

- 1) 退役または排出製品の使用年数データからある期間における排出割合分布を推定する方法
- 2) 保有製品の使用年数データからある時点における残存割合分布を推定する方法
- 3) 保有製品の使用年数データからある期間における残存割合分布を推定する方法
- 4) 販売、保有、退役・排出の台数収支からある時点における残存割合分布を推定する方法

統計等から継続的に得られるデータに基づく使用年数データの入手、推定が可能な方法として、方法1)と4)によって作成するとともに、相互の比較考察を行った。また、ある年の販売量に対するストック量の比（ストック／フロー比）の計算も行い、上記で推定した平均使用年数と比較することで、平均使用年数の簡易指標としての利用可能性を考察した。対象製品は、冷蔵庫、洗濯機、ルームエアコン、テレビ、携帯電話（スマートフォンを含む）、乗用車の6品目とした。得られた平均使用年数およびストック／フロー比の比較より、まず全体的な傾向として、これら製品の平均使用年数は過去30年間程度にわたり長期化傾向にあることが見てとれる。しかし、方法1)による値のうち、消費動向調査による値は、携帯電話を除く電気電子機器について横ばいの値となっており、他の調査・推定値と異なる傾向を示している。消費動向調査は消費者アンケートで平均使用年数を調査しており、過去1年間に対象製品を買い替えた消費者に対して古い製品を何年間使用していたかを尋ねている。結果から、特に保有が大きく増加していない製品（または使用年数が短い製品）については、平均使用年数の簡易指標として利用できる可能性がある。ストック／フロー比は、ある単年における総保有台数と販売台数データのみから計算が可能で、退役または排出製品や保有製品の年式分布、販売台数の時系列データといった詳細なデータが不要であり、少ない労力で値を得ることができる利点がある。特に、今回は他の方法で平均使用年数を推定できるデータが提供されている品目について例を示したが、他の小型家電等はそのようなデータが存在しない場合も多いことから、ストック／フロー比を平均使用年数の簡易指標として製品および物質ストック量の推計に利用することの意義は大きいものと考えられる。

(2)-3 統計処理手法の確立

物質ストックを計測する手法は確立されておらず、推計に利用できるデータの制約や推計方法により物質ストック量は異なる。そのため、国レベルでは物質フローの推計と整合性を保つ推計方法で物質ストックを計測することができれば、指標の議論に資することができる。

「ストック」という言葉は、経済分野をはじめ多方面で使われるが、本稿の「物質ストック」とは人工資本として社会に蓄積され、我々の生活に豊かさをもたらすものをいう。第3次循環型社会形成推進基本計画に「今後の検討課題」として示されているように、“豊かさを生み出す有用なストックが多く蓄積された「ストック型社会」を形成”するためには、“価値が高い正のストック”を増やし、“潜在的な廃棄物となり得る価値が低い負のストック”を減らす事が重要である。しかし、様々な物質ストックの価値を正負で一律評価することは困難であるため、下記の視点で物質ストックの整理を行った。

- ・利用形態に基づく区分：建築物や道路、自動車等のように社会に蓄積されている区分
- ・物質別の区分：コンクリート、石材、木材、鋼材、非鉄等の区分
- ・利用度別の区分：物質ストックが、使われているか否か（現役 or 退蔵）、使われない状態（退役）であるか等、利用度、再利用可能性を元にする区分

(2)-4 実務ベースの物質ストック把握手法

これまでの結果より、2010年の値をまとめると、以下のとおりとなる。

表-1 2010年の物質ストック量等のまとめ

(単位：百万トン)

	投入量 (蓄積量)				退役量				排出量				ストック量			
	各種統計及び組成情報・資材原単位等				投入量及び寿命関数から推計				廃棄物等の統計値				ストック関連統計及びGIS情報等			
	土石	化石	木材	金属 鉄 非鉄	土石	化石	木材	金属 鉄 非鉄	土石	化石	木材	金属 鉄 非鉄	土石	化石	木材	金属 鉄 非鉄
建築物	82.8	—	9.3	7.8	—	16.4	—	2.7	6.7	—	—	—	—	591	261.5	—
道路	168.2	—	—	0.8	—	23.0	—	—	1.1	—	—	—	—	—	24.1	—
交通インフラ	—	—	—	0.3	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	10.6	—
ライフライン	—	—	—	0.1	0.11	—	—	—	0.2	0.02	—	—	—	—	5.9	0.94
その他	104.4	—	—	0.8	—	16.2	—	—	1.4	—	—	—	—	—	42.1	—
輸送機器	0.1	0.4	—	15.7	0.4	0.1	0.4	—	13.6	0.4	—	—	—	—	257.9	5.7
家電	0.0003	0.23	—	0.7	0.09	0.0002	0.20	—	1.2	0.07	—	—	—	—	13.0	1.26
電池・照明等	0.11	0.02	—	0.5	0.01	0.001	0.0001	—	0.5	0.0001	—	—	—	—	8.2	0.03
その他	—	—	—	0.5	—	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—	7.9	—
その他	—	—	—	17.4	—	—	—	—	26.9	—	—	—	—	—	345.7	—
日本全体	355.6	0.65	9.3	44.4	0.61	55.7	0.6001	2.7	52.8	0.490 1	193.5	14.6	308.6	50.4	28,085.2	1011.2

* 退役量はT年分のCの合計値となるため、2010年のまとめとしては省略。同様に退役純増量も退役量と排出量の差分（日本全国のみ）のため本表では省略。

* 本表は2010年値としているが、統計により「2010年度」値のものもある。

* 参考として建築物の土石等についても試算を行ったが、名古屋大学での推計結果が望ましいため、ここでは載せていない。

* 耐久消費財については、国立環境研究所での推計結果との整合はとれていないが、本推計で行った結果を載せている。

* 金属（鉄）は大分類で計算したときの値。

* 金属（鉄）とその他資源では同じ分類項目でも計算方法が異なるので含まれているものは異なる。

(3) 我が国に蓄積された物質ストック状況の把握

蓄積増分法による物質ストックの推計結果をもとに、既存の物質フロー図と整合するよう物質ストックを表し、物質フロー・ストック図を作成した。図中の物質ストックの大きさは円柱の体積で表し、同時に円柱の底面直径の位置と大きさは物質フローにおいて物質ストックが直接関与する範囲に設定している。また、図中の物質ストックの区分は利用形態および物質別の区分を円柱側面部分に示し、物質フロー図部分の上流側にあたる左側に利用形態を、下流側にあたる右側に物質別の総量を示す。これは、リサイクル等の循環再利用を考慮したものである。さらに、利用度別の区分に沿った物質ストック量の内訳については、図中の円柱部分の上面に円グラフとして記述することが可能である。

1990年、2010年の物質ストック・フロー図を図-5に示す。1990年と2010年を比較すると、総物質投入量が約24億トンから約16億トンと6割程度に減少している一方、物質ストックは約172億トンから297億トンと増加している。

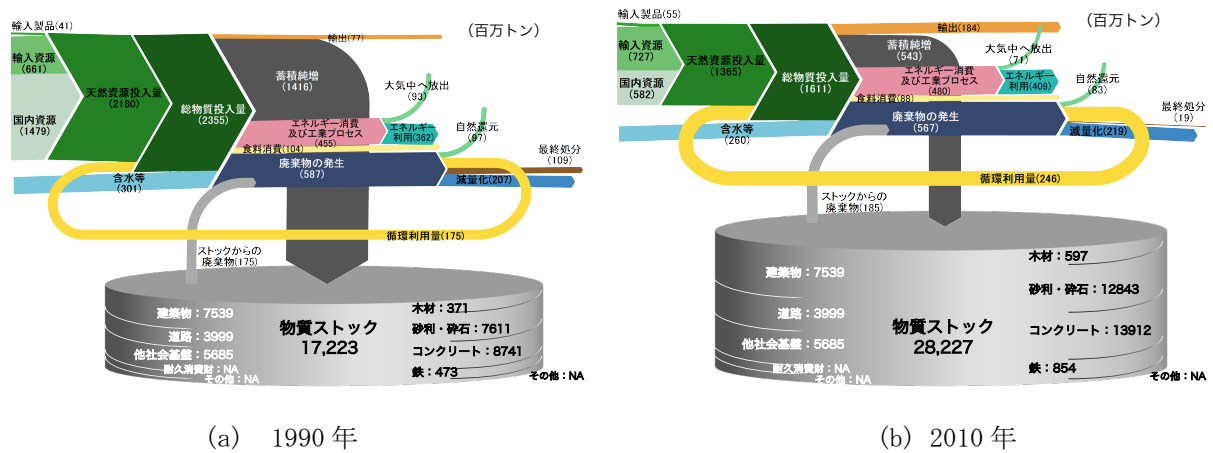


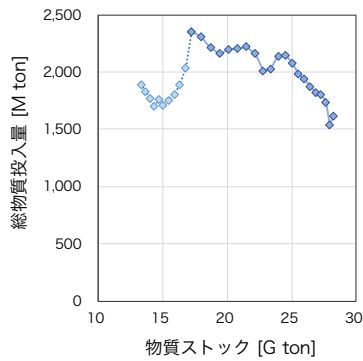
図-5 日本の物質ストック・フロー図

(4) ストック型社会の構築による環境・経済面への影響評価

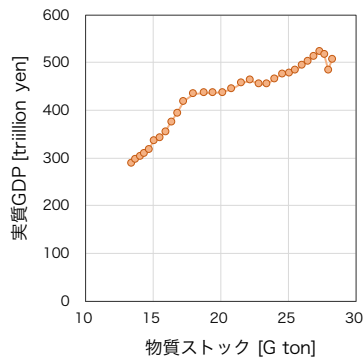
(4)-1 物質ストック・フロー指標の検討

(1)と(3)で検討した物質ストック・フロー図より、物質フロー指標に追加して、物質ストック指標を整理・検討した。物質フロー指標は環境省の循環型社会形成基本計画にて達成目標として掲げられているが、本研究の目的でもある物質ストックは物質フローと密接に関わっている。本研究では、3つの物質フロー指標を補助し、物質代謝の側面からストック型社会構築に向けた状況を表す指標として、図-6に示す通り、次の3つの指標例の作成を試みた。図-6(a)に示す「ストックとフローの関係」は物質ストック量と総物質投入量の動態を表している。社会の形成段階では、物質フローのうち物質ストックとして蓄積される物質が多く、同グラフは右上がりに進むが、社会が成熟し、十分な物質ストックを蓄積すると物質総量は飽和状態になり、同グラフは右下がりになる。わが国の推移を概観すると右下りに向かって推移しているため、ストックは増え続けているものの、投入量は減少しており、比較的良い方向に推移していると考えられる。図-6(b)「物質ストックとGDP」については、物質ストックとGDPとの関係を図示したものである。物質フロー3指標の一つ「資源生産性」は、GDP(万円)を天然資源投入量(トン)で除したものであるが、GDPが既存物質ストックによるサービスを背景に生み出されたと考える

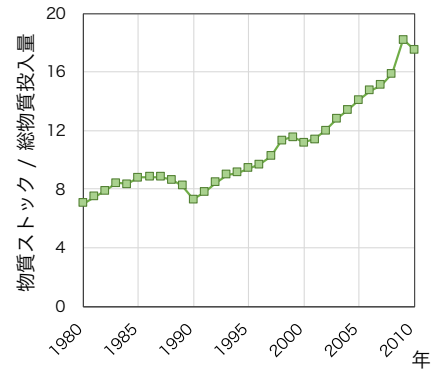
と、両者の関係を把握することは重要である。時系列にするのであれば GDP を物質ストック量で除した“物質ストック生産性”でも同様の考察が可能である。既存の物質ストックを活用してより多くの GDP を生み出すことが望ましいため、このグラフはより上方に推移するのが望ましい。将来、物質ストックが飽和しつつ、経済成長が進んでいるかどうかを示す指標となり得る。図-6(c)「物質の入れ替わり」では、総物質投入量と物質ストック量の比を表している。対象年の物質ストックが同年の総物質投入量の何年分かという数値であるが、物質ストックが飽和した経済社会においては建造物の耐用年数と類似した指標となり得る。



(a) フローとストックの関係



(b) ストックと GDP の関係



(c) 物質の滞留時間

図-6 物質ストック・フロー指標

3. 対外発表等の実施状況

本研究では、研究実施に当たり有識者会合の開催を基盤としている。今年度開催した、及び開催予定である会合について、以下に記載する。なお会合回については前年度より通算である。

有識者会合

<第1回 物質ストック有識者会合>

日 時：2015.9.12 13:00-18:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本(九州国際大学)、谷川(名大)、醍醐(東大)、奥岡(名大)、高木(みずほ)

議 題：岡本先生と本研究メンバーがストック型社会の概念について議論し、「次世代システム研究会」にて発表を務めた。

<第2回 物質ストック有識者会合>

日 時：2015.9.15 13:30-14:30

場 所：

参加者：森口(東大)、橋本(立命館大学)、南斉(国環研)、谷川(名大)、醍醐(東大)、奥岡(名大)、高木(みずほ)

議 題：「ストックとは何か」について、議論を行った。

<第3回 物質ストック有識者会合>

日 時：2015.9.24 14:30-18:30、25 11:00-14:00

場 所：伊勢市 千の杜

参加者：橋本(立命館大学)、加河(九州大学)、谷川(名大)、奥岡(名大)

議 題：ストックにかかる事例整理と研究報告を行い、総合的な議論を行った。

<第4回 物質ストック有識者会合>

日 時：2015.12.21 14:00-17:00

場 所：名古屋大学

参加者：井村(横浜市立大学)、谷川(名大)、奥岡(名大)

議 題：ストックにかかる事例整理と研究報告を行い、総合的な議論を行った。

<第5回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.1.8 14:00-17:00

場 所：九州大学

参加者：加河(九州大学)、谷川(名大)

議 題：ストックにかかる事例整理と研究報告を行い、総合的な議論を行った。

<第6回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.2.2 14:00-18:00

場 所：名古屋大学

参加者：岡本(九州国際大学)、谷川(名大)、奥岡(名大)、高木(みずほ)、田邊(みずほ)

