

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：33917

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K18238

研究課題名(和文)希少性と代替可能性に基づいた渇水適応のあり方に関する研究

研究課題名(英文) A study of sustainable drought adaptation based on an empirical analysis of the scarcity and substitutability of water resources

研究代表者

籠橋 一輝 (Kagohashi, Kazuki)

南山大学・国際教養学部・准教授

研究者番号：60645927

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)：本研究によって、主に以下の3点に関する成果が得られた。第一に、水利用と経済成長の間の関係性を、計量経済学的手法(同時方程式)を用いて正確に推計した。水利用がしやすくなることで、経済成長率が押し上げられることが明らかとなった。第二に、人間と自然の関係から生まれる価値(関係価値)の概念上の混乱を整理するとともに、アンケート調査を通じて人間の幸福度と正の相関があることを明らかにした。第三に、讃岐平野における1994年の異常渇水への対応の仕方は、オーストラリアのランドケアにおける危機対応と多くの共通点があ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

各国の水利用と経済成長の間の関係を分析する研究はそれほど多くないが、本研究はパラメータ推計にバイアスをもたらす内生性の問題を考慮して、信頼性の高い正確な推計を行っている。また、水の文脈で関係価値の概念を適用する研究も乏しく、実際に個人の主観的幸福に正の寄与をしていることを実証的に明らかにした点で大きな学術的意義がある。最後に、讃岐平野のため池水利の渇水適応の事例が、有効な危機対応という点で一定の普遍性を持っていることが明らかとなった。水資源の利用・管理の効率性だけでなく、福祉の側面での代替可能性も考慮に入れた仕組みづくりが、渇水への有効な対処方法となりうることが示唆されている。

研究成果の概要(英文)：This study yielded the following three results. First, the relationship between water use and economic growth was accurately estimated using econometric methods (simultaneous equations). It is confirmed that the augmentation of the level of water availability can boost the economic growth rate. Second, we sorted out the conceptual confusion of relational value which arises from the relationship between humans and nature, and clarified that there is a positive correlation with human well-being through a questionnaire survey. Third, it was revealed that the adaptation to the 1994 serious drought in the Sanuki Plain has much in common with the crisis response of Landcare which have been implemented in Australia since 1986.

研究分野：環境経済学

キーワード：水利用 計量経済学 関係価値 主観的幸福 経済成長 讃岐平野 ランドケア

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

水は人間の福祉 (well-being) に不可欠な役割を果たす財であると同時に、一定のストックが社会に必要な自然資本でもある。水は消費の不可欠性に起因する代替可能性を有する点で、一般的な市場で取引される他の経済財とは異なる特質を持っている。このような水という財を持つ代替可能性という特質は、渇水という非常時において特に顕在化するが、これらの特質が経済学における希少性の尺度である価格に適切に反映されるとは考えにくい。なぜならば、価格理論において経済学が想定しているのは、複数の財の間でのトレードオフが可能ということであり、仮に一方の財の消費量が減少しても、もう一方の財の消費量を増加させることによって人間の幸せ (効用) の水準の維持が可能であるという前提を置いているからである。このような前提は、渇水時に先鋭化する消費の代替可能性という水の特質と相容れず、経済学の価格理論が想定するような前提が渇水時の水資源には成り立たない可能性がきわめて高い。水の代替可能性をどのように把握するかということが、経済学の中での重要な問題として問われている。

また、持続可能な経済発展を実現する上で、水がいかなる役割を果たしているのかも問われなければならない。水が経済活動において果たす役割は、これまで主に「バーチャル・ウォーター」という概念を通じて検証されてきたが、バーチャルウォーター研究の力点はあくまで各国が実際に必要としている水資源量の解明にある。水が経済発展に寄与している度合いを定量的に分析する研究はごくわずかにとどまっております、水の希少性を明らかにすることを通じて、水が経済活動で果たしている役割を正確に評価する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、人間の生活と生命維持に不可欠な資源である水資源を対象として、水の希少性と代替可能性に関する計量経済分析を行うとともに、渇水への適応力を高めるための制度的基盤のあり方を解明することを目的とする。

