



西予市エネルギービジョン

令和5年3月
西予市



— 目 次 —

第1章 ビジョン策定の背景と目的	1-1
1.1 背景	1-1
1.2 目的	1-1
1.3 計画期間	1-1
1.4 ビジョンの策定方法	1-1
1.5 ビジョンの位置づけ	1-2
第2章 国・県・市のエネルギーに関する動向の整理	2-1
2.1 国のエネルギーに関する動向	2-1
2.2 愛媛県のエネルギーに関する動向	2-12
2.3 西予市のエネルギーに関する動向	2-15
第3章 再生可能エネルギーの概要と普及	3-1
3.1 再生可能エネルギーの概要	3-1
3.2 再生可能エネルギーの種類	3-3
第4章 西予市の特徴	4-1
4.1 概要	4-1
4.2 自然的特徴	4-2
4.3 社会的特徴	4-6
第5章 西予市におけるエネルギーの現状	5-1
5.1 エネルギー消費状況	5-1
5.2 エネルギー関連産業の状況	5-5
5.3 再生可能エネルギーのポテンシャル	5-9
5.4 西予市のエネルギーに関する取り組み	5-22

第6章 ビジョンの基本方針と取り組み	6-1
6.1 基本方針	6-1
6.2 沿岸部ゾーンの取り組み	6-3
6.3 盆地ゾーンの取り組み	6-6
6.4 山地ゾーンの取り組み	6-10
第7章 新規規業の検討	7-1
7.1 検討の概要	7-1
7.2 避難所への太陽光発電の導入	7-2
7.3 公共施設での地中熱利用	7-8
7.4 廃棄物バイオマス利用	7-14
7.5 木質バイオマス利用	7-25
7.6 小水力発電の導入	7-31
7.7 まとめ	7-36
第8章 ビジョンの実現に向けて	8-1

第1章 ビジョン策定の背景と目的

1.1 背景

国では、令和 32（2050）年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにすることを目標としており、脱炭素化を進めつつ、国内のエネルギー需給構造の抱える課題を克服するため、更なる再生可能エネルギーの導入が望まれています。

西予市では、第2次西予市総合計画に基づき、これまで各種の行政施策を推進してきました。これからは、脱炭素化の流れの中で、今後の中長期的な地域のあり方を見据えつつ、既存の地域資源や地域インフラを活用し、再生可能エネルギー等を中心とした地域振興の取り組みを進めることで、地域の理解を図っていくことが重要です。

1.2 目的

西予市エネルギービジョン（以下、「本ビジョン」という。）は、本市における地域課題やエネルギー需要構造、エネルギーのまちの実現に向けた政策上の課題等を踏まえて、本市におけるエネルギー構造高度化・転換に向けた基本方針を取りまとめることで、再生可能エネルギー等の活用の取り組みを推進することを目的とします。

1.3 計画期間

本ビジョンの計画期間は第2次西予市総合計画との整合をとり、令和5（2023）年度から令和15（2033）年度とします。

1.4 ビジョンの策定方法

本ビジョンは図 1-1 に示すように国、市の動向や計画、市の地域特性（人口、産業構造、地形等）やビジョン策定委員会を通した市民の意見、再生可能エネルギーのポテンシャルやエネルギーの消費構造を踏まえて策定しました。

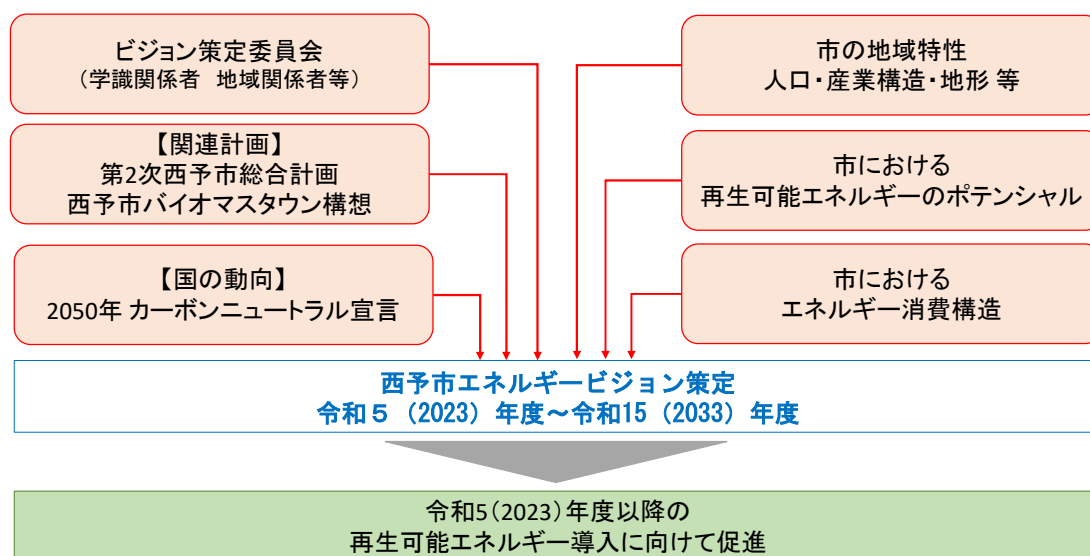


図 1-1 ビジョンの策定方法

1.5 ビジョンの位置づけ

西予市では、平成 28（2016）年 3 月に第 2 次西予市総合計画を策定し、これまでに各種の行政施策を推進してきました。本ビジョンは、本市の最上位計画である第 2 次西予市総合計画やエネルギーに関連する計画である西予市環境基本計画、西予市バイオマスタウン構想と整合性を図り策定しました。また、県の環境基本計画やバイオマス活用推進計画及び地球温暖化対策実行計画を参考に、図 1-2 に示す位置づけとなります。

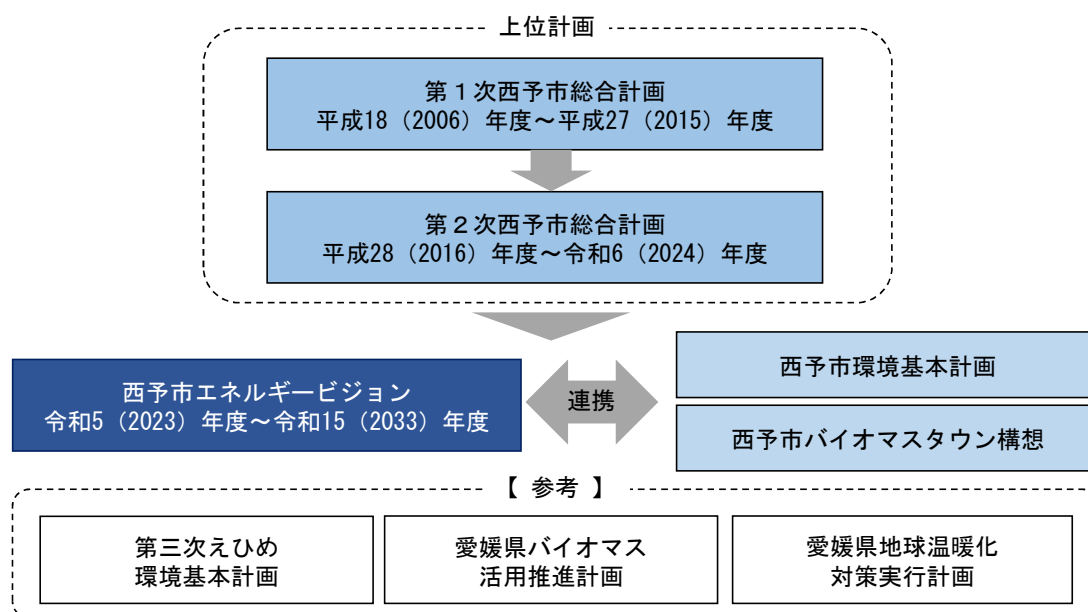


図 1-2 本ビジョンの位置づけ

第2章 国・県・市のエネルギーに関する動向の整理

2.1 国のエネルギーに関する動向

2.1.1 概要

日本は昭和 35（1960）年以降、高度経済成長に伴い、エネルギー供給量が増加傾向にあります。特に、安価な石油を大量に輸入し、昭和 48（1973）年度には、国内供給の一次エネルギーのうち 75.5%を石油に依存していました。しかし、第四次中東戦争を契機に昭和 48（1973）年に勃発した第一次オイルショックによって、原油価格の高騰と石油供給断絶の不安を経験した日本は、エネルギー供給を安定化させるため、石油依存度を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭等の導入を推進しました。

その後、イラン革命によってイランでの石油生産が中断したことに伴い、再び原油価格が大幅に高騰した昭和 54（1979）年の第二次オイルショックでは、原子力、天然ガス、石炭の更なる導入の促進、新エネルギーの開発を更に加速させました。しかし、平成 23（2011）年に発生した東日本大震災とそれによる原子力発電所の停止により、原子力の代替発電燃料として化石燃料の割合が増加しました。

また、平成 28（2016）年 11 月には、令和 2（2020）年以降の地球温暖化対策に関する国際的な枠組みである「パリ協定」が発効され、これに伴い日本では令和 2（2020）年 10 月に「2050 年カーボンニュートラル宣言」が発表されました。

「2050 年カーボンニュートラル宣言」では、令和 32（2050）年までに脱炭素社会を実現し、温室効果ガスの排出量を実質ゼロにすることが目標とされています。この実現を法律に明記し、脱炭素化に向けた取り組みを加速させるとともに、再生可能エネルギーを活用した脱炭素化の取り組みを促進させるため、日本政府は令和 3（2021）年 3 月に「地球温暖化対策の推進に関する法律（地球温暖化対策推進法）」を閣議決定しました。

また、この法律に基づく総合計画として、令和 3（2021）年 10 月に「地球温暖化対策計画」が閣議決定され、温室効果ガスの削減目標を、「中期目標として、令和 12（2030）年度において温室効果ガスを平成 25（2013）年度から 46%削減することを目指す。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく。」と定めました。

このような状況を受け、日本政府は、脱炭素化を進めつつ、国内のエネルギー需給構造の抱える課題を克服するため、令和 3（2021）年 10 月に「第 6 次エネルギー基本計画」を閣議決定しました。

「第 6 次エネルギー基本計画」では、令和 12（2030）年度の野心的な見通しとして、「再生可能エネルギー発電の比率を 34~36%とし、研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。」としており、この目標を達成し、脱炭素社会の構築を目指すためにも、更なる再生可能エネルギーの導入が望まれています。

2.1.2 エネルギー政策等に関する計画

国のエネルギー政策等に関する計画を表 2-1 に示し、これらの計画の関係性を図 2-1 に示します。

表 2-1 エネルギー政策等に関する計画

計画名	発行年月	発行元	概要
長期エネルギー需給見通し (エネルギーミックス)	平成27年7月	経済産業省	「第四次エネルギー基本計画」を受け、「S+3E（安全性+エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境への適合）」を実現するための政策目標を想定したうえで、施策により実現されると考えられる将来のエネルギー需給構造の見通しとしてあるべき姿を示したもの。
エネルギー革新戦略	平成28年4月	経済産業省	長期エネルギー需給見通し（エネルギーミックス）の実現を図るための関連制度を、一体的に整備することを目的として策定されたもの。
グリーン成長戦略	令和3年6月	経済産業省	「2050年カーボンニュートラル宣言」を受け、この実現に向けて「経済と環境の好循環」を作っていくため、産業の成長と温室効果ガスの排出削減の観点から取り組みが不可欠と考えられる分野に関して、官民連携により取り組まれる成長戦略。
地球温暖化対策計画	令和3年10月	環境省	「地球温暖化対策推進法」に基づく政府の総合計画であり、「2030年度において、温室効果ガス46%削減（2013年度比）を目指すこと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続ける。」という削減目標達成に向けた対策・施策を記載したもの。
第6次エネルギー基本計画	令和3年10月	経済産業省	「エネルギー政策基本法」に基づく計画であり、平成15（2003）年の策定後、第6次計画まで改訂を行ってきた。「第6次エネルギー基本計画」は、「地球温暖化対策計画」で示された目標の実現に向けて、エネルギー政策の道筋を示し、日本のエネルギー需給構造が抱える課題について、「S+3E（安全性+エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境への適合）」という基本方針を前提とした取り組みを示したものである。
令和3年度 エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書)	令和4年6月	経済産業省	エネルギーの安定供給、2050年カーボンニュートラルの実現等に向け、エネルギー政策基本法の規定に基づきエネルギーの需給に関して講じた施策の概況を公表するもの。

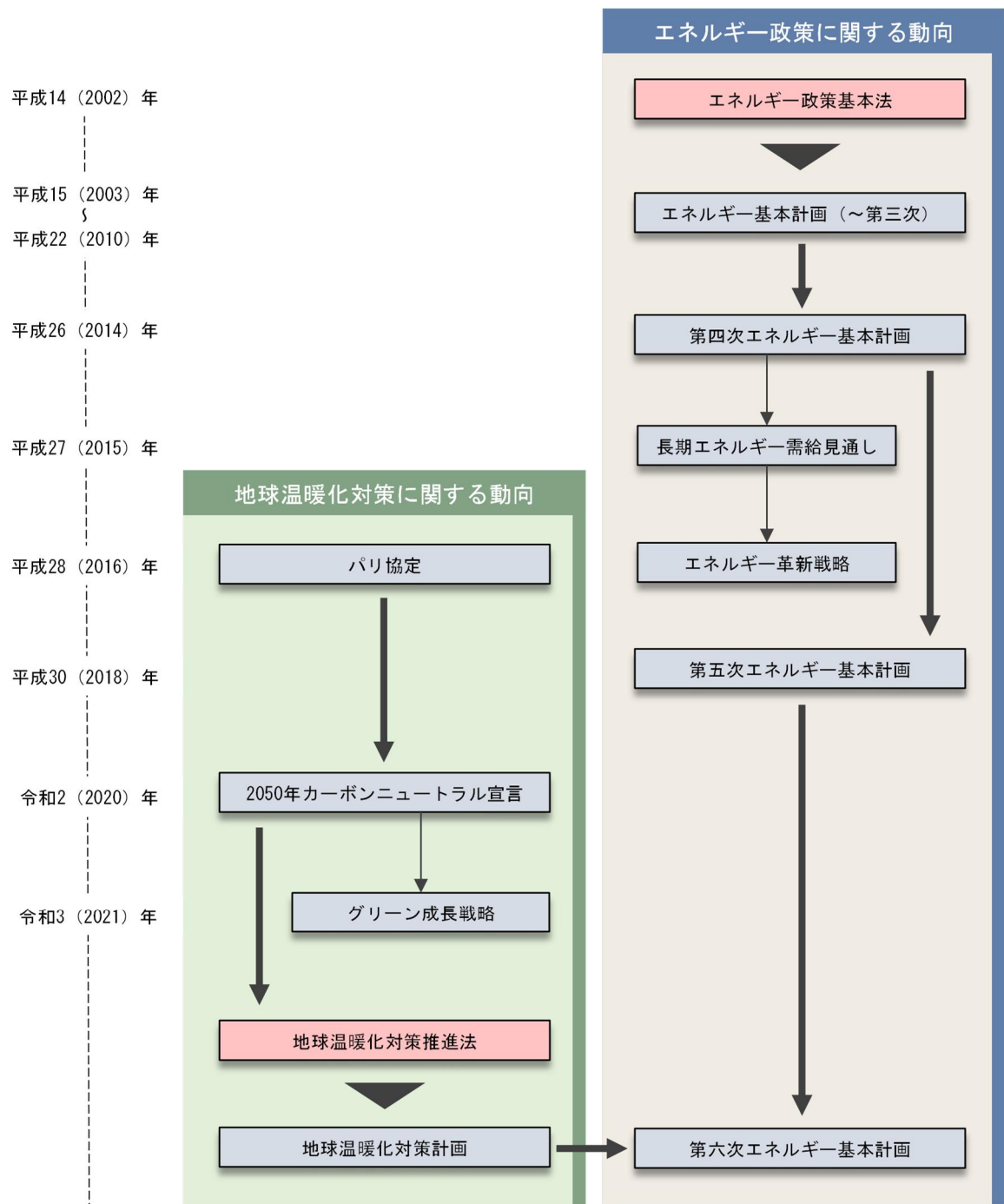


図 2-1 各計画の関係性

2.1.3 日本のエネルギー事情

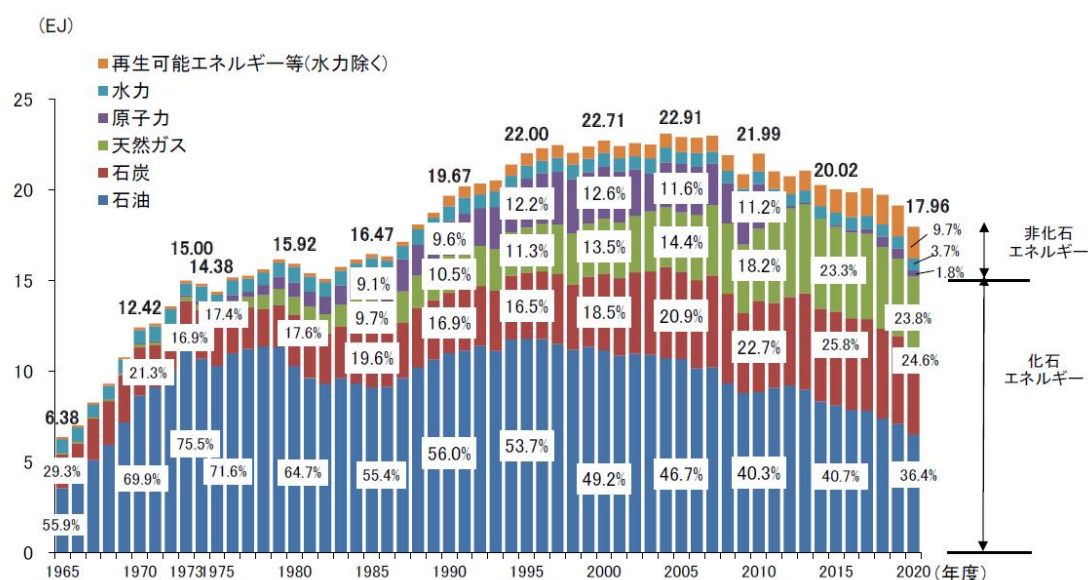
(1) エネルギー供給

日本は昭和 35（1960）年以降の高度経済成長に伴い、エネルギー供給が増加傾向にあります。一次エネルギー国内供給の推移（図 2-2）を見ると、昭和 48（1973）年度には、安価な石油を大量に輸入していたことから、国内供給の一次エネルギーの 75.5% を石油に依存していたことが分かります。しかし、第四次中東戦争を契機に昭和 48（1973）年に勃発した第一次オイルショックによって、原油価格の高騰と石油供給断絶の不安を経験した日本は、エネルギー供給を安定化させるため、石油依存度を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭等の導入を推進しました。

また、イラン革命によってイランでの石油生産が中断したことに伴い、再び原油価格が大幅に高騰した昭和 54（1979）年の第二次オイルショックでは、原子力、天然ガス、石炭の導入の促進、新エネルギーの開発を更に加速させました。

その結果、一次エネルギーの国内供給に占める石油の割合が、平成 22（2010）年度には 40.3%と第一次オイルショック時の昭和 48（1973）年度における 75.5%から大幅に低下し、その代替として、石炭（22.7%）、天然ガス（18.2%）や、純国産エネルギーである原子力（11.2%）の割合が増加する等、エネルギー源の多様化が図られました。

しかし、平成 23（2011）年に発生した東日本大震災とそれによる原子力発電所の停止により、原子力の代替発電燃料として化石燃料の割合が増加しました。そのため、石油の割合は平成 24（2012）年度に 44.5%まで上昇しましたが、その後、原子力発電に関する安全対策の見直しと、再生可能エネルギーの導入により令和 2（2020）年における石油の割合は 36.4%と減少傾向にあります。



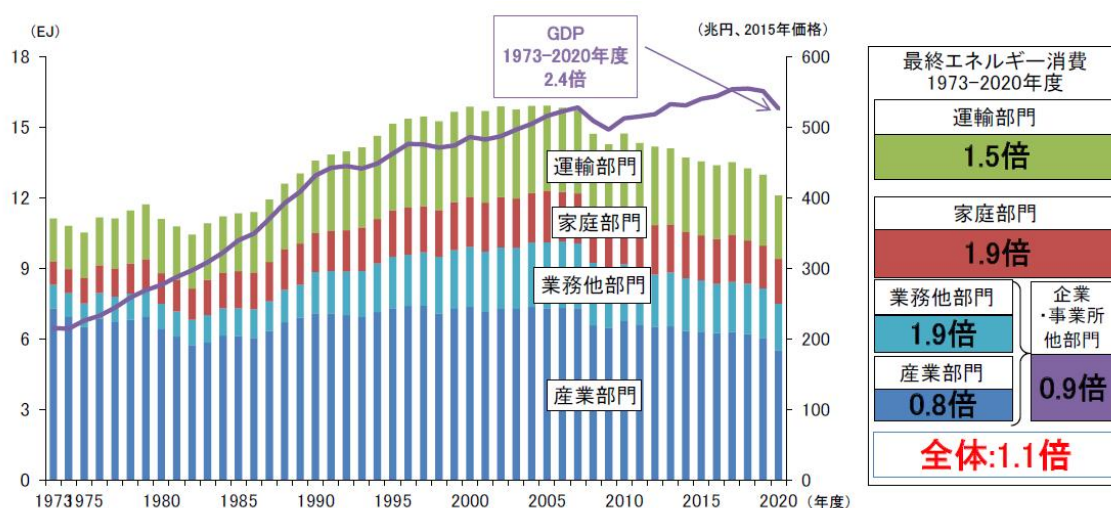
出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 2-2 一次エネルギー国内供給の推移

(2) エネルギー需要

最終エネルギー消費と実質 GDP の推移（図 2-3）を見ると、日本は、昭和 48（1973）年、昭和 54（1979）年の二度にわたるオイルショックを契機に産業部門の省エネルギー化が進んでいます。これにより、我が国はエネルギー消費を抑制しつつ、経済成長を果たすことができました。また、平成 2（1990）年以降、原油価格が低水準で推移する中で、家庭部門、業務他部門を中心にエネルギー消費は増加しました。その後、2000 年代半ば以降は再び原油価格が上昇したこともあり、平成 16（2004）年度をピークに最終エネルギー消費は減少傾向となり、平成 23（2011）年度からは東日本大震災以降の節電意識の高まりによってさらに減少しました。

部門別にエネルギー消費の動向を見ると、昭和 48（1973）年度から令和 2（2020）年度までの伸びは、企業・事業所他部門が 0.9 倍（産業部門 0.8 倍、業務他部門 1.9 倍）、家庭部門が 1.9 倍、運輸部門が 1.5 倍となりました。

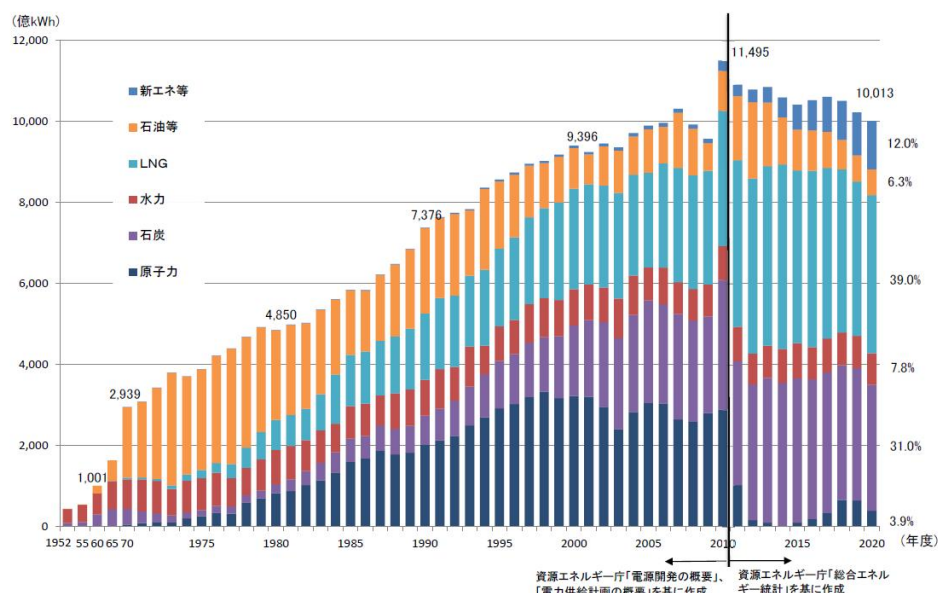


出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 2-3 最終エネルギー消費と実質GDPの推移

(3) 発電電力量の推移

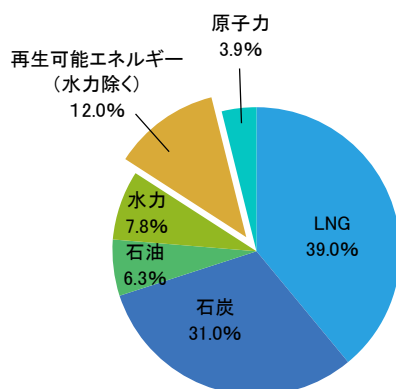
第一次オイルショック以降、原子力発電、石炭火力発電、天然ガス（LNG）、火力発電等の石油代替電源の開発が進められてきました。平成 25（2013）年度までは、日本の総発電量（図 2-4）は増加傾向でしたが、東日本大震災の影響により平成 25（2013）年 9 月以降は原子力発電所の停止が続き、総発電量も減少傾向にあります。なお、令和 2（2020）年度の日本の総発電量は、10,013 億 kWh となっています。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

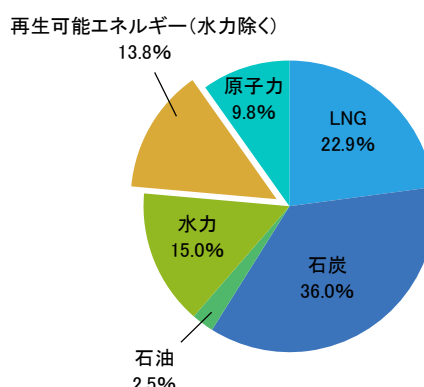
図 2-4 発電電力量の推移

日本の発電電力量の構成比（図 2-5）を見ると、LNG が 39%、石炭が 31%、石油が 6.3%、水力が 7.8%、再生可能エネルギー（水力除く）が 12%、原子力が 3.9% となっています。水力を除いた再生可能エネルギーの割合 12% は、世界（図 2-6）の 13.8% と比べると低い傾向にあります。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」を基に作成

図 2-5 日本の発電電力の構成比
(令和2（2020）年度)



出典：BP「Statistical Review of World Energy 2022」を基に作成

図 2-6 世界の発電電力の構成比
(令和3（2021）年度)

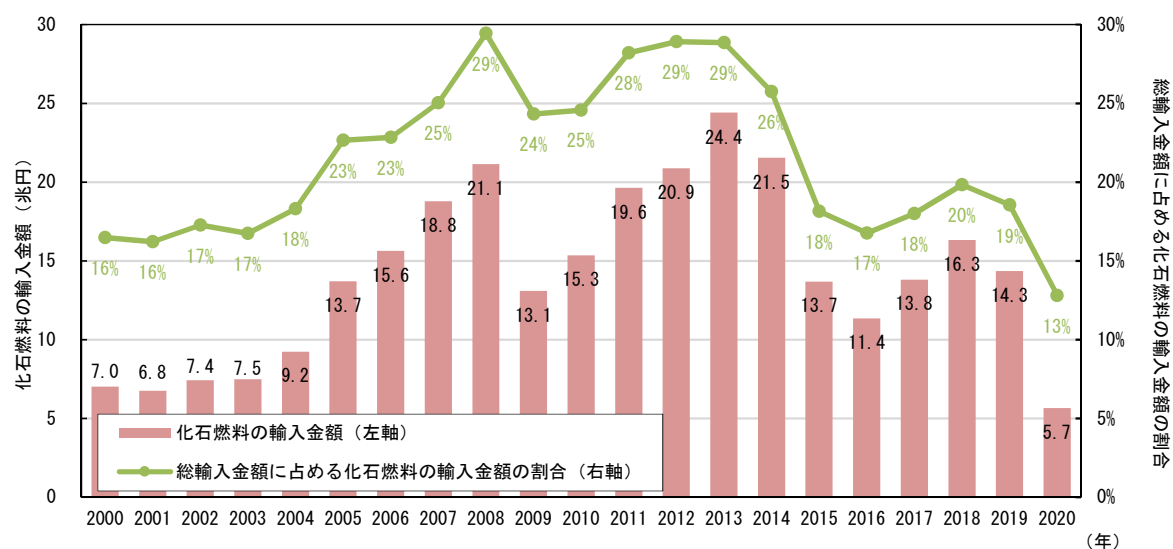
(4) 化石燃料の輸入金額と総輸入額に占める割合の推移

日本では、一次エネルギー消費量のうち、約9割を化石燃料として利用しています。そして、その大半を海外から輸入しており、国内のエネルギーを海外に依存しています。

日本における化石燃料（原油、石炭、天然ガス（LNG））の輸入金額と国内における総輸入額に占める化石燃料の輸入額の割合の推移を図 2-7 に示しました。平成 12（2000）年以降は、化石燃料の価格が上昇したこともあり、輸入金額と総輸入額に占める割合は概ね増加している傾向にありました。その一方で、平成 21（2009）年には、輸入価格の急落により、輸入金額と総輸入額に占める割合ともに減少しました。

平成 23（2011）年以降は、東日本大震災による原発の稼働停止に伴い、化石燃料（主に原油とLNG）への需要が高まり、輸入金額が増加しました。これにより、平成 25（2013）年には、総輸入額に占める化石燃料の輸入金額の割合が 29%になっています。平成 26（2014）年以降は、輸入量の減少により、輸入金額は減少し、総輸入額に占める割合も減少していましたが、平成 30（2018）年には産油国の減産によって原油の需給が引き締まり、輸入価格が上昇しました。その後、需要の伸びが鈍化したことに加え、令和 2（2020）年には新型コロナウイルス感染症による経済活動の低迷により、輸入価格が下落し、総輸入額に占める化石燃料の輸入金額の割合は 13%となっています。

このように、日本は、エネルギー利用による化石燃料調達のために、多額の資金を費やしています。再生可能エネルギーの導入を図っていくことで、化石燃料の輸入金額の削減につながり、化石燃料調達に伴う資金の海外流出を抑制することができます。また、海外のエネルギー情勢から受ける影響を小さくすることにもつながります。



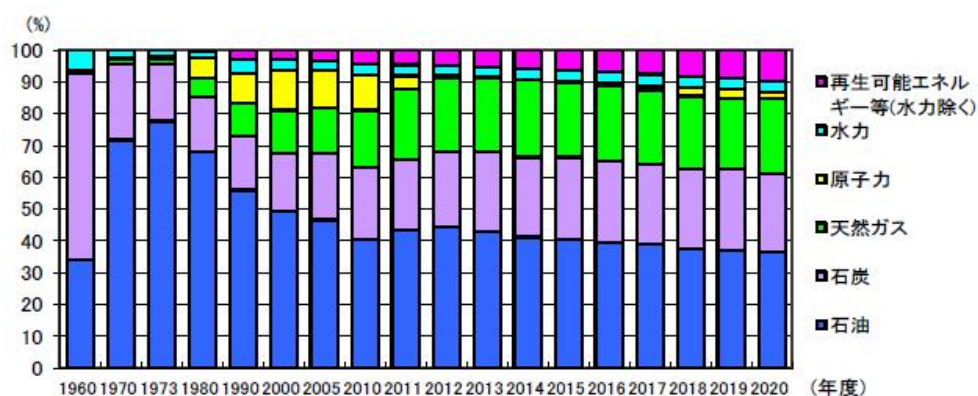
出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」を基に作成

図 2-7 化石燃料の輸入金額と総輸入額に占める割合の推移

(5) エネルギー自給率

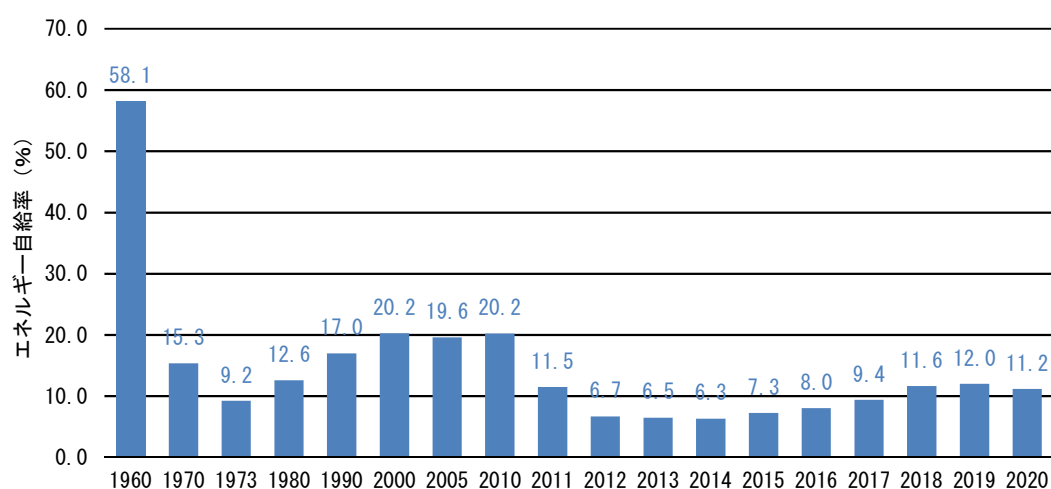
日本のエネルギー自給率は、昭和 35（1960）年度では 58.1%でしたが、それ以降は大幅に低下し、平成 26（2014）年度には、原子力の発電量がゼロになったことにより、過去最低の 6.3%に低下しました。その後、平成 27（2015）年度以降は、再生可能エネルギーの導入や原子力発電所の再稼働により、エネルギー自給率は 5 年連続で上昇しました。しかしながら、令和 2（2020）年度は再稼働した原子力の定期検査が長引いたことに伴い 6 年ぶりにエネルギー自給率が低下し、11.2%となっています。

石炭、石油、天然ガス（LNG）や原子力の燃料となるウランは、ほぼ全量を海外から輸入しています。このエネルギー調達の状況は、国際情勢の変化によってエネルギー源を安定的に確保できない可能性や、燃料価格の上昇により日本の経済が打撃を受ける可能性につながることから、好ましくありません。したがって、国際情勢に影響されない国産エネルギーの開発等による供給の確保が重要な課題となっています。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 2-8 一次エネルギー国内供給構成



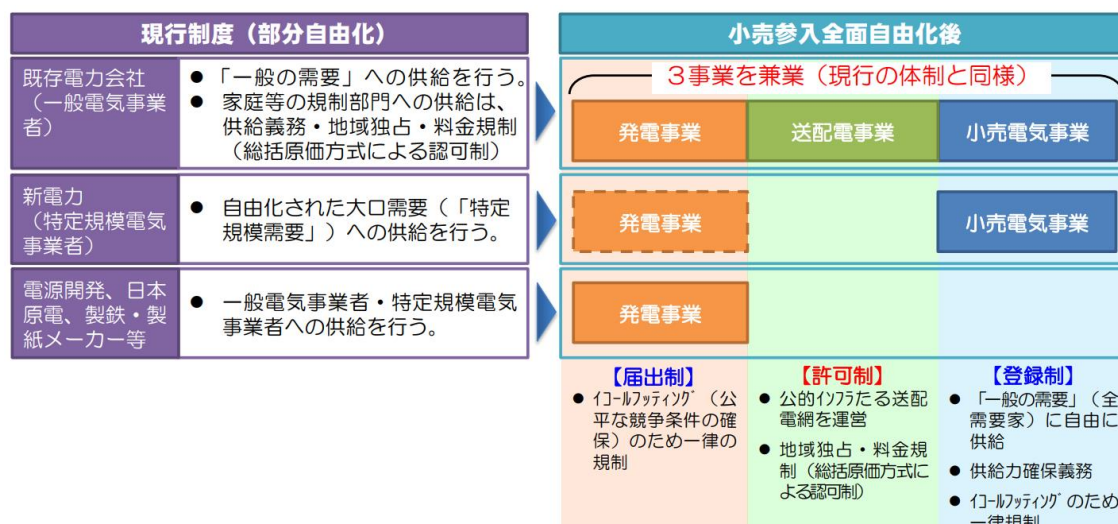
出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」を基に作成

図 2-9 エネルギー自給率の推移

(6) 電力小売全面自由化・送配電部門分離

平成 27（2015）年度より電気事業法等が順次改正され、電力小売市場の全面自由化（図 2-10）が進められてきました。これにより、電気の小売業への参入が全面自由化され、家庭や商店も含む全ての消費者が、電力会社や料金メニューを自由に選択できるようになりました。また、本市では四国電力以外の電力会社からも自由に電力を購入することが可能となり、さらに、市内に発電所を建設し、託送を利用することにより、発電所とは異なる場所への電力の売却も可能となりました。

また、電力小売全面自由化とともに、電力市場の競争活発化により、適正な対価（託送料金）を支払ったうえで、誰でも自由かつ公平・平等に送配電ネットワークを利用できるよう、送配電部門の法的分離も進められました。以上の取り組みにより、「発電」、「送配電」、「小売」の事業がそれぞれ区分されることとなりました。また、これらと並行して、ガス市場でも同様に、小売全面自由化が実施され、導管部門の法的分離も進んでいます。



出典：資源エネルギー庁「電力・ガス・熱システム改革について」

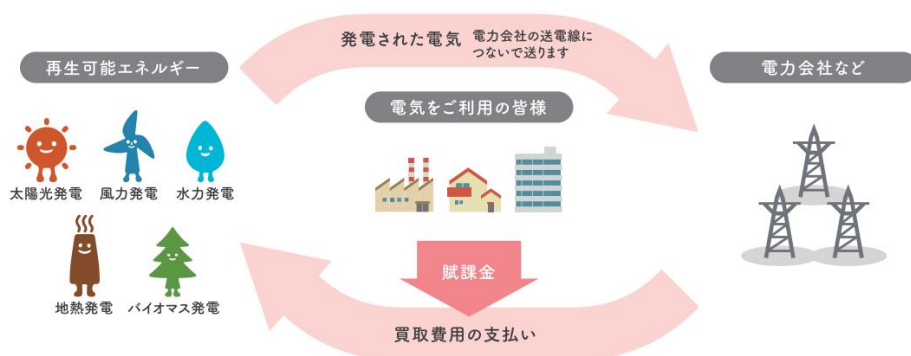
図 2-10 電力自由化の概要

(7) FIT 制度・FIP 制度

平成 24 (2012) 年 7 月 1 日から、再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス）により発電された電気を一定の価格・期間で電力会社が買い取ることを義務付ける「固定価格買取（FIT）制度」（図 2-11）が開始され、再生可能エネルギーの導入量は大幅に増加しました。

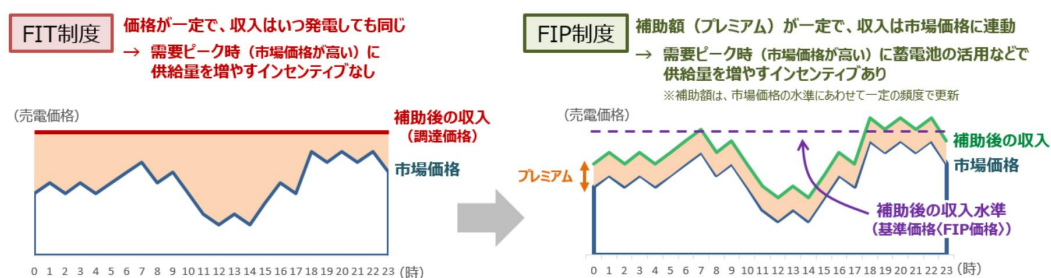
しかしながら、本制度では国民が電気料金の一部として再生可能エネルギー賦課金を負担することから、この国民負担の増大や未稼働案件の増加、地域とのトラブル等が課題となりました。また、発電事業者はいつ発電しても一定価格で買い取ってもらえるため、電気の需要と供給のバランスを意識する必要はありませんでした。その一方で、今後再生可能エネルギーを主力電源としていくためには、火力など他の電源と同じように、電力市場の状況を踏まえた発電を行っていく必要があります。そこで、平成 29 (2017) 年 4 月には改正 FIT 法が施行され、制度の見直しが行われました。

そして、令和 2 (2020) 年 6 月には再生可能エネルギーを電力市場へ統合するにあたっての段階的な措置として、「FIP 制度」が導入されました（図 2-12）。「FIP 制度」とは「FIT 制度」のように固定価格で買い取るのではなく、発電事業者が卸市場などで売電したとき、その売電価格に対して電力市場の価格と連動したプレミアム（補助額）を上乗せする制度です。これによって、発電事業者に対して需要と供給のバランスを意識した発電を促すことができます。



出典：経済産業省「再生可能エネルギー固定価格買取制度ガイドブック2022年度版」

図 2-11 固定価格買取（FIT）制度の仕組み



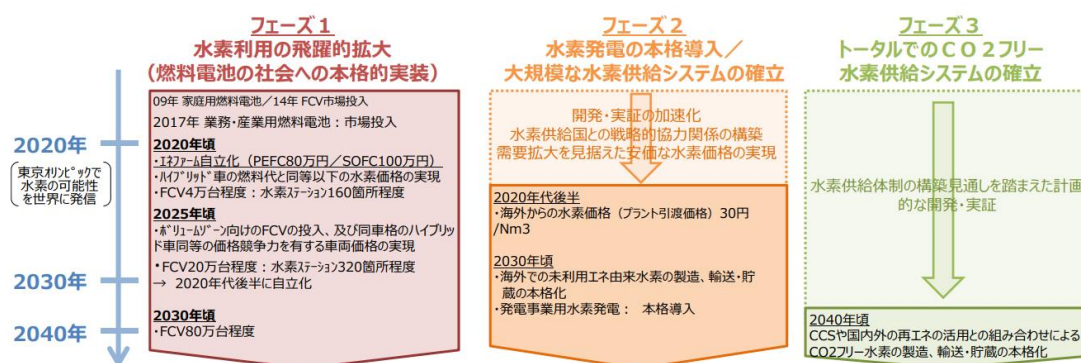
出典：資源エネルギー庁ウェブサイト

図 2-12 FIT制度とFIP制度

(8) 水素・燃料電池戦略ロードマップ

新たなエネルギーとして、水素の利活用が期待されています。水素は主に、燃料電池自動車や燃料電池のエネルギー源として利用されます。しかし、水素の利活用技術には、技術面、コスト面、制度面、インフラ面で多くの課題があり、社会に大きく普及するかは今後の取り組みにかかっています。したがって、これらの課題に対し、水素の活用に向けて産学官の連携により取り組む必要があります。

そこで、国は平成 26（2014）年 6 月に「水素利用の飛躍的拡大」、「水素発電の本格導入／大規模な水素供給システムの確立」、「トータルでの CO₂フリー水素供給システムの確立」の 3 つのステップで水素社会の実現を目指す「水素・燃料電池戦略ロードマップ」（図 2-13）を策定し、水素社会の実現を目指しています。その後、家庭用燃料電池の普及拡大、燃料電池自動車の市販開始、水素ステーションの着実な整備等、様々な取り組みが進展している状況を踏まえて、平成 31（2019）年 3 月に「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂版」が策定されました。改訂版では、水素の利用や供給、サプライチェーンのそれぞれにおいて目指すべきターゲットや、その達成に向けた取り組みが新たに規定されています（図 2-14）。



