

CSIS Discussion paper No.95

GIS を用いた建物敷地の接道判定方法に関する研究

Study on methods of judging adjacency of lots to roads by using GIS

薄井宏行\*<sup>1</sup> 浅見泰司\*<sup>2</sup>

Hiroyuki Usui, Yasushi Asami

\*1 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

Department of Urban Engineering, The University of Tokyo

\*2 東京大学空間情報科学研究センター

Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

Department of Urban Engineering, The University of Tokyo

7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, Japan

e-mail:usui@ua.t.u-tokyo.ac.jp

# GISを用いた建物敷地の接道判定方法に関する研究

## Study on Methods of Judging Adjacency of Lots to Roads by Using GIS

薄井 宏行\*・浅見 泰司\*\*  
Hiroyuki Usui\*, Yasushi Asami\*\*

According to Building Standards Law, lots have to be basically adjacent to a road whose width is equal to or more than 4 meters. Due to spatial data limitation, it is impossible to judge if a lot is adjacent to a road defined above by using Geographical Information Systems (GIS) in general. Meanwhile, there are many spatial data of buildings available. The principle, that each building is basically built on a lot, potentially enables us to judge indirectly if a lot is adjacent to a road. There are mainly two methods to do this: the method using buffer polygons and the method using Voronoi segmentations. The accuracy of these methods to judge adjacency of a lot to a road is examined and it is shown that the difference of the degree of accuracy between them is 2.6% and that the method using buffer polygons is the substitution for the method using Voronoi segmentation in terms of time-spending.

**Keywords:** Judging adjacency of lots to roads, buffer distance, quasi-polygon Voronoi segmentation, Geographical Information Systems (GIS)

敷地の接道判定, バッファ距離, 擬似面ポロノイ分割, 地理情報システム(GIS)

### 1. はじめに

#### 1.1. 背景と目的

建築基準法第43条によると、敷地は幅員4m以上の道路に2m以上接道していなければならない<sup>1)</sup>。少数の敷地の接道状況を把握するならば、地図を用いて目視によって把握することが可能である。ところが、東京23区に存在する全ての敷地の接道状況を把握する場合、敷地が多数存在するため目視で把握することは困難である。このため、GISの援用が必要である。GISを用いて敷地が接道しているかどうか判定する際に困ることは、敷地の空間データが容易に入手できないことである。このため、GISを用いて敷地が接道しているかどうかを判定することは困難である。一方で建物に関する空間データは存在する。また、一つの敷地には一棟の建物を建てるという「一敷地一建物の原則<sup>2)</sup>」が存在する。以降、敷地と建物が一対一対応すると仮定することによって、建物の形状を表すポリゴン(建物ポリゴン)から生成されるポロノイ領域を「擬似敷地」とし、擬似敷地が道路リンクから生成されるポロノイ領域と接することを「建物の敷地が接道する」と呼ぶ。このとき、建物と道路の位置関係から、建物の敷地が接道しているかどうかを判定することによって、実際の敷地が接道しているかどうかを近似的に把握することが可能ではないかと考えられる。

GISを用いて建物と道路の位置関係を判定する方法として、主に以下の二つを考えることができる<sup>1)</sup>。一つは、面ポロノイ分割を用いる方法であり、建物ポリゴンと道路リンクを母点とする面ポロノイ分割を行い、生成したポロノイ多角形の隣接関係から建物の敷地が接道しているかどうかを判定する方法である。もう一つは、バッファ領域を用いる方法であり、道路リンクを中心とするバッファ領域を生成し、バッファ領域と建物ポリゴンが重なるかどうかを

判定する方法である。

面ポロノイ分割を用いる方法の場合、高い精度で接道判定が可能であると期待される一方で、市販のGISアプリケーションを用いて面ポロノイ分割を行うことが不可能である。一方で、バッファ領域を用いる方法の場合、判定結果がバッファ距離の設定に依存する一方で、市販のGISアプリケーションを用いて容易に判定することが可能である。それぞれの方法には表1のように長所と短所が存在する。

そこで本研究では、建物の敷地が接道しているかどうかを判定することによって、実際の敷地が接道しているかどうかを近似的に把握する。バッファ領域を用いる手法における最適なバッファ距離を算出し、最適なバッファ距離を用いた場合の接道判定を行う。また、面ポロノイ分割の代わりに、面ポロノイ分割の近似である擬似面ポロノイ分割を用いた方法によって接道判定を行う。さらに、両者の接道判定の精度を検証し、バッファ領域を用いる方法が擬似面ポロノイ分割を用いる方法の代替的方法になりうるかどうかを検証する。

