

環境省 環境研究総合推進費 平成28年度終了課題成果報告会
(2017.3.10 砂防会館)

平成26-28年度 環境研究総合推進費
研究課題番号：1-1402

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

研究代表者：谷川 寛樹
研究実施期間：2014-2016fy
累計予算額：79,975千円



谷川寛樹 (代表, S1L)
Muhandiki Victor
奥岡桂次郎
高木重定 (みずほ情総)



森口祐一(S2 L)
醍醐市朗
村上進亮
中谷 隼

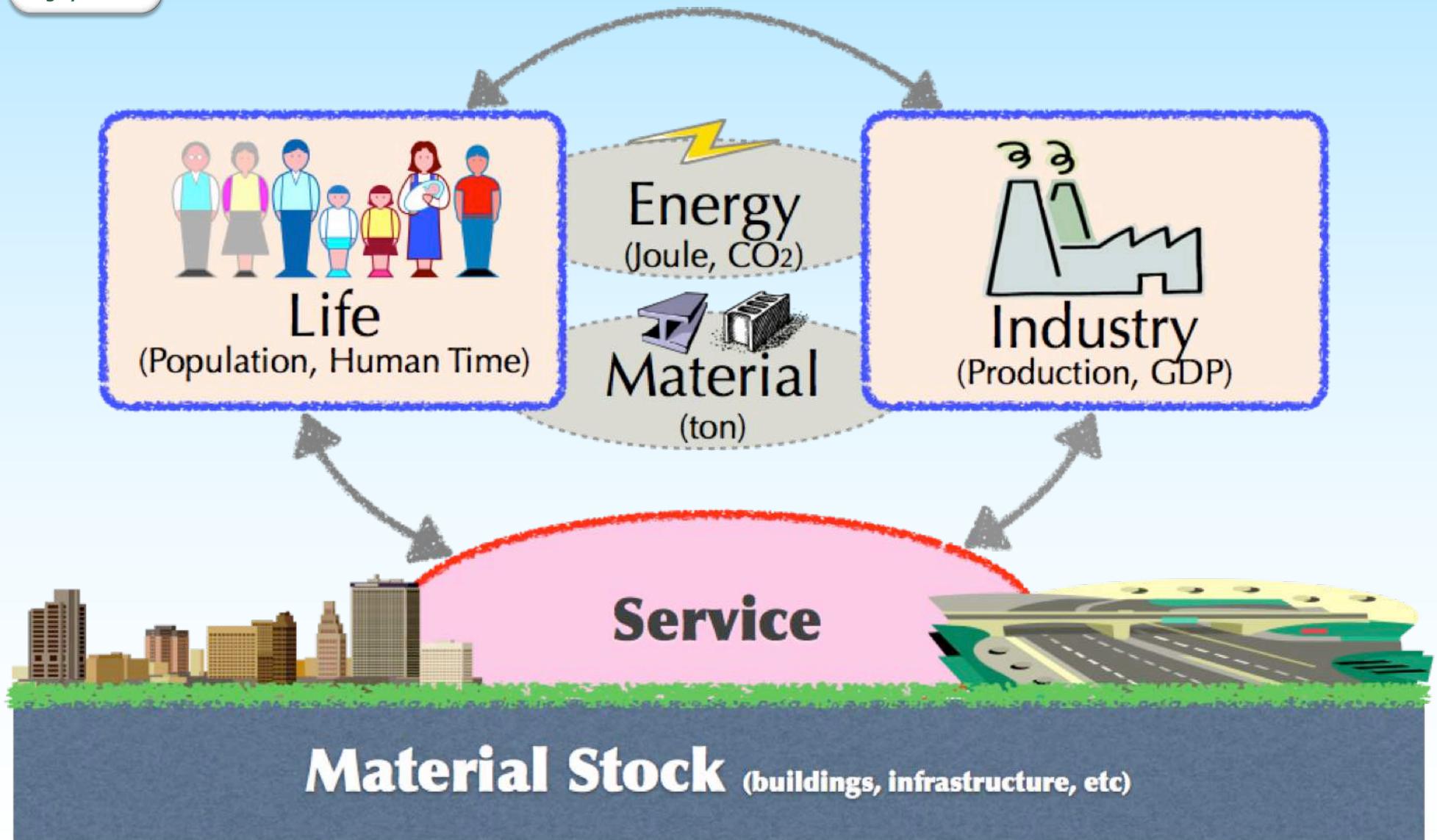


橋本征二(S3 L)



中島謙一(S4 L)
南齋規介

研究の背景：物質ストックによるサービスと物質フロー



資源価値を最大限に引き出す“もの使い”を社会に根付かせることが重要

循環型社会形成推進基本計画

平成25年5月

第3次循環型社会形成推進基本計画では、我が国に蓄積されている資源のストックの指標に関し“今後の検討課題”として、ストック指標の重要性を指摘し、検討を進める旨を明記。