議 題：ストック型社会に向けた諸制度の変更や物質として定量化する視点など、総合的な議論を行った。

<第7回 物質ストック有識者会議>

日 時：2016.3.8 10:00-12:00

場 所：環境省

参加者：Prof. Heinz Schandl(Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、Prof. Fridolin Krausmann(IFF / Social Ecology Institute, Alpen-adolia Universtat, Austria)、岡本久人教授(九州国際大学)、谷貝(環境省)、土屋(環境省)、谷川(名大)、醍醐(東大)、小口(国環研)、奥岡(名大)、高木(みずほ)、田邊(みずほ)

議 題：「物質ストック研究」に関する有識者と環境省、本研究メンバーが政策貢献について議論を行った。

<第8回 物質ストック有識者会議>

日 時：2016.3.9 15:00-18:00

場 所：名古屋大学

参加者：Prof. Heinz Schandl(Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、Prof. Fridolin Krausmann(IFF / Social Ecology Institute, Alpen-adolia Universtat, Austria)、Ms. Chikako Takase(United Nations Center of Regional Development)、谷川(名大)、奥岡(名大)、Tomer Fishman(名大)、Alessio Miatto(名大)

議 題：「物質ストック研究」に関する有識者を迎えて本研究メンバーが具体的な取組について議論を行った。

<第9回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.4.25 13:00-15:00

場 所：ダルムシュタット工科大学

参加者：Prof. Liselotte Schebek(ダルムシュタット工科大学)、谷川(名大)、吉田(名大)

議 題：Schebek 教授と本研究メンバーが物質ストック研究について議論し、共同の研究会にて発表を務めた。

<第10回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.5.7 10:00-12:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本久人(九州国際大学)、谷川(名大)

議 題：岡本教授とストック型社会の概念について、議論を行った。

<第11回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.5.23 13:00-15:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本久人(九州国際大学)、谷川(名大)

議 題：岡本教授とストック型社会の概念について、議論を行った。

<第12回 物質ストック有識者会議>

日 時：2016.6.22 8:30-9:30

場 所：Stoweflake Conference Center, Stowe, VT, United States

参加者：Prof. Heinz Schandl (Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、
Prof. Fridolin Krausmann (IFF / Social Ecology Institute, Alpen-adolia Universtat, Austria)、
谷川 (名大)、Tomer Fishman (名大)

議 題：「物質ストック研究」に関して、有識者と本研究メンバーが環境政策との関連性について議論を行った。

<第13回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.7.4 13:00-17:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本久人(九州国際大学)、谷川(名大)

議 題：岡本教授・ストック型社会研究会メンバー他と、ストック型社会の概念について議論を行い、また研究報告を行った。

<第14回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.8.1 11:00-13:00

場 所：北九州市役所・環境局

参加者：環境局 環境監視部長（兼）企画調整局 地方創生推進担当課長 谷貝氏、谷川(名大)

議 題：本研究の遂行に関して、北九州市と研究メンバーで情報共有と課題の整理がされた。

<第15回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.8.17 10:00-12:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本久人(九州国際大学)、谷川(名大)

議 題：岡本教授とストック型社会の今後の課題について、議論を行った。

<第16回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.9.10 13:00-17:00、11 10:00-12:00

場 所：宮崎県 宮崎市 ラグゼーツ葉

参加者：橋本(立命館大学)、加河(九州大学)、谷川(名大)、奥岡(名大)

議 題：ストックにかかる事例整理と研究報告を行い、総合的な議論を行った。

<第17回 物質ストック有識者会議>

日 時：2016.9.30 11:20-12:40

場 所：名古屋大学 ES 総合館 (ISIE SEM-AP 2016 International Conference 内)

参加者：Prof. Heinz Schandl (Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、岡本久人教授 (九州国際大学)、森口(東大)、橋本(立命館)、谷川(名大)、醍醐(東大)、小口(国環研)、奥岡(名大)

議 題：「物質ストック研究」に関する研究報告がなされ、本研究メンバーも交えて議論を行った。

<第18回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.10.7 13:00-15:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本久人(九州国際大学)、谷川(名大)

議 題：岡本教授・ストック型社会研究会メンバー他と、ストック型社会の概念について議論を行い、また研究報告を行った。

<第19回 物質ストック有識者会議>

日 時：2016.10.13 13:00-16:00

場 所：Padova University, Italy

参加者：Prof. Mario (Padova University, Italy)、谷川(名大)、Alessio Miatto (名大)

議 題：長期型の物質ストックに関わる情報共有がなされ、日欧による相違点などストック型社会構築に向けた議論を行った。

<第20回 物質ストック有識者会議>

日 時：2016.11.7 13:00-15:00

場 所：CSIRO, Canberra, Australia

参加者：Prof. Heinz Schandl (Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、谷川(名大)

議 題：世界全体での物質ストック研究について情報共有を行い、議論を行った。

<第21回 物質ストック有識者会合>

日 時：2016.12.20 13:00-18:00

場 所：名古屋大学

参加者：井村(横浜市立大学)、谷川(名大)、奥岡(名大)

議 題：ストックにかかる事例整理と研究報告を行い、総合的な議論を行った。

<第22回 物質ストック有識者会合>

日 時：2017.9.25 10:00-12:00

場 所：九州国際大学

参加者：岡本久人(九州国際大学)、谷川(名大)

議 題：ストック型社会構築に関わる意見交換と、総合的な議論を行った。

<第23回 物質ストック有識者会合>

日 時：2017.12.20 16:00-18:00

場 所：名古屋大学

参加者：井村(横浜市立大学)、谷川(名大)、奥岡(名大)

議 題：ストックにかかる事例整理と研究報告を行い、
総合的な議論を行った。

国際ワークショップ

<第1回 国際ワークショップ>

日 時：2016.3.8 10:00-12:00

場 所：環境省

参加者：Prof. Heinz Schandl(Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、
Prof. Fridolin Krausmann(IFF / Social Ecology Institute, Alpen-adolia Universtat, Austria)、
岡本久人教授(九州国際大学)、谷貝(環境省)、土屋(環境省)、谷川(名大)、醍醐(東大)、小口
(国環研)、奥岡(名大)、高木(みずほ)、田邊(みずほ)

議 題：「物質ストック研究」に関する有識者と環境省、本研究メンバーが政策貢献について議論を行った。

<第2回 国際ワークショップ>

日 時：2016.3.9 15:00-18:00

場 所：名古屋大学

参加者：Prof. Heinz Schandl(Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、
Prof. Fridolin Krausmann(IFF / Social Ecology Institute, Alpen-adolia Universtat, Austria)、
Ms. Chikako Takase(United Nations Center of Regional Development)、谷川(名大)、奥岡(名大)、
Tomer Fishman(名大)、Alessio Miatto(名大)

議 題：「物質ストック研究」に関する有識者を迎えて本研究メンバーが具体的な取組について議論を行った。

<第3回 国際ワークショップ>

日 時：2016.9.30 11:20-12:40

場 所：名古屋大学 ES 総合館 (ISIE SEM-AP 2016 International Conference 内)

参加者：Prof. Heinz Schandl (Commonwealth Scientific Industrial Research Center, Australia)、岡本久人教授 (九州国際大学)、森口 (東大)、橋本 (立命館)、谷川 (名大)、醍醐 (東大)、小口 (国環研)、奥岡 (名大)

議 題：「物質ストック研究」に関する研究報告がなされ、本研究メンバーも交えて議論を行った。

<第4回 国際ワークショップ>

日 時：2017.1.13 14:00-16:00

場 所：名古屋大学

参加者：Tian Xin (Beijing Normal University)、谷川 (名大)、奥岡 (名大)

議 題：物質ストック研究に関する有識者を迎えて本研究メンバーが具体的な取組について議論した。

<第5回 国際ワークショップ>

日 時：2017.12.20 13:00-16:00

場 所：名古屋大学

参加者：Feng Shi, Dr. Sun Lingwen, Dr. Sui Zhenming, Dr. Ma Jun (Shandong Academy of Science)、谷川 (名大)、奥岡 (名大)、Alessio Miatto (NU)

議 題：物質ストック研究に関する有識者を迎えて、本研究メンバーが具体的な取組について議論した。

<第6回 国際ワークショップ>

日 時：2018.3.20 14:00-17:00

場 所：名古屋大学

参加者：Tomer Fishman (Yale University)、谷川 (名大)、奥岡 (名大)、Alessio Miatto (NU)

議 題：物質ストック研究に関する有識者を迎えて、Industrial Ecology の国際的な議論と日本の現状・取組について討論する。

環境省原課担当者会議

<第1回 環境省原課担当者会議>

日 時：2015.7.29 10:00-12:00

場 所：環境省

参加者：環境省担当官、谷川(名大)、醍醐(東大)、小口(国環研)、奥岡(名大)、高木(みずほ)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官と研究メンバーで情報共有と課題の整理がされた。

<第2回 環境省原課担当者会議>

日 時：2015.2.1 14:00-15:00

場 所：環境省

参加者：環境省担当官、谷川(名大)、醍醐(東大)、小口(国環研)、奥岡(名大)、高木(みずほ)、田邊(みずほ)

議 題：本研究の進捗状況に関して、担当官と研究メンバーで情報共有と課題の整理がされた。

<第4回 環境省原課担当者会議>

日 時：2016.5.18 10:00-13:00

場 所：環境省

参加者：環境省担当官、谷川(名大)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官と研究メンバーで情報共有と課題の整理がされた。

<第5回 環境省原課担当者会議>

日 時：2016.8.3 15:30-15:30

場 所：環境省 循環室

参加者：環境省担当官 土屋氏、対策官 小岩氏、リサ室兼任 矢野氏、循環室 井上氏、谷川(名大)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官及び関連担当者と研究メンバーで情報共有と課題の整理がされた。

<第6回 環境省原課担当者会議>

日 時：2016.10.11 13:00-15:00

場 所：環境省 循環室

参加者：環境省担当官 土屋氏、対策官 小岩氏、リサ室兼任 矢野氏、循環室 井上氏、谷川(名大)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官及び関連担当者と研究メンバーで情報共有と今後の課題について議論がされた。

<第7回 環境省原課担当者会議>

日 時：2017.2.7 11:00-13:00

場 所：環境省 循環室

参加者：環境省担当官 室長 田中氏、室長補佐 高林氏、対策官 小岩氏、土屋氏、谷川(名大)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官及び関連担当者と研究メンバーで情報共有と今年度のとりまとめについて議論がされた。

<第8回 環境省原課担当者会議>

日 時：2017.9.19 16:00-17:30

場 所：環境省 第6会議室

参加者：環境省担当官 前田氏、金田氏、谷川(名大)、醍醐(東大)、小口(国環研)、奥岡(名大)、高木(みずほ)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官及び関連担当者と研究メンバーで情報共有と今後の課題について議論がされた。

<第9回 環境省原課担当者会議>

日 時：2017.12.15 14:00-16:00

場 所：環境省 第9会議室

参加者：環境省担当官 前田氏、金田氏、谷川(名大)

議 題：本研究の遂行に関して、担当官及び関連担当者と研究メンバーで情報共有と今後の課題について議論がされた。

その他

<環境科学 2015 年会 企画セッション>

日 時：2015.9.7 14:00-16:00

場 所：大阪大学

参加者：橋本(立命館大学)、村上(東大)、谷川(名大)、醍醐(東大)、奥岡(名大)

議 題：地球環境総合研究推進費 1-1402 に関連した企画セッション「資源価値を考慮したストック・フロー指標体系の構築」にて物質ストックの機能について報告・討議がなされた。

また、本研究の成果報告として以下の内容を外部発表した。

<査読付き論文>

- 1) Marianne Faith G. Martinico-Perez, Heinz Schandl, Tomer Fishman, Hiroki Tanikawa : The Socio-Economic Metabolism of an Emerging Economy: Monitoring Progress of Decoupling of Economic Growth and Environmental Pressures in the Philippines , *Ecological Economics*, Vol.147, 155-166, DOI:10.1016/j.ecolecon.2018.01.012, 2018.
- 2) 谷川寛樹, 醍醐市朗, 小口正弘, 奥岡桂次郎, 高木重定 : 物質ストック・フローに着目したストック型社会構築に向けた指標, *廃棄物資源循環学会誌*, Vol.28, No.6, 431-437, 2017.
- 3) 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*, Vol.123, 11-23, DOI:10.1016/j.resconrec.2016.04.001, 2017.
- 4) Heinz Schandl, Marina Fischer-Kowalski, JIM WEST, Stefan Giljum, Monika Dittrich, Nina Eisenmenger, ARNE GESCHKE, Mirko Lieber, Hanspeter Wieland, Anke Schaffartzik, Fridolin Krausmann, Sylvia Gierlinger, Karin Hosking, MANFRED LENZEN, HIROKI TANIKAWA, Alessio Miatto, Tomer Fishman : Global Material Flows and Resource Productivity: Forty Years of Evidence, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.22, , DOI:10.1111/jiec.12626, 2017.
- 5) Fridolin Krausmann, Dominik Wiedenhofer, Christian Lauk, Willi Haas, Hiroki Tanikawa, Tomer Fishman, Alessio Miatto, Heinz Schandl, Helmut Haberi : Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use, *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, Vol.114, No.8, 1880-1885, DOI: 10.1073/pnas.1613773114, 2017.
- 6) Marianne Faith G. Martinico-Perez, Tomer Fishman, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Material Flow Accounts and Driving Factors of Economic Growth in the Philippines, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.21, No.5, 1226-1236, DOI:10.1111/jiec.12496, 2016.
- 7) 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*, Vol.123, 165-175, DOI:10.1016/j.resconrec.2016.09.010, 2016.
- 8) Kyaw Nyunt Maung, Marianne Faith G. Martinico-Perez, Takahiro Komatsu, Sujauddin Mohammad, Shinsuke Murakami, Hiroki Tanikawa : Comparative Studies on Driving Factors of Resource Flow in Myanmar, the Philippines and Bangladesh, *Journal of Environmental Economics and Policy Studies*, Vol.17, No.3, 407-429, 2015.
- 9) Tomer Fishman, Heinz Schandl, Hiroki Tanikawa: Stochastic Analysis and Forecasts of the Patterns of Speed, Acceleration, and Levels of Material Stock Accumulation in Society, *Journal of Industrial Ecology*, DOI: 10.1021 / acs.est.5b05790, 2016.
- 10) Alessio Miatto, Heinz Schandl, Tomer Fishman, Hiroki Tanikawa: Global Patterns and Trends for Non-Metallic Minerals used for Construction, *Journal of Industrial Ecology*, DOI:10.1111/jiec.12471, 2016.

