

令和 4 年 5 月 31 日現在

機関番号：11601

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20498

研究課題名（和文）生産・消費・環境の横断的関係を考慮した製品の長寿命化政策の環境影響評価

研究課題名（英文）Environmental analysis of product lifetime extension policies considering relationships among production, consumption and environment

研究代表者

西嶋 大輔（Nishijima, Daisuke）

福島大学・共生システム理工学類・講師

研究者番号：00827959

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、主にサーキュラー・エコノミーでの製品の長期使用促進に向けた政策を主眼として、製品寿命に関わる政策の環境に与える影響について、その政策が消費者の買い換え行動や製品寿命、および製品のストックフローに与える影響を考慮したうえで評価するモデルの構築を行った。家電製品を対象として、「長期使用促進の政策実施に伴う消費者が製品寿命に対して抱く期待（期待寿命）の向上」の政策に関して構築したモデルを適用し、政策実施による買い替え行動の変化を通じた製品寿命への影響、およびそれに伴う製品の生産台数や温室効果ガス排出への影響について明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの関連する研究では、政策の実施と製品寿命への影響は別々にシナリオが設定されて分析されていた。それに対し本研究では、政策の実施とそれによる製品寿命への影響が連動するような環境政策の評価モデルを構築しており、この点で学術的意義は高いと考える。またこうしたモデルの発展によって、製品寿命に関わる政策が環境に与える影響をより政策に直結する形で評価でき、効果的な政策を議論する上で有益な情報を提供できるという点で社会的意義も大きいと考える。

研究成果の概要（英文）：This study constructed an environmental analytical framework for policy implementations related with product lifetime considering its effects on product replacement behavior, product lifetime and product stock and flow.

We applied the framework to home appliances and focused on a policy of "increasing consumer's expectation to product lifetime along with a circular economy transition", showing effects of the policy on product lifetime, the number of production and greenhouse gas emissions of air conditioners in Japan.

研究分野：環境システム分析

キーワード：サーキュラー・エコノミー 製品の長寿命化 耐久消費財 買い換え行動 環境影響評価

1. 研究開始当初の背景

近年、持続可能な社会に関する経済体系の概念の一つとして、「循環経済 (Circular Economy、以下「CE」と記す)」の概念が世界で注目されている。この概念は、リサイクルやリユース、リマニュファクチャリングやシェアリングなどの発展を通して社会の中での資源循環の割合を高め、経済成長と環境負荷削減の両立を目指すものである。CE への転換が経済や環境にもたらす効果について報告が為されているとともに、その転換に向けたシステムや枠組みの設計に関する議論も活発に行われている。一方で、持続可能な開発目標 (SDGs) の一つに「12. Responsible Consumption and Production」があるように、生産者だけでなく消費者も持続可能な社会の実現の一端を担っている。特にこの CE は、「線形経済 (Linear Economy)」とも呼ばれる従来の経済体系とは大きく異なることから、CE への転換に伴って消費者行動にも変化が起きると考えられ、その点を考慮することは非常に重要である。しかし、CE の実現に向けた生産システムの構築やその実現に向けてネックとなる消費者側の要因に関する研究はそれぞれ進められているが、CE の進展による消費者行動の変化、およびそれに伴う製品の生産や環境への横断的な影響を加味した研究はほとんど存在しない。

2. 研究の目的

上記で示した研究背景に基づき、本研究では CE の施策の一つで欧州委員会の CE の行動計画だけでなく、日本の第四次循環型社会形成推進基本計画でも「物を長く大切に使うこと」として指摘されている「製品の長寿命化」を取り上げ、その進展がもたらす消費者の買い替え選択やそれに伴う製品の生産や環境への影響を定量的に明らかにすることを研究目的とする。具体的には、CE の進展に伴って消費者が期待する製品寿命の年数 (期待寿命) が増加すると考え、その「期待寿命の向上」による消費者の買い替え行動の変化を通じた影響を、その向上度合いに応じて定量的に明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では家電製品に着目し、エアコンと冷蔵庫を研究対象として研究を進めた。本研究では計量経済学のモデルである動的離散選択を用いた。動的離散選択モデルは主に経済学分野で発展してきたモデルであり、消費者は買い替え、継続保有 (買い替えない) のそれぞれの選択から得られる価値を将来の状態も予測しながら算出し、その価値を比較して使用中の製品を買い替えるか継続保有するかを選択する状況をモデル化している。このモデルは消費者の買い替え選択とそれに影響を与える諸要因 (製品価格や製品のエネルギー効率など) との関係性を回帰分析のような形で定量的に分析できるため、その要因をモデル中の効用関数に取り入れることで、その分析が可能となる。そこで、アンケート調査を行って消費者の買い替え選択に関する情報を入手し、その情報を基に、先行研究でよく取り入れられる製品価格や製品のエネルギー効率・性能 (電力消費量など) に加えて、期待寿命も要因として取り入れた動的離散選択モデルの推定を行う。

