

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K01632

研究課題名（和文）異常気象が死亡率に及ぼす影響と人々の回避行動に関する計量経済学的分析

研究課題名（英文）Extreme weather events, mortality and adaptation

研究代表者

内田 真輔 (Uchida, Shinsuke)

名古屋市立大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：70636224

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、異常気象や自然災害が人々の健康におよぼす影響について定量的な分析を行った。主要な分析結果として、「電力料金の高騰とそれに伴う回避行動レベルの低下（暖房器具などの使用抑制）を通じ、冬季低温下の死亡リスクが上昇する」ことを明らかにした。また、追加的な予備分析結果より、「自然災害は健康に長期的なマイナス影響をおよぼし、かつ、その影響は被災者や被災地域の特性によって大きく異なる」ことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、異常気象が健康におよぼすマイナス影響を緩和しうる回避行動メカニズムについて、定量的な視点から明らかにした。分析では、人々の回避行動レベルを左右するエネルギー需要とエネルギー価格の関係性に焦点を当て、2011年以降の原子力発電所稼働停止に伴う電力料金の外生的変化を用いることで、回避行動がもたらす健康影響を因果推定した。エネルギー価格とエネルギー需要（異常気象に対する回避行動）および健康影響の関係性を明らかにした本研究結果は、今後の気候変動対策やエネルギー戦略の立案・推進における重要なエビデンスとなる。

研究成果の概要（英文）：This study quantifies the effects of extreme weather events and natural disasters on people's health. The main result of the analysis shows that mortality risk increases in the winter through higher electricity prices and the consequent decline in the level of avoidance behavior of exposure to extremely cold temperatures (i.e., reduced use of heating equipment). Besides, the preliminary analysis for future research reveals that natural disasters cause long-term health effects, and the effects vary markedly depending on the characteristics of the affected population and the affected region.

研究分野：Environmental Economics

キーワード：異常気象 回避行動 電力価格 死亡率 災害

1. 研究開始当初の背景

気候変動への適応策立案に向け、気候が人々の健康におよぼす影響を定量的に把握する必要性が急速に高まっている。これを受けて、Deschênes and Greenstone (2011) や Barreca, et al. (2016) を代表とする多くの研究により、真夏の猛暑や真冬の寒波といった異常気象が人々の健康に無視できない影響をおよぼすことが報告され始めている。

既存研究では気候条件と死亡率の間に介在する生気象学的関係が詳細に分析されている一方で、気候が人々の回避行動におよぼす影響を明示的に考慮した研究はほとんどない。事実、エアコンを主とする冷暖房器具の使用は熱中症や感冒予防の観点から有効なものとして推奨されており、避暑・避寒行動が猛暑や寒波の影響を緩和している可能性は小さくない。このような人々の回避行動を考慮に入れない分析結果からは、異常気温がおよぼす健康への影響が過少に推定されてしまう可能性が生じる (Barreca, et al. 2016)。

また、これら回避行動の基となるエネルギー需要はエネルギー価格と密接な関係がある。すなわち、エネルギー価格の変化が回避行動に影響をおよぼすことで、結果的に気候条件と死亡率の関係性にも違いが生じうる。実際に日本では、昨今の電力価格の急激な上昇が夏場や冬場の電力需要と冷暖房器具の使用頻度に無視できない影響をおよぼしている (環境省, 2012; 2013)。つまり、異常気温がおよぼす健康への影響分析には、図1のようにエネルギー価格と回避行動の影響をあわせて考慮に入れる必要がある。エネルギー価格の変化が回避行動を通じておよぼしうる健康影響に関する分析は、当時まだ研究されていなかった。

2. 研究の目的

本研究の主な目的は、猛暑や寒波などの異常気温が死亡率におよぼす影響を定量的に評価することである。その際、異常気温に対する人々の回避行動 (冷暖房器具等の使用) に着目し、エネルギー価格の変化が回避行動を介して異常気温と死亡率の関係にもたらす影響を、従来の生気象学的モデルに組み込む (図1)。構築したモデルを基に定量分析を行うことで、異常気温が人々におよぼす健康への直接的な影響を精確に推定することができるだけでなく、エネルギー価格と回避行動の変化が健康におよぼしうる間接的な影響を分離して推定することが可能となる。