表1: 両者の手法の長所と短所

手法	長所	短所
面ポロノイ分割を用いる方法	判定精度が高い	手間を要する
バッファ領域を用いる方法	分析が容易	判定精度が劣る

#### 1.2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

敷地の接道判定方法に関する既往研究は存在しない。一方で、建物間の隣棟関係に関する既往研究として、阪田・寺木(2003)<sup>3)</sup>と寺木・阪田(2003)<sup>4)</sup>が存在する。阪田・寺木(2003)では、建物同士の隣接性を把握するために、多角形の辺を微小線分に分割し点ポロノイ分割を応用する面ポロノイ分割ツールを試作した。面ポロノイ分割ツールの問題点として、正確かつ実用時間内で面ポロノイ分割を行うた

\* 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 (The University of Tokyo)

\*\* 東京大学空間情報科学研究センター (The University of Tokyo)

めの適切な細線分化数を設定する理論が確立されていないことを挙げている。また、寺木・阪田(2003)では、建物ポリゴンの代表点を母点とする点ポロノイ分割と上記の面ポロノイ分割ツールを用いた場合の隣棟判定を比較検証した結果、建物が密集している市街地においては点ポロノイ分割が面ポロノイ分割の近似になっているとは言えないと結論づけている。

本研究は、手法的にはリンクとポリゴンの近接性判定方法という点において既往研究とは異なる特徴を有する。また、都市計画的には幅員4m未満の狭隘道路に面する建物の実態把握をGIS上で行うための手法の提案に資する。

## 2. バッファ領域を用いる場合の接道判定方法

バッファ領域を用いて接道判定を行う場合、道路リンクを中心とするバッファ距離の設定が問題となる。図1のように、バッファ距離が短すぎる場合、実際には接道しているにも拘らず、接道していないと判定するエラーが生じる(図1のア)。一方で、バッファ距離が長すぎる場合、実際には接道していないにも拘らず、接道していると判定するエラーが生じてしまう(図1のイ)。従って、両者のエラーを最小化するようなバッファ距離が存在すると予測される。本研究では、このようなバッファ距離を「道路幅員/2+道路境界線からの最適バッファ距離」で定義し、「最適なバッファ距離」と呼ぶことにする。本節では道路境界線からの最適バッファ距離を算出する方法と最適なバッファ距離を用いた場合の接道判定結果を示す。

使用した空間データは、道路データとして道路幅員の分類が詳細な昭文社のmapple10000デジタルデータ(shape版)、建物データとしてゼンリンのZ-map 東京都データ(shape版)<sup>(8)</sup>である。

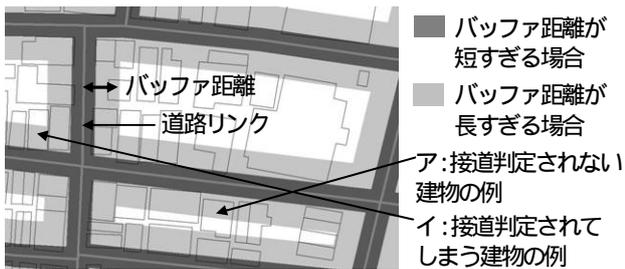


図1: バッファ距離の定義と距離設定による判定エラー例

### 2.1. 道路境界線からの最適バッファ距離の算出方法

最適なバッファ距離を算出するために、図2に示す各距離をGIS上で計測した。例えば建物1の場合、距離Aは道路境界線から建物壁面までの距離であり、距離Bは道路境界線から建物1の後背建物<sup>(2)</sup>の壁面までの距離である<sup>(3)</sup>。また、角敷地では建物3のように二方向接道する建物が存在する。このような場合、それぞれの前面道路に関して距離Aと距離Bを計測する。さらに、前面道路幅員を計測する。

距離の計測対象とした町丁目は、東京都文京区千駄木2丁目である<sup>(4)</sup>。当該町丁目において計測対象となった建物棟数は877棟であり、うち二方向以上に接道する建物棟数は

