

南京市における都市化と交通混雑に関する比較研究

林 小虎¹・小杉 翠²・藤田 素弘³・

¹学生会員 正会員 南京市都市計画編集研究センター（〒210029 中国南京市鼓楼区高家酒館15号）
E-mail:linxiaohu99@163.com

²学生会員 名古屋工業大学大学院 工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail: cke13521@stn.nitech.ac.jp

³正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail:fujita.motohiro@nitech.ac.jp

本研究では、中国の中核都市であり、自然と歴史資源が多く、工業の盛んな南京市を例にとり、現在進みつつある南京市の都市化状況と交通課題の分析および今後の対策評価について、中国の他の中核都市との比較にもとづいて考察検討した。まず、南京市の土地利用状況と交通状況について概観し、南京市の地理的条件のもとで、急速に進む都市化の過程とそれとともに生じてきた交通課題に着目して整理考察した。次に、中国他都市の過去データを加えて、道路交通の混雑レベルに関する重回帰分析を行い、混雑レベルに影響を与える要因を分析するためにマクロモデルを構築した。最後に、南京市の2025年までの混雑レベルの推定を行うことにより、将来生じうる問題に対して地理的考察を勘案しつつ、南京市が現状取り得る対策案を論じた。

Key Words : urban plan, civil development, Nanjing

1. はじめに

1980 年以来、中国経済は高度成長期に入り、各都市は発展のピークを迎えた。本研究で対象とする南京市は、旧市街地は南京城の城壁内にあり、長江を脇にもち、市

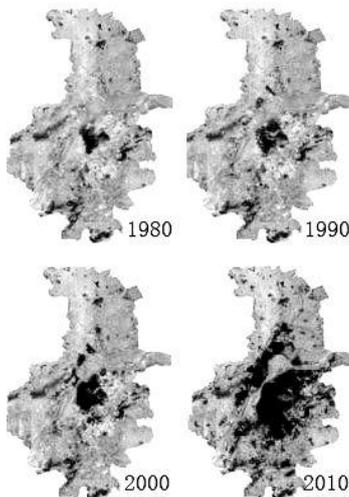


図-1 市街地部面積の変化¹⁾

街地の直ぐ横には広大な湖と山地部をもつ自然豊かな都市である。同時に、工業都市としての特徴を有する。歴史と自然を大事にする住民意識もある。ゆえに制限された都心空間において、経済発展と急激に進む都市化に対して様々な都市問題に対処する事が求められてきた。

本研究は、まず南京市の都市化による土地利用や交通状況の急速な変容を述べ、都市化による問題としての交通課題を考察する。また、このような都市化の状況を他の中国の中核都市（北京、上海、天津）の基礎データを用いて比較分析することにより、現在の南京市の都市化と交通課題（混雑レベル）の状況や今後の対策について、中国データによるマクロモデルを構築して知見を得ることを目的とする。

2. 急速に進む都市化地域（市街地部）と外縁部開発

(1) 都市化の進展

図-1 は、南京市の都市化地域の経年変化を表してお

り、中心の黒いエリアが開発された市街地部になる。2000年からは、都市化地域が急速に広がっている。不動産バブルの影響で、副都心と三つの新都心以外の地域にも、住宅団地や工業団地の開発は盛んでいる。都市面積の拡大により、メインシティ外縁部の人口密度や建物密度は低くなり、鉄道や道路の整備をしても、単位面積あたりの整備率は上がらずサービス水準を上げることは徐々に難しくなっている。

(2) 2000年以降の開発状況

ここでは図-1で特に都市化が進んだ2000年以降を概観する。

a) 社会背景

中国はWTO（世界貿易組織）に加入するなど、低コストな大量生産が盛んになり、産業・人口の都市への集中が加速した。一方、所得の増加と個人融資条件の緩和で、自宅や自家用車を所有することは若者の夢ではなくなった。より多くの人に、より良い生活を提供するため、都市は莫大な建設資金を注入し、日々巨大化した。南京も同じであるが、中国の多くの都市は基盤施設を急速に整備する資金を、国有土地の分譲金や住宅関連の諸税から練りだしている。このため、不動産のバブルが起り、大きな経済問題と社会問題を誘発する元になった。

