

平成 31 年度 環境経済の政策研究
環境・経済・社会の持続可能性の総合的な評価及び豊かさの評価に關
する研究
研究報告書

令和 2 年 3 月

国立大学法人九州大学

目次

<u>サマリー</u>	4
<u>SUMMARY</u>	6
<u>I 研究計画・成果の概要等</u>	9
1. 研究の背景と目的	10
2. 3年間の研究計画及び実施方法	10
3. 3年間の研究実施体制	14
4. 本研究で目指す成果	14
5. 研究成果による環境政策への貢献	14
<u>II. 平成31年度の研究計画及び研究状況と成果</u>	15
1. 平成31年度の研究計画	16
2. 平成31年度の研究状況及び成果（概要）	17
3. 対外発表等の実施状況	22
4. 平成31年度の研究状況と成果（詳細）	26
<u>III. 今後の研究方針（課題含む）</u>	102
<u>IV 添付資料（参考文献、略語表、調査票、付録 等）</u>	104
<u>第2章の付録</u>	105
<u>第4章の付録</u>	109

サマリー

国際社会では近年、環境・経済・社会の持続可能性を総合的に評価する研究や、GDPに代わって人々の福祉(Well-being)や幸福度を評価する研究が進められており、国連環境計画(UNEP)の「Inclusive Wealth Index(IWI、包括的な富指数(新国富指標))」など、様々な指標が公表されている。また日本においては、中央環境審議会「第五次環境基本計画(案)」において、地域における自然資本・人工資本・人的資本を持続可能な形で最大限に活用し、地域内における環境配慮型の投資・消費を活発化させていくことを目指すとしている。こうしたことから、市町村単位だけでなく更に詳細なレベルでの基礎的データの整備と自治体政策での活用が必要となっている。

人工資本・人的資本・自然資本を集計した価値である IWI については、国際機関や国内都道府県・市町村レベルでの計測が進んでいる。そこで本研究では、(1)持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の評価・分析、(2)日本そして比較対象としての先進国や中国等近隣諸国の持続可能性や豊かさや幸福度データについての精緻化、(3)日本全国および地域対象の、自然資本等の政策提言そして複数自治体での環境政策活用を行う。

今年度は、(1)の持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析では、新国富指標と持続可能性の位置付けについて整理したうえで、新国富指標の各資本の関係について分析した。そして、国内外で議論や構築が進められている持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標と新国富指標との関係について、国や自治体等の行政区域レベルでの関係を明らかにした。新国富指標は、経済成長に關係する全ての資本ストックを織り込んだ豊かさに関する指標であり、持続可能性の分類においては、弱い持続可能性の立場に基づく指標であると言える。2015 年における日本の市町村別の各資本のデータを用いて自然資本と人工資本・人的資本の関係を見ると、自然資本は人工資本と人的資本の和に対して負の相関を示しており、日本の市町村レベルでは両者の代替関係が示唆される。また、各資本と新国富全体の関係について、世界 140 カ国の各資本を集計し、1992 年を参照年として 1 人当たりの各資本の成長率を比べると、人工資本の伸びが新国富全体の伸びをけん引し、自然資本については減少の一途をたどっていることが確認された。新国富全体ではプラスの成長が続いているが、世界平均では生産的基盤が損なわれておらず、弱い持続可能性を満たしていると言える。しかしながら、自然資本の中でも、クリティカル自然資本と呼ばれる、人々の豊かさを維持するうえで不可欠な役割を果たし、他の種類の資本で代替できないものが存在することについては留意する必要がある。そのため、弱い持続可能性の立場に基づく新国富指標を用いて、国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。この点について、(4)自然資本等の評価に向けたアンケート調査、で詳細に分析を行った。新国富指標と、国内外で議論や構築が進められている豊かさや幸福度に関する指標との関係について、GDP, HDI, 幸福度等の指標と新国富指標の間には世界レベルのデータを用いた分析からは、明確な相関関係は見られなかったが、自然資本に着目し日本全国 30 万人を対象に実施した幸福度についてのアンケート結果と新国富指標の関係について分析した結果、自然資本の水準の差が幸福度に差を生むわけではないが、所得が低く自然資本の水準が高い自治体は、自然資本の水準が低く所得が高い自治体と同程度の幸福度が得られていることが確認された。

(2)の日本そして比較対象としての先進国や中国等近隣諸国の持続可能性や豊かさや幸福度データについての精緻化では、人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化を行

い、計画以上の進行があり、日本と中国の新国富指標データベースの拡張を完了し 2017 年のデータベースを作成し、比較対象としてのインドについても同様に 2017 年のデータベース作成をほぼ完了した。

地域詳細レベルでの資本変化の分析については平成 32 年実施予定であったが、日本と中国の人工資本・人的資本・自然資本の地域詳細レベルでのデータベースの拡張が計画より早く進んだため、2010 年と 2017 年のデータベースを用いて、日本、そして比較対象として中国の資本変化について分析を行った。日本と中国の比較から、2010 年から 2017 年にかけて中国と日本の富の差は縮小していることが確認された。2010 年には、日本の新国富指標、人的資本、人工資本の密度は、それぞれ中国の 6.9 倍、7.4 倍、13.9 倍であったが、2017 年には、この比率がそれぞれ 5.9 倍、6.0 倍、7.4 倍に縮まっている。また、日本における自然資本の密度は、2010 年には中国の 60% に過ぎなかったが、2017 年には中国を僅かに上回っていることが確認された。

また、地域詳細レベルでの資本変化の分析の一環として、持続可能性の要因となる社会経済変数のさらに精緻な分析を行うために、日本全国の市を対象として、それぞれの市の予算(歳出)の総務費、土木費、教育費といった内訳と新国富指標の変化の関係について分析を行った。結果として、土木費用を増やすと人工資本が増加し自然資本が減少するが、人工資本の増加率の方が自然資本の減少率よりも大きいため、土木費用の増額は新国富指標の増加に繋がることが確認された。また、教育費については人的資本には統計的に有意な影響を与えていないことが示された。

加えて、地域詳細レベルでの資本変化が地価に与える影響について明らかにする試みとして、福岡県福岡市に位置する六本松地区における、九州大学六本松キャンパス跡地の再開発事業を対象にケーススタディを実施した。結果として、新国富の代理指標が地価に与える影響は確認されなかつたが、六本松キャンパス跡地の再開発事業による地価上昇率の推計値と実際の地価上昇率の乖離が他の開発事業と比較して大きいことが確認され、開発時に意図されていた住環境に配慮した設計等が影響を与えている可能性が確認された。

最後に、(3)の日本全国および地域対象の自然資本等の政策提言そして複数自治体での環境政策活用では、政策提言要素の抽出のための自然資本等の評価に向けたアンケート調査として、全国自然資本アンケートと地方自治体との共同研究プロジェクトとして福岡県久山町において ICT を活用した社会関係資本の向上に資する安全安心サービスを対象にサービス導入の事前・事後アンケートに基づく経済実験を行った。前述の通り、新国富指標を用いて国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。そのため、日本全国で行ったアンケートデータを用いて、国内の自然資本の維持に対する人々の支払い意志額(WTP)を網羅的に推計し、各種の自然資本の WTP の決定要因およびその地域差を分析した。主たる結果として、調査を行った 13 項目間では、WTP 推定値に大きな違いがみられ、中でも、天然林の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も高く、一方で藻場の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も低くなってしまい、海域の項目では、サンゴ礁の維持への WTP が最も高くなっていることが確認された。また、福岡県久山町における地方自治体との共同研究プロジェクトでは、ICT を活用した見守りサービス(小学生や高齢者の位置情報を保護者や家族に届ける見守りサービス)の生活満足度アプローチで計算した社会的価値が 9,811,368 円と試算され、市民から高い評価を受けた本サービスについて、久山町政府から補助金が導入されることに繋がった。久山町の事例のように、地域の社会関係資本の向上に資する行政サービスやプロジェクトについて、価値評価を行うことによってエビデンスベースドの政策形成に繋がり、久山町含め福岡県宮若市等、新国富指標に基づいたエビデンスベースドの政策形成には大きな期待が寄せられている。

Summary

In recent years, comprehensive research to evaluate environmental, economic, and social sustainability has been conducted in the international community. Such studies also examine people's well-being and degree of happiness in lieu of GDP. Thus, various indices such as Inclusive Wealth Index (IWI) by the United Nations Environment Programme (UNEP) have been publicized. In Japan, the Central Environment Council's Fifth Basic Environment Plan aims to utilize natural capital, produced capital and human capital to the fullest extent and promote environmentally responsible investment and consumption in all the regions. This requires basic data accumulation not only at the municipal level but also at more detailed levels in addition to their utilization in local government policies.

Measurement of IWI combines produced capital, human capital, and natural capital and is being conducted at the international level as well as prefectures and municipalities level. This research project (1) evaluates and analyzes sustainability, well-being, and happiness indices; (2) refines data on these three aspects in Japan along with other developed nations and neighboring countries such as China for comparison; (3) provides policy recommendations on aspects such as natural capital in Japan; and (4) utilizes environmental policies in multiple local governments.

By analyzing the relationship between sustainability, well-being, and happiness indices in this fiscal year, we reviewed the positioning of IWI and sustainability and examined the relationship of each type of capital contained in IWI. Moreover, we clarified the relationship between sustainability, well-being, and happiness indices being discussed and structured in the context of Japan and abroad and IWI at the national and local administrative levels of governments. IWI is a well-being index that comprises all capital stock related to economic growth. In terms of sustainability classification, IWI is an index based on weak sustainability. The relationship between natural capital and produced and human capital in Japan based on data of each capital in the municipalities in Japan as of 2015 shows that natural capital negatively correlates with the sum of produced and human capital. This finding implies a substituting relationship between produced and human capital at the municipal level. Further, in terms of the relationship between each capital and IWI, when we aggregated each capital from 140 countries of the world and compared the growth rate of each capital per capita with 1992 as the reference year, it was confirmed that the growth of produced capital drove the overall growth of IWI and that the growth of natural capital continually declined through that period. Aggregated IWI maintained positive growth and the world average productive base was not eroded, thus satisfying weak sustainability. However, a type of natural capital, namely, critical natural capital, plays an indispensable role in maintaining well-being and cannot be substituted by other types of capital. Therefore, observing the sustainability of national and local municipalities using IWI based on weak sustainability is not sufficient. It is also necessary to understand critical natural capital in a complementary manner and prioritize its maintenance. In this regard, we conducted a questionnaire survey to evaluate natural capital for further analysis. Regarding the relationship between IWI and well-being and

happiness indices being discussed and structured in Japan as well as abroad, no clear correlation was found between GDP, HDI, and happiness indices and IWI by studying global level data. However, through using data obtained from a questionnaire survey involving 300,000 people across Japan about their degree of happiness confirmed that while the difference in the levels of natural capital does not impact the degree of happiness, local governments with low income but high natural capital can achieve a similar degree of happiness as local governments with low natural capital but high income.

Based on the refinement of data on sustainability, well-being, and degree of happiness in Japan, other developed countries, and neighboring countries like China and India considered for comparison, we made detailed databases of produced capital, human capital, natural capital, and GDP at the regional level. This work achieved more progress than originally planned, and we completed the expansion of the IWI database for Japan and China and created a database for 2017. Similarly, a database for India for 2017 was almost complete.

Initially, we selected 2019 for the analysis of the changes in capital at the regional level. However, because the database expansion of regional produced, human, and natural capital in Japan and China progressed faster than expected, we changed the year of analysis to 2017. Based on the comparison, it was confirmed that the difference between the two countries decreased from 2010 to 2017. In 2010, Japan's IWI, human capital, and produced capital densities were higher by 6.9, 7.4, and 13.9 times, respectively, than those of China. However, in 2017, these values decreased to 5.9, 6.0, and 7.4 times, respectively. Further, Japan's natural capital density was only 60% of that of China in 2010 but slightly surpassed it in 2017.

In addition, in studying the change in capitals at the regional level, we surveyed several cities across Japan for a more detailed analysis of socio-economic variables that form the elements of sustainability. We analyzed the relationship between the breakdowns of their budget such as general, civil engineering, and education expenses and change in IWI. We found that when civil engineering expenses increase, produced capital increases whereas natural capital decreases. The percentage increase in produced capital is higher than the percentage decrease in natural capital. Thus, we confirmed that increase in civil engineering expenses increases IWI. It was also found that education expenses do not statistically influence human capital.

To analyze the impact of capital change on land value at the regional level, we further conducted a case study on the redevelopment project of a former site of Ropponmatsu Campus of Kyushu University located at Ropponmatsu District in the City of Fukuoka, Fukuoka Prefecture. Results show that although the proxy index of IWI does not impact land value, the difference between the estimated and actual percentage increase in land value after the redevelopment was larger than in other development projects. This finding confirms that designs applied at the time of development in consideration of living environment may impact land value.

Finally, we examine policy recommendations for Japan's capital models and utilization of environmental policies in multiple local governments. We conducted an economic experiment based on questionnaire surveys on national natural capital and that conducted by a joint research

project with a local government. This joint survey was made before and after the introduction of safety and security services in Hisayama-cho in Fukuoka Prefecture for the promotion of social capital that utilizes information and communications technology (ICT). As mentioned, analyzing critical natural capital is necessary to complement national and municipal sustainability observations using IWI and prioritize the maintenance of such capital. Thus, we comprehensively estimated customers' willingness to pay (WTP) in preserving natural capital using the data from the questionnaires and analyzed the determinant factors of WTP for various natural capitals and their regional differences. Results showed that large differences in WTP estimates were demonstrated by 13 items being studied. That is, preventing 1% decrease in natural forest had the highest WTP, whereas preventing 1% decrease in seaweed beds had the lowest WTP. With regard to marine environment, preserving coral reef had the highest WTP. The joint research project with the local government in Hisayama-cho in Fukuoka Prefecture investigated the social value of an ICT monitoring service that delivers performance information of elementary school children and the elderly to their parents and guardians. This value was calculated using the life satisfaction approach and estimated to be 9,811,368 yen. Thus, this service gained high evaluation by residents, which led to the introduction of a government subsidy program in Hisayama-machi. As demonstrated by Hisayama-cho's case, evaluating administrative services and projects helps expand evidence-based policy formation. Therefore, there are high expectations of the evidence-based policy formation based on IWI in municipalities including Hisayama-cho and Miyawaka City of Fukuoka Prefecture.

I 研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

国際社会では近年、環境・経済・社会の持続可能性を総合的に評価する研究や、GDP に代わって人々の福祉(Well-being)や幸福度を評価する研究が進められており、国連環境計画(UNEP)の「Inclusive Wealth Index(IWI、包括的な富指数(新国富指標))」、OECD の「Green Growth Indicators(グリーン成長指標)」や「Better Life Index(より良い暮らし指数)」、国連 SDSN の「世界幸福度(World Happiness)」、国連開発計画(UNDP)の「人間開発指数(Human Development Index)」など、様々な指標が公表されている。また日本においては、中央環境審議会「第五次環境基本計画(案)」において、地域における自然資本・人工資本・人的資本を持続可能な形で最大限に活用し、地域内における環境配慮型の投資・消費を活発化させていくことを目指すとしている。こうしたことから、市町村単位だけでなく更に詳細なレベルでの基礎的データの整備と自治体政策での活用が必要となっている。

人工資本・人的資本・自然資本を集計した価値である IWI については、国際機関や国内都道府県・市町村レベルでの計測が進んでいる。そこで本研究ではまず、国際機関等における持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の評価・分析を行う。次に、日本そして比較対象としての先進国や中国等近隣諸国の持続可能性や豊かさや幸福度データについても精緻化を行う。とりわけ近年では社会経済変数が衛星データ等を用いて細かい空間単位で利用可能であり、本研究でも国内全地域、他国主要地域を主な対象に、IWI の構成要素である人工・人的・自然資本、GDP データを水平方向 30m の解像度で収集し、データベースを構築する。これをもとに、各資本の増減をもたらす社会経済変数との相関関係や因果関係を分析し、将来予測シミュレーションに向けた準備を行う。さらに、日本全国および地域を対象に、自然資本等の政策提言そして複数自治体での環境政策活用まで行う。

2. 3年間の研究計画及び実施方法

実施スケジュールは以下の図の通りである。



(1)持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析

まず、本研究の背景・理由にあるような、国内外で議論や構築が進められている持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標をレビューする。そのうえで、必要に応じて、国や自治体等の行政区域レベルでの関係を、クラスター分析や回帰分析等により明らかにする。本項目は、(2)(3)のグリッドレベルでの議論や(4)の価値づけの議論への導入とする。

(2)人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化

研究代表者の研究室では、中国と日本を対象に、先行的にデータベースの構築を行っている。具体的には、地理情報システム(GIS)の最も汎用的なソフトウェアである ArcGIS を用いて、人工資本・人的資本・自然資本、GDP のデータベースを 900m(約 1 km)四方の解像度で構築する作業に着手している。本研究ではこれをまず完成させ、データ利用可能性や優先順位に応じて、順次解像度を 30m 四方に精緻化する。各資本と GDP の算出方法は、下記の通りである。

<人工資本>

IWI の方法論に従い(Arrow et al. 2012)、恒久棚卸法(PIM)によって算出する。具体的には、まず行政単位(日本の都道府県、中国の省、米国の州など)で各年の投資額から減耗分を差し引いた価値を算出する。次に、人工資本は GDP との相関が大きいと考えられるため、NOAA 衛星データに記録された夜光(NTL)の明るさにより、各行政単位の人工資本を各グリッドに案分する。

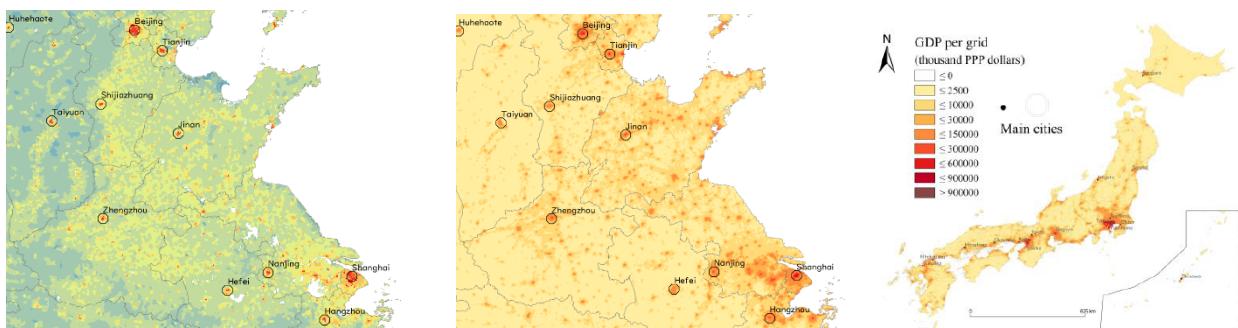
<人的資本>

人的資本は、IWI の方法論に従い、まず下記の式により行政単位ごとに算出する。人口は NASA の GPW を、その他の年齢、性別、教育達成度、労働年数等のデータは、各国のマクロデータからできるだけ細かいものを使う。

$$p_H \times H = \int_t^T (wL/H) e^{-\delta(\tau-t)} d\tau \times Pe^{rA}$$

次に、人的資本を人口比に応じて各グリッドに案分する(図表 1 参照)。したがって、各行政単位内では、人工資本と同様に、シャドー価格と資本の量を一体的に扱うことになる。

図表 1 例としての中国沿海部における人的資本(左図)と GDP(中図)、日本の GDP(右図)のデータイメージ



<自然資本>

利用を検討しているデータセット GlobeLand30 では、土地利用は 10 種(湖水、湿地、人工地、ツンドラ、永久凍土、草地、荒地、耕作地、灌木地、森林)に分類されている。そこでまず、IWI において自然資本のうち再生可能資源とされている農地と森林を、Li et al. (2016)を参考にしながらグリッドレベルで把握する。森林については、Hansen et al. (2013)の 30m 解像度によるランドサットデータも参考に用いる。

次に、各再生可能資源のシャドー価格については、やはり IWI に従い、農地や森林が生み出す供給サービスの割引現在価値と、調整・基盤・文化サービスの割引現在価値の和とする。利用可能なデータ制約上、シャドー価格の構成要素によって解像度が異なると予想される。具体的には、供給サービスについては、木材や農作物のレンタル価格(=市場価格-レント)に数量を乗じて算出するので、各行政単位レベルで異なるデータが得られる可能性がある。一方、その他のサービスについては、国レベルでも差別化が難しいと思われ、生態系サービス価値づけデータベース(ESVD)の平均値を使うことを予定している。

また、自然資本のうち再生不能資源である石油・ガス・石炭、鉱物資源については、現時点では利用可能な分布図の解像度が明らかでないため、またそもそも自然資本のうち市場で自由に取引が行われている供給サービスの立地はあまり重要でないこともあり、データと必要性に応じて解像度を決定する。

<GDP>

上記三つの資本と並んで、衛星データを用いた GDP 情報と同じ解像度で収集する(図表 1 参照)。所得の変数は国民経済計算体系(SNA)における国もしくはその下の行政区域の経済の総付加価値や、所得調査を通じたデータが使われてきた。これはボトムアップデータとして依然として最も信頼できるが、行政区域に縛られるため域内の異質性や不平等を反映しづらい、また特に発展途上国では統計の信頼性が低いといった弱点がある。そこで最近、衛星写真に写された土地区画の光度から福祉の指数を構築する研究が増えており、分析には、夜光の測定誤差は国民経済計算や所得調査の測定誤差とは無関係であるという前提が必要である(Pinkovskiy and Sala-i-Martin 2016)。データセットは、NASA の DMSP-OLS Global Radiance Calibrated Nighttime Lights の衛星データと、GlobeLand30 の土地利用データを合わせ、各国のセクター別 GDP 割合から算出する。

<最適な分析スケールについて>

GIS において、ベクターデータとは、対象物をポイント(点)、ライン(線)、ポリゴン(面)の 3 要素で表現したデータであり、はつきりとした境界を持つ対象物の表現に適している。これに対しラスターデータとは、格子状(グリッド状)に並んだセル(ピクセル)で構成されるデータであり、気温や降水量など、はつきりとした境界を持たない連続データの表現に適している。既存研究は、国や州や都道府県など行政区域を単位として、ベクターデータに相当する資本の測定を行ったのに対し、本研究はラスターデータにより資本の数量や GDP を指標として表現するものといえる。いずれのデータが望ましいか、より一般にどの空間的範囲で IWI 分析を行うべきかは、分析の目的や資源配分の制度による(Yamaguchi et al. 2016)。たとえば地方自治体政府が域内の所得再分配を行っている制度の下では、空間的な資本と構成員の福祉との間に乖離が生じやすいと考えられるため、ラスターデータよりもベクターデータを使った行政区域内での資本変化に注目すべきである。一方、域内の異質性が大きい場合は、ラスターデータによる資本変化も有益な情報となるだろう。環境政策のニーズによっては、900m × 900m の解像度による資本データでも十分であることが考えられる。

なお、持続可能性分析で最終的に重要なのは人々の福祉(の増加)である。一部の資本は移動可能である(人的資本、自然資本の供給サービス)、また資本が移動できない場合でも人が動くことによって資本のサ

ービスを享受できる(人工資本、自然資本のアメニティ)。したがって、グリッドレベルでの資本変化がそのままグリッドレベルでの持続可能性を表すとは限らず、本データベースを解釈する際には注意が必要である。

(3) 地域詳細レベルでの資本変化の分析

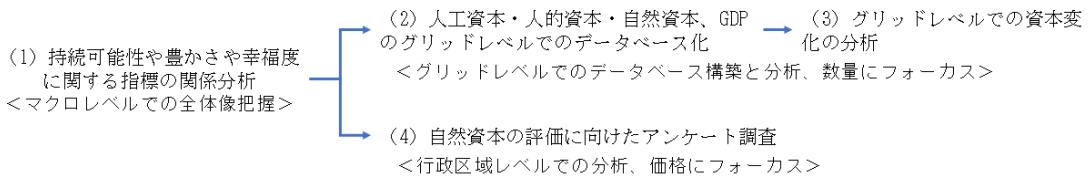
上記で把握した資本や GDP データを用いて、資本変化や GDP と他の社会経済変数(幸福度、所得、教育等)との相関関係や因果関係を、必要に応じて空間計量経済学モデルも用いながら分析する。ただし、本項目は他の変数の利用可能性に制約されるため、地域のケーススタディとすることを想定している。さらに、上記で得られたモデルのフィットが高い場合、今後の資本の将来予測シミュレーションに向けた分析を行う。具体的には、人工・人的・自然資本の変化を GDP や他の社会経済変数に回帰させるモデルによる予測の準備を行う。

(4) 自然資本等の評価に向けたアンケート調査

国内の自然資本に関する調査を定点観測的に実施するため、全国と地域ケーススタディをウェブもしくはインタビューにより行う。ケーススタディは、複数の地域を対象とする：例えば山口県の瀬戸内側の中央部に位置する防府市を対象とする。同市は、広島市と下関市との間に位置し、製造業を中心に人工資本の蓄積が進んでいるが、観光資本や自然資本(鯨をはじめとする漁業資源、森林資源)の潜在性を活かしきれていないと思われる。そこで、防府市民の自然資本に対する評価に向けたアンケート調査を行う。選択実験や仮想評価法(CVM)を用いる。更に継続して福井県や福岡県久山町、宮若市など新規の地域でも対象を広げていく。

具体的な調査項目は下記の通りである。

- ・性別 ・家族構成 ・所得 ・教育水準 ・自宅郵便番号
- ・「防府市では、市内の漁業資源の整備事業を検討しています。これにより漁業資源が持続可能になり、市の認知度上昇と観光収入増加が期待されます。事業のために、あなたは毎年いくら支払ってもよいと思いますか？」



最後に、各項目の全体における位置づけは上図の通りである。まず指標そのものの関係性を把握したうえで、グリッドレベルでのデータベース構築を行い、続いて同じレベルで要因分析を行う。並行して、国内自然資本を対象にアンケート調査を行い、グリッドレベルでは分析しにくい自然資本のシャドー価格の参考とする。

過去のデータを元に更に新国富指標と各資本データの整備を行い、今後の総合基本計画や環境政策実施目標の設定や評価のために、アンケート手法や詳細な土地利用データ活用での合意形成の支援や効果的な自然資本推進を行う。詳細な区分がある場合が故に地域レベルでの合意形成に役立ち、政策目標設定に使えるからである。久山町のように予算配分利用まで行かなくても総合基本計画を実際に政策に使えるようにするためのシステム化、そして実際への利用を推進する。

3. 3年間の研究実施体制

[研究代表者]

馬奈木俊介 九州大学大学院 工学研究院 主幹教授

[研究参画者]

鶴見哲也 南山大学 総合政策学部 准教授

藤井秀道 九州大学 経済学部 准教授

4. 本研究で目指す成果

世界や日本の持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標について、定量的に関係性を分析する。日本国内と他国を対象に、国や自治体レベルより詳細空間(30m四方の解像度)における各資本やGDPの増減を定量的に示し、マクロ的なIWIでは把握しきれない持続可能性について丁寧に定義及び比較し土地利用政策まで踏み込んで分析及び提案する。データベースを研究者や国・自治体担当者らと共有することで、国際的にも分析できるようになる。また、このように把握した細かい解像度における資本の増減に影響する社会経済的要因や、他の福祉指標(GDPや生活満足度、幸福度)との相関や因果関係の分析、各資本の将来予測シミュレーションに向けた準備にもつながることが期待される。さらに、アンケート調査により、日本国内の事情を勘案した自然資本の精度向上を目指す。

5. 研究成果による環境政策への貢献

国際、国内、地方の三段階で記載する。まず国際的には、国連、OECDなど国際機関における持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の議論の場において、実際の個別政策に落とすには高い解像度での資本データベースに加えて、学会報告等を通じて資本変化の分析結果を提供する。国内環境行政においては、中央環境審議会での「第五次環境基本計画(案)」の進捗状況の把握、及び次期環境基本計画の指標等に関する検討に貢献する。持続可能性や豊かさや幸福度は、Stiglitz et al. (2009)が提案したようにダッシュボード的モニタリングを行うことも考えられ、その代表的指標としてIWIを盛り込むことを提案する。また、地方自治体の環境政策への貢献として、研究代表者が代表を務める九州大学都市研究センターは、既に複数自治体と新国富政策活用のために連携協定を結んでおり、この動きを横展開することが考えられる。例えば福岡県久山町では昨年度末に新国富の増加を目指した政策を目指すことを宣言し、実際の予算配分を含めて今年度予算を確定している。

II. 平成 31 年度の研究計画及び研究状況と成果

1. 平成 31 年度の研究計画

(1) 持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析

新国富指標と持続可能性の位置付けについて整理したうえで、新国富指標の各資本の関係について明らかにする。そして、本研究の背景・理由にあるような、国内外で議論や構築が進められている持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標と新国富指標との関係について、国や自治体等の行政区域レベルでの関係を明らかにする。本項目は、(2)(3)のグリッドレベルでの議論や(4)の価値づけの議論への導入とする。

(2) 人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化

(3) の地域詳細レベルでの資本変化の分析を実施するために、日本と中国を対象に構築したデータベースの拡張を行う。また、対象国についても拡張し、インドの地域詳細レベルでのデータベースを作成する。

平成 30 年度の研究では日本と中国を対象に、地域詳細レベルでの人工資本・人的資本・自然資本について、地理情報システム(GIS)の最も汎用的なソフトウェアである ArcGIS を用いて、900m(約 1 km)四方の解像度で 2010 年のデータベースを作成した。本年度は、地域詳細レベルでの資本変化の分析の比較対象年として、日本と中国の 2017 年のデータベースを作成する。同様にインドについても 2017 年を対象年としてデータベースを作成し、各資本の分布を明らかにする。加えて、新富国指標の各資本が都市中心部から郊外へ向けてどのように変化するかについて、日本と中国を対象に分析を行い明らかにする。

(3) 地域詳細レベルでの資本変化の分析

平成 30 年度の研究で作成した日本と中国の 2010 年の人工資本・人的資本・自然資本の地域詳細レベルでのデータベースと、本年度作成予定である 2017 年の両国のデータベースを用いて、両国の資本変化について分析する。

また、持続可能性の要因となる社会経済変数のさらに精緻な分析を行うために、日本全国の市を対象として、それぞれの市の予算(歳出)の内訳と新国富指標の変化の関係について分析を行う。最後に、地域詳細レベルでの資本変化が地価に与える影響について明らかにする試みとして、福岡県福岡市に位置する六本松地区における、九州大学六本松キャンパス跡地の再開発事業を対象にケーススタディを実施する。

(4) 自然資本等の評価に向けたアンケート調査

国内の自然資本に関する調査を定点観測的に実施するため、全国アンケートをウェブアンケートにより行い、国内の自然資本の維持に対する人々の WTP を網羅的に推計し、各種の自然資本の WTP の決定要因およびその地域差を分析する。

また、自然資本や新国富指標を自治体での実際の政策形成に活用するための試みとして、福岡県粕屋郡久山町を対象としたケーススタディを実施する。同市は、2017 年 12 月に九州大学都市研究センターが実施した新国富指標による各市町村のストックの分析において、福岡県内 60 市町村の中で一人当たりの新国富指標が福岡県内で第 1 位となっており、人口減少、少子高齢化が進展する中でも、まちの持つ潜在能力の高さが確認された。同市における施策実施において、市民のニーズを反映したより良い実施方針構築のため、市民の久山市の社会関係資本に対する評価に向けたアンケート調査を行う。

2. 平成 31 年度の研究状況及び成果(概要)

(1) 持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析

新国富指標と持続可能性の位置付けについて整理したうえで、新国富指標の各資本の関係について分析した。そして、国内外で議論や構築が進められている持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標と新国富指標との関係について、国や自治体等の行政区域レベルでの関係を明らかにした。

持続可能性とは、1987 年にブルントラント委員会が公表した最終報告書 “Our Common Future” において定義されている通り、「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく、今日の世代のニーズを満たすような発展」である。また、持続可能性の評価については、資本の代替性、特に自然資本についての仮定に応じて 2 つの異なる概念が存在する。弱い持続可能性の考え方は、人工資本と自然資本の間に代替関係を認め、両資本を含む総資本の社会的価値の非減少を持続可能性の要件とする。一方で、強い持続可能性の立場は、(ある種の) 自然資本については、人工資本との間の代替が不可能であるか非常に限定期的であり、特に生態系に関しては一定規模を下回ると不可逆的に崩壊する恐れもあるため、他とは独立してそれ自体を維持する必要があるとされている(Neumayer, 2003)。

新国富指標は人工資本、人的資本、自然資本から構成され、経済成長に関する全ての資本ストックを織り込んだ人々の福祉に関する指標であり、「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく」という持続可能性の考え方にも合致しており、持続可能な発展の必要条件を満たす指標である。そして、新国富指標は、自然資本と人工資本が代替可能であることを仮定する代替可能性パラダイムを認め、持続可能性の分類においては、弱い持続可能性の立場に基づく指標であると言える。この場合、富の総量を各資本の線形指數として表すことができるため、統合指標で持続可能性を評価できるということになる(Dasgupta, 2001)。しかし、強い持続可能性の立場からは、自然資本の代替不可能性、不可逆性を考えると、弱い持続可能性の立場に立つ新国富指標と福祉は連動しないことになる。そのため、自然資本の動きだけに注目した分析も合わせる必要がある。

この前提を踏まえ、新国富指標と、国内外で議論や構築が進められている豊かさや幸福度に関する指標との関係について、表 1 に示されている各種指標を対象に分析し、簡単な議論を行った。GDP per capita, HDI, 幸福度等の指標と新国富指標の間には世界レベルのデータを用いた分析からは、明確な相関関係は見られなかったが、日本全国 30 万人を対象に実施した幸福度についてのアンケート結果と新国富指標の関係について分析した結果、特に自然資本と幸福度の関係について新たな関係性が明らかになった。

アンケートにより得られた幸福度のデータを市町村毎にまとめ、2015 年の各市町村の一人当たり新国富との関係を見ると、国レベルでの比較と同様に両者に明確な相関は見られない。しかし、自然資本に着目し、2015 年の各市町村の一人当たり自然資本と幸福度の関係(図 1)を見ると、自然資本の水準の差が幸福度に差を生むわけではないが、一人当たり市町村所得の上位 50%と下位 50%を比較すると、所得が低く自然資本の水準が高い自治体は、自然資本の水準が低く所得が高い自治体と同程度の幸福度が得られていると言える。

表 1 各種指標の概要

指標名	概要
-----	----

GDP per capita	一人当たりの国内で生産された財とサービスの付加価値の合計額
Human Development Index: HDI	各国の保健、教育、所得における達成度
World Happiness Report	世論調査をベースとした主観的幸福度
Green Growth Indicators	土地利用や CO ₂ 生産性、イノベーション等を考慮し経済成長と環境圧力のバランスについて各国をランク付けした環境成長指標
Embodied Emission	貿易や消費に体化した CO ₂ の排出量を推計したもの
日本全国幸福度調査	日本全国 30 万人を対象に実施したアンケート調査(2015)による主観的幸福度

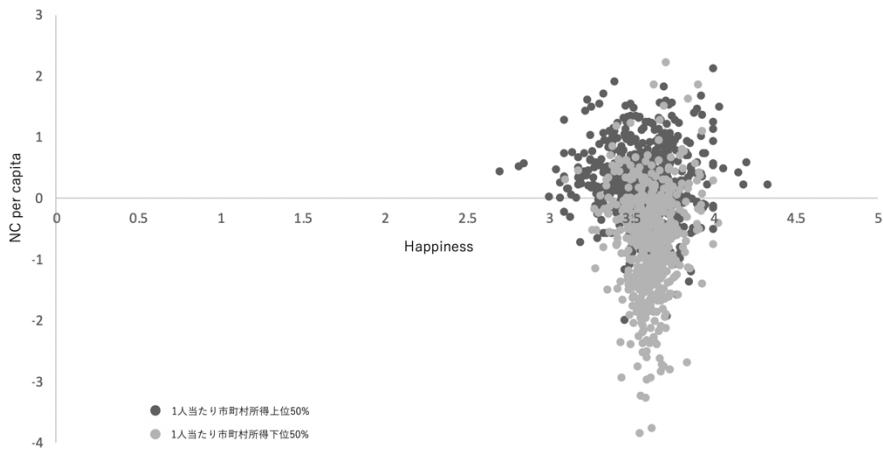


図 1 市町村レベルでの一人当たり自然資本(2015)と幸福度

また、各資本と新国富全体の関係について、世界 140 カ国の各資本を集計し、1992 年を参照年として 1 人当たりの各資本の成長率を比べると(図 2)、人工資本の伸びが新国富全体の伸びをけん引し、自然資本については減少の一途をたどっていることが確認できる。新国富全体ではプラスの成長が続いているが、世界平均では生産的基盤が損なわれておらず、弱い持続可能性を満たしていると言える。

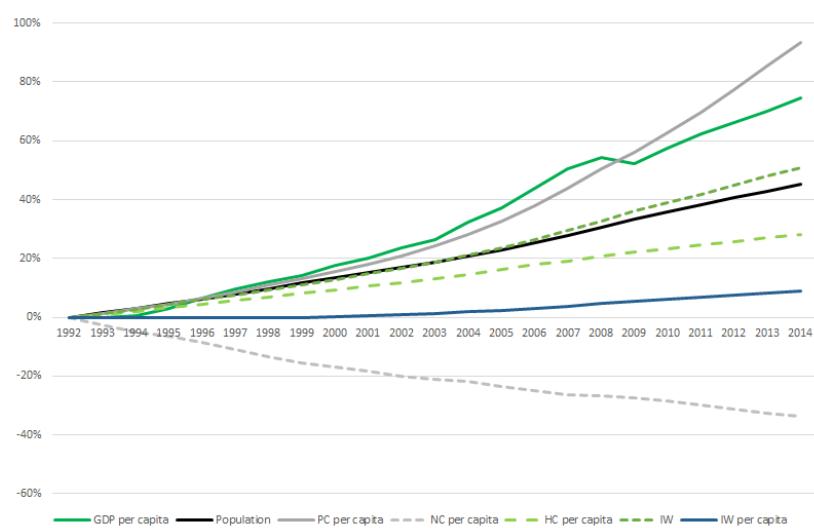


図 2 新国富、1 人当たり新国富、各資本、GDP、人口の累積成長率(世界、1992 年比)

しかしながら、自然資本の中でも、クリティカル自然資本と呼ばれる、人々の豊かさを維持するうえで不可欠な役割を果たし、他の種類の資本で代替できないものが存在することについては留意する必要がある。そのため、弱い持続可能性の立場に基づく新国富指標を用いて、国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。この点について、後述する「(4) 自然資本等の評価に向けたアンケート調査」で詳細に分析を行った。

(2) 人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化

計画以上の進行があり、日本と中国の新国富指標データベースの拡張を完了し 2017 年のデータベースを作成し、インドについても同様に 2017 年のデータベース作成をほぼ完了した。

日本、中国、インドの人的資本・人工資本・自然資本についてそれぞれ 2017 年のデータで推計を行い、集計した新国富指標が図 3 の通りである。日本、中国の両国において、2010 年のデータと同じく新国富の分布には、地域間の違いが見られる。中国においては、中国の人口分布の偏りを示す線として知られる東北部国境の黒竜江省黒河市と西南部国境の雲南省保山市騰衝市を結んだ線を境に東西間の格差が明確に確認できる。日本においては、海岸部と内陸部において新国富の分布の差が顕著であり、特に東京、大阪、名古屋を中心とする大都市地域を結ぶ太平洋ベルト地帯において分布密度が最も高くなっている。また、インドにおいては、沿岸部と内陸部において南北間での新国富の分布の差が顕著で、沿岸部に行けば行くほど新国富が高い水準で分布されていることを示す。加えて、国境近辺の北部でも新国富の高さを示す結果となっている。

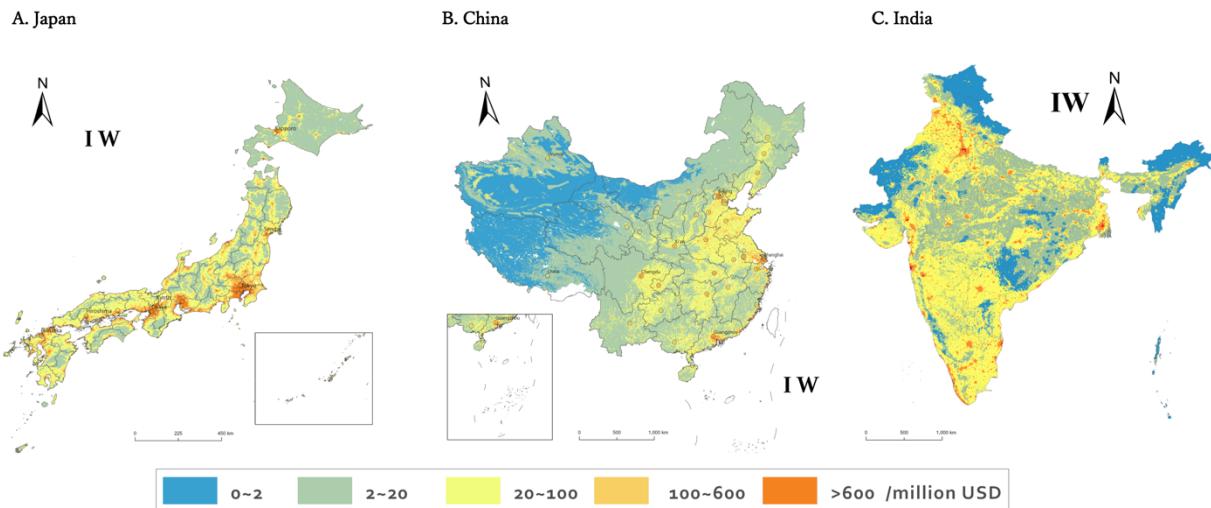


図 3 日本、中国、インドのグリッドレベルの新国富指標(2017)

(3) 地域詳細レベルでの資本変化の分析

平成 32 年実施予定であったが、日本と中国の人工資本・人的資本・自然資本の地域詳細レベルでのデータベースの拡張が計画より早く進んだため、2010 年と 2017 年のデータベースを用いて、日本、そして比較対象として中国の資本変化について分析を行った。図 4 は日本の新国富及び各資本の変化率を示したものである。日本と中国の比較から、2010 年から 2017 年にかけて中国と日本の富の差は縮小している。2010 年には、日本の新国富指標、人的資本、人工資本の密度は、それぞれ中国の 6.9 倍、7.4 倍、13.9 倍であつ

た。2017年には、この比率がそれぞれ5.9倍、6.0倍、7.4倍に縮まった。日本における自然資本の密度は、2010年には中国の60%に過ぎなかつたが、2017年には中国を僅かに上回っていることが確認された。

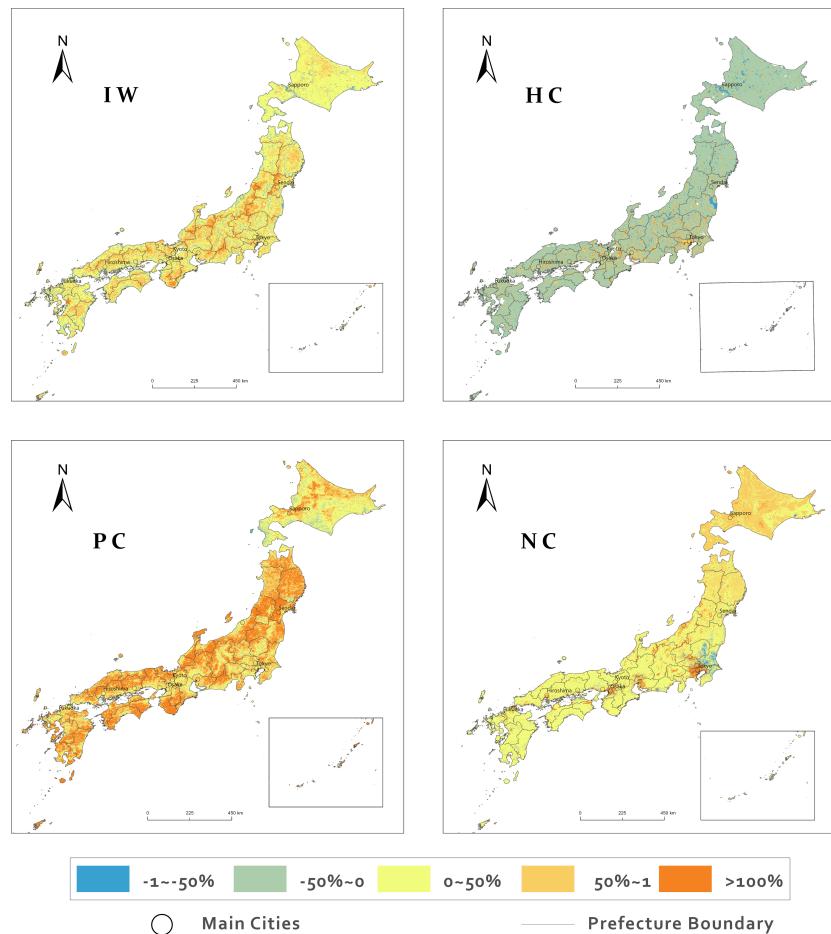


図4 2010年から2017年にかけての日本の新国富指標と各資本の変化

また、持続可能性の要因となる社会経済変数のさらに精緻な分析を行うために、地方自治体の財政支出が新国富指標及び各構成資本の伸びに与える効果について検討を行った。結果として、基礎自治体レベルでの教育投資が人的資本に与える影響はない可能性があることが分かった。さらに、土木費に代表される公共投資は人工資本を増加させる一方で自然資本を棄損するが、総じて新国富指標を増加させていることが示された。

最後に、地域詳細レベルでの資本変化が地価に与える影響について明らかにする試みとして、平成27年から平成30年に開発された福岡市内の共同住宅の開発効果を分析した。環境配慮効果を新国富指標で捉え、新国富指標の代理変数を用いて分析を試みた結果、自然資本と人的資本の代理変数は地価を説明しているが、人工資本の代理変数はあまり説明できていなかった。これらに加えて、最寄りの駅までの距離も地価の上昇を説明していたようだが、一方でそれだけでは捉えられない住環境の効果があることが示唆された。サンプルの中の一つである九州大学六本松キャンパス跡地開発地区の地価の上昇率は、モデルから推計される以上の値を示していることが判明した。九大六本松キャンパス跡地では、当初より住環境への配慮

をコンセプトに開発が進められており、このような住環境への配慮を十分に捉えきれていないことが原因にあると考えられる。そのため、今後新国富指標の推計をより精緻化し全物件について導出したうえで、さらに比較検討を進めることで地域詳細レベルでの資本変化が地価に与える影響について明らかにしていくことができると考えられる。

(4) 自然資本等の評価に向けたアンケート調査

前述の通り、新国富指標を用いて国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。そのため、日本全国で行ったアンケートデータを用いて、国内の自然資本の維持に対する人々の支払い意志額(WTP)を網羅的に推計し、各種の自然資本の WTP の決定要因およびその地域差を分析した。主たる結果として、表 2 に示されている通り、調査を行った 13 項目間では、WTP 推定値に大きな違いがみられる。中でも、天然林の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も高く、一方で藻場の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も低くなっている。海域の項目では、サンゴ礁の維持への WTP が最も高くなっている。

表 2 各種自然資本に対する平均 WTP 推定値

	平均 WTP (円/%/年)	
	Turnbull LBM	Kristrom mean
水田	1545.6	1655.5
畑	1524.2	1630.7
果樹園	491.1	532.0
牧草地	4037.2	4409.6
人工林	5115.3	5566.5
天然林	11774.6	12811.8
海岸防災林	5562.2	6057.4
サンゴ礁	5424.7	5898.7
マングローブ林	4699.2	5153.0
藻場	487.5	535.7
干潟	4981.6	5466.9
砂浜	5002.3	5465.4
漁場	5395.0	5883.8

最後に、地方自治体との共同研究プロジェクトとして福岡県久山町において ICT を活用した社会関係資本の向上に資する安全安心サービスを対象にサービス導入の事前・事後アンケートに基づく経済実験を行った。本プロジェクトにより、ICT を活用した見守りサービス(小学生や高齢者の位置情報を保護者や家族に届ける見守りサービス)の生活満足度アプローチで計算した社会的価値は 9,811,368 円と試算され、市民から高い評価を受けた本サービスについて、久山町政府から補助金が導入されることに繋がった。このように、地域の社会関係資本の向上に資する行政サービスやプロジェクトについて、価値評価を行うことによってエビデンスベースドの政策形成に繋がり、久山町含め福岡県宮若市等、新国富指標に基づいたエビデンスベースドの政策形成には大きな期待が寄せられている。

3. 対外発表等の実施状況

本年度の対外発表の実施状況は以下の通りである。

<ミーティング>

- 平成 30 年 7 月 19 日（木） 於：東京（環境省）
- 令和元年 7 月 19 日（金） 於：東京（環境省）
- 令和元年 10 月 7 日（月） 於：福岡（九州大学都市工学研究室）
- 令和元年 10 月 29 日（火） 於：福岡（九州大学都市工学研究室）
- 令和元年 11 月 11 日（月） 於：福岡（九州大学都市工学研究室）
- 令和元年 11 月 15 日（金） 於：東京（環境省）
- 令和元年 11 月 20 日（水） 於：福岡（九州大学都市工学研究室）
- 令和元年 12 月 6 日（金） 於：福岡（九州大学都市工学研究室）
- 令和元年 12 月 23 日（月） 於：福岡（九州大学都市工学研究室）

<メディア等公表> (11件)

China's annual comprehensive growth was 2% in boom era: new UN index, NIKKEI Asian Review 令和 1 年 12 月 8 日.