出典：経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ概要〔改訂版〕」

図 2-13 水素・燃料電池戦略ロードマップ

基本戦略での目標		目指すべきターゲットの設定	ターゲット達成に向けた取組
利用	FCV 20万台@2025 80万台@2030	2025年 ● FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) ● FCV主要システムのコスト (燃料電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円	● 徹底的な規制改革と技術開発
	ST 320か所@2025 900か所@2030	2025年 ● 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円) 運営費 3.4千万円→1.5千万円) ● ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円) 蓄圧器 0.5億円→0.1億円)	● 全国的なSTネットワーク、土日営業の拡大 ● ガススタブ/コック併設STの拡大
	バス 1200台@2030	20年代前半 ● FC/バス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める	● バス対応STの拡大
発電	商用化@2030	2020年 ● 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン	● 高効率な燃焼器等の開発
	グリッドバリエーションの早期実現	2025年 ● 業務・産業用燃料電池のグリッドバリエーションの実現	● セルスタックの技術開発

出典：経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップ概要」

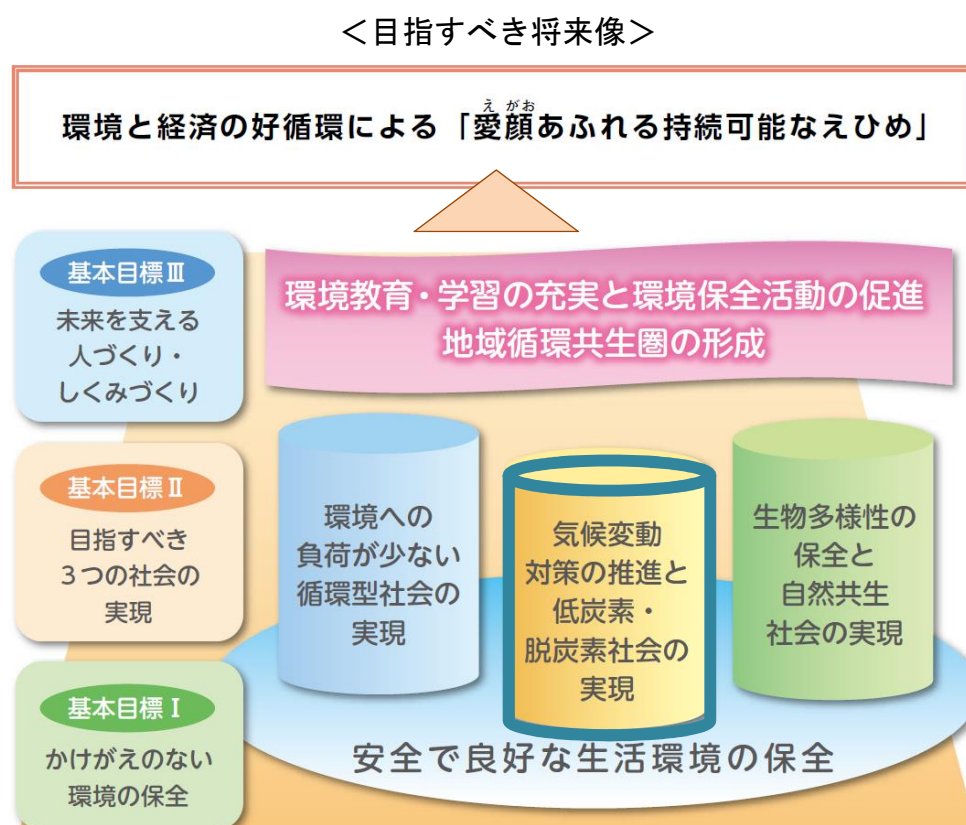
図 2-14 水素利用におけるターゲット・取り組み

2.2 愛媛県のエネルギーに関する動向

2.2.1 第三次えひめ環境基本計画

環境基本計画は、環境の保全や創造に必要な施策を総合的かつ計画的に進めていくための計画であり、令和2（2020）年2月に策定された「第三次えひめ環境基本計画」では、気候変動や食品ロス的大量発生、プラスチックごみによる海洋汚染等の環境問題を踏まえたうえで、持続可能な社会の実現に向け、環境保全に関する施策を推進しています。

また、「第三次えひめ環境基本計画」（図2-15）では、環境と経済の好循環による「笑顔あふれる持続可能なえひめ」を目指すべき将来像とし、これを実現するための基本方針の1つとして「気候変動対策の推進と低炭素・脱炭素社会の実現」が定められています。さらに、この基本方針に関連する施策として、再生可能エネルギーの転換促進が定められており、愛媛県の豊かな農林水産資源を活かしたバイオマスの利用促進や、地域と調和した太陽光・風力発電等の導入促進による化石燃料使用量の削減が求められています。



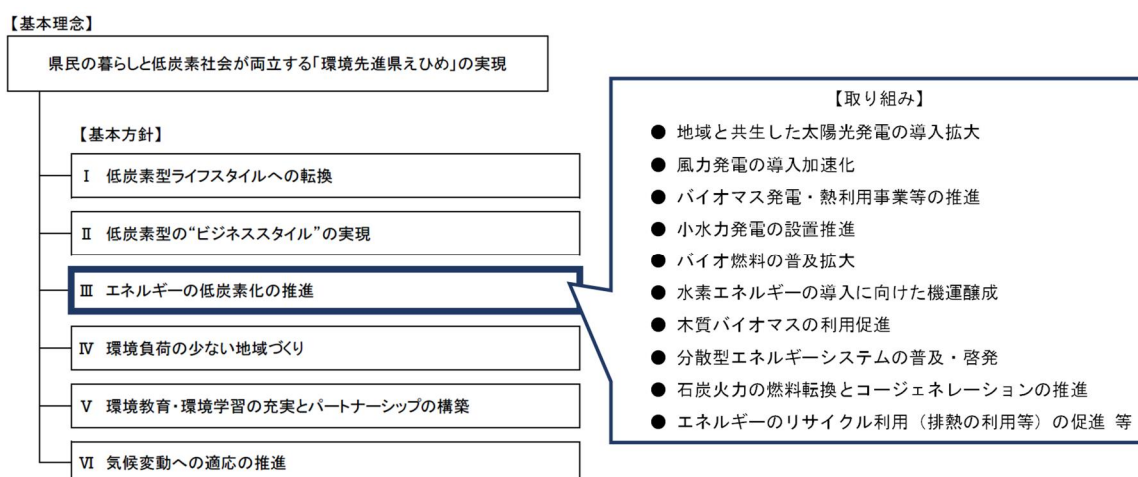
出典：愛媛県「第三次えひめ環境基本計画」を基に作成

図 2-15 第三次えひめ環境基本計画の概要

2.2.2 愛媛県地球温暖化対策実行計画

地球温暖化対策実行計画とは、「地球温暖化対策の推進に関する法律（地球温暖化対策推進法）」に基づき地方公共団体が策定し、温室効果ガス排出量の削減等を推進するための計画です。令和2（2020）年2月に策定された「愛媛県地球温暖化対策実行計画」では、自然環境や社会基盤、人の健康、生態系など、県民生活に多大な影響を及ぼす地球温暖化などの気候変動問題に対処するため、愛媛県の自然的・社会的条件を踏まえた具体的な温室効果ガス削減対策である「緩和策」とともに、異常気象など気候変動の影響が危機的状況になりつつある現状を踏まえ、気候変動の影響を回避・軽減する「適応策」の取り組み方針を明らかにすることを目的としています。

また、「愛媛県地球温暖化対策実行計画」（図2-16）では、豊かな自然と美しい環境を保全・創造し、県民の安心で快適な暮らしを守り、経済活動の安定と調和を図っていくことが重要とし、「県民の暮らしと低炭素社会が両立する『環境先進県えひめ』の実現」を基本理念としています。また、この具現化に向けた方針の1つとして「エネルギーの低炭素化の推進」が定められており、愛媛県の自然的・社会的特性を生かした再生可能エネルギーの導入拡大と、安定供給に向けた取り組みを進めることで「エネルギーの低炭素化」を推進しています。



出典：愛媛県「愛媛県地球温暖化対策実行計画」を基に作成

図 2-16 愛媛県地球温暖化対策実行計画の概要

2.2.3 愛媛県バイオマス活用推進計画

バイオマスとは、「動植物に由来する有機物である資源（化石燃料を除く）」のことを指し、その種類は、林地残材や農作物非食部、家畜排せつ物等があります。

このバイオマスは、温室効果ガスを増加させない「カーボンニュートラル」という特性を有する持続可能な資源であることから、愛媛県の豊富な資源が多様な主体によって活用される必要があります。また、地球温暖化対策としてもバイオマスの活用が期待されていることから、愛媛県は令和4（2022）年3月に「愛媛県バイオマス利活用推進計画」を策定し、今後のバイオマス活用の方向性を示すことで、関係部局との連携によるバイオマスのさらなる活用を推進しています。

「愛媛県バイオマス利活用推進計画」では、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、農村や漁村の活性化をバイオマス活用に関する基本的な視点として位置付けたうえで、令和7（2025）年度におけるバイオマスの目標活用率（表 2-2）が定められています。また、この達成に向け、現状でも順調に活用されている製材工場残材や家畜排せつ物などのバイオマスに加え、今後、林地残材の活用を推進していくことが示されています。

表 2-2 バイオマスの目標活用率

バイオマスの種類			令和3年度 【活用見込】	令和3年度 【前計画目標】	令和7年度 【目標】
廃棄物系	家畜排せつ物		96.7%	約97%	約98%
	下水汚泥		53.9%	約85%	約85%
	紙		83.8%	約85%	約100%
	黒液		100.0%	約100%	約100%
	食品廃棄物		83.1%	約85%	約89%
	木質	製材工場等残材	100.0%	約100%	約100%
建設発生木材		94.3%	約90%	約96%	
林地残材		28.4%	約30%	約30%	
未利用系	農作物	稲わら	100.0%	約100%	約100%
	非食用部	もみがら	81.3%	約90%	約90%

出典：愛媛県「愛媛県バイオマス活用推進計画」

2.3 西予市のエネルギーに関する動向

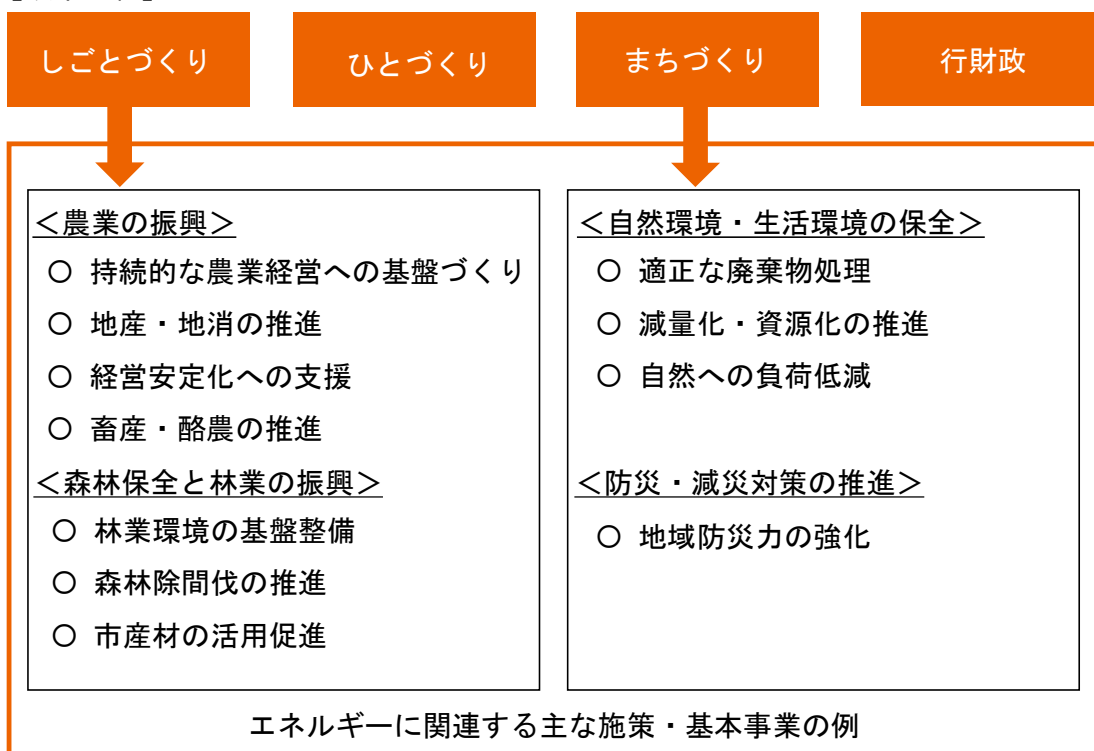
2.3.1 第2次西予市総合計画

総合計画は、市の政策推進のための最上位計画であり、将来を見据えた総合的・計画的なまちづくりの指針です。第2次西予市総合計画（計画期間：平成28（2016）年度～令和6（2024）年度）では、市政を維持し発展させていくための基本理念として、「常に危機感 常にチャレンジ 常に一歩先行く 常に市民と共に手を取りあつて」を定めています。また、政策の軸を「しごとづくり」「ひとづくり」「まちづくり」「行財政」とし、27の施策、107の基本事業に目標値を定め、市の政策の方向性を示しています。その中でも、「農業の振興」や「自然環境・生活環境の保全」などの施策は、エネルギー活用との関連性も高いことから、エネルギービジョンはこれらとの整合性を図る必要があります。

【基本理念】

常に危機感 常にチャレンジ 常に一歩先行く 常に市民と共に手を取りあつて

【政策の軸】



出典：西予市「第2次西予市総合計画」を基に作成

図 2-17 第2次西予市総合計画の概要

2.3.2 西予市環境基本計画

令和4（2022）年3月に策定した「西予市環境基本計画」は、環境行政を取り巻く社会経済情勢等の変化や、市民、事業者等のニーズに対応した環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進するために策定された計画です。本市は、この計画に基づき、市民、事業者等と協働のうえ、環境にやさしい持続可能な社会の実現に向けて、積極的な姿勢で各種の取り組みを実施しています。

「西予市環境基本計画」の体系（図2-18）を見ると、この計画では目指すべき将来像として、「良好な生活環境が確保された人と自然が共生する持続可能なまち西予」を掲げており、カルスト台地やリアス海岸等の豊かな自然と、これらにより育まれた文化遺産、民族芸能、伝統行事等の地域資源を守り、持続可能なまちを形成することを目的としています。さらに、これを実現するための基本目標の1つとして「気候変動対策の推進と低炭素・脱炭素社会の実現」を定めており、省エネルギー行動の実践や再生可能エネルギーの利用など、温室効果ガスの削減を図る緩和策を推進することで、脱炭素社会の実現を目指しています。



出典：西予市「西予市環境基本計画」を基に作成

図 2-18 西予市環境基本計画の体系

2.3.3 西予市バイオマスタウン構想

バイオマスタウン構想とは、地域の関係者の連携のもと、バイオマスの発生から利用まで効率的なプロセスで結ばれた総合的な利活用システムが構築され、安定的かつ適正なバイオマス利活用が行われることを目指し、市町村等が作成する構想です。

本市では、臨海部から山間部までの変化に富んだ自然資源を活かし、米・果樹・野菜の生産や畜産等、それぞれの地域特性に即した多様な農業が展開されています。また、東部一帯を中心とする広大な森林を活かした林業、宇和海の豊かな海産資源を活かした水産業が展開されていることから、食品廃棄物、公共下水道汚泥等を含めて多種多様なバイオマス資源が賦存しています。本市は、これらの地域資源を活用し、持続可能な社会を実現するため、平成 22（2010）年 3 月に「西予市バイオマスタウン構想」（図 2-19）を公表しました。この構想では、市内を「オレンジ・海洋ゾーン」、「みのりとまちの交流ゾーン」、「緑のいやしゾーン」に区分し、それぞれのゾーンにおいてバイオマス活用の方向性を示すことで、効率的なバイオマスの利活用を図っています。また、各地域の協働・交流により、循環型社会の形成の推進、地球温暖化対策による自然環境保全、農林水産業を中心とした地域経済の活性化を図るための取り組みを定めています。



出典：西予市「西予市バイオマスタウン構想」

図 2-19 西予市バイオマスタウン構想

第3章 再生可能エネルギーの概要と普及

3.1 再生可能エネルギーの概要

「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」（平成 21（2009）年法律第 72 号）では、再生可能エネルギーを、「太陽光、風力その他非化石エネルギー源のうち、エネルギー源として永続的に利用することができると認められるものとして政令（施行令）で定めるもの」として規定しています。この再生可能エネルギーには、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスなどが含まれ、資源が枯渇しないことや、温室効果ガスの排出量が少ないこと等の特徴があります。

3.1.1 再生可能エネルギーの特徴

再生可能エネルギーは、石油等の化石燃料を利用したエネルギーと比較すると、主に表 3-1 のような特徴と課題があります。

表 3-1 再生可能エネルギーの特徴・課題

特徴・課題		説明
特徴	温室効果ガス（CO ₂ 等） 排出量の削減	地球温暖化や異常気象の原因とされる温室効果ガス排出量の削減に貢献します。
	化石燃料の枯渇による リスク低減	化石燃料と異なり、自然にある資源を用いるため、資源枯渇のリスクが低減します。
	エネルギー自給率の向上	地域資源の活用により、エネルギー自給率の向上につながり、燃料の国外への依存度を低減します。
課題	初期費用の高さ	設備導入に伴う初期費用（機器代・工事費等）が、化石燃料を使用する従来の発電設備と比べて、高価となります。
	開発途上の技術が存在	効率の向上等が必要とされており、コスト低減を含めた開発が行われています。
	自然環境や生活環境への 配慮が必要	導入に伴い景観や騒音等への配慮が必要です。
	電源が不安定	自然条件（天候等）に影響を受けるため、安定した供給が難しい電源があります。

3.1.2 再生可能エネルギーの利用方法

再生可能エネルギーの活用により、得られるエネルギーの形態は電力と熱です。

電力として得られる場合のエネルギー利用方法としては、家庭やその他の施設では照明、エアコン、冷蔵庫等が挙げられ、熱として得られる場合のエネルギー利用方法としては、家庭では給湯、その他の施設では冷暖房、給湯、融雪等が挙げられます。

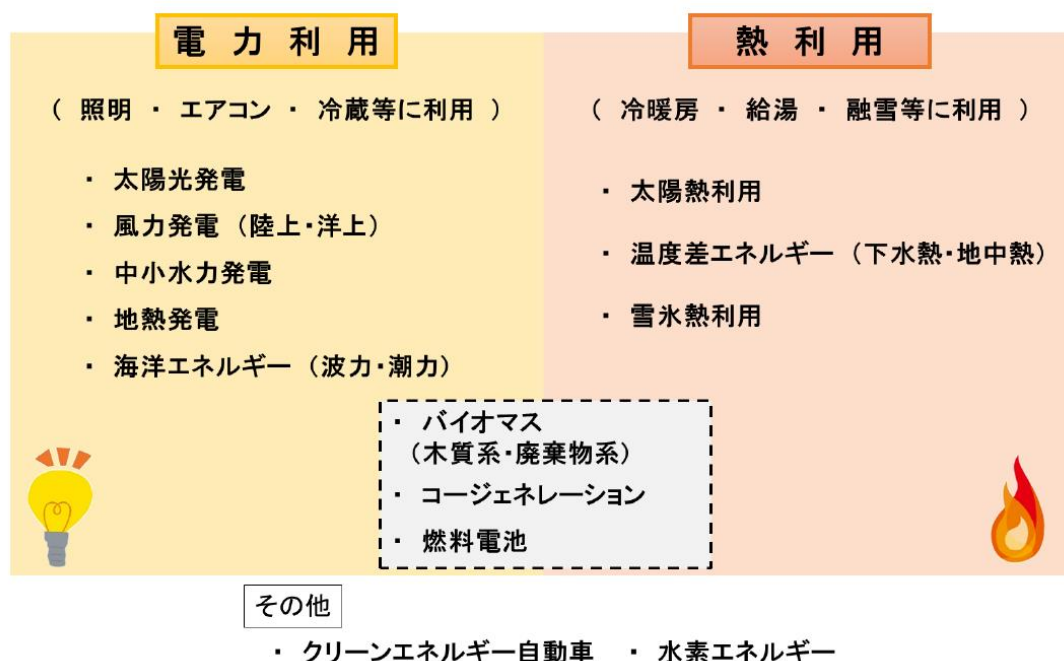


図 3-1 再生可能エネルギーの利用方法

3.2 再生可能エネルギーの種類

主要な再生可能エネルギーの概要を表 3-2～表 3-4 に示しています。これらの詳細を次項に記載しています。

表 3-2 主要な再生可能エネルギー①

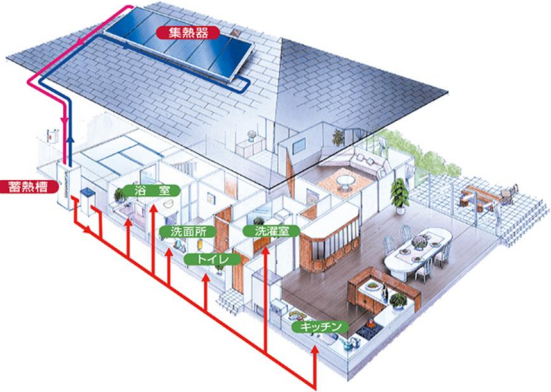
種類	概要	イメージ
太陽光発電	太陽の光エネルギーをパネルにて、電気に変換する発電方法です。住宅の屋根だけでなく、広大な敷地に設置することもできます。	
太陽熱利用	太陽の光エネルギーを集熱器で熱に変換し、その熱を給湯、風呂、床暖房等に利用するシステムです。	 出典：ソーラーシステム振興協会ウェブサイト
風力発電	風の力でブレード（風車の羽根）をまわし、その回転運動を発電機に伝えて電気を起こします。陸上だけでなく、洋上にも導入することができます。	 出典：大和ハウス工業株式会社HP

表 3-3 主要な再生可能エネルギー②

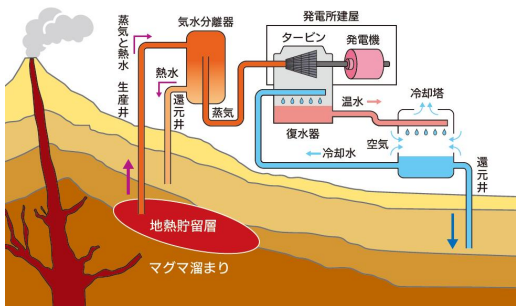
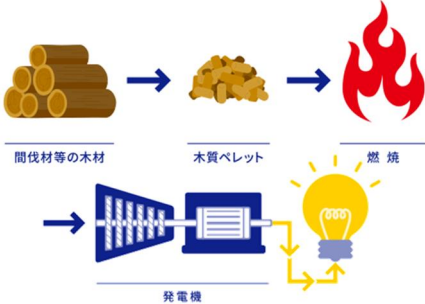
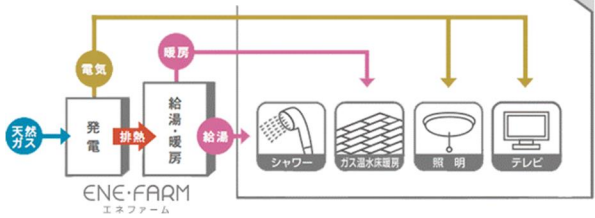
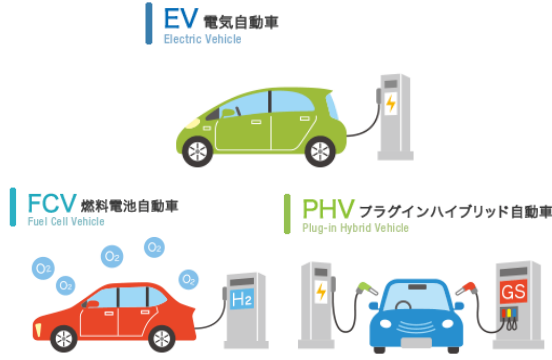
種類	概要	イメージ
中小水力発電	水の力を利用して、水車を回転させて発電する方法です。主にダムでの水の落下や水路での水流を利用した方式等があります。	 出典：日本小水力発電株式会社HP
地熱発電	地中深くの熱エネルギーを利用して発電する方法です。地中の高温の蒸気を取り出し、電気を起こします。	 出典：資源エネルギー庁HP
海洋エネルギー (波力・潮力)	主に海水等の波や潮の満ち引きによって発生する海水の流れを利用して発電する方法です。	 出典：NEDO「NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版」
バイオマスエネルギー	生物由来の資源（バイオマス）を燃料源とするエネルギーです。主に木材等を燃やした熱の利用や、家畜の糞尿等を発酵させて取り出したガスの利用があります。	 出典：東京ガス株式会社HPを基に作成

表 3-4 主要な再生可能エネルギー③

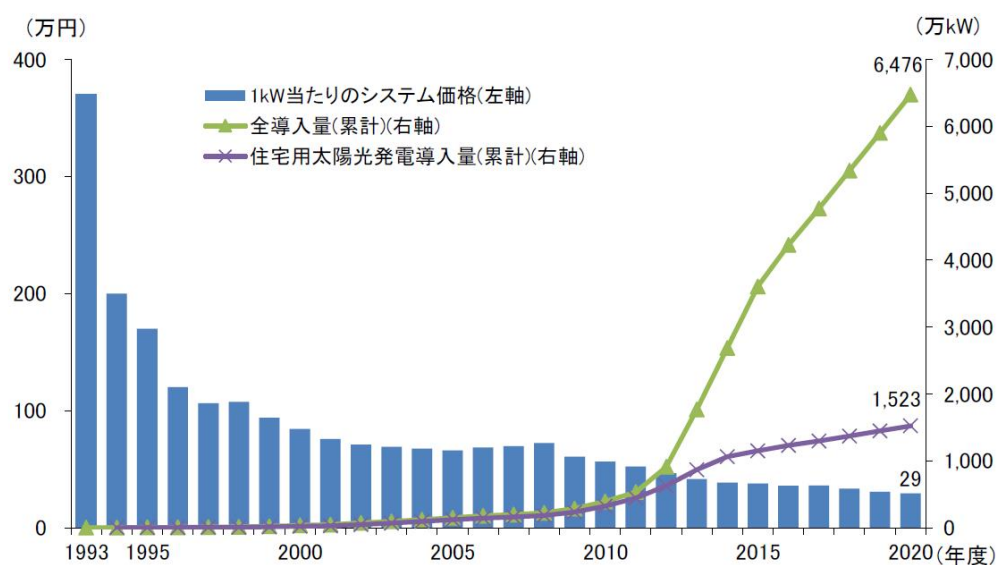
種類	概要	イメージ
温度差エネルギー	夏は大気よりも冷たく、冬は大気よりも暖かい地下水、河川水、下水等と外気の温度差を利用したエネルギーです。水の持つ熱をヒートポンプにて空調や温室栽培、融雪用の熱源として活用することができます。	出典：経済産業省ウェブサイト
雪氷熱利用	冬に降った雪や冷たい外気で凍った水を保管し、冷気が必要な夏等に利用するものです。北海道や東北等、寒冷地での利用に限定されます。	出典：石川県「石川県再生可能エネルギー推進計画」
コージェネレーション	発電による電力と発電の際に発生する熱の両方を利用するシステムです。従来は排出されていた熱を有効利用しています。	出典：北海道ガス株式会社HP

表 3-5 主要な再生可能エネルギー④

種類	概要	イメージ
燃料電池	水素と空気中の酸素を化学反応させ、電気と熱が発生する仕組みを利用しています。燃料電池は家庭や自動車への活用ができます。	 出典：燃料電池.netウェブサイト
クリーンエネルギー自動車	電気自動車、ハイブリッドカー、燃料電池車等、従来のガソリンより環境負荷が小さい自動車です。	 出典：燃料電池.netウェブサイト
水素エネルギー	水素は燃料電池車の燃料や、燃料電池による発電等で活用されています。	 出典：経済産業省ウェブサイト

3.2.1 太陽光発電

太陽光発電は、シリコン等で作った半導体に光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽光のエネルギーを直接電気に変換することができる発電方法です。企業の技術開発によりシステム価格が低下し、堅調に太陽光発電の導入が進んだことで、令和2（2020）年度の導入量は6,476 万 kW に達しています（図 3-2）。一方で、発電量が日射量等の天候条件に依存する等、不安定な電源のため、安定的な電力供給には蓄電池を併用する等の対策が効果的とされています。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-2 太陽光発電の国内導入量とシステム価格の推移

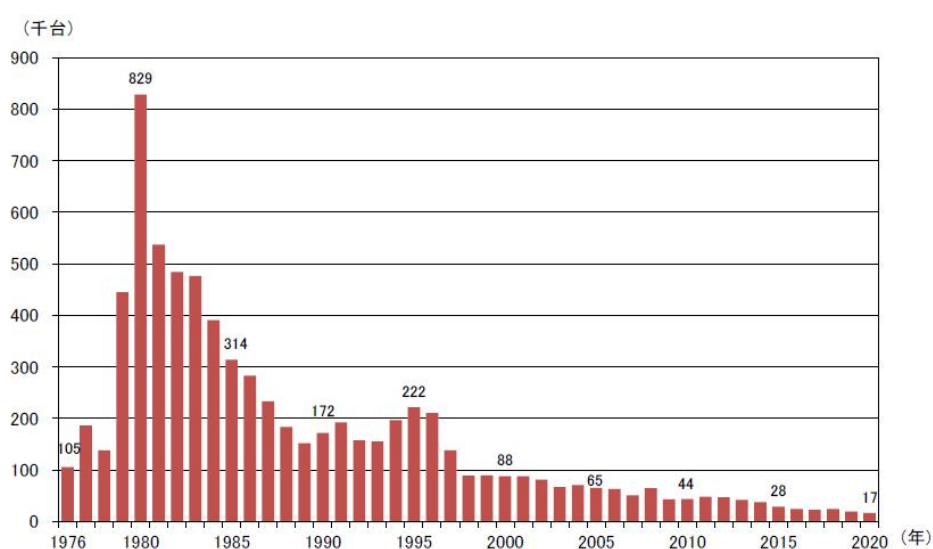
表 3-6 太陽光発電の概要

変換機器	太陽光パネル（モジュール）
技術動向	実用段階
特徴	- 住宅の屋根や事務所等の屋上、広大な土地等場所の広さに応じて規模を調整することができ、未利用スペースを有効活用できます。 - 設備のメンテナンスが容易です。
課題	- 天候条件によって発電量が変動するため不安定な電源です。 - 夜間は発電できません。 - 積雪による太陽光パネルの埋没や、積雪荷重によるパネル等の破損への留意が必要です。 - 将来、太陽光パネルの廃棄量が大幅に増加することが予想されるため、適切な処分方法確立する必要があります。 - 設置場所によって、景観等への配慮が必要です。

3.2.2 太陽熱利用

太陽熱利用は、太陽の熱エネルギーを屋根等に設置された集熱器によって、熱媒となる水を温め、その温水を給湯や暖房に活用する技術です。太陽光発電と同様に、住宅や業務用の幅広い用途に利用が可能であり、給湯や温水プール、暖房等の熱源として利用できます。その一方で、昼夜、天候条件等の日射量による変動が大きいことが課題となっています。

太陽熱利用機器の普及は、昭和 54（1979）年の第二次石油危機を経て、1980（昭和 55）年代前半にピークを迎えました。なお、平成 7（1995）年以降は石油価格の低位安定や、競合するほかの製品の台頭等を背景に新規設置台数が年々減少してきました（図 3-3）。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-3 太陽熱温水器の新規設置台数

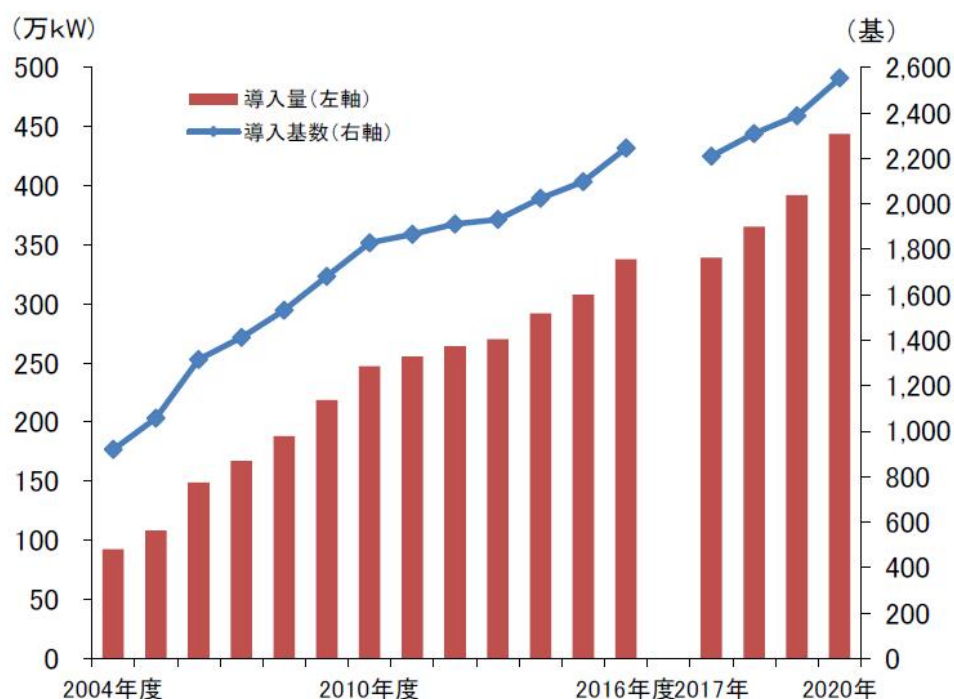
表 3-7 太陽熱利用の概要

変換機器	集熱器
技術動向	実用段階
特徴	○ 住宅の屋根や事務所等の屋上、設置する土地等場所の広さに応じて規模を調整することができ、未利用スペースを有効活用できます。 ○ 設備のメンテナンスが容易です。 ○ 温水を貯めておくと、断水時でもお湯を利用できます。
課題	○ 天候条件によってエネルギー供給量の変動します。 ○ 積雪による埋没や、積雪荷重による破損への留意が必要です。

3.2.3 風力発電

風力発電は、風のエネルギーによって風車を回し、その回転運動を発電機に伝えて発電する方法です。陸上だけでなく、洋上でも設置することができます。その一方で、風力発電は、風の状況による発電量の変動や、騒音等による生活環境への配慮、バードストライク等の生態系への配慮が必要となっています。

平成9（1997）年度に開始された設備導入支援を始め、平成10（1998）年度に行われた電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインの整備や平成15（2003）年度のRPS法の施行を通じて着実に導入が進み、平成24（2012）年に開始したFIT制度により、今後も更なる導入が見込まれています（図3-4）。



※）平成28（2016）年までは年度単位、平成29（2017）年からは暦年単位の累計導入実績である。

出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-4 日本における風力発電導入量の推移

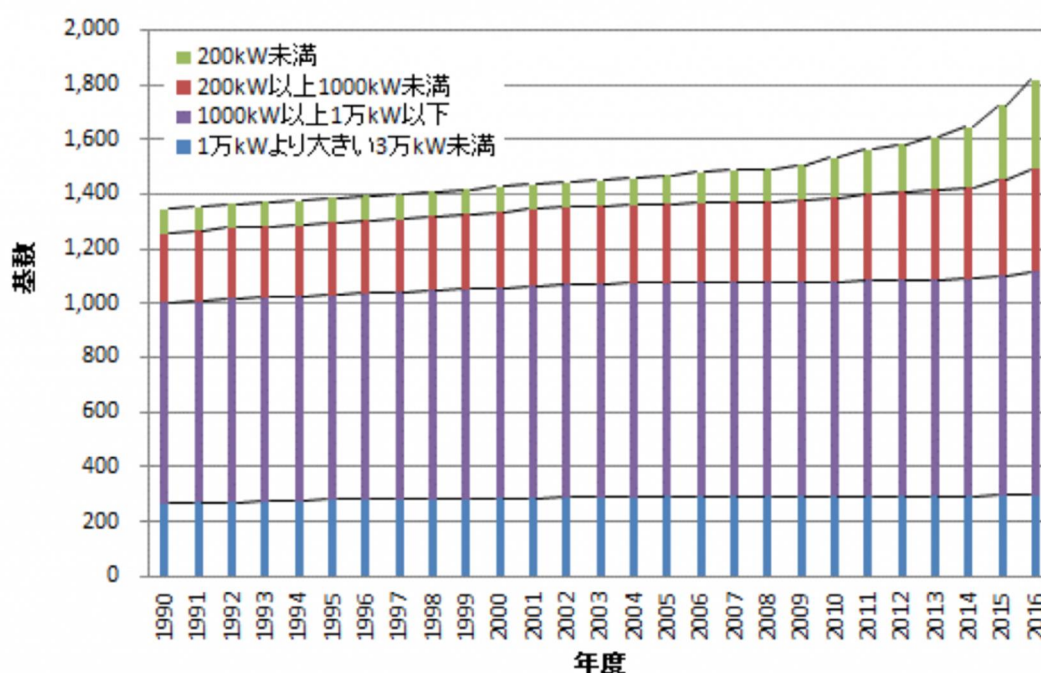
表 3-8 風力発電の概要

変換機器	タービン（風車）
技術動向	陸上：実用段階 洋上：実証段階
特徴	風況が良い場所であれば、昼夜問わず発電することができます。
課題	○ 風況によって発電量の変動するため不安定な電源です。 ○ 騒音への対策等生活環境や生態系への配慮が必要です。 ○ 設置場所によって、景観等への配慮が必要です。

3.2.4 中小水力発電

水力発電（ダム等での大規模は除く）は、流れ落ちる水の流れて水車を回し、その回転運動を発電機に伝えて発電する方法のため、発電量の変動が少なく、比較的安定したエネルギーです。また、発電量は水量と落差の積によって決まるため、水の量が多く、落差が大きい場所ほど発電量も大きくなります。一般に、中小水力発電は、水力発電のうち出力が10,000kW未満のものを指します。

近年では、河川や農業用水路等への設置が増え、我が国の中小水力発電の導入基数は増加傾向にあります（図 3-5）。



出典：環境エネルギー政策研究所「自然エネルギー白書 2017」

図 3-5 日本における中小水力発電の基数の推移

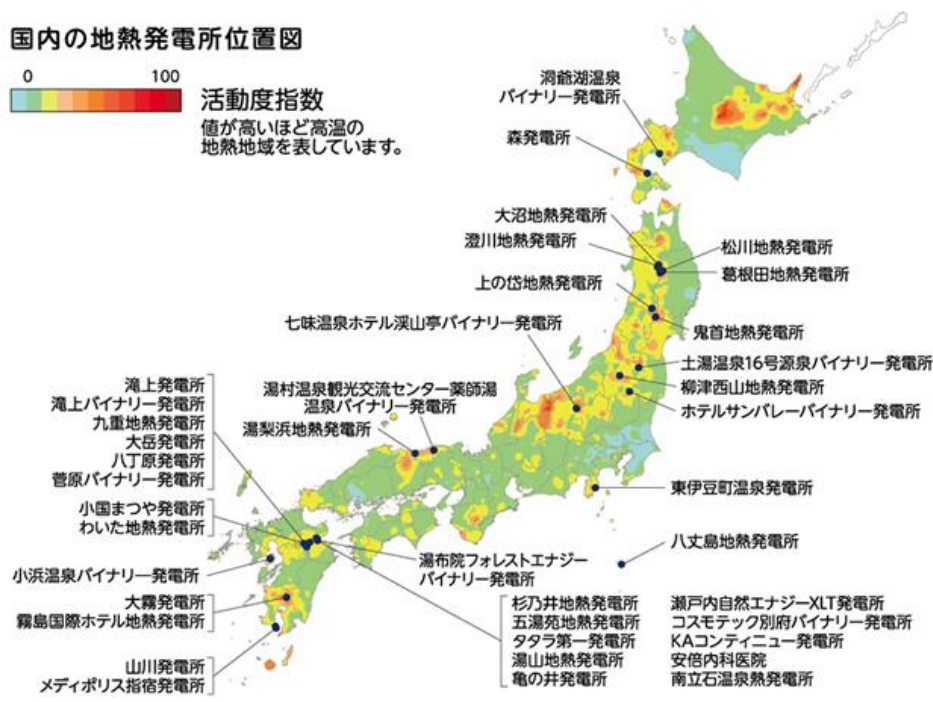
表 3-9 中小水力発電の概要

変換機器	タービン（水車）
技術動向	実用段階
特徴	昼夜を問わず安定した発電が可能です。
課題	- 水量や落差が必要であり、設置に制約があります。 - 水利権の取得等に留意が必要です。

3.2.5 地熱発電

地熱エネルギーは、地下約30km～50kmの深さのマグマ溜りの熱（約1,000℃）で加熱されて生じた高温の熱水や蒸気の熱を利用するエネルギーです。地熱発電は、この熱水や蒸気によって蒸気タービンを回すことで発電する方法であり、国内では主に東北地方と九州地方に地熱発電所が分布しています（図 3-6）。

地熱資源が豊富な場所での設置ができれば、天候・昼夜を問わずに安定した発電が可能です。また、発電に使用した後の蒸気・熱水は、暖房や給湯として再利用できます。その一方で、地熱資源が豊富で発電に適した場所は、国立公園や温泉等の施設が点在する地域と重なるため、発電所の設置時に制約を受ける場合があります。また、掘削費用が高く、開発に長期間を要する等の課題もあります。



出典：日本地熱協会ウェブサイト

図 3-6 国内の地熱発電所

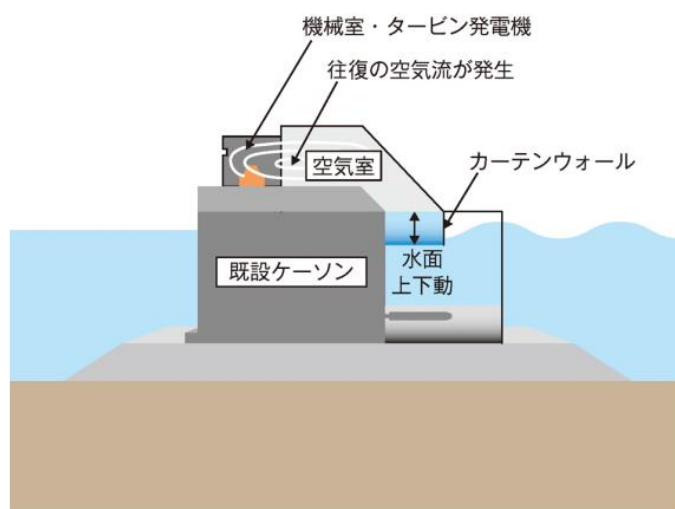
表 3-10 地熱発電の概要

変換機器	タービン
技術動向	実用段階
特徴	○ 天候・昼夜を問わずに安定した発電が可能です。 ○ 発電に用いた蒸気・熱水は暖房や給湯として再利用できます。
課題	○ 開発可能地域が自然公園法等の制約を受ける地域に多いです。 ○ 掘削費用が高く、開発に長期間を要します。

