

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12466

研究課題名（和文）包括的富のマクロ経済的基礎付け 生産、消費、割引とIWとの関係性の理論と実証

研究課題名（英文）Macroeconomic foundation of inclusive wealth: theory and evidence on its relationships with production, consumption, and discounting

研究代表者

山口 臨太郎（Yamaguchi, Rintaro）

国立研究開発法人国立環境研究所・社会システム領域・主任研究員

研究者番号：30557179

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,000,000円

研究成果の概要（和文）：人工資本・人的資本・自然資本を集計した包括的富の価値が減らないことが持続可能性の条件とされる。本研究ではそのマクロ経済的位置づけを分析した。まず、富の変化と消費の変化の関係を表すハートウィック・ルールにつき、1人当たり消費を維持するのに必要な「1人当たり投資」と「1人当たり富の増減」の各指標が、現在から将来の人口予測に影響されること、近年主要国で投資が不足している可能性を明らかにした。次に、割引率を構成するパラメータが富と富の変化に与える影響を明らかにした。また、制度の質が自然資本の変化に与える影響を分析した。さらに、道徳哲学的に裏付けつつ、資本の利活用度を一種の制度とする定式化を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1人当たり世代間福祉を持続させる基準（ジェニユイン・セイピング）では、貧困国で投資が不足することは知られていたが、人口が変化するとき1人当たり消費が持続するかどうかは別問題である。そこで本研究では、1人当たり消費を持続させる条件を明らかにした上で、人口予測データを用いて主要国における投資の水準を計測した。将来人口増加が予測され、消費・賃金ギャップが大きい国では（先進国も含む）、1人当たり投資が不足する可能性が示された。これは、将来の人口予測を含めて持続可能性を判定する重要性を示している。また、割引率や制度の質が持続可能性に与える影響、費用便益分析への適用は、研究継続が必要な重要な論点である。

研究成果の概要（英文）：The value of the change in inclusive wealth, which aggregates produced, human, and natural capital, is considered to be an indicator of sustainability. This study analyzes its macroeconomic significance. First, we updated the Hartwick rule, which expresses the relationship between changes in wealth and changes in consumption. It turned out that investment per capita and change in wealth per capita necessary to sustain consumption per capita are affected by current and future population forecasts, and that investment may have been insufficient in some countries in recent years. We also identified the impact of the components of the social discount rate on wealth and wealth change. We also analyzed the impact of institutional quality on changes in natural capital. Furthermore, we formulated, partially using moral philosophical thoughts, capital utilization as a kind of institution, and showed that it matters to distinguish between available and utilized capital.

研究分野：環境・資源経済学

キーワード：持続可能性指標 包括的富 割引率 ジェニユイン・セイピング ハートウィック・ルール 自然資本 制度の質 世代間衡平性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人工資本・人的資本・自然資本のそれぞれにシャドー価格で重みづけを行い集計した包括的富 (IW、以下、富と表記) の変化の価値は、ジェニユイン・セイビングとも呼ばれ、持続可能性指標の一つとして注目されている。考え方としては、現在世代と将来世代のウェルビーイングの源となる各資本が合計として減っていないことを、持続可能性の必要条件と見なすというものである。この理論的基盤の一つであるハートウィック・ルールとは、自然資本の減耗で得られた余剰をすべて他の資本に投資することと、消費を一定に保つこととが等価であるというものである。

ところが富については、GDP、消費、人口、割引率といった主要な経済変数との関係をはじめとして、マクロ経済学的な位置づけに解明されていないことが多い。そこで本研究では、富にマクロ経済学的観点から基礎付けを与える。

2. 研究の目的

第一に、GDP と富との理論的関係を明らかにしたうえで、時系列データにより GDP と富にどのような関係があるのかを分析する。第二に、富の変化が実際に将来の消費の変化に結びついているかどうかを分析する。その際、人口や環境アメニティも考慮しつつ、富におけるハートウィック・ルールを理論・実証により検証する。第三に、割引率が富に与える影響について、理論と時系列データによる実証を行う。第四に、制度の質が富変化に与える影響を検討し、また富が道徳哲学的にどのような裏付けを与えられるかについて検討する。

3. 研究の方法

(1) 富の変化と消費の変化の関係を表すハートウィック・ルールの理論的拡張を行った。人口が変化する場合、1人当たりの富の変化と1人当たりの消費の変化とは等価ではなく、また自然資本のアメニティから受ける便益は消費の変化には含まれないためである。

具体的には、今期の投資変化と消費変化との関係 (Dixit, Hammond and Hoel 1980) を時間積分して得られる、時間を通じた投資と消費変化の合計との関係式 (ハートウィック・ルール) に、人口の変化を導入する。その際、選好や技術は一定とし、経済は効率性を満たすと仮定する。そして、1人当たり消費を一定に保つのに必要な投資ルールとして、1人当たり投資、1人当たり富 (1人当たり投資から人口変化により富が薄まる効果を引いたもの) の二つの指標との関係性を分析する。なお、社会全体の福祉 (総功利主義)、一人当たりの福祉 (平均功利主義) によって結果が違ってくるかについても確認する。