- 11) 醍醐市朗、大木慧、後藤芳一：主成分分析による経済の発展に伴う鉄鋼材の需要変遷モデルの構築。開発技術 22, 89-100, 2016.
- 12) Ichiro Daigo, Leo Fujimura, Hideo Hayashi, Eiji Yamasue, Satoshi Ohta, Tran Duc Huy, Yoshikazu Goto: Quantifying the total amounts of tramp elements associated with carbon steel production in Japan. ISIJ Int. 57(2), 2017.
- 13) Ichiro Daigo, Kohei Iwata, Masahiro Oguchi, Yoshikazu Goto: Lifetime distribution of buildings decided by economic situation at demolition : D-based lifetime distribution. Procedia CIRP (accepted) 2017.
- 14) 金城鐘頭、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、環境情報科学会誌、Vol.45(4), Dec, 2016.
- 15) Ichiro Daito: Material Stock and the End-of-life Recycling Rate of Steel, Steel Construction: Today & Tomorrow, No.46, pp.9-12, 2015.
- 16) Oguchi M., Fuse M.: Regional and longitudinal estimation of product lifespan distribution: A case study for automobiles and a simplified estimation method, Environmental Science and Technology, Vol.49, pp.1738-1743, 2015.
- 17) Hiroki Tanikawa, Tomer Fishman, Keijiro Okuoka, Kenji Sugimoto: The Weight of Society Over Time and Space: A Comprehensive Account of the Construction Material Stock of Japan, 1945–2010, Journal of Industrial Ecology, Vol.19, No.5, pp.778-791, DOI: 10.1111/jiec.12284, 2015.
- 18) Tomer Fishman, Heinz Schandl, Hiroki Tanikawa: Stochastic Analysis and Forecasts of the Patterns of Speed, Acceleration, and Levels of Material Stock Accumulation in Society, Journal of Industrial Ecology, DOI: 10.1021 / acs.est.5b05790, 2016.
- 19) Ichiro Daigo, Kohei Iwata, Ikumi Ohkata, Yoshikazu Goto: Macroscopic Evidence for the Hibernating Behavior of Materials Stock, Environ. Sci. Technol, 49 (14), pp 8691–8696, 2015.
- 20) 木下卓大, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹：福島県沿岸地域北部におけるフライアッシュの建設資材利用に関する地域循環圏の検討, 土木学会論文集 G(環境), Vol.71, No.6, pp.II_133-II_138, 2015.
- 21) 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), Vol.71, No.6, pp.II_467-474, 2015.
- 22) 松井健吾, 長谷川正利, 高木重定, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹：低物質化に向けた日本全国の土石系資源ストックフローモデルの構築、土木学会論文集 G(環境), Vol.71, No.6, pp.II_309-317, 2015.
- 23) 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効果の検討, 土木学会論文集 G(環境), Vol.71, No.6, pp.II_319-327, 2015.
- 24) 舟田享史、醍醐市朗、後藤芳一：鉄鋼材ストック・フローに着目した日本の高度経済成長期における需要量変遷の分析、開発技術, Vol.21, pp.1-13, 2015.
- 25) Ichiro Daito: Material Stock and the End-of-life Recycling Rate of Steel, Steel Construction: Today & Tomorrow, No.46, pp.9-12, 2015.
- 26) Oguchi M., Fuse M.: Regional and longitudinal estimation of product lifespan distribution: A case study for automobiles and a simplified estimation method, Environmental Science and Technology, Vol.49, pp.1738-1743, 2015.

27) Oguchi M., Daigo I.: Measuring the historical change in the actual lifetimes of consumer durables. Product Lifetimes And The Environment (PLATE) 2017 Conference Proceedings, 319-323, 2017.

< 口頭発表 (国際学会) >

- 1) Alessio Miatto, Hiroki Tanikawa, Heinz Shandl : Modelling stocks and flows of road networks - Case study of the US 1905-2015, 2017.6.25-29, UIC Forumr
- 2) Keisuke Yoshida, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Anthropogenic Disturbance of Germany, 2017.6.25-29, UIC Forumr, US.
- 3) Bungo Nishio, Kenji Sugimoto, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Inter calibration of Radiance Calibrated Nighttime Lights and Quantification of urban dynamics in Southeast Asia, International Symposium on Remote Sensing 2017, 2017.5.17-19, Nagoya University, Japan
- 4) Keisuke Yoshida, Keijiro Okuoka, Hiroki Taniakwa : Study of Anthropogenic Disturbance with Geomorphologic Change, The 12th Biennial International Conference of EcoBalance, 2016.10.3-6, Kyoto, Japan
- 5) Ikko Nonaka : Analyzing the influence of zoning on urban metabolism, using 4d-GIS, The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 6) Satoshi Ono : An evaluation of efficient usage of herbaceous biomass using the road network, The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 7) Marianne Faith G. Martinico-Perez (Nagoya University), Tomer Fishman, Eme Tan, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa, Anthony Sf Chiu : Material Flow and Stock Accounts in the Philippines: Drivers and Impacts to the Environment, The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 8) Keisuke Yoshida, Tomer Fishman, Okuoka Keijiro, Hiroki Tanikawa : Automatic spatial detection and estimation of domestic extraction and hidden material flows, The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 9) Alessio Miatto, Heinz Schandl, Tomer Fishman, Hiroki Tanikawa : Lifespan modelling uncovers urban stock and flow behaviour, The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 10) Tomer Fishman, Shohei Kuroda, Keijiro Okuoka, Kenji Sugimoto, Hiroki Tanikawa : Shedding light on material stocks: towards a global database of the built environment using satellite imagery, The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference, 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 11) Yi Dou, Satoshi Ohnishi, Minoru Fujii, Liang Dong, Takuya Togawa, Hiroki Tanikawa, Tsuyoshi Fujita : Regional Planning and Assessment System for Heat Exchange Network between Incineration Facilities and

- Industries: Case of Tokyo Metropolis、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
- 12) Cuc Thi Nguyen, Hiroki Tanikawa, Keijiro Okuoka, Tomer Fishman : Evaluation Material Stock of Roadways: The Case Study of Vietnam、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 13) Dong Yang, Chang Chen, Feng Shi, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa ,Yiling Guo : A Study on Metabolism of Urban Buildings by Using 4D-GIS in Hubei Province, China、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 14) Serika Akiyama, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Analysis of amount and age of material stock in building in Nagoya、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 15) Kengo Matsui, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Construction minerals for a low-carbon society: stocks and flows analysis、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 16) Takaya Yamashita, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Material stock and flow in the “Greater Tokyo”、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 17) Hiroki Sato, Hiroki Tanikawa, Keijiro Okuoka : Spatial Analysis of Building Lifespan and 19 Distribution of Building Age in Kitakyushu City with Geo-information、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 18) Kenji Sugimoto, Shohei Kuroda, Keijiro Okuoka, Hiroki Tanikawa : Material stock estimation using nighttime lights data、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 19) Chansophea Cheak, Hiroki Tanikawa, Keijiro Okuoka, Tomer Fishman, Suguru Suzugaki : Material and Energy Flow of Electricity Generation in Cambodia、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 20) Mitchell Cua Castillon, Tanikawa Hiroki, Okuoka Keijiro, Yoshida Keisuke : Calculation of Mining Anthropogenic 17 Disturbance Using Remote Sensing in Caraga Region, Philippines 、 The International Society for Industrial Ecology (ISIE) joint 12th Socio-Economic Metabolism section conference and 5th Asia-Pacific conference、 2016.9.28-30, Nagoya, Japan
 - 21) A. Miatto, T. Fisherman, H. Schandl, H. Tanikawa : Lifespan Modeling Uncovers Urban Stock Accumulation and Outflow Forecast Behaviour、 Industrial Ecology Gordon Research Conference 、 2016.6.19-24, Vermont, United States of America

- 22) T. Fisherman, H. Schandl, H. Tanikawa : Do Countries Reach a Saturation of Material Stock?, Industrial Ecology Gordon Research Conference、2016.6.19-24, Vermont, United States of America
- 23) I. Daigo, N. Sekine and Y. Goto: Structure of conditions for recycling from urban mine, International Society for Industrial Ecology 2015 Conference, Surry, 7-10 July 2015
- 24) I. Daigo: Dynamic change of material flow and cyclic use of steel, Workshop on steel stock, Shenyang, Liaoning, China, 24 Oct. 2015
- 25) Oguchi M., Daigo I.: Measuring the historical change in the actual lifetimes of consumer durables. Product Lifetimes And The Environment (PLATE) 2017, Book of Abstracts, 7, 2017.
- 26) Oguchi M.: Revisiting the models for estimating the end-of-life generation of consumer durables. The 9th biennial conference of the International Society for Industrial Ecology and the 25th annual conference of the International Symposium on Sustainable Systems and Technology, 2017 Joint Conference ISIE and ISSST, 2017.

<口頭発表（国内学会）>

- 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, 2018.3.2, 名古屋大学
- 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, 2018.3.2, 名古屋大学
- 3) 山本大陸, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 退蔵ストックの推計に向けたボトム型アプローチによる物質ストックの推計, 平成 29 年度土木学会中部支部研究発表会, 2018.3.2, 名古屋大学
- 4) 小野聡, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 木曾川流域を対象とした木材利用の促進による都市と森林の炭素ストックフローの推計, 平成 29 年度土木学会中部支部研究発表会, 2018.3.2, 名古屋大学
- 5) 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, 2018.3.2, 名古屋大学
- 6) 小野聡, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 木材利用の促進が都市と森林の炭素固定に与える影響 -地理情報を用いた東海三県でのケーススタディ-, 第 31 回環境情報科学 学術研究論文発表会, 2017.12.8, 日本大学
- 7) 朝隈友哉, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建物形状及び建物属性情報を用いた建物一致自動判定による物質ストックの推計, 第 31 回環境情報科学 学術研究論文発表会, 2017.12.8, 日本大学
- 8) 正木晃平, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建物解体時の築年数に基づく物質停留年数の要因分析- 北九州市 4d-GIS を用いて, 第 31 回環境情報科学 学術研究論文発表会, 2017.12.8, 日本大学
- 9) 山本大陸, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 退蔵ストックの推計へ向けたボトムアップ型アプローチにより物質ストックの推計, 第 31 回環境情報科学 学術研究論文発表会, 2017.12.8, 日本大学
- 10) 野中一鴻, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 長期間の都市構造物データベース構築に基づく物質ストック分析 -名古屋市中心部におけるケーススタディ-, 第 45 回環境システム研究発表会, 2017.10.21-22, 大阪大学

- 11) 藤田恭介, 松井健悟, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建設資材における蓄積と投入・排出をつなぐ物質ストックデータベースの構築, 環境科学会 2017 年会, 2017.9.14-15, 北九州国際会議場
- 12) 小野聡, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建築物への木材利用促進による炭素固定効果の評価 -木曾川流域における都市と森林の炭素循環-, 環境科学会 2017 年会, 2017.9.14-15, 北九州国際会議場
- 13) 朝隈友哉, 山下剛弥, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: GIS を用いた東京都市圏における 500m メッシュ毎のマテリアルストック分析, 平成 29 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2017.5.27, 大阪工業大学
- 14) 正木晃平, 佐藤大起, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 4d-GIS による構造物を対象とした北九州市の動態分析, 平成 29 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2017.5.27, 大阪工業大学
- 15) 山本大陸, 藤田恭介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建設物における素材別マテリアルストック・フロー分析, 平成 29 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2017.5.27, 大阪工業大学
- 16) 藤田恭介, 吉田圭介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 日本のインフラ・建築物ストックにみる地域別検討の可視化, 第 13 回 GIS コミュニティフォーラム, 2017.5.17-18, 東京ミッドタウン
- 17) 松井健悟, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 土石系資源ストックフローの将来推計と物質ストック指標の提案, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2017.3.3, 金沢大学
- 18) 野中一鴻, 佐藤大起, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 人口統計を考慮した都市構造物のマテリアルストック・フロー分析-名古屋市中心部と和歌山市中心部を対象として-, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2017.3.3, 金沢大学
- 19) 小野聡, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 都市の木質化及び建築物長寿命化シナリオに応じた都市と森林における木材ストックフローの空間分析, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2017.3.3, 金沢大学
- 20) 藤田恭介, 松井健悟, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 生産統計を用いた建設資材の物質ストック・フローの推計, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2017.3.3, 金沢大学
- 21) 西尾文吾, 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 東南アジア諸都市を対象とした衛星夜間光による都市動態の定量化, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2017.3.3, 金沢大学
- 22) 鈴垣 優: 地域別建設資材投入原単位と社会条件・自然条件の比較考察、第 30 回環境情報科学 学術研究論文発表会 第 13 回環境情報科学ポスターセッション, 2016.12.5, 日本大学会館
- 23) 藤田恭介: 建設に関わる排出フローを考慮した建設資材の物質ストックの定量化、第 30 回環境情報科学 学術研究論文発表会 第 13 回環境情報科学ポスターセッション, 2016.12.5, 日本大学会館
- 24) 西尾文吾: ハイダイナミックレンジ合成衛星夜間光データの光強度補正と都市活動量の時空間分析、第 30 回環境情報科学 学術研究論文発表会 第 13 回環境情報科学ポスターセッション, 2016.12.5, 日本大学会館
- 25) 朱雀健司: LiDAR を用いた構造物ストック推計のための建築物データの構築、第 30 回環境情報科学 学術研究論文発表会 第 13 回環境情報科学ポスターセッション, 2016.12.5, 日本大学会館
- 26) 鈴垣優, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 地域特性と社会経済の状況に応じた建設資材投入原単位、公益社団法人環境科学会 2016 年会, ポスター発表, 2016.9.8-9, 東京都市大学 横浜キャンパス

