

岡山県の 2030 年にむけた温室効果ガス排出量・CO2 排出量・エネルギー消費削減について

歌川 学 (産総研)

1. 独自対策試算による岡山県の 2030 年削減率

鉄鋼高炉 1 基の電炉転換を含めると、2030 年のエネルギー起源 CO2 排出量を 61%削減が可能。

活動量想定

生産量：鉄鋼、セメント、製油、製紙はエネルギー基本計画 2030 年想定の全国平均比で増減とする。

化学は水島の生産調整を反映 (2019 年実績をもとに対策想定)

床面積、旅客輸送量：地域人口比

貨物輸送量：全国人口比

対策想定

素材製造業で優良省エネ水準の達成 (省エネ法ベンチマークの達成)

鉄鋼高炉 1 基の電炉転換

産業、業務、家庭、運輸部門で更新時に省エネ設備に転換、業務、家庭で新築・更新時に断熱建築転換。

業務・家庭部門に新築建築相当の太陽光発電を設置。

産業部門の 20%、業務・家庭部門の 10%で再生可能エネルギー100%電力の契約。

温室効果ガス排出量および削減率

	排出量 [百万 t-CO2]			削減率		備考
	2013	2019	2030	13 年比	19 年比	
エネ起源 CO2	49.6	39.5	20.0	-60%	-49%	
エネ転換	4.6	4.3	2.3	-49%	-45%	エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画の対策に、電炉転換と石炭火力廃止を追加。
産業	32.7	26.2	13.8	-58%	-47%	
業務	3.6	2.8	0.9	-76%	-69%	
家庭	4.3	2.6	0.9	-79%	-65%	
運輸	4.5	4.2	2.0	-55%	-52%	
工業プロセス	1.36	1.32	1.169	-14%	-11%	2030 年の 2019 年比削減率は地球温暖化対策計画通り
廃棄物	0.99	0.54	0.478	-52%	-11%	
CO2 合計	52.0	41.3	21.7	-58%	-48%	
メタン	0.41	0.37	0.347	-15%	-6%	2030 年の 2019 年比削減率は地球温暖化対策計画通り
一酸化二窒素	0.24	0.24	0.217	-10%	-10%	
フロン類	0.54	0.82	0.323	-40%	-61%	
GHG 合計	53.15	42.75	22.54	-58%	-47%	

政府対策からの対策強化の削減効果

・エネルギー転換部門

	2030年エネルギー起源CO ₂ 排出量[万t-CO ₂]		削減量[万t-CO ₂]
	対策ケース	政府対策+電炉転換	
部門合計	234	266	-32
省エネ対策			-32

・産業部門

	2030年エネルギー起源CO ₂ 排出量[万t-CO ₂]		削減量[万t-CO ₂]
	対策ケース	政府対策+電炉転換	
部門合計	1383	1749	-366
省エネ対策(素材製造業の対策、その他工場の省エネ設備対策、農林業・鉱業・建設業の設備更新対策)			-271
地域再生可能エネルギー拡大(太陽光屋根設置など地域の設置拡大、および消費側の再エネ割合の高い電力購入)			-95

・業務部門

	2030年エネルギー起源CO ₂ 排出量[万t-CO ₂]		削減量[万t-CO ₂]
	対策ケース	政府対策+電炉転換	
部門合計	88	122	-34
省エネ対策(省エネ設備更新、新築更新時の断熱建築)			-11
地域再生可能エネルギー拡大(太陽光屋根設置など地域の設置拡大、および消費側の再エネ割合の高い電力購入)			-24

・家庭部門

	2030年エネルギー起源CO ₂ 排出量[万t-CO ₂]		削減量[万t-CO ₂]
	対策ケース	政府対策+電炉転換	
部門合計	91	114	-23
省エネ対策(省エネ設備更新、新築更新時の断熱建築)			-4
地域再生可能エネルギー拡大(太陽光屋根設置など地域の設置拡大、および消費側の再エネ割合の高い電力購入)			-19

