

16

GMS とスーパーの競争を分析する食品商圈解析の方法，商圈の階層性，商圈べき乗則はフラクタルではないことに関する議論

(長塚四史郎『新しい小売空間経済学』Google 電子書籍 2020.12 第 16 章)

16.1 GSM の顧客は 2 種類に分けられ，食品中心の顧客はべき乗則食品商圈解析に従うことの検証

この章の目的は，GMS とスーパーの間の顧客争奪競争を分析することである。この場合，有賀の法則に照らして言えば，顧客は両業態を食品購買における機会費用最小化の場所として，選択することになる。食品に関してワンストップショッピング可能な多様な品揃えを実現するには，少なくとも 800~1000 m²は必要となる。それ以下の小さな SM もたくさんあるが，それらは価格訴求，鮮度訴求，あるいは特定分野，特に生鮮食品に注力する専門的スーパーとして存在し，人々は単品探索地としてそれらを利用するが，ワンストップショッピングの観点からは異業態店となる。

選択集合は消費者の居住地から一定の範囲の【sm, gms1, gms2】と書けるが，SM の数は多いので，sm のデータベースに含まれる店舗数が増えるほど，各 GSM の顧客数は SM に奪われる分減少する。そこで問題となるのは，GMS の顧客で，食品を機会費用最小化の観点から購入する目的地として訪れる人たちの人数を知ることができるか，ということである。これが確定できないと明確なことは何も言えない。次の図 13.4(再掲)に見るように，全体として月 1 回と 2 回の顧客は際立って多く，全体の 68% (圏外を含めないと 67%) になる。しかしこの人たちの 1 世帯当たりの食品購入額はごく少ない(図 16.1)。この人たちは買回り品購入目的で来店してついでに食品を購入している人たちといえる。ただし 1 回と 2 回の人たちは人数が多いので，全体としては高い購入額シェアとなる(図 16.2)。店全体で見た確率帯別食品購入額シェアは図 16.3 となる。遠くまで伸びているのは，月 1 回，2 回来店の買回り品客による。

来店 1 回，2 回は買回り品目的客であり，数は多いが，1 人当たり食品購入額は小さく，食品目的における顧客とはみなせない。

そこで問題となるのは，来店 3 回の人たちをどう考えるかということである。

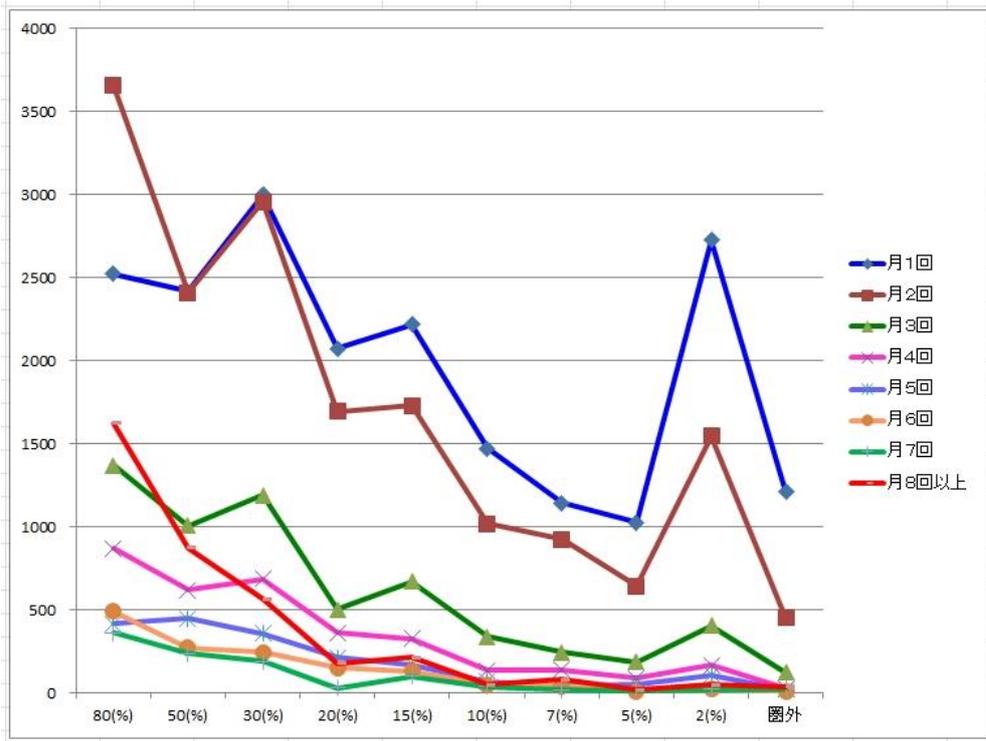


図 13.4(再掲) GMS 58 番店の買回り品確率帯別月間来店回数別顧客数(実数)

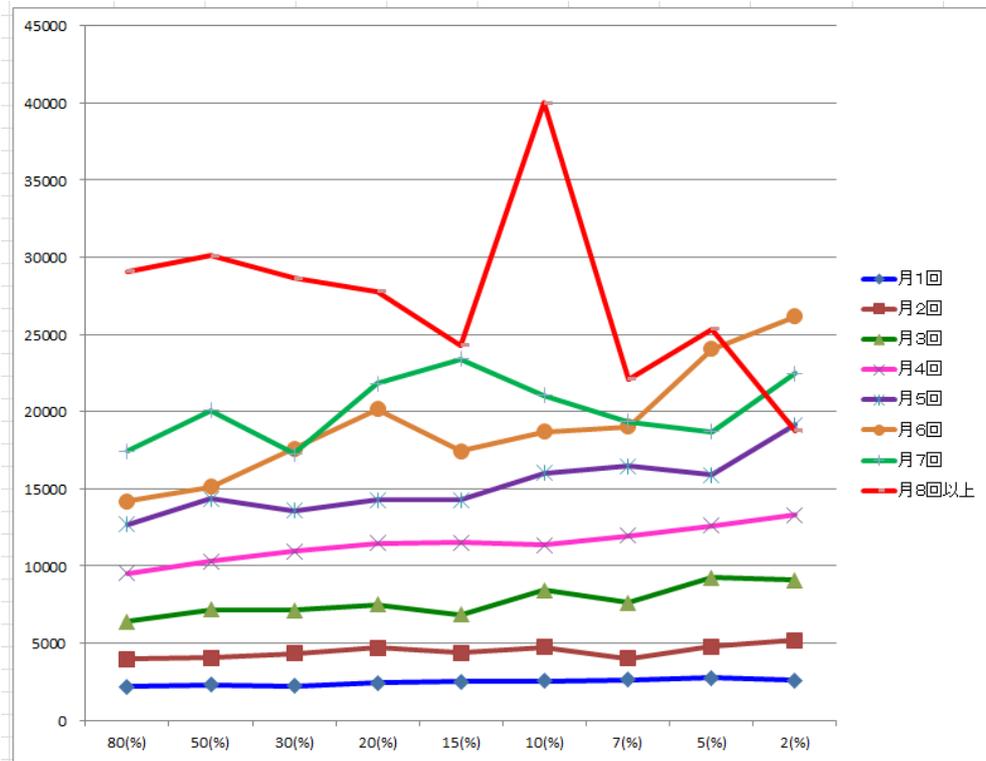


図 16.1 GMS 58 番店の買回り品確率帯別月間来店回数別顧客 1 世帯当たり月間食品購入額(円)

