

日野市地域公共交通総合連携計画

2019-2028

計画書 別冊

～道路勾配を考慮した
交通空白地域の再定義について～

2019年（平成31年）3月

日 野 市

目 次

1. 日野市における交通空白地域の考え方と再定義の目的	1
2. 道路勾配を考慮したバス停利用圏域の見直しについて	2
2.1 地形傾斜度と道路勾配の関係について	2
2.2 「道路勾配予測」の必要性	3
2.3 道路勾配の予測方法	4
3. 「判別分析」による道路勾配の予測	5
3.1 概要	5
3.2 予測値（平均・最大・中間）別の判別結果	7
3.3 予測値（平均・最大・中間）別のメッシュ別勾配ランク	11
4. 道路勾配に応じたバス停利用圏域の設定	13
4.1 「道路勾配」と「バス停利用圏域」との関係	13
4.2 ケース別交通空白地域図	15
5. 新たな定義における公共交通の交通空白地域	20

1. 日野市における交通空白地域の考え方と再定義の目的

これまで、日野市においては「鉄道駅から500m圏外、またはバス停から200m圏外」の地域を「交通空白地域」と定義していました。

鉄道駅とバス停の利用圏域については、国等により明確に定義されたものではありませんが、国土交通省が発行するハンドブック等では、「鉄道駅から800m～1,000m圏外、バス停から300m～500m圏外」を公共交通不便地域としている例が見られます。

■国における公共交通不便地域の考え方

国の機関	鉄道駅からの距離（半径）	バス停からの距離（半径）	出典
国土交通省 自動車交通局旅客課	500～1,000m	300～500m	地域公共交通づくりハンドブック（H21.3）
国土交通省 都市局都市計画課	800m	300m	都市構造の評価に関するハンドブック（H26.8）
国土交通省 九州運輸局	800～1,500m	300～500m	なるほど！！公共交通の勘どころ（H28.3）

まず、鉄道駅から近いエリアについて、どこまでを「交通が便利な地域とすべきか」について考えました。現在日野市が定義している「鉄道駅の利用圏域 500m」は、国が示す考え方と比較した場合、最も短い距離に該当します。標準的な値である「800m～1,000m」に見直す考えもありますが、本市の地形が丘陵地・台地を抱え起伏に富んでいる状況も考慮し利用圏域を狭く設定していることから、本市における鉄道利用圏域は引き続き「鉄道駅から半径 500m」と定義するのが妥当と考えました。

次に「鉄道駅から半径 500m圏外」について、「バス停から半径何mまでを交通が便利な地域とすべきか」について考えました。これも国が示す考えと比較した場合、標準的な値の「300m～500m」に見直すことも考えられます。しかし、現行定義で交通空白地域とされている地域からは「公共交通」導入の要望が寄せられており、市としても対策を講じなければならないという状況にもかかわらず、バス停の利用圏域を広げることは交通空白地域から除外される地区の市民の意見と相反することになります。このことからバス停の利用圏域の考え方は従前の考えを踏襲し「バス停から半径 200m」とすることが妥当と考えました。

市では、この考え方を基本としつつ、今後更なる進展が予測される高齢化に伴う「移動手段の確保」、必要性がますます高まる「丘陵地対策」を重要視したいと考えました。具体的には、地域の実情を反映し、特に駅から離れ、道路勾配が急峻な地域における「バス停利用圏域」について、基本的な考えを更に深度化し、道路勾配に応じた（200mよりも短い圏域）値への再定義を行うこととしました。

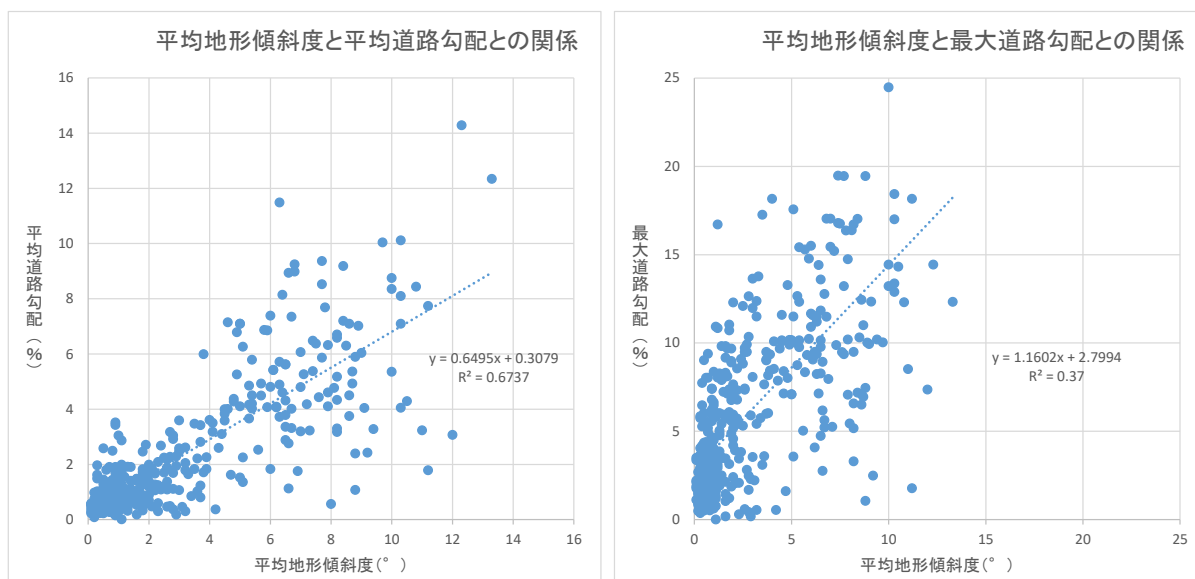
2. 道路勾配を考慮したバス停利用圏域の見直しについて

2.1 地形傾斜度と道路勾配の関係について

「道路勾配を考慮したバス停利用圏域の設定」を行うためには、バス停が設置された場所の道路勾配を把握する必要があります。ここで把握する道路勾配は、バス停が設置された場所「ピンポイント」の勾配ではなく、家等の出発地からバス停までの区間の道路勾配であることから、バス停周辺の平均的な道路勾配の把握が必要です。しかし、各地域の「平均的な道路勾配」の値について、国等は公表していません。

そこで、国が公表している「約 250m四方地域（5 次メッシュ）単位の地形傾斜度」の情報に基づき地域の道路勾配を予測したいと考え、市内各地を約 250m四方の地域（5 次メッシュ）に区分し、各地域における地形の傾斜度（°）と道路の勾配（%）を比較しました。なお、ここで用いた「道路勾配」は、測量成果や道路台帳等から厳密に算出した値ではなく、あくまで一般的に公開されている道路区間・標高データを集計し算出したものです。

比較結果をみると、必ずしも「地形傾斜度が急であれば道路勾配も急」というわけではなく、地形が急峻な地域であっても、道路は平坦な方向のみに配置されていて「地形傾斜度＞道路勾配」のケースや、概ね平坦な地形の地域でも 1 箇所に急な坂があり「地形傾斜度＜道路勾配」のケースなどがあります。



そのため、ある地域の道路勾配値そのものを、例えば

$$\text{「地域の道路勾配（％）」} = \text{「地域の地形傾斜度（°）」} \times a + b$$

のような形で、その地域の地形傾斜度から推定することは難しい（予測精度が低い）状況です。そこで、ここでは各地域の道路勾配がその地域の地形傾斜度から「●%以上」「●%未満」のどちらのグループに分類されるかについて予測を試みることにしました。

2.2 「道路勾配予測」の必要性

「道路勾配がわかっているなら、その値を使ってバス停利用圏域を設定すればよいのでは？なぜ予測が必要なのか？」という疑問が生じるかと思います。現在把握している「道路勾配」には次のような問題点があり、その解決策として予測値の適用を考えました。

① 正確な道路勾配は把握されていない

今回、市内各地域における「地形の傾斜度」と「道路勾配」との関連を整理しましたが、ここで用いた「道路勾配」は測量成果や道路台帳等から厳密に算出した実測値ではなく、あくまで一般的に公開されている道路区間・標高データを集計し算出した計算値です。そのため、各地域の平均的な道路勾配は把握可能ですが、標高データは約 5m 四方毎に 0.1m 単位（航空レーザ測量）で提供されており、精度が粗く、対象道路区間の距離が短い場合に勾配の計算値が実際よりも高く算出される場合等があります。