・運輸部門

	2030年エネルギー起源CO ₂ 排出量[万t-CO ₂]		削減量[万t-CO ₂]
	対策ケース	政府対策+電炉転換	
部門合計	198	248	-50
省エネ対策(省エネ設備更新、新築更新時の断熱建築)			-48
地域再生可能エネルギー拡大(太陽光屋根設置など地域の設置拡大、および消費側の再エネ割合の高い電力購入)			-1

2. 政府対策と電炉転換による岡山県の2030年削減率

(1) 素材生産量をエネルギー基本計画2030年想定 of 全国平均比で増減とする。

高炉1基の電炉転換を含めると、2030年のエネルギー起源CO₂排出量を2013年比49%削減。

高炉の電炉転換がない場合には2030年のエネルギー起源CO₂排出量を2013年比42%削減。

化学はエチレン生産調整を考慮する(2019年実績からの変化で計算)

活動量想定

岡山県もエネルギー基本計画の2030年想定 of 全国平均比で増減とする。

化学工業は構造調整を考慮する。2013年比でなく2019年比で対策を検討し、結果を2013年と比較すれば過去の生産減が含まれる。

対策想定

エネルギー基本計画の省エネ対策を実施

2030年の電力排出係数はエネルギー基本計画通り0.25kg-CO₂/kWh。中国電力の2013年度排出係数は0.719kg-CO₂/kWhで全国平均より削減率が大きく、全国よりも大きな削減率が得られる。

高炉製鉄の1基を電炉転換。

中国電力水島火力2号機(石炭)廃止予定。その自家消費分約5万トンが削減

備考：電炉転換の削減量：約360万トン

温室効果ガス排出量および削減率

	排出量 [百万 t-CO ₂]			削減率		備考
	2013	2019	2030	13年比	19年比	
エネ起源CO ₂	49.6	39.5	25.1	-49%	-36%	エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画の対策に、電炉転換と石炭火力廃止を追加。
エネ転換	4.6	4.3	2.7	-42%	-37%	
産業	32.7	26.2	17.5	-46%	-33%	
業務	3.6	2.8	1.2	-66%	-56%	
家庭	4.3	2.6	1.1	-74%	-56%	
運輸	4.5	4.2	2.5	-44%	-40%	
工業プロセス	1.36	1.32	1.17	-14%	-11%	
廃棄物	0.99	0.54	0.48	-52%	-11%	
CO ₂ 合計	52.0	41.3	26.7	-49%	-35%	2030年の2019年比削減率は地球温暖化対策計画通り
メタン	0.41	0.37	0.35	-15%	-6%	
一酸化二窒素	0.24	0.24	0.22	-10%	-10%	
フロン類	0.54	0.82	0.32	-40%	-61%	
GHG合計	53.15	42.75	27.62	-48%	-35%	

(2) 素材生産量も鉱工業生産指数平均とする（他県で素材生産が減っても岡山県の工場だけは減らない想定）

高炉の電炉転換がない場合には2030年のエネルギー起源CO₂排出量を2013年比40%削減。

高炉1基の電炉転換を含めると、2030年のエネルギー起源CO₂排出量を2013年比47%削減。

活動量想定

8月の岡山県想定

対策想定

エネルギー基本計画の省エネ対策を実施

2030年の電力排出係数はエネルギー基本計画通り0.25kg-CO₂/kWh。中国電力の2013年度排出係数は0.719kg-CO₂/kWhで全国平均より削減率が大きく、全国よりも大きな削減率が得られる。

高炉製鉄の1基を電炉転換。

中国電力水島火力2号機（石炭）廃止予定。その自家消費分約5万トンが削減

温室効果ガス排出量および削減率

	排出量 [百万 t-CO ₂]			削減率		備考
	2013	2019	2030	13年比	19年比	
エネルギー起源CO ₂	49.6	39.5	27.0	-46%	-32%	
エネルギー転換	4.6	4.3	3.5	-23%	-18%	エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画の対策に、電炉転換と石炭火力廃止を追加。
産業	32.7	26.2	18.6	-43%	-29%	
業務	3.6	2.8	1.2	-66%	-56%	
家庭	4.3	2.6	1.1	-74%	-56%	
運輸	4.5	4.2	2.5	-44%	-40%	
工業プロセス	1.36	1.32	1.17	-14%	-11%	
廃棄物	0.99	0.54	0.48	-52%	-11%	
CO ₂ 合計	52.0	41.3	28.7	-45%	-31%	
メタン	0.41	0.37	0.35	-15%	-6%	2030年の2019年比削減率は地球温暖化対策計画通り
一酸化二窒素	0.24	0.24	0.22	-10%	-10%	
フロン類	0.54	0.82	0.32	-40%	-61%	
GHG合計	53.15	42.75	29.0	-44%	-31%	