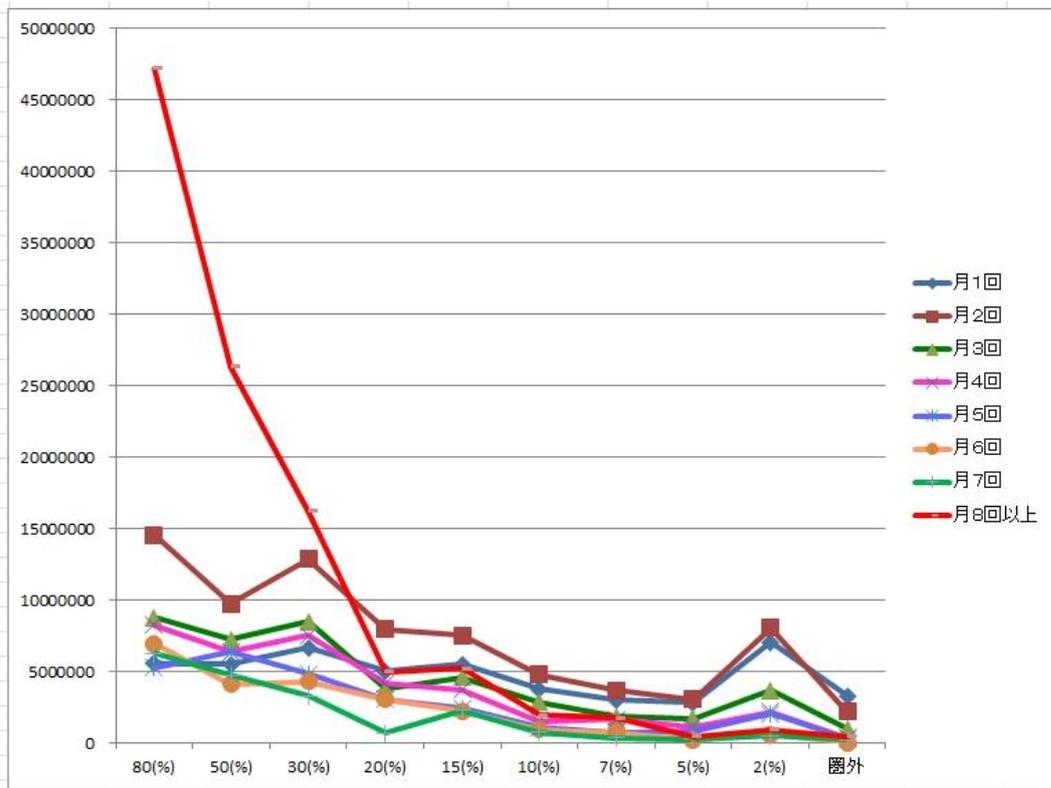


図 16.2 GMS 58 番店の買回り品確率帯別来店回数別月間食品購入額(円)

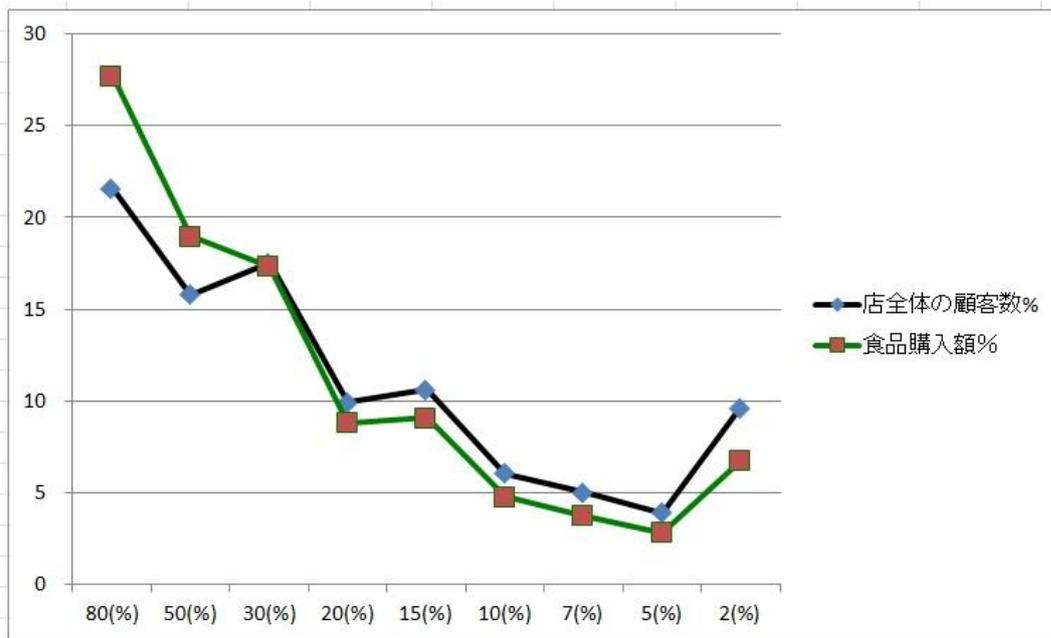


図 16.3 58 番店の店全体を 100%とする顧客数と食品購入額の確率帯別シェア

3回については下記表 13.4(再掲)に答えがある。ここでのポイントは、GMSの食品の多様性は、第1にその広い売場を利用して、「加工食品」において実現する、という点である。NB(ナショナルブランド)からLB(ローカルブランド、地方の特産品)、PB(プライベートブランド、近年は品質を追求しコストパフォーマンスが上がっている)まで、次第に消費者の信頼の中心に位置するようになってきた)まで、幅広く品ぞろえできる。その月間家計消費金額は2007年、14508円だった。来店3回の人の購入額は6500円から9000円なのである。これが来店3回の顧客を食品購買における機会費用最小化目的客から排除できない理由である。実際加工食品を目的に月3回来店する顧客はあり得る。生鮮3品は近所の小型スーパーでも間に合うからである。

月間消費金額(2007 総世帯)(円)			
総計金額	104660		
食品計	60334	このうち加工食品は	14508
住居余暇計	29680		
衣料品計	14646		

表 13.4 (再掲) 2007 年家計調査総世帯の部門別消費額

そこで暫定的に3回以上来店する人は買回り品だけでなく食品に関しても機会費用最小化の店としてここ58番店を選んでいるとみなしてみる。<つまりGMSの顧客は2種類の客種に分けられると仮定する>。一つは“買回り品中心の顧客”で、来店回数は月1回か2回、ついでに食品を買っている顧客である。他の顧客は“食品購買の固定客であるとともに買回り品に関しても固定客である顧客”で、月3回以上来店する。その顧客数と食品購入額は表 16.1, 表 16.2 のようになる。すなわち食品と買回り品の両方を目的に来店する顧客数は **17251 世帯 (全体の 33%)** , その合計食品購入額は月間 **25369 万円(全体の 68%)** , 1世帯当たり **14706 円** , したがって **Cj=0.147** となる。

そこで問題は、選択集合【sm, gms1, gms2】において、smデータベースの下限を何㎡にすると、58番店においてこのような数字になるか、ということになる。この

食品解析に当たっては、GMSは全体の魅力度 $A_j M_j$ で集客していることに変わりはないということに注意する。すなわち 58 番店では $A_j M_j = 1.09 \times 15653$ である。このとき売上が 25367 万円(月商)となり食品顧客数が 17251 人前後となる sm の下限売面はいくらか、という問題となる。2007 年当時、gms2 の各店の A_j は判明していたが、sm の場合はその数が少なかったため、不明の店 A_j に関しては、2005 年ころのデータベース平均 $A_j = 1.95$ を用いた。またこのエリアが高人口密度エリアであることを考慮して、**選択最大店数を 5、選択最大距離を 4000m** とした (SM が密集して展開しているので、計算された 1%コンターラインはこれよりずっと短くなる)。

sm の売面の下限を 2000 m² から始めて、順次下げていくと、なんと、**ちょうど 1000 m² で表 16.3 のようになった**。以下、sm をも選択集合に加えた解析を**食品解析**と呼ぶ。従来の解析は**買回り品解析**である。

58 番店顧客数(カードDBより)							
買回り品 解析の%	月3回	月4回	月5回	月6回	月7回	月8回以上	計
80(%)	1369	870	415	491	361	1623	5129
50(%)	1008	620	446	272	236	874	3457
30(%)	1191	687	357	245	192	566	3238
20(%)	504	361	214	152	31	178	1441
15(%)	669	326	169	129	98	214	1606
10(%)	339	134	67	49	36	49	673
7(%)	245	138	45	40	18	80	566
5(%)	187	89	54	9	13	18	370
2(%)	406	165	107	22	22	49	772
							17251
圏外	125	27	22	9	20	36	238

表 16.1 58 番店 3 回以上来店客数 (2007)

58番店顧客数(カードDBより)				
買回り品 解析の確 率帯%	3回以上 来店顧客 数(カード)	3回以上客 の月間食品 購入額(万 円)	1~2回来 店顧客数 (カード)	1~2回客 の月間食 品購入額 (万円)
80(%)	5129	8280	6182	2008
50(%)	3457	5520	4826	1526
30(%)	3238	4473	5959	1951
20(%)	1441	1967	3769	1297
15(%)	1606	2051	3947	1307
10(%)	673	908	2489	857
7(%)	566	715	2065	670
5(%)	370	462	1668	588
2(%)	772	994	4273	1510
計	17251	25369	35176	11714
		Cj=0.147		
圏外	238	234	1659	550

表 16.2 58 番店 3 回以上来店客と 1~2 回来店客の顧客数と食品購入額 (2007)

58 番店以外は来店 3 回以上の売上というデータはないので空欄にしてある. PLLTA は顧客争奪戦を解析しているのので, 一般世帯顧客数とそのシェアコンターが解となる. 58 番店に関しては, $A_j=1.09$, 売面 15653 m^2 , 売上 25369 万円を与件 (input) に, 顧客数 17666 , $C_j=0.144$ という結果 (output) となっている. これはびっくりするほど先ほどの数字に近い解となっている.