3.2.6 波力発電

波力発電は、海上の風が波を起こし、その波の運動を利用して発電を行う方法であり、設置形式の観点から、装置を海面または海中に浮遊させる浮体式と、沖合や沿岸に固定設置する固定式に分けられます（図 3-7）。

波は常に存在していることから、発電量の変動が少なく、比較的安定したエネルギーであり、日本では実証実験が行われている状況です。また、台風や津波への対策や漁業への配慮を含め、今後の技術開発が求められています。



（益田式航路標識用ブイ）

出典：NEDO「NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版」

図 3-7 波力発電システム（左：固定式／右：浮体式）

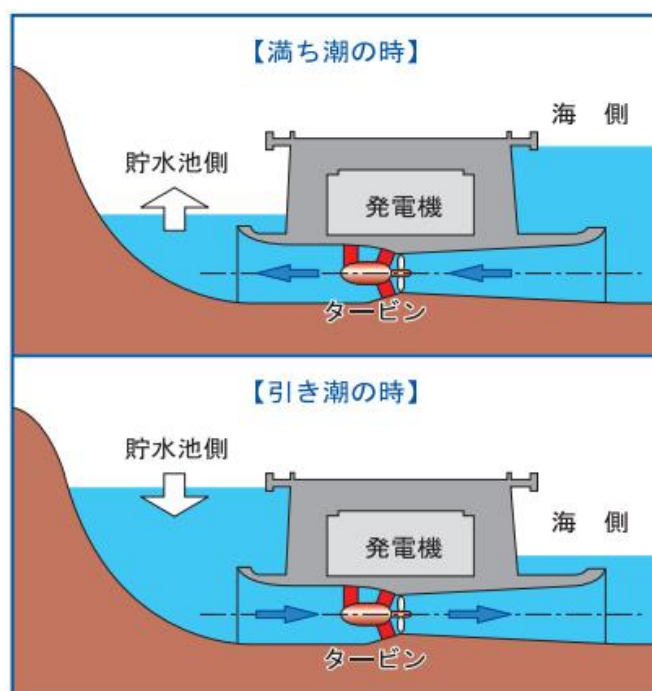
表 3-11 波力発電の概要

変換機器	タービン
技術動向	実証・開発段階
特徴	波は常に存在するため、発電量が比較的安定しています。
課題	○ 台風や津波等の災害に対する安全性対策が必要です。 ○ 漁業への配慮が必要です。 ○ 海上であるためメンテナンスが困難です。 ○ 海域生態系へ影響を与える可能性があります。

3.2.7 潮力発電

潮力発電は、潮の満ち引きによる潮位差を利用して、水車や羽根を回転させ発電する方法であり（図 3-8）、国内では実用化に向けて実証実験が実施されている段階です。

潮の干満によって規則的に潮が流れるため、発電予測が可能であり、安定したエネルギー源となります。一方で、発電に適した場所の確保や設備のメンテナンスが困難である等の課題があります。



出典：北海道「電気の作り方あれこれ いろいろな発電を学ぼう」

図 3-8 潮力発電の仕組み

表 3-12 潮力発電の概要

変換機器	タービン
技術動向	実証・開発段階
特徴	潮流は予測が可能であるため、安定したエネルギーです。
課題	○ 発電に適した場所の確保が難しいです。 ○ 海底ケーブルの敷設が困難です。 ○ 設備のメンテナンスが困難です。 ○ 海域生態系へ影響を与える可能性があります。

3.2.8 バイオマスエネルギー

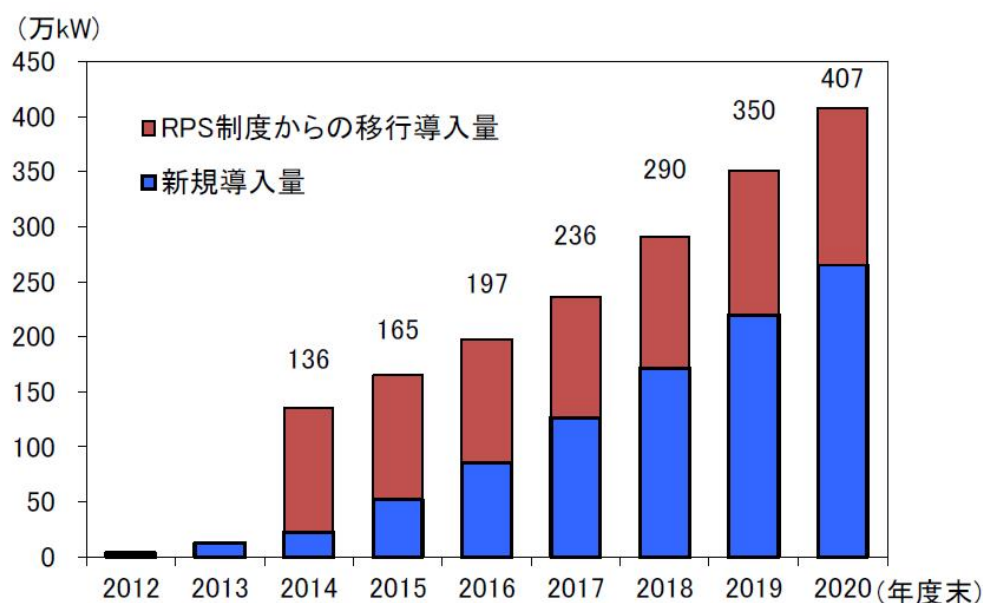
バイオマスとは、生物資源(bio)の量(mass)を表す概念で、「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」のことを指し、その賦存状態により、廃棄物系バイオマス、未利用バイオマス、資源作物に分類されます（表 3-13）。

バイオマス資源はカーボンニュートラル（バイオマス資源は生物が成長過程でCO₂を吸収しているため、燃焼しても大気中のCO₂を増加させないという考え方）という特性を持っており、実質的なCO₂排出量の増加はないとされています。一方で、バイオマス資源は広く分散していることが多いため、資源収集のコストや、安定した資源供給のための仕組みづくりが課題となります。

表 3-13 バイオマスエネルギーの概要

種類	廃棄物系	家畜排せつ物、食品廃棄物、廃棄紙、黒液(パルプ工場廃液)、下水汚泥、し尿汚泥、建設発生木材、製材工場等残材 等
	未利用	稲わら、麦わら、もみがら、林地残材 等
	資源作物	糖質資源(さとうきび等)、でんぷん資源(とうもろこし等)、油脂資源(なたね等)、柳、ポプラ、スイッチグラス 等
変換機器		タービン、ボイラー
技術動向		実用段階
特徴		○ 未利用の資源(間伐材や廃棄物等)の適正な処理・活用ができません。 ○ バイオマス資源はカーボンニュートラルであり、実質的なCO₂排出がありません。
課題		○ 資源が分散しており、収集・運搬にコストがかかります。 ○ 処理後の副生成物の処理にも設備が必要となる場合があります。 ○ 過度な森林伐採は森林破壊につながります。(木質系) ○ 廃棄物処理における悪臭が発生します。(廃棄物系)

バイオマス発電は、平成 24(2012)年に開始した FIT 制度により導入が進んでいます。また、平成 27 (2015) 年度から新たに 2,000kW 未満の未利用木質バイオマス発電について別個の買取区分が設けられ、より小さい事業規模でも木質バイオマス発電に取り組めるようになりました。なお、バイオマス発電の設備容量は近年増加しており、令和 2 (2020) 年度末の FIT 制度によるバイオマス発電導入設備容量は、407 万 kW に達しています (図 3-9)。



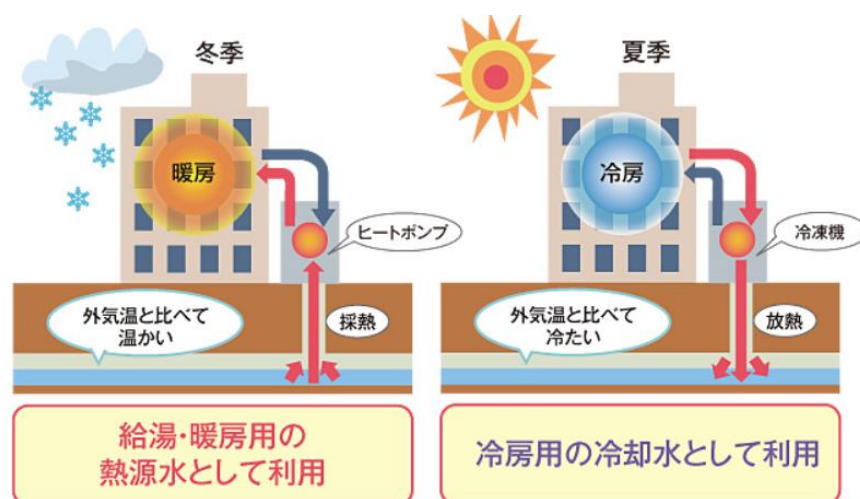
出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-9 FIT制度によるバイオマス発電導入設備容量の推移

3.2.9 下水熱利用

下水処理施設等の水温と外気温との温度差を利用してエネルギーを作る技術です。

下水熱の大部分が未利用であり、特に都市部においては豊富に熱源が存在していることから、ビルの冷暖房や道路の融雪等への活用が期待されており、都市部を中心に導入されています。一方で、大規模な工事が必要となること等が課題となっています。



出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構ウェブサイト

図 3-10 下水熱利用（左：冬季／右：夏季）

表 3-14 下水熱利用の概要

変換機器	ヒートポンプ
技術動向	実用段階
特徴	日本各地に熱源が存在し、大部分が未利用です。
課題	○ 一定量の下水が必要となるため、都市部への導入が一般的です。 ○ 大規模な工事が必要となります。

3.2.10 地中熱利用

地下約 10m 以深の温度は、年間を通して安定しており、夏期は外気温より地中温度が低く、冬期は外気温より地中温度が高いことから、その温度差を住宅、ビル、教育施設、消防署等の冷暖房等に活用することができます。その一方で、掘削等の工事が必要となることが導入への課題となっています。

日本各地に存在するエネルギーであり、昼夜、気象を問わず安定したエネルギーの供給が可能であることから、近年、導入件数が増加しています。

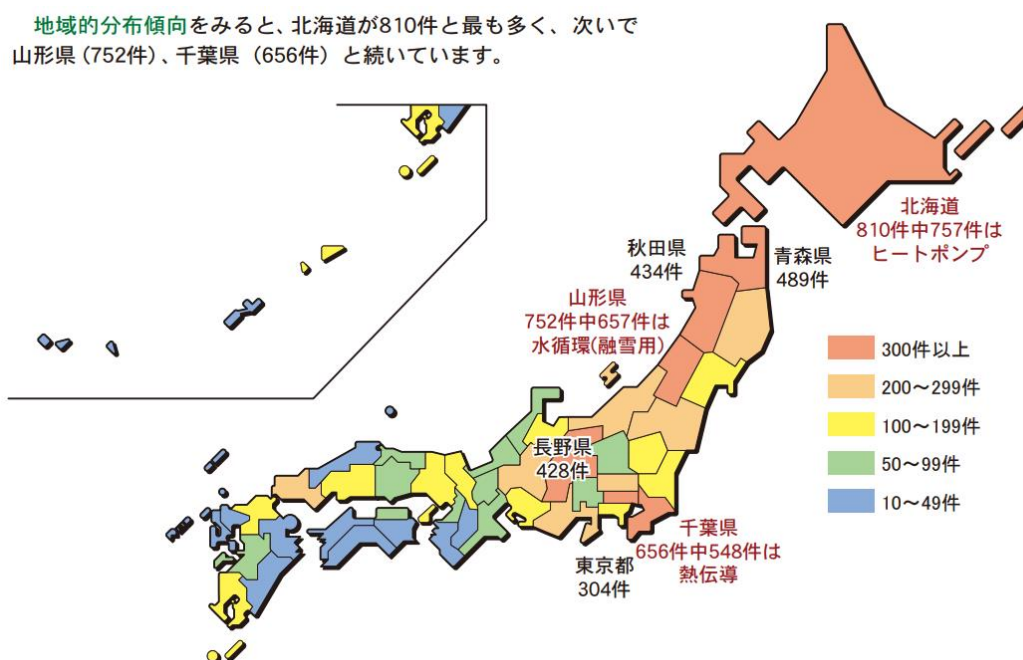


図 3-11 地中熱利用の普及状況

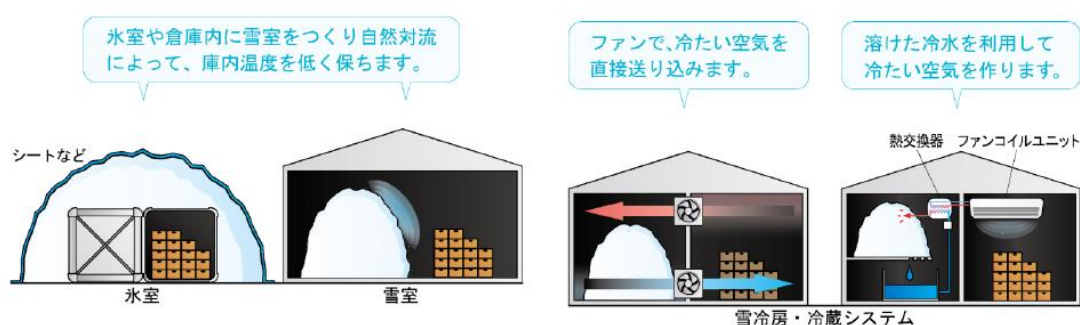
表 3-15 地中熱ヒートポンプの概要

変換機器	ヒートポンプ
技術動向	実用段階
特徴	- 日本各地にエネルギー資源が存在します。 - 昼夜、気象を問わず安定したエネルギーの供給が可能です。
課題	掘削等の工事が必要となります。

3.2.11 雪氷熱利用

雪氷熱利用は、冬期に降り積もった雪や冷たい外気により凍結した氷等を夏季まで保管し、冷熱源として冷気や溶けた冷水をビルの冷房や農作物の冷蔵等に利用するものです（図 3-12）。

従来では、除雪や融雪等で費用がかかっていた雪を利用する技術であり、北海道や東北等の豪雪地帯では導入が進んでいます。その一方で、膨大な雪を保管するための施設が必要となることや雪の収集の手間とコストを要すること等が課題となります。



出典：石川県「石川県再生可能エネルギー推進計画」（平成26年9月）

図 3-12 雪氷熱利用の仕組み

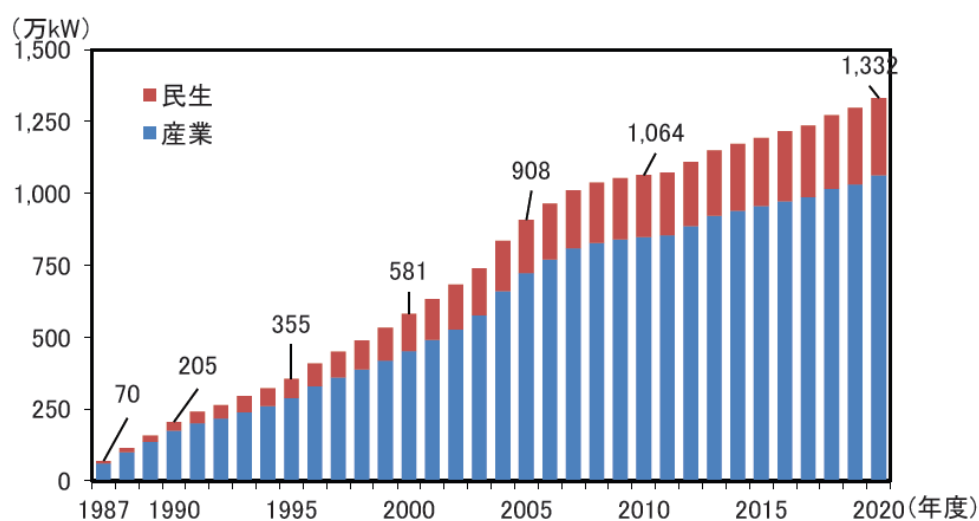
表 3-16 雪氷熱利用の概要

変換機器	熱交換器等
技術動向	実用段階
特徴	豪雪地帯では、不要な雪の有効活用として役に立ちます。
課題	- 利用できる地域が限定されます。 - 雪の収集の手間とコストを要します。 - 膨大な雪を保管するための施設が必要です。

3.2.12 コージェネレーション

コージェネレーション（熱電供給）は、発電機で電気を作る際に、発生する排熱を温水や蒸気として同時に利用するシステムです。これまであまり活用されていなかった排熱を有効活用することで、エネルギーの利用効率を高めることができます。

日本におけるコージェネレーションの設備容量は、産業用を中心として着実に増加してきました。また、民生用では病院、ホテル等の熱・電力需要の大きい業種、産業用では化学、食品等の熱を多く消費する業種を中心に導入されてきました。これにより、令和2（2020）年度におけるコージェネレーションの累計設置容量は、1,332 万 kW となっています（図 3-13）。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-13 コージェネレーション設備容量の推移

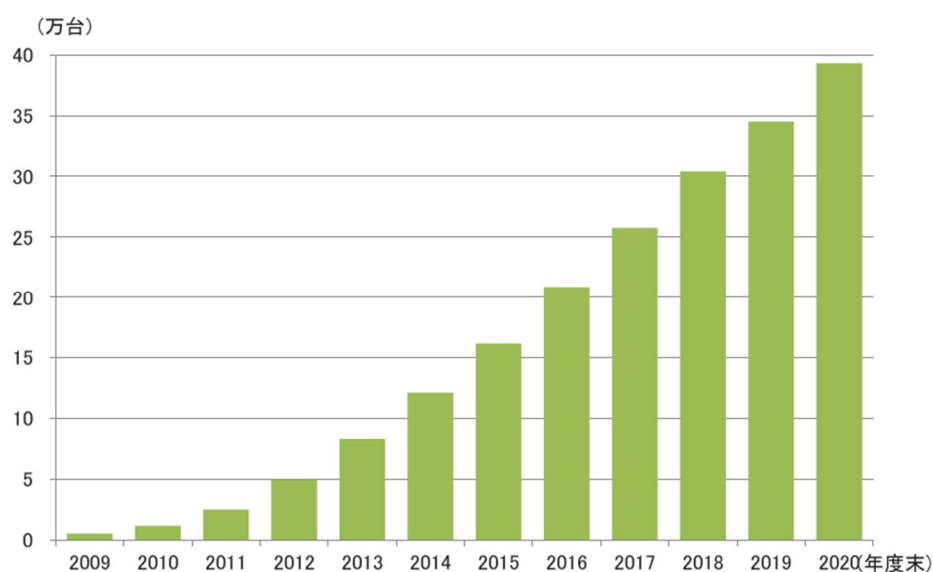
表 3-17 コージェネレーション設備の概要

変換機器	熱回収機
技術動向	実用段階
特徴	排熱を有効活用できるため、エネルギーの利用効率が高いです。
課題	新規の機器導入が必要です。

3.2.13 燃料電池

燃料電池は、水素と酸素を化学反応させて発電する装置であり、発電の際には、水しか排出されず、水素と酸素を送り続ければ、いつまでも発電できます。この燃料電池を使用した製品として、「エネファーム」（家庭用燃料電池コージェネレーションシステム）が挙げられ、都市ガスやLP ガスから水素を製造し、燃料電池モジュールに水素と空気を送り込むことで電気と熱を供給する仕組みとなっています。

日本では平成 21（2009）年 5 月に世界に先駆けて一般消費者向けとして家庭用燃料電池の市場での本格的な販売が開始され、令和 2（2020）年度までに約 39.3 万台が導入されています（図 3-14）。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-14 家庭用燃料電池の累積導入台数の推移

表 3-18 燃料電池の概要

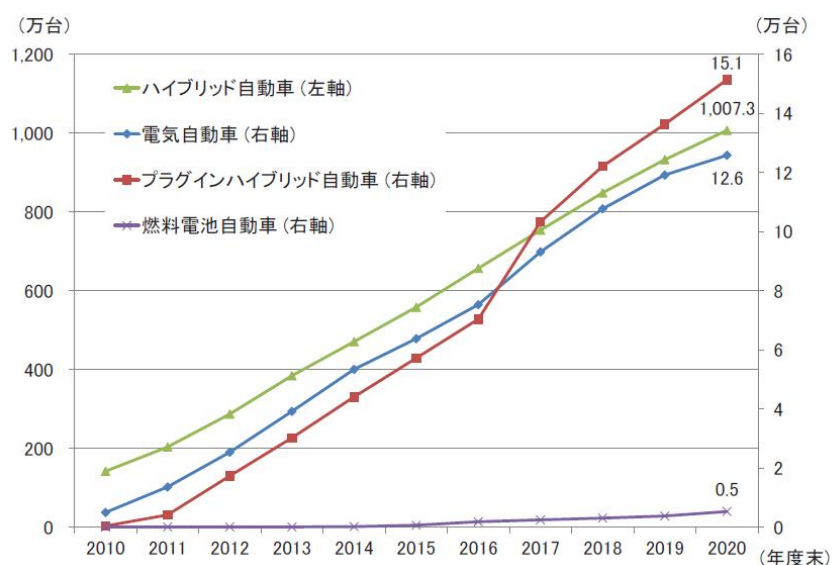
変換機器	電池
技術動向	実用段階
特徴	○ コージェネレーションが可能であり、エネルギー利用効率が高いです。 ○ 発電時には水しか排出されません。
課題	新規の機器導入が必要です。

3.2.14 クリーンエネルギー自動車

クリーンエネルギー自動車とは、ガソリンや軽油を利用しない（もしくはその消費量が少ない）ため、排気ガスが排出されない（排出量が少ない）車のことです。また、電気を供給することができるものもあり、災害時等さまざまな用途での活用も可能となります。

主なクリーンエネルギー自動車として、電気自動車（EV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、燃料電池自動車（FCV）があります。EVは、外部電源から車のバッテリーに充電した電気をを用いて、電動モーターを動力源として走行する車です。PHVは電気自動車とハイブリッド自動車の長所を合わせた車で、充電することもでき、その電気を使い切っても、そのままハイブリッド自動車として走行できます。FCVは、水素と空気中の酸素を化学反応させて電気を作る「燃料電池」を搭載し、そこで作られた電気を動力源としてモーターで走行する車です。

平成 21（2009）年にはEV・PHVの市販が開始され、平成 26（2014）年にはFCVの市販も開始されました。令和 2（2020）年度の日本の保有台数はEVが約 12.6 万台、PHVが約 15.1 万台、FCVが約 0.5 万台となっています（図 3-15）。



出典：経済産業省「令和3年度 エネルギーに関する年次報告」

図 3-15 クリーンエネルギー自動車の保有台数の推移

表 3-19 クリーンエネルギー自動車の概要

変換機器	電気モーター等
技術動向	実用段階（市販されている）
特徴	排気ガスの量がない（もしくは少ない）ため、環境負荷の低減ができます。
課題	- 充電スポットや水素ステーションの整備が必要となります。 - ガソリン車と比較すると、走行距離等で劣る部分があります。

3.2.15 水素エネルギー

水素は、主に燃料電池の燃料として活用されます。現在、燃料電池を利用して、家庭に電力や熱を供給したり、自動車の動力源とするといった実証や開発が行われています。水素は利用時にCO₂を排出しないことから、水素の製造段階に再生可能エネルギーを活用するなど、製造から利用までトータルで、脱炭素化にむけた活用が期待されており、様々な水素利活用への取り組みが進められています。



出典：環境省「水素社会の実現に向けた取り組み」

図 3-16 水素エネルギーの活用方法

表 3-20 水素エネルギーの概要

必要設備	主に燃料電池
技術動向	実証・開発段階
特徴	利用用途が多様であり、利用した先では水しか発生しません。
課題	○ 安全性の確保への対策が必要です。 ○ 水素を利用する機器の導入と水素を供給するためのインフラ整備が必要です。

第4章 西予市の特徴

4.1 概要

愛媛県南部に位置する西予市は、西は宇和海に面し、北は大洲市等、東は高知県梼原町、南は宇和島市等に接しています。また、海拔 0m から 1,400m と起伏に富んでおり、総面積（51,434ha）の約 75%を山林が占めています。現在の西予市は平成 16（2004）年 4 月 1 日に東宇和郡の明浜町、宇和町、野村町、城川町及び西宇和郡三瓶町の 5 町が合併して誕生したことから、旧町区分で独自の文化が形成されています。

旧明浜町は佐田岬半島宇和海県立自然公園の中心に位置しており、リアス海岸による美しい景観が形成されています。みかんの産地であることから、温州みかんを中心に柑橘類の栽培が盛んです。また、水産業はチリメン漁やリアス海岸を活かした真珠の養殖が盛んです。

旧宇和町は周囲を山地で囲まれた盆地であり、冬季は厳しい寒さに見舞われます。また、県下有数の穀倉地帯として広い範囲で稲作が行われており、イチゴ・ブドウ等の施設園芸も盛んです。

旧野村町は四国カルストをはじめとする急峻な山々に囲まれた地域であり、酪農や畜産に加え、きゅうりやケール等の栽培が盛んです。

旧城川町は高知県と接しており、町内の多くが四国山地に位置しています。そのため、林業を基幹産業としているほか、肉用牛の飼育やクリ・トマト等の栽培が盛んです。

旧三瓶町は市の西部に位置し、住居のほとんどが湾岸近くに立地しています。基幹産業は農漁業であり、柑橘類の栽培やはまち、ひらめの養殖が盛んです。

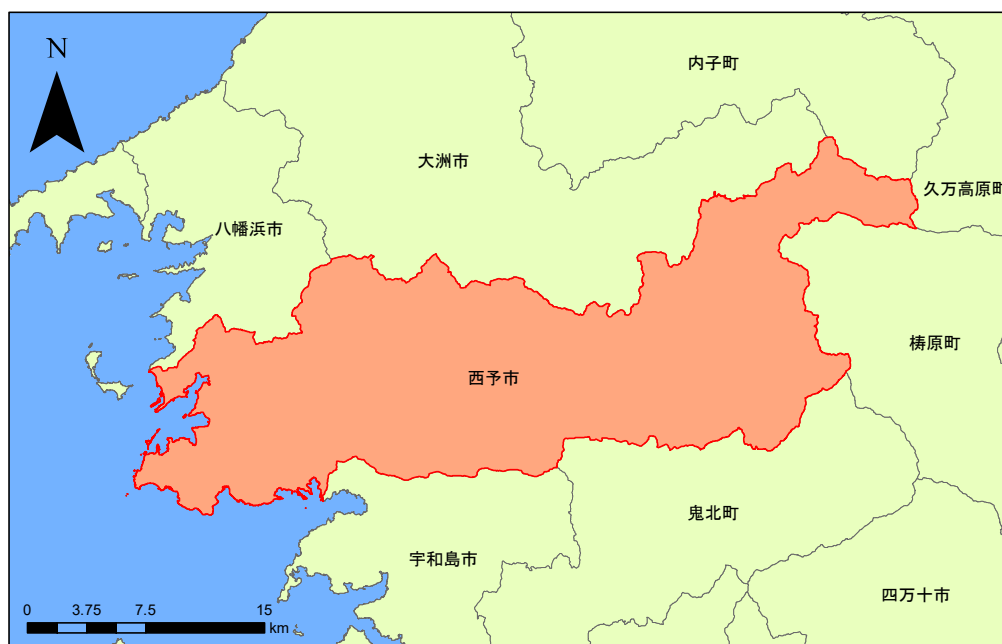
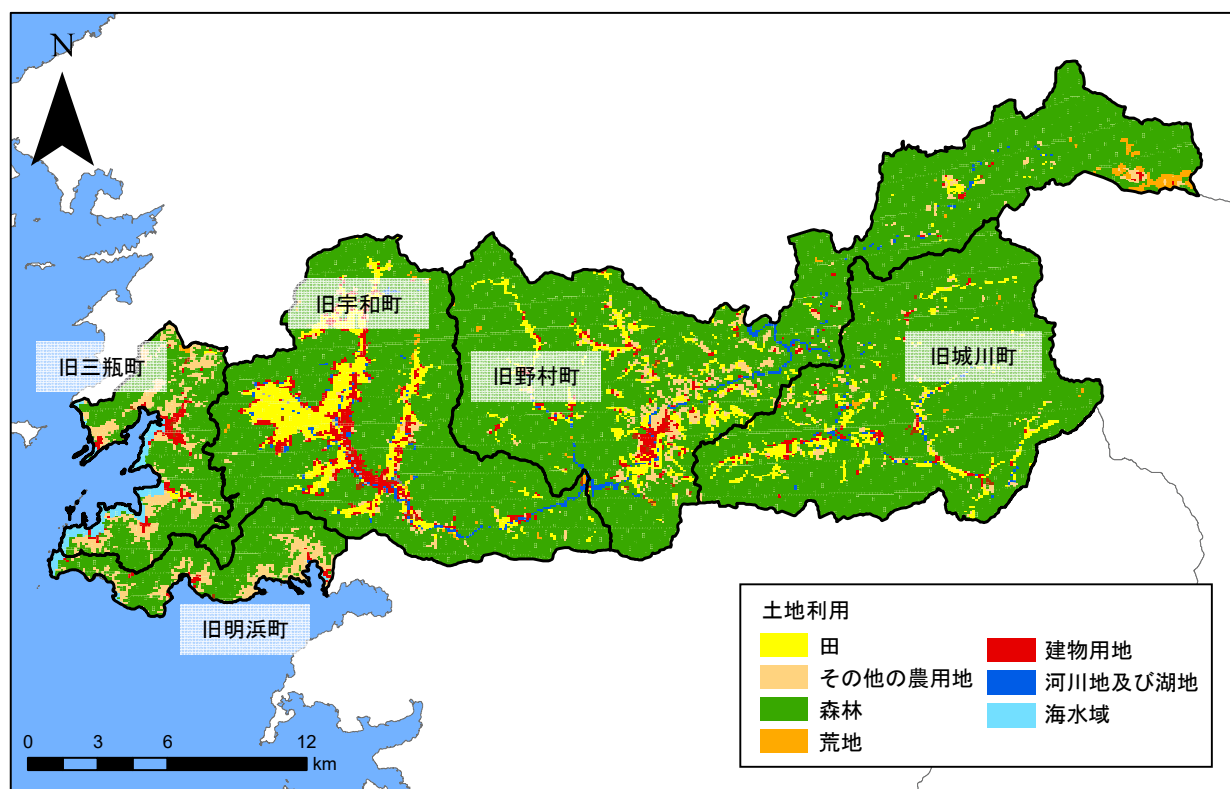


図 4-1 西予市の位置

4.2 自然的特徴

4.2.1 土地利用

市の総面積は 51,434ha であり、そのうち山林が約 75%を占め、それ以外は田と畑がそれぞれ約 9%を占めています。また、旧町ごとの特徴として、旧宇和町は田の割合が比較的高く、旧明浜町と旧三瓶町はその他の農用地が、旧野村町と旧城川町は山林の割合がそれぞれ高くなっています。



出典：国土交通省「国土数値情報 土地利用細分メッシュ」を基に作成

図 4-2 西予市の土地利用

4.2.2 気象

西予市は東西に長い形をしており、標高等の地形に地域差があることから、ここでは旧明浜町と旧三瓶町を沿岸部地域、旧宇和町を盆地地域、旧野村町と旧城川町を山地地域に区分して気象の特徴を整理しました。ただし、市内における気象観測所は旧宇和町のみであることから、沿岸部地域の気象は宇和島気象観測所のデータを、山地地域の気象は高知県の梶原気象観測所のデータを使用しました。

沿岸部地域は、日平均気温が 17.4℃と旧宇和町より 2℃ほど高い気温であり、沿岸部であるため最低気温も 1.8℃と旧宇和町に比べて温暖です。また、降水量も少なく、日照時間も長いことから他の地域に比べて快晴の時間が長いと考えられます。

盆地地域である旧宇和町は、日平均気温は 15.5℃と標準的ですが、盆地であることから日平均の最高気温は 29.3℃、最低気温は-1.0℃と寒暖差が大きい地域です。年間合計降水量は 2,061.9mm であり、同じ愛媛県内でも東予地方である今治市(約 1,300mm)や中予地方である松山市(約 1,400mm)と比べて多雨な気象です。

山地地域は、日平均気温が 13.5℃と旧宇和町より 2℃ほど低くなっています。また、年間合計降水量が多く、日照時間も短いことから、太平洋側からの雨雲等が四国山地で遮られ、曇りや雨の日が多いと考えられます。

表 4-1 宇和気象観測所の過去5ヵ年(2017年～2021年)の気象概要

年	日平均気温 (℃)	日平均気温の最大値 (℃)	日平均気温の最低値 (℃)	年間合計日照時間 (h)	年間合計降水量 (mm)	日平均風速 (m/s)
平成29年(2017年)	15.0	29.1	0.2	1856.7	1855.0	2.1
平成30年(2018年)	15.3	30.0	-5.4	1928.7	2409.5	2.1
令和元年(2019年)	15.7	29.6	2.0	1916.5	1740.5	2.1
令和2年(2020年)	15.7	29.4	0.8	1987.2	2211.5	2.2
令和3年(2021年)	15.7	28.6	-2.7	1925.5	2093.0	2.1
平均値	15.5	29.3	-1.0	1922.9	2061.9	2.1

出典：気象庁「各種データ・資料」を基に作成

表 4-2 宇和島気象観測所の過去5ヵ年(2017年～2021年)の気象概要

年	日平均気温 (℃)	日平均気温の最大値 (℃)	日平均気温の最低値 (℃)	年間合計日照時間 (h)	年間合計降水量 (mm)	日平均風速 (m/s)
平成29年(2017年)	17.0	30.3	2.9	1923.9	1670.5	2.8
平成30年(2018年)	17.2	30.5	-0.1	1969.5	2178.0	2.7
令和元年(2019年)	17.6	31.2	4.3	2012.4	1596.0	2.6
令和2年(2020年)	17.6	30.7	3.0	2106.3	1826.0	2.7
令和3年(2021年)	17.6	29.4	-1.2	1988.6	1688.5	2.8
平均値	17.4	30.4	1.8	2000.1	1791.8	2.7

出典：気象庁「各種データ・資料」を基に作成

表 4-3 梶原気象観測所の過去5ヵ年(2017年～2021年)の気象概要

年	日平均気温 (℃)	日平均気温の最大値 (℃)	日平均気温の最低値 (℃)	年間合計日照時間 (h)	年間合計降水量 (mm)	日平均風速 (m/s)
平成29年(2017年)	13.0	26.8	-2.4	1501.5	2551.5	1.2
平成30年(2018年)	13.4	27.7	-4.2	1519.5	2920.0	1.1
令和元年(2019年)	13.7	26.4	0.3	1501.4	2727.0	1.0
令和2年(2020年)	13.7	26.9	-1.8	1598.2	2644.5	1.0
令和3年(2021年)	13.6	26.1	-5.5	1747.0	2687.5	1.0
平均値	13.5	26.8	-2.7	1573.5	2706.1	1.1

出典：気象庁「各種データ・資料」を基に作成

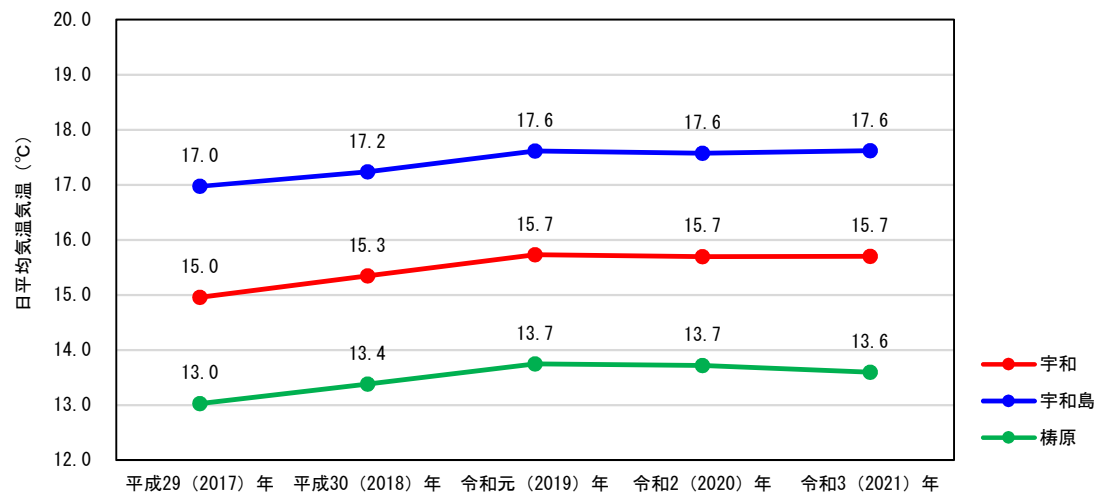


図 4-3 3地域の日平均気温

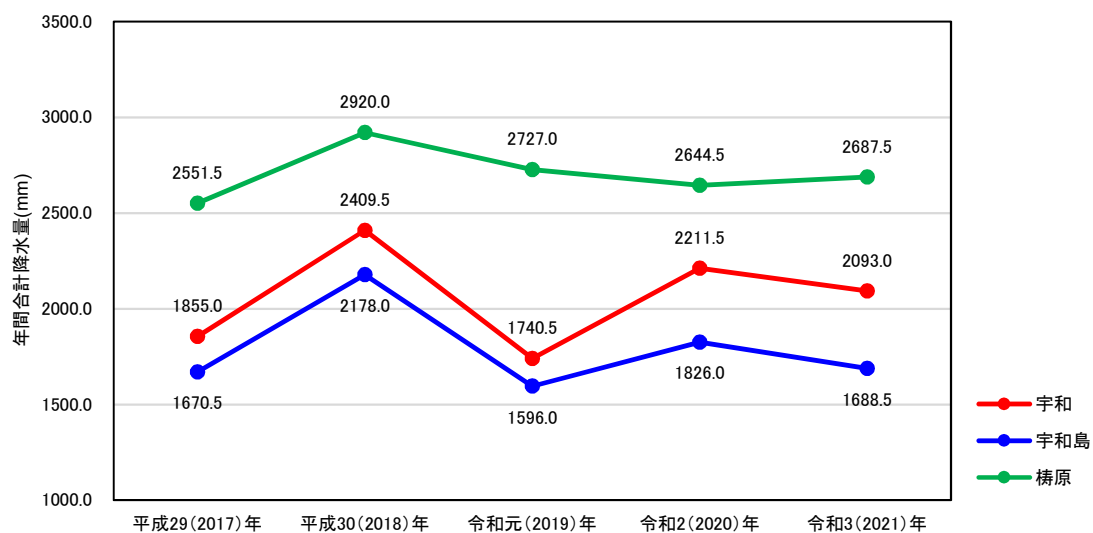


図 4-4 3地域の年間合計降水量

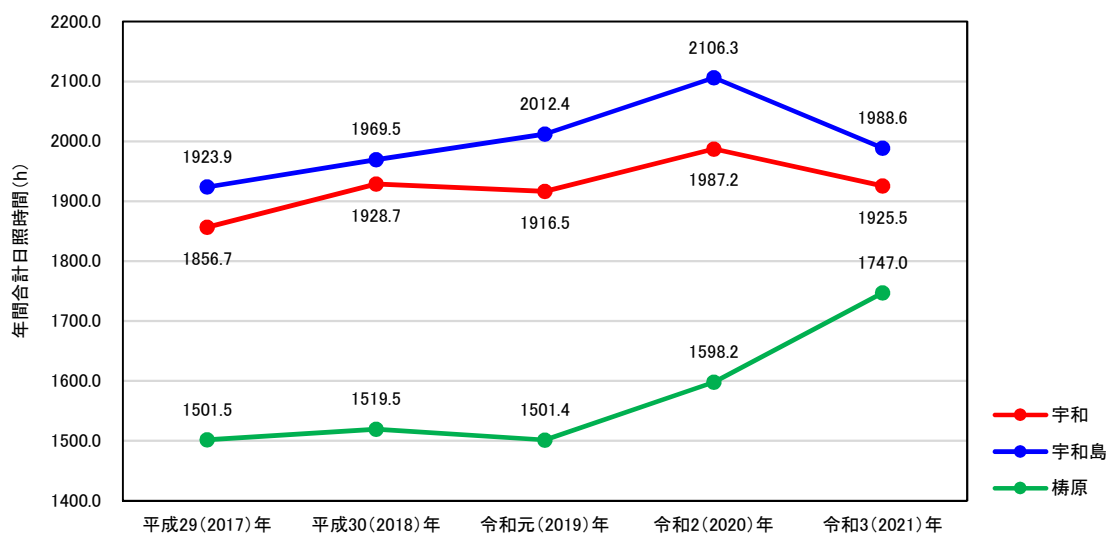


図 4-5 3地域の年間合計日照時間

4.2.3 災害

(1) 土砂災害

西予市はリアス海岸・盆地・河成段丘・カルスト台地等の様々な地形を有しています。また、急峻な地域も市内の各地に点在し、土砂災害警戒区域や土砂災害特別警戒区域が分散しています（図 4-6）。したがって、災害時に道路が分断されることで、一部の地域が孤立し、燃料供給が困難となる可能性があります。

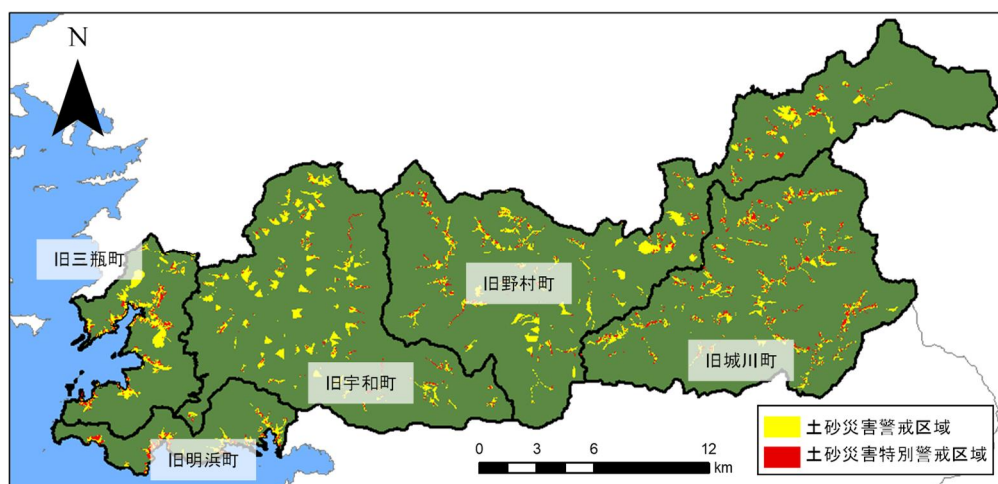
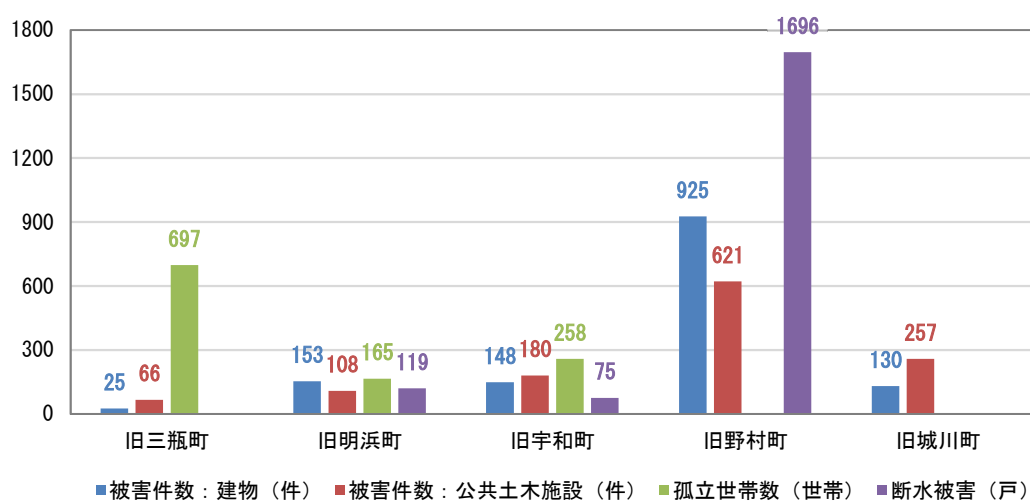