本研究の方向性と全く合致するもので、次期基本計画へ貢献できるよう進めており、成果の一部は既に循環基本計画分析・新指標検討WGで報告済。

研究の背景：本研究で対象とする物質ストックとは

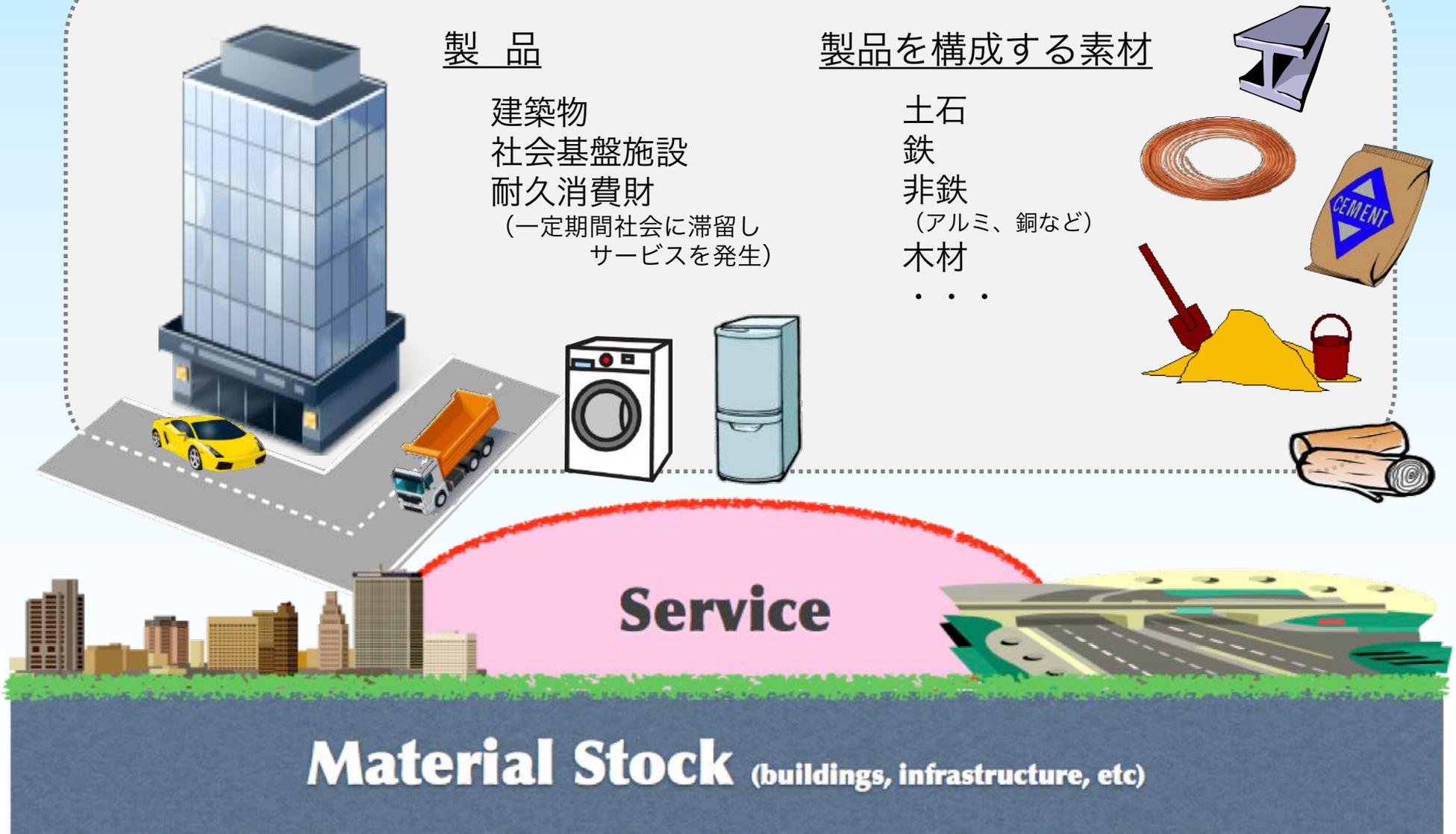
物質フロー分析に対応した物質ストックを対象

製品

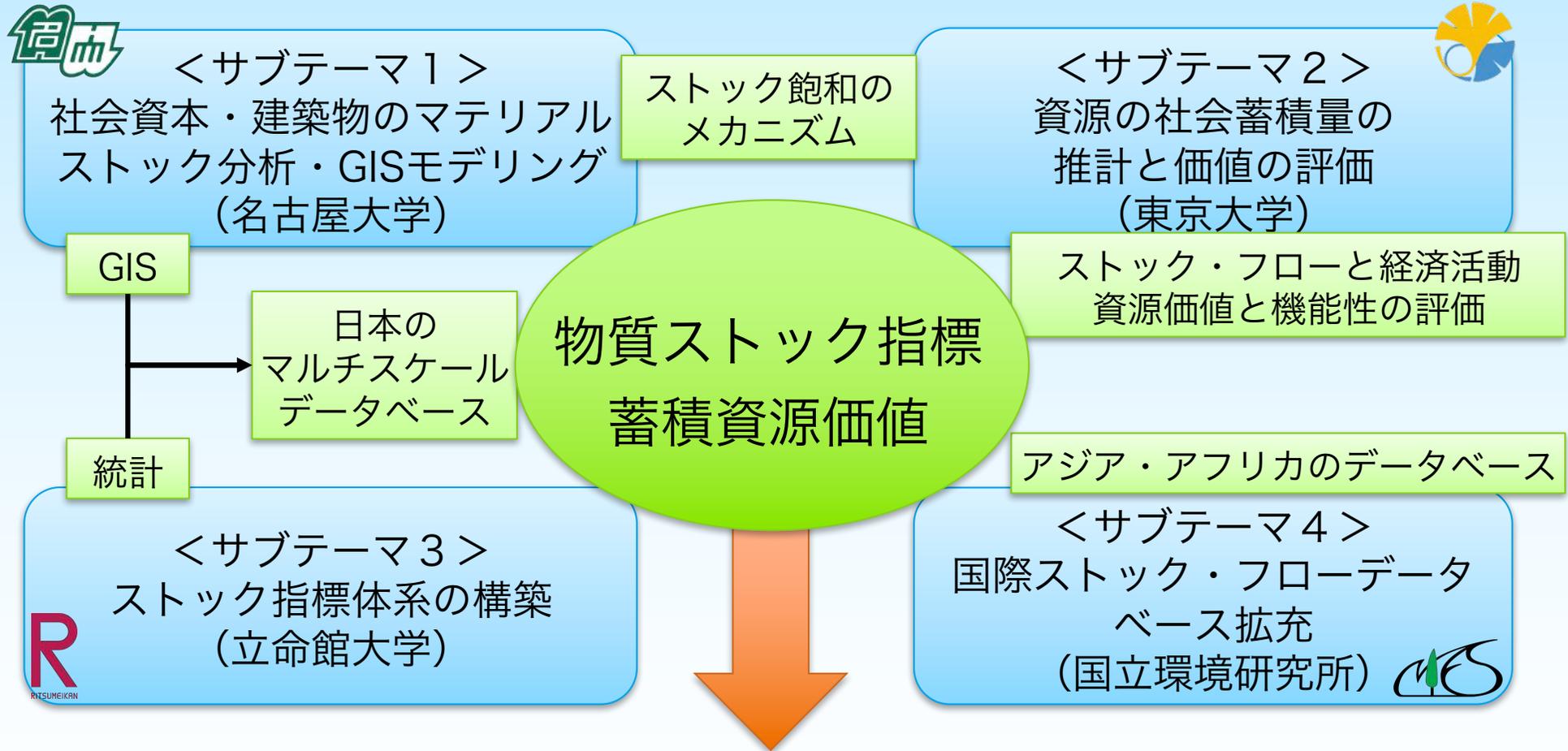
建築物
社会基盤施設
耐久消費財
(一定期間社会に滞留し
サービスを発生)

製品を構成する素材

土石
鉄
非鉄
(アルミ、銅など)
木材
...



