

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26281056

研究課題名(和文)ストック型社会の実現へ至要たる4d-GISを用いた都市重量の飽和メカニズムの解明

研究課題名(英文) Understanding Material Saturation of city weight to realise stock-type society using 4d-GIS

研究代表者

谷川 寛樹 (Tanikawa, Hiroki)

名古屋大学・環境学研究科・教授

研究者番号：90304188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,800,000円

研究成果の概要(和文)：「ストック型社会の実現へ至要たる4d-GISを用いた“都市重量”の飽和メカニズムの解明」は、世界で学術的議論が活発になりつつあるマテリアルストック・フロー分析を基盤として、資源を都市に長期間滞留させつつ最大限活用するストック型社会の実現へ向けて、都市重量(特に社会基盤施設や建築物などへの物質の蓄積重量)の変化を計測し、その増減および平均滞留年数を定量化するため、都市構造物の4d-GISデータベースを構築し、名古屋市中心部(12km²)の事例では1949年から2009年の期間を約10年おきに4d-GISを構築した。

研究成果の概要(英文)：To understanding Material Saturation of city weight is quite important to realize stock-type society. Quantifying quality and quantity of material stocks, forecasting demolition waste, and estimating the related material flows of urban buildings are essential in order to establish a stock-type society. Influence of socio-economic changes and geo-spatial characteristics to construction lifespan are required for a detailed urban metabolism analysis, so that we established an 4d-GIS database of several cities, for example, Nagoya City Center (approximately 12 km²) from 1949 to 2009.

研究分野：環境システム工学

キーワード：物質ストック分析 物質フロー分析 物質ストック・フロー分析 スtock型社会 4d-GIS 都市重量

1. 研究開始当初の背景

我が国では、戦後復興期、高度成長期、安定成長期を経て、様々な都市機能が求められ、都市構造物の建設を通して、直接・間接的に多くの物質が都市に投入・蓄積・排出されてきた。1990年代以降の低成長期になるとマテリアルフローに占める蓄積量(蓄積純増)は減少傾向に転じた。単純に経済が鈍化し蓄積純増が低下しただけなのか、欧米並に都市機能が充実し、都市重量が飽和しつつあるのか十分に検証できていない。一方で、低炭素型かつ循環型の都市が求められており、炭素強度の高いセメントや鉄鋼材を多く利用する都市建設においては、機能性や豊かさを実感できる都市設計と、それに基づいて蓄積した資源をより長く利用することが必要である。さらに、都市建設に関して自然資源投入を低く抑えつつ適度な資源循環を持続的に行うためには、「どの程度の資源量」が必要で、「どのような物質」が都市内の「どの部分」へ「いつ頃蓄積」されたのか、「いつ頃排出」されるのか同時に検討することが必要である。

2. 研究の目的

本研究課題「ストック型社会の実現へ至要たる 4d-GIS を用いた“都市重量”の飽和メカニズムの解明」は、世界で学術的議論が活発であるマテリアルストック・フロー分析を基盤として、資源を都市に長期間滞留させつつ最大限活用するストック型社会の実現へ向けて、都市重量(特に社会基盤施設や建築物などへの物質の蓄積重量)の変化を計測し、その増減および飽和メカニズムを明らかにすることを目的とする。経年的に空間情報を扱う 4次元型 GIS(Four-dimensional Geographical Information System, 4d-GIS)を用いることで、物質投入量、GHG 排出量、物質滞留量を動学的かつ地理的に分析することが可能となり、低物質投入かつ低炭素なストック利用効率の高い社会へむけた具体的な施策へ研究成果を結びつける。

3. 研究の方法

本研究課題は、これまでに開発した GIS ベースのストック推計システムを長期時系列、3次元、マルチスケールに拡張し、4つのパートから構成される。1)4d-GIS データベースの整備、2)4d-GIS 用の時系列資材蓄積原単位の整備、3)マルチスケールストック推計システムの構築と都市重量飽和メカニズムの解明、4)都市重量飽和メカニズムを空間的に解析・評価。1と2は主にデータベースの整備を行い、3と4でデータベースの整備に合わせて都市代謝システムのモデル構築を行う。