b) 南京市総体計画（2000—2010）関係事項の概観

この計画では、図-2のように、「メインシティ（南京：旧市街地）を核として、衛星都市の機能は3つの新都心に集中させ、自然空間を保留する」との概念を提出した。前の総体計画の「メインシティ・衛星都市」の二級構造は、「メインシティ・新都心・ニュータウン」の三級構造に変わった。これは前の1990年代で衛星都市の機能の単一化や空洞化が進んだことで、逆にメインシティに機能が集積し、都市全体において住・職の不均衡な偏在が問題となったことの反省から考慮したものである。すなわち、分散していた衛星都市を合併し、「江北、仙林、東山」の3つの新都心へ集中させる。これによりメインシティの機能を有効に分散・分担可能なように、新都心の規模と機能を強化する。新都心に吸収できなかった離れた衛星都市はニュータウンとよばれ、将来的に新都心への合併も考える20—50万人の都市である。

また、自然の山川の分布状況や地盤状況、季節風向なども配慮しながら、自然のままに保留すべき地域を確定し、都市化がすすむ中、これらの地域はできるだけ開発を避けるようにした。

c) 人口移動状況

この計画を実施した結果、旧市街地から転出した人口は、表-1にしめすように、各都心に移転し、特に旧市街地の西側、「河西」地域（図-2参照）に住宅団地が集中的に造成され、10年間で70万人以上が移住した。ここ

は旧市街地により近いいため、旧市街地に次ぐ南京の副都心として発展してきた。そして、長江北側の工業団地、住宅団地が徐々に集中・融和をははじめ、「江北」新都心が形成された。大学や専門学校は、土地置換制度（郊外の広い土地との交換）を活用し、旧市街地北東側の「仙林」地域に新キャンパスを新設した。「仙林」は学生や若い人が溢れ、20万人の学生が集う学園都市となった。南側の「東山」地域は、昔から小さいながらにぎやかな町であったが、さらに人口と産業を吸収し、新都心のひとつに成長した。

d) 交通状況

所得の増加にともない自家用車が普及してきたことと、通勤距離が長くなったことにより、マイカー通勤者も増加した。これに対応するため、市内快速路、新都心への快速連絡道路、都市高速のインタチェンジなどは2000年以降の道路建設の中心となった。また、公共交通も重視されて、2005年に初めての地下鉄が完成し、メインシティと河西とが繋がり、2009年にはメインシティと東山、仙林の中心部が繋がった。現在は年間20キロの

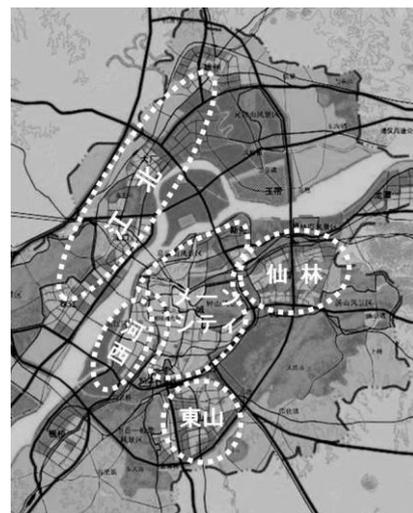


図-2 都市機能配置図—メインシティ（南京）および河西副都心と新都心（江北、仙林、東山）²⁾

表-1 メインシティ外縁部・新都心・副都心の人口及びメインシティまでの手段別所要時間

| | 建設時期 | 元住民人口(万人) | 開発後現在人口(計画人口)(万人) | メインシティまでの距離(km) | メインシティまでの地下鉄平均時間 | メインシティまでのバス平均時間 | メインシティまでの車平均時間 |
|-----------|---------|-----------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
| メインシティ外縁部 | 2000年前後 | 50 | 100(100) | 5 | — | 30分 | 20-30分 |
| 河西副都心 | 2005年以降 | 20 | 90(120) | 8 | 10-20分 | 30-50分 | 20-40分 |
| 仙林新都心 | 2009年以降 | 30 | 80(100) | 15 | 30-40分 | 50-80分 | 50-60分 |
| 江北新都心 | 2010年以降 | 50 | 100(150) | 5-40 | 2014年開通予定 | 60-120分 | 一般80分 有料60分 |
| 東山新都心 | 2011年以降 | 50 | 100(120) | 12 | 30-40分 | 40-60分 | 40-50分 |

注) 地下鉄の建設は各新都心の開発とほぼ同時に進められた

ペースで路線を伸ばしており 2014 年には江北中心部と南部の空港がメインシティと繋がる予定となっている。各新都心、副都心からメインシティまでの手段別平均所要時間を表-1 に示す。