見えない価値の可視化 政策に一石, 日本経済新聞 令和 1 年 11 月 27 日.

中国「成長」5 分の 1 に 「負債」の直視、未来への責任, 日本経済新聞 令和 1 年 11 月 27 日.

新国富指標の意義語る, 佐賀新聞 令和 1 年 8 月 28 日.

九州電力 習い事をマッチング 福岡・久山町と実証開始, 電気新聞 令和 1 年 7 月 31 日.

宮若の小中一貫校 地元牛ステーキ給食, 毎日新聞 令和 1 年 6 月 27 日.

給食に宮若さんステーキ・米 小中一貫校 地産地消を市 PR, 朝日新聞 令和 1 年 6 月 27 日.

宮若産牛肉と米給食に 地産地消事業 ふるさと納税活用, 西日本新聞 令和 1 年 6 月 27 日.

現在の技術では許容範囲に抑えるのは難しい 自動運転の落とし穴、導入費がいくらなら普及？, 経済学者が読み解く現代社会のリアル, 東洋経済 6/29, pp.94-95.

新 GDP(新国富指標)で読み解く 道北地域の豊かさと持続可能性, あさひかわ新聞 令和 1 年 5 月 28 日.

市のユネスコ「創造都市ネット」認定目指し, 北海道新聞 令和 1 年 5 月 25 日.

<論文等発表>

書籍(3件)

Managi, S. (Eds.) 2019. "Wealth, Inclusive Growth and Sustainability." *Routledge*, New York, USA.

馬奈木俊介・中村寛樹・松永千晶, 2019. 『持続可能なまちづくり—データで見る豊かさ』中央経済社.

村上周三, 遠藤健太郎, 藤野純一, 佐藤真久, 馬奈木俊介, 事業構想大学院大学(編著), 2019. 『SDGs の実践 ~自治体・地域活性化編~』宣言会議.

論文(20件)

Chapman, A., H. Fujii, and S. Managi. 2019. "Multinational Life Satisfaction, Perceived Inequality and Energy Affordability", *Nature Sustainability* 2 (6): 508–514.

Managi, S. 2019. "Is Japan's Commercial Whaling Doomed?", *Nature* 573, 34.

Islam, M., K. Kanemoto, and S. Managi. 2019. "Growth Potential for CO₂ Emissions Transfer by Tariff Reduction", *Environmental Research Letters* 14 (2) 024011.

Tsurumi, T., A. Imauji, and S. Managi. 2019. "Relative Income, Community Attachment and Subjective Well-being: Evidence from Japan", *Kyklos* 72: 152–182.

Mitra, J., C. Wilson, S. Managi, P. Kler, P. Prayaga, and U. Khanal. 2019. "What Determines Whale Watching Tourists' Expenditure? A Study from Hervey Bay, Australia", *Tourism Economics* 25 (7): 1134-1141.

Fujii, H., and S. Managi. 2019. "Decomposition Analysis of Sustainable Green Technology Inventions in China", *Technological Forecasting & Social Change* 139:10-16.

Broadstock, D., S. Managi, R. Matousek, N.G. Tzeremes. 2019. "Does Doing 'Good' Always Translate into Doing "Well"? An Eco-efficiency Perspective", *Business Strategy and the Environment* 28 (6): 1199-1217.

Yamaguchi, R., and S. Managi. 2019. "Backward- and Forward-Looking Shadow Prices in Inclusive Wealth Accounting: An Example of Renewable Energy Capital", *Ecological Economics* 156: 337-349.

Hein, W., C. Wilson, B. Lee, D. Rajapaksa, H. Moel, W. Athukorala, and S. Managi. 2019. "Climate Change and Natural Disasters: Government Mitigation Activities and Public Property Demand Response", *Land Use Policy* 82: 436-443.

Sugiawan, Y., R. Kurniawan, and S. Managi. 2019. "Are Carbon Dioxide Emission Reductions Compatible with Sustainable Well-being?", *Applied Energy* 242: 1-11.

Tolliver, C., Keeley, A. R., and S. Managi. 2019. Drivers of green bond market growth: The importance of Nationally Determined Contributions to the Paris Agreement and implications for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 118643.

Islam, M., R. Yamaguchi, Y. Sugiawan, and S. Managi. 2019. "Valuing Natural Capital and Ecosystem Services: A Literature Review", *Sustainability Science* 14(1): 159–174.

Ikeda, S., and S. Managi. 2019. "Future Inclusive Wealth and Human Well-being in Regional Japan: Projections of Sustainability Indices based on Shared Socioeconomic Pathways", *Sustainability Science* 14(1): 147–158.

Rajapaksa, D., C. Wilson, and S. Managi. 2019. "Do Monetary and Non-monetary Incentives Influence Environmental Attitudes and Behavior? Evidence from an Experimental Analysis", *Resources, Conservation & Recycling* 149: 168-176.

Islam, M. and S. Managi. 2019. "Green Growth and Pro-Environmental Behavior: Sustainable Resource Management using Natural Capital Accounting in India", *Resources, Conservation & Recycling* 145: 126-138.

Takeda, S., A.R. Keeley., S. Sakurai, S. Managi, and C.B. Norris. 2019. "Are Renewables as Friendly to Humans as to the Environment?: A Social Life Cycle Assessment of Renewable Electricity", *Sustainability* 11(5), 1370

Managi, S., J. Wang, Z. Li, and L. Zhang. 2019. "Research Progress on Monitoring and Assessment of Forestry Area for Improving Forest Management in China", *Forestry Economics Review* 1 (1): 57-70.

Higa, K., R. Nonaka, T. Tsurumi, and S. Managi. 2019. "Migration and Human Capital: Evidence from Japan", *Journal of The Japanese and International Economies* 54: (forthcoming).

Kumagaya, J., and S. Managi. 2019. "Environmental Behavior and Choice of Sustainable Travel Mode in Urban Areas: Comparative Evidence from Commuters in Asian Cities", *Production Planning & Control* (forthcoming).

Jumbri, I. A., S. Ikeda, M. J., C. Saka, and S. Managi. 2019. " Inequality of Health Stock and the relation to National Wealth ", *International Journal for Equity in Health* (forthcoming).

4. 平成 31 年度の研究状況と成果(詳細)

第 1 章 持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析

本章では、新国富指標と持続可能性の位置付けについて整理したうえで、新国富指標の各資本の関係について明らかにする。そして、国内外で議論や構築が進められている持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標と新国富指標との関係について、国や自治体等の行政区域レベルでの関係を明らかにする。

持続可能性とは、1987 年にブルントラント委員会が公表した最終報告書 “Our Common Future” において定義されている通り、「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく、今日の世代のニーズを満たすような発展」である。また、持続可能性の評価については、資本の代替性、特に自然資本についての仮定に応じて 2 つの異なる概念が存在する。弱い持続可能性の考え方は、人工資本と自然資本の間に代替関係を認め、両資本を含む総資本の社会的価値の非減少を持続可能性の要件とする。一方で、強い持続可能性の立場は、ある種の自然資本については、人工資本との間の代替が不可能であるか非常に限定的であり、特に生態系に関しては一定規模を下回ると不可逆的に崩壊する恐れもあるため、他とは独立してそれ自体を維持する必要があるとされている(Neumayer, 2003)。

新国富指標は人工資本、人的資本、自然資本から構成され、経済成長に関する全ての資本ストックを織り込んだ人々の福祉に関する指標であり、「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく」という持続可能性の考え方にも合致しており、持続可能な発展の必要条件を満たす指標である。そして、新国富指標は、自然資本と人工資本が代替可能であることを仮定する代替可能性パラダイムを認め、持続可能性の分類においては、弱い持続可能性の立場に基づく指標であると言える。この場合、富の総量を各資本の線形指數として表すことができるため、統合指標で持続可能性を評価できるということになる(Dasgupta, 2001)。しかし、強い持続可能性の立場からは、自然資本の代替不可能性、不可逆性を考えると、弱い持続可能性の立場に立つ新国富指標と福祉は連動しないことになる。そのため、自然資本の動きだけに注目した分析も合わせる必要がある。

この前提を踏まえ、新国富指標と、国内外で議論や構築が進められている豊かさや幸福度に関する指標との関係について、表 3 に示されている各種指標を対象に分析を行った。

表 3 各種指標の概要とデータ出所

指標名	概要	データ出所
GDP per capita	一人当たりの国内で生産された財とサービスの付加価値の合計額	国際通貨基金 (IMF)
Human Development Index: HDI	各国の保健、教育、所得における達成度	国際連合 (UN)
World Happiness Report	世論調査をベースとした主観的幸福度	国際連合 (UN)
Green Growth Indicators: GGI	土地利用や CO2 生産性、イノベーション等を考慮し経済成長と環境圧力のバランスについて各国をランク付けした環境成長指標	経済協力開発機構 (OECD)
Embodied Emission: EE	貿易や消費に体化した CO2 の排出量を推計したもの	イオーラ (Eora)

まず始めに一人当たりGDPと新国富指標について、1990年から2014年までの各国の一人当たりGDPと一人当たり新国富の平均成長率の関係を見ると、図5が示すように、両者に明確な相関は見られない。一人当たりGDPの平均成長率がプラスとなっている国の中には、新国富の平均成長率がマイナスとなっている国が多くあり、特にカタールやクウェートといった資源国においてその傾向が顕著である。

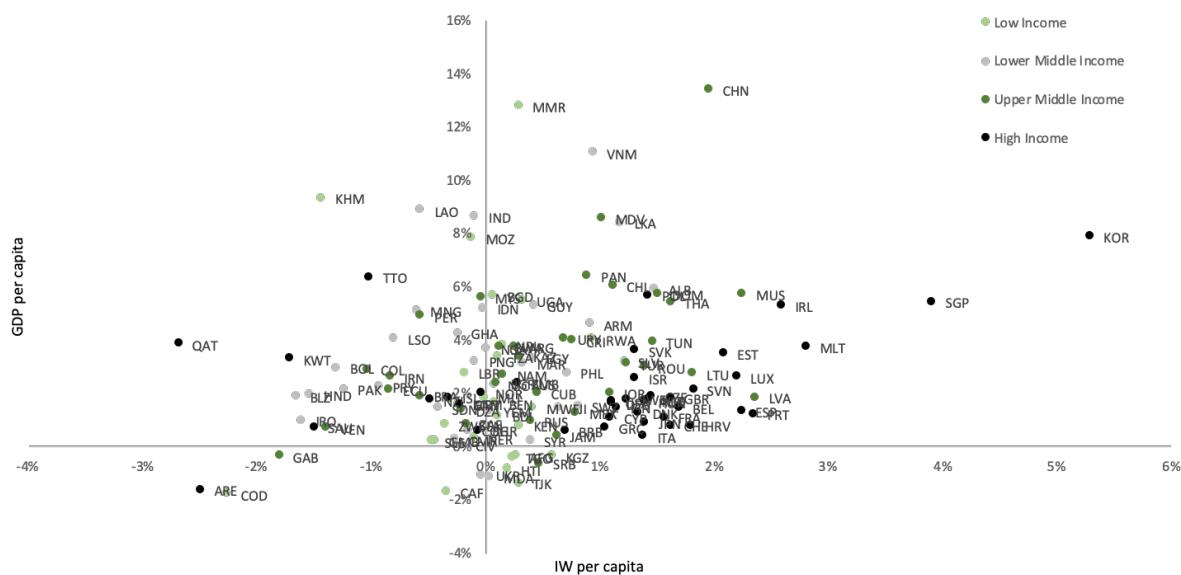


図5 一人当たりGDPと一人当たり新国富の平均成長率(1990~2014)

GDPに代表される経済指標を越えた包括的な開発指標の構築の先駆けとなった指標の一つとして、1990年に始まった人間性開発指数(HDI)が挙げられる。HDIは健康、教育、生活水準といった社会的人的資本をより多く考慮した画期的評価基準であるが、環境については考慮に入れられていない。HDIと新国富指標の関係について、各国の1990年から2014年までのHDIと一人当たり新国富の平均成長率の関係を見てみると、図6が示す通り両者に明確な相関は見られない。一人当たり新国富の平均成長率がマイナスとなっている国が多くあるにも関わらず、HDIの平均成長率では140カ国中139ヶ国においてプラスの成長となっている。さらに低・中所得国に着目すると、負の相関関係が見られることからも、HDIは持続可能性を正しく評価出来ているとは言い難い。

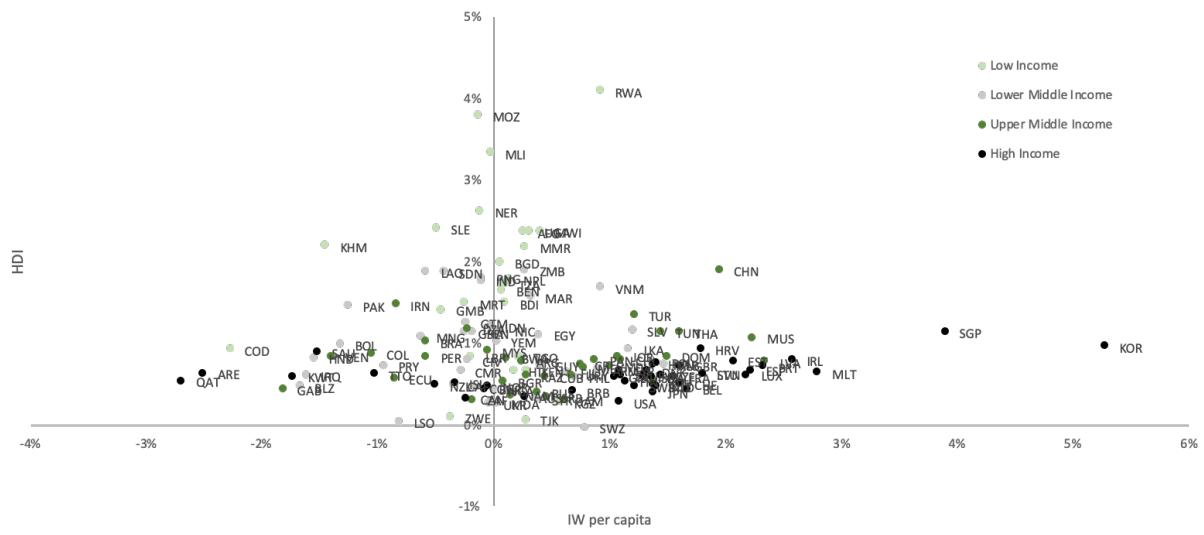


図 6 HDI と一人当たり新国富の平均成長率(1990~2014)

次に、国際連合の持続可能開発ソリューションネットワークが発行する幸福度指標と新国富指標の関係について、1990 年から 2014 年までの一人当たり新国富と 2013 年から 2015 年までの幸福度の平均成長率の関係を見てみると、両者に明確な相関が見られないことが示される（図 7）。

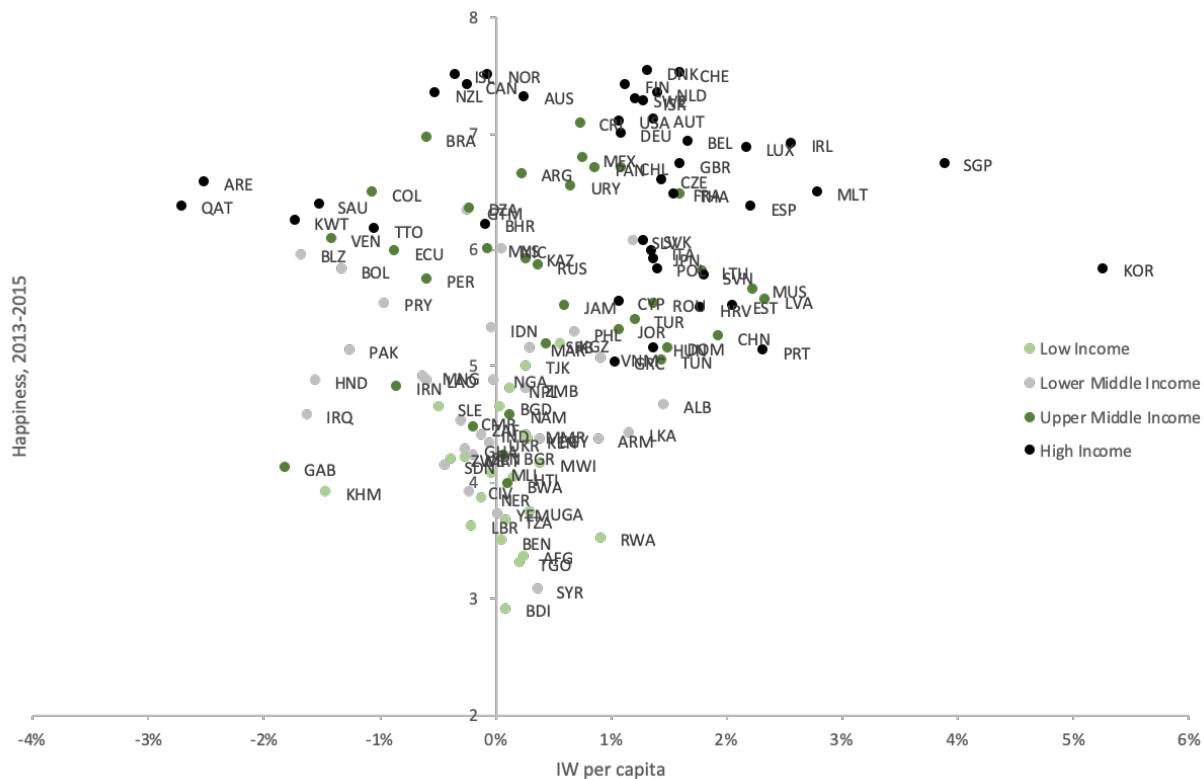


図 7 一人当たり新国富の成長率(1990~2014)と幸福度(2013~2015)

また、OECD が発行する土地利用や CO2 生産性等を考慮した環境成長指標である GGI と新国富指標との関係について、OECD 加盟国平均値を用いて両者の関係を経年で見ると、新国富指標の成長と GGI の成長には乖離があることが確認される（図 8）。これは、新国富指標が経済成長に関係する全ての資本ストックを織り込んだ人々の福祉に関する指標である一方で、GGI は土地利用や CO2 生産性等、特に環境負荷に係る項目のみを対象に算出されている指標であり、福祉を生み出す生産基盤の持続可能性を評価するには限界がある指標であるからと考えられる。しかし、GGI の中から CO2 生産性を抽出し、主要 CO2 排出国のそれと新国富指標の関係を見ると、特にアメリカ、フランス、オーストラリア、韓国についてはある程度の連動性も確認できる（図 9）。

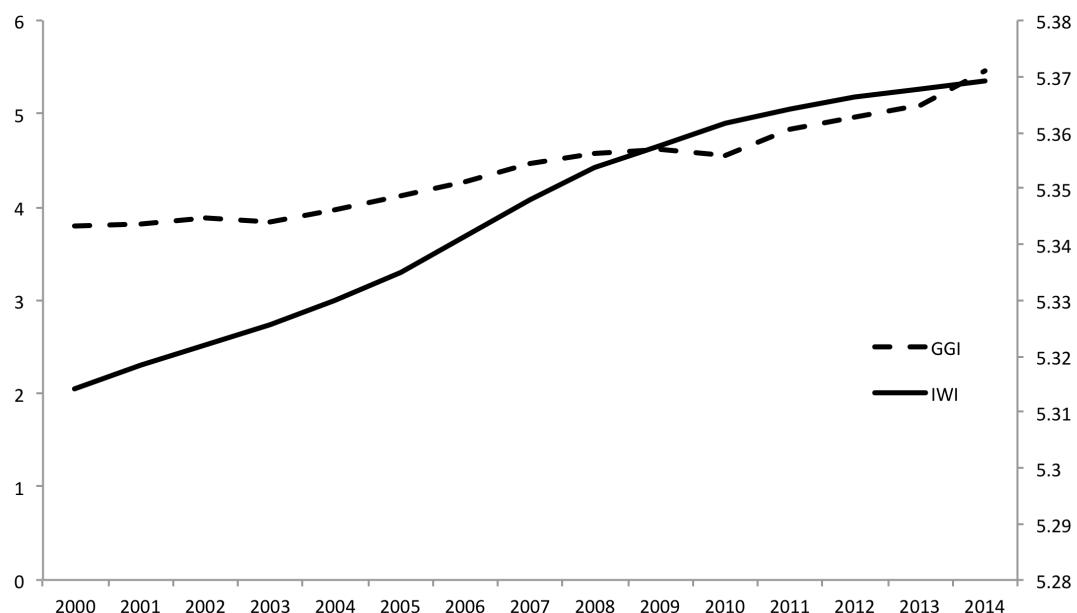


図 8 新国富指標と GGI の関係(2000-2014) *縦軸左側は GGI、右側は NWI 対数値

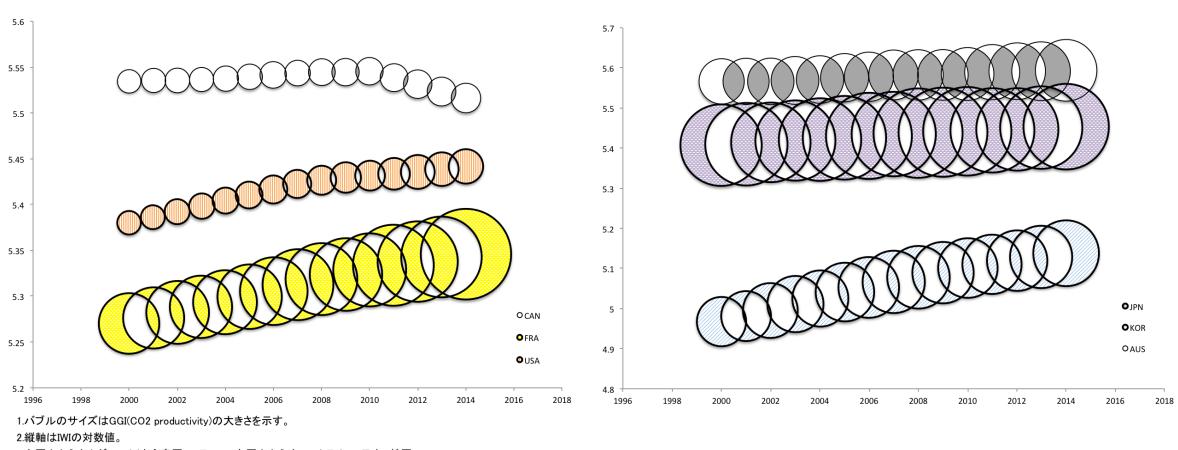


図 9 主要 CO₂ 排出国の新国富指標と GGI の関係(1996-2018)

また、Eora の MRIO (multi-region input-output table)の satellite account より CO₂ の項目を抽出して作成した、消費や貿易に体化した Embodied CO₂ Emission (EE)と新国富指標との関係について、OECD 加盟国平均値を用いて確認すると、両者には明確な相関関係は見られない(図 10)。特に 2007 年から 2009 年にかけての EE の下落に見られるように、EE は貿易に大きく左右される指標でリーマンショック等世界経済の影響を大きく受けるため、新国富指標とは連動性が低くなっていると考えられる。

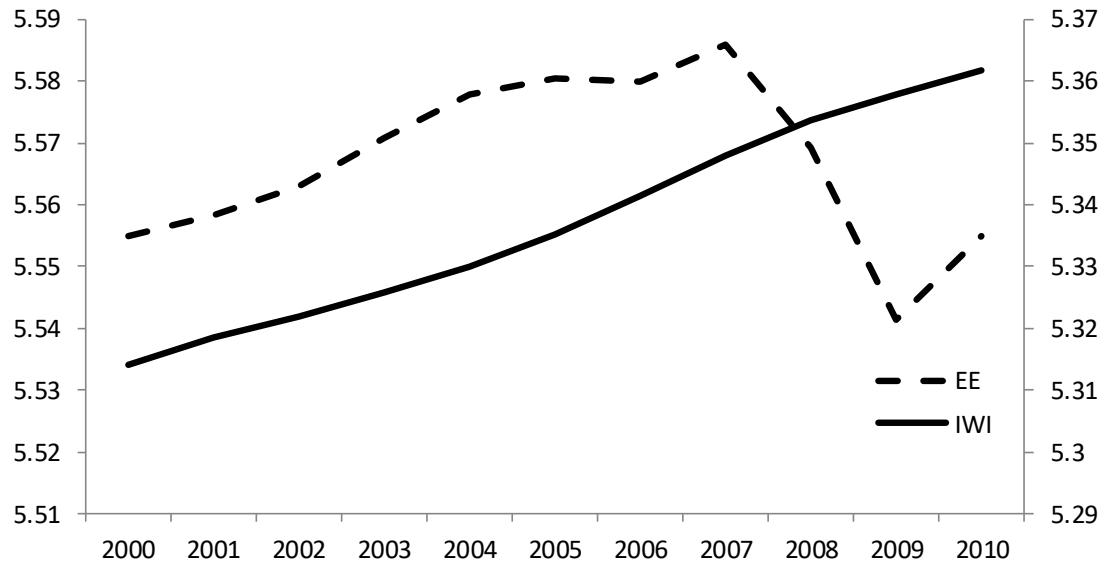


図 10 新国富指標と EE の関係(2000-2010) *縦軸左側が EE の対数値、右側が IWI

新国富指標と幸福度の関係について国レベルでの比較だけでなく、より詳細なレベルで両者の関係を明らかにするために、日本全国 30 万人を対象に実施した幸福度についてのアンケート結果と新国富指標の関係について分析を行った。

アンケートにより得られた幸福度のデータを市町村毎にまとめ、2015 年の各市町村の一人当たり新国富との関係を見ると、図 11 が示す通り、国レベルでの比較と同様に両者に明確な相関は見られない。しかし、自然資本と幸福度の関係に着目すると新たな関係性が明らかになる。図 12 は 2015 年の各市町村の一人当たり自然資本と幸福度の関係を示している。ここで着目すべきは、自然資本の水準の差が幸福度に差を生むわけではないが、一人当たり市町村所得の上位 50%と下位 50%を比較すると、所得が低く自然資本の水準が高い自治体は、自然資本の水準が低く所得が高い自治体と同程度の幸福度が得られているという点である。

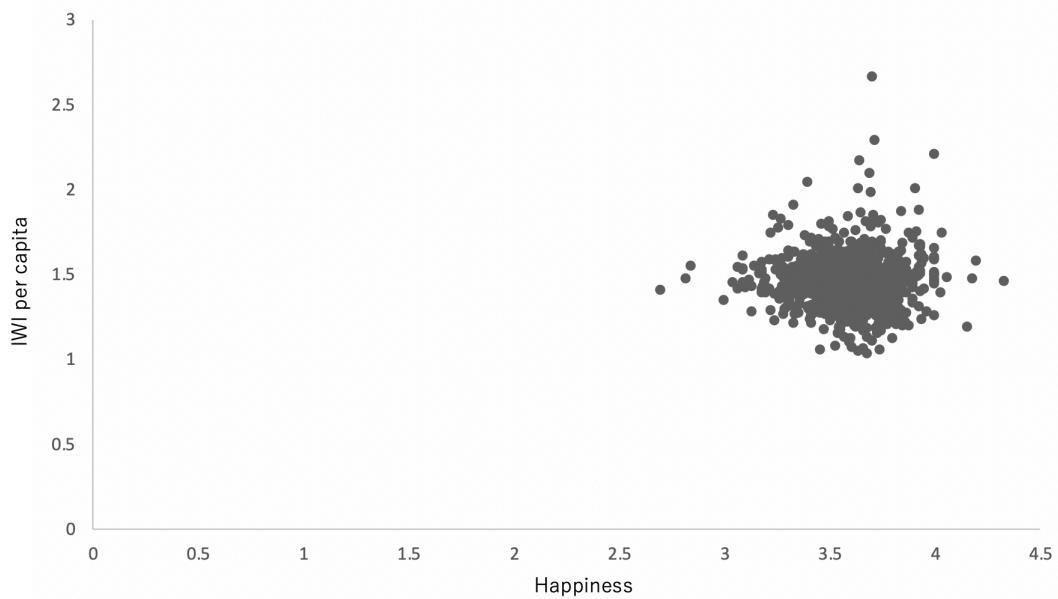


図 11 市町村レベルでの一人当たり新国富(2015)と幸福度

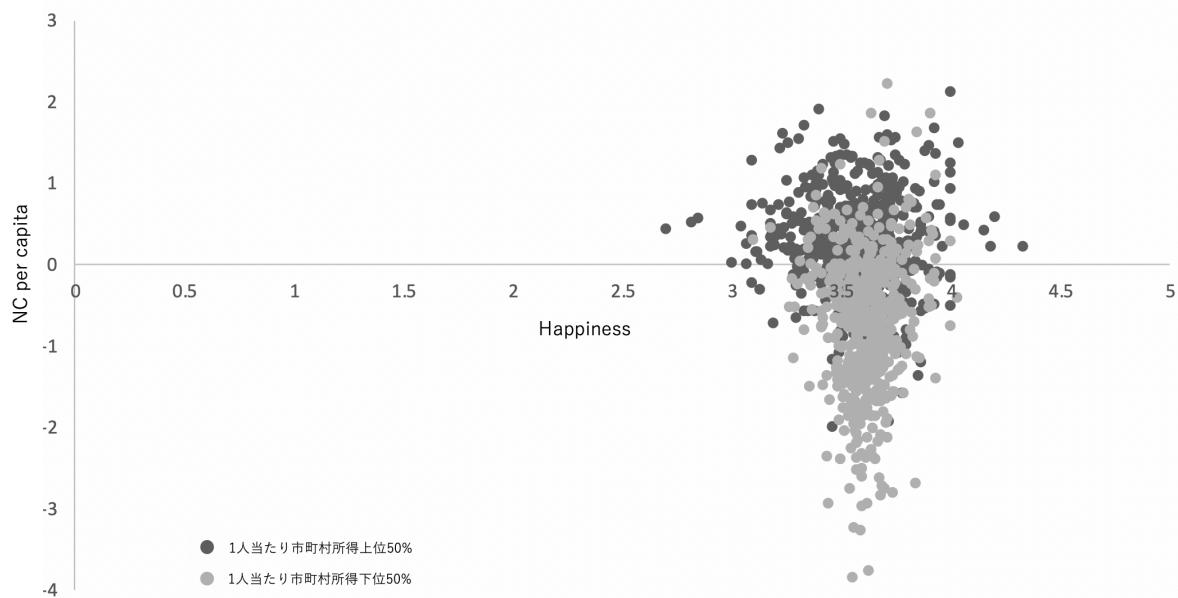


図 12 市町村レベルでの一人当たり自然資本(2015)と幸福度

また、新国富指標の各資本間の関係について、図 13 は 2015 年における日本の市町村別の各資本のデータを用いて自然資本と人工資本・人的資本の関係を示したものである。縦軸は 2015 年の一人当たり人工資本(PC)と人的資本(HC)の和の対数値で、横軸は自然資本(NC)の対数値である。自然資本は人工資本と人的資本の和に対して負の相関を示しており、両者の代替を示唆している。

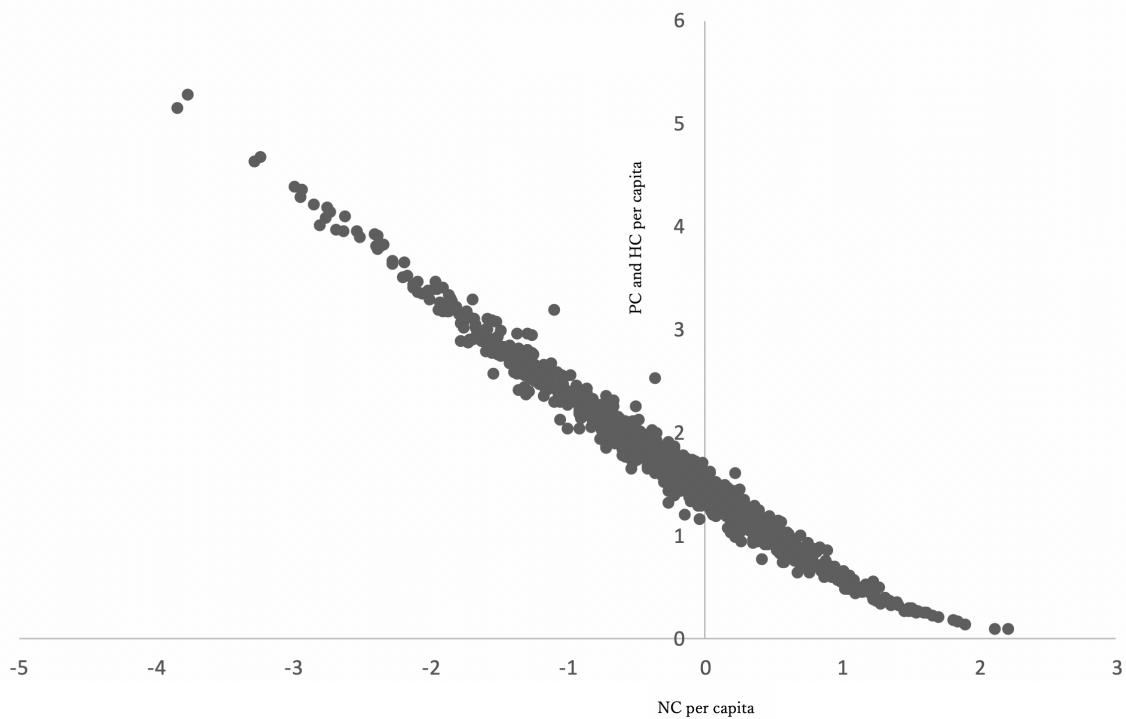


図 13 自然資本と人工資本・人的資本の関係

最後に、国レベルでの新国富指標と各資本の関係について、世界 140 カ国の各資本を集計し、1992 年を参照年として 1 人当たりの各資本の成長率を比べると（図 14）、人工資本の伸びが新国富全体の伸びをけん引し、自然資本の減少が足を引っ張っていることがわかる。新国富全体ではプラスの成長が続いている、世界平均では生産的基盤が損なわれておらず、弱い持続可能性を満たしていると言える。

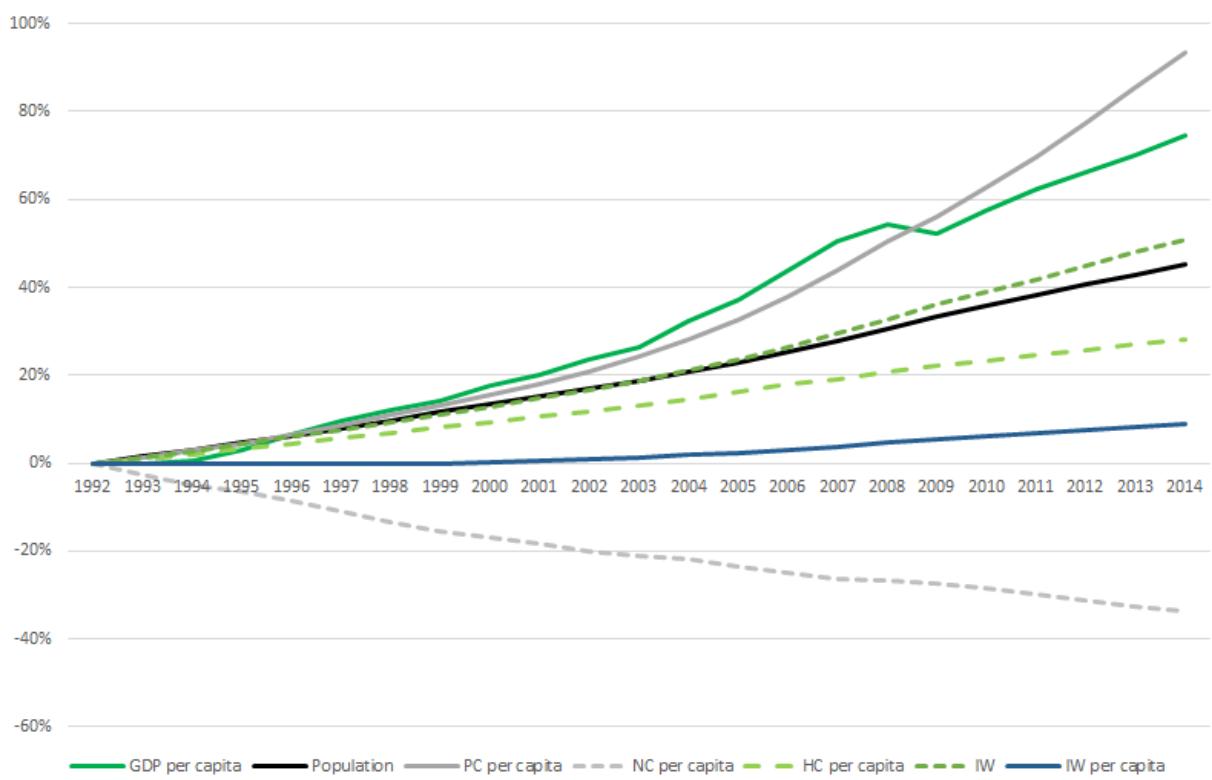


図 14 新国富, 1人当たり新国富, 各資本, GDP, 人口の累積成長率（世界, 1992 年比）

しかしながら、自然資本の中でも、クリティカル自然資本と呼ばれる、人々の豊かさを維持するうえで不可欠な役割を果たし、他の種類の資本で代替できないものが存在することについては留意する必要がある。そのため、弱い持続可能性の立場に基づく新国富指標を用いて、国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。この点については、「(4) 自然資本等の評価に向けたアンケート調査」で詳細に議論を行っている。

第2章 人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化

第1節 はじめに

環境・経済・社会の持続可能性を、国単位より詳細なレベルでとらえることの重要性が近年認識されるようになってきている。例えば、中央環境審議会「第五次環境基本計画(案)」において、地域における自然資本・人工資本・人的資本を持続可能な形で最大限に活用し、地域内における環境配慮型の投資・消費を活性化させていくことが重要とされている。このような方向性で政策を推進するためには、市町村単位、あるいはより詳細な地理的区分レベルでの状況把握が必要である。

この章では、日本と、比較対象として中国、インドの約 900m 四方の解像度での新国富データの拡張及び構築を行う。このデータは、上で述べたような地域内での持続可能性の観点からみて効率的な政策立案の上で活用されるものとして想定している。また、副産物として、このような詳細なレベルでのデータを提供することで持続可能性の要因となる社会経済変数の、さらに精緻な分析を可能にする。

以下では、まずデータ構築の方法を述べ、続いて得られたデータベースに基づいて日本、そして比較対象として中国、インドの新国富がどのように分布しているかを概観する。

第2節 方法

Arrow et al. (2011)のモデルに従い、新国富指標の枠組みを簡単に説明する。現在応用されている枠組みでは、新国富指標 IW は

$$IW = P_{HC} \times K_{HC} + P_{PC} \times K_{PC} + P_{NC} \times K_{NC}$$

と表される。ここで、 K_{HC} 、 K_{PC} 、 K_{NC} はそれぞれ人的資本(HC)、人工資本(PC)、自然資本(NC)の資本ストックであり、 P_{HC} 、 P_{PC} 、 P_{NC} はそれぞれ人的資本、人工資本、自然資本のシャドウ価格である。人的資本の算出には、人口、死亡率、労働力、教育などを性別・年齢別に計算に用いている。人工資本は、産業用資産である、機械、工場や種々のインフラを継続記録法によって価値を計算している。自然資本の計算については、IWR 2018 では森林のみを算入しているが、ここでは対象を拡張し、重要な自然資本である生態系の価値も計算に含む。

