

大項目	1	地図や地理情報システムで捉える世界			
中項目	1-2	地図と地理情報システム			
小項目	1-2-2	地理情報システム(GIS)で地図化と地理的分析(空間的分析)を学ぶ			
細項目 (発問)	1-2-2-2 階級区分法	階級区分法で空間的分布は変化するようですが、事例から理解したいのですが。			
作成者名	矢野桂司	作成/修正年	2017/2021/2023	Ver.	1.2
キーワード 5~10個程度	主題図、一般図、階級区分図、比例シンボル、自然分類、等間隔、等量、標準偏差、尺度				

発問の意図と説明

(1)主題図とは何ですか？

地図は、紙地図、デジタル地図に関わらず、一般図と主題図に大別されます。一般図とは、地形図や地勢図のように特定のテーマによらない、地表の事象をまんべんなく描いている、広い用途で使用可能な地図です。そして、主題図とは、特定のテーマ(主題)を取り上げて描いたもので、人口地図、土地利用図、地質図などがあります。地理院地図で提供されるベースの電子国土基本図は一般図であり、その上に土地利用図などの主題図を重ね合わせることができます。

(2)主題図の表現方法

主題図は、特定のテーマを地図化したものですが、テーマの地理空間情報の尺度は、基本的に、名義(名目)尺度、順序尺度、間隔尺度、比例尺度の4つのいずれかとなります。名義尺度と順序尺度は質的データと呼ばれるもので、名義尺度は地名や施設などのカテゴリを、順序尺度はその順位のみが意味を持ちます。そして、間隔尺度と比例尺度は量的データと呼ばれるもので、気温などのようにその間隔に意味があり、比例尺度は人口などのようにゼロに意味をもつデータです。地図化するテーマのデータもこれらの尺度によって表現方法は変わります。

主題図の表現方法は、これらの尺度と点・線・面記号の組み合わせで分類することができます(図1)。ここでは、視覚変数として、「形」「大きさ」「模様」「濃淡」「方向」「色」などを用いて、名義(名目)尺度、順序尺度、比例尺度の例を示しています。地理空間情報のこのような多様な表現方法が存在することは、同一のデータから作成された主題図であっても、描かれる地図は大きく異なることが想像できるでしょう。

例えば、平成27年度国勢調査の都道府県別人口(比例尺度)の主題図を、階級区分図、等級シンボル、比例シンボルの3つの地図で描いてみましょう(図2)。どの地図表現が最も適切でしょうか。階級区分図では、都道府県のように空間単位の面積が異なる場合、人口のような面積に依存する実数では、面積の大きい北海道は過大に、逆に面積の小さい東京は過小に表現されます。そこで、実数を地図化する場合、階級区分図ではなく、等級シンボルや比例シンボルで地図化すべきとされます。これに対して、比率や指数化された数値の場合は、空間単位の面積に依存しないので、階級区分図で地図化するほうが良いとされます。人口は実数ですが、人口密度は単位面積当たりの人口で指数化されたものといえます(図3)。等級シンボルや比例シンボルの違いは、順序尺度と比率尺度の違いと同じで、情報量は比例シンボルの方が高くなります。