さて、表-1 中のメインシティ外縁部とはメインシティと新都心や副都心の間の地域で 1980 年代に設置されたの風景地(緑地帯)にあたる。

3. 南京市と中国中核他都市との都市化比較

(1) 基礎データ

都市化を比較する都市として、南京市と中国直轄市の北京市、上海市と天津市を選ぶことにする。これらの都市の基礎データを表-2 に示す。これらの都市で比較するのは、南京市の今後を考える上で既に都市化が進んでいる都市を含んでいること、中国では経年的に入手の難しいデータを比較的入手可能であったことなどが理由である。これらの都市と比較すると、南京市は、戸籍人口、市部面積で天津市と最も近い。面積では上海市とほぼ同程度である。しかし、南京市の市部人口や市部人口密度は他都市の半分以下であり、低密度な都市部地域となっている。

表-3 南京市と中国直轄市の基礎データ³⁾

| 都市 | 南京市 | 上海市 | 北京市 | 天津市 |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|
| 戸籍人口(万人) | 632 | 1412 | 1258 | 985 |
| 面積(km ²) | 6587 | 6341 | 16411 | 11919 |
| 人口密度(人/km ²) | 960 | 2227 | 766 | 826 |
| 市部人口(万人) | 546 | 2096 | 1740 | 1091 |
| 市部面積(km ²) | 749 | 999 | 1231 | 711 |
| 市部人口密度(人/km ²) | 7290 | 20986 | 14131 | 15353 |
| 市部面積比率(%) | 11.4 | 15.8 | 7.5 | 6.0 |

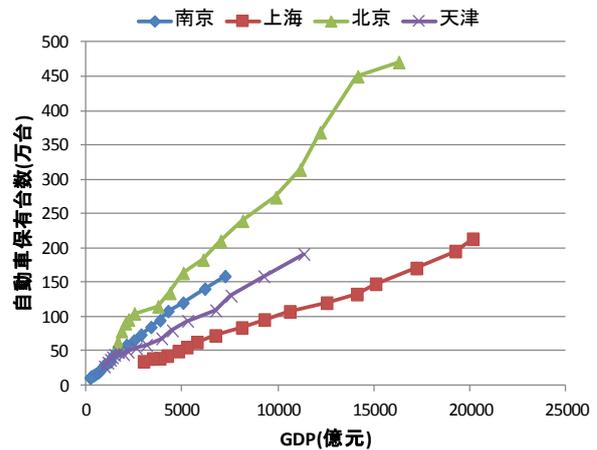


図-3 GDP と自動車保有台数の推移³⁾

(2) GDP、自動車保有台数と交通施設整備の推移

都市化に伴う交通課題は、都市部への人口の集中と都市部面積の拡大および GDP の上昇による自動車保有の増大によるモータリゼーションの進展により、交通渋滞が激化し大気環境汚染も進むということがある。そこで、モータリゼーションの程度を知るため、経済成長を表す各都市の GDP と、自動車保有台数の関係を図-3 に示す。これを見ると、どの都市も右肩上がりのグラフになっており、GDP と自動車保有台数の相関性を見ることができる。南京市は GDP はまだ低いものの、GDP に対する自動車保有台数の伸びは北京市の次に高く、このまま経済成長が続けば北京市と同程度の交通渋滞が生じることが懸念される。

図-4 は地下鉄営業キロの推移を示している。これより、上海では、北京市を越える勢いで積極的に鉄道や地下鉄の整備が進められている。南京市でも 2005 年に始めて地下鉄が整備され、2050 年までに 610.8km に延ばす計画を立てている。

図-5 に全面積に対する道路整備延長の経年変化を示す。どの都市も道路整備は同程度に進めているが、上海市の整備率は高い。北京市は、他都市よりも面積が広いためそれを勘案したとしても、近年の道路延長増加の割合は4都市で最も低い。

