

電波伝搬試験および室内試験

令和4年11月1日



株式会社 NHKテクノロジーズ



1 実施項目

1. 室内試験

- FMラジオ受信機の基本性能評価試験
- 音声品質の主観評価試験

2. 電波伝搬試験① 臨災局開設に係る技術的条件の検討

3. 電波伝搬試験② 臨災局を同一周波数・同時使用する場合の運用手法

2 モノラル方式とステレオ方式の特徴について

各試験では、臨災局がモノラル方式やステレオ方式で運用されることを想定した試験を予定している。下表にFM放送におけるモノラル方式とステレオ方式の特徴についてまとめた。

表1. FM放送におけるモノラル方式とステレオ方式の特徴

項目	モノラル方式	ステレオ方式
音質	・ステレオ方式と比べると、音質が下がる。	・音質がよい。
受信レベルとの関係	・ステレオ方式と比べると、低い受信レベルでも所定の音質で音声が聞こえる。	・モノラル方式と比べると、音質を保つためには、高い受信レベルが求められる。
干渉の耐性	・ステレオ方式と比べると、干渉の耐性が強い。	・モノラル方式と比べると、干渉の耐性が弱い。

3【室内実験】 臨災局開設に係る技術的条件の検討 受信機基本特性評価

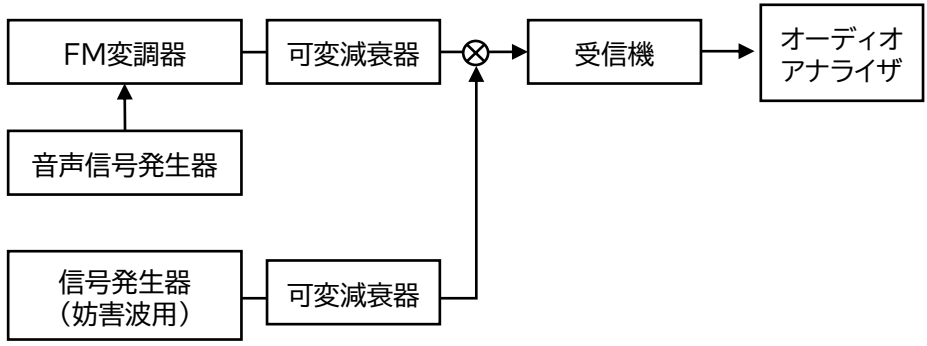
臨災局がモノラル方式やステレオ方式で運用されることを想定し、それぞれの方式ごとにおけるFMラジオ受信機の基本性能や混信保護比等の違いを明らかにするため、FMラジオ受信機を用いた受信機性能評価試験を実施する。

[FMラジオ受信機の基本性能評価試験]

- ・臨災局の受信に使用されるFMラジオ受信機（ポータブルラジオ及びカーラジオ）の基本特性（受信感度、S/N、周波数特性、歪率、同一周波数及び隣接周波数の干渉特性）を、モノラル方式とステレオ方式ごとに測定し評価する。また、本試験で使用するFMラジオ受信機は、一般的に市販されているFMラジオ受信機4機種とする。

[音声品質の主観評価試験]

- ・臨災局が同一周波数で運用されることを想定し、モノラル方式とステレオ方式ごとに希望波の干渉度を可変させた際の、FMラジオ受信機からの音声復調信号を録音する。録音した音声データをもとに、複数の評価者を集め、5段階評価で主観評価を実施し、聴取者が臨災局として許容できる音声品質の傾向を分析・評価する。



- [試験項目(案)]**
- ・ 受信感度特性
 - ・ S/N特性
 - ・ 総合周波数特性
 - ・ 総合歪率特性
 - ・ 同一周波数及び隣接周波数の干渉特性
 - ・ 受信主観評価

図1. FM受信機性能評価試験の基本試験系統図

[用語]

- ・モノラル方式 … 1つの音声信号を入力して、FM放送を行う方式。
- ・ステレオ方式 … 2つの音声信号を入力して、FM放送を行う方式。
- ・混信保護比 … 受信において許容可能な、希望波の受信電力と妨害波の受信電力の比を示した指標。

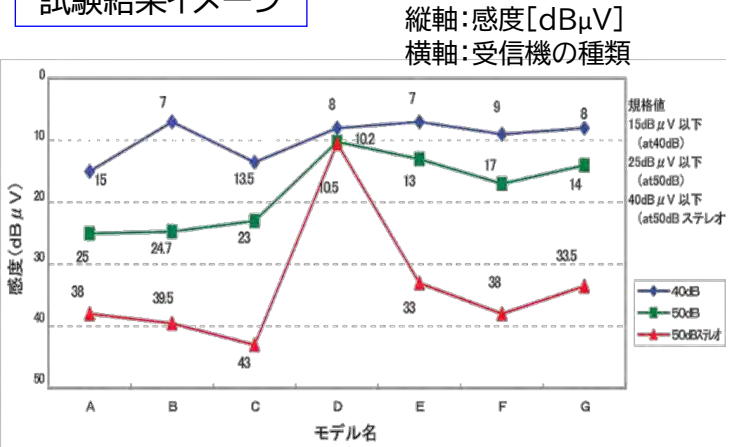
4 【室内実験】 受信機基本特性評価 受信感度特性試験およびS/N特性試験(案)

- ・受信感度特性試験では、試験信号をFM受信機に入力し、FM受信機から出力される音声復調信号のS/Nが所定の値になるときの受信感度特性を測定する。(モノラル方式のときの所要受信品質: S/N=30dB(提案)、ステレオ方式のときの所要受信品質: S/N=40dB、50dB)
- ・S/N特性試験では、試験信号をFM受信機に入力し、試験信号の入力レベルを可変させたときの、FM受信機のS/N特性を測定する。

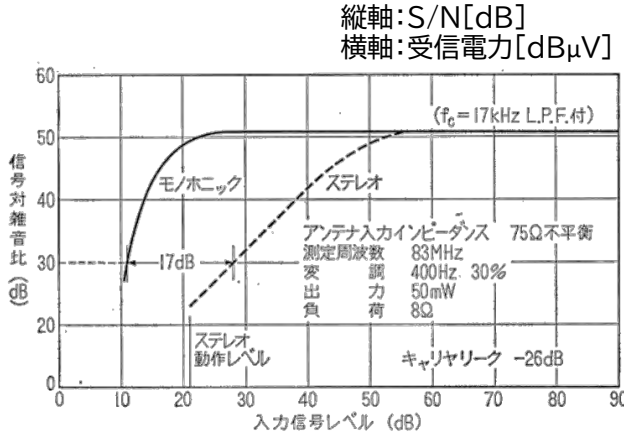
表2. 受信機感度特性試験およびS/N特性試験における試験信号の諸元

項目	諸元
変調方式	FM変調 (モノラル/ステレオ)
最大周波数偏移	±75kHz
音声信号	トーン信号(1kHz)
搬送波周波数	77.1MHz

試験結果イメージ



引用元: ARIB TR-11 1.1版「FM放送評価用受信機における設計マニュアル」 P.11 S/N規定時の最小入力特性(グラフ5)



引用元: NHKラジオFM技術教科書 日本放送協会編 P.272 モノとステレオ受信のS/Nの比較(9-54図)

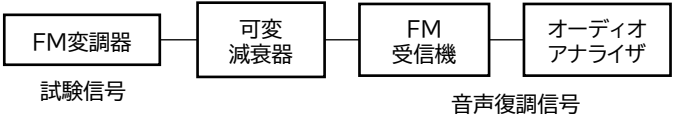


図2. 受信機感度特性試験およびS/N特性試験における試験システム図

図3. 受信機感度特性試験とS/N特性試験のアウトプットイメージ

- [用語]
- ・受信感度 … FMラジオ受信機がどれだけ微弱な信号レベルまで受信できるかを示した指標。
 - ・S/N(信号対雑音比) … FMラジオ受信機から出力される音声復調信号のレベルと雑音のレベルの比を示した指標。

5 【室内実験】 受信機基本特性評価 総合周波数特性試験(案)

・総合周波数特性試験では、試験信号をFM受信機に入力し、試験信号の変調周波数を可変させたときの、FM受信機の総合周波数特性を確認する。このときの試験信号の諸元は、下表のとおりとする。

表3. 総合周波数特性試験における試験信号の諸元

項目	諸元
変調方式	FM変調 (モノラル/ステレオ)
最大周波数偏移	±75kHz
音声信号	トーン信号 (300Hz、1kHz、5kHz)
搬送波周波数	77.1MHz

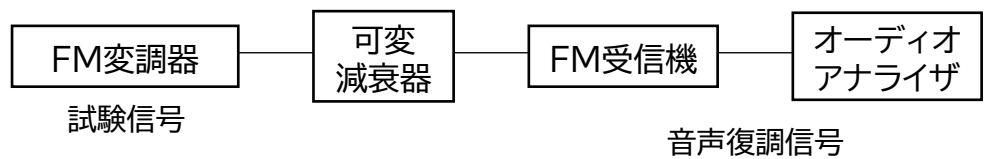


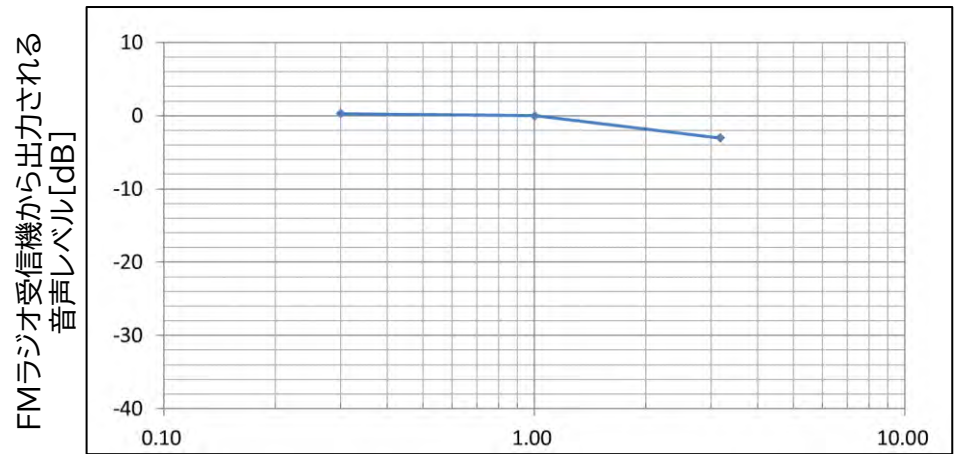
図4. 総合周波数特性試験における試験系統図

[用語]

