

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04329

研究課題名（和文）天然資源利用の価値・効率・環境影響に着目した循環経済の計測手法の開発

研究課題名（英文）Development of measurement methods for the circular economy focusing on the value, efficiency, and environmental impact of natural resource use

研究代表者

橋本 征二（Hashimoto, Seiji）

立命館大学・理工学部・教授

研究者番号：30353543

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：従来のリサイクル率等の指標では計測できない循環経済の新たな概念・取り組みに対する指標の開発を目的として、天然資源が採取され最終処分されるまでに生み出す価値の計測手法、資源効率を高める様々な取組の個別計測手法、天然資源利用の削減による環境影響の削減効果の計測手法、を開発した。具体的には、supply-driven型の波及計算モデルを援用して天然資源の「生涯」にわたって生み出される価値を推計する手法を開発し適用例を示した。また、資源効率の構造分解にもとづいて様々な取組の個別計測手法を開発しその適用例を示すとともに、いくつかの取組について関与物質総量を用いた環境影響の削減効果を推計した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1単位の天然資源が採取され最終処分されるまでに生み出す価値を計測するという考え方は本研究のオリジナルであり、「天然資源の価値を最大限に引き出す」という循環経済の方向性を適切に表現する指標として、今後の活用が期待される。また、循環経済に向けて様々な取組がある中、本研究が分類・提案する各取組の計測指標も、そうした取組のモニタリング指標として活用することができる。さらに、本研究で改善を行った関与物質総量については、様々な素材の係数をウェブサイトで公開しており、資源利用に伴う環境影響の評価指標の一つとしての活用が期待される。

研究成果の概要（英文）：The new concepts and initiatives of the circular economy cannot be measured by conventional indicators such as the recycling rate. We developed a method for measuring the value of natural resources created through their extraction to final disposal, a method for individually measuring various efforts to improve resource efficiency, and a method for measuring the effect of reducing the environmental impact by reducing the use of natural resources. Specifically, we developed a method for estimating the value of natural resource generated over its "lifecycles" by using a supply-driven input-output model, and showed some application examples. In addition, we have developed individual measurement methods for various efforts based on the structural decomposition of resource efficiency, and have shown examples of their application. We also estimated the effect of reducing environmental impact for some efforts using Total Material Requirement.

研究分野：環境システム分析、資源・廃棄物管理

キーワード：資源効率 環境効率 シェアリング リマニュファクチャリング 関与物質総量

1. 研究開始当初の背景

欧州の循環経済政策パッケージの公表を受けて、循環経済の進捗をモニタリングする指標の開発(例えば、EASAC(2016)、Elia et al. (2017)、Haupt et al. (2017)、SOeS (2017)、Cautisanu et al. (2018)等)が進められているが、議論は未だ緒に就いたところである。循環経済づくりを推進する団体の1つである Ellen MacArthur Foundation (2015)が示す循環経済の原則の2つ目は、平たくいえば「採取した天然資源は可能な限り社会の中で使いつくす」ということであるが、この「使いつくす」「価値を最大限に引き出す」状況を計測することができれば、循環経済の進捗を適切に表せると考えられる。この計測は従来のリサイクル率やリユース率等のアプローチでは不可能であり、新たな考え方が必要となっている。

また、「採取した天然資源を使いつくす」ということは、資源効率を向上させるということである。実際、欧州の循環経済政策はその成長戦略の一つ「資源効率の高いEU」を具体化するものとして位置づけられている。資源効率を向上させるということは、我々の生活上の需要(生活活動量)に対して天然資源の使用量を減らすということであるが、このアプローチには様々あり、シェアリング・マニュファクチャリング等の新しい概念も登場している。こうしたアプローチは、下式左辺(資源効率)を右辺に分解することで分類することができる(橋本、2018)。a~h 各項の意味、具体的なアプローチをまとめたものが後述の表1であるが、この各項を計測することができれば、循環経済づくりの様々なアプローチの指標となる。