また、上記の動的離散選択を応用して、「期待寿命の向上」がもたらす影響を定量的に明らかにする。動的離散選択モデルでの「期待寿命」の値を変化させ、期待寿命が向上した場合の買い替え選択 (買い替え確率) を推計し、製品ストックフローモデルや環境産業連関モデルに適用することで、製品の生産台数や環境への影響を推計する。

4. 研究成果

図1と図2はそれぞれエアコンと冷蔵庫について、「期待寿命の向上」が平均使用年数に与える影響についての分析結果であり、横軸は製品の使用年数、縦軸は各使用年数における製品が買い替えられる割合 (確率) を示したものである。また、期待寿命が変化しないベースラインの買い替え確率は点線で、期待寿命がベースラインよりも増加した場合のシナリオ (期待寿命が1年、2年、3年増加した場合を想定) の買い替え確率は実線で示している。これらの図から分かるように、エアコンと冷蔵庫の両者のケースにおいて、期待寿命の増加が実際の製品の平均使用年数の延長に寄与することが示されている。この確率を基に算出されるベースラインと各シナリオでの平均使用年数の差を基にその使用年数延長の程度をみると、エアコンにおいては期待寿命が1年、2年、3年増加した場合の使用年数の延長年数は、それぞれ0.9年、1.81年、2.73年であった。一方で冷蔵庫について、期待寿命が1年、2年、3年増加した場合の使用年数の延長年数は、それぞれ0.52年、1.05年、1.59年であった。このように、両製品において期待寿命の増加は実際の製品の平均使用年数の延長に繋がるものの、その延長の程度には製品間に相違があり、今回の場合はエアコンのほうが冷蔵庫よりもその延長の効果の程度が大きいことが示された。この相違の原因としては、元々の平均使用年数の違いや電力消費量や使用形態といった製品の特長の違いによるものが考えられる。