・総合周波数特性・・・ FM放送波の音声信号の周波数ごとにおける、FMラジオ受信機から出力される音声レベルの特性。

試験結果イメージ

縦軸: 音声レベル[dB]
横軸: 変調周波数(音声)[kHz]



臨災局から放送される音声信号の周波数[kHz]

図5. 総合周波数特性試験のアウトプットイメージ (受信機1台あたりの総合周波数特性)

6 【室内実験】 受信機基本特性評価 総合歪率特性試験(案)

・総合歪率特性試験では、試験信号をFM受信機に入力し、試験信号の変調周波数を1kHzにした場合の、FM受信機の総合歪率特性を確認する。このときの試験信号の諸元は、下表のとおりとする。

表4. 総合歪率特性試験における試験信号の諸元

項目	諸元
変調方式	FM変調 (モノラル/ステレオ)
最大周波数偏移	±75kHz
音声信号	トーン信号(1kHz)
搬送波周波数	77.1MHz

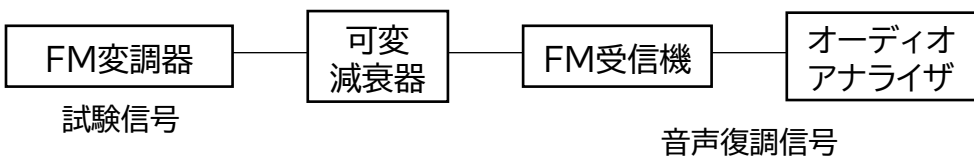


図6. 総合歪率特性試験における試験系統図

[用語]

・総合歪率特性・・・FM放送波の音声信号の周波数ごと、FMラジオ受信機から出力される音声復調信号の波形がどれだけ歪んでいるかを示した指標。

試験結果イメージ

縦軸:歪率
横軸:受信機の種類(受信機A、B、C・・・)

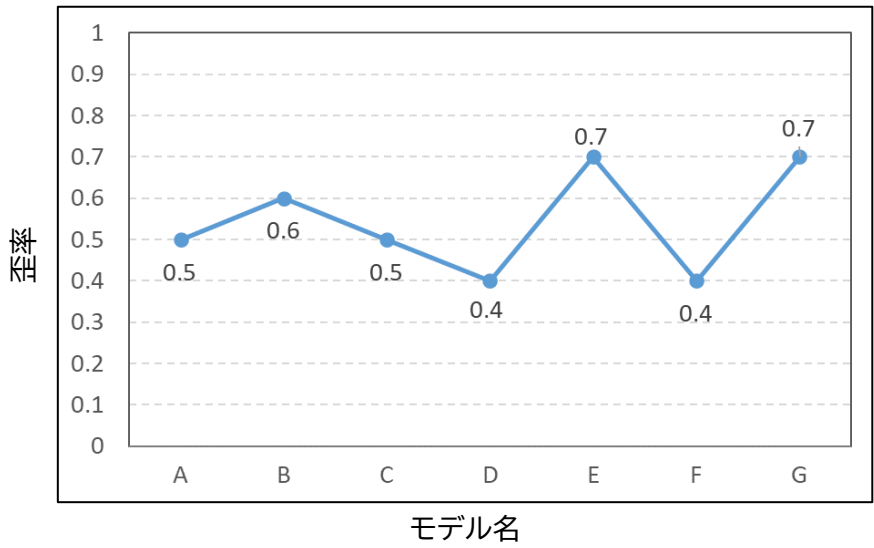


図7. 総合歪率特性試験のアウトプットイメージ (受信機ごとの総合歪率特性、変調周波数1kHzのとき)

7 【室内実験】 受信機基本特性評価 同一・隣接周波数における干渉特性試験(案)

- ・臨災局がモノラル方式及びステレオ方式で運用する際の混信保護比を検証するため、臨災局を想定した希望波をモノラル方式とステレオ方式に設定した場合の、干渉特性を比較評価する。
- ・妨害波の周波数配置は、希望波に対して、0kHz、100kHz、200kHz、300kHz、400kHzと周波数を離して設定する。
- ・本試験では、希望波の所要受信品質を満たす混信保護比を測定する。(希望波の所要受信品質…モノラル方式: S/N=30dB(提案)およびS/N=50dB、ステレオ方式: S/N=50dB)

表5. 希望波と妨害波の信号諸元

項目	諸元(希望波・妨害波)
変調方式	希望波:FM変調(モノラル/ステレオ) 妨害波:FM変調(モノラル/ステレオ)
最大周波数偏移	±75kHz
変調信号(音声信号)	トーン信号(希望波:1kHz、妨害波:5kHz)

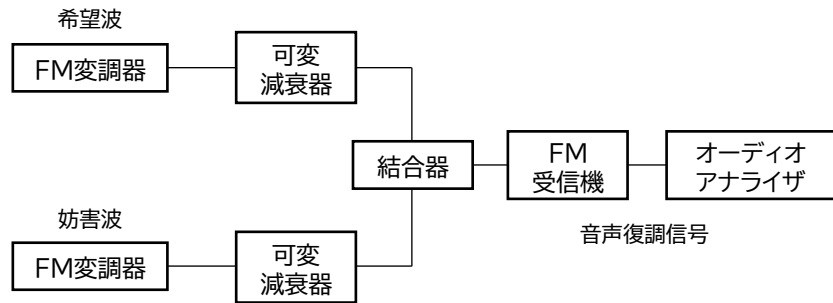


図8. 同一・隣接周波数の干渉特性試験における試験系統図

表6. 干渉試験の試験パターン

希望波 妨害波	FM変調 (モノラル)	FM変調 (ステレオ)
FM変調 (モノラル)	同一周波数 隣接周波数	同一周波数 隣接周波数
FM変調 (ステレオ)	同一周波数 隣接周波数	同一周波数 隣接周波数

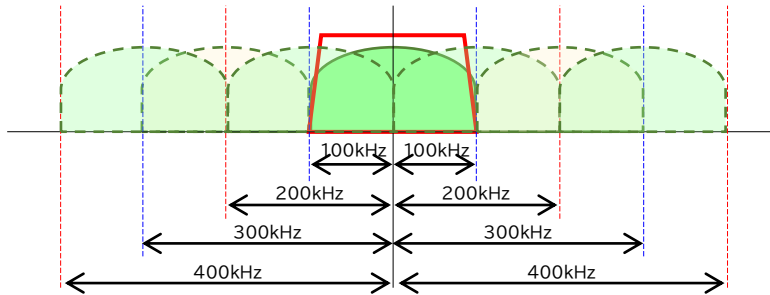


図9. 妨害波の配置イメージ

8 【室内実験】 受信機基本特性評価 主観評価試験(案)

・臨災局が同一周波数で運用されることを想定し、モノラル方式とステレオ方式ごとに希望波の干渉度を可変させた際の、FMラジオ受信機からの音声復調信号を録音する。録音した音声データ(評価音)をもとに、複数の評価者(※)を集め、5段階評価で主観評価を実施し、聴取者が臨災局として許容できる音声品質の傾向を分析・評価する。

[評価方法の概要(案)]

- ・複数の評価者に、原音(干渉を受けていない音源)と評価音を試聴させ、原音に対する評価音の劣化の度合いを5段階で評価を行う。
- ・複数の評価者にて5段階評価した結果を集計し、各評価音の評価点の平均を代表値とする。
- ・各評価音の代表値となる評価点をもとに、各評価音の許容できる音声品質を分析する。

(※)評価者については、評価点にバラつきが生じないように、音質の聞き分けに優れている専門家や一般の方を複数人集めて、評価を実施する。

表7. 主観評価試験における評価点の内訳(案)

評価	評価尺度
5	原音との違いが分からない
4	原音との違いが分かるが気にならない
3	原音との違いがやや気になる
2	原音との違いが気になる
1	原音との違いが非常に気になる

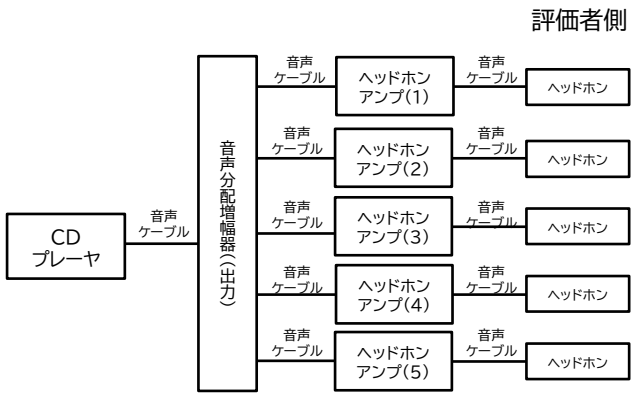


図10. 主観評価試験時の試験系統(例)



