

修 士 論 文

時代ごとの都市道路網の面積分布の違い

—江戸と明治—

北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科知識科学専攻

近藤 俊宏

2013年3月

修 士 論 文

時代ごとの都市道路網の面積分布の違い

—江戸と明治—

指導教員 林 幸雄 准教授

北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科知識科学専攻

0950026 近藤 俊宏

審査委員： 林 幸雄 准教授（主査）  
吉田 武稔 教授  
中森 義輝 教授  
金井 秀明 准教授

2013 年 2 月

# 目次

<b>1</b>	<b>序論</b> .....	<b>6</b>
1.1	研究の背景 .....	6
1.2	研究の目的 .....	7
1.3	論文の構成 .....	8
<b>2</b>	<b>道路網に関する歴史</b> .....	<b>9</b>
2.1	道路網の成り立ち .....	9
2.2	計画的な道路網 .....	9
<b>3</b>	<b>べき乗分布および対数正規分布</b> .....	<b>11</b>
3.1	べき乗分布 .....	11
3.2	対数正規分布 .....	13
<b>4</b>	<b>関連研究</b> .....	<b>14</b>
4.1	ドイツの主要 20 都市の道路網に関する分析 .....	14
4.2	道路網の生成モデルをシミュレートした仮想都市の道路網分析 .....	14
4.3	ガラス棒を落下、破損させた際の破片の重量及び長さの累積分布 .....	16
4.4	ガラス板に圧力をかけて破損させた際の破片の重量の累積分布 .....	17
<b>5</b>	<b>分析手法</b> .....	<b>18</b>

<b>6</b>	<b>分析結果</b> .....	<b>20</b>
6.1	江戸の累積密度関数及び面積分布 .....	20
6.2	明治の累積密度関数及び面積分布 .....	21
6.3	江戸と明治の累積密度関数及び面積分布の比較 .....	23
6.4	面積分布以外の着目点 .....	25
<b>7</b>	<b>結論および今後の展望</b> .....	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>謝辞</b> .....	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>参考文献</b> .....	<b>28</b>

# 目 次

3.1.1	正規分布	11
3.1.2	べき乗分布	11
3.2.1	対数正規分布	13
4.1.1	分析されたドイツ主要 20 都市	14
4.1.2	Dresden の道路に囲まれた土地の面積分布	15
4.2.1	仮想都市のモデルとその仮想都市の道路に囲まれた土地の面積分布	15
4.2.2	より現実に倣った仮想都市のモデルと その仮想都市の道路に囲まれた土地の面積分布	15
4.3.1	ガラス片の長さ及び重さの累積分布	16
4.3.2	ガラス片の長さ及び重さの累積分布の傾き	16
4.4.1	ガラス片の累積分布	17
4.4.2	ガラス片の次数分布	17
5.1	面積データを直接、面積分布化	18
6.1.1	分析データ及びフィッティングした累積密度関数(江戸)	20
6.1.2	推定される面積分布(江戸)	20
6.2.1	分析データ及びフィッティングした累積密度関数(明治)	21
6.2.2	推定される面積分布(明治)	21
6.2.3	分析データ及びフィッティングした累積密度関数(明治( $>10^5$ ))	22
6.2.4	推定される面積分布(明治( $>10^5$ ))	22
6.3.1	分析データ及びフィッティングした累積密度関数(江戸,明治)	23
6.3.2	推定される面積分布(江戸,明治,明治( $>10^5$ ))	23
6.3.3	推定される面積分布(江戸,明治)	24
6.3.4	推定される面積分布(江戸,明治( $>10^5$ ))	24

# 表 目 次

4.1.1 ドイツ主要 20 都市の分析結果 .....	13
6.1.1 得られた $\mu$ および $\sigma$ (江戸) .....	20
6.2.1 得られた $\mu$ 及び $\sigma$ (明治) .....	21
6.2.2 得られた $\mu$ 及び $\sigma$ (明治(> $10^5$ )) .....	22

# 第1章 序論

## 1.1 研究の背景

都市は様々な要素によって構成されている。それらは企業、証券取引所、銀行における金融機関といった①経済的要素、行政機関、大使館、国際機関といった②政治的要素、ランドマークや学術機関、マスメディア、スポーツといった③文化的要素、交通機関や道路網、インフラといった④社会基盤的要素などに分類することができる。近年ではこれら①-④の要素を総合的に判断することで世界各国の主要都市がどの程度、国際的な活動を行なっているかの比較などに活用されたりしている。主な例を挙げると米国のA.T.Kearney社とシカゴ国際問題評議会による世界都市指数や日本の財団法人森記念財団都市戦略研究所による世界の都市総合力ランキングなどである。

一方でこれらの指標は単にすべての要素を総合的に見るだけでなく個々の情報としても大変重要な意味を持っている。年代の経過による人口の推移から都市の発達の流れを予測したり、全人口に占める高齢者の割合からその都市で高齢化社会がどの程度進行しているかを判断したり、それらの要素が都市を物語っていると言っても過言ではない。また都市同士の比較としても大いに役立っている。

都市分析の手法として行われているものの一つに道路網に関する分析がある。道路網に関する分析と一重に言ってもその分析内容はノード数、リンク数、道路網の媒介中心性など、多岐にわたる。そしてそれらとともに分析されているのが道路に囲まれた土地についてである。この土地に関する有効次元や円形にどの程度近い形状が全体に存在するかといった割合、そして面積分布などに典型的な特徴があることが最近の研究から示されている。

ところで、都市の規模や成長度合いの比較を行う場合、何も比較する都市は同年代の都市同士ばかりとは限らない。当然のことながら、年代の異なる都市も比較する場合もある。

年代の異なる都市の比較を行う際、課題となってくるのは正確なデータが入手できるかという点である。人口などのように古い記録が残っているものなどは非常に稀で、ましてや上述した都市同士の比較方法に用いられるようなデータはそうそう残ってはいない。

道路網に関する分析の最大のメリットは、地図のみで都市の分析が可能であるという点である。

## 1.2 研究の目的

本稿では江戸時代と明治時代の東京23区の地図から道路に囲まれた土地の面積を求め、その面積分布を比較、分析することでそれぞれの時代の特徴や違いについて考察す

る。また既存研究で見られた特徴が江戸時代や明治時代の東京 23 区においても存在するかどうかの検証を行う。



## 1.3 論文の構成

本稿の構成は以下の通りである。

- 1章では、本研究の背景や目的について論ずる。
- 2章では、本研究の一環として、道路網の歴史について解説する。
- 3章では、本研究における面積分布について言及する際に重要な、べき乗分布と対数正規分布について解説する。
- 4章では、面積分布や累積分布に関する関連研究について解説する。
- 5章では、江戸時代及び明治時代の東京 23 区における面積分析に関する手法について解説する。
- 6章では、江戸及び明治の両時代の面積分析から得られたデータの分析結果と、それに対する考察を行う。
- 7章では、本稿のまとめと今後の展望について記述する。