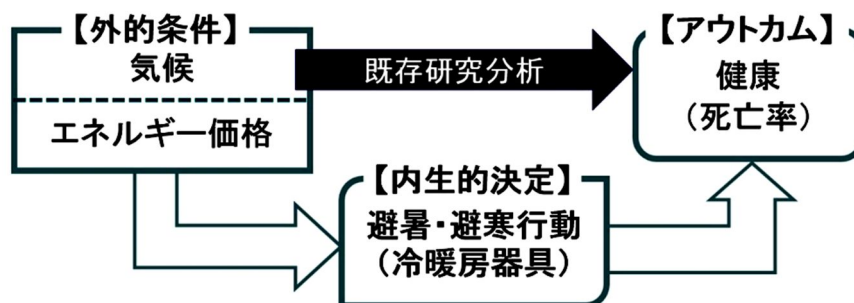


図1 避暑・避寒行動メカニズムと外的条件が健康（死亡率）におよぼす影響の関係

3. 研究の方法

本研究では、異常気温とエネルギー価格が人々の健康におよぼす影響を定量的に明らかにするために、日本をケース・スタディとして取り上げながら、次の3項目を順次実施した。

- (A) 分析用データベースの構築
- (B) 異常気温に対する回避行動が健康におよぼす影響を考慮に入れた計量モデルの構築
- (C) 構築したデータベースと計量モデルを用いた健康影響の推定

4. 研究成果

(A) 分析用データベースの構築

定量分析に必要な時系列データとして、政令指定都市 (特別区も含む) の「死亡者数 (厚生労働省の人口動態調査)」、「気象関連データ (気象庁アメダス)」、「エネルギー価格 (総務省小売物価統計調査)」、および「人口や景気指標などの社会経済関連データ (総務省統計局)」をそれぞれ入手し、死亡率 (年齢別や死因別含む) 気温の累積変数、家庭用電力価格を主とする月次データベース (2007年~2014年) を構築した。気温の累積変数として、数ごとのカテゴリ (たとえば摂氏0未満、0~4、5~9、10~14、15~19、20~24、25~29、30以上) を作成し、1時間当たりの気温が各カテゴリに該当する時間数を月別にカウントした気温ビン変数を推定に用いた。

また、追加的な分析を行うために、全市町村の「65歳以上の死亡者数と介護保険認定者数 (厚生労働省介護保健事業報告)」、「日別気象メッシュデータ (農研機構)」、「社会経済関連データ (総務省統計局)」をそれぞれ入手し、市町村レベルの年次データベースも別途構築した。

(B) 異常気温に対する回避行動が健康におよぼす影響を考慮に入れた計量モデルの構築

まず、先行研究と同様に、気温ピン変数と死亡率を用いることで、異常気温と死亡率の関係性を推定する誘導型モデルを構築した(モデル1)。次に、異常気温に対する回避行動が健康へのマイナス影響を緩和しているかどうかを検証するため、電力価格をモデルに取り入れた。猛暑や寒波などの異常気温に対する主な回避行動としてエアコンなど冷暖房器具の使用があげられるが、冷暖房器具の使用レベルは電力価格によって左右される。そこで、従来の誘導型モデルに気温ピン変数と電力価格の交差項を加えることで、電力価格の変化に伴う回避行動の変化が異常気温と死亡率の関係性に与える変化を導出することが可能となる(モデル2)。

ここで、潜在的な電力価格の内生性に対処するため、本研究では日本の家庭用電力市場に生じた自然実験的な枠組みに着目した。具体的には、2011年以降に原子力発電所が稼働停止したことに伴う電力料金の高騰を「外生的変化」とみなし、その空間的・時間的なバリエーションを用いた。加えて、都市ごと、季節ごとにみられる固有な影響を固定効果として推定式に加えることで、気温、電力価格、死亡率の関係性に混在しうる潜在的な交絡因子もあわせてコントロールした。これらの推定手法により、電力価格の上昇を通じた回避行動レベルの変化が異常気温と死亡率の関係性に与える因果効果を定量化した。

(C) 構築したデータベースと計量モデルを用いた健康影響の推定

上述した計量モデル1とモデル2を基に、2007年から2014年までの都市別・月別死亡率データを被説明変数、気温ピン変数および気温ピン変数と電力価格の交差項を主な説明変数とした回帰分析を行った。まずモデル1の推定結果より、日本においては非常に低い気温(摂氏5以下)が死亡率を有意に増加させることが示された。寒さに起因する死亡者数は、サンプル21都市で年平均8,547人であり、実際の年間総死亡者数の約2.9パーセントに相当する。中でも、高齢者の死亡率に顕著な増加がみられた。また、その主な死因は心血管疾患であることも分かった。