図11. 主観評価試験時のイメージ

9 【室内実験】 受信機基本特性評価 速報結果(1) ポータブルラジオA

・ポータブルラジオ1台の基本特性(受信感度、S/N、総合周波数特性、総合歪率特性)の結果を以下に示す。

表 a1. 受信感度特性の結果(※)

受信機	条件	所要受信品質	受信感度 [dB μ V]
ポータブルラジオA	モノラル方式	S/N=30dB以上	30
	ステレオ方式	S/N=40dB以上	32
	ステレオ方式	S/N=50dB以上	43

表 a2. 総合周波数特性の結果

受信機	条件	総合周波数特性[dB]		
		300Hz	1kHz	5kHz
ポータブルラジオA	モノラル方式	0.2	0	-4.7
	ステレオ方式	0.2	0	-2

表 a3. 総合歪率特性の結果

受信機	条件	総合歪率特性[%] (1kHz時)
ポータブルラジオA	モノラル方式	0.1
	ステレオ方式	0.2

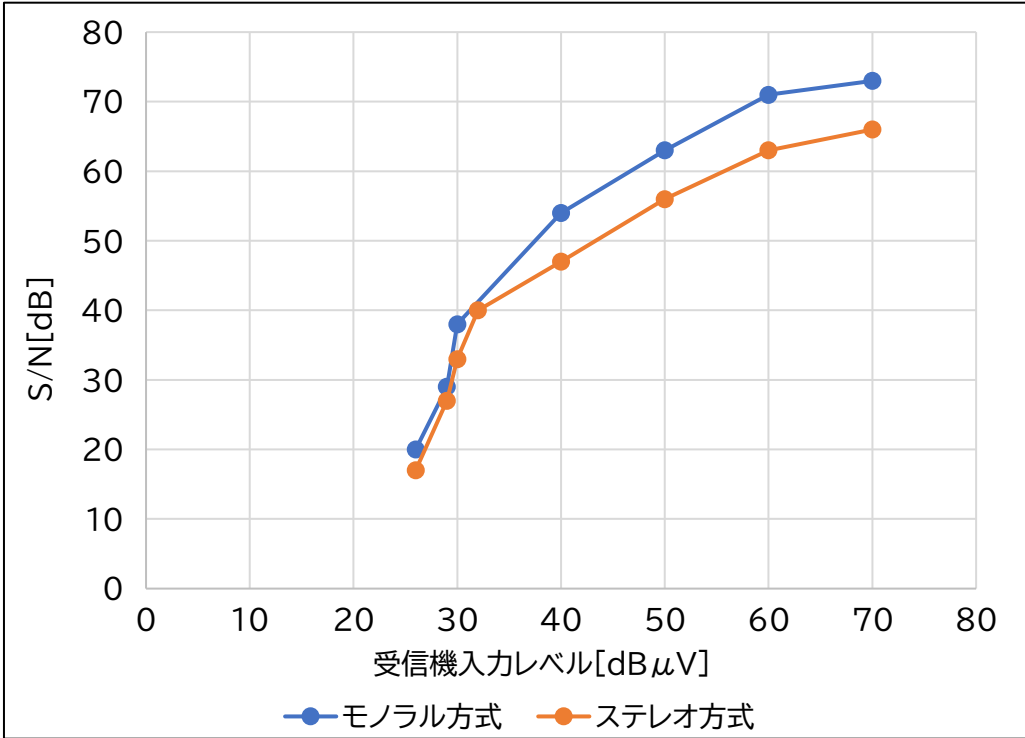


図 a1. S/N特性の結果

(※) 受信感度は、所要受信品質のS/Nが確保できる最小の受信機入力レベルとする。例えば、受信機入力レベルが29dB μ VのときのS/Nが29dBで、受信機入力レベルが30dB μ VのときのS/Nが36dBである場合については、S/N=30dB以上を満たす受信感度として30dB μ Vを採用する。

10 【室内実験】 受信機基本特性評価 速報結果(2) ポータブルラジオA

・ポータブルラジオ1台において、以下の試験パターンで干渉特性試験を実施した。測定した混信保護比を下表に示す。

[実施した試験パターン]

- (1) 希望波(モノラル方式) - 妨害波(モノラル方式) ※このときの希望波の所要受信品質: S/N=30dB
- (2) 希望波(モノラル方式) - 妨害波(モノラル方式) ※このときの希望波の所要受信品質: S/N=50dB
- (3) 希望波(ステレオ方式) - 妨害波(ステレオ方式) ※このときの希望波の所要受信品質: S/N=50dB

表 a4. 各試験パターンにおける混信保護比の結果

受信機	希望波	妨害波	所要受信品質	妨害波の 離調幅[kHz](※)	混信保護比[dB]
ポータブルラジオ A	FM変調 モノラル方式 音声信号 1kHz	FM変調 モノラル方式 音声信号 5kHz	S/N=30dB	0	1
				+100	1
				+200	-20以下
				+300	-20以下
				+400	-20以下
	FM変調 モノラル方式 音声信号 1kHz	FM変調 モノラル方式 音声信号 5kHz	S/N=50dB	0	7
				+100	1
				+200	-20以下
				+300	-20以下
				+400	-20以下
	FM変調 ステレオ方式 音声信号 1kHz	FM変調 ステレオ方式 音声信号 5kHz	S/N=50dB	0	21
				+100	3
+200				-20以下	
+300				-20以下	
+400				-20以下	

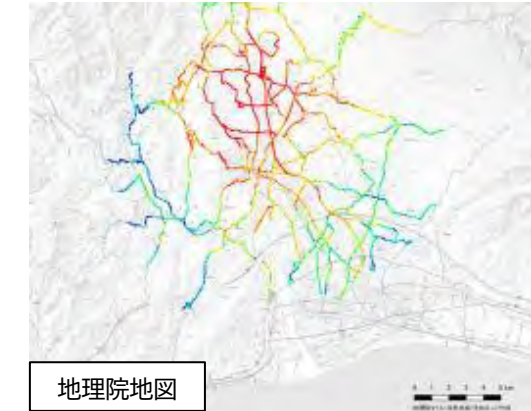
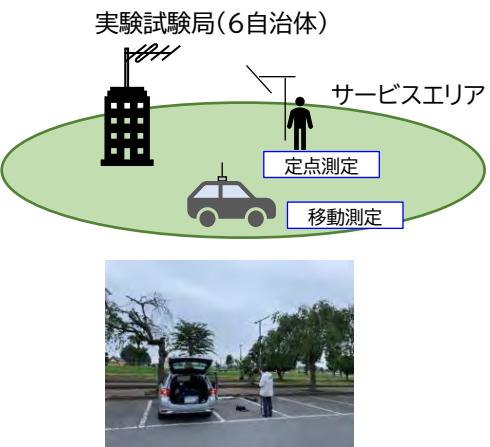
(※) 希望波の周波数(77.1MHz)に対して、妨害波の周波数をどれだけ離れたかを示した値。

11 【電波伝搬試験①】 臨災局開設に係る技術的条件の検討

都内高層ビル群や住宅集積地など関東管内特有の電波伝搬環境を検証するため、6自治体から臨災局の電波を送信する場合を想定し、実験試験局を開設のうえ、電波伝搬試験を実施する。

[調査内容]

- ・送信地点：6自治体の臨災局を想定(文京区、北区、練馬区、足立区、国分寺市、所沢市での実施を計画)
- ・測定周波数：77.1MHz、±100kHz、±200kHz
- ・定点測定
 - ① 調査地点：各自自治体の15地点以上(自治体ヒアリングの結果を踏まえ、調査地点を選定)
 - ② 調査受信高：地上高4m、1.5m及び屋内における電波到来方向の窓際での受信(※)
 - ③ 測定内容：電界強度測定、3機種ラジオ受信機を用いた受信評価(SINPOコードで5段階評価)を実施。
- ・移動測定
 - ① 車両移動により自治体内の主要道路沿線や境界などの範囲を走行し、電界強度とS/NまたはSINADの測定を実施。