留意点

- ・鉄鋼、製油、セメント、製油、製紙の生産量

2030年にむけて素材生産量および国内石油消費量（石油精製量に影響）はエネルギー基本計画で減少が見込まれている。国準拠の考え方であればこの程度の削減が考えられる。

岡山県のこれらの産業の生産量が、製造業全体の指数減程度（2030年に2013年比6%減）の減少かどうか検討が必要である。

参考表 エネルギー基本計画の全国の素材生産量

	2013 年度	2019 年度	2030 年度	2030 年生産量 2013 年比	2030 年生産量 2019 年比
鉄鋼業	11152 万トン	9843 万トン	9000 万トン	-19%	-9%
セメント製造業	6239 万トン	5814 万トン	5558 万トン	-11%	-4%
製油	210 百万 KL	183 百万 KL	130 百万 KL	-38%	-29%
エチレン	676 万トン	628 万トン	570 万トン	-16%	-9%
製紙	2667 万トン	2503 万トン	2156 万トン	-19%	-14%

・化学工業の生産量

岡山県の地球温暖化対策計画書制度対象の化学工業の温室効果ガス排出量は 2013 年度の 529 万トンから、2019 年度に 435 万トンに、96 万トン減少した。旭化成と三菱ケミカルと三菱ケミカル旭化成エチレン、日本合成化学 鋳業の 4 社合計は 2013 年度の 252 万トンから 2019 年度に 162 万トンと 90 万トン減少した。毎年 1%程度の効率向上で 6%削減があったとしても化学工業全体で 18%削減、4 社だけでは 36%削減と大きい。化学工業全体では 10%以上の削減がエチレンプラントの統合などの効果によりあったと考えられる。

付加価値ベースの生産指数での検討では、CO₂ が少なく付加価値の大きい医薬品製造業の増加の寄与により、エチレンプラント大幅縮小にもかかわらず化学工業全体の指数は減っていない可能性がある。

これを防ぐには生産調整が終わっている 2019 年以降で生産量、削減量を計算することが考えられる。

参考表 岡山県の化学工業の排出量

	温室効果ガス排出量[万トン]		
	2013 年度	2019 年度	減少量 2019 年 2013 年比
化学工業合計	529	435	96 (18%削減)
旭化成、三菱ケミカル、三菱ケミカル旭化成エチレン、日本合成化学 鋳業の 4 社合計	252	162	90 (36%削減)

・電炉転換の影響

電炉転換の削減量:約 370 万トン

岡山県の脱炭素対策の 2030 年の経済効果

歌川学 (産総研)

岡山県の今後の脱炭素対策の地域経済効果を岡山県産業連関表で試算した。

対策はボトムアップモデルによるエネルギー消費削減から光熱費削減、設備投資を推定（投資回収年を想定）し、2030年にエネルギー起源CO₂を60%削減する場合（独自試算）と、政府対策および電炉転換で49%削減する場合を比較した。エネルギー価格高騰の前の価格で試算しており、現状ではもっと大きな効果が出る可能性がある。

岡山県は企業・家庭・公的施設で年間8000億円以上の光熱費を支出（主体別エネルギー種別エネルギー消費に単価をかけて算出）、ほぼ域外流出していると推定される。この分が脱炭素対策設備投資の原資となり、また地域経済効果と雇用創出をもたらす。

経済効果として

- (1) 省エネ再エネ設備投資
- (2) 光熱費の削減（投資回収前（設備費返済分減額）と投資回収後で分けて計算）
- (3) 地域主体の再エネ売電収入（投資回収前（設備費返済分減額）と投資回収後で分けて計算）