② 地域内の「特定の道路」が地域の地形傾斜度を代表している可能性がある

地域内の道路が少ない場合、特定道路の勾配が地域の代表値となってしまいます。例えば地域の地形傾斜度が急峻な地域があり、その地域の道路が一本のみであった場合に、その道路の勾配が緩ければ、その地域は「道路勾配が緩い地域」と判断されてしまうことになります。前述のように、そもそも道路勾配の精度が粗いため、地域によってはこのことが大きな問題となります。予測値を適用することで、道路密度が低い地域においても、地形傾斜度に応じた道路勾配を適用することができます。

③ 新たな道路整備・バス停設置時の対応が容易

新たに道路が整備され、バス停が設置された場合、市の交通空白地域図の更新が必要となります。その度に地域の平均道路勾配を算出するのは事務作業量が多く、また行政が内部作業で行うのは技術的に困難です。地形傾斜度から道路勾配の予測は、一度予測式を算定すれば容易に行うことができますので、交通空白地域図の更新も行政内部で容易に更新できるようになります。

2.3 道路勾配の予測方法

予測方法の概要は以下のとおりです。

- 国土交通省は「国土数値情報」において5次メッシュ（概ね250m四方）毎の地形の起伏を示す「標高・傾斜度5次メッシュデータ」を一般公開しています。
- この「**標高・傾斜度5次メッシュデータ**」を活用し、**地域の道路勾配が急な地域については、バス停勢圏の大きさを他の地域よりも小さく設定することを検討**します。



- ただし、この「標高・傾斜度5次メッシュデータ」の「傾斜度」は地形の起伏を表現するデータなので、概ね地域内道路の勾配と近似しているとは考えられますが、例えばある5次メッシュ（概ね250m四方）内に「崖（擁壁等）」が存在する場合、その5次メッシュの**平均傾斜度は平均道路勾配と大きく異なる値になってしまいます**。
- そのため「道路勾配が急な地域のバス停勢圏の大きさ」を検討するためには、「**傾斜度**」と「**道路勾配**」の関係を把握し、**傾斜度から道路勾配を予測することが必要**となります。



- そこで、本年度の検討では「デジタル道路地図（DRM）」のデータと国土地理院が公表している「数値標高モデル（約5m方眼の標高データ）」より、**市内道路の区間毎の平均勾配を算出し、その値と「傾斜度」の関係式（判別式）を算定**します。



- 上記で算定した判別式より5次メッシュ内の平均（または最大）道路勾配を予測し、その**道路勾配に応じて、メッシュ内に位置するバス停の利用圏域を設定**します。
- 「道路勾配」と「バス停利用圏域」との関係は、人間工学に基づくエネルギー代謝率（労働強度を示す指標）にて設定します。

3. 「判別分析」による道路勾配の予測

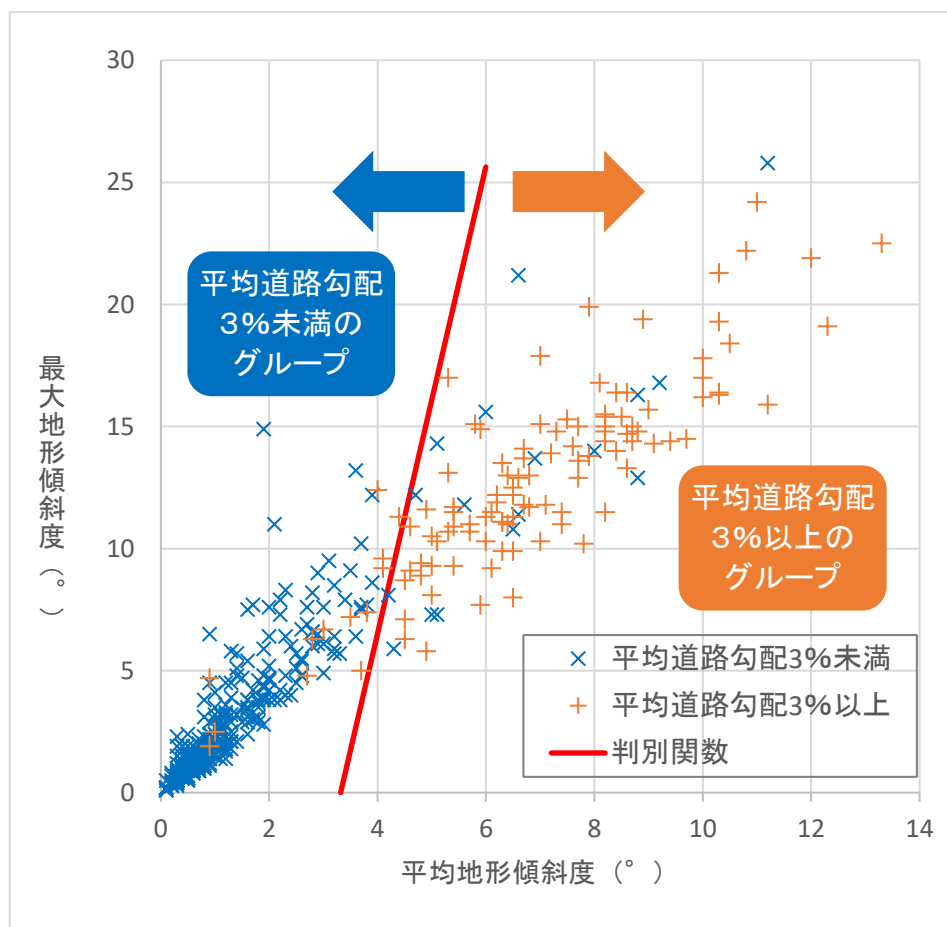
各地域の道路勾配がその地域の地形傾斜度から「●%以上」「●%未満」のどちらのグループに分類されるかの予測については、一般的な分析手法である「判別分析」により実施することとしました。

3.1 概要

(1) 判別分析とは

判別分析とは、ある個体の特性から、その個体がどのグループに属するのかを判別する手法です。今回は、各地域（5次メッシュ単位）の地形傾斜特性（平均地形傾斜度、最大地形傾斜度）から、その地域が「道路勾配が緩い地域（●%未満）」に属するか、「道路勾配が急な地域（●%以上）」に属するのかを判別します。

下図は、日野市内の各地域（5次メッシュ単位）の平均地形傾斜度を横軸に、最大地形傾斜度を縦軸にとり、グラフに描画したものです。地域の平均道路勾配が3%未満の地域は青色、地域の平均道路勾配が3%以上の地域は橙色で表示しています。図中に「判別関数（赤線）」が引かれていますが、この線が統計的に二つのグループを判別する線となります。この線よりも左側の地域は「平均道路勾配3%未満」、右側の地域は「平均道路勾配3%以上」と予測されます。「実際には3%以上なのに3%未満と予測されたケース（赤線よりも左側にある橙色の点）」やその逆のケースもありますので、このケースでの「正判別率」は93%となります。



(2) 道路勾配の区分

この分析を行うにあたっては、まず「判別する区切り」を決める必要があります。道路勾配の区切りは、以下を参考に区分しました。

「緩勾配」の基準：3%（道路構造令における交差点付近の緩勾配：2.5%以下）

「急勾配」の基準1：7%（バリアフリー法 建築物移動等円滑化誘導基準におけるスロープ勾配（屋外）：6.67%（1/15）以下）

「急勾配」の基準2：12%（道路構造令における車道縦断勾配の最大値：12%）

今回の検討においては、勾配区分について「3%未満」「3%以上 7%未満」「7%以上 12%未満」「12%以上」の4つに区分しました。

(3) 判別分析の予測ケース

バス停利用圏域設定に用いる地域メッシュ内の道路勾配については、「平均値」を採用する方が地域間における公平性は高いと考えられますが、例えば地域メッシュ内に1路線だけ急勾配の道路が存在していても、「平均値」が小さければその急勾配はバス停利用圏域には反映されません。

その対策として地域メッシュ内道路勾配の「最大値」でバス停利用圏域を設定する方法が考えられます。ただし「最大値」で設定した場合には、地域メッシュ内における最大勾配区間の延長が短くてもその勾配がバス停利用圏域に反映され、市民の感覚に整合しない可能性があります。

そのため、バス停利用圏域設定に用いる道路勾配を地域メッシュ内道路の「平均値」にするか「最大値」にするかについては、双方の予測を行い結果を比較した上で、より市民の感覚に整合している方を採用することとしました。

