

小水力発電による持続可能で自立できる地域づくり

～熊本県への導入可能性を探る～

はじめに

小水力発電とは、大規模ダム（貯水池式）や中規模ダム（調整池式）ではなく、一般河川、農業用水、砂防ダムなどの水の流れをそのまま利用して、水車を回すことで発電する方法を指す。

本稿では、地域産業創成および地方における域内資金循環を目指す「地域循環共生圏」の面と、2050年のカーボンニュートラル社会実現に向けた再生可能エネルギー（以下、再エネ）への取組み強化という両面から、地方で小水力発電に取り組む意義と、本県への導入可能性を探っていく。

1 日本における小水力発電の導入

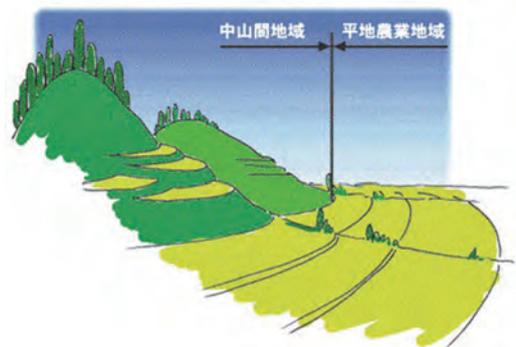
➤ 小水力発電は、日本の地勢的特徴を活かした発電方法である。

(1) 進む法整備 ～農林水産業と再エネの調和～

農林水産省によると、中山間地域とは、「農業地域類型区分のうち、中間農業地域¹と山間農業地域²を合わせた地域を指す。」と定義され、日本の総土地面積の7割を占める（図表1）。そこでの農業は、耕地面積、総農家数ともに全国の約4割を占めており、国内の農業で重要な役割を担っている。

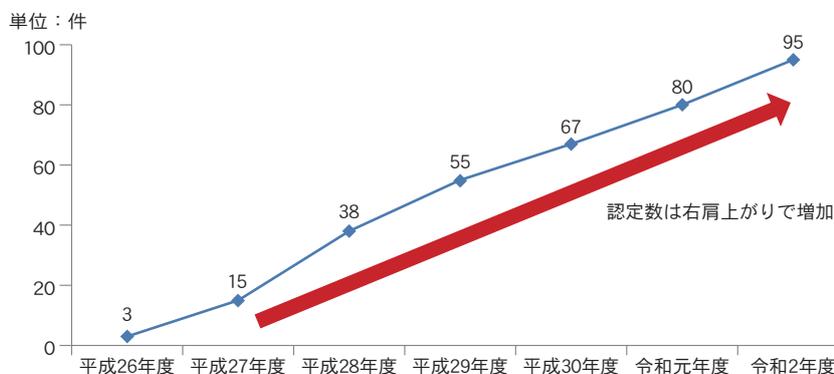
2014年、脱炭素化社会に向け農山村における太陽光、風力、地熱、バイオマス、水力など再エネの活用と農林水産業の健全な発展の両立を図ることを目的に、「農山漁村再生可能エネルギー法」が施行された。7年間で太陽光や風力、バイオマスなど、延べ95件の再エネ設備の整備計画が認定されている（図表2）。

図表1 中山間地域とは



資料：農林水産省HPより

図表2 設備整備計画の推移



資料：農林水産省資料を基に当研究所作成

1 耕地率20%未満で「都市的地域」および「山間地域以外」、もしくは耕地率20%以上で「都市的地域」および「平地農業地域」以外の市区町村および旧市区町村

2 林野率80%以上かつ耕地率10%未満の市区町村および旧市区町村

(2)再生可能エネルギーの比較

政府が2021年10月に発表した第6次エネルギー基本計画では、2030年に温室効果ガスの46%削減を目指すとともに、電源構成ベースにおける再エネの構成比率を36~38%に引き上げるという挑戦的な目標が掲げられている。

小水力発電³の導入可能性を探るにあたり、再エネの特徴について整理と比較を行った(図表3)。

太陽光発電や風力発電は、設備投資額が大きいものの一定の発電量を確保できる。しかし、日射量や風の有無に発電量が大きく左右されるなど天候の影響を受けやすく、設備設置のために山を切り開くなど環境への負荷も大きい。地熱やバイオマスは、天候の影響こそ受けないものの、地熱では地盤変動や温排水処理の問題、バイオマスでは栽培・輸送・加工段階で温室効果ガスの排出など、環境への配慮が必要となる。