(※) 定点測定において、施設内での測定が可能な調査地点については、屋内での電界強度測定およびラジオ受信機を用いた受信評価を実施する。

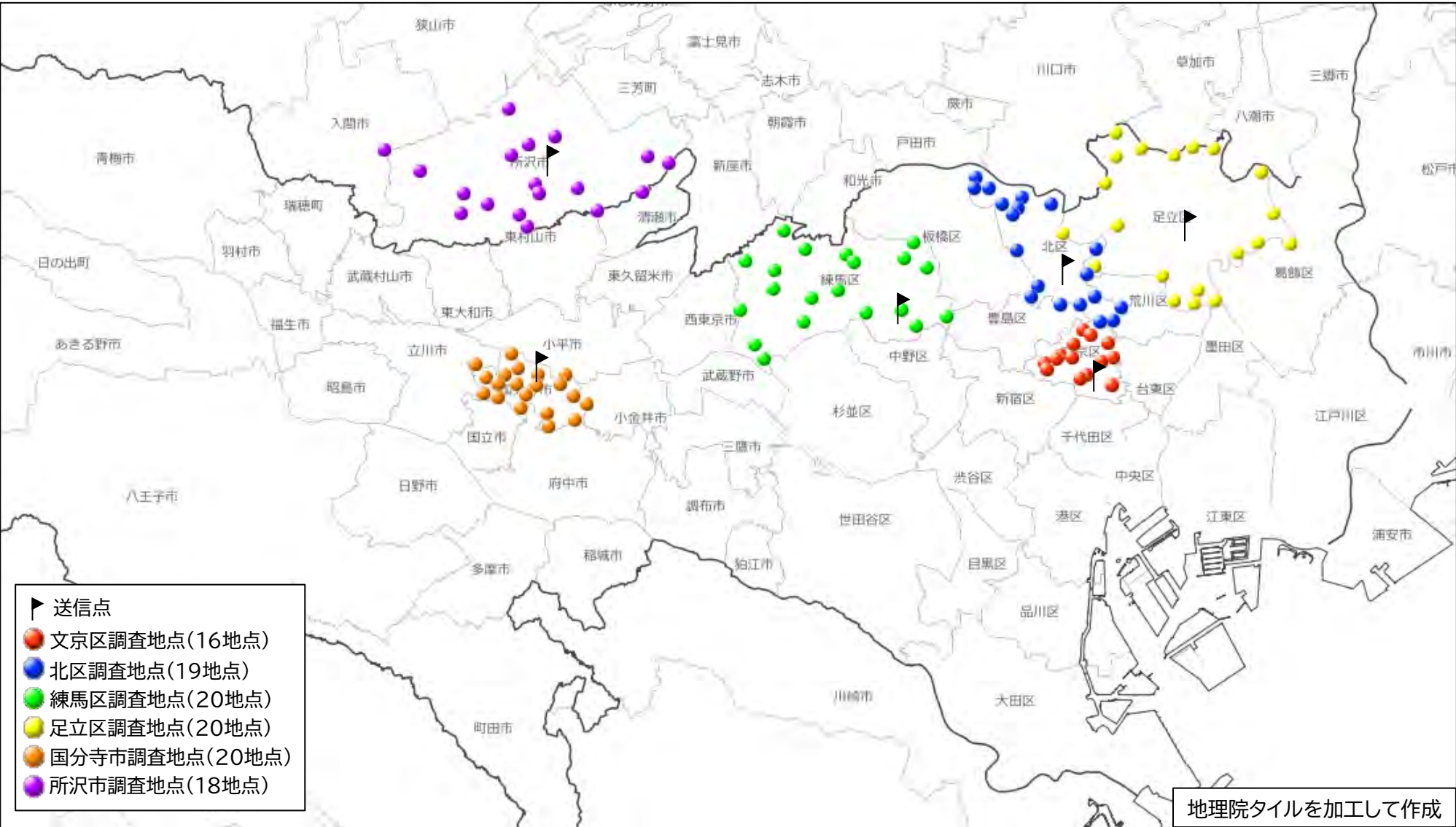
表8. 電波伝搬試験における受信状況の5段階評価(SINPOコード表)

評価	信号の強さ(S)	混信(I)	雑音(N)	伝播障害(P)	総合評価(O)
5	極めて強い	なし	なし	なし	極めて良い
4	強い	少しある	少しある	少しある	よい
3	中位	中位	中位	中位	中位
2	弱い	強い	強い	強い	悪い
1	辛うじて聞こえる	極めて強い	極めて強い	極めて強い	使用出来ない

図12. 電波伝搬試験・定点測定のイメージ

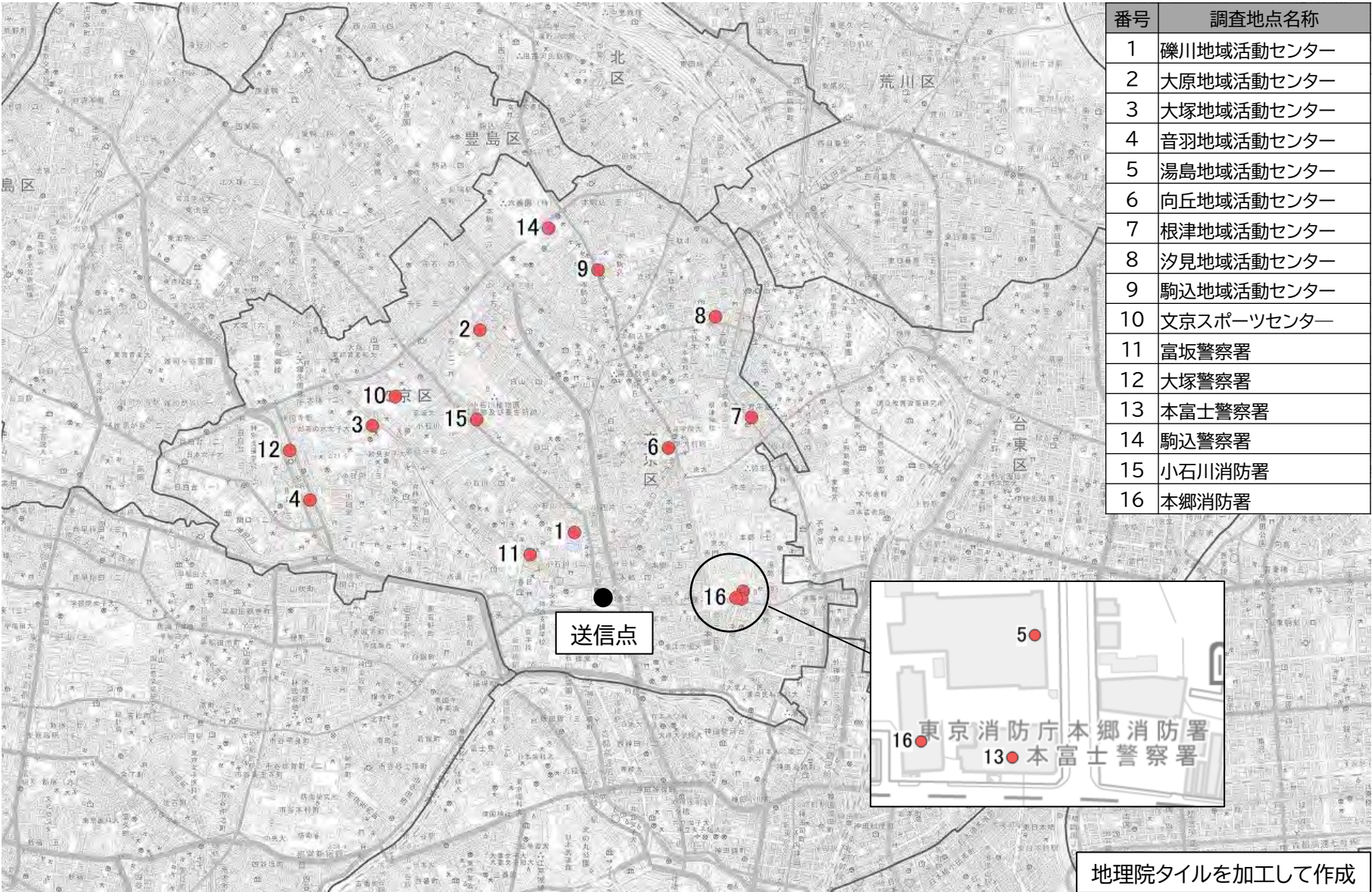
図13. 電波伝搬試験・移動測定結果のイメージ

12 【電波伝搬試験①】 各自治体の調査予定地点(案)

