

世界の都市拡大のモデル化と 将来推計の試み

紀伊 雅敦¹・中村 一樹²

¹正会員 香川大学准教授 工学部安全システム建設工学科 (〒761-0396 香川県高松市林町221-20)
E-mail: kii@eng.kagawa-u.ac.jp

¹正会員 香川大学助教 工学部安全システム建設工学科 (〒761-0396 香川県高松市林町221-20)
E-mail: knaka@eng.kagawa-u.ac.jp

都市拡大は生物多様性や地球温暖化を含む環境問題に多大な影響をもたらすと考えられている。本研究ではAlonsoの単一中心都市モデルに住宅開発部門を導入した都市モデルを作成し、これを世界約3600都市に適用する。本モデルは土地市場と床市場を分離することで建築生産性の分析を可能としている。このモデルを用い、まず2000年の市街化データと整合的な都市別の交通コストを逆推計した。次に将来の社会経済シナリオ、およびそれと整合的な交通コストシナリオを設定し、2050年までの都市面積を推計した。また、建築生産性向上と交通コスト低減シナリオを設定し感度分析を行った。その結果、人口増加と経済成長は都市拡大に多大な影響をもたらすことが示され、また建築生産性の向上は都市拡大を抑制し、交通コストの削減は都市拡大を促進することを示した。

Key Words : *Global urban land use, Urban economic model, Climate change*

1. 序論

気候変動政策においては、都市拡大が温室効果ガス(GHG)の排出および適応に及ぼす影響に関する研究が必要とされている。IPCC第5次評価報告書ではGHG排出と都市構造の関係について、1)都市構造はGHG排出に大きく影響していること、2)都市構造に関わる影響要因は密度、土地利用構成、接続性およびアクセシビリティで特徴付けられること、3)現状の都市における温暖化対策による都市構造への影響の不確実性が高いことなどを示している¹⁾。現在、全世界の人口の54%が都市に居住しており²⁾、CO2排出量の70%超が都市活動に起因している³⁾。都市人口比率は2050年には70%になると予想されており、都市部における緩和策強化は不可欠である。特に、交通需要とそれに伴うエネルギー消費は、都市の密度や土地利用といった都市構造要因の影響を受けることが、先行研究で示されている⁴⁾。

いくつかの既往研究では、全世界の人口と市街地の空間分布の推計が試みられている^{5,6)}。しかし、これら先行研究では、ルールベースのシミュレーションやモンテカルロシミュレーションが用いられており、交通条件は明示的に考慮されていない。Angelら⁷⁾は、全世界を対象に、

2000年時点の人口10万人以上の3646都市の人口と都市面積の推計データベースを構築し、これに基づき国別の都市面積を、人口、所得、農地面積、ガソリン価格、不法占拠比率等を独立変数として回帰分析しており、これら諸変数と都市面積のマクロな関係を分析している。ここでは、人口増加が都市面積増加に寄与することに加え、所得増加は都市密度を低下させる傾向が示されている。

一方、Angelらのこの研究はマクロ分析であり、ミクロな行動原理に基づいていない。都市経済モデルでは交通コストが住宅立地と都市構造に影響する過程を明示的に表現しており、都市構造の管理策の検討を可能としている。本研究では、Angelらのデータを用い簡便な都市経済モデルを作成し、世界約3600都市の2050年までの都市面積の推計と、交通コスト及び建築生産性の感度分析を行う。これにより、都市レベルの要因が全世界の都市拡大に及ぼす影響を分析する手法を提案することが本研究の目的である。2章では、古典的都市経済モデルを拡張したシンプルなモデルを作成する。3章では使用データを説明する。4章では都市別の交通費用を逆推計し、5章では社会経済シナリオ、交通費用シナリオの下での都市拡大の将来展望と、交通コスト、建築生産性の感度を分析する。6章はまとめである。

2. 都市経済モデル

ここでは、Alonso⁸⁾の単一中心都市モデルを拡張し、都市構成主体として世帯、地主に加え、住宅開発部門を導入することで、土地市場と床市場を分離する。これにより、建築生産性が市街地面積に及ぼす影響の分析が可能となる。世帯は同質であり、単一の中心業務地区(CBD)で働き同一の所得を得ると仮定する。都市は一般的な空間上に存在し、単位距離当たりの交通コストは都市内では同一と仮定する。以上の仮定により対称性から都市形状はCBDを中心とする円となる。以下では世帯、住宅開発部門の行動と市場精算条件を定式化する。