1) 4d-GIS データベースの整備：都市レベルのデータについては、過去の都市計画図や航空写真などを参考に都市構造物に関連する GIS データベースの作成を行う。構造物ごと

の規模や構造、整備年代を都市スケールで調査し、経年的なデータベースの整備を行う。過去の研究データの蓄積もある名古屋市および北九州市を対象にデータベースの整備を進める。地域レベル、国レベルのデータについては、統計情報がベースとなるため、別途データベースの設計を行い、統計情報の収集を進める。情報の整理・入力に関しては、随時研究室の大学院生および連携研究者の奥岡とも協力して進める。都市レベルでは名古屋市、北九州市の 4d-GIS データベースの構築を進めるとともに、順次対象都市を拡大する。人口規模を基準に代表的な大都市、中都市、小都市を取り上げる。名古屋市と北九州市のデータ整備については時間がかかることも予想されるため、データの整備が遅れる場合には都市中心部と郊外の一部に絞り整備を行う。海外都市は中国とタイの都市を取り上げ、協力研究者を通じてデータの構築を行う。

2) 4d-GIS 用 資源蓄積原単位表の整備

建築基準法や道路構造令といった都市構造物の構造自体を規定する基準は時代ごとに変わっている。つまり、現存する構造物は建築年の構造基準に従い建設される場合が多い。基準の変化を考慮しストック推計を行うためには、戦後から現代までの都市構造物整備に係る資材投入原単位年表の整備が必要である。それにより、経年的なストック推計が可能となる。各構造物の構造基準の変遷を調査し、基準改定毎に代表的な構造の設計指針に基づき建設資材蓄積量を推計する。現存する構造物を対象とするため、戦後もしくは明治時代から現在までの資源蓄積原単位の整備を対象とする。ストック推計を行うために必要な「構造令の変遷に伴う資材蓄積原単位年表の整備」を行う。

3) スtock推計システムの構築：1)や2)のデータ整備に合わせてストック推計用のサブシステムの構築、ストック残存年数の推計サブシステムの構築を通してストック推計システムの構築を行う。1)や2)のデータベースとダイナミックに接続し、ストックの推計を行うシステムの構築を行う。GIS のシステム内部での開発を行うことにより、GIS データや原単位データの準備状況に合わせてストックを自動的に計算/表示するシステムである。ストック推計サブシステムと連動する残存年数推計サブシステムの構築を行う。このシステムは、構造物の地理的特性と使用年数の関連性を分析し、都市の内部特性に応じたストックの残存年数を推計するもので、都市のメタボリズムを計測するための重要なパーツである。また、2つのサブシステムを通して、「どこに」「どれだけの」ストックが存在するのかが明らかになり、それらが機能を提供するサービスを比較しつつ、経年で比較することで都市重量の飽和メカニズムを地理的に解析する。