番号	店名	業態	合計理論 売上(万 円)	実績売上 (万円)	相対誤差 (理論売上 -実績)/実 績	一般世帯 顧客数	個店売面 (m^2)	魅力度係 数 A_j	魅力度	食品 C_j	業態別最 大選択店 舗数	店舗選択 最大距離
32	イオン大宮西店	gms2				9769	10108	0.76	7682		8	10000
33	イトーヨーカドー大宮店	gms2				16730	12489	1.11	13862		8	10000
34	イオン大宮	gms2				12691	16829	0.69	11612		8	10000
35	イオン与野店	gms2				23571	18383	1.15	21140		8	10000
36	ステライトーヨーカドー大宮宮原店	gms2				19360	13474	1.33	17920		8	10000
37	イオン浦和美園店	gms2				9014	17789	1.06	18856		8	12000
41	ダイエー南越谷店	gms2				10406	12428	0.7	8699		8	10000
47	イオン北戸田店	gms2				17474	19904	1.04	20700		8	10000
49	イトーヨーカドー三郷店	gms2				13807	15140	1.09	16502		8	10000
50	ダイエー志木店	gms2				21805	14241	1.05	14953		8	7000
55	イオン新座	gms2				12077	10644	0.86	9153		8	10000
57	イオン川口店	gms2				10234	11740	0.91	10683		8	10000
58	イオン川口前川店	gms2	25439	25369	-0.003	17666	15653	1.09	17061	0.144	8	10000
59	アリオイトーヨーカドー川口店	gms2				15829	15000	0.99	14850		8	10000
60	イトーヨーカドー草加店	gms2				14332	10000	1.27	12700		8	10000
64	イトーヨーカドー和光店	gms2				20428	11435	1.52	17381		8	10000
65	イトーヨーカドー錦町店	gms2				16661	13684	1.26	17241		8	10000
157	アリオイトーヨーカドー亀有店	gms2				25937	13517	1.29	17436		8	7000
169	イトーヨーカドー竹の塚店	gms2				23338	10625	1.38	14662		8	7000
176	イオン板橋	gms2				36550	13849	1.5	20773		8	6000
185	イトーヨーカドー赤羽店	gms2				30492	13740	1.05	14427		8	7000

表 16.3 sm1000 m^2 以上としたときの食品解析結果(gms2 の一部)

しかしこれで検証終わりではない。確率帯別一般世帯数は、べき乗則に従う顧客数を表している。これが、3回以上来店客のカードデータベースが示す確率帯別顧客数とどの程度一致するか否かで、この解析の正当性が問われる。このために、3回以上来店客のカードデータベースの顧客一人一人にその住所（丁目）を基準に“食品解析の確率代表値”を割り振る。そうして確率帯別カード客数を求めそれを4.46倍（実効倍率）して顧客数とし、この2種を比較した表が表16.4であり、それをグラフ化したのが図16.4である。代表値80%帯と50%帯と30%帯と20%帯で入りくりが見られるのは、コンターの幅が非常に狭いのにに対して各丁目は広がりを持っているためこれはやむを得ない。その意味ではコンター計算の方が現実に近いであろう。パターンは非常によく似ており、総客数は16939でこれも近い。

これは必ずしも自明とは言えない上記の二つの仮説、一方はGMSの顧客は二つに分けられること、もう一つは食品目的と考えられる顧客は選択集合【sm, gms1, gms2】のべき乗則商圈解析に従うこと、が成立することを意味する。この結果を見たときは、クルーグマンの言葉を思い出し、高揚感を覚えた。

食品解析 イオン川口前川	80(%)	50(%)	30(%)	20(%)	15(%)	10(%)	7(%)	5(%)	2(%)	計	圏外
食品解析確率 帯別一般世帯 顧客数	3969	2124	1803	1728	1441	1386	765	1179	3268	17663	
カードデータ来 店3回以上顧客 数	5022	1155	1365	2118	1619	892	950	647	2997	16765	723

表 16.4 sm1000 m²以上としたときの 58 番店食品解析結果：確率帯別客数

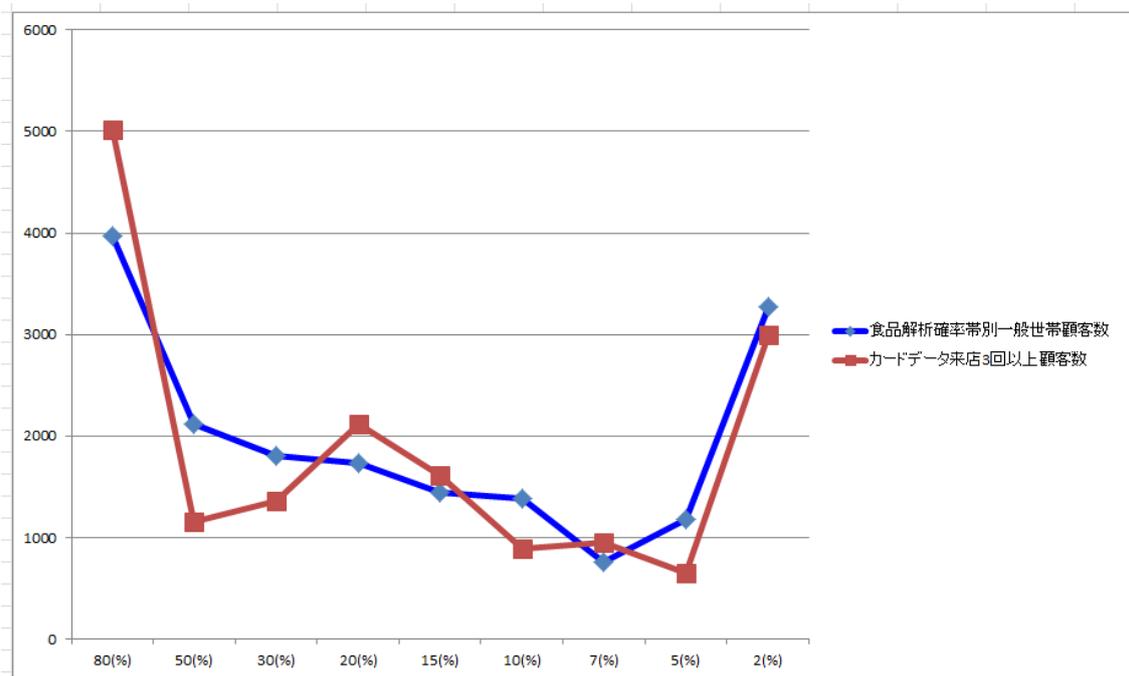


図 16.4 表 16.4 をグラフ化したもの.