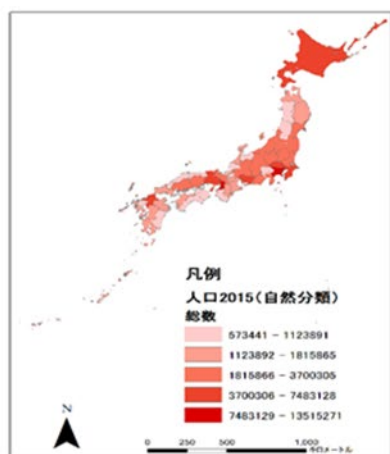
(3)階級区分図の作成

主題図の中で、統計データを数値に合わせて色調を塗り分けた地図は階級区分図と呼ばれます。階級区分図は、国、都道府県、市町村などの行政区や、3次メッシュや4次メッシュのような地域メッシュなどの明瞭な空間単位ごとの統計データを、階級区分して作成されます。階級区分方法や階級区分数が異なれば、作成される階級区分図も大きく異なります。ここでは、平成27年国勢調査の都道府県別人口密度の階級区分図を事例に階級区分方法による違いを見てみましょう(図4)。多くのGISソフトで用意されている代表的な階級区分方法としては、代表的なものは、自然分類、等間隔分類、等量分類、標準偏差分類などがあります。自然分類は、データの変化量が比較的大きいところに、区切りの閾値が設定される方法で、視覚的に判断しやすい分類手法として広く利用されています。等間隔分類は、最大値と最小値を等間隔に区切る方法で、等量分類は、各階級に同じ数の空間単位が含まれる分類で、標準偏差分類は、平均値と標準偏差値を区切りに用いる分類方法です。いずれの分類方法が適切かの回答はなく、地図化を通して現象を説明するのに適した区分方法を用いることになります。

	表現内容	点記号	線記号	面記号
		視覚変数 例	視覚変数 例	視覚変数 例
名目尺度のデータ	命 名 分 類 イメー ンボル 集 合	形(含実容) 絵記号 連想記号 幾何記号 その実容 その合成 標 方 向	線 種 模 種	標 種 (模様の決定手順) ① 慣用例にしたがう ② イメージシンボルを 尊重する ③ 面の広さを考慮する
	順序尺度のデータ	定性的順序づけ 古い—新しい 本郷—支郷 府県—市町村 定量的データの 段階区分による 順序づけ 大—小 多—少 高—低 密—粗 増—減	太さ(段階的) 線 種 太さと線種 (段階的) 階調模様 濃 淡 濃 濃	階調模様 濃 淡 濃 濃 (順序パターンは濃度を基 本にして方向を加味する。)
比例尺度のデータ	数量に比例した 表現	大きさ(比例的) 一 次 元 (長さ) 二 次 元 (面積) 三 次 元 (体積)	太さ(比例的) (移動を示すときは矢印 を加える。)	太さ(比例的)
	ダイアグラムを 併用	大きさと模様 (比例的) 一 次 元 二 次 元	太さと模様 (比例的) (移動を示すときは矢印 を加える。)	太さと模様 (比例的)

図1 主題図の表現方法

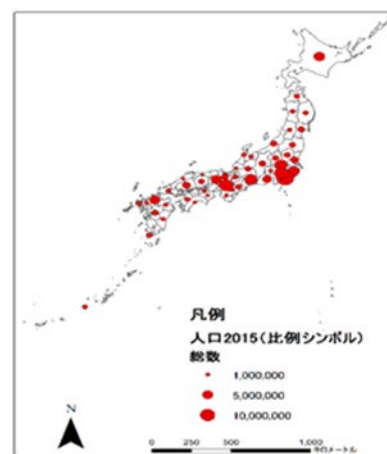
(浮田典良・森三紀 (2004)『地図表現ガイドブック—主題図作成の原理と応用—』、ナカニシヤ出版、134 頁の
図18-1、p28 より引用 ナカニシヤ出版 転載許可 2021 年、10 月 21 日)



