

令和 5 年 6 月 17 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02331

研究課題名(和文) 都市環境改善・減災のための人口減少適応型グリーンインフラ計画に向けた分野融合研究

研究課題名(英文) Interdisciplinary research towards green infrastructure planning with depopulation for improving urban environments and mitigating disasters

研究代表者

田中 貴宏 (Tanaka, Takahiro)

広島大学・先進理工系科学研究科(工)・教授

研究者番号：30379490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,000,000円

研究成果の概要(和文)：我が国は、多くの地方都市で人口減少が進んでいる。人口減少時代においては、従来の成長管理型の計画手法ではなく、既存都市内の再構成手法が求められ、都市環境改善・減災の視点からは「どこに、どのような緑地を復元するか？(グリーンインフラ(GI)化)」という視点が重要となる。そこで本研究では、実際に人口減少が進む都市を対象に、多面的かつ科学的視点からのGI化指針をステークホルダーに伝えるための人口減少適応型GI計画指針図を作成し、その指針図を利用して人口減少適応型GI計画シナリオをシャレットWSで作成した。また、これら実践を通して、他都市でも活用可能な「人口減少適応型GI計画ガイドライン」を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

例えば、都市の気候環境については、気象学等で研究が行われてきており、研究蓄積は多い。しかし、それら多くは認識科学的視点に基づくものであり、現象解明に目的がある。そのため、これらの成果が実社会の都市づくりに活かされることは稀であった。これは地盤環境、水環境、生態環境でも同様である。そのような中、本研究課題は認識科学的分野(地盤環境、水環境、都市気候環境、生態環境)の専門家と、設計科学的分野(建築計画、都市計画、ランドスケープ)の専門家の協働を通して、認識科学的視点に基づく研究成果をもとに、都市づくりの現場で役立つ指針作成を行うという設計科学的視点に基づくものであり、この点に本研究の特色がある。

研究成果の概要(英文)：Japan's population is declining in many local cities. In declining population era, a reconfiguration method within existing urban areas is required, rather than the conventional growth management planning method, and from the viewpoint of urban environment improvement and disaster mitigation, the perspective of "where and what kind of green space should be restored? (making green infrastructure)" is important. Therefore, in this study, a green infrastructure planning guideline map for urban areas with declining populations was created to communicate with the stakeholders from a multifaceted and scientific perspective, and a green infrastructure planning scenario for urban areas with declining populations was created in a charrette workshop using this guideline map. Through these practices, we also developed "Guidelines for Population Decline Adaptive Green Infrastructure Planning" that can be used in other cities.

研究分野：都市計画

キーワード：都市環境 減災 人口減少 グリーンインフラ 分野融合 GIS

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 背景1：人口減少時代の到来

近年、我が国の多くの都市において、その人口は減少傾向にある。実際、2005年の我が国の「人口動態統計（厚生労働省）」では、1899年に統計を取り始めて以来、はじめて人口の自然減が確認され、いわゆる「人口減少時代」に突入した。地方都市において、その傾向は特に顕著で、建築・都市計画分野においてもその対応が必要と考えられる。

### (2) 背景2：「都市環境の悪化」「頻発する自然災害」とグリーンインフラ（GI）

近年、夏季のヒートアイランド現象が日本各地で深刻化し、例えば熱中症患者の搬送者数も全国的に増加傾向にある。また、宅地開発等による都市部の生態系劣化は、現在もなお進行中であり、その文化的サービスも劣化していると考えられる。このような都市環境の改善のための方策のひとつとして、都市内緑地を適切に保全、整備し、その効果を効率良く利用すること（例：緑による風の道の整備、エコロジカルネットワークの整備等）が求められる。

また近年、豪雨災害を中心として、国内各地で様々な自然災害（例：平成30年7月豪雨、令和元年台風19号）が発生している。豪雨災害に対しては、従来の土木構造物（グレーインフラ）による対策が基本となるが、気候変動により、グレーインフラ設計時の想定を越える自然災害が発生している現在、都市内緑地の雨水貯留効果や土砂災害防止効果を、適切に利用する必要がある。

以上述べたような、都市環境改善・減災に資する能力を有する緑地「グリーンインフラ（以下、GI）」は都市内で適材適所の配置がなされ、はじめて有効となるが、多面的なグリーンインフラの効果を総合的に考慮し、適正配置を行う手法は、未だ確立されていない。