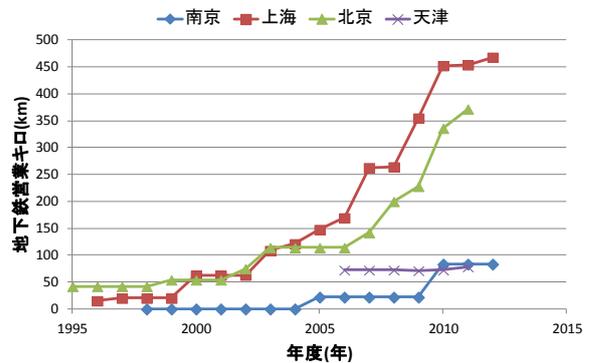


図-4 地下鉄営業キロの推移³⁾

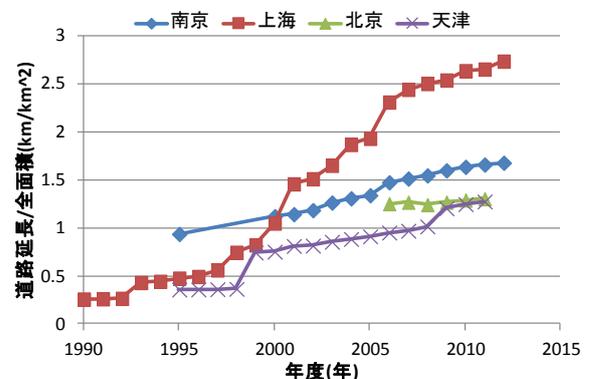


図-5 全面積に対する道路延長の経年変化³⁾

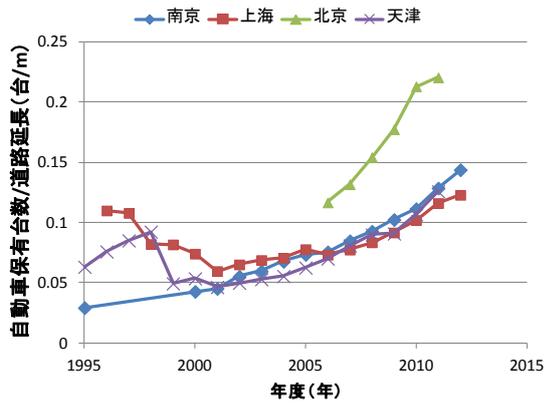


図-6 混雑レベルの経年変化³⁾

さて、道路混雑の度合いを知るため、道路延長1メートル当りの自動車保有台数を混雑レベルと定義して、その経年変化を図-6に示す。近年北京市が他都市と比較して、混雑が激しくなっていることが確認できる。南京市では上海市をわずかに越える混雑レベルの推移が見られる。

以上より、4都市を比較して、南京市は、人口や自動車保有台数では最も少ないものの、市部人口密度が他都市の半分程度と低密度で、GDPに対する自動車保有台数の増加率は比較的高いという状況である。そして鉄道整備はいま始まったところであり、現在の南京市は今後の都市問題を軽減する上で重要な時期といえる。

4. 交通混雑レベルの重回帰分析

前章で定義した混雑レベルでみると、南京市の混雑レベルは、既に交通渋滞が厳しい北京市よりは低いものの、何もしなければいずれ悪化していく可能性がある。

よって本章では、南京市と他の3都市（北京、上海、天津市）の経年データを使い、混雑レベルの重回帰分析を行って、中国対象都市における混雑レベルの要因分析を行う。重回帰分析で用いたデータ概要を表-4に示す。表の利用年度は、分析で使う全てのデータ項目（説明変数）が各都市で揃っている年度である。それでも不足している年度データは、実測値が存在するデータ間の区間線形補間や指数回帰補間により補ったが、回帰補完はいずれも相関係数0.99以上である。

さて、重回帰分析では、目的変数を混雑レベル（道路延長あたりの自動車保有台数）とし、中国都市の各データ項目の変数により分析して精度の高かった結果として、変数を一部変えて構築した2つのモデルを表-5に示す。