3. 研究の方法

水の希少性の推計については、各国の水利用データ (水充足度) と経済データを統合し、GDP を被説明変数とする「生産関数モデル」に加えて、Kagohashi et al. (2015) の「水利用モデル」の両モデルを計量経済学的手法である同時方程式によって解く。これにより、これまでの先行研究では十分に考慮されてこなかった変数の内生性の問題を乗り越え、より正確に水の希少性を評価する。

代替可能性の推計については、主観的幸福 (subjective well-being, 以下 SWB) のアンケート調査を行い、水が SWB に直接与える影響を分析する。

4. 研究成果

本研究で得られた成果は、以下のとおりである。

第一に、Hanasaki et al. (2013) で示されている Cumulative Abstraction to Demand (以下 CAD) のデータを用いて、世界各国の水充足度と経済成長の関係性を分析した。経済成長と水利用の関係性を分析した先行研究には Barbier (2004) や Edwards et al. (2005)、Cole (2004) などがあるが、いずれも内生性の問題を考慮していない。本研究では、同時方程式によってモデルを記述し、それを解くことによって内生性の問題に対処しつつ、経済成長と水利用のモデルのパラメータ推定を行った。以下、同時方程式のモデルを示す。

$$\begin{aligned} \ln(Y/L)_{it} &= c_1 + \alpha_1 \ln A_{it} + \alpha_2 \ln(K/L)_{it} + \alpha_3 s_{it} + \alpha_4 w_{it} + \alpha_5 (w_{it})^2 + \varepsilon_{it} \\ w_{it} &= c_2 + \beta_1 \ln P_{it} + \beta_2 \ln S_{it} + \beta_3 \ln TFP_{it} + \beta_4 \ln(K/L)_{it} + \beta_5 \text{urban}_{it} + \beta_6 \text{prcp}_{it} + \beta_7 \text{temp}_{it} \\ &\quad + \beta_8 (\text{temp}_{it})^2 + \mu_{it} \end{aligned}$$

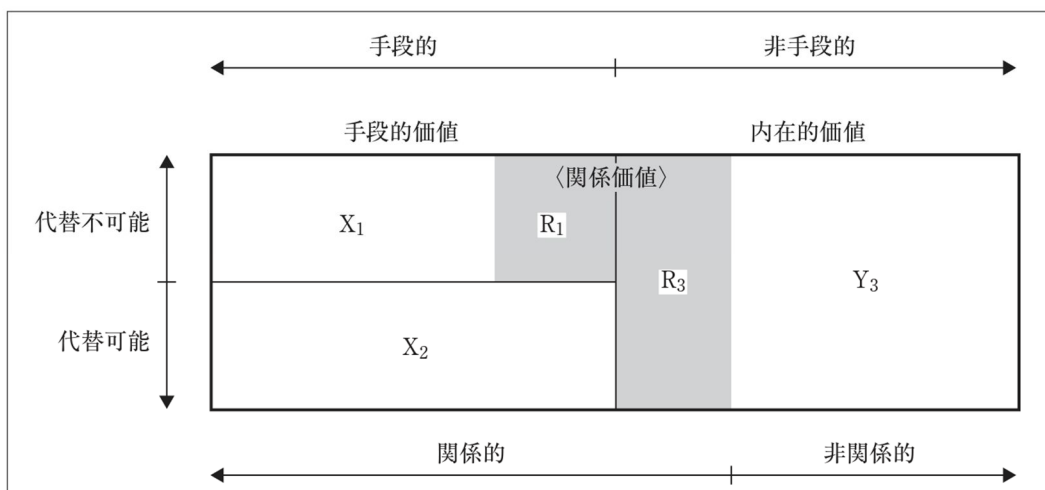
ここで、Y は GDP、L は労働者数、A は全要素生産性 (TFP)、K は人工資本ストック、s は就学年数、w は CAD、P は人口、S は一人当たり実質 GDP、urban は都市化率、prcp は年間降水量、temp は年平均気温である。