さらに、資源効率の向上によって「天然資源の利用を減らした意味」についても適切に評価することが必要である。これには天然資源利用の環境影響を評価することが必要であり、関与物質総量(Total Material Requirement: TMR)(例えば、Bringezu et al. (2004))や環境影響で重み付けした資源消費(例えば、van del Voet et al. (2009))等が用いられている。しかしながら、関与物質総量(TMR)の対象範囲や信頼性、環境影響で重み付けした資源消費の推計手法については後述するような課題があり、更なる改善が求められている。

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccccc}
 & & & \lrcorner & d=b \times c & \lrcorner & \\
 & & & b & & c & \\
 a & & & & & & e
 \end{array} \\
 \frac{\text{天然資源使用量}}{\text{生活活動量}} = \frac{\text{製品使用量}}{\text{生活活動量}} \times \frac{\text{製品保有量}}{\text{製品使用量}} \times \frac{\text{新規製品生産量}}{\text{製品保有量}} \times \frac{\text{製品質量}}{\text{新規製品生産量}} \\
 \times \frac{\text{製品及び容器包装質量}}{\text{製品質量}} \times \frac{\text{原材料使用量}}{\text{製品及び容器包装質量}} \times \frac{\text{天然資源使用量}}{\text{原材料使用量}} \quad \text{式 1}
 \end{array}$$

2. 研究の目的

本研究では、従来のリサイクル率等の指標では計測できない循環経済の新たな概念・取り組みに対する新たな指標の開発を目的とする。具体的には、(1) 天然資源が採取され最終処分されるまでに生み出す価値の計測手法、(2) 資源効率を高める様々なアプローチの個別計測手法、(3) 天然資源利用の削減による環境影響の削減効果の計測手法、を開発する。

3. 研究の方法

(1) 天然資源が採取され最終処分されるまでに生み出す価値の計測手法の開発

リユースやリサイクルを含む物質フロー情報を supply-driven 型の波及計算モデルと結びつけ、天然資源の「生涯」にわたって生み出される価値を推計する手法を開発する。

①いくつかの天然資源を対象とした物質フローの推計とその行列表記：部品としてのリユース、材料としてのリサイクル等を表現した物質フローを推計し、その投入産出表を作成する。具体的には、木材、鉄、砂利・砕石等を対象として、各種統計等を用いて物質フローを推計するが、このとき産業連関表との対応づけを行ってプロセスを設定する。

②状態推移確率行列の作成と付加価値の紐づけ：上記の投入産出表をもとに状態推移確率行列を作成し、各プロセスに産業連関表をベースとした付加価値を紐づける。

③天然資源が「生涯」にわたり生み出す価値の計算：状態推移確率行列を無限に乘じ、物質が最終処分されるまでに繰り返し利用される中でどのプロセスを何度経由するか推計し、各プロセスを経由するときに生み出される価値を合計することで、当該天然資源が「生涯」にわたって生み出す価値を推計する。可能な限り時系列での推計を試み、比較検討を行う。

(2) 資源効率を高める様々なアプローチの個別計測手法の開発

式1及び表1のa~hの各項について、居住等の生活活動を対象にその計測手法を開発する。居住についての指標例を表2に示す。ここでは居住に関わる天然資源使用量を、式2のように住宅の建設に関わるものと住宅のエネルギー使用に関わるものに分けている。各指標の変数の計測方法、計測可能性を各種統計データ等により検討し、可能な限り時系列での推計を試みる。

$$\frac{\text{住宅の建設に関わる天然資源使用量}}{\text{人口}} = \frac{\text{住宅のエネルギー利用に関わる天然資源使用量}}{\text{人口}} + \frac{\text{住宅のエネルギー利用に関わる天然資源使用量}}{\text{人口}}$$

式2

表1 資源効率向上のためのアプローチ(橋本、2018)