研究計画, 手法



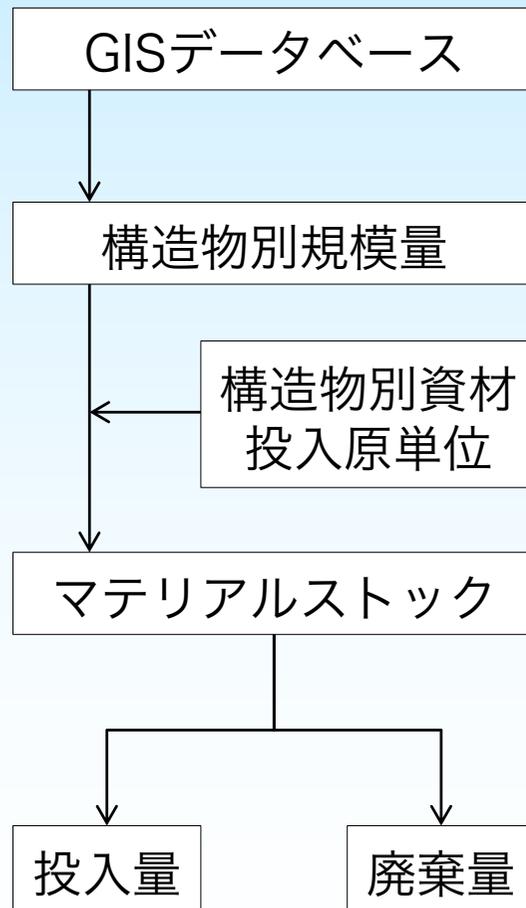
物質ストック指標体系の構築による
次期“循環型社会形成推進基本計画”への貢献

研究計画, 手法

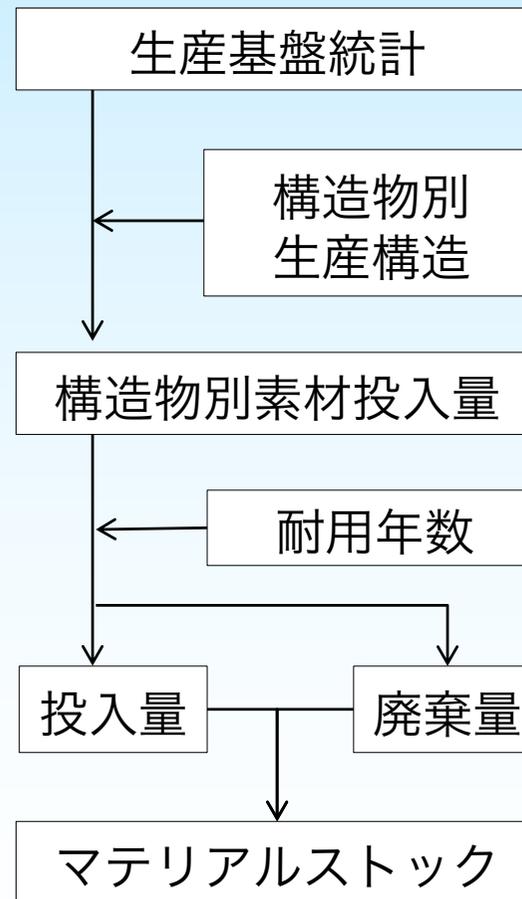


物質ストックを測る -各種手法の比較-

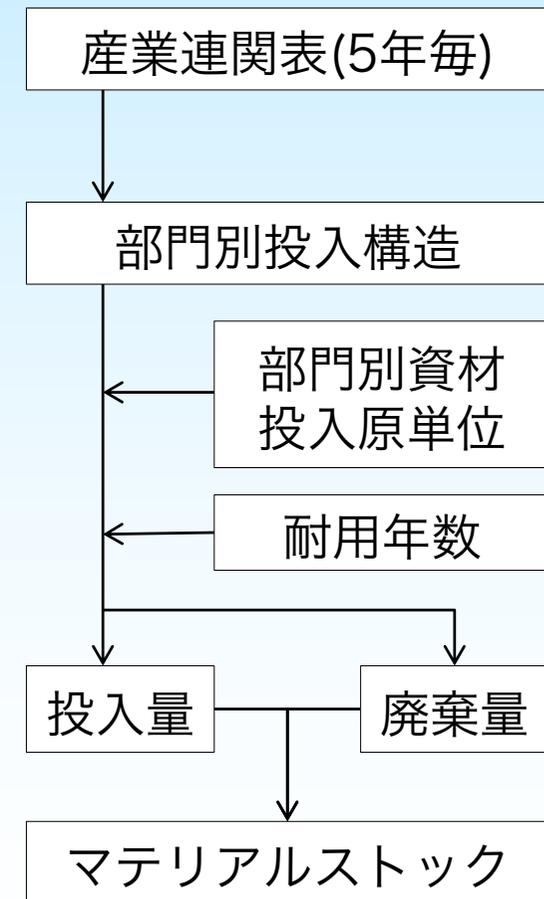
ボトムアップ推計 



トップダウン推計   

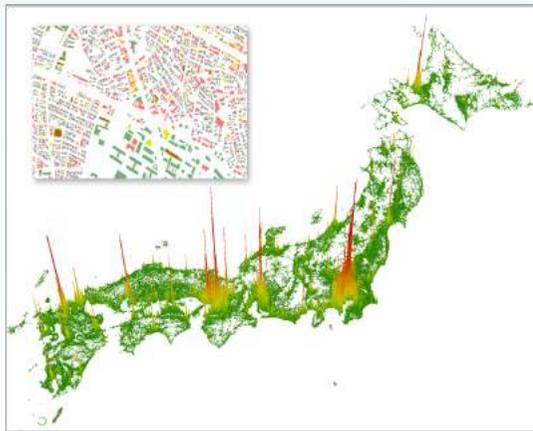
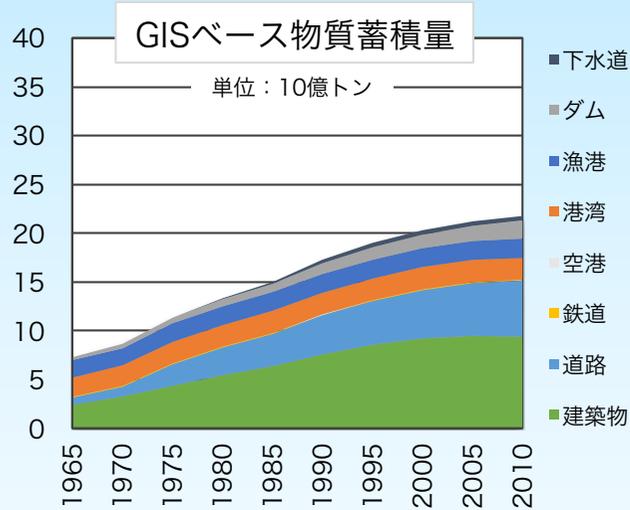