(1) 世帯

全世帯はCBDで就業し所得 I を得ている。世帯は効用 u を最大化するように、合成財消費量 z と床消費量 l を決定する。距離当たりの交通費用を c とするとCBDから距離 x 離れた地点に居住する世帯の通勤コストは cx となり、これは所得から支払われるとする。ここで、コブダグラス型の効用関数を仮定すると、効用最大化問題は以下のように定式化される。

$$\max(u = z^{\alpha_z} \cdot l^{\alpha_l}) \quad (1)$$

$$\text{st. } I = p \cdot z + r_H \cdot l + c \cdot x \quad (2)$$

ここで、 α_z と α_l は選好パラメータであり $\alpha_z + \alpha_l = 1$ とする。また、 p は合成財価格、 r_H は床地代である。これを解くことで合成財と床の消費量が次式で与えられる。

$$z = \alpha_z (I - c \cdot x) / p \quad (3)$$

$$l = \alpha_l (I - c \cdot x) / r_H \quad (4)$$

式(3)、(4)を式(1)に代入し、間接効用を V と表記すると、付け値床地代は次式となる。

$$r_H = \alpha_0 \left\{ (I - c \cdot x) / (p^{\alpha_z} \cdot V) \right\}^{1/\alpha_l} \quad (5)$$

$$\alpha_0 = \alpha_z^{\alpha_z/\alpha_l} \cdot \alpha_l \quad (6)$$

式(5)を式(4)に代入すると床需要は次式で与えられる。

$$l = \alpha_l / \alpha_0 (p^{\alpha_z} \cdot V)^{\frac{1}{\alpha_l}} \cdot (I - c \cdot x)^{\frac{\alpha_l - 1}{\alpha_l}} \quad (7)$$

(2) 住宅開発部門

住宅開発部門は土地 G と資本 K を投入して床 A_f を生産する。床の生産関数は次式で与えられる。

$$A_f = \gamma_0 (K/G)^{\gamma_1} G \quad (8)$$

ここで、 γ_0 と γ_1 は建築生産性を表すパラメータであり、 $0 < \gamma_1 < 1$ を仮定する。床地代 r_H を用いると、住宅開発部

門の利潤は次式となる。

$$\Pi = r_H \cdot A_f - \kappa \cdot K - r_G \cdot G \quad (9)$$

ここで κ は資本レント、 r_G は地代である。利潤を最大化する資本投入量は次式となる。

$$K = (r_H \cdot \gamma_0 \cdot \gamma_1 / \kappa)^{\frac{1}{1-\gamma_1}} G \quad (10)$$

式(10)を式(8)に代入すると、床供給量は次式で表される。

$$A_f = \gamma_0 (r_H \cdot \gamma_0 \cdot \gamma_1 / \kappa)^{\frac{\gamma_1}{1-\gamma_1}} G \quad (11)$$

式(10)、(11)を式(9)に代入すると利潤は次式となる。

$$\Pi = G \left\{ (1 - \gamma_1) (r_H \cdot \gamma_0)^{\frac{1}{1-\gamma_1}} (\gamma_1 / \kappa)^{\frac{\gamma_1}{1-\gamma_1}} - r_G \right\} \quad (12)$$

住宅開発部門は完全競争であり利潤ゼロを仮定すると、付け値地代は次式となる。

$$r_G = (1 - \gamma_1) (r_H \cdot \gamma_0)^{\frac{1}{1-\gamma_1}} (\gamma_1 / \kappa)^{\frac{\gamma_1}{1-\gamma_1}} \quad (13)$$

(3) 市場精算条件

農業地代は r_{GA} で場所によらず一定とし、住宅の付値地代 r_G が r_{GA} を超える場合($r_G > r_{GA}$)に地主は土地を宅地に提供すると仮定すると、床地代の条件は次式となる。

$$r_H \geq \frac{1}{\gamma_0} \left(\frac{r_{GA}}{1 - \gamma_1} \right)^{1-\gamma_1} \left(\frac{\kappa}{\gamma_1} \right)^{\gamma_1} \quad (14)$$