生態系*i*の年次*t*における価値 ESW_{it} は、次のように定義される。

$$ESW_{it} = \int_t^{\infty} P_{is} (Q_{is} r_{is}) e^{\delta s} ds$$

ここで、 r_{it} は生態系*i*の総面積のうち利用される面積の割合、 δ は割引率、 Q_{it} は生態系*i*の総面積、 P_{it} は生態系*i*のシャドウ価格である。応用の際には、Ecosystem Service Valuation Database (ESVD)から取得できる一年当たり面積当たり金銭価値を用いることが多く、ここでもそれに従う。空間的に明示的な生態系の推計値は、Li et al. (2016, 32)の地表データを用いる方法によってマッピングを行う。また、生物群の金銭価値は de Groot et al. (2012, 37)に従い ESVD から取得する。

グリッドごとの新国富指標の計算枠組み

これまで、IWR 2018 など、新国富指標の計算は国単位での計算がほとんどであった。いくつかの資本項目については、これらのより広い地域に対し計算された新国富を約 900m 四方のグリッドにダウンスケールす

るアプローチを取る。そのために、ダシンメトリック法という手法を用いる。この手法は空間補間法として広く使われている手法で、補助的データを用いてより粗い区分あるいはグリッドで得られている変数をより細かい区分あるいはグリッドに案分する方法である。例えば、ある変数 K を案分する場合には、補助的データを用いて細かい区分 j ごとのウェイト w_j を計算し、グリッド n におけるその変数を

$$K_n = \frac{K}{\sum_j w_j} w_n$$

として計算する。

図 15 は、グリッドごとの新国富指標の計算枠組みの概要を図示したものである。人的資本と人工資本については、都道府県レベルのデータが利用可能であり、国単位のデータを用いるよりも案分の精度が良いためそちらを利用する。自然資本については国単位のデータを用いる。再生可能資源については、上述の通り地表データと生態系データベースを組み合わせて推計を行う。化石燃料・鉱物はすでに 900m 四方のグリッドのデータがあるため、それらは単に最後に集計する。全ての価値は本年の米ドル基準に換算している。またグリッドは緯度によってサイズが異なるため、その調整も行っている。下では各資本の詳細について説明する。

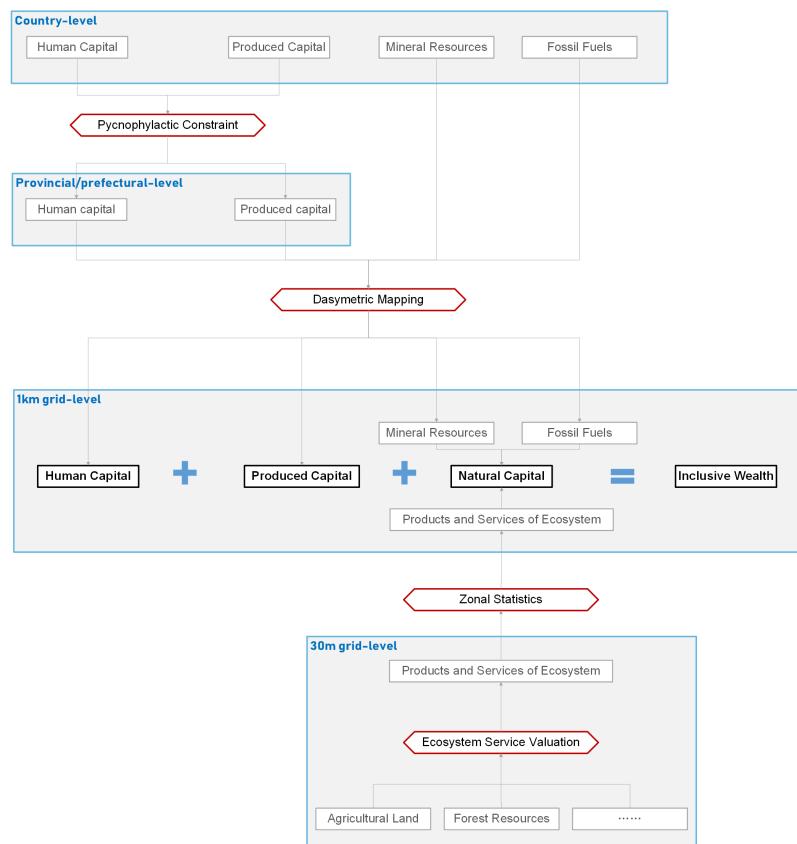


図 15 グリッドごとの新国富指標の計算枠組み

人的資本

IWR に従い、まず中国の、22 省・5 自治区・4 直轄市の計 31 の一級行政区と、日本の 47 都道府県、インドの全 36 州に対し人的資本を計算する。必要なデータは各国の統計局から取得した。その後、国全体の総計が IWR の結果と整合するように調整を行う。行政区画内のグリッド間で、性別・年齢・労働力の分布が共通であるという近似的な仮定を置いた上で、上述の案分に用いるウェイトとして、コロンビア大学社会経済データ応用センターの作成したグリッド人口データの第4版を用いる。

人工資本

まず、人的資本同様に行政区画ごとに人工資本を計算し、国全体の総計と整合するよう調整を行う。ダシンメトリック法のウェイトとして、人工光度という変数を作成する。最初に、地表データにより「人工物に覆われた地表 (artificial surface)」に分類されたグリッドと、そうでないグリッドに分類する。後者の人工光度は 0 とする。前者については、アメリカ海洋大気庁環境情報センター作成の衛星画像データの夜間光度を人工光度とする。

自然資本

化石燃料・鉱物については、IWR の国単位のデータをダシンメトリック法によってグリッドに案分する。原油・天然ガスについては、ベクター形式のデータをハーバード大学の地理分析センターから取得し、石炭は中国に関しては Dai et al. (2012, 44)、日本のデータは地質調査総合センター提供の、インドについては、中央政府および州政府の統計局によって公表された情報を元にこれも同様にベクター形式のデータを用いる。これを 900m 四方のグリッド上のデータに変換し、ウェイトとする。

鉱物については、地質調査総合センターの提供するアジア全体の鉱物資源の緯度経度情報をグリッド上のデータに変換する。埋蔵資源の中心部の緯度経度の周辺に分布すると仮定して、円に含まれるグリッド上に資源量を案分して変換を行う。資源量が少・中・多の3段階で記録されているため、それに応じて埋蔵量を設定する。この埋蔵量をウェイトとする。

再生可能資源については、Globeland30 という 30m 四方のグリッドデータが利用可能である。このデータ内では、熱帯林、温帯林、亜寒帯林やマングローブを区別しないため、ここでは北回帰線より南の森林を熱帯林、北を温帯林・亜寒帯林として近似している。マングローブは特に価値が高いため区別することが望ましく、米国地質調査部のマングローブ分布データにより特定する。最後にこれを zonal statistics 法により 900m 四方のグリッドに集計し直しウェイトとする。

第3節 結果

地理的分布

図 16 から図 18 にかけて、日本、そして比較対象として中国とインドの 2017 年時点の新国富指標と人的

資本、人工資本、自然資本の分布が図示されている。2017 年の日本及び中国の各都道府県、各省の新国富指標とその構成については付録を参照されたい。各資本の分布を確認すると、まず中国においては、中国の人口分布の偏りを示す線として知られる東北部国境の黒竜江省黒河市と西南部国境の雲南省保山市騰衝市を結んだ線（黒河・騰衝線）を境に、特に新国富指標・人的資本・人工資本において東西間の格差が明確に確認でき、新国富指標・人的資本・人工資本において人口と同様東部に偏っていることが見られる。一方、自然資本については黒河・騰衝線の東西でほぼ等しく分布している。これらの分布から、地勢や気候条件といった、人口分布を規定する要因が新国富指標・人的資本・人工資本にも影響していると推測される。

インドにおいては、沿岸部と国境近辺の北部地域において高い水準での新国富の分布が見られるのに対し、内陸部では低水準に止まっている。その理由として考えられるのが、急速な経済発展のせいで、沿岸部および国境近辺の地域におけるインフラ・工場・機械整備の進行だけでなく教育・医療サービスの発展が考えられる。また、農業および畜産業が現時点で十分発達しておらず、採掘技術も低水準で化石燃料や鉱物の採掘およびその利用が限られたものでしかないので、新国富指標・人的資本・人工資本に比べ自然資本の分布が全体的に低水準なものとなっている。

日本の新国富指標及び各資本の分布を確認すると、新国富指標・人的資本・人工資本の集中が沿岸部に見られ、特に東海道・山陽新幹線あるいは太平洋ベルトに沿って集中度が高い。中国とインドとの対比で特徴的なことは、人的資本が大きな偏りなく全国に分布していることである。また、日本、中国、インドの資本の分布から見られる傾向として、都市においては人的資本・人工資本が高くなり、自然資本が低くなることが挙げられる。

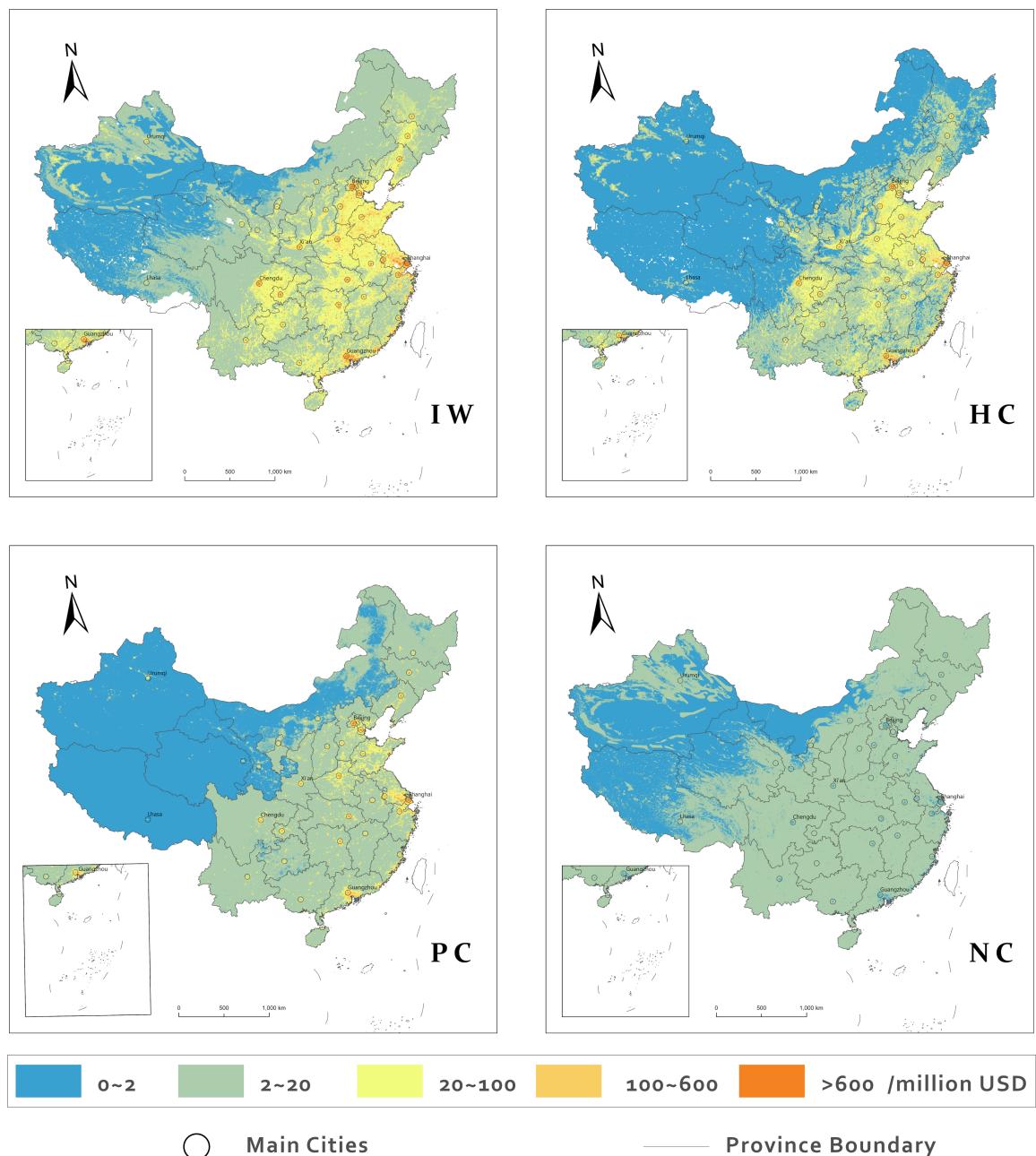


図 16 中国の新国富指標及び各資本の分布

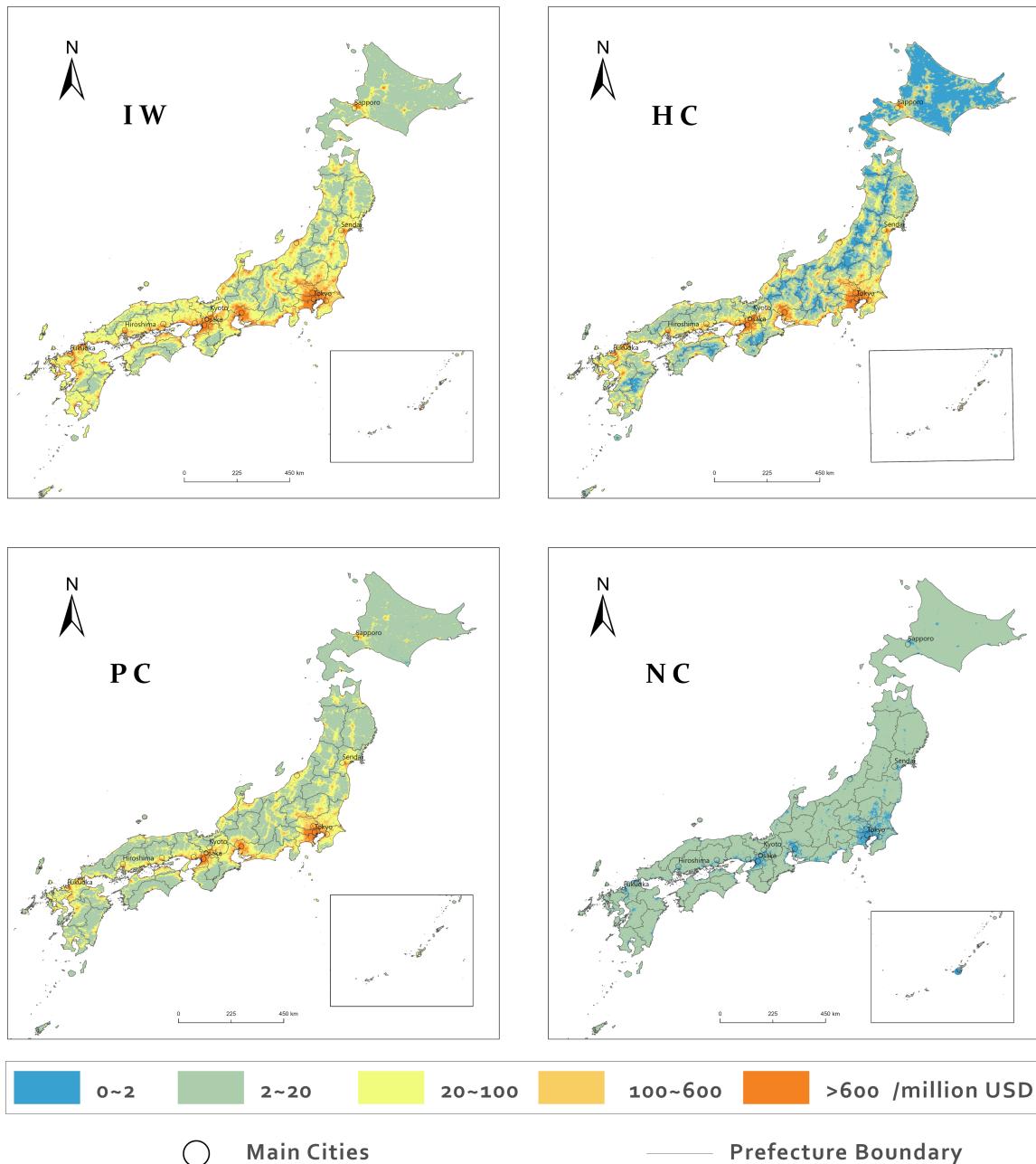


図 17 日本の新国富指標及び各資本の分布

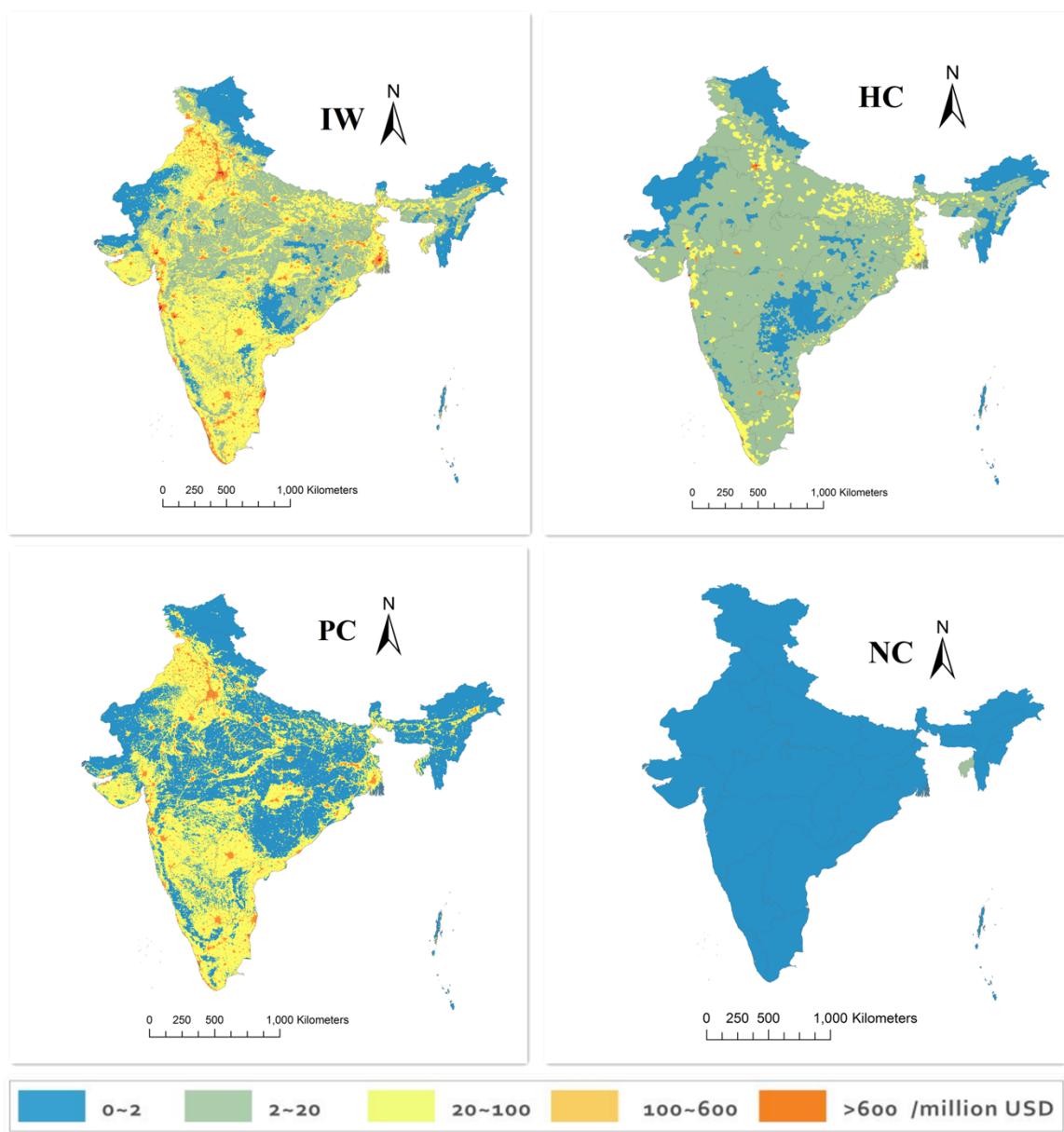


図 18 インドの新国富指標及び各資本の分布

各資本の分布と都市中心部からの距離の関係

上述の通り、日本、中国、インドの資本の分布から、都市においては人的資本・人工資本が高くなり、自然資本が低くなる傾向が確認された。人口と経済活動は都市部に集中していることから、都市部の各資本について、都市中心部から離れるにつれて各資本の分布がどのように変化するかについて明らかにすることは重要である。

図 19 は、北京を例として、都市中心部を中心として 18 の同心円を 2km 間隔で描いた物であり、都市中心部からの距離と共に新国富指標の分布が変化する様子が観察できる。このように、代表的な都市において

て都市中心部からの距離と共に各資本の分布密度がどのように変化するかを明らかにすることを目的に、日本と中国を対象に、それぞれ 14 と 36 の都市を例として抽出して分析を行った。

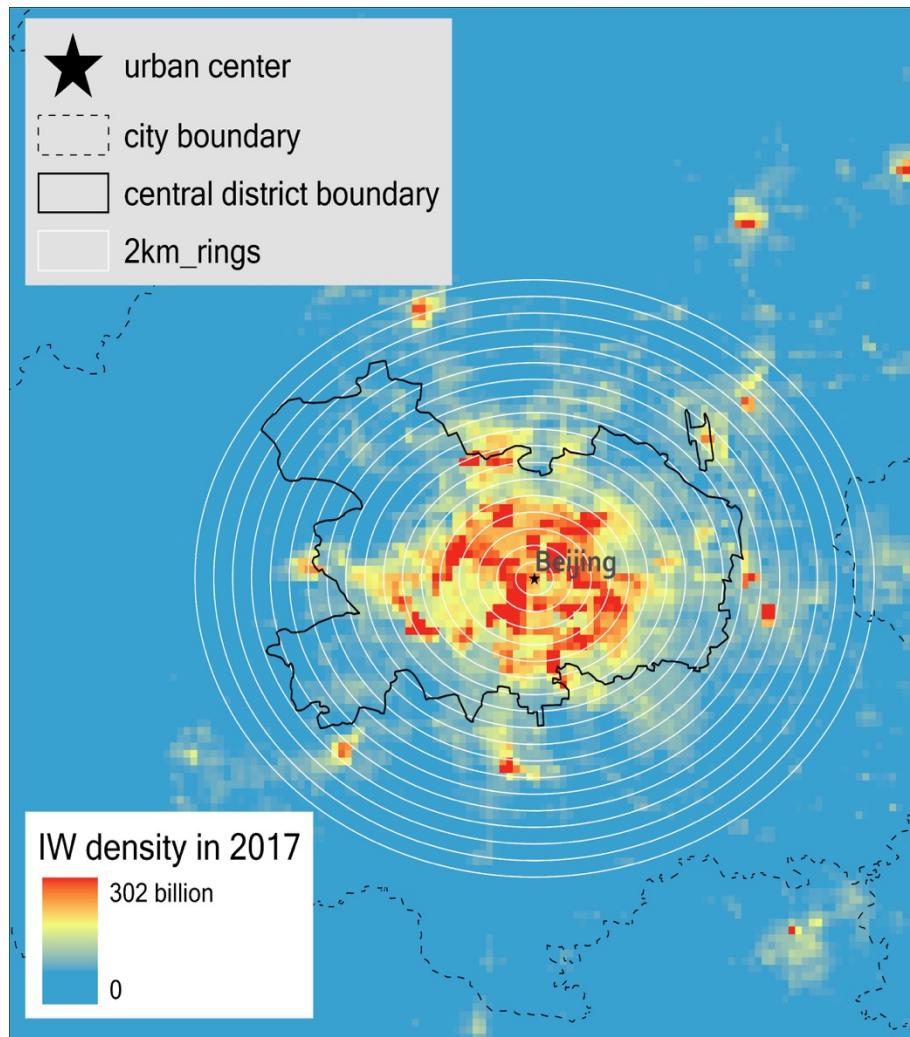


図 19 北京における 2km 間隔の輪と新国富指標の分布

図 20 及び図 21 は、日本と中国の 14 と 36 の代表的都市における都市中心部からの距離と新国富指標、人的資本、人工資本の密度を示している。これらの図から、新国富指標、人的資本、人工資本の密度は都市中心部からの距離と共に減少する事が明らかであり、ほとんどの都市において、都市中心部からの距離が 10km となる地点までに密度の急速な下落が見られる。しかし、とりわけ東京や大阪、名古屋といった大都市においては、新国富指標、人的資本、人工資本の密度の下落は、その他の都市に比べて緩やかに下落しており、都市の規模によって新国富指標、人的資本、人工資本と都市中心部からの距離との関係が異なる事が確認できる。

図 22 及び図 23 は日本と中国の 14 と 36 の代表的都市における都市中心部からの距離と自然資本の密度の関係を示している。自然資本の密度と都市中心部からの距離との関係は、新国富指標、人的資本、人工資本のそれとは逆のことが言える。自然資本は都市中心部においては僅かであり、都市中心部から離れると共に増加する事がほとんどの都市について確認できる。

都市中心部からの距離と共に新国富、人的資本、人工資本が減少し、自然資本が増加する傾向は、無限に続く訳ではない。図 20 から図 23 で見られる傾向として、都市中心部からの距離に伴う自然資本の増加が少なくなり始める距離において、新国富の密度の変化も少なくなる事が挙げられる。図 24 は福岡と北京の例を示しており、福岡に関しては、その距離は 18km であり、北京においては 34km である。この距離は都市から農村地域へと変わる地点を示唆していると同時に、その都市の規模を表している数値であるとも解釈できる。実際に、北京は福岡よりも明らかに大きい値を示している。

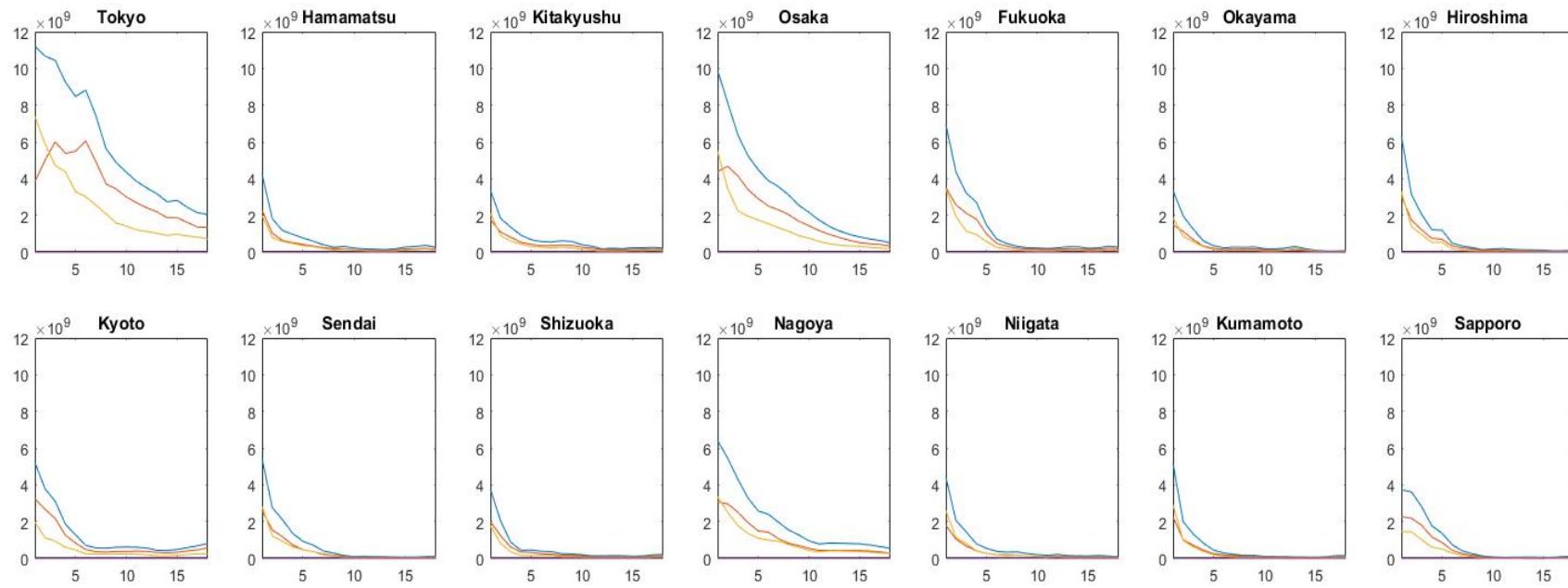


図 20 2017 年の日本の代表的都市の新国富(IW)/人的資本(HC)/人工資本(PC)の密度と都市中心部からの距離

注: X 軸は都市中心部への距離(km)を二分の一スケールで表しており、Y 軸は富の密度を表している。IW; 赤線は HC; 黄線は PC をそれぞれ表している。

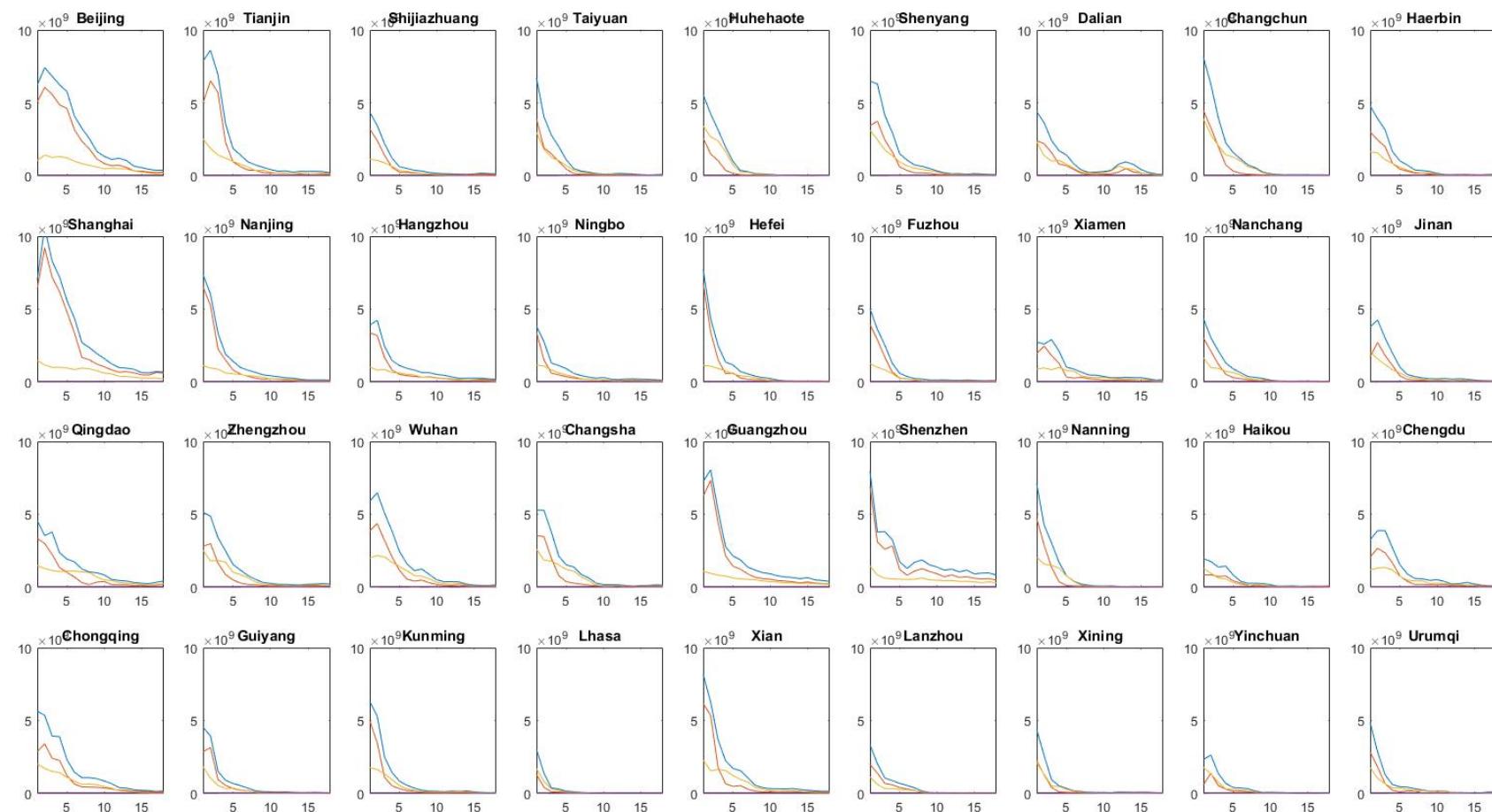


図 21 2017 年の中国各都市の新国富(IW)/人的資本(HC)/人工資本(PC)の密度と都市中心部からの距離

注: X 軸は都市中心部からの距離(km)を二分の一スケールで表しており、Y 軸は富の密度を表している。IW;赤線は HC;黄線は PC をそれぞれ表している。

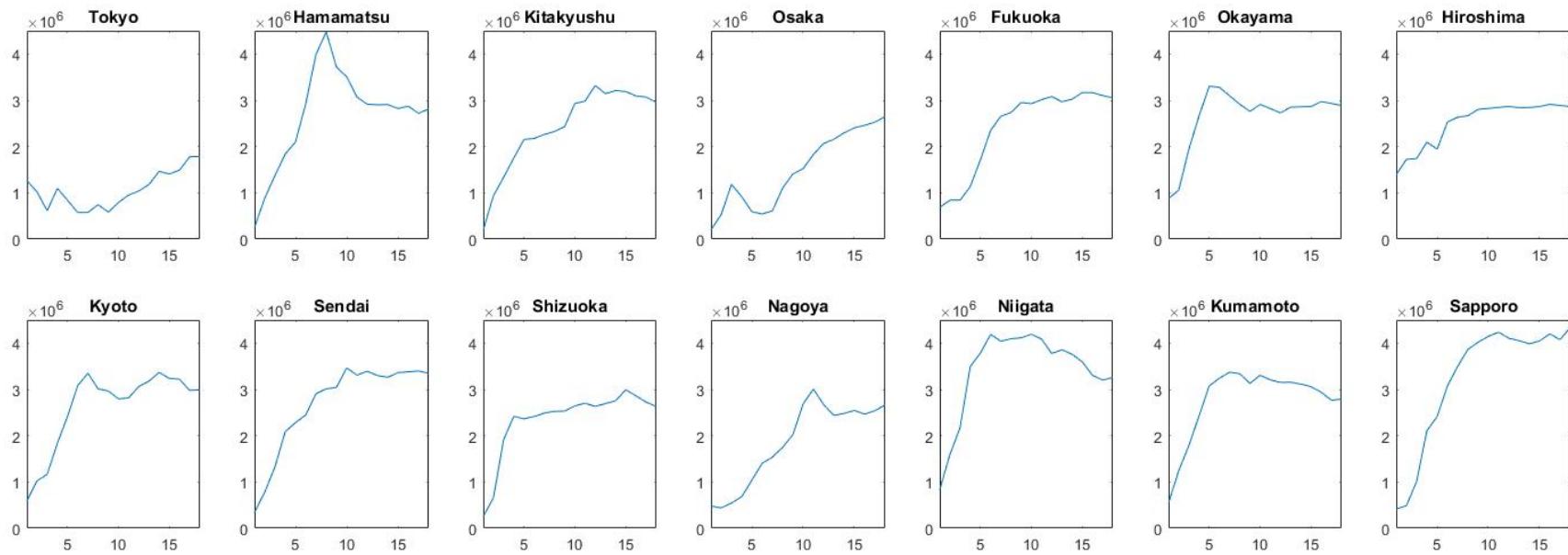


図 22 2017 年の日本各都市の自然資本(NC)の密度と都市中心部からの距離

注: X 軸は都市中心部への距離(km)を二分の一スケールで表しており、Y 軸は富の密度を表している。

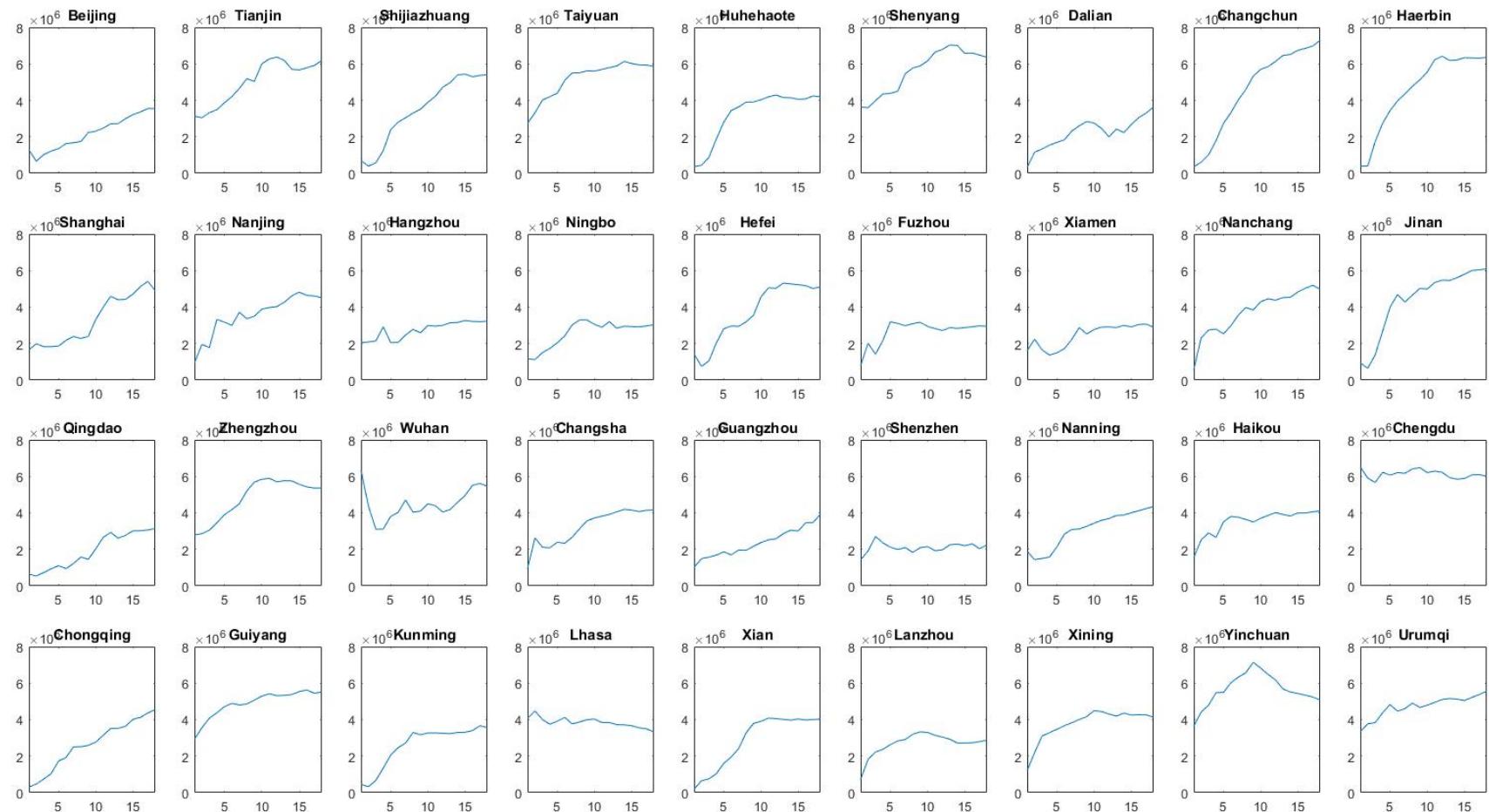


図 23 2017 年の中国各都市の自然資本(NC)密度と都市中心部からの距離の関係

注: X 軸は都市中心部への距離(km)を二分の一スケールで表しており、Y 軸は富の密度を表している。

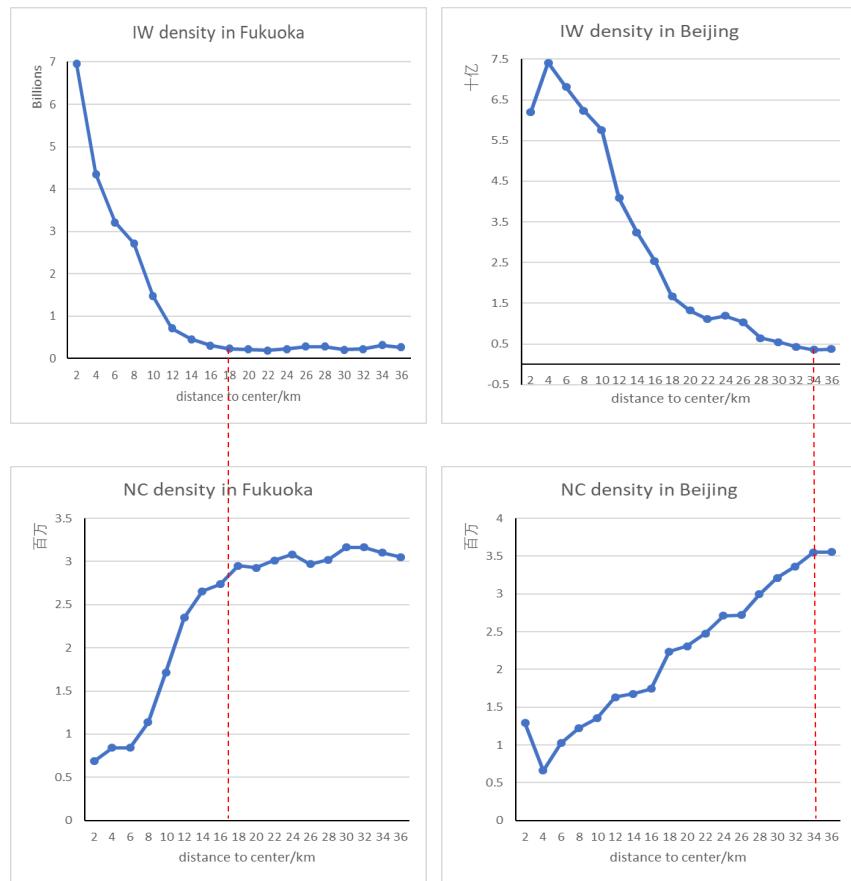


図 24 新国富指標と自然資本の密度と都市中心部からの距離の関係 – 福岡と北京の例

第3章 地域詳細レベルでの資本変化の分析

第1節 はじめに

本章では、地域における自然資本・人工資本・人的資本を持続可能な形で最大限に活用し、地域内における環境配慮型の投資・消費を活発化させていくことが重要とされている中で、市町村単位、あるいはより詳細な地理的区分レベルでの各資本の変化、そして各資本が開発事業や公共投資と言った要因によってどのような影響を受けているかについて行った分析について述べる。

まず、本章の第2節では、平成30年度の研究で作成した日本と中国の2010年の人工資本・人的資本・自然資本の地域詳細レベルでのデータベースと、本年度構築した2017年の両国のデータベースを用いて、両国の資本変化について分析を行った結果について述べる。

第3節では、持続可能性の要因となる社会経済変数のさらに精緻な分析を行うために、日本全国の市を対象として、それぞれの市の予算(歳出)の内訳と新国富指標の変化の関係について分析を行った結果について述べる。

最後に第4節では、地域詳細レベルでの資本変化が地価に与える影響について明らかにする試みとして、福岡県福岡市に位置する六本松地区における、九州大学六本松キャンパス跡地の再開発事業を対象にケーススタディを実施する。

第2節 日本と中国における地域詳細レベルでの資本変化の分析

図25及び図26は、日本と中国それぞれに関する2010年から2017年にかけての新国富指標と各資本の変化率(%)を示している。

図25及び図26から、中国西部における高原地帯の一部を除いて、日本と中国の殆どの地域における新国富指標はプラスの成長となっている。各資本の中でも特に人工資本は、両国において最も増加している。しかしながら、日本と中国の二国間においては大きな違いも確認できる。中国においては、殆どの地域において人的資本が僅かに増加している一方、自然資本は僅かに減少している。日本においては、殆どの地域で自然資本が増加している一方、東京などの大都市地域を除いた殆どの地域において人的資本が僅かに減少している。これらは、中国における開発が、特に化石燃料や鉱物資源等の自然資本を犠牲として行われている一方で、鉱物資源に乏しい日本においては近年の環境保護策の強化により自然資本を可能な限り損なうことのない開発が行われていることを示唆している。