4) 都市重量飽和メカニズムの解明・評価：

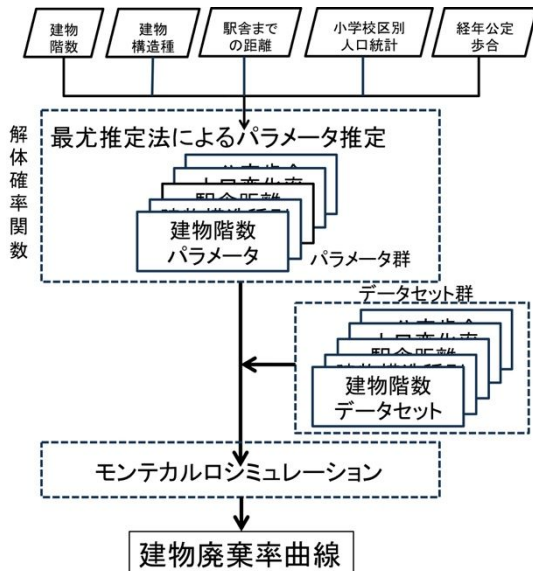


図1 物質ストック飽和推計につながる建築物滞留年の推計フロー

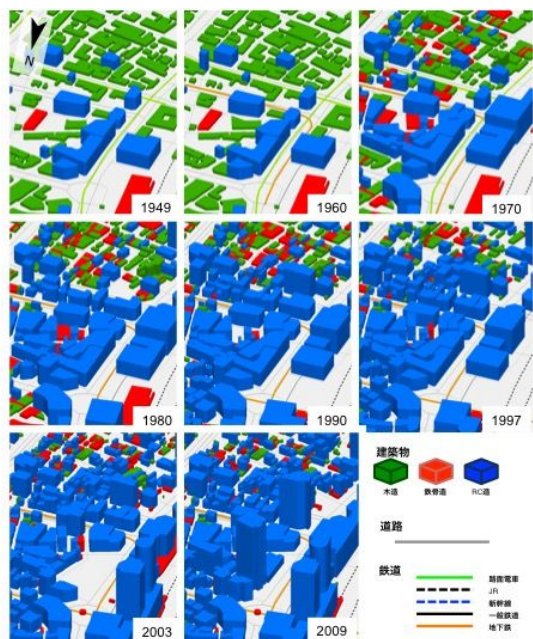


図2 4d-GIS構築事例 (JR名古屋駅周辺)

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計27件)

1. Ichiro Daigo, Kohei Iwata, Masahiro Oguchi, Yoshikazu Goto. Lifetime distribution of buildings decided by economic situation at demolition : D-based lifetime distribution, Procedia CIRP, 査読有, Vol.61, 2017, 146-151 DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.221
2. Kyaw Nyunt Maung, Seiji Hashimoto, Mizuki Mizukami, Masataka Morozumi, and Cherry Myo Lwin. Assessment of the

- Secondary Copper Reserves of Nations, Environmental Science & Technology, 査読有, Vol.51, No.7, 2017, 3824-3832 DOI: 10.1021/acs.est.6b04331
3. Shigetomi, S., Nansai, K., Kagawa, S., Kondo, Y. and Tohno, S. Economic and Social Determinants of Global Physical Flows for Critical Metals: The Case of Neodymium, Cobalt and Platinum, Resources Policy, 査読有, vol.52, 2017, 107-113, DOI: 10.1016/j.resourpol.2017.02.004.
4. Nansai, K., Nakajima, K., Suh, S., Kagawa, S., Kondo, Y., Takayanagi, W. and Shigetomi, Y. The Role of Primary Processing in the Supply Risks of Critical Metals, Economic Systems Research, Fothcoming, 査読有, 2017, 335-356, DOI: 10.1080/09535314.2017.1295923
5. 金城鐘顕、吉田圭介、奥岡桂次郎、谷川寛樹、鉄軌道輸送システム整備に関わるマテリアルストック・フロー分析、環境情報科学 査読有、Vol.45, No.4, 2017、58-63
6. Eiji Yamasue, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Ichiro Daigo and Keiichi N Ishihara. Total Material Requirement of Scrap Steel from End-of-Life Vehicles, ISIJ International, 査読有, Vol.56, No.8, 2016, 778-787 DOI: 10.2355/tetsutohagane.100.778
7. Tokito, S., Kagawa, S. and Nansai, K.. Understanding International Trade Network Complexity of Platinum: The Case of Japan, Resources Policy, 査読有, vol.49, 2016, 415-421, DOI: 10.1016/j.resourpol.2016.07.009
8. Shigetomi, Y., Nansai, K., Kagawa, S. and Tohno, S. Influence of Income Difference on Carbon and Material Footprints for Critical Metals: The Case of Japanese Households, Journal of Economic Structures, 査読有, Vol.5, No.1, 2016, 1-24, DOI: 10.1787/308077407044
9. Keisuke Yoshida, Tomer Fishman, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa, Material stock's overburden: Automatic spatial detection and estimation of domestic extraction and hidden material flows、Resources Conservation and Recycling, 査読有, Vol.123, 2016, DOI:10.1016/j.resconrec.2016.09.010
10. Hanwei Liang, Liang Dong, Hiroki Tanikawa, Ning Zhang, Zhiqiu Gao, Xiao Luo, Feasibility of a new-generation nighttime light data for estimating in use steel stock of buildings and civil engineering infrastructures、Resources Conservation and Recycling、査読有, Vol.123, 2016、11-23