- 27) 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 秋山祐樹(東京大学), 谷川寛樹: 用途地域における利用容積率の実態と物質蓄積ポテンシャルの把握、公益社団法人環境科学会 2016 年会, ポスター発表, 2016.9.8-9, 東京都市大学 横浜キャンパス
- 28) 小野聡, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 愛知県の木材ストック・フローと炭素固定量の定量化に関する研究、公益社団法人環境科学会 2016 年会, ポスター発表, 2016.9.8-9, 東京都市大学 横浜キャンパス
- 29) 野中一鴻, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 人口推移を考慮した建造物の物質蓄積量と更新に伴う物質フローの比較、公益社団法人環境科学会 2016 年会, ポスター発表, 2016.9.8-9, 東京都市大学 横浜キャンパス
- 30) 西尾文吾, 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 衛生夜間光データを用いたアジア諸都市の空間分布と都市動態の定量化、公益社団法人環境科学会 2016 年会, ポスター発表, 2016.9.8-9, 東京都市大学 横浜キャンパス
- 31) 藤田恭介, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 生産統計に基づく社会基盤・建築物に投入・蓄積された建設資材量の推計、公益社団法人環境科学会 2016 年会, ポスター発表, 2016.9.8-9, 東京都市大学 横浜キャンパス
- 32) 鈴垣優, 稲垣空, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建築物の資材投入原単位における構造別・資材別の比較分析、平成 28 年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 口頭発表, 2016.6.11 立命館大学 BKC
- 33) 西尾文吾, 黒田将平, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 衛星夜間光を用いた東南アジアの都市の動態評価、平成 28 年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 口頭発表, 2016.6.11 立命館大学 BKC
- 34) 藤田恭介, 稲垣空, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 社会基盤施設・建築物における素材別物質ストック・フロー分析、平成 28 年度 土木学会関西支部年次学術講演会, 口頭発表, 2016.6.11 立命館大学 BKC
- 35) 吉田圭介, 金城鐘顯, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: マテリアルストックに関わる環境負荷～人為的攪拌と隠れたフロー～、第 12 回 GIS コミュニティフォーラム マップギャラリー, ポスター発表, 2016.5.26-27, 東京ミッドタウン
- 36) 野中一鴻, 佐藤大起, 青柳純之助, 黒田将平, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 持続可能な未来をつくる MISO プロジェクト～蓄積された資源を有効活用するために～、第 12 回 GIS コミュニティフォーラム マップギャラリー, ポスター発表, 2016.5.26-27, 東京ミッドタウン
- 37) 黒田将平, 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 衛星夜間光を用いた都市域の抽出と空間活動量に基づく建設ストックの推計, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 38) 館文人, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: ストック型社会の形成に向けた建設系マテリアルストック評価指標に関する研究, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 39) Castillon Mitchell Cua, 吉田圭介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: Calculation of Mining Anthropogenic Disturbance Using Remote Sensing in Caraga Region, Philippines, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.

- 40) 佐藤大起, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹, 深掘秀敏: 北九州市における地域特徴と建築物平均年齢との関係性, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 41) 金城鐘頭, 吉田圭介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 一都四県の鉄軌道輸送システムを支えるマテリアルストックの推計, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 42) 稲垣空, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 土石系資源の都道府県別循環利用と二酸化炭素排出量の推計, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 43) 小野聡, 宮川結衣, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 高速道路整備事業に関わる草木資源の処理方法と再資源化の有効利用評価, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 44) 野中一鴻, 青柳淳之介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 土用途地域の経年変化による都市構造物の物質蓄積量・物質代謝の定量化, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, 2016.
- 45) 稲垣空: 土石系資源を対象とした物質ストック・フローチャートの構築, 第 29 回環境情報科学学術研究論文発表会第 12 回環境情報科学ポスターセッション, 2015.
- 46) 小野聡: 高速道路整備事業に関わる草木資源の処理方法と再資源化の有効利用評価, 第 29 回環境情報科学学術研究論文発表会第 12 回環境情報科学ポスターセッション, 2015.
- 47) 野中一鴻, : 用途地域の変遷に伴う都市構造物の物質代謝の定量化, 第 29 回環境情報科学学術研究論文発表会第 12 回環境情報科学ポスターセッション, 2015.
- 48) 八柳有紗, 谷川寛樹, 橋本征二: スtock型社会に向けたストック使用効率の評価 - 建設物を対象としたケーススタディ -, 第 43 回環境システム研究論文発表会, 2015.
- 49) 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, 第 43 回環境システム研究論文発表会, 2015.
- 50) 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, 第 43 回環境システム研究論文発表会, 2015.
- 51) 松井健吾, 長谷川正利, 高木重定, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 低酸素化に向けた日本全国の土石系資源ストックフローの将来シナリオ分析, 第 43 回環境システム研究論文発表会, 2015.
- 52) 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, 第 43 回環境システム研究論文発表会, 2015.
- 53) 谷川寛樹, 森口祐一, 橋本征二, 南斎規介: 資源価値を引き出す次世代マテリアルストックに関する研究, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 54) 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 居住密度に応じた都市圏の建築物需要量と二酸化炭素排出量の将来推計, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 55) 吉田圭介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 地形変化を伴う人為的攪拌に関する研究, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 56) 木下卓大, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建設資材の地域循環圏形成に関わるフライアッシュの多様な地域循環利用オプションの検討, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 57) 黒田将平, 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: リモートセンシングを用いたアジア都市の空間活動量の変遷に関する指標化, 環境科学会 2015 年会, 2015.

- 58) 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 低物質・低炭素化に向けた都道府県別土石系ストック・フローの将来シナリオ分析, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 59) 山下剛弥, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 一都三県を対象とした建築物・インフラストラクチャーの変遷に関する基礎的研究, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 60) 佐藤大起, 青柳淳之介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹, 深堀秀俊: 都市計画の変遷と建設系マテリアルストック・フローとの関係性, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 61) 金城鐘頭, 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経年マテリアルストック・フロー分析, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 62) 野中一鴻, 青柳淳之介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 用途地域の違いによる都市構造物の物質代謝特性に関する基礎的研究 -4d-GIS を用いた和歌山市中心部におけるケーススタディ-, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 63) 小野聡, 宮川結衣, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 高速道路整備事業に関する草本資源の有効利用ポテンシャル評価, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 64) 稲垣空, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 建設部門の低物質・低炭素化に向けたセメントのマテリアルストック・フロー分析, 環境科学会 2015 年会, 2015.
- 65) 野中一鴻, 青柳淳之介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 和歌山市中心部をケーススタディとした用途地域別の耐用年数とマテリアルストック・フローの推計, 平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2015.
- 66) 小野聡, 宮川結衣, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 道路整備事業に関わる草本資源の有効利用ポテンシャル評価, 平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2015.
- 67) 朱雀健司, 黒田将平, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: リモートセンシングを用いたマテリアルストック推計の手法の検討, 平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2015.
- 68) 稲垣空, 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 都道府県における土石系資源のマテリアルストックフロー分析, 平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 2015.
- 69) 金城鐘頭, 吉田圭介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: DEM を用いた鉄道整備に関わるマテリアルストック・フローの 3D 解析, 第 11 回 GIS コミュニティフォーラム, 2015.
- 70) 山下剛弥, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: マルチスケール型の経年マテリアルストック推計, 第 11 回 GIS コミュニティフォーラム, 2015.
- 71) 佐藤大起, 青柳淳之介, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 北九州市における 4 次元型建物詳細データを用いた将来廃棄物量の推計, 平成 27 年度廃棄物資源循環学会, 2015.
- 72) 松井健吾, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 日本全国を対象とした建設廃棄物の道路用再生骨材利用に関するシナリオ分析, 平成 27 年度廃棄物資源循環学会, 2015.
- 73) 松井大輔, 醍醐市朗, 後藤芳一: 引張機エネルギーによる普通鋼需要量の評価手法の構築, 日本鉄鋼協会 第 170 回秋季講演大会, 福岡, 16-18.Sep. 2015, PS-18
- 74) 醍醐市朗: ライフサイクル思考に基づく鉄鋼材料の社会的価値を高める 10 の方策, 日本鉄鋼協会 第 170 回秋季講演大会, 福岡, 16-18.Sep. 2015

- 75) 松井大輔, 醍醐市朗: 引張機エネルギーによる普通鋼ストック量の評価手法の構築, 環境科学会 2015 年会, シンポジウム-4 (2015 年 9 月)
- 76) 鶴房佑樹, 中谷隼, 森口祐一: 災害廃棄物の発生量推計のための地域別物質ストック分析, 第 11 回日本 LCA 学会研究発表会、柏, 千葉, B2-07, Mar. 2016.
- 77) 松井大輔, 醍醐市朗, 後藤芳一: 物質のライフサイクルを通じた機能と機能量の評価手法の構築, 第 11 回日本 LCA 学会研究発表会、柏, 千葉, B2-02, 2-4. Mar. 2016.
- 78) 大木慧, 醍醐市朗, 後藤芳一: 主成分分析による用途別鉄鋼材需要量の時系列変化の分析, 第 11 回日本 LCA 学会研究発表会、柏, 千葉, D2-09, 2-4. Mar. 2016.
- 79) 醍醐市朗, 畑山博樹, 中島謙一, 山末英嗣, 松八重一代, 小林能直: 素材の社会的価値評価のための枠組みの検討, 第 11 回日本 LCA 学会研究発表会、柏, 千葉, P2-32, 2-4. Mar. 2016

英文サマリー

In order to better understand the effects of resource consumption on the natural environment, the research field of material flows and stock accounting offers systematic methods of analysis. The material flow in Japan calculated by the Ministry of Environment covers inflow and outflow, and net addition of stock(NAS), however it doesn't indicate the material stock which has been accumulated in society. Material stock is closely related to services provided to society and the resource value recycled from output o demolish of stocks. This research focuses on the importance of material stock to achieve welfare, and aims to evaluate the time-series quantity of material stock in four steps, for the sake of the necessity of knowledge and information to clarify the material stock accumulated in Japan. In the first step, cases and patterns are collected domestically and internationally in order to examine adaptability to Japan. They are segmented and classified on the basis of structural objects and instruments. In the second step, several methodologies to evaluate material stocks quantitatively are presented evolved from the qualitative assessment in the first step. The specific case studies are examined based on each case. In the third step, in order to measure actual mass of material stock by year, a method of statistical processing is established on a high level which fits national census requirements. Additionally, the question of how to figure out material stock is examined at a practical level. In the last step, the establishment of a stock-type society and its effects on environmental and economical aspects is evaluated. Analysis of the driving forces of material stock reveals the linkage between welfare and material stock. The knowledge accumulated with these steps can contribute to integrate three kinds of societies: low carbon society, sound material-cycle society, and natural symbiosis society. This study builds a material stock and flow model, and presents Sankey diagrams for the visualization of the results.

(天然資源の消費による影響をより良く理解するために、物質フロー・ストック勘定の研究領域ではシステマ的な分析手法が求められている。環境省による日本の物質フローは資源の投入と排出に加え蓄積純増を網羅的に算出しているが、これまで社会に蓄積された物質ストックは示されていない。物質ストックは社会に提供されるサービスと排出された物資の循環による資源化価値に密接に関わっている。本研究は、豊かさをもたらす物質ストックの重要性に着目し、日本に蓄積された物質ストックを明らかにする知見の必要性のために、四段階においてマテリアルストックの時系列での定量評価を目的とする。第一段階では、国内外の資源ストック分析の事例を収集し、日本に適用する場合の検討を行う。豊かさを生み出す物質ストックとはどのようなものか概念的な整理を行った上で、具体的事例の整理を行う。第二段階では、物質ストックの環境・経済面での定量的評価として、具体的な事例整理に基づき、定性的評価から定量的評価へ結びつけるための分析・評価手法の検討と個別事例に基づくケーススタディを行う。第三段階では、我が国に蓄積された物質ストック状況の把握として、物質ストックを定量的かつ経年的に計測するために必要な統計処理手法を確立し、政策に必要なデータとして実務ベースの物質ストック把握手法を検討する。最後の段階では、ストック型社会の構築による環境・経済面への影響評価として、推計した物質ストックがどのような要因に基づくものであるのか分析し、豊かさと物質ストックとの関係性について環境面、経済面から検討を行う。これら4項目の作業を実施することで、ストック型社会が三社会構築にどのように貢献できるのか明らかにする。)

4. 平成 28 年度の進捗状況と成果（詳細）

序論

物質ストックとは、社会に滞留し、人々の豊かさを引き出すサービスを提供するもので、耐久消費財や建築物、土木構造物など社会に不可欠なものであるが、国土の強靱化、人口減少・高齢化やインフラの維持管理費の増大といった社会の変化に対応したメリハリのあるストックの適正管理が求められる。既存の物質フローに加えて物質ストックを把握することは、貴重な資源の有効利用や将来の廃棄物量の削減に向けて重要であると同時に潜在的な二次資源を把握することにつながり、循環資源の高度利用と資源確保に資するものである。物質ストックを適正管理し、社会をフロー型からストック型に導くことで、自然資源投入量の低減化による自然環境への負荷低減および低炭素化にもつながり三社会統合化にむけた布石にもなる。

平成 15 年に始まった循環型社会形成基本計画では、その第三次計画までフローに着目した指標を元に目標を設定し、循環型社会の形成状況を計測してきた。しかし、第三次計画では、物質のフローとともに物質の「ストック」の重要性についても指摘しているが、ストックに関する指標については今後の検討課題として扱われている。循環型社会形成に資するストックに関する国内、海外での研究事例は少なく、循環型のストック型社会形成を目指すための研究が求められている。