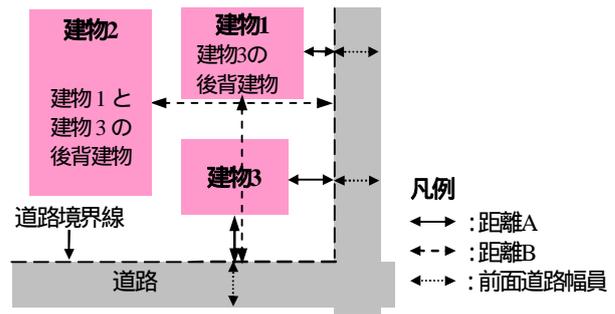


図2: GIS上で計測した距離

319棟である。このため、計測した距離A、距離B、前面道路幅員データの組合せ総数は1196通りである。取得したデータの組合せを前面道路幅員の階級ごとに分け、このうち度数が比較的高い(a)1m以上2m未満(N=203)、(b)2m以上3m未満(N=277)、(c)3m以上4m未満(N=373)、(d)4m以上5m未満(N=194)の場合を対象に分析を行った。

表2は前面道路幅員の階級が(a)~(d)それぞれの場合における距離Aと距離Bの基本統計量であり、図3は距離Aと距離Bの度数分布図である。

表2: 前面道路幅員別の距離Aと距離Bの基本統計量

	距離A				距離B			
	前面道路幅員階級				前面道路幅員階級			
	a	b	c	d	a	b	c	d
サンプル数(N)	203	276	374	194	203	276	374	194
平均	1.1	1.65	1.83	2.06	9.82	11.8	13.7	13.7
中央値	0.8	1.05	1.1	1	8.5	10.2	11.3	11.8
最頻値	0.5	1	0.8	0.8	7.3	8.5	10	8.5
標準偏差	1.18	2.37	2.62	3.07	5.23	5.81	8.87	8.18
分散	1.39	5.59	6.85	9.43	27.3	33.7	78.6	66.9
尖度	21.4	17.8	31.7	8.63	6.63	4.27	21.1	10.2
歪度	4.01	3.96	4.82	2.95	2.22	1.83	3.7	2.55
範囲	9.4	16.9	27.3	17.4	30.3	38.5	85.9	62.4
最小	0	0	0	0	2.9	3.3	2.6	2.2
最大	9.4	16.9	27.3	17.4	33.2	41.8	88.5	64.6

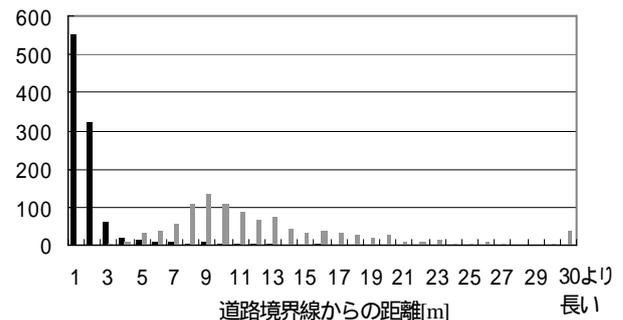


図3: 距離Aと距離Bの度数分布(距離A: 黒色, 距離B: 灰色)

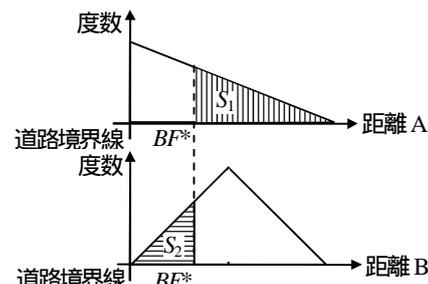


図4: 距離Aと距離Bの度数分布概形(距離A: 上, 距離B: 下)

距離Aの度数分布の特徴は、距離の増加に伴って単調減少していることである。また距離Bの度数分布の特徴は、概ね山形の分布をしていることである。従って、距離Aと距離Bの度数分布の概形は図4のようになる。図4上の縦縞部分は、任意のバッファ距離に対して実際には接道しているにも拘らず接道していないと判定するエラー総数 $S_1$ であり、図4下の横縞部分は実際には接道していないにも拘らず接道すると判定するエラー総数 $S_2$ を表す。図4から、バッファ距離が増加するに伴って $S_1$ は減少する一方で $S_2$ は増加することがわかる。従って、判定エラー総数 $S_1$ と $S_2$ の和が最小となる「道路境界線からの最適バッファ距離 $BF^*$ 」が存在する。