以上の点を踏まえ、下表の7ケースについて判別分析を行いました。なお、「中間道路勾配」は地域（5次メッシュ）内の最大道路勾配と最小道路勾配の中間値です。

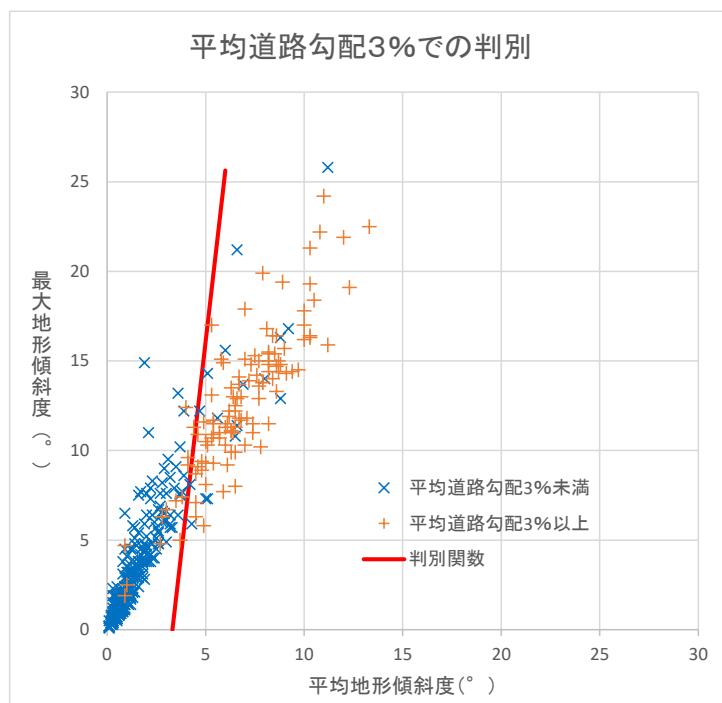
予測値	判別境界（勾配）
平均道路勾配	3%
	7%
最大道路勾配	3%
	7%
	12%
中間道路勾配	3%
	7%