IOによる推計  



物質ストックを測る -日本全体の蓄積量-

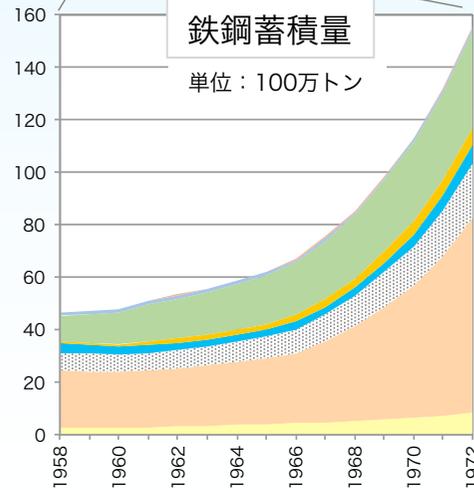
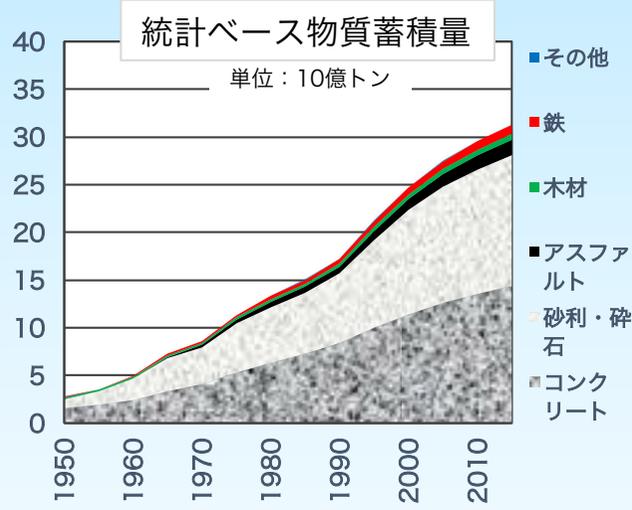
ボトムアップ推計



2005年

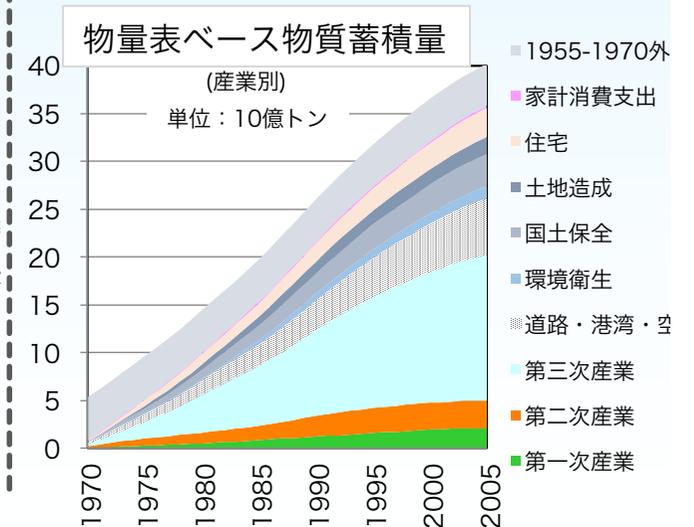
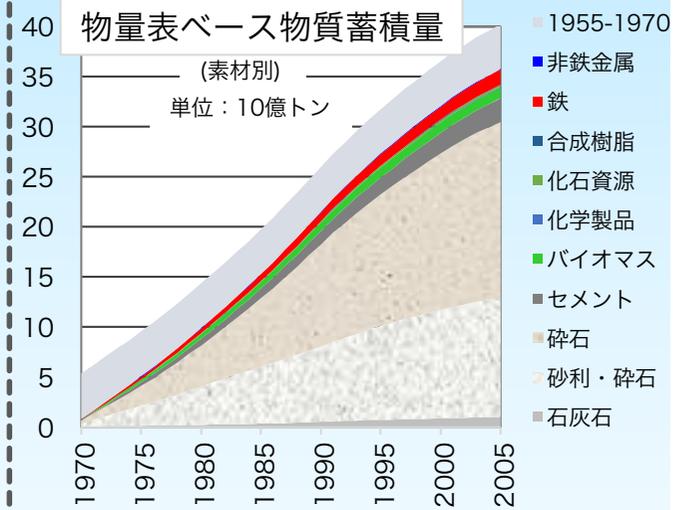
212億トン, 166トン/人