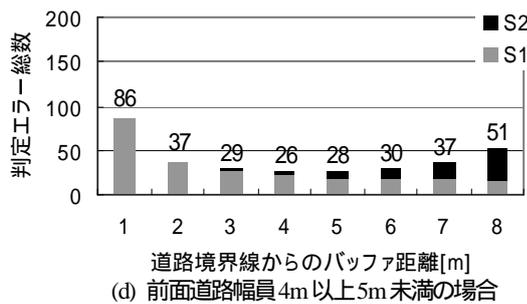
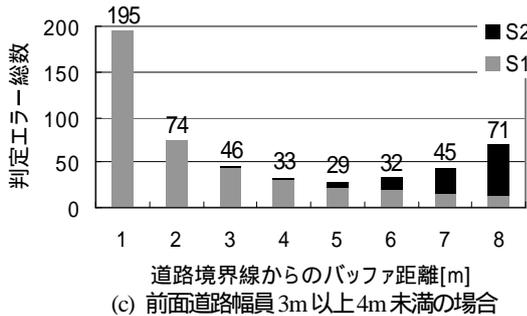
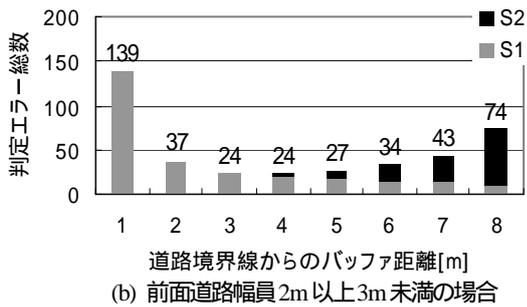
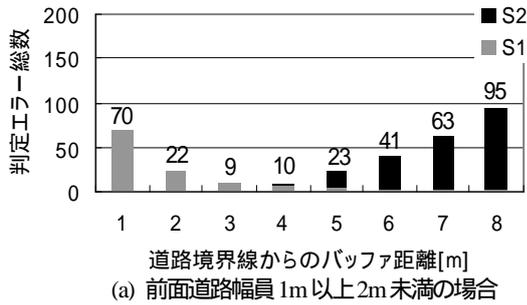


図5：道路境界線からのバッファ距離と判定エラー総数

## 2.2. 道路幅員階級別の道路境界線からの最適バッファ距離

2.1. で述べた方法によって前面道路幅員の階級別に道路境界線からの最適バッファ距離を算出する。図5は、前面道路幅員の階級別に道路境界線からのバッファ距離を横軸とした場合の判定エラー総数に関するヒストグラムである。図5から、判定エラー総数が最小となるような道路境界線からの最適バッファ距離は、(a)の場合3m、(b)の場合3mまたは4m、(c)の場合5m、(d)の場合4mであることがわかる。道路境界線からの最適バッファ距離を用いた場合における前面道路幅員階級別判定エラー総数の割合は、表3の通りである。また、図5の(a)、(b)、(c)、(d)の積み上げグラフを描くと図6のようになる。図6から、道路境界線からのバッファ距離が4mのとき、判定エラー総数の最小値は93である。従って、道路境界線からの最適バッファ距離は4mである。

表3：前面道路幅員階級別判定エラー総数割合

	前面道路幅員階級			
	a	b	c	d
判定エラー総数( $S_1+S_2$ )	9	24	29	26
サンプル数(N)	203	277	373	194
判定エラー割合[%] $((S_1+S_2)/N*100)$	4.4	8.6	7.7	13.4

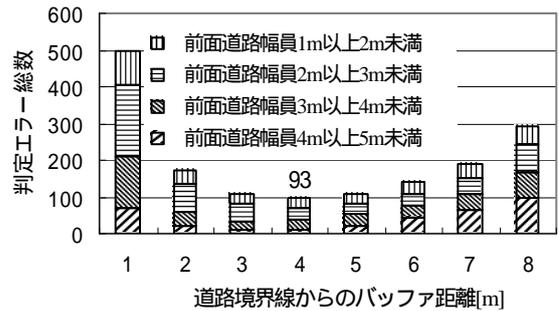


図6：判定エラー総数の積み上げグラフ

## 2.3. バッファ領域を用いた場合の接道判定結果

東京都文京区千駄木2丁目を対象に、道路境界線からのバッファ距離を4mと設定した場合の接道判定を行う。接道判定フローを図7に示す。接道判定結果は図8のようになる。薄い灰色の建物ポリゴンは幅員4m未満道路に接道する建物を表し、濃い灰色の建物ポリゴンは幅員4m未満道路にのみ接道する建物である。