図 4-6 土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域の分布

(2) 平成 30 年 7 月豪雨による被害

西予市では、平成 30 年 7 月豪雨により河川の氾濫や土砂災害等が発生し、甚大な被害を受けました（図 4-7）。特に、旧明浜町、旧宇和町、旧三瓶町では地域が孤立し、旧野村町、旧城川町では、野村変電所の浸水による停電が発生したことから、非常時のエネルギー供給に向けた対応を検討する必要があります。



出典：西予市「平成30年7月豪雨における西予市災害対応に関する検討報告書」を基に作成

図 4-7 平成30年7月豪雨による主な被害

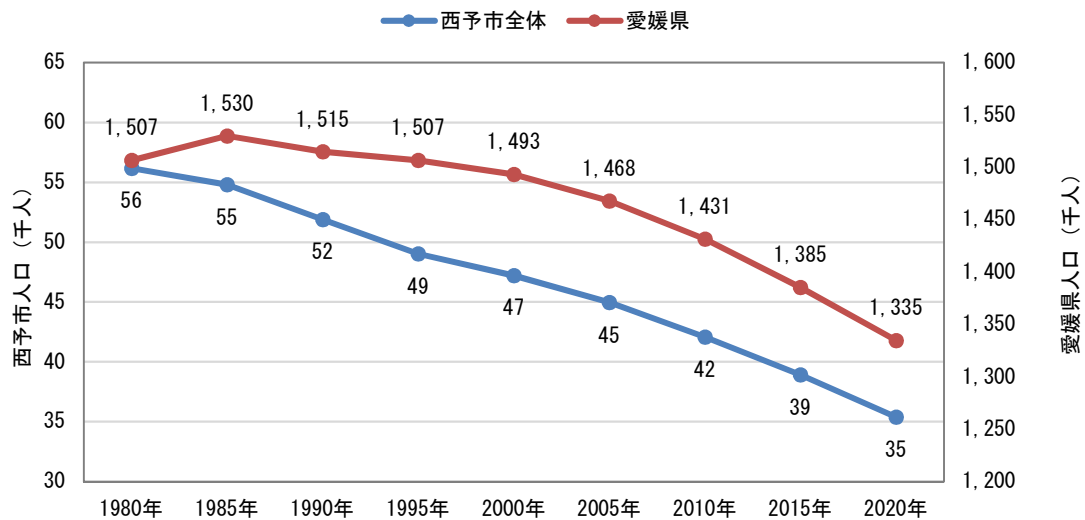
4.3 社会的特徴

4.3.1 人口

(1) 人口推移

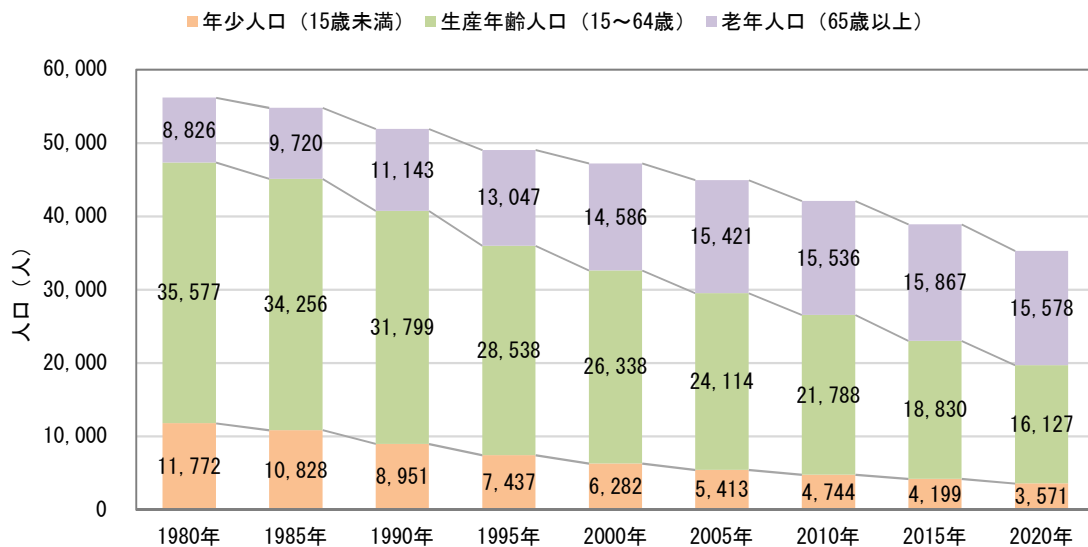
西予市では、昭和 55（1980）年から一貫して人口が減少しています。また、愛媛県全体では昭和 60（1985）年までは人口が増加していましたが、それ以降は減少傾向に転じています。

市の年齢区分別の人口推移では、老年人口（65 歳以上）が増加傾向である一方で、年少人口（15 歳未満）と生産年齢人口（15～64 歳）は一貫して減少傾向にあります。



出典：総務省「国勢調査」を基に作成

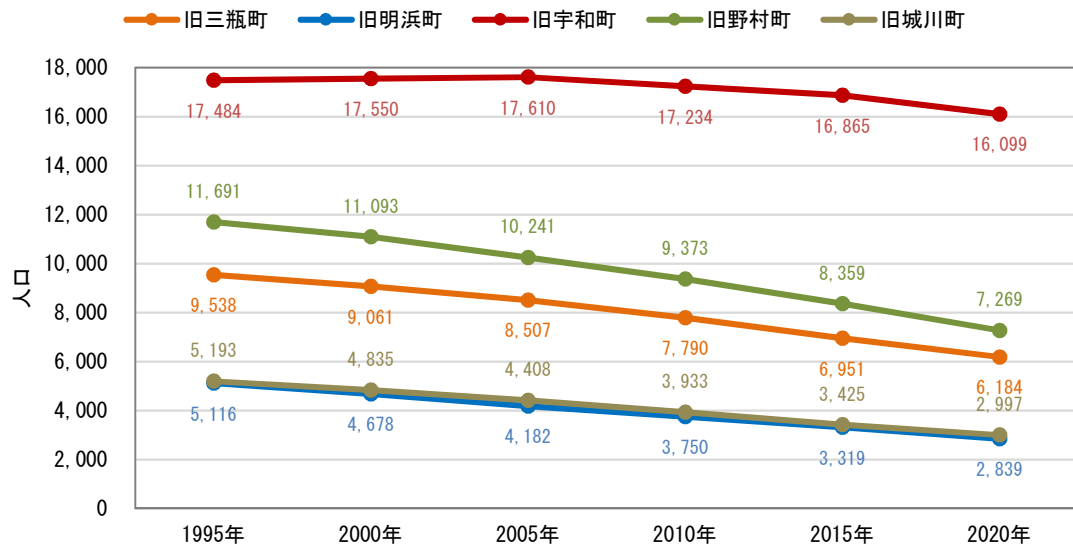
図 4-8 西予市及び愛媛県の人口推移



出典：総務省「国勢調査」を基に作成

図 4-9 西予市の年齢区分別の人口推移

旧町別の人口推移をみると、全体的に減少傾向である一方で、旧宇和町はその傾向が緩やかであり、比較的人口減少率が低い地域であることが分かります。

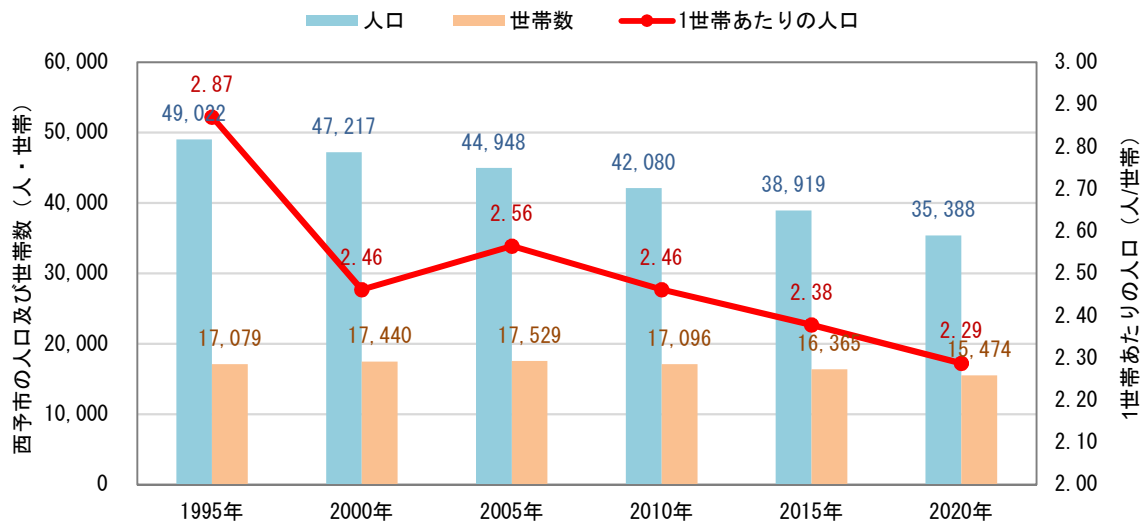


出典：総務省「国勢調査」を基に作成

図 4-10 旧町別の人口推移

(2) 世帯数

西予市における人口、世帯数及び1世帯あたりの人口をみると、世帯数に大きな変動はない一方で、人口が一貫して減少しているため、1世帯あたりの人口も平成17(2005)年にわずかに増加に転じたことを除けば減少傾向にあります。

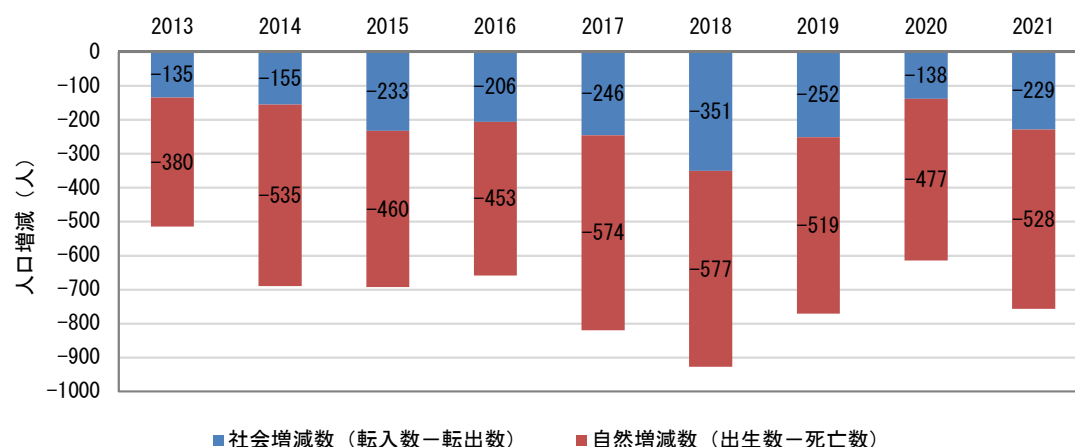


出典：総務省「国勢調査」を基に作成

図 4-11 人口、世帯数及び世帯人員数の推移

(3) 人口動態

自然増減数（出生数－死亡数）をみると、直近10カ年はいずれの年も死亡数が出生数を上回っており、毎年約90人～360人の死亡超過で推移しています。また、社会増減数（転入数－転出数）をみると、直近10カ年はいずれの年も転出数が転入数を上回っており、毎年約380人～570人の転出超過となっています。

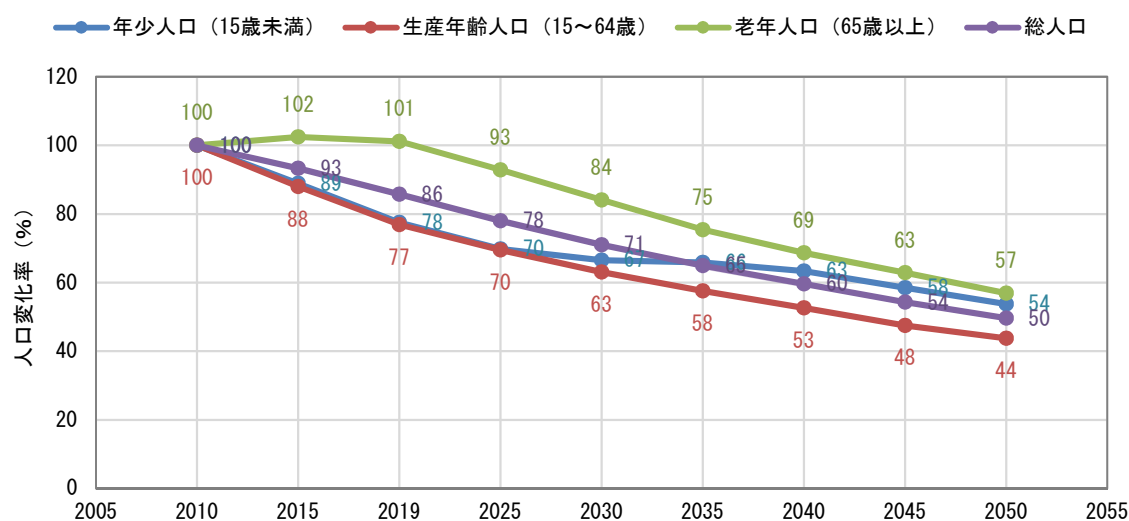


出典：総務省「住民基本台帳」を基に作成

図 4-12 自然増減数及び社会増減数の推移

(4) 将来人口の推移

市の年齢区分別将来人口の推移をみると、年少人口（15歳未満）および生産年齢人口（15～64歳）は平成22（2010）年から減少を続け、老年人口（65歳以上）も平成27（2015）年までは増加傾向である一方で、それ以降は減少に転じています。また令和32（2050）年には総人口は平成22（2010）年の約半分、生産年齢人口に関しては44%まで減少すると予測されています。



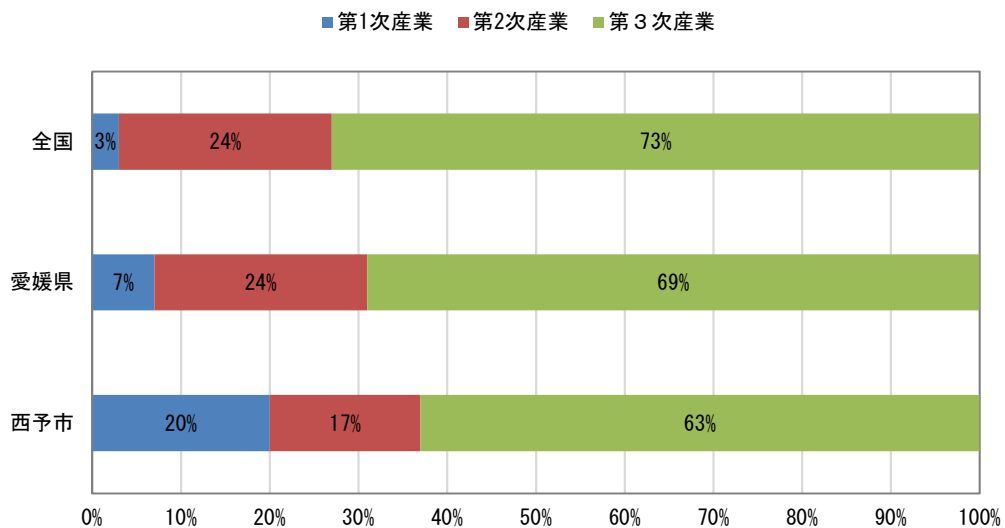
出典：西予市「第2期西予市人口ビジョン」を基に作成

図 4-13 年齢区分別将来人口の推移

4.3.2 産業

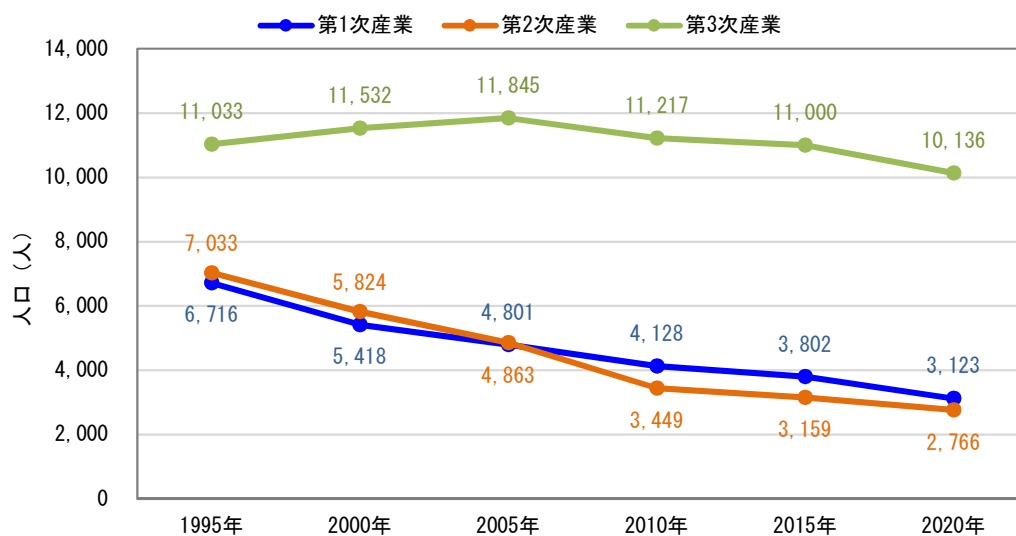
(1) 産業別人口

令和2（2020）年における西予市の産業別人口は第1次産業が20%、第2次産業が17%、第3次産業が63%となっています。全国や愛媛県と比較すると第1次産業の割合が非常に高く、第2次産業及び第3次産業の割合が低くなっています。また、産業別の人口推移をみると、第1次産業と第2次産業ともに減少傾向であり、農業や漁業を中心に担い手不足が深刻な課題となっています。また、西予市立地適正化計画によると、働く場の不足も問題視されており、この解決が求められています。



出典：総務省統計局「国勢調査」を基に作成

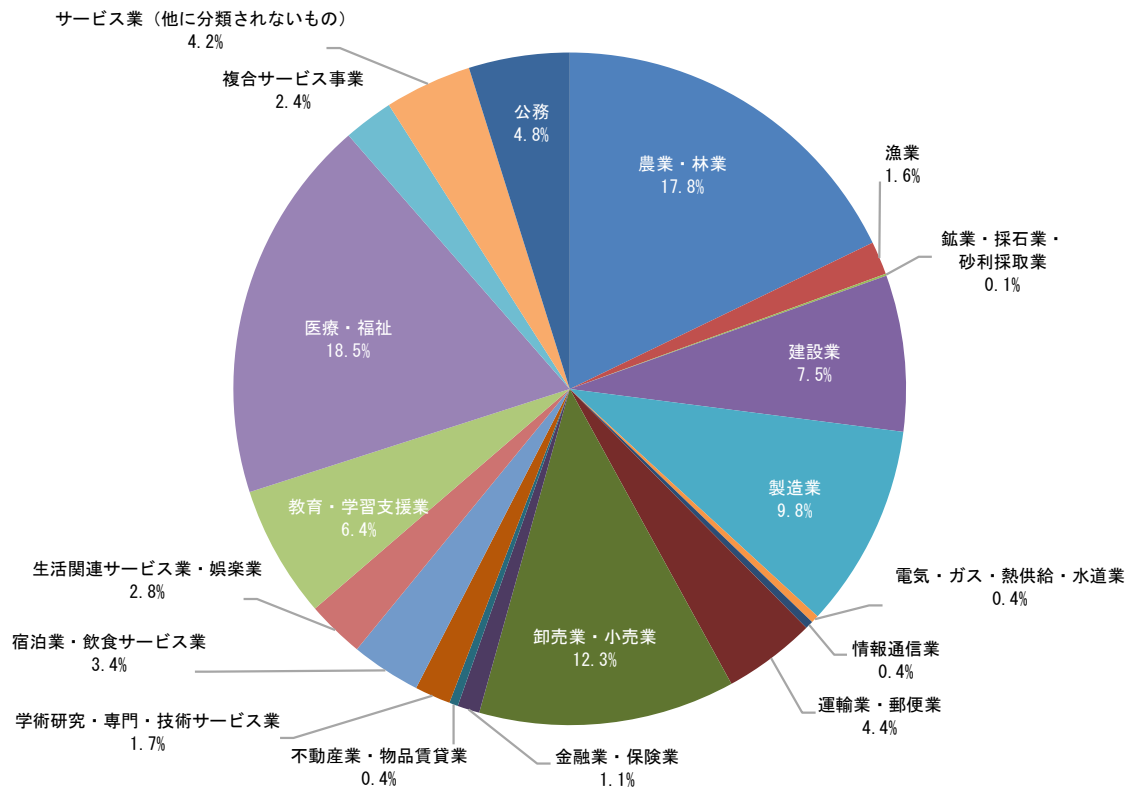
図 4-14 令和2（2020）年における産業（3部門）別人口割合の比較



出典：総務省統計局「国勢調査」を基に作成

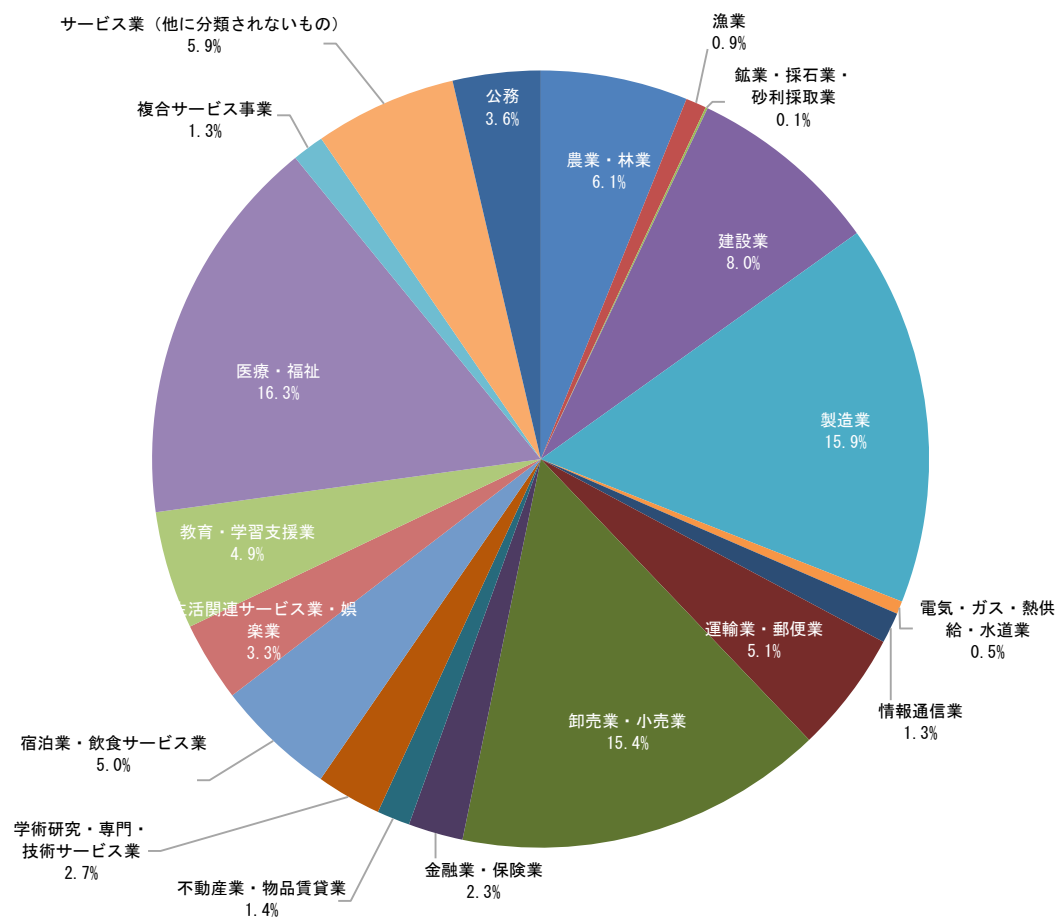
図 4-15 西予市における産業別（3部門）人口の推移

産業別（大分類）では、西予市は「医療・福祉」、「農業・林業」、「卸売業・小売業」、「製造業」の従業員数が多いことが分かります。特に、愛媛県全体と比べて「農業・林業」の従業員数の割合が高いことが特徴であり、市の面積の約 75%を占める森林や約 20%の耕作地の土地利用が反映されていると考えられます。



出典：総務省統計局「国勢調査」を基に作成

図 4-16 西予市の産業別従業員数の構成比（令和元（2019）年）



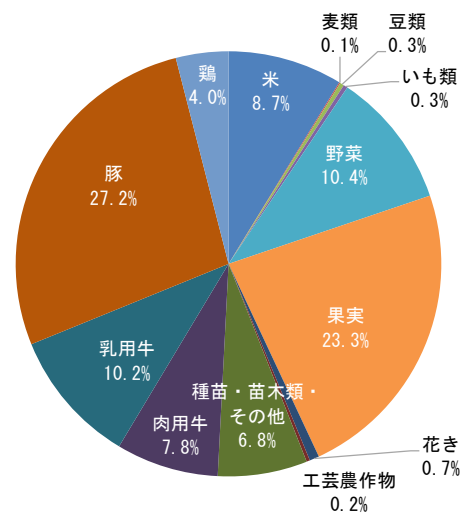
出典：総務省統計局「国勢調査」を基に作成

図 4-17 愛媛県の産業別従業員数の構成比（令和2（2020）年）

(2) 農業産出額

市の令和 2(2020)年における農業産出額は約 1,630 千万円となっており、そのうち「果実」が約 23.3%、「豚」が約 27.2%と約半数を占めています。愛媛県全体と比べると「豚」の比率が高くなっています。

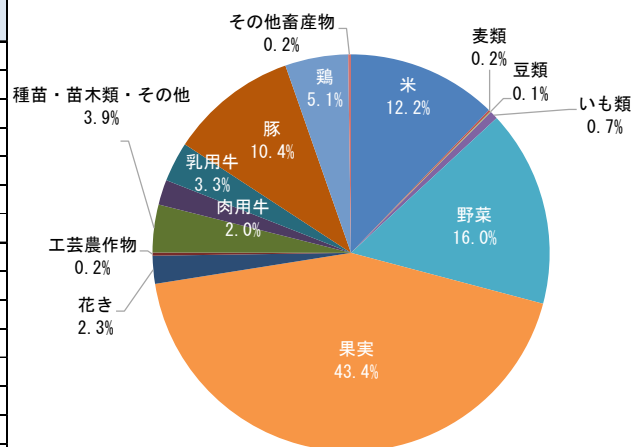
項目		農業産出額 (千万円)	比率 (%)
耕種	米	142	8.7
	麦類	1	0.1
	豆類	5	0.3
	いも類	5	0.3
	野菜	169	10.4
	果実	379	23.3
	花き	12	0.7
	工芸農作物	4	0.2
	種苗・苗木類・その他	111	6.8
畜産	肉用牛	127	7.8
	乳用牛	167	10.2
	豚	443	27.2
	鶏	65	4.0
合計		1,630	100



出典：農林水産省「わがマチ・わがムラ」を基に作成

図 4-18 西予市の農業産出額（令和2（2020）年）

項目		農業産出額 (千万円)	比率 (%)
耕種	米	1,500	12.2
	麦類	20	0.2
	豆類	10	0.1
	いも類	80	0.7
	野菜	1,970	16.0
	果実	5,320	43.4
	花き	280	2.3
	工芸農作物	30	0.2
	種苗・苗木類・その他	480	3.9
畜産	肉用牛	250	2.0
	乳用牛	400	3.3
	豚	1,280	10.4
	鶏	630	5.1
	その他畜産物	30	0.2
合計		12,280	100



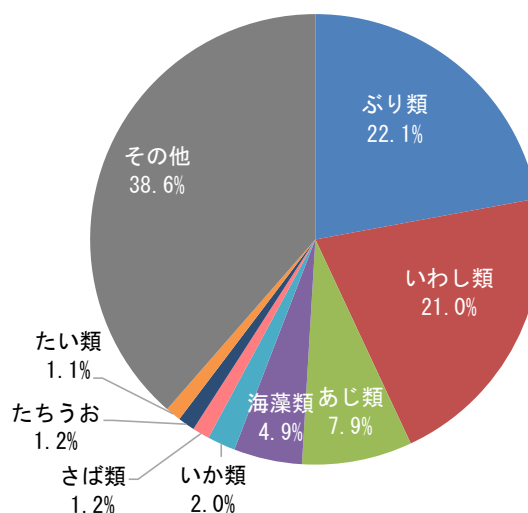
出典：農林水産省「わがマチ・わがムラ」を基に作成

図 4-19 愛媛県の農業産出額（令和2年（2020）年）

(3) 漁獲量

市の平成 30（2018）年における漁獲量は約 896t であり、そのうち「ぶり類」が約 22.1%、「いわし類」が約 21%、「あじ類」が約 7.9%とこれらの3種で約半数を占めています。愛媛県全体と比べると、「いわし類」の比率が低く、「ぶり類」の比率が高くなっています。

項目		漁獲量 (t)	比率 (%)
ぶり類		197	22.1
いわし類		188	21.0
あじ類		71	7.9
海藻類		44	4.9
いか類		18	2.0
さば類		11	1.2
たちうお		11	1.2
たい類		10	1.1
その他	えび類	6	0.7
	たこ類	6	0.7
	貝類	5	0.6
	うに類	4	0.4
	さわら類	3	0.3
	あまだい類	3	0.3
	さめ類	2	0.2
	あなご類	2	0.2
	ふぐ類	2	0.2
	ひらめ・かれい類	1	0.1
	その他	312	34.9
合計		896	100

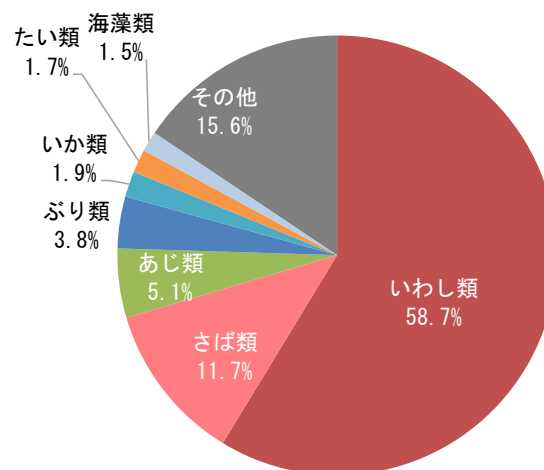


※）比率が1.0%以下の項目は、円グラフでは「その他」として集約している

出典：農林水産省「わがマチ・わがムラ」を基に作成

図 4-20 西予市の海面漁業の漁獲量（平成30（2018）年）

項目		漁獲量 (t)	比率 (%)
いわし類		47,689	58.7
さば類		9,583	11.7
あじ類		4,172	5.1
ぶり類		3,053	3.8
いか類		1,506	1.9
たい類		1,384	1.7
海藻類		1,207	1.5
その他	えび類	727	0.9
	かつお類	706	0.9
	ひらめ・かれい類	557	0.7
	まぐろ類	545	0.7
	さわら類	461	0.6
	貝類	438	0.5
	たちうお	401	0.5
	たこ類	236	0.3
	すずき類	168	0.2
	かに類	155	0.2
	いさき	124	0.2
	あなご類	114	0.1
	ふぐ類	101	0.1
	さめ類	68	0.1
	いかなご	58	0.1
その他	7,713	9.5	
合計		81,166	100



※）比率が1.0%以下の項目は、円グラフでは「その他」として集約している

出典：農林水産省「わがマチ・わがムラ」を基に作成

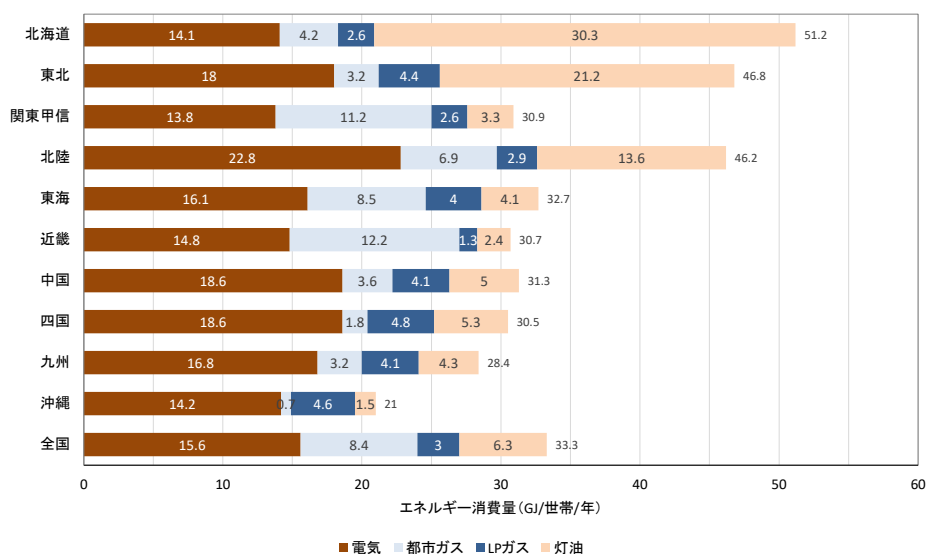
図 4-21 愛媛県の海面漁業の漁獲量（平成30（2018）年）

第5章 西予市におけるエネルギーの現状

5.1 エネルギー消費状況

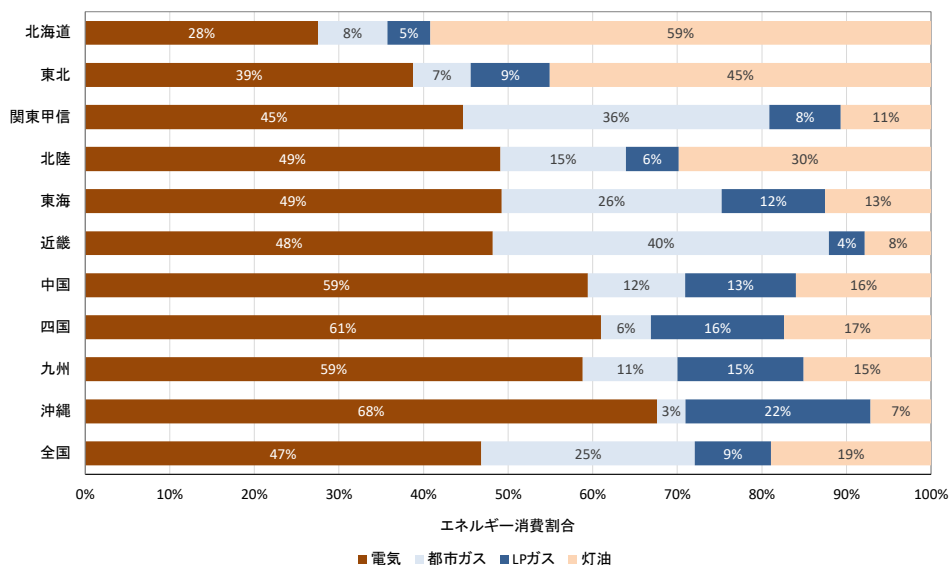
5.1.1 地方別のエネルギー消費量

地方別にエネルギー消費動向をまとめました。北海道、東北及び北陸地方では、エネルギー消費量が多く、特に灯油の消費量が多い傾向にあります（図 5-1）。四国地方を見ると、エネルギー消費量が全国平均よりも少なく、電気の割合が高いことが分かります（図 5-2）。



出典：環境省ウェブサイトを基に作成

図 5-1 地方別世帯あたりの年間のエネルギー種別消費量（平成29（2017）年度）



出典：環境省ウェブサイトを基に作成

図 5-2 地方別世帯あたりの年間のエネルギー種別消費割合（平成29（2017）年度）

5.1.2 市のエネルギー消費量

(1) エネルギー消費量の算定方法

a) 現状のエネルギー消費量の算定方法

西予市におけるエネルギー消費量は、環境省「地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアル」の算出方法を参考に、愛媛県のエネルギー種別消費量から各種統計データを用いて比率で按分することにより、西予市でのエネルギー種別消費量（熱量換算）を算定しました（図 5-3）。なお、ここでは、西予市のエネルギー消費を産業部門、民間部門、運輸部門に分けることで（表 5-1）、エネルギー種別・部門別のエネルギー消費割合を算定することとしました。

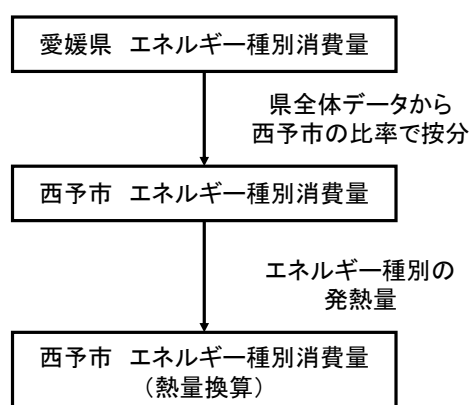


図 5-3 エネルギー消費量の算定フロー

表 5-1 部門とその概要

部門		概要
産業部門		最終エネルギー消費のうち、第一次産業及び第二次産業に属する法人ないし個人の産業活動により、工場・事業所内で消費されたエネルギーを表現する部門を指します。
民間部門	業務	第三次産業（水道、廃棄物、通信、商業、金融、不動産、サービス業、公務等）に属する企業・個人が、事業所の内部で消費したエネルギー消費等を示す部門を指します。
	家庭	住宅内で消費したエネルギー消費を表現する部門を指します。
運輸部門		最終エネルギー消費のうち、企業・家計が住宅・工場・事業所の外部で人・物の輸送・運搬に消費したエネルギーを指します。

b) 将来のエネルギー消費量の算定方法

令和 12 (2030) 年、令和 32 (2050) 年のエネルギー消費量は、現状のエネルギー消費量を、現状の人口に対する将来人口の比率で按分する（図 5-4） ことにより算定しました（図 5-7）。なお、将来人口には西予市人口ビジョンの値を使用しました。

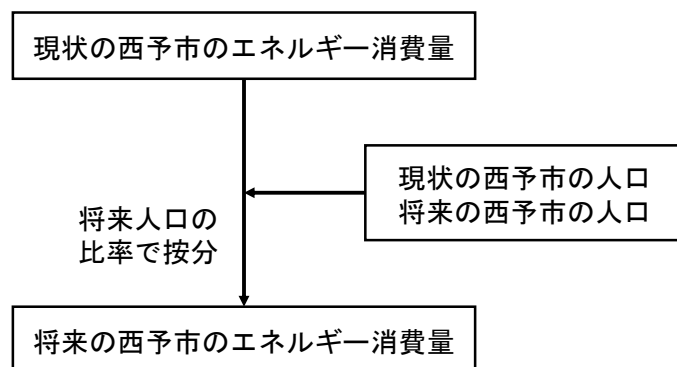
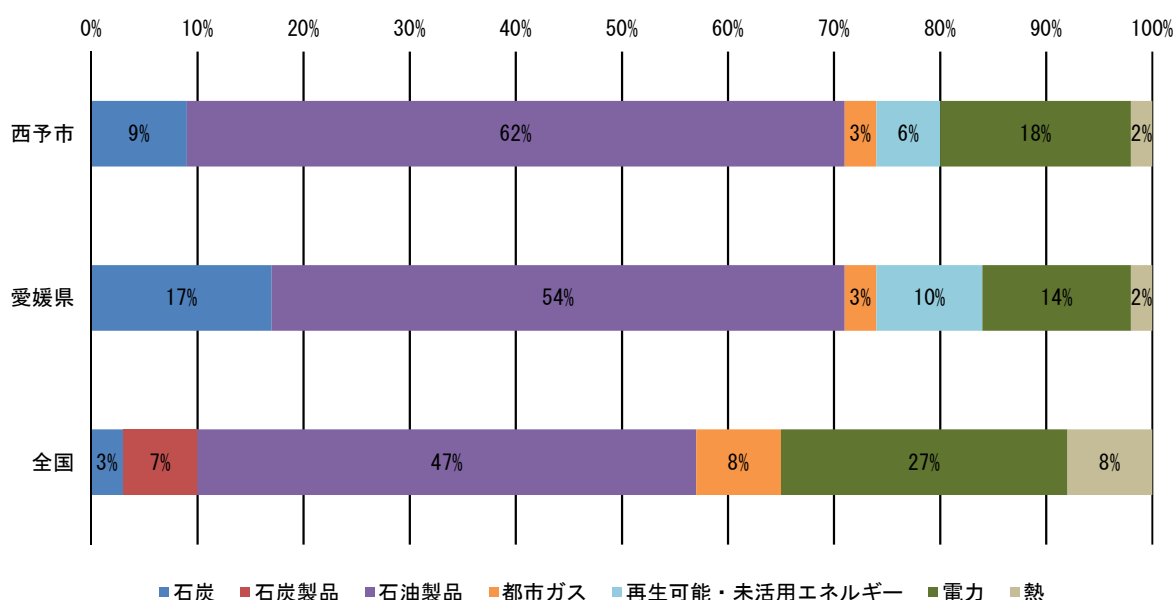


図 5-4 将来のエネルギー消費量の推定フロー

(2) エネルギー消費量の推計結果

a) エネルギー種別消費量

西予市では、石油製品、電力、石炭の順で消費割合が高いことが推計されました（図 5-5）。また、全国のデータと比較すると、石油製品の割合が高く、電力の割合が低くなっており、愛媛県のデータと比較すると、石炭の割合が低いことが推計されました。