なお、「平均道路勾配」及び「中間道路勾配」については、勾配が12%以上の地域がほとんど存在しなかったため、判別境界12%の予測は実施していません。

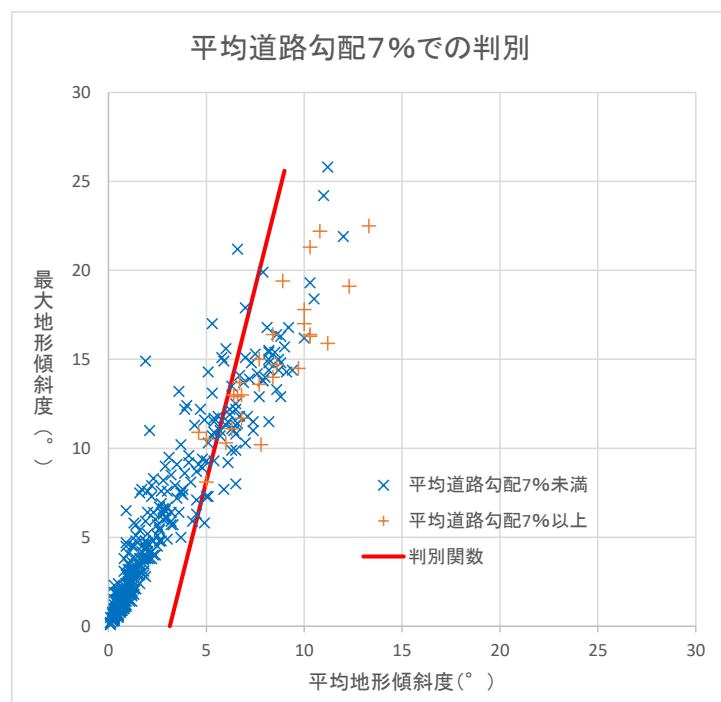
3.2 予測値（平均・最大・中間）別の判別結果

(1) 平均道路勾配

1) 判別境界3%

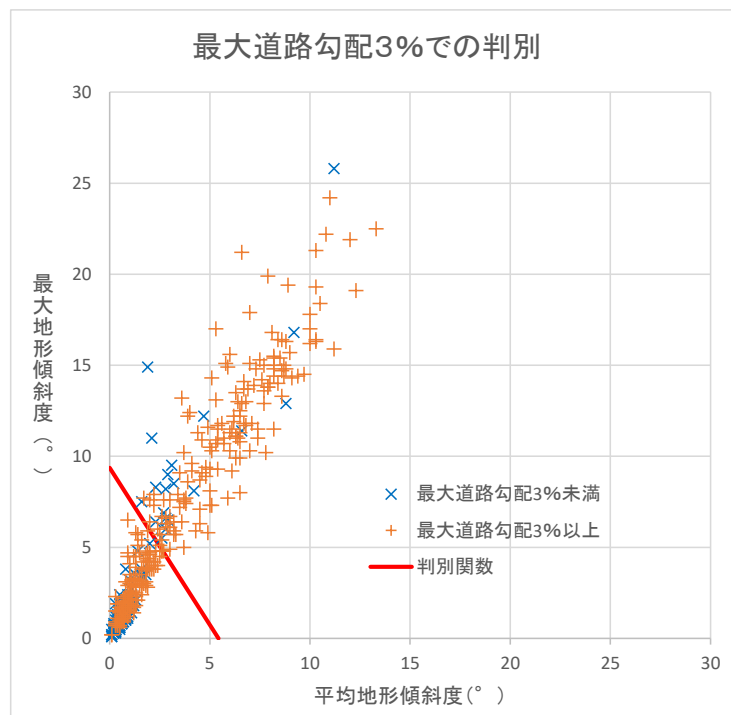


2) 判別境界7%

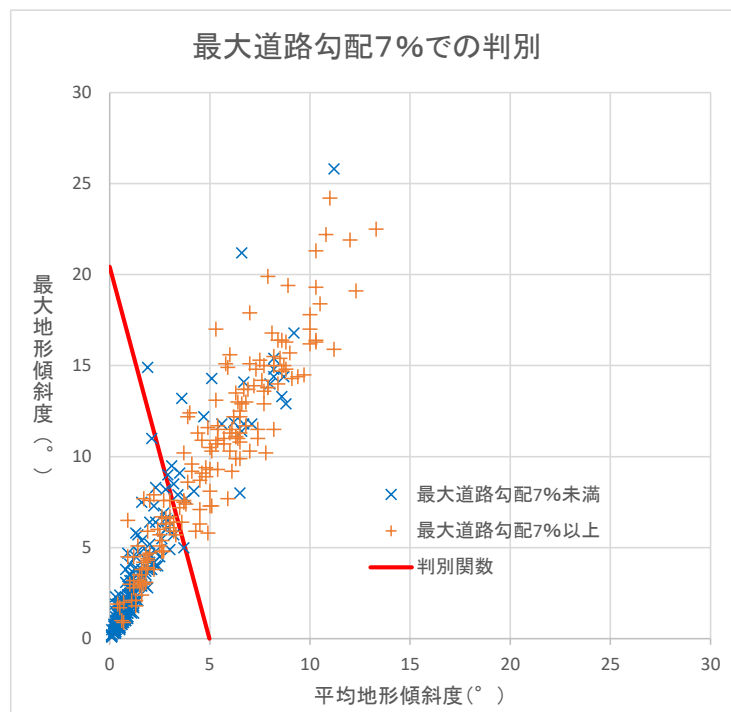


(2) 最大道路勾配

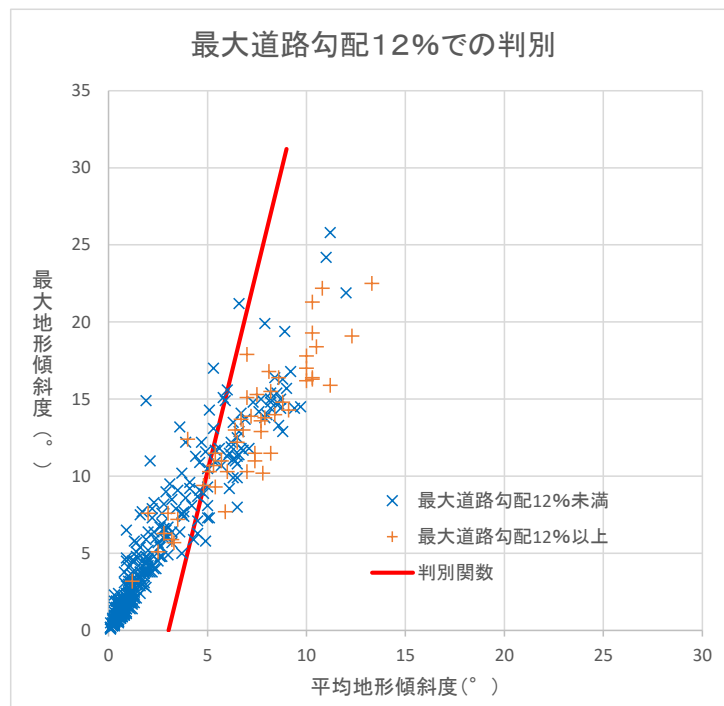
1) 判別境界 3%



2) 判別境界 7%

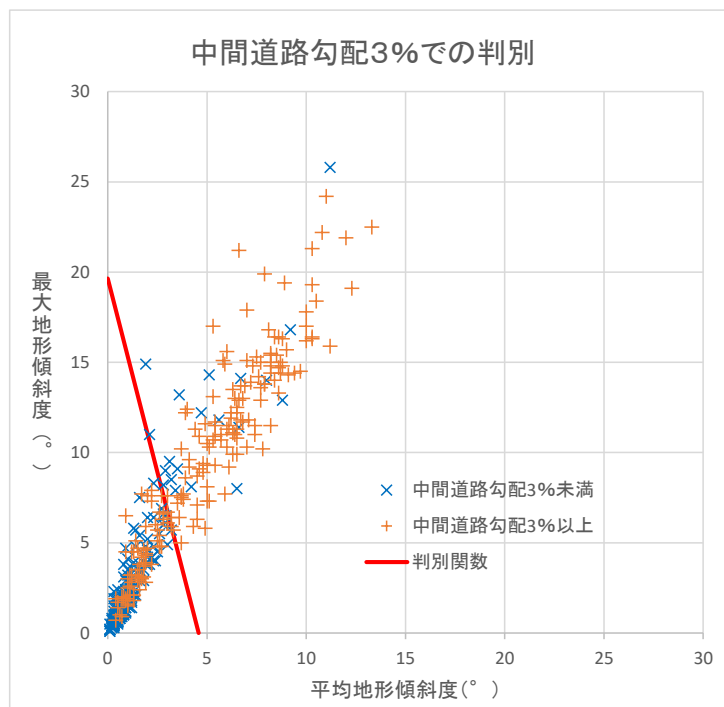


3) 判別境界 12%

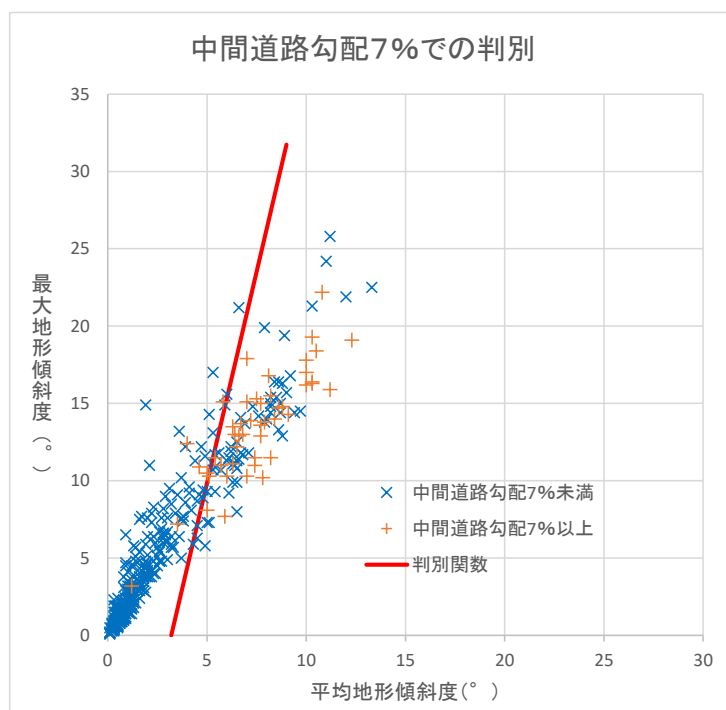


(3) 中間道路勾配

1) 判別境界 3%



2) 判別境界 7%



(4) まとめ

各ケースの正判別率は以下のとおりです。

予測値	判別境界 (勾配)	判別結果						判別係数		
		実際の群		判別された群		正判別数	正判別率	X1	X2	定数項
				第1群	第2群					
平均 道路勾配	3 %	第1群： 3 %未満	318	301	17	401	93.0 %	-2.055	0.215	6.816
		第2群： 3 %以上	113	13	100					
	7 %	第1群： 7 %未満	404	339	65	364	84.5 %	-1.449	0.332	4.550
		第2群： 7 %以上	27	2	25					
最大 道路勾配	3 %	第1群： 3 %未満	159	139	20	290	67.3 %	-0.203	-0.118	1.105
		第2群： 3 %以上	272	121	151					
	7 %	第1群： 7 %未満	270	242	28	351	81.4 %	-0.488	-0.119	2.426
		第2群： 7 %以上	161	52	109					
	1 2 %	第1群： 1 2 %未満	380	318	62	359	83.3 %	-1.158	0.222	3.505
		第2群： 1 2 %以上	51	10	41					
中間 道路勾配	3 %	第1群： 3 %未満	244	224	20	348	80.7 %	-0.509	-0.119	2.328
		第2群： 3 %以上	187	63	124					
	7 %	第1群： 7 %未満	383	324	59	366	84.9 %	-1.219	0.223	3.893
		第2群： 7 %以上	48	6	42					

各ケースの判別関数は以下のとおりです。

予測値	判別境界 (勾配)	判別式
平均 道路勾配	3%	$z = -2.055 X_1 + 0.215 X_2 + 6.816$
	7%	$z = -1.449 X_1 + 0.332 X_2 + 4.55$
最大 道路勾配	3%	$z = -0.203 X_1 + -0.118 X_2 + 1.105$
	7%	$z = -0.488 X_1 + -0.119 X_2 + 2.426$
	12%	$z = -1.158 X_1 + 0.222 X_2 + 3.505$
中間 道路勾配	3%	$z = -0.509 X_1 + -0.119 X_2 + 2.328$
	7%	$z = -1.219 X_1 + 0.223 X_2 + 3.893$