(2)(1) で得られた、1人当たり消費を一定に保つのに必要な投資ルールを、現実の経済が満たしているかどうかを実証分析する。データには、世界銀行や国連環境計画のグローバルデータ (*World Development Indicators, Inclusive Wealth Report*) や国連人口予測 *World Population Prospects 2019* 等を用いる。

まず、今期の投資変化と消費の変化との関係 (Dixit, Hammond and Hoel 1980) について、1990~2010年までの富への投資変化が、その後数年間の消費変化に結び付いているかどうかを、世界各国を対象に回帰分析した。様々な変数を導入し、いくつかの洞察を得たものの (人口と森林アメニティ価値を導入すると消費増加の予測が変わる国が多い、森林アメニティの変化を考慮することで回帰分析における消費増加の説明力が上がる可能性がある)、投資変化が消費変化に結び付くという中心的な命題については、統計的に有意な結果は得られなかった。

そこで次に、人口変化を導入した、時間を通じた投資と消費変化の合計との関係式 (ハートウィック・ルール) について、過去10年の主要国の1人当たり投資が、1人当たり消費を一定に保つために十分かどうかを分析した。

(3) 割引率、および割引率を構成する各パラメータが、各資本、富、富の変化にそれぞれどう影響するかを、理論的に分析する。また、ウェブアンケートによる割引率調査を実施し、将来についての見通しが割引率にどう影響するかを分析するデータセットを準備する。

(4) 制度の質が自然資本や富に与える影響を分析するため、制度の質の1種である資本の利活用度をシャドー価格に反映する理論的枠組みを構築する。その際に、ロールズやセンによる道徳哲学的な理論づけを行う。

4. 研究成果

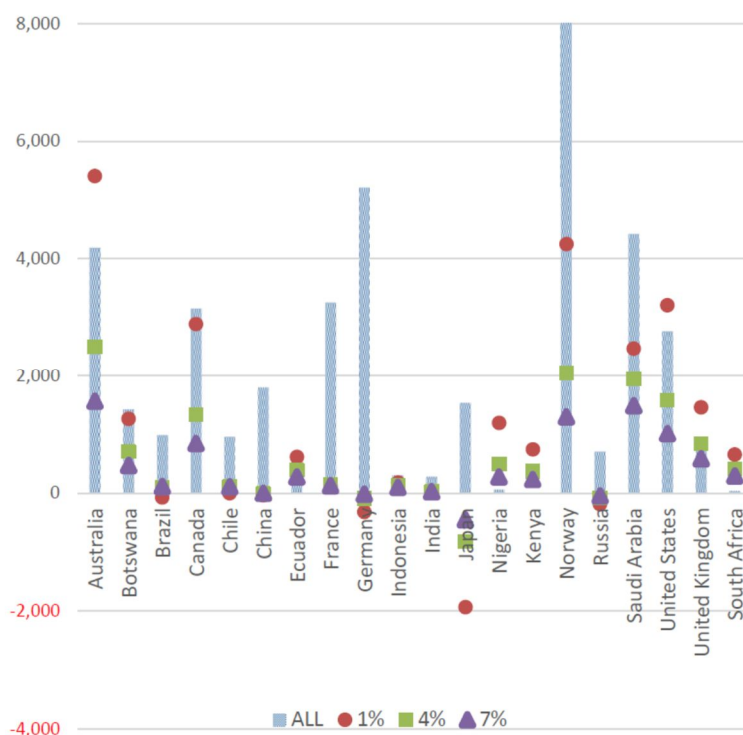
(1) 富の変化と消費の変化の関係を表すハートウィック・ルール¹の拡張を行い、1人当たり消費を持続させるのに必要な「1人当たり投資」と「1人当たり富の増減」それぞれの指標が、現在だけではなく将来すべての人口予測に影響を受けるという2つの命題にまとめた。特に前者の命題は、将来の人口増加が予測され、1人当たり消費と賃金(追加的な人口の生産への貢献を表す)のギャップが大きい場合、1人当たり投資も増えることを表す。

(2)(1)の理論命題に合わせて実証分析を行った。主要20カ国のうち、将来の人口増加が予測され、かつ消費・賃金ギャップが相対的に大きい国では、近年の実際の1人当たり投資が、1人当たり消費の持続に必要な水準を下回っていることを示した。1人当たりの世代間福祉を持続させる基準(ジェニユイン・セイビング)に照らすと、貧困国で投資が不足していることはこれまでも知られていたが(図のナイジェリア、ケニア、南アフリカ)、1人当たりの消費を持続させる基準では、割引率が低い場合、一部の先進国でも投資が不足することを確認した(下図のオーストラリア、米国、英国、割引率1%の場合)。以上の理論・実証分析を論文草稿として完成させた。これは一般的に、現在の持続可能性を表現する際に、現在から将来の(フォワード・ルッキングな)人口予測を含めることが重要であることを示している。