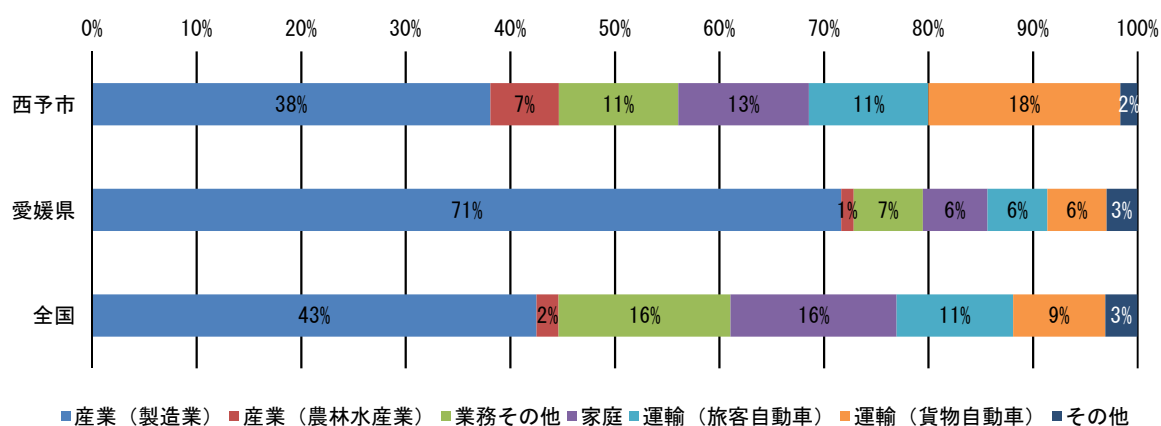
出典：経済産業省「総合エネルギー統計・都道府県別エネルギー消費統計」、環境省「自治体排出量カルテ」を基に作成

図 5-5 エネルギー種別消費割合

b) 部門別のエネルギー消費量

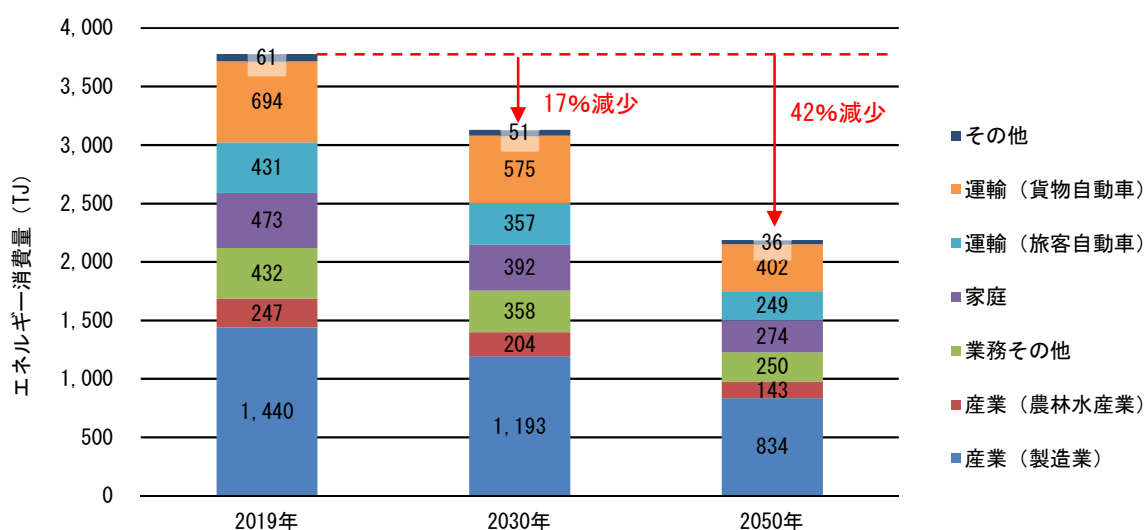
西予市では、製造業部門の割合が最も高く、次に運輸（貨物自動車）部門、家庭部門の割合が高いことが推計されました（図 5-6）。愛媛県のデータと比較すると、産業（製造業）部門の割合が低い一方で、それ以外の部門では高くなっています。また、全国のデータと比較すると、産業（農林水産業）部門、運輸（貨物自動車）部門の割合が高く、産業（製造業）部門、業務その他部門、家庭部門の割合は低くなっています。

また、将来の人口減少がエネルギー消費量にも影響すると予想されることから、令和 12（2030）年、令和 32（2050）年における部門別のエネルギー消費量も推計しました（図 5-7）。その結果、令和 12（2030）年のエネルギー消費量は平成 31（2019）年比で 17%減少し、令和 32（2050）年には 42%減少することが予測されます。



出典：経済産業省「総合エネルギー統計・都道府県別エネルギー消費統計」、環境省「自治体排出量カルテ」を基に作成

図 5-6 部門別のエネルギー消費割合



出典：経済産業省「総合エネルギー統計・都道府県別エネルギー消費統計」、環境省「自治体排出量カルテ」を基に作成

図 5-7 将来のエネルギー消費量

5.2 エネルギー関連産業の状況

再生可能エネルギーを導入することで既存のエネルギー関連産業も影響を受けると考えられます。例えば、再生可能エネルギーの使用割合の増加により石油事業の需要が減少する一方で、風力発電事業や水力発電事業に伴う発電所の建設により、生コンクリート業者は需要が増加するというプラスの効果が考えられます。

そこで、再生可能エネルギーの導入による影響があると考えられる市内のエネルギー関連産業の状況（石油販売業者、LP ガス業者、生コンクリート業者、発電業者）を整理しました。なお、石油販売業者、生コンクリート業者については、西予市内の全事業者数に関する公なデータが存在しないため、グーグルマップ、マピオン電話帳をもとに事業者数を把握しました。そのため、実際の事業者数との差異が生じる可能性があります。なお、LP ガス業者についてはプロパンガス協会のホームページをもとに事業者数を把握しました。

5.2.1 石油販売業者

西予市における石油販売業者は旧三瓶町に 2 件、旧野村町及び旧城川町にそれぞれ 3 件、旧宇和町に 10 件でした。人口の多い旧宇和町に多くの事業者が位置しています。

5.2.2 LP ガス業者

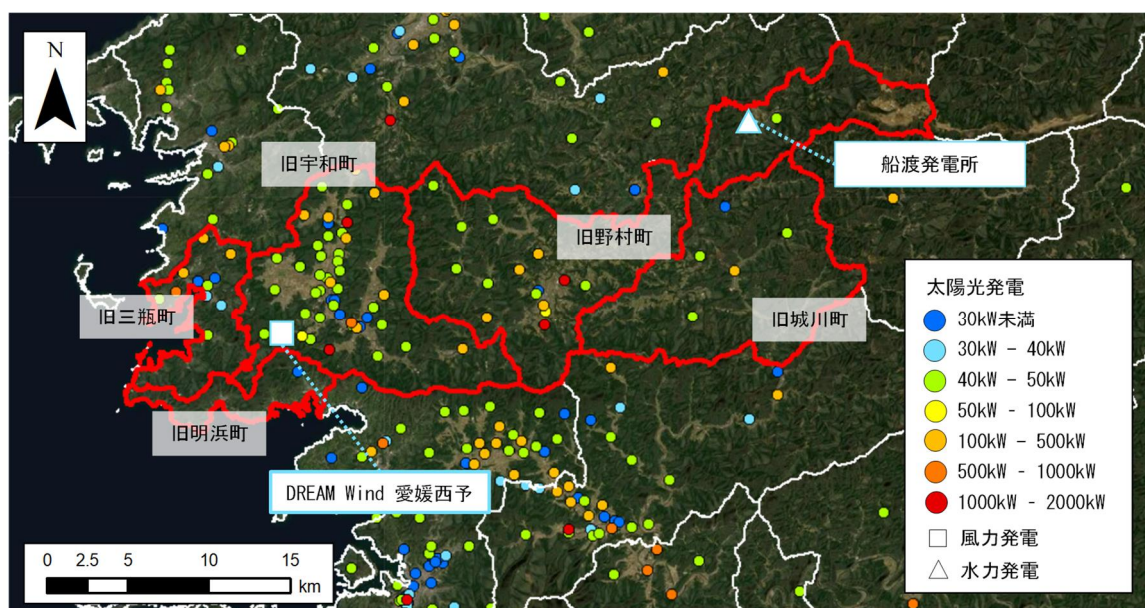
西予市における LP ガス業者は旧三瓶町に 1 件、旧野村町に 2 件、旧宇和町に 5 件であり、人口の多い旧宇和町に多くの事業者が位置しています。

5.2.3 生コンクリート業者

西予市における生コンクリート業者は旧三瓶町、旧野村町に 1 件、旧城川町に 4 件、旧宇和町に 7 件でした。石油販売業者、LP ガス業者と同様に、旧宇和町に複数の事業者が位置しています。西予市内のみならず、隣接する大洲市や高知県梶原町等に水力発電所や風力発電所が建設される場合はこれらの業者に波及効果があると考えられます。

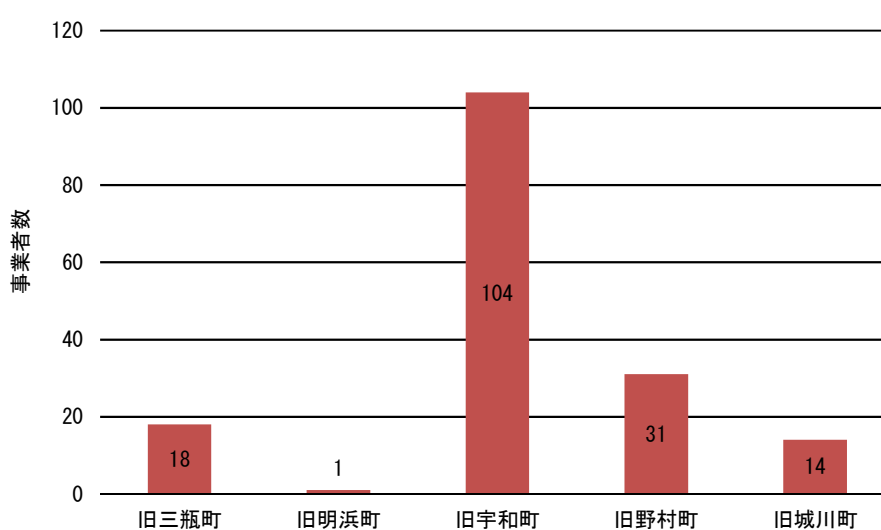
5.2.4 発電業者

市内で稼働している発電業者（太陽光・水力・風力）の分布を図 5-8 に、旧町別の太陽光発電業者数を図 5-9 に示します。太陽光発電に関しては、出力規模が 40～50kW の発電設備が主に設置されており、1,000kW 以上の発電所も数ヶ所設置されています。また、風力発電所は旧宇和町、水力発電所は旧野村町において、それぞれ 1 箇所ずつ分布しています。



出典：国土交通省「国土数値情報（発電施設）」、NEDO新エネルギー部「日本における風力発電設備・導入実績」、
風力発電事業者等ホームページ掲載情報、環境省「環境アセスメントデータベース（EADAS）」を基に作成

図 5-8 発電業者の分布



出典：環境省「事業計画認定情報公表用ウェブサイト」を基に作成

図 5-9 旧町別の太陽光発電業者数

a) 風力発電(DREAM Wind 愛媛西予)

DREAM Wind 愛媛西予は旧宇和町に位置する風力発電所（出力規模：16MW）です。大和エネルギー株式会社により平成 30（2018）年 1 月から建設が進められ、令和 2（2020）年 3 月に竣工・供用が開始されました。



出典：大和ハウス工業株式会社ウェブサイト

図 5-10 DREAM Wind愛媛西予

b) 太陽光発電（西予市宇和町太陽光発電所）

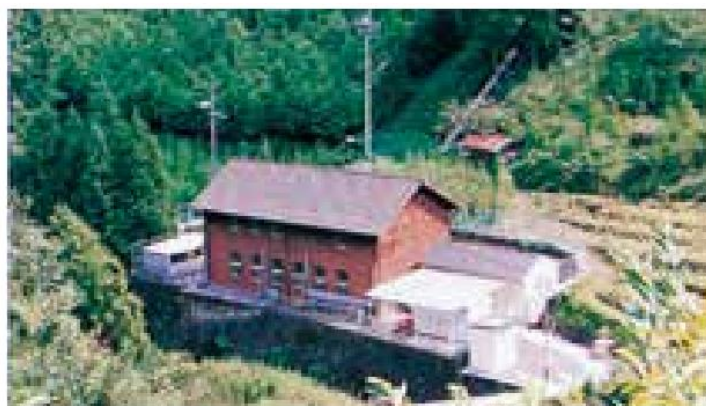
西予市宇和町太陽光発電所は、旧宇和町に位置する太陽光発電所（容量：499.5kW）です。株式会社東洋開発コンサルタントにより令和 2（2020）年 9 月に設置され、現在は株式会社岡部機械工業により維持管理されています。



図 5-11 西予市宇和町太陽光発電所

c) 水力発電（船渡発電所）

船渡発電所は、旧野村町に設置されている水力発電所であり、四国電力株式会社によって運営されています。これにより、電源立地地域対策として経済産業省から交付金（電源立地地域対策交付金事業（水力発電））が交付されています。この交付金は電源立地地域で行われる公共用施設整備や住民福祉の向上の事業等に活用することができ、発電用施設の設置に係る地元の理解促進が図られています。西予市では、水力発電施設が立地する地区のバス運行事業や幼稚園の運営、ヘリコプターの離着陸場の整備等に交付金が活用されています。



出典：四国電力株式会社「四国電力の水力発電所」

図 5-12 船渡発電所

表 5-2 電力立地地域対策交付金事業（水力発電）の概要

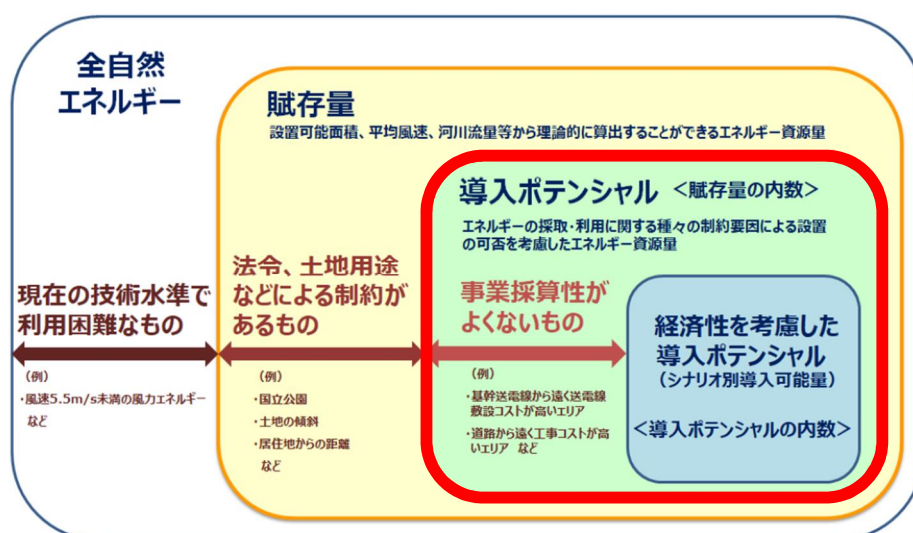
交付年	交付金額	使用用途
平成28（2016）年	2,200,000円	惣川地区生活交通バス運行事業
	2,200,000円	惣川地区緊急ヘリコプター臨時離着陸場整備
平成30（2018）年 ～令和3（2021）年	4,400,000円	西予市立惣川幼稚園運営事業費

出典：西予市ウェブサイト

5.3 再生可能エネルギーのポテンシャル

再生可能エネルギーのうち、太陽光発電、風力発電、中小水力発電、地熱発電、地中熱システム、太陽熱システムについて、環境省が公表する「再生可能エネルギー情報提供システム（以下、「REPOS」という。）」を使って再生可能エネルギーポテンシャルを把握しました。なお、REPOS で推計されているポテンシャルは、傾斜度、標高等の自然条件や法制度等の制約条件を考慮した値となっています（図 5-13）。例として、太陽光発電における推計除外条件を表 5-3 に示します。

また、REPOS では設備整備費、売電価格等を複数ケース設定することで、経済性を考慮した導入ポテンシャル（図 5-13 の青色部）が試算されています。しかしながら、この値は費用等を試算する際の前提条件によって大きく変動する可能性があることから、本節では REPOS 上の全ての導入ポテンシャル（図 5-13 の赤枠部）を対象としました。



出典：環境省「令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び提供方策検討等調査委託業務報告書」

図 5-13 ポテンシャル推計の概要

表 5-3 太陽光発電における推計除外条件

区分	項目	推計除外条件
自然条件	傾斜度	20 度以上
社会条件 (法制度等)	利用規制	1) 自然公園（特別保護地区、第1種特別地域） 2) 原生自然環境保全地域 3) 自然環境保全地域（特別地区） 4) 鳥獣保護区（特別保護地区） 5) 世界自然遺産地域
	防災	1) 土砂災害特別警戒区域 2) 土砂災害警戒区域 3) 土砂災害危険箇所 4) 浸水想定区域（洪水）浸水深1.0m 以上

出典：環境省「令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び提供方策検討等調査委託業務報告書」

5.3.1 西予市におけるポテンシャルの概要

西予市における旧町別の再生可能エネルギーのポテンシャルを表 5-4 に示します。西予市では、太陽光発電、風力発電、木質バイオマス発電のポテンシャルが大部分を占めていることが分かります。また、ポテンシャルと令和 12 (2030) 年、令和 32 (2050) 年におけるエネルギー需要量の比較結果 (図 5-14) より、全ての旧町において、ポテンシャルが需要量を上回っていることが分かります。

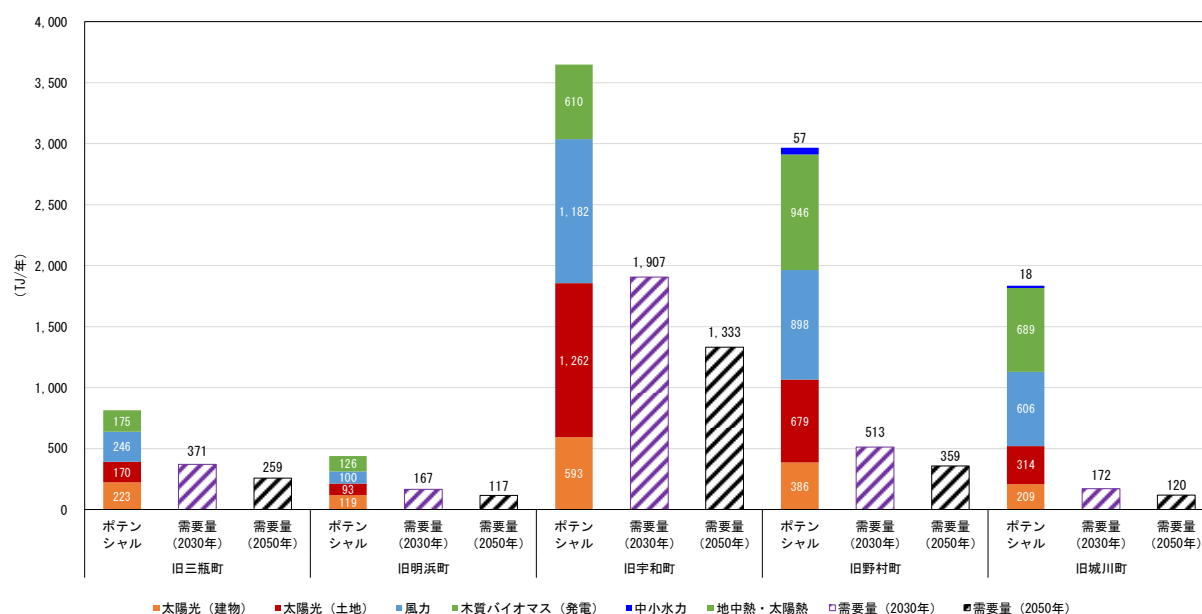
次頁以降に、再生可能エネルギー種別のポテンシャルの特徴を示します。

表 5-4 旧町別の再生可能エネルギーのポテンシャル

単位：TJ/年

	旧三瓶町	旧明浜町	旧宇和町	旧野村町	旧城川町
太陽光発電	393	213	1,855	1,065	523
風力発電	246	100	1,182	898	606
中小水力発電	0	0	0	57	18
地熱発電	0	0	0	0	0
地中熱システム	0.0004	0.0002	0.0012	0.0005	0.0002
太陽熱システム	0.00004	0.00002	0.00013	0.00006	0.00002
木質バイオマス発電	175	126	610	946	689

出典：環境省「REPOS」を基に作成

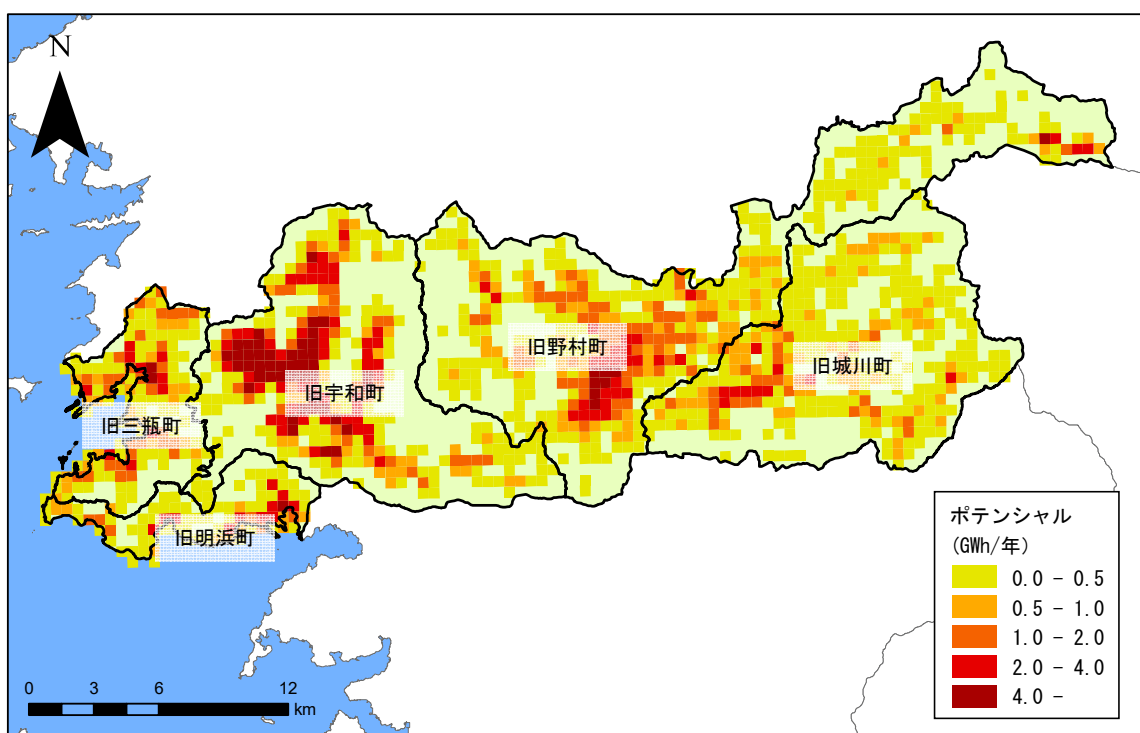


出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-14 ポテンシャルと需要量の比較

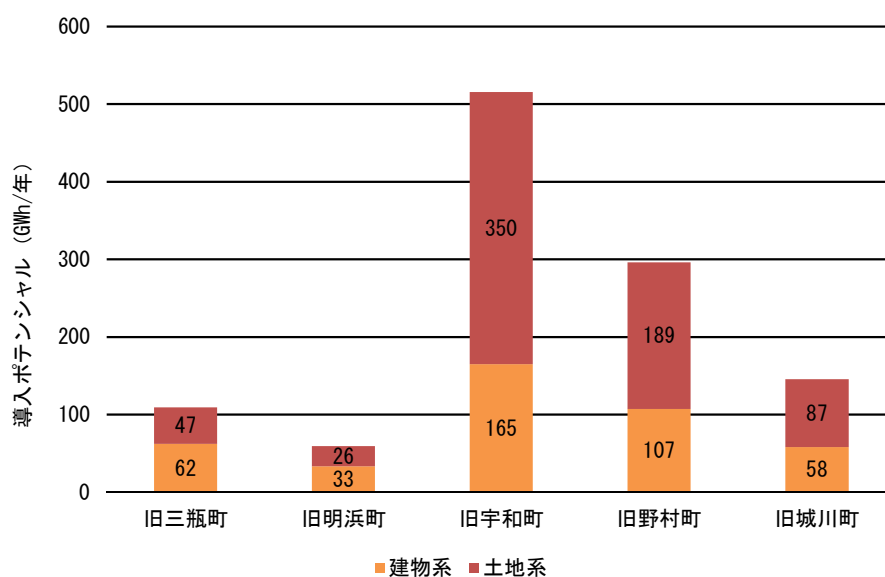
5.3.2 太陽光発電ポテンシャル

太陽光発電のポテンシャルは、旧宇和町、旧野村町を中心に広がっています。



出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-15 太陽光発電ポテンシャル

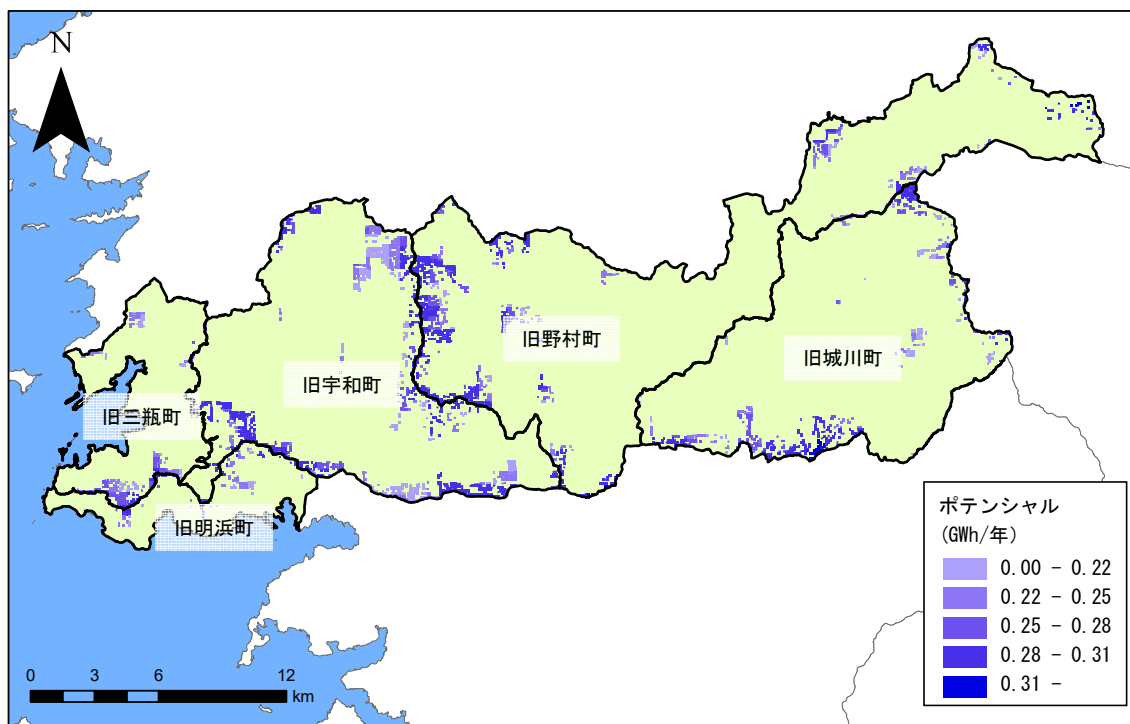


出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-16 旧町別の太陽光発電ポテンシャル

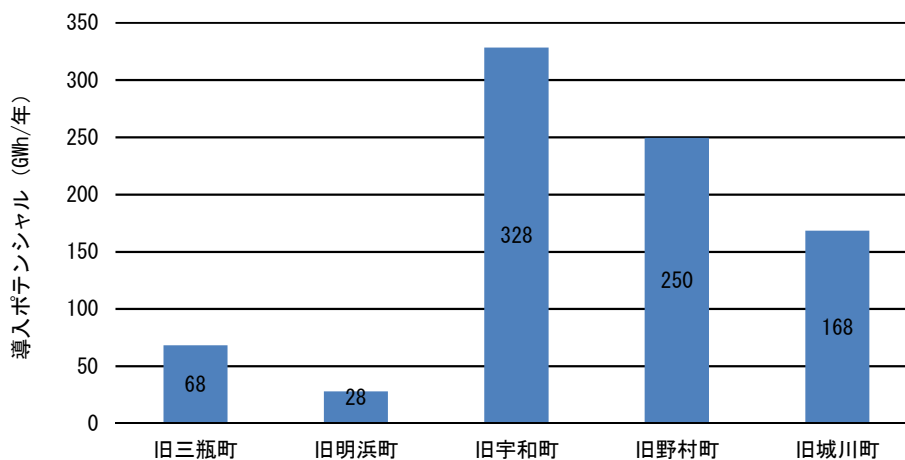
5.3.3 風力発電ポテンシャル

風力発電のポテンシャルは、旧宇和町と旧野村町との境、宇和島市ならびに鬼北町との市境、旧城川町と高知県梼原町との県境と、いずれも標高の高い山地に点在しています。しかし、建設・運営にあたって重要となる港湾・道路等のインフラ設備とのアクセスが悪いことが、導入に向けての課題となります。



出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-17 風力発電ポテンシャル



出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-18 旧町別の風力発電ポテンシャル

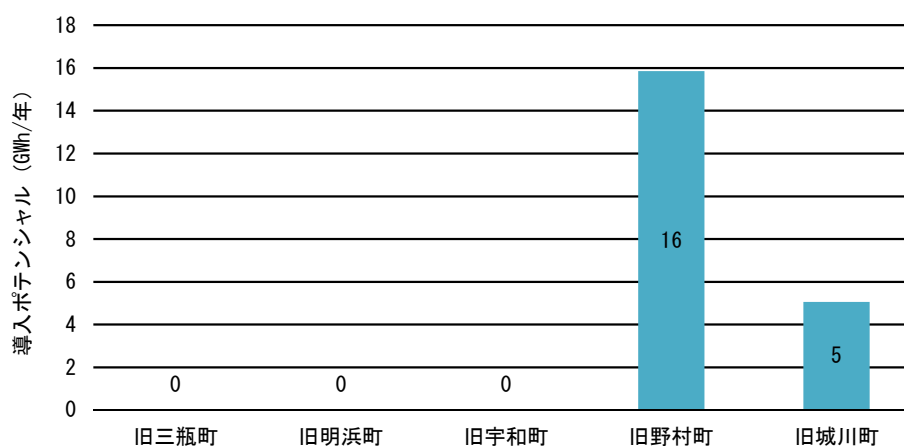
5.3.4 中小水力発電ポテンシャル

中小水力発電のポテンシャルは、市域東部に位置する旧野村町、旧城川町の山間に存在しています。水力発電は天候の変化にあまり影響を受けないため、安定的に発電できる方式です。その一方で、1施設あたりの発電出力が数百kW級と小さく、数十万kW級の電気事業用の発電所と比較すると、発電出力当たりの建設費が嵩む点が導入の障害となります。



出典：環境省「REPOS」、国土交通省四国地方整備局「野村ダム定期報告書 概要版」を基に作成

図 5-19 中小水力発電ポテンシャル

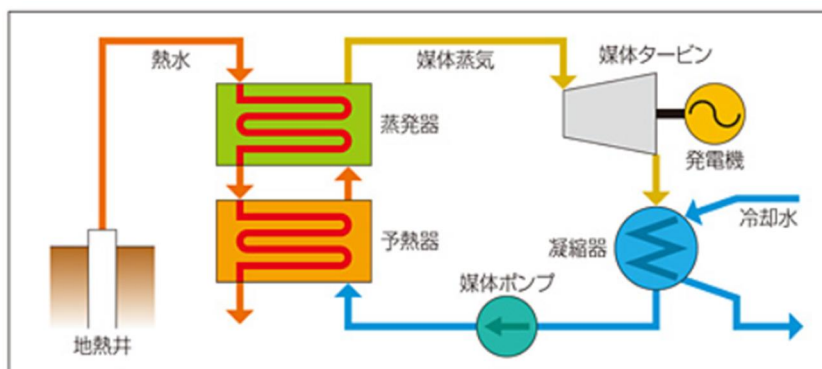


出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-20 旧町別の中小水力発電ポテンシャル

5.3.5 地熱発電ポテンシャル

地熱発電は、高温の蒸気・熱水を用いてタービン発電機を稼働させて発電を行うものであり、天候などの影響を受けずに安定して発電できる方式です。日本は、火山帯にあるため、戦後すぐにこの発電方式が注目され、昭和 41（1966）年に本格的な地熱発電所が運転を開始しました。現在では、東北、九州を中心に設置されています。なお、西予市には温泉等の活火山に伴う地熱資源がないため、地熱発電のポテンシャルはありません。

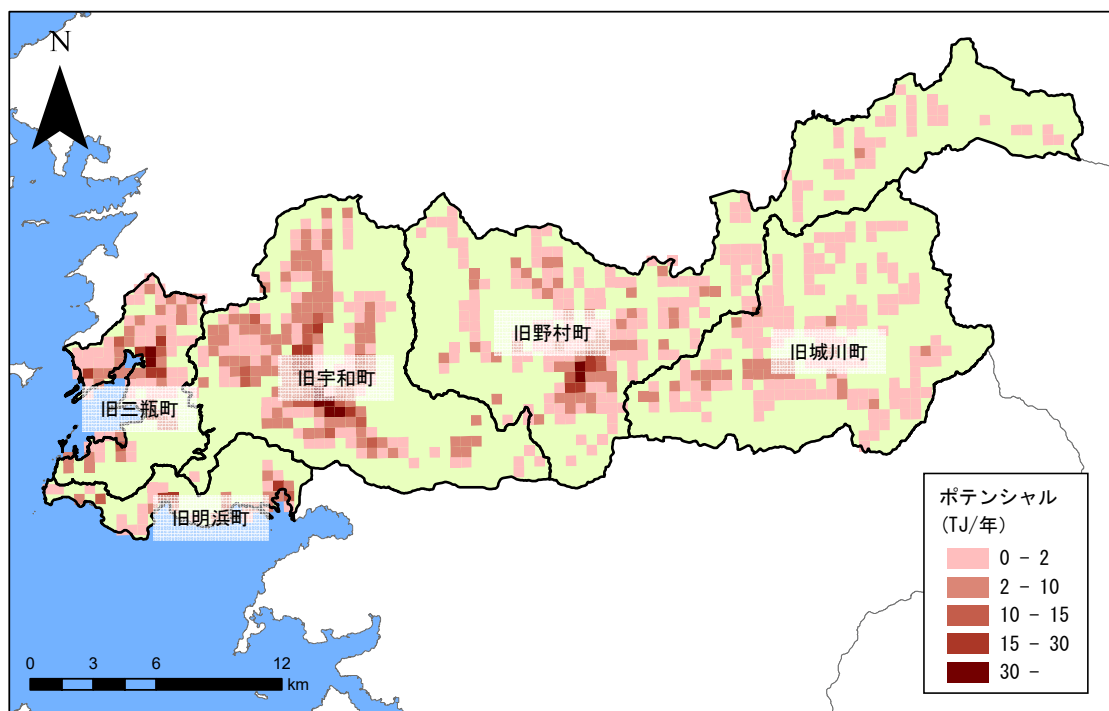


出典：資源エネルギー庁「再生可能エネルギー「地熱発電」」

図 5-21 地熱発電システムの模式図

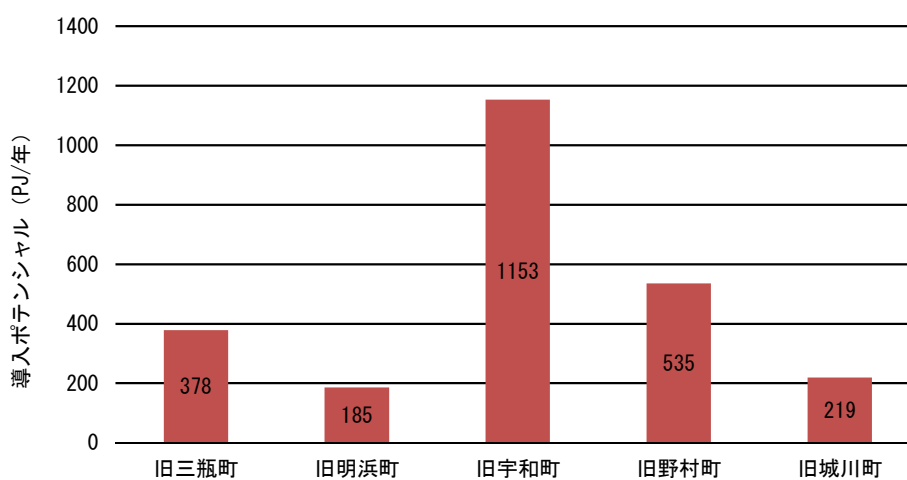
5.3.6 地中熱システムポテンシャル

地中熱システムのポテンシャルは、地下水が豊富な場所で高くなる傾向があります。また、地中熱システムは建物の空調設備に使用されることが一般的であるため、人口が多い旧宇和町、旧野村町、旧三瓶町で高くなっています。



出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-22 地中熱システムポテンシャル

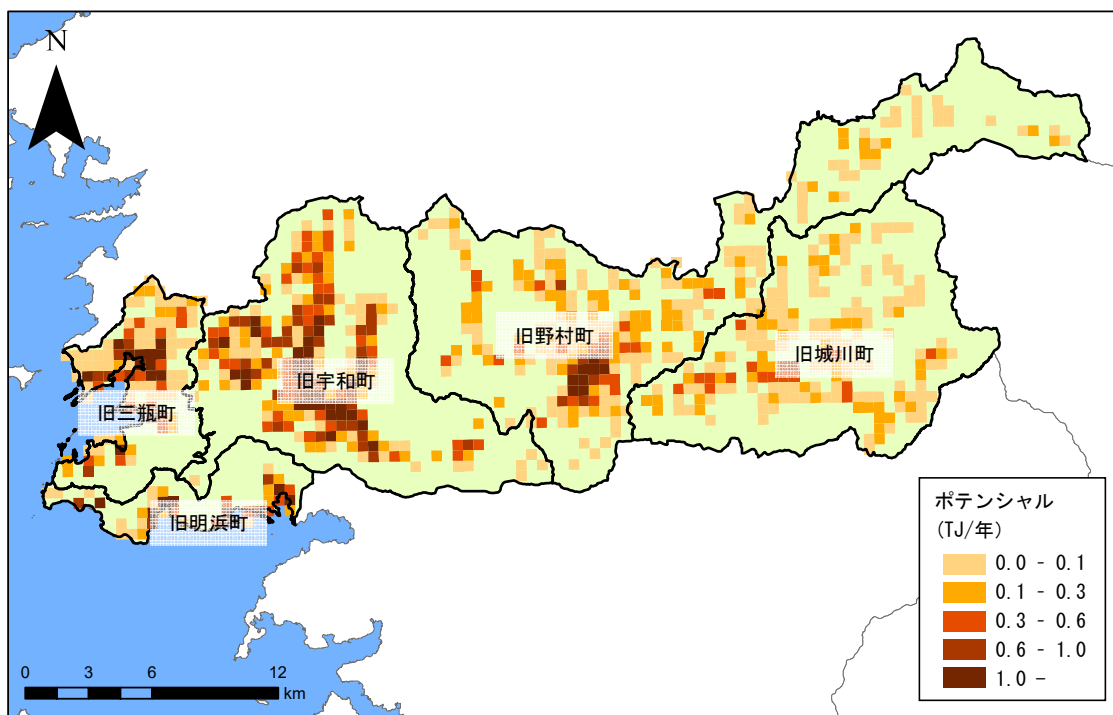


出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-23 旧町別の地中熱システムポテンシャル

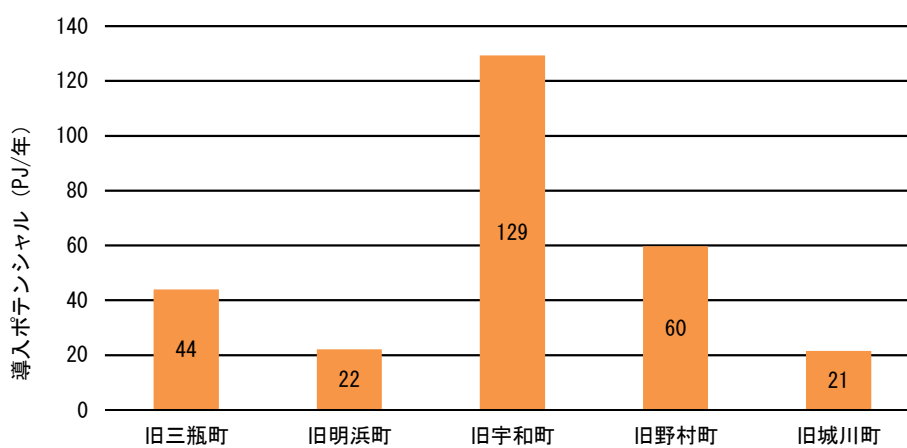
5.3.7 太陽熱システムポテンシャル

太陽熱システムのポテンシャルは、空調・給湯設備として利用されることを前提に試算されていることから、建築物等が集積している地域で高くなっています。



出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-24 太陽熱システムポテンシャル



出典：環境省「REPOS」を基に作成

図 5-25 旧町別の太陽熱システムポテンシャル

5.3.8 バイオマスエネルギーのポテンシャルと現状認識

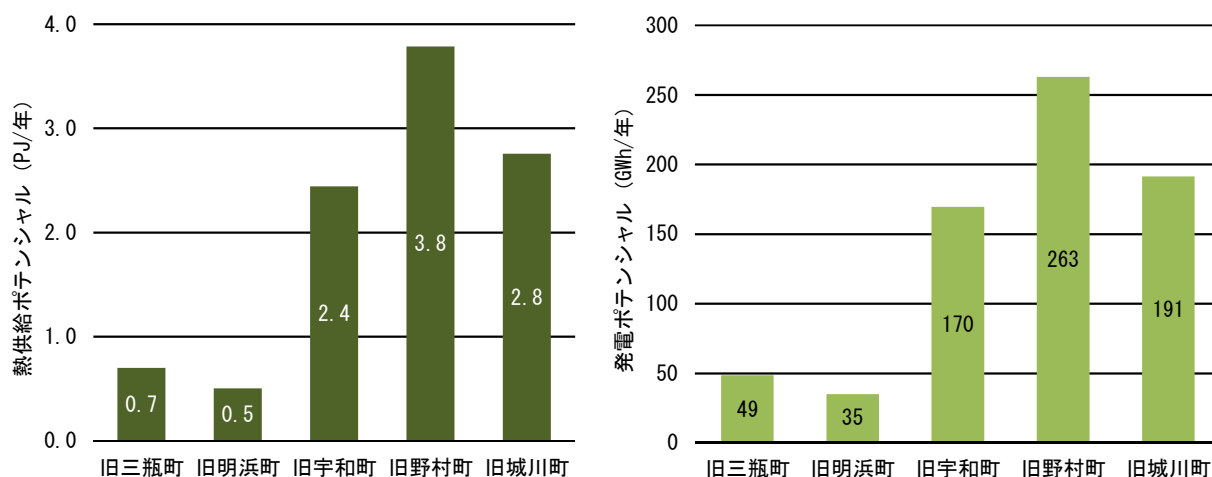
バイオマスは地域内で排出される林地残材や廃棄物等が資源となり、エネルギー利用する場合は、発電所等の施設までこれらを輸送する必要があります。したがって、より地域の実情を把握したうえで活用可能性を検討すべきであることから、ポテンシャルの把握に加え、市域で適用可能なバイオマスについて、ヒアリングにより整理しました。