を試算した。

結果を60%削減の場合を表1、49%削減の場合を表2に示す。

対策をした方が対策設備投資額も大きく、光熱費削減と再エネ売電収入も大きく、経済効果も雇用創出も大きい。また2030年迄の対策は費用対効果の高いものが大半である。

脱炭素対策は、地域産業の対策受注などで大きな地域経済発展、雇用創出、県内市町村の人口減くいとめ・人口ビジョン達成寄与など産業政策・地域政策としても期待される。一方、地域経済効果を実現するには地域の産業の参加が必要であり、地域産業の対策受注には大手と競争で負けないよう、地域を知り尽くした強みを活かしかつ断熱建築施工や再エネ施工の強化などの準備も必要である。

脱炭素が地域発展の総合政策として今後取り組まれることを期待したい。

表1 2030年60%削減の場合の経済・雇用

	平均投資額 [億円/年]	県内波及効 果[億円/ 年]:	県内雇用創 出[人]
(1) 設備投資	1,539	1,566	12,336
(2) 省エネによる光熱費削減	737	597	7,159
(2) 同投資回収後	1,275	1,037	12,432
(3) 地元再エネ売電または自 家消費利益	396	339	4,058
(3) 同投資回収後	666	569	6,825
合計	2,672	2,502	23,553
合計、投資回収後	3,480	3,173	31,593

表2 政府対策および電炉転換(2030年49%削減)の場合の経済・雇用

	平均投資額 [億円/年]	県内波及効 果[億円/ 年]:	県内雇用創 出[人]
(1)設備投資	1,465	1,436	11,347
(2)省エネによる光熱費削減	560	453	5,425
(2)同投資回収後	1,076	869	10,417
(3)地元再エネ売電または自 家消費利益	376	303	3,635
(3)投資回収後	631	509	6,104
合計	2,401	2,192	20,407
合計、投資回収後	3,172	2,814	27,868

想定

エネルギー消費削減から光熱費削減、設備投資を推定(投資回収年を想定)し、2030年にエネルギー起源CO2を60%削減する場合(独自試算)と、政府対策と一部電炉転換で49%削減する場合を比較した。

光熱費と再エネ売電収入で平均消費性向分を計算、購入先は全国家計調査の家庭の支出先に応じて計算した。

再エネは県の再エネの消費全体に占める割合を50%とし、そのうち県内主体の持つ割合が50%とし、この部分について経済効果を試算、平均消費性向分だけ消費に回るとした。政府対策では県内再エネ電力の県の電力消費全体に占める割合が小さいが、あえて同じにして計算した。

留意点

試算想定では光熱費と再エネ売電収入で支出に回る分(貯蓄に回る分をさしひき)は家庭の支出先に応じて計算し、企業分は別の支出先を考える可能性がある。化石燃料と電力、ガス産業の減収効果が複雑なので計算から除外している。これらの点などでまだ検討の余地があると考えられる。

岡山県の再生可能エネルギー電力について

歌川学 (産総研)

1. エネルギー単価高騰とコストの大きな変化

エネルギー単価（価格）が高騰している。化石燃料輸入単価は石油とガスが2019年比で2.5倍から3倍、石炭は約5倍になった（図1）。この影響で国内エネルギー単価も高騰、購入電力単価も値上がり、県内企業・家庭にも大きな打撃になっていると考えられる。この傾向がずっと続くとは考えにくいが当面は継続する可能性が高い。購入電力単価については今後も大手小売電力が家庭向け値上げを申請あるいは計画している。