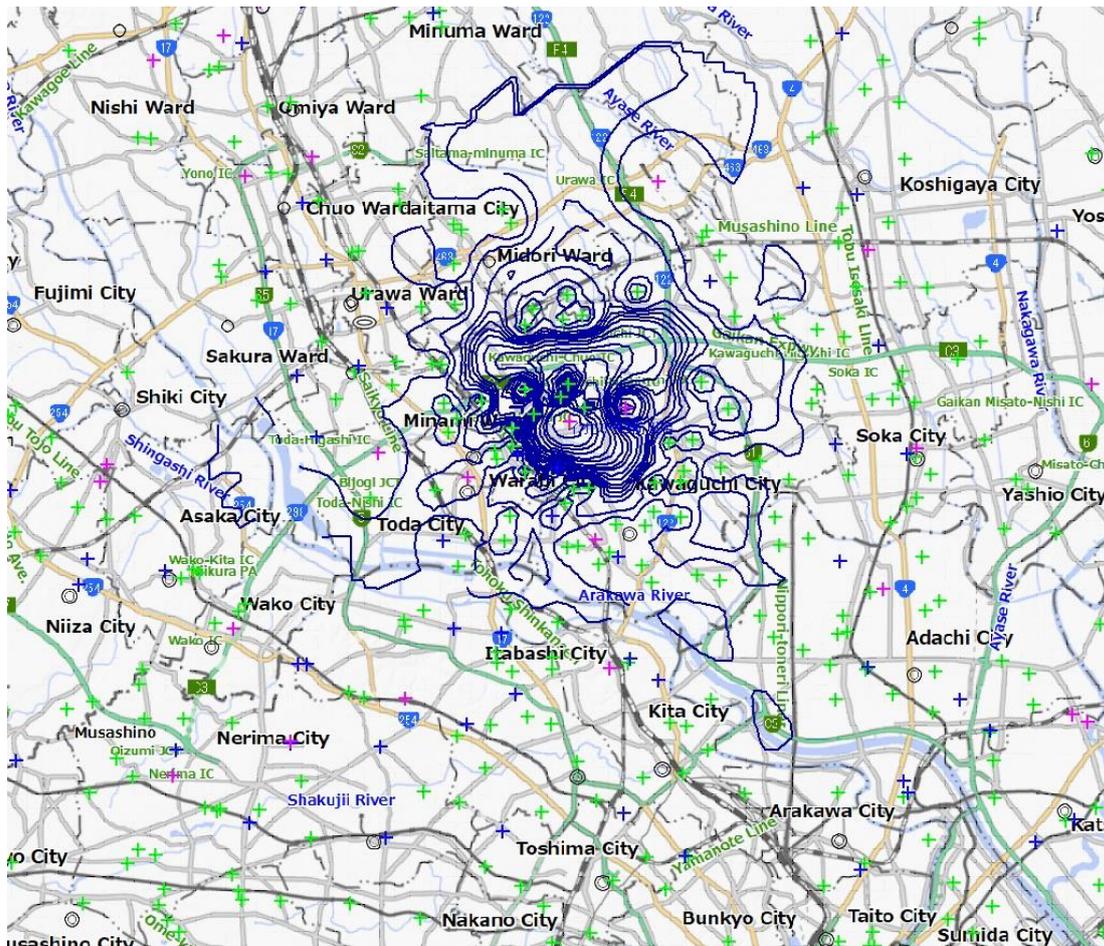
これをさらに一般化して、1000 m²以上の SM の新規立地予測解析は、この選択集合【sm, gms1, gms2】で行えると仮定してもよいであろう。というのは1000 m²というのは食品スーパーのちょうど業態平均になるからであり、800~1000 m²のスーパーを実際に見て比較してみると、800 m²の加工食品の品揃えはかなり苦しく、1000 m²で何とか使えるか、という印象となるのである。

この結論は、前拙著の食品解析から大きく前進したものとなっている。前著の混乱はGMSの客から来店1~2回の客を排除しなかったことによるものであり、また関数魅力度という間違っただ前提によるものであった。

◆ 58番店がGMSではなく、3000 m²のスーパーとしてSM密集地である現在の位置に立地したら顧客数と売上はどうなるか ◆

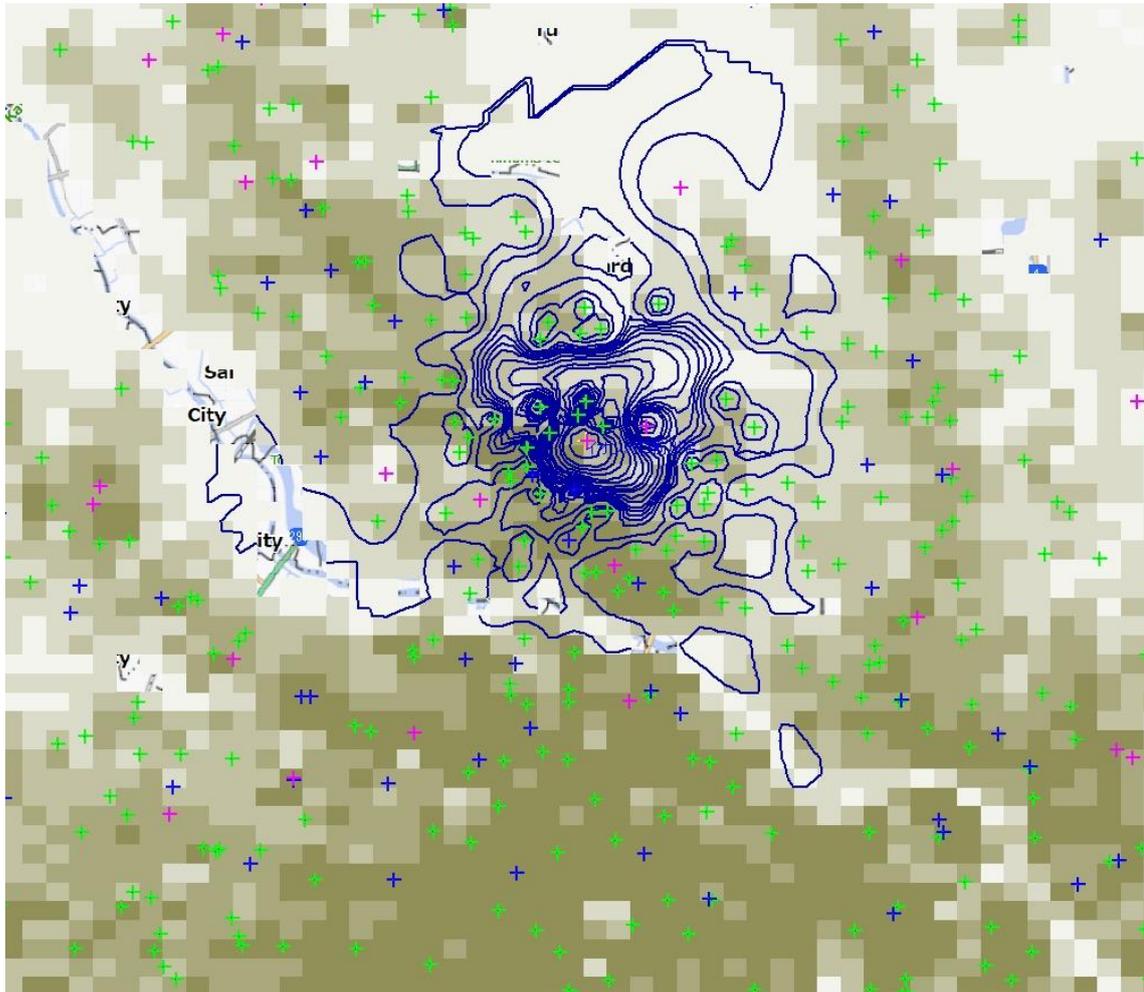
M_j=3000 m²、A_j=1.95（買回り品がないので大きくなる、これは平均的な値）とすると、顧客数は6000世帯となる。一方、C_j=0.25（これは2500~3000 m²クラスではよく見る数値）とすると年商15億円、GMSの場合は食品年商50億円だったから3.3倍になっていたことになる。