トップダウン推計

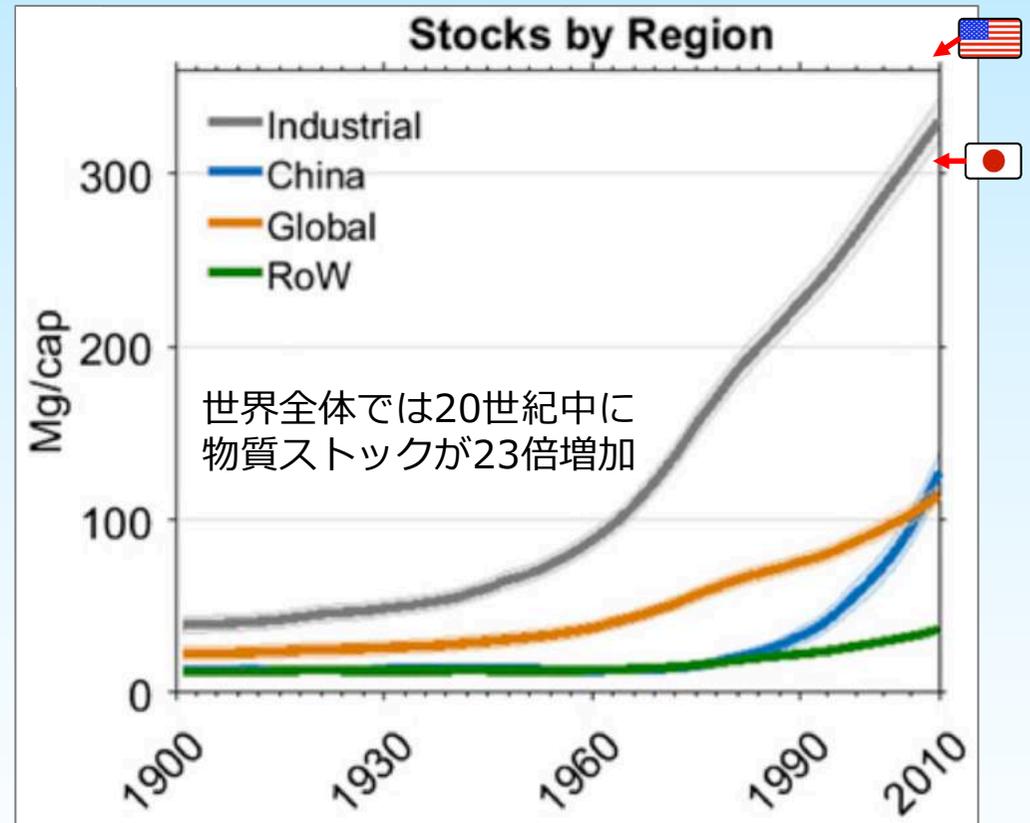
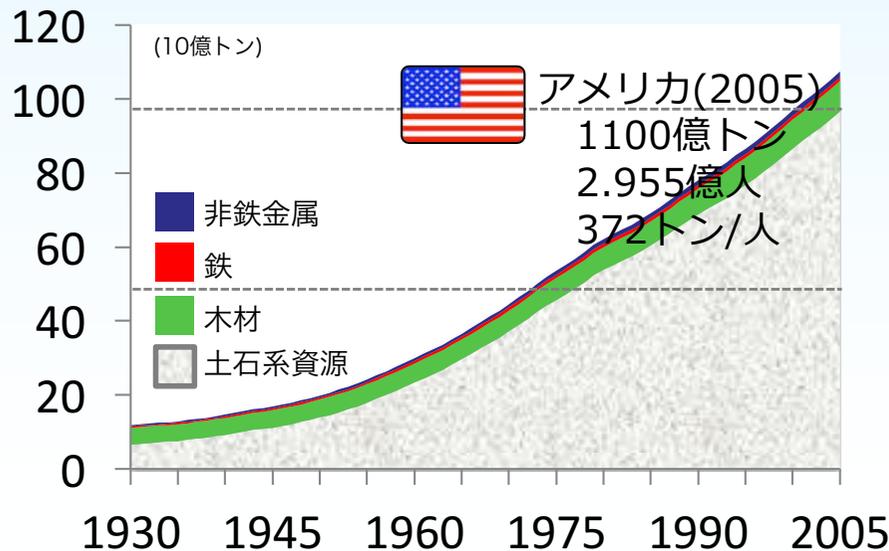
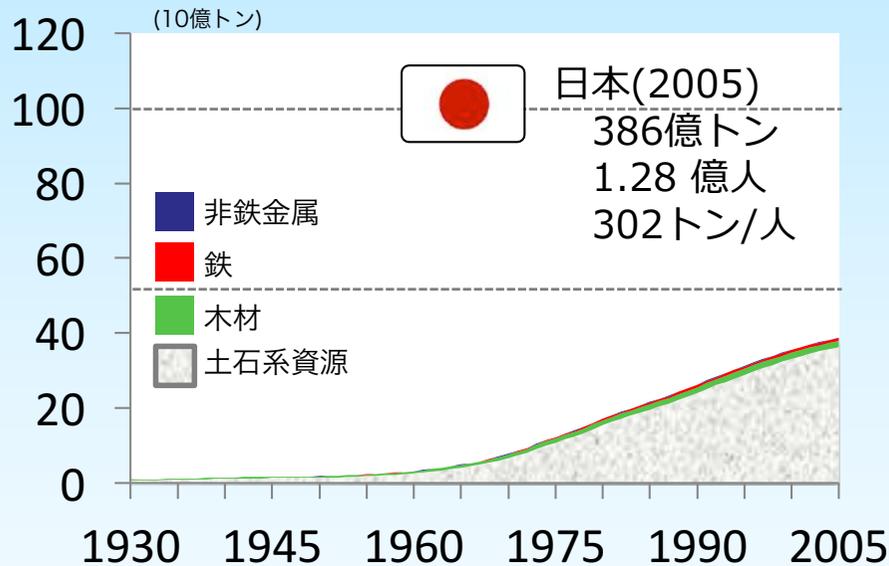


275億トン, 215トン/人

IOによる推計



403億トン, 315トン/人



- Tanikawa, H., Fishman, T., Okuoka, K., Sugimoto, K., 2015, The Weight of Society Over Time and Space: A Comprehensive Account of the Construction Material Stock of Japan, 1945–2010, J Industrial Ecology, DOI: 10.1111/jiec.12284
- *Fishman, T., Schandl, H., Tanikawa, H., 2016, Stochastic Analysis and Forecasts of the Patterns of Speed, Acceleration, and Levels of Material Stock Accumulation in Society, Environ. Sci. Technol., DOI: 10.1021/acs.est.5b05790
- Krausmann, F., D. Wiedenhofer, C. Lauk, W. Haas, H. Tanikawa, T. Fishman, A. Miatto, H. Schandl, H. Haberl, 2017. Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. PNAS, forthcoming

-IOによる国際推計-

国際貿易統計 (95年以降、各年)

品目別組成
(WIO-MFAなど)

貿易に伴う移動量 (取引量)