## 第2章 道路網の歴史

本研究では江戸時代と明治時代の道路網について取り扱っているが、当然のことながら道路網が作られたのは江戸時代からではなく、道路網はそれよりもはるか昔から存在している。本章では、道路網分析の一環として、道路網の歴史について解説する。

### 2.1 道路網の成り立ち

道路網の始まりははるか昔、六世紀以前に遡る。六世紀代あるいはそれ以前の道路として『日本書紀』には、「山辺道」「馬坂」「大阪・大阪道」「当摩径（当岐麻道）」「厩坂・厩坂道」「桃花鳥坂（築坂）」「墨坂」などの名称が見られる。このうち、山辺道が著名であるが、それとて史料には「山辺道上陵」といった天皇陵の名前として見えるだけで、その構造や路線が記されているわけではない。したがって、現在、山辺道とされているものが、本当に古代まで遡るかとなると疑問の余地があるわけで、六世紀代の道路の構造は不明瞭な部分が多い。この頃の道路網として想定されているのが、自然発生的な道路を基調としつつ、倭王権や地元の豪族が整備を加えていくような、いわゆる「街道」に近いものが形成されつつあったと考えられている。

奈良県御所市の鴨神遺跡から発掘された六世紀後半に廃絶されたと考えられる道路遺構は幅三メートル前後である点や、少丘陵を巻くようにゆるやかにカーブをしている点など、後の計画道路とは異なる特徴をもつ。しかし、人為的に敷いたと考えられるバラス層が検出されていたり、切り通しが存在したりすることなどから、人口道路であることも明確であった[1]。

### 2.2 計画的な道路網

道路を計画的に政策の一つとして扱うようになったのは、それから少しあとの七世紀、推古天皇により大和と河内に直線道路網が作られたところから始まる。それから数十年後、律令国家が当時の中心地である畿内を除く全国を、山陽道、山陰道、西海道、東海道、東山道、北陸道、南海道の7つに区分した。

そして都からこれらの行政単位を通過する7つの駅路を設けた。駅路の幅は最小でも6メートル、最大30メートルを超え、権力の象徴として直線にこだわった道路であり、多少の谷であればそれを埋め、低い丘は道路の通る部分を掘り下げ、切り通しするほどであった。また沿線には、約16キロごとに駅家と呼ばれる交通管理施設を設置された。駅路の想定全長は約6300キロ、高速道路網の北海道を除く総延長（6500キロ）に匹敵する。駅路を建設した説としては2つの有力な説があり、一つは天智天皇による国防対策というもの、もう一つは天武天皇が律令国家建設のための政策として作られたというものである。この駅路はもともと利便性という目的とは別に権力の誇示という意味合いもあった。谷を埋めたり、丘を掘り下げたりする行為や、駅家が平凡な官庁や宿舎に

とどまらず、国司の宴会会場に利用されるほどであったことから、中央政権の力の入れ具合を物語っている。

駅路の用途は主に中央から地方への命令発信や死者派遣などあらゆるケースと、地方から中央への①国司欠員の報告②狼煙の誤報の修正③犯罪者逮捕のための警察、軍事的利用④謀反の密告⑤死刑囚の無実に対する再審⑥国外居住の人間の期間及び外人の帰化⑦祥瑞(天が人の徳にこたえて贈ると考えられていた、めでたいものや現象)⑧その他、各種緊急事態の通報の様なケースが挙げられる。

しかし、時代は流れ奈良時代となった八世紀後半、この駅路に大きな変化が訪れる。もともと 30 メートル以上あった駅路が 5~6 メートルへと大幅に縮小されているのである。これは奈良時代末期、律令国家の再建を目指そうとしたものの、一度傾いた体制を立て直すことができずに崩壊しつつあった体制をいかに維持するかが課題になっていたためである。時の天皇である桓武天皇はさらに大規模な改革を行う。その一つが既に権力の衰えていた中央政権が権力の象徴としていた駅路の廃止であった。中央との結びつきを示したい地方に土着した貴族などの意向もあり、即時廃止は免れたものの、以前のように立地の難しい地形は極力避けたり、地方にとっても有用でかつ管理のしやすい道路にしたりするなど、その意義は従来のものとは大きく異なってくる。そして十世紀後半前後には道路も幅も他の道路とほぼ同規模になり、ジバンの悪い部分など、維持・管理に手間がかかる部分をますます付け替えられるようになったことで直進性も失われ、沿線の官衙も廃絶され、駅路本来の目的は完全に失われることになった[2]。

## 第3章 べき乗分布と対数正規分布

本章では、面積分布の事前知識として、べき乗分布と対数正規分布について説明する。

### 3.1 べき乗分布

正規分布(normal distribution)とは連続変数  $x$  に対する確率分布で、 $m, \sigma$  ( $m$  は実数、 $\sigma > 0$ ) をパラメータとした場合、密度関数  $\rho$  が

$$\rho(x) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$$

で与えられる分布のことである[3]。より噛み砕いた表現に言い換えると、正規分布とは、ある標本集団のばらつきが、その平均値を境として左右同じ程度で、左右の裾野に向かうと共にサンプル数が急激に減るような分布のことである[4]。

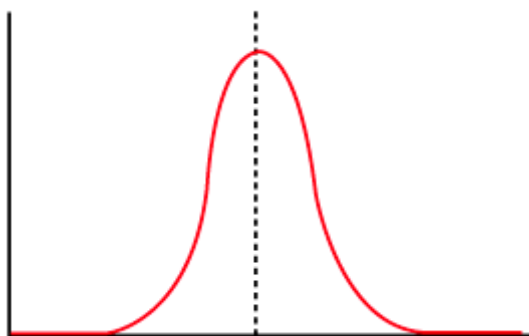


図 3.1.1 正規分布([4]より転用)

一方、正規分布とは異なり、裾野の長い分布を示す実データも数多く存在する。特に確率密度関数  $p(x)$  が、 $x$  の大きな領域で  $p(x) \propto x^{-\alpha}$  に従う場合、べき乗分布と呼ばれる。このときの  $\alpha$  をべき指数とよぶ。裾野が長いとは、正規分布とは異なり、中央値から極端に大きく外れるようなデータが無視できないことを意味する。