一方、小水力発電は、風景や環境への影響が小さく、変換効率の高さとCO₂排出量の少なさが強みである反面、発電量の少なさと河川や農業用水を用いるため地域住民の合意形成が課題となる。

日本の中山間地域は降水量が多く、また、古くから稲作が盛んだったため農業用水路の整備も進んでおり、水の「流量」と「落差」を活用して発電する仕組みである小水力発電は、日本の特徴を活かせる発電方法と言えそうだ。

図表3 再エネの整理と比較

	小水力	太陽光	風力	地熱	バイオマス
天候の影響(※1)	○	×	×	○	○
環境負荷	○	×	×	△	×
変換効率	80%	20%	30%	12%	75%(※2)
認知度	△	○	○	○	○
CO ₂ 排出量	11.3g-CO ₂ /kWh	53.4g-CO ₂ /kWh	29.5g-CO ₂ /kWh	15.0g-CO ₂ /kWh	0(※3)
風景への影響	○	×	×	△	△
初期費用(※4)	117万円/kW	25.3万円/kW	34.4万円/kW	181万円/kW	49万円/kW
買取価格(※5)	29円/kW	10円/kW	14円/kW	40円/kW	24円/kW

※1：影響については、小さいものを「○」、大きいものを「×」とする。

※2：発電効率と廃熱回収効率の合算。

※3：CO₂は排出されるものの、光合成で吸着されるという前提。燃やした木材と同じだけの植林が求められる。

※4：規模や条件により変動するため、一例として掲載。

※5：条件(発電容量など)や年度により買取価格は異なるため、一例として掲載。

資料：全国小水力利用推進機構HPより当研究所作成

3 日本では、全国小水力利用推進機構によると、出力1,000kW未満を「小水力」と定義する。水力発電の例としてダムなどが挙げられるが、小水力発電はそのような大規模構造物を必要としない点で異なる。