以上より、本研究では、我が国に蓄積されている資源のストックに関する知見の必要性から、ストック型社会形成に資する豊かさを生み出す物質ストックを定量的・経年的に推計・評価を行った。具体的には、以下の 4 項目を中心に調査・検討を行った。

(1) 物質ストックの区分と具体事例の整理：

国内外の資源ストック分析の事例を収集し、日本に適用する場合の検討を行った。豊かさを生み出す物質ストックとはどのようなものか概念的な整理を行った上で、具体的事例の整理を行った。

(2) 物質ストックの環境・経済面での定量的評価：

具体的な事例整理に基づき、定性的評価から定量的評価へ結びつけるための①分析・評価手法の検討と②個別事例に基づくケーススタディを行った。

(3) 我が国に蓄積された物質ストック状況の把握：

物質ストックを定量的かつ経年的に計測するために必要な③統計処理手法の確立し、政策に必要なデータとして随時更新可能な④実務ベースの物質ストック把握手法を検討した。

(4) ストック型社会の構築による環境・経済面への影響評価：

推計した物質ストックがどのような要因に基づくものであるのか分析し、豊かさと物質ストックとの関係性について環境面、経済面から検討を行った。

これら 4 項目の作業を実施することで、豊かさを生み出す物質ストックとはなにか、どのように実務的に定量化し、評価するのかを検討し、ストック型社会が三社会構築にどのように貢献できるのか明らかにした。

本論

(1) 物質ストックの区分と具体事例の整理

本研究では、物質ストックの区分について整理を行う。まず「ストック」という言葉が対象とする範囲は多様であり、人工資本だけでなく自然資本や社会関係資本等まで含めた幅広い概念となっている(図-1)。また、ストックの対象範囲によってストックが生み出す価値も多様である。本研究では、このうち構造物や製品等の「人工資本」を対象として検討を行うが、製品中に含まれる有害物質も対象とする。

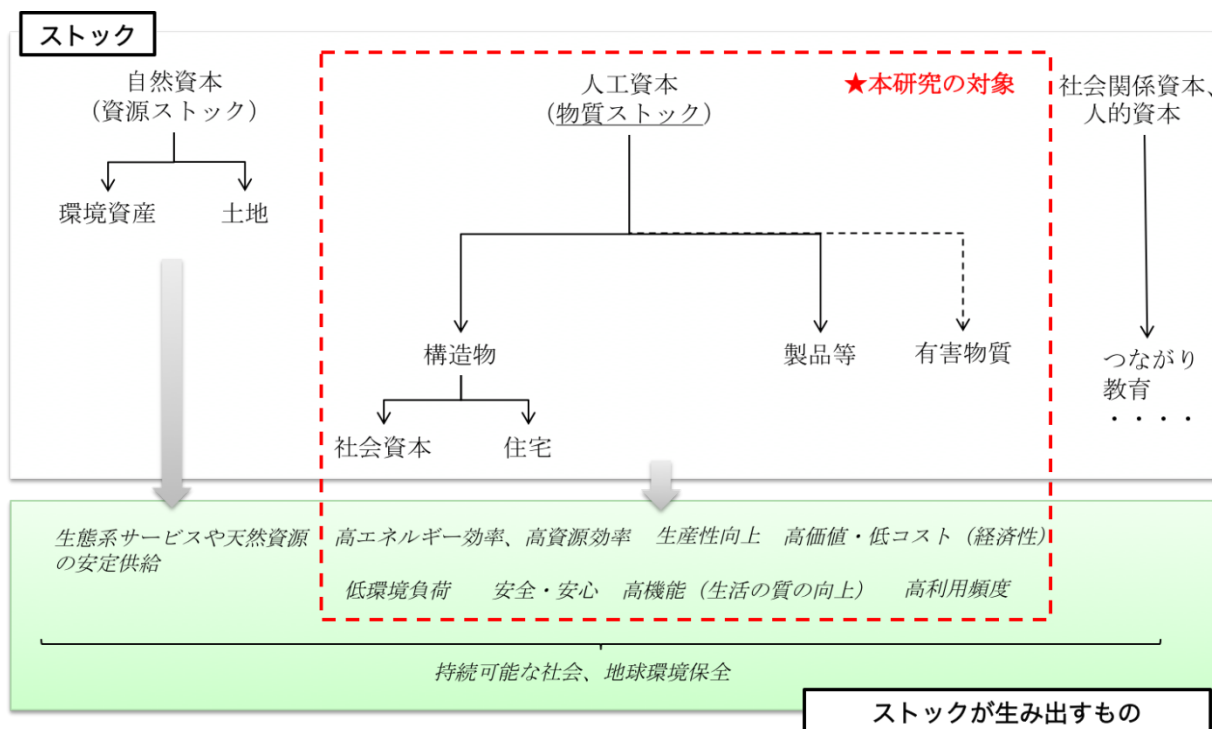


図-1 ストックの区分整理

次に、これまでに整理を行った「物質ストック」に着目したストックの区分方法について紹介する。第三次循環基本計画の策定段階においてはストックの概念について下図のように整理が行われている(図-2)。従来から環境行政では物質ストックについて「豊かさを生み出す有用なストック/潜在的な廃棄物となり得る価値が低い負のストック」、または「使用価値/資源化価値」を評価軸としてストック型社会形成の必要性について強調してきたものの、現時点では具体的な施策に乏しい状況である。そこで、本資料では行政が物質ストックに係るデータをより有効活用することを目的として、具体的な環境行政の施策や指標を整理済みの物質ストックの評価軸に位置づける作業に取り組んだ。

- 循環型社会の構築に当たっては、物質のフローに加え、ストックについても考えていくことが重要。
 - 第2次循環型社会形成推進基本計画では、より良いものが多く蓄積され、それを活かした豊かさが生まれる『ストック型社会』の形成が掲げられている。
 - そのため、第3次循環型社会形成推進基本計画では、一步踏み込んでストックを取り上げ、政府や国民がストックについて正面から考えるきっかけとしてはどうか。
- ※ ここで対象としているのは人為的な活動により蓄積されるストック

ストックを整理する視点として、I 使用価値の有無、II 資源化価値の有無、が考えられる。

【使用価値 高】&【資源化価値 高】 → できるだけ長く使い続け、使い終わった後は適切にリサイクルすることが求められる。

【使用価値 高】&【資源化価値 低】 → 中古、賃貸等により継続的に有効活用(長期利用・リユース)することが求められる。

【使用価値 低】&【資源化価値 高】 → 退職等されている場合は、資源の有効利用(リサイクル)することが求められる。

【使用価値 低】&【資源化価値 低】 → 適正に管理をするか、廃棄処理を行うなどの取組が求められる。

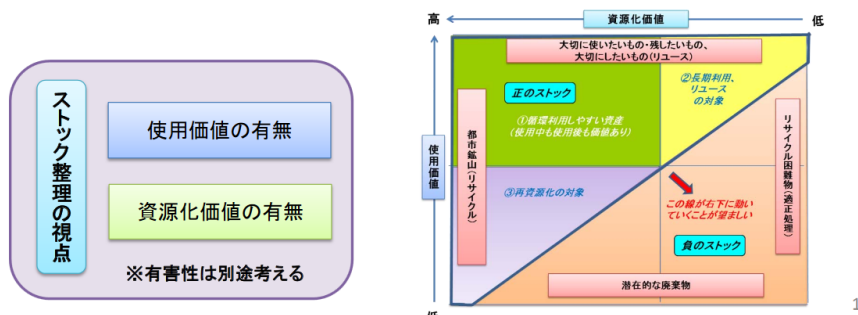


図-2 物質ストックの概念の整理
(出所) 環境省 (2012)

また、物質ストックに係る事例調査に関してまとめたストックの区分整理を表-1 に示す。本研究に最も大きく関わる循環基本計画(環境省)における対象は物質ストックであり、前述した概念の整理と同様に使用価値の有無と資源化価値の有無によって、豊かさを産み出す有用なストックが多く蓄積された「ストック型社会」を構築することを目的のひとつと掲げている。他方、同じ環境省での上位計画である環境基本計画では、国土全体を対象として持続可能な社会の基盤となる国土・自然の維持・形成を目的としており、自然資本・人工資本に加え国民の健康を衛る社会的関係資本なども対象としているが、本研究ではここに示す人工資本を対象とすることで定量的な評価を展開する。また、日本の社会資本(内閣府)は、国富調査の流れをくみ、限られた財源の本での適切な社会資本サービスの提供を目的として、社会資本を金額ベースで計上している。社会資本の整備水準の把握により、適切な社会資本政策の検討及び生産関数など経済学的枠組みでの基礎的な資料となっているが、物質のストックとフローの対応には用いることが困難である。物質ストック勘定体系の構築とその適応による廃棄物・資源管理研究(橋本征二他)では、物質ストックを対象にフローを統合した物質管理のための指標の開発や物質ストックの定量化手法の開発や体系化、物質ストック勘定の適応を検討している。しかし、算出方法が複雑であり、毎年継続して実施していく点で、実務ベースでの勘定手法としては適応がやや困難である。

以上の通り、事例調査の整理より多様なストックの区分について示されたが、過去から現在、今後について扱いが容易なストック勘定手法については、具体的に提示されておらず、ストックとフローが対応したデータベース整備が必要である。

表-1 事例調査によるストックの区分整理

	目的・狙い	対象	方向性	備考
①循環基本計画(環境省)	豊かさを生み出す有用なストックが多く蓄積された「ストック型社会」	物質ストック	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 価値の高い正のストックは増加 ✓ 潜在的な廃棄物となり得る価値の低いストックは抑制・適正処理 	使用価値の有無と資源価値の有無でストックを分類
②環境基本計画(環境省)	持続可能な社会の基盤となる国土・自然の維持・形成	国土 ※「環境の質」の視点もある	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国土のストックとしての価値を増大(吸収源や生態系サービス等)→自然資本 ✓ 環境負荷が小さいストックの増加(質を高め、適切に維持管理・更新)→人工資本 ✓ 良好な環境の保全(健康と環境を守る支店) 	
③低炭素・資源循環・自然共生政策の統合的アプローチによる社会的構築(中央環境審議会)	ストックとしての国土の価値の向上	国土	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 気候変動の緩和・適応に対応した空間施策 ✓ 循環共生型の地域づくりと自然との共生を軸とした国土の多様性の維持 ✓ 環境インフラを活用した社会インフラの再構築 	
④日本の社会資本(内閣府)	限られた財源のもとでの適切な社会資本サービスの提供	社会資本	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 需要創出効果:雇用の誘発、消費拡大 ✓ 整備効果:生産性向上、生活の質の向上 	社会資本の整備水準を把握するとともに、将来に向けた社会資本政策を検討するための基礎的な資料
⑤ストック型社会論(次世代システム研究会)	ストック型社会への転換が、生活の豊かさ、経済の安定、資源的自立、地球環境保全に繋がる	?(主に住宅?)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 長寿命型社会資本の世代間蓄積(ゆとりの蓄積) ✓ 資源自立圏形成と次世代の資源的(国家)安全保障 ✓ 持続可能な人間社会と地球環境 	現在のフロー型(短寿命型)の社会構造からストック型(長寿命型)の社会構造へ移行
⑥平成25年度環境経済勘定セントラルフレームワークに関する検討作業報告書(内閣府)	— (環境資産ストックの蓄積及び変化を説明するための多目的な概念的枠組み)	環境資産ストック(土地、自然資源)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 環境と経済を統合し、「持続可能な開発」を実現する見地から、環境と経済の相互関係が把握可能な統計体系の確立 	環境経済勘定セントラルフレームワークは、国連統計委員会(UNSC)が2012年に開催した第43回会議において、同委員会により条件付きながら国際基準として採択。環境経済勘定(以下、SEEAという)にとつて初めての国際統計基準。
⑦物質ストック勘定体系の構築とその適用による廃棄物・資源管理研究(橋本征二他)	物質フローの勘定体系と整合した物質ストックの勘定体系の考察(物質ストックの種類について包括的に検討)	物質ストック	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 物質ストックの種類:在庫、備蓄、使用中の最終製品、冬眠中の使用済み製品などの製品、管理された埋立地の廃棄物、散逸した物質 	フローとストックを統合した物質管理のための指標の開発や物質ストックの定量化手法の開発や体系化、物質ストック勘定の適用を検討。
⑧Economy-wide material flow accounts and derived indicators a methodological guide (European Commission)	国全体のマテリアルフロー会計と指標に関するガイドライン(マテリアルフロー会計におけるストックの位置づけを整理)	物質ストック	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 物質ストックの定量化の考え方が記載 	

続いて、第三次循環基本計画で取り上げられたもう一つの評価軸である「使用価値」と「資源化価値」の組み込みについて検討する。「使用価値」には様々な概念が含まれているので本資料では環境行政の事業のニーズと照らし合わせて以下の8項目に細分化した。

- ・ エネルギー効率
- ・ 資源効率
- ・ 環境負荷
- ・ 生産性
- ・ 価値・コスト
- ・ 機能
- ・ 利用頻度
- ・ 安全・安心

「豊かさを生み出す有用な物質ストック」、「適切に管理する必要がある物質ストック」としてそれぞれ

に示した施策に係る個別の物質ストック（機器、資本など）についてそれぞれ最も関係がある「使用価値」、「使用済価値」へのマッピングを行った（表-2）。

さらに、以上の検討で挙げた事例について一部を集約した上で「我が国の物質フロー・ストック図」へ位置づけた（図-3）。

表-2 物質ストックの評価軸別の環境政策に関する事例

ストックの評価軸		豊かさを生み出す物質ストックの事例	適切に管理する必要がある物質ストックの事例
使用価値	エネルギー効率	<ul style="list-style-type: none"> 次世代自動車 高気密・高断熱住宅 高効率発電所 	<ul style="list-style-type: none"> 高燃費自動車
	資源効率	<ul style="list-style-type: none"> 希少金属の回収が容易な使用済み小型家電（環境配慮設計） 長期利用住宅、長期利用製品 	<ul style="list-style-type: none">
	環境負荷	<ul style="list-style-type: none"> 環境配慮設計製品 	<ul style="list-style-type: none"> 耐久財および耐久消費財に含有される有害物質 土壌汚染によって価値が低くなった土地（ブラウンフィールド）
	生産性	<ul style="list-style-type: none"> 投資効率の高い社会インフラ 	<ul style="list-style-type: none"> 未利用・低利用道路
	価値・コスト	<ul style="list-style-type: none"> 住宅（低コスト） 	<ul style="list-style-type: none"> 空き家（住宅）
	機能	<ul style="list-style-type: none"> ライフライン 	<ul style="list-style-type: none">
	利用頻度	<ul style="list-style-type: none"> 高利用頻度な建築物 シェア経済 	<ul style="list-style-type: none"> 未利用・低利用道路（インフラ）
	安全・安心	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> 最終処分場（残余状況）
資源化価値		<ul style="list-style-type: none"> 廃小型家電（希少金属回収可能） 	<ul style="list-style-type: none"> アスベスト、PCB含有製品