$z > 0$ なら第1群に、
 $z \leq 0$ なら第2群に判別

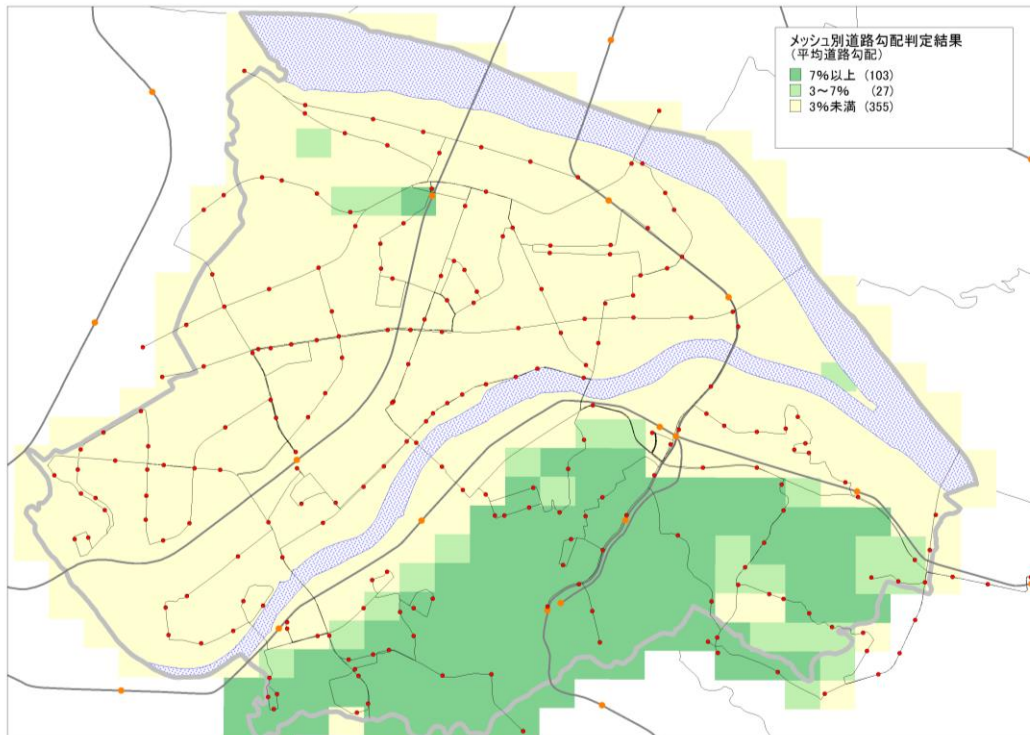
ただし

z : 判別値
 X_1 : 平均地形傾斜度
 X_2 : 最大地形傾斜度

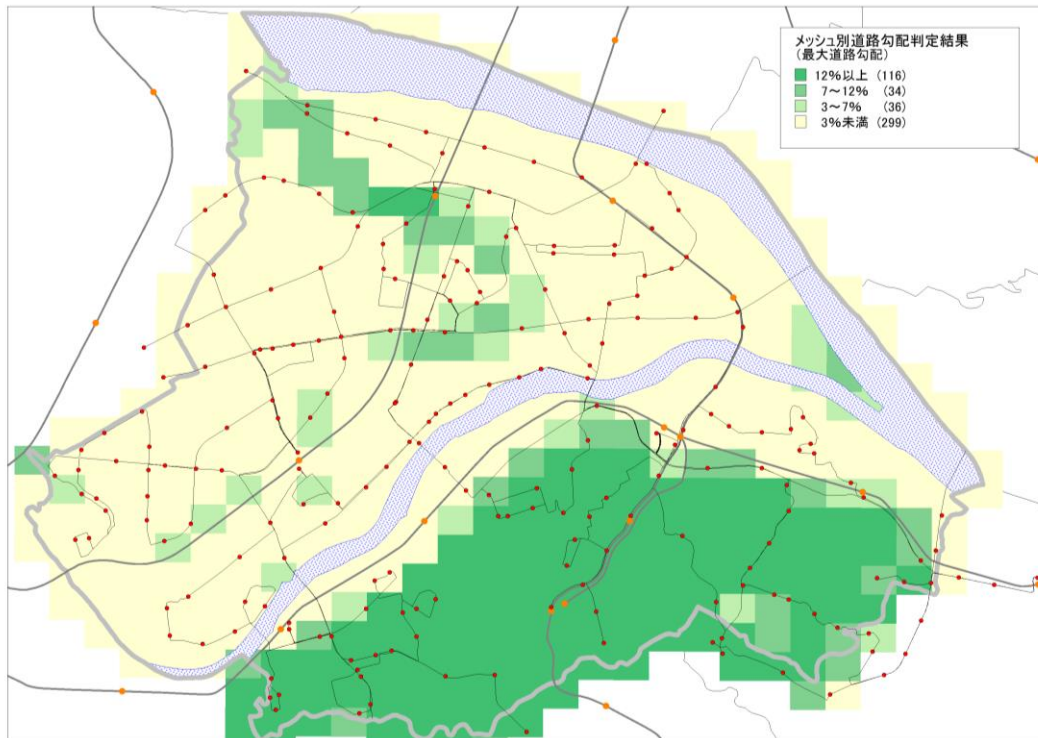
3.3 予測値（平均・最大・中間）別のメッシュ別勾配ランク

判別係数に基づき地域メッシュ別の勾配ランクを予測値（平均・最大・中間）別に予測し、図示しました。

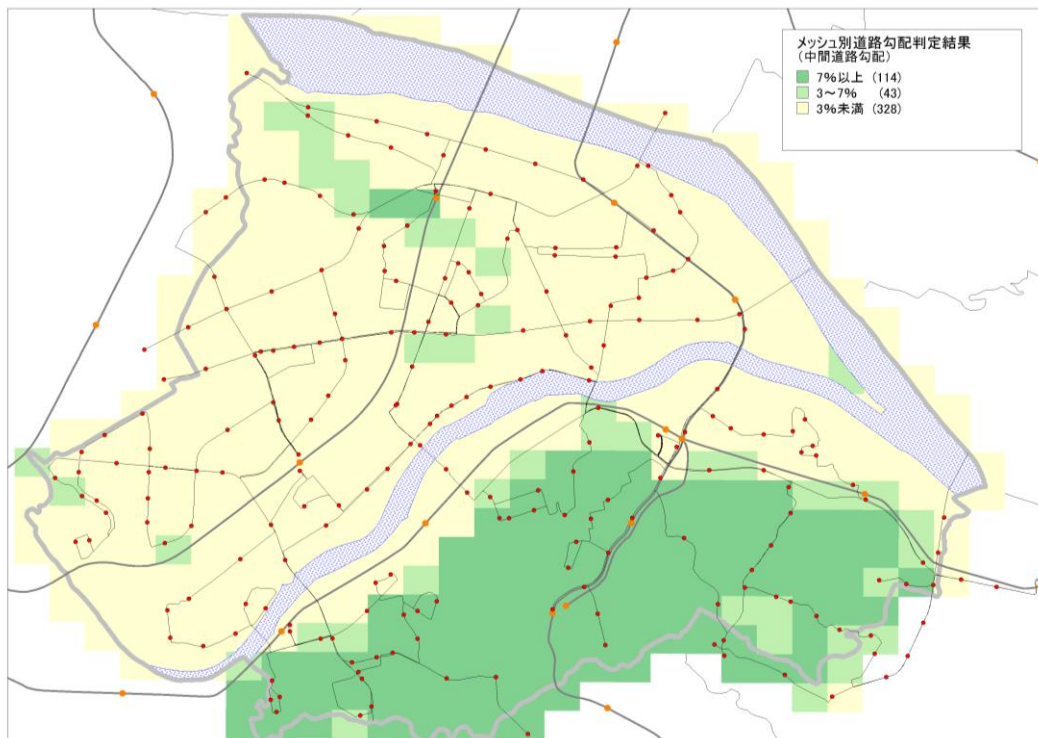
（１） 平均道路勾配



(2) 最大道路勾配



(3) 中間道路勾配



4. 道路勾配に応じたバス停利用圏域の設定

4.1 「道路勾配」と「バス停利用圏域」との関係

「勾配 i %」の勾配を分速 80m で登った場合のエネルギー代謝率 (RMR) ($= r_i$) は次式で算出されます。

$$r_i = 3.113 e^{0.0461i} \quad \dots \text{(式 1)}$$

出典：坂道での身体的負担を考慮したコミュニティバスのアクセス性改善効果に関する研究
(猪井博登、中岡亮 土木計画学研究・概要集 vol.36 2007)

エネルギー代謝率 (RMR) は労働強度を示す指標で、「活動時の代謝量 (活動時のエネルギー - 座位安静時のエネルギー)」÷「基礎代謝量」で算出されます。平地 (勾配が 0%) を歩いた時の RMR と坂道を登った時の RMR を比較することで、坂道を登った時の負担の大きさが平地を歩いた時の何倍に相当するのかがわかります。下表において勾配が 0% の時の RMR は 3.11 ですが、この時の移動に伴う負担を 1.0 とした場合、勾配が 1%~15% の時の負担 (下表の最右列) を算出することができます。

道路勾配とエネルギー代謝率との関係

地域の 最大道路 勾配 i	RMR 道 (勾配 i) を歩いた時の エネルギー代謝率	坂道 (勾配 i) を歩いた時の エネルギー代謝率 ÷ 平地 (勾配 0%) を歩いた時の エネルギー代謝率
0%	3.11	1.00
1%	3.26	1.05
2%	3.41	1.10
3%	3.57	1.15
4%	3.74	1.20
5%	3.92	1.26
6%	4.10	1.32
7%	4.30	1.38
8%	4.50	1.45
9%	4.71	1.51
10%	4.94	1.59
11%	5.17	1.66
12%	5.41	1.74
13%	5.67	1.82
14%	5.94	1.91
15%	6.22	2.00

前述の結果に基づき、道路勾配が急な地域については、バス停利用圏域を歩行者負担の大きさに応じて小さく設定します。道路勾配が 0%の地域におけるバス停利用圏域を 200mとした場合、道路勾配に応じたバス停利用圏域は下表の「バス停利用圏域」欄の値となります。

