

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：33919

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04294

研究課題名（和文）世帯マイクロシミュレーションを用いた減災型集約都市構造への転換施策評価

研究課題名（英文）Evaluation of measures to convert to compact urban structure for disaster mitigation using household based urban microsimulation

研究代表者

鈴木 温（Suzuki, Atsushi）

名城大学・理工学部・教授

研究者番号：00356073

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、頻発・激甚化する自然災害に対応した安全で持続可能な都市の形成のための施策を評価した。居住地の決定は、個人属性、世帯属性、ライフステージ等も大きく影響することから、本研究では、「(a) 災害ハザードと移転促進・居住誘導施策を考慮した居留意識構造分析」と「(b) 世帯マイクロシミュレーションを用いた移転促進策の効果分析」を行った。その結果、災害ハザードエリアに居住する個人の意思決定構造の特徴を明らかにし、影響要因を考慮した望ましい施策を提案することができた。また、宮城県丸森町を対象に、世帯マイクロシミュレーションを構築し、立地誘導施策の効果の評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義や社会的意義は、以下のように要約できる。自然災害のハザードの種類や強度が居住者の居住地選択や居住継続意思にどのように影響しているかを、個人属性や個人の置かれている環境を考慮しつつ明らかにする。災害ハザードエリアからの移転促進や立地誘導施策として、どのような方法が望ましいか、またそれらの手段に対して住民の居住地選択にどのような感度を持つかを検証する。世帯マイクロシミュレーションを構築し、その成果を踏まえ、移転促進策による都市構造変化、リスク低減効果を評価するとともに、居住誘導区域設定に関する提案を行う。

研究成果の概要（英文）：In this study, measures for the formation of safe and sustainable cities in response to frequent and severe natural disasters are evaluated. Since individual attributes, household attributes, and life stage also have a significant impact on the decision of where to live, this study conducted “(a) structural modelling of residential attitude considering disaster hazard and relocation promotion/residence inducement measures” and “(b) analysis of the effect of relocation promotion measures using household based urban micro-simulation”. As a result, the characteristics of the decision-making structure of individuals living in disaster hazard areas were clarified, and desirable measures were proposed in consideration of the influencing factors. In addition, we constructed a household microsimulation for Marumori city, Miyagi Prefecture, and evaluated the effectiveness of the location-guidance measures.

研究分野：土木計画学

キーワード：都市構造 世帯マイクロシミュレーション ハザードエリア 立地誘導

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国では毎年のように豪雨等による自然災害が発生し、各地で甚大な被害がもたらされている。頻発、激甚化する自然災害による被害の背景には、気候変動とともに、浸水等の危険性が高い区域の居住者が増加したことも一因として指摘されている。これまでは、災害危険区域における立地規制等の対策は十分とは言えず、浸水想定区域内に立地適正化計画の居住誘導区域を指定しているケースが多いことも問題視されている。そのため、2020年に都市再生特別措置法が改正され、ハザードエリアにおける新規立地の抑制に加え、ハザードエリアからの移転促進が明記された。しかし、立地選択は基本的に人々の自由意思によるものであり、強制できるものではない。そこで、安全で住みやすい都市構造への転換を図るため、事前災害のハザードに対する居住者の意思決定構造を明らかにしたうえで、どのような立地誘導施策が有効であるか、その効果を定量的に明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

減災型集約都市構造への転換を促進するため、本研究の目的は、以下の3つに集約される。

- ①自然災害のハザードの種類や強度が居住者の居住地選択や居住継続意思にどのように影響しているかを、個人属性や個人の置かれている環境を考慮しつつ、明らかにする。
- ②災害ハザードエリアからの移転促進や立地誘導施策として、どのような方法が望ましいか、またそれらの手段に対して住民の居住地選択にどのような感度を持つかを検証する。
- ③世帯マイクロシミュレーションを構築し、①、②の成果を踏まえ、移転促進策による都市構造変化、リスク低減効果を評価する。