### 判定フロー

- 道路リンクを中心に、幅が「道路幅員2+道路境界線からの最適バッファ距離[m]」のバッファを生成する
  - 幅員が4m未満の属性を持つリンクを中心とするバッファを「路地バッファ」とする
  - 幅員が4m以上の属性を持つリンクを中心とするバッファを「道路バッファ」とする
- 「路地バッファ」と重なる建物ポリゴンを空間検索し、当該ポリゴン総数を数え、「4m未満接道建物棟数」とする
- 「道路バッファ」と重なる建物ポリゴンのうち「道路バッファ」と重なる建物ポリゴンを選択から除き、当該ポリゴン総数を数え、「4m未満のみ接道建物棟数」とする

図7：バッファ領域を用いる場合の接道判定フロー

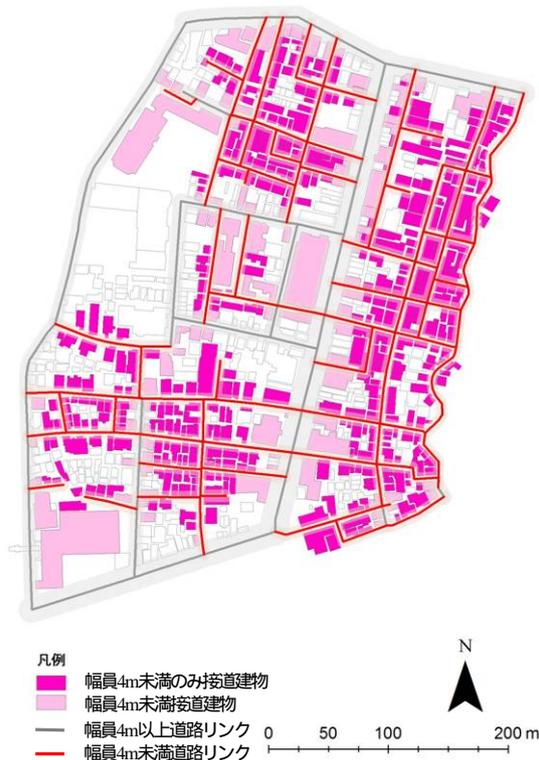


図8：バッファ領域を用いた場合の接道判定結果

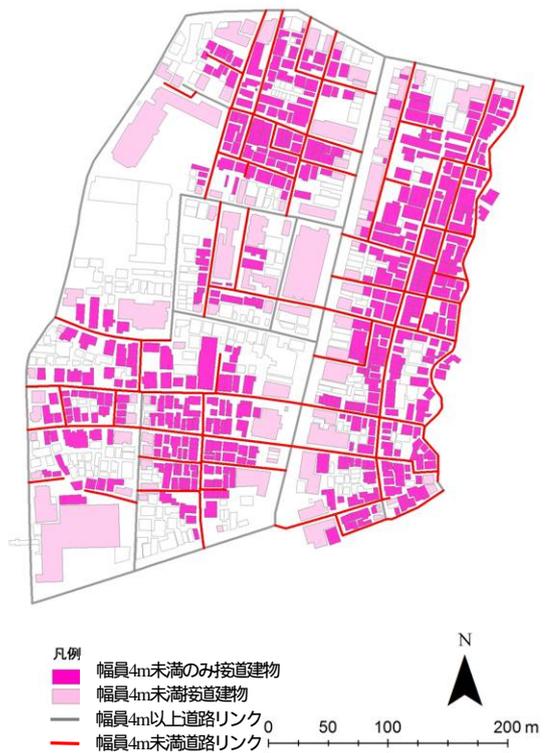


図9：擬似面ポロノイ分割を用いた場合の接道判定結果

### 3. 擬似面ポロノイ分割を用いる場合の接道判定方法

本節では、建物ポリゴンと道路リンクに関する擬似面ポロノイ分割を行う方法と擬似面ポロノイ分割を用いた場合の接道判定結果を示す。使用したアプリケーションは、米国ESRI社のArcGISである。

#### 3.1. 擬似面ポロノイ分割方法

第1節で既述したように、市販のGISアプリケーションでは面ポロノイ分割を行うことが不可能である。そこで本研究では、面ポロノイ分割の近似である擬似面ポロノイ分割を行うことにする。擬似面ポロノイ分割とは、多角形の辺を充分多くの点で近似し、充分多くの点を母点とする点ポロノイ分割である。分割結果として充分多くの点ポロノイ多角形が生成される。同一建物ポリゴンの辺から生成された母点をもつポロノイ多角形をマージすることによって、擬似面ポロノイ多角形を生成することが可能である。図13に擬似面ポロノイ分割の例を示す。