2 熊本県のポテンシャル

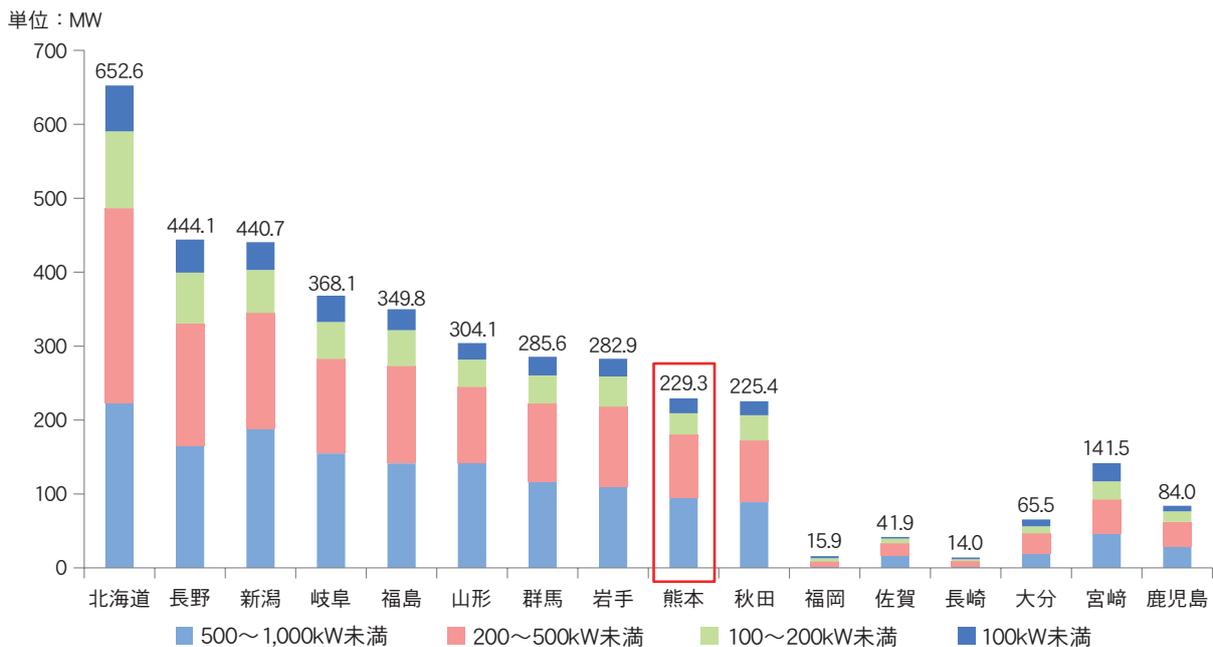
➤ 熊本県は小水力発電を導入できるポテンシャルを備えている。

環境省の調査によると、熊本県は小水力における設備容量（発電所で100%の出力を發揮した時の電力量）のポテンシャルが全国で9番目に高く、九州内ではトップである（図表4）。上位には、面積が広大な北海道や、長野県、新潟県、岐阜県などの山岳地域が目立つ。そのような中、本県が上位に位置している理由としては、県内を流れる一級河川、二級河川、準用河川の総延長合計が全国10位と比較的高いことが考えられる。

また、年間発電量のポテンシャルを県内の地域別で見ると、「人吉・球磨地域」が群を抜いて高く、次いで「八代地域」、「菊鹿地域」と中山間地域や面積が大きい上に水量の多い河川のある地域が上位となっている（図表5）。

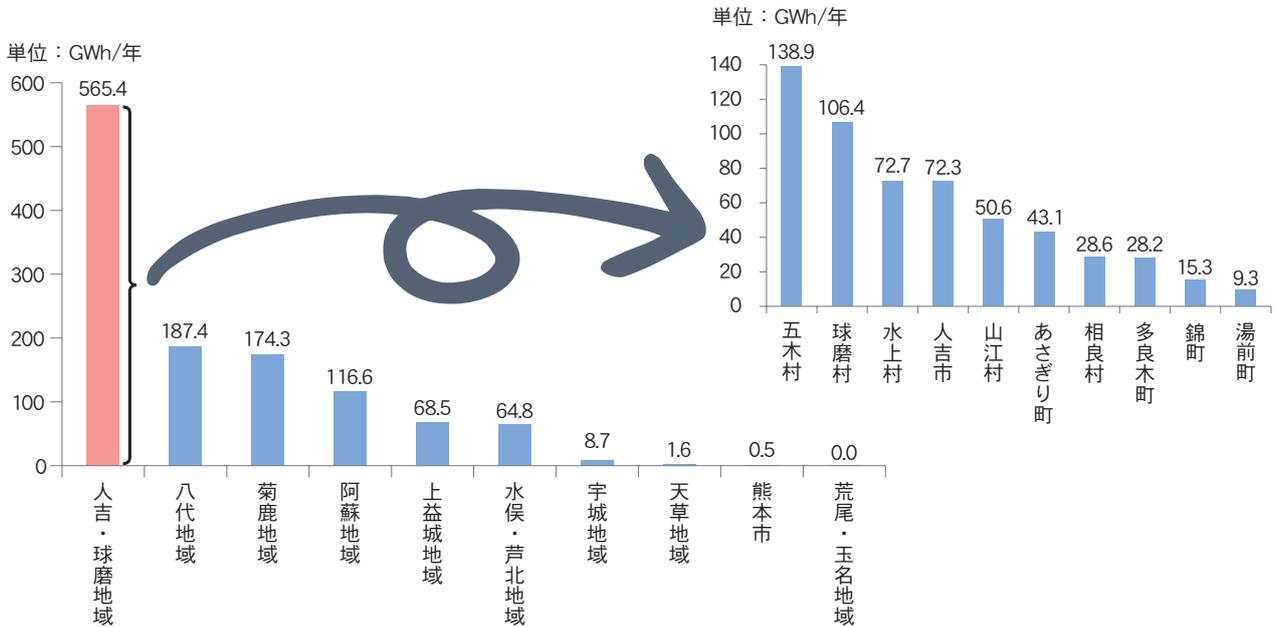
熊本県内でも14の導入事例があることから、その中でも特に中山間地域に属する地域のポテンシャルは高いと言えそうだ（図表6）。なお、第2次熊本県総合エネルギー計画では、水力発電全体で2030年度に原油換算で390,000kLの導入を目標としている。