全ての国を含めたサンプルでは、経済成長モデルのパラメータの推計値は全て統計的に有意 (<.01) であり、それぞれ、 α_1 が 0.631、 α_2 が 0.645、 α_3 が 0.114、 α_4 が -6.86、 α_5 が 5.94 であった。水利用モデルでは、平均気温の 2 乗項以外は統計的に有意 (<.01) であり、それぞれ、 β_1 が -0.016、 β_2 が -0.167、 β_3 が 0.135、 β_4 が 0.0710、 β_5 が 0.0023、 β_6 が 0.0011、 β_7 が -0.021 であった。これらのパラメータ推計値を基にして、水利用の経済成長に対する弾力性を計算すると、水利用量が 1% 増加 (減少) することで、GDP を 1.83% 増加 (減少) させる効果があることが分かった。また、経済成長の水利用に対する弾力性も計算すると、1% の経済成長の増加によって水利用量が 0.13% 減少する。こうした結果は、水の希少性が経済成長と密接にリンクしていることを示唆している。

第二に、環境・資源の代替可能性と深く関連する「関係価値 (relational value)」概念に

関する哲学的な検討と、実証分析を実施した。

籠橋 (2020) では、Himes and Muraca (2018) を参照点としながら、それを批判的に吟味することを通じて、関係価値の価値論上の位置づけを明確化した。関係価値は従来の手段的価値と内在的価値の二項対立的な区分では捉えられない、自然の多様な価値を把握するための概念として提起されたものの、その定義には幅があり、とりわけ手段的価値や内在的価値と関係価値の関係性をめぐって、論者によって見解が一致していない。こうした混乱が生じる大きな原因の一つとして、手段的価値や内在的価値という価値区分そのものの規定をめぐる混乱にあることを指摘し、関係価値概念の価値構造を整理した。とりわけ、関係価値は内在的価値とは独立するカテゴリーの概念ではないこと、関係価値はエウダイモニアの向上に貢献するという意味での「手段としての価値」を有すること、道具的価値に区分されることが直ちに代替不可能性を導くとは限らないことを明らかにし、下図のように一般的な価値分類における関係価値の理論的位置づけを明確化した。



出典：籠橋 (2020) 15 頁。

籠橋 (2020) の理論的基盤に依拠しつつ、自然や水の関係価値が主観的福祉に果たす役割について、アンケート調査を通じて実証的に分析した。関係価値に関する質問項目はKlain et al. (2014) を参考に、以下のように設定した。このほか、個人の所得や性別、年齢の個人属性と、主観的幸福の尺度として生活満足度、幸福度、エウダイモニア (人生の価値)、カントリル・ラダーの質問項目に回答してもらい、データベースを構築した。なお、主観的幸福の項目に関して、カントリル・ラダーは 11 段階、その他は 5 段階評価となっている。

表 1 関係価値の質問項目

変数名	内容	回答方法
1 コミュニティ	1. 自分が所属するコミュニティを象徴するような水が存在する	5: 完全に同意する 4: まあまあ同意する 3: どちらとも言えない 2: あまり同意しない 1: 全く同意しない
2 健康	2. 私や私の家族の健康は、何かにつけて水と関連している	
3 アイデンティティ	3. 私は水に強く感じるものがあり、こうした見方は私自身と私の生き方の一部をなしている	
4 キンシップ	4. 水は生命のつながりの一部をなしており、私にとってまるで「親族」ないし家族のようなものであるから、私たちがそれをどのように扱うかは重要な問題である	
5 スチュワードシップ	5. 私は水の管理や世話をすることへの責任を感じているので、水を取り扱うときには、私のそうした感覚が反映される	
6 保護	6. たとえ私自身が見ることはなくても、その行く末を案じたり、保護したいと思ったりしている水について、思いを巡らせることがある	
7 説明責任	7. 人類は水に影響を及ぼしており、それは他の人々に害を与えるため、私たち自身が自然に与えている影響について説明を行う責任がある	
8 唯一性	8. 水に価値があるのは、それが人工物 / 自然物に関わらず、他のものにはない独自の性質を持っているからである	