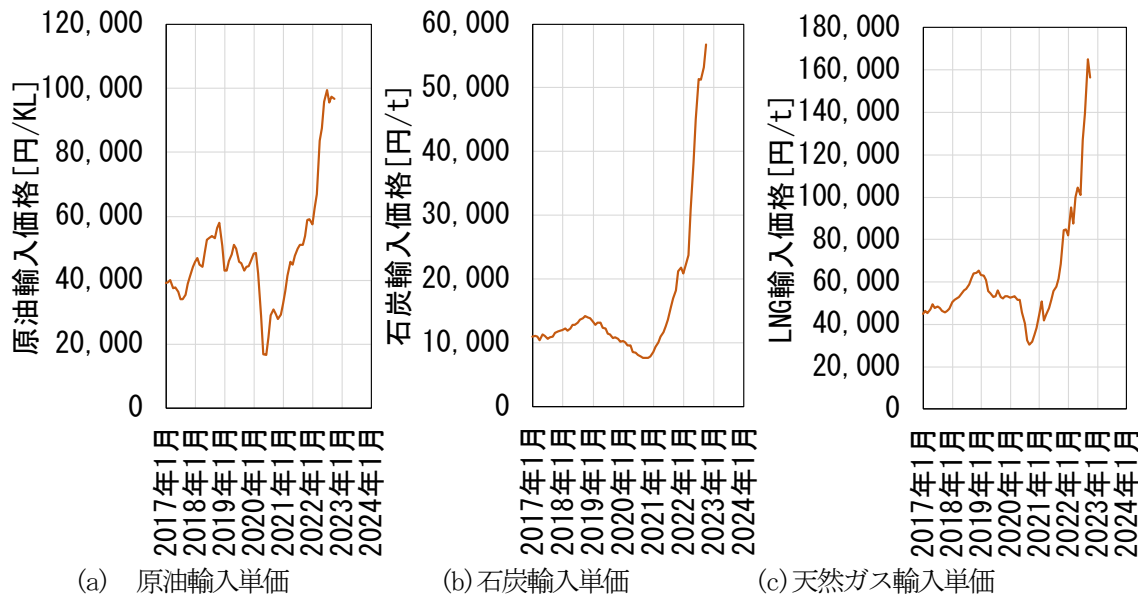


図1 化石燃料輸入単価

貿易統計をもとにした石油連盟統計より作成

これにより発電単価も大きく変化した。経済産業省の総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループの提供する試算を参考に2022年10月の輸入価格で燃料費を購入し続けたとして試算すると、火力発電単価は石炭が値上がりし既設で24円/kWh（既設なので資本費を除く。想定炭素税分も除く）となったのをはじめ20円/kWhを超えた。これに対し太陽光発電と風力発電は15~17円/kWhで火力より安くなっている。

購入電力単価も値上がりしているので企業分家庭分とも自家消費で屋根や敷地に太陽光を設置できればそのコストは一部工場を除けば購入電力単価を大きく下回り大幅なコスト減につながる事が考えられる（図1）。

価格高騰で、脱炭素、費用効果的で導入も確実にできる省エネと再生可能エネルギー導入を加速し、気候危機回避に前進すると同時に地域経済発展に寄与、雇用を維持拡大し地域の人口を維持していくことが望ましい。

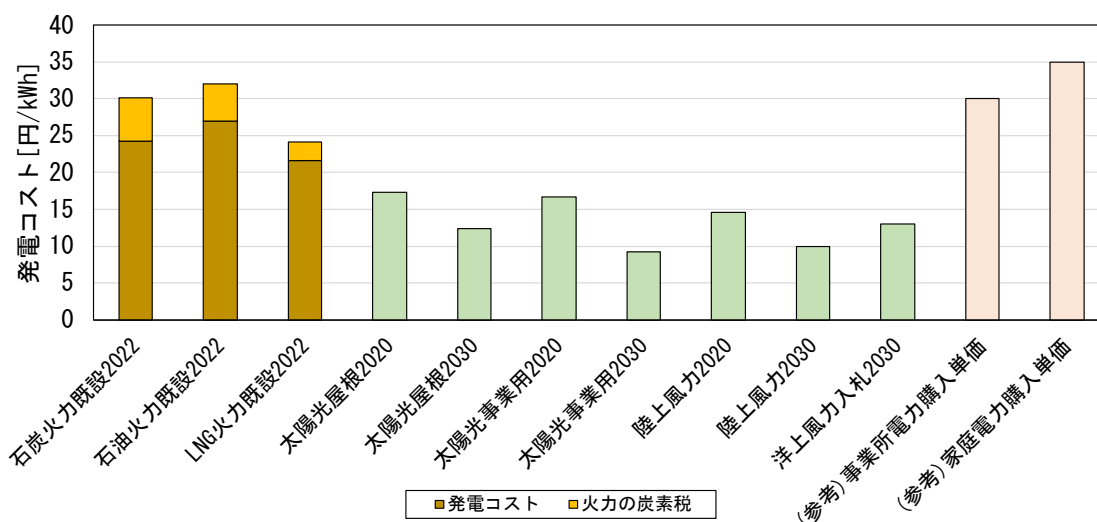


図2 発電コストと購入電力単価

経済産業省総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ、発電コストレビューシートより作成。再生可能エネルギーは資本費を含み、火力既設は含まない。政策経費は含まない。