3. 研究の方法

(1) 災害ハザードと移転促進・居住誘導施策を考慮した居注意識構造分析

移転促進・立地誘導施策効果の検討のため、居住地選択意識に関する調査の設計および実施を行った。調査は水害および津波の危険性のあるエリアを含む市町を対象に、Webアンケート調査を行った。Webアンケート調査では、各地方から最低1市町を含み、全国22市町を対象に1650サンプルを収集した。Webアンケート調査によって得られたデータをもとに、居注意識構造をモデル化する。居注意識構造と施策に対する評価から、世帯属性に応じた望ましい施策を提案する。

災害の種類によって居住継続性の意思決定構造にどのような違いがあるのかについて明らかにする。同一の災害のハザードエリアであっても都市部と地方部のように、人口密度等の地理的な要因や生活環境が異なれば、居住継続に関わる意思決定構造も異なる可能性があると考えられる。そのため、本研究では、多母集団分析を行うことによって、地理的要因などが異なる地域の母集団を、同一の母集団とみなしてよいかを判定した上で、災害の種類の違いによる、居住継続意識の構造の違いを共分散構造分析を用いて明らかにする。

(2) 世帯マイクロシミュレーションを用いた移転促進策の効果分析

これまで構築してきた世帯マイクロシミュレーションモデル (Household based Urban Micro-Simulation:HUMS)¹⁾をベースに、宮城県丸森町を対象とした世帯マイクロシミュレーションモデルを構築する。前述のWebアンケート調査で得られたデータを世帯マイクロシミュレーションモデルに反映する。初期世帯マイクロデータは、2020年の国勢調査をもとに既存研究²⁾の方法を用いて生成を行った。その後、ライフイベント発生モデルの構築を行った。ライフイベントは、加齢、死亡、結婚、出生を考慮し、各イベントの発生確率を推定した。さらに、時系列データから転入・転出者数の推定を行った。住宅タイプ選択モデル、居住地選択モデルは、上記の(1)で得られたWebアンケート調査をもとに、多項ロジットモデルを用いてパラメータ推定を行った。このようにして構築した世帯マイクロシミュレーションモデルを用いて、移転促進・居住誘導施策の評価を行った。移転施策は、商業施設の移転施策による居住者の誘導効果を推計した。施策を実施した場合の将来の世帯分布を評価する。

4. 研究成果

(1) 災害ハザードと移転促進・居住誘導施策を考慮した居注意識構造分析の結果

Webアンケート調査のデータをもとに、居住者の居注意識に関する意思決定構造とハザードエリアの関係を分析した。図-1にノンハザードエリアに居住する回答者のデータから得られた共分散構造分析の結果を示す。ノンハザードエリアは、「快適性・安心・安全」に対する評価及び、地縁に対する評価が居注意識に最も影響を与えている。一方、図-2に示すように、洪水浸水想定区域では、地縁に対する評価が居注意識に最も大きな影響を与えており、「快適性・安全・安心」は有意なパスになっていない。以上のような結果から、洪水浸水想定区域に住む人の居住継続には、利便性や快適性・安心・安全も大事だが、それ以上に人との繋がりである地縁や地域との繋がりである地域コミュニティの影響が大きいことがわかった。また、その傾向は都市部よりも地方部で強いことがわかった。よって、個人単位での移転よりも、近くに住んでいる親族等との集団移転の方が移転可能性が高いと考えられる。