式(5)と(14)より、CBDから都市境界までの距離 x_A は次式で与えられる。

$$x_A = \frac{1}{c} \left[I - \left\{ \left(\frac{\kappa}{\gamma_1} \right)^{\gamma_1} \left(\frac{r_{GA}}{1 - \gamma_1} \right)^{1-\gamma_1} \right\}^{\alpha_l} \frac{p^{\alpha_z} \cdot V}{(\alpha_0 \cdot \gamma_0)^{\alpha_l}} \right] \quad (15)$$

CBDからの距離 x における世帯密度 n_x は、床供給量 A_f を世帯当たり床消費量 l で除すことで得られる。よって、式(7)と(11)より次式が得られる。

$$n_x = A_f / l = \beta_0 V^{-\beta_1} (I - cx)^{\beta_1 - 1} G \quad (16)$$

$$\text{Where, } \beta_0 = \frac{(\gamma_0 \alpha_0)^{\frac{1}{1-\gamma_1}} \left(\frac{\gamma_1}{\kappa} \right)^{\frac{\gamma_1}{1-\gamma_1}} p^{-\frac{\alpha_z}{\alpha_l} \frac{1}{1-\gamma_1}}}{\alpha_l} \quad (17)$$

$$\beta_1 = 1 / \{ \alpha_l (1 - \gamma) \} \quad (18)$$

CBDからの距離が $(x, x + dx)$ の範囲で、中心角が $d\theta$ の範囲の土地面積は次式となる。

$$dG = R_b x dx d\theta \quad (19)$$

ただし R_b は宅地比率である。以上より、都市人口 N は次式で表される。

$$N = \int_0^{x_A} \int_0^{2\pi} \beta_0 V^{-\beta_1} (I - cx)^{\beta_1-1} R_b x dx d\theta \quad (20)$$

$$= \frac{2\pi\beta_0 R_b}{V^{\beta_1}} \cdot \frac{I^{\beta_1+1} - \{I - c \cdot x_A\}^{\beta_1} (I + c \cdot \beta_1 \cdot x_A)}{c^2 \cdot \beta_1 \cdot (\beta_1 + 1)}$$

式(15)と(20)より、世帯数 N 、所得 I 、距離当たり交通費用 c 、資本レント κ 、農業地代 r_{GA} 、合成財価格 p 、住宅床選好 α_i 、および建築生産性パラメータ γ_0, γ_1 が与えられると、都市半径 x_A と効用水準 V を算定できる。一方、都市半径 x_A が観測されれば、交通コスト c を推計できる。

3. 使用データ

Angel ら⁷⁾は世界 161 カ国、3646 都市圏の 2000 年時点の人口と都市面積を整備している（図-1）。このデータは、2000 年の世界人口の 33%、全都市人口の 70%、都市面積の 52% をカバーしている。円形都市を仮定すると都市半径 x_A は都市面積から算定される。上記モデルの他の変数は、全世界では都市毎には整備されていないため、ここでは、各都市の属する国の平均値を当てはめる。

所得 I は一人当たり GDP を代理指標として用いる。ここでは、世界銀行 World Development Indicators (WDI) の GDP in PPP (purchasing power parity) を用いた。資本レント κ は WDI の利子率を用いた。住宅床選好 α_i は国連 National Accounts Official Country Data と建設コストから推計される帰属家賃に基づき設定した。農業地代 r_{GA} は GTAP database⁹⁾を用いるが、ここでは、宅地造成に関わる資本コストを加えている。宅地造成費用は日本の事例を参考に $\$4/m^2$ とし、これを一人当たり GDP で調整して算出している。建築生産性パラメータは 2007 年の日本の住宅着工統計に基づき推計した。合成財価格はニュメレールとして 1 とする。これらの全データがそろっているのは 42 カ国 1455 都市である。

住宅床選好、資本レント、農業地代が欠損している都市は、以下の方法で補完する。まず、所得水準が低い段階では食費が高く、住宅支出は低い。このため、所得の上昇に伴い住宅支出が増加するが、一定のレベルで飽和すると仮定し、住宅床選好を次式で表す。