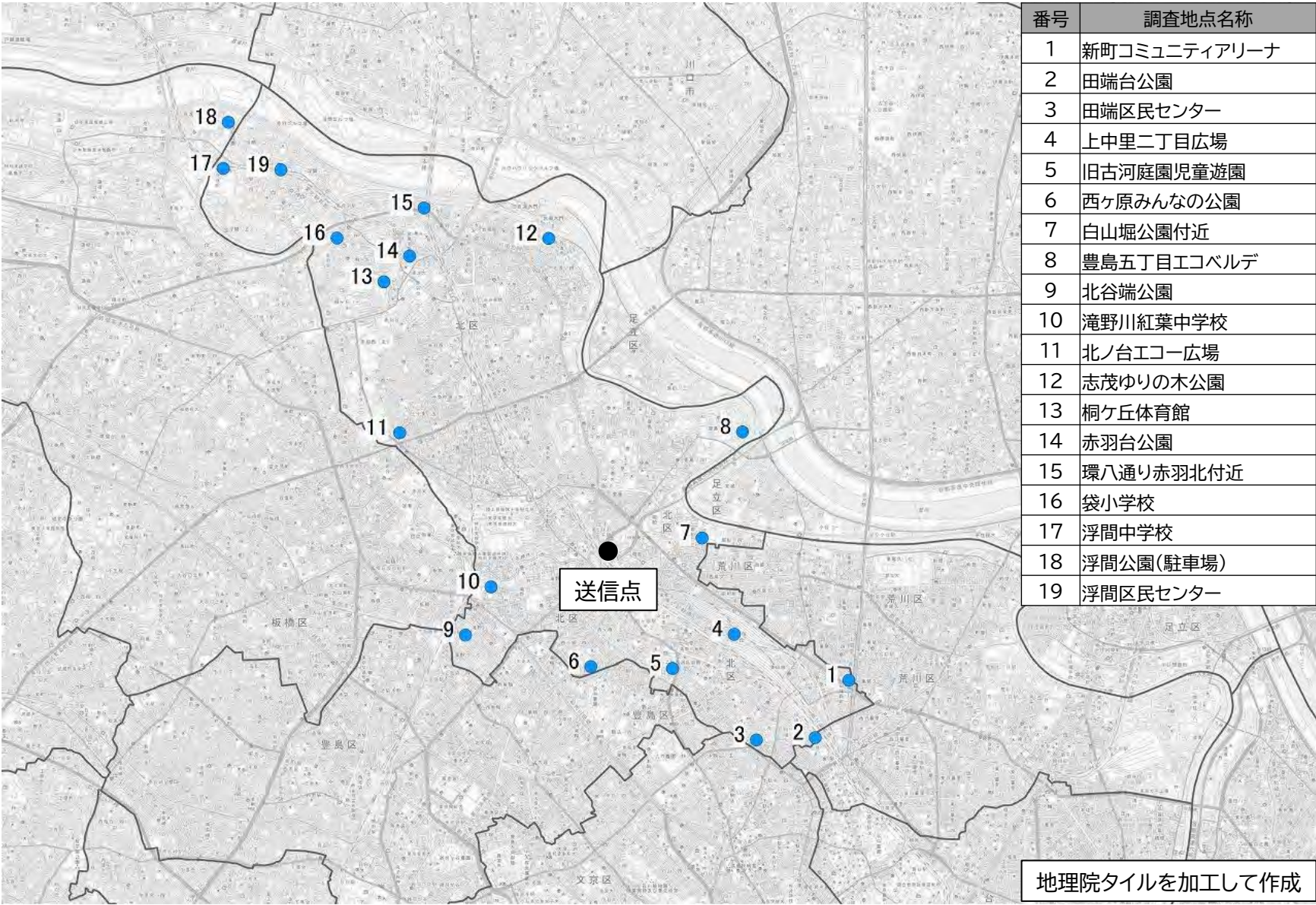


地理院タイルを加工して作成

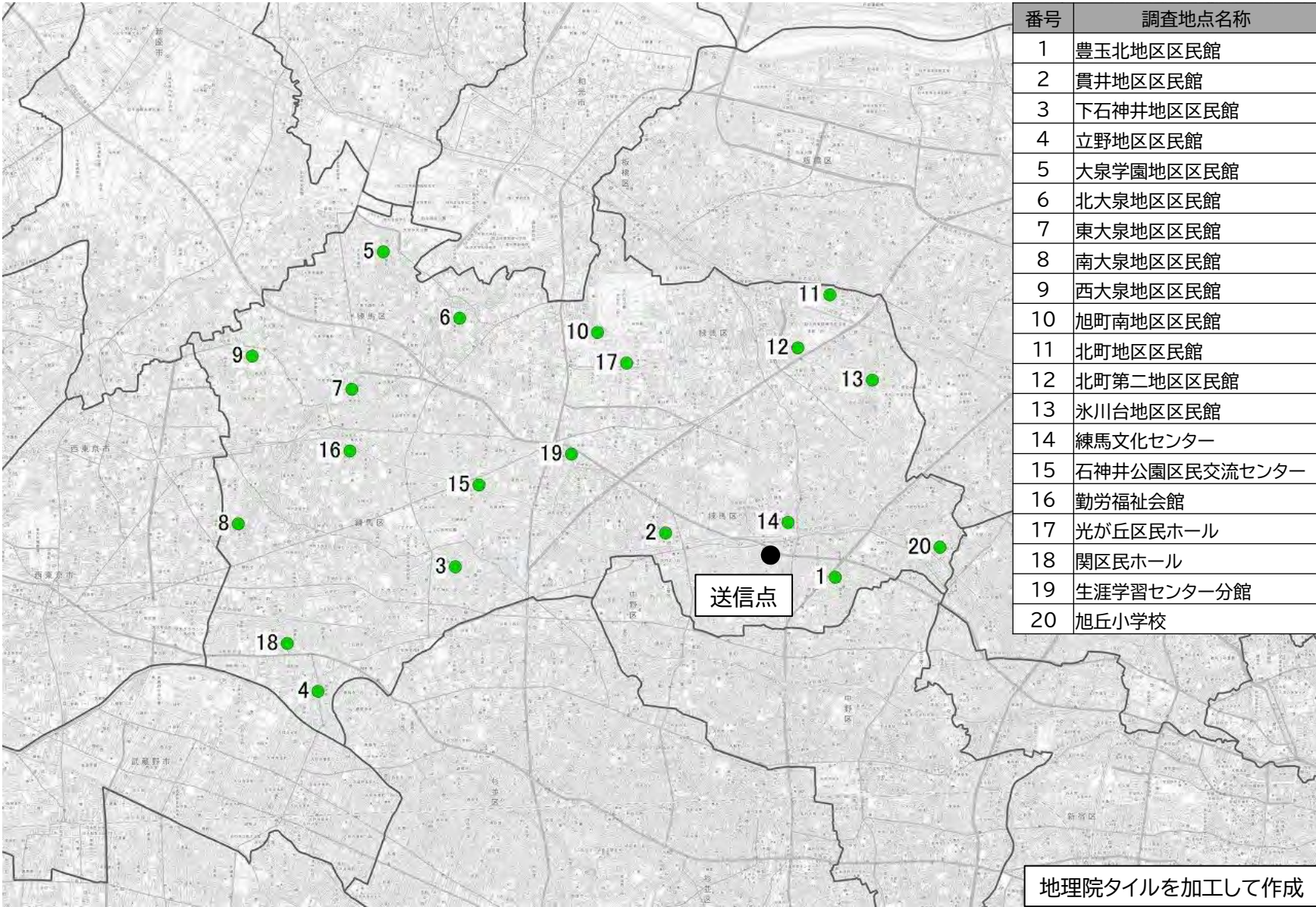
13 【電波伝搬試験①】 文京区の調査予定地点(案)



14 【電波伝搬試験①】北区の調査予定地点(案)



15 【電波伝搬試験①】 練馬区の調査予定地点(案)



番号	調査地点名称
1	豊玉北地区区民館
2	貴井地区区民館
3	下石神井地区区民館
4	立野地区区民館
5	大泉学園地区区民館
6	北大泉地区区民館
7	東大泉地区区民館
8	南大泉地区区民館
9	西大泉地区区民館
10	旭町南地区区民館
11	北町地区区民館
12	北町第二地区区民館
13	氷川台地区区民館
14	練馬文化センター
15	石神井公園区民交流センター
16	勤労福祉会館
17	光が丘区民ホール
18	関区民ホール
19	生涯学習センター分館
20	旭丘小学校

地理院タイルを加工して作成

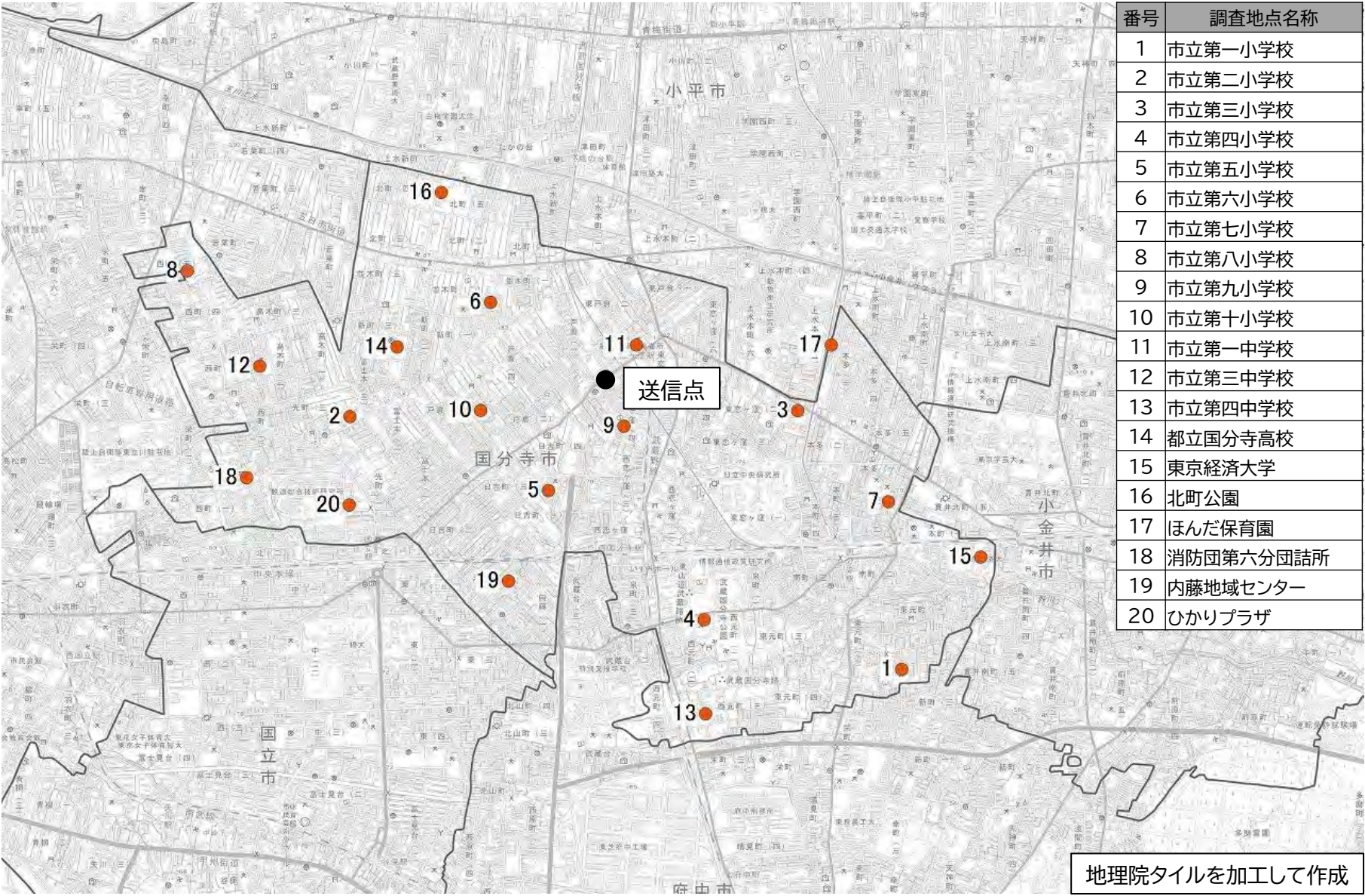
16 【電波伝搬試験①】 足立区の調査予定地点(案)