a) 階級区分図



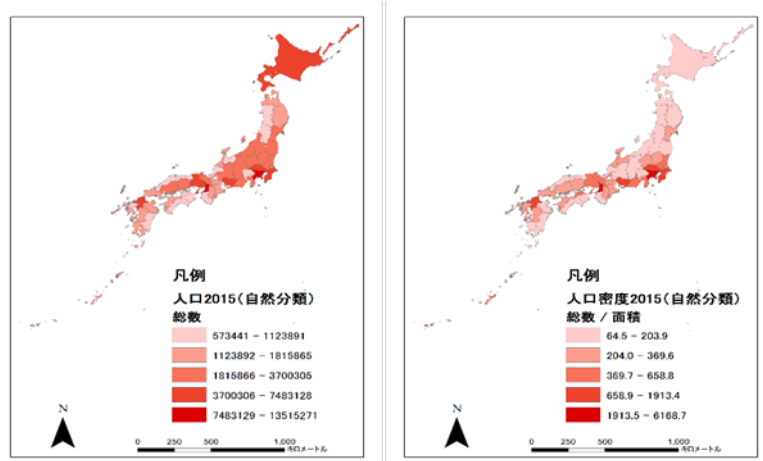
b) 等級シンボル



c) 比例シンボル

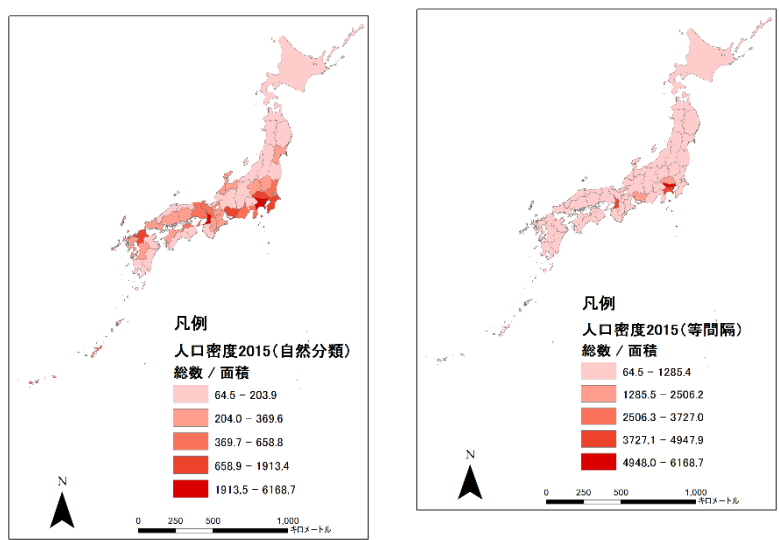
図2 人口の主題図 (矢野佳司作成)

図と表のページ

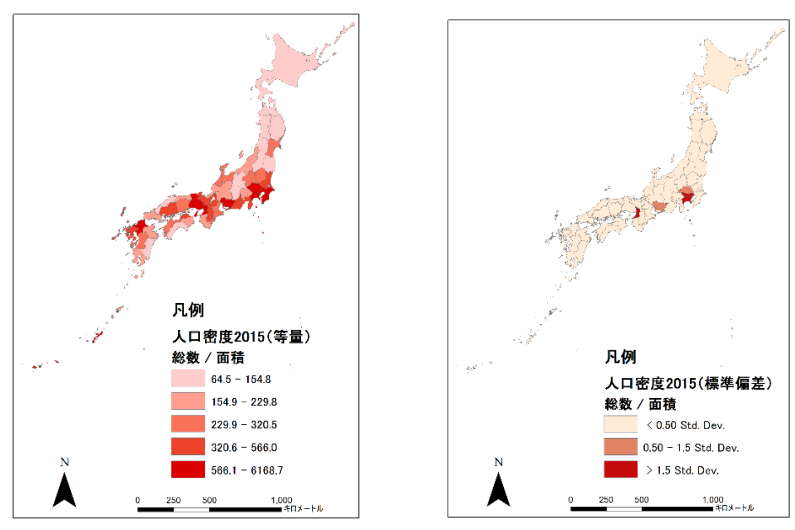


a) 人口の階級区分図 b) 人口密度の階級区分図

図3 実数と指標値の階級区分図(矢野佳司作成)



a) 自然分類 b) 人口密度の階級区分図



c) 等量 d) 標準偏差

図4 人口密度の階級区分図 (矢野佳司作成)

（４）どの階級区分方法を選ぶべきか？

ここでは、上記の４つの階級区分方法の違いを、主題である人口密度のデータから見ていきたいと思います。階級区分図は地図化のもとになるデータは、行方向に空間単位を、列方向に主題とする変数を配した地理行列の形で準備します。まず、北海道から沖縄までの、人口総数（人）、面積（ km^2 ）、人口密度（人／ km^2 ）の地理行列は、表 1 のようになります。そして、この表を人口密度で昇順に並べ替えると表 2 のようになります。47 都道府県の人口密度の最大値は東京都の 6,168.7、最小値は北海道の 68.6 であり、平均値は 655.3、標準偏差は 1,194.4 です。この頻度分布（100 人／ km^2 ）は、東京都、大阪府、神奈川県で非常に高く、中央値は三重県の 270.1 で、第 1 四分位値は 180.9、第 3 四分位値は 477.1 で、非常に偏った頻度分布となっています（図 5）。