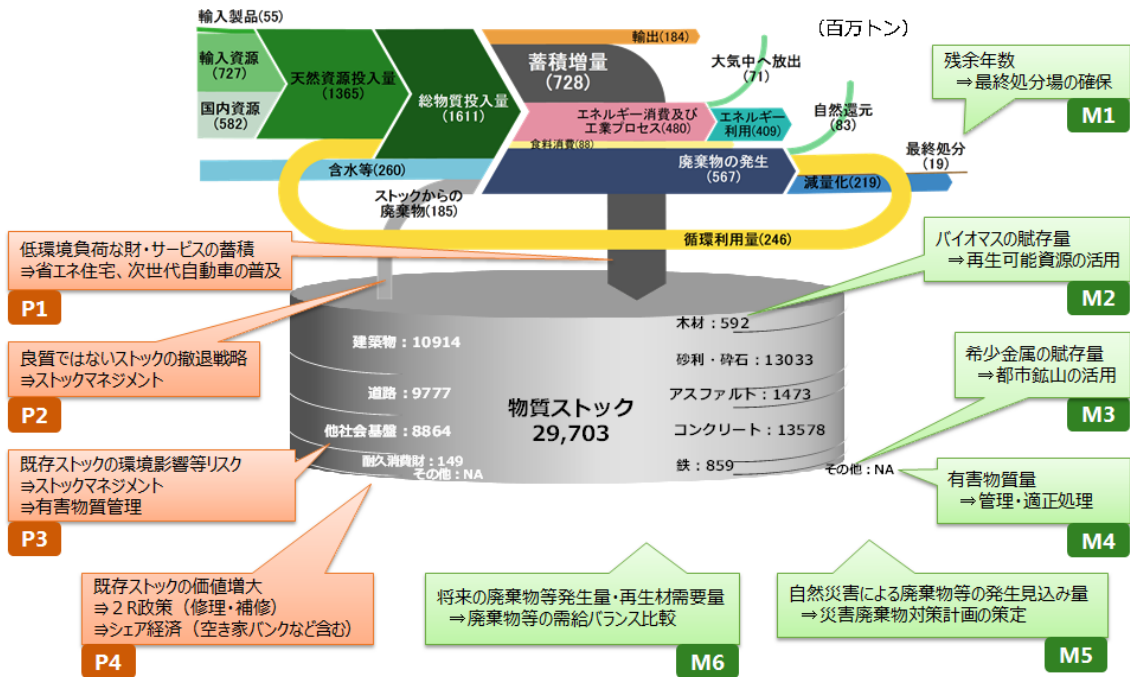


図-3 環境政策の視点からみた物質ストックデータの活用イメージ

また、本調査では、ストック型社会形成に資する豊かさを生み出す物質ストックを定量的・経年的に推計・評価として、情報収集や開催した有識者会合での議論の結果を踏まえ、推計・評価を行う物質ストックの考え方を整理した。物質ストック・フローに関する概念図等を図-4、図-5、表-3 に示した。

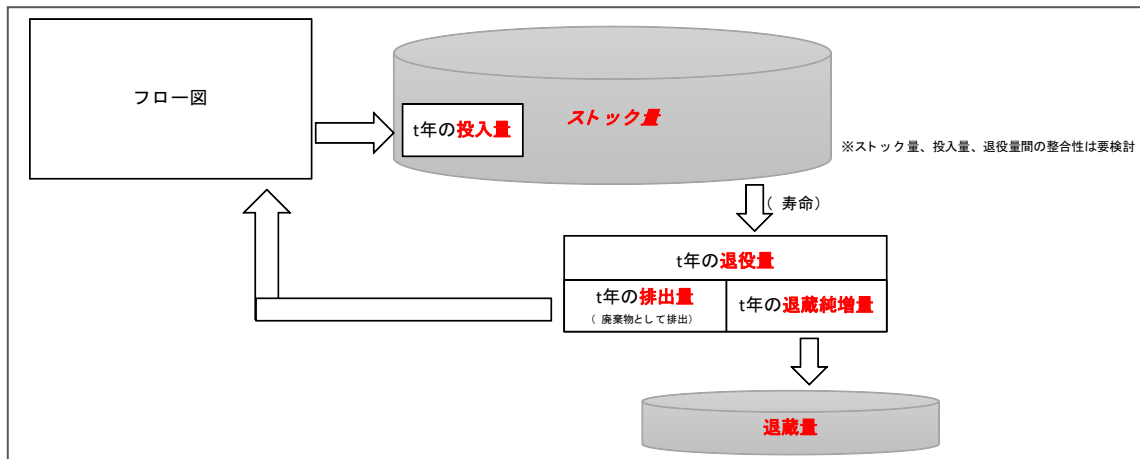


図-4 物質フロー・ストック図に関する考え方・言葉の整理結果 1

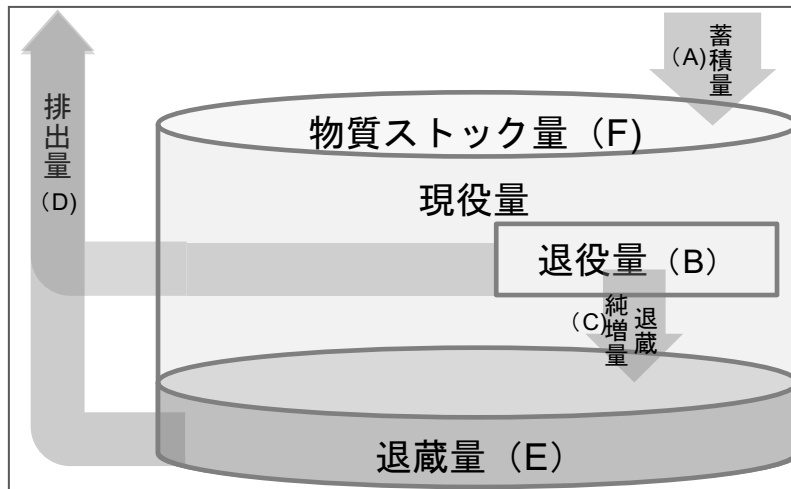


図-5 物質フロー・ストック図に関する考え方・言葉の整理結果2

表-3 物質フロー・ストック図に関する考え方・言葉の整理結果と推計方法

	定義した言葉	推計方法
A	蓄積量 (投入量)	各種統計及び組成情報・資材原単位等
B	退役量	A (蓄積量) 及び寿命関数から推計
C	退蔵純増量	B (退役量) - D (排出量)
D	排出量	廃棄物等の統計値
E	退蔵量	T年分のC (退蔵純増量) の合計値
F	ストック量	ストック関連統計及びGIS情報等

(2) 物質ストックの環境・経済面での定量評価

(2)-1 分析・評価手法の検討

物質ストックの定量評価を行うには、基盤となるデータベース整備が必要である。上述のように区分整理した人工資本（物質ストック）を対象に、Top-down と Bottom-up にてデータベース整備を行う。Top-down アプローチでは、環境省による日本の物質フローの算定と同様の手法を用いた。貿易統計を主に、各種統計を基に、生産及び廃棄に係る投入量及び排出量を推計し、素材種ごとに集計を行った。物質フローより、投入量と排出量の差を取ることで社会への蓄積純増を算出し、ストックに関わる排出量よりストックからの廃棄量を推計した。図-6 に推計のフレームワークを示す。

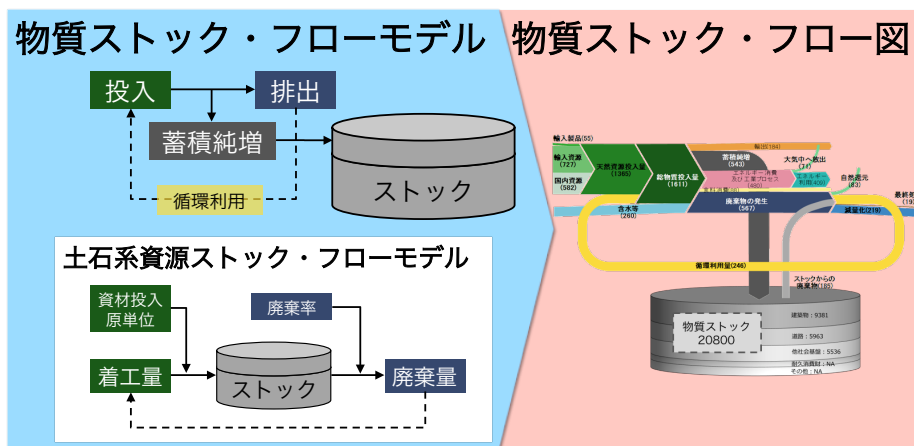


図-6 推計フレームワーク

対象を日本全国とし、物質フローを推計した。物質フローは入口側と出口側があり、入口側の項目を衣類や家具や電気製品などの輸入製品、化石燃料や食料資源などの輸入資源、化石燃料や金属・非金属鉱物、食糧資源、その他資源、農業残さなどの国内資源、天然資源投入量、総物質投入量、廃棄物等の含水がほとんどを占める含水等とし、出口側を鉄鋼や機械類や食料品などの輸出、蓄積純増、エネルギー及び工業プロセス排出、食料消費、廃棄物等の発生、自然還元、循環利用、減量化、最終処分とした。輸入製品、輸入資源、国内資源、輸出、エネルギー消費及び工業プロセス排出は表-4 の統計から推計した。天然資源投入量は輸入製品、輸入資源、国内資源の合計値であり、総物質投入量は天然資源投入量と循環利用量の合計値である。エネルギー消費及び工業プロセスは二酸化炭素や酸素など分離して大気中へ放出されるものと化石燃料などエネルギー利用されるもので分かれる。廃棄物の発生は自然還元、循環利用、最終処分、減量化に分かれる。食糧消費は、食糧・飼料の国内供給量から家畜の排せつ量、下水汚泥量・し尿量、食品廃棄物の減量化量及び最終処分量、食品廃棄物の飼料以外の用途での循環利用量を差し引いて算出した。蓄積純増は、入口側の合計から輸出、エネルギー消費及び工業プロセス、食糧消費、廃棄物等の発生の項目を引いて算出した。また廃棄物の発生のうち、金属くず、ガラスくず及び陶磁器くず、廃プラスチック類、木くず、繊維くず、ゴムくず、がれき類、鉄スクラップ、廃自動車などストックに関連するものを算出し、一旦社会に蓄積されたのちに廃棄されるストックからの廃棄物とした。

表-4 物質フローモデル作成資料一覧

項目	統計資料(1990-2012)
輸入製品	総合エネルギー統計, 貿易統計
輸入資源	貿易統計
国内資源	総合エネルギー統計, 資源・エネルギー統計年報, 資源統計年報, 鉱業便覧, 砕石動態統計調査, 作物統計, 野菜生産出荷統計, 果樹生産出荷統計, 漁業・養殖業生産統計, 花き生産出荷統計, 木材受給報告書
輸出	総合エネルギー統計, 貿易統計
エネルギー消費・工業プロセス排出	総合エネ統計より推計

また、都道府県別に建築部門と道路部門を対象としたストック・フローモデルを作成した。土石系資源の対象を建築部門では砕石、砂利、セメントとし、道路部門では天然資源と再生骨材の2種類の砕石と砂利とし、土石系資源の投入・廃棄量を2010年から2050年まで推計した。以下にモデルの構築に使用した土石系資源のデータに関する記述を行う。セメントは一般社団法人セメント協会の需要部門別販売高の建築(官公需)と建築(民需)の合計値を使用した。砕石は経済産業省製造産業局住宅窯業建材課の砕石等統計年報を使用し、コンクリート用部門をセメントの出荷量と同割合で配分されると仮定して按分した値を建築物の出荷量とし、道路用部門の値をそのまま道路の出荷量とした。砂利は経済産業省製造産業局住宅窯業建材課の砂利採取業務状況報告書の統計のうち玉石、海、他の部門に該当する量は建築や道路に用いられないため除外した。土石系資源のデータのうち砂利のみ単位が体積なため、一般社団法人日本砂利協会へのヒアリングより得られた1m³あたり1.6tという値を用いて重量への変換を行った。需用量には参考資料の値をもとに、コンクリート用：道路・道床用=7：3と設定したのち砕石と同様にコンクリート用をセメントの出荷量で按分し、コンクリート用を建築部門の投入量、道路・道床用を道路部門の投入量とした。

建築部門では、土石系資源の出荷量を建設着工面積で除することで資材投入原単位を算出し、原単位に将来床面積を乗じることで将来の土石系資源の投入・廃棄量を推計した。着工面積は建築着工統計の時系列データを使用し、将来床面積は人口問題研究所のパラメータからコーホートモデルを組んで推計し、人口の将来推計値に世帯当たりの人口、世帯当たりの床面積のデータを用いることで推計した。

道路部門では、土石系資源の出荷量を道路面積で除することで資材投入原単位を算出し、原単位に将来道路面積を乗じることで投入・廃棄量を推計した。道路面積は道路統計年報の新規道路改良延長の時系列データを使用し、将来改良延長は将来人口より推計した。