項	a	b	c	e	f	g	h
	製品使用量 生活活動量	製品保有量 製品使用量	新規製品生産量 製品保有量	製品質量 新規製品 生産量	製品及び 容器包装質量 製品質量	原材料使用量 製品及び 容器包装質量	天然資源 使用量 原材料使用量
意味	製品の使用回避(モノに依存しない)	製品の稼働率向上(モノの稼働率を上げる)	製品の長期活用(モノを長く活用する)	製品の省資源化(コンパクトなモノを使う)	容器包装の省資源化(容器包装を減らす)	生産工程の省資源化(効率よくモノをつくる)	再生資源の活用(リサイクル材を使う)
アプローチ	(a)製品の使用回避(人力での活動、自然の利用等)	(b)製品の共有(シェアリング、レンタル・リース等)	(d)製品の長寿命化(修理、リマニュファクチャリング、アップグレード、レンタル・リース等)	(f)製品の省資源化(小型化、軽量化、省エネ化等)	(g)容器包装の省資源化(簡素化、軽量化、リターナブル化、詰替化等)	(h)生産工程の省資源化(歩留まりの向上、部品のリユース、省エネ化等)	(i)再生資源の活用
		(c)製品のリユース(中古製品の流通・活用等)	(e)製品の使用ロス削減(無駄になるモノを減らす)				

表2 居住を例とした各項の指標

建設	a	b	c	e	f×g	h
		使用中の住宅の延床面積 人口	住宅の総延床面積 使用中の住宅の延床面積	住宅の着工床面積 住宅の総延床面積	建設された住宅の重量 住宅の着工床面積	住宅の建設に関わる原材料使用量 建設された住宅の重量
エネルギー	a	b×c×e×f×g				h
	住宅のエネルギー使用量 人口	住宅のエネルギー使用に関わる原材料使用量 住宅のエネルギー使用量				住宅のエネルギー使用に関わる天然資源使用量 住宅のエネルギー使用に関わる原材料使用量

(3) 天然資源利用の削減による環境影響の削減効果の計測手法の開発

関与物質総量(TMR)についてはその対象範囲と信頼性、環境影響で重み付けした資源消費については資源が利用される段階での環境影響の配分方法に関して手法上の改善を行い、これを適用した事例研究を行う。

①手法上の改善策の検討：関与物質総量(TMR)については、水を含めるかどうか、エネルギー消費に関わる資源消費を含めるかどうか、等がその違いとなっているほか、鉱山によるばらつきの扱いが課題となっている。前者について、その違いを明確にするとともに、後者について不確実性の評価を行い、関与物質総量(TMR)係数に不確実性情報を追加して改善する。環境影響で重み付けした資源消費については資源が利用される段階での環境影響の配分方法について、いくつかの配分方法(利用される資源の経済価値に基づく配分方法、利用される資源の物理的特性に基づく配分方法等)を試行し、より望ましい方法を同定する。

②改善策の適用による事例研究：(2)で検討するような a~h の事例に対して、同手法を適用し、天然資源消費が削減されたことによる環境影響の削減効果を推計するとともに、対象事例ごとにその含意を考察・評価する。

4. 研究成果

(1) 天然資源が採取され最終処分されるまでに生み出す価値の計測手法の開発

ここでは、木材についての検討結果を示す。木材の物質フローを行列表記したものをベースに状態推移確率行列を作成し、これを無限に乗ずることで、木材が最終処分されるまでに繰り返し利用される中でどの状態を何度経由するか推計した結果を図1に示す。1990年から2011年にかけて、素材、製材、建築物としての経由回数が減っているのに対し、チップ、紙、板紙等の紙用途の経由回数は増える結果となった。この間、木材供給全体に占める素材としての供給が減り、輸入製品としての供給が増えてきたことにより、素材としての経由回数が減っている。また、木材需要全体に占める製材用途、すなわち建築用途の比率が減り、紙用途の比率が増えていること、古紙のリサイクル率が上昇していること等が、これらの用途の経由回数が増減の原因と考えら

れる。さらに、この間の木材の利用回数(最終用途である状態の推移回数の合計)は、全体として1.0回から1.7回に増加しており、木材の循環的な利用は進んできたと考えられる。