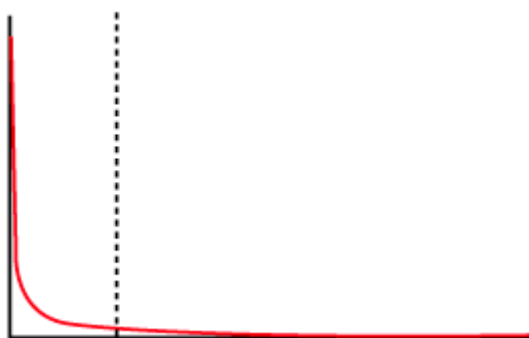


図 3.1.2 べき乗分布([4]より転用)

べき乗分布を示す現象は多岐にわたり、

- 小説中の使用頻度別の単語の分布

- 収入規模別の所得分布
- 地震のマグニチュードに対する発生回数
- 都市人口に関する順位と大きさ
- 国別の輸入額と順位
- 株価の変動とその頻度
- 地球と衝突する隕石の直径と頻度
- 地球上の動物の種数と個体の体長
- 科学論文の引用回数
- ウェブサイトのヒット件数
- ベストセラーの発行部数
- 電話の通話回数
- 戦争での死亡者数
- 資産金額
- 海岸線の形に対するものさしの長さとそれを単位に測った長さ
- 川の形状に対する粗視化の程度とそれに対する被覆の個数
- コウモリの翼の血管の直径

など、数多くの現象がべき乗分布に従っている[5]。

## 3.2 対数正規分布

正規分布が変数  $x$  に対するものだったのに対して、変数  $x$  の対数をとったものが正規分布に従う場合、 $x$  は対数正規分布に従うという [6]。

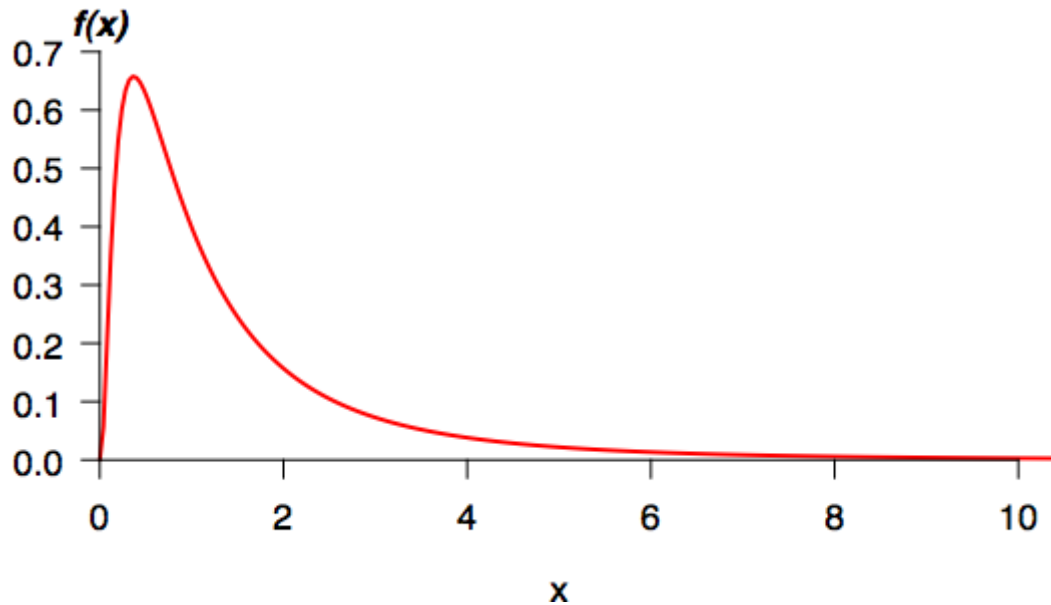


図 3.2.1 対数正規分布([6]より転用)

経済学においては、幾何的ブラウン運動（ブラック・ジョールズモデル）によって、べき乗分布の代わりに対数正規分布が現れることが知られていたり、落葉樹の樹種のランク個体数分布や北米の鳥類の個体数種数分布なども対数正規分布に従っているデータがあったりするなど、その導出に関する理論的研究やべき乗分布との関連性も議論されている [5]。

## 第4章 関連研究

本章では、本研究に関連のある既存の研究についての解説を行う。

### 4.1 ドイツの主要 20 都市 [7] [8]

Lämmer, Stefan; Gehlsen, Björn; Heibing Dirk らはドイツの主要 20 都市に関する核種分析の研究を 2006 年に発表した。分析を行った都市は以下の図のとおりである。



図 4.1.1 分析されたドイツ主要 20 都市

彼らの研究によると、道路に囲まれた土地の面積分布はべき乗則に従う。また両対数グラフにおける近似式の傾き (Cell size component) がいずれの都市も 2 に近い値を示した。

No.	City	No of Nodes	No of Links	Effective dimention	Betweenness exponent	Cell size component	Form factor variance
1	Berlin	37,020	87,795	2.330	1.481	2.158	0.159
2	Hamburg	19,717	43,819	2.350	1.469	1.890	0.164
3	Munich	21,393	49,521	2.463	1.486	2.114	0.159
4	Cologne	14,553	29,359	2.372	1.384	1.922	0.165
5	Frankfurt	9728	18,104	2.388	1.406	2.009	0.169
6	Dortmund	10,326	22,579	2.091	1.340	1.809	0.166
7	Stuttgart	10,302	21,934	2.008	1.377	1.901	0.170
8	Essen	11,387	24,537	2.243	1.368	1.932	0.169
9	Düsseldorf	8237	16,773	2.700	1.380	1.964	0.175
10	Bremen	10,227	21,702	2.220	1.351	1.931	0.166
11	Hanover	1589	3463	-	-	-	-
12	Duisburg	6300	14,333	2.050	1.480	1.924	0.169
13	Leipzig	9071	21,199	2.304	1.320	1.926	0.153
14	Nuremberg	8768	18,639	2.399	1.420	1.831	0.172
15	Dresden	9643	22,307	2.205	1.355	1.892	0.156
16	Bochum	6970	15,091	2.279	1.337	1.829	0.171
17	Wuppertal	5681	11,847	2.040	1.279	1.883	0.162
18	Bielefeld	8259	18,280	2.337	1.337	1.735	0.161
19	Bonn	6365	13,746	2.134	1.374	2.018	0.173
20	Mannheim	5819	12,581	2.114	1.455	1.959	0.162

表 4.2.1 ドイツ主要 20 都市の分析結果

以下のグラフは、Dresden の面積分布のグラフである。ちなみに破線の直線の傾き  $\alpha$  は 1.892 であり、他の都市同様、2 に近い値となっていることがわかる。