- DOI:10.1016/j.resconrec.2016.04.001
11. Tomer Fishman, Heinz Schandl, Hiroki Tanikawa, Stochastic Analysis and Forecasts of the Patterns of Speed, Acceleration, and Levels of Material Stock Accumulation in Society, Environmental Science Technology, 査読有, Vol.50, No.7, 2016, 3729-3737, DOI: 10.1021/acs.est.5b05790
 12. 木下卓大、奥岡桂次郎、谷川寛樹、福島県北部沿岸地域におけるフライアッシュのクリンカー代替利用に関する地域循環圏の検討、土木学会論文集 G(環境)、査読有、Vol.71, No.6、2015、133-138、DOI: 10.2208/jscejer.71.II_133
 13. 青柳淳之介、杉本賢二、奥岡桂次郎、谷川寛樹、名古屋市中心部における4d-GISを用いた都市の経年変化によるMSFAに関する研究、土木学会論文集 G(環境)、査読有、Vol.71, No.6、2015、467-474
 14. 松井健吾、長谷川正利、高木重定、奥岡桂次郎、谷川寛樹、低炭素化に向けた日本全国の土系資源ストックフローの将来シナリオ分析、土木学会論文集 G(環境)、査読有、Vol.71, No.6、2015、309-317、DOI: 10.2208/jscejer.71.II_309
 15. Kagawa, S., Nakamura, S., Kondo, Y., Matsubae, K and Nagasaka, T., Forecasting Replacement Demand of Durable Goods and the Induced Secondary Material Flows: A Case Study of Automobiles, Journal of Industrial Ecology, 査読有、Vol.19, No.1, 2015, 10-19, DOI: 10.1111/jiec.12184
 16. Nansai, K., Nakajima, K., Kagawa, S., Kondo, Y., Shigetomi, Y. and Suh, S., Global Mining Risk Footprint of Critical Metals Necessary for Low-carbon Technology: The Case of Neodymium, Cobalt, and Platinum in Japan, Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.49, No.4, 2015, 2022-2031, DOI: 10.1021/es504255r
 17. 醍醐市朗、今さら人に聞けないLCA講座(6) マテリアルフロー分析は何かができるの?、日本LCA学会誌、査読有、11(1)、2015、66-67
 18. Hanwei Liang, Hiroki Tanikawa, Yasunari Matsuno, Liang Dong, Modeling In-Use Steel Stock in China's Buildings and Civil Engineering Infrastructure Using Time-Series of DMSP/OLS Nighttime Lights, Remote Sensing, 査読有、Vol. 6, No.6, 2014, 4780-4800, DOI: 10.3390/rs6064780
 19. 山下剛弥、奥岡桂次郎、谷川寛樹、マテリアルストックデータベースの拡充とストック利用効率の検討、土木学会論文集 G(環境)、査読有、Vol.71, No.6、2015、319-327、DOI: 10.2208/jscejer.71.II_319
 20. 吉田圭介、奥岡桂次郎、杉本賢二、谷川寛樹、人為的攪拌による土石移動量の推計に関する研究、環境情報科学論文集、査読有、Vol.28、2014、88-94、DOI: 10.11492/ceispapers.ceis28.0_89
 21. 黒田将平、杉本賢二、奥岡桂次郎、谷川寛樹、衛星夜間光と合成開口レーダを用いた建物延床面積の推計モデルの開発、土木学会論文集 G(環境)、査読有、Vol.70, No.6、2014、97-106、DOI: 10.2208/jscejer.70.II_97
 22. 谷川寛樹、都市重量と循環性持続可能性評価、一般社団法人海外環境協力センター OECC会報、査読有、第72号、2014、8-9
 23. Nakamura, S., Kondo, Y., Kagawa, S., Matsubae, K., Nakajima, K. and Nagasaka, T., MaTrace: Tracing the Fate of Materials over Time across Products with Open-Loop-Recycling, Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.48, No.13, 2014, 7207-7214
 24. Shigetomi, Y., Nansai, K., Kagawa, S. and Tohno, S., Change in the Carbon Footprint of Japanese Households in an Aging Society, Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.48, No.11, 2014, 6069-6080, DOI: 10.1021/es500820h
 25. Nansai, K., Nakajima, K., Kagawa, S., Kondo, Y., Suh, S. and Oshita, Y., Global Flows of Critical Metals Necessary for Low-Carbon Technologies: The Case of Neodymium, Cobalt and Platinum, Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.48, No.3, 2014, 1391-1400, DOI: 10.1021/es4033452
 26. 醍醐市朗、藤原亮、後藤芳一：金属素材の需要量増加における鈍化傾向の各国比較、開発技術、査読有、20、2014、41-48
 27. 醍醐市朗、機能向上による持続可能な社会の実現、日本LCA学会誌、査読有、Vol.10、No.4、2014、440-441
- 〔学会発表〕(計131件)
1. 朝隈友哉、奥岡桂次郎、谷川寛樹、年代間での建築物一致自動判定を用いた東京都市圏における物質ストック・フロー分析、平成29年度土木学会中部支部研究発表会、2018年3月2日
 2. 正木晃平、奥岡桂次郎、谷川寛樹、北九州市4d-GISを用いた年都市物質代謝の推計、平成29年度土木学会中部支部研究発表会、2018年3月2日
 3. 野中一鴻、奥岡桂次郎、谷川寛樹、4d-GISを用いた建築物滞留年推計モデルの構築と物質ストック・フロー分析、平成29年度土木学会中部支部研究発表会、2018年3月2日
 4. Yi Dou, Hiroki Tanikawa, Tsuyoshi Fujita. Integrated planning and assessment for