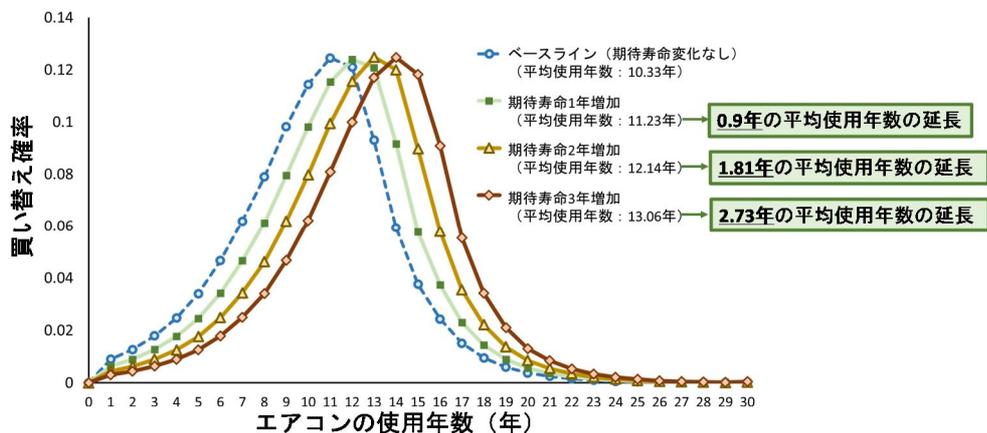


図1 期待寿命の向上がエアコンの使用年数に与える影響

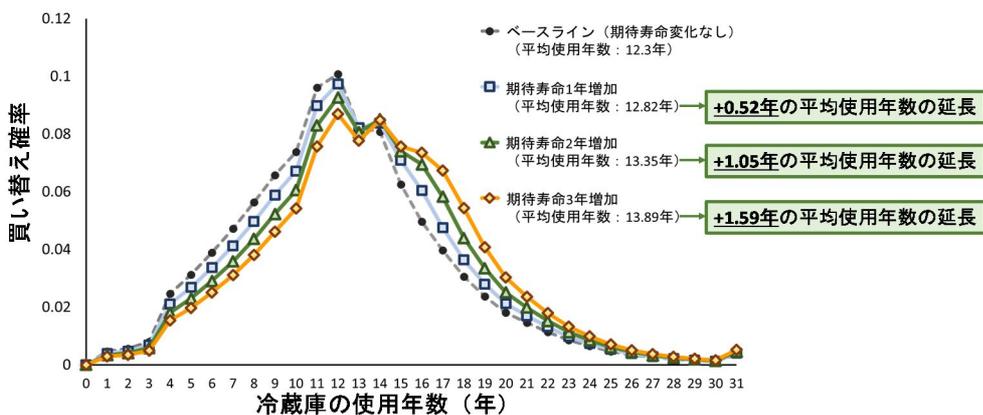


図2 期待寿命の向上が冷蔵庫の使用年数に与える影響

また、エアコンを対象として推定した離散選択モデルを用いて、「CE 進展に伴う期待寿命の増加」の方策を対象として、この方策が製品の製造台数と温室効果ガス排出量に与える影響について分析を行った。はじめにエアコンの製造台数に与える影響について見ていく。図3は、「CE 進展に伴う期待寿命の増加」によるエアコンの製造台数への影響に関する推計結果を示したものである。「CE 進展に伴う期待寿命の増加」は、それに伴う使用期間の延長に伴って製造台数が低減することが示された。続いて図4は、「CE 進展に伴う期待寿命の増加」の方策が温室効果ガス排出量に与える影響を示したものである。図4を見ると、「CE 進展に伴う期待寿命の増加」は温室効果ガス排出の削減に寄与することが分かる。これは、期待寿命増加による製品寿命延長によって古い製品が使われ続けてしまうことによる使用時の温室効果ガスの増加はあるものの、それを製品寿命延長に伴う製造台数の低減による製造時の温室効果ガスの排出の削減効果が上回った結果であると考えられる。

このように、「CE 進展に伴う期待寿命の増加」を対象として、それが環境に与える影響を、消費者行動とそれに伴う製品の使用期間への影響、および製品の製造台数への影響を通して分析したという点に、本研究の学術的意義および貢献があるものとする。さらに本研究のフレームワークは自動車やパソコンといった他の製品への適用も可能であることから、本研究の完成や得られる研究成果がもたらす波及効果は大きく、特に学术界においては産業エコロジーや環境政策といった研究分野、社会面や行政面においてはCEも含めた循環型社会実現のための政策形成に関して新たな知見を提供でき、それらの発展に貢献できるものとする。