図表4 都道府県別 小水力発電（設備容量）のポテンシャルランキング



資料：環境省REPOSより当研究所作成

図表5 県内地域別 小水力発電（年間発電量）のポテンシャル



資料：環境省 REPOSより当研究所作成

図表6 県内の小水力発電所一覧

No.	運転開始年月	発電所名	所在地	使用水路	水系	河川名	最大使用水量 (m³/s)	有効落差 (m)	出力 (kW)	その他	
										FIT認定	用途
1	1913年11月	大塚発電所	人吉市	河川	球磨川	胸川	0.668	37.58	180	無	—
2	1921年7月	大野発電所	人吉市	河川	球磨川	大川間川	0.232	47.29	80	無	—
3	1921年7月	竜門発電所	菊池市	河川	菊池川	追間川	0.83	63.7	400	無	—
4	1921年12月	下滝下発電所	上益城郡	河川	五ヶ瀬川	湯ノ谷川	0.139	93.55	68	無	—
5	1921年12月	内田川発電所	山鹿市	河川	菊池川	上内田川	0.28	64.4	130	無	—
6	1922年10月	大宮地川発電所	天草市	河川	大宮地川	大宮地川	0.425	39.38	130	無	—
7	2000年4月	菊鹿発電所	山鹿市菊鹿町	河川	菊池川	上内田川、桑弦川	1.1	63.1	560	有	全量売電
8	2001年4月	緑川第三発電所	上益城郡美里町	河川	緑川	緑川	3.4	20.2	540	有	全量売電
9	2005年4月	清和水力発電所	上益城郡山都町	河川	緑川	緑川	2	14.38	190	不明	不明
10	2013年3月	宮地発電所	阿蘇市一ノ宮町	農業用水路	—	—	0.73	0.8	3	有	全量売電
11	2013年4月	小野田発電所	阿蘇市	農業用水路	—	—	0.4	1.3	3.3	有	全量売電
12	2013年8月	幸野溝発電所	球磨郡湯前町	農業用水路	球磨川	球磨川	0.105	10	6.7	有	全量売電
13	2015年3月	竜宮滝発電所	上益城郡	河川	緑川	大矢川	1.4	19.53	200	無	—
14	2021年4月	南阿蘇水力発電所	南阿蘇村久木野	農業用水路	—	—	0.74	36.13	198	有	全量売電

資料：全国小水力利用推進協議会HPより当研究所作成

3 小水力発電の導入事例

- 導入に当たっては、地域の合意形成が大きな課題となる。
- 小水力発電の導入は、地域の活性化というメリットにも繋がり得る。

(1) 熊本県南阿蘇村の事例

① きっかけは東日本大震災

南阿蘇水力発電(株)の構成員である熊本利水工業(株)によると、東日本大震災が発生した2011年の7月、再エネへの関心が急速に高まり、県内でも様々な取り組みが始まったことがきっかけになったという。その一つが、「熊本県小水力発電研究会」。県の委託事業で「熊本県小水力利用推進協議会」が事務局を担い、導入検討が始まった。30以上の候補地から、南阿蘇村久木野地区の農業用水路が第一号の計画地点に選定され、6法人4個人で南阿蘇水力発電(株)がスタートした。当社の取水口は、3号水路と呼ばれる琵琶首井出の流末（農業用水として活用した後の余剰水）にあり、発電所建設以前、この余剰水は支川である薄木谷川を通じて、そのまま白川に放流されていた。当発電所では、その用水を発電用水として活用しており、無から有を生み出す効果的な取組みであると言える。



南阿蘇水力発電所全体平面図

② 地域内の合意形成にどう対応するか

通常、小水力発電を導入する際は、地域内での合意形成が大きな課題となる。というのも、発電に欠かせない水は公共性が高く、反対意見も出やすいからである。そのため、地域住民との関係構築や地域での理解は非常に重要だ。南阿蘇村では、地元の農家などで構成される久木野村土地改良区が地域と企業の調整役となったことと、売上の一部を農家へ還元していることなどがプラスに作用したと考えられる。

③ 系統接続問題と熊本地震を乗り越え、発電開始

計画スタート後、電力会社の送電系統に接続できないという問題や熊本地震に見舞われたが、これらを乗り越え、南阿蘇水力発電(株)は2018年3月に小水力としては県内初（再エネの県民発電所としては4番目）の「くまもと県民発電所」に認証され、2021年4月に発電が始まった。現時点で、目標を1割上回る収入が見込まれており、設備投資に要した借入金の償還も順調に進んでいる。