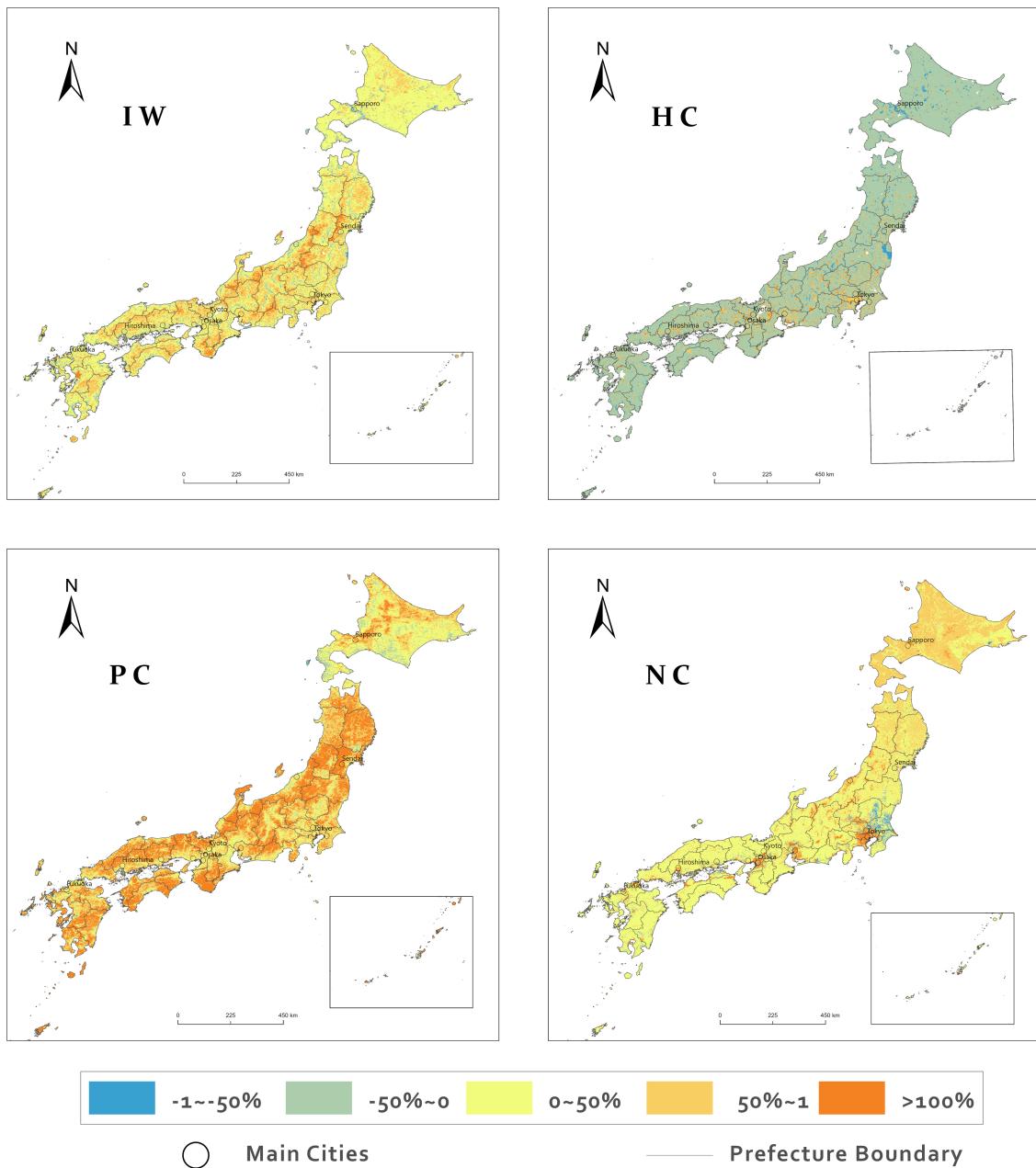


図 25 2010 年から 2017 年にかけての日本の新国富指標と各資本の変化

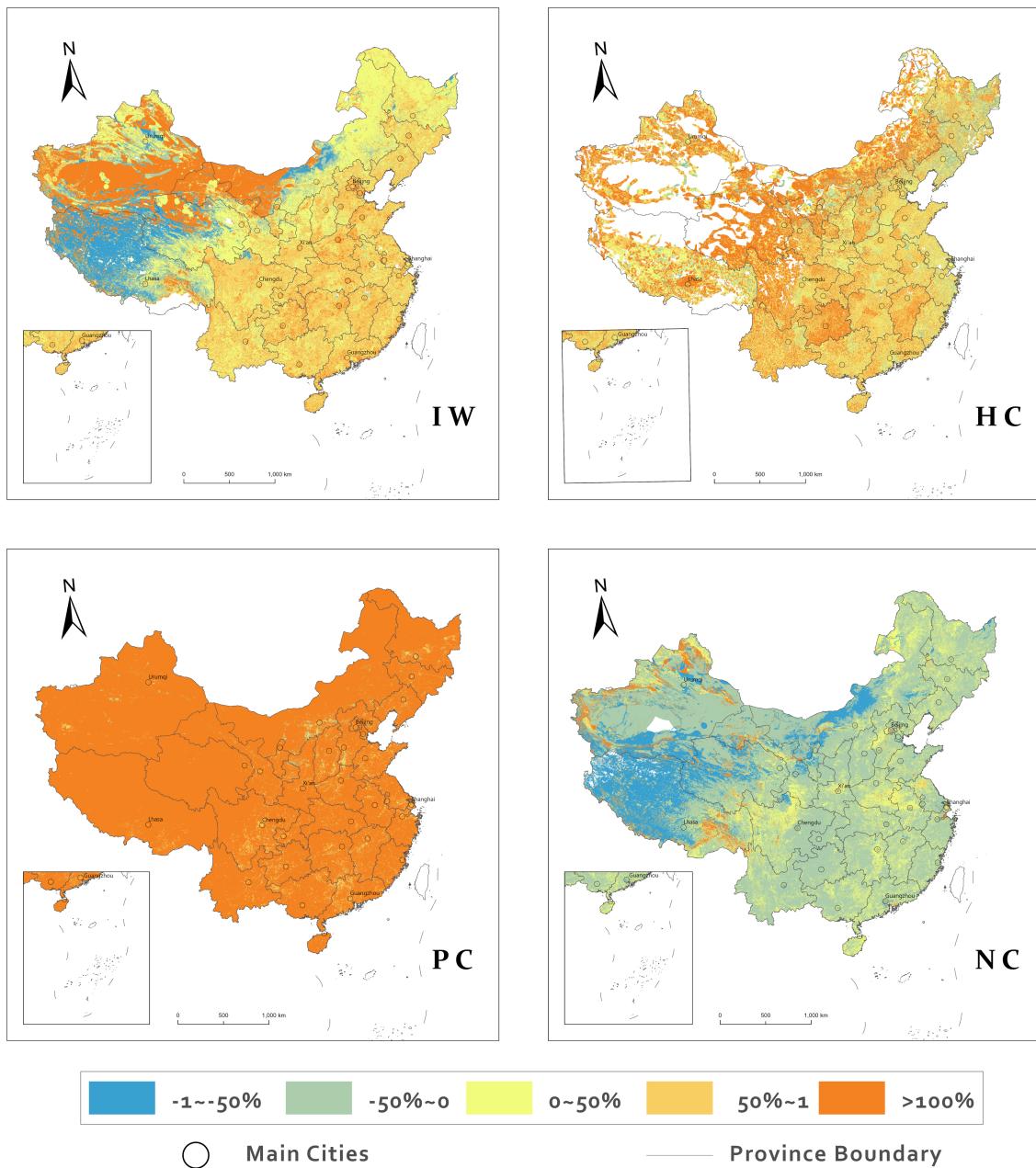


図 26 2010 年から 2017 年にかけての中国の新国富指標と各資本の変化

日本と中国両国の資本変化についてより詳細に確認するために、日本の各都道府県を本州、北海道、九州、四国 の4つの主要な地域に分け、中国の各省を中国東部(EC)、中国中部(MC)、中国北東部(NEC)、中国西部(WC)の4つの地域分けた結果について表 4 から表 6 に示している。それぞれグループ分けされた地域の位置と範囲については図 27 に示している。

表 4 と表 5 から分かる通り、2010 年から 2017 年にかけて中国と日本の富の格差は縮小している。2010 年には、日本の新国富指標、人的資本、人工資本の密度は、それぞれ中国の 6.9 倍、7.4 倍、13.9 倍であ

った。2017 年には、この比率がそれぞれ 5.9 倍、6.0 倍、7.4 倍に縮まった。これは、新国富指標、人的資本、人工資本について中国は日本と比べより速い成長を遂げたことを意味する。しかしながら、ここでその背景にある要因について一歩踏み込んで見ていく必要がある。例えば、「一人当たり人的資本」は人的資本において人口以外の要因を反映している。これらの要因には、教育水準、労働福祉等が含まれる。表 6 からも分かる通り、中国における人的資本の密度は一人当たり人的資本よりも速く成長している一方、日本においては逆の現象が起きている。このことは、中国における人的資本の成長は主に人口増によって成し遂げられているのに対し、日本における人的資本の成長は主に人的な福祉の改善によって成し遂げられていることを示唆している。さらに、日本における自然資本の密度は、2010 年には中国におけるそれの 60% に過ぎなかつたが、2017 年には中国を僅かに上回った。これは、日本における自然資本が増加している一方で中国においては減少していることによる。



図 27 中国と日本における異なる地域

表 4 2010 年の異なる地域における新国富指標とその構成

地域	面積	人口	IW			HC				PC				NC			
			密度	最大	一人当り	密度	最大	一人当り	構成比%	密度	最大	一人当り	構成比%	密度	最大	一人当り	構成比%
中国	946.2 1	1344.67	17.09	22115.45	120.28	10.41	21701.43	73.25	60.90	3.04	10197.80	21.4 2 0	17.8	3.66	193.61	25.78	21.44
日本	37.94	126.41	118.8 7	18274.72	356.79	74.77	8643.18	224.41	62.90	41.74	15698.48	125. 27 1	35.1	2.26	30.70	6.80	1.90
EC	87.34	509.33	69.56	22115.45	119.29	49.24	21701.43	84.43	70.78	15.82	10197.80	27.1 2 4	22.7	4.61	121.29	7.91	6.63
MC	97.21	358.85	32.34	10185.10	87.59	21.83	9927.66	59.12	67.50	5.89	4149.67	15.9 6 2	18.2	4.64	112.24	12.58	14.36
WC	670.6 2	366.36	7.80	14665.39	142.83	3.78	14581.72	69.18	48.44	0.89	7296.53	16.3 1 2	11.4	3.16	193.61	57.82	40.48
NEC	91.03	110.13	18.92	11389.32	156.41	9.82	11259.54	81.15	51.88	3.69	7240.61	30.5 4 2	19.5	5.47	115.60	45.19	28.89
四国	1.83	3.96	74.28	4446.49	343.17	48.06	2416.08	222.02	64.70	24.15	2905.23	111. 57 1	32.5	2.07	7.18	9.58	2.79
本州	23.19	102.44	159.1 9	18274.72	360.42	99.75	8643.18	225.84	62.66	57.00	15698.48	129. 04 0	35.8	2.20	14.20	4.99	1.38
九州	4.25	14.52	108.9 7	8745.58	319.19	69.54	5897.05	203.68	63.81	37.17	4816.34	108. 89 1	34.1	2.27	30.70	6.66	2.09
北海道	8.67	5.49	25.40	4381.98	400.90	16.11	3171.65	254.19	63.40	6.83	2697.62	107. 77 8	26.8	2.47	15.96	38.94	9.71
北京	0.14	11.72	1620.	14323.34	197.15	1335.8	13992.02	162.55	82.45	282.43	1871.61	34.3	17.4	1.83	10.02	0.22	0.11

			12			5							7	3			
上海	0.19	16.76	1774.09	22115.45	199.05	1471.34	21701.43	165.09	82.93	300.49	2215.82	33.71	16.94	2.21	10.77	0.25	0.12
東京	0.18	13.06	2816.15	18274.72	387.33	1671.49	6864.15	229.90	59.35	1141.68	15698.48	157.03	40.54	0.82	5.29	0.11	0.03
大阪	0.19	8.69	1579.44	9086.02	341.63	1027.94	6233.26	222.34	65.08	548.92	6921.10	118.73	34.75	1.23	5.99	0.27	0.08

注:「密度」とは全ての格子の平均値(格子解析された富の密度)を指す;「最大」とは全ての格子の最大値(格子解析された富の密度)を示す;単位は「1平方キロメートル当りの2017年百万国際ドルのこと。「一人当たり」とは当該地域における全人口によって平均された富を指す;単位は「一人当たり2017年千国際ドルのこと。「構成比%」とは各資本の新国富(IW)に対する比率(%)を意味する。

表5 2017年の異なる地域における新国富指標とその構成

地域	面積	人口	IW			HC			PC			NC					
			密度	最大	一人当たり	密度	最大	一人当たり	構成比%	密度	最大	一人当たり	構成比%	密度	最大	一人当たり	構成比%
中国	946.21	1390.08	27.74	30039.06	188.80	16.24	29367.35	110.52	58.54	8.42	10271.36	57.31	30.35	3.09	152.95	21.03	11.14
日本	37.94	124.96	164.33	25655.39	498.93	98.75	11407.89	299.82	60.09	62.33	19513.85	189.25	37.93	3.17	28.51	9.63	1.93
EC	87.34	534.31	120.05	30039.06	196.24	74.81	29367.35	122.29	62.32	41.19	6974.48	67.34	34.31	4.24	78.08	6.93	3.53
MC	97.21	369.46	56.16	15777.47	147.76	34.56	15337.36	90.94	61.55	17.18	6691.49	45.21	30.59	4.41	74.12	11.61	7.86
WC	670.62	377.42	11.38	19852.78	202.20	6.19	19722.60	109.91	54.36	2.72	5002.12	48.28	23.88	2.49	152.95	44.31	21.91
NEC	91.03	108.89	29.32	16888.55	245.11	14.51	16751.89	121.35	49.51	9.88	10271.36	82.58	33.69	5.00	74.98	41.83	17.06
四国	1.83	3.76	91.64	5706.43	445.86	52.52	3010.59	255.55	57.32	36.28	2695.10	176.53	39.59	2.83	10.45	13.77	3.09
本州	23.19	101.65	223.70	25655.39	510.43	135.37	11407.89	308.88	60.51	85.14	19513.85	194.26	38.06	3.04	12.89	6.94	1.36
九州	4.25	14.26	141.46	12250.77	421.97	83.32	7331.22	248.53	58.90	55.29	5434.96	164.92	39.08	2.89	28.51	8.63	2.05
北海道	8.67	5.30	31.98	4554.52	523.11	18.06	3465.08	295.38	56.47	10.21	2015.70	167.01	31.93	3.72	13.85	60.91	11.64

北京	0.14	12.93	2865.09	23657.15	315.94	2222.56	22773.99	245.09	77.57	640.49	3305.53	70.63	22.35	2.04	11.93	0.23	0.07
上海	0.19	17.53	2616.38	30039.06	280.70	2000.06	29367.35	214.58	76.44	613.66	3928.33	65.84	23.45	2.43	10.73	0.26	0.09
東京	0.18	13.57	4653.82	25655.39	615.90	2895.38	11407.89	383.18	62.22	1754.52	19513.85	232.20	37.70	1.56	7.98	0.21	0.03
大阪	0.19	8.66	2280.95	15095.23	495.23	1484.11	9007.13	322.22	65.07	793.21	11562.13	172.22	34.78	1.72	8.88	0.37	0.08

注:「密度」とは全ての格子の平均値(格子解析された富の密度)を指す;「最大」とは全ての格子の最大値(格子解析された富の密度)を示す;単位は「1平方キロメートル当りの2017年百万国際ドル」のこと。「一人当たり」とは当該地域における全人口によって平均された富を指す;単位は「一人当たり2017年千国際ドル」のこと。「構成比%」とは各資本の新国富(IW)に対する比率(%)を意味する。

表 6 2010年から2017年にかけての異なる地域における新国富指標とその構成の変化

地域	人口	IW			HC			PC			NC		
		人口	密度	一人当たり	密度	一人当たり	構成比%	密度	一人当たり	構成比%	密度	一人当たり	構成比%
中国	3.38	62.26	56.96	55.97	50.87	-3.88	176.64	167.60	70.49	-15.68	-18.43	-48.03	
日本	-1.15	38.24	39.84	32.08	33.61	-4.46	49.34	51.07	8.03	40.00	41.63	1.28	
EC	4.90	72.58	64.51	51.93	44.83	-11.96	160.43	148.26	50.91	-8.00	-12.30	-46.69	
MC	2.96	73.67	68.68	58.36	53.82	-8.81	191.60	183.23	67.91	-5.00	-7.73	-45.30	
WC	3.02	45.84	41.57	63.68	58.89	12.23	204.95	196.01	109.10	-21.06	-23.37	-45.87	
NEC	-1.13	54.94	56.71	47.84	49.53	-4.58	167.36	170.41	72.55	-8.48	-7.43	-40.93	
四国	-5.04	23.37	29.92	9.30	15.10	-11.41	50.25	58.23	21.79	36.55	43.80	10.68	
本州	-0.78	40.52	41.62	35.71	36.77	-3.43	49.37	50.54	6.30	38.08	39.16	-1.74	
九州	-1.80	29.82	32.20	19.82	22.02	-7.70	48.73	51.45	14.56	27.35	29.68	-1.90	
北海道	-3.51	25.90	30.48	12.12	16.20	-10.94	49.54	54.98	18.77	50.92	56.41	19.87	
北京	10.35	76.85	60.26	66.38	50.77	-5.92	126.77	105.51	28.23	11.83	1.34	-36.77	
上海	4.58	47.48	41.02	35.93	29.98	-7.83	104.22	95.28	38.48	10.04	5.22	-25.38	
東京	3.93	65.25	59.01	73.22	66.68	4.82	53.68	47.87	-7.00	89.25	82.10	14.52	
大阪	-0.37	44.42	44.96	44.38	44.92	-0.03	44.50	45.05	0.06	39.81	40.34	-3.19	

注:「密度」とは全ての格子の平均値(格子解析された富の密度)を指す;「最大」とは全ての格子の最大値(格子解析された富の密度)を示す;単位は「1平方キロメートル当りの2017年百万国際ドル」のこと。「一人当たり」とは当該地域における全人口によって平均された富を指す;単位は「一人当たり2017年千国際ドル」のこと。「構成比%」とは各資本の新国富(IW)に対する比率(%)を意味する。

表 7 及び表 8 は 2010 年から 2017 年にかけての日本と各都道府県と中国各省の新国富指標と各資本の変化を示している。注意すべき点として、表 4 から表 6 における東京、上海、大阪、北京に関する統計は、表 7 及び表 8 のそれと異なる。表 4 から表 6 においては、都会の特徴に着目することを目的として、当該統計はこれら4つの都市(東京、上海、大阪、北京)の中心地区だけを対象とする。そのため、東京は東京の 23 区、北京と上海は中心である6区域についてのみ計算した結果である。また、「大阪」とは大阪府ではなく大阪市を指す。しかしながら、表 7 及び表 8 では、東京、上海、大阪、北京は両国における最大行政区分を意味する。例えば、表 7 における「大阪」とは大阪市ではなく大阪府のことを指している。

表 7 及び表 8 から、同じ国にありながらも都道府県/省によって富の分布は大きく異なることが分かる。例えば、日本で新国富の密度が最も高いのは東京であり、最も低いのは北海道である。東京の新国富密度は北海道の 100 倍以上となっている。

また、新国富は中国のチベットを除く全ての都道府県と省において増えている。チベットでは、2010 年の自然資本が新国富全体の 80% を占めていたが、2017 年には人的資本と人工資本の増加分を大きく超える形で著しく減少している。これは、中国政府による中国西部における自然資本の活用及び管理に関して、持続可能な方策を見出す必要があることを示している。

また、その他に着目すべき点として、日本においては茨城県を除く全ての都道府県において自然資本が増加しており、中国においては海南と河南を除く全ての省において減少していることが挙げられる。また、日本の殆どの都道府県において人口が減少しており、一人当たりの人的資本の増加に反映されている教育及び労働条件は改善しているが、深刻な人口減の問題が青森、岩手、秋田、宮崎における人的資本の減少につながっている。そして、東京と神奈川だけは著しい人口集中が要因となり例外的な存在であるが、新国富指標における人的資本の割合は殆どの都道府県において減少していることも着目すべき点である。

表 7 2010 年から 2017 年にかけての日本の各都道府県における新国富指標と各資本の変化

都道府県	新国富 (IW) 変化			人的資本 (HC) 変化/%			人工資本 (HC) 変化%			自然資本 (NC) 変化		
	人口 変化	/%		一人 当り	密度	一人 当り	IW%	密度	一人 当り	IW%	密度	一人 当り
		密度	一人当たり									
北海道	-3.51	25.93	30.52	12.13	16.21	10.96	49.40	54.84	18.63	50.89	56.38	19.81
青森県	-6.56	15.71	23.83	-3.35	3.44	16.47	48.71	59.14	28.52	42.34	52.33	23.02
岩手県	-5.26	27.25	34.31	-1.84	3.61	22.86	84.40	94.64	44.92	43.83	51.81	13.03
宮城県	-1.34	45.27	47.25	24.22	25.91	14.49	89.89	92.48	30.71	37.13	39.00	-5.61
秋田県	-8.23	13.32	23.48	-4.88	3.65	16.06	41.59	54.29	24.95	46.95	60.12	29.68
山形県	-5.94	20.71	28.34	1.31	7.71	16.07	52.95	62.61	26.71	50.57	60.08	24.73
福島県	-7.38	28.47	38.70	8.11	16.72	15.85	61.55	74.43	25.76	37.76	48.73	7.23
茨城県	-2.74	37.48	41.35	29.41	33.05	-5.87	51.59	55.87	10.27	-2.60	0.14	29.15
栃木県	-2.51	33.07	36.50	27.44	30.72	-4.23	42.88	46.56	7.37	17.79	20.82	11.49
群馬県	-2.60	33.69	37.25	22.33	25.60	-8.49	53.01	57.09	14.45	42.78	46.58	6.80
埼玉県	1.45	40.68	38.66	36.17	34.22	-3.21	53.08	50.89	8.81	33.11	31.21	-5.38
千葉県	0.31	43.01	42.58	40.89	40.46	-1.49	48.12	47.67	3.57	9.38	9.05	23.52
東京都	3.86	65.38	59.24	74.05	67.59	5.24	52.97	47.29	-7.50	154.95	9	54.16
神奈川県	1.02	49.28	47.77	50.53	49.01	0.84	46.65	45.17	-1.76	53.97	52.42	3.14
新潟県	-4.21	22.06	27.43	7.27	11.99	12.12	44.11	50.45	18.06	51.97	58.65	24.50
富山県	-2.75	29.02	32.67	12.34	15.52	12.92	53.35	57.69	18.86	44.98	49.08	12.37
石川県	-1.68	33.06	35.33	18.86	20.88	10.67	56.50	59.16	17.61	39.95	42.34	5.18
福井県	-3.59	26.55	31.26	14.76	19.03	-9.32	43.30	48.63	13.24	37.25	42.36	8.45
山梨県	-4.53	30.40	36.59	16.91	22.47	10.34	50.51	57.66	15.42	47.09	54.08	12.81

長野県	-3.14	27.46	31.59	15.61	19.36	-9.29	47.59	52.36	15.79	44.31	48.98	13.22
岐阜県	-3.33	27.88	32.28	18.03	22.10	-7.70	45.35	50.36	13.66	38.90	43.68	8.62
静岡県	-2.36	29.87	33.00	23.58	26.56	-4.84	40.48	43.87	8.17	30.04	33.18	0.13
愛知県	1.56	46.84	44.58	45.46	43.21	-0.94	48.64	46.35	1.22	42.36	40.16	-3.05
三重県	-2.65	30.79	34.36	28.33	31.83	-1.88	33.27	36.90	1.90	37.07	40.81	4.80
滋賀県	0.13	36.64	36.47	32.04	31.87	-3.37	41.75	41.57	3.74	39.57	39.39	2.14
京都府	-1.61	41.35	43.65	37.81	40.06	-2.50	50.11	52.55	6.20	35.74	37.95	-3.97
大阪府	-0.41	44.45	45.04	44.39	44.98	-0.04	44.57	45.16	0.08	40.47	41.04	-2.75
兵庫県	-1.59	34.48	36.65	28.60	30.68	-4.37	45.91	48.26	8.50	29.90	32.00	-3.40
奈良県	-3.55	33.09	37.98	27.05	31.72	-4.54	49.66	55.16	12.45	37.03	42.06	2.96
和歌山県	-5.00	32.18	39.13	17.22	23.39	11.32	57.18	65.44	18.91	37.91	45.16	4.34
鳥取県	-3.36	20.00	24.18	6.18	9.88	11.51	44.96	50.00	20.80	36.29	41.04	13.58
島根県	-4.26	20.76	26.14	3.78	8.41	14.06	46.02	52.52	20.92	38.80	44.98	14.94
岡山県	-2.00	29.38	32.02	18.19	20.60	-8.65	49.16	52.20	15.28	32.09	34.79	2.09
広島県	-1.15	36.07	37.65	30.61	32.13	-4.01	44.94	46.63	6.52	37.17	38.77	0.81
山口県	-4.80	26.09	32.44	15.85	21.68	-8.12	42.21	49.38	12.79	37.60	44.53	9.13
徳島県	-6.32	24.28	32.66	9.08	16.43	12.23	51.93	62.17	22.25	41.43	50.96	13.80
香川県	-3.01	27.83	31.80	16.85	20.48	-8.59	50.15	54.82	17.46	26.53	30.47	-1.01
愛媛県	-4.93	21.40	27.69	7.37	12.93	11.56	47.16	54.78	21.21	40.16	47.42	15.45
高知県	-6.60	20.46	28.98	3.25	10.55	14.29	55.01	65.96	28.68	33.78	43.24	11.06
福岡県	0.66	34.63	33.74	27.45	26.61	-5.34	49.50	48.51	11.04	28.55	27.70	-4.52
佐賀県	-3.57	17.38	21.72	5.71	9.62	-9.94	38.12	43.23	17.67	24.49	29.09	6.05
長崎県	-5.69	21.07	28.37	4.38	10.67	13.79	56.73	66.18	29.46	27.76	35.47	5.53
熊本県	-2.79	24.02	27.58	10.98	14.17	10.51	51.49	55.84	22.15	26.92	30.56	2.34
大分県	-4.16	20.78	26.03	9.00	13.74	-9.75	36.99	42.94	13.42	27.82	33.37	5.83
宮崎県	-4.38	15.50	20.79	-2.19	2.30	15.31	46.33	53.04	26.69	27.01	32.83	9.97
鹿児島県	-4.70	17.31	23.10	1.92	6.95	13.11	49.67	57.05	27.59	25.33	31.52	6.84
沖縄県	3.37	27.77	23.60	12.15	8.49	12.22	58.57	53.40	24.11	39.03	34.50	8.82

表 8 2010 年から 2017 年にかけての中国各省の新国富指標と各資本の変化

省	新国富 (IW) の変化%											
	人口			人的資本 (HC)			人工資本 (PC)			自然資本 (NC)		
	変化	密度	一人当たり	密度	り	%IW	密度	一人当たり	%IW	密度	一人当たり	%IW
10.2												
北京	1	82.61	65.70	66.21	50.82	-8.98	147.30	124.39	35.42	-9.82	18.18	50.62
	19.3					-					-	-
天津	6	89.40	58.68	55.12	29.95	18.10	204.30	154.94	60.66	-19.53	32.59	57.51
						-					-	-
河北	4.11	61.55	55.17	44.60	38.89	10.49	169.34	158.71	66.72	-7.69	11.34	42.86
						-					-	-
陝西	3.17	57.74	52.90	48.55	44.00	-5.83	175.40	166.95	74.59	-8.90	11.70	42.25
内モンゴル	1.89	26.71	24.35	48.34	45.58	17.07	181.30	176.07	122.01	-20.19	21.67	37.01
	-					-					-	-
遼寧	0.54	61.02	61.89	35.63	36.36	15.77	158.64	160.04	60.62	-7.39	-6.89	42.49
	-					-					-	-
吉林	1.49	62.35	64.80	52.29	54.59	-6.20	156.99	160.88	58.29	-4.16	-2.71	40.97
	-					-					-	-
黒竜江	1.55	44.67	46.94	60.01	62.53	10.61	195.56	200.20	104.30	-10.52	-9.12	38.15
						-					-	-
上海	4.57	49.76	43.21	35.94	29.99	-9.23	113.83	104.49	42.79	-13.26	17.05	42.08
						-					-	-
江蘇	1.62	69.55	66.84	44.02	41.72	15.06	158.08	153.96	52.21	-7.04	-8.53	45.17
						-					-	-
浙江	3.44	67.65	62.08	47.86	42.95	11.80	145.86	137.68	46.65	-7.65	10.72	44.91
						-					-	-
安徽	4.58	64.99	57.77	52.78	46.09	-7.40	194.93	182.02	78.75	-0.58	-4.93	39.74
						-					-	-
福建	5.48	83.48	73.95	61.20	52.83	12.15	184.11	169.36	54.84	-8.31	13.07	50.03
						-					-	-
江西	3.17	81.85	76.27	84.57	78.90	1.49	161.37	153.34	43.73	-6.30	-9.17	48.47
						-					-	-
山東	3.94	76.66	69.96	56.25	50.33	11.55	155.03	145.36	44.36	-9.16	12.60	48.58
						-					-	-
河南	1.23	79.85	77.66	51.23	49.39	15.91	192.36	188.81	62.56	0.71	-0.51	44.00
湖北	2.62	75.61	71.12	57.47	53.44	-	209.99	202.06	76.52	-6.73	-9.12	-

							10.33					46.89
湖南	3.99	77.96	71.12	66.42	60.03	-6.48	200.77	189.21	69.01	-6.85	10.43	47.66
广东	6.54	80.02	68.97	60.57	50.71	10.81	176.21	159.25	53.43	-7.24	12.94	48.48
广西	5.54	70.40	61.46	60.75	52.31	-5.66	195.61	180.10	73.48	-7.85	12.69	45.92
海南	6.15	85.28	74.53	66.69	57.03	10.03	238.18	218.57	82.53	3.83	-2.19	43.96
重庆	6.16	73.14	63.10	63.36	53.88	-5.65	175.44	159.46	59.08	-15.25	20.17	51.05
四川	2.78	64.89	60.43	69.34	64.76	2.70	172.33	164.96	65.16	-9.10	11.56	44.87
贵州	2.49	88.18	83.61	7	96.58	7.06	250.50	241.99	86.26	-13.41	15.51	53.98
云南	3.91	69.66	76.57	70.41	77.34	0.44	274.50	289.74	120.73	-9.35	-5.66	46.57
チベット	8	-32.32	-39.51	42.61	27.46	2	207.19	174.57	353.90	-43.56	49.56	16.61
陕西	2.26	56.39	52.93	38.28	35.21	11.59	202.63	195.93	93.51	-7.09	-9.15	40.59
甘肃	2.17	46.06	42.96	62.71	59.26	11.40	200.48	194.11	105.73	-15.54	17.33	42.17
青海	5.79	2.20	-3.39	77.17	67.47	73.36	313.81	291.17	304.91	-28.29	32.21	29.83
宁夏	7.31	67.99	56.55	67.64	56.23	-0.20	222.91	200.91	92.22	-25.51	30.58	55.66
新疆	5	28.34	15.16	56.36	40.29	21.83	246.23	210.66	169.77	-17.84	26.28	35.99

第3節 市の予算(歳出)の内訳と新国富指標の変化の関係について

研究の背景

近年、環境問題や人口減少問題といった将来の世代にも大きく関わる問題がクローズアップされるようになり、地方自治体の政策立案過程においても「持続可能性」を志向することが意識されるようになった。本節の研究では、地方自治体の持続可能性を評価する際に新国富指標(Inclusive Wealth Index: IWI)に着目する。IWIの単位はGDPと同じく「円」であるが、GDPがある一定期間に生産された財・サービス(=フロー)の価値を表すのに対し、IWIはこれまでに蓄積してきたインフラ・人々の健康・自然などGDPでは評価できないストックの金銭的価値を表すという違いがある。フローの効果は雇用や消費に与える影響など短期から中期的な価値を評価する点に重点が置かれるのに対し、ストックの効果は社会資本整備に伴う生産性の向上、衛生環境の改善や、快適性の創出など中長期的な持続可能性の評価に適していると考えられる。本研究では分析対象を日本全国の「市」とし、市の政策決定で重要な要素である「予算(歳出)」の内訳とそれぞれの市のIWIの変化との関係を示すモデル式を構築することで、市の持続可能な発展のための政策決定に寄与することを目的とする。

自治体の政策とIWIに関する先行研究の1つに、“Inclusive wealth of regions: the case of Japan”(Ikeda et al. 2017)がある。この研究では、まず47都道府県それぞれのIWIを計算し、都道府県レベルでのIWIの傾向と国家レベルでのそれを比較した結果、同様の傾向が見られることが分かった。さらに、陸前高田市に防潮堤を建設する場合と建設しない場合に、陸前高田市のIWIの値がどう変化するかを分析した結果、建設する場合の方がIWIの値が大きくなることが分かった。

本研究で用いたデータは大きく分けて2種類ある。1つ目は、全国の各市町村の市全体及び1人当たりのIWI、PC(人工資本)、HC(人的資本)、NC(自然資本)のデータ(2010年と2015年の2年分)である。これは、九州大学都市・交通工学研究室が計算したものである。本研究では2010年4月時点で存在していた全国の785の市を対象とするため、該当する市のデータのみを抽出した。さらにそれぞれの市について、2010年から2015年にかけての市全体のIWI、PC、HC、NCの変化量及び1人当たりのIWI、PC、HC、NCの変化量のデータを新たに作成した。

用いた2つ目のデータは、e-Statより入手した785の市の財政や人口に関するデータである。具体的には、以下の通りである。

- ・2010年度～2014年度の5年間の各年度の歳出総額とその内訳(歳出項目上位5位の総務費、民生費、土木費、教育費、公債費。以下「各費用」と記す)のデータ
- ・2010年と2015年の人口と面積のデータ

さらに、それぞれの市について上記のデータを用いて

- ・歳出総額に占める各費用の割合の平均(2010～2014の5年間)
 - ・5年間の歳出総額及び各費用の合計
- のデータを新たに作成した。主な使用データの概要は以下に示す。

表 9 主要変数記述統計

変数	観測値	平均	標準偏差	最小値	最大値
IWI増加分	785	424.4168	3801.156	-72544.2	27106.12
人工資本増加分	785	808.0193	2436.868	-15864.9	25821.13
人的資本増加分	785	-383.255	2973.647	-77411.6	14196.15
自然資本増加分	785	-0.34724	330.1423	-3573.47	4191.49
総務費平均割合	785	13.57511	4.007028	5.68	43.52
民生費平均割合	785	32.59066	6.492569	17.669	52.019
土木費平均割合	785	11.02875	3.45827	2.929	34.654
教育費平均割合	785	10.97885	2.575248	2.084	21.912
公債費平均割合	785	11.35948	3.240243	2.086	24.718
平均人口	785	136268.1	253967.9	3986	3706809
面積	785	27517.79	28602.26	510.5	217764

次に対象期間における土木費の増加率を縦軸に、人工資本の増加率を横軸に取った散布図を図 28 に、同じく土木費の増加率を縦軸に、自然資本の増加率を横軸に取った散布図を図 29 に示す。それぞれ、土木費の増加率と減少率が 100%を超えた自治体は除外した。さらに図 30 には教育費の増加率と人的資本の増加率を示し、同様に教育費の増加率が 100%を超えた自治体は除外した。土木費と人工資本の相関係数は 0.15 であるのに対し、自然資本との相関係数は -0.11 であった。公共事業が自然資本を消化しつつ、人工資本を蓄積している姿が読み取れる。一方、教育支出と人的資本の相関係数は 0.09 であった。しかし、図 28 と図 30 を比較すると、人工資本が土木費に対して増えている自治体が一定数存在するのに対し、教育投資をしているにもかかわらず人的資本が低下している自治体が多いことが読み取れる。

図 31 と図 32 は横軸にそれぞれ人工資本と人的資本の増加率、縦軸は対象期間における土木費と教育費の予算総額に対する割合を取り散布図を作成した。それぞれの図は、土木もしくは教育に重点的に予算を配分した自治体において、人工資本と人的資本がどの程度伸びたかを示している。相関係数は図 31 が 0.16、図 32 が 0.22 となり、人工資本の伸びが大きい自治体は土木事業に重点を、人的資本の伸びが大きい自治体は教育事業に重点を置いている関係が読み取れる。ただし、人的資本については政策上のウェイトを高めているにもかかわらず伸び悩んでいる可能性が考えられる。

図 28 土木費・人工資本散布図

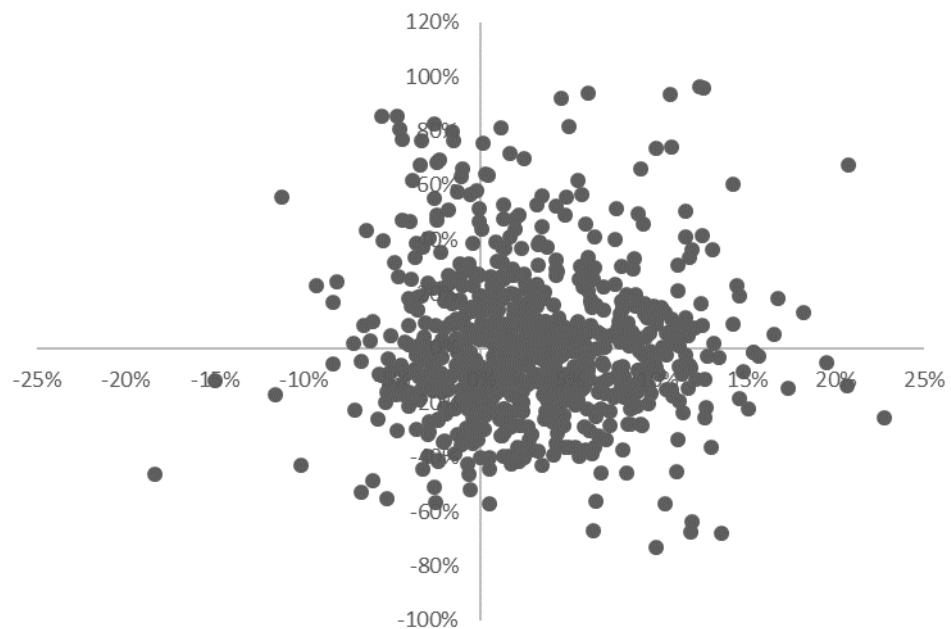


図 29 土木費・自然資本散布図

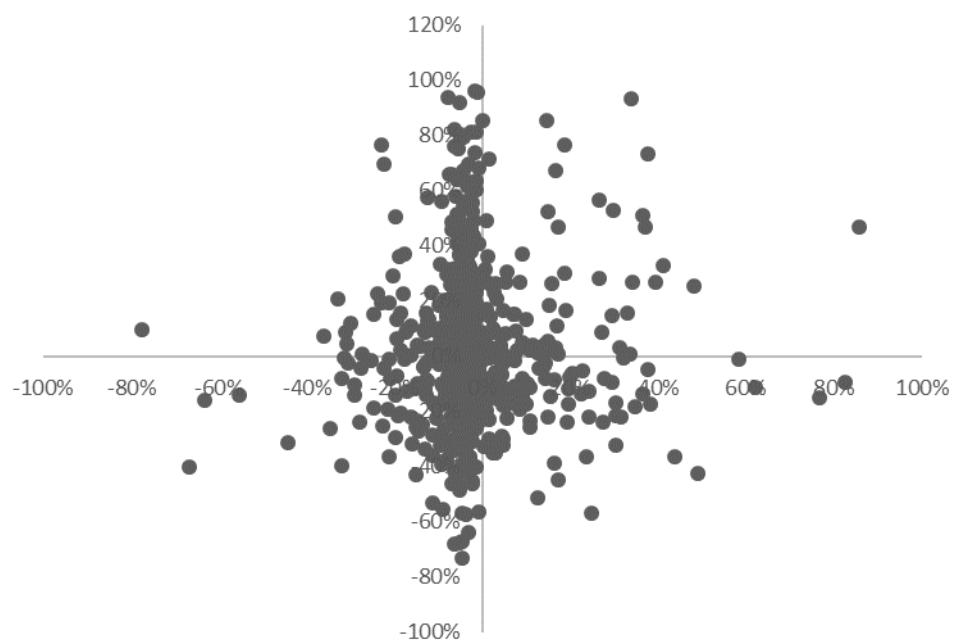


図 30 教育費・人的資本散布図

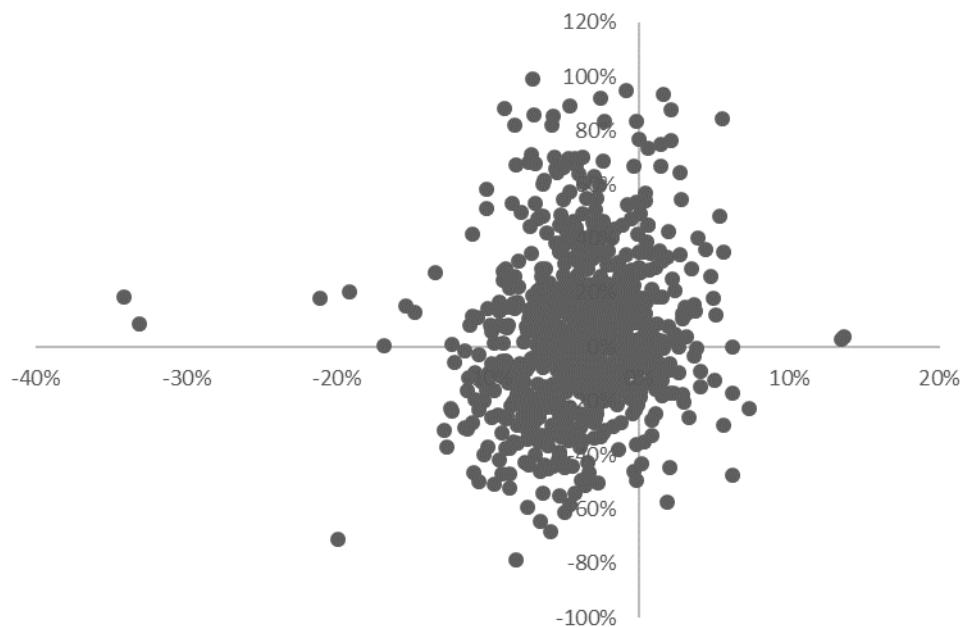


図 31 土木費への予算配分割合と人工資本散布図

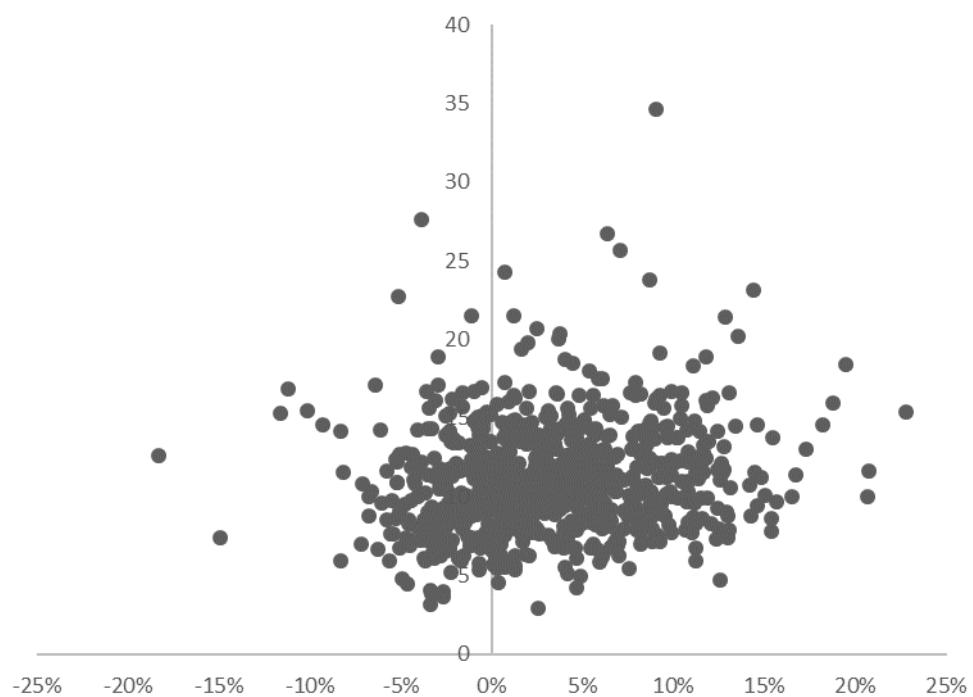
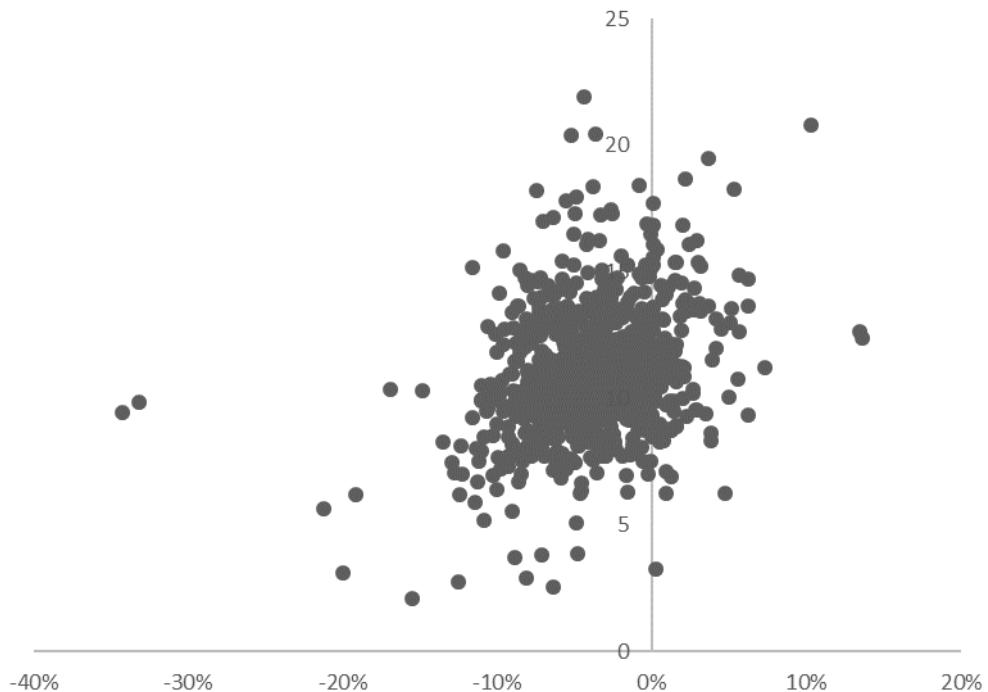