9	代替不可能性	9. 水は他に替えがきかない、かけがえのないものである	
---	--------	-----------------------------	--

出典：Klain et al. (2014)を参考に筆者作成

質問票の配布と回収はウェブ上でいき、7,000 サンプルを回収した。表 2 に、基本統計量を示す。

表 2 基本統計量

	平均	標準偏差	最小値	最大値	N
被説明変数					
生活満足度	2.68	1.008	1	5	7000
幸福度	2.57	0.986	1	5	7000
エウダイモニア	2.75	1.014	1	5	7000
カントリル・ラダー	5.25	2.120	1	11	7000
説明変数					
年齢	52.0	10.639	18	89	7000
性別 ¹	1.41	0.492	1	2	7000
所得 ²	7.64	3.875	1	15	7000
コミュニティ	2.91	1.009	1	5	7000
健康	3.22	1.084	1	5	7000
アイデンティティ	3.00	0.985	1	5	7000
キンシップ	3.29	1.008	1	5	7000
スチュワードシップ	3.10	0.934	1	5	7000
保護	3.07	0.957	1	5	7000
説明責任	3.49	0.937	1	5	7000
唯一性	3.50	0.920	1	5	7000
代替不可能性	4.01	0.990	1	5	7000

出典：筆者作成

*1 性別の選択肢は「1：男性、2：女性」である。

*2 所得の選択肢は「1：0円、2：10万円未満、3：10～100万円未満、4：100～300万円未満、5：300～500万円未満、6：500～700万円未満、7：700～900万円未満、8：900～1,100万円未満、9：1,100～1,300万円未満、10：1,300万円～1,500万円未満、11：1,500万円～1,700万円未満、12：1,700万円～1,900万円未満、13：1,900～2,100万円未満、14：2,100万円以上、15：わからない/答えたくない」である。

表 2 に示される被説明変数と説明変数によって、順序ロジットモデルを用いてパラメータ推定を行った。その結果、全ての被説明変数で一貫して統計的に有意だった説明変数は「コミュニティ」と「健康」であった (<.01)。エウダイモニアを被説明変数とした時、それぞれ推定されたパラメータの値は 0.22 と 0.11 であった (統計的有意性はいずれも <.01)。また、所得に関しても 1%水準で統計的に有意であった。「唯一性」と「代替不可能性」に関しても統計的に有意であり、パラメータ推定値は両者とも正の値であった。これらのことから、水の関係価値を認識する主体ほど、エウダイモニアで測った主観的福祉も高い値となる傾向が見出された。とりわけ、「唯一性」や「代替不可能性」を強く認識する主体は、エウダイモニアの評価値も高くなることが実証的に明らかとなった。

第三に、讃岐平野のため池水利が持続的に機能するための条件について、オーストラリアのランドケア (Landcare) との比較分析を行った。ランドケアは 1986 年にオーストラリアでの塩害問題を契機に起こった環境運動であり、危機への適応を効果的に行った取り組みである。現在でも 5,000 を超えるランドケア・グループがオーストラリア全土に存在し、農業だけでなく、生態系管理や在来種の保護など、多様な活動が展開されている。このようなランドケアの原理的特質は Michael Seigel (SPELJ 2013) によって 5 つにまとめられている。それを本研究では「倫理」、「目的」、「アプローチ」という 3 つのカテゴリに整理した (表 3)。