番号	調査地点名称
1	花畑北中学校
2	文教大学
3	竹の塚中学校
4	古千谷小学校
5	舎人第一小学校
6	入谷南中学校
7	加賀中学校
8	新田地域学習センター
9	江北小学校
10	江南中学校
11	帝京科学大学
12	第一中学校
13	千寿第八小学校
14	東京未来大学
15	千寿常東小学校
16	綾瀬小学校
17	北三谷小学校
18	長門小学校
19	第十二中学校
20	六木小学校

地理院タイルを加工して作成

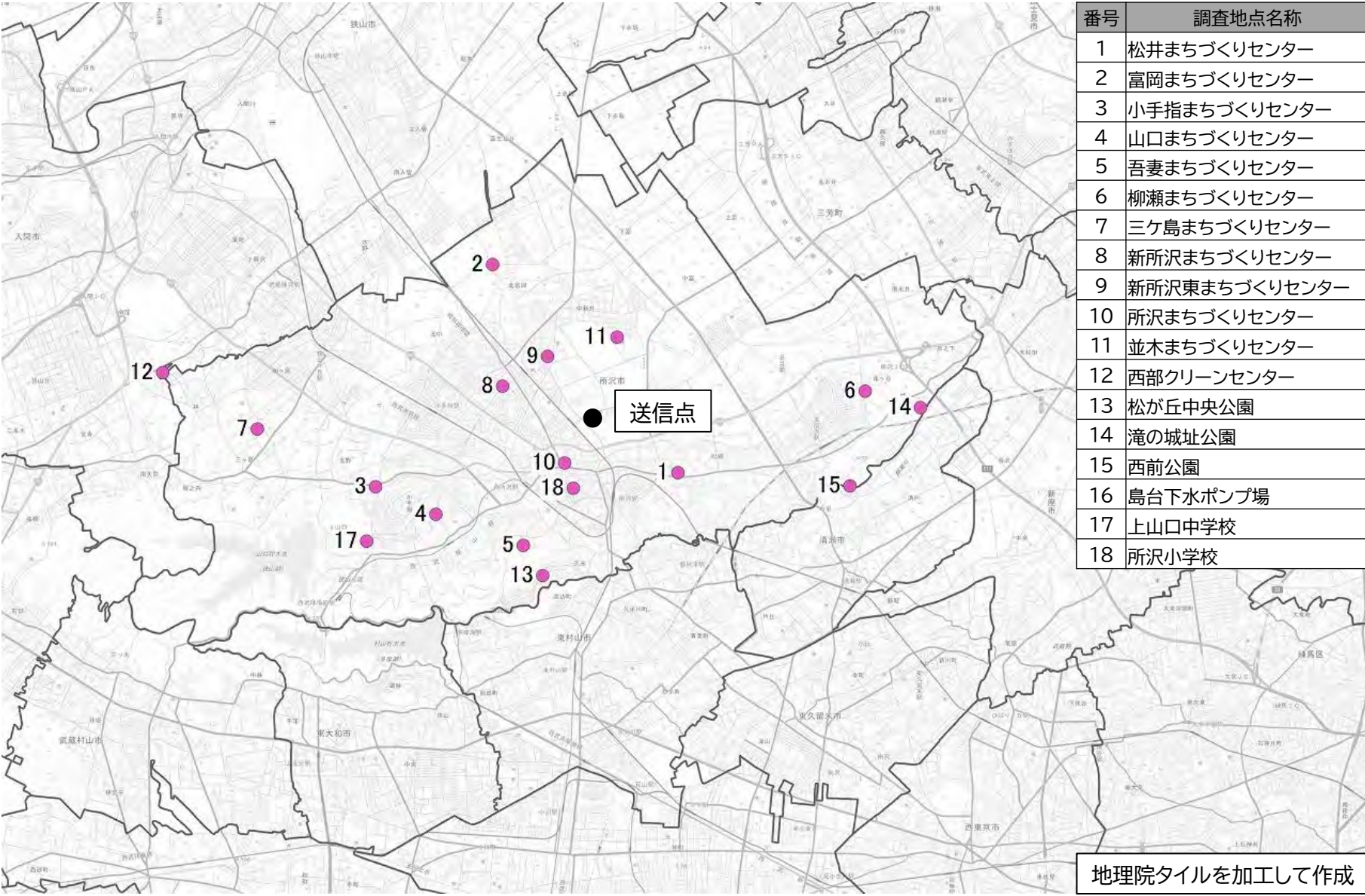
17【電波伝搬試験①】国分寺市の調査予定地点(案)



番号	調査地点名称
1	市立第一小学校
2	市立第二小学校
3	市立第三小学校
4	市立第四小学校
5	市立第五小学校
6	市立第六小学校
7	市立第七小学校
8	市立第八小学校
9	市立第九小学校
10	市立第十小学校
11	市立第一中学校
12	市立第三中学校
13	市立第四中学校
14	都立国分寺高校
15	東京経済大学
16	北町公園
17	ほんだ保育園
18	消防団第六分団詰所
19	内藤地域センター
20	ひかりプラザ

地理院タイルを加工して作成

18 【電波伝搬試験①】 所沢市の調査予定地点(案)



番号	調査地点名称
1	松井まちづくりセンター
2	富岡まちづくりセンター
3	小手指まちづくりセンター
4	山口まちづくりセンター
5	吾妻まちづくりセンター
6	柳瀬まちづくりセンター
7	三ヶ島まちづくりセンター
8	新所沢まちづくりセンター
9	新所沢東まちづくりセンター
10	所沢まちづくりセンター
11	並木まちづくりセンター
12	西部クリーンセンター
13	松が丘中央公園
14	滝の城址公園
15	西前公園
16	島台下水ポンプ場
17	上山口中学校
18	所沢小学校

地理院タイルを加工して作成

19 【電波伝搬試験①】 測定項目と試験システムのイメージ

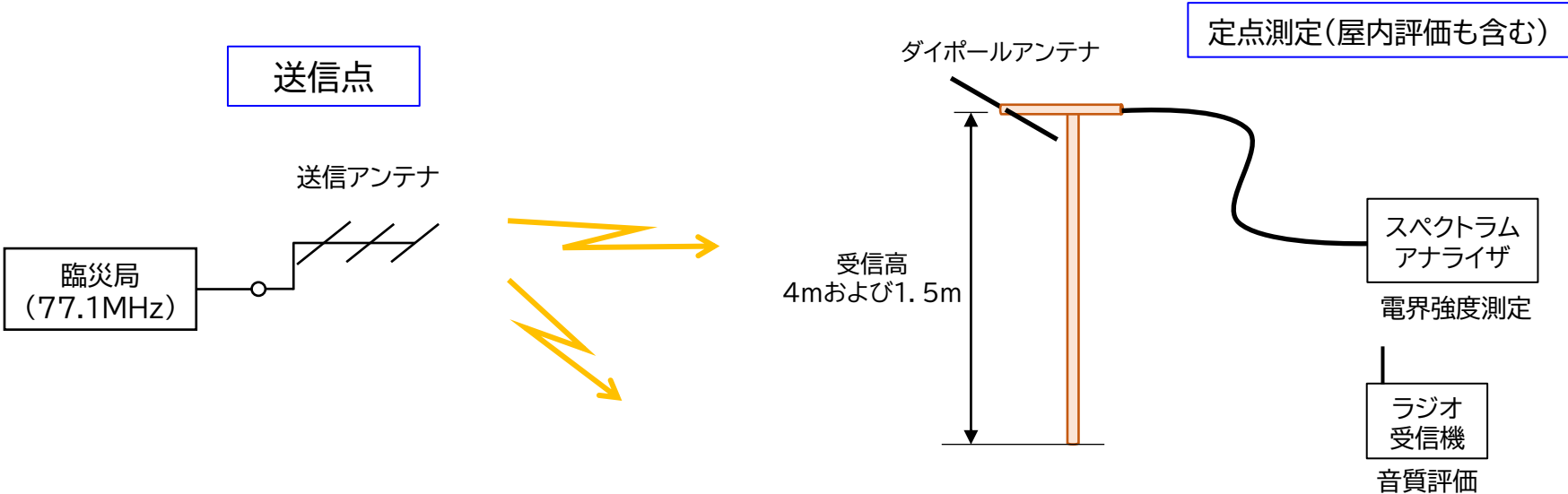
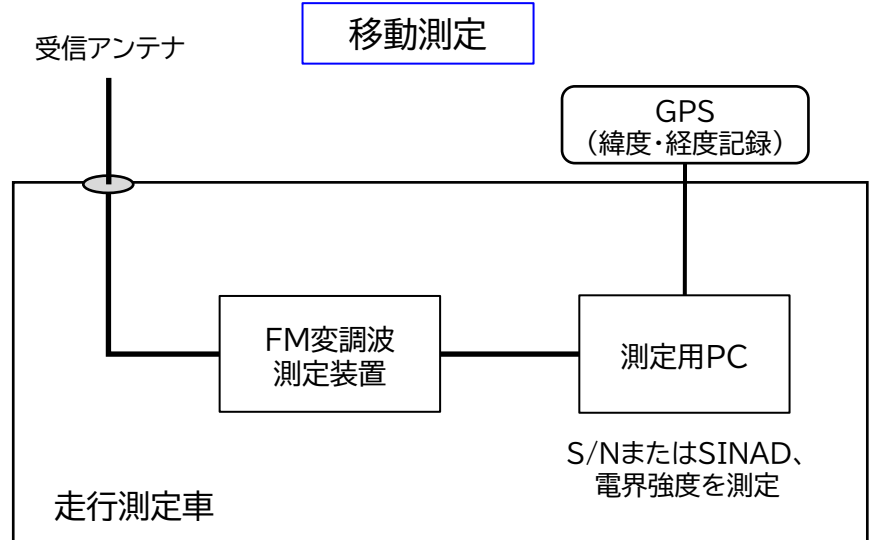