ここでは階級区分数を 5 とした場合の、4 つの階級区分方法のそれぞれの階級の頻度分布を示してみることになります（図 6）。このように階級区分方法で、5 つの各階級の頻度が大きく異なることが明らかとなります。例えば、等間隔や標準偏差の場合は、該当する当道府県が含まれない階級が存在してしまっています。等量の場合は、順位尺度としての分布は明瞭ですが、階級ごとの差が明確でなくなります。その点、自然分類は、全体的な頻度分布を考慮した地図化として効果的なものとなります。ただし、平均よりも大きいかどうかや、特定の閾値に意味のある階級の区切りを持つ場合は、それらを階級区分の区切りとすることが必要になります。

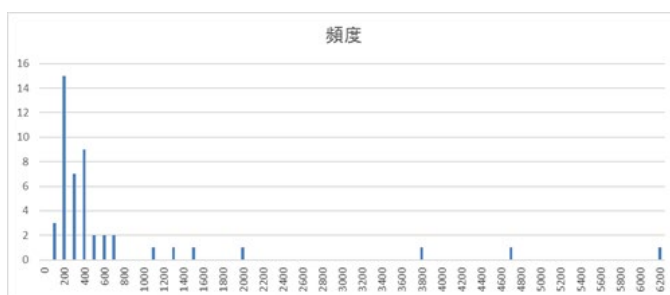


図 5 47 都道府県の人口密度の頻度分布(矢野桂司作成)

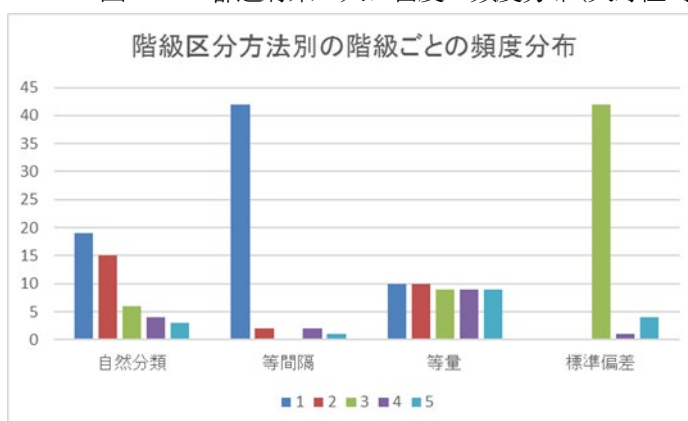


図 6 階級区分方法別の階級ごとの頻度分布（矢野桂司 作成）

参考文献

浅見泰司・矢野桂司・貞広幸雄・湯田ミノリ編（2015）『地理情報科学：GIS スタンダード』、古今書院、212 頁。
 浮田典良・森三紀（2004）『地図表現ガイドブックー主題図作成の原理と応用ー』、ナカニシヤ出版、134 頁。
 矢野圭司(2021)『やさしく知りたい先端科学シリーズ GIS 地理情報システム』創元社、176 頁
 羽田康祐(2021)『地図リテラシー入門』ベレ出版、286 頁