図 32 教育費への予算配分割合と人的資本散布図



分析手法

まず、それぞれの市の歳出の配分違いが、1人当たりの IWI、PC、HC、NC の変化量に影響を与えるのではないかと想定し、以下の線形のモデル式 A で表現した。自治体は、各自治体において不足していると考えている資本に予算を重点配分し、その資本が大きく蓄積される可能性があるためである。さらに自治体の規模が IWI の変化量に与える影響を考慮し、人工と面積をコントロール変数として導入した。モデル式の回帰係数は重回帰分析によって推定した。

$$\begin{bmatrix} \Delta IWI_{per} \\ \Delta PC_{per} \\ \Delta HC_{per} \\ \Delta NC_{per} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{IWI0} \\ \beta_{PC0} \\ \beta_{HC0} \\ \beta_{NC0} \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^5 \begin{bmatrix} \beta_{IWIi} \\ \beta_{PCI} \\ \beta_{HCI} \\ \beta_{NCi} \end{bmatrix} X_i + W_i + \epsilon \quad (\epsilon \text{ は誤差項})$$

表 10 モデル式 A で用いる変数と単位

変数	意味	単位
ΔIWI_{per}	1人当たりのIWIの変化(2015年の1人当たりのIWI-2010年の1人当たりのIWI)	百万円
ΔPC_{per}	1人当たりのPCの変化(2015年の1人当たりのPC-2010年の1人当たりのPC)	百万円
ΔHC_{per}	1人当たりのHCの変化(2015年の1人当たりのHC-2010年の1人当たりのHC)	百万円
ΔNC_{per}	1人当たりのNCの変化(2015年の1人当たりのNC-2010年の1人当たりのNC)	百万円
X_1	歳出に占める総務費の割合(2010年度予算～2014年度予算の平均)	%
X_2	歳出に占める民生費の割合(2010年度予算～2014年度予算の平均)	%
X_3	歳出に占める土木費の割合(2010年度予算～2014年度予算の平均)	%
X_4	歳出に占める教育費の割合(2010年度予算～2014年度予算の平均)	%
X_5	歳出に占める公債費の割合(2010年度予算～2014年度予算の平均)	%
W_1	人口	人
W_2	面積	ha

次に、それぞれの市の各費用の総額の違いが、市全体のIWI、PC、HC、NCの変化量に影響を与えるのではないかと想定し、以下の線形のモデル式Bで表現した。さらに自治体の規模がIWIの変化量に与える影響を考慮し、人口と面積をコントロール変数として導入した。はIWIのさらに、そのモデル式の回帰係数を重回帰分析によって推定した。

$$\begin{bmatrix} \Delta IWI \\ \Delta PC \\ \Delta HC \\ \Delta NC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{IWI0} \\ \gamma_{PC0} \\ \gamma_{HC0} \\ \gamma_{NC0} \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^5 \begin{bmatrix} \gamma_{IWIi} \\ \gamma_{PCI} \\ \gamma_{HCI} \\ \gamma_{NCi} \end{bmatrix} Z_i + W_i + \varepsilon \quad (\varepsilon \text{ は誤差項})$$

表 11 モデル式 B で用いる変数と単位

変数	意味	単位
ΔIWI	IWI の変化(2015 年の IWI-2010 年の IWI)	億円
ΔPC	PC の変化(2015 年の PC-2020 年の PC)	億円
ΔHC	HC の変化(2015 年の HC-2010 年の HC)	億円
ΔNC	NC の変化(2015 年の NC-2010 年の NC)	億円
Z_1	総務費の総額(2010 年度予算～2014 年度予算)	千円
Z_2	民生費の総額(2010 年度予算～2014 年度予算)	千円
Z_3	土木費の総額(2010 年度予算～2014 年度予算)	千円
Z_4	教育費の総額(2010 年度予算～2014 年度予算)	千円
Z_5	公債費の総額(2010 年度予算～2014 年度予算)	千円
W_1	人口	人
W_2	面積	ha

推計結果

モデル式 A の結果は表 12 に、モデル式 B の結果は表 13 に示す。人工資本と自然資本に影響を与える変数としては土木費、人的資本に影響を与える変数としては教育費が考えられる。推計の結果モデル式 Aにおいては、土木費への予算配分を増やすことで自然資本の増分が低下するという直観的な結果と、人工資本の伸びも低下させるという直観に反する結果が得られた。予想される要因として、公共投資が人工資本を増加させるという経路とは逆に、設備の老朽化などが進み人工資本の棄損が進む自治体ほど公共投資に予算を回さないといけないという影響もあることが考えられる。一方で自然資本についてはそのような逆の因果関係は考えられないため、公共投資への予算の重点配分が自然資本を減少させる結果となったことが予想される。さらに、教育に予算を配分しても、人的資本の伸びには統計上有意な影響を与えないことが分かった。

一方、モデル式 B の推計結果からは土木費の総額が人工資本を増加させる一方、自然資本を棄損していることが分かる。さらに、この両者を合計した結果 IWI は増加しており、公共事業が自治体の持続化の正を保証している可能性が伺えた。また、教育費についてはモデル式 A と同様に、人的資本の増加には寄与していない可能性が大きい。背景としては、自治体間での人材の移動が盛んな場合、教育に予算を配分して人材を育成したもののその人材が別の自治体で働くため、ほかの自治体の人的資本の増加に寄与している可能性が考えられる。さらに人的資本は賃金と教育年数の関数であるため、高校や大学の進学率が高いわが国の現状を考えると、教育が人的資本の成長に寄与する可能性は低くなっている可能性がある。

表 12 モデル式 A 推計結果

説明変数	1人当たり IWIの変化	1人当たりPC の変化	1人当たり HCの変化	1人当たり NCの変化
総務費の割合	-0.0461*** (-2.716)	-0.00270 (-0.266)	-0.00275 (-0.269)	-0.0406*** (-4.276)
民生費の割合	-0.100*** (-8.251)	-0.0586*** (-8.054)	-0.0154** (-2.099)	-0.0265*** (-3.889)
土木費の割合	-0.0894*** (-5.321)	-0.0309*** (-3.081)	-0.0170* (-1.682)	-0.0414*** (-4.401)
教育費の割合	-0.127*** (-5.679)	-0.0659*** (-4.935)	-0.00590 (-0.437)	-0.0553*** (-4.416)
公債費の割合	-0.0689*** (-3.189)	-0.0769*** (-5.959)	-0.000557 (-0.0427)	0.00850 (0.703)
人口	-4.49e-07** (-2.176)	-3.05e-07** (-2.475)	4.33e-09 (0.0348)	-1.48e-07 (-1.281)
面積	-1.35e-07 (-0.0697)	4.07e-06*** (3.517)	-3.06e-06*** (-2.621)	-1.14e-06 (-1.054)
定数項	8.129*** (7.817)	4.819*** (7.762)	0.760 (1.212)	2.549*** (4.381)
観測数	785	785	785	785
決定係数	0.163	0.215	0.018	0.090

カッコ内はt値

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 13 モデル式 B 推計結果

説明変数	IWIの変化	PCの変化	HCの変化	NCの変化
総務費の総額	8.77e-06 (1.386)	1.21e-05*** (4.351)	-1.32e-06 (-0.242)	-1.98e-06*** (-3.291)
民生費の総額	-2.65e-05*** (-6.915)	-2.84e-05*** (-16.92)	2.42e-06 (0.729)	-4.74e-07 (-1.299)
土木費の総額	1.47e-05* (1.794)	1.94e-05*** (5.376)	-3.05e-06 (-0.430)	-1.58e-06** (-2.020)
教育費の総額	3.16e-05* (1.879)	1.80e-05** (2.443)	1.63e-05 (1.124)	-2.77e-06* (-1.731)
公債費の総額	1.82e-06 (0.218)	1.42e-06 (0.388)	-1.94e-06 (-0.269)	2.35e-06*** (2.942)
人口	0.0143*** (4.586)	0.0170*** (12.46)	-0.00378 (-1.402)	0.00104*** (3.511)
面積	-0.0137*** (-2.916)	0.000828 (0.402)	-0.0148*** (-3.643)	0.000277 (0.619)
定数項	-311.2 (-1.463)	-380.7*** (-4.079)	52.05 (0.283)	17.45 (0.861)
観測数	785	785	785	785
決定係数	0.204	0.627	0.027	0.042

カッコ内はt値

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

まとめ

本節では地方自治体の財政支出が IWI および IWI を構成する各資本の伸びに与える効果について検討した。結果として、基礎自治体レベルでの教育投資が人的資本に与える影響はない可能性があることが分かった。さらに、土木費に代表される公共投資は人工資本を増加させる一方で自然資本を棄損するが、総じて IWI を増加させていることが示された。

ただし、人工資本の老朽化のスピードが公共投資のスピードを超えていている場合は、設備の修繕のために公共投資に予算を配分していても、それが人工資本の増加につながらない可能性もある。また、自治体は予算制約の下で財政支出を決定しているため、説明変数である各費用の間で相関が生じている可能性が高い。今後はこれらの点に留意しつつ分析を精緻化したうえで、橋梁建設や道路敷設など土木費の内訳を精査し、それらの項目が IWI の増加に与える影響を評価する予定である。

第4節 開発事業による新国富指標の変化と地価への影響について

研究の背景

本研究では住環境に配慮した不動産開発事業の効果を測定する。研究対象地域としては九州大学六本松キャンパスの跡地を用いる。理由としては、同地区の開発が居住住民と周辺住民への住環境の配慮をコンセプトとして明示的に掲げて進められたためである。

本研究の貢献は大きく二つある。一つ目は住環境の価値を金銭評価した上で不動産の価値の評価を試みた点である。これまでの研究において住環境の影響はおもに緑地の面積や、汚染物質の排出量などを数量やダミー変数で表現したもののが多かった。しかしながら数量に注目するだけでは人々の選好を十分に反映できない。例えば、田舎に広大な公園がある場合と都心に同じ面積の公園がある場合とで、人々が感じる満足度は自ずと異なるであろう。そこで本研究では住環境価値を極力市場での取引価格をベースにした形で金銭評価を試みた新国富指標を用いる。

二点目はこの新国富指標適用に対する貢献である。従来、新国富指標は国や自治体などで環境や人材を含めた包括的な資産を計測するマクロ的な指標であった。その際、アンケートをもとにした主観的な幸福度など導出された新国富指標の関係を考察する研究が多かった。一方、本研究では地価という人々の土地に対する評価が集約された市場価格を用いて、新国富の構成要素が地価に貢献する程度を評価する。主観的評価を集約する際に把握できなかった可能性がある人々の選好が市場価格には現れていると考えるからである。

さらに本研究は、新国富指標を一つの物件という非常に限られた区域に当てはめるため計測上の課題がある。六本松地区の新国富を推計した結果は以下の表で示される。人工資本は延べ床面積と建築単価の積、自然資本は航空写真をもとに六本松地区の緑地面積を割り出し、緑地のシャドープライスを掛けて求めた。人的資本については、福岡市の賃金、学歴のデータと開発地区である六本松4丁目の人工データをもとに割り出した。しかしながら、人的資本については高層マンションが建設されている同開発地区の詳細な賃金や学歴のデータが、福岡市全体の賃金や学歴のデータとかけ離れている可能性があること、自然資本を導出する際に用いたシャドープライスが、実際の住民の緑地への評価と離れている可能性があるなど、改善が必要な項目がある。

表 14 九州大学六本松キャンパス跡地開発地域の新国富推計結果

capital	Total wealth for the whole area/万円	percentage
HC	1707515.31	25.5%
PC	4477814.478	66.9%
NC	508333.1098	7.6%
W	6693662.898	100.0%

研究の手法

本研究では環境配慮の効果を計測する変数として地価を用いる。地価自体の評価に関してもこれまでの先行研究で広く使われてきた公示地価では無く、国税庁が毎年発表する路線価(道路に面する標準的な宅

地の1平米あたりの価格である)を使用する。公示地価の調査地点数は約2万6000地点なのに対して路線価は約33万6000地点となっている。本研究では六本松キャンパス跡地という特定の物件の開発効果を分析するため、公示地価を用いると詳細な地価データを得ることが困難となる。そこで本研究では、福岡市内で2016年から2018年の間に完成した6-23階建の共同住宅それぞれの開発前後における路線価の増加率を比較する。定義した説明変数と被説明変数、分析に使用するモデルを以下に示す。

$$\Delta p = \beta_i X_i + \gamma_{-i} Z_{-i} + u$$

Δp : 路線価の増加率

X: 新国富代理変数（延べ床面積(m²)、平均賃金(円)、最寄りの公園、緑地までの距離(m))

Z: コントロール変数(最寄駅から西鉄福岡(天神)駅までの時間(分)、最寄り駅までの距離(m)、前面道路の幅員(m))

新国富指標については全物件について導出するには時価を要するため、代理変数を用いて影響評価を行う。人工資本は建築単価と延べ床面積の積として導いている。市内の高層マンションにおける建築単価は、入手可能なデータではすべて等しいため、延べ床面積を代理指標として用いる。人的資本は年齢別の人口、賃金、及び教育年数の関数として表現されるが、番地単位での詳細なデータの入手が困難なため各区の平均賃金で代用する。自然資本については評価法を検討中であるため近隣の公園、緑地までの距離で代用した。さらに、先行研究で用いられている変数をコントロール変数とした。中心市街地までの所要時間は、福岡市におけるショッピングやレジャーの中心地である天神の西鉄福岡駅までの所要時間とした。加えて、最寄りの駅までの距離、前面道路の幅員の影響を考慮した。また、サンプルは2016年から2018年に竣工した物件であるため、竣工年に関するダミー変数を付した。以下の表に使用した変数の記述統計量を示す。

表 15 使用変数記述統計

説明変数	観測値	平均	標準偏差	最小値	最大値
増加率	86	9.310152	10.01478	0.03125	45.61404
延床面積	90	5643.456	6270.829	803.84	35131
平均賃金	89	7186	520.2555	5481	7972
最寄りの緑地公園までの距離	90	263.6111	157.6076	20	700
天神までの所要時間	90	11.01111	7.369074	2	30
最寄り駅までの距離	90	731.6769	677.5639	70	4100
道路幅員	90	6.359333	4.339553	2.2	23.96
竣工年2016年	87	0.137931	0.346827	0	1
竣工年2017年	87	0.678161	0.46989	0	1
竣工年2018年	87	0.183908	0.389655	0	1

分析結果

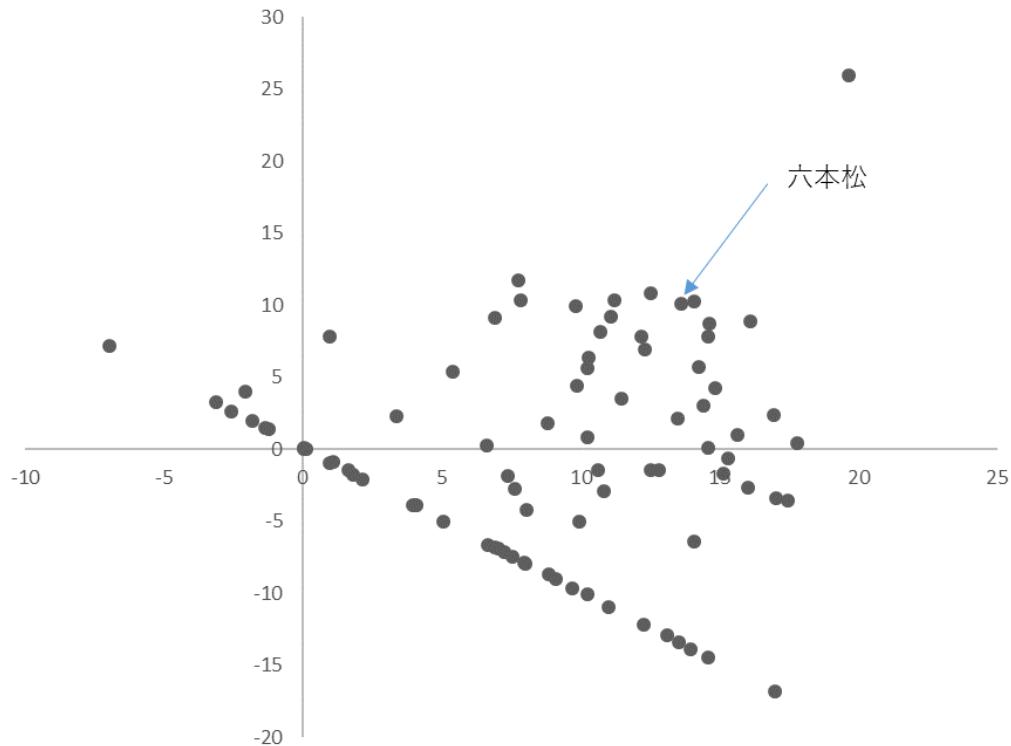
分析の結果、自然資本の代理変数である近隣の公園までの距離が遠くなるほど地価の上昇率が低下し、人的資本の代理変数である賃金が上昇するほど地価の上昇率が上がる事が分かった。一方で、人工資本の代理変数である延床面積は統計的に有意な値を取らなかった。最寄りの駅までの距離が遠くなるほど地価の上昇率が低下することが分かった。また、最寄りの駅までの距離が遠くなるほど、地価の上昇率は低下することが分かった。最寄りの駅から天神までの所要時間は統計上有意な値を示さなかった。また追加の分析として、対象物件から天神までの所要時間を説明変数として推計したが、その場合には天神までの所要時間が長くなるほど地価の上昇率が低下するという結果が得られた。

図は横軸に推定した地価モデルから得られる地価上昇率の予測値、縦軸にモデルの残差を取ってプロットしたものである。図が示すように、六本松についてはモデルで説明できない部分が残っている可能性がある。

表 16 回帰分析結果

説明変数	Coef.	Std. Err.	t	P > t
天神までの所要時間	-0.20737	0.13471	-1.54	0.128
最寄り駅までの距離	-0.00272	0.001285	-2.12	0.037
道路幅員	-0.72689	0.211363	-3.44	0.001
最寄りの緑地公園までの距離	-0.01444	0.005706	-2.53	0.013
延べ床面積	0.00019	0.000149	1.28	0.205
平均賃金	0.003137	0.001811	1.73	0.087
竣工年2017年ダミー	9.536007	2.69511	3.54	0.001
竣工年2018年ダミー	5.746333	3.125308	1.84	0.07
定数項	-9.75223	14.05695	-0.69	0.49

図 33 残差-予測値プロット



まとめ

本節では平成 27 年から平成 30 年に開発された福岡市内の共同住宅の開発効果を分析した。環境配慮効果を新国富指標で捉え、新国富指標の代理変数を用いて分析を試みた。自然資本と人的資本の代理変数は地価を説明しているが、人工資本の代理変数はあまり説明できていなかった。これらに加えて、最寄りの駅までの距離も地価の上昇を説明していたようだが、一方でそれだけでは捉えられない住環境の効果があることが示唆された。サンプルの中の一つである九州大学六本松キャンパス跡地開発地区の地価の上昇率は、モデルから推計される以上の値を示していることが分かった。九大六本松キャンパス跡地では、当初より住環境への配慮をコンセプトに開発が進められており、このような住環境への配慮を十分に捉えきれていないことが原因にあると考えられる。賃金、学歴、自然環境への評価額は九州大学が 2015 年に日本国内に在住する 20 万人以上を対象としたアンケートをもとに、福岡市の各区における近似値を導出する予定である。このように新国富指標の推計を精緻化し全物件について導出したうえで、さらに比較検討を進める。

第4章 自然資本等の評価に向けたアンケート調査

第1節 はじめに

第2章及び第3章に記載の通り、中央環境審議会「第五次環境基本計画(案)」において、地域における自然資本・人工資本・人的資本を持続可能な形で最大限に活用し、地域内における環境配慮型の投資・消費を活発化させていくことが重要とされている中で、市町村単位、あるいはより詳細な地理的区分レベルでの状況把握を行うことを目的として、約900m四方の解像度での新国富データの構築とその変化について、また開発事業による新国富各資本の変化及び公共投資が新国富指標に与える影響について分析を行った。このように、新国富指標はデータベースとしての整備も重要ながら、それを自治体の政策立案過程や開発事業等における意思決定・事後評価に応用できる形で提供することも重要である。

第1章で言及されているように、弱い持続可能性の立場に基づく新国富指標を用いて、国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に自然資本の中でも、人々の豊かさを維持するうえで不可欠な役割を果たし、他の種類の資本で代替できないクリティカル自然資本に焦点を当て、何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。そのため本年度の研究では日本全国で行ったアンケートデータを用いて、国内の自然資本の維持に対する人々の支払い意志額(WTP)を網羅的に推計し、各種の自然資本のWTPの決定要因およびその地域差を分析した。本分析については本章第2節で述べる。

また、自然資本に限らず特色ある地域の現状に即した新国富指標の評価も重要である。そのため、地方自治体との共同研究プロジェクトを更に発展させ、新国富資本の詳細な測定を行った。具体的には、これまで新国富指標の基本要素(自然資本、人工資本、人的資本)のシャドウ・プライスに理論的に内包されてしまい、明示的に価値化されていなかった社会関係資本に着目し、福岡県久山町においてICT技術を活用した社会関係資本の向上に資する安全安心サービスを対象にサービス導入の事前・事後アンケートに基づく経済実験を行った。本分析については本章第3節で述べる。

第2節 全国自然資本アンケート

本節では、日本全国で行った自然資本に関するアンケートデータを用いて、国内の自然資本の維持に対する人々の WTP を網羅的に推計し、各種の自然資本の WTP の決定要因およびその地域差について明らかにするために行った分析について、その手法、結果等を述べる。

背景及び分析手法

自然資本は、人々の豊かさを維持するうえで必要不可欠な生態系サービスの源であると言える。この生態系サービスには、供給サービス、調整サービス、基盤サービス、文化的サービス等が含まれる。これらのサービスを保持していくためには、自然資本を効果的に保全していくことが肝要である。

持続可能性を促進する1つの方法は、自然資本や生態系サービスを、金銭単位などの尺度を用いて定量的に評価することである。これまで多数の研究で、CVM や選択実験といった表明選好法、およびトラベルコスト法といった顯示選好法を用いて、特定の地域の森林、農地、サンゴ礁、海洋、マングローブ林などの自然資本の増加または維持に対する人々の WTP の推計が行われた。さらに、およそ過去20年間で、世界の自然資本の価値化を試みる研究が行われた (Costanza et al., 2017)。そうした研究では、便益移転法に基づくメタ分析を行い、世界の自然資本を構築する種々の生態系の価値を金銭単位で推計した (Costanza et al., 1997; 2017)。

こうした研究によって、自然資本の世界レベルで見た全体的な価値、および特定の地域レベルで見た特定項目の価値が明らかにされてきたが、国家レベルで見た自然資本の価値を全体的に推計した研究はほとんどない。そこで本研究では、日本全国で行ったアンケートデータを用いて、国内の自然資本の維持に対する人々の WTP を網羅的に推計し、各種の自然資本の WTP の決定要因およびその地域差について分析を行った。

本研究では、2019年に日本全国で実施した調査で収集したデータを使用した。インターネット調査を使用し、7,556人の個人の回答を得た。対象とした自然資本の項目は、水田、畑、果樹園、牧草地、人工林、天然林、海岸防災林、サンゴ礁、マングローブ林、藻場、干潟、砂浜、漁場の13項目である。支払カード方式を採用し、各自然資本を維持することに対するWTPを対象者に質問した。

回答者は、年間最大で世帯から支払える金額を、0円から20,000円まで一定のレンジで区切られた選択肢からあてはまるものを選択した。回答者には金額を選択する前に、各自然資本が持つ生態系サービスのリスト、日本における近年の面積・総量の変化の傾向、およびその自然資本を維持するための仮想的なプロジェクトが行われなかった場合の自然資本の減少量が提示された。各自然資本の生態系サービスの情報として、供給サービス、調整サービス、基盤サービス、文化的サービスが含まれている。また、注意事項として、各項目への支払いの回答をするときは、他の項目への支払は行っていないものとすること、支払った金額は各項目の維持にのみ利用されること、自然資本のプロジェクト維持が実行される場合、合意した世帯だけでなく日本のすべての世帯が税金や関連商品の値上げ等を通じて支払いを行うことを提示した。

加えて、各自然資本を訪れる頻度、各自然資本に対する主観的な重要度を質問した。また、回答者がすべての項目の WTP を 0 円と回答した場合、なぜ支払わないのか、その理由を質問した。一定の割合の回答者が、「自分に支払う義務はないと思うから」、「支払ったお金が正しく使われるか不安だから」、「与えられ

た情報からでは決められないから」、「その他」を選択した。これらの回答を抵抗回答と判断し、WTP の分析から除外した。

さらに、性別、年齢、世帯年収などの回答者の個人属性についても質問した。世帯年収について「わからない」、「答えたたくない」を選択した回答者を分析サンプルから除外した。最終的に分析に用いるサンプルサイズは 4,591 人となった。表 17 に、分析サンプルの個人属性の基本統計量を示している。また、表 18 は WTP の回答の分布を示す。

表 17 個人属性変数の基本統計量

変数	説明	平均	標準偏差
女性	女性を1とするダミー変数	0.473	0.499
年齢	回答者の年齢	45.1	13.3
大卒	大卒者を1とするダミー変数	0.520	0.500
世帯人数	世帯人数	2.734	1.35
子どもの数	世帯の子どもの人数	0.464	0.866
勤労者	就労者を1とするダミー変数	0.744	0.436
世帯年収	世帯年収	621	431
都市居住	東京 23 区および政令指定都市居住者を1とするダミー	0.296	0.457

表 18 各自然資本に対する WTP の回答割合(%)

	水田	畑	果樹園	牧草地	人工林	天然林	海岸防災 林
0(円)	20.8	20.9	22.6	24.0	20.0	13.2	16.6
1~200	18.3	18.5	18.7	19.1	20.2	21.2	20.5
200~400	8.7	8.1	8.0	8.1	8.6	9.2	9.1
400~600	8.7	9.2	9.7	9.5	9.9	10.3	10.3
600~800	2.5	2.8	2.5	2.4	2.4	2.7	2.6
800~1,000	14.2	14.0	13.4	13.3	14.1	15.2	14.3
1,000~1,200	8.2	8.0	7.8	7.6	8.8	9.3	8.8
1,200~1,400	1.0	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4
1,400~1,600	1.1	1.1	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1
1,600~1,800	0.5	0.6	0.7	0.4	0.5	0.7	0.6
1,800~2,000	2.7	2.6	2.5	2.3	2.1	2.7	2.5
2,000~2,500	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	2.0	1.7
2,500~3,000	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.8	1.4
3,000~3,500	1.3	1.3	1.4	1.3	1.1	1.2	1.3
3,500~4,000	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4
4,000~4,500	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
4,500~5,000	1.6	1.6	1.4	1.3	1.4	1.6	1.8

	サンゴ礁	マングローブ林	藻場	干潟	砂浜	漁場	日本の自然環境
5,000–6,000	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.6	1.5
6,000–7,000	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
7,000–8,000	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8,000–9,000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
9,000–10,000	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	0.8
10,000–	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.6	1.2
11,000							
11,000–	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
12,000							
12,000–	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
13,000							
13,000–	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
14,000							
14,000–	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
15,000							
15,000–	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
16,000							
16,000–	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
17,000							
17,000–	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18,000							
18,000–	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
19,000							
19,000–	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20,000							
over 20,000	1.0	1.0	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5

表 18 続き

	サンゴ礁	マングローブ林	藻場	干潟	砂浜	漁場	日本の自然環境
0 円	18.2	20.7	20.5	19.1	21.3	18.9	5.3
1–200	20.7	21.0	21.2	20.8	20.0	19.3	6.5
200–400	8.6	8.8	8.8	9.3	8.6	9.5	4.7
400–600	10.2	10.3	10.4	9.8	9.8	9.8	5.3
600–800	2.7	2.3	2.3	2.8	2.8	2.8	1.5
800–1,000	13.6	13.2	13.0	13.3	13.0	13.4	15.4
1,000–1,200	9.2	8.9	8.9	8.6	8.9	8.8	9.3
1,200–1,400	1.0	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.4

1,400–1,600	0.8	0.9	1.0	1.1	1.0	1.2	1.3
1,600–1,800	0.5	0.4	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5
1,800–2,000	2.4	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3	5.1
2,000–2,500	2.5	2.0	1.9	2.0	2.1	2.3	3.9
2,500–3,000	1.1	1.1	1.1	1.4	1.2	1.5	4.1
3,000–3,500	1.1	1.0	1.0	1.1	0.9	1.3	2.6
3,500–4,000	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.8
4,000–4,500	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5
4,500–5,000	1.4	1.1	1.0	1.2	1.3	1.4	5.5
5,000–6,000	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.7	5.0
6,000–7,000	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7
7,000–8,000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5
8,000–9,000	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3
9,000–10,000	1.0	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	5.8
10,000– 11,000	1.2	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	5.4
11,000– 12,000	0.4	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	1.6
12,000– 13,000	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.9
13,000– 14,000	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
14,000– 15,000	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.6
15,000– 16,000	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8
16,000– 17,000	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
17,000– 18,000	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
18,000– 19,000	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
19,000– 20,000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1
over 20,000	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	3.2

まず、WTP がどのような要素によって決定されているか、その要因の分析を行った。抵抗回答を除外した後でも、ほとんどの項目について約 20% の回答者が WTP を 0 円と回答した。

近年の定量的実証研究で、zero-inflated ordered probit (ZIOP) model がゼロ回答を多く含む順序尺度の被説明変数に対して適用されるようになってきた (Harris and Zhao, 2007)。いくつかの研究でも ZIOP の有用性が示されており、例えば Bagozzi et al. (2012) は順序尺度の被説明変数の値のうち 0 の割合が大きい場合、通常の順序プロビットより ZIOP を使用した方がバイアスが少なくなることを示している。ZIOP モデルでは、2 つの潜在的な被説明変数を仮定する。潜在変数モデルは、以下の式で表記される。

$$r^* = \mathbf{x}'\boldsymbol{\beta} + \varepsilon, \quad (1)$$

$$y^* = \mathbf{z}'\boldsymbol{\gamma} + u, \quad (2)$$

$$y = \begin{cases} 0 & \text{if } r^* \leq 0 \text{ or } y^* \leq 0, \\ j & \text{if } 0 < r^* \text{ and } \mu_{j-1} < y^* \leq \mu_j \ (j = 1, \dots, J-1), \\ J & \text{if } 0 < r^* \text{ and } \mu_{J-1} < y^*. \end{cases} \quad (3)$$

r^* は WTP の決定に参加するかどうかを表す潜在変数、 \mathbf{x} は r^* に $\boldsymbol{\beta}$ だけ影響を与える説明変数ベクトル、 y^* は順序変数 y ($= 0, 1, 2, \dots, j, \dots, J$) と関連づけられた潜在変数、 \mathbf{z} は y^* に $\boldsymbol{\gamma}$ だけ影響を与える説明変数ベクトル、 ε と u は標準正規分布を持つ誤差項であり、 μ_j ($j = 1, \dots, J-1$) は未知の閾値パラメータである。最尤法を用いることによって、未知パラメータの推定が可能である。説明変数 \mathbf{x} および \mathbf{z} として、社会経済学的属性を含めた。

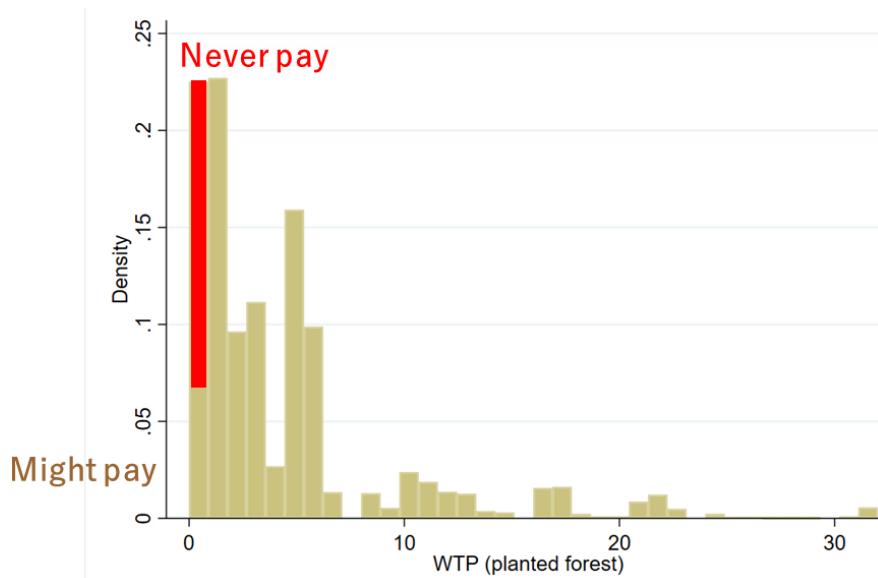


図 34 ZIOP 推定のイメージ

$r^* \leq 0$ の場合は y が必ずゼロであり、 $r^* > 0$ の場合は y が正の値をとる可能性があるとする仮定

WTP に関する回答を用いて、各自然資本の維持に対する平均 WTP の推計を行った。回答に支払カード方式を用いた場合、先行研究で頻繁に用いられている 2 つの平均 WTP 推計法を適用できる (Blaine et al., 2005 を参照)。1 つは Turnbull lower bound mean (LBM) と呼ばれ、以下の式で平均 WTP が計

算される。

$$LBM = \pi_0 p_0 + \sum_{i=1}^k \pi_i (p_i - p_{i-1}). \quad (4)$$

π_i は WTP として $p_i < WTP < p_{i+1}$ を選択した回答者の割合を示し、 p_0 は最も安い支払カードの価格を示す。多くの研究者が Turnbull, (1976) が彼の分析の中で用いたこの方法を使用してきた。もう 1 つは、Kristrom mean (Kriström, 1990) と呼ばれ、以下の式で平均 WTP が計算される。

$$\text{Kristrom mean} = LBM + \frac{p_0(1-\pi_0)}{2} + \sum_{i=1}^k \left\{ \frac{|\pi_i - \pi_{i-1}|(p_i - p_{i-1})}{2} \right\} + \frac{\pi_k(p^* - p_k)}{2}. \quad (5)$$

p^* は π がゼロになる支払価格の推定値である。Kristrom mean は LBM に比べて高めの WTP が得られ、より実際的な計測値であると言われている。

分析結果

WTP の決定要因

表 19 に ZIOP モデルによる回帰分析の結果を示す。説明変数として、女性ダミー、年齢、大卒ダミー、世帯人数、子どもの数、勤労者ダミー、世帯年収(万円/年)、都市居住ダミー、対象項目への訪問頻度、対象項目の維持の重要度を含めている。回帰結果によると、男性であること、若年世代であること、世帯人数が少ないこと、世帯年収が高いことは、ほとんどの項目の維持に対する WTP を高くする要因であることがわかる。また、対象地への訪問頻度と重要度も、同じく高い WTP を示す要因となる。都市居住ダミーは、どの項目にも有意な影響を示さなかった。これは、都市居住か地方居住かの違いは、他の個人属性で説明可能である可能性が高い。

表 19 ZIOP 回帰結果

変数	水田	畑	果樹園	牧草地	人工林	天然林	海岸防災林
女性	-0.133***	-0.148***	-0.146***	-0.115***	-0.0961**	-0.0788**	-0.0800**
年齢	-0.00197	-0.00280*	-0.00422***	-0.00242	-0.00341**	-0.00337**	-0.00375***
大卒	0.0467	0.0338	0.0194	0.0616	0.0618	0.0660*	0.0290
世帯人数	-0.0132	-0.0181	-0.0266	-0.0327*	-0.0348*	-0.0321*	-0.0327*
子どもの数	0.00591	0.0167	0.0216	0.0389	0.0102	0.0126	0.00895
勤労者	0.0146	0.0414	0.0524	0.0625	-0.0143	0.00299	-0.00981
世帯年収	0.000448***	0.000456***	0.000460***	0.000446***	0.000418***	0.000411***	0.000450***
都市居住	-0.0152	0.00744	0.000499	-0.0119	0.0141	-0.00143	0.0234
訪問頻度	0.143***	0.129***	0.142***	0.188***	0.0956***	0.116***	0.113***
重要度	0.174***	0.106**	-0.0570	-0.0349	0.0598	0.0788**	0.0556
観測数	4,437	4,440	4,427	4,423	4,440	4,452	4,440

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

表 19 続き

変数	サンゴ礁	マングローブ林	藻場	干潟	砂浜	漁場	日本の自然環境
女性	-0.0659*	-0.102***	-0.114***	-0.135***	-0.0617	-0.144***	-0.108***
年齢	-0.000566	-0.00213	-0.00390***	-0.00303**	-0.000836	-0.00241*	0.00216*
大卒	0.0686*	0.0541	0.0470	0.0102	0.0847**	0.0528	0.0756**
世帯人数	-0.0392**	-0.0439**	-0.0416**	-0.0370**	-0.0503***	-0.0441**	-0.0248
子どもの数	0.0574**	0.0235	0.0106	0.0130	0.0621**	0.0130	0.0207
勤労者	-0.0151	0.0446	0.0678	0.0829*	-0.0170	0.0548	0.0275
世帯年収	0.000407***	0.000425***	0.000461***	0.000402***	0.000427***	0.000424***	0.000536***
都市居住	-0.0417	0.0120	0.0301	0.0438	-0.0318	-0.0100	-0.0316
訪問頻度	0.160***	0.124***	0.0931***	0.112***	0.153***	0.0841***	
重要度	0.0758*	0.143**	0.192***	0.0182	0.309***	0.0940**	
観測数	4,423	4,397	4,397	4,402	4,414	4,404	4,499

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

WTP 推計結果

表 20 に各項目の維持に対する回答者の平均 WTP の推定値を示す。全体として、Kristrom mean 推定値は Turnbull LBM 推定値より高い値を示している。13 項目間では、WTP 推定値に大きな違いがみられる。中でも、天然林の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も高く、一方で藻場の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も低い。海域の項目としては、サンゴ礁の維持への WTP が最も高くなっている。

表 20 平均 WTP 推定値

	平均 WTP (円/%/年)	
	Turnbull LBM	Kristrom mean
水田	1545.6	1655.5
畑	1524.2	1630.7
果樹園	491.1	532.0
牧草地	4037.2	4409.6
人工林	5115.3	5566.5
天然林	11774.6	12811.8
海岸防災林	5562.2	6057.4
サンゴ礁	5424.7	5898.7
マングローブ林	4699.2	5153.0
藻場	487.5	535.7
干潟	4981.6	5466.9
砂浜	5002.3	5465.4
漁場	5395.0	5883.8

地域差分析

日本の 8 地方区分に従って、北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州沖縄地方の 8 地方ごとに平均 WTP の推定値を計算し、地域差分析を行った。表 21 に、それぞれの地域のサンプルサイズを示す。図 35 から図 49 に地域ごとの Turnbull LBM 推定値グラフを、平均世帯年収のグラフとともに示す。

前節で示したように、世帯年収の高さは WTP の高さの有意な決定要因となっている。この傾向は、地域差分析でも大方現れているといえる。全体として、高い平均世帯年収を持つ地域、主に関東地方と近畿地方は、それぞれの項目の維持に対して高い WTP を示しており、比較的低い平均世帯年収を示す東北地方は、多くの項目について比較的低い WTP を示している。

しかし、この傾向がすべての地域に当てはまるわけではない。北海道地方は、平均世帯年収では最低水準を示すが、すべての項目について比較的高い WTP を示している。また、北海道地方付近に分布していないサンゴ礁やマングローブ林などの維持に対する WTP も比較的高い。北海道地方に居住している回答者は、高い環境意識を有している可能性がある。しかし我々のサンプルでは、北海道地方の回答者のあいだでそれぞれの項目に対する主観的重要性度が他の地域に比べて高いわけではないことがわかった。加えて、同じく平均世帯年収が最低水準である四国地方も、森林や干潟の維持に対する WTP は比較的高い値を示した。

表 21 8 地方ごとのサンプルサイズ

地域	サンプルサイズ
北海道	363
東北	459
関東	1,020
中部	847
近畿	573
中国	424
四国	203
九州沖縄	726

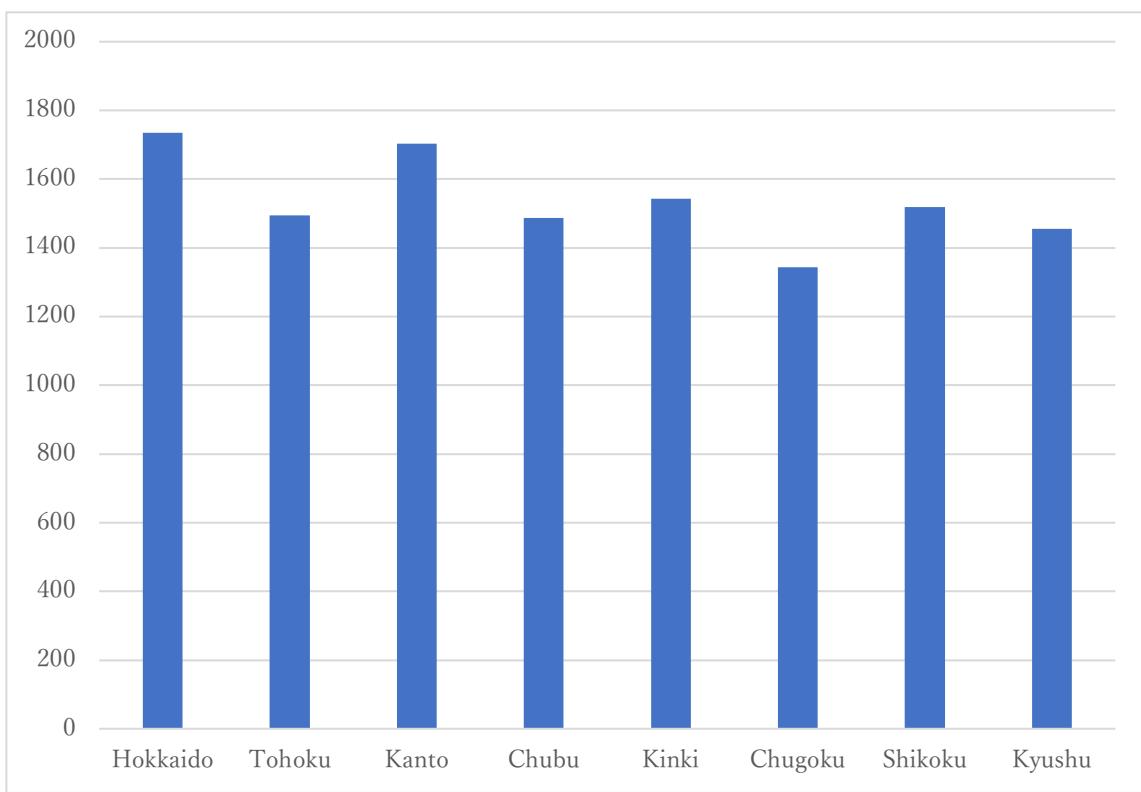


図 35 水田(円/%/年)