次に、木材1単位が各状態を経由するときに生み出される付加価値を経由回数に乘じ、これを合計することで、木材が「生涯」にわたって生み出す価値を推計した結果を図2に示す。循環的な利用が進んできたにもかかわらず、木材1kgが生涯にわたり生み出す付加価値に大きな変化はなかった。1回の経由による付加価値が建築物で増加しているのに対し、紙用途で生み出される付加価値が低いことが要因と考えられる。

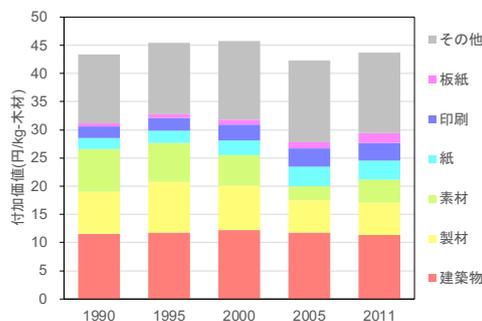


図2 単位量の木材が生み出す付加価値の推移

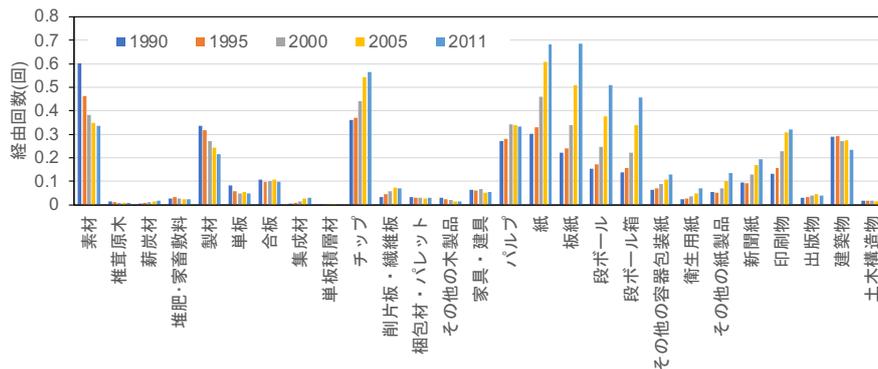


図1 各部門における木材の経由回数の経年変化

(2) 資源効率を高める様々なアプローチの個別計測手法の開発

ここでは、居住という生活活動についての検討結果を示す。表2の各変数について表3に示すような推計手法を開発し、1973~2013年を対象とした推計を行った。このうち、「使用中の住宅の延床面積/人口」の推移を図3、「住宅の着工床面積/住宅の総延床面積」の推移を図4に示す。表2の各項の変化が左辺の資源効率の変化に与える影響の寄与を推計したところ、住宅の長寿命化(およそ図4の逆数)が資源効率の上昇に大きく寄与してきた一方、1人あたり住宅延床面積の増大(図3)が資源効率を低下させる主要な要因になってきたことが示された。また、住宅のエネルギー使用に関わる資源効率については、1人あたりのエネルギー使用量(住宅のエネルギー使用量/人口)が資源効率の低下の要因として寄与した結果となった。