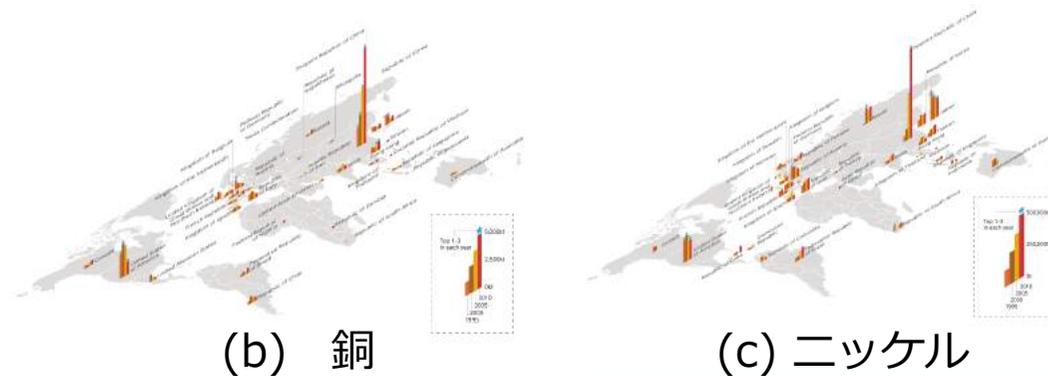
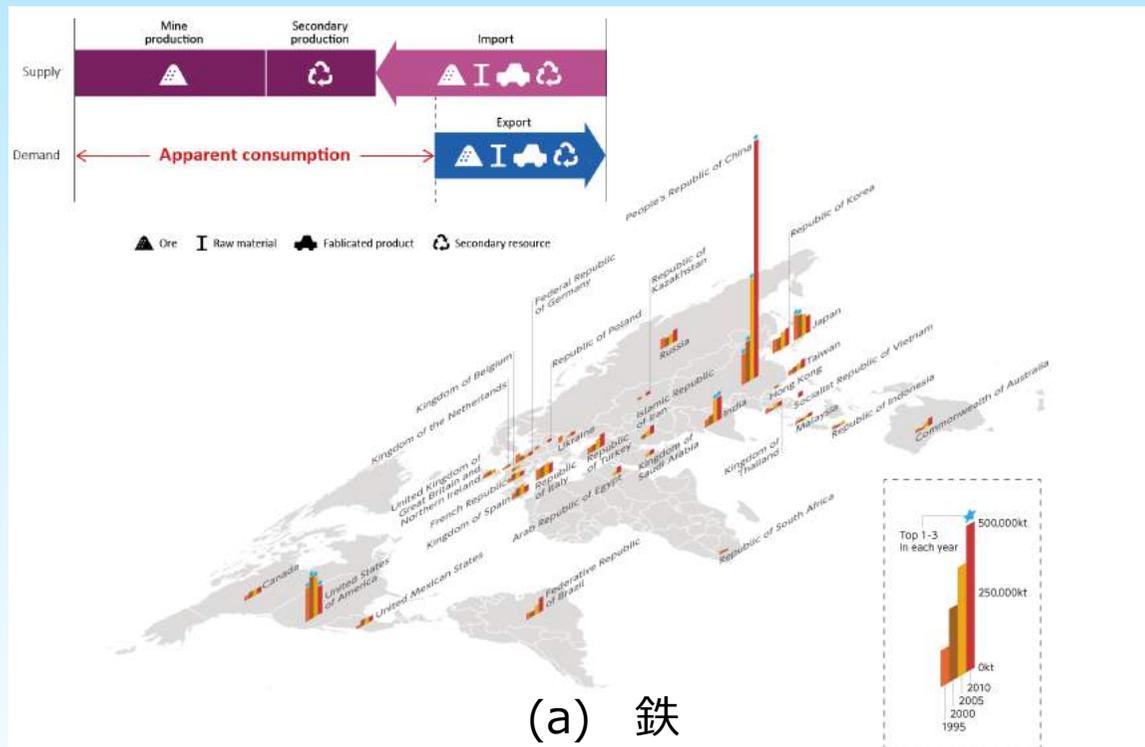
資源産出量

見掛け消費量

廃棄量

初期値
(95年のストック量)

マテリアルストック



各国の見かけ消費量の推移 (1995,2000,2005,2010)

物質ストックの価値



供給側からみた資源の価値

将来の再生利用可能性に基づく資源ストックの価値

将来にわたる総超過コスト

$$\sum_t \left\{ \left(\sum_{t'=0}^{t-1} P(t') \cdot MCI_{kg} \right) \cdot P(t) \cdot \frac{1}{(1+r)^t} \right\}$$

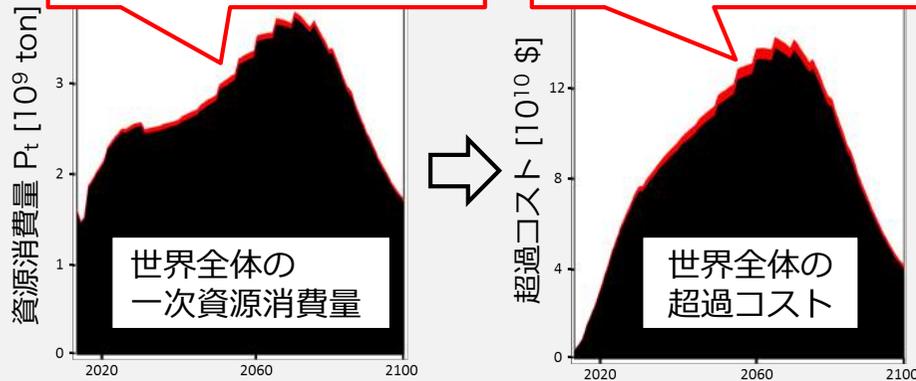
二次資源利用あり ← 差 → 二次資源利用なし

現在の資源ストックの総価値を表す

鉄

現在の日本の資源ストックからの二次資源消費量

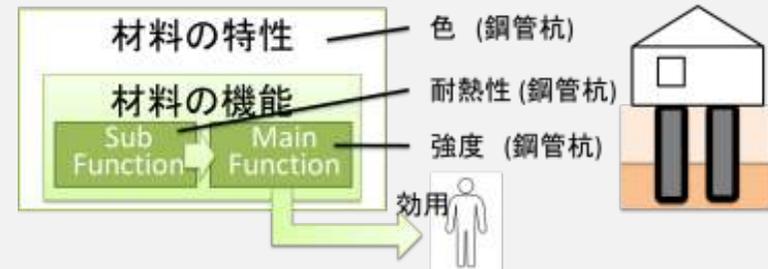
現在の日本の資源ストックの価値： 3.04×10^{11} \$



需要・利用側から見た資源の価値

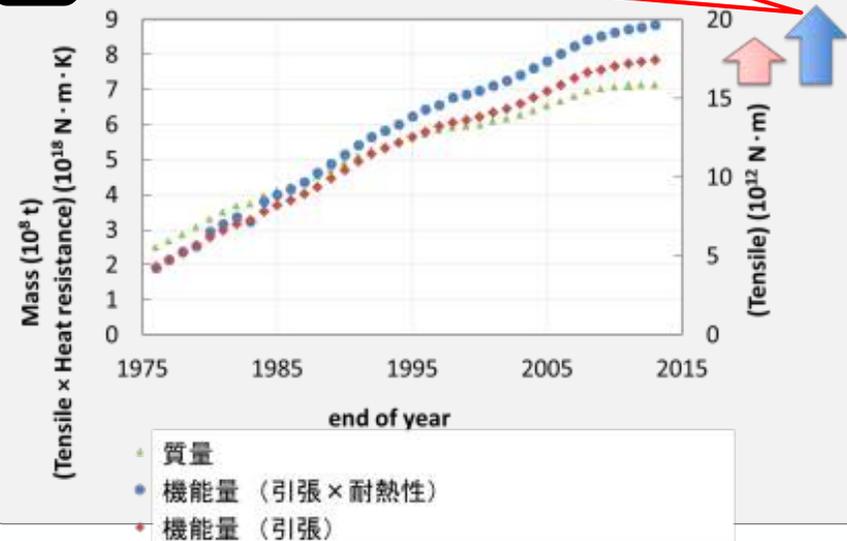
物質ストックの提供する機能と機能量

物質の材料としての特性と機能



普通鋼

日本の普通鋼ストックは、質量基準も変遷よりも、その構造物としての機能である機械的機能量基準で評価した方がより上昇しており、更に耐熱性まで考慮した機能量で評価した方が、さらに上昇している。