擬似面ポロノイ分割の問題点は、多角形の辺を点で近似する際の適切な点の総数が明らかにされていないことである。阪田・寺木(2003)<sup>3)</sup>が指摘するように、点の総数と分析時間の間にはトレードオフの関係が存在する。つまり、点の総数を増加すれば分割精度が高まる一方で、分析時間が増加する。本研究では、道路リンクや建物ポリゴンの辺を充分な数の微小線分に分割し、微小線分の端点と中点上に点を生成することによって、道路リンクや建物ポリゴンの辺を点に変換する点近似を行った。適切な点の総数を設定する方法は今後の課題である。

### 3.2. 擬似面ポロノイ分割を用いた接道判定方法と結果

接道判定フローを図10に示す。

#### 判定フロー

1. 道路リンクと重なるポロノイ領域を空間検索
  - ・幅員4m未満の道路リンクと幅員4m以上の道路リンクそれぞれに関して検索
  - ・前者を「幅員4m未満面ポロノイ領域」、後者を「幅員4m以上面ポロノイ領域」とする
  - ・残りの点ポロノイ多角形の集合を「擬似敷地」とする
2. 「幅員4m未満面ポロノイ領域」と接する「擬似敷地」を空間検索
  - ・「4m未満接道擬似敷地」とする
3. 「4m未満接道擬似敷地」と重なる建物ポリゴンを空間検索
  - ・「4m未満接道建物ポリゴン」とし、当該ポリゴンの総数を数える
4. 「4m未満接道擬似敷地」のうち、「幅員4m以上面ポロノイ領域」と接するものを選択から除き、「4m未満のみ接道擬似敷地」とする
5. 「4m未満のみ接道擬似敷地」と重なる建物ポリゴンを空間検索
  - ・「4m未満のみ接道建物ポリゴン」とし、当該ポリゴンの総数を数える

図10：擬似ポロノイ分割を用いる場合の接道判定フロー  
接道判定結果は図9のようになる。

### 4. 接道判定の精度比較と分析に要する時間

#### 4.1. 接道判定精度比較

図11は、判定方法によって接道判定される建物ポリゴンの違いを示したものである。灰色の建物ポリゴンは、バッファ領域を用いた方法によってのみ幅員4m未満道路にのみ接道すると判定された建物である。一方で黒色の建物ポリゴンは、擬似面ポロノイ分割を用いた方法によってのみ幅員4m未満道路にのみ接道すると判定された建物である。

バッファ領域を用いた方法によってのみ幅員4m未満道路にのみ接道すると判定された8棟の建物のうち、図11において灰色の鎖線丸で囲んだ6棟は2方向接道する建物であり、実際には幅員4m以上の道路に接道する。灰色の実線丸で囲んだ2棟は旗竿建物であることがわかる。図12において黒色で示した建物はその例である。特に後者の2棟は、擬似面ポロノイ分割を用いた方法によって幅員4m未満道路にのみ接道すると判定されなかった建物である。従って、擬似面ポロノイ分割を用いた方法がバッファ領域を用いた方法よりも精度が高いとは必ずしも言えないことがわかる。

擬似面ポロノイ分割を用いた方法によってのみ幅員4m未満道路にのみ接道すると判定された23棟のうち、図11において黒丸で囲んだ1棟は、2方向接道のうち一方が広幅員道路に接道する建物である。一方で他の建物は旗竿建物やセットバックした建物であることがわかる。

判定方法による幅員4m未満道路のみ接道建物の割合の違いを示したのが表4である。

表4：判定方法による幅員4m未満接道建物の割合の違い

	擬似面ポロノイ分割		バッファ	
	棟数	割合[%]	棟数	割合[%]
4m未満接道建物棟数	650	69.9	634	68.2
4m未満のみ接道建物棟数	554	59.6	530	57
建物棟数	929	100	929	100