表9. 測定項目一覧

測定項目	測定周波数	定点測定			移動測定
		受信高 1.5m	受信高 4m	屋内評価	
電界強度	77.1MHz	○	○	○	○
	77.1MHz±100、±200kHz	○	○	—	—
S/Nまたは SINAD	77.1MHz	—	—	—	○
受信評価	77.1MHz	○	—	○	—



20 【電波伝搬試験①】 定点測定および移動測定のアウトプットイメージ

表10. 定点測定結果シート

調査地点名	電界強度[dB μ V/m]			受信評価 ※SINPOコードで5段階評価を実施(S,I,N,P,O)		
	測定周波数 77.1MHz	測定周波数 77.1MHz \pm 100kHz	測定周波数 77.1MHz \pm 200kHz	受信機1	受信機2	受信機3
〇〇小学校	68	47(-100kHz) 45(+100kHz)	12(-100kHz) 11(+100kHz)	5, 5, 5, 5, 5	5, 4, 4, 5, 4	4, 4, 4, 5, 4
××体育館	(省略)	(省略)	(省略)	(省略)	(省略)	(省略)
□□公民館	(省略)	(省略)	(省略)	(省略)	(省略)	(省略)

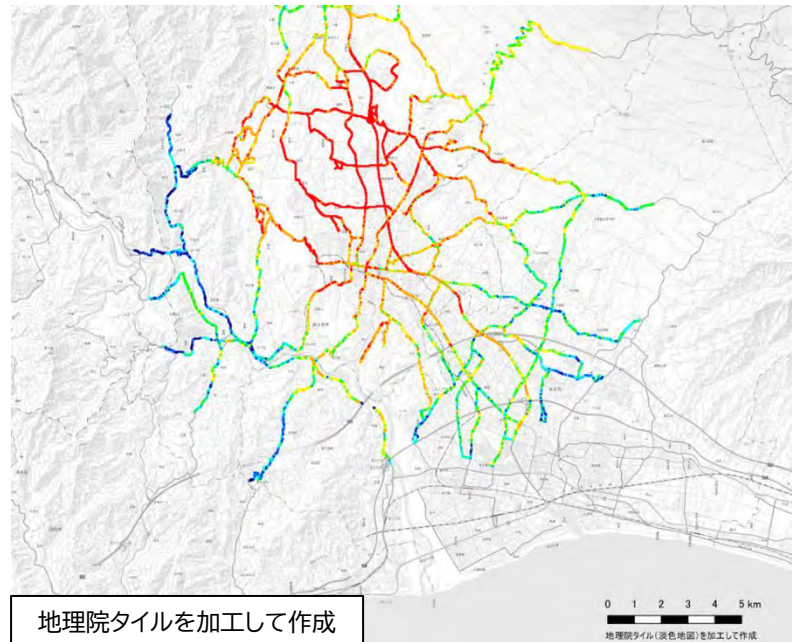


図14. 電界強度分布

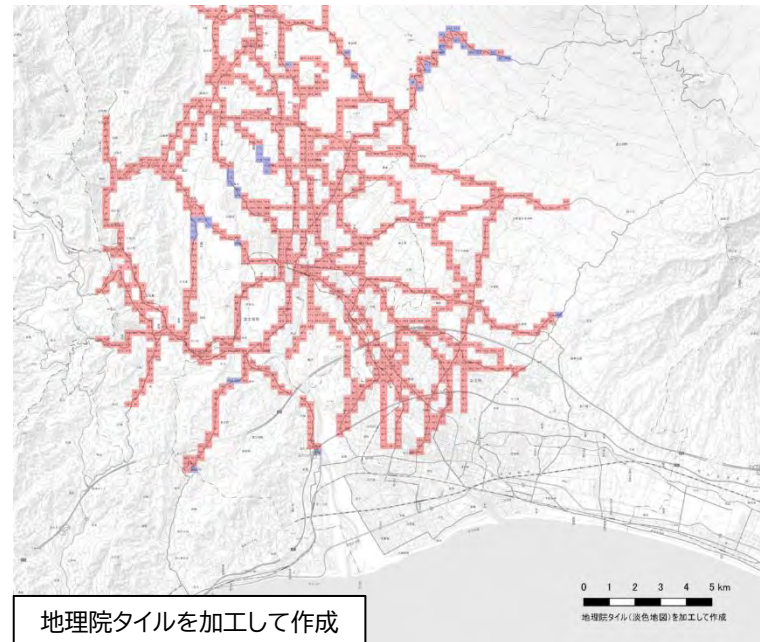


図15. 受信状況評価

21 【電波伝搬試験②】 臨災局を同一周波数・同時使用する場合の運用手法（机上検討および試験内容）

臨災局を同一周波数で同時に運用する場合の放送区域の構築条件や聴取困難地域の発生状況及び他局からの干渉回避手法等の調査を行うため、複数の実験試験局から電波を発射し、電波伝搬試験を実施する。調査結果を踏まえ、「臨災局を同一周波数・同時使用する場合の運用手法」(仮称)としてとりまとめる。

(1) 机上検討

- 各自治体の臨災局を同一周波数で同時に運用した際の混信検討を実施し、ステレオ放送とモノラル放送とで運用した場合における聴取困難地域の分布を、机上検討により分析する。

(2) 試験内容

- 机上検討の結果を踏まえ、6自治体の中から地理的に近接する自治体を選定し、以下の試験項目を実施して、臨災局を同一周波数・同時使用する場合の受信状況等の調査及び干渉回避手法等の検証を行う。
 - 4局以上を選定し、同時に電波を発射する試験。
 - 2局間の相互の聴取可能な距離が異なる4通りの送信条件の組み合わせを選定し、同時に電波を発射する試験。

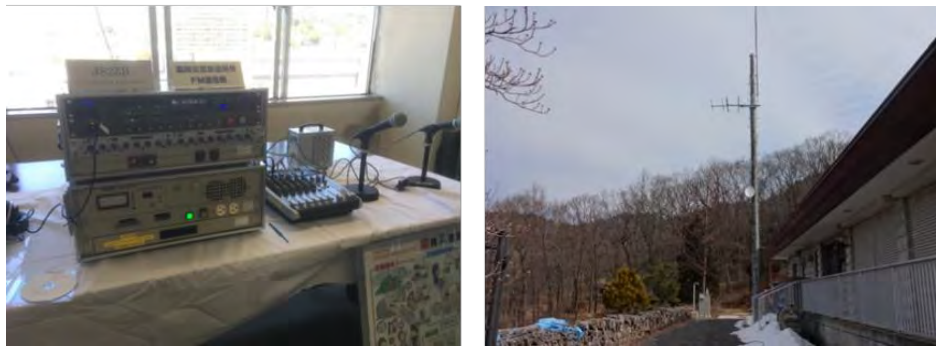


図16. 臨災局送信設備例

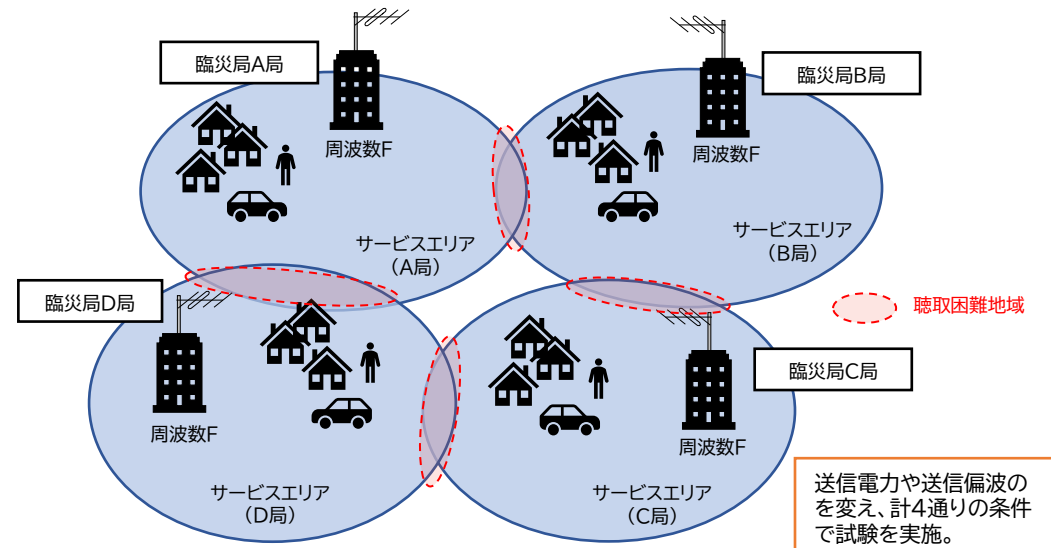
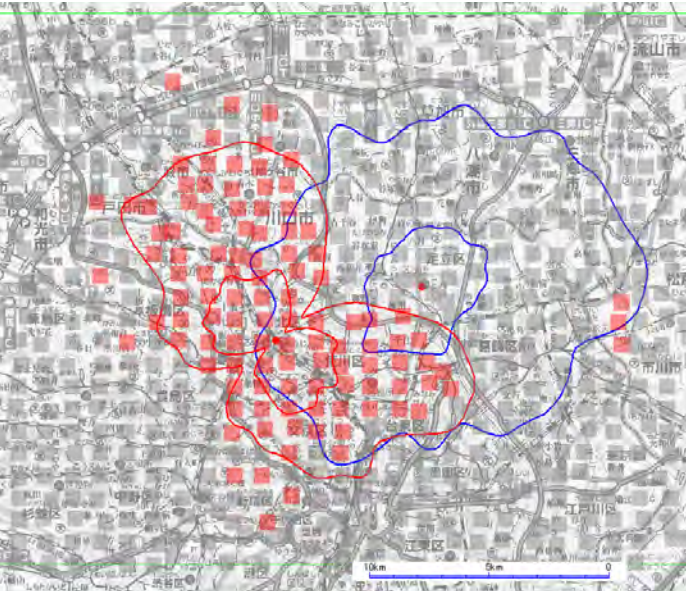


