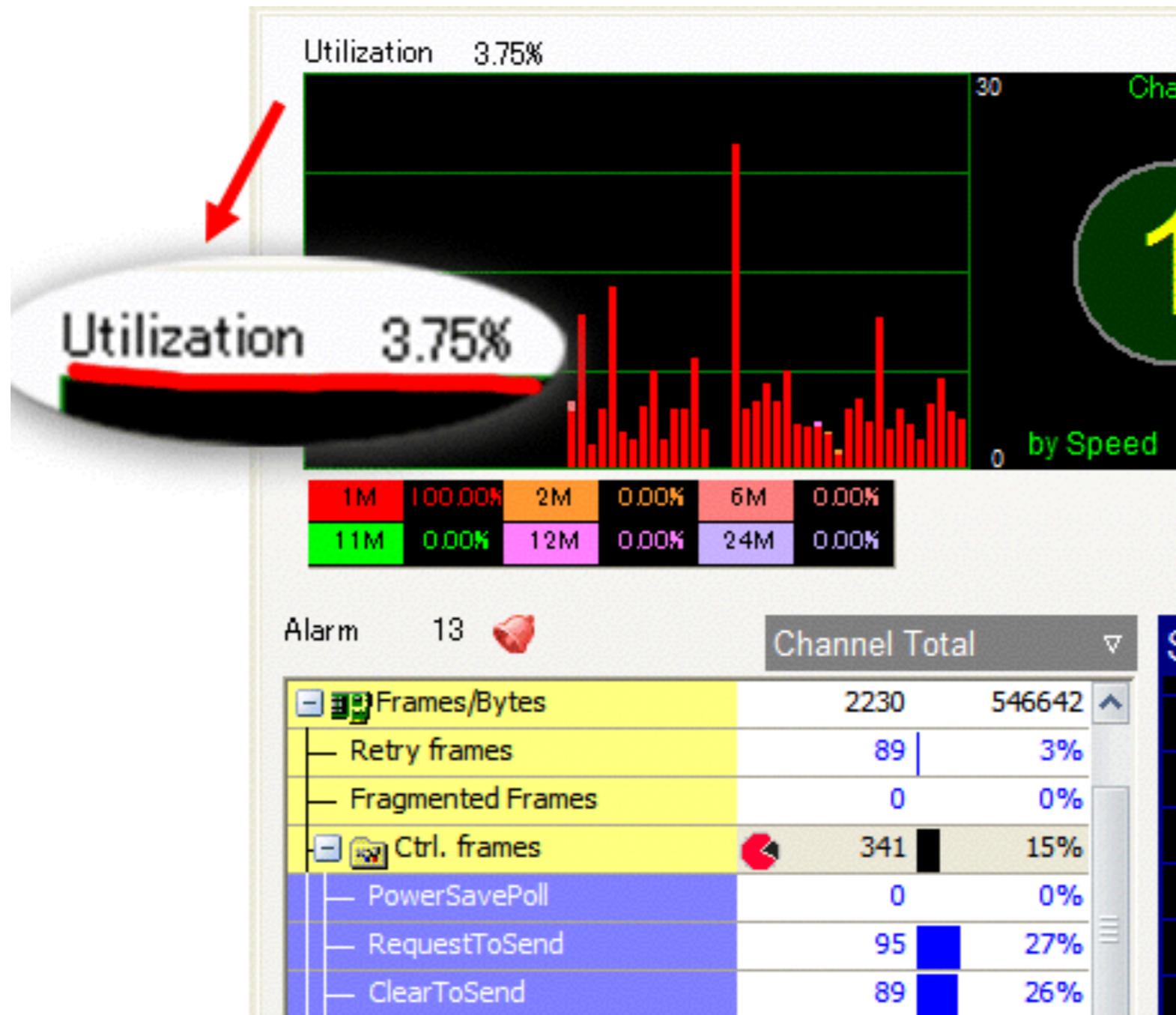
# おまけ

# inSSIDer, Wi-Fi Analyzer などのソフト



結構混んでいるように見えるけど……

# inSSIDer, Wi-Fi Analyzer などのソフト

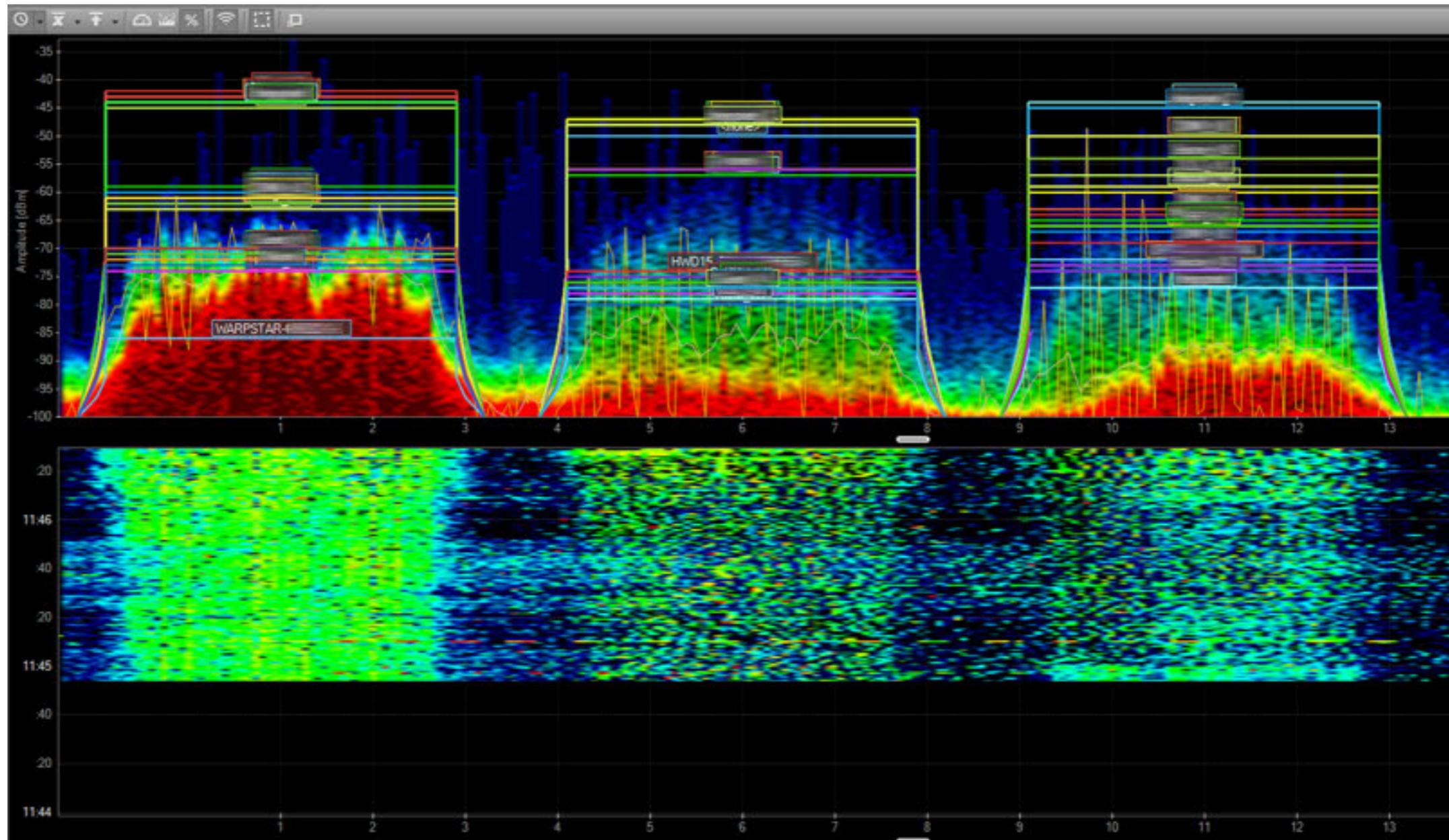


実はそれほどでもないことも…

# ビーコンとチャンネル利用率

- inSSIDer などは「ここにAPがありますよ」というAPからのビーコンの電波強度だけを計測している
- 実際にそのAPがどれくらい使われているかは分からない!
- APがあっても、あまり使われていなければ影響は少ない

# どれくらい使われている？



右端のチャンネル(11ch)に大量のAPが見えるが、  
利用率が高いのは1ch

# ビーコンとチャンネル利用率

- PCのソフトだけでは無線LANの状況を正確に把握することは困難。専用のハードウェアをもった測定器が必要
- でも、APがたくさん存在するということは、混雑している可能性もそれなりに高いかもしれない  
(過信は禁物)

\_\_END\_\_