### (3) 背景3：人口減少適応型グリーンインフラ計画の必要性

多面的な視点から、保全すべき緑地抽出を行うための手法として、米国ではイアン・L・マクハーグの「Design with Nature（Natural History Press, 1969）」に代表される「エコロジカルプランニング手法」が提案され、また実践もされてきた。しかし、これらの手法は都市の成長を前提としたもので「都市化を如何に誘導するか？」もしくは「開発から自然環境を如何に守るか？」といった「成長管理」の視点からつくられている。しかし、人口減少時代が到来しつつある我が国では、従来の成長管理的な手法から、既存都市内の再構成手法への移行が求められている。特に、都市的土地利用に対する需要が小さくなることが予想されるため、人口減少の結果、都市内に発生する未利用地・低利用地の中で、自然環境に戻すべき場所を積極的かつ効果的に緑地に戻すこと（都市内再自然化）により、有効なGI計画が可能になるものと思われる。そのため、「人口減少適応型GI計画」の手法確立は、人口減少や気候変動の影響が顕著となりつつある我が国において、喫緊の課題と言える。

### (4) 総括（背景）

しかし、このようなGI計画の方法論は確立されておらず、人口減少適応型GI計画手法の確立、およびそのような都市ビジョンの提示は今日的課題と考えられる。なお、本研究課題においては「都市化を如何に誘導するか？」といったこれまでの視点以上に、「多面的なグリーンインフラの機能を効果的に利用するためには、どこに、どのような自然環境を復元すると効果的か？」といった視点が重要と考える。これが本研究課題の学術的「問い」である。

## 2. 研究の目的

### (1) 目的

以上のような背景から本研究課題では、実際に人口減少の兆候が見られる、広島県呉市を対象とし、複数分野による科学的視点からのGI計画指針をステークホルダー（住民、自治体、都市プランナー等）に伝えるための「人口減少適応型GI計画指針図」を作成することを第1の目的、とした。この「人口減少適応型GI計画指針図」は都市環境関連諸分野（地盤環境分野（土）、水環境分野（水）、都市気候環境分野（大気）、生態環境分野（生物・緑）等）からのGI計画への提言を地図上にわかりやすく表現した地図集である。具体的には、対象地を各分野の視点からゾーニングし、各ゾーンに対して適正なGI計画指針（「どこに、どのような緑地を復元すると効果的か？」）を示した地図の集合である。なお、ここでは特に人口減少を考慮し「GI化推奨ゾーン」の設定を、各分野の視点から行った。

次に、ステークホルダー協働型のGI計画シナリオ作成シャレットワークショップ（WS）を実施し、その場で4分野の人口減少適応型GI計画指針図を実際に利用して、多面的視点に基づく人口減少適応型GI計画シナリオを作成することを第2の目的とした（ここでは人口減少適応型GI計画指針図のような科学的知見とともに、地域の知や生活者の意向も反映したシナリオを作成することを意図してシャレットWS手法を用いることとした）。そして最後に、対象都市での実践を通して、他都市でも活用可能な形で「人口減少適応型GI計画ガイドライン」を作成することを第3の目的とした。

(2) 本研究の着想に至った経緯

研究代表者は、近年、①人口減少時代の都市構造再編に向けた研究（都市計画分野）、および②ヒートアイランド現象緩和型の都市づくりに向けた研究（都市気候環境分野）を並行して進めてきた。その過程で、都市の人口減少が、都市内再自然化、さらにはグリーンインフラ整備の機会にも成り得ると考えた。さらに、都市気候環境分野のみならず、地盤環境、水環境、生態環境を総合的に捉えた上で、GI計画を作成することが、都市環境改善および減災につながると考えるようになった。しかしながら、研究代表者のみで、これを実現することは困難であることから、地盤環境分野、水環境分野、生態環境分野、そして建築計画分野、都市計画分野（環境、防災）、ランドスケープ分野の研究者との協働が必要と考え、本研究課題のチームをつくるに至った。

(3) 関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

例えば、都市気候環境については、国内外を問わず、気象学、地理学、建築学等、幅広い分野で研究が行われてきており、その蓄積は多い。日本建築学会の論文集を見ても、研究代表者のもの（次頁参照）も含め多くの研究がなされている。しかし、それらの多くは認識科学的視点に基づくものであり、現象の解明（例：都市高温化の要因分析）そのものに目的がある。そのため、これらの成果が実社会の都市づくりに活かされることは稀であった。これは地盤環境分野、水環境分野、生態環境分野でも同様である。そのような状況の中、本研究課題は認識科学的分野（地盤環境分野、水環境分野、都市気候環境分野、生態環境分野）の専門家と、設計科学的分野（建築計画、都市計画、ランドスケープ）の専門家の協働を通して、認識科学的視点に基づく研究成果をもとに、都市づくりの現場で実際に役立つ指針作成を行うという設計科学的視点に基づくものであり、この点に本研究の特色があると考えられる。