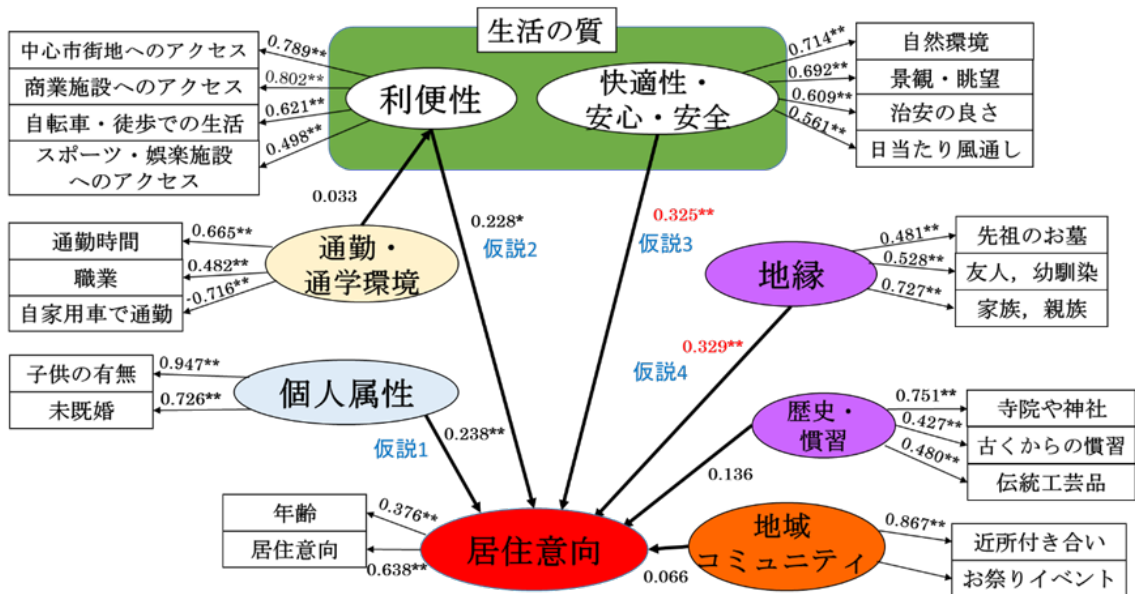


図-1 ノンハザードエリアの共分散構造分析の結果 (N=247)

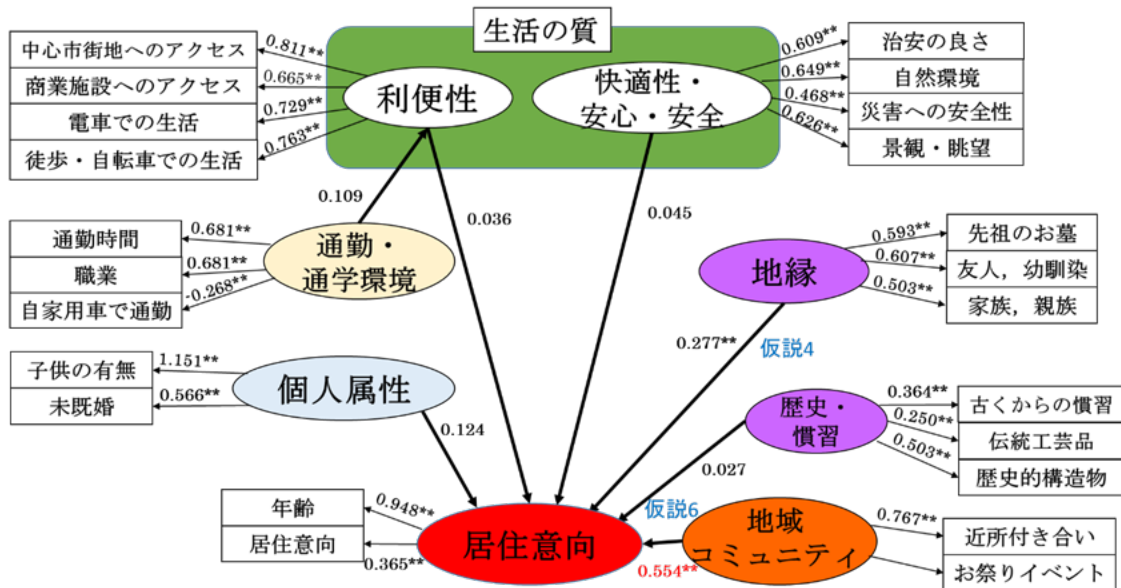


図-2 洪水浸水想定区域の共分散構造分析の結果 (N=502)