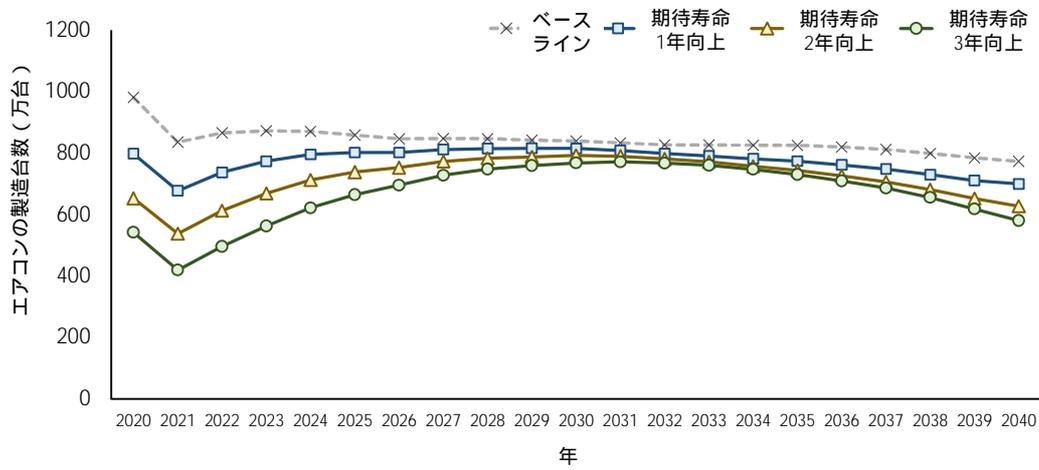


図3 期待寿命の向上がエアコンの製造台数に与える影響

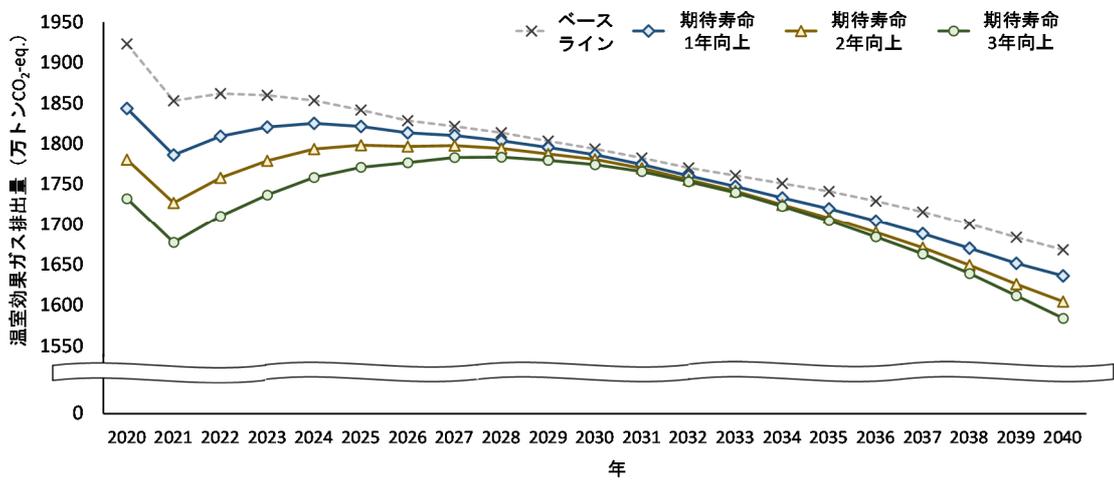


図4 期待寿命の向上がエアコンの製造・使用に伴う温室効果ガス排出量に与える影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Daisuke Nishijima, Keisuke Nansai, Shigemi Kagawa, Masahiro Oguchi	4. 巻 162
2. 論文標題 Conflicting consequences of price-induced product lifetime extension in circular economy: The impact on metals, greenhouse gas, and sales of air conditioners	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Resources, Conservation and Recycling	6. 最初と最後の頁 105023
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.resconrec.2020.105023	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5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Daisuke Nishijima, Masahiro Oguchi
2. 発表標題 Quantifying Impacts of Consumers' Expectation of Product Lifespan on Product Use Duration in the Circular Economy
3. 学会等名 Electronics Goes Green 2020+ Conference（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西嶋大輔、小口正弘
2. 発表標題 消費者の期待寿命の変化が製品の使用期間に与える影響
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 Nishijima, D., Nansai, K., Oguchi, M., Kagawa, S.
2. 発表標題 Constructing an assessment framework for environmental and economic impacts of product price increase associated with product lifetime extension design policy
3. 学会等名 PLATE 2019 Conference（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西嶋大輔、南斉規介、加河茂美、小口正弘
2. 発表標題 製品価格変化を考慮した製品の長期使用政策が環境と経済に与える影響
3. 学会等名 環太平洋産業連関分析学会第30回(2019年度)大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西嶋大輔
2. 発表標題 政策の直接的・間接的影響を考慮した長寿命化政策の環境影響分析フレームワークの構築
3. 学会等名 第15回日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2020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
---------------------------	-----------------------	----

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