地域の 最大道路 勾配 <i>i</i>	RMR 道(勾配 <i>i</i>)を歩いた時の エネルギー代謝率	坂道(勾配 <i>i</i>)を歩いた時の エネルギー代謝率 ÷ 平地(勾配0%)を歩いた時の エネルギー代謝率	左列の逆数 (バス停利用圏域 の縮小割合)	バス停利用圏域 (半径:m)
0%	3.11	1.00	1.00	200
1%	3.26	1.05	0.95	191
2%	3.41	1.10	0.91	182
3%	3.57	1.15	0.87	174
4%	3.74	1.20	0.83	166
5%	3.92	1.26	0.79	159
6%	4.10	1.32	0.76	152
7%	4.30	1.38	0.72	145
8%	4.50	1.45	0.69	138
9%	4.71	1.51	0.66	132
10%	4.94	1.59	0.63	126
11%	5.17	1.66	0.60	120
12%	5.41	1.74	0.58	115
13%	5.67	1.82	0.55	110
14%	5.94	1.91	0.52	105
15%	6.22	2.00	0.50	100



平地（勾配0%）を歩いた時の
エネルギー代謝率：3.11



バス停利用圏域：半径 200m



坂道（勾配11%）を歩いた時の
エネルギー代謝率：5.17

エネルギー代謝率が平地を歩い
た時（3.11）の 1.66 倍



バス停利用圏域：半径 120m

エネルギー負担が大きい分、バ
ス停利用圏域を小さく設定
 $200\text{m} \times 0.60 \text{ (} 1 \div 1.66 \text{)}$
 $= 120\text{m}$

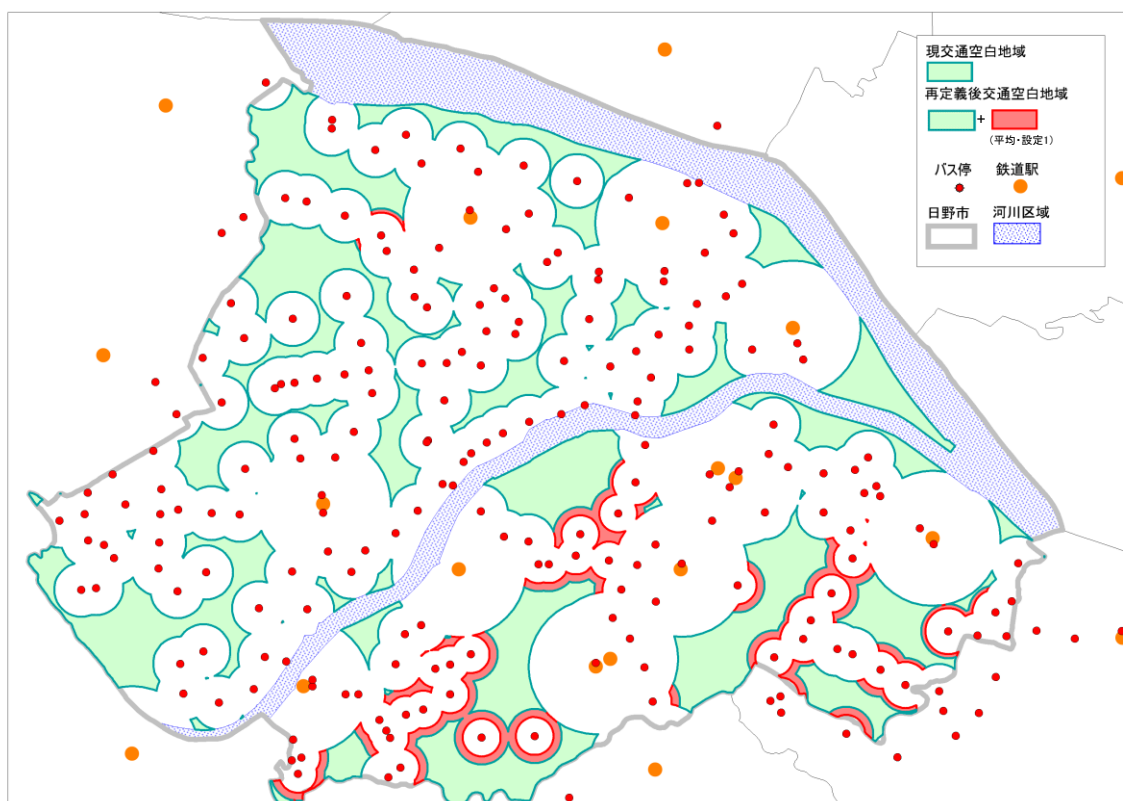
4.2 ケース別交通空白地域図

勾配ランクに対し、道路勾配を考慮したバス停利用圏域を設定しました。設定値にはバス停利用圏域を各ランクの最も広い値に合わせ設定した「設定1（広め）」と、同様に最も狭い値に合わせ設定した「設定2（狭め）」の二通りを設け、各ケース、それぞれの設定値にて交通空白地域図を作成しました。

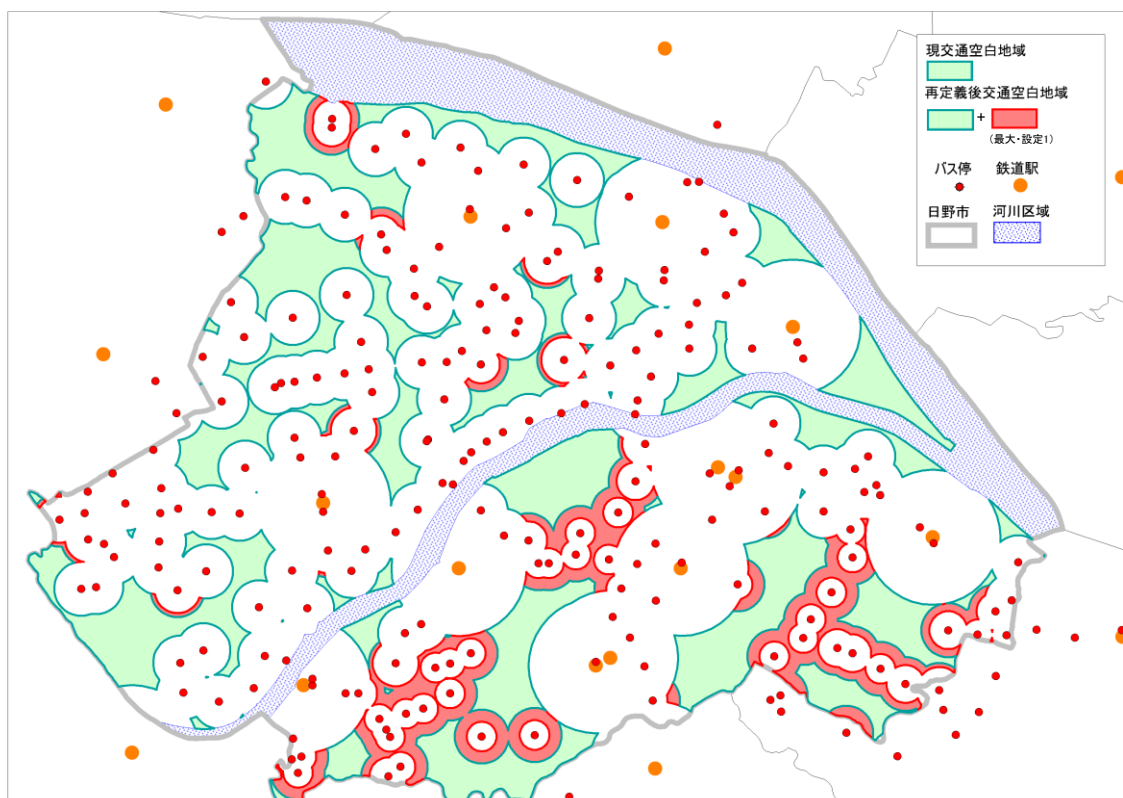
地域の 最大道路 勾配 <i>i</i>	バス停利用圏域(半径:m)		
	計算値	設定値1	設定値2
0%	200	200	200
1%	191		
2%	182		
3%	174	170	150
4%	166		
5%	159		
6%	152		
7%	145	140	120
8%	138		
9%	132		
10%	126		
11%	120		
12%	115	110	100
13%	110		
14%	105		
15%	100		