図17. 同一周波数・同時使用のイメージ

22 【電波伝搬試験②】 隣接する2局間の混信検討（北区←足立区の関係）

北区100W←足立区100W 60dB μ V/m

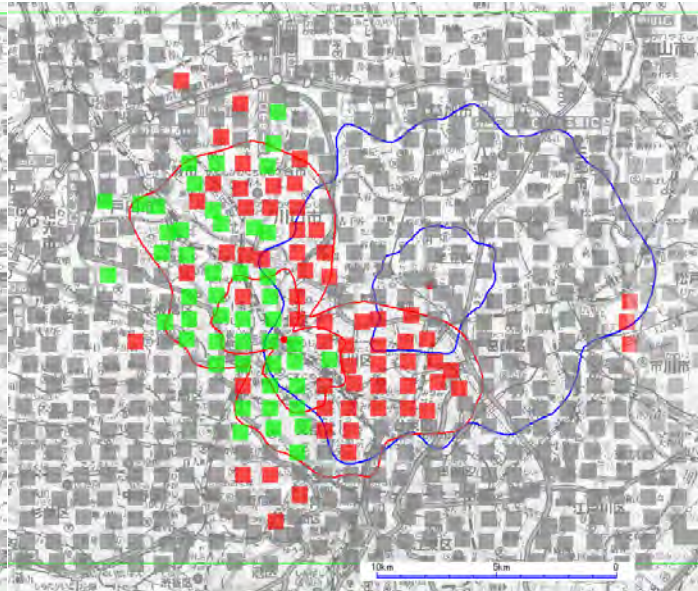
D/U36dB



D/U24dB



D/U12dB



ステレオ放送の場合
(現行基準 S/N50dB)

モノラル放送の期待値(1)
(現行基準 S/N50dB想定)

モノラル放送の期待値(2)
(今回検討 S/N30dB想定)

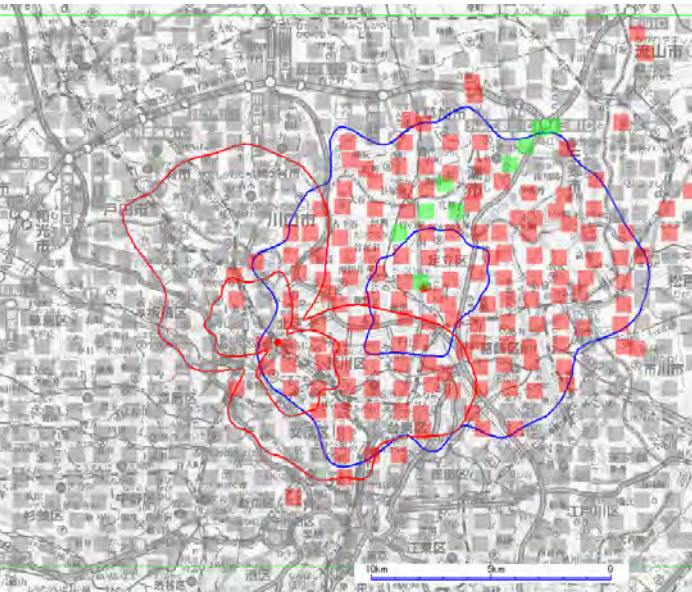
- 良好受信地点
- 混信地点

技術的に混信回避が困難となる場合は、
運用上で混信回避を行う必要がある。
→受信機評価試験結果を踏まえ
→タイムシェアリングの運用要否

23 【電波伝搬試験②】 隣接する2局間の混信検討（足立区←北区の関係）

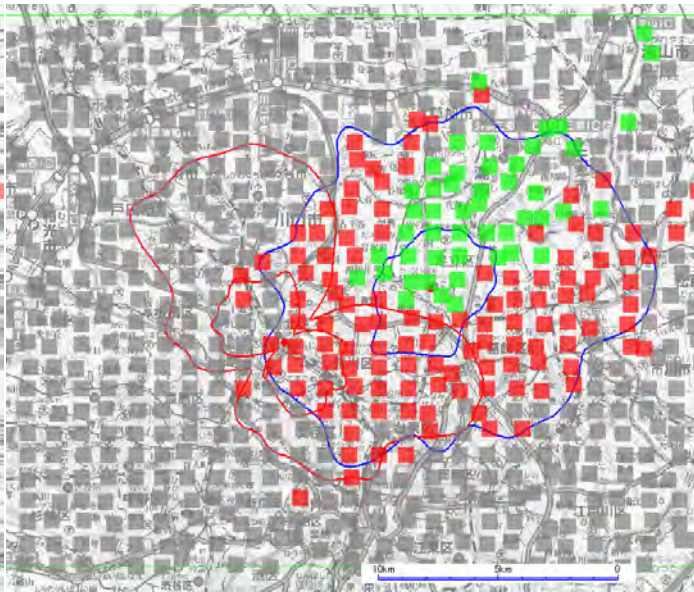
足立区100W←北区100W 60dB μ V/m

D/U36dB



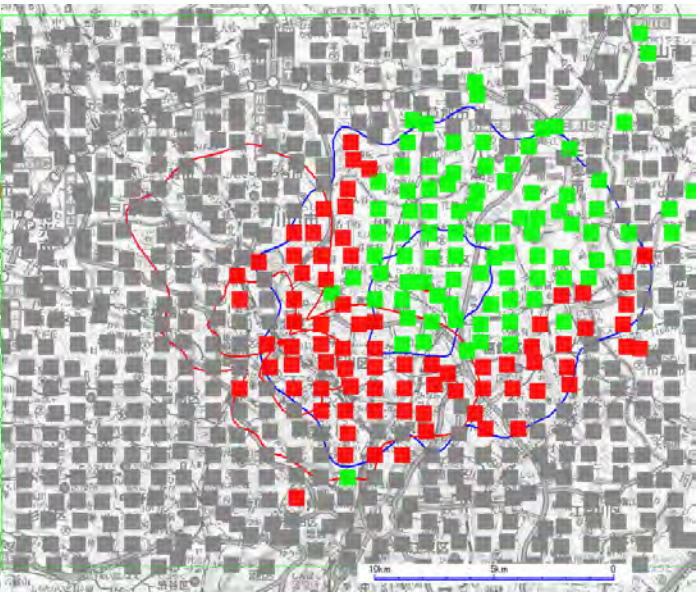
ステレオ放送の場合
(現行基準 S/N50dB)

D/U24dB



モノラル放送の期待値(1)
(現行基準 S/N50dB想定)

D/U12dB



モノラル放送の期待値(2)
(今回検討 S/N30dB想定)

- 良好受信地点
- 混信地点

技術的に混信回避が困難となる場合は、
運用上で混信回避を行う必要がある。
→受信機評価試験結果を踏まえ
→タイムシェアリングの運用要否

24 【電波伝搬試験②】 測定内容および測定項目

[測定内容]

- ・ 定点測定：調査地点の中から聴取困難と想定される地域を含め、同一周波数を同時使用する場合の評価に適する20地点以上の定点を選定し測定。
- ・ 移動測定：受信状況を面的に調査するため、エリア内や干渉領域と想定されるエリアでのルート上で実施。

[測定項目]

- ・ 電界強度
- ・ S/NまたはSINAD測定（移動測定のみ実施）
- ・ 受信評価（3機種ラジオ受信機を用い、SINPOコードで5段階評価を実施。定点測定のみ実施）

(※) 定点測定において、施設内での測定が可能な調査地点については、屋内での電界強度測定およびラジオ受信機を用いた受信評価を実施する。

表11. 臨災局を同時送信する際の条件

パターン	A局	B局	送信偏波
	送信電力		
パターン1	同一	同一	同一
パターン2	大	小	同一
パターン3	小	小	同一
パターン4	同一	同一	異偏波

[試験における送信地点]

- ・ 実験試験局：4局 自治体ごとに設置（電波伝搬試験①で実施した6自治体の中から選定）
- ・ 送信周波数：77.1MHz
- ・ 送信アンテナ：指向性アンテナもしくは無指向性アンテナ
- ・ 送信出力：試験目的に沿う空中線電力を設定
- ・ 音声：モノラル音声

表12. 測定項目一覧

測定項目	測定周波数	定点測定 (受信高1.5m)	屋内評価	移動測定
電界強度	77.1MHz	○	○	○
S/NまたはSINAD		—	—	○
受信評価		○	○	—