モデルはいずれも重相関係数で0.9以上と精度は高い。以下の今後の混雑レベルの予測ではモデル1を使用するものとする。

表-4 重回帰分析で用いたデータ概要

| 利用年度 | 使用データ項目：参考文献（欠損値の補間方法） |
|-------------------------|---|
| 南京 1995 ～ 2010 | 戸籍人口，GDP：南京統計年鑑 市部人口：南京統計年鑑（1996,1998,9の3年分のデータは前後に存在する経年データによる区間線形補間） 市部面積：南京統計年鑑（1990,2000,2005,2007,2009年の5年分のデータによる区間線形補間を行った。元データは少ないが、南京市在住の研究者が検証済み） 自動車保有台数：南京統計年鑑（1996-1999の4年分のデータは他の経年データによる指数補間（R ² =0.9996）） 道路延長：南京統計年鑑（1996-1999の4年分のデータは他の経年データによる指数補間（R ² =0.9995）） 地下鉄営業キロ：南京市統計年鑑 |
| 上海 2011 ～ 2000 | 戸籍人口，GDP：上海統計年鑑 市部人口：中国統計年鑑（2001-2004,2010の5年分のデータは前後に存在する経年データによる区間線形補間） 市部面積，道路延長：中国統計年鑑 自動車保有台数，地下鉄営業キロ：上海統計年鑑 |
| 北京 2009 ～ 2006 | 戸籍人口，GDP：北京統計年鑑 市部人口，市部面積，道路延長：中国統計年鑑 自動車保有台数，地下鉄営業キロ：北京統計年鑑 |
| 天津 2011 ～ 2006 | 戸籍人口，GDP：天津統計年鑑 市部人口，市部面積，道路延長：中国統計年鑑 自動車保有台数，地下鉄営業キロ：天津統計年鑑 |

表-5 中国都市の混雑レベルに対する重回帰分析

| 変数 | モデル1 | モデル2 |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 切片 | -0.000374(-0.02) | -0.0239(-1.82) |
| GDP(億元) | 6.73 × 10 ⁻⁸ (3.24) | |
| 市部人口/戸籍人口 | 0.105(3.66) | 0.0962(3.51) |
| 市部人口密度(人/km ²) | -2.50 × 10 ⁻⁶ (-3.73) | -1.99 × 10 ⁻⁶ (-2.83) |
| 道路延長(km) | | 4.21 × 10 ⁻⁶ (3.78) |
| 地下鉄延長/市部面積(km/km ²) | -0.228(-3.40) | -0.0712(-1.87) |
| サンプル数 | 36 | |
| 有意確率 | <0.0001 | <0.0001 |
| R | 0.908 | 0.916 |

5. 南京市の交通混雑レベル予測

モデル1を用いて、2025年までの南京市の混雑レベルを2015年から5年ごとに予測する。説明変数について、市部人口比率は、南京市主城マスタープランの予想推移を使用する。市部人口密度等の予測条件については、以下に示す4つの条件で仮定した。2010年の市部人口密度は、7116(人/km²)である。仮定1は、この2010年の市部人口密度を一定に保った場合とする。仮定2は、南京市の市部人口密度は、2002年以降の推移と同じ推移で、人口密度が低下した場合について考える。仮定3は、毎年人口密度が一定に増加する場合について考える。仮定4は、仮定1の市部人口密度の条件でかつ、地下鉄建設の2倍の速さで進めた場合である。

地下鉄営業キロについては、2050年までに計画され

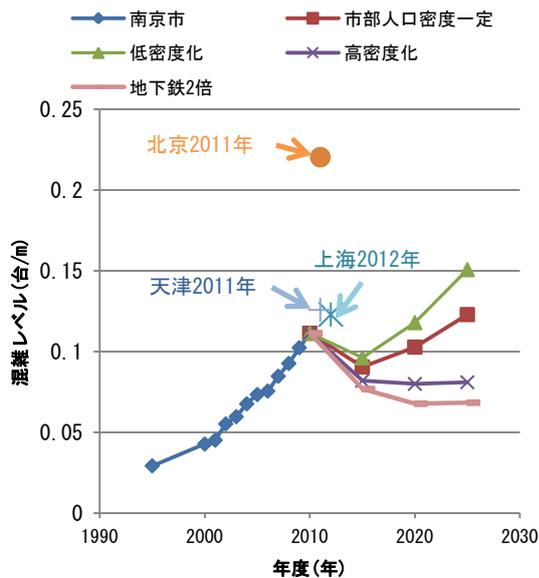


図-6 南京市の交通混雑率予測 (2025年)

ている地下鉄営業キロ 610.8km を、毎年一定の地下鉄延長だけ建設していくと仮定し、それを各年度での地下鉄営業キロとした。それを逆算して算出した市部面積で除した値を予測に用いた。

上記で推計された値をモデル1に代入することにより、予測結果を得て、図-6を作成した。

全体として、2010年までの実測値から、主に地下鉄整備の効果が出ることで、混雑レベルは一端下がるものの、市部人口密度が現状のまま低下し続ける低密度化の場合と密度一定の場合では、再び上昇し、2025年には上海のレベルを超して益々高まる状況がみて取れる。しかし、過去の最も密度が高かった2002年の状態に推移するような高密度化政策をとれば混雑レベルを現状以下で維持できる。また、市部人口密度を2010年の値で一定に抑えつつ地下鉄建設を2倍の速さで進めればさらに落とすことができることがわかる。