次にモデル2の推定結果より、低温下の死亡リスクは、電力価格の上昇によって引き上げられることが明らかになった。この結果は、当初予想したリスク回避行動メカニズムと一致する。すなわち、電力価格の上昇により、低温への曝露を減らす回避行動が妨げられたことで、死亡リスクが上昇したといえる。21都市においては、2007年から2014年の間に平均して年間約5.8パーセント電力価格が上昇したが、それに伴って寒さ関連の死亡者数が約19パーセント増加した。計算すると、低温下の死亡リスクのうち、約3分の1が電力価格の上昇に起因していたことになる。このような電力価格上昇による健康へのマイナス影響は、特に高齢者に強く表れた。

以上の結果より、極端な気象現象への曝露を減らすための対策として、異常気温やエネルギー価格に脆弱な高齢者に対する健康影響の緩和策がとりわけ重要となる。そのためには、既存の燃料費補助策と並行し、異常気温やエネルギー価格への長期的な適応力を高める方法を具現化していくことが肝要である。たとえば、蓄電池付ソーラーパネルや地中熱ヒートポンプといった再生可能エネルギー発電システムの設置補助やエネルギー効率の高い断熱材付き住宅資材の購入補助を進めることで、異常気象への曝露リスクとエネルギー価格の上昇リスクを同時に軽減することができる。

なお、日本全国の市町村別・年別データを用いて同様の分析を行ったところ、上記と類似の関係はみられたものの、統計的な有意差はそれほどみられなかった。データが年次レベルのため、気温および電力価格のバリエーションを十分に得られなかったことが一因と考えられる。分析の改善策として、死亡率および介護保険認定率に関する月次データベースの構築を今後の課題とする。

一方、異常気温が介護保険認定率におよぼす影響は、特に2011年の東日本大震災以降で顕著に表れた。これより、異常気温とともに健康被害をもたらす要因として、大規模自然災害(東日本大震災)の被災状況がおよぼす健康影響に着目した予備的分析を行った。その結果、東日本大震災の被災地域における要介護認定率は、それ以外の地域に比べて被災後に上昇したことが分かった。健康へのマイナス影響は、地震や津波の直後だけでなく、長期的な(7年後の)要介護認定率においても観察され、また、その長期影響は被災者や被災地域の特性によって大きく異なることも明らかになった。これらの影響を深掘りするため、新規課題「自然災害が健康へ及ぼす長期的な影響およびその影響メカニズムの解明(23K01379)」において分析を継続する。

<引用文献>

○Barreca, A., K. Clay, O. Deschênes, M. Greenstone, and J.S. Shapiro. 2016. "Adapting to Climate Change: The Remarkable Decline in the US Temperature-Mortality Relationship over the Twentieth Century." *Journal of Political Economy* 124(1): 105-159.

○Deschênes, O. and M. Greenstone. 2011. "Climate Change, Mortality, and Adaptation: Evidence from Annual Fluctuations in Weather in the US." *American Economic Journal: Applied Economics* 3(4): 152-185.

○環境省「家庭における節電・CO2削減行動に関する調査(夏期調査)の結果について」2013年5月2日。

○環境省「家庭における節電・CO2削減行動に関する調査(冬期調査)の結果について」2012年10月30日。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 大竹英仁・内田真輔	4. 巻 第22号
2. 論文標題 自然災害と健康格差：東日本大震災が要介護認定者数に及ぼす長期的影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 国際地域経済研究	6. 最初と最後の頁 5-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 Matthew Neidell, Shinsuke Uchida, and Marcella Veronesi	4. 巻 79: 102507
2. 論文標題 The unintended effects from halting nuclear power production: Evidence from Fukushima Daiichi accident	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Health 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.jhealeco.2021.102507	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 該当する