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/#cost_wg

2022年の燃料費価格は財務省貿易統計の2022年10月の燃料輸入価格を使用。

設備利用率は石炭火力とガス火力が60%、石油火力が30%。発電効率は石炭火力既設と石油火力既設が40%、LNG火力既設が53%とした。

炭素税はIEA国際エネルギー機関の世界エネルギー見通しのシナリオ想定にあわせて2020年には17ドル/トン、2030年には30ドル/トンとなっている。この炭素税は日本で導入されていない。外国為替レートは1ドル=150円で試算した。

2. 岡山県の再エネ電力ポテンシャルについて

環境省が試算した岡山県の再生可能エネルギー電力可能性を環境省推計からみると、2020年6月現在の既設分あるいは認定量も入れて設備容量3500万kW、発電量は500億kWhである。これは県内電力消費量180億kWhの2.8倍（筆者による2050年電力消費量予測210億kWhの2.4倍）である。内訳は全体の74%が太陽光、23%が陸上風力などとなっている。

これを全部開発する必要はなく、この中から時間ごとの需給も考慮、また乱開発を防止し、地域主体が中心になって開発し地域で利益を得て地方創生・人口ビジョン達成に貢献できるものを選択することができる（図3）。

2030年度には送電線接続問題に対処し、乱開発防止、地域主体が中心になって開発しこの巨大なポテンシャルの一部を実現し、年間消費量との比較では消費の半分など大きな割合を占める可能性もある。

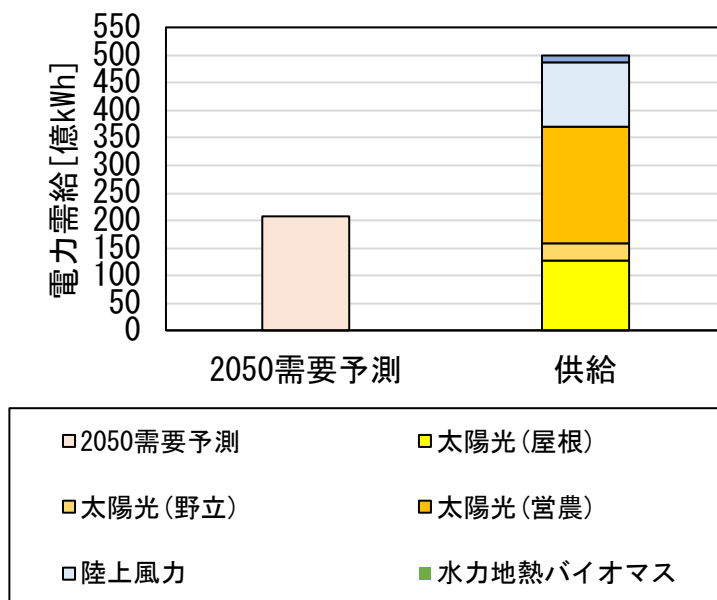


図3 岡山県の再生可能エネルギー電力可能性

環境省再生可能エネルギー情報提供システムより作成。

<https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/>

また固定価格買取制度2022年6月認定分（バイオマス一般木質は導入済み分）、大型水力は電力調査統計現状設備容量（揚水を除く）を加えた。

4. 国の目標にあわせた場合の岡山県内の再生可能エネルギー発電

岡山県は、2030年目標策定にあたり国のエネルギー基本計画や地球温暖化対策計画にあわせる方針を出されている。そこでこれに従い2030年の県内再生可能エネルギー電力について試算した。

岡山県の2020年3月の再生可能エネルギー電力設備容量（表1）に、エネルギー基本計画の想定する「野心的水準」における全国の増加率をかけて岡山県の2030年の導入目標を試算する。