1 6.2 川口エリア食品商圈解析結果の商圈図事例:食品商圈の階層をなすべき乗分布, GMS と SM の寡占的空間競争, 小が大を浸食する仕方



地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

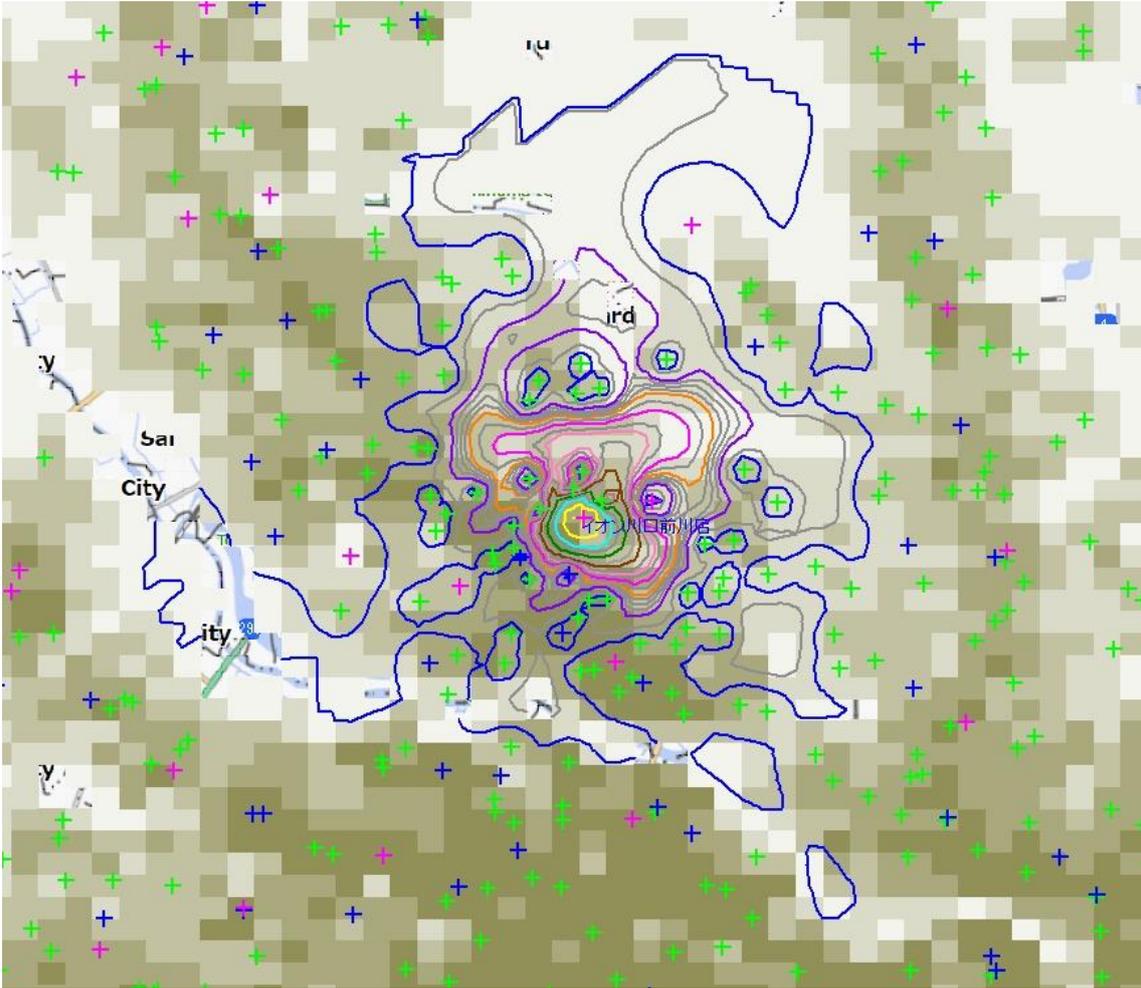
図 16.5 58 番店食品商圈のべき乗分布



地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

図 16.6 58 番店食品商圈のベキ乗分布（世帯密度図上で）

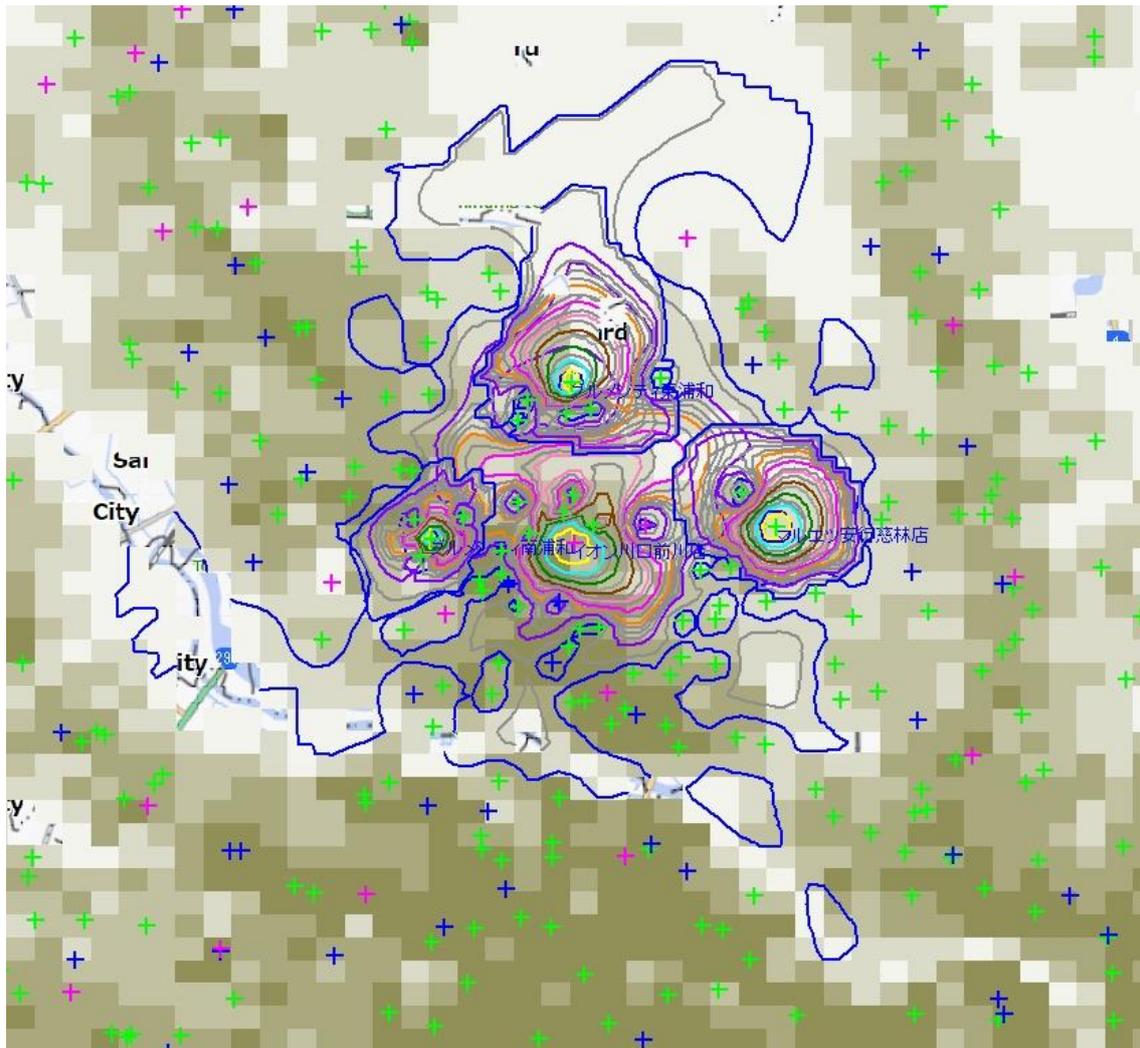
これらの商圈図（図 16.5～16.11）において、ピンク色十字は GMS2，青色十字は GMS1，明るい緑色は 1000 m²以上の SM である。コンターは 19 本すべてを表示している。このベキ乗分布は，レッシュ需要曲線の現代版とみることもできる。