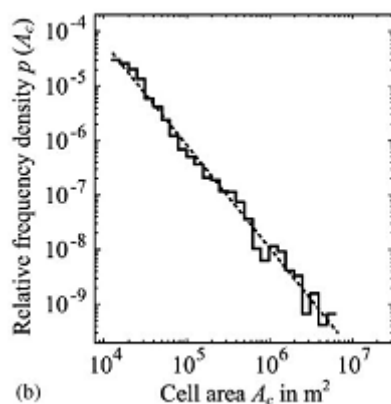


図 4.1.2 Dresden の道路に囲まれた土地の面積分布

## 4.2 計算機でシミュレートされた仮想都市[9]

Marc Barthélemy, Alessandro Flammini らが 2008 年に発表した、計算機上で道路網の生成モデルをシミュレートした仮想都市の分析に関する研究においてもドイツの研究と同様に傾き 2 に近い値を示した。

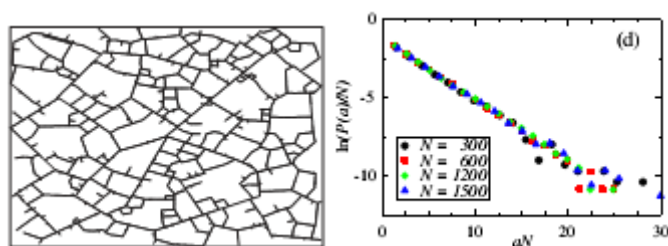


図 4.2.1 (左)仮想都市のモデル (右)仮想都市の道路に囲まれた土地の面積分布

また仮想都市における道路網の生成モデルの仕組みを現実の都市に倣って、都市の中心部に向かえば向かうほど道路網が密になる構造にすることで、面積分布の傾きはより 2 に近い値となった。

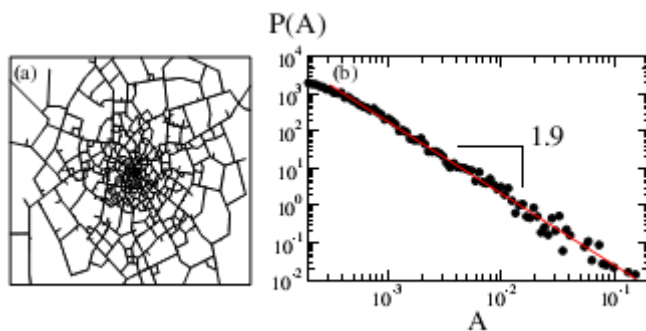


図 4.2.2 (左)より現実に倣った仮想都市のモデル  
(右)仮想都市の道路に囲まれた土地の面積分布



### 4.3 ガラス棒[10]

面積分布の傾きに関する研究は、決して都市の道路に囲まれた土地の面積に限られたことではない。Tsukasa Ishii, Mitsugu Matsushita らは、ガラス棒を高所から落下させ、そのガラス片の長さや重さの累積分布を調べ、1992年に発表した。

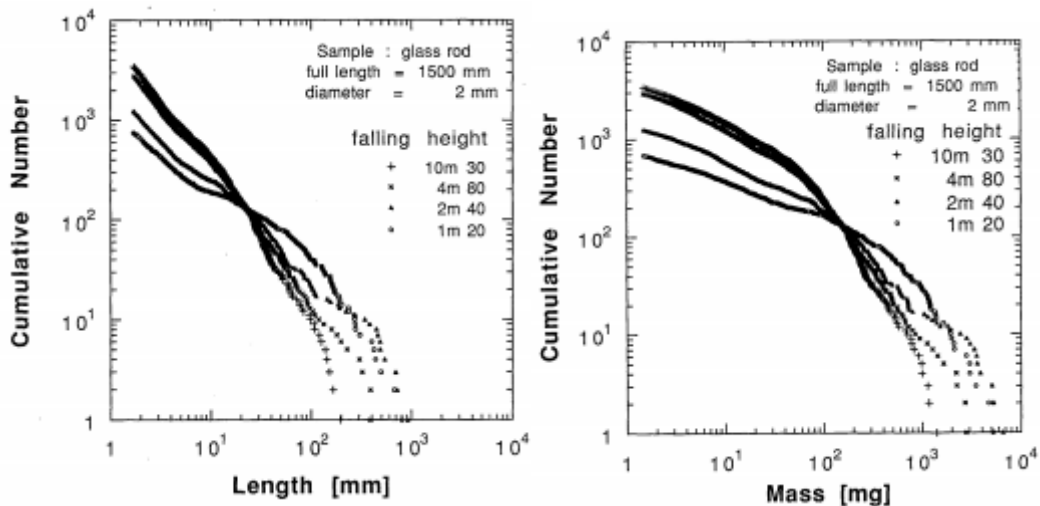


図 4.3.1 (左)ガラス片の長さの累積分布 (右)ガラス片の重さの累積分布  
上の2図が累積分布である。左が長さ、右が重さである。

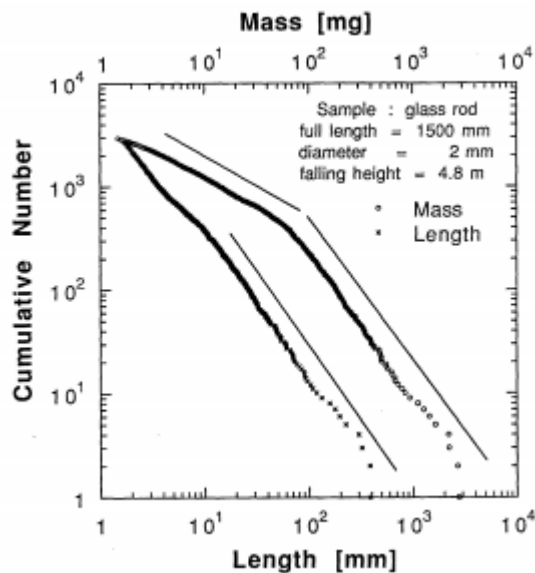


図 4.3.2 ガラス片の長さ及び重さの累積分布の傾き

また 4.8m の高さから落下させ、破損させたガラス破片の長さや重さの累積密度分布について、それぞれの分布の傾きについて調べたところ、長さの場合は-1.47、重さの場合は-1.40 と-0.59 という値をそれぞれ示した。

## 4.4 ガラス板[11]

同様に 2004 年には Hiroaki Katsuragi, Daisuke Sugino, Haruo Honjo らによって、薄いガラス板に圧力をかけることで破壊させて、その破片の重量の累積密度分布について報告されている。