次に、建築物の推計について、手法の違いによる比較を行った。本項でのフレームワークを図-7に示す。使用年数モデル法により推計された建築物の延床面積は建築物の耐用年数の変化から延床面積の乖

離が見られる。そこで1990年以降は統計から滅失床面積を追えることから蓄積増分法により延床面積を推計した。蓄積量は原単位法によるボトムアップ方式で推計を行った。

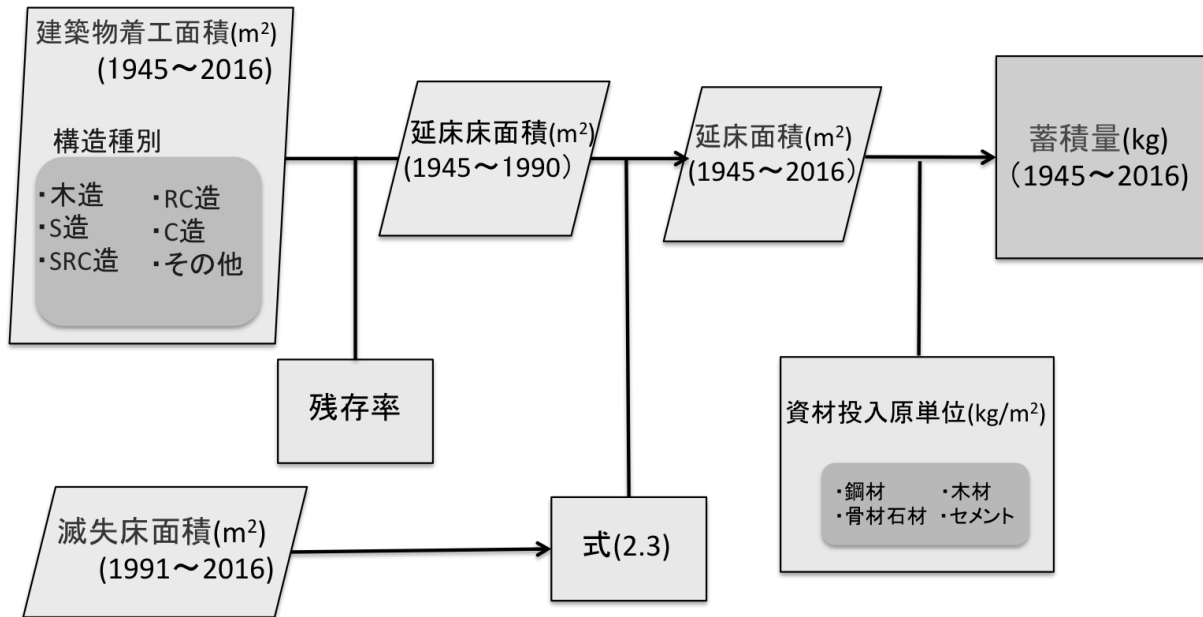


図-7 蓄積量推計フロー

i) 使用年数モデル法

延床面積に関して、現行の統計から構造別、建設年代別に把握することができないため、長岡ら(2009)の手法に習い、建築物は建設された年次に関係なく、ある一定の確率分布で建築物は解体されていくと仮定し、着工面積と残存率を用いることで延床面積を式(1)により算出した。残存率については小松ら(1992)が検討した建築物の6つの構造種別(木造、鉄筋コンクリート造(RC造)、鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)、鉄骨造(S造)、コンクリートブロック造(C造)、その他の構造)について分類した故障確率密度関数を用いた。木造については対数正規分布(式(2))を、それ以外の構造種についてはワイブル分布(式(3))を使用した。式に用いたパラメータは小松ら(1992)により推計された表-5値を用いた。

$$TF_{i,t,k} = \sum_{k=1945}^t (R_i(t-k) \times CF_{i,k}) \quad (1)$$

ただし、 TF ：延床面積(m^2)、 $R(t-k)$ ：建築物残存率、 CF ：着工床面積(m^2)、 i ：構造種、 t ：推計する年代、 k ：着工された年代とする。

$$R(x) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_0^x \frac{1}{t} \exp\left\{-\frac{(\ln t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right\} dt \quad (2)$$

ここに、 $R(x)$ ：建設年 x 年における残存率、 x ：築年数、 μ ：平均値、 σ ：標準偏差、とする。

$$R(x) = \exp \left\{ - \left(\frac{x - \delta}{\eta} \right)^m \right\} \quad (3)$$

ただし、 $R(x)$ ：建設年 x 年における残存率、 x ：築年数、 m ：形状パラメータ、 η ：尺度パラメータ、 δ ：位置パラメータ、とする。

表-5 構造種別廃棄曲線パラメータ一覧

構造	寿命分布関数	パラメータ				
		μ	σ	m	η	δ
木造	対数正規分布	3.655	0.633	-	-	-
SRC造	ワイブル分布	-	-	14.06	154.9	-112.4
RC造	ワイブル分布	-	-	3.091	61.20	-3.740
S造	ワイブル分布	-	-	6.747	64.37	-28.44
その他	ワイブル分布	-	-	2.368	36.14	-1.673

出典：小松ら（1992）

ii) 蓄積増分法

使用年数モデルが統計情報について建築物の着工床面積のみに依存していたのに対し、蓄積増分法は着工床面積と建築物の解体などに伴う滅失床面積から延床面積を推計する。滅失床面積は式(4)に示すように固定資産の価格等の概要調書における毎年の延床面積の差分を延床面積の蓄積純増とし、蓄積純増と着工面積の差から滅失床面積を算出した。延床面積を式(5)で示すように推計年前年の滅失床面積を割り振ることで推計年の延床面積を算出した。

$$DF_t = CF_t - (TF'_t - TF'_{t-1}) \quad (4)$$

$$TF_{i,t} = TF_{i,t-1} + CF_{i,t} + \sum_{k=1945}^t (RF_{i,k} - DF_t \times \frac{RF_{i,k}}{TF_{i,t-1}}) \quad (5)$$

ただし、 TF ：延床面積合計(m²)、 TF' ：固定資産の価格等の概要調書における延床面積(m²)、 CF ：着工面積(m²)、 RF ：残存床面積(m²)、 DF ：滅失床面積(m²)、 t ：推計する年代、 k ：着工された年代、 i ：構造種、とする。

延床面積の推移を1991年以降について蓄積増分法と使用年数モデル法それぞれから推計した延床面積、財務省の固定資産の価格等の概要調書に記された延床面積、国土交通省の建築物ストック統計の延床面積を比較した(表-6)。なお建築物ストック統計は住宅、法人等の非住宅建築物について国土交通省の住宅・土地統計調査、法人土地・統計調査より、公共の非住宅について国有財産一件別情報、公共施設状況調より床面積を総和することで算出されたものである。使用年数モデル法による延床面積では

2007年をピークに減少していた。使用年数モデル法より推計した延床面積と蓄積増分法より推計した延床面積を比較すると、2015年で76.6億 m^2 、85.9億 m^2 であり、9.3億 m^2 蓄積増分法を用いた場合の方が大きかった。総務省の固定資産の価格等の概要調書による延床面積は84.7億 m^2 、建築物ストック統計による延床面積は83.5億 m^2 で蓄積増分法を用いた場合の延床面積のほうが統計値に近い値が示された。

表-6 全国延床面積の推移比較

100万 m^2	蓄積増分法	耐用年数モデル法	固定資産の価格等の概要調書	建築物ストック統計
1991	6453	6499	6219	
1992	6604	6659	6375	
1993	6740	6799	6527	
1994	6892	6943	6670	
1995	7022	7073	6810	
1996	7172	7232	6927	
1997	7266	7355	7052	
1998	7377	7441	7195	
1999	7491	7521	7310	
2000	7595	7604	7407	
2001	7675	7662	7505	
2002	7757	7708	7595	
2003	7835	7751	7672	
2004	7932	7797	7761	
2005	8020	7843	7844	
2006	8107	7889	7928	
2007	8166	7902	8015	
2008	8260	7907	8112	
2009	8294	7867	8189	7277
2010	8364	7829	8253	7307
2011	8376	7793	8259	7810
2012	8438	7760	8315	8026
2013	8502	7739	8365	8277
2014	8539	7701	8415	8317
2015	8593	7655	8474	8347
2016	8650	7611	8529	8368

次に、資材投入原単位の比較を行った。生産統計による資材投入量、資材投入原単位と国土交通省が公表している建設資材・労働力需要実態調査(建築部門)業務報告書によるそれを用いた。全国を対象とする投入量、原単位の比較・検討については、生コンクリート用セメント、生コンクリート用骨材、鋼材、砂利、碎石、製材、合板の7材料を対象に行った。日本の地域別の投入量、原単位の比較・検討については、生コンクリート用セメント、生コンクリート用骨材の2材料を対象に行った。地域の分類に関しては、建設資材・労働力需要実態調査(建築部門)業務報告書の分類に基づき、地方整備局である北海道・東北・関東・北陸・中部・近畿・中国・四国・九州・沖縄の10地域に分類されたデータを用いた。サンプル調査に基づく資材投入量・資材投入原単位としては、国土交通省が発刊している建設資材・労働力需要実態調査(建築部門)業務報告書を用いて算出した。この報告書は、1985年から2009年まで、3年おきに、実際に該当年に行われた工事にヒアリング調査を行い、構造別・用途別に、対象について先述の地方別・全国で資材投入原単位を整理している。構造・用途の区分に関しては以下の表-7に示す。報告書で算出される原単位には、調査対象資材を単独に算出する単独原単位と複数の資材をグ

ループごとに合算して算出する合算原単位がある。ここでは、最新の合算原単位・単独原単位の構成である2000年以降の構成図を図-8に示す。1991年、1994年、1997年に関しては、それぞれの年で合算原単位・単独原単位の構成に関して相違があるため、付録にまとめる。同報告書による原単位は、全て10m²あたりの資材投入原単位として公表されているため、これをすべて1m²あたりの原単位に除して整理を行った。また、同報告書においては、原単位は、全国でも、地方別でも、5つの構造別に集計されている。生産統計では、構造を加味しておらず、全構造の総合的な原単位を算出している。比較のために、同報告書の原単位に、建築統計年報による地域別・構造別の時系列着工面積を乗じ、構造別投入量の和を該当年の投入量全量とし、投入量全量を全構造の着工面積で除して、全構造の原単位とした。ここで、建築統計年報の時系列着工面積は、都道府県別に報告されているが、前述の地方整備局区分に基づく地域別の着工面積の整理を行って用いた。用途に関しては、使途総合の原単位を扱った。セメントに関しては、セメント合計の合算原単位では、生コンクリートに用いられるセメント以外に、コンクリート二次製品やセメント単体として扱われるセメントを含む。生コンクリートとして建築物に投入されるセメントを対象としている生産統計による原単位に合わせるため、生コンクリートの原単位に、建築材料(2002)のコンクリート調合値を用いて按分し、生コンクリート分のセメント原単位とした。骨材に関しては、セメント同様に、生コンクリートの原単位に、建築材料(2002)のコンクリート調合値を用いて按分し、生コンクリートに用いられる骨材の原単位を算出した。砂利・碎石に関しては、生産統計で用いている名称と同報告書での名称が異なる。生産統計で用いている砂利・碎石に合わせて、同報告書の生コンクリートの原単位に、東関東生コン協同組合による生コンクリートの砂利・碎石への換算値である0.623を乗じ、砂利・碎石の比重として1.6を乗じて算出した。鋼材に関しては、鋼材合計の合算原単位を用いた。木材に関しては、日本合板工業組合連合会資料により、厚6mm未満の合板には、換算値として0.0033(m³/m²)、厚6mm以上の合板には0.012(m³/m²)を乗じた。さらに、合板は日本合板検査会の公表している代表的な密度として、0.55(g/cm³)、製材は日本木材総合情報センターの公表している代表的な密度として0.38(g/cm³)を用いて乗じ、原単位(t/m²)を算出した。

表-7 用途・構造の区分項目

用途別			構造別
全国	地方別		木造 (W)
居住専用	居住専用	居住専用	鉄骨鉄筋コンクリート造 (SRC)
居住産業併用	居住産業併用	居住産業併用	鉄筋コンクリート造 (RC)
事務所	工場・倉庫	工場・作業場	鉄骨造 (S)
店舗		倉庫	
工場・作業場		学校の校舎	補強コンクリートブロック造・その他造 (CB・O)
倉庫	事務所・店舗・病院・その他	事務所	
学校の校舎		店舗	
病院・診療所		病院・診療所	
その他		その他	