表3 表2の各変数の推計手法の概要

変数	推計手法の概要
人口(人)	総務省「人口推計」のデータを使用
使用中の住宅の延床面積	総務省「住宅・土地統計調査」のデータである「空き家の総数」に「空き家の1住宅当たり延べ面積」を乗じて「空き家の延床面積」を推計、下記「住宅の総延床面積」より「空き家の延床面積」を減じて推計
住宅の総延床面積	総務省「住宅・土地統計調査」のデータである「住宅の総数」に「1住宅当たり延べ面積」を乗じて推計
住宅の着工床面積	国土交通省「建築着工統計調査」のデータを使用
建設された住宅の重量	上記の「住宅の着工床面積」に国土交通省「建設資材・労働力実態調査」のデータである「建設資材の面積原単位」を乗じて推計
住宅の建設に関わる原材料使用量	上記の建設資材(木材、鋼材、セメント、骨材)の原材料データをそれぞれ収集し、1単位建設資材あたりに必要な原材料量を推計、これを上記「建設された住宅の重量」の各建設資材量に乘じて推計
住宅の建設に関わる天然資源使用量	上記「住宅の建設に関わる原材料使用量」のうち、鋼材の原材料である鉄スクラップ、骨材のうち再生骨材の重量を減じて推計
住宅のエネルギー使用量	日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」のデータを使用
住宅のエネルギー使用に関わる原材料使用量	電力以外のエネルギーについては、上記の「エネルギー使用量」に経済産業省「総合エネルギー統計」のデータである「各種エネルギー重量換算比」を乗じて推計、電力については、電気事業連合会「電気統計情報」のデータである「火力発電燃料」、農林水産省「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」のデータである「バイオマス発電燃料」、環境省「一般廃棄物処理実態調査」のデータである「発電を伴う廃棄物焼却量」を合計することで推計
住宅のエネルギー使用に関わる天然資源使用量	上記「住宅のエネルギー使用に関わる原材料使用量」から「発電を伴う廃棄物焼却量」を減じて推計

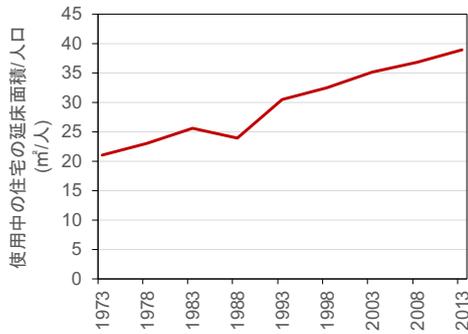


図3 使用中の住宅の延床面積/人口の推移

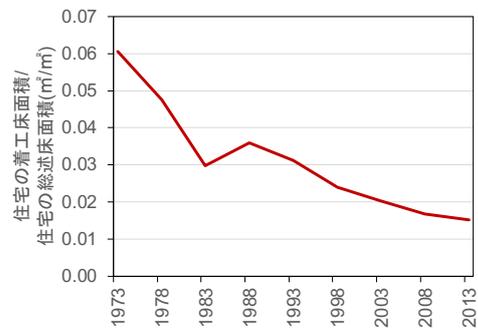


図4 住宅の着工床面積/住宅の総延床面積の推移

### (3) 天然資源利用の削減による環境影響の削減効果の計測手法の開発

ここでは、関与物質総量(TMR)を表1のh(再生資源の活用)に適用した検討結果を示す。主要な製品を対象に、一次資源利用の場合及び二次資源利用の場合の関与物質総量(TMR)を推計した。このうち、普通乗用車についての結果を図5に示す。一次資源利用の場合の関与物質総量(TMR)は1台あたり25トン程度にも及び、電気電子部品、ボディ、エンジン、触媒等に関わる関与物質総量(TMR)が大きい結果となった。二次資源利用の場合には、関与物質総量(TMR)を5トン程度にまで削減することができ、一次資源利用の場合との差分が関与物質総量(TMR)削減可能量となる。普通乗用車の場合には関与物質総量(TMR)を1/5程度に削減できる可能性がある。

主要な製品について推計した1台あたりの関与物質総量(TMR)削減可能量に年間の生産台数を乗じ、年間のTMR削減可能量を推計した結果を図6に示す。普通乗用車やエアコンで大きな削減効果がある結果となった。両者に共通する素材として、銅に関わる関与物質総量(TMR)の削減効果が大きいと考えられる。なお、種々の次世代自動車(ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池車)について関与物質総量(TMR)を推計したところ、ガソリン自動車の2~3倍となった。低炭素技術に関するこうした側面からの検討も重要と考えられる。