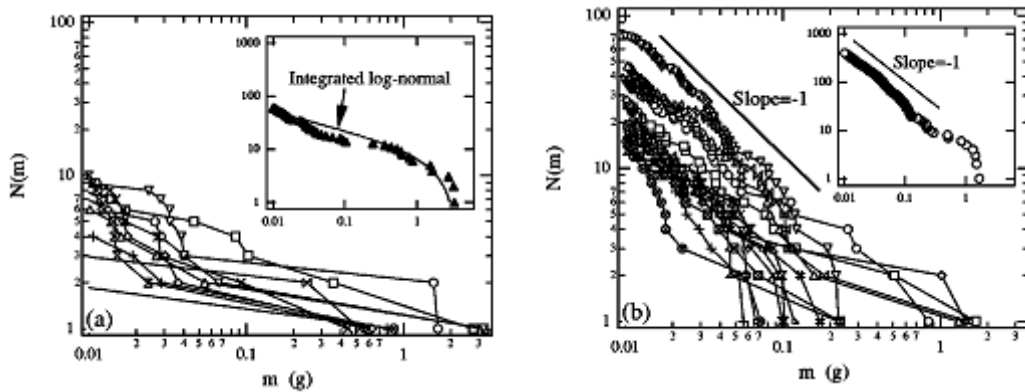


図 4.4.1 ガラス片の累積分布 (左)衝撃小 (右)衝撃大

上の 2 つの図はガラス板を落下させて破損させた際のガラス片の累積分布図である。左側の図は衝撃が弱かったもの、右側の図は衝撃が強かったものである。右上の挿図はすべての結果の合計をそれぞれとったものである。

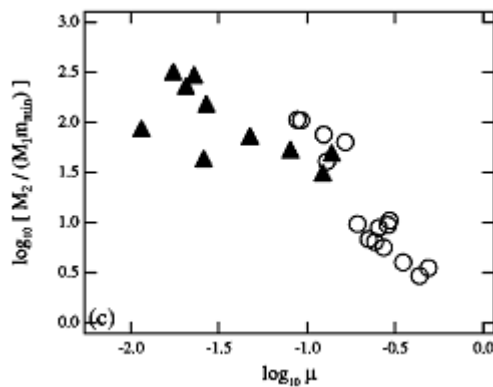


図 4.4.2 ガラス片の次数分布

こちらの図はガラス板の破片の重量の次数分布である。なお、ここでの  $\mu$  及び  $M$  は以下の値を示している。

$$\mu \sim \frac{M_2}{M_1 m_{min}}$$

$$M_k = \sum_m m^k n(m)$$

## 第5章 分析手法

本論文では、東京カートグラフィック株式会社から販売されている今昔散歩 重ね地図 Powered by 地図太郎[12]を用いた。本ソフトウェアに収録されている江戸後期（万延元年：1860年）と明治後期（明治40年前後：1907年前後）について、ソフトウェアに実装されているツールを利用し、東京23区における道路に囲まれた土地を確認しながら手作業にて1つずつ枠取りしていく。

すべての枠取りが終わったのち、得られたデータを元に面積分布のグラフを作成した。江戸と明治や関連研究との面積分布における傾きや分布の違いについて、比較を行う。ただし、面積データからそのまま面積分布関数を作成しようとしても、以下のようにになってしまう。

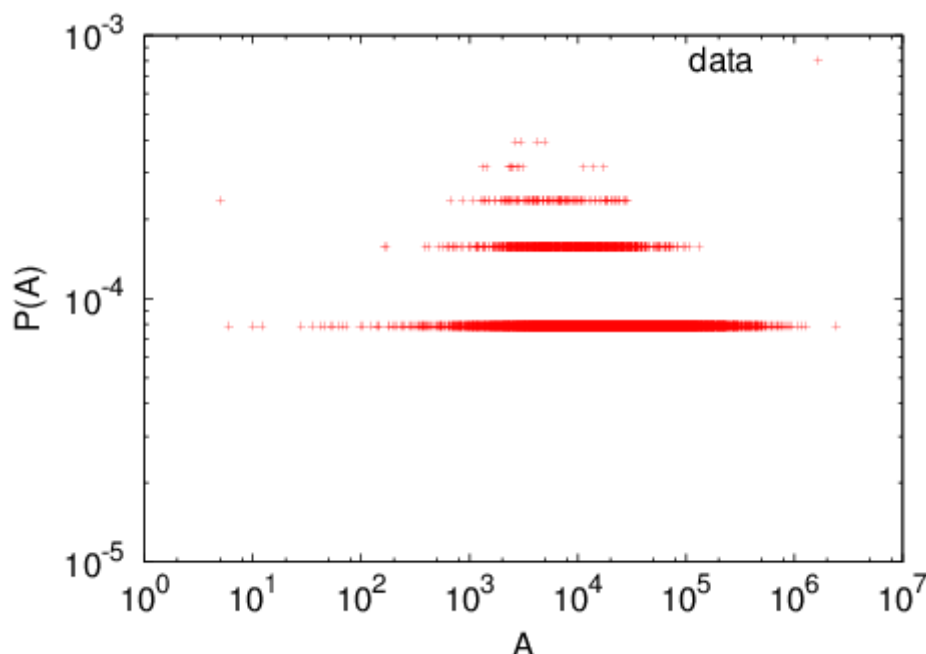


図 5.1 面積データを直接、面積分布化

これには2つの要因があり、ひとつは面積を測定する土地のサンプル数がそれほど多くないということ、そしてもうひとつは現実の土地の面積が完全に一致することが極希であるからである。そのため、本研究においては一度、面積の累積分布を作成し、これに対数正規分布の累積密度関数の式

$$\begin{aligned} F(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_0^x \frac{1}{u} e^{-\frac{(\ln u - \mu)^2}{2\sigma^2}} du \\ &= \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left[ -\frac{\ln x - \mu}{\sqrt{2}\sigma} \right] \end{aligned}$$

をフィッティングすることで定数  $\mu$  及び  $\sigma$  を推定し、対数正規の確率密度関数

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad 0 < x < \infty$$

に当てはめることで面積分布の関数を推定することにした。なお、本研究において対数正規分布の累積密度関数を採用した理由は、累積による平滑化のみならず、関連研究で対数正規分布を採用していたためと、データをまとめた際、**log-log** プロットのときに曲線を描いて裾野の分布を示していたためである。なお累積密度関数の式における **erfc** とは相補誤差関数のことであり、相補誤差関数とは 1 から誤差関数 **erf** を引いた値である。また誤差関数 **erf** は以下の式で表される。

$$\text{erf} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

つまり相補誤差関数 **erfc** を式で表すと以下のとおりになる。

$$\begin{aligned} \text{erfc} &= 1 - \text{erf} \\ &= 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \\ &= \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-t^2} dt \end{aligned}$$