$$\alpha_i = \theta_{p1} - \theta_{p2} / (I + \theta_{p3})^{\rho_4} \quad (21)$$

次に、資本需要や事業リスクが高いと利子率が高くなると想定し、資本レントは一人当たり GDP の関数として次式で表す。

$$\kappa = \theta_{r1} / (I + \theta_{r2})^{\rho_3} \quad (22)$$

最後に農業地代は農業生産性と土地の希少性に影響さ

表-1 パラメータ推計結果

		Parameters	St.dev	t-value
Floor Preference (R ² =0.44)	θ_{d1}	0.361	0.254	1.422
	θ_{d2}	0.383	0.131	2.930
	θ_{d3}	2.526	3.742	0.675
	θ_{d4}	0.330	0.602	0.549
Capital Price (R ² =0.20)	θ_{r1}	335.5	293.1	1.145
	θ_{r2}	13.79	5.635	2.447
	θ_{r3}	0.951	0.223	4.267
Agricultural land rent (R ² =0.80)	θ_{a1}	93.70	182.7	0.513
	θ_{a2}	0.200	0.280	0.711
	θ_{a3}	102.4	139.7	0.733
	θ_{a4}	0.741	0.299	2.478
	θ_{a5}	4.571	2.053	2.226
	θ_{a6}	-124.1	193.0	-0.643

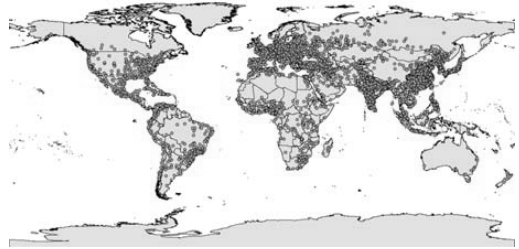


図-1 データ整備都市の位置

れると想定する。生産性は一人当たり GDP に比例し、土地の希少性は一人当たり農地面積 A_{GA} で表されると仮定し、次式で表現する。

$$r_{GA} = \theta_{a1} I^{\theta_{a2}} + \theta_{a3} / (A_{GA} + \theta_{a4})^{\theta_{a5}} + \theta_{a6} \quad (23)$$

住宅床選好は 82 カ国、資本レントは 147 カ国、農業地代は 63 カ国のデータを用いて式(21)-(23)のパラメータを推計した。その結果を表 1 に示す。

ここで、PPP および農業統計は 151 カ国分が与えられており、データ欠損のある都市の内、2151 都市について、上記モデルでデータ補完を行った。以上により、全データのそろっている 1455 都市と合わせて、3606 都市のデータを整備した。

4. 現状の交通コストと効用の推計

式(15)を V について解き、それを式(20)に代入すると次式を得る。

$$N = \beta_3 \frac{1}{c^2} \left(\left(\frac{I}{I - cx_A} \right)^{\beta_1} I - (I + c\beta_1 x_A) \right) \quad (24)$$

$$\beta_3 = \frac{2\pi\beta_0 R_b}{\beta_1(\beta_1 + 1)} \left(\left(\frac{\kappa}{\gamma_1} \right)^{\gamma_1} \left(\frac{r_{GA}}{1 - \gamma_1} \right)^{1 - \gamma_1} \frac{1}{\alpha_0 \gamma_0} \right)^{\alpha_0 \beta_1} \quad (25)$$

ここで、世帯人員を1名と仮定すると、上式において交通コスト c 以外はデータが与えられる。このため、与えられたデータが整合的ならば、式(24)を満たす c が求められる。 c を求められれば、式(15)により V を算定できる。ここでは、3章のモデル補完によらず全データが整備されている42カ国1455都市の推計結果を示す。

図-2 は一人当たり GDP に対する効用水準と交通費用の関係を示しており、前者はおおむね線形の関係が見られる。後者も正の相関が見られるが、ばらつきが大きいことがわかる。現実には、所得が高まると、居住者の時間費用や交通サービス供給の労務費が高まるため、両者に正の相関があると考えられる。一方、この交通コストは都市の人口と面積等から推計されており、地理制約や土地利用規制、建物規制や交通渋滞など、モデルでは明示的に扱われていない様々な要因の影響についても集約的に反映されている。そうした都市固有の要因が交通コストのばらつきに影響していると考えられる。例えば、地理的要因が都市の拡大を抑制している場合でも、モデルではそれを考慮していないので、交通コストが高いため都市面積が小さいと推計していることになる。

5. 2050年までの都市面積と人口密度の推計

ここでは以下のシナリオに基づき2050年までの3606都市の都市面積と人口密度を10年毎に推計し、これを世界6地域で集計する。まず、国毎の都市人口をWorld Urbanization Prospects of the 2014 version²⁾で与える。これにpreferential attachment model^{10,11)}を適用し、都市毎の人口にダウンスケールする。GDPはSocioeconomic Pathways (SSP) 1-Sustainability-, version 0.93を用いる。ただし、一つの国の中で一人当たりGDPは全ての都市で同一とする。世界6地域に集計したシナリオを図-3に示す。