6. おわりに

本研究は、中国の中核都市であり、自然と歴史資源が多く、工業の盛んな南京市を例にとり、南京市の都市化状況と、中国の他の中核都市との比較分析を行った。得られた知見は以下の通りである。

(1)2000年代、経済成長による産業・人口の都市への集中が加速した。南京市では、衛星都市の機能の単一化や空洞化がおり、逆にメインシティ機能が過密化し、住・職の不均衡配置が問題となった。所得の増加に従い自家用車も普及して、通勤距離も長くなったが公共交通の主役の路線バスは交通渋滞のためサービス水準が低い

状態にある。中国の他の中核都市も同様に、都市化に伴う交通渋滞や環境問題が深刻化しており、改善の方策が急務となっている、などの交通課題が整理された。

(2)中国の中核4都市の過去データを利用し、交通混雑レベルと経済成長、市部面積、公共交通の利便性などの要因との関連性を分析したところ、鉄道整備や都心部の高密度化政策を進めることが、混雑レベルを抑えることにつながる事が分かった。

(3)南京市の都市計画や現状において生じている交通課題への反省と、混雑レベルの予測結果を踏まえると、市街地の高密度化政策を押し進めることや、新都心の自律的發展を進める事、コストの安い公共交通の開発を検討する事など、より多面的に対策案を検討できることが分かった。

本研究は、制約の大きい中国のデータを収集して分析をすすめているが、さらに信頼性を高めるためにはよりデータの蓄積を図る必要がある。

参考文献

- 1) 南京市都市計画局：南京市都市総体計画 (2010-2030)
- 2) 南京市都市計画局：南京市都市総体計画 (2000-2020)
- 3) 各年度：中国統計年鑑、北京統計年鑑、上海統計年鑑、天津統計年鑑、南京統計年鑑
- 4) 菅野博貢：中国の大都市における都市化と今日住環境の変容,都市計画論文集, No.39-3, pp703-708,2004
- 5) 荒井良雄・岡本耕平・田原祐子・柴彦威：中国都市の生活空間,ナカニシヤ出版,2008
- 6) 華 曉輝：南京市の都市交通発展現状と若干の対策検討,建設政策研究, No.4, pp20-30,2011
- 7) 傅 舒蘭：近代初期の杭州における都市の形態と概念の変遷に関する研究—20世紀初頭の5つの計画への着目,都市計画論文集, Vol.47, pp697-702,2012
- 8) 島田亮太・加藤博和・林良嗣：鉄道整備によるモータリゼーション進展抑制効果に関する基礎的分析,地球環境シンポジウム講演集, pp27-31, 2009
- 9) 梅達郎・加藤 博和・林 良嗣 アジア大都市におけるモータリゼーション進展過程を考慮した旅客交通部門CO₂排出量の長期予測,第18回地球環境シンポジウム講演集, pp67-74,2010
- 10) 中村一樹・林良嗣・加藤博和： アジア途上国都市における土地利用交通施策の早期実施によるスプロール抑制効果,土木学会論文集D 3, Vol.68, No.2, 146-159, 2013
- 11) 南京市統計局：南京統計年鑑2010年
- 12) 南京市統計局：南京統計速報2011年
- 13) 南京交通研究所：南京市交通白書2010
- 14) World Population Prospects: The 2008 Revision
- 15) The Goldman Sachs Group

Comparative Study on Nanjing Civil Development and Transportation

Xiaohu LIN, Midori KOSUGI and Motohiro FUJITA

In this paper, we took Nanjing, a core city of China with rich natural and historic resources and industrial prosperity, as an instance to study its civilization and transportation situations and evaluate the future countermeasures. Meanwhile, we compared the situations of some other core cities in China. Firstly, land use and Nanjing city traffic situations were reviewed. The traffic problems arising from the rapid urbanization development in Nanjing are discussed. Next, the regression analysis of road traffic congestion level with the data of other Chinese cities was made. And a macro model was built to analyze the effects and reasons of the congestion level. Finally, the congestion levels before 2025 in Nanjing were estimated. The treatments to the problems which may arise in the future were discussed basing on our geographical study.