表4から、判定方法の違いによる幅員4m未満の道路に接道する建物棟数割合の差は1.7%であり、幅員4m未満の道路にのみ接道する建物棟数割合の差は2.6%であることがわかる。実際には、幅員4m未満の道路に接道する建物棟数の割合が80.6%、幅員4m未満の道路にのみ接道する建物棟数の割合が64.9%であることから、擬似面ポロノイ分割を用いる方法にしてもバッファ領域を用いる方法にしても、実際の割合よりも過少推定する傾向にある<sup>5)</sup>。本研究で使用した道路リンクデータが実際の道路を全て反映したものではないため<sup>6)</sup>、約10%の建物は未接道判定されている。このため、実際の割合との差が約10%生じてしまうのである。

#### 4.2. 分析に要する時間と手間

両手法において分析に要する時間と手間を比較する。擬似ポロノイ分割領域を用いる方法の場合、ポリゴンの辺を点近似するのに約72分要し、生成した点を母点とするポロノイ分割を行うのに51秒要した<sup>7)</sup>。従って、接道判定を行うための事前分析を行うのに約73分要する。一方で、バッファ領域を用いる方法の場合、コードで与えられている道路幅員を数値化するのに約10分要する。空間的位置関係に基づいて接道判定するのに要する時間は、両者の手法においてほぼ同じである。従って、接道判定に要する時間と手間

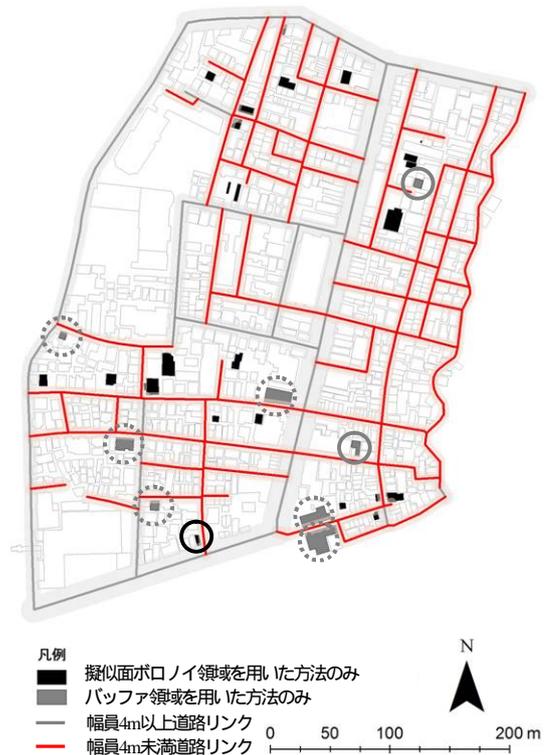


図11：判定方法による接道判定の違い



図12：擬似ポロノイ分割を用いた方法で判定できない建物

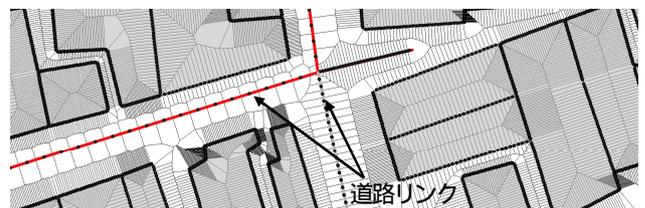


図13：擬似面ポロノイ分割の例

という観点から両者の方法を比較すれば、バッファ領域を用いる方法のほうが容易であると判断することができる。

従って、精度比較の結果と分析の手間を勘案すれば、バッファ領域を用いる接道判定方法は、擬似面ポロノイ分割を用いる接道判定方法の代替的方法として十分通用すると判断することが可能である。

## 5. まとめと今後の課題

本研究では、建物の敷地の接道判定方法として擬似面ポロノイ領域を用いる方法とバッファ領域を用いる方法に着目し、東京都文京区千駄木2丁目を対象に両者の判定精度を検証した。その結果、道路境界線からの最適バッファ距離は4mであることが明らかとなった。道路境界線からの最適バッファ距離の下でのバッファ領域を用いた接道判定方法と擬似面ポロノイ分割を用いた接道判定方法の精度比較を行った結果、後者は前者よりも必ずしも精度が高いとは判断できず、両者の精度の差は2.6%であることが明らかとなった。従って、道路データの精度と分析に要する手間と時間を考慮すれば、バッファ領域を用いた接道判定方法は擬似ポロノイ分割を用いた接道判定方法の代替的方法として十分通用するという結論を得た。