地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

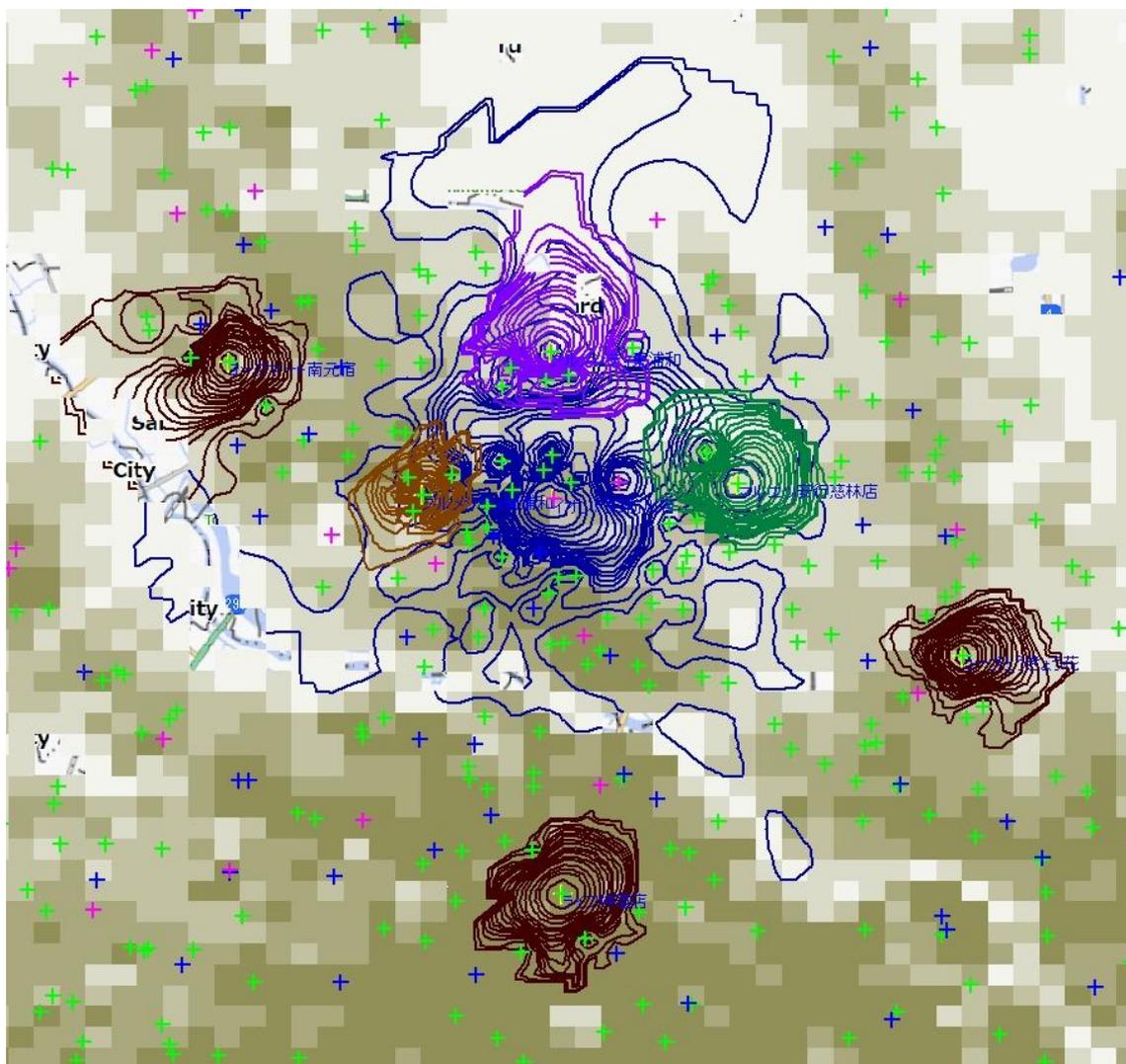
図 16.7 58 番店食品圏のべき乗分布に粗視化の色をつけたもの

上図は、粗視化の色分けに従って図 16.6 の食品圏のべき乗分布を描いたものである。



地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

図 16.8 58 番店周辺の 3 つの SM の商圈を事例として加えたもの



地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

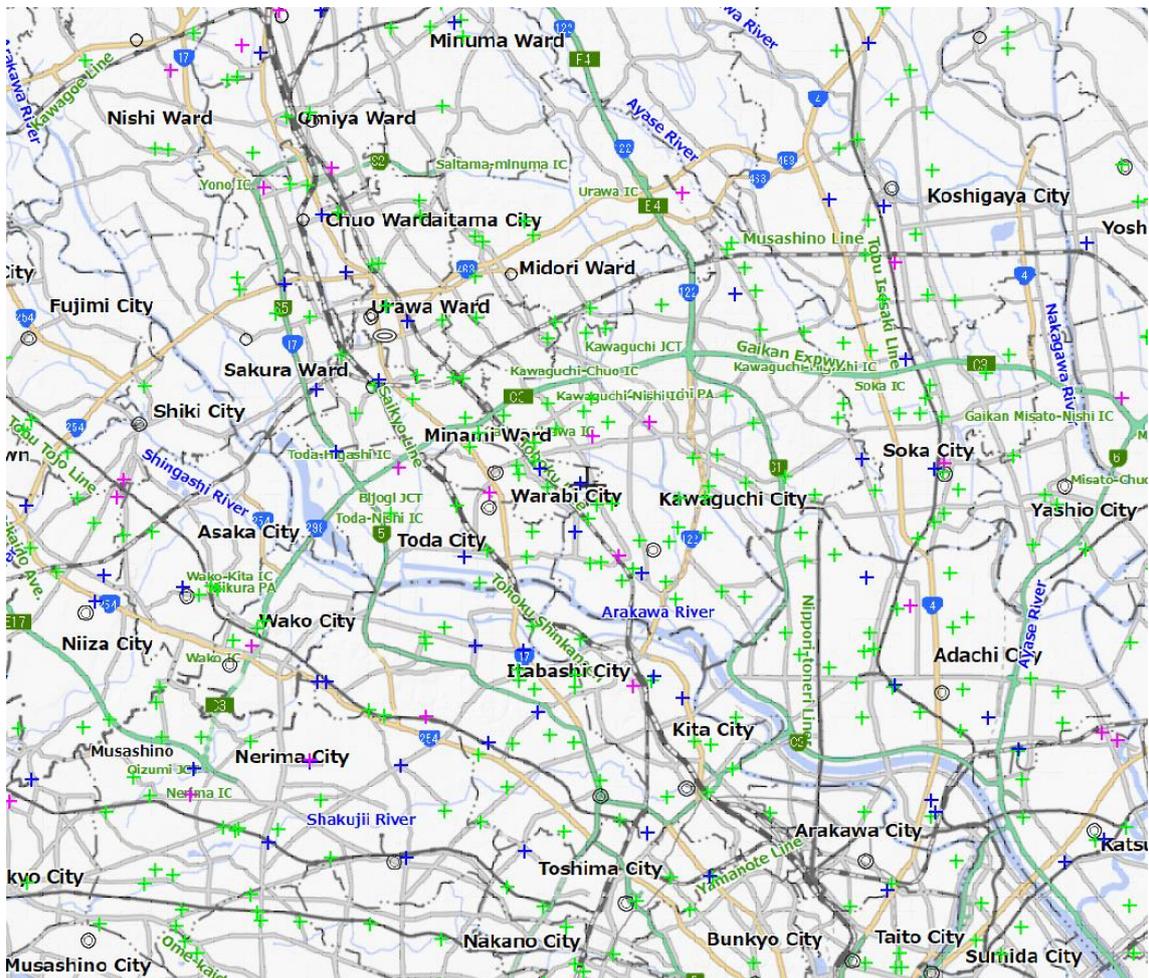
図 16.9 58 番店周辺の 6 つの SM の商圈を事例として加えたもの(店別色分け)

事例として 58 番店の西側，北側，東側の 3 つの SM とそれに東西南の 3 店を加えて空間べき分布を描いている。このような GMS と SM の商圈図は図中のピンクと青と明るい緑十字のすべての GMS と SM で描くことができる。べき分布はスケール不変なので，大商圈でも小商圈でも同じような山型となる(次節で論じるようにこれはフラクタルという概念には合致しない)。このような階層的商圈図は，クリスタラーの中心地の市場圏の階層的配置の現代版とみることもできる。また GMS 食品商圈が，SM の自店商圈内立地によって浸食される有様とみることもできる。べき乗則は，敵にも味方にもなる。立地競争でどのような SM と GMS がどのように生き残っていくか，

まだわかっていない。

新規参入の場合も、その近隣他店への影響も同様に計算でき、コンター商圈図を描くことができる。このようにして PLLTA によって、N. Kaldor 以来の課題の顧客争奪の寡占的競争の短期均衡を分析できる。