4.2.1 バス停利用圏域 設置値1（広め）

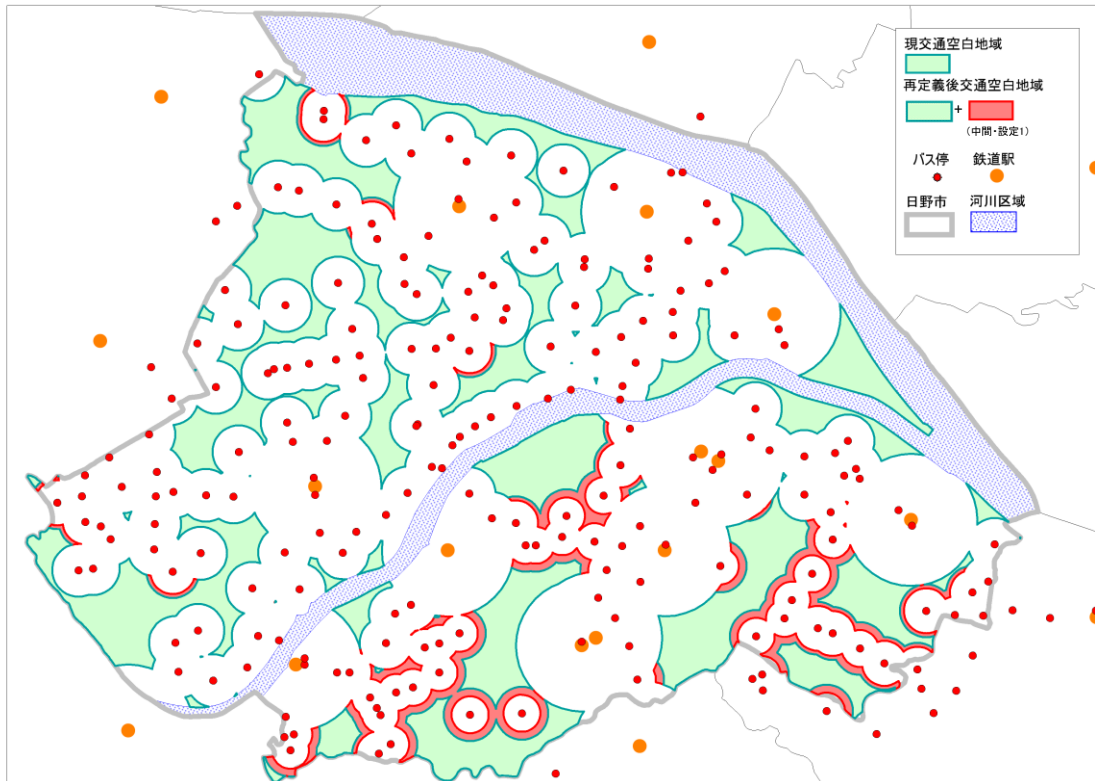
（1） 平均道路勾配



（2） 最大道路勾配

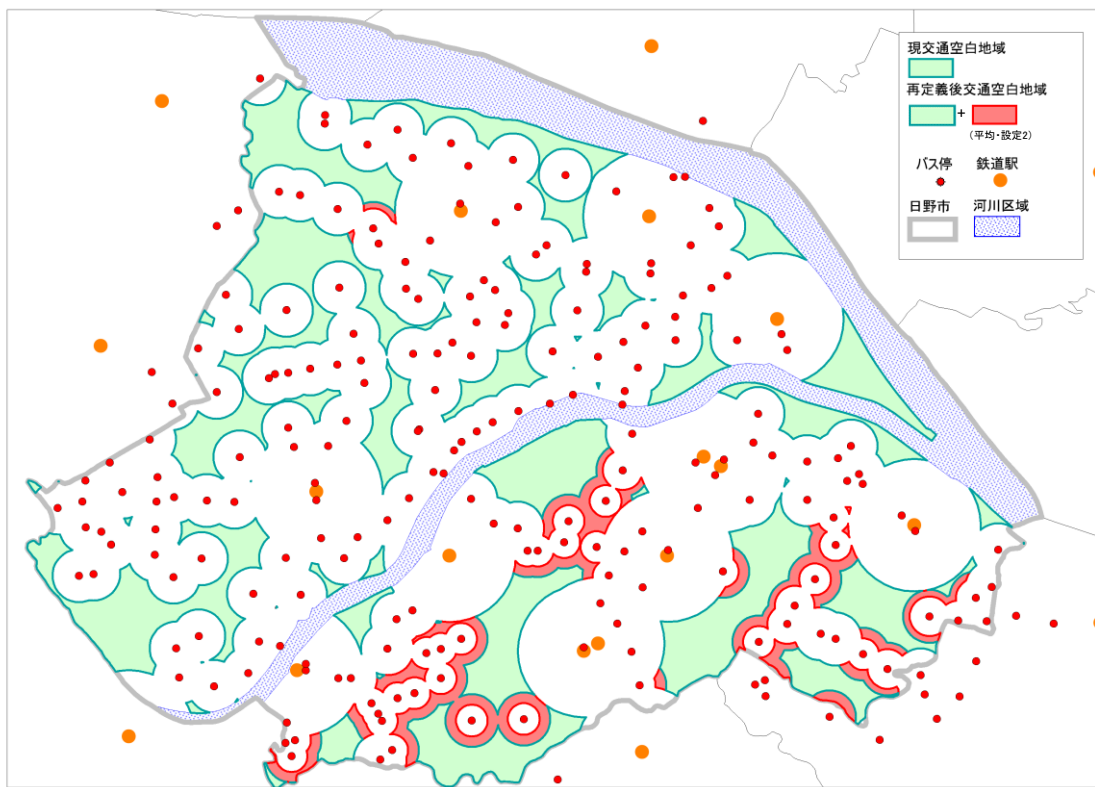


(3) 中間道路勾配

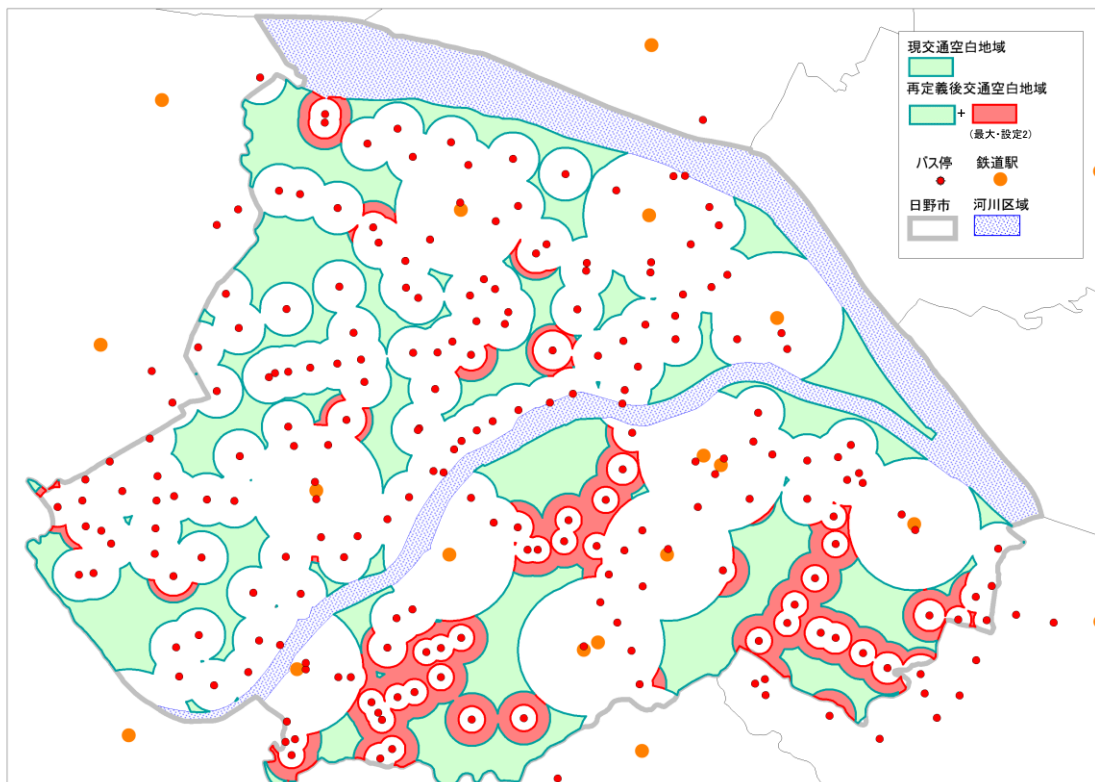


4.2.2 バス停利用圏域 設置値2（狭め）

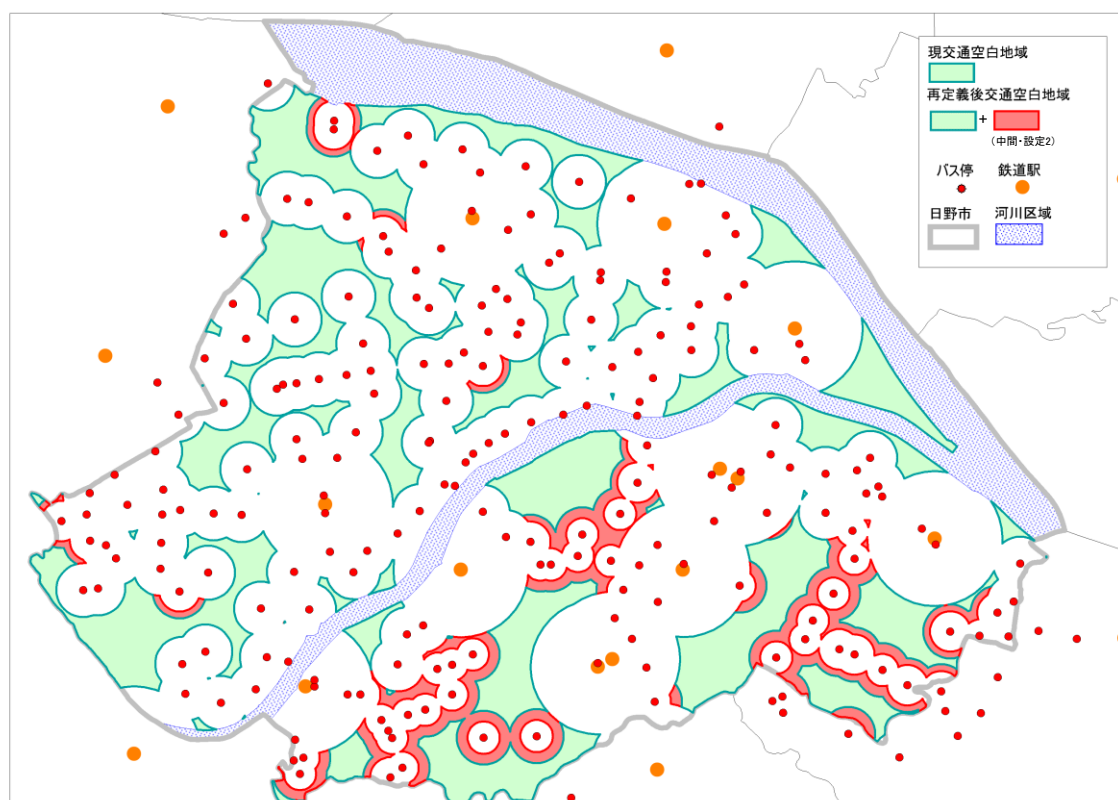
（1） 平均道路勾配



（2） 最大道路勾配



(3) 中間道路勾配



4.2.3 まとめ

作成した図面より、各ケースの交通空白地域の面積及び人口を算出し、現在の定義における値との比較を行いました。

		面積(k㎡)	比率(%)	人口(人)	比率(%)
市域全体		27.54	100.0%	186,538	100.0%
現交通空白地域		5.52	20.0%	30,161	16.2%
設定1	平均道路勾配	6.20	22.5%	33,328	17.9%
	最大道路勾配	6.96	25.3%	37,916	20.3%