交通コストは、2000年の都市別の推計値から一人当たりGDPの増加に比例して増加するシナリオを設定する。一方、建築生産性は変化しないと仮定する。

(1) 人口増加と経済成長の影響

上記シナリオの下で式(15)と(20)を用い、都市半径 x_d と効用水準 V を求める。図-4は推計された都市面積、人口密度、効用水準の推移を示している。全ての地域で都市面積は増加しているが、その増加率は人口と住宅需要を反映して地域により異なる。

図より、人口密度の推移は地域により傾向が異なることがわかる。アフリカでは推計期間を通じて一貫して人口密度は増加しているが、2050年には上限に達する傾向が見られる。モデルの想定では、人口増加は土地地代と床地代の増加をもたらす、一人当たりの床需要を減少

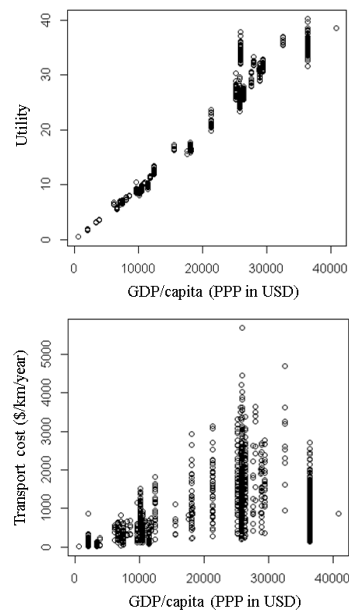


図-2 一人当たりGDPと効用水準（上）、交通費用（下）

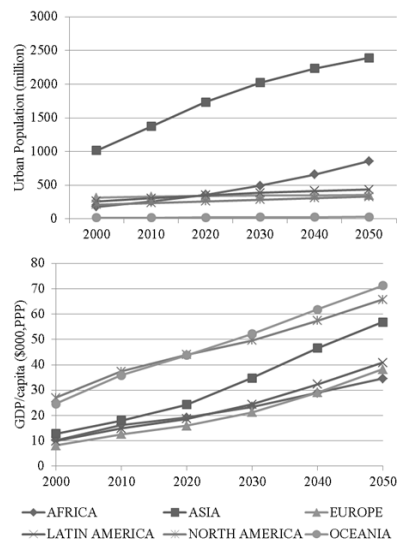


図-3 都市人口シナリオ（上）とGDPシナリオ（下）

させ人口密度を高める効果を持つ。所得増加は床地代と交通コストの支払い能力を高め、人口密度を低下させる。それ故、人口密度の推移は人口増加と経済成長のバランスにより傾向が異なる。アフリカの場合、人口密度への影響に関して、このシナリオでは人口増加が経済成長を上回っていると解釈できる。

アジアでは人口密度は2010年頃にピークアウトし、それ以降大幅に人口密度は減少すると推計されている。これは、2010年前後で都市拡大のパターンが変化すると解釈できる。すなわち、2010年までは人口増加が都