1. 著者名 Taiki Kakimoto and Shinsuke Uchida	4. 巻 TUPD-2021-011
2. 論文標題 Natural Disasters, Social Isolation and Alcohol Consumption in the Long Run: Evidence from the Great East Japan Earthquake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tohoku University Policy Design Lab Discussion Paper	6. 最初と最後の頁 29 pages
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 内田真輔	4. 巻 第15巻1号
2. 論文標題 気候変動適応策の現状と課題：適応格差の是正に向けた政策視点	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 環境経済・政策研究	6. 最初と最後の頁 21-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 内田真輔	4. 巻 2021年12月・2022年1月号
2. 論文標題 気候変動影響をどのように考えるか	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 経済セミナー	6. 最初と最後の頁 34-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 大竹英仁、内田真輔	4. 巻 -
2. 論文標題 自然災害と健康格差 東日本大震災が要介護認定者数に及ぼす長期的影響についての計量分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 名古屋市立大学経済学会ディスカッションペーパーシリーズ No.660	6. 最初と最後の頁 1-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 内田真輔	4. 巻 -
2. 論文標題 コロナ禍のエネルギー消費と健康リスク	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 中部経済新聞	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) なし	査読の有無 無
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 Matthew Neidell, Shinsuke Uchida, and Marcella Veronesi	4. 巻 -
2. 論文標題 Be cautious with the precautionary principle: Evidence from Fukushima Daiichi nuclear accident	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cato Institute Research Briefs in Economic Policy No. 212	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) なし	査読の有無 無
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 Matthew Neidell, Shinsuke Uchida and Marcella Veronesi	4. 巻 -
2. 論文標題 Be Cautious with the Precautionary Principle: Evidence from Fukushima Daiichi Nuclear Accident	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IZA Discussion Paper No.12687	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) なし	査読の有無 無
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 Matthew Neidell, Shinsuke Uchida and Marcella Veronesi	4. 巻 -
2. 論文標題 Be Cautious with the Precautionary Principle: Evidence from Fukushima Daiichi Nuclear Accident	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 NBER Working Paper No.26395	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) なし	査読の有無 無
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 該当する

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Shinsuke Uchida
2. 発表標題 Long-term Health Effects of Natural Disasters: Evidence from the Great East Japan Earthquake and Japanese long-term care insurance system
3. 学会等名 Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinsuke Uchida
2. 発表標題 Long-Term Health Impacts of Natural Disaster
3. 学会等名 Researchers Meeting on Environmental Risks, Tohoku University (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内田真輔
2. 発表標題 適応策の現状と課題：適応格差の是正に向けた政策視点
3. 学会等名 環境三学会合同シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shinsuke Uchida
2. 発表標題 Does Natural Disaster Affect Alcohol Consumption in the Long Run? Natural Experiment from the Great East Japan Earthquake
3. 学会等名 19th World Congress of the International Economics Association（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内田真輔
2. 発表標題 Be cautious with the precautionary principle: Evidence from Fukushima Daiichi nuclear accident
3. 学会等名 Asian Development Bank Research Seminar（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田真輔
2. 発表標題 Be cautious with the precautionary principle: Evidence from Fukushima Daiichi nuclear accident
3. 学会等名 Asian Growth Research Institute Seminar（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田真輔
2. 発表標題 Does natural disaster affect alcohol consumption in the long run?--Natural Experiment from the Great East Japan Earthquake
3. 学会等名 Society for Environmental Economics and Policy Studies
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marcella Veronesi
2. 発表標題 Be cautious with the precautionary principle: Evidence from Fukushima Daiichi nuclear accident
3. 学会等名 American Economic Association Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田真輔
2. 発表標題 Be cautious with the precautionary principle: Evidence from Fukushima Daiichi nuclear accident
3. 学会等名 国立社会保障・人口問題研究所「『一億総活躍社会』実現にむけた総合的研究」セミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内田真輔
2. 発表標題 Long-term Health Effects of Natural Disasters: Evidence from the Great East Japan Earthquake and Japanese long-term care insurance system
3. 学会等名 Society for Environmental Economics and Policy Studies
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 内田真輔	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東洋経済新報社	5. 総ページ数 2
3. 書名 週刊東洋経済・2019年12月14日号（経済学者が読み解く現代社会のリアル）原発停止に潜むリスク：電力価格の上昇に注目	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>○Shinsuke Uchida HP https://sites.google.com/view/shinsuke-yagi-uchida/home</p> <p>○Marcella Veronesi HP https://sites.google.com/view/mveronesi/publications/articles</p> <p>○Matthew Neidell HP http://www.columbia.edu/~mn2191/research.html</p> <p>○Interviewed by Freakonomics Radio (Episode 516) Nuclear Power Isn't Perfect. Is It Good Enough? https://freakonomics.com/podcast/nuclear-power-isnt-perfect-is-it-good-enough/</p> <p>○Featured in The Economist (November 7, 2019) "Was shutting Japan's reactors deadlier than the Fukushima disaster?" https://www.economist.com/asia/2019/11/07/was-shutting-japans-reactors-deadlier-than-the-fukushima-disaster</p> <p>○Featured in Financial Times (November 3, 2019) "Net-zero world must conquer its irrational fear of nuclear power" https://www.ft.com/content/32e052e2-fcca-11e9-a354-36acbbb0d9b6</p>

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			
デンマーク	Technical University of Denmark			
イタリア	University of Verona			
米国	Columbia University			