④地域住民の協力

このようにして、スタートした発電事業だが、構成員の作業負担を小さくする工夫も求められる。水力発電の不安事項として、災害時の対策が挙げられるが、当発電所では洪水時には、農業用水路の取入口を閉鎖することで農業用水路を保護するとともに、小水力発電設備への濁流の流入を防いでいる。また、農業用水を活用しているため、水田の除草作業の時期などは取水口へ大量の草が流れ込んでしまうという問題が発生している。通常であれば、構成員が取水口の草の除去に追われるのだが、ここでは地元の人が毎日の用水路の見回り時に1日2回、多い時には数回、取水口の除塵を行うことで、草の流入を防いでいる。このように地域住民の全面的な協力に加え、発電システムの遠隔監視が可能のため、管理の負担も小さくなっている。



図中の赤枠部分に草がたまってしまふ。

取水口の様子



矢印の方向に水が流れ、発電されている。

発電設備全景

写真は全て筆者撮影

⑤地域への貢献、SDGsとの親和性

発電開始以降、試行錯誤を繰り返しながらも、事業は順調に進んでおり、産み出された電力は全量が九州電力に売電されている。売電収益の一部は農業用水路の維持に利用されたり、農家へ還元されるなど、地域に貢献している。

また、SDGsの面での期待も高まっており、「エネルギー」に関するゴールへの貢献はもちろんだが、地元の小中学生の社会科見学の対象となる設備として、再エネの意義や水力発電の仕組みを学べる教育施設という観点から「教育」面でも大きく貢献している。

(2)佐賀県吉野ヶ里町松隈地区の事例

①小水力発電導入までの経緯

同地区は、高齢化率が約40%と高く、離農が進み、周辺は休耕田や荒廃田が目立つなど、日本全国の中山間地域が抱える課題と同様の課題を抱える地域であった。「持続可能な自立できる集落づくり」に取り組むためには財源確保が重要と考え、小水力発電の導入を検討していた。

佐賀県が、2018年に「佐賀県再生可能エネルギー等先進県実現化構想」を策定。松隈地区は、この実証事業に協力し売電事業の計画を始めた。行政からの補助は受けず、事業費約5,900万円は借入などで調達し、松隈地域づくり(株) (株主：農家20戸、非農家20戸の計40戸) を設立の上、30kWの小水力発電所建設に着手した。

②小水力発電導入の成果

2020年11月に発電を開始。初年度は、目標としていた年間売電額700万円を大きく上回る約870万円（税込み）を達成した。本事業に係る経費は、借入金の返済も含め年間約730万円であり、同法人は100万円を超える収益を上げ、小水力発電の「佐賀・松隈モデル」は採算性があることを実証した。なお、収益は個人配当せず、すべて地区の課題解決に活用することを同法人の定款に定めている。



整備された取水口

③「佐賀・松隈モデル」の特徴

本モデルでは、事業採算性のある最小規模30kWの設備を採用。流量の大きい河川でも発電出力を30kWに設定することで、確認事項や設計要素が簡略化される。設備規模の固定化による設備のパッケージ化も可能となり、コストの低減を図っている。

また、日々の管理は、発電所建設に関係した企業や電気保安協会などの維持管理に関係する企業と稼働状況を共有。携帯などで状況をリアルタイムで把握できるシステムとなっており、管理者の作業としては、豪雨時の水門管理と停電時の再稼働操作程度で、時間拘束がほとんどない点も特徴と言える。



コンテナ発電所

④小水力発電導入でもたらされたメリット

小水力発電の導入により、売電で地域に収益がもたらされるだけでなく、その他のメリットも生まれている。

発電事業に伴い、取水口の改修や管理道路が整備されたことで、大雨時の水門管理や除草作業の維持管理などが安全に行えるようになった。また、自立できる自治体の小水力モデル形成の第一歩として注目が集まり、全国から視察も受入れている。これらを通じて、地産地消で電気を賄っているという住民の自負、視察受入などで地域外の人と触れ合う機会が増えた。そうして地区を誇りに思う心や自発の地域づくりに対する関心が芽生えるなど、物質的な豊かさの高まりだけでなく、精神面での幸福度の高まりも見られるようになった。小水力発電が、地方の活性化に好影響をもたらした一事例と言えよう。