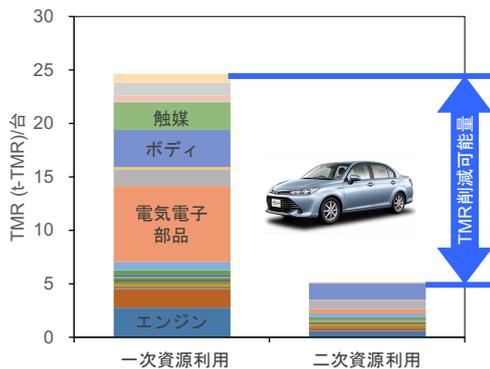


図5 普通乗用車の TMR と TMR 削減可能量

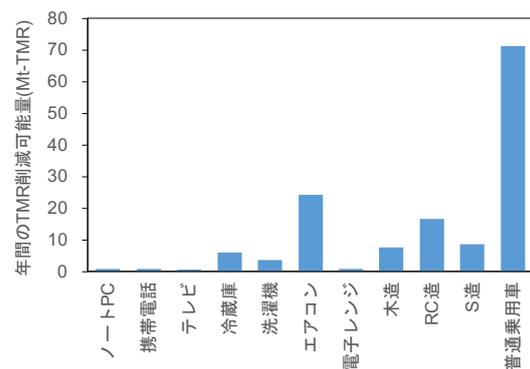


図6 各製品の年間の TMR 削減可能量

#### <参考文献>

- 橋本征二 (2018) 情報技術活用による 3R の推進・資源効率の向上と労働力不足・労働環境改善への対応、廃棄物資源循環学会誌、29、195-201
- Bringezu, S., et al. (2004) International comparison of resource use and its relation to economic growth, Ecol. Econ., 51, 97-124
- Cautisanu, C., et al. (2018) Quantitative approach to circular economy in the OECD countries, Amfiteatru Econ., 20, 262-277.
- Dente, S.M.R., et al. (2018) Revealing the life cycle greenhouse gas emissions of materials - The Japanese case, Res., Cons. & Recyc., 133, 395-403
- EASAC (2016) Indicators for a Circular Economy, EASAC Policy Report 30.
- Elia, V., et al. (2017) Measuring circular economy strategies through index methods, J. Clean. Prod., 142, 2741-2751.
- Ellen MacArthur Foundation (2015) Towards a Circular Economy, Ellen MacArthur Foundation.
- Haupt, M., et al. (2017) Do we have the right performance indicators for the circular economy?, J. Ind. Ecol., 21, 615-627.
- SOeS (2017) 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy, SOeS.
- Van der Voet, E., et al. (2009) Environmental Impact of the Use of Natural Resources and Products, Report CML #184, Leiden University

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Dente Sebastien M.R., Kayo Chihiro, Aoki-Suzuki Chika, Tanaka Daisuke, Hashimoto Seiji	4. 巻 257
2. 論文標題 Life cycle environmental impact assessment of biomass materials in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	6. 最初と最後の頁 120388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2020.120388	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 Wuyts Wendy, Sedlitzky Raphael, Morita Masato, Tanikawa Hiroki	4. 巻 12
2. 論文標題 Understanding and Managing Vacant Houses in Support of a Material Stock-Type Society?The Case of Kitakyushu, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 5363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su12135363	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 Kosai Shoki, Yuasa Muku, Yamasue Eiji	4. 巻 13
2. 論文標題 Chronological Transition of Relationship between Intracity Lifecycle Transport Energy Efficiency and Population Density	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Energies	6. 最初と最後の頁 2094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/en13082094	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 Kosai Shoki, Kishita Yusuke, Yamasue Eiji	4. 巻 154
2. 論文標題 Estimation of the metal flow of WEEE in Vietnam considering lifespan transition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Resources, Conservation and Recycling	6. 最初と最後の頁 104621 ~ 104621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resconrec.2019.104621	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 Vilaysouk Xaysackda, Islam Kamrul, Miatto Alessio, Schandl Heinz, Murakami Shinsuke, Hashimoto Seiji	4. 巻 170
2. 論文標題 Estimating the total in-use stock of Laos using dynamic material flow analysis and nighttime light	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Resources, Conservation and Recycling	6. 最初と最後の頁 105608 ~ 105608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resconrec.2021.105608	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 該当する