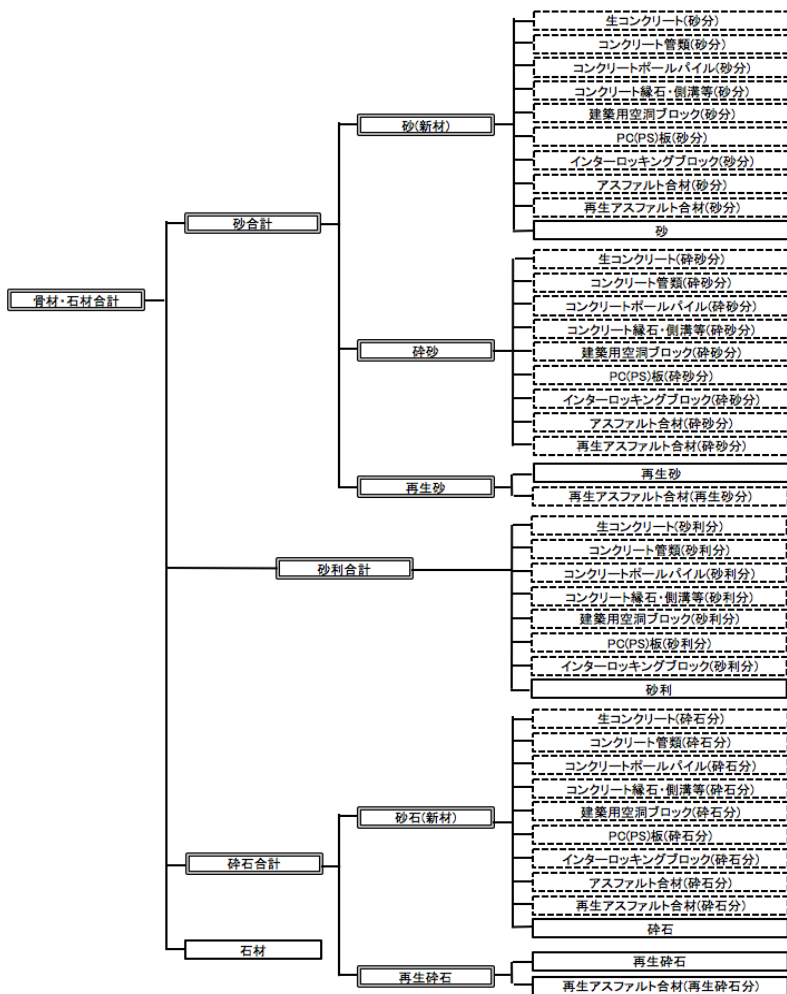
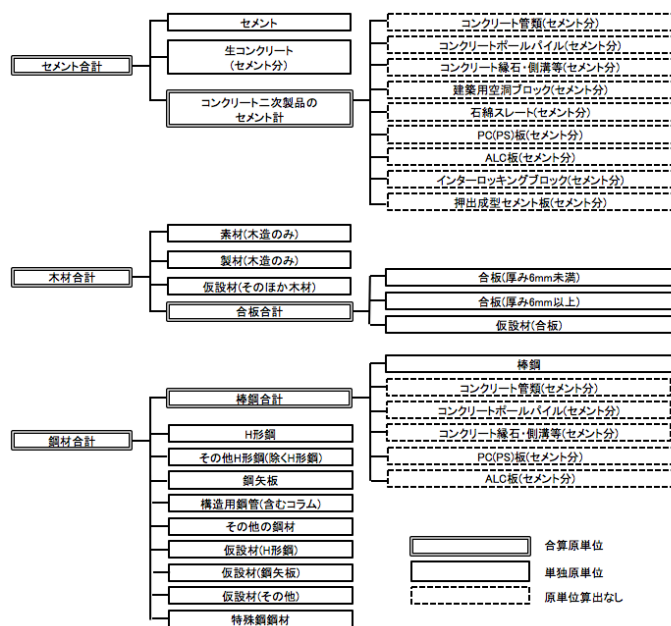


図-8 合算原単位の構成図 (2000年、2003年、2006年、2009年)

建設資材・労働力需要実態調査から資材投入原単位の算出を行った。この調査では、地域別に実際の工事へのヒアリングに基づいて資材投入原単位を整理しており、約 50 の資材、10 地域別と全国といった対象範囲、5 構造種、9 用途別に関して合算・単独原単位が整理されている。利用頻度の高い合算原単位について、全国の構造別・時系列での主要な資材投入原単位を表-8 に示す。

ここで、地方別の木造居住専用セメント投入原単位を図-9 に示す。また、鉄骨造と鉄筋コンクリート造の居住専用セメント投入原単位に、それぞれの構造の該当年の地域別着工面積を乗じ、その和を、各構造地域別着工面積の和で除した地域別の非木造居住専用セメント投入原単位を図-10 に示す。その他の構造についての地域別資材投入原単位については付録にまとめて示す。沖縄に関しては、報告書の中で原単位を算出していない年が複数あったため、グラフ作成時に除外した。

木造のセメント原単位は、1985 年では、平均 64.9kg/m² に対して、2009 年では平均で 80.6 kg/m² であり、全体として増加傾向を示した。これは、建築基準法の改正による建物強度の変化が影響と考えられる。同年内における地域ごとの差は、約 20-40kg/m² であった。主に、木造で用いられるセメントは、建築物の基礎部分に用いられている、このため、地域により地形の違いから、基礎部分に投入されるコンクリート量が異なることが関係しているといえる。しかし、年によって、原単位の大きい地域は変化している。木造のセメント原単位の地域差には地形の差以外の要因も予想される。

非木造のセメント投入原単位については、1985 年の全国平均が 214.6kg/m² であるのに対し、2009 年では平均 295.8 kg/m² となった。セメント投入原単位の全体の傾向としては、1985 年から 1991 年にかけて増加し、1991 年から 1997 年に減少、その後増加している。1980 年代後半から 1991 年にかけて、日本経済はバブル経済を迎えており、経済成長に伴い、建築物の高層化が進んだことが影響していると考えられる。その後、バブル経済崩壊に伴い、投入量の落ち込みが起こったが、その後、建築基準法改正による建築物の重量化、経済回復の影響で高層化が進んだため、原単位が増加したと考察できる。同年内における地域差は、約 20-70kg/m² であり、木造よりも大きい。総量に対する地域差の割合は、非木造の方が木造よりも小さい。地域差の原因には、木造同様に基礎部分へ投入されるコンクリート量が地形により異なることに加え、地域の中での都市の大きさが影響していると考えられる。この調査では、地方整備局で地域を分類しており、対象都道府県に占める大都市の割合が大きな関東・中部に関して、どの年代でも他地域に比べて原単位が大きな値を示しているためである。

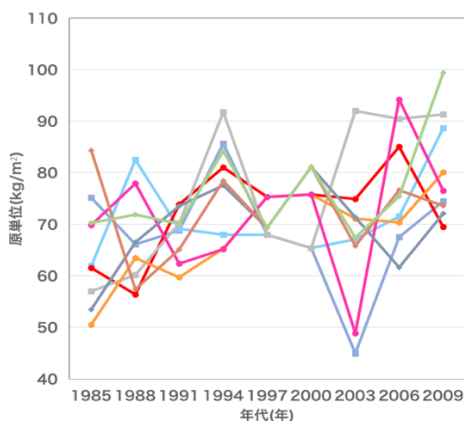


図-9 地域別居住専用木造セメント原単位

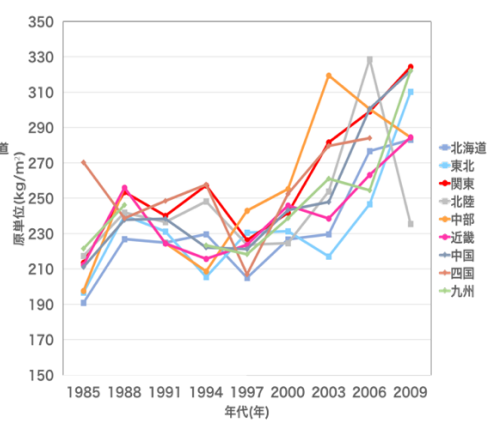


図-10 地域別居住専用非木造セメント原単位

表-8 全国主要な建設資材の資材投入原単位

年	材料名	単位	木造	SRC造	RC造	S造	CB造
1991	セメント	t/m ²	0.071	0.294	0.297	0.133	0.191
	骨材・石	m ³ /m	0.318	1.095	1.130	0.580	0.835
	木材計	m ³ /m	0.209	0.029	0.040	0.023	0.063
	鋼材計	t/m ²	0.013	0.167	0.110	0.134	0.055
	棒鋼合計	t/m ²	0.010	0.094	0.102	0.034	0.048
1994	セメント	t/m ²	0.082	0.287	0.284	0.142	0.257
	骨材・石	m ³ /m	0.346	1.082	1.105	0.604	1.124
	木材計	m ³ /m	0.224	-	-	-	-
	鋼材計	t/m ²	0.014	0.161	0.105	0.134	0.058
	棒鋼合計	t/m ²	0.011	0.090	0.096	0.031	0.058
1997	セメント	t/m ²	0.083	0.275	0.299	0.145	0.123
	骨材・石	m ³ /m	0.342	1.036	1.148	0.581	0.533
	木材計	m ³ /m	0.222	-	-	-	-
	鋼材計	t/m ²	0.014	0.150	0.112	0.133	0.048
	棒鋼合計	t/m ²	0.011	0.090	0.100	0.032	0.038
2000	セメント	t/m ²	0.078	0.285	0.294	0.139	0.143
	骨材・石	m ³ /m	0.363	1.085	1.157	0.599	0.624
	木材計	m ³ /m	0.200	0.021	0.028	0.010	0.020
	鋼材計	t/m ²	0.011	0.160	0.109	0.134	0.059
	棒鋼合計	t/m ²	0.010	0.090	0.100	0.027	0.037
2003	セメント	t/m ²	0.075	0.287	0.300	0.136	0.162
	骨材・石	m ³ /m	0.370	1.050	1.152	0.670	0.646
	木材計	m ³ /m	0.232	0.020	0.023	0.009	0.033
	鋼材計	t/m ²	0.012	0.170	0.116	0.129	0.066
	棒鋼合計	t/m ²	0.010	0.100	0.102	0.031	0.045
2006	セメント	t/m ²	0.081	0.276	0.287	0.141	0.150
	骨材・石	m ³ /m	0.391	1.045	1.128	0.659	0.985
	木材計	m ³ /m	0.220	0.012	0.028	0.007	0.009
	鋼材計	t/m ²	0.014	0.183	0.116	0.129	0.050
	棒鋼合計	t/m ²	0.012	0.080	0.103	0.029	0.033
2009	セメント	t/m ²	0.084	0.277	0.353	0.170	0.221
	骨材・石	m ³ /m	0.399	1.003	1.253	0.832	0.915
	木材計	m ³ /m	0.201	0.008	0.016	0.006	0.005
	鋼材計	t/m ²	0.016	0.221	0.131	0.139	0.203
	棒鋼合計	t/m ²	0.014	0.092	0.113	0.030	0.046

全国の建設資材・労働力需要実態調査のセメント投入原単位と、既往研究のそれとの比較・検討を行った。ここでは、既往研究のセメント投入原単位として、寺南ら、長岡ら、松井らの原単位を用いた。寺南らはセメント投入原単位を、木造・非木造といった2つの構造分類で算出しているため、長岡ら・松井らのセメント投入原単位もこれに合わせて整理した。具体的には、非木造のセメント投入原単位について、鉄骨造と鉄筋コンクリート造の2構造の投入量の和を2構造合計の着工面積で除して、整理を行った。また、長岡らでは、建築物を地下構造と地上構造に分けているため、地下・地上合わせてのセメント投入原単位に整理した。松井らは1年毎に算出されていたデータから、5年分の平均を取り、5年毎のデータとして示した。既往研究においては、生コンクリートとして建築物に投入されているセメントを対象としている。建設資材・労働力需要実態調査では、生コンクリートとして投入されているセメントをセメント構造部、生コンクリート以外の状態で投入されているセメントをセメントその他として、木造を図-11、非木造を図-12に示した。

設計図面から資材を、ボトムアップ型で原単位を算出した長岡ら、寺南らのセメント原単位は、木造・非木造のどちらについても、大規模な法改正があったとみられる年の前後でのみ変化をしている。このため、年代変化に伴う資材投入原単位の推移を実態に基づいた形で示すことができていない。需要実態調査による原単位と生産統計による原単位に比較して、経年的に変化がみられないことから、この傾向は明らかである。松井らでは、生産統計からトップダウン型の算出方法で原単位の算出を行っている。木造に関しては、需要実態調査による原単位とおおよそ同じ挙動を示しているが、松井らの原単位は需要実態調査によるセメント構造部の原単位を、約5-20 kg/m²ほど下回っている。需要実態調査に関しては、サンプル調査で原単位を算出しているが、全国での原単位にすると、地域ごとの差をならすことになり、地域別で見た際の精緻な値に比べて、多少の誤差が生じると考えられる。全国の平均的な原単位をみるといった統計的な処理によって生じる誤差が、生産統計による原単位との間に差を生じさせている原因と予測できる。非木造に関しては、松井らの原単位と、需要実態調査によるセメント構造部の原単位は平均10 kg/m²ほどの差で推移しており、1985年から1991年に見られる大きな差以外は、おおよそ一致している。需要実態調査による原単位は、いずれの年もおおよそ対象のサンプルの75-85%の回収率で回収しているが、サンプル抽出によって算出をしているため、誤差が生じた可能性がある。

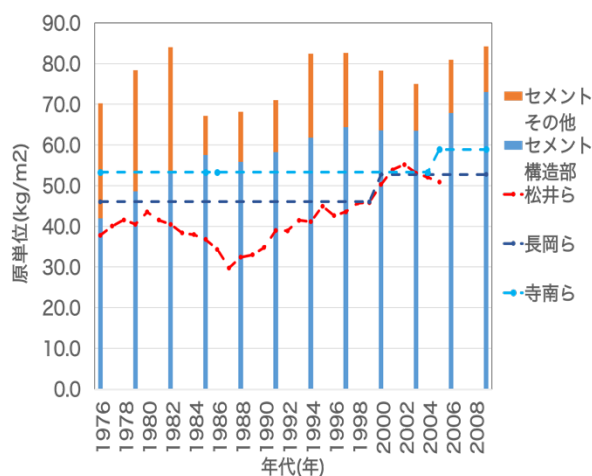


図-11 木造居住専用セメント原単位比較

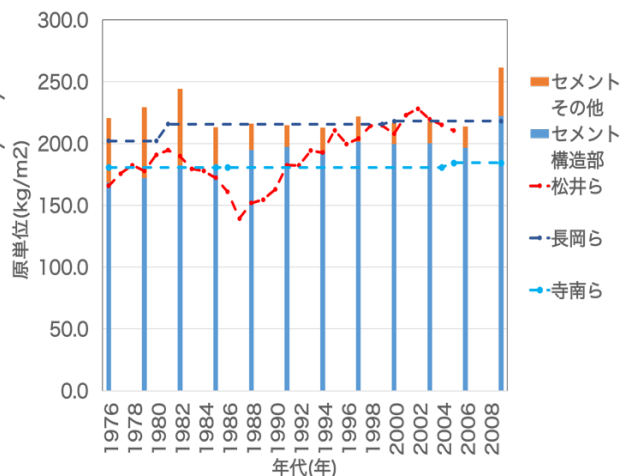


図-12 非木造居住専用セメント原単位比較