(1) 木質バイオマス

木質バイオマスには林地未利用材や、樹皮などの製材工場端材、住宅の建設や解体の際に発生する建設発生材などがあります。現在、ストーブやボイラーなどで木質バイオマスを直接燃焼させて暖房や給湯などに利用するほか、木質バイオマスを活用した発電施設も実用化されています。

a) ポテンシャル

チップボイラーの利用を想定した場合の熱供給ポテンシャルは年間約 0.5～3.8PJ となり、蒸気タービンによる発電を想定した場合の発電ポテンシャルは年間約 35～263GWh となっています。森林面積が大きい旧宇和町、旧野村町、旧城川町において高い値を示しています。



出典：環境省「令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び提供方策検討等調査委託業務報告書」を基に作成

図 5-26 旧町別の木質バイオマスポテンシャル（左：熱供給／右：発電）

b) 西予市の林業の現状・課題

西予市の林業は山間部を中心に営まれており、市内では伐採や、製材等が行われています。現在、年間約 50,000m³ の木材が森林から搬出されている一方で、製材所の需要（年間約 140,000m³）の半分も賄えていないことから、市外から木材が持ち込まれています。また、木材の供給不足によって価格が高騰するウッドショックが令和 3（2021）年から始まり、令和 4（2022）年の夏まで高止まりしている状況が続いたことで、木材の需要が高まったことから木材単価が上がり、市場や製材業も恩恵を受けています。

林業の課題は担い手の不足であり、市としては林業に特化した新規就業者の支援、移住促進に取り組んでいます。林業を補助がなくても成り立つ産業とするために、担い手の確保とともに、林業の効率化（高性能林業機械の導入等）による搬出経費の抑制が必要です。

c) 木質バイオマス利用の現状・課題

西予市バイオマスタウン構想を受けて、旧城川町に木質ペレット製造施設が設けられ、現在も稼働しています。施設では間伐に伴い発生する林地残材や製材端材等を燃料として木質ペレットを製造しており、その生産量は令和 3（2021）年度では 298 t です。なお、ペレットの製造と販売は指定管理者である第 3 セクターが担っており、個人、学校、温浴施設等に販売しています。ペレットの燃料となる幹はある程度の太さが必要であり、先端や根を材料とすることは困難であることから、原材料の安定確保や、生産コストの高さも大きな課題となっています。

西予市では急傾斜の山が多く、伐採が困難な場合や資源の運搬コストが高くなる場合があります。また、松山市に愛媛バイオマス発電所があることに加え、県内の大手製紙会社では樹皮を含んでも溶かす技術があり、市内で発生する木質バイオマスの大部分は市外にも運搬されています。さらに、大手石油会社による木材未利用資源を活用した新たな事業も検討されており、資源となる木材等の確保が困難になることも予想されています。

(2) 畜産バイオマス

畜産バイオマスのエネルギー利用は、家畜の糞尿をメタン発酵させ、発生した消化ガスを燃料として利用する方法が一般的です。畜産バイオマス利用は、エネルギー利用のみならず、水質等の環境への影響を回避できる点、消化ガス発生後の消化液を肥料化することにより利用可能であるという点が利点として挙げられます。

a) 西予市の畜産業の現状・課題

畜産業は西予市の基幹産業の一つであり、山間部を中心に畜産農家や畜産事業所が事業を営んでいます。特に旧野村町と旧城川町は酪農と肉用牛飼育の中心地であり、なかでも大野ヶ原は酪農が盛んな地区です。

畜産業の課題として、高齢化等による農家数の減少や飼料価格の高騰等による経営環境の悪化が挙げられます。特に、農家数の減少については、市内に後継者がいる一方で、多額の投資を要する新規参入が課題となっています。

b) 畜産バイオマス利用の現状・課題

牛の糞尿の堆肥化施設は、野村町エコセンターと城川町高品質堆肥センターの2施設があり、これらの施設に畜産農家から糞尿が持ちこまれ、堆肥の製造と販売を指定管理者である東宇和農業協同組合が担っています。なお、鶏糞については、カルシウム過剰症の可能性が報告されているため、野村町エコセンターと城川町高品質堆肥センターでは堆肥化は行っていません。

野村町エコセンターは平成 11（1999）年に成立した『家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律』（家畜排せつ物法）を受けて、平成 17（2005）年度に開設した施設であり、令和 3（2021）年度には 6,000 t/年の原材料を受け入れています。開設してから 10 数年が経過し、設備の老朽化がみられます。

城川町高品質堆肥センターの規模は野村町エコセンターと同程度であり、受入れは 6,000 t/年です。施設は平成 10（1998）年から稼働を開始しており、施設の老朽化が激しい一方で、主要な設備である攪拌機は令和元（2019）年に更新されています。

また、畜産バイオマスをエネルギー利用するためにメタン発酵する場合、固体物の堆肥と性状が異なる液体物の液肥が発酵後の生産物となるため、農家側での利用に工夫が必要です。

(3) 農業廃棄物バイオマス

農業廃棄物バイオマスでは、稲わら、麦わら、もみがら、葉、茎、根、農産物加工残渣等が対象になります。しかし、そのほとんどが土に還元されるか、堆肥にされているため、新たにバイオマスからエネルギーを取り出そうとすると、資源量の確保が難しい点が課題となっています。

a) 西予市の農業の現状・課題

海岸畑の柑橘類、宇和盆地の平野での水稻、旧野村町から旧城川町では栗や柚子、また野菜では旧野村町の胡瓜、旧城川町のトマト、そして旧宇和町ではイチゴやブドウ等の果物の栽培も行われています。近年、石油燃料や農業生産資材等の高騰により農家の経営を悪化させていることから、農業の省エネ、省コストへの対策が求められています。

b) 農業廃棄物バイオマス利用の現状・課題

市内には 2 ヶ所の搾汁施設があり、みかん搾汁残渣は主要な農業廃棄物バイオマスです。旧明浜町のあけはまシーサイドサンパーク株式会社と、旧三瓶町のみかめホールディング株式会社では、みかん搾汁残渣がそれぞれ 210 t /年ずつ発生しており、両施設の搾汁残渣は堆肥として処理されています。

また、旧城川町の株式会社城川ファクトリーでは栗と柚子の加工を行っていることから、一定量の廃棄物が発生していますが、多くの農業廃棄物は農地への還元や産業廃棄物として処理されるシステムが既に確立されており、バイオマスをエネルギー利用する場合は、資源量の確保が困難です。

(4) その他の廃棄物系バイオマス

a) 水産廃棄物バイオマス

旧明浜町、旧三瓶町で営まれている海面魚類養殖で生じた斃死魚は魚粉に加工されています。また、旧宇和町を中心に営まれている水産練製品製造業者から出る廃棄物は産業廃棄物として適正に処理されています。したがって、西予市では水産廃棄物バイオマスの対象はありません。

b) 下水汚泥、し尿処理汚泥の廃棄物系バイオマス

西予市では、下水汚泥、し尿、浄化槽汚泥が対象になります。下水汚泥に関しては、公共下水道施設が2施設、農業集落排水施設が10施設あり、公共下水道施設では脱水処理後に市外の産業廃棄物処理業者まで運搬し堆肥にしています。農業集落排水処理施設では小規模な5施設は西予市衛生センターへ搬入していますが、残りの5施設は、脱水処理後に市外の一般廃棄物処理業者まで運搬し堆肥にしています。

し尿、浄化槽汚泥は、西予市衛生センターで処理されており、その過程で生成された汚泥は脱水処理を行い、助燃剤として市外の一般廃棄物処理業者に搬出されています。現時点では、資源量も少ないことから、し尿等の廃棄物のバイオマス利用は行っていない。

c) 地域のローカルエネルギーに関する期待

ウクライナ戦争等の国際的な緊張の高まりから、燃油等のエネルギーの調達コストは従来にないほど高まっていることから、地域産業に与える影響が危惧されています。そこで、地域のエネルギーを活用することができれば、脱炭素と省コストを同時に達成することとなり、地域の産業振興にもつながると考えられます。

5.4 西予市のエネルギーに関する取り組み

5.4.1 再生可能エネルギー等の導入に関する支援制度

(1) 新エネルギー設備等導入費補助金制度

西予市では、市民の環境保全意識の高揚を図るとともに、地球温暖化を防止し、環境にやさしいまちづくりを推進するため、新エネルギー設備等導入費用の一部補助を実施しています。補助金の概要を表 5-5 に示します。

表 5-5 補助金の概要（新エネルギー設備等導入費）

補助対象システム	○ 家庭用燃料電池（※要件有り） ○ 家庭用リチウムイオン蓄電池（※要件有り）
補助対象者 （※全ての要件を 満たすこと）	○ 自ら居住する市内の住宅に補助対象システムを設置した者又は自ら居住するために市内に補助対象システム付きの住宅を購入した者 ○ 自ら電力会社と電灯契約を締結し、かつ、電力系統連系に係る承認等を得ていること ○ 同一住宅において、申請する本補助金の交付を市から受けていないこと
補助対象経費	○ 燃料電池ユニット、貯湯ユニット、電力変換装置、その他付属品 ○ 配線・配線器具の購入・据付、配管・配管器具の購入・据付ほか、本工事に付随する費用
補助金額	○ 家庭用燃料電池 補助対象経費の実支出額又は100,000円のいずれか 低い方の額（千円未満の端数は切り捨て ○ 家庭用リチウムイオン蓄電池 補助対象経費の実支出額又は75,000円のいずれか 低い方の額（千円未満の端数は切り捨て

出典：西予市ウェブサイト

(2) 市産木質ペレット購入費・燃焼機器購入費の補助

西予市では、市産材を活用した木質ペレットの利用拡大を図り、西予市バイオマスタウン構想の一環として地球環境に配慮した循環型社会の構築の一助とするため、西予市産木質ペレット購入費用及びペレット燃焼機器の一部を補助しています。補助金の概要を表 5-6、表 5-7 に示します。

表 5-6 補助金の概要（ペレット購入費）

補助対象者	○ 西予市内に住所を有する者 ○ 西予市内に事務所を有する個人又は法人
補助金額	○ 西予市産木質ペレットの購入に要した経費（消費税及び地方税相当額を含まない。）の2分の1以内 ○ 1,000円未満切り捨て

出典：西予市ウェブサイト

表 5-7 補助金の概要（燃焼機器購入費）

補助対象者	○ 本店が市内に所在し、ペレット燃焼機器のリース（市内に住所を有する者へのリース）又は販売を行う者
補助金額	○ ペレット燃焼機器のリース契約の金額又は販売額及び機器設置に係る経費（消費税及び地方税相当額を含まない。）の2分の1以内 ○ 機器1台あたり22万5,000円以内 ○ 1,000円未満切り捨て

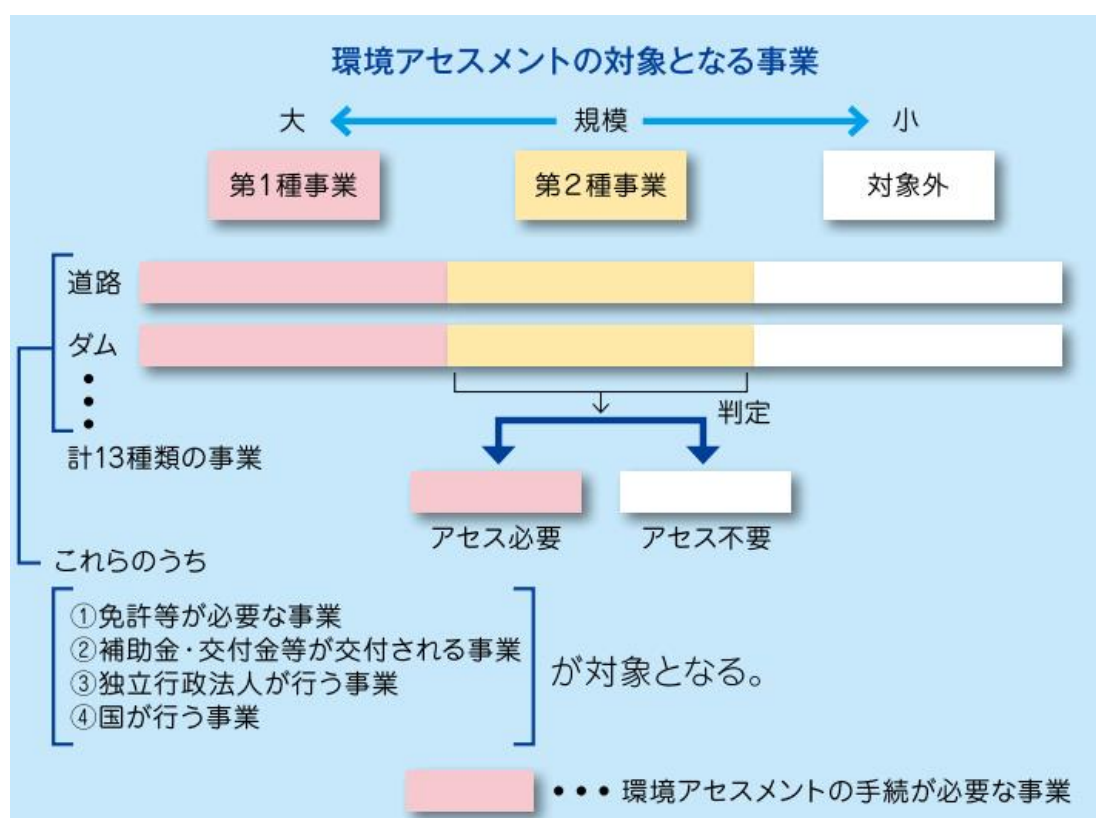
出典：西予市ウェブサイト

5.4.2 再生可能エネルギー発電施設の適正な設置及び維持管理に関する条例

西予市内で再生可能エネルギー発電施設の設置等を検討・計画する際には以下の3つの法及び条例が関与します。

- 環境影響評価法（平成9（1997）年6月）
- 愛媛県環境影響評価条例（平成11（1999）年3月）
- 西予市環境基本条例（令和2（2020）年1月）

このうち、環境影響評価法は図 5-27 に示す考え方をもとに環境影響評価実施の有無を判断します。また、愛媛県環境影響評価条例では一定の事業規模が定められており、その基準より大規模な事業は愛媛県の環境影響評価条例に該当し、環境影響評価を実施する必要があります。また、小規模な事業であったとしても地域住民との合意形成等の一環として、自主的に環境影響評価を実施することがあります（自主アセス）。



出典：環境省「環境アセスメント制度のあらまし」

図 5-27 環境影響評価（環境アセスメントの対象となる事業）の対象事業選定の考え方

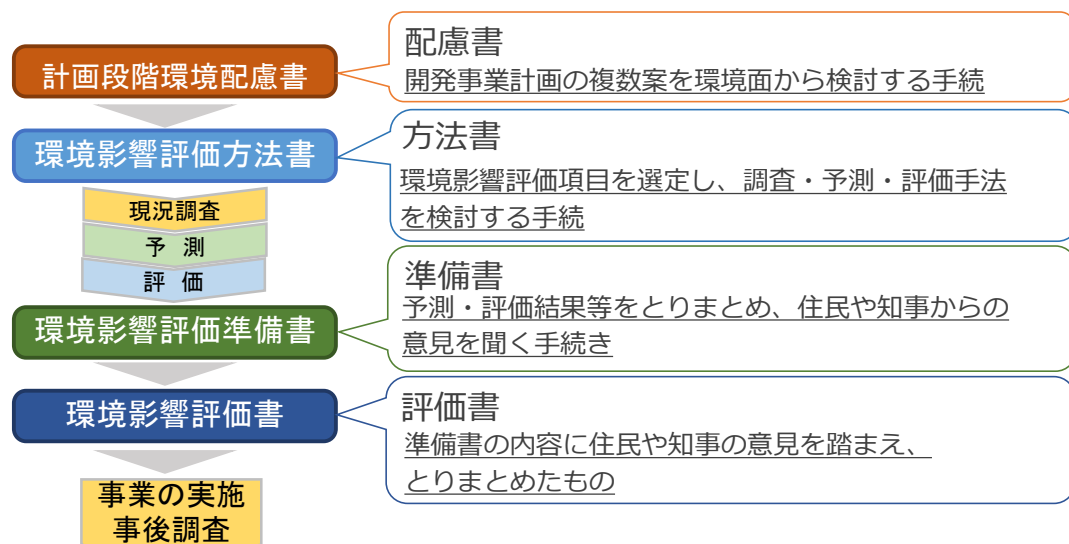


図 5-28 環境影響評価法及び愛媛県環境影響評価条例の手続きフロー

表 5-8 環境影響評価法及び愛媛県環境影響評価条例の対象事業規模

発電所	環境影響評価法の対象事業規模		愛媛県環境影響評価条例の対象事業規模
	第1種事業	第2種事業	
太陽光発電所	4万kW以上	3万kW以上	2万kW以上
風力発電所	1万kW以上	7,500kW以上	5,000kW以上
水力発電所	3万kW以上	2.25万kW以上	1.5万kW以上
地熱発電所	1万kW以上	7,500kW以上	地熱発電所は対象外
バイオマス発電所※	木質バイオマス：15万kW以上	木質バイオマス：11.25万kW以上	ごみ焼却：処理能力が50t/日以上 し尿処理：処理能力が300kL/日以上 木質バイオマス：7.5万kW以上

※バイオマス発電所は発電方式によって参照する項目が異なります。

表 5-9 西予市環境基本条例の概要

対象事業	○ 発電出力の合計が10kW以上のもの
禁止区域	○ 災害が発生する恐れが極めて高いと認められる区域 （土砂災害警戒区域・特別警戒区域等） ○ 自然環境及び景観、歴史・文化の保全が特に必要と認められる区域 （重要伝統的建造物群保存地区等） ※ 禁止区域を事業区域に含むことはできません。
抑制区域	○ 災害の防止、良好な自然環境、景観又は、歴史的、文化的価値、森林、農地等の保全のために配慮が必要と認められる区域 （国定公園・県立自然公園・特別鳥獣保護地区等） ※ 抑制区域を事業区域に含めないように努めてください。
適正な維持管理	○ 施設の設置後は、災害発生及び自然環境、景観、生活環境等に影響を及ぼさないように、施設及び事業区域内の点検を定期的に行う等、安全かつ良好な状態となるように維持管理に努めてください。 ○ 施設の維持管理に要する費用や施設の廃止に伴う撤去等の費用については、資金積立等の方法によって確保しておく必要があります。 ○ 売電を終了し施設を廃止する場合は、廃止の30日前までに市への届出が必要です。

出典：西予市ウェブサイト

第6章 ビジョンの基本方針と取り組み

6.1 基本方針

西予市では旧町ごとに地域特性が異なるため、各地域の特性に応じた再生可能エネルギーの活用が求められています。再生可能エネルギーの活用によって、温室効果ガス排出量や燃料費の削減、エネルギー自給率の向上や産業創出等の効果が期待され、これにより地域の課題解決につながると考えられます。したがって、本ビジョンでは2つの基本方針（図 6-1）を掲げるとともに、地域ごとに異なる特性を活かして課題解決につなげるため「沿岸部ゾーン」、「盆地ゾーン」、「山地ゾーン」の3つのゾーンに分け、再生可能エネルギーの活用に関する取り組みを設定します（図 6-2）。各ゾーンを中心にこれらの取り組みを検討し、将来的には西予市全体への普及を目指します。

6.1.1 基本方針①：地域特性を活かして「安心・安全な西予」へ

再生可能エネルギーの活用により非常時にもエネルギー供給が可能となるため、災害に強い地域づくりにつながります。西予市は地形や気候条件が地域によって異なるため、土砂災害等の自然災害が発生する可能性があり、平成30年7月豪雨では地域の孤立や停電等の被害を受けました。したがって、災害に備えた取り組みの一つとして再生可能エネルギーの活用を推進することで、安心・安全な西予市の実現を目指します。

6.1.2 基本方針②：地域特性を活かして「市民にも環境にも優しい西予」へ

再生可能エネルギーを活用することで、エネルギーの地産地消により産業振興や地域内経済循環等の様々な効果が期待されます。これにより、産業衰退や人口減少等の地域課題の解決につながると考えられます。そして、再生可能エネルギーを市内で普及させることで、温室効果ガス排出量の削減にもつながり地球温暖化対策へ貢献することができます。したがって、地域特性を活かした再生可能エネルギーの活用を推進することで市民が暮らしやすく、また環境にも優しい西予市の実現を目指します。

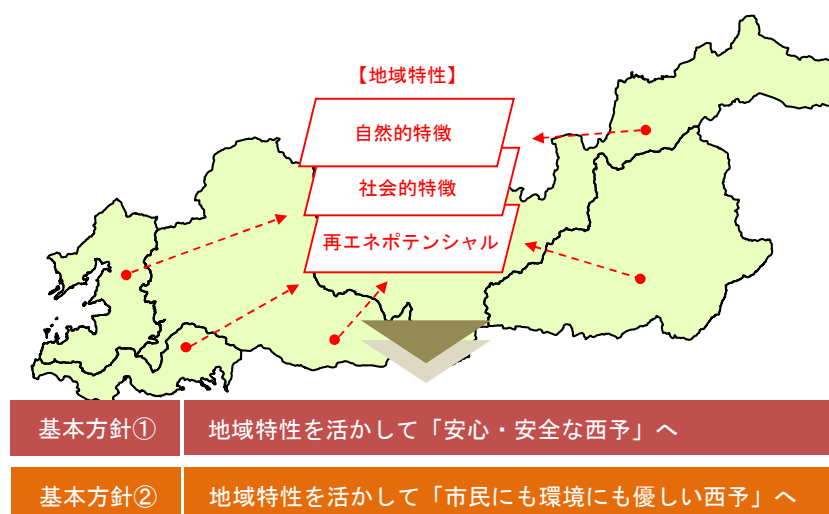


図 6-1 基本方針のイメージ図

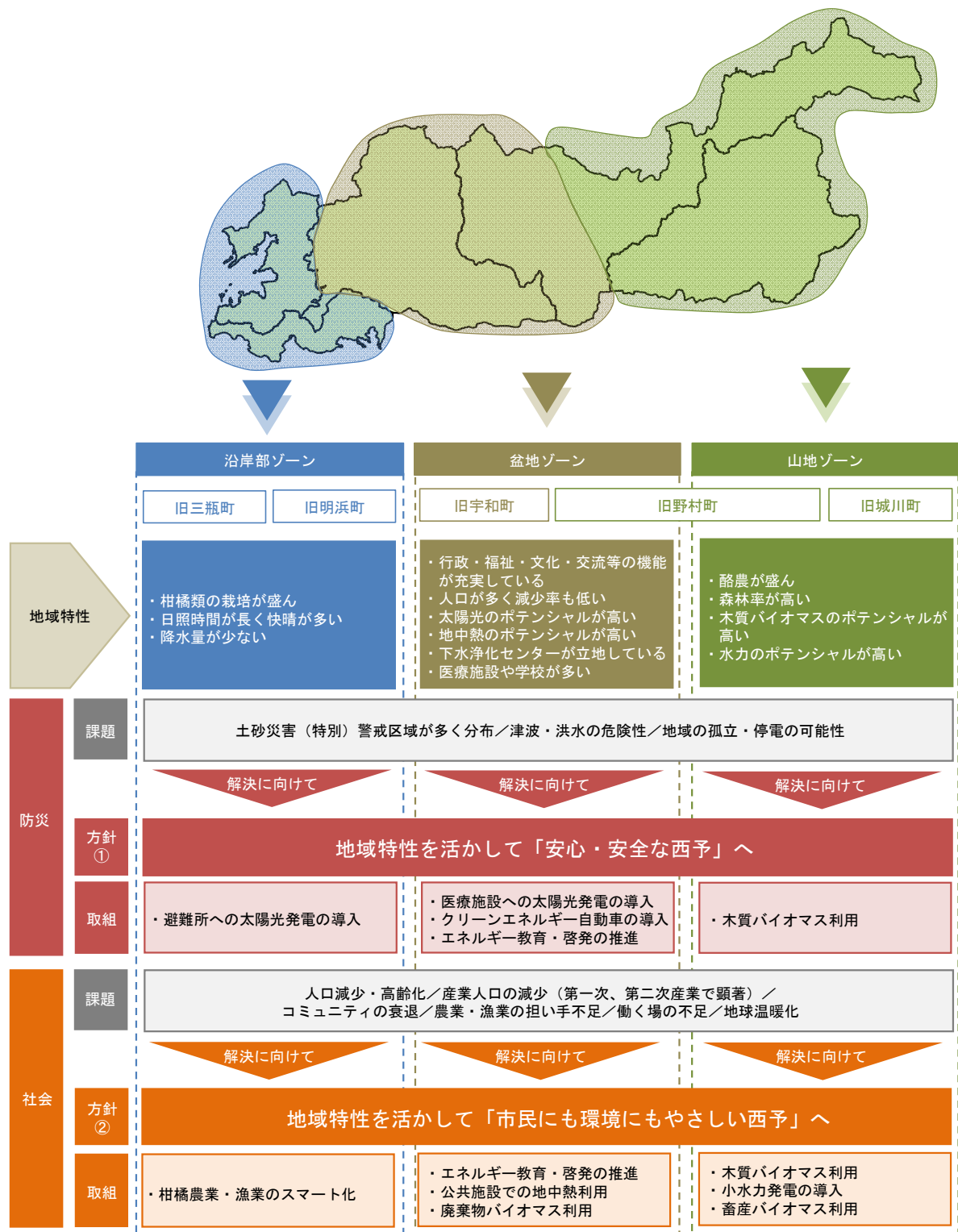
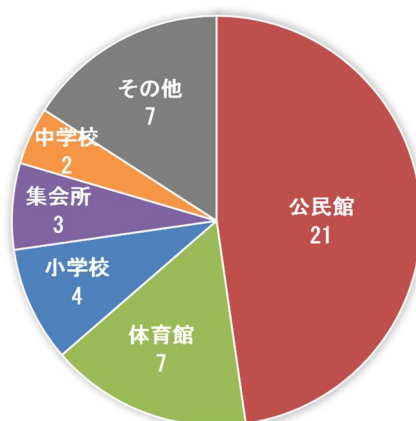


図 6-2 ゾーン別の取り組み

6.2 沿岸部ゾーンの取り組み

6.2.1 避難所への太陽光発電の導入 基本方針①

旧明浜町、旧三瓶町には 44 箇所の指定避難所があり、これらの施設に太陽光発電設備と蓄電池を導入することで非常用電源としての活用を検討します。沿岸部ゾーンでは、主に公民館や体育館、小学校等の施設が指定避難所である（図 6-3）ことから、平時の日中は日照が長い特性を活かすことで、太陽光発電の発電電力を利用します。また、夜間は蓄電池から放電することで施設の電力を賄います。そして、このシステムにより非常時にも電力供給が可能となることから、避難してきた市民の生活を支えることができます。なお、この取り組みは沿岸部ゾーンを中心に検討し、将来的には西予市全体への普及を目指します。また、西予市では、明浜小学校と三瓶小学校の 2 ヶ所の避難所において既に太陽光発電設備が導入されています。

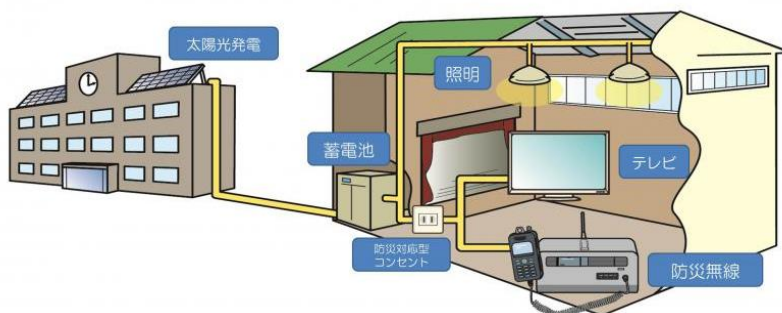


出典：西予市ウェブサイトを基に作成

図 6-3 旧明浜町、旧三瓶町の指定避難所数

【取り組み事例】

宮城県仙台市では指定避難所等への防災対応型太陽光発電システム等の導入を推進しています。東日本大震災において、電気・ガス・ガソリン等の供給が断絶し、避難所運営などの初期対応においてさまざまな不都合が生じた経験を踏まえ、市内の指定避難所等 198 ヶ所に太陽光発電と蓄電池を組み合わせた「防災対応型太陽光発電システム」を導入しています。



出典：仙台市ウェブサイト

図 6-4 防災対応型太陽光発電システムのイメージ図

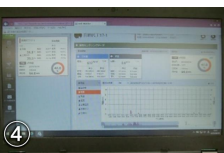
6.2.2 柑橘農業・漁業のスマート化 基本方針②

農業や漁業のスマート化とは、これらの産業においてロボット技術や情報通信技術を活用して、省力化・精密化等を推進することです。沿岸部ゾーンでは、柑橘栽培や漁業が盛んである一方で、その担い手不足が課題となっています。そこで、スマート農業やスマート漁業を導入することにより、農作業、養殖業等の効率化による省エネルギー効果や軽労化、新規就業者の確保や技術力の継承等が期待されます。なお、西予市では柑橘農業や漁業のスマート化の取り組み実績はありません。

【取り組み事例：柑橘農業のスマート化】

八幡浜市では未来型柑橘生産に向けたスマート農業実証プロジェクトが実施され、気象ロボット、アシストスーツ、AI 選果機、経営・栽培管理システムの導入効果が検証されました。スマート農業の導入により収量の増加や、選果作業、除草作業等に要する時間の大幅削減の可能性が示されました。

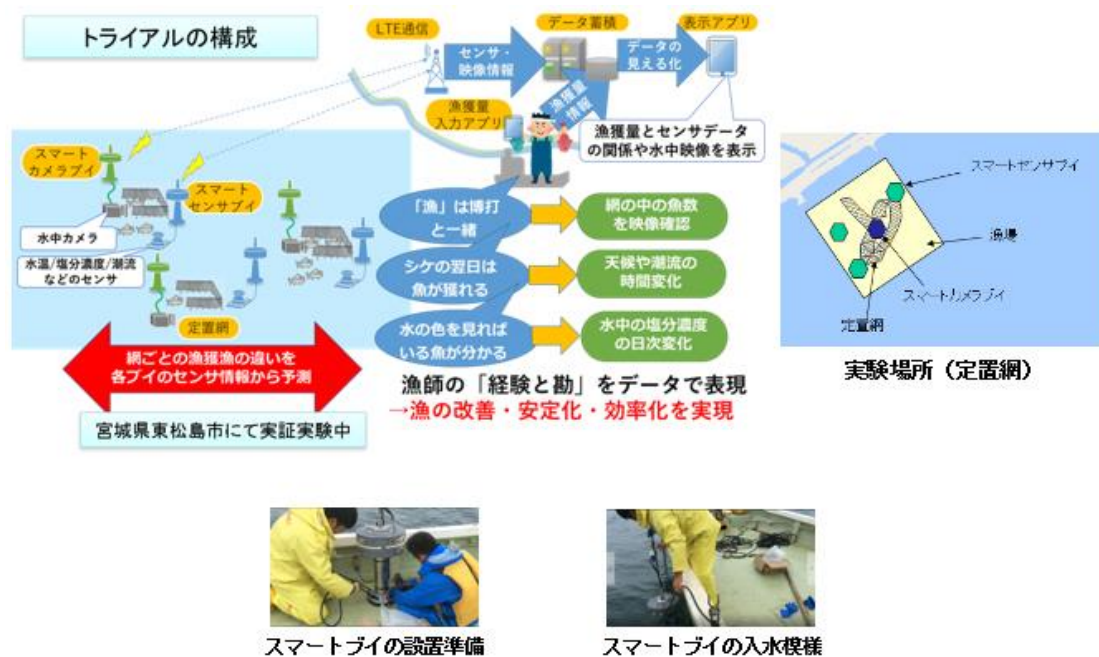
表 6-1 スマート農業実証プロジェクト（八幡浜市）

写真	実証技術	実証結果
	気象ロボット	気象ロボットで圃場環境データをモニタリングし、データに基づく栽培管理で、実証農家の 10 a 当たり収量は平成30（2018）年に比べて温州みかんで 14%増加、甘平で 32%増加しました。
	アシストスーツ	簡易アシストスーツは、園地内での資材運搬時等に、疲労度軽減率が13.8%と比較的高い評価が得られました。
	AI 選果機	階級、腐敗、スリップス、着色の判別精度は100%だった一方で、生傷の判別精度には課題が残ったとの報告です。年間労働時間は、AI選果機導入により126.2時間（うち選果・出荷時間は 4.2 時間）に削減されました。
	経営・栽培管理システム	経営・栽培管理システムに蓄積された圃場環境データ、経営データ等から栽培管理に最適な面積をシミュレーションした結果、収益が向上し労働時間は削減されました。

出典：農林水産省ウェブサイトを基に作成

【取り組み事例：漁業のスマート化】

宮城県東松島市では、「スマート漁業モデル推進コンソーシアム」が立ち上がり、水中の魚の状態がリアルタイムでわかるスマートカメラブイや、水温・塩分濃度等を測定しデータ蓄積を行っているスマートセンサブイが導入され、これらの測定データに基づいた養殖業が実施されています。これにより、「勘と経験による漁業」から「データによる漁業」へ転換され、漁の安定化や効率化が実現されています。



出典：KDDI株式会社ウェブサイト

図 6-5 漁業のスマート化のイメージ図

6.3 盆地ゾーンの取り組み

6.3.1 医療施設への太陽光発電の導入 基本方針①

盆地ゾーンは最も人口が多く、西予市の中でも中心的な地域であることから、行政、福祉等の機能が充実しており、医療施設も多く立地しています。特に、市立野村病院は市内の救護病院となり、非常時には多くの市民の利用が想定されます。そこで、盆地ゾーンの高い太陽光発電ポテンシャルを活かし、これらの医療施設に太陽光発電と蓄電池を導入することが考えられます。太陽光発電と蓄電池を導入することで、燃料を使用する従来の非常用発電設備の燃料使用量を削減することが可能となり、人工呼吸器等の患者の生命に関わる医用電気機器を停電時にも、より長く稼働できるようになります。なお、西予市の医療施設のうち、市立西予市民病院において太陽光発電設備が導入されています。

【取り組み事例】

市立西予市民病院は屋上に 100kW の太陽光発電設備を整備することで、平時にも非常時にも利用できるエネルギー源としています。



出典：市立西予市民病院ウェブサイト

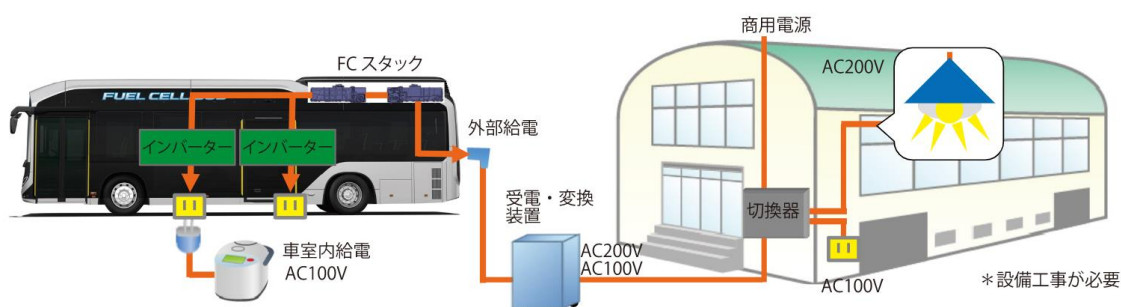
図 6-6 市立西予市民病院の太陽光発電利用

6.3.2 クリーンエネルギー自動車の導入 基本方針①

一定規模のバッテリーを持つクリーンエネルギー自動車（電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車等）は、外部電源装置を利用することで、家庭や避難所へ電力供給が可能な動く蓄電池として機能します。盆地ゾーンでは行政機能が充実していることから、公用車やバス等をクリーンエネルギー自動車とすることで、非常時にも防災対応等を継続的に実施することができます。なお、西予市ではクリーンエネルギー自動車の導入実績はありません。

【取り組み事例】

東京 BRT 株式会社（千葉県市川市）では大容量外部電源供給システムを採用した燃料電池バスを導入することで、高出力（9kW）かつ大容量（235kWh）の電力供給の能力を備え、災害などによる停電時に、学校体育館などの避難所での電源供給を可能としています。



出典：東京BRT株式会社ウェブサイト

図 6-7 大容量外部電源供給システムを使った電力供給のイメージ図

6.3.3 エネルギー教育・啓発の推進 基本方針① 基本方針②

再生可能エネルギーの活用による地球温暖化対策や地域への便益、非常時の役割等について、一般的には認知されていない可能性があります。盆地ゾーンは小中学校等の公共施設が多く立地していることから、学生に向けた環境学習や、地域への勉強会、防災イベント等の取り組みとして再生可能エネルギーの普及活動を率先して実施することで、市民の再生可能エネルギーに関する理解促進や防災意識、環境意識の向上が期待されます。

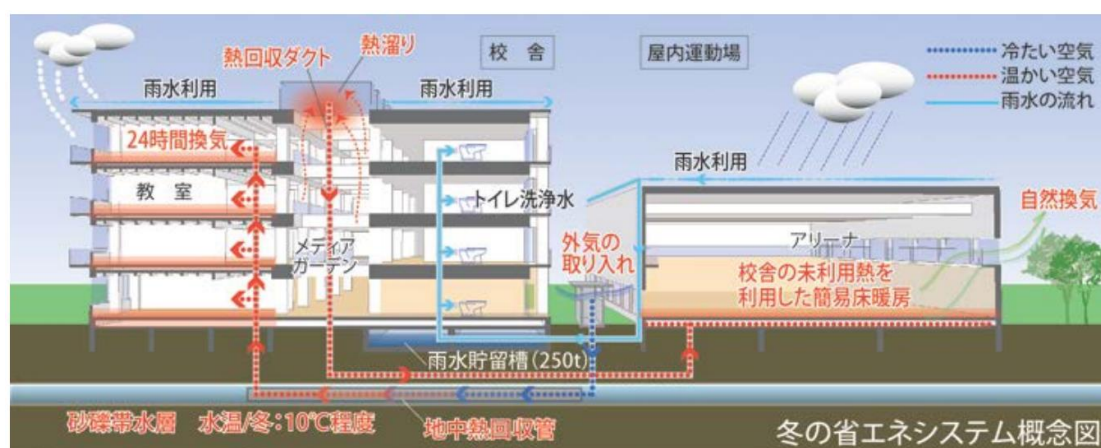
また、このような取り組みを市内でも中心的な地域である盆地ゾーンで率先的に実施することで、沿岸部ゾーンや山地ゾーンへの取り組みの普及にもつながり、市全体での再生可能エネルギー活用体制の構築に寄与します。なお、西予市では年間 58 件（令和元（2019）年度）の防災訓練等が行われている一方で、エネルギーに関する講演会等は開催されていません。

6.3.4 公共施設での地中熱利用 基本方針②

盆地ゾーンは西予市の中で最も地中熱のポテンシャルが高く、公共施設も多く立地していることから、これらの施設への地中熱システムの導入を検討します。公共施設において率先して地中熱システムを導入し、二酸化炭素削減効果や経済効果を示すことで、市民のエネルギー構造高度化への理解促進や再生可能エネルギーの普及・啓発につながると考えられます。また、西予市は冬季には積雪の可能性があることから、地中熱を公共施設や道路等の融雪用に活用することで施設利用者の快適性にも貢献します。なお、西予市の公共施設では地中熱利用システムの導入実績はありません。

【取り組み事例①】

釜石市立釜石中学校（岩手県釜石市）では、地中熱利用システムを冷暖房用として使用することで、年間約 20 t- CO_2 の CO_2 排出量削減や年間約 60 万円の光熱費の削減を実現しています。

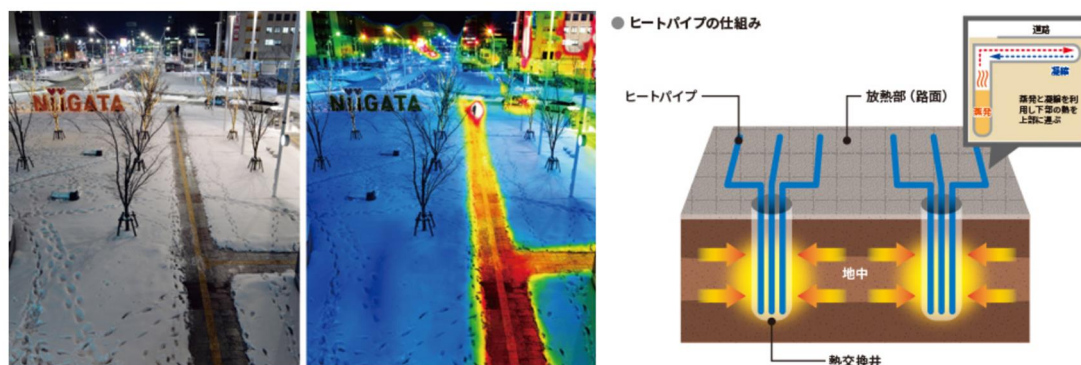


出典：国立教育政策研究所文教施設研究センター「学校施設における再生可能エネルギー活用事例集」

図 6-8 地中熱システム概念図（冬季）

【取り組み事例②】

新潟駅南口広場（新潟県新潟市）では、メンテナンスが不要な地中熱ヒートパイプ融雪システムを導入することで、冬の降雪時でも快適な歩行者空間を確保しています。



出典：環境省ウェブサイト

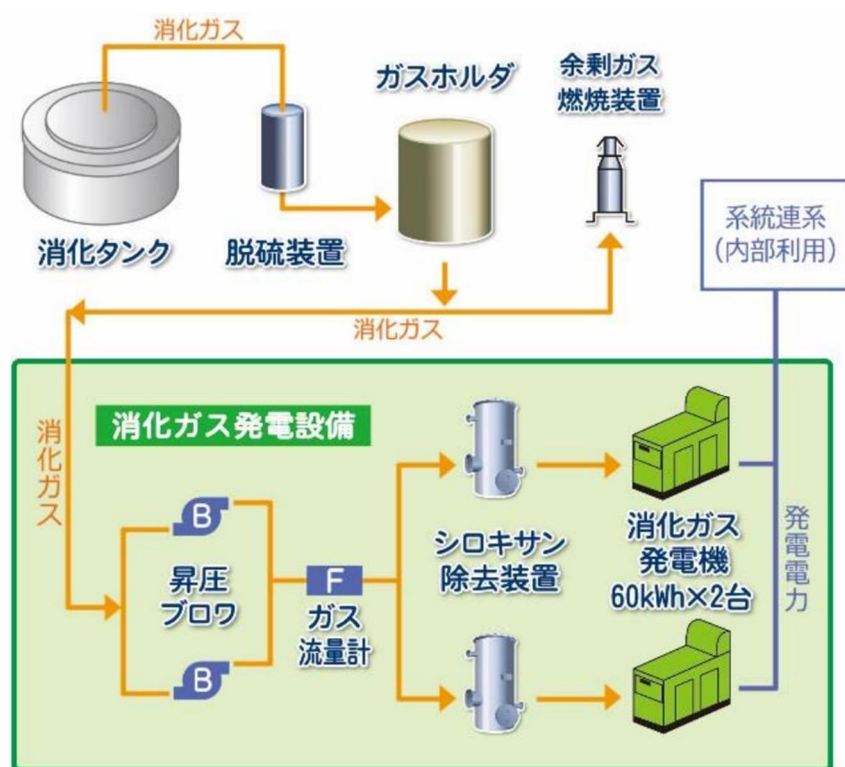
図 6-9 新潟駅南口広場の融雪範囲（左）とヒートパイプの仕組み（右）

6.3.5 廃棄物バイオマス利用 基本方針②

盆地ゾーンには2ヶ所の公共下水道施設（宇和浄化センター、野村浄化センター）が立地していることから、これらの施設から排出される下水汚泥のエネルギー利用を検討します。これにより、長期的かつ安定的なエネルギーの地産地消や温室効果ガス排出量の削減が可能となるだけでなく、発電した電力の売電収入を下水道事業費に充てることで経営改善につながる可能性もあります。なお、西予市の公共施設では廃棄物バイオマスをエネルギー利用している実績はありません。