3. 研究の方法

本研究課題は以下の計画に従い進めることとした。なお研究対象地は、人口減少の兆候が既に見られ、また研究代表者がこれまで研究フィールドとして実際に研究活動を行ってきた広島県呉市とした。

(1) 各分野（地盤、水、気候、生態）の視点による「人口減少適応型 GI 計画指針図」の作成（作成した地図群を「人口減少適応型 GI 計画指針図集」と呼ぶ）

近年の都市環境や減災上の課題を考慮すると、GI計画策定にあたっては、自然条件として土、水、大気、生態系といった環境要素を考慮すべきと考えられる。そこで、これら各要素を扱う地盤環境分野、水環境分野、都市気候環境分野、生態環境分野の各分野で提案されている土地評価モデル等を用いて対象地のゾーニングを行い、それぞれのゾーンに対して「GI化推奨ゾーン」等を示した。以下に各分野からの「人口減少適応型 GI 計画指針図」の概要を示す（図1）。

■地盤環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」

従来、地盤環境分野ではハザードマップが提案されてきた。そこで、既存のハザードマップ（地震災害・土砂災害）の作成モデルを利用し「地盤環境分野による『人口減少適応型 GI 計画指針図』」を作成した。例えば、地盤環境の視点から見て危険な地域（本来は都市化に適さない地域）については、都市化を制限し、将来的には自然環境を復元することが望ましい。そこで、そのような場所をGI化推奨ゾーンとした。

■水環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」

水環境学の分野で提案されている土地評価モデルを活用し、地下水浸透のために保全すべき緑地、新たな緑化が必要な区域、水害危険区域など（自然環境を復元していくことが望ましいGI化推奨ゾーン）を表現した

「水環境分野による『人口減少適応型 GI 計画指針図』」を作成した。

■都市気候環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」

対象地を都市気候特性に基づきゾーニングし、熱環境緩和の為の緑化推奨区域や、都市換気のための「風の道」推奨区域などを表現した「都市気候環境分野による『人口減少適応型 GI 計画指針図』」を作成した。なお、日本建築学会等では、「クリマアトラス」という名称でこれに類似する地図の検討を行ってきたので、それらの成果を利用した。

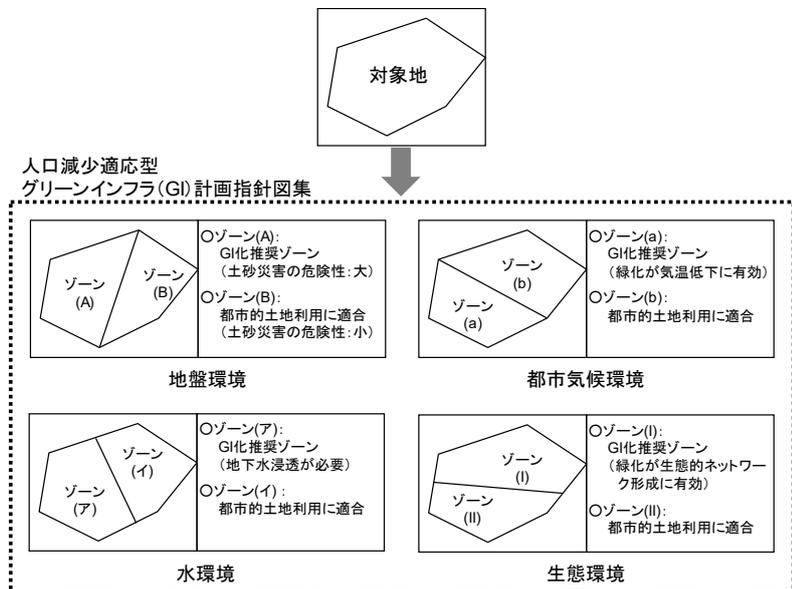


図1 人口減少適応型 GI 計画指針図集のイメージ図

#### ■ 生態環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」

生態学では豊かな生態系の指標となる生物種や、貴重種の潜在生息地（ポテンシャルハビタット）を抽出するモデルの開発が近年活発に行われている。本研究課題では対象地において指標種を定めた後、これらのモデルを利用して、その潜在生息地を抽出した。この潜在生息地は生態環境の視点から見た「保全すべき場所」となる。また、既存の緑地間の距離を、一定距離以下に短くすることにより、緑地間を生物が移動できるようになり、これが「生態ネットワーク」として機能するが、潜在的にこのような「生態的ネットワーク」形成に寄与する区域が GI 化推奨ゾーンとなる。そこで、これらを表現した地図を「生態環境分野による『人口減少適応型 GI 計画指針図』」とした。