結果を表1に示す。2030年の県内導入目標はエネルギー基本計画の再生可能エネルギー電力割合の全国目標36～38%に匹敵する36%になる。

この目標は環境省の示す再生可能エネルギー電力可能性を大きく下回り県内可能性と比較し余裕のある目標である。10kW以上の太陽光は営農型太陽光（注：耕作放棄地で農業再生が難しいと環境省で仕分けした場所に設置する太陽光（野立て）も含めている）の半分強を占める。ここでは、静岡県や秋田県における営農型太陽光の報告書や各地の知見も参考に、地域の農業を発展させ、地域農家が農作物も電気も売り経営安定化させる対策としても考えられる。一方で他地域では水田や地域の普通にみられる畑作農作物ではない特殊な作付けもみられる。岡山県では水田地域の普通にみられる畑作農作物を地域農家が担い発電も行い、それを地域の様々な機関や専門家実務家がサポートしていく地域モデルが望ましい。

なお、この2030年太陽光設備容量は、環境省の県内再生可能エネルギー電力可能性と比較して大幅な余裕がある。このため、営農型太陽光増加を想定する以外のオプションで、増加分について屋根置きや工場・事業所敷地・駐車場屋根設置分などを大幅に強化するなどの可能性もある。

意欲的な目標を掲げると共に、並行して再エネ乱開発防止のゾーン制導入、地域主体優先ルールや地域主体への情報提供や技術的サポート（補助金ではない）などを今後充実し、地域主体が乱開発を防止しながら自ら再生可能エネルギーを導入し運営しその利益も得て地域でメリットを得て地方創生と両立し地域の人口ビジョン達成にも寄与していくことが望まれる。

表1 岡山県の再生可能エネルギー電力

		2020年3月 導入量	2022年6月 導入量	2022年6月 認定量	2030年	環境省可能性
設備容量 [kW]	太陽光 10kW 未満	291,017	332,801	339,850	613,327	9,431,759
	太陽光 10kW 以上	1,511,283	1,967,325	2,413,571	3,185,070	16,123,318
	太陽光合計	1,802,300	2,300,125	2,753,421	3,798,396	25,555,077
	風力	0	0	143,703	143,703	4,538,100
	大水力	189,203	189,203	189,203	189,203	
	中小水力	15,812	18,740	29,817	29,817	
	バイオマス木質など		32,230	39,632	32,230	
	バイオマス・廃棄物		8,756	12,033	22,243	
	合計				4,215,592	
発電量 [千 kWh]	太陽光 10kW 未満	349,256	399,401	407,861	736,065	
	太陽光 10kW 以上	2,277,080	2,964,207	3,636,576	4,799,008	
	太陽光合計	2,626,336	3,363,608	4,044,437	5,535,074	
	風力				322,263	
	大水力	729,264	729,264	729,264	729,264	
	中小水力	75,630	89,635	142,615	142,615	
	バイオマス木質など				194,808	
	バイオマス・廃棄物				62,548	
	合計				6,986,572	
	再エネ割合				36%	

2030年設備は太陽光のみ全国倍率、風力と中小水力は認定量、大規模水力は現状、バイオマス木質などは2022年導入量、廃棄物は岡山県の8月の想定にあわせた。

設備利用率は県想定で太陽光 10kW 未満で 13.7%、10kW 以上 17.2%、風力 25.6%、小水力 54.6%、バイオマス木質など 69%、廃棄物 32%。ただし大型水力は 44%で計算。

表2 全国の再生可能エネルギー電力のエネルギー基本計画の想定

	設備容量[100万 kW]					野心的水準と 現時点の比較
	現時点導入量	未稼働75%追加	努力継続	政策強化	野心的水準	
太陽光 10kW 未満	14.5	15.3	24.3			
太陽光 10kW 以上	41.3	58.5	63.3			
太陽光合計	55.8	73.8	87.6	100	117.6	211%
陸上風力	4.2	9.0		15.9	17.9	426%
洋上風力	0.01	0.7		3.7	5.7	57000%
大水力	12.8			12.8		100%
中小水力	9.8	10.0		10.4		106%
地熱	0.593	0.618		1.48		250%
バイオマス木質など	1.9	4.03		4.52		238%
バイオマス・廃棄物	2.6	2.74		3.5		135%

単位：100万 kW

資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）」より作成。