【取り組み事例】

今治市下水浄化センターではガスエンジン方式の発電システムを導入し、発電した電力を施設内で賄うことで化石燃料由来の電力使用量を20%削減しています。また、これにより年間431t-CO₂の二酸化炭素排出量の削減につながっています。



出典：消化ガス発電設備（今治市ウェブサイト）を基に作成

図 6-10 今治市下水浄化センターの発電システム

6.4 山地ゾーンの取り組み

6.4.1 木質バイオマス利用

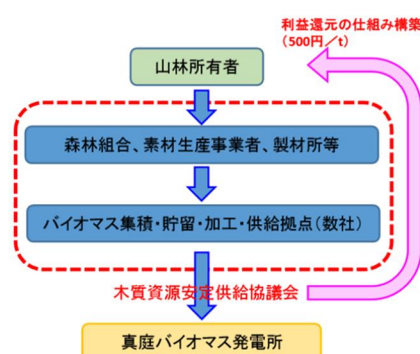
基本方針①

基本方針②

山地ゾーンは市内でも特に森林率が高く、木質バイオマスのポテンシャルが高い地域です。そこで、山地ゾーンで木質バイオマスをエネルギー利用することで、地球温暖化の対策になることに加え、木材需要の増加により雇用創出につながる等、地域課題の解決に貢献することが期待されます。さらに、特に冬季の気温が低い山地ゾーンにおいて地域の孤立や燃料が途絶した場合でも、熱や電気の供給が可能となります。なお、西予市では森林資源を用いて、主にペレット等の製造が行われています。

【取り組み事例①】

岡山県真庭市では地域の山林や製材所から発電用の木材を安定して供給できる体制が整っており、真庭バイオマス発電所では年間 7450 万 kWh の電力を売電し、23 億円の売電収入を得ることにより、15 年間で投資回収できる収支計画となっています。



出典：自然エネルギー財団「バイオマス発電を支える地域の木材と運転ノウハウ」

図 6-11 真庭バイオマス発電所（左）と燃料調達の仕組み（右）

【取り組み事例②】

会津高原リゾート（福島県南会津町）では間伐材を用いた熱電供給システムを導入することで、緊急災害発生時にも約4日間、熱と電気の供給が可能となっています。



出典：内閣官房「国土強靱化 民間の取り組み事例集」

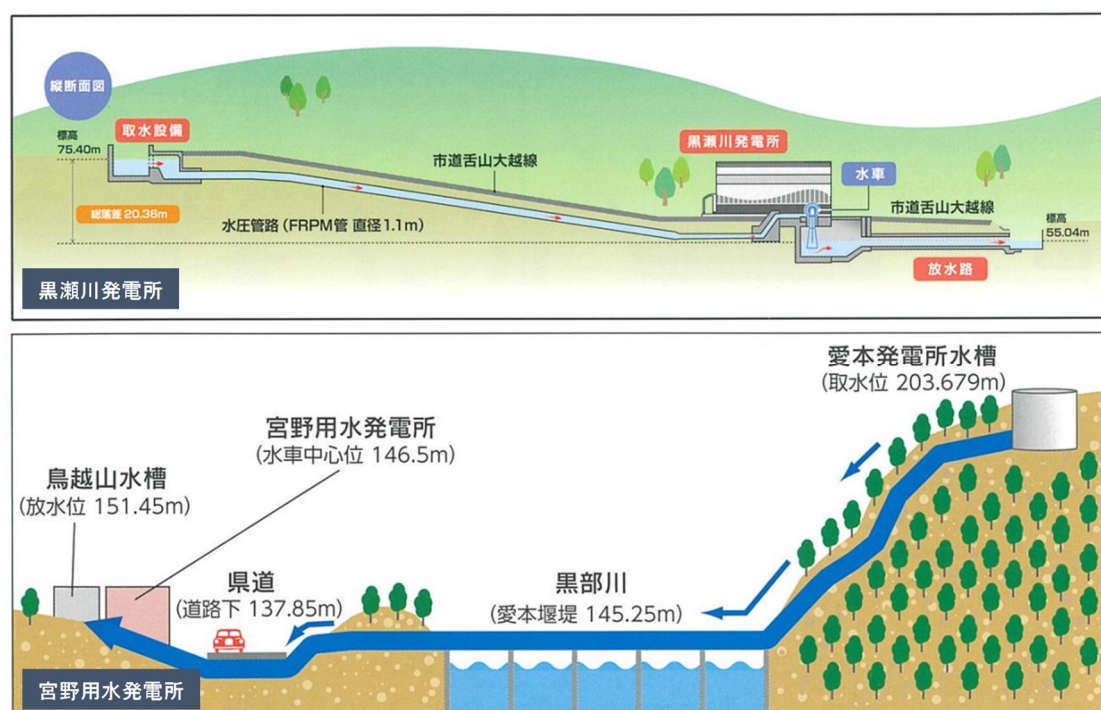
図 6-12 会津高原リゾートの熱電併給システム

6.4.2 小水力発電の導入 基本方針②

山地ゾーンは豊富な水資源を有しており、水力発電のポテンシャルも高い地域です。また、小水力発電は技術者や設備の保守管理業者が必要となるため、雇用が創出され地域活性化につながります。したがって、山地ゾーンに水力発電を導入することで、この地域の課題である「働く場の不足」の解決策になることが期待されます。さらに、売電収入を地域施設の維持管理費等として活用することで、地産地消の実現と地域活性化にもつながると考えられます。なお、西予市には四国電力株式会社が所有している船渡発電所と、国土交通省が所有している野村ダムの水力発電所が設置されています。

【取り組み事例】

富山県黒部市では小水力発電所（黒瀬川発電所・宮野用水発電所）の建設・運営により、低炭素社会づくりの推進を図るとともに、発電で得られた収益を土地改良施設の維持管理費として活用しています。黒瀬川発電所では、南川用水から黒瀬川へと変わる地点から取水し、市道舌山大越線の落差を活用することで発電しています。また、宮野用水発電所では、黒部川の愛本発電所水槽から取水し、県道の下を流れた水を用いて発電しています。



出典：黒部市ウェブサイトを基に作成

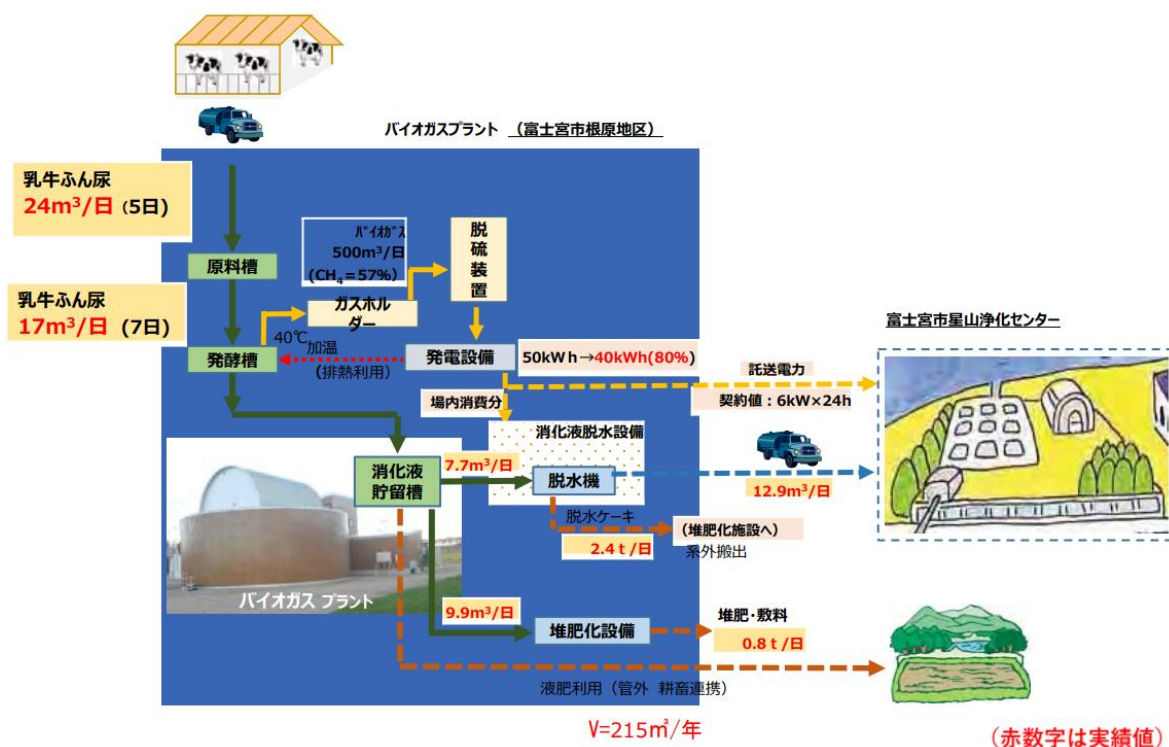
図 6-13 富山県黒部市の小水力発電所（黒瀬川発電所・宮野用水発電所）

6.4.3 畜産バイオマス利用 基本方針②

山地ゾーンは畜産が盛んであることから、糞尿等のバイオマス発電が考えられます。バイオマス発電による売電収入を畜産関連施設の維持費等に充てることで、畜産業の振興につながると考えられます。また、発電した電力を地域内で使用することで、化石燃料の削減等にも貢献することが期待されます。ただし、現在、家畜から発生する糞尿は堆肥化されていることから、発電利用においては原料の確保が課題となります。

【取り組み事例】

富士開拓農業協同組合（静岡県富士宮市）では、21 軒の酪農家から提供された糞尿（合計 350 頭分）を活用してバイオマス発電を行っています。なお、プラントで発電された電気は、富士宮市星山浄化センターで利用されています。



出典：農林水産省「家畜排せつ物のメタン発酵によるバイオガスエネルギー利用」

図 6-14 富士開拓農業協同組合による畜産バイオマス利用

第7章 新規事業の検討

7.1 検討の概要

基本方針に対応する取り組みのうち、現状で未利用なエネルギーで、年間を通したエネルギー供給量の変動が小さく比較的安定した供給が可能と考えられるものについて、導入効果、環境影響を検討します。検討した取り組みと対応する基本方針、ゾーンを表7-1に示します。

表 7-1 検討した取り組み

ゾーン	基本方針	取り組み
沿岸部	基本方針①	避難所への太陽光発電の導入
盆地	基本方針②	公共施設での地中熱利用
盆地	基本方針②	廃棄物バイオマス利用
山地	基本方針① 基本方針②	木質バイオマス利用
山地	基本方針②	小水力発電の導入

基本方針①：地域特性を活かして「安心・安全な西予」へ

基本方針②：地域特性を活かして「市民にも環境にも優しい西予」へ

7.2 避難所への太陽光発電の導入

7.2.1 検討の概要

沿岸部ゾーンの指定避難所のうち、太陽光発電設備の設置が可能であり、電気使用量が多いことから電力の地産地消が期待される施設として、西予市役所明浜支所（以下、明浜支所）が挙げられます（図 7-1）。施設概要を表 7-2 に示します。

災害時に周辺住民の避難先となる避難所は、建物が被災しないことはもちろん、エネルギー供給が断絶しない対策を施す必要があります。明浜支所は、南海トラフ地震への対応を考慮して高台へ建設された建物であり、津波による浸水の可能性は低いと考えられます。そこで、ここでは明浜支所を、災害時にも最低限のエネルギー供給が可能な施設とするため、太陽光発電設備と蓄電池を導入することを検討します。



出典：西予市ウェブサイト

図 7-1 明浜支所の写真・位置・浸水深

表 7-2 施設概要

項目	情報	項目	情報
住所	明浜町高山甲 3420	使用想定災害	土石流・崖崩れ・洪水・津波・高潮
竣工	令和元（2019）年	収容人数	49 人
構造	RC	施設面積	99 m ²

7.2.2 発電量の推定

(1) 太陽光発電設備の配置

太陽光発電設備が設置可能と考えられる箇所として、駐車場と屋上が挙げられます。しかしながら、駐車場は職員による利用や非常時における車両の搬入等のスペースを確保する必要があることから、屋上への設置を想定しました（図 7-2）。また、パネル間の離隔等を考慮したうえで、屋上への太陽光発電設備の設置を想定した結果、容量は 43.9kW となりました。なお、屋上は非常時の避難場所となっていることから、嵩上げによりスペースを確保する必要があります。



※) 空中写真は平成24（2012）年のものである

図 7-2 太陽光発電設備の設置イメージ

(2) 推定式

以下の式により時間別の発電量を推定し、これを合算することで月別と年間の発電量としました。

発電量（kWh/時間）

$$\begin{aligned} &= \text{総合設計係数}^{※1)} \times \text{出力（43.9 kW）} \times \text{時間別傾斜面日射量（kWh/時間/m}^2\text{）}^{※2)} \\ &\quad \div \text{標準試験条件における日射強度（1.0 kW/m}^2\text{）}^{※3)} \end{aligned}$$

※1) 気象庁ウェブサイト、一般社団法人太陽光発電協会「太陽光発電システムの設計と施工 改訂5版」をもとに設定

※2) NEDO日射量データベース閲覧システムより宇和島観測所の値を使用

※3) 一般社団法人太陽光発電協会「太陽光発電システムの設計と施工 改訂5版」を参照

(3) 発電量の推計結果

月別の発電量の推定結果と明浜支所の令和3（2021）年度における電気使用量との比較結果を図 7-3 に示します。その結果、どの月においても電気使用量が発電量を上回ったことから、発電した電気を全て自家消費することが可能と考えられます。

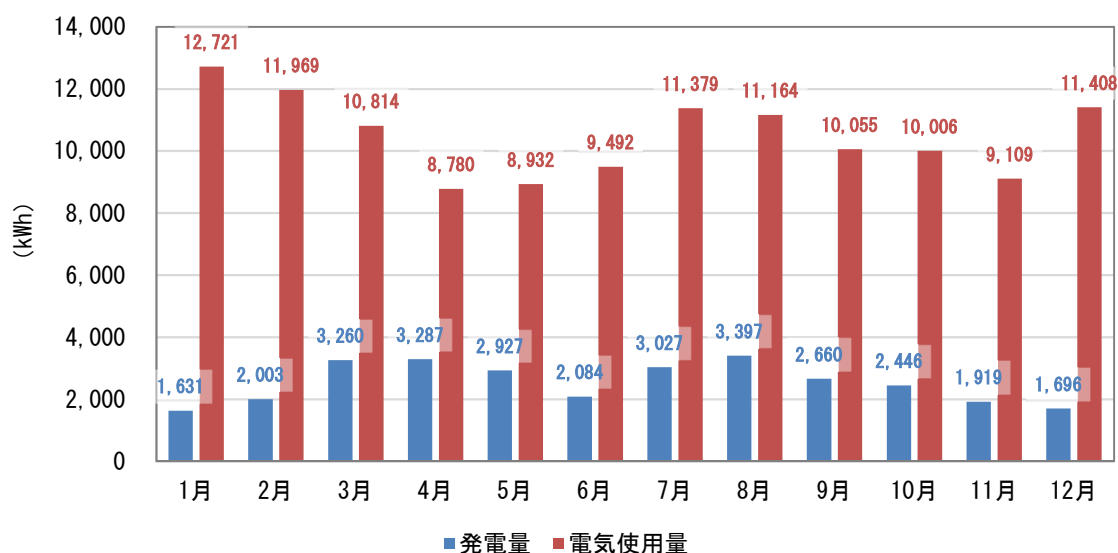


図 7-3 発電量と電気使用量の比較

7.2.3 導入効果

(1) 検討の仮定

導入効果（費用対効果、CO₂削減量）を検討するにあたっての仮定を表 7-3 に示します。なお、図 7-3 より、電気使用量が発電量を上回っていることから、発電した電気を全て自家消費することを想定しました。

表 7-3 検討の仮定

項目	設定	仮定
導入設備	太陽光発電設備（43.9kW）	屋上に設置
	蓄電池（66.5kWh）	発電困難時（夜間・雨天時等）においても、災害時に最低限必要な電力を2日間供給可能な容量
発電困難時の電気供給可能日数	2 日	太陽光発電設備の発電量を考慮
想定避難人数	49 人	施設の収容人数

(2) 検討結果

導入効果の検討結果を表 7-4 に示します。イニシャルコストを、利益（電気代削減額－ランニングコスト）によって回収するために要する年数は37年となりました。太陽光発電設備と蓄電池を設置する際には補助金等を活用し、イニシャルコストを下げることによって、投資回収年を早めることが可能と考えられます。また、現状で使用されている電気の削減に伴うCO₂削減量は14.7t-CO₂/年となりました。

表 7-4 導入効果

		明浜支所
発電量 (kWh/年)		30,335
支出	イニシャルコスト (円)	17,466,500
	太陽光発電設備 (円) ※1)	12,811,500
	蓄電池 (円) ※2)	4,655,000
	ランニングコスト (円/年) ※3)	210,600
収入	電気代削減額 (円/年) ※4)	686,734
利益	電気代削減額 (円/年)	476,134
	－ランニングコスト (円/年)	
投資回収年 (年)		37
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)		14.7
発電困難時の電気供給可能日数 (日)		2
想定避難人数 (人)		49

※1) 292,000円/kWh（経済産業省「令和4年度以降の調達価格等に関する意見」）と仮定

（パネル・パワーコン・架台・その他機器・工事費・設計費・接続費を含む）

※2) 70,000円/kWh（経済産業省「定置用蓄電システムの目標価格および導入見通しの検討」）と仮定

（工事費を含む）

※3) 4,800円/kWh（経済産業省「令和4年度以降の調達価格等に関する意見」）と仮定

※4) 明浜支所における令和3（2021）年の実績値

7.2.4 環境影響の検討

(1) 検討地域の特徴

明浜支所に太陽光発電設備を導入する際に生じる可能性がある環境への影響について、周辺の特徴を踏まえて検討を行いました（表 7-5）。

表 7-5 明浜支所周辺の特徴

項目	特徴
周辺民家の分布	南方向に住宅が密集している。また、同敷地内に西予総合福祉会高山保育園が位置している。
工事用車両のアクセス路	国道 378 号を介して住宅地内にある道路を工事用車両のアクセス路として使用することが想定される。
周辺の土地利用	南方向は住宅地、北部は果樹園や耕作地、それ以外は山に囲まれている。

(2) 一般的な太陽光発電設備の設置に伴う環境影響

他事例における太陽光発電設備の設置に係る環境影響評価書や意見書等を参考に、一般的な太陽光発電設備の設置に伴う環境影響を整理しました（表 7-6）。

表 7-6 一般的な太陽光発電設備の設置に関する環境への影響項目

項目	影響内容
騒音	【工事の実施】 建設機械の稼働に伴う騒音により、周辺の生活環境に影響を及ぼす可能性がある。 【供用後】 蓄電池の稼働に伴う騒音により、周辺の生活環境に影響を及ぼす可能性がある。
反射光	【供用後】 太陽光パネルの反射光により、周辺の生活環境に影響を及ぼす可能性がある。
動物	【工事の実施】 太陽光発電所を建設するにあたり、希少動物の生息環境を縮小させる可能性がある。
植物	【工事の実施】 太陽光発電所を建設するにあたり、希少植物の生育環境を縮小させる可能性がある。
生態系	【工事の実施】 太陽光発電所を建設するにあたり、周辺の生態系（特に生態系の上位に位置する猛禽類等）に影響を及ぼす可能性がある。

出典：経済産業省「太陽光発電事業に関する環境影響評価について」

株式会社 一条メガソーラー「一条メガソーラー事業に係る計画段階環境配慮書の概要」

株式会社そら'w「長野県佐久市そら発電所（仮称）事業に係る環境影響評価方法書」

株式会社Loop「諏訪市四賀ソーラー事業（仮称）環境影響評価手続き 準備書説明」

(3) 想定される環境影響

明浜支所周辺の土地利用や自然環境、周辺民家の分布と一般的な太陽光発電設備の設置に伴う環境影響を考慮して、明浜支所に太陽光発電設備を設置した際に想定される環境影響を整理しました（表 7-7）。

表 7-7 想定される環境影響

項目	影響内容
騒音	【工事の実施】 建設機械の稼働に伴う騒音により、周辺の保育園等における生活環境に影響を及ぼす可能性がある。 【供用後】 周辺の土地利用状況や発電設備の規模から影響はないと考えられる。
反射光	【供用後】 太陽光パネルの反射光が、眩しさや室内の温度上昇等の影響を及ぼす可能性がある。また、周辺には多くの民家が立地していることから、影響を及ぼす可能性がある。
動物	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。
植物	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。
生態系	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。



図 7-4 明浜支所に太陽光発電所を導入した際に懸念される環境影響

7.3 公共施設での地中熱利用

7.3.1 検討の概要

旧宇和町は、中心を肱川が流れ、周囲の山地とで形成した扇状地にあり、地下水の流れが豊富であると予想されます。そのため、同地区にある西予市立宇和中学校（以下、宇和中学校）は地中熱ポテンシャルが高い地点にあります（図 7-5）。そこで、宇和中学校において地中熱利用システムの導入事業を検討します。

地中熱利用システムでは、システムが稼働することにより、地中の熱環境が随時変化する的同时に、そのシステムが吸放熱する熱量に応じて、地中に蓄熱していく特徴があります。そこで、1時間毎に建物の熱負荷ならびに地中の熱環境を実際に近い形で想定し、数年間分のシミュレーションを行いました。シミュレーションは、環境省の「地中熱利用にあたってのガイドライン」の性能評価ツールである「Ground Club」を利用しました（図 7-6）。

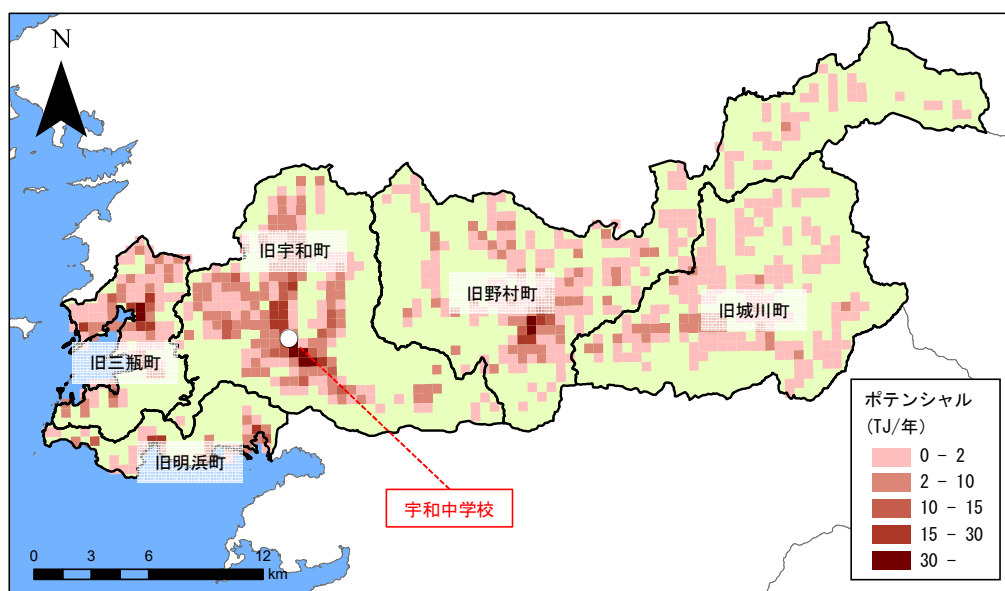


図 7-5 宇和中学校の位置

GSHP設計・性能評価ツール
「Ground Club」

- ◇時間毎熱負荷に応じた超高速計算
- ◇ユーザーフレンドリーな入出力
- ◇円筒表面熱流境界の温度応答理論解の重ね合わせによる計算

(GroundClubインターフェース)

(地中熱交換井周辺の熱移動の基礎方程式)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{(\rho C)} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$

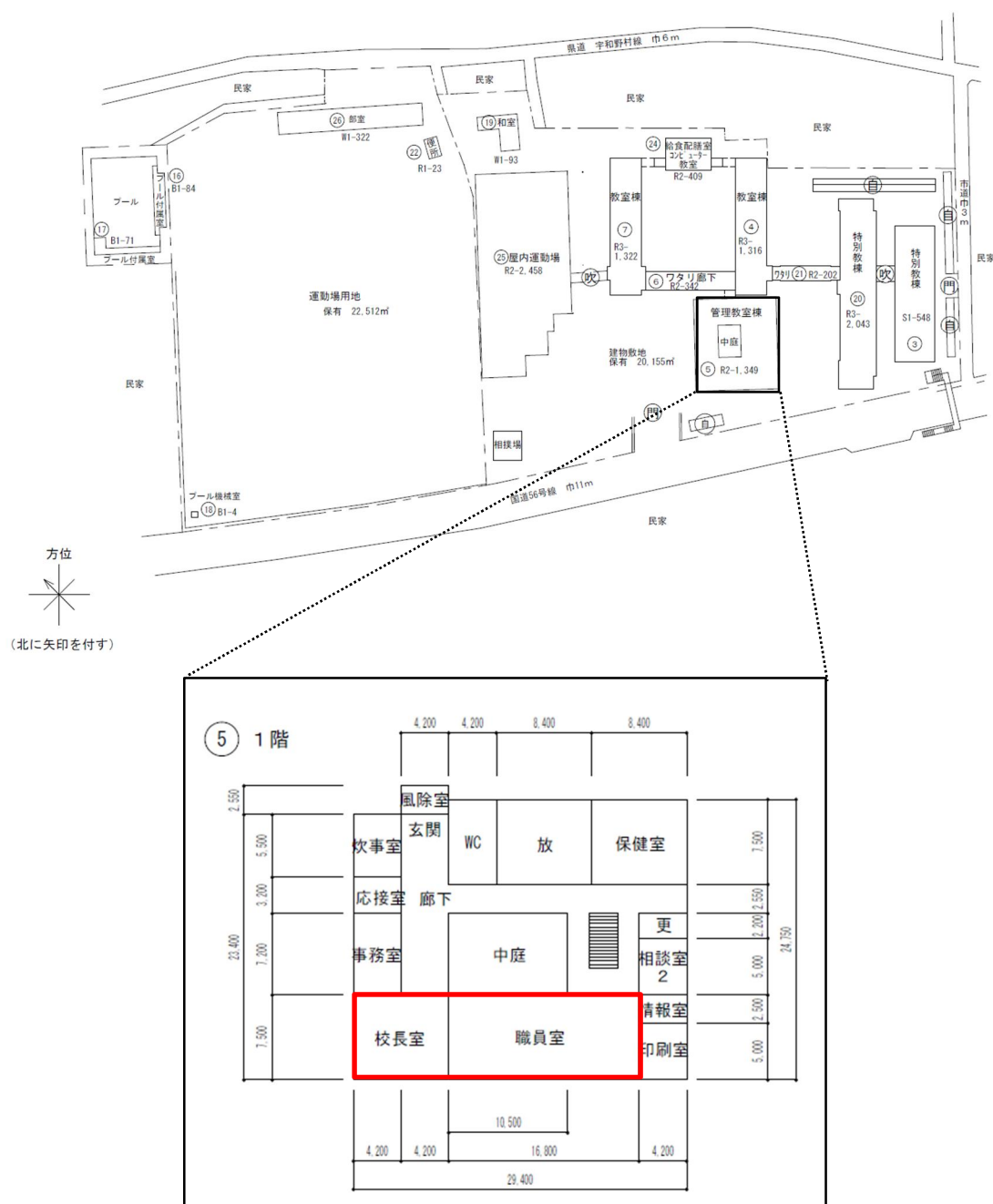
T : 土壌の温度[℃]
 t : 時間[h]
 r : 半径[m]
 λ : 地層の平均熱伝導[W/m/K]
 $\Rightarrow$ 「**地層の熱伝導率**」
 ρC : 地層の平均体積熱容量[kJ/m³/K]
 $\Rightarrow$ 「**地層の体積熱容量**」

図 7-6 Ground Clubの概要

7.3.2 条件設定

(1) 空調対象の選定

地中熱利用システムの特徴は、導入にかかるイニシャルコストは高い一方で、ランニングコストを抑えられる点です。その特徴を活かすため、学校の各部屋の中で、比較的使用時間が長いと予想される職員室と校長室を空調対象とします（図 7-7）。また、検討する地中熱利用システムのイメージ図を図 7-8 に示します。



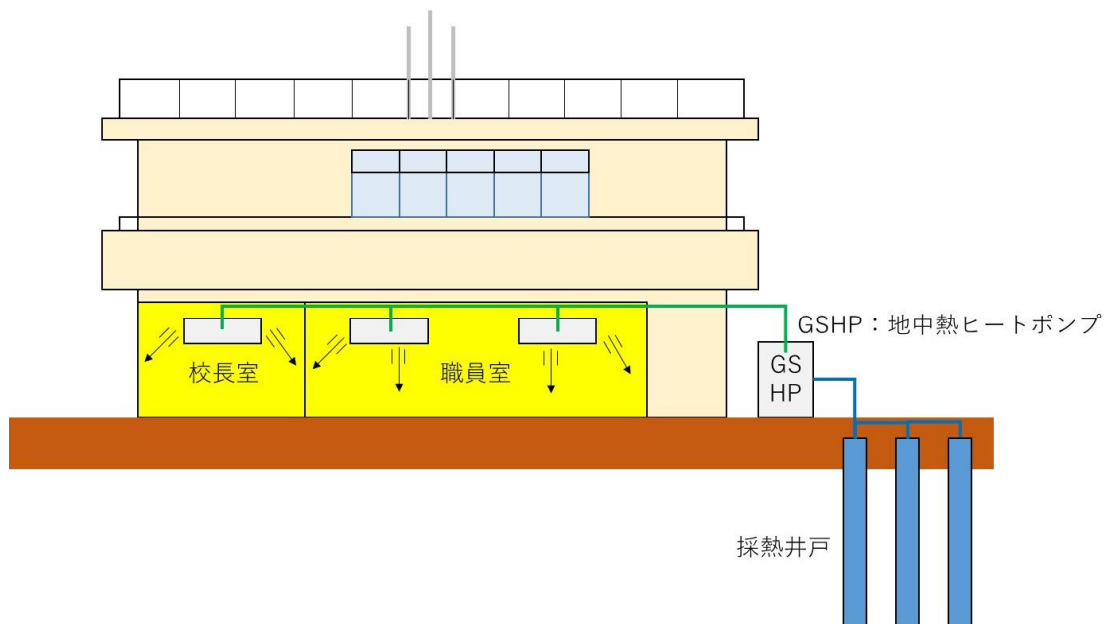


図 7-8 地中熱利用システムのイメージ図

(2) 空調負荷の推定

日本空調衛生工学会の「冷暖房熱負荷簡易計算法に関する研究」報告の建物用途別最大熱負荷「銀行営業室」を参考に最大熱負荷を定めます。また、年間の熱負荷については、地中熱利用システムの稼働シミュレーションシステムの Ground Club において、対象地域を「松山」、1日の稼働時間を 8:00-20:00 と定めて推定します。

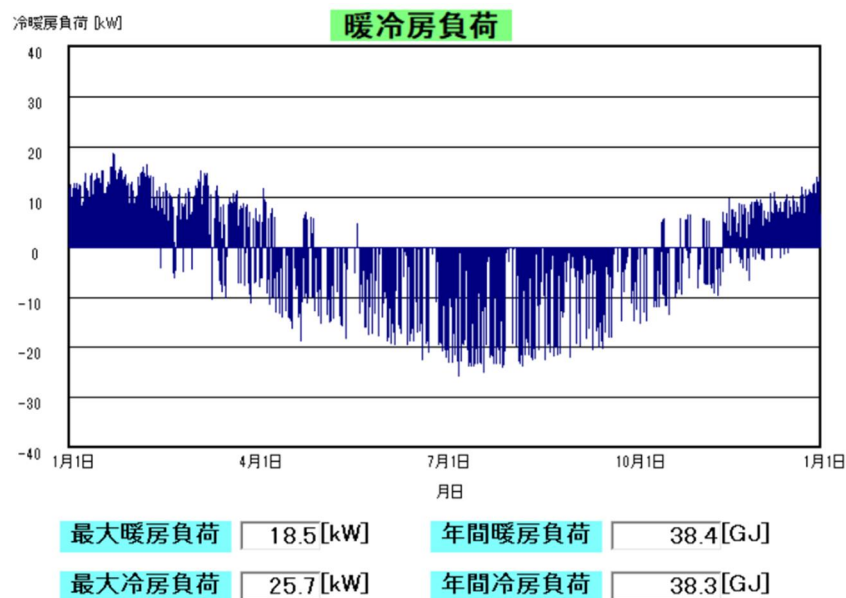


図 7-9 熱負荷推定

7.3.3 導入効果

従来システムと地中熱利用システムとの比較を表 7-8 に示し、導入効果を表 7-9 に示します。導入効果は地中熱利用システムと従来システムのコストや電気使用量、CO₂排出量を比較することで推定しました。

その結果、イニシャルコスト増加額をランニングコスト削減額で回収するために要する年数は 27 年という結果となりました。なお、地中熱利用システム導入コストに対する補助金（1/2 を想定）を活用すると、通常システムよりも正味の導入コストが下げられる可能性があります。また、電気使用量と CO₂排出量は、通常システムの約 40%減となりました。なお、地中熱交換器は保守管理の必要がなく、その耐用年数は少なくとも 50 年、実際には半永久的に使い続けられるとも言われています。

表 7-8 システムの比較

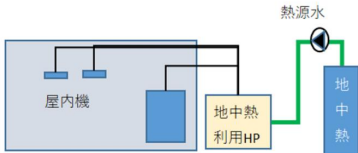
	従来システム	地中熱利用システム
システム図		
概要	ASHP (40kW×1基)	地中熱HP (40kW×1基)
イニシャルコスト (円)	11,980,000	18,980,000
ランニングコスト (円/年)	652,641	397,396
電気使用量 (kWh/年)	14,885	9,007
CO ₂ 排出量 (t-CO ₂ /年)	8.187	4.954

表 7-9 導入効果

		地中熱利用システム
支出	イニシャルコスト (円)	18,980,000
	ランニングコスト (円/年)	397,396
従来システムとの比較	イニシャルコスト増加額 (円)	7,000,000
	ランニングコスト削減額 (円/年)	255,245
投資回収年 (年)		27
電力削減量 (kWh/年)		5,878
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)		3.2

7.3.4 環境影響の検討

地中熱利用システムは、地中熱交換器設置後の上部を駐車場として利用することができる等、周囲の環境に影響を及ぼさないことが特徴です。そのため、工事期間中の環境影響のみが検討の対象となります。

(1) 検討地域の特徴

宇和中学校に地中熱利用システムを導入する際に生じる可能性がある環境影響について、宇和中学校周辺地域の特徴（表 7-10）を踏まえて、検討を行いました。

表 7-10 西予市宇和中学校周辺の特徴

項目	内容
周辺民家の分布	中学校東側は森林が分布しているが、それ以外の方角には民家が密集している。
工事用車両のアクセス路	国道 56 号を使用するアクセス路が想定される。
周辺の土地利用	周辺は住宅地であり、第一種中高層住居専用地域に指定されているため、騒音に関する環境基準が設けられている。

(2) 一般的な地熱発電所の設置に伴う環境影響

これまで、地中熱利用システムの導入に伴う環境影響評価は実施された事例がないことから、施工内容が類似している地熱発電所の事例を参考に、一般的な環境影響を整理しました（表 7-11）。

表 7-11 一般的な地熱発電所の設置に関する環境への影響項目

項目	影響内容
騒音	【工事の実施】 ボーリング工事等により、周辺民家に対し騒音や振動といった影響を及ぼす可能性がある。
振動	
水温	【工事の実施】 工事中の排水等により周辺河川の水温や水の濁りに影響を及ぼす可能性がある。
水の濁り	
地盤変動	【工事の実施】 地下貯留層からの地熱流体採取等により、地盤変動が生じる可能性がある。
地下水	【工事の実施】 ボーリング工事や地下水の利用等により、発電所周辺の地下水位へ影響を及ぼす可能性がある

出典：環境省「地熱発電所の設置等に関する環境影響評価」

電源開発株式会社「鬼首地熱発電所 設備更新計画 環境影響評価書のあらまし」

(3) 想定される環境影響

宇和中学校周辺の土地利用や自然環境、周辺民家の分布と一般的な地熱発電所導入に伴う環境への影響を考慮して、宇和中学校周辺に地中熱システムを導入した際に想定される環境への影響を整理しました（表 7-12）。

表 7-12 想定される環境影響

項目	影響内容
騒音	【工事の実施】 ボーリング工事等の実施により、騒音や振動が発生する。また、宇和中学校周辺は第一種中高層住居専用地域に指定されているため、環境基準を超過する可能性がある。そのため工事の実施による影響は大きいと予測される。
振動	
水温	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。
水の濁り	【工事の実施】 工事中の排水等により肱川等周辺河川の水の濁りが増加する可能性がある。また、周辺の水田の排水とともに濁質が増加し、環境基準を超過する可能性がある。そのため、工事の実施による影響は大きいと予測される。
地盤変動	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。
地下水	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。



図 7-10 宇和中学校周辺に地中熱システムを導入した際に懸念される環境影響

7.4 廃棄物バイオマス利用

7.4.1 検討の概要

西予市には、旧宇和町と旧野村町の下水処理のための浄化センターに加え、旧城川町と旧野村町に堆肥化センターが1箇所ずつ設置されています。したがって、ケース①「浄化センターの下水汚泥のみを活用するケース」、ケース②「浄化センターの下水汚泥と堆肥化センターの糞尿の両方を活用するケース」の2ケースにおいて検討を行います。なお、堆肥化センターは旧野村町と旧城川町に位置していることから、ケース②では野村浄化センターに各堆肥化センターの糞尿を搬入することを想定して、検討を行いました。

7.4.2 メタンガス発生量の推定式

下水汚泥からのメタンガスは、下水汚泥量、汚泥に含まれる有機物、固形物の濃度、メタンガス発生原単位をもとに以下の式より推定しました。

メタンガス発生量 (m³N / 月)

$$\begin{aligned} &= \text{下水汚泥量 (m}^3/\text{月)} \times \text{下水汚泥の密度 (1.0 t/m}^3\text{)} \times (1.0 - \text{含水率 (0.83)})^{※1}) \\ &\quad \times \text{汚泥中の有機物濃度 (0.8)} \times \text{汚泥に含まれる固形物濃度 (0.4)} \\ &\quad \times \text{メタンガス発生原単位 (450 m}^3\text{N/t)}^{※2}) \end{aligned}$$

※1) 西予市公共下水道汚泥量調査結果を参照

※2) 公益法人 全国都市清掃会議「汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領」を参照

7.4.3 ケース①：下水汚泥のみ活用

(1) 宇和浄化センター、野村浄化センターからのメタンガス発生量の推定

メタンガス発生量は、宇和浄化センターで年間7,000～9,000m³、野村浄化センターで4,500～5,500m³と推定されました。灯油のドラム缶(200L)に換算すると、それぞれ35,000～45,000個、22,000～28,000個に相当し、金額換算で700,000～900,000円、450,000～550,000円(灯油100円/L換算)になります。

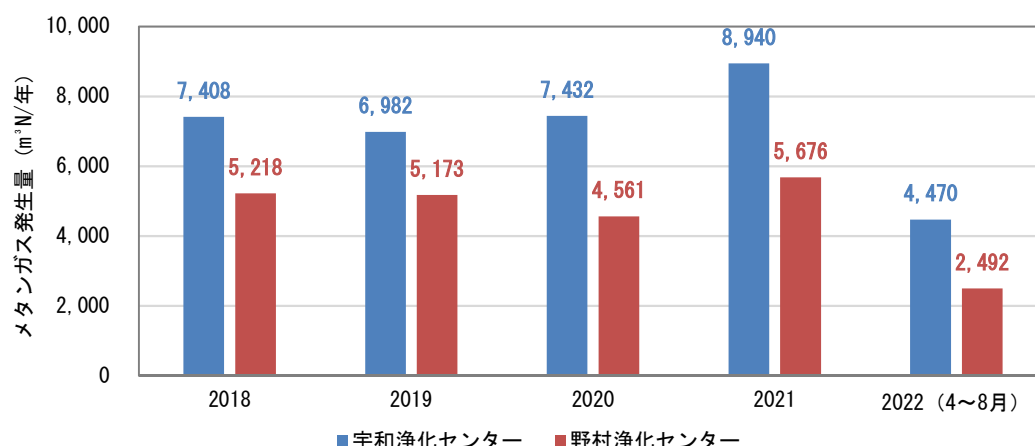
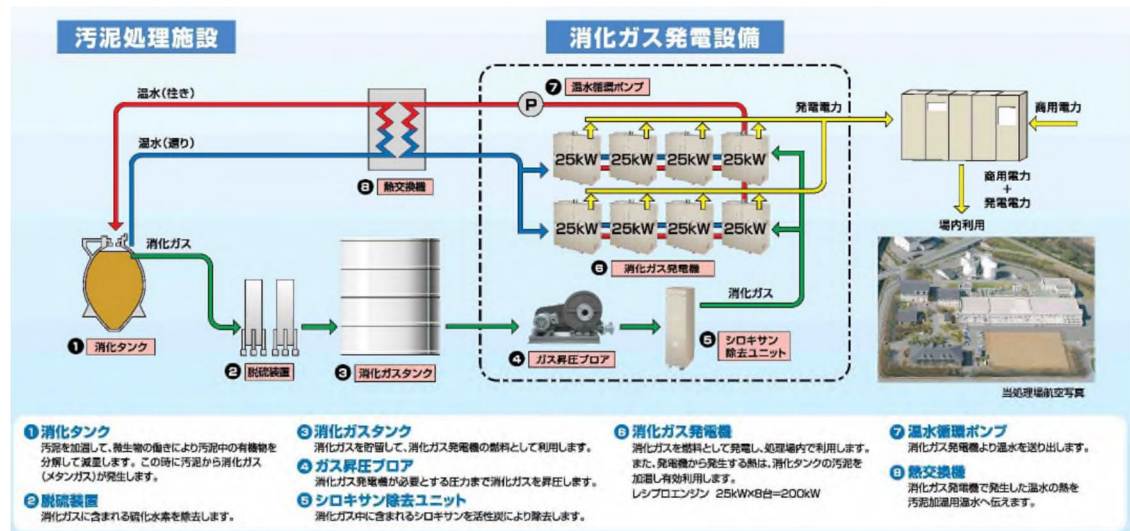