ストック指標体系案の提示とそのケーススタディーによる検証

ストックの
総量を計測

ストックの
利用価値を
計測

ストックの
利用効率を
計測

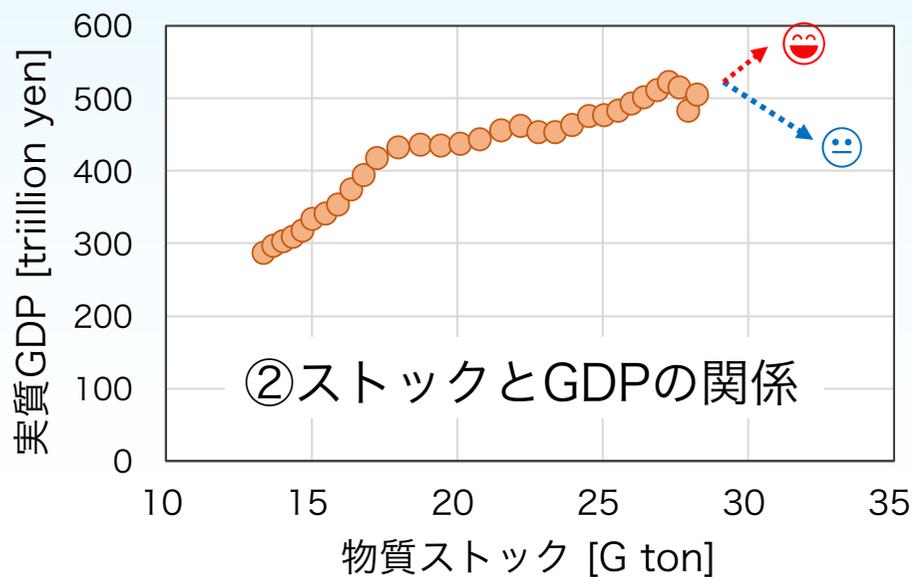
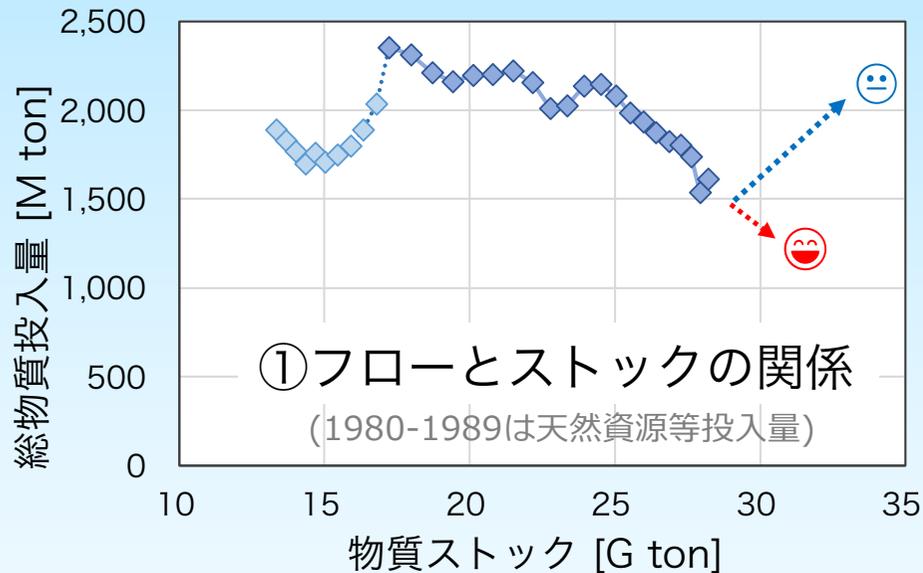
ストックの
資源価値を
計測

- 採取資源総量** ☞ 人間が採取した資源の総量を計測
- 経済中物質蓄積量** ☞ 経済社会における物質の蓄積量を計測
- 使用中物質蓄積量** ☞ 経済社会で使用されている物質の蓄積量を計測
- 蓄積物質利用効率** ☞ 使用中の蓄積物質がもたらす機能・サービスに着目して、利用効率を計測(下表黄色の建設物でケーススタディーを実施、寿命を考慮した効率指標を提案、経済価値による統合は引き続き検討)

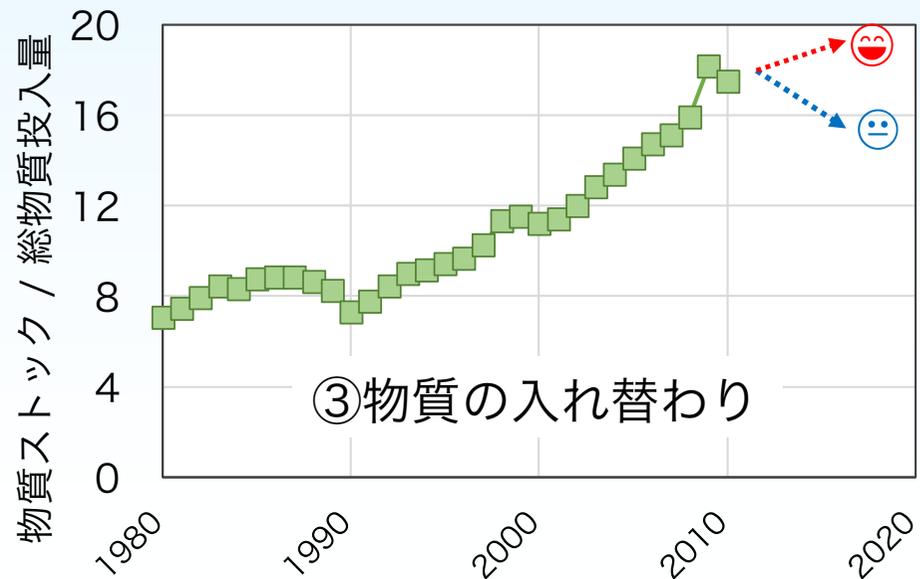
分類	発揮している機能	潜在的な機能	
建築	住宅	居住人口(人)、使用床面積(m ²)	延床面積(m ²)
	その他	売上(円)、使用床面積(m ²)	延床面積(m ²)
土木	治山・治水	災害被害削減予想額(円)	災害被害削減予想額(円)
	農林水産	売上(円)	
道路	貨物輸送トンキロ(ton・km)、旅客輸送人キロ(人・km)	輸送容量(台/日)、道路面積(km ²)	
港湾・空港	貨物取扱量(ton)、旅客移動人数(人)	輸送容量	
下水道	処理量(ton)	処理能力(ton)	
公園・運動場	利用者数(人)	総面積(m ²)	
土地造成			
鉄道軌道	貨物輸送トンキロ(ton・km)、旅客輸送人キロ(人・km)	輸送容量、総延長(km)	
電気・ガス	発電量(kWh)、ガス供給量(J)	発電能力(kWh)、ガス供給能力(J)	
郵政事業用施設			
上・工業水道	給水量(ton)	給水能力(ton)	
廃棄物処理	処理量(ton)	処理能力(ton)	