#### (2) シャレットワークショップによる人口減少適応型 GI 計画シナリオ作成

対象都市において、シャレット WS（住民、自治体、建築家、都市計画プランナー、ランドスケーププランナー等が参加）を実施し、対象都市の GI 計画シナリオを作成した。シャレット WS では、参加者に対して「人口減少適応型 GI 計画指針図集」を提供することとし、参加者がこの地図集を参考にすることにより多面的かつ科学的知見に基づいた GI 計画シナリオを作成することが可能となった。なお、ここでは建築計画的方策、都市環境計画的方策、都市防災計画的方策、ランドスケープ計画的方策を検討することとした。また、シャレット WS という手法を用いることにより、科学的知見をベースにしながらも、地域の知や生活者の意向も反映した形で人口減少適応型 GI 計画シナリオ作成を行うことが可能となった。

#### (3) 人口減少適応型 GI 計画ガイドラインの提案、および GI 計画シナリオ作成手法の提案

(1)(2)の成果をもとに、一般化可能な人口減少適応型 GI 計画ガイドラインを抽出し、その整理・提案を行った。また、以上の実践をもとに、人口減少適応型 GI 計画シナリオ作成手法（人口減少適応型 GI 計画指針図集の作成手法も含む）のあり方について検証を行い、その手法の提案を行った

#### 4. 研究成果

##### (1) 各分野（地盤、水、気候、生態）の視点による「人口減少適応型 GI 計画指針図」の作成

作成した「人口減少適応型 GI 計画指針図集」の例として、地盤環境分野と都市気候環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」を、図 2、図 3 に、それぞれ示す。

