

## 数理モデルを用いた都市空間内適用に関する基礎的研究 : 福岡市中央区の飲食店舗数について

深見, 龍太郎

<https://doi.org/10.15017/4060180>

---

出版情報 : Kyushu University, 2019, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

|        |   |      |     |       |
|--------|---|------|-----|-------|
| 氏名     | 深見 龍太郎  |      |     |       |
| 論文名    | 数理モデルを用いた都市空間内適用に関する基礎的研究<br>—福岡市中央区の飲食店舗数について— |      |     |       |
| 論文調査委員 | 主査  | 九州大学 | 准教授 | 鵜飼 哲矢 |
|        | 副査  | 九州大学 | 教授  | 田上 健一 |
|        | 副査  | 九州大学 | 准教授 | 吉岡 智和 |

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、これまで都市数理モデル解析の分野で用いられなかった感染症数理という、人やモノなどの活動の伝播の様な時間変化を伴った分析手法を新しく導出したものである。以下、論文の概要を示した後、論文審査の結果をまとめる。

第1章では、本論文の位置づけと研究の流れが概説されている。これまでの都市数理学においては、施設配置問題に関する研究、商業均衡分布に関する研究、空間相互作用モデル族に関する研究などが行われてきたが、本論文は、ある地域で機能の集積が始まって成長することや、連鎖的に撤退して衰退することなどの都市現象を感染症数理の SIS モデルで記述しようという試みであり、都市数理分野では全く新しい視点となる。

第2章では既往研究が概説されているが、上記のこれまでの都市数理モデルの他、医学や公衆衛生の分野で用いられている感染症数理モデルについて記述されている。また、著者がこれまで行った社会的流行現象の研究についても述べられており、人から人へと感染してゆく流行の洞察も数理的に分析されている。

第3章では、本論文で提案された数理モデルについての定式化が行われている。本論文では、都市の経済活動のうち、商業活動、中でも飲食店が街の流行現象の一つとして、互いに影響を与えながら増減すると仮定してモデル化が行われている。SIS モデルのうち、感染可能数  $S$  を開業可能な部屋数、感染者  $I$  を飲食店舗、感染率  $\beta$  を開業率、除去率  $\gamma$  を廃業率とする。また、空間的な影響の係数を距離から求めて、実都市空間の連続平面における感染の動態をモデル化している。

第4章では、研究対象地区は福岡市中央区としたこと、研究対象業種を飲食店としたことの妥当性の検証と、GIS を使ったデータ分析の手法について概説されている。福岡市は全国的にも開業率、廃業率が高く、起業の新陳代謝が活発で産業の流動性が高く流行現象を見る本研究に適した都市である。また、飲食業も雇用保険や経済センサスなどから最も開業率が高い業種であることが示された。GIS は福岡市中央区を国土地理院の4分の1メッシュ (250m) を使うことが検討され、福岡市中央区を285の区画にグリッド分割し、その中の飲食店の数を扱う手法がとられている。

データはゼンリンポイントデータを使い、2014年、2016年、2018年にわたって詳細に調査が行われている。

第5章では、第3章で創出された数理モデルを実際の都市空間に適用した計算結果と実証分析が述べられている。店舗の開業率 $\beta$ は統計データから算出し、廃業率 $\gamma$ は、実際のデータからサンプリングを行って算出した。これを元に各グリッドの飲食店の増減を Runge-Kutta method によって数値計算して2014年から2016年、2016年から2018年というそれぞれ2年後の飲食店の数の予測を行い、実際のデータと比較した。実際の値と予測値との関係は決定係数が、2つの予測結果とも0.97前後で、このモデルの再現性が高いことが示された。ただ、流動性の低い、飲食店舗数が少ないところでは誤差が生じており、予測値の方が高くなる傾向にあることもわかった。

第6章では、このモデルを用いて未来の成長予測を試みている。数値計算は開業率 $\beta$ と廃業率 $\gamma$ の値を変化させることで、複数のパターンの予測を実行した。開業率は好景気や人口増、飲食業の流行などによって大きくなり、廃業率は不景気や人口減少、飲食業の衰退などによって小さくなる。また、廃業率は開業率の逆の振る舞いを示す。開業率と廃業率のパラメータ値を変えた4つのパターンの将来予測シミュレーションを行っている。飲食店数のピークの数や位置がそれぞれの場合で異なるという予測結果が提示された。

論文審査の結果、本論文で導出および検証された感染症数理の都市モデルへの適用の成果と可能性は審査委員全員の意見の一致するところであった。また、手法として先行例が殆どなくこれまでの都市数理モデルの中で、人間が不合理な決定をすることを客観的に扱うことができるという学術的に貴重な知見が得られた点は、本論文の高く評価できるところである。また、社会的にも様々な分野に応用可能性のある知見である。よって論文調査委員会は、本論文を博士（工学）の学位に値すると判断した。