low-carbon eco-city development through strategic urban renewal and energy symbiosis, 2017 Graduate Student Forum on Sustainable Use of Natural Resources, 2017.12.22

5. Bungo Nishio, Kenji Sugimoto, Keiji Okuoka, Hiroki Tanikawa, Inter calibration of Radiance Calibrated Nighttime Lights and Quantification of urban dynamics in Southeast Asia, International Symposium on Remote Sensing 2017, 2017.05.17-19
6. Matsui D., Daigo I. and Goto Y., Evaluation method of function and functionality-wise quantity performed by materials thorough their life cycle. EcoBalance 2016, Kyoto, Japan, 2016.10.3-6
7. Ohta S., Daigo I. and Goto Y., Functionality-wise evaluation method based on MIPS: A case study on frame structures. EcoBalance 2016, 2016.10.3-6
8. Keisuke Yoshida, Keiji Okuoka, Hiroki Tanikawa, Study of Anthropogenic Disturbance with Geomorphologic Change, EcoBalance 2016, 2016.10.3-6
9. Kenji Sugimoto, Shohei Kuroda, Keiji Okuoka, Hiroki Tanikawa, Material stock estimation using nighttime lights data, The International Society for Industrial Ecology joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.09.28-30
(ほか合計131件)

〔図書〕(計 2 件)

1. Kagawa, S., Nishijima, D. and Nakamoto, Y. "Achieving a Low-carbon Transition in Japan: The Role of Motor Vehicle Lifetime," in Hopkins, D. and Higham, J.E.S. (eds.), Low Carbon Mobility Transitions, GoodFellow Publishers, Oxford, UK, pp. 255-265, 2016.
2. H.Schandl, M.F.Kowalski, J.West, S.Giljum, M.Dittrich, N.Eisenmenger, A.Geschke, M.Lieber, H.Wieland, A.Schaffartzik, F.Krausmann, S. Gierlinger, K.Hosking, M.Lenzen, H.Tanikawa, A.Miatto, T.Fishman, Global Material Flows and Resource Productivity: Assessment Report for the UNEP International Resource Panel. ISBN: 978-92-807-3554-3, 2017

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<https://sites.google.com/site/ensap758/en>

6. 研究組織

(1)研究代表者

谷川 寛樹 (TANIKAWA, Hiroki)
名古屋大学・大学院環境学研究科・教授
研究者番号：90304188

(2)研究分担者

橋本 征二 (HASHIMOTO, Seiji)
立命館大学・理工学部・教授
研究者番号：30353543

加河 茂美 (KAGAWA, Shigemi)
九州大学・大学院経済学研究科・教授
研究者番号：20353534

醍醐 市朗 (DAIGO, Ichiro)
東京大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：20396774

山末 英嗣 (YAMASUE, Eiji)
立命館大学・理工学部・准教授
研究者番号：90324673

(3)連携研究者

奥岡 桂次郎 (OKUOKA Keiji)
名古屋大学・大学院環境学研究科・助教
研究者番号：90714436