## 第 6 章 面積分布の分析結果

本章では、江戸時代及び明治時代の東京 23 区的面積分布の結果とそれに対する考察を述べる。

### 6.1 江戸時代

道路に囲まれた土地の数 約 13000。面積のデータとフィッティングした累積密度関数は以下のようになった。

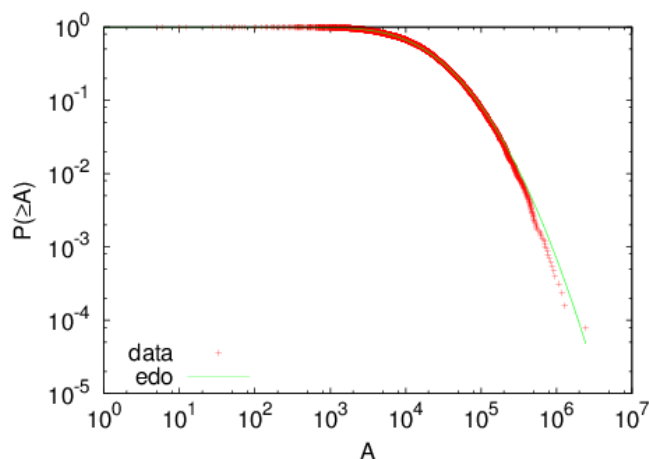


図 6.1.1 分析データ及びフィッティングした累積密度関数(江戸)

フィッティングした累積密度関数から得られた  $\mu$  および  $\sigma$  は以下のようになった。

$\mu$	$\sigma$
9.753778	1.269552

表 6.1.1 得られた  $\mu$  および  $\sigma$  (江戸)

両値を元に推定された面積分布が以下のグラフである。

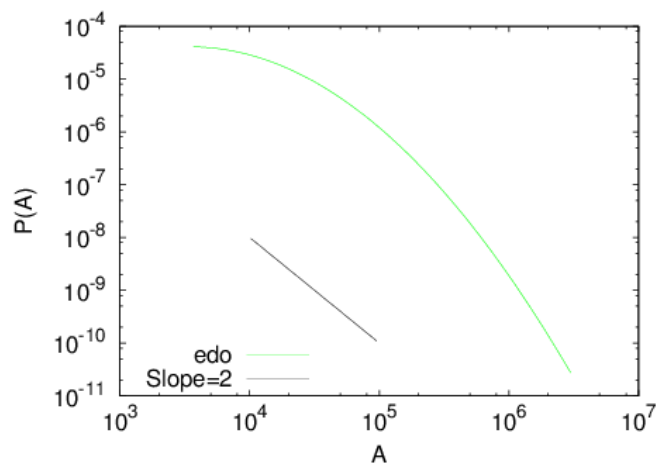


図 6.1.2 推定される面積分布(江戸)

推定された面積分布のグラフを見る限り、傾きは 2 に近いと思われる。

## 6.2 明治時代

道路に囲まれた土地の数 約 25000。面積のデータとフィッティングした累積密度関数は以下のようになった。

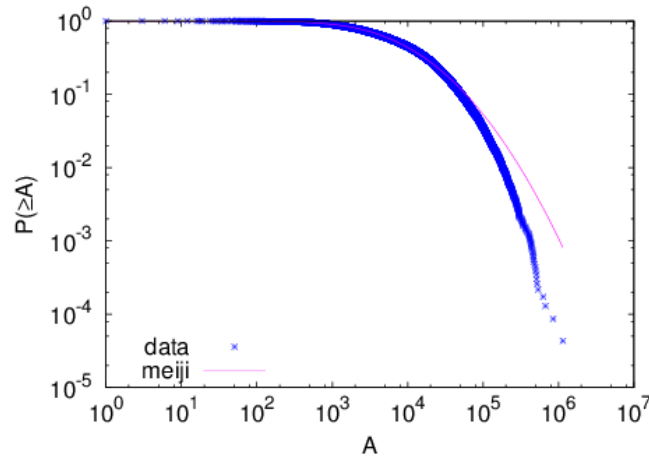


図 6.2.1 分析データ及びフィッティングした累積密度関数(明治)

フィッティングした累積密度関数から得られた  $\mu$  および  $\sigma$  は以下のようになった。

$\mu$	$\sigma$
8.955426	-1.58436

表 6.2.1 得られた  $\mu$  及び  $\sigma$  (明治)

両値を元に推定された面積分布が以下のグラフである。

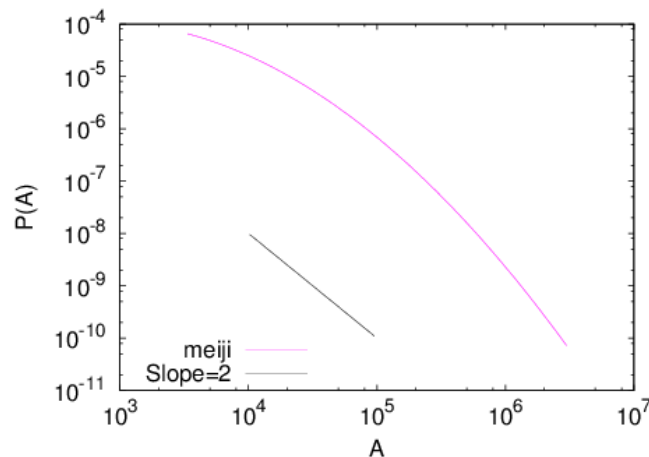


図 6.2.2 推定される面積分布(明治)

こちらでも江戸時代と同じく、傾きは 2 に近い値を示していることがグラフから窺うことができる。

ただし、最初の図を見る限り、およそ  $A = 10^5$  あたりから実データとフィッティングした関数に大きな誤差が生じてしまっている。そこで  $10^5$  以上のデータのみで改めてフィッティングし直した場合について、改めてグラフに起こしてみた。

面積のデータと  $A > 10^5$  の範囲でフィッティングした累積密度関数は以下のようになった。

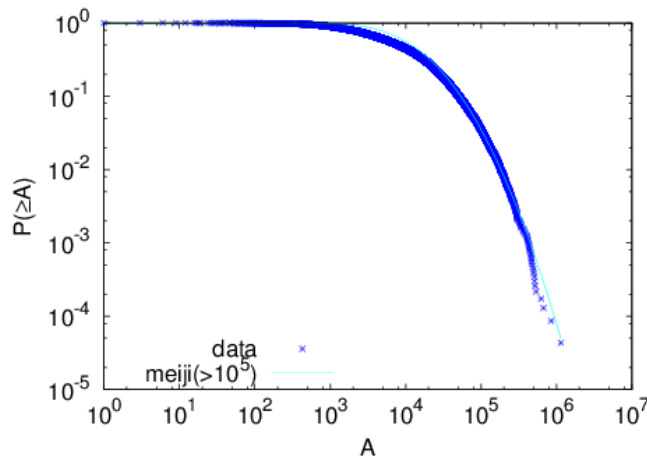


図 6.2.3 分析データ及びフィッティングした累積密度関数(明治(>  $10^5$ ))