表1 都道府県別人口の地理行列

都道府県コード	都道府県名	総数	面積	人口密度
01	北海道	5,381,733	83,424	69
02	青森県	1,308,265	9,646	136
03	岩手県	1,279,594	15,275	84
04	宮城県	2,333,899	7,282	321
05	秋田県	1,023,119	11,638	88
06	山形県	1,123,891	9,323	121
07	福島県	1,914,039	13,784	139
08	茨城県	2,916,976	6,097	478
09	栃木県	1,974,255	6,408	308
10	群馬県	1,973,115	6,362	310
11	埼玉県	7,266,534	3,798	1,913
12	千葉県	6,222,666	5,158	1,207
13	東京都	13,515,271	2,191	6,169
14	神奈川県	9,126,214	2,416	3,778
15	新潟県	2,304,264	12,584	183
16	富山県	1,066,328	4,248	251
17	石川県	1,154,008	4,186	276
18	福井県	786,740	4,190	188
19	山梨県	834,930	4,465	187
20	長野県	2,098,804	13,562	155
21	岐阜県	2,031,903	10,621	191
22	静岡県	3,700,305	7,777	476
23	愛知県	7,483,128	5,172	1,447
24	三重県	1,815,865	5,774	315
25	滋賀県	1,412,916	4,017	352
26	京都府	2,610,353	4,612	566
27	大阪府	8,839,469	1,905	4,640
28	兵庫県	5,534,800	8,401	659
29	奈良県	1,364,316	3,691	370
30	和歌山県	963,579	4,725	204
31	鳥取県	573,441	3,507	164
32	島根県	694,352	6,708	104
33	岡山県	1,921,525	7,115	270
34	広島県	2,843,990	8,479	335
35	山口県	1,404,729	6,112	230
36	徳島県	755,733	4,147	182
37	香川県	976,263	1,877	520
38	愛媛県	1,385,262	5,676	244
39	高知県	728,276	7,104	103
40	福岡県	5,101,556	4,986	1,023
41	佐賀県	832,832	2,441	341
42	長崎県	1,377,187	4,132	333
43	熊本県	1,786,170	7,409	241
44	大分県	1,166,338	6,341	184
45	宮崎県	1,104,069	7,735	143
46	鹿児島県	1,648,177	9,187	179
47	沖縄県	1,433,566	2,281	628
	最小値	573,441.0	1,876.7	68.6
	最大値	13,515,271.0	83,424.3	6,168.7
	平均	2,704,143.5	8,041.9	655.3
	標準偏差	2,728,692.7	11,694.9	1,194.4

表2 人口密度の階級区分

都道府県コード	都道府県名	人口密度	自然分類	等間隔	等量	標準偏差
01	北海道	68.6	1	1	1	3
03	岩手県	83.8	1	1	1	3
05	秋田県	87.9	1	1	1	3
39	高知県	102.5	1	1	1	3
32	島根県	103.5	1	1	1	3
06	山形県	120.5	1	1	1	3
02	青森県	135.6	1	1	1	3
07	福島県	138.9	1	1	1	3
45	宮崎県	142.7	1	1	1	3
20	長野県	154.8	1	1	1	3
31	鳥取県	163.5	1	1	2	3
46	鹿児島県	179.4	1	1	2	3
36	徳島県	182.3	1	1	2	3
15	新潟県	183.1	1	1	2	3
44	大分県	183.9	1	1	2	3
19	山梨県	187.0	1	1	2	3
18	福井県	187.7	1	1	2	3
21	岐阜県	191.3	1	1	2	3
30	和歌山県	203.9	1	1	2	3
35	山口県	229.8	2	1	2	3
43	熊本県	241.1	2	1	3	3
38	愛媛県	244.1	2	1	3	3
16	富山県	251.0	2	1	3	3
33	岡山県	270.1	2	1	3	3
17	石川県	275.7	2	1	3	3
09	栃木県	308.1	2	1	3	3
10	群馬県	310.1	2	1	3	3
24	三重県	314.5	2	1	3	3
04	宮城県	320.5	2	1	3	3
42	長崎県	333.3	2	1	4	3
34	広島県	335.4	2	1	4	3
41	佐賀県	341.2	2	1	4	3
25	滋賀県	351.7	2	1	4	3
29	奈良県	369.6	2	1	4	3
22	静岡県	475.8	3	1	4	3
08	茨城県	478.4	3	1	4	3
37	香川県	520.2	3	1	4	3
26	京都府	566.0	3	1	4	3
47	沖縄県	628.4	3	1	5	3
28	兵庫県	658.8	3	1	5	3
40	福岡県	1,023.1	4	1	5	3
12	千葉県	1,206.5	4	1	5	3
23	愛知県	1,446.7	4	2	5	4
11	埼玉県	1,913.4	4	2	5	5
14	神奈川県	3,777.7	5	4	5	5
27	大阪府	4,639.8	5	4	5	5
13	東京都	6,168.7	5	5	5	5
	最小値	68.6				
	最大値	6,168.7				
	平均	655.3				
	標準偏差	1,194.4				
	第1四分位値	180.9				
	中央値	270.1				
	第3四分位値	477.1				

国勢調査(2015)より矢野佳司作成