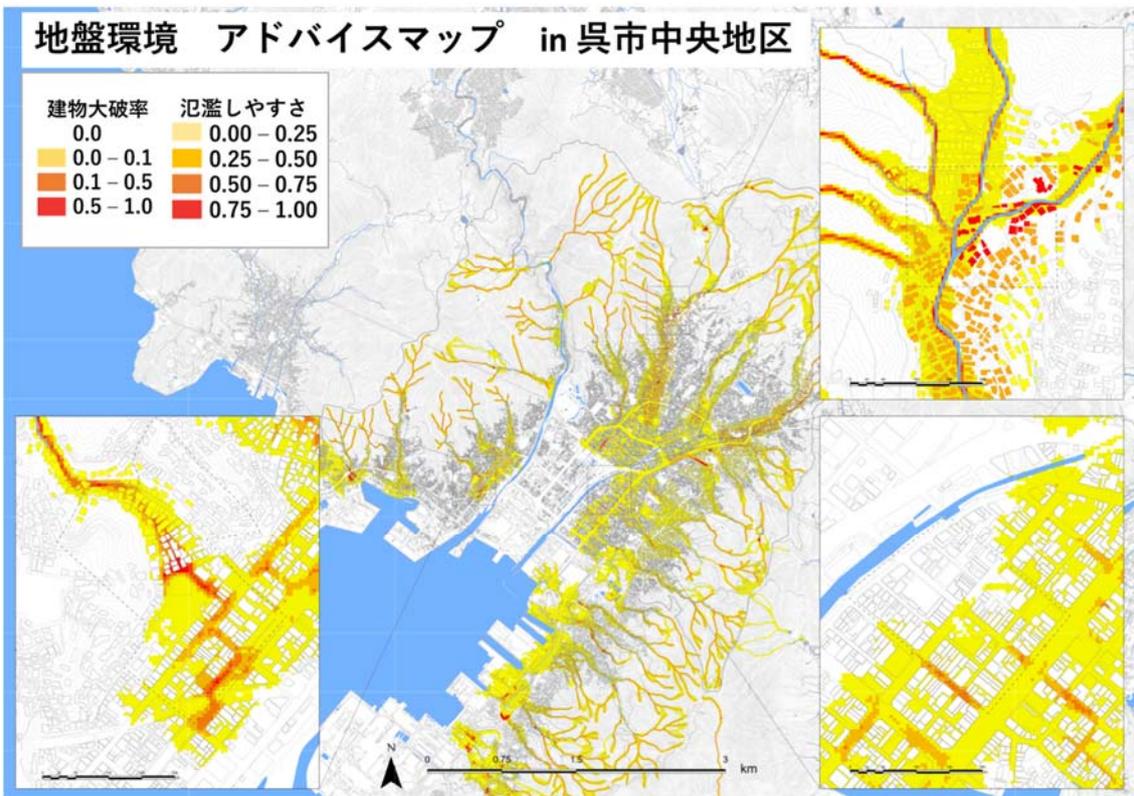


図 2 地盤環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」

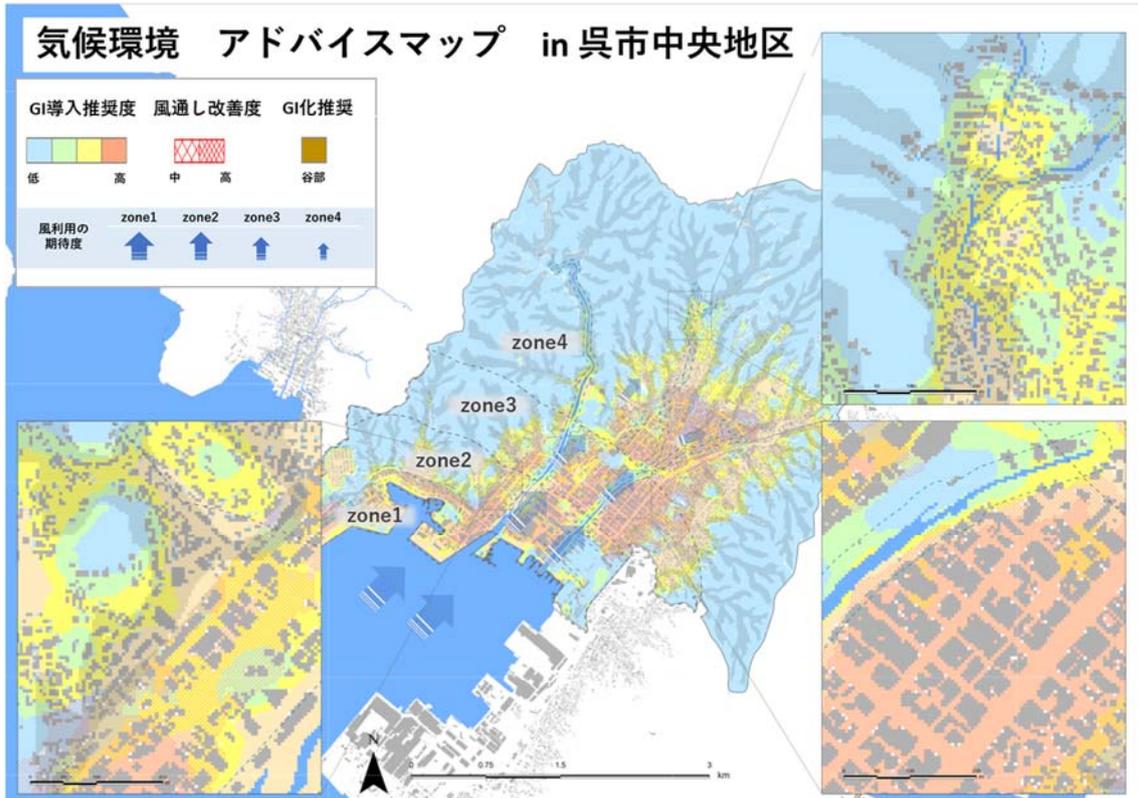


図3 都市気候環境分野による「人口減少適応型 GI 計画指針図」

(2) シャレットワークショップによる人口減少適応型 GI 計画シナリオ作成

対象都市において、シャレット WS を実施した (図 4)。その成果の例を図 5 に示す。この計画シナリオによる都市環境改善・防災効果をシミュレーションにより予測したところ、対象地の平均気温は  $0.6^{\circ}\text{C}$  下がり、浸水面積は  $15 \text{万 m}^2$  減り、土砂災害危険エリアの建物数はなくなるといった結果となった。このことから、効果は一定程度見られるシナリオであるといえ、本研究課題で提案した手法による、人口減少適応型 GI 計画シナリオ作成は有効と考えられる。



