【29】

氏　名（本　籍）	栗田(くりた)　治(おさむ)（広島県）
学位の種類	学　術　博　士
学位記番号	博　甲　第　613　号
学位授与年月日	平成元年３月25日
学位授与の要件	学位規則第５条第１項該当
審査研究科	社会工学研究科
学位論文題目	**領域間平均距離の近似理論と都市分布への応用**

主　査	筑波大学教授	工学博士	黒川　洸
副　査	筑波大学教授	工学博士	谷村秀彦
副　査	筑波大学教授	工学博士	藤重　悟
副　査	筑波大学助教授	工学博士	小泉允圀
副　査	筑波大学助教授	工学博士	腰塚武志

論　文　の　要　旨

都市計画や施設配置計画を定量的に議論しようとすると，平面に分布する点（人や施設）にかかわる２点間距離の平均値がしばしば問題となる。

本論文は都市活動の分析を行なう上で重要なこの“２つの領域の間の平均距離”を主題とし，まず理論的な枠組みを整理した上で，簡便法として Vaughan 平均距離近似式を現実の領域で数値的に評価し，著者が導いた平均距離近似の理論さらには平均距離近似式の具体的な応用例を論じている。

なお領域間平均距離を本論文では領域Ａ内で一様に分布する点から領域Ｂ内で一様に分布する点までの平均距離とし，この真の値と領域ＡとＢの重心間距離 h との相違（偏差）が議論されている。論文は全部で８章からなり，１～４章が理論的な部分，５～８章が（近似理論の）都市分析への応用に関する話題である。

領域間の平均距離を厳密に式の形で導出することは領域の形が円や長方法の場合は可能であり，過去種々の研究が行なわれている。まず１章ではこれらの既存研究が網羅的に整理されている。平均距離の最も簡単な近似として，２つの領域の重心間の距離が用いられることが多いが，２章では式の形で平均距離が導出されているケースについて，重心間距離のもつ真値からの偏差が定性的・定量的に詳述されている。結果をみると，重心間距離は平均距離の良い近似とは言えない場合があることがわかった。

このように重心間距離が偏差を持つにもかかわらず，平均距離のより良い近似式を得ようという研究は殆どなく，この種の近似理論を展開したのは唯一 R. Vaughan の1984年の研究で，Legendre

多項式の母関数を利用して平均距離近似式が導かれている。しかしながら，Vaughan がこの平均距離近似式の精度を現実の都市内領域について検証していないためか，この近似式が現実に利用された例は皆無である。そこで３章では Vaughan の近似法を紹介するとともに，その精度を具体的な都市内領域に関して（東京23区のデータを作成・利用した）検証した。この精度の検証のためには２つの多角形領域の間の平均距離を厳密に計算しなくてはならないが，著者はこの計算を２次元の周回積分に帰着させることにより，数値積分によって算出した。結果を見ると，Vaughan の近似法における最も簡単な近似式，すなわち平均距離を重心間距離 h を用いて h ＋c/h（ただし c は領域の形状に依存する量）と表わす式，の精度が極めて良く，これが都市分析に役立つことが初めて明らかにされた。

ところで，Vaughan の近似式は実は，２つの領域が重なり合う場合は精度が悪くなるという大きな制約がある。そこで，著者は４章において領域を円盤に限った上で，この制約を緩和する近似理論を展開している。まず円盤が別の円盤を完全に含む場合の円盤間平均距離近似式の導出法が述べられ，つぎに円盤間の平均距離にある種の微分演算を加え，２つの円周間の平均距離近似式が導かれている。

５章では１章で述べられた“固定点から円盤への平均距離”を用いて，都市内施設への平均距離を高精度で近似する方法が述べられている。現実例として大宮市を取り上げ，大宮市レベルの単一施設（市役所など）への平均距離をこの方法を用いて論じている。

６章では，都市の分野で最も典型的な数理計画問題の１つである Weber 問題が取り上げられ，この問題の内在する“data aggregation problem”の解決法が探られている。まず需要が各々均一に分布するような複数の領域を与え，単一施設の Weber 問題が定式化される。この問題を厳密に解くには複雑な数値計算が必要であり，従来は領域に代表点を設ける簡便法がよく用いられていた。しかし従来法の目的関係はこれまでみてきたように偏差を持つ。そこで代表点法の偏差を定量的に議論するためには著者は真の値を厳密に解く数値計算法を考察する一方，各領域を円盤で置き換えた上で円盤平均距離近似式を用いた近似方法を開発した。結果は著者の近似方法が真の値に近いことが明らかにされた。

７章では，都市内においてアクティビティーが均一に分布するような領域からの等平均距離線（領域からの平均距離が一定であるような軌跡）の作成法が述べられている。Vaughan 近似式を用いれば，領域の周上付近ならびに外部における等平均距離線が２次方程式を解くという非常に簡単な手続きで精度良く作成できることが明らかにされた。

最後の８章では４章の“円周間の平均距離近似式”を応用して，２つの円盤の各々で点が Clark 型分布（放射対称な指数型分布）に従っているときの領域間平均距離近似式が導出される。これは領域内の密度が一様でない場合への拡張例の一つである。

審　査　の　要　旨

従来の研究や作業では，この論文でいう平均距離のかわりに，領域ごとに１つの代表点を定め，これら代表点間の距離が用いられてきた。従来の方法でもあまり具合の悪いことは起こらないと考えられてきたわけだが，この方法がどの程度の精度を持ち，どのようなとき不都合が生ずるかといった根本的問題に関して，従来の研究にはほとんど見るべきものがなかった。

本論文の最も重要な貢献は，一様分布を想定した限られた場合ではあるが，この点に関して厳密に議論し，(1) ２つの領域が隣接する場合には誤差の上で問題がありそうなこと，さらには，Vaughan の理論をもとにすると (2) 重心間距離 h にたった１つの補正項を入れた式 h＋c/h によってこの誤差が劇的に改善されること，を理論および厳密な数値計算によって，しかも現実に存在する不定形の領域で初めて明らかにしたことである。

平均距離は領域が円や長方形のように簡単な場合でさえ，厳密には複雑な式となっている。しかし，領域の形が行政界のような複雑な形であってさえも，上記のような簡単な式じ表わして実用的には十分であることが示されたことは，問題が基本的なもの故，大変意義深く，この点については高く評価されてよいだろう。

この近似式は簡単なため多方面に応用可能と考えられるが，本論文の５章からはこの近似式を用いた著者による応用例が述べられている。その中では６章の，従来のやり方では誤差が生ずるある種の Weber 問題について，この近似式を用いると簡単に真の値に近い解が得られるという点，また７章の領域の形が複雑でも，等平均距離線図を簡便に得られる点等は興味深い。しかし，応用例の中には現実的な意義と照らし合わせるという段階まで至っていない例もある，という指摘もあった。

以上より，本論文の成果は大変有意義であり，博士論文の基準を満たしていると判断した。

よって，著者は学術博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。