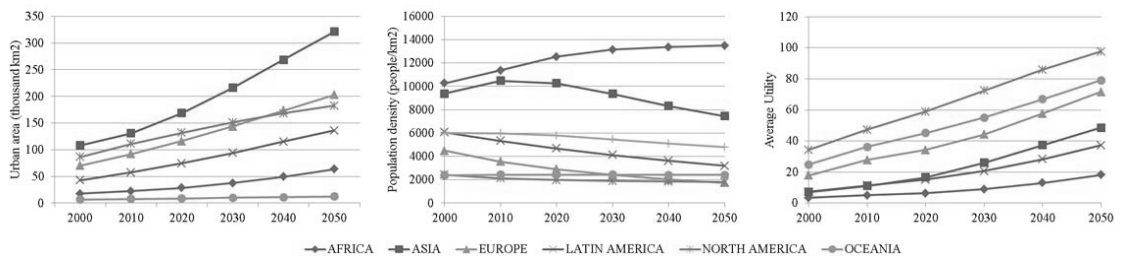


図4 都市面積（左），人口密度（中央），効用水準（右）

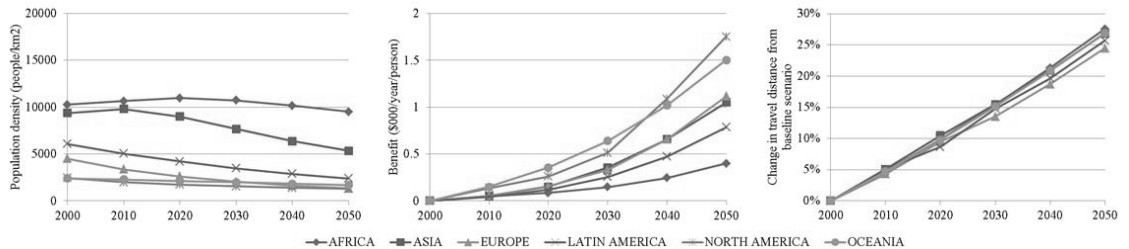


図5 交通費用減少シナリオの人口密度(左)，便益（中央），通勤距離変化（右）

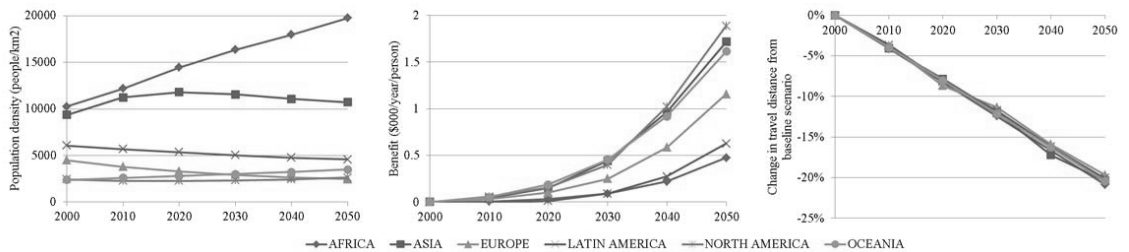


図6 建築生産性向上シナリオの人口密度(左)，便益（中央），通勤距離変化（右）

市拡大の主な要因だが、それ以降は、経済成長とそれに伴う世帯の床需要の増加が都市拡大の原動力となることを示唆している。他の地域では推計期間を通じて人口密度は減少すると推計されている。

(2) 交通コストと建築生産性の感度分析

交通コストと建築生産性の人口密度，便益，および通勤距離への感度を分析する。ここで， ΔV を効用水準の変化とすると便益 $B = \Delta V / (dV/dI)$ と近似される。

感度分析では，ベースシナリオと比較して，交通コスト c は 10 年毎に 5% 減少し，建築生産性はパラメータ η が 10 年毎に 1% 増加すると仮定した。また，年間の通勤日数を D とすると通勤距離は次式で表される。

$$L_T = \int_0^{2\pi} \int_0^{x_A} 2Dn_x / Gx^2 dx d\theta / N \quad (26)$$

図-5 は交通費用削減シナリオにおける人口密度，便益，通勤距離変化を示している。この場合，人口密度はベースシナリオと比較して抑制され，アフリカでは 2020 年にピークアウトすると推計される。2050 年には世界平均でベースシナリオと比較して 27% 人口密度が低下する

と推計される。図-6 は建築生産性向上シナリオを示している。これは全ての地域で人口密度を押し上げ，ベースライン比で 2050 年には 44% 増加すると推計される。

一方，両ケースの便益は似たような傾向を示している。建築生産性の向上は住宅の高層化をもたらし，人口密度を高める。このため，床面積需要は交通コスト削減シナリオと同程度となっている。

ベースラインに対する通勤距離の変化は，2 つのシナリオで逆の傾向を示している。ベースラインでも通勤距離は増加しているが，交通コスト削減ケースでは，人口密度の低下と都市の拡大を反映して，更に増加する結果となっている。一方，建築生産性の向上は通勤距離の増加を抑制している。我々の推計結果は Kenworthy and Laube (1999) による人口密度と通勤距離に関する国際比較調査の結果とも整合している。これらの結果から，交通コストと建築技術の状況により，同程度の効用水準の下でも異なる都市密度が達成され，交通コストや建築技術を政策変数とすることができれば，長期的な都市構造の管理に寄与しうることが示唆される。