今後の課題は二つ存在する。一つは、千駄木2丁目を対象にして得られた道路境界線からの最適バッファ距離の一般性を検証することである。4mという数値は、任意の町丁目に対して適用可能であるかどうか定かでない。Asami and Ohtaki(2000)<sup>5)</sup>によると、敷地奥行が増加するに伴って、建物はセットバックして建てられる傾向にある。従って、敷地奥行の平均が長い町丁目ほど、最適なバッファ距離は長くなり、両者の間に比例関係が存在する可能性がある。千駄木2丁目の場合、平均敷地面積(グロス)は63.4m<sup>2</sup>である。いま、正方形敷地を仮定すれば、敷地の奥行は約12.5mとなる。ここで、道路境界線からの最適バッファ距離と正方形敷地の奥行との間に比例関係が存在すると仮定すれば、比例定数は0.32となる。道路境界線からの最適バッファ距離として4mという数値が一般性をもつのか、あるいは正方形敷地の奥行平均に比例するのか検証したい。もう一つの課題は、擬似面ポロノイ分割を行う際にポリゴンの辺を点近似する過程で、適切な点の総数を設定する方法を明らかにすることである。

### 補注

- (1). 隣接性を判定する一般的な方法はポロノイ分割である。ところが、面ポロノイ分割を行う機能はESRI社のArcGISに実装されていない。ポロノイ分割を用いて隣接性を判定する代替的な方法で、かつ市販のGISに実装されている機能を用いて簡便に判定可能な実用的方法は、バッファ領域を用いる方法であると判断した。
- (2). 任意の建物に対して、前面道路と反対側に存在する建物を後背建物と定義する。
- (3). 道路境界線と建物壁面が平行でない場合、距離Aは建物壁面線の midpoint から道路境界線に下ろした垂線の長さとして定義する。同様に、距離Bは後背建物の壁面線の midpoint から道路境界線に下ろした垂線の長さとして定義する。
- (4). 千駄木2丁目を対象とした理由は、様々な幅員をもつ道路が存在し、建物の配置に多様性があるからである。
- (5). 実際の割合よりも過少推定する原因は、建物ポリゴンのデータと道路リンクデータの作成元が異なることである。

る。2節において図2に示す各距離を計測した際、道路境界線としてゼンリンのZ-mapに含まれる道路境界線を用いた。一方で、道路リンクデータは昭文社のmapple10000デジタルデータである。補注(6)より、実際の道路総延長の86%が昭文社のmapple10000に含まれる道路リンクデータに反映され、残りの14%は反映されない。これは、作成元が異なることによるデータの精度の違いの問題である。従って、道路境界線からのバッファ距離を変化させることによって過少推定の問題を解決することは不可能である。

- (6). 千駄木2丁目の場合、実際の道路総延長は7569m、道路リンクの総延長は6515mであり、実際の道路総延長に対する道路リンクの総延長の割合は86%である。実際の道路のうち、道路リンクデータに反映されていない道路の幅員は全て4m未満である。
- (7). Dell Vostro 1000 AMD Athlon(tm) 64 × 2 Dual-Core Processor TK-53 1.70 GHz, 896 MB RAMの計算機環境で実行した場合の時間である。
- (8). 本研究で使用した「ゼンリンのZ-map 東京都データ(shape版)」は、東京大学空間情報科学研究センターとの共同研究(共同研究番号:173)の一環で使用させて頂いた。ここに記し謝意を表する。

### 謝辞

本論文を書くに当たり、東京大学都市工学専攻住宅・都市解析研究室の岡部篤行教授と貞広幸雄准教授をはじめ研究室の方々から有益なアドバイスを頂いた。また、東京大学空間情報科学研究センターの高橋昭子特任助教にはGISの技術面で有益なアドバイスを頂いた。ここに記し謝意を表する。

### 参考文献

1. 柳沢厚・山島哲夫編(2005),「まちづくりのための建築基準法 集団規定の運用と解釈」,pp.38,学芸出版社。
2. 柳沢厚・山島哲夫編(2005),「まちづくりのための建築基準法 集団規定の運用と解釈」,pp.73,学芸出版社。
3. 阪田知彦・寺木章浩(2003),「GIS建物データに対するポロノイ分割ツールの試作」,地理情報システム学会講演論文集,12, pp.79-84。
4. 寺木章浩・阪田知彦(2003),「ポロノイ分割による隣棟の判定」,地理情報システム学会講演論文集,12, pp.89-92。
5. Asami Yasushi and Ohtaki Tamiki(2000),「Prediction of the shape of detached houses on residential lots」, Environment and Planning B: Planning and Design, 27, pp.283-295。