1 6.3 スーパーの出店余地（2007）について 1 次商圈図でみる

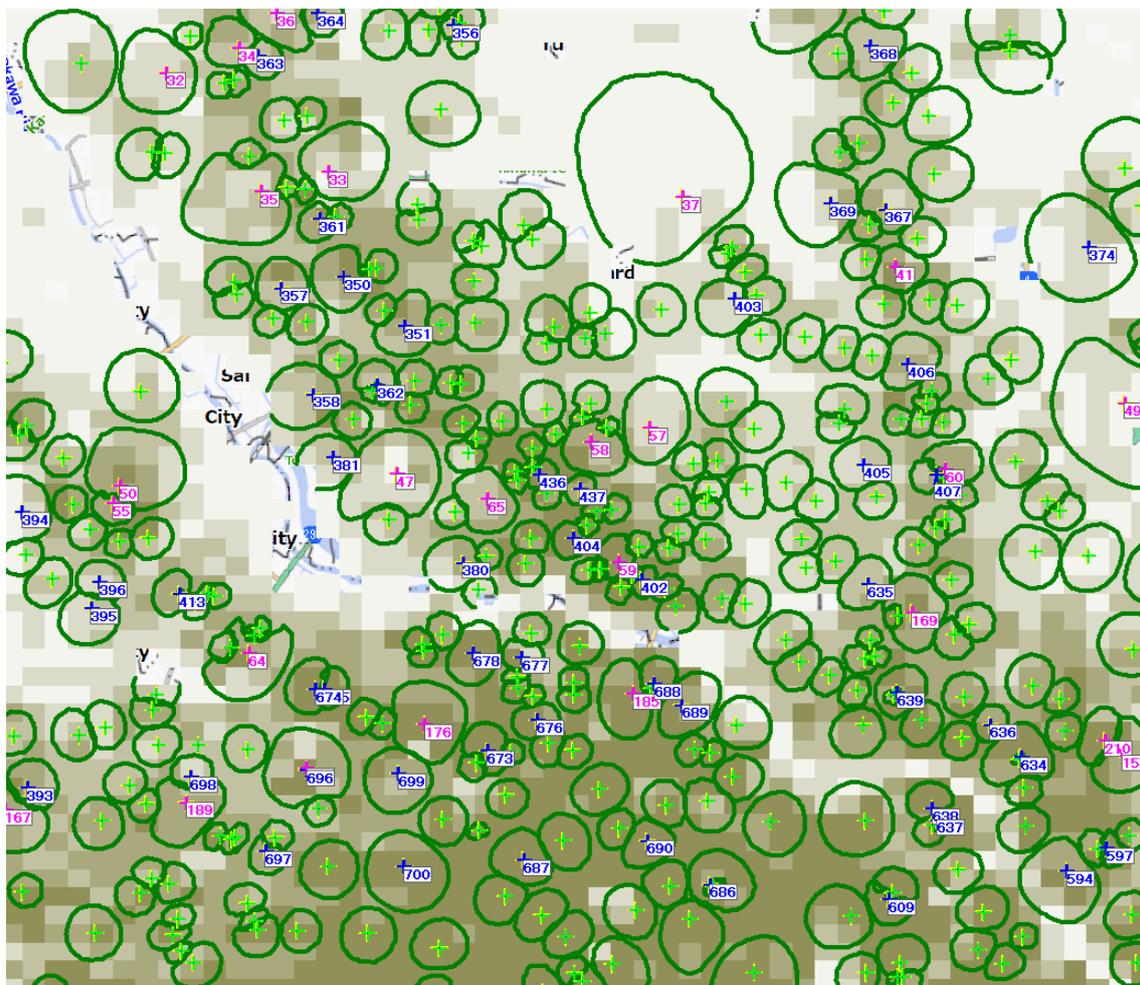


地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

図 16.10 2007 年における川口エリアにおける食品スーパーと GMS の展開（緑色：1000 m²~3999 m²の SM, 青色：gms1, ピンク色：gms2）

まず、鉄道線について言っておくと、北方で東から西に向かっているのが「武蔵野

線」, 南北に走っている線は東から西に順次「東武伊勢崎線」, 「日暮里・舎人ライナー」, 「京浜東北線&東北本線」, 「埼京線&東北新幹線」, 「東武東上線」, その南側に順次「東京メトロ副都心線」, 「西武豊島線」, 「西武池袋線」, 「西武新宿線」となっている。



地図出所 国土地理院地図 URL: <https://maps.gsi.go.jp/multil/index.html>

図 16.11 全店 1 次商圈図 (2007)

すでに述べたが, 1 次商圈とは 40%コンターラインの内側で, そこでは顧客率は 50%以上となる. その広がり, 商圈全体の大きさを示唆している. そして 1 次商圈はほとんど重なることはない.

スーパーがどこまで稠密に立地できるかは, 人口密度と既存店密度に依存する. 図 16.11 で基準となるのは gms2 の 58 番店の西の京浜東北線沿いのスーパーの稠密さである. 1 次商圈のこの稠密さでも生き残っていることを基準としてみると, 南東の足立

区，南方の荒川区，北区，板橋区，豊島区，練馬区などはゆるゆるで，まだ数多く立地できることが見て取れる．物件が少ないかもしれないし，あっても高い可能性はある．しかし店舗データベースをメンテナンスしておけば，物件が出てきたときに PLLTA によってすぐに商圈と顧客数を計算でき，投資判断が可能なのである．

広域集客力を有する GMS の立地可能性のある場所も郊外にいろいろとあることも見て取れる．人口の希薄さは必ずしも障害とはならない．これについてもすでに述べたとおりである．戦略的に物件を探す糸口にもなる．

16.4 べき乗則ロジット商圈はフラクタルではないことについて

(1) 粗視化とブラウン運動とべき乗則とフラクタル

図 16.12 は日本で最初にフラクタルに関して一般に紹介したといわれる高安秀樹氏の著作『フラクタル』1986 で粗視化とフラクタルの説明に用いられている図の引用である．

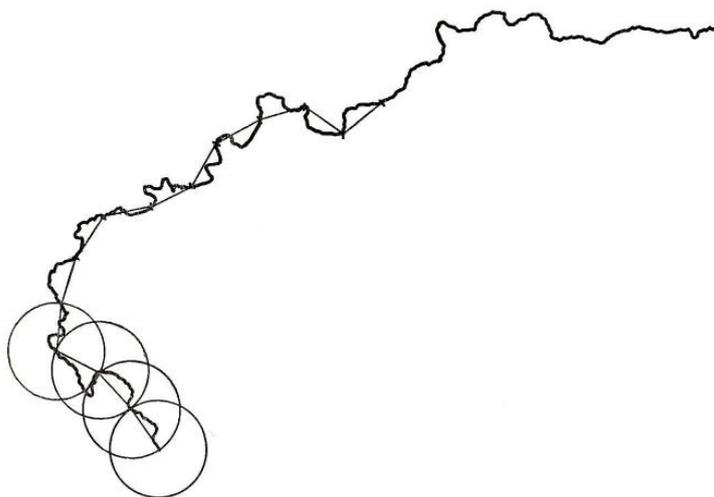


図 16.12 海岸線を折れ線で近似する（高安秀樹 1986 p.15 より引用）

この図は有限の海岸線を長さ r の直線で折れ線近似し海岸線の総長を計算するさまを表わしている．この複雑な海岸線を単純にする操作を「粗視化」と呼ぶ． r の長さは

粗視化の程度を表わす。容易にわかるように r を長くすると多くのディテールが隠れ、折れ線の全体は短くなる。 r を短くするとそれが現れ、全体は長くなる。

この粗視化された折れ線には特徴的な長さというものがない。特徴的な長さとは円の場合の半径、正方形の場合の1辺、などのことを言う。図形はその特徴的な長さで表現できる。この折れ線図形にはそれが無いから、言葉で表現できない。フラクタル図形とはこのような場合を指す。

フラクタルの一般的な定義は、

- ①「フラクタルとは、特徴的な長さを持たないような図形や構造、現象などの総称である。」高安 1986 p.5
- ②「特徴的な長さを持たない図形の大切な性質は、自己相似性である。自己相似性とは、考えている図形の一部を拡大して見ると、全体(あるいは、より大きな部分)と同じような形になっている、ということである。」高安 1986 p.3