今回のフィッティングは先の全てのデータを元にした結果とは異なり、データ上から大きく外れていないことがグラフから読み取れる。改めてフィッティングした累積密度関数から得られた  $\mu$  および  $\sigma$  は以下のようになった。

$\mu$	$\sigma$
9.394801	1.169607

表 6.2.2 得られた  $\mu$  及び  $\sigma$  (明治(>  $10^5$ ))

両値を元に推定された面積分布が以下のグラフである。

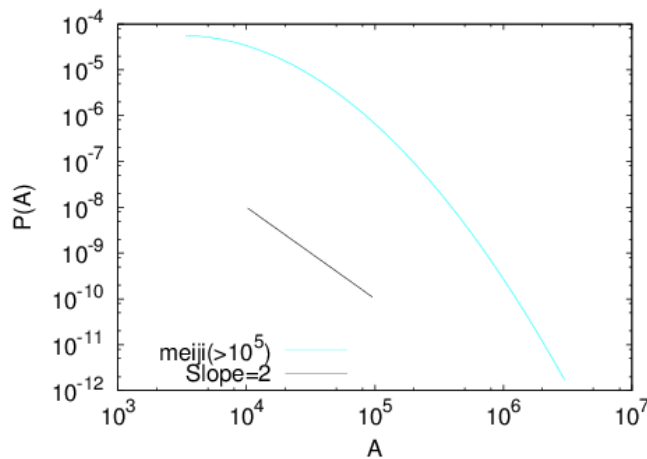


図 6.2.4 推定される面積分布(明治(>  $10^5$ ))

改めて得られた面積分布においても傾き 2 に近い値を示している。

## 6.3 江戸時代と明治時代の比較

まずは2つの時代の面積のデータとそれを元に推定した累積密度関数である。

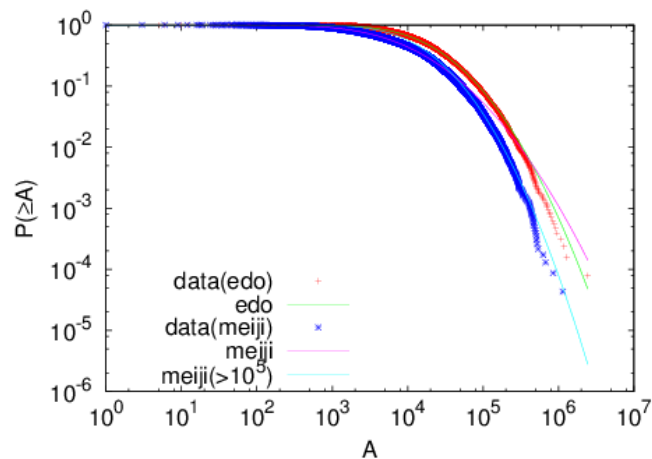


図 6.3.1 分析データ及びフィッティングした累積密度関数(江戸,明治)

2つの散布図を比較してみると明治時代のほうが面積の大きい土地の割合が少ないことが明確である。

推定された  $\mu$  及び  $\sigma$  を当てはめた面積分布のグラフが以下の2つの図である。1つ目の図は江戸、明治、 $A > 10^5$ のデータのみの明治の面積分布、4つ全てを重ねたグラフである。

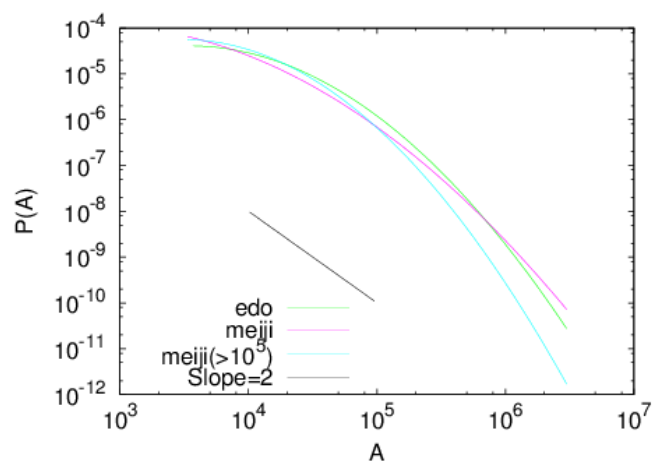


図 6.3.2 推定される面積分布(江戸,明治,明治(> 10<sup>5</sup>))



そして次の図は江戸と全データを元にフィッティングした明治のグラフである。

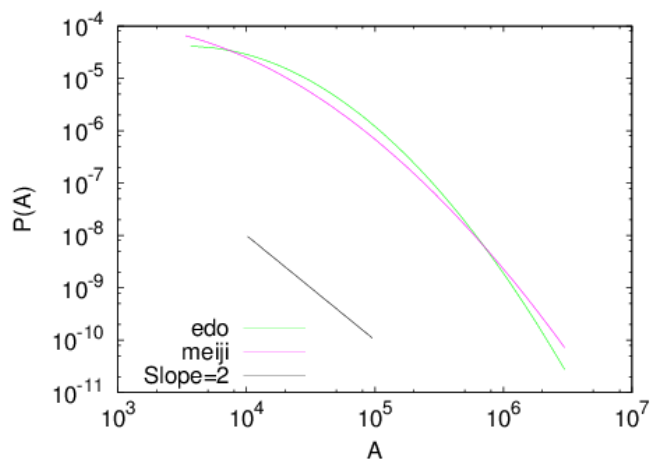


図 6.3.3 推定される面積分布(江戸,明治)

最後に江戸と  $A > 10^5$  部分をもとにフィッティングした明治のグラフの図である。

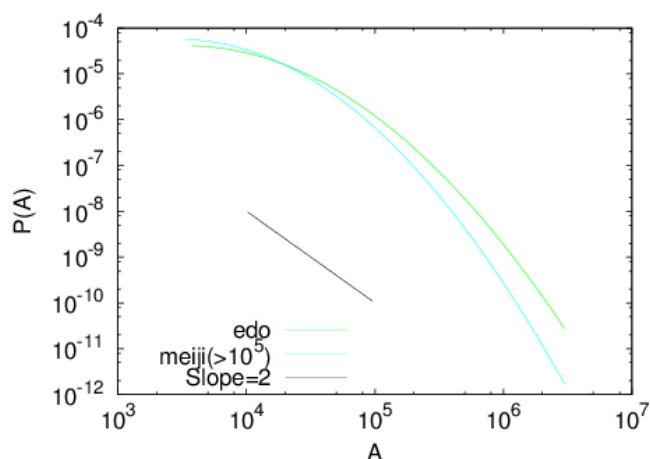


図 6.3.4 推定される面積分布(江戸,明治( $> 10^5$ ))