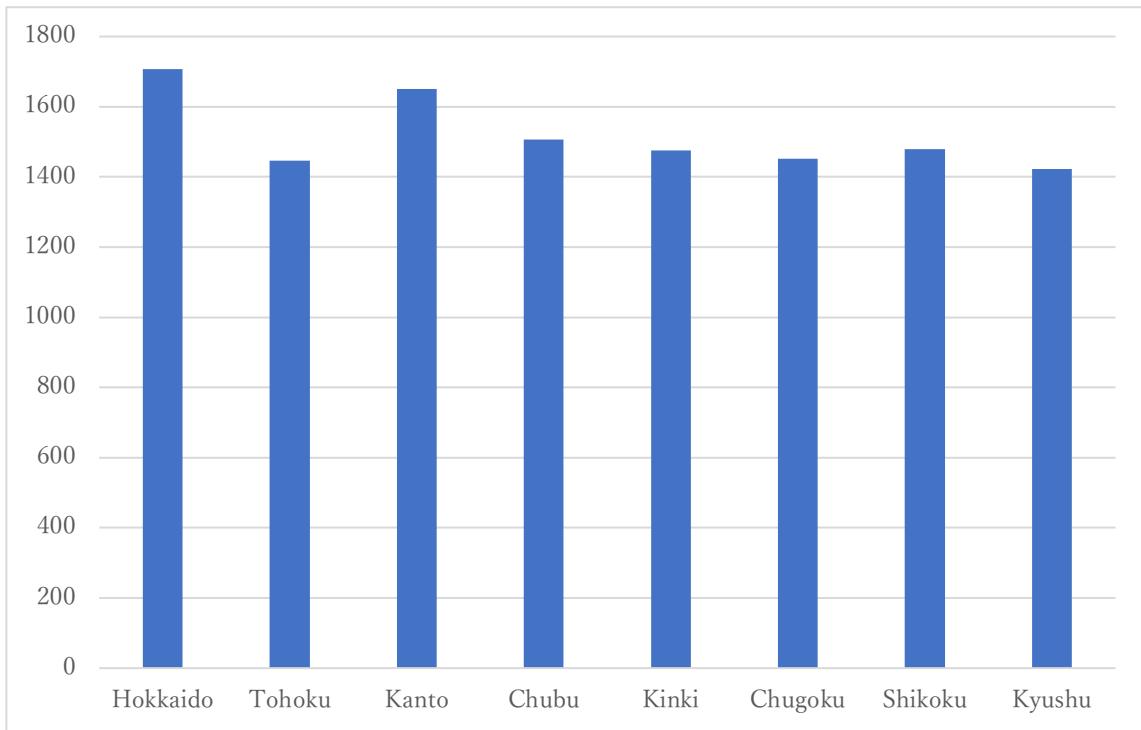


図 36 畑(円/%/年)

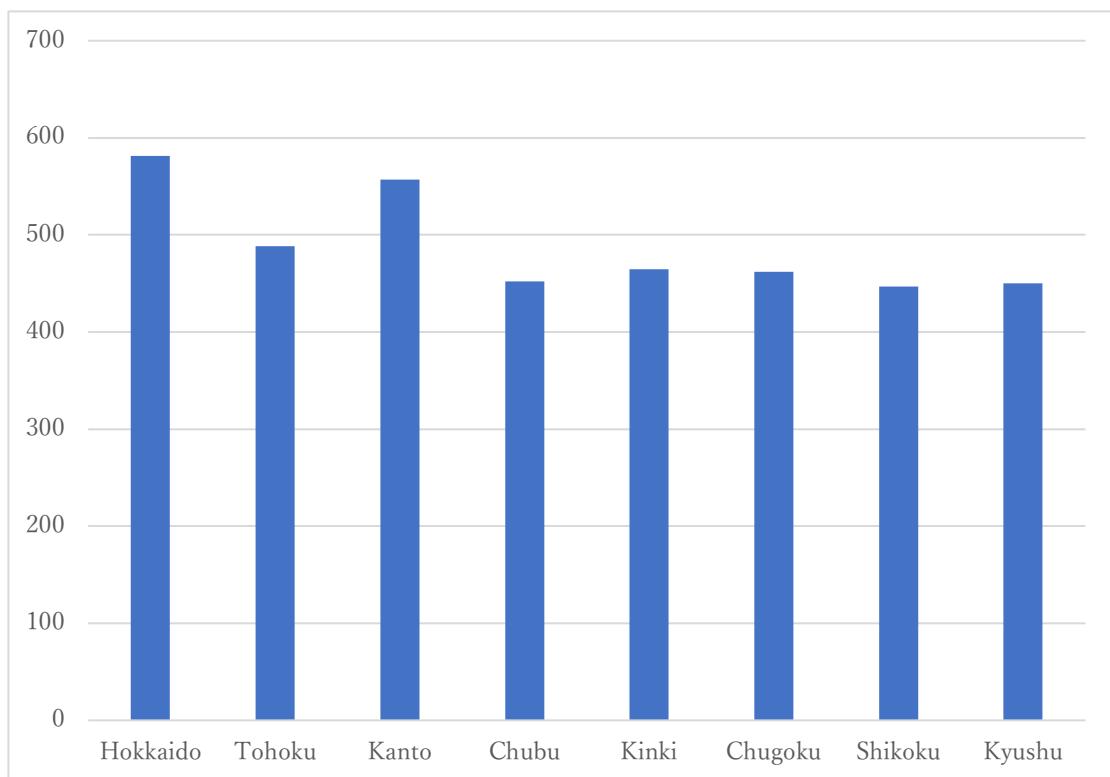


図 37 果樹園(円/%/年)

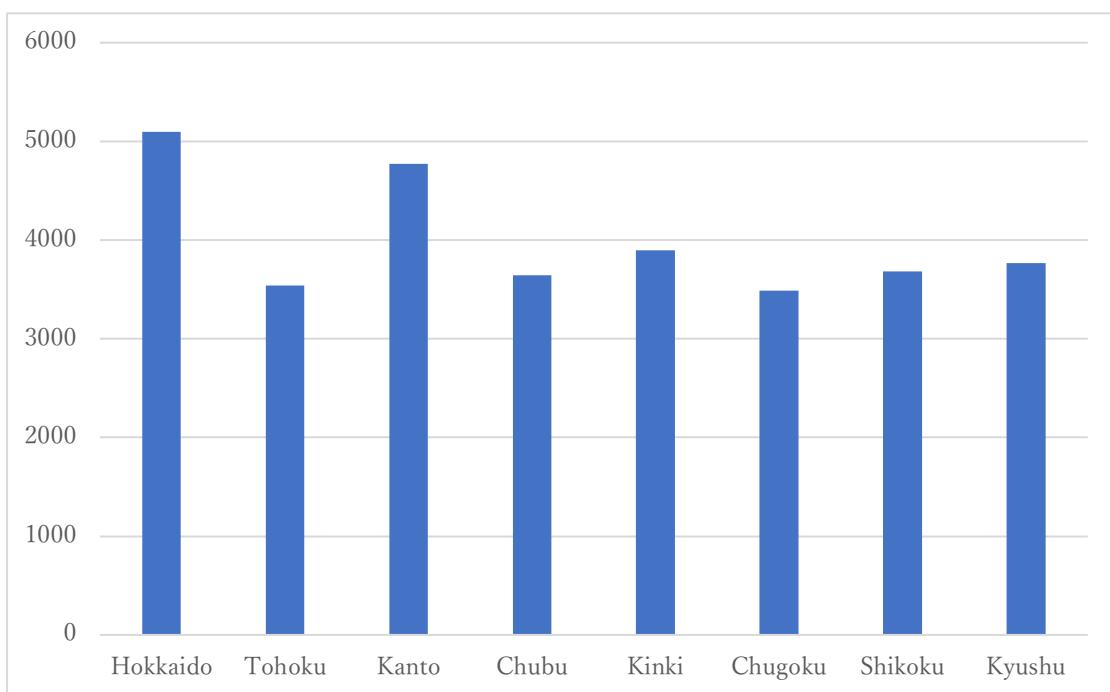


図 38 牧草地(円/%/年)

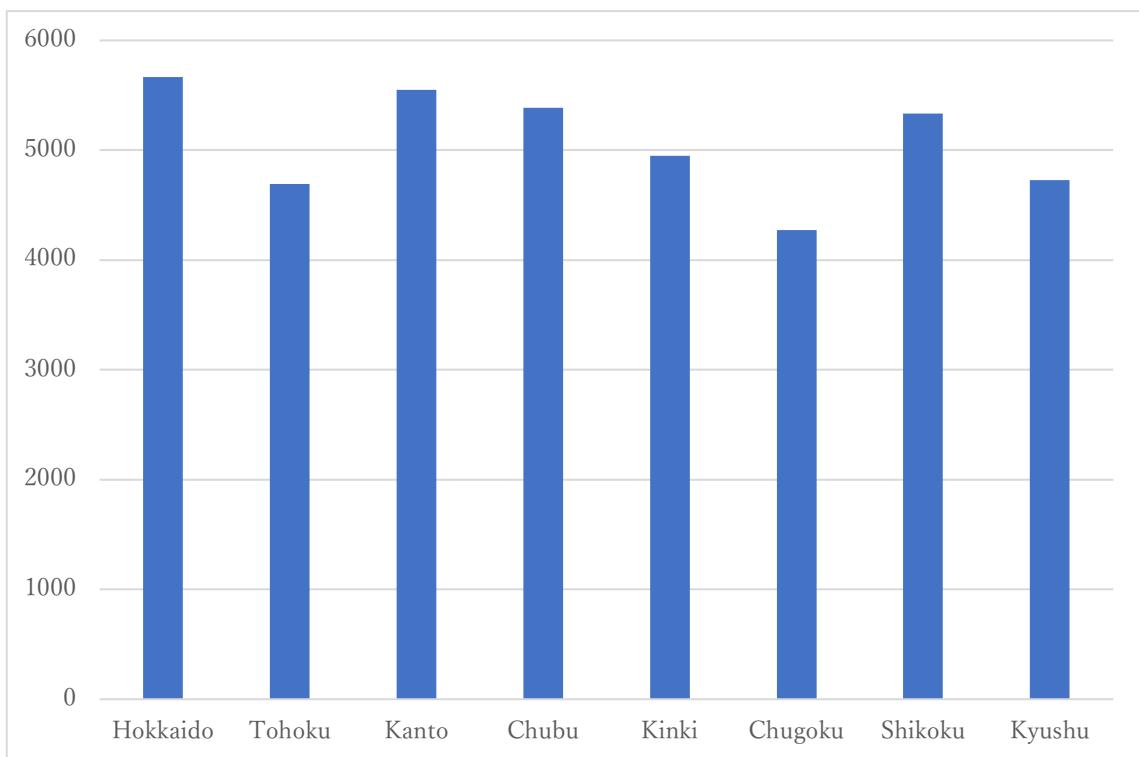


図 39 人工林(円/%/年)

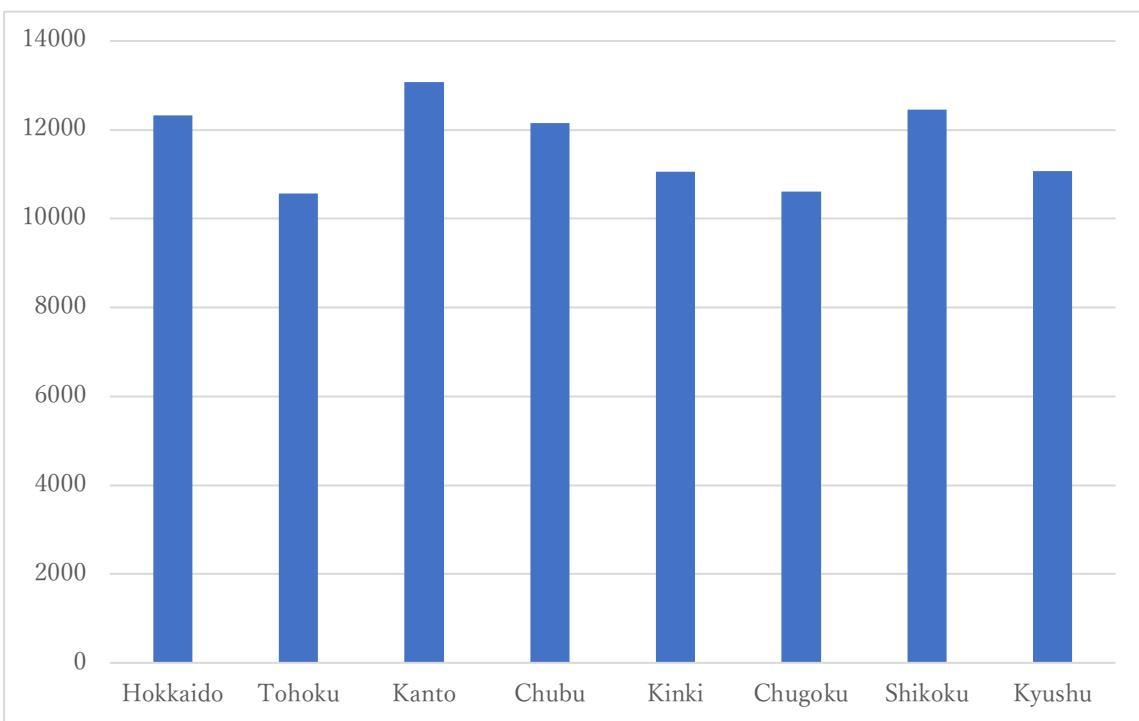


図 40 天然林(円/%/年)

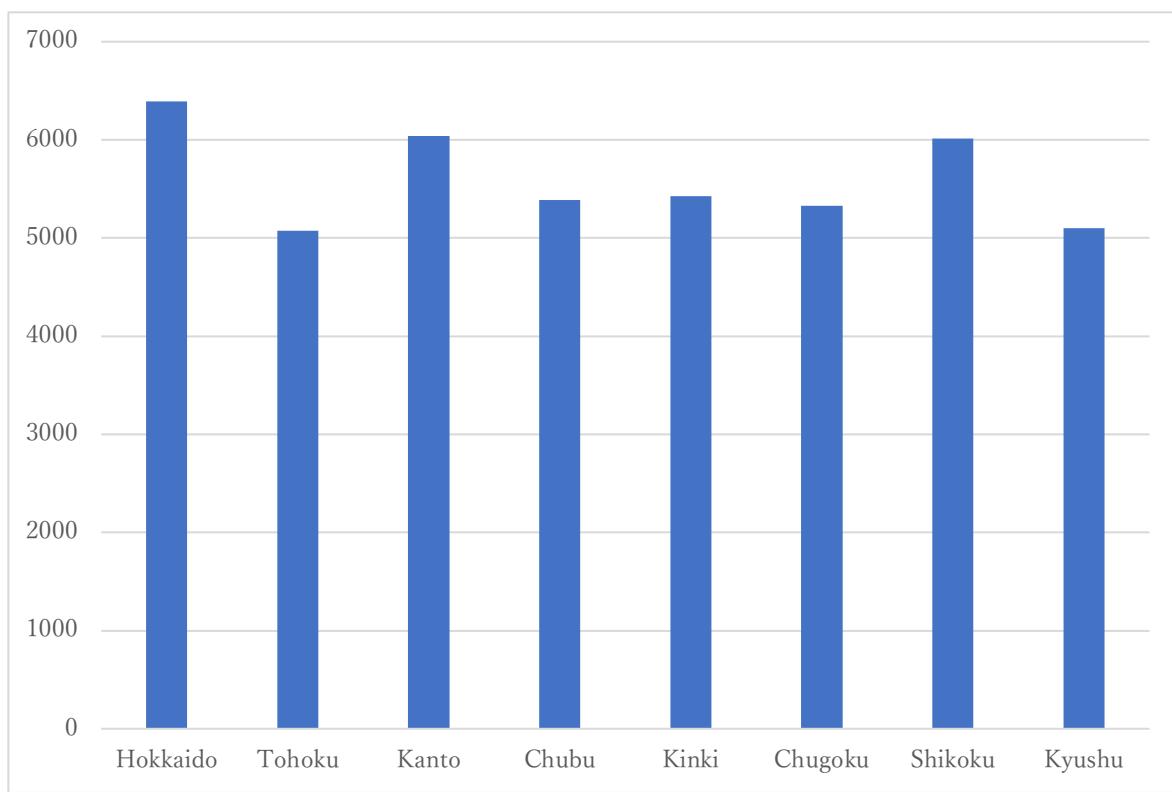


図 41 海岸防災林(円/%/年)

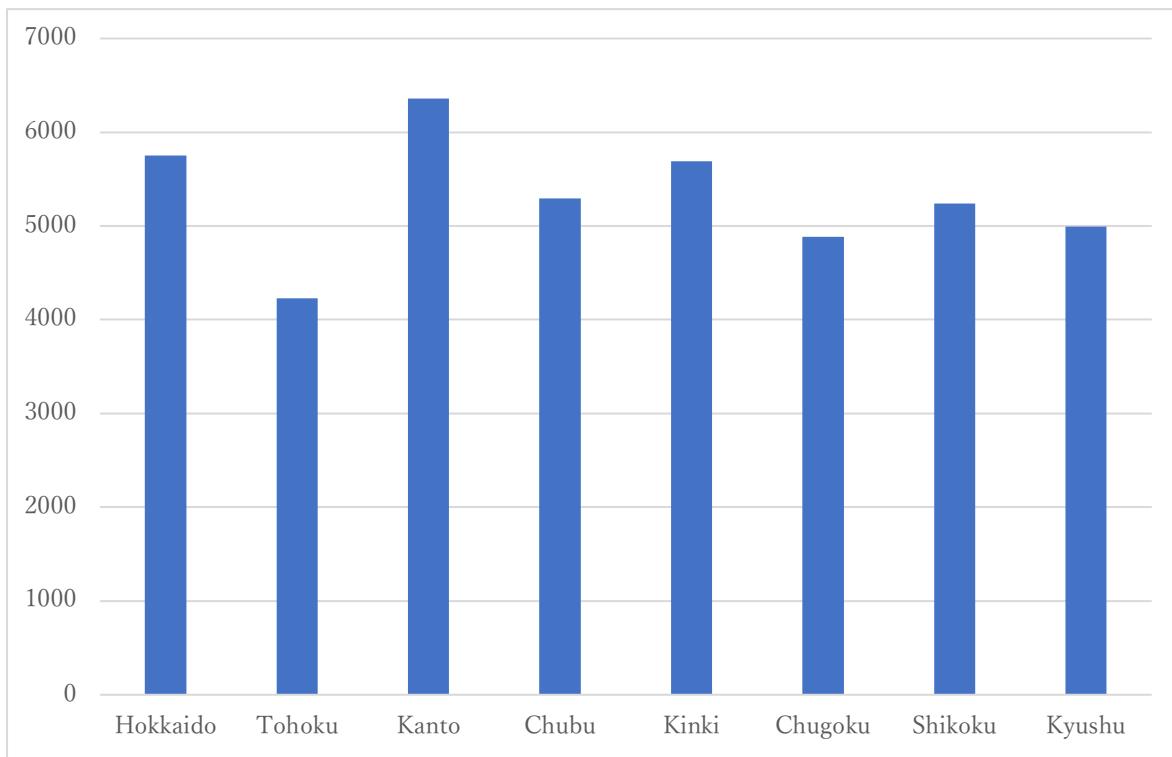


図 42 サンゴ礁(円/%/年)

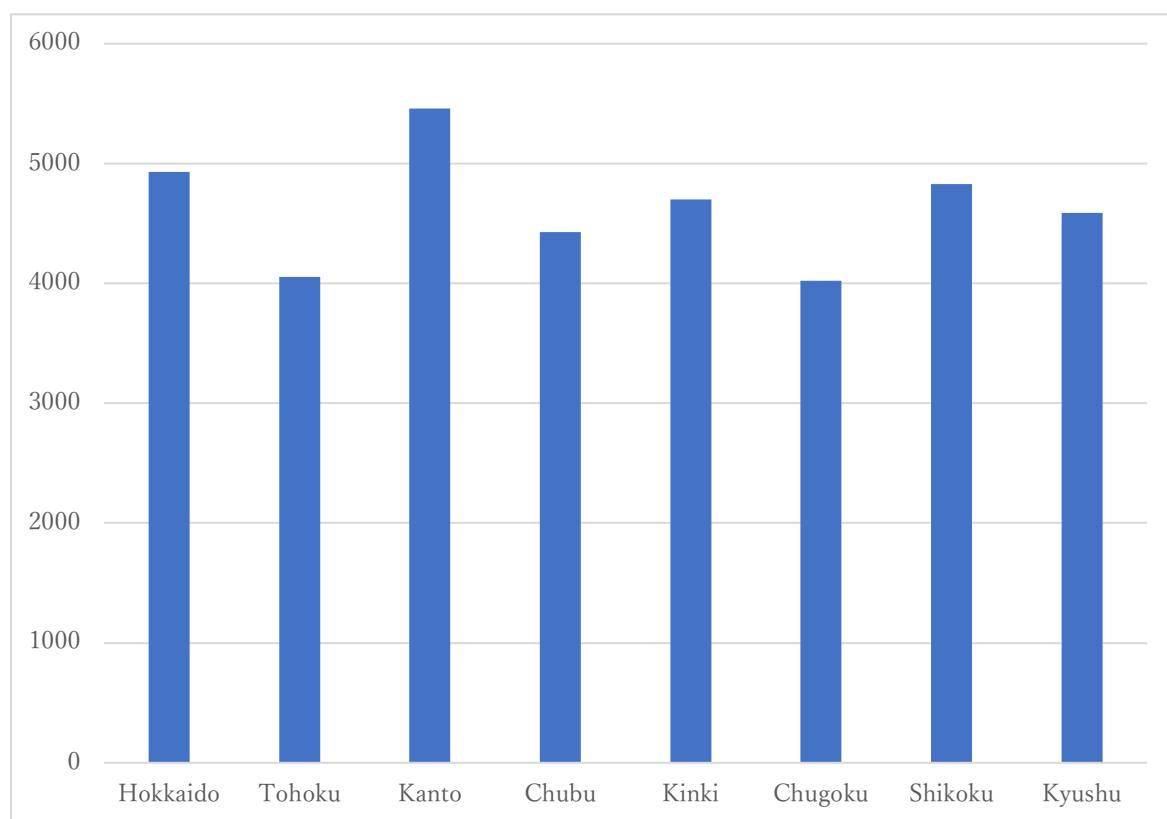


図 43 マングローブ林(円/%/年)

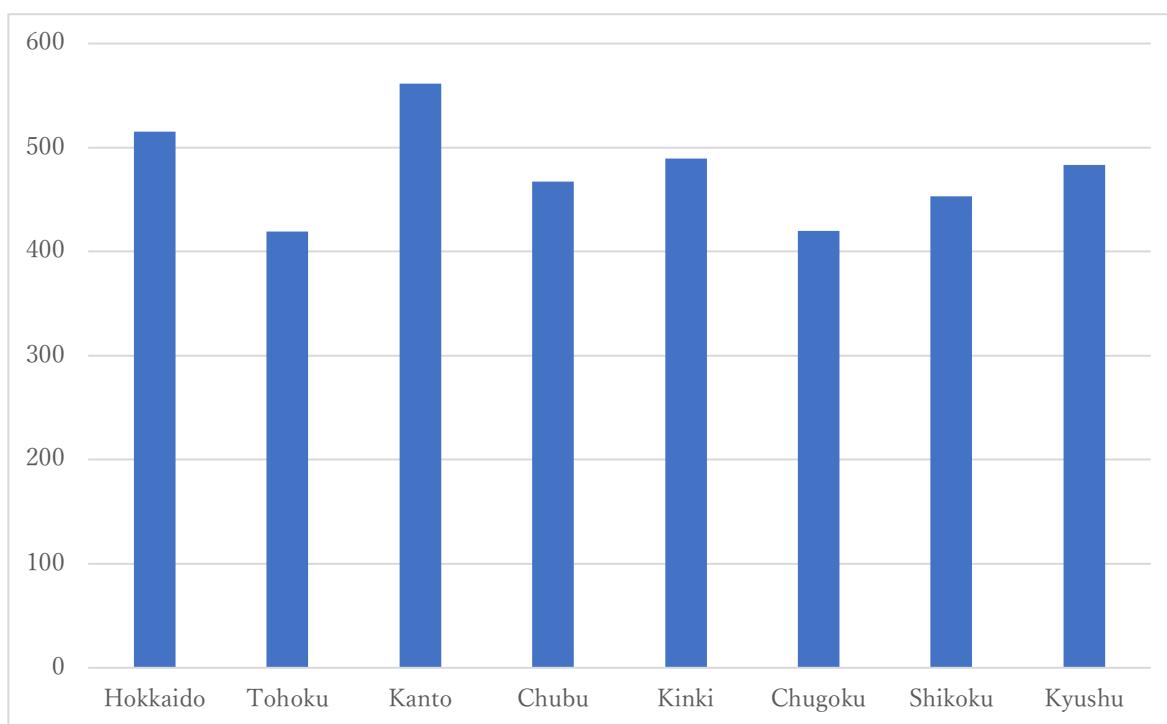


図 44 藻場(円/%/年)

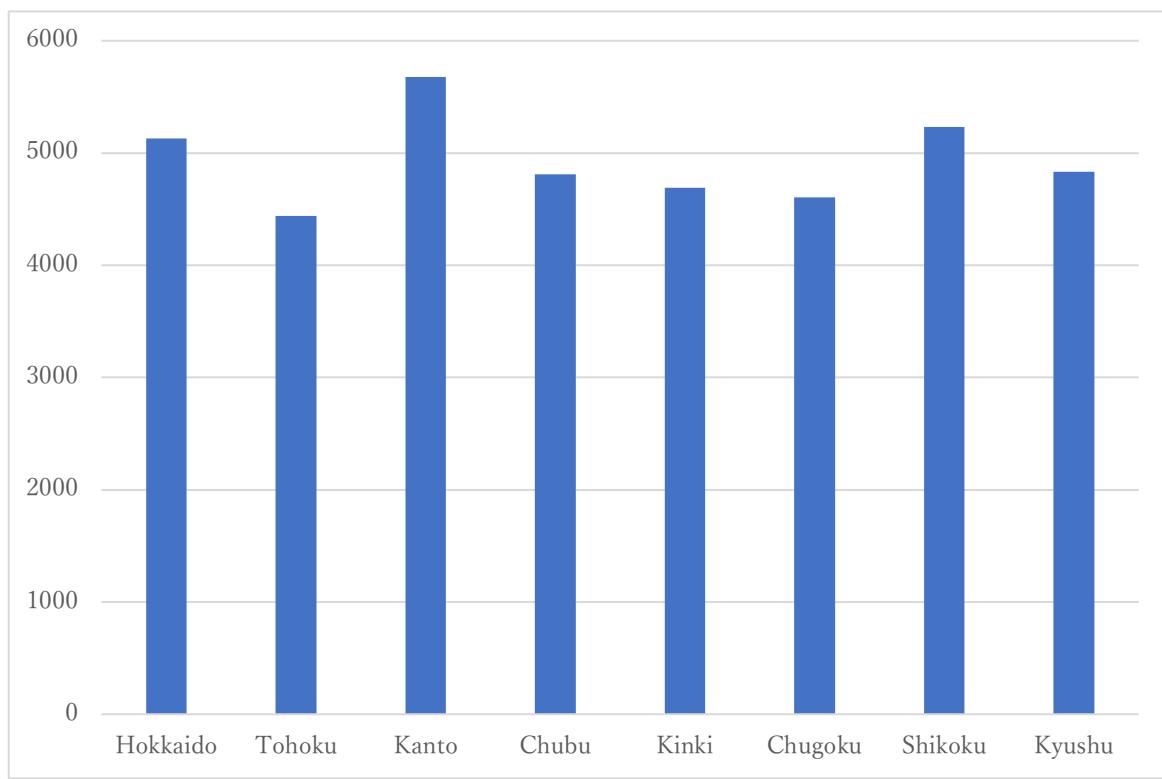


図 45 干瀬(円/%/年)

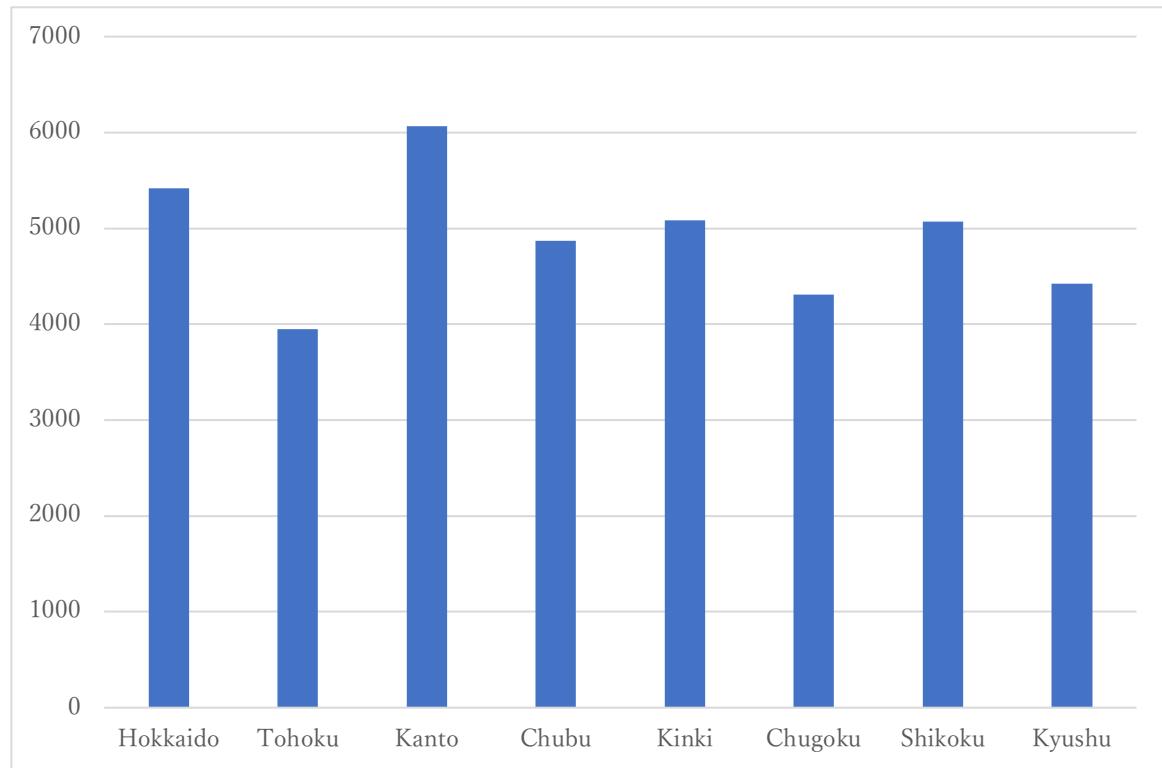


図 46 砂浜(円/%/年)

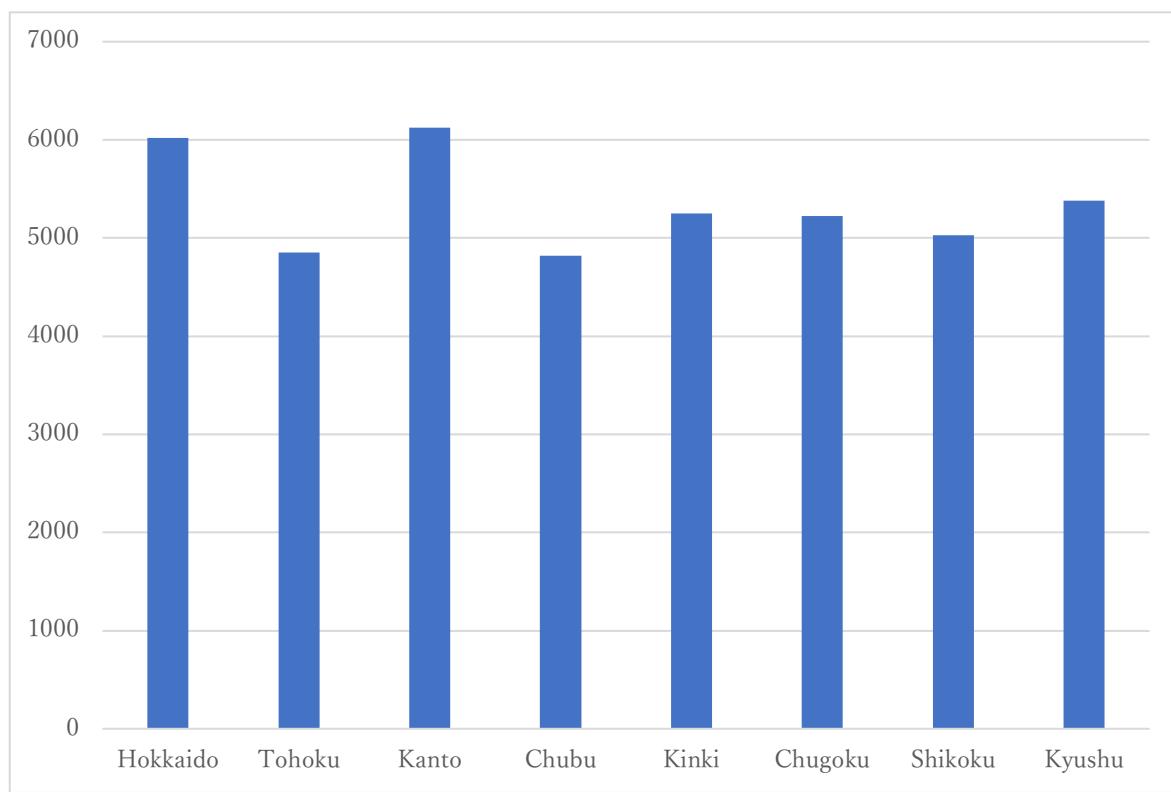


図 47 漁場(円/%/年)

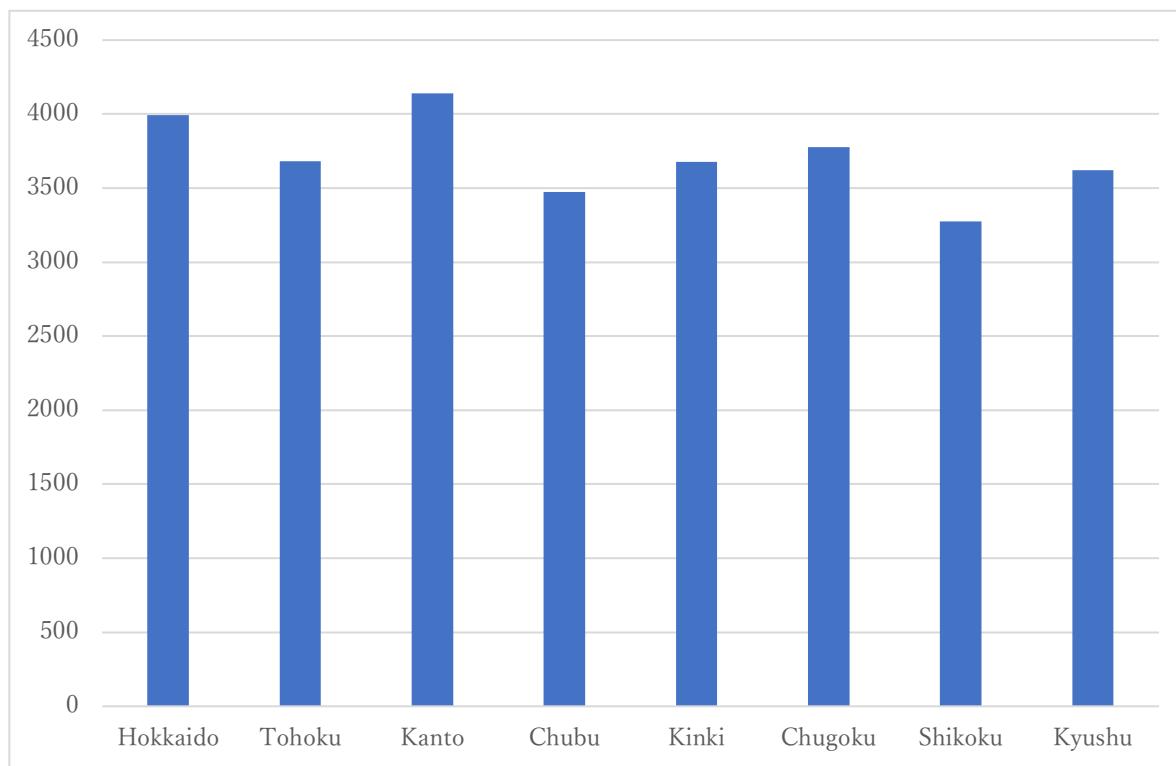


図 48 日本の自然環境(円/%/年)

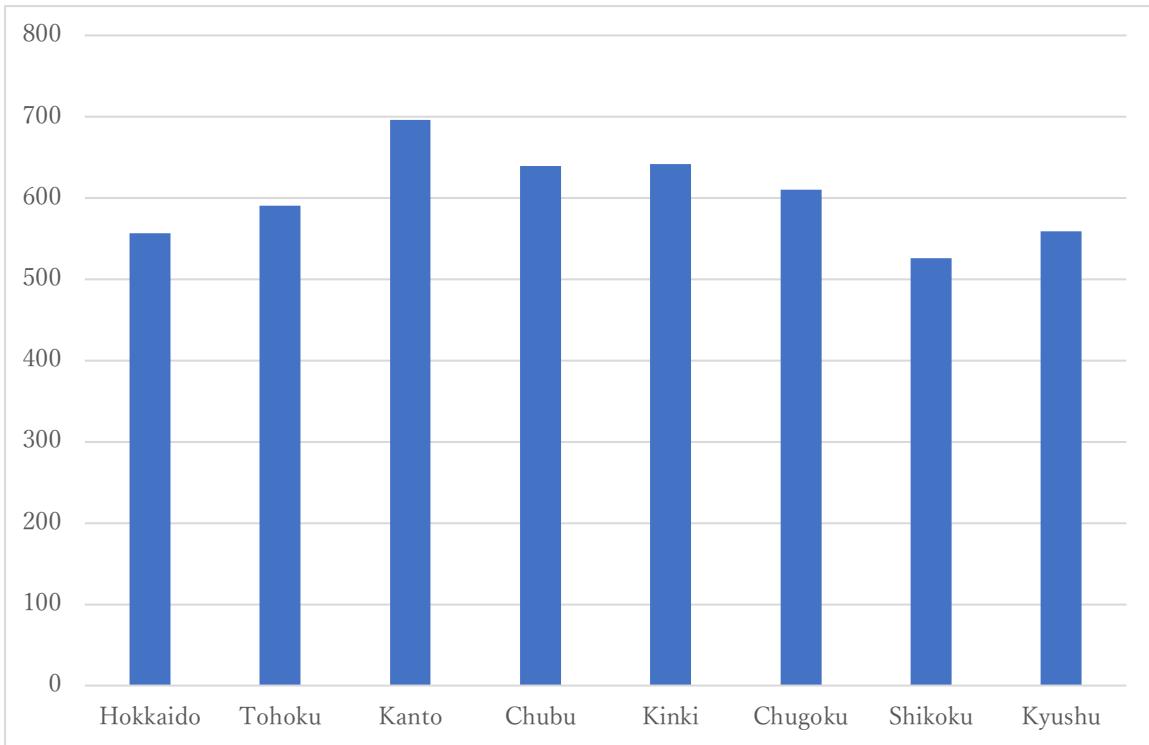


図 49 世帯年収(万円)

考察

本研究では、日本全国の個人を対象としたインターネット調査で収集したデータを用いて、日本の 13 種類の自然資本の維持に対する WTP を分析した。ZIOP モデルを用いて、社会経済学的属性と WTP との関係性を明らかにした。加えて、日本全国及び地域ごとに、13 項目それぞれの維持に対する平均 WTP を推計した。

要因分析では、世帯年収といった個人属性が WTP の有意な決定要因となっていることがわかった。また、それぞれの自然資本の維持に対する主観的な重要度、およびそれぞれの項目への訪問頻度も、WTP を有意に高くすることがわかった。こうした結果から、藻場の維持に対する WTP の低さは、多くの個人が藻場になじみがないことが要因である場合が考えられる。したがって、なじみのない自然資本がもつ生態系サービスの重要性に関する適切な理解を促進する必要がある。

加えて、自然資本の維持に対する WTP の地域差分析を行った。結果として、WTP の地域差が、必ずしも平均世帯年収で説明できないことが判明した。例えば、北海道地方は低い平均世帯年収を示しているのにもかかわらず、ほとんどの自然資本の維持に対する WTP が比較的高い値を示した。これは、WTP の決定要因として、今回の調査で収集できなかった環境意識などの要因がある場合が考えられる。

第3節 地方地自体との共同研究プロジェクト－福岡県久山町

自然資本に限らず特色ある地域の現状に即した新国富指標の評価は、政策形成においても重要となる。本節では、地方自治体との共同研究プロジェクトとして実施した、福岡県久山町においてICT技術を活用した社会関係資本の向上に資する安全安心サービスを対象にサービス導入の事前・事後アンケートに基づく経済実験を行った結果について述べる。

背景、分析手法並びにアンケート内容

これまで新国富指標の基本資産（自然資本、人工資本、人的資本）のシャドウ・プライスに理論的に内包され、明示されていなかった社会関係資本に着目し、福岡県久山町においてICT技術を活用した社会関係資本の向上に資する安全安心サービスを対象にサービス導入の事前・事後アンケートに基づく経済実験を行った。久山町では、安心・安全向上のサービスとして、ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」が導入された。ICT技術を活用した見守りサービス導入することによって、保護者達の安心感が向上すると、同町の社会関係資本の向上に繋がる。本分析はその増加分を新国富の数値的評価により明らかにすること、そして、本評価を踏まえ政策形成に活用することを目的としている。

ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」について

ICTを活用した見守りサービス「Qottaby（キューオッタバイ）」は、小学生や高齢者の位置情報を保護者や家族に届ける見守りサービスである。見守られる子どもや高齢者は、ランドセルやカバンなど、いつも持ち歩くものに専用の端末を付け、専用の端末から常時発信される電波を、通学路途中などに設置された基地局がキャッチすると、保護者や家族のスマートフォンで位置を確認したり、到着の通知を受け取ったりすることができる。図50は本サービスについて概念図である。

2019年4月から、久山町の久原小学校、山田小学校の両校で小学生を対象とした実証を行っている。



図 50 ICT 技術活用した見守りサービス

アンケート調査

新サービス提供による地域価値の上昇を計測することを目的としたアンケート調査を行った。福岡県久山町の久原小学校、山田小学校の両校で小学生を対象とした ICT を活用した見守りサービスを提供し、その保護者達を対象に幸福度・満足度に関するアンケート調査を行っている。

以下、見守りサービス導入前（事前）に配布したアンケート調査票の内容を（1）回答者属性に関する質問、（2）幸福と健康、（3）サービスについて質問を行った。

なお、見守りサービス導入後（事後）に配布したアンケートの内容は（1）属性と（2）サービスについて質問を行った。事前調査は 65 世帯からの調査票を回収したのに対し、事後調査は 77 世帯から調査票を回収した。

表 22 見守りサービス導入前(事前)アンケート質問項目

分類	詳細な項目
属性（7 問）	（1）性別、（2）年齢、（3）お住まいの地域、（4）久山町在住歴、（5）自宅の所有形態、（6）同居家族人数、（7）職業、
幸福と健康（4 問）	（1）幸せ程度、（2）生活満足度、（3）健康状態、（4）日常生活の楽しさ
サービス（4 問）	（1）あなたは、安全・安心な子育て環境をつくるうえで、以下のどの機能が最も重要だと思いますか。（2）あなたは、子どもの安心・安全を見守るうえで、以下のどの部分が最も重要だと思いますか。（3）ICT を活用した見守りサービス「Qottaby」はあなた及びあなたの家族にとってどの程度重要

	ですか（4）ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」を利用する場合、あなたの世帯は月にいくら支払ってもよいですか。
その他（5問）	（1）あなたは、高齢者が活躍する町をつくるために、以下のどの機能が最も重要だと思いますか。（2）あなたは、高齢者を支援するうえで、以下のどの部分が最も重要だと思いますか。（3）あなたは、避難場所で仮設トイレを使用するうえで、以下のどの部分が最も重要だと思いますか。（4）あなたは、あなたの地域が豊かな自然と暮らしの便利さが調和した町をつくるため、以下のどの部分が最も重要だと思いますか。（5）あなたは、環境に優しい生活をするために、以下のどの部分が最も重要だと思いますか。

注：調査票ごとの問題を分析した結果を付録に整理している。

表 23 見守りサービス導入後（事後）アンケート質問項目

分類	詳細な項目
属性（3問）	（1）性別、（2）年齢、（3）お住まいの地域
サービス（5問）	（1）ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」はあなた及びあなたの家族にとって重要ですか？（2）ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」を利用する場合、あなたの世帯は月にいくら支払ってもよいですか。（3）サービスを有料でも継続してご利用になられますか？（4）Q6で「いいえ」と回答した方にお尋ねします。その理由を以下の中から1つ選択してください。（5）見守りサービス Qottaby を利用して感じたことがあれば、その内容を記載ください。