表 3 ランドケア原理を支えるコア概念

カテゴリ	原理	コア概念
倫理	1	ローカルグループの自律性
	2	ローカリズム
目的	4	コミュニティの福祉
アプローチ	3	統合的資源管理

	5	パートナーシップとネットワーキング
--	---	-------------------

出典：Kagohashi (2022, forthcoming)

表 3 のコア概念を参照しながら、1994 年の讃岐平野の渇水適応の事例をみると、多くの点で共通点が見出された。第一に、ため池を維持管理する土地改良区が渇水時に行ったさまざまな対応（番水、走り水慣行等）は、土地改良区と農家の人々の自律性と地域密着性の高さを物語っている。第二に、1994 年に実施された水融通は、渇水が単なる水資源の問題ではなく、農家の人々にとって農作物を枯死させることの重大な意味（福祉水準の不可逆的な低下）を前提とするものであった。土地改良区に所属する農家の人々の福祉を渇水という危機の下であっても維持しようとする取り組みとして、水融通は捉えられる。第三に、1994 年の異常渇水時には、ため池の親池から子池、孫池に至るまで、流域内での水資源の最適配分が行われたとともに、香川用土地改良区が香川用水幹線を通じて流域間での水融通が行われた。香川用土地改良区とため池の土地改良区が一体となって、渇水危機を乗り切ったのである。こうしたことは、渇水時の水管理のあり方として、統合的資源管理とパートナーシップ、ネットワーキングが重要な役割を果たすことを示唆している。このように、オーストラリアの危機対応の仕組みと、讃岐平野のため池水利における渇水適応との間には、共通点が多く見出される。水資源の利用・管理の効率性だけでなく、福祉の側面での代替可能性も考慮に入れた仕組みづくりが、渇水への有効な対処方法となりうることが示唆されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2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 Tsurumi Tetsuya, Yamaguchi Rintaro, Kagohashi Kazuki, Managi Shunsuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Are Cognitive, Affective, and Eudaimonic Dimensions of Subjective Well-Being Differently Related to Consumption? Evidence from Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Happiness Studies	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） 10.1007/s10902-020-00327-4	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 籠橋一輝	4. 巻 35
2. 論文標題 関係価値 は新しい価値カテゴリなのか 手段的価値、内在的価値、代替可能性の観点から読み解く	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 社会と倫理	6. 最初と最後の頁 3～20
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 Kazuki Kagohashi and Tokihiko Fujimoto	4. 巻 156
2. 論文標題 Landcare, Water Resource Management and Sustainable Development: Implications from a Case Study of a Community-Based Approach to Micro-Hydropower Development and Social Issues in Gokase Township, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energy Procedia	6. 最初と最後の頁 154-158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.egypro.2018.11.155	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4件（うち招待講演 1件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Kazuki Kagohashi
2. 発表標題 Critical Analysis of 'Social Resilience': Implications from the cases of Landcare in Australia and drought adaptation in Japan
3. 学会等名 International Symposium on "Challenges to Sustainable Future of Regions: Resilience thinking and the dynamics of development and transformation
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 籠橋一輝
2. 発表標題 地域の水利利用・管理と持続可能性
3. 学会等名 応用哲学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 籠橋一輝
2. 発表標題 サステイナビリティをどう考えるか クリティカル自然資本概念に注目して
3. 学会等名 社会政治研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Kagohashi and Tokihiko Fujimoto
2. 発表標題 Landcare, Water Resource Management and Sustainable Development: Implications from a Case Study of a Community-Based Approach to Micro-Hydropower Development and Social Issues in Gokase town, Japan
3. 学会等名 International Conference on Renewable Energy and Development（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Tetsuya Tsurumi, Kazuki Kagohashi, Shunsuke Managi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Edward Elgar	5. 総ページ数 448 (367-384)
3. 書名 Handbook on Wellbeing, Happiness and the Environment	

1. 著者名 Kazuki Kagohashi	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Australian Centre for International Agricultural Research	5. 総ページ数 -
3. 書名 Global resilience through local self-reliance: The Landcare model	

〔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
---------	---------