明治時代は江戸時代に比べ、おおよそ  $A \leq 10^{4.25}$  部分での土地が増え、逆に  $A \geq 10^{4.25}$  部分の土地の割合が減っている。また面積が大きい土地になればなるほど減少率が大きくなっている。

その結果、江戸時代に比べ明治時代の面積分布の傾きがより急になっていることがグラフから読み取れる。

## 6.4 面積分布以外の比較

面積の測定を行う際、道路網の多くは時代が変わったとしても改めて建設されるのではなく、既に建設されている道路が流用されると予想し、江戸時代の枠取りを利用したのだが、地域によって主に3通りの修正内容になった。

まず東京23区の東部、具体的には葛飾区、江戸川区、足立区等は江戸時代の面積の枠取りをほぼそのまま使用することができたことから道路の再整備は殆ど行われなかったと考えられる。

次に23区の中央部、千代田区、港区、中央区、江東区といった地域ではもともとの枠取りを更に細かく区切ることになったことから、その地域においては、江戸時代の道路はそのままで、細い道を追加していったと考えられる。これらの土地は江戸時代には武士といった比較的大きな家々が並んでいたり、平民の長屋のような集合住宅が集中していたりしたのだが、明治になったことでこれらが解体され、庶民への戸建へと分け与えられたのではないだろうか。

最後に23区の西側の場合、面積の大きな区画では中央部と同じく、元の道路はそのままだが、より細かく区分けされたのだが比較的中規模の土地を囲んでいた枠取りの大規模な修正を余儀なくされた。つまり、この地域で道路の再整備が大々的に行われたことが読み取れる。

改めてまとめると、江戸から明治の枠取りの修正作業の過程で、以下の3点を推測することができた。

- (1) 23区の東部は道路の再整備はほぼ行われなかった
- (2) 23区の中央部は江戸時代の道路はそのまま、土地をさらに細分化
- (3) 23区の西部は江戸時代の道路をほぼ白紙に戻し、改めて道路網を敷いた

## 第7章 まとめ及び今後の展望

本稿では都市分析の一環として江戸時代と明治時代の東京 23 区の道路に囲まれた土地の面積分布についての比較を行った。その結果、江戸時代、明治時代共に面積の累積分布はドイツや仮想都市の道路に囲まれた土地の面積分布、それにガラス棒やガラス板の破片の分布といった現象と同様に、 $\log\text{-}\log$  プロットで曲線を描き、裾野の分布を示し、面積分布が対数正規分布に従っていることがわかった。またドイツや仮想都市の関連研究で示された面積分布の傾き  $\alpha = 2$  に近い値を示すことが江戸及び明治の面積分布においても確認できた。それに加えて江戸に比べ明治はより都市道路網が細かく区分けされたため、江戸における面積分布の傾きよりもより傾斜が急になった。

今後の課題としては同じ東京 23 区の別の年代、江戸時代よりも過去や昭和や平成といった現代の都市における道路網に囲まれた土地の面積分布を分析することで時代の流れと面積分布の関係についてより具体的な特徴を分析することや面積分布だけでなく、その他の要素についての分析を進めることでより総合的に都市分析を行えるようにしたいと考えている。

# 謝辞

本研究には非常に多くの方々のご支援、ご助力を承りました。ここで改めて、深く感謝の意を示したいと思います。

指導教官である林幸雄准教授にはこの研究に対するアドバイスや相談のみならず、勉学から私生活での悩み、就職活動に至るまで、ありとあらゆる相談に乗って頂きました。ときには優しく励ましてくださり、ときには人生の大先輩として厳しく叱咤激励して下さることで、研究者のなんたるか、社会人のなんたるか、大人としてのなんたるかを言葉と行動で示してくださいました。まだまだ未熟な私が、なんとかここまで辿りつけたのは、間違い無く先生のお陰です。本当にありがとうございました。

また、同じ研究室のメンバーにも非常に多くの助力と助言をいただきました。研究に躓いた時、私生活で落ち込んでいた時、明るく励ましてくれたり、共に悩んでくれたり、実に多くのことを助けてくださって、本当にありがとうございました。

無我夢中で飛び込んだ JAIST において、右も左も分からない私は躓いてばかりの学生生活でした。学部とは何もかもが違ったことで常に戸惑ってばかりでしたが、この新しい環境から、自分は学問にかかわらず、様々なことを学ばせていただきました。この糧を今後の人生にも大いに役立てていきたいと思います。

繰り返しになりますが、躓き、立ち止まってばかりの自分を必死に引っ張りあげてくれた多くの方々に改めて、心から感謝申し上げたいと思います。本当にありがとうございました。

## 参考文献

- [1] 中村太一, 「日本の古代道路を探す 律令国家のアウトバーン」, 平凡社, ISBN978-4-582-85045-1, 2000.
- [2] 近江俊秀, 「道が語る日本古代史」, 朝日新聞出版, ISBN978-4-02-259989-6, 2012.
- [3] 広中平祐他, 「現代数理科学辞典」, 丸善, ISBN978-4-621-08125-9, 2009
- [4] 平成 20 年版 国民生活白書  
[http://www5.cao.go.jp/seikatsu/whitepaper/h20/01\\_honpen/html/08sh21310c.html](http://www5.cao.go.jp/seikatsu/whitepaper/h20/01_honpen/html/08sh21310c.html)
- [5] 林幸雄他, 「ネットワーク科学の工具箱 つなかりに隠れた現象をひもとく」, 近代科学社, ISBN978-4-7649-0346-3, 2007
- [6] 統計学自習ノート  
<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/Bunpu/log-normal.html>
- [7] Lämmer, Stefan; Gehlsen, Björn; Helbing, Dirk (2006). "Scaling laws in the spatial structure of urban road networks". *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 363 (1): 89–95. doi:10.1016/j.physa.2006.01.051. ISSN 03784371.
- [8] S. H. Y. Chan, R. V. Donner, S. Lämmer. (2011) "Urban road networks — spatial networks with universal geometric features?". *The European Physical Journal B* 84:4, 563-577. Online publication date: 1-Dec-2011.
- [9] Barthelemy M. and Flammini, A. Modeling urban street patterns *Physical Review Letters* 100 (2008) 138702
- [10] T. Ishii, M. Matsushita Fragmentation of long thin glass rods *J Phys Soc Japan*, 61 (1992), pp. 3474–3477
- [11] H. Katsuragi, D. Sugino, H. Honjo Crossover of weighted mean fragment mass scaling in two-dimensional brittle fragmentation *Phys Rev E*, 70 (2004), p. 065103(R)
- [12] 今昔散歩 重ね地図 Powered by 地図太郎  
<http://www.tcgmap.jp/product/other/konjaku.html>