- 蓄積物質寿命** ☞ 蓄積物質の寿命を計測
- 二次埋蔵量** ☞ 蓄積物質のうち二次資源として経済的に利用可能なものを計測(銅、アルミ、亜鉛でケーススタディーを実施、別スライド参照)

次世代の物質ストックへ向けて



物質フロー3指標（資源生産性、循環資源利用率、最終処分量）をサポートする物質ストック指標案と次世代ストックの方向性





全体実績、Key Numbers 2014-16

2017年2月末現在

(国際ジャーナル数、国内ジャーナル、・・会議数等)





国際会議の開催 2016.09.28-30

The Joint 12th ISIE Socio-Economic Metabolism section conference and the 5th ISIE Asia-Pacific conference



参加者：200名
本研究メンバーが運営母体
物質ストック・フロー分析関
連の特別セッションを開催





Past and Upcoming events

環境科学会2014年会 企画セッション

Date : 2014.9.19 13:30-16:15

Venue : つくば国際会議場

Detail : 「物質フロー研究から物質ストック研究への展開」本研究メンバーが発表、パネルを務める。

UNEP 国連資源パネル東京会合

Date : 2014.9.24-25

Venue : フォーリンプレスセンター

Detail : "Global Material Flows and Resource Productivity Working Group Meeting in Tokyo", 本研究メンバーから森口、橋本、南齋、谷川が参加

11th ISIE SEM Conference

Date : 2014.11.17-19

Venue : Melbourne, AU

Detail : ISIE(Int Society for Industrial Ecology), SEM (Socio-Economic Metabolism) Conferenceにて本研究メンバーによるKeynote, 研究発表。

Material Stock Indicator WS (主催)

Date : 2015.3.2

Venue : 東京 Tokyo

Detail : マテリアルストックの指標化に関して著名な研究者を日本に招き、環境省を含めて政策への適用についての検討を行い、本研究Pの議論を深める。

環境科学会2015年会 企画セッション

Date : 2015.9.7 13:30-16:15

Venue : 大阪大学

Detail : 「資源価値を引き出すマテリアルストック」本研究メンバーが発表、パネル。

MS/MF Indicator for Regional Development UN-Nagoya U WS (主催)

Date : 2015.3.4

Venue : 名古屋 Nagoya

Detail : マテリアルストック・フローの指標化と3Rプロジェクトを通じた途上国への適用について、UN Center for Regional Development を含めて政策への適用の検討を行い、本研究Pの議論を深める。

Academic Workshop about Material Stock Analysis

Date: 2016.3.7

Venue: 東京 Tokyo

ISIE SEM-AP Conference 2016 (主催)

Date : 2016.9.28-30

Venue : 名古屋大学

Detail : ISIE SEM-AP section conference (ConAccount MFA meeting)

ISIE Conference 2017

Date : 2017.6.25-29

Venue : 米国, シカゴ大学

Detail : Stock Sessionを開催予定



実績全体：論文リスト詳細（全文査読のみ）

- 1) Hanwei Liang, Hiroki Tanikawa : Multi-scale assessment of floor area disparity using spatial database : An empirical study in Japan, *Journal of International Review of Civil Engineering (I.RE.C.E)*, Vol.5, No.2 , pp.48-55, 2014.
- 2) Tomer Fishman, Heinz Schandl, Hiroki Tanikawa, Paul Walker, Fridolin Krausmann : Accounting for the Material Stock of Nations, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.18, Issue3, pp.407-420, 2014.
- 3) Hiroki Tanikawa, Shunsuke Managi, Cherry Myo Lwin : Estimates of Lost Material Stock of Buildings and Roads Due to the Great East Japan Earthquake and Tsunami, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.18, Issue3, pp.421-431, 2014.
- 4) 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*, 6(6), pp.4780-4800, 2014.
- 5) 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹 : 合成開口レーダと建築物面積との相関性評価, *土木学会論文集G(環境)*, Vol.70, No.5, pp. I 79- I 85, 2014.
- 6) 長谷川正利, 大西暁生, 戸川卓哉, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹 : 都道府県別CO2排出量推計モデルの構築及び太陽光発電の導入効果の検討 , *土木学会論文集G(環境)*, Vol.70, No.5, p.I_157-I_165, 2014.
- 7) 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)*, Vol.70, No.6, pp.II_97-106, 2014.
- 8) 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*, Vol.28, pp.89-94, 2014.
- 9) K.Nansai, K.Nakajima, S.Kagawa, Y.Kondo, Y.Shigetomi, and S.Suh: "Global Mining Risk Footprint of Critical Metals Necessary for Low-Carbon Technologies: The Case of Neodymium, Cobalt, and Platinum in Japan", *Environ. Sci. Technol.*, Vol.49, 2022-2031, 2015.
- 10) Wanxin Hou, Xin Tian, and Hiroki Tanikawa: Greening China's Wastewater Treatment Infrastructure in the Face of Rapid Development: Analysis Based on Material Stock and Flow through 2050, *Journal of Industrial Ecology*, 19(1), 2015.
- 11) Hiroki Tanikawa, , Tomer Fishman, Keijiro Okuoka and, 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*, DOI: 10.1111/jiec.12284, 2015.
- 12) Ichiro Daigo, Kohei Iwata, Ikumi Ohkata, and Yoshikazu Goto: Macroscopic Evidence for the Hibernating Behavior of Materials Stock. *Environ. Sci. Technol.*, 49 (14), pp 8691-8696, 2015.
- 13) 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, 2015. publishing.
- 14) 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, 2015. publishing.
- 15) 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, 2015. publishing.
- 16) 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, 2015. publishing.
- 17) Ichiro Daigo, Kohei Iwata, Ikumi Ohkata, and Yoshikazu Goto: Macroscopic Evidence for the Hibernating Behavior of Materials Stock. *Environmental Science and Technology* 49 (14) 8691-8696, 2015.
- 18) 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* 21, 1-13, 2015.
- 19) Tomer Fishman, Heinz Schandl, and Hiroki Tanikawa: Stochastic Analysis and Forecasts of the Patterns of Speed, Acceleration, and Levels of Material Stock Accumulation in Society, *Environ. Sci. Technol.*, DOI: 10.1021/acs.est.5b05790, 2016.
- 20) 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*, DOI:10.1016/j.resconrec, 2016.
- 21) 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.
- 22) 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.
- 23) 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.
- 24) 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.