注：調査票ごとの問題を分析した結果の詳細については付録に整理している。

事前調査では、回答者の52%が見守りサービスが本人と家族にとってとても重要であると答えた。次いで、41.5%の回答者が少々重要と答えた。事後調査ではその割合が45%と30.26%となっている。

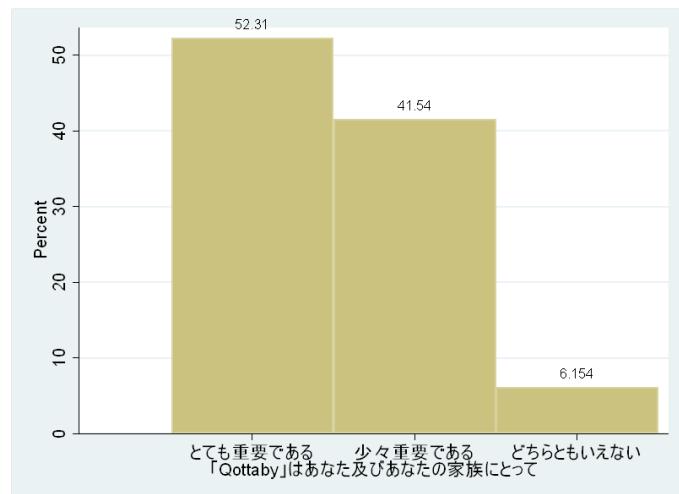


図 51 サービス重要意思調査（事前）

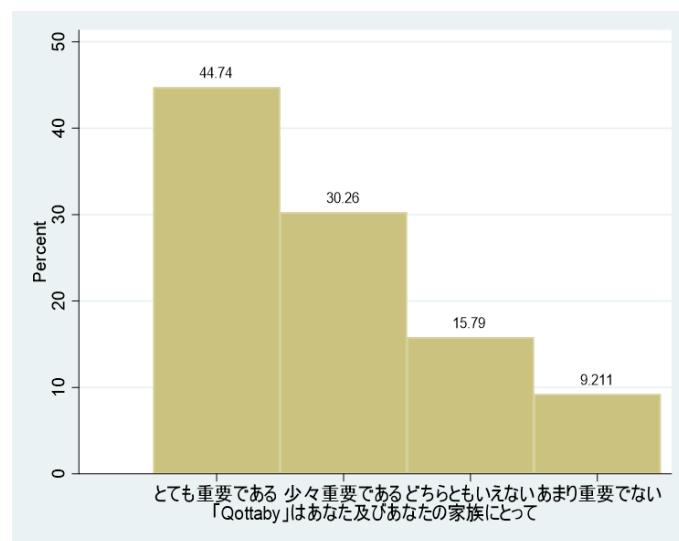


図 52 サービス重要意思調査（事後）

見守りサービスの最も重要な部分について、保護者が子どもの安心・安全を見守るうえで、84.62%の回答者が登校下校が最も重要と答えたに対し、15.38%の保護者が放課後が最も重要と答えた。

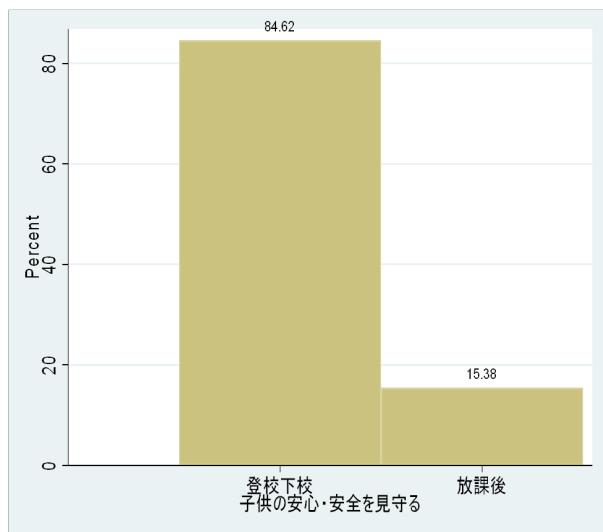


図 53 サービス安心・安全に対する調査（事前）

子どもの安心・安全見守りサービスについて、仮想評価法による支払意思額（事前）は子ども一人あたり平均 401 円/月となるのに対し、支払意志額（事後）は見守りサービス導入後、そのサービスを体験したうえでの支払意思額は子ども一人当たり平均 310 円/月となっている。

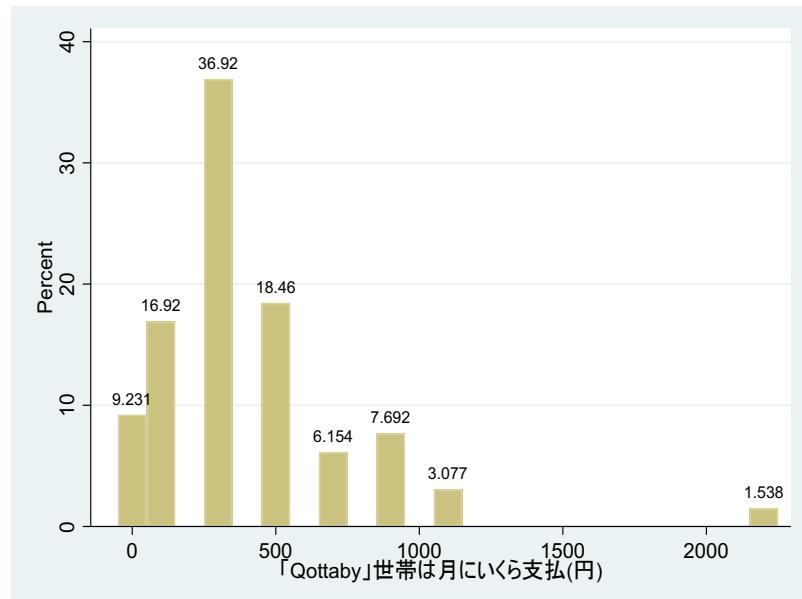


図 54 見守りサービス子ども一人当たり支払意思額（WTP）分布（事前）

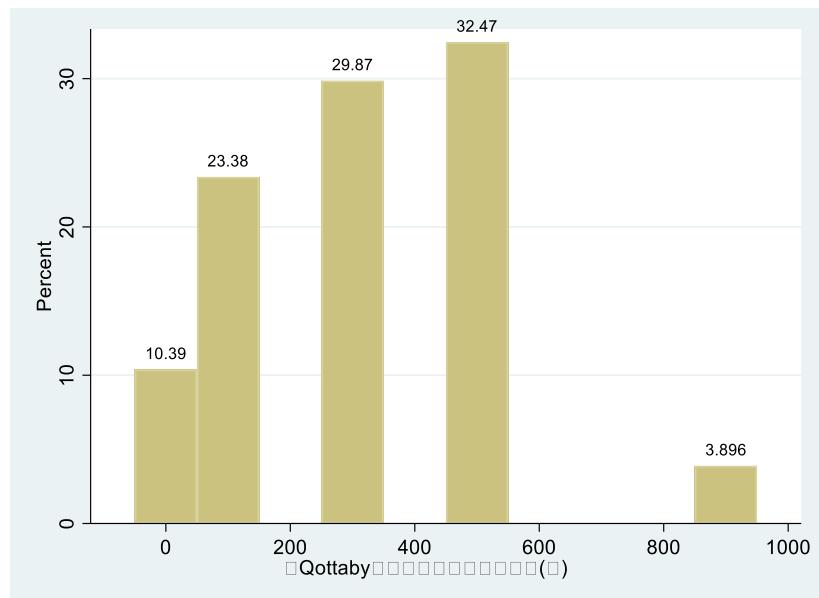


図 55 見守りサービス子ども一人当たり支払意思額 (WTP) 分布 (事後)

ICT 技術を活用した見守りサービスを「有料でも継続利用する」と回答した回答者は 61%に対し、31%の回答者が有料の場合利用しないと回答した。支払意思額の平均値を見ると「有料でも継続利用」と答えた回答者の平均支払意思額は 380 円であり、「利用しない」と答えた回答者の平均支払意思額は 196 円である。

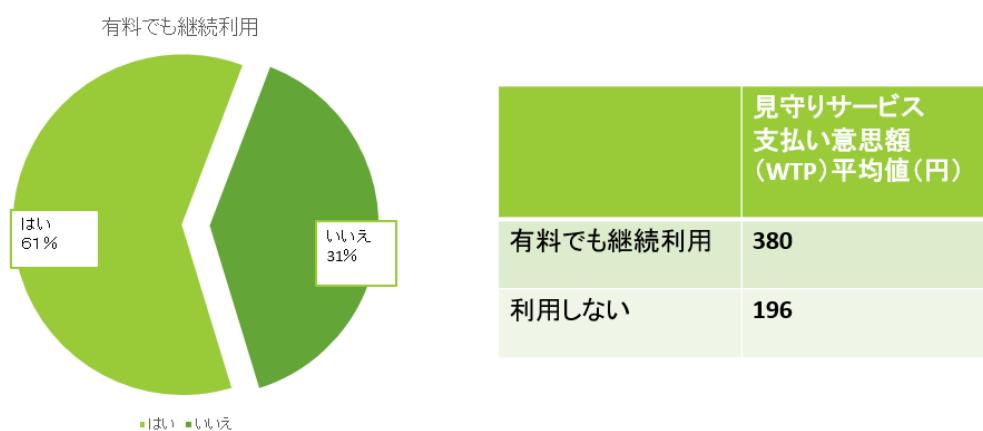


図 56 見守りサービス利用継続意思調査 (事後)

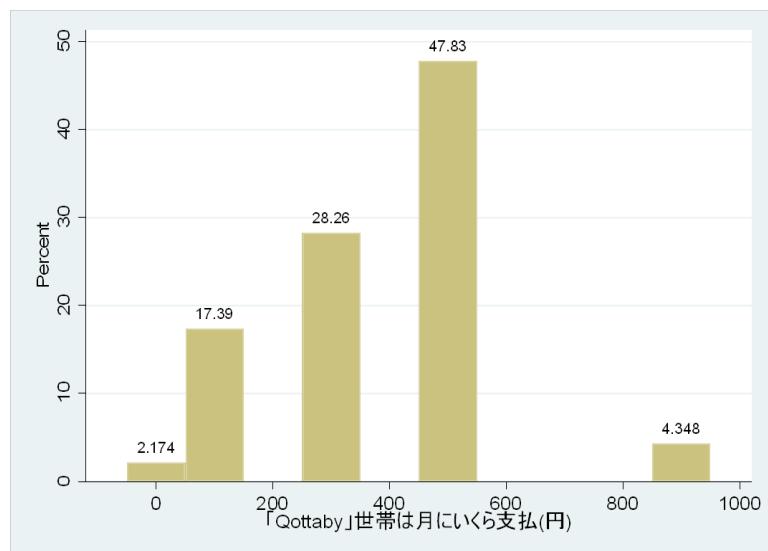


図 57 有料でも継続利用したい支払意思額 (WTP) 分布

世帯当たりの 13 歳以下の子ども人数について、平均 2.05 人となっている。2 人子どもを持つ家計が 48.44% であり、3 人子どもを持つ家計が 28.13% である。

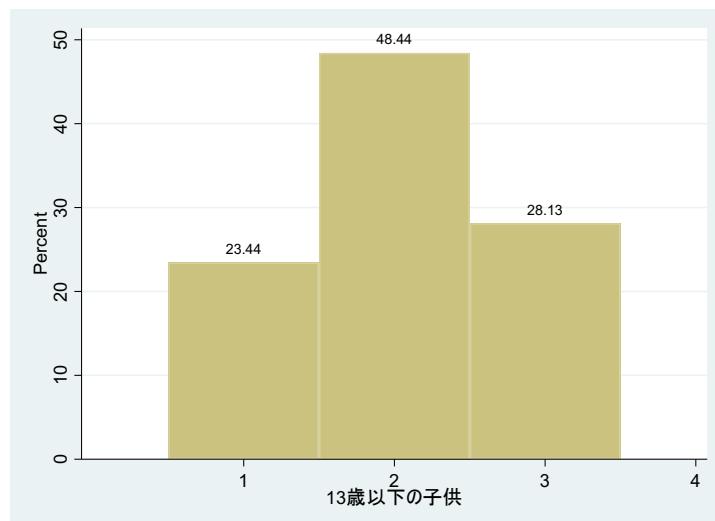


図 58 世帯当たり 13 歳以下の子ども人数割合

九州大学都市研究センター・国際データによると、福岡県 2015 年世帯年収の平均値は 535 万円であり、中央値は 400 万円である。

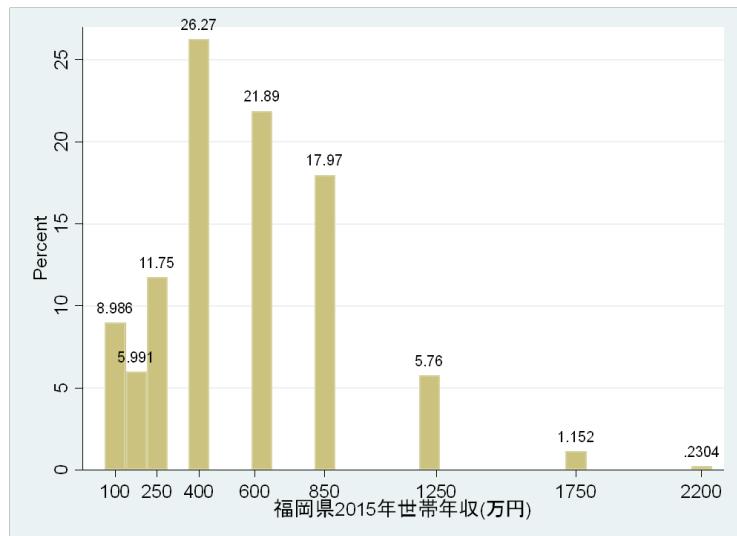


図 59 福岡県 2015 年世帯年収（万円）

回答者のうち 91% の回答者が女性であり、9% の回答者が男性となっている。

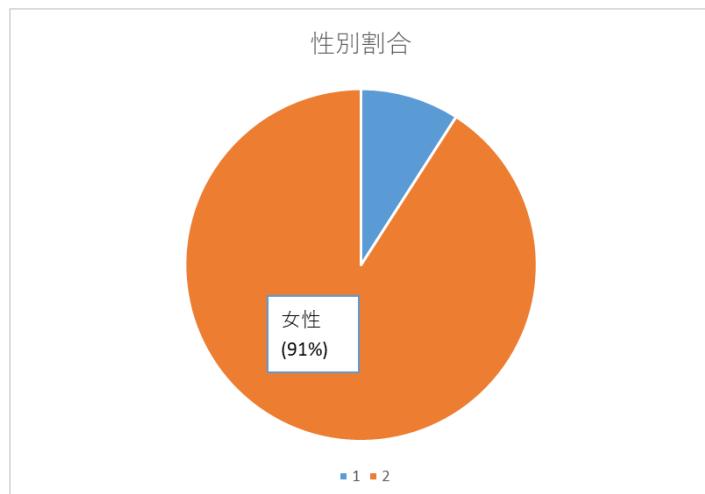


図 60 回答者性別（事前）

分析結果

ICT 技術を活用した見守りサービスの社会金銭価値は二つの手法を用い、見守りサービスに対し 3 種類の新国富の価値を計算した。その 3 種類は以下の通りである：(1) 生活満足度アプローチ (Monetary Valuation) を用いてサービスの社会価値を算出；(2) 仮想評価法による支払意思額（事前）による算出；(3) サービス導入後の支払意志額（事後）による算出。

生活満足度アプローチ (Monetary Valuation) を用いて本サービスの社会関係資本としての価値が計算できる。こども一人当たりの価値の平均の算出は Yuan, Shin, Managi (2018) Eq. (5) を参照している。サービス社会価値に対する推定では、経済的に、年収の増加による満足とサービスによる満足が等しい時に、その年収増加額をサービスの社会価値だと考える。ここで、久山町

において、見守りサービスを導入することにより、保護者の生活満足度が上昇する。世帯年収の上昇により生活満足度についても上昇する。見守りサービス事前調査による結果は以下のように纏めた。ここで、見守りサービスが重要ではないと答えた場合、価値が 0 になる。(例: 調査回答者全員が見守りサービスが重要ではないと答えた場合、そのサービスの社会価値が 0 円となる。) 事前調査で 93.85% の回答者が見守りサービスが重要だと答えた。久山町新国富アンケート調査の結果から、世帯あたりの 13 歳未満のこども人数が 2.05 人である。平均世帯年収が 410 万円としている。サービスを受けることによる生活満足度変化及び世帯年収 1 % 上昇による生活満足度変化の係数は OLS モデルの回帰分析から得られた。回帰分析の詳細な結果については付録に含めている。

- 子ども一人当たり毎月社会価値平均値

$$\begin{aligned}
 &= (\text{サービスを受けるによる生活満足度変化}/\text{世帯年収 } 1 \% \text{ 上昇により生活満足度変化}) \times \text{見守りサービスが重要割合} \times (\text{世帯年収変化 } (1 \%)) \div 12 \text{ 月} \div \text{世帯当たり平均こども人数} \\
 &= (0.2040032 / 0.2813466) \times (0.9384615) \times (41000 / 12) \div 2.05 = 1,134 \text{ 円}
 \end{aligned}$$

- 久山町における見守りサービス社会価値年額 (1)

$$\begin{aligned}
 &= \text{子ども一人当たり毎月社会価値平均値} \times \text{小学生人数} \times 12 \text{ 月} \\
 &= 1,134 \text{ 円} \times 721 \text{ 人} \times 12 \text{ 月} \\
 &= 9,811,368 \text{ 円}
 \end{aligned}$$

(2) 仮想評価法による支払意思額(事前)。この支払意志額について、新たに導入される予定の見守りサービスに対する説明に基づいた仮想評価による子ども一人に対する月あたり支払意志額である。回答は選択形式で行い、34 つの選択肢 (0 円、1 円～200 円未満(以降、200 円刻み)、200 円～400 円未満、400 円～600 円未満、600 円～800 円未満、800 円～1,000 円未満、1,000 円～1,200 円未満、1,200 円～1,400 円未満、1,400 円～1,600 円未満、1,600 円～1,800 円未満、1,800 円～2,000 円未満、2,000 円～2,500 円未満(以降、500 円刻み)、2,500 円～3,000 円未満、3,000 円～3,500 円未満、3,500 円～4,000 円未満、4,000 円～4,500 円未満、4,500 円～5,000 円未満、5,000 円～6,000 円未満(以降、1000 円刻み)、6,000 円～7,000 円未満、7,000 円～8,000 円未満、8,000 円～9,000 円未満、9,000 円～10,000 円未満、10,000 円～11,000 円未満、11,000 円～12,000 円未満、12,000 円～13,000 円未満、13,000 円～14,000 円未満、14,000 円～15,000 円未満、15,000 円～16,000 円未満、16,000 円～17,000 円未満、17,000 円～18,000 円未満、18,000 円～19,000 円未満、19,000 円～20,000 円未満、20,000 円以上とわからない) から最も近い金額の選択肢の回答を求めた。回答者の支払意思額の平均値は 401 円であり、2019 年 9 月時点で久山町の小学生人数は 721 人である。

- 久山町における見守りサービス社会価値年額 (2)

$$\begin{aligned}
 &= \text{子ども一人当たり毎月支払意志額平均値} \times \text{小学生人数} \times 12 \text{ 月} \\
 &= 401 \text{ 円} \times 721 \text{ 人} \times 12 \text{ 月} \\
 &= 3,469,452 \text{ 円}
 \end{aligned}$$

(3) 支払意志額（事後）は見守りサービス導入後、そのサービスを体験したうえでの支払意思額である。（2）と同様に回答は選択形式で行い、34つの選択肢から最も近い金額の選択肢の回答を求めた。回答者の事後支払意思額の平均値は310円であり、2019年9月時点での久山町の小学生人数（721人）を基に社会価値年額を算出している。

- 久山町における見守りサービス社会価値年額（3）

$$= \text{子ども一人当たり毎月支払意志額平均値} \times \text{小学生人数} \times 12\text{月}$$

$$= 310\text{円} \times 721\text{人} \times 12\text{月}$$

$$= 2,682,120\text{円}$$

図61に示した結果は上記で計算された3種類の新国富の価値である。これら3つの社会的価値の計算結果は異なる意味を示している。このうち、生活満足度アプローチで計算した値は9,811,368円と最も大きく、これは小学生の見守りサービスの久山町における最大の価値を意味する。すなわち、久山町の市民が支払い得る最大の金額である。次に仮想評価法による支払意思額（事前）が3,469,452円であり、サービス導入後の支払意思額（事後）の2,682,120円を上回っている。この差額は新規導入されたサービスの不便さ（例：見守りポイント数が少ない、端末不良）からの影響だと考えられる。

図61 久山町見守りサービス：新国富の価値

	久山町見守りサービス(年額)	子ども(一人)(月額)
サービス社会価値（生活満足度アプローチ）	9,811,368円	1,134円
支払い意思額（WTP）事前	3,469,452円	401円
支払い意思額（WTP）事後	2,682,120円	310円

注(1):久山町世帯数3,551世帯（2019年9月時点）

注(2):7-13歳子ども:721（2019年9月時点）

本経済実験により、このICT技術を活用した見守りサービスが市民から高く評価され、久山町政府から補助金が導入されることに繋がった。このように、地域の社会関係資本の向上に資する行政サービスやプロジェクトについて、価値評価を行うことによってエビデンスベースドの政策形成に繋がり、久山町含め福岡県宮若市等、新国富指標に基づいたエビデンスベースドの政策形成には大きな期待が寄せられている。本プロジェクトは実際に政策形成まで研究成果が活用された重要な事例の一つである。

第5章 まとめと環境政策への貢献

第1章では、持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析として、新国富指標と持続可能性の位置付けについて整理したうえで、新国富指標の各資本の関係について分析した。そして、国内外で議論や構築が進められている持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標と新国富指標との関係について、国や自治体等の行政区域レベルでの関係を明らかにした。新国富指標は、経済成長に関する全ての資本ストックを織り込んだ豊かさに関する指標であり、持続可能性の分類においては、弱い持続可能性の立場に基づく指標であると言える。2015年における日本の市町村別の各資本のデータを用いて自然資本と人工資本・人的資本の関係を見ると、自然資本は人工資本と人的資本の和に対して負の相関を示しており、日本の市町村レベルでは両者の代替関係が示唆される。また、各資本と新国富全体の関係について、世界140カ国の各資本を集計し、1992年を参照年として1人当たりの各資本の成長率を比べると、人工資本の伸びが新国富全体の伸びをけん引し、自然資本については減少の一途をたどっていることが確認された。新国富全体ではプラスの成長が続いているが、世界平均では生産的基盤が損なわれておらず、弱い持続可能性を満たしていると言える。しかしながら、自然資本の中でも、クリティカル自然資本と呼ばれる、人々の豊かさを維持するうえで不可欠な役割を果たし、他の種類の資本で代替できないものが存在することについては留意する必要がある。そのため、弱い持続可能性の立場に基づく新国富指標を用いて、国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。また、新国富指標と、国内外で議論や構築が進められている豊かさや幸福度に関する指標との関係について、GDP、HDI、幸福度等の指標と新国富指標の間には世界レベルのデータを用いた分析からは明確な相関関係は見られなかったが、自然資本に着目し日本全国30万人を対象に実施した幸福度についてのアンケート結果と新国富指標の関係について分析した結果、自然資本の水準の差が幸福度に差を生むわけではないが、所得が低く自然資本の水準が高い自治体は、自然資本の水準が低く所得が高い自治体と同程度の幸福度が得られていることが確認された。

第2章では、人工資本・人的資本・自然資本の地域詳細レベルでのデータベース化を行い、日本と中国の新国富指標データベースの拡張を完了し、2017年のデータベースを作成し、インドについても同様に2017年のデータベース作成をほぼ完了した。

続いて、作成した2017年の各国のデータベースを基に各国の新国富指標について簡単な議論を行った。日本、中国の両国において、2010年のデータと同じく新国富の分布には、地域間の違いが見られ、中国においては、中国の人口分布の偏りを示す線として知られる東北部国境の黒竜江省黒河市と西南部国境の雲南省保山市騰衝市を結んだ線を境に東西間の格差が明確に確認された。日本においては、海岸部と内陸部において新国富の分布の差が顕著であり、特に東京、大阪、名古屋を中心とする大都市地域を結ぶ太平洋ベルト地帯において分布密度が最も高くなっている。また、インドにおいては、沿岸部と内陸部において南北間での新国富の分布の差が顕著で、沿岸部に行けば行くほど新国富が高い水準で分布されていることが示された。加えて、国境近辺の北部でも新国富の高さを示す結果となっている。

第3章では、地域詳細レベルでの資本変化の分析について、まず日本と中国の人工資本・人的資本・自然資本の地域詳細レベルでの2010年と2017年のデータベースを用いて、日本、そして比較対象として中国の資本変化について分析を行った。日本と中国の比較から、2010年から2017年にかけて中国と日本の富の差は縮小していることが確認された。2010年には、日本の新国富指標、人的資本、人工資本の密度は、それぞれ中国の6.9倍、7.4倍、13.9倍であったが、2017年には、この比率がそれぞれ5.9倍、6.0倍、

7.4 倍に縮まっている。また、日本における自然資本の密度は、2010 年には中国の 60%に過ぎなかつたが、2017 年には中国を僅かに上回つてゐることが確認された。

また、地域詳細レベルでの資本変化の分析の一環として、持続可能性の要因となる社会経済変数のさらに精緻な分析を行うために、日本全国の市を対象として、それぞれの市の予算(歳出)の総務費、土木費、教育費といった内訳と新国富指標の変化の関係について分析を行つた。結果として、土木費用を増やすと人工資本が増加し自然資本が減少するが、人工資本の増加率の方が自然資本の減少率よりも大きいため、土木費用の増額は新国富指標の増加に繋がることが確認された。また、教育費については人的資本には統計的に有意な影響を与えていないことが示された。

加えて、地域詳細レベルでの資本変化が地価に与える影響について明らかにする試みとして、福岡県福岡市に位置する六本松地区における、九州大学六本松キャンパス跡地の再開発事業を対象にケーススタディを実施した。結果として、新国富の代理指標が地価に与える影響は確認されなかつたが、六本松キャンパス跡地の再開発事業による地価上昇率の推計値と実際の地価上昇率の乖離が他の開発事業と比較して大きいことが確認され、開発時に意図されていた住環境に配慮した設計等が影響を与えている可能性が確認された。

これらの結果は、地域レベルでの持続可能性のための施策の検討材料となるものである。これまで、市区町村レベルでの新国富指標の推計が最も細かいレベルでの結果であったが、グリッドレベルでの推計結果、開発プロジェクトレベルでの推計結果から、市区町村内での持続可能性の分析が可能になった。これに基づいて、今後インフラの整備・保守や公共サービス供給の最適化などの検討が行われることが期待される。

第 4 章では、政策提言要素の抽出のための自然資本等の評価に向けたアンケート調査として、全国自然資本アンケートと地方自治体との共同研究プロジェクトとして福岡県久山町において ICT を活用した社会関係資本の向上に資する安全安心サービスを対象にサービス導入の事前・事後アンケートに基づく経済実験を行つた。前述の通り、新国富指標を用いて国や市町村等の持続可能性について観測を行うだけでなく、補完的に何がクリティカル自然資本なのかを明らかにし、優先してクリティカル自然資本を維持していく必要がある。そのため、日本全国で行ったアンケートデータを用いて、国内の自然資本の維持に対する人々の支払い意志額(WTP)を網羅的に推計し、各種の自然資本の WTP の決定要因およびその地域差を分析した。主たる結果として、調査を行つた 13 項目間では、WTP 推定値に大きな違いがみられ、中でも、天然林の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も高く、一方で藻場の 1% の減少を防ぐことに対する WTP が最も低くなつており、海域の項目では、サンゴ礁の維持への WTP が最も高くなつてゐることが確認された。コレラの結果は、今後の自然資本の保全・活用において持続可能性のための施策の検討材料となることが期待される。

また、福岡県久山町における地方自治体との共同研究プロジェクトでは、ICT を活用した見守りサービス(小学生や高齢者の位置情報を保護者や家族に届ける見守りサービス)の生活満足度アプローチで計算した社会的価値が 9,811,368 円と試算され、市民から高い評価を受けた本サービスについて、久山町政府から補助金が導入されることに繋がつた。久山町の事例のように、地域の社会関係資本の向上に資する行政サービスやプロジェクトについて、価値評価を行うことによってエビデンスベースドの政策形成に繋がり、久山町含め福岡県宮若市等、新国富指標に基づいた環境政策を含めたエビデンスベースドの政策形成には大きな期待が寄せられており、引き続き産学官連携による地域活性化モデルの確立を目指す。

III. 今後の研究方針(課題含む)

令和2年度の予定は以下の通りである。

(1) 持続可能性や豊かさや幸福度に関する指標の関係分析

平成31年度の研究ではほぼ完了し、令和2年度の研究では必要に応じて豊かさや幸福度の要因に関する分析を追加的に実施する。

(2) 人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化

平成31年度の研究では、日本と中国の2017年のデータを用いたデータベースの拡張に加えて、比較対象としてインドのデータベース作成を行った。令和2年度の研究ではこれら各国のデータベースについて、更に拡張を行い、データが利用可能でない年についても人工資本・人的資本・自然資本、GDP の地域詳細レベルでのデータベース化を高い精度で推計することを検討中である。また、パリやニューヨークといったその他の先進国都市についてもデータベース化することを検討している。

(3) 地域詳細レベルでの資本変化の分析

平成32年度に実施予定であったが、計画以上の進捗があったため、平成31年度の研究で日本と中国を対象に作成した2010年、2017年のデータベースを用いて地域詳細レベルでの資本変化の分析を行った。令和2年度の研究では、上述の通り日本そして比較対象としての中国、インド各国についてデータベースを拡張し、主要目的の一つである各資本の持続可能性についての議論をより詳細に地域レベルで行う。

(4) 自然資本等の評価に向けたアンケート調査

令和2年度には、福岡県宮若市と、福岡県直方市を対象とした調査の実施を行う予定であり、アンケートの内容の精査、特に調査において着目すべき側面等について整理を行い、実際の政策形成にまで繋げることを視野に入れた、同市の特色に沿った調査を実施する。

IV 添付資料(参考文献、略語表、調査票、付録 等)

第2章の付録

2017年日本の各都道府県、各省の新国富指標とその構成

表 2017年の日本の各都道府県の新国富（IW）とその構成

都道府県 (2017)	新国富（IW）			人的資本（HC）			人工資本（PC）			自然資本（NC）			
	面積 km ²	人口 万	密度/ km ²	一人 百万 当り/ 人	密度/ 百万 当り/ 人	一人 千 米	構成 比%	密度/ km ²	一人 百万 当り/ 人	密度/ 千米 当り/ 人	自然資本 密度 /百 万米 当り/ 人	一人 千米 当り/ 人	
	/1万 km ²	百 万	米 ドル	千 米	米 ドル	千 米	構成 比%	/km ²	千 米	構成 比%	/km ²	千 米	
北海道	7.84	5.30	32.01	473.77	18.05	267.19	56.40	10.23	151.48	31.97	3.72	55.10	11.63
青森県	0.96	1.28	59.57	450.18	31.25	236.19	52.47	24.83	187.61	41.68	3.49	26.37	5.86
岩手県	1.53	1.25	40.03	487.26	19.42	236.39	48.52	17.36	211.29	43.36	3.25	39.58	8.12
宮城県	0.73	2.31	159.66	504.09	90.38	285.35	56.61	66.01	208.42	41.35	3.27	10.33	2.05
秋田県	1.16	1.00	39.79	464.42	20.57	240.16	51.71	15.75	183.85	39.59	3.46	40.41	8.70
山形県	0.93	1.09	55.14	470.00	28.78	245.35	52.20	22.96	195.70	41.64	3.40	28.96	6.16
福島県	1.38	1.87	70.67	520.59	35.71	263.04	50.53	31.79	234.15	44.98	3.18	23.40	4.49
茨城県	0.61	2.85	248.51	531.93	140.25	300.19	56.44	105.62	226.07	42.50	2.65	5.66	1.06
栃木県	0.64	1.93	154.00	510.42	88.90	294.67	57.73	62.37	206.71	40.50	2.73	9.04	1.77
群馬県	0.64	1.92	149.76	495.55	85.47	282.81	57.07	61.33	202.93	40.95	2.96	9.80	1.98
埼玉県	0.38	7.20	815.04	429.72	575.42	303.39	70.60	237.17	125.05	29.10	2.45	1.29	0.30
千葉県	0.52	6.16	572.47	479.54	380.35	318.61	66.44	189.55	158.78	33.11	2.57	2.15	0.45
			13.3	3807.0		2352.6			1452.6				
東京都	0.22	3	8	626.32	3	387.04	61.80	9	238.99	38.16	1.75	0.29	0.05
神奈川県				1846.1		1258.4							
新潟県	1.26	2.26	86.14	479.87	45.82	255.28	53.20	36.91	205.62	42.85	3.41	18.98	3.96
富山県	0.43	1.05	126.30	512.18	64.74	262.53	51.26	58.25	236.21	46.12	3.31	13.43	2.62
石川県	0.42	1.14	135.49	497.29	74.23	272.46	54.79	58.23	213.73	42.98	3.02	11.10	2.23
福井県	0.42	0.77	93.35	507.73	49.15	267.32	52.65	41.18	223.99	44.12	3.02	16.42	3.23
山梨県	0.45	0.81	93.90	518.94	50.16	277.23	53.42	40.80	225.51	43.45	2.93	16.20	3.12
長野県	1.36	2.05	71.79	473.92	40.74	268.94	56.75	27.98	184.70	38.97	3.07	20.28	4.28
岐阜県	1.06	1.97	87.39	470.09	50.99	274.30	58.35	33.45	179.92	38.27	2.95	15.88	3.38
静岡県	0.78	3.62	225.27	483.64	132.94	285.41	59.01	89.53	192.22	39.75	2.80	6.00	1.24
愛知県	0.52	7.36	822.18	577.73	454.88	319.63	55.33	364.86	256.38	44.38	2.45	1.72	0.30
三重県	0.58	1.77	180.32	588.73	90.96	296.98	50.44	86.45	282.26	47.95	2.90	9.48	1.61
滋賀県	0.40	1.39	200.66	579.91	101.05	292.04	50.36	95.22	275.19	47.45	4.39	12.68	2.19

京都府	0.46	2.56	259.13	467.62	176.61	318.72	68.16	79.67	143.77	30.75	2.84	5.13	1.10
			2295.1		1491.4								
大阪府	0.19	8.67	1	504.46	1	327.81	64.98	801.96	176.27	34.94	1.73	0.38	0.08
兵庫県	0.84	5.42	304.87	472.37	190.02	294.41	62.33	112.06	173.63	36.76	2.79	4.32	0.92
奈良県	0.37	1.34	157.02	432.12	108.39	298.31	69.03	45.83	126.13	29.19	2.79	7.68	1.78
和歌山県	0.47	0.95	103.47	517.19	56.26	281.20	54.37	44.41	222.00	42.92	2.80	13.99	2.71
鳥取県	0.35	0.57	71.48	442.50	40.18	248.71	56.21	28.24	174.85	39.51	3.06	18.94	4.28
島根県	0.67	0.68	49.85	488.52	25.22	247.19	50.60	21.49	210.56	43.10	3.14	30.77	6.30
岡山県	0.71	1.89	126.41	475.26	72.28	271.75	57.18	51.17	192.38	40.48	2.96	11.12	2.34
広島県	0.85	2.79	167.72	508.87	98.18	297.89	58.54	66.66	202.26	39.75	2.87	8.72	1.71
山口県	0.61	1.37	111.41	497.65	62.18	277.77	55.82	46.37	207.12	41.62	2.86	12.76	2.56
徳島県	0.41	0.74	84.62	476.70	47.38	266.90	55.99	34.36	193.56	40.61	2.88	16.23	3.41
香川県	0.19	0.96	231.07	450.19	139.82	272.40	60.51	88.51	172.44	38.31	2.74	5.34	1.19
愛媛県	0.57	1.35	107.47	451.27	61.13	256.70	56.88	43.52	182.76	40.50	2.81	11.81	2.62
高知県	0.71	0.71	45.67	459.09	25.23	253.60	55.24	17.60	176.95	38.54	2.84	28.53	6.21
福岡県	0.50	5.06	458.66	451.84	290.09	285.78	63.25	165.78	163.31	36.14	2.79	2.75	0.61
佐賀県	0.24	0.82	143.84	430.20	81.72	244.42	56.82	58.87	176.06	40.93	3.25	9.71	2.26
長崎県	0.41	1.34	140.51	432.44	81.23	249.98	57.81	56.44	173.70	40.17	2.85	8.76	2.03
熊本県	0.74	1.76	101.52	427.05	60.04	252.58	59.15	38.52	162.02	37.94	2.96	12.45	2.91
大分県	0.63	1.14	90.51	502.86	46.50	258.35	51.38	41.14	228.58	45.46	2.87	15.93	3.17
宮崎県	0.77	1.09	61.59	438.63	32.27	229.79	52.39	26.47	188.51	42.98	2.85	20.33	4.63
鹿児島県	0.92	1.62	74.39	420.86	42.61	241.05	57.28	28.89	163.43	38.83	2.89	16.38	3.89
沖縄県	0.23	1.43	252.25	401.76	145.97	232.49	57.87	103.48	164.81	41.02	2.80	4.46	1.11

表 2017 年の中国各省の新国富指標とその構成

省 (2017)	IW			HC			PC			NC				
	面積		密度/ 面積	一人	密度/ 面積	一人	/百	一人	/百	一人	万米	当り /	万米	当り /
	/1 万 km ²	人口 / 百万	米 ^ル / km ²	千米 ル /人	米 ^ル / km ²	千米 ル /人	%IW	/km ²	%IW	/km ²	千米 ル /人	%I	千米 ル /人	W
北京	1.64	21.74	442.57	334.00	308.49	232.81	69.70	48	98.47	8	3.60	2.72	0.81	
天津	1.19	15.62	387.78	296.04	229.14	174.93	59.09	30	3	3	5.35	4.08	1.38	
河北	18.8	75.26	64.79	161.87	39.51	98.71	60.98	20.5	51.25	31.6	4.77	11.92	7.36	

	0								1	6			
	15.6								12.3	30.1			12.7
陝西	8	37.07	40.85	172.76	23.32	98.63	57.09	1	52.07	4	5.22	22.07	7
内モンゴル	114.								116.6	31.2		138.4	37.0
ル	61	25.32	8.25	373.22	2.61	118.12	31.65	2.58	6	6	3.06	3	9
	14.6								25.6	40.5			
遼寧	8	43.74	63.20	212.05	32.83	110.17	51.96	0	85.91	1	4.76	15.97	7.53
	19.1								12.5	37.9			15.7
吉林	0	27.20	33.18	232.95	15.38	108.03	46.37	8	88.33	2	5.21	36.59	1
	45.2									23.4			27.1
黒竜江	7	37.94	18.45	220.12	9.11	108.76	49.41	4.33	51.68	8	5.00	59.69	2
		1071.9							278.	25.9			
上海	0.81	24.21	8	356.81	789.54	262.80	73.65	18	92.59	5	4.26	1.42	0.40
	10.2								67.2	37.7			
江蘇	6	80.39	178.07	227.25	105.50	134.63	59.25	6	85.84	7	5.31	6.77	2.98
	10.5								39.7	33.8			
浙江	1	56.64	117.34	217.63	74.25	137.71	63.28	6	73.75	9	3.33	6.17	2.84
	14.0								15.8	23.1			
安徽	1	62.63	68.56	153.41	47.92	107.22	69.89	6	35.48	3	4.79	10.71	6.98
	12.2								22.4	36.9			
福建	3	39.16	60.66	189.51	35.14	109.78	57.93	4	70.09	9	3.09	9.64	5.09
	16.6								10.2	25.3			
江西	9	46.28	40.44	145.89	26.47	95.48	65.44	5	36.97	4	3.73	13.45	9.22
	15.5								46.5	37.9			
山東	8	100.19	122.76	190.97	70.81	110.16	57.68	9	72.47	5	5.36	8.34	4.37
	16.5								33.3	38.7			
河南	7	95.71	86.10	149.03	47.91	82.93	55.64	8	57.78	7	4.81	8.32	5.59
	18.5								16.6	32.1			
湖北	9	59.09	51.87	163.20	31.02	97.61	59.81	9	52.53	9	4.15	13.06	8.00
	21.1								14.3	28.0			
湖南	8	68.69	51.18	157.84	32.92	101.54	64.33	3	44.21	1	3.92	12.10	7.66
	17.7								34.9	30.9			
廣東	9	111.83	112.71	179.33	74.43	118.42	66.04	4	55.58	9	3.35	5.32	2.97
	23.6									29.1			10.2
廣西	6	48.91	33.27	160.93	20.19	97.65	60.68	9.68	46.83	0	3.40	16.45	2
									13.4	27.9			
海南	3.40	9.27	48.01	175.96	31.34	114.84	65.27	0	49.12	2	3.27	11.99	6.81
									19.6	27.9			
重慶	8.24	30.79	70.48	188.56	46.48	124.35	65.95	7	52.61	0	4.33	11.59	6.15

第4章の付録

地方地自体との共同研究プロジェクト – 福岡県久山町

事前アンケート主要質問項目及びその回答結果

Q1 あなたの性別をお答えください。

割合 (%)

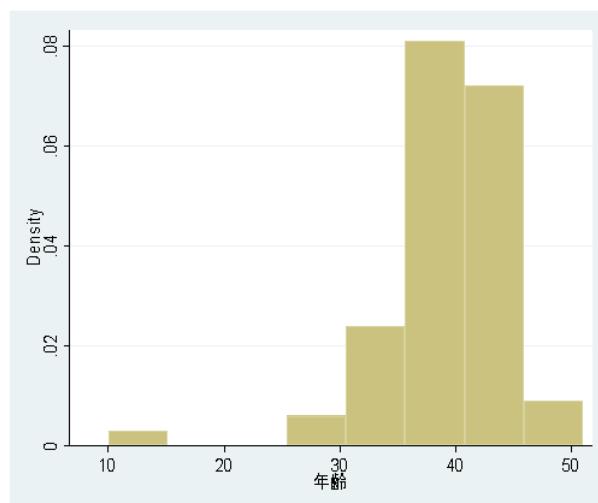
- 1. 男性 17%
- 2. 女性 83%
- 3. その他



Q2 あなたの年齢をお答えください。

【 】歳

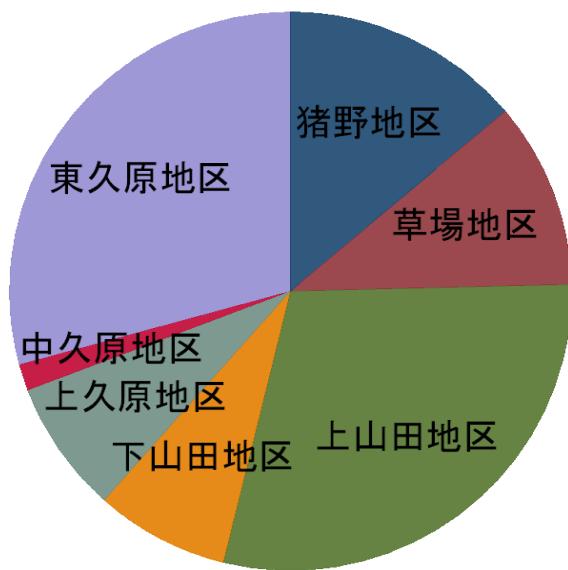
平均 S.D 最小値 最大値
39 6 10 51



Q3 あなたがお住まいの地域をお答えください。

割合 (%)

- | | |
|------|----------|
| 14 % | 1. 猪野地区 |
| 0 % | 2. 草場地区 |
| 11 % | 3. 上山田地区 |
| 29 % | 4. 下山田地区 |
| 8 % | 5. 上久原地区 |
| 8 % | 6. 中久原地区 |
| 2 % | 7. 東久原地区 |
| 29 % | 8. 下久原地区 |