6. 結論

本研究では、交通部門と住宅開発部門を考慮したシンプルな単一中心都市経済モデルを作成し、これを全世界の 3606 都市に適用し、2050 年までの社会経済シナリオ、交通・建設技術シナリオの下で都市拡大を推計した。その際、土地市場と床市場を分離することで建築生産性の変化が都市形状に与える影響の分析が可能となり、また居住者の効用への影響も分析が可能となった。

分析の結果、人口増加と経済成長は都市拡大に大きく影響するが、その程度は地域の発展段階により異なることを示した。想定したシナリオの下で人口密度の推移を見ると、アフリカでは 2050 年にかけて一貫して増加するが、アジアでは 2010 年にピークアウトし、他の地域では一貫して減少すると推計された。

感度分析では建築生産性の向上は都市拡大を抑制するが、交通コスト低下は都市拡大を促進することが示された。これら 2 つのシナリオでは居住者の便益は同程度だが、通勤距離に大きな差をもたらし、交通コストを低下させると通勤距離が増加し、建築生産性を向上させると減少することが示された。

ただし、本分析は数多くの強い仮定に基づいており、更なる研究が必要である。まず、国平均で与えている所得、支出、土地・床地代等のデータを都市レベルで整備することが必要である。また、本モデルは単一中心、同質な世帯、均一な交通コストといった、都市空間に関する強い仮定を用いている。現実的な条件を考慮するには、これらの仮定を緩和することが必要である。

謝辞

本研究は科研費（25281071、15H02869）による成果の一部である。

参考文献

1) Seto, K.C., et al.: Climate change 2014: mitigation of climate change:

Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York, 2014.

- 2) UN DESA: World urbanization prospects: The 2014 revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, 2014.
- 3) Marcotullio P.J., Sarzynski, A., Albrecht, J., Schulz, N., Garcia, J.: The geography of global urban greenhouse gas emissions: An exploratory analysis. *Climatic Change*, 121, 621–634, 2013.
- 4) Salon, D., Boarnet, M.G., Handy, S., Spears, S., Tal, G.: How do local actions affect VMT? A critical review of the empirical evidence. *Transportation Research Part D*, 17, 495–508, 2012.
- 5) Grübler, A., O'Neill, B., Riahi, K., Chirkova, V., Goujona, A., Kolpa, P., Prommera, I., Scherbova, S., Slentoe, E. (2007). Regional, national, and spatially explicit scenarios of demographic and economic change based on SRES. *Technological Forecasting and Social Change*, 74, 980–1029.
- 6) Seto, K.C., Güneralp, B., Hutya, L.R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 16083–16088.
- 7) Angel S., Parent, J., Civco, D.L., Blei, A., Potere, D. (2011b) The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000–2050. *Progress in Planning*, 75, 53–107.
- 8) Alonso, W. (1964). *Location and land use*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- 9) Lee, H.L., Hertel, T.W., Rose, S., Avetisyan, M. (2008). An Integrated Global Land Use Data Base for CGE Analysis of Climate Policy Options, GTAP Working Paper No. 42.
- 10) Kii, M., Akimoto, K., Doi, K. (2012). Random-growth urban model with geographical fitness. *Physica A*, 391, 5960–5970.
- 11) Kii, M. and Doi, K. (2013). Projecting global urbanization and the growth of megacities. In Mackett, R., May, A.D., Kii, M., Haixiao, P. (Eds.), *Sustainable transport for Chinese cities*. Emerald Group Publishing, Bingley, WA.

(2015. 7. 1 受付)

MODELING GLOBAL URBAN EXPANSION AND FUTURE PROJECTION

Masanobu KII and Kazuki NAKAMURA

Urban expansion is considered to bring a substantial impact on the environment including biodiversity and climate change. In this study, we develop an urban spatial model incorporating the housing sector, and apply it to about 3,600 cities all over the world. This model is based on the monocentric-city model by Alonso, but it separates the land market and the floor market. Using the global data of urbanized area, we start with inversely estimating transportation costs for each city. Then, setting a socio-economic scenario over a long-term period, we forecast urban expansion in conjunction with utility of local residents by 2050. We particularly examine the sensitivity of urban expansion to housing productivity improvement and transportation cost reduction. As a result, we found that population growth has a substantial impact on urban expansion, in which, while housing productivity improvement would restrain urban expansion, transportation cost reduction would overwhelmingly accelerate the expansion.