	中間道路勾配	6.35	23.1%	34,291	18.4%
設定2	平均道路勾配	6.47	23.5%	34,823	18.7%
	最大道路勾配	7.28	26.4%	39,861	21.4%
	中間道路勾配	6.73	24.4%	36,416	19.5%

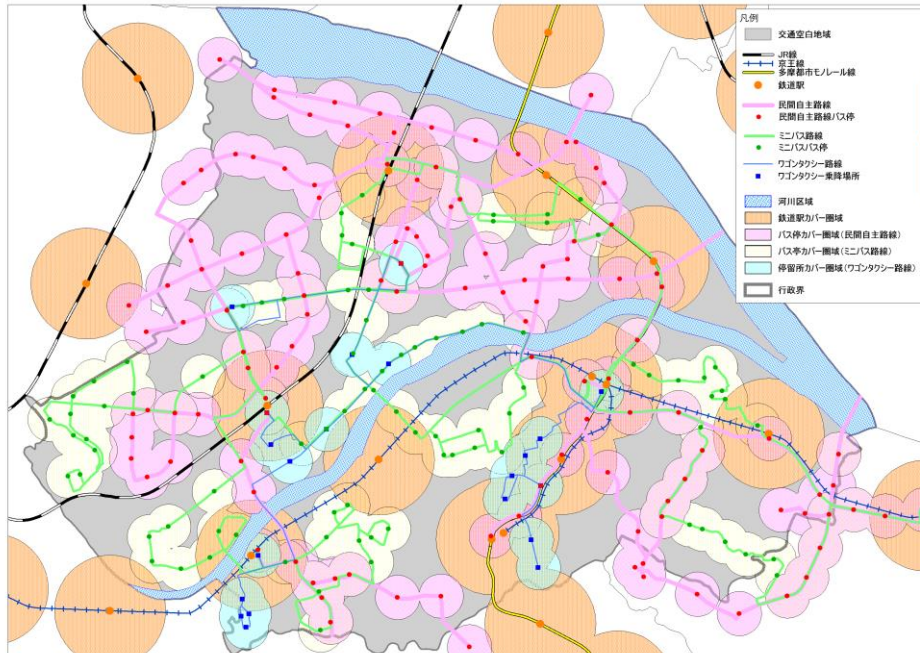
※人口は平成27年国勢調査5次メッシュ人口データを面積按分して算出

結果、バス停利用圏域の設定値については、より市民にとって優しい設定となる「設定2」を採用します。予測値(平均・最大・中間)については、台地の縁辺部の勾配も考慮しており、より市民の間隔に整合していると考えられることから、「最大道路勾配」を採用します。

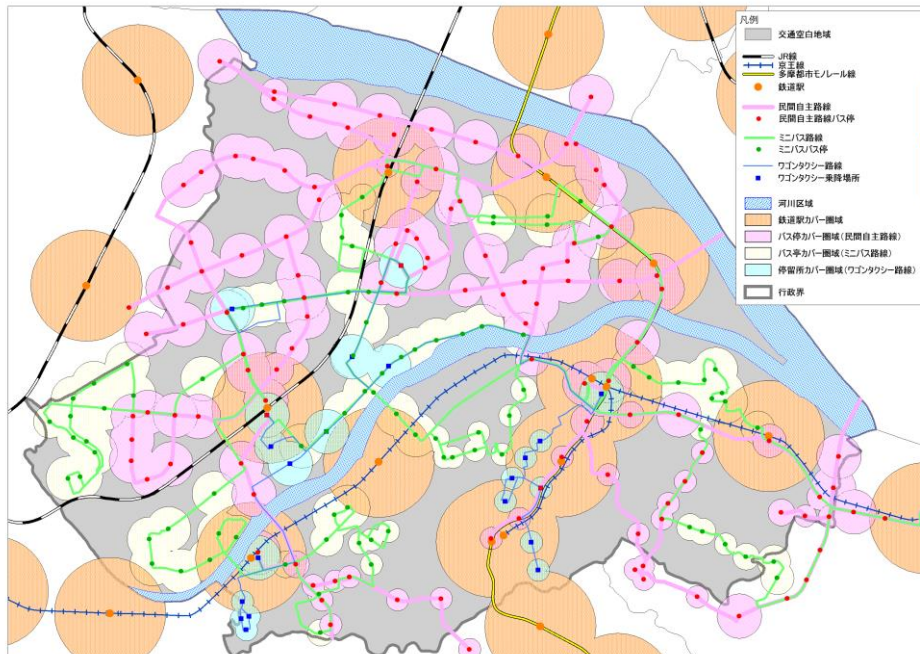
5. 新たな定義における公共交通の交通空白地域

新しい定義における公共交通（鉄道・バス・丘陵地ワゴンタクシー）の交通空白地域は、日野市全域に対し面積で26%、人口で21%を占めています。

■交通空白地域（再定義前）



■交通空白地域（再定義後）



資料：日野市