1. 著者名 Vilaysouk Xaysackda, Saypadith Savath, Hashimoto Seiji	4. 巻 26
2. 論文標題 Semisupervised machine learning classification framework for material intensity parameters of residential buildings	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Industrial Ecology	6. 最初と最後の頁 72 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jieec.13174	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 該当する

1. 著者名 Tanikawa Hiroki, Fishman Tomer, Hashimoto Seiji, Daigo Ichiro, Oguchi Masahiro, Miatto Alessio, Takagi Shigesada, Yamashita Naho, Schandl Heinz	4. 巻 285
2. 論文標題 A framework of indicators for associating material stocks and flows to service provisioning: Application for Japan 1990?2015	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	6. 最初と最後の頁 125450 ~ 125450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2020.125450	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 該当する

1. 著者名 Kosai Shoki, Matsui Kenyu, Matsubae Kazuyo, Yamasue Eiji, Nagasaka Tetsuya	4. 巻 166
2. 論文標題 Natural resource use of gasoline, hybrid, electric and fuel cell vehicles considering land disturbances	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Resources, Conservation and Recycling	6. 最初と最後の頁 105256 ~ 105256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resconrec.2020.105256	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 Kosai Shoki, Badin Arnidah Binti, Qiu Yang, Matsubae Kazuyo, Suh Sangwon, Yamasue Eiji	4. 巻 166
2. 論文標題 Evaluation of resource use in the household lighting sector in Malaysia considering land disturbances through mining activities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Resources, Conservation and Recycling	6. 最初と最後の頁 105343 ~ 105343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.resconrec.2020.105343	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 該当する