視察の様子

資料：いずれも佐賀県HPより

おわりに

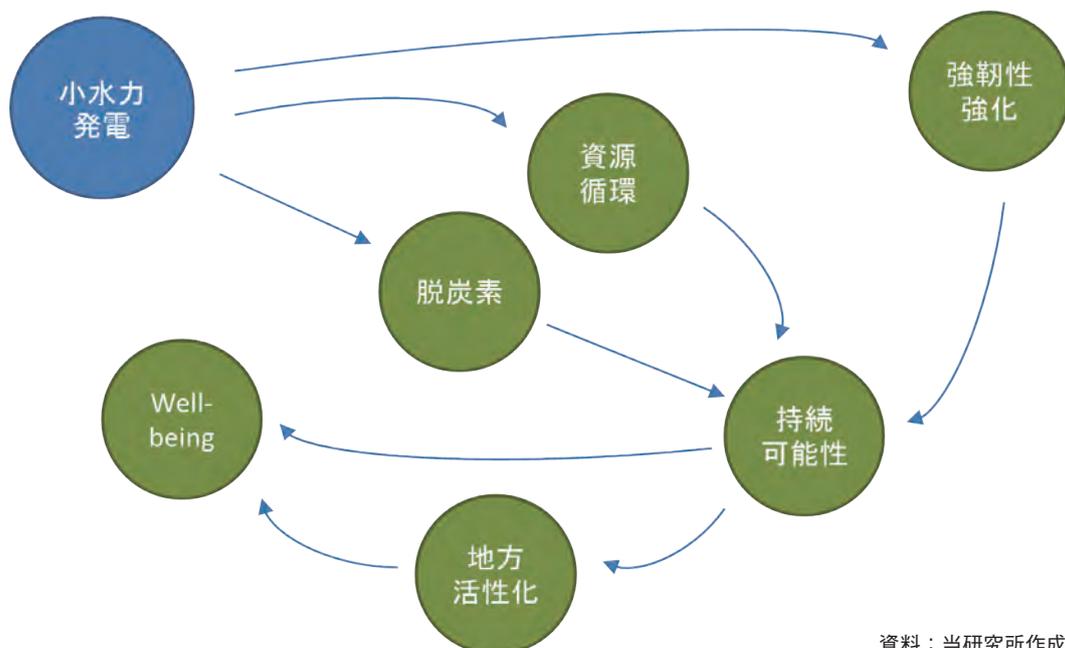
- 脱炭素社会の実現に向け、多様性をもった再エネ導入という観点から、熊本県において小水力発電に取り組む意義は高い。
- 小水力発電の導入は、人口減少地域における産業創成、地域内資金循環、地域のWell-being向上など環境と調和した地域循環共生圏の構築に寄与する。

国及び熊本県は2030年に向けたエネルギー計画を策定し、脱炭素社会の実現のための各種施策を展開しているが、小水力発電は発電量も小さいことから主要な取組みとはなっていない。しかし、再エネの多様化はレジリエンスの強化につながるだけでなく、長期的な視野に立つと、環境への負荷が少なく、CO₂排出量が他の再エネよりも少ないクリーンなエネルギーである小水力発電は、クリーンエネルギーに対する需要面からも今後さらに注目される可能性がある。

一方、人口減少地域の地方創生として地域循環共生圏モデルが提唱されているが、小水力発電事業は新規事業立ち上げによる様々な地域内の資金循環を創発し、活発化させる可能性を有している。小水力発電によって生み出された電力は、地域の照明や外灯、電光掲示板などへ供給されるとともに、売電収益は道路・水路等インフラの維持管理や地域活動支援に充てられており、地域内で産み出された資源が地域内で消費されるという循環の仕組みが創出されている。小水力発電の導入のためには地域全体での協力が不可欠であるが、逆にとらえると、事業の立ち上げができた際には、地域の活性化のための機運が高まるとともに、地域をみんなで活性化させようとする活動の中心の場となる可能性を有している。(図表7)。

本県は全国と比較して高い小水力発電の導入可能性を有しており既に成功事例もある。脱炭素社会と地方創生の両面から、小水力発電の可能性に期待したい。

図表7 小水力発電を軸とした地域の魅力向上



資料：当研究所作成

(参考文献)

小林 久ほか. (2020) .再エネで地域社会をデザインする. 京都大学学術出版会
 中島 大. (2018) .小水力発電が地域を救うー日本を明るくする広大なフロンティア. 東洋経済新報社