(2) 世帯マイクロシミュレーションを用いた移転促進策の効果分析の結果

宮城県丸森町を対象に、世帯マイクロシミュレーションモデル (HUMS) の構築を行った。まず加齢、死亡、結婚、出生の各ライフイベント発生確率を推定した。図-3 には、出生確率の推定結果を示す。第1子モデル、第2子モデル、第3子モデルの決定係数は、それぞれ0.987 0.995 0.987と高い精度で推定できた。

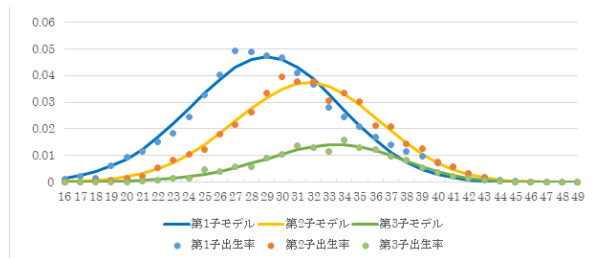


図-3 出生確率の推定結果

次に図-4に住宅タイプ選択モデルの推定結果 (オレンジ) と実績値 (青) の比較を示す。住宅タイプ選択モデルは、持家戸建、持家集合、賃貸戸建、賃貸集合の4つの選択肢を持つロジットモデルでモデル化を行い、高い精度で推定できた。また、表-1に住宅タイプ選択モデルのパラメータ推定結果を示す。住宅タイプ選択モデルのサンプル数が少ないため、一部のパラメータは有意な結果にならなかったが、概ね良好な結果が得られた。

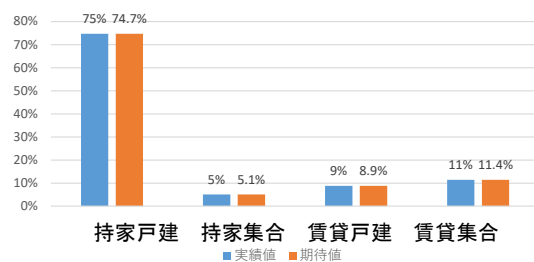


図-4 住宅タイプ選択モデルの推定結果

住宅の立地選択モデルも多項ロジットモデ

ルを用い、パラメータ推定を行った。パラメータ推定の結果を表-2に示す。Webアンケート調査によって得られたデータからコンジョイント分析を行い、多項ロジットモデルを用いてパラメータ推定を行った。さらに、回答者の居住地がハザードエリアの内か外かと住宅タイプが持家か賃貸によって、それぞれパラメータを推定した。その結果、いずれの категорияにおいても市役所までの距離以外の変数のパラメータは有意となり、負の符号となった。

表-1 住宅タイプ選択モデルのパラメータ推定結果

説明変数	持家 戸建	持家 集合	賃貸 戸建	賃貸 集合	パラ メータ	T 値
現在の住宅タイプ	X1	X1			2.091	2.388*
世帯収入	X2	X2			0.097	0.780
居住年数		X3	X3	X3	-3.746	-1.727
世帯人数	X4		X4		0.677	1.977*
フルタイム職	X5			X5	-0.107	-0.156
選択肢固有ダミー	X6				-2.386	-2.206*
選択肢固有ダミー		X7			-2.549	-2.506*
選択肢固有ダミー			X8		-3.232	-2.909**
尤度比						0.504
サンプル数						79