図4 シャレットWSの様子



図5 「人口減少適応型 GI 計画シナリオ」

(例：斜面市街地)

(3) 人口減少適応型 GI 計画ガイドラインの提案、および GI 計画シナリオ作成手法の提案

(2)の人口減少適応型 GI 計画シナリオをもとに、ガイドラインをまとめるとともに、GI 計画シナリオ作成手法の提案を行った (図 6)。



図6 GI 計画シナリオ作成手法 (本研究課題の成果をもとに提案)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 田村将太・田中貴宏	4. 巻 77(4)
2. 論文標題 土砂災害警戒区域を考慮した市街地集約化の多面的効果に関する研究 - 広島市を対象としたシナリオ作成と評価 -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 375-388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.77.4_375	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 佐々木唯・田中貴宏	4. 巻 56(3)
2. 論文標題 自然景観を含む都市内圍繞景観に対する住民評価とその要因分析 - 人口減少時代における土地利用再編に資する自然景観評価図作成を目的として -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 1069-1076
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.56.1069	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 三浦弘之・白川隼也	4. 巻 39
2. 論文標題 土石流高さに注目した数値解析に基づく木造家屋の倒壊危険度評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地域安全学会論文集	6. 最初と最後の頁 73-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11314/jisss.39.73	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 横山真・佐々木唯・松尾薫・田中貴宏	4. 巻 28(69)
2. 論文標題 熱環境・水環境からみた谷戸の類型化と都市温暖化・水害対策方針の提案 - 谷戸のグリーンインフラ化に向けた検討 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 918-923
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijt.28.918	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 荒木良太・山鹿力揮・片野裕貴・田村将太・田中貴宏	4. 巻 57(3)
2. 論文標題 洪水抑制効果に着目した市街地内のグリーンインフラ導入計画シナリオ評価 - 広島県呉市中央地区を対象とした配置と量の検討 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 508-515
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.57.508	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 平野一貴・田中貴宏	4. 巻 87(793)
2. 論文標題 地区特性とステークホルダー別便益分配を考慮した木質バイオマスエネルギー活用計画の検討手法に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会計画系論文集	6. 最初と最後の頁 608-619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aija.87.608	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 -

[学会発表] 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 井上莞志・田中健太・田中貴宏・松尾薫・横山真
2. 発表標題 夏季の熱環境改善策を支援する都市環境デザインアドバイスマップ作成に関する研究 - 広島市都心部における熱環境と歩行者量の現状分析 -
3. 学会等名 2020年度 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中健太・井上莞志・田中貴宏・横山真・松尾薫・杉山徹
2. 発表標題 広島県福山市における夏季の気温分布に関する研究
3. 学会等名 2020年度 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野一貴・田中貴宏
2. 発表標題 東広島市における木質バイオマスエネルギーの活用可能性に関する研究 - 持続性・多面的機能を考慮した森林活用モデルの作成 -
3. 学会等名 2020年度 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 水澤克哉・田中貴宏
2. 発表標題 斜面市街地における空き家の発生要因に関する研究 - 呉市両城地区を対象として -
3. 学会等名 2020年度 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金井れもん・田中貴宏
2. 発表標題 地方都市の人口減少を背景としたグリーンインフラ計画に関する研究 - その1 地域の生態環境特性の把握に向けたワークショップ -
3. 学会等名 2020年度 日本建築学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2021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	島田 直明  (Shimada Naoaki)  (40363725)	岩手県立大学・総合政策学部・准教授   (21201)	

6. 研究組織（つづき）

	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	三浦 弘之  (Miura Hiroyuki)  (30418678)	広島大学・先進理工系科学研究科(工)・准教授    (15401)	
研究分担者	松尾 薫  (Matsuo Kaoru)  (60815926)	大阪公立大学・大学院農学研究科 ・助教    (24405)	
研究分担者	稲地 秀介  (Inachi Shusuke)  (50612313)	摂南大学・理工学部・准教授    (34428)	
研究分担者	稲垣 景子  (Inagaki Keiko)  (20303076)	横浜国立大学・大学院都市イノベーション研究院・准教授    (12701)	
研究分担者	横田 樹広  (Yokota Shigehiro)  (00416827)	東京都市大学・環境学部・教授    (32678)	
研究分担者	三笠 友洋  (Mikasa Tomohiro)  (50526407)	西日本工業大学・デザイン学部・教授    (37110)	

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
---------	---------