と定義されている。

特徴的な長さを持つ図形の場合は、整数の次元、すなわち1次元、2次元、3次元などを持つ。フラクタルの場合もフラクタル次元が重要となる。図 16.12 の場合の次元を、高安氏に従って要約すると、概略次のようになる。

「海岸線を r の大きさの折れ線で近似するとき、必要な線分の総数を $N(r)$ とすると、その総長は、 $r N(r)$ となる。海岸線は直線であるとし、その長さを1とすると、 $r N(r) = 1$ である。 $N(r) \propto 1/r = r^{-1}$ と書ける。直線は1次元であり、 r の指数1がそれを表わしている。 r を小さくすると見えなかった構造が現れ、直線は折れ線となり、 $N(r)$ は大きくなる。そうすると r の指数は大きくなり、べき乗型の r^{-D} となることが予想される。このようにあらわされる場合、 D をフラクタル次元という。」

「特徴的な長さを持たない図形」の「フラクタル次元」を求める方法は、この「粗視化の度合いを変える」方法以外に、「測度の関係」、「相関関数」、「分布関数」、「スペ

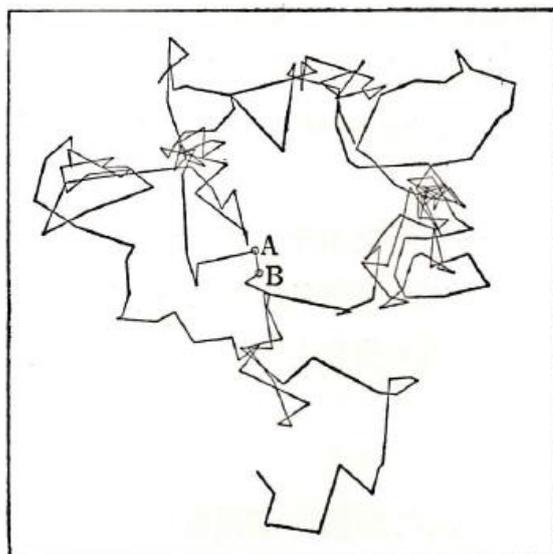
クトル」などを用いる方法があるということであるが、高安氏は、次のようないろいろな自然界の図形の例を挙げている。月のクレーターの大きさの分布、河川の枝分かれの形(ハックの法則)、地震(ゲーテンベルク・リヒターの法則)、肺や血管の構造、植物の枝葉の分岐構造、星の空間的分布、高分子構造、相転移における臨界点近傍のいろいろな物理量(比熱、密度、帯磁率、など)、乱流、分子スペクトル、など。人間社会系では、通信系のエラー、所得分布(パレート分布)、株価の変動、都市の大きさの分布(ジップの法則)、など。マーク・ブキャナン 2009 によれば、これらの多くはマンデルブロによって 1963 年から 1982 年にかけて発見されたものである。

粗視化の始まりはアインシュタインのブラウン運動の理論ではないであろうか。ブラウン運動とは、溶液中に浮かぶ直径 $1\mu\text{m}$ 程度の微粒子が示すゆらぎ運動のことである。このくらい小さいと、溶液が熱平衡にあるにもかかわらず、無数の溶液分子がこの微粒子に衝突する現象において力の働き方に方向差や時間差が生じて、位置 (x, t) が変化する (t は時間)。直径が数 $10\mu\text{m}$ なら表面積が大きいので静止しているように見えるが $1\mu\text{m}$ 程度なら動いて見えるだろうと、ブラウン運動に関して何も知らなかったアインシュタインは、イメージだけで見当をつけて理論を組み立てたことになる！これを直接、運動方程式で扱うこともできるが(ランジュバン方程式)、アインシュタインは統計分布の時間発展を記述する確率過程として数学的に導いた拡散方程式を用い、粒子の存在確率分布 $f(x, t)$ が x に関して正規分布になることを明らかにした。そうするとその平均 2 乗変位 σ^2 は時間 t に比例する結果となる(ここでは米沢富美子 1986 を参考にしている)。この統計的扱いは細部を隠すので一種の概念的方法的粗視化といえるだろう。

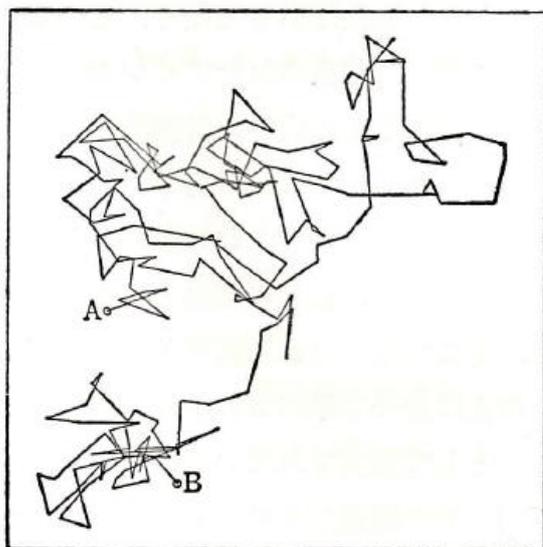
ブラウン運動を顕微鏡で観察して、 σ^2 が時間 t に比例することを見出せば、当時確証がなかった原子・分子の存在が証明されたことになる。これを実行したのがジャン・ペランで、その著書を見て「フラクタル」という概念を思いついたのがマンデルブロと言われている。米沢富美子氏の本には、下記 2 枚の佐藤文俊氏のブラウン運動の観察図が載っている。(a) の図はある時間間隔(例えば 60 分)ごとに位置を記した軌跡で、この図中の A-B の部分を時間間隔拡大して(1/150, たとえば 24 秒)記した軌跡が (b) である。

このような図を見てマンデルブロは「ブラウン運動の軌跡を次第に詳しく調べていくと、その長さは際限もなく増加する」ということを発見し、また「自己相似性」と

いうことを発見し、その後 20 年かけていろいろな分野を調べ、最終的に「フラクタル」という概念①、②にまとめたのだと思われる。



(a)



(b)

図 8-3 (a) ある時間間隔ごとに測定したブラウン粒子の位置を直線でむすんだ図
(b) 図(a)の中のA B間を、上述の1/150の時間間隔ごとに測定した点をむすんだ図 (実験：佐藤文俊)

(2) 商圈べき乗則はフラクタルではない

それでは商圈べき乗則はフラクタル図形であろうか？そうではないのである。その理由は、自己相似性という条件を満たさないからである。商圈コンターの一部を切り出しても、成田でみたようにコンターがマイクロのエリアで貫徹しているさまを見るだけである。そこに全体の商圈べき乗則の形、マイクロべき乗則が現れるわけではない。消費者の店舗選択行動は、選択確率帯ごとに粗視化されており、一つの帯の中のデータは、基本的に帯平均値の周りにガウス分布するだけなのである。そしてその変位のガウス分布は観測誤差に帰するのである。

一方、ブラウン運動の場合は根本に“ゆらぎ”があった。選択確率に観測誤差はあっても各帯の平均値の周りにガウス分布するだけなので、ミニ全体は現れないのである。

この商圈べき乗則は各店舗を頂点とするべき乗則であり、その背景にあるのは、消費者が各地点においてベルクソンの表象の対数法則に従って店舗を眺めているさまなのである。それがスケール不変性を生じている。商圈べき乗則は選択集合を構成する各店舗を頂点とするショートヘッドーロングテールというべき乗則の形なのである。これは似ており、その大小は店舗の売面の大小に準じるが、形は周辺店舗の配置と競争関係で変わってくるのである。

フラクタルと呼ばれるいろいろな分野の図形の成り立ちは、それぞれ研究されていると思われるが、おそらくその根底には、ブラウン運動に見られたような、マイクロにおけるなんらかの時間的もしくは空間的“ゆらぎ”が関わっており、それがフラクタルの条件を満たしているのだと思われる。

商圈べき乗則の背景には、情報エントロピーミニマムで表される消費者の“ゆらぎなき”意思決定があるのである。

したがって一般に、べき乗則イコールフラクタル、とは限らない。そして**商圈べき乗則は、フラクタルではないのである。**