**:1%有意, *:5%有意

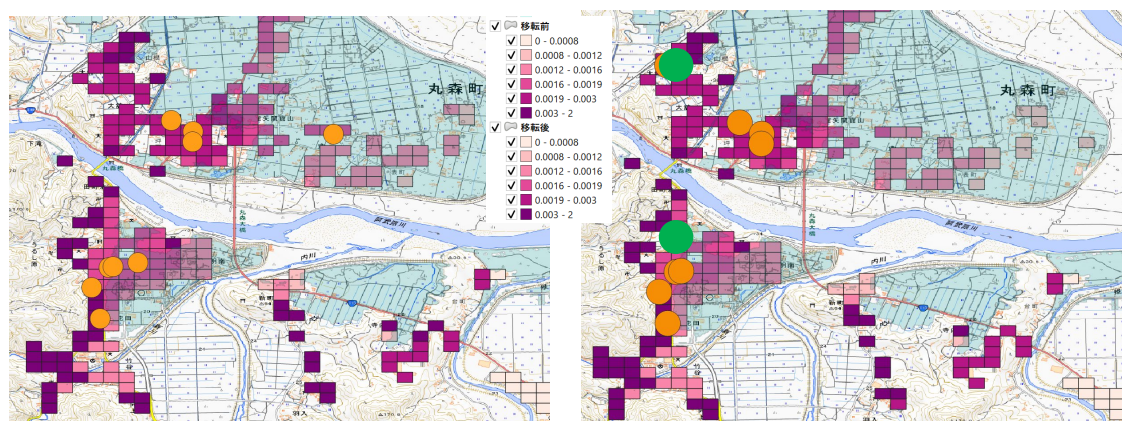
表-2 立地選択モデルのパラメータ推定結果

説明変数	ハザードエリア内		ハザードエリア外	
	持家	賃貸	持家	賃貸
食料品店までの距離	-0.124**	-0.153**	-0.146**	-0.150**
最寄駅までの距離	-0.085**	-0.135**	-0.106**	-0.111**
市役所までの距離	0.000	-0.003	-0.018	-0.018
浸水リスク	-0.953**	-0.833**	-1.137**	-0.812**
住宅価格	-0.422**	-0.325**	-0.307**	-0.242**
疑似決定係数	0.193	0.198	0.235	0.174
対数尤度	-1066	-433.746	-2185.94	-984.902

この結果から、現在の居住地がハザードエリア内か外かは、次の居住地を選択する意思決定に大きな影響を与えていないことがわかった。

上記で推定した一連のモデルを用い、ハザードエリア内に含まれる2つの商業施設の立地をハザード

ードエリア外変更することによって、居住地の立地がどのように誘導されるのかを検証した。図-3に結果を示す。左図が誘導前の現状の居住地選択確率と商業施設の立地点を示しており、右図が誘導後の商業施設の立地点（緑の点が移転した商業施設）と住宅の選択確率を示す。図-3の結果から、誘導前のハザードエリア内の居住地の選択確率は16.4%だったのに対し、誘導後は15.4%と1%の減少が見られた。以上の結果から、商業施設の立地変更による居住地の立地誘導効果には一定の効果があることが確かめられた。