1. 著者名 YAMASHITA Naho, GUO Jing, SHIRAKAWA Hiroaki, TANIKAWA Hiroki	4. 巻 77
2. 論文標題 EMPIRICAL RESEARCH OF RESOURCE PRODUCTIVITY DECOMPOSITION CONSIDERING MATERIAL STOCK -CASE STUDY OF JAPAN ' S RESIDENTIAL BUILDINGS-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)	6. 最初と最後の頁 11_23 ~ 11_31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.77.6_11_23	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32件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Dente, S.M.R., M. Ogami, and S. Hashimoto
2. 発表標題 Measuring the value created through the life-cycle of wood resource: The Japanese case
3. 学会等名 The 10th Conference of International Society for Industrial Ecology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平井満規、山下奈穂、谷川寛樹、橋本征二
2. 発表標題 エネルギー利用を考慮した木質バイオマスの物質フロー分析
3. 学会等名 環境科学会2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大神正史、SM.R. Dente、橋本征二
2. 発表標題 木材がそのライフサイクルで生み出す価値の推計～経年変化の分析
3. 学会等名 第47回環境システム研究論文発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Zhang, J. and S. Hashimoto
2. 発表標題 Assessment of secondary lead reserves and potential lead waste of nations
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Vilaysouk, X. and S. Hashimoto
2. 発表標題 Material stock of residential building in a newly developing country:a case study from Laos
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 見邨朋哉、橋本征二
2. 発表標題 ストック型社会に向けた蓄積物質使用効率の検討：高速道路を対象として
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三俣陽太郎、L. Ciacci、橋本征二
2. 発表標題 日中欧におけるポリ塩化ビニルの二次埋蔵量及び潜在廃棄物量の評価
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田敏明、醍醐市朗、橋本征二
2. 発表標題 鉄鋼材の物量投入産出表の作成と資源利用効率の評価
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平井満規、橋本征二
2. 発表標題 将来シナリオ別の木材の物質フローの推計と使用効率の評価
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大神正史、S.M.R. Dente、平井満規、橋本征二
2. 発表標題 木材がそのライフサイクルで生み出す価値の推計～価値増大シナリオの検討
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhang, J., X. Vilaysouk, and S. Hashimoto
2. 発表標題 Assessment of secondary lead reserves and potential lead waste in Japan
3. 学会等名 The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management (3RINCs) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 朝隈友哉、奥岡桂次郎、谷川寛樹
2. 発表標題 同一性判定システムを用いた東京都市圏における建設資材の偏在性及び動態に関する研究
3. 学会等名 第30回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamasue, E., S. Kosai, B. C. McLellan, S. Murakami and S. Hashimoto
2. 発表標題 Resource paradox problem revealed by Total Material Requirement
3. 学会等名 13th Society and Materials International Conference (SAM13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosai, S. and E. Yamasue
2. 発表標題 Economy-wide material flow analysis and its projection: DMI vs TMR in Japan
3. 学会等名 11th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小原成勝、光斎翔貴、山末英嗣
2. 発表標題 太陽電池の資源強度評価
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 光斎翔貴、宮本渉、山末英嗣
2. 発表標題 資源の安定供給に向けた海上セキュリティの評価
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鷹田祐京、光斎翔貴、山末英嗣
2. 発表標題 関与物質総量を通じた自動車用リチウムイオン電池の資源強度評価
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大西祐輝、光斎翔貴、山末英嗣
2. 発表標題 水素製造の関与物質総量～燃料電池自動車の評価～
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中川奈那美、光斎翔貴、山末英嗣
2. 発表標題 電源構成を考慮した電力の関与物質総量
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Badin, A., 光斎翔貴, Y. Qiu, S. Suh, 山末英嗣
2. 発表標題 Mining activities of illuminations in terms of Total Material Requirement
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田敏明、醍醐市朗、橋本征二
2. 発表標題 日本における鉄鋼材の二次埋蔵量の評価
3. 学会等名 第48回環境システム研究論文発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三俣陽太郎、Ciacci Luca、Tao Wang、橋本征二
2. 発表標題 日欧中におけるポリ塩化ビニルの二次資源の類型:二次埋蔵量、潜在廃棄物量
3. 学会等名 第31回廃棄物資源循環学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhang, J., X. Vilaysouk, S. Dente, and S. Hashimoto
2. 発表標題 Classification of secondary lead resources in China
3. 学会等名 環境科学会2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田敏明、S.M.R. Dente、醍醐市朗、橋本征二
2. 発表標題 鉄鋼材がライフサイクルで生み出す付加価値の推計
3. 学会等名 第16回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三俣陽太郎、橋本征二
2. 発表標題 日本におけるポリエチレンの二次埋蔵量の評価
3. 学会等名 第16回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dente, S.M.R. and S. Hashimoto
2. 発表標題 Material life cycle - solving the downstream allocation issue
3. 学会等名 International Conference on Resource Sustainability 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dente S.M.R. and S. Hashimoto
2. 発表標題 Tracking food loss across international supply chain
3. 学会等名 The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management (3RINCs) 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅哲平、橋本征二
2. 発表標題 居住に関わる3R行動の資源使用量削減効果の評価
3. 学会等名 第17回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 千葉優衣、橋本征二
2. 発表標題 土石系資源の物量投入産出表の作成と資源利用効率の評価
3. 学会等名 第17回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田敏明、橋本征二
2. 発表標題 日本におけるステンレス鋼の物量投入産出表の作成と資源利用効率の評価
3. 学会等名 第17回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下奈穂、郭静、白川博章、谷川寛樹
2. 発表標題 物質ストックを考慮した資源生産性の要因分解の実証研究 住宅におけるケーススタディ
3. 学会等名 第49回環境システム研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Bat-Ochir, T., N. Yamashita, T. Mendjargal, E. Ganbold, H. Tanikawa, H. Shirakawa, and G. Jing
2. 発表標題 RESOURCE AND STOCK PRODUCTIVITY ESTIMATION AND IMPACT FACTORS ANALYSIS IN MONGOLIA
3. 学会等名 第49回環境システム研究発表会
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	谷川 寛樹  (Tanikawa Hiroki)  (90304188)	名古屋大学・環境学研究科・教授   (13901)	
研究 分担者	山末 英嗣  (Yamasue Eiji)  (90324673)	立命館大学・理工学部・教授   (34315)	

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