なお、当初の計画にはなかったが、現在の持続可能性がフォワード・ルッキングな要素を含むというトピックとして、国境を越えて資源(自然資本)が移動する場合、将来の資源の流出入が現在の持続可能性(ジェニユイン・セイビング)に影響を与えることを示し、国際誌にて公刊した。自然資本・富会計がより正しく持続可能性を表すには、「いま存在する資本の価値」だけではなく、将来的に越境すると予想される自然資本や汚染を含めたものに改良することが望まれる。さらに、米国における新型コロナウイルス感染症のソーシャルディスタンス政策の富ベースの費用便益分析を行い、便益が費用を大きく上回ることを示した。

(3) 割引率を構成するパラメータとして、純粋時間選好率、限界効用の弾力性、消費成長率、自然資本成長率、自然資本の再生率が、富と富の変化に与える影響を分析した。いくつかの仮定の下では、人的資本と自然資本に適用される割引率が大きく異なり、結果として富や富の変化が割引率の影響を受けやすいことがわかった。

(4) 制度の質の1種である資本の利活用度をシャドー価格に反映する理論的枠組みを構築した。その際、ロールズやセンによる道徳哲学的な理論に基づくと、富を構成する利用可能な資本は基本財、実際に利活用されている資本とそこから得られるウェルビーイングは機能に相当すると位置づけを行った。対象国において、この二つが乖離している可能性を見出した。



図：主要国における2008~2017年の実際の1人当たり投資額(ジェニユイン・セイビング、棒グラフ)と1人当たり消費を一定に保つのに必要な1人当たり投資額(: 割引率1%、 : 4%、 : 7%)(単位:米ドル)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Yamaguchi, Rintaro | 4. 巻 80 |
| 2. 論文標題 Genuine Savings and Sustainability with Resource Diffusion | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Environmental and Resource Economics | 6. 最初と最後の頁 451 ~ 471 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10640-021-00592-8 | 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 Rintaro Yamaguchi and Payal Shah | 4. 巻 62 |
| 2. 論文標題 Spatial discounting of ecosystem services | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Resource and Energy Economics | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.reseneeco.2020.101186 | 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 Yamaguchi Rintaro | 4. 巻 169 |
| 2. 論文標題 Available capital, utilized capital, and shadow prices in inclusive wealth accounting | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Ecological Economics | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ecolecon.2019.106525 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 1件/うち国際学会 17件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Population, amenity values, and sustainable development |
| 3. 学会等名 26th Annual Conference of the European Association Environmental and Resource Economists (EAERE) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yamaguchi, R. |
| 2. 発表標題 The wealth-income ratio with natural capital |
| 3. 学会等名 2021 AERE (Association of Environmental and Resource Economists) Summer Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yamaguchi, R. |
| 2. 発表標題 The wealth-income ratio with natural capital |
| 3. 学会等名 22nd Annual BIOECON Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yamaguchi, R. |
| 2. 発表標題 Population, amenity values, and sustainable development |
| 3. 学会等名 26th Annual Conference of the European Association Environmental and Resource Economists (EAERE) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Spatial discounting of ecosystem services |
| 3. 学会等名 25th Annual Conference of the European Association Environmental and Resource Economists (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Discounting, inclusive wealth, and sustainability |
| 3. 学会等名 WEAI Virtual International Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Population, amenity values, and sustainable development: Theory and evidence from genuine savings |
| 3. 学会等名 CREST Workshop on Economics-Engineering Modeling for Global and Long-term Issues: Climate Change, Energy, and Social Development (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Corruption, institutions, and sustainable development: Theory and evidence from inclusive wealth |
| 3. 学会等名 Eighth IAERE Annual Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Corruption, institutions, and sustainable development: Theory and evidence from inclusive wealth |
| 3. 学会等名 環境経済・政策学会2019年大会 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Discounting, inclusive wealth, and sustainability |
| 3. 学会等名 XXI Annual BIOECON Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Masayuki Sato and Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Valuation and discounting of forest ecosystem services |
| 3. 学会等名 XXI Annual BIOECON Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Corruption, institutions, and sustainable development: Theory and evidence from inclusive wealth |
| 3. 学会等名 6th FAERE Annual Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Population, amenity values, and sustainable development: Theory and evidence from genuine savings |
| 3. 学会等名 Singapore Economic Review Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Accounting for unemployed capital in inclusive wealth |
| 3. 学会等名 10th International Conference of the International Society for Industrial Ecology (ISEE) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Discounting, inclusive wealth, and sustainability |
| 3. 学会等名 24th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Corruption, institutions, and sustainable development: Theory and evidence from inclusive wealth |
| 3. 学会等名 AERE (Association of Environmental and Resource Economists) Annual Summer Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Rintaro Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Discounting, inclusive wealth, and sustainability |
| 3. 学会等名 The 7th International Symposium on Environment and Energy Finance Issues (ISEFI) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

http://www.nies.go.jp/social/Available_capital_utilized_capital_and_shadow_prices_in_inclusive_wealth_accounting.html

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 |
|--|---------------------------|-----------------------|----|
|--|---------------------------|-----------------------|----|

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 | | | |
|---------|-------------------------|--|--|--|
| カナダ | Queen's University | | | |
| ノルウェー | University of Oslo | | | |
| 英国 | University of Cambridge | | | |