● : 現在の食料品店の場所 ● : 移転後の食料品店の場所
 ■ : 3m以上浸水のハザードエリア

図-3 商業施設による住宅の立地誘導効果（左：誘導前、右：誘導後）

参考文献

1) 鈴木温, 杉木直, 宮本和明: 空間的マイクロシミュレーションを用いた都市内人口分布の将来予測-人口40万人規模の富山市を対象として-, 都市計画論文集, Vol. 51, No. 3, pp839-846, 2016.
 2) 水流風馬, 平野巧真, 鈴木温: オープンデータを用いた初期世帯マイクロシミュレーション生成方法に関する研究, 第60回土木計画学研究発表会・講演集, Vol. 60, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 TSURU Fuma、SUZUKI Atsushi、IKURA Yuki、AOKI Toshiaki	4. 巻 77
2. 論文標題 STUDY ON CONSCIOUSNESS OF CONTINUITY OF LIVING ACCORDING TO THE TYPE OF NATURAL DISASTER RISK IN THE PLACE OF RESIDENCE	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_161 ~ I_171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.77.5_I_161	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Furuta Ryo、Suzuki Astushi	4. 巻 56
2. 論文標題 Agent Based Simulation for Land-Use Considering Network Structure between Residence, Office and Commerce	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the City Planning Institute of Japan	6. 最初と最後の頁 1359 ~ 1365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.56.1359	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugiki Nao、Nagao Shogo、Kurauchi Fumitaka、Mutahari Mustafa、Matsuo Kojiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Social Dynamics Simulation Using a Multi-Layer Network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 13744 ~ 13744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su132413744	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 An Siyi、Aoki Toshiaki、Suzuki Atsushi	4. 巻 13
2. 論文標題 Why People Settle in Shrinking Communities: A Unified Framework of Psychological, Environmental, and Cognitive Factors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 13944 ~ 13944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su132413944	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 SAKATA Tomohiko、SUZUKI Atsushi、SIGIKI Nao、MASAKI Toshiyuki、DEN Hiroyuki	4. 巻 76
2. 論文標題 SPEEDING UP OF PRODUCING INITIAL MICRO DATA OF HOUSEHOLDS IN HOUSEHOLD BASED ESTIMATION	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_425 ~ I_435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.5_I_425	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 ヌウェイヌウェイゾー・中森蒼介・鈴木温
2. 発表標題 全国市町村の災害ハザードエリア内の人口・施設分布変化に関する研究
3. 学会等名 第66回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田稜・鈴木温
2. 発表標題 多様な主体間の相互作用を考慮したAgent-based Simulationを用いた立地誘導評価
3. 学会等名 第66回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ヌウェイヌウェイゾー・加藤啓吾・水流風馬・鈴木温
2. 発表標題 災害ハザードエリア内の曝露人口・事業所変化に関する研究
3. 学会等名 土木学会全国大会 第76回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田稜・鈴木温
2. 発表標題 居住者の世帯構造とライフイベントを考慮した土地利用シミュレーション
3. 学会等名 土木学会全国大会 第76回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田神稔・ヌウェイヌウェイゾー・鈴木温
2. 発表標題 災害ハザードエリアを含む居住地の移転意識に関する地域間比較
3. 学会等名 令和4年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中森蒼介・ヌウェイヌウェイゾー・鈴木温
2. 発表標題 平時と災害時を考慮した生活利便性・安全性評価に関する研究
3. 学会等名 令和4年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 S. An, T. Aoki, T. Yoshihara, H. Inamura, and A. Kikuchi
2. 発表標題 The impact of changes in living environment on life satisfaction:A comparative study between movers and non-movers in Japanese disaster areas
3. 学会等名 The 5th World Planning Schools Congress the 16th Asian Planning Schools Association congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 水流風馬・井倉祐樹・鈴木温・青木俊明
2. 発表標題 居住地の自然災害リスクの種類に応じた居住継続意識構造に関する研究
3. 学会等名 第63回土木計画学研究発表会・春大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水流風馬・鈴木温・落合真由・ヌウェイヌウェイゾー
2. 発表標題 居住地の災害リスク認知を考慮した転居可能性に関する研究
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田稜・鈴木温・永田光希
2. 発表標題 居住者のライフステージと世帯構造に着目した土地利用変化シミュレーション
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青木俊明・良原東栄・稲村肇・菊池輝
2. 発表標題 環境変化が生活満足感に与える影響：被災地における転居者と非転居者の比較研究
3. 学会等名 第64回 土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Munkhbat Batzaya, 杉木直, 鈴木温, 阪田知彦, 松尾幸二郎
2. 発表標題 Application of Household Urban Micro-Simulation (HUMS) in cities of different population sizes and comparison between model parameter characteristics
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水流風馬・鈴木温
2. 発表標題 災害ハザードエリアの種類を考慮した居住継続意識に影響を与える要因に関する研究
3. 学会等名 土木学会全国大会 第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田稜・鈴木温
2. 発表標題 住居・業務・商業間のネットワーク構造に着目した土地利用シミュレーション
3. 学会等名 土木学会全国大会 第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ヌウェイヌウェイゾー・加藤啓吾・水流風馬・鈴木温
2. 発表標題 災害ハザードエリア内の人口・施設分布変化に関する研究
3. 学会等名 令和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 落合真由・水流風馬・鈴木温
2. 発表標題 災害に対するリスク認知と居住継続意識に関する研究
3. 学会等名 和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田 稜・永田光希・鈴木温
2. 発表標題 居住者のライフステージと世帯構造に着目した土地利用シミュレーション
3. 学会等名 令和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	杉木 直 (Sugiki Nao) (30322019)	豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (13904)	
研究 分担者	青木 俊明 (Aoki Toshiaki) (60302072)	東北大学・国際文化研究科・教授 (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------