Q4 あなたの久山町の在住歴をお答えください。

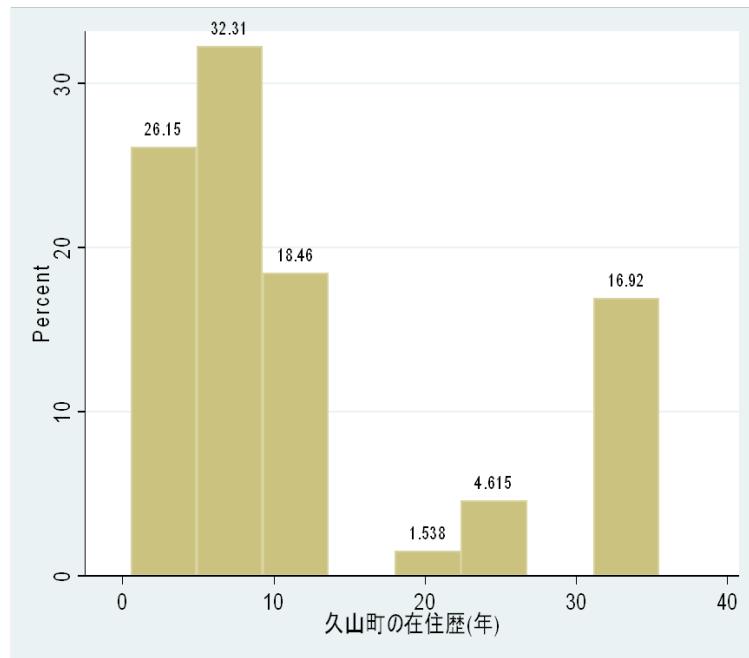
※町外に居住していた期間がある方は、久山町に在住していた期間の合算でお答えください。

割合 %

3.08 %	1.	1年未満
18.46 %	2.	1~3年
4.62 %	3.	4~5年
32.31 %	4.	6~10年
18.46 %	5.	11~15年
1.54 %	6.	16~20年
4.62 %	7.	21~30年
16.92 %	8.	31~40年
0.00 %	9.	41~50年
0.00 %	10.	51~60年
0.00 %	11.	61年以上

平均(年) S.D

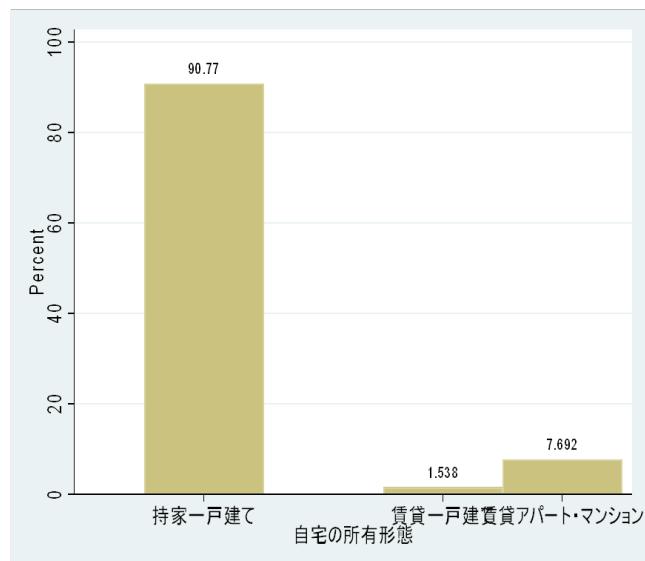
13 12



Q5 あなたが現在お住まいの自宅の所有形態をお答えください。

割合 %

- | | |
|---------|--------------------------|
| 90.77 % | 1. 持家一戸建て |
| 0 % | 2. 持家アパート・マンション |
| 1.54 % | 3. 賃貸一戸建て（社宅も含む） |
| 7.69 % | 4. 賃貸アパート・マンション（社宅・寮も含む） |
| 0 % | 5. その他 |

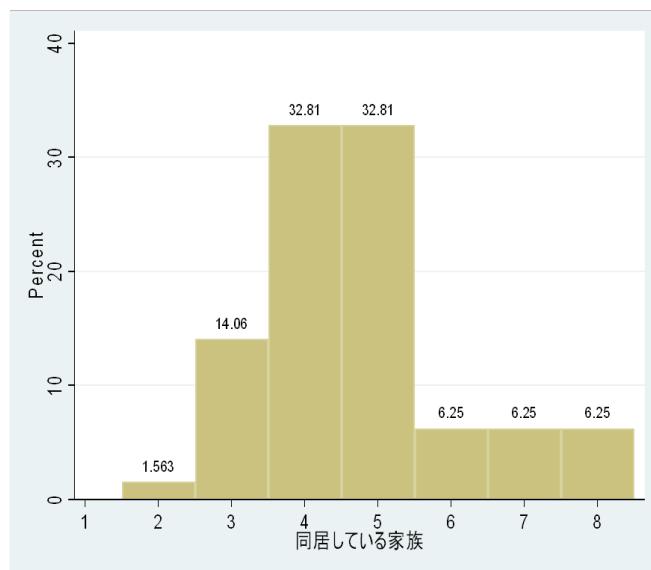


Q6 あなたが同居している家族は何人いますか。あなたご自身も含めてお答えください。

【 】人

平均(人) S.D 最小値 最大値

5 1 2 8



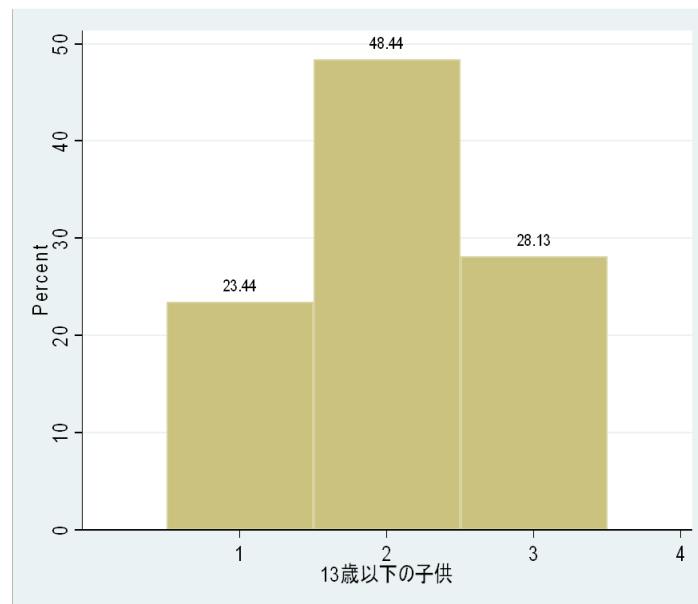
Q7 同居している家族のうち、13歳以下の子供は何人いますか。

※あなたご自身が13歳以下の場合、あなたご自身も含めてお答えください。

【 】人

平均(人) S.D 最小値 最大値

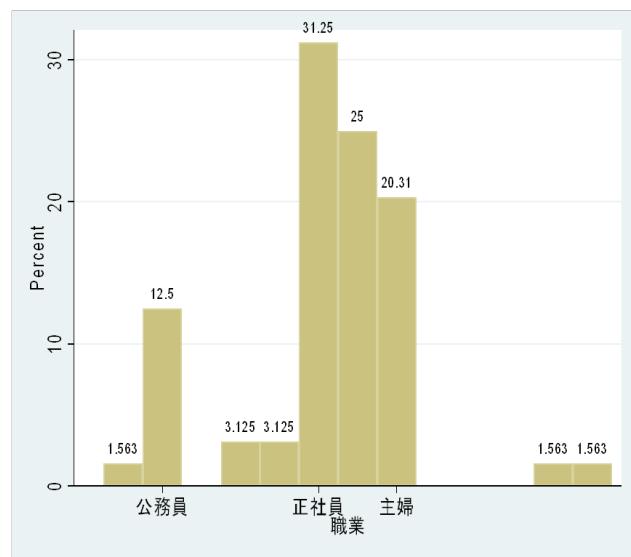
2 1 1 3



Q8 あなたの現在の職業は次のどれにあたりますか。あてはまるものを1つお選びください。

割合%

- | | |
|---------|------------------------------------|
| 0 % | 1. 大学生・大学院生 |
| 1.56 % | 2. 上記以外の学生 |
| 12.5 % | 3. 公務員 |
| 0 % | 4. 会社経営者 |
| 3.13 % | 5. 個人事業主 |
| 3.13 % | 6. 専門職（医師、弁護士、税理士など） |
| 31.25 % | 7. 会社員（正規雇用） |
| 25 % | 8. 会社員（非正規雇用（契約・派遣社員、パート・アルバイトなど）） |
| 20.31 % | 9. 専業主婦・主夫 |
| 0 % | 10. 無職（年金受給のみ） |
| 0 % | 11. 無職（年金受給なし、求職していない） |
| 1.56 % | 12. 無職（年金受給なし、求職中） |
| 1.56 % | 13. その他 |
| 0 % | 14. 回答したくない |

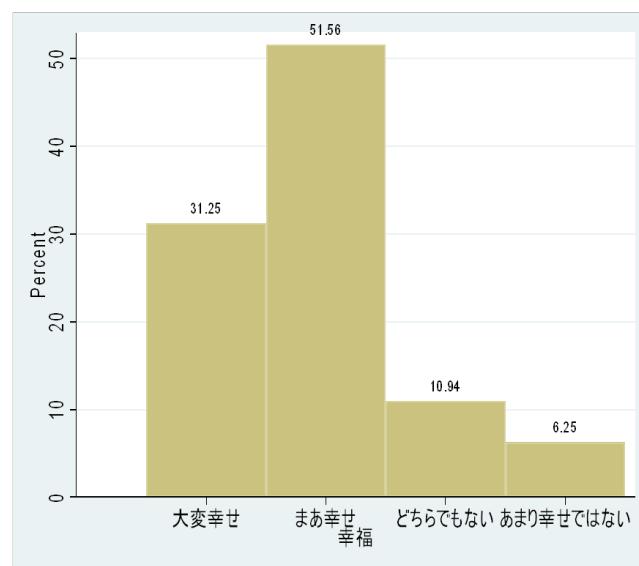


Q9 あなたは全体としてどの程度幸せですか。

割合%

- | 選択肢 | 割合 % |
|--------------|---------|
| 1. 大変幸せである | 31.25 % |
| 2. まあ幸せである | 51.56 % |
| 3. どちらでもない | 10.94 % |
| 4. あまり幸せではない | 6.25 % |
| 5. 全く幸せではない | 0 % |

平均 S.D 最小値 最大値
2 0.82 1 4

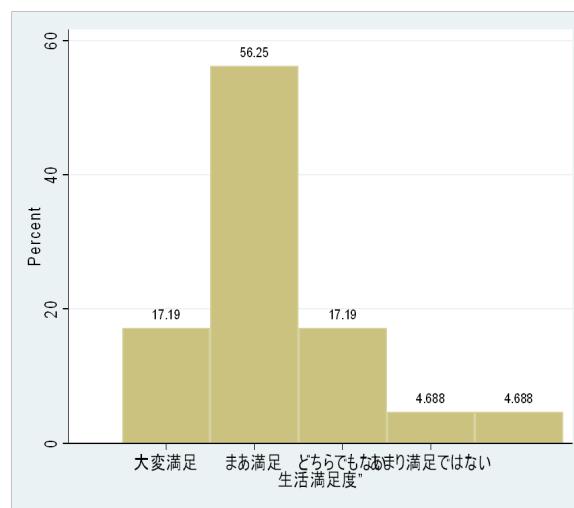


Q10 あなたは全体としてどの程度生活に満足していますか。

割合%

- | | | |
|---------|----|------------|
| 17.19 % | 1. | 大変満足している |
| 56.25 % | 2. | まあ満足している |
| 17.19 % | 3. | どちらでもない |
| 4.69 % | 4. | あまり満足していない |
| 4.69 % | 5. | 全く満足していない |

平均 S.D 最小値 最大値
2 0.96 1 5

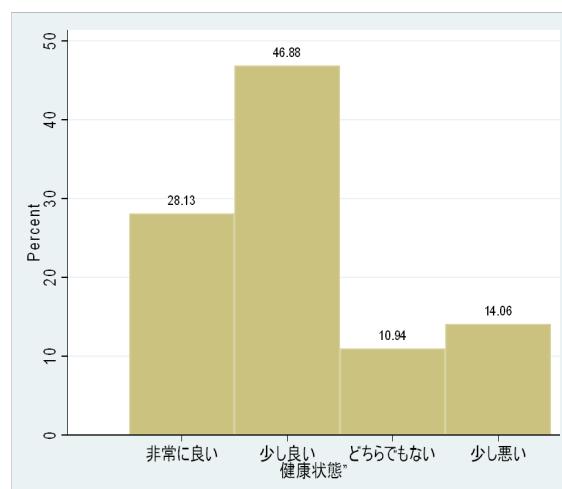


Q11 あなたの健康状態は総合的にみてどうですか。

割合%

- | | | |
|---------|----|-----------|
| 28.13 % | 1. | 非常に良い |
| 46.88 % | 2. | 少し良い |
| 10.94 % | 3. | どちらともいえない |
| 14.06 % | 4. | 少し悪い |
| 0 % | 5. | 非常に悪い |

平均 S.D 最小値 最大値
2.11 0.98 1 4



Q12 最近、数週間のあなたの状況についてお答えください。

Q12_1 いつもより、日常生活を楽しく送ることが
割合%

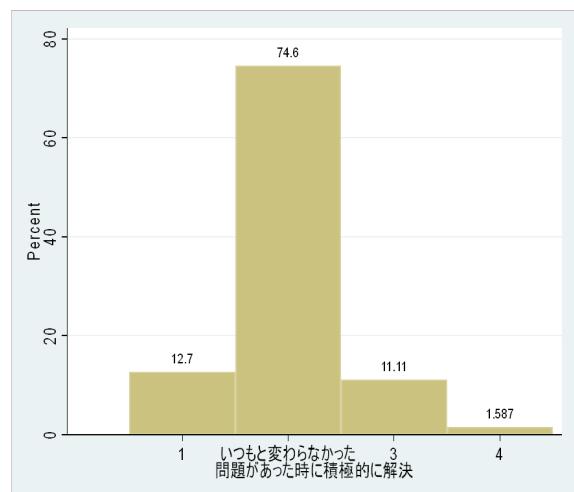
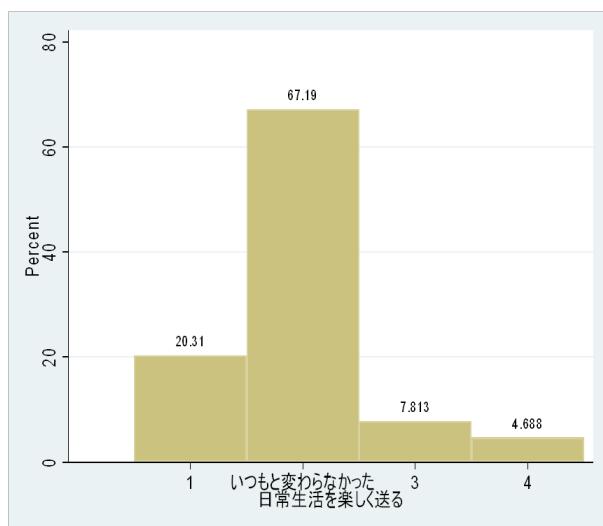
- | | | |
|---------|----|----------------|
| 20.31 % | 1. | いつもよりできた |
| 67.19 % | 2. | いつもと変わらなかった |
| 7.81 % | 3. | いつもよりできなかつた |
| 4.69 % | 4. | いつもよりかなりできなかつた |

平均 S.D 最小値 最大値
2.0 0.7 1 4

Q12_2 いつもより、問題があつた時に積極的に解決しようとすることが
割合%

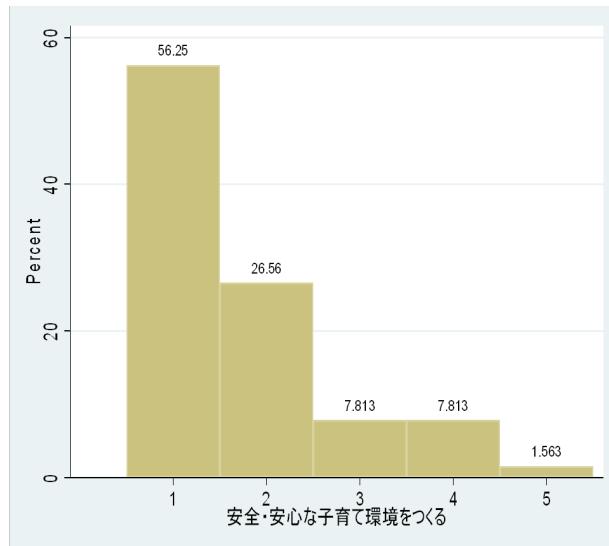
- | | | |
|---------|----|----------------|
| 12.7 % | 1. | いつもよりできた |
| 74.6 % | 2. | いつもと変わらなかつた |
| 11.11 % | 3. | いつもよりできなかつた |
| 1.59 % | 4. | いつもよりかなりできなかつた |

平均 S.D 最小値 最大値
2.02 0.6 1 4



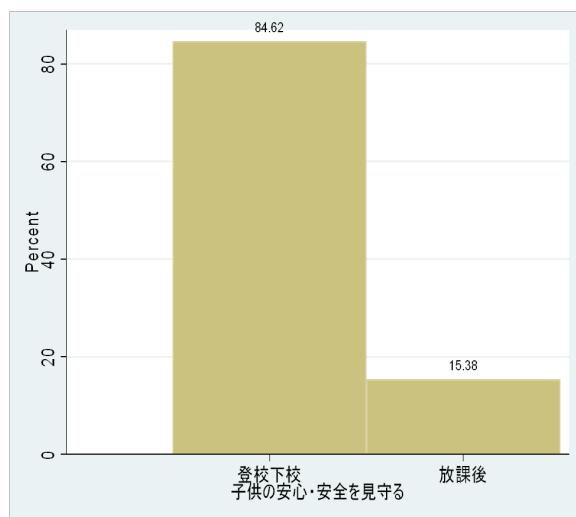
Q13 あなたは、安全・安心な子育て環境をつくるうえで、以下のどの機能が最も重要なと思いますか。
割合%

- | | |
|---------|---------------------------------|
| 55.38 % | 1. 地域の安心や安全を守るための防犯施設・設備 |
| 26.15 % | 2. 地域内における防犯パトロール等の活動 |
| 7.69 % | 3. 地域内における空き家や空き地など閑散としている場所の利用 |
| 7.69 % | 4. 地域内における災害時の避難場所の確保 |
| 1.54 % | 5. その他【医療】 |



Q14 あなたは、子供の安心・安全を見守るうえで、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。
割合%

- | | |
|---------|----------|
| 84.62 % | 1. 登校下校 |
| 15.38 % | 2. 放課後 |
| 0 % | 3. 習い事 |
| 0 % | 4. その他【】 |

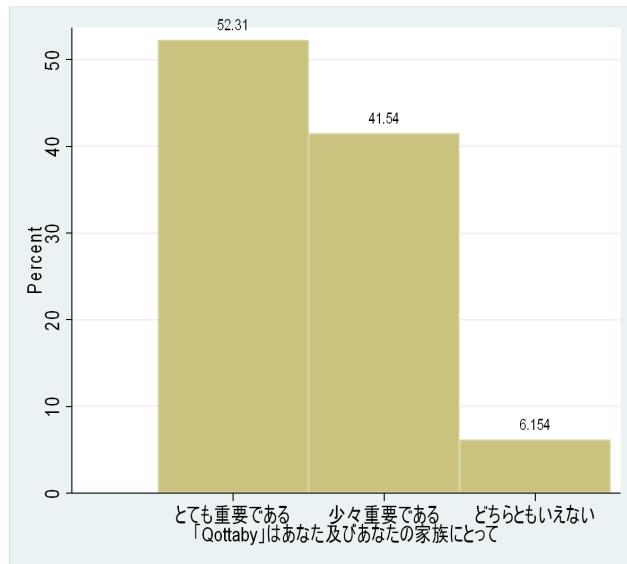


【ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」説明】

- ・ICTを活用した見守りサービス「Qottaby（キュー・オッタバイ）」は、小学生や高齢者の位置情報を保護者や家族にお届けする見守りサービスです。
- ・見守られるお子さまや高齢者は、ランドセルやカバンなど、いつも持ち歩くものに専用の端末を付けておくだけです。
- ・専用の端末から常時発信される電波を、通学路途中などに設置された基地局がキャッチすると、保護者や家族のスマートフォンで位置を確認したり、到着の通知を受け取ったりすることができます。
- ・2019年4月から、久山町の久原小学校、山田小学校の両校で小学生を対象とした実証を行います。

Q15 ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」はあなた及びあなたの家族にとって割合%

- | | |
|---------|--------------|
| 52.31 % | 1. とても重要である |
| 41.54 % | 2. 少々重要である |
| 6.15 % | 3. どちらともいえない |
| 0 % | 4. あまり重要でない |
| 0 % | 5. 重要ではない |



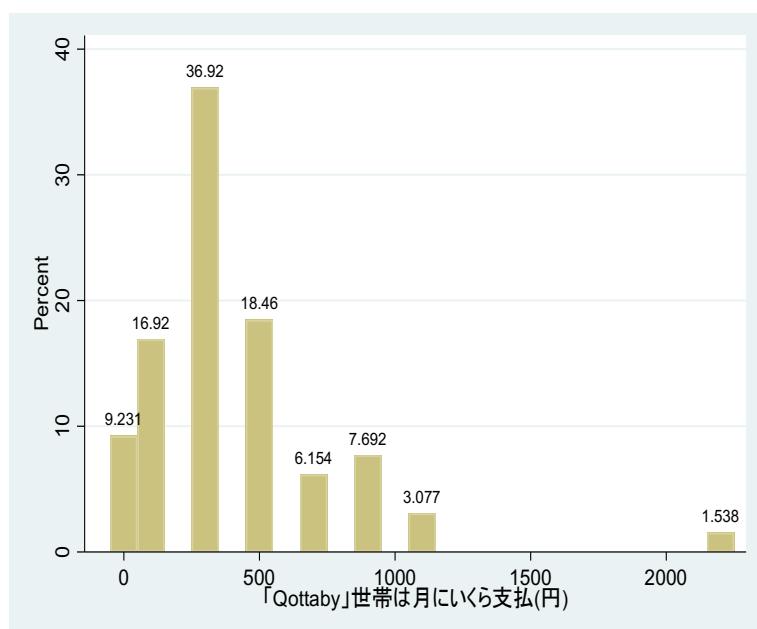
Q16 ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」を利用する場合、あなたの世帯は月にいくら支払ってもよいですか。
次のうち一番近いものをお選びください。

割合%

9.23 %	1.	0円
16.92 %	2.	1円～200円未満(以降、200円刻み)
36.92 %	3.	200円～400円未満
18.46 %	4.	400円～600円未満
6.15 %	5.	600円～800円未満
7.69 %	6.	800円～1,000円未満
3.08 %	7.	1,000円～1,200円未満
0 %	8.	1,200円～1,400円未満
0 %	9.	1,400円～1,600円未満
0 %	10.	1,600円～1,800円未満
0 %	11.	1,800円～2,000円未満
1.54 %	12.	2,000円～2,500円未満(以降、500円刻み)
0 %	13.	2,500円～3,000円未満
0 %	14.	3,000円～3,500円未満
0 %	15.	3,500円～4,000円未満

平均(円) S.D 最小値 最大値

401 361 ▲ 0 2250

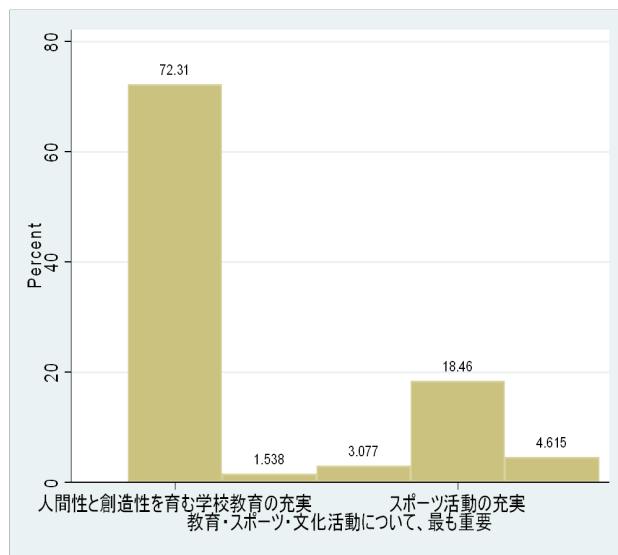


Q17 教育、スポーツ、文化活動は、豊かな心や元気な体づくりに繋がります。

あなたは、お住まいの地域の教育・スポーツ・文化活動について、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。

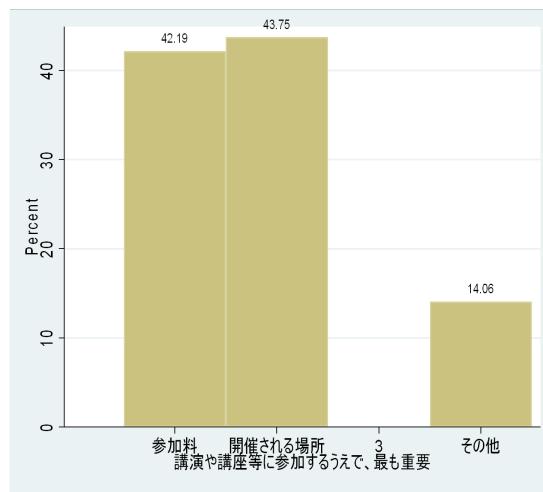
割合%

72.31 %	1.	人間性と創造性を育む学校教育の充実
1.54 %	2.	道徳教育の推進
3.08 %	3.	生涯学習の充実
18.46 %	4.	スポーツ活動の充実
4.62 %	5.	文化活動の充実
0 %	6.	その他【】



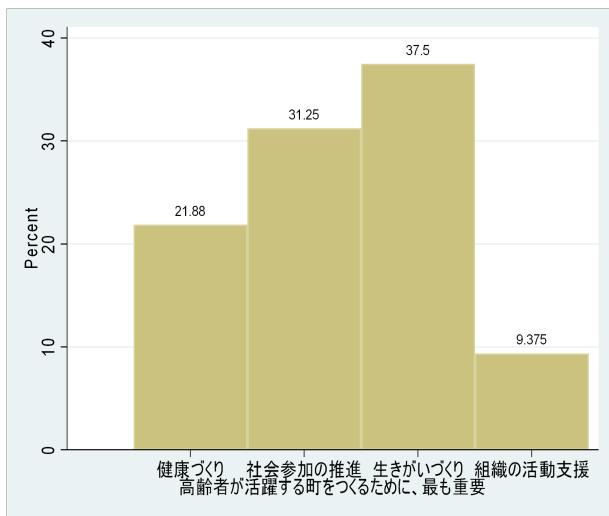
Q18 あなたは、講演や講座等に参加するうえで、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。
割合%

- | | |
|---------|--|
| 42.19 % | 1. 参加料 |
| 43.75 % | 2. 開催される場所（施設、アクセス等） |
| 0 % | 3. 予約・支払い手続き等の利便性 |
| 14.06 % | 4. その他【内容、目的、子供がいるので託児があると助かります、時間・仕事終わりになど】 |



Q21 あなたは、高齢者が活躍する町をつくるために、以下のどの機能が最も重要なと思いますか。
割合%

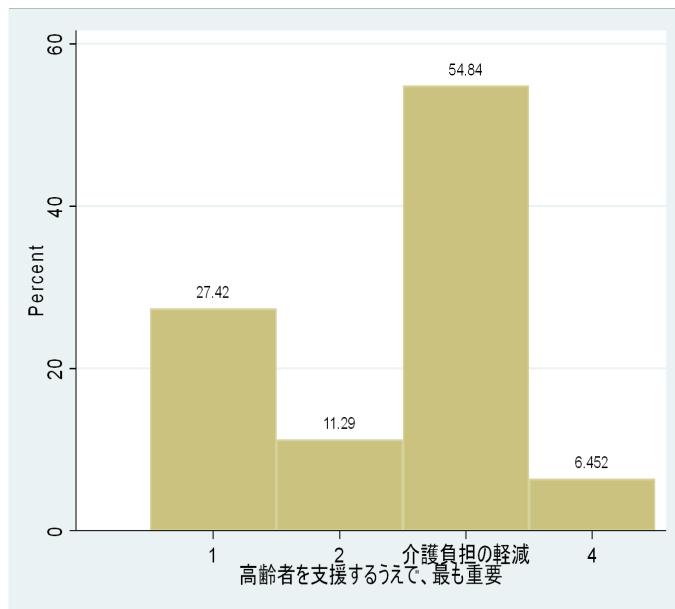
- | | |
|---------|----------------|
| 21.88 % | 1. 高齢者の健康づくり |
| 31.25 % | 2. 高齢者の社会参加の推進 |
| 37.5 % | 3. 高齢者の生きがいづくり |
| 9.38 % | 4. 高齢者組織の活動支援 |
| 0 % | 5. その他【】 |



Q22 あなたは、高齢者を支援するうえで、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。

割合%

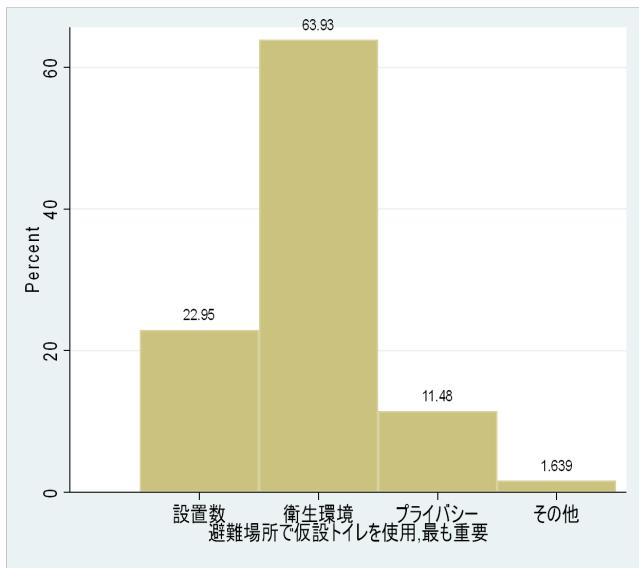
- | | |
|---------|---|
| 27.42 % | 1. 離れて暮らす家族が、高齢者の生活状況を把握できる |
| 11.29 % | 2. 高齢者の病気の早期発見 |
| 54.84 % | 3. 介護負担の軽減 |
| 6.45 % | 4. その他【 高齢者が一人でも生きていける支援体制、独居ではない高齢者の社会参加、生きがいがある支援、独居以外の高齢者支援】 |



Q28 あなたは、避難場所で仮設トイレを使用するうえで、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。

割合%

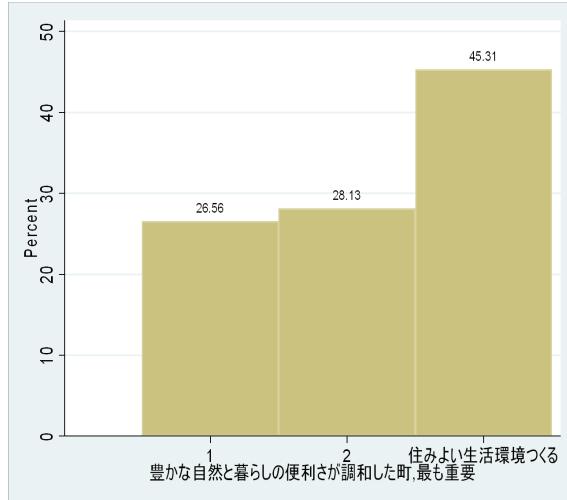
- | | |
|---------|-------------------|
| 22.95 % | 1. 設置数 |
| 63.93 % | 2. 衛生環境 |
| 11.48 % | 3. プライバシー |
| 1.64 % | 4. その他【 絶対に洋式トイレ】 |



Q29 あなたは、あなたの地域が豊かな自然と暮らしの便利さが調和した町をつくるため、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。

割合%

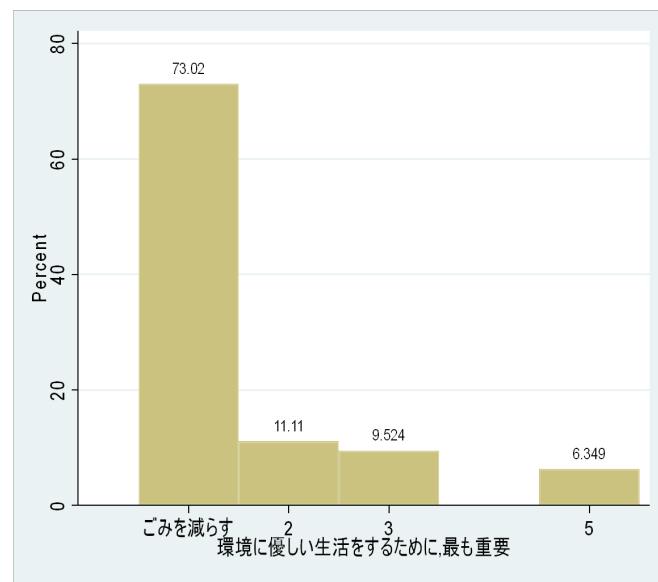
- | | |
|---------|-----------------|
| 26.56 % | 1. 便利な都市環境をつくる |
| 28.13 % | 2. 豊かな自然と共生する |
| 45.31 % | 3. 住みよい生活環境をつくる |
| 0 % | 4. その他【】 |



Q30 あなたは、環境に優しい生活をするために、以下のどの部分が最も重要なと思いますか。

割合%

- | | |
|---------|-----------|
| 73.02 % | 1. ごみを減らす |
| 11.11 % | 2. 節水 |
| 9.52 % | 3. 節電 |
| 0 % | 4. ガスの節約 |
| 6.35 % | 5. その他【】 |



地方地自体との共同研究プロジェクト – 福岡県久山町

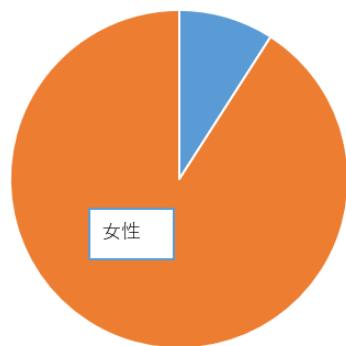
事後アンケート主要質問項目及びその回答結果

Q1 あなたの性別をお答えください。

割合 (%)

- | | | |
|--------|----|-----|
| 9.09% | 1. | 男性 |
| 90.91% | 2. | 女性 |
| | 3. | その他 |

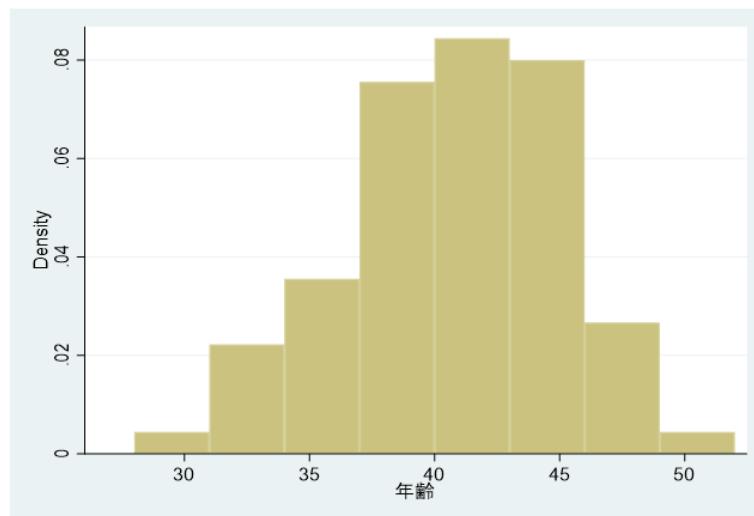
性別割合



Q2 あなたの年齢をお答えください。

【 】歳

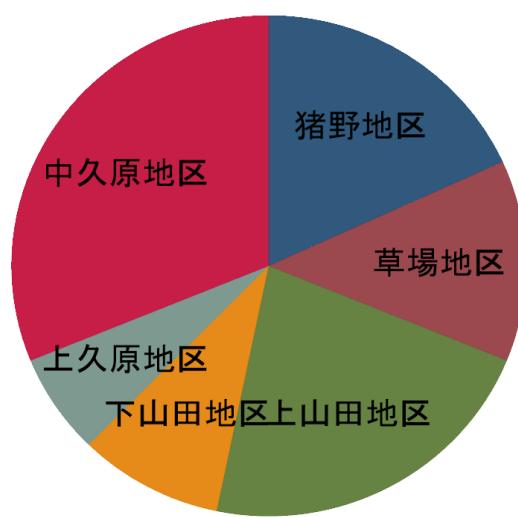
平均	S.D	最小値	最大値
40	4	28	52



Q3 あなたがお住まいの地域をお答えください。

割合 (%)

18 %	1. 猪野地区
0 %	2. 草場地区
13 %	3. 上山田地区
22 %	4. 下山田地区
9 %	5. 上久原地区
6 %	6. 中久原地区
0 %	7. 東久原地区
31 %	8. 下久原地区



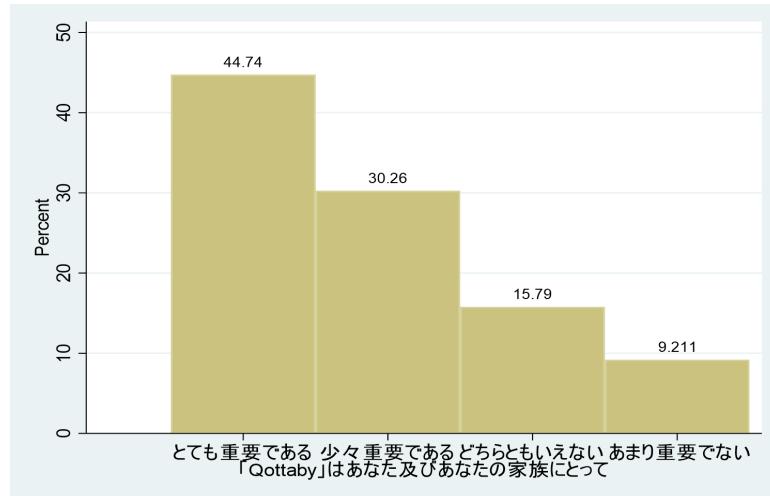
【ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」説明】

- ・ICTを活用した見守りサービス「Qottaby（キューオッタバイ）」は、小学生や高齢者の位置情報を保護者や家族にお届けする見守りサービスです。
- ・見守られるお子さまや高齢者は、ランドセルやカバンなど、いつも持ち歩くものに専用の端末を付けておくだけです。
- ・専用の端末から常時発信される電波を、通学路途中などに設置された基地局がキャッチすると、保護者や家族のスマートフォンで位置を確認したり、到着の通知を受け取ったりすることができます。
- ・2019年4月から、久山町の久原小学校、山田小学校の両校で小学生を対象とした実証を行っています。

Q4 ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」はあなた及びあなたの家族にとって

割合 %

44.74 %	1. とても重要である
30.26 %	2. 少々重要である
15.79 %	3. どちらともいえない
9.21 %	4. あまり重要でない
0 %	5. 重要ではない

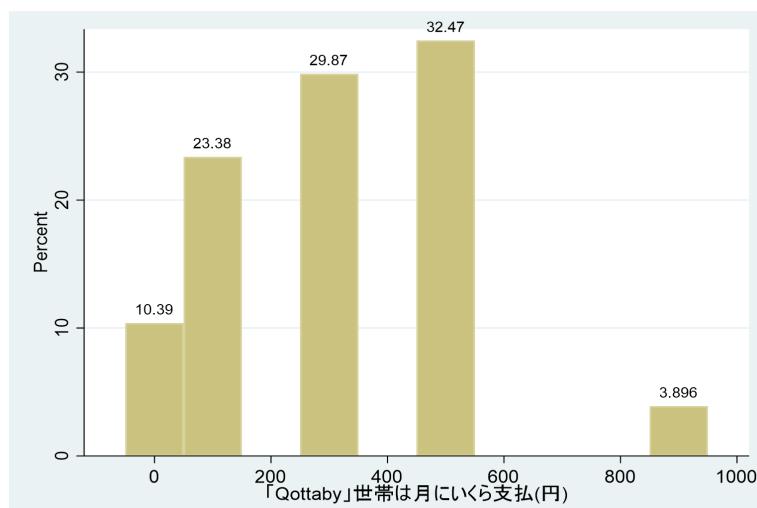


Q5 ICTを活用した見守りサービス「Qottaby」を利用する場合、あなたの世帯は月にいくら支払ってもよいですか。
次のうち一番近いものをお選びください。

割合 %

10.39 %	1.	0円
23.38 %	2.	1円～200円未満(以降、200円刻み)
29.87 %	3.	200円～400円未満
32.47 %	4.	400円～600円未満
0 %	5.	600円～800円未満
3.9 %	6.	800円～1,000円未満
0 %	7.	1,000円～1,200円未満

平均(円) S.D 最小値 最大値
310 215 0 900



Q6 サービスを有料でも継続してご利用になれますか？

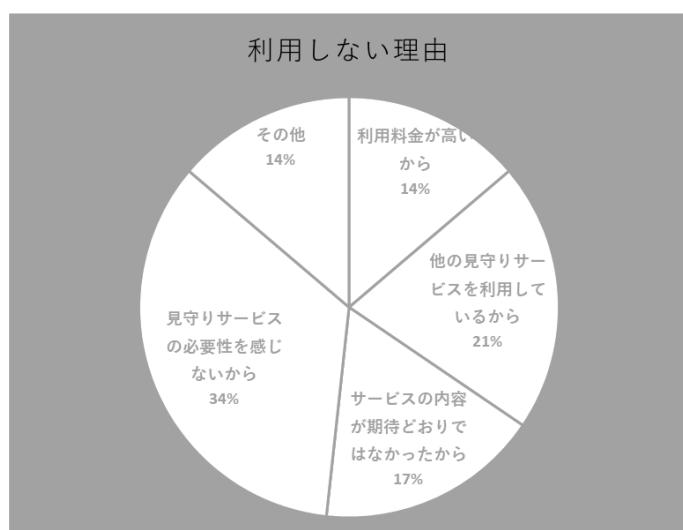
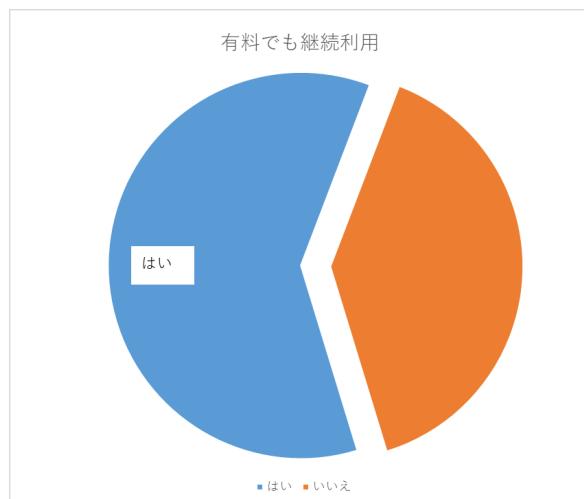
割合%

60.53%	1.	はい
39.47%	2.	いいえ

Q7 Q6で「いいえ」と回答した方にお尋ねします。その理由を以下の中から1つ選択して

割合%

13.79 %	1.	利用料金が高いから
20.69 %	2.	他の見守りサービスを利用しているから
17.24 %	3.	サービスの内容が期待どおりではなかったから
34.48 %	4.	見守りサービスの必要性を感じないから
13.79 %	5.	その他



地方地自体との共同研究プロジェクト – 福岡県久山町 分析結果付録
表 福岡市における住民生活満足度への決定要因

変数	生活満足度
In 家計年収)	0.281 (0.048)
女性ダミー	0.201 (0.079)
年齢	-0.024 (0.019)
年齢二乗	0.000 (0.000)
仕事ダミー	-0.122 (0.087)
同居人数	0.038 (0.034)
賃貸一戸建て	0.001 (0.103)
賃貸アパート・マンション	-0.038 (0.089)
そのた住宅	0.329 (0.259)
健康	0.255 (0.036)
定数	-0.059 (0.487)
Observations	434
R-squared	0.235

Standard errors in parentheses

データ :国際調査

推定モデル :OLS

表 久山町における見守りサービスが生活満足度に与える影響

変数	生活満足度
見守りサービス重要	0.204 (0.283)
女性ダミー	-0.240 (0.179)
年齢	-0.074 (0.053)
年齢二乗	0.001 (0.001)
仕事ダミー	-0.321 (0.154)
同居人数	-0.063 (0.052)
賃貸一戸建て	0.284 (0.520)
賃貸アパート・マンション	-0.697 (0.266)
健康	0.438 (0.068)
見守りサービス WTP	-0.012 (0.012)
定数	2.305 (0.975)
Observations	64
R-squared	0.528
Standard errors in parentheses	

データ :久山町調査

推定モデル :OLS