図 7-11 メタンガス発生量

(2) メタンガスのエネルギー利用可能量の推定

汚泥から発生するメタンガスは、天然ガスの主成分であり、燃焼させて発電設備やボイラー等の燃料として利用することができます。宇和浄化センター、野村浄化センターから発生するメタンガスを発電利用、熱利用した場合のエネルギー利用可能量を推定しました（表 7-13）。両センターから発生するメタンガスを発電利用することで約 8 世帯に対して電力供給が可能であり、熱利用することで約 54 世帯に対して熱供給が可能であることが推定されました。



出典：長野県ウェブサイト

図 7-12 消化ガス利用フロー例（安曇野終末処理場）

表 7-13 エネルギー利用可能量

		発電利用	熱利用
		発電効率30%で発電	燃料として 暖房・給湯で利用
エネルギー 利用量	宇和浄化センター	23,768kWh/年	79,225kWh/年
	野村浄化センター	15,823kWh/年	52,744kWh/年
	合計	39,591kWh/年	131,969kWh/年
換算		発電出力：5kW※1)	灯油換算：13,014L/年
エネルギー利用可能量		約8世帯※2)	約54世帯※3)

※1) 年間稼働時間を 8,000 時間と仮定

※2) 1 世帯当たりの年間電力消費量を 5,153kWh/世帯/年（環境省 平成 29 年度データ）と仮定

※3) 1 世帯当たりの年間石油製品使用量を 242L/世帯/年（消費エネルギー統計、愛媛県推計人口）と仮定

(3) 導入効果

宇和浄化センター、野村浄化センターの汚泥処理実績を基に設備概要を想定し、メタンガス発生設備を設置している他自治体での建設工事費の事例を参考にコストを試算しました。また、各センターで廃棄物バイオマスエネルギーを利用した場合のCO₂削減量も推定しました。その結果、ランニングコストがメタンガスの販売収入を上回ったことから、廃棄物バイオマス利用による投資回収は不可能という結果になりました。

年間 CO₂ 削減量は、熱としてエネルギーを利用した場合は宇和浄化センターで 19.4 t-CO₂、野村浄化センターで 12.9 t-CO₂ となりました。また、電力としてエネルギーを利用した場合は宇和浄化センターで 12.5 t-CO₂、野村浄化センターで 8.3 t-CO₂ となりました。

表 7-14 想定設備概要

浄化センター	設備	規模
宇和	汚泥消化タンク	850m ³ ×2基
	ガスタンク	600m ³ ×1基
	発電設備	25kW×1基
	余熱・脱硫設備	—
野村	汚泥消化タンク	650m ³ ×2基
	ガスタンク	400m ³ ×1基
	発電設備	25kW×1基
	余熱・脱硫設備	—

表 7-15 導入効果

		宇和浄化センター	野村浄化センター
メタンガス発生量 (m ³ /年)		7,747	5,157
メタンガスによる発電量 (kWh/年)		23,768	15,823
支出	イニシャルコスト (千円) 【メタンガス販売】	719,000	530,000
	消化ガス設備建設工事費 (千円) ※1)	719,000	530,000
	イニシャルコスト (千円) 【売電】	734,000	545,000
	消化ガス設備建設工事費 (千円) ※1)	719,000	530,000
	バイオガス発電機 (千円) ※1)	15,000	15,000
	ランニングコスト (千円/年)	5,360	5,265
	修繕費 (千円/年) ※2)	360	265
	人件費 (千円/年) ※1)	5,000	5,000
収入	メタンガス販売収入 (千円/年) ※3)	775	516
	売電収入 (千円/年) ※4)	927	617
利益※5)	メタンガス販売収入 (千円/年)		
	－ランニングコスト (千円/年)	-4,585	-4,749
	売電収入 (千円/年)		
	－ランニングコスト (千円/年)	-4,433	-4,648
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	メタンガスを販売した場合※6)	19.4	12.9
	電力として利用した場合※7)	12.5	8.3

※1) 同規模の下水処理センターの事例を基に、プラント規模と建設費との関係式から算出

※2) 同規模の下水処理センターの事例を基に、建設工事費の0.05%と仮定

※3) 都市ガスの料金水準を基に、メタン販売価格を100円/m³と仮定

※4) 売電単価を39円/kWh (資源エネルギー庁ウェブサイト) と仮定

※5) 利益がマイナスであり投資回収が不可能のため、投資回収年は算出していない

※6) 燃焼時の排出係数を2.489kg-CO₂/L (国立天文台「理科年表」) と仮定

※7) CO₂排出係数を0.527kg-CO₂/kWh (四国電力株式会社 2021年度) と仮定

7.4.4 ケース②：下水汚泥と糞尿の両方を活用

(1) メタンガス発生量

野村浄化センターに消化設備を設置したと仮定し、現在、野村町エコセンターと城川町高品質堆肥センターにおいて、堆肥化されている合計 12,000t/年の畜産廃棄物を消化処理した場合のメタンガス発生量を以下の式により推定しました。

メタンガス発生量 (m³N /月) ※¹⁾

$$\begin{aligned} &= \text{畜産廃棄物 (m}^3\text{)} \times (1.0 - \text{含水率 (0.85)} \text{ ※}^2\text{)}) \times \text{畜産廃棄物中の有機物濃度 (0.76)} \\ &\quad \times \text{消化ガスに分解する有機物の割合 (0.475)} \times \text{消化ガス発生効率 (600 m}^3\text{N /t-VS)} \\ &\quad \times \text{メタン濃度 (0.66 t/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

※¹⁾ 含水率以外のパラメータは環境省「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル（詳細版）（案）」を参照

※²⁾ 家畜ふん尿の排泄物の含水率が80%～90%であることから中央値の85%と設定

※³⁾ 消化ガスとは有機物を嫌気発酵させて生じるガス（メタンを含む）のことである

下水汚泥と比べて糞尿から発生するバイオガス量は大きく、畜産バイオマスのメタンガス発生量が大部分を占める結果となっています。

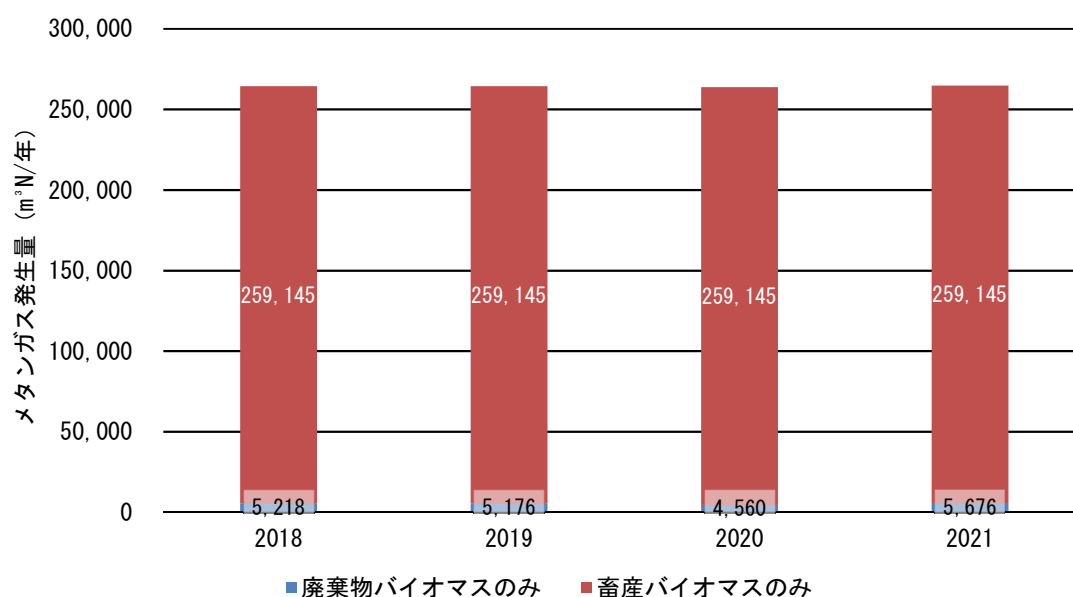


図 7-13 畜産バイオマスを含めたメタンガス発生量

(2) エネルギー利用可能量推定

野村浄化センターに糞尿を受け入れ、発生したメタンガス量をもとに発電利用と熱利用を推定した結果を表 7-16 に示します。

表 7-16 エネルギー利用可能量

		発電利用	熱利用
		発電効率30%で発電	燃料として暖房・給湯で利用
エネルギー 利用量	下水汚泥のみ	15,823kWh/年 ^{※1)}	52,744kWh/年 ^{※1)}
	糞尿のみ	795,082kWh/年 ^{※1)}	2,650,271kWh/年 ^{※1)}
	合計	810,905kWh/年 ^{※1)}	2,703,015kWh/年 ^{※1)}
換算	下水汚泥のみ	発電出力：2kW ^{※2)}	灯油換算：5,201L/年
	糞尿のみ	発電出力：99kW ^{※2)}	灯油換算：261,347L/年
	合計	発電出力：101kW	灯油換算：266,548L/年
エネルギー 利用可能量	下水汚泥のみ	約3世帯 ^{※3)}	約21世帯 ^{※4)}
	糞尿のみ	約154世帯 ^{※3)}	約1,080世帯 ^{※4)}
	合計	約157世帯 ^{※3)}	約1,101世帯 ^{※4)}

※1) メタンガス1m³の発熱量を36.8MJ/m³と仮定

※2) 年間稼働時間を8,000時間と仮定

※3) 1世帯当たりの電力需要量を5,153kWh/世帯/年（環境省 平成29年度データ）と仮定

※4) 1世帯当たりの石油製品使用量を242L/世帯/年（消費エネルギー統計、愛媛県推計人口）と仮定

(3) 導入効果

畜産バイオマスの搬入を想定した場合の設備概要を、他自治体の事例を参考に設定し、その際のコストやCO₂削減量等を推定しました。その結果、メタンガスの販売を想定した場合は、イニシャルコストを回収するために要する年数が64年となり、年間CO₂削減量は663t-CO₂という結果になりました。

また、FIT制度による売電を想定した場合は、イニシャルコストを回収するために要する年数が53年となり、年間CO₂削減量は427t-CO₂という結果になりました。この導入効果に加え、発電時に生じる排熱(80℃程度)を施設園芸ハウスにおける暖房用の熱源として利用することで更なる効果も期待されます。

なお、バイオガスとしてエネルギーを発生させた後の畜産廃棄物である液肥は、固体物である堆肥とは性状が異なり、臭気も大きいため、取り扱いには十分に注意が必要です。

表 7-17 想定設備概要

浄化センター	設備	規模
野村	汚泥消化タンク	2,000m ³ ×3基
	ガスタンク	1,000m ³ ×1基
	発電設備	25kW×4基
	余熱・脱硫設備	—

表 7-18 導入効果

		野村浄化センター
メタンガス発生量 (m ³ /年)		264,302
メタンガスによる発電量 (kWh/年)		810,905
支出	イニシャルコスト (千円) 【メタンガス販売】	1,325,000
	消化ガス設備建設工事費 (千円) ※1)	1,325,000
	イニシャルコスト (千円) 【売電】	1,385,000
	消化ガス設備建設工事費 (千円) ※1)	1,325,000
	バイオガス発電機 (千円) ※1)	60,000
	ランニングコスト (千円/年)	5,663
	修繕費 (千円/年) ※2)	663
	人件費 (千円/年) ※1)	5,000
収入	メタンガス販売収入 (千円) ※3)	26,430
	売電収入 (千円) ※4)	31,625
利益	メタンガス販売収入ーランニングコスト (千円/年)	20,767
	売電収入ーランニングコスト (千円/年)	25,962
投資回収年 (年)	メタンガスを販売した場合	64
	売電収入の場合	53
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	メタンガスを販売した場合※5)	663
	売電収入の場合※6)	427

※1) 同規模の下水処理センターの事例を基に、プラント規模と建設費との関係式から算出

※2) 同規模の下水処理センターの事例を基に、建設工事費の0.05%と仮定

※3) 都市ガスの料金水準を基に、メタン販売価格を100円/m³と仮定

※4) 売電単価を39円/kWh (資源エネルギー庁ウェブサイト)と仮定

※5) 燃焼時の排出係数を2.489kg-CO₂/L (国立天文台「理科年表」)と仮定

※6) CO₂排出係数を0.527kg-CO₂/kWh (四国電力株式会社 2021年度)と仮定

7.4.5 環境影響の検討

(1) 検討地域の特徴

宇和浄化センターと野村浄化センターに廃棄物系バイオマスを導入する際に生じる可能性がある環境影響について、周辺地域の特徴（表 7-19）を踏まえて検討しました。

表 7-19 宇和浄化センター及び野村浄化センター周辺の特徴

項目	内容	
	宇和浄化センター	野村浄化センター
周辺民家の分布	浄化センターに民家が隣接している。	浄化センターに隣接している民家は存在しないが、100m 範囲内に複数の民家が立地している。
工事用車両のアクセス路	浄化センター東側を県道 29 号線が通っており、工事用資材等を運搬する際はこの道路を使用することが想定される。	県道 29 号線や国道 441 号を使用して工事用資材等を運搬することが想定される。
周辺の土地利用	周辺は住宅地と耕作地が混在している。	周辺は多くが耕作地として利用されているが、浄化センター南側には県道 29 号線が通っており、民家が密集している。

(2) 一般的な下水処理場及びバイオマス発電所の設置に伴う環境影響

他事例における廃棄物系バイオマス発電所の設置に係る環境影響評価書、意見書等を参考に、一般的な廃棄物系バイオマス発電所の設置に伴う環境影響を整理しました（表 7-20）。

表 7-20 一般的な廃棄物系バイオマス発電所の設置に関する環境への影響項目

項目	影響内容
騒音	【工事の実施】 下水汚泥を利用する発電設備等を設置するための工事に伴い、騒音及び振動の影響が周辺民家等に生じる可能性がある。
振動	
悪臭	【供用後】 発電所の稼働に伴い、周辺の住居環境へ悪臭による影響が発生する可能性がある。
水温	【工事の実施】 工事中の排水により近傍河川の水温や水の濁りが増加する可能性がある。 【供用後】 放流水温の変化によって下流の水質が変化する可能性がある。
水の濁り	
BOD/COD	【供用後】 放流水の BOD/COD が変化することによって下流の水質が変化する可能性がある。

出典：久慈広域連合「久慈地域汚泥再生処理センター建設事業 環境影響評価書」湖北広域行政事務センター「湖北広域行政事務センター新一般廃棄物処理施設整備事業に係る環境影響評価準備書のあらまし」／上越市「上越市新クリーンセンター建設事業に係る環境影響評価方法書の概要」／富士市「富士市新環境クリーンセンター建設事業 環境影響評価準備書のあらまし」／穂高広域施設組合「穂高広域施設組合 新ごみ処理施設整備・運営事業に係る環境影響評価準備書の概要」

(3) 想定される環境影響

宇和浄化センター、野村浄化センター周辺の土地利用や自然環境、周辺民家の分布と一般的な廃棄物系バイオマス発電所の設置に伴う環境影響を考慮して、両センターに廃棄物系バイオマス発電所を導入した際に想定される環境影響を整理しました（表7-21）。

表 7-21 想定される環境影響

項目	影響内容	
	宇和浄化センター	野村浄化センター
騒音	【工事の実施】 下水汚泥を利用する発電設備等を設置するための工事に伴い、騒音及び振動が発生する。また、両センターの近隣や工事用車両の走行ルート沿いに民家が立地していることから、工事の実施による騒音及び振動の影響が生じる可能性がある。	
振動		
悪臭	【供用後】 周辺の土地利用状況や発電所の規模から影響はないと考えられる。	
水温	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。 【供用後】 発電機を冷却した水が近傍の肱川に排水されるため、影響が生じる可能性がある。	
水の濁り	【工事の実施】 周辺の土地利用状況や想定される工事規模から影響はないと考えられる。 【供用後】 周辺の土地利用状況や発電所の規模から影響はないと考えられる。	
BOD/COD	【供用後】 放流水のBOD/CODが変化することによって下流の水質が変化する可能性がある。特に、下流に位置する野村ダムや鹿野川ダム等の富栄養化の発生要因となる可能性がある。	



図 7-14 宇和浄化センターに廃棄物系バイオマス発電所を導入した際に懸念される環境影響



図 7-15 野村浄化センターに廃棄物系バイオマス発電所を導入した際に懸念される環境影響

7.5 木質バイオマス利用

7.5.1 検討の概要

西予市では、伐採した木材は市場に搬出され、製材やペレット、チップ等の原料として使用されています。原木はA材、B材、C材に分けられ、市場では製材や合板用であるA材、B材が、チップ用であるC材よりも高い価格で取引されています。また、伐採や搬出の経費もA材、B材の方が安価であることから、森林からは主にA材とB材が搬出され、C材の多くは森林に放置されています(西予市森林組合へのヒアリングより)。

そこで、ここでは現状で活用されていない地域資源であるC材を搬出し、木質バイオマスエネルギー源として活用することを検討します。

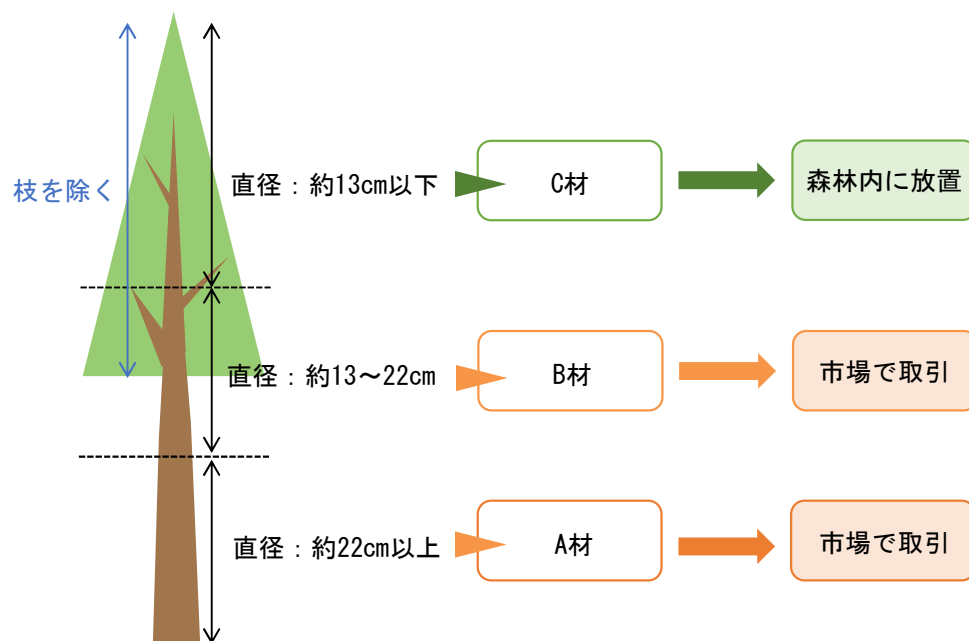


図 7-16 西予市内の木材の流れ

7.5.2 林業に関する情報の整理

林業に関する各情報を、西予市森林組合へのヒアリングをもとに整理しました。西予市における伐採量とコストに関する情報を表 7-22 に示します。現状では、A 材と B 材を合わせて年間 46,165^m の木材が搬出されており、11,541^m の C 材が森林に放置されています（樹木の材積の 2 割を C 材と仮定）。

また、市場での C 材の取引価格は、A 材、B 材の半分以下となっていることから、この C 材を搬出して市場で売却すると約 7000 円/^m の赤字となり、現状では C 材を搬出しても利益を得ることが難しいと考えられます。

表 7-22 林業に関する情報

		A材・B材	C材
伐採量・放置量		伐採量：46,165 ^m /年	放置量：11,541 ^m /年
コスト	【A】伐採・積載・運搬の経費	10,000 円/ ^m	14,000 円/ ^m
	【B】市場手数料	3,000～4,000 円/ ^m	3,000～4,000 円/ ^m
	【C】市場での売価	13,000～14,000 円/ ^m	5,000 円/ ^m
	【D】愛媛県の補助金	6,000～8,000 円/ ^m	6,000～8,000 円/ ^m
	【C】 + 【D】 - 【A】 - 【B】	5,000～9,000 円/ ^m	-4,000～-7,000 円/ ^m

※）西予市森林組合へのヒアリング結果をもとに、樹木の材積の2割をC材と仮定した。

7.5.3 効果

表 7-22 の赤字額に対して補助金（約 7000 円/m³）を交付することで、放置されている C 材を搬出することが可能と考えられます。したがって、C 材を搬出するための補助金を新たに交付することで、ケース①「C 材を熱利用するケース」、ケース②「C 材を発電利用するケース」のそれぞれのケースにおいて効果を推定しました。

(1) ケース①：熱利用

a) 検討の仮定

補助金の交付により搬出した C 材を、チップボイラーの燃料として活用することを想定して効果を推定しました。効果の推定に当たっての仮定を表 7-23 に示し、熱供給可能量の推定式を以下に示します。

なお、本市では既にペレットの製造が実施されていますが、設備規模等を考慮すると製造量に限界があることから、ここではチップによる利用を想定しました。チップとは木材を切削・破砕したものであり、ペレットと比較すると生産が容易な一方で、発熱量が低く燃焼の制御が難しい点が課題として挙げられます。

表 7-23 検討の仮定

効果	検討の仮定
熱供給可能量	補助金を活用して搬出された C 材をチップボイラーの燃料として使用した場合の熱供給可能量
熱供給可能世帯数	補助金を活用して搬出された C 材をチップボイラーの燃料として使用した場合の熱供給可能世帯数
CO ₂ 削減量	補助金を活用して搬出された C 材をチップボイラーの燃料とすることで、灯油の使用量が減少した分の CO ₂
雇用創出効果	補助金を活用して C 材を搬出する場合に創出される雇用人数

熱供給可能量（GJ/年）

$$= \text{C材の搬出量（m}^3\text{/年）} \times \text{発熱量（7.33 GJ/m}^3\text{）}^{\ast 1)} \times \text{熱効率（0.775）}^{\ast 2)}$$

※1) 既往研究（渡辺公太・浅野良晴・高村秀紀・早川慶朗：長野県における未利用林地残材の有効利用に関する研究，日本建築学会環境系論文集，78(684)，pp.965-971，2013.）におけるヒノキの値を使用

※2) 株式会社森のエネルギー研究所「木質バイオマスボイラー導入指針」における値を使用

b) 検討結果

年間補助額に応じた効果の検討結果を表 7-24 に示します。補助額の増加に応じて、効果も増加しており、雇用創出効果として約 2～14 人の雇用につながるという検討結果になりました。また、現状で放置されていると考えられる C 材を搬出するためには約 8,000 万円の補助金が必要であり（表 7-24 内の赤枠）、これにより約 12 人の雇用創出につながると考えられます。

表 7-24 導入効果※1)

年間補助額 (千円/年)	年間C材搬出量 (m ³ /年)	熱供給可能量 (GJ/年)	熱供給可能世帯数 (世帯/年) ※2)	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年) ※3)	雇用創出効果 (人/年) ※4)
10,000	1,429	8,115	267	550	2
20,000	2,857	16,231	534	1,101	3
30,000	4,286	24,346	801	1,651	4
40,000	5,714	32,461	1,068	2,202	6
50,000	7,143	40,577	1,335	2,752	7
60,000	8,571	48,692	1,602	3,303	9
70,000	10,000	56,808	1,869	3,853	10
80,000	11,429	64,923	2,136	4,404	11
80,789	11,541	65,563	2,157	4,447	12
90,000	12,857	73,038	2,403	4,954	13
100,000	14,286	81,154	2,670	5,505	14

※1) C材（11,541m³/年）が搬出された場合の導入効果

※2) 1世帯当たりの年間熱需要量を30.4 GJ/世帯/年（環境省 平成29年度データ）と仮定

※3) CO₂排出係数を0.0678t-CO₂/GJ（環境省ウェブサイト）と仮定

※4) 1人当たりの年間作業量を1,010m³/人/年（西予市森林組合へのヒアリング結果、愛媛県「愛媛県林業労働力確保促進基本計画書」を基に推計）と仮定し、小数点以下は切り上げている

(2) ケース②：発電利用

a) 検討の仮定

補助金の交付により現状で放置されている C 材（11,541m³/年）を搬出し、バイオマス発電の燃料として活用することを想定して効果を推定しました。発電量の推定式と結果を以下に示します。推定の結果、年間発電量は 2,732,010 kWh/年となり、約 534 世帯分の需要量に相当する電力^{※1)}を発電することが可能であることが推定されました。

※1) 1世帯当たりの年間電力需要量を5,153kWh/世帯/年（環境省 平成29年度データ）と仮定

年間発電量 (2,732,010 kWh/年) = 熱供給可能量 (65,563 GJ/年) × 換算係数 (277.8 MWh/GJ) × 発電効率 (0.15) ^{※1)}
--

※1) 他事例を基に設定

b) 検討結果

効果の検討結果を以下に示します。売電収入によって得られる利益は約 3000 万円/年となり、これによって約 35 年でイニシャルコストを回収できる結果となりました。また、発電による CO₂削減量は約 1,440t-CO₂となりました。

表 7-25 導入効果

		バイオマス発電
年間発電量 (kWh/年)		2,732,010
発電出力 (kW) ^{※1)}		342
敷地面積 (m ²) ^{※2)}		1,047
支出	イニシャルコスト (千円) ^{※3)}	1,026,000
	ランニングコスト (千円/年)	79,593
	修繕・保守費 (千円/年) ^{※4)}	21,888
	チップ購入費 (千円/年) ^{※5)}	57,705
収入	売電収入 (千円) ^{※6)}	109,280
利益	売電収入-ランニングコスト (千円/年)	29,687
投資回収年 (年)		35
CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年) ^{※7)}		1,440

※1) 発電所の年間稼働時間を8,000時間/年と仮定

※2) 敷地面積を3.06m²/kW（全国における木質バイオマス発電所の設置事例を参考）と仮定

※3) 発電所の建設費を3,000千円/kW（資源エネルギー庁「第18回 調達価格等委員会資料」）と仮定

※4) 発電所の修繕・保守費を64千円/kW（資源エネルギー庁「第18回 調達価格等委員会資料」）と仮定

※5) C材の市場での売価5,000円/m³（西予市森林組合へのヒアリング結果）を使用

※6) 売電単価を40円/kWh（資源エネルギー庁ウェブサイト）と仮定

※7) CO₂排出係数を0.527kg-CO₂/kWh（四国電力株式会社 2021年度）と仮定

7.5.4 環境影響の検討

熱利用の場合は、建物の新築や増築は想定せず、大規模な工事は行われないことから、環境影響は小さい一方で、発電利用の場合は、表 7-26 のような環境影響が考えられます。なお、表 7-26 は他事例における木質バイオマス発電所の設置に係る環境影響評価書等を参考に、一般的な木質バイオマス発電所の設置に伴う環境影響を整理しました。

また、木質バイオマスの利用が活発化することによって適切な森林管理が促進され、土砂災害防止機能や水源涵養機能等の多面的機能の向上につながることが期待されます。その一方で、大規模伐採等により、森林破壊や生物への影響も考えられることから、計画的な木質バイオマス利用が求められます。

表 7-26 一般的な木質バイオマス発電所設置に伴う環境への影響

項目	影響内容
粉じん	【工事の実施】 建設機械の稼働や工事用車両の通行により、粉じん等が発生する可能性がある。
SPM/NOx	【供用後】 発電所からの排ガスにより、周辺の大気中のSPM（浮遊粒状物質）やNOx（窒素酸化物）が上昇する可能性がある。
騒音	【工事の実施】 建設機械の稼働により、周辺民家に対し騒音の影響を及ぼす可能性がある。
水温	【供用後】 ボイラー等の冷却水の排水により、周辺河川の水温が変化する可能性がある。
水の濁り	【工事の実施】 裸地から水の濁りが発生し、周辺河川の水の濁りに影響を及ぼす可能性がある。
動物	【工事の実施】 裸地から水の濁りが発生し、周辺河川に生息する魚類等に影響を及ぼす可能性がある。 【供用後】 ボイラー等の冷却水の排水により、周辺河川の水温が変化し、魚類等に影響を及ぼす可能性がある。
植物	【供用後】 ボイラー等の冷却水の排水により、周辺河川の水温が変化し、植物に影響を及ぼす可能性がある。
廃棄物等	【工事の実施】 木質バイオマス発電所建設にあたり、建設発生土等が生じる。 【供用後】 燃焼残渣が定期的に発生する。

出典：株式会社吾妻バイオパワー「吾妻木質バイオマス発電事業に係る環境影響評価 事後調査報告書」

大月バイオマス発電株式会社「大月バイオマス発電事業 環境影響評価方法書」

株式会社レノバ「仙台高松発電所建設計画に係る環境影響評価書」

7.6 小水力発電の導入

7.6.1 検討の概要

西予市の代表的な河川のうち、容易に取水が可能な河川横断工作物が現存しており、ポテンシャルが高い舟戸川（図 7-17）を検討対象としました。その中でも、流量が多く、有効落差を確保できると考えられる野村町小松、色納、都地区（図 7-18）の検討内容を示します。

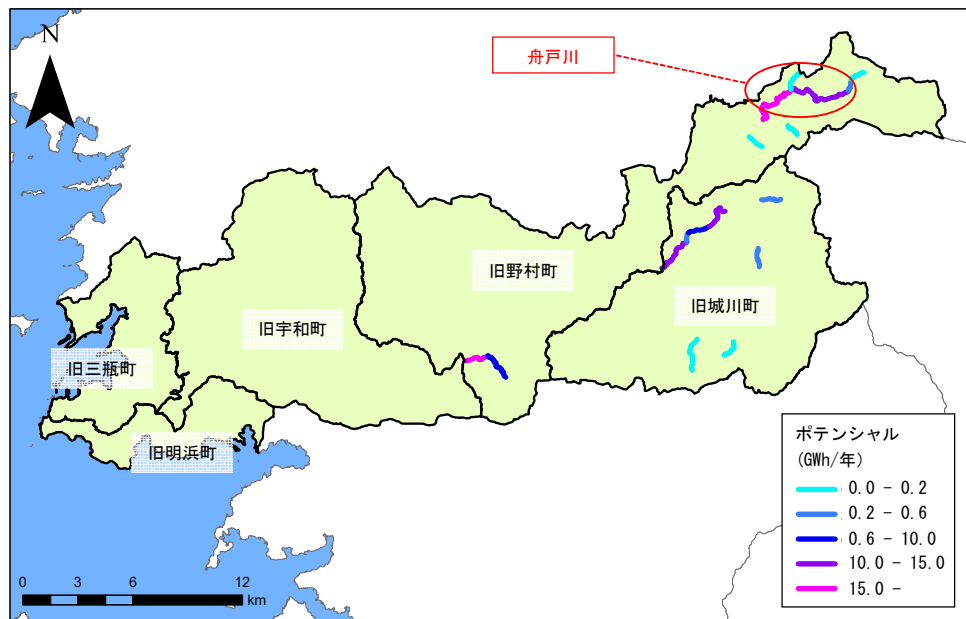


図 7-17 舟戸川の位置

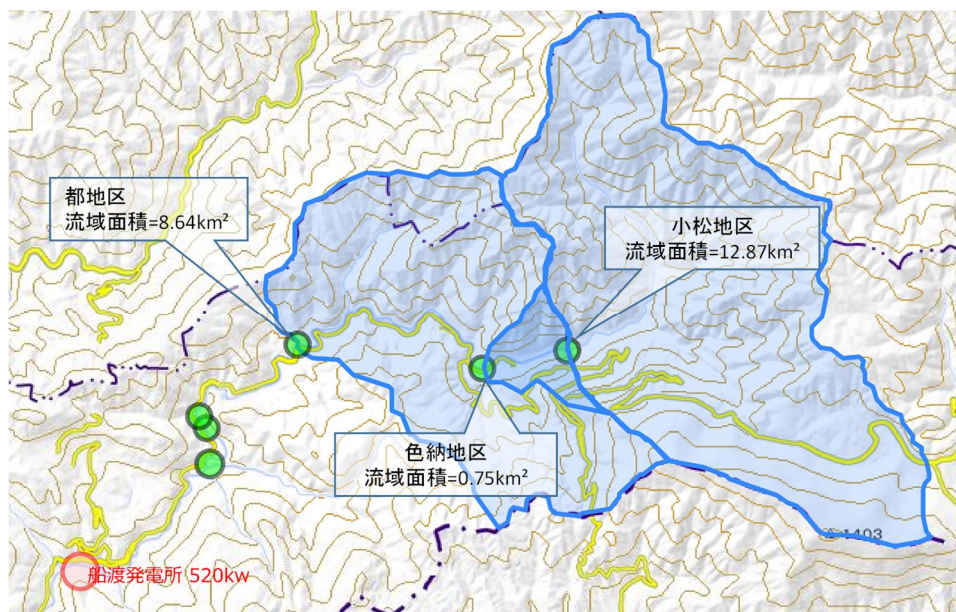


図 7-18 小水力発電の検討対象範囲

7.6.2 発電出力・発電量の推定

(1) 推定式

水力発電の発電出力は、使用水量と有効落差に発電効率等に乗じることで推定しました。また、年間発電電力量は発電出力に対して、設備利用率の 50% を乗じることで推定しました。

発電出力 (kW)

= 重力加速度 (9.8) × 有効落差 (m) × 使用水量 (m³/s) ※¹⁾ × 発電効率 (0.6)

年間発電電力量 (kWh/年)

= 発電出力 (kW) × 365 (日/年) × 24 (h/日) × 設備利用率 (0.5)

※1) 流量が年間の上位95番目のデータを使用

(2) 発電量の計算条件

発電量を計算するにあたり、計算条件である流量データと有効落差は近隣の流量観測所データ、流域面積及び国土地理院の地形データから推定しました。

発電量の計算に使用したデータは表 7-27 に示すとおりです。

表 7-27 発電量の計算条件

地点	流量データ ※ ¹⁾		有効落差 (m) ※ ²⁾
	使用最大流量 (m ³ /s)	使用最低流量 (m ³ /s)	
小松地区	0.60	0.24	37.60
都地区	0.90	0.36	46.00
色納地区	0.50	0.20	105.15

※1) 近隣の河久保水位流量観測所の10ヵ年の流量データと流域面積から推定

※2) 国土地理院の地形データから推定

(3) 推定結果

各地点で小水力発電所を設置した場合の最大出力と年間発電量、エネルギー利用可能量を表 7-28 に示します。各小水力発電所における発電量は、小松地区で約 191 世帯、都地区で約 388 世帯、色納地区で約 546 世帯に電力が供給可能であることが推定されました。

表 7-28 最大出力と年間発電量

地点	最大出力 (kW)	年間発電量 (kWh/年)	電力供給可能世帯数 ※ ¹⁾
小松地区	170	985,464	約191世帯
都地区	310	2,003,976	約388世帯
色納地区	400	2,817,240	約546世帯

※1) 1世帯当たりの年間電力需要量を5,153kWh/世帯/年（環境省 平成29年度データ）と仮定

7.6.3 導入効果

本検討地域へ小水力発電所を設置した場合のコスト、CO₂削減量を表 7-29 に示します。その結果、イニシャルコストを利益（売電収入－ランニングコスト）で回収するために要する年数は、小松地区で 27 年、都地区で 29 年、色納地区で 17 年という結果となりました。また、年間 CO₂削減量は小松地区で 427t-CO₂、都地区で 868t-CO₂、色納地区で 1,220t-CO₂という結果になりました。

表 7-29 導入効果

		小松地区	都地区	色納地区
最大出力（kW）		170	310	400
年間発電量（kWh/年）		985,464	2,003,976	2,817,240
支出	イニシャルコスト（千円）	689,000	1,333,000	1,171,000
	工事費（千円）※1)	644,000	1,288,000	1,126,000
	調査設計費（千円）	40,000	40,000	40,000
	各種申請費（千円）	5,000	5,000	5,000
	ランニングコスト（千円/年）	7,972	11,782	11,411
	人件費（千円/年）	5,000	5,000	5,000
	修繕費（千円/年）	122	319	300
	その他費（千円/年）	1,996	4,201	4,888
	一般管理費（千円/年）	854	1,262	1,223
収入	売電収入（千円/年）	33,506	58,115	81,700
利益	売電収入（千円/年） ーランニングコスト（千円/年）	25,534	46,333	70,289
投資回収年（年）		27	29	17
CO ₂ 削減量（t-CO ₂ /年）		427	868	1,220

※1) 資源エネルギー庁「水力発電計画工事費積算の手引き（平成25年3月）」を基に物価上昇率（1.19倍）を考慮

7.6.4 環境影響の検討

(1) 検討地域の特徴

投資回収年が最も短く、CO₂削減量も大きい色納地区に小水力発電を導入する際に生じる可能性がある環境影響について、周辺地域の特徴を踏まえて検討を行いました（表 7-30）。

表 7-30 色納地区の特徴

項目	内容
周辺民家の分布	取水口から 100m 範囲内に数軒の住宅が確認される。
工事用車両のアクセス路	県道 36 号線を工事用車両のアクセス路として使用することが想定される。
周辺の土地利用	主に森林が広がっており、舟戸川沿いに深い溪谷を形成している。
周辺に生息している可能性のある希少動植物※)	哺乳類 : コウモリ類（コテングコウモリ等） 鳥類・猛禽類 : オシドリ、ミサゴ、サシバ、オオタカ等 魚類 : オイカワ、アカザ等 両生類・爬虫類 : イモリ、トノサマガエル、ジムグリ、ヒバカリ等 昆虫類 : メスグロヒョウモン等 植物 : キンラン、カワヂシャ

※) 近隣の野村ダム定期報告書、鹿野川ダム定期報告書及び山鳥坂ダム建設事業環境影響評価概要版をもとに記載

(2) 一般的な小水力発電所の設置に伴う環境影響

他事例における小水力発電所、水力発電所の設置に係る環境影響評価書等を参考に、一般的な小水力発電の設置に伴う環境影響を整理しました（表 7-31）。

表 7-31 一般的な小水力発電所の設置に伴う環境への影響

項目	影響内容
水温	【工事の実施】 工事中の排水等により、周辺の河川の水の濁り及びpHに影響を及ぼす可能性がある。 【供用後】 上水槽等の設置に伴い、放流水温が変化し、下流河川の水環境に影響を及ぼす可能性がある。また、河川から取水することにより、取水口から放流口までの区間の流量が減少するため、区間内の河川環境に影響を及ぼす可能性がある。
水の濁り	
pH	
河川流量	
動物	【工事の実施】 施工範囲周辺の希少な動物や植物の生息・生育環境に影響を及ぼす可能性がある。 【供用後】 発電所からの放流水温や水の濁りの変化に伴い、下流河川に生息する魚類や底生動物及び水生植物へ影響を及ぼす可能性がある。
植物	
生態系	
廃棄物等	【工事の実施】 大規模な建設発生土や伐採木が生じる可能性がある。

出典：北海道電力「新得発電所建設計画 環境評価準備書のあらまし」

黒部川電力株式会社「新姫川第六発電所建設計画環境影響評価準備書の概要」

(3) 想定される環境影響

色納地区周辺の土地利用、自然環境及び周辺民家の分布と一般的な小水力発電所の設置に伴う環境影響を考慮して、色納地区周辺および周辺の土地利用に小水力発電所を設置した際に想定される環境影響を整理しました（表 7-32）。

表 7-32 想定される環境への影響

項目	影響内容
水温	【工事の実施】 工事中の排水等により周辺の河川の水温、水の濁り及びpHに影響を及ぼす可能性がある。 【供用後】 上水槽等の設置に伴い、放流水温が変化し、下流河川の水環境に影響を及ぼす可能性がある。また、河川から取水することにより、取水口から放流口までの区間の流量が減少するため、区間内の河川環境に影響を及ぼす可能性がある。
水の濁り	
pH	
河川流量	
動物	【工事の実施】 施工範囲周辺の希少な動物や植物の生息・生育環境に影響を及ぼす可能性がある。
植物	
生態系	発電所からの放流水温や水の濁りの変化に伴い、下流河川に生息する魚類、底生動物及び水生植物へ影響を及ぼす可能性がある。
廃棄物等	【工事の実施】 大規模な建設発生土や伐採木が生じる可能性がある。



図 7-19 野村町色納地区に小水力発電所を導入した際に懸念される環境影響

7.7 まとめ

検討した各取り組みについて、投資回収年とCO₂削減量をまとめました（表 7-33）。山地ゾーンにおける「小水力発電の導入」は投資回収年が短く、CO₂削減量も比較的大きいことから、効果が高い取り組みであると考えられます。特に、色納地区ではその傾向が顕著であることから、小水力発電を導入することで高い効果が期待されます。また、年間約 8,000 万円の補助金を交付することで、現状放置されている全ての C 材を活用できた場合、熱利用と発電利用の両方において大きな CO₂削減効果が期待されます。

「避難所への太陽光発電の導入」と「公共施設での地中熱利用」では投資回収年が短い一方で、導入による CO₂削減量が少なく、「廃棄物バイオマス利用（畜産込み）」では、その逆の傾向となりました。したがって、これらの取り組みについては、イニシャルコストの規模や CO₂削減量以外の効果（非常時におけるエネルギー供給等による防災面での評価）も考慮したうえで、検討を進める必要があると考えられます。なお、宇和浄化センターや野村浄化センターにおける「廃棄物バイオマス利用（下水汚泥のみ）」は投資回収が不可能のため、取り組みの推進に向けて更なる検討が必要です。

表 7-33 事業検討のまとめ

ゾーン	基本方針	取り組み	対象		投資回収年 (年)	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)
沿岸部	基本方針①	避難所への太陽光発電の導入	明浜支所		37	15
盆地	基本方針②	公共施設での地中熱利用	宇和中学校		27	3
盆地	基本方針②	廃棄物バイオマス利用	宇和浄化センター	熱利用（メタンガス販売）	回収不可	19
				発電利用	回収不可	13
			野村浄化センター	熱利用（メタンガス販売）	回収不可	13
				発電利用	回収不可	8
			野村浄化センター (畜産込み)	熱利用（メタンガス販売）	64	663
				発電利用	53	427
山地	基本方針①	木質バイオマス利用	熱利用（チップボイラー）		—	4,447
	基本方針②		発電利用	35	1,440	
山地	基本方針②	小水力発電の導入	小松地区	27	427	
			都地区	29	868	
			色納地区	17	1,220	

基本方針①：地域特性を活かして「安心・安全な西予」へ

基本方針②：地域特性を活かして「市民にも環境にも優しい西予」へ

※）木質バイオマス利用は現状放置されている

全てのC材（11,541m³/年）を活用した場合

第8章 ビジョンの実現に向けて

本ビジョンでは、西予市を沿岸部ゾーン、盆地ゾーン、山地ゾーンの3つに分け、それぞれにおいて地域特性や課題等を整理しました。また、本市で再生可能エネルギーの活用を推進するうえでの2つの基本方針(①:地域特性を活かして「安心・安全な西予」へ、②地域特性を活かして「市民にも環境にもやさしい西予」へ)を掲げ、各ゾーンにおいて取り組みを設定しました。さらに、これらの中から、現状で未利用なエネルギーを対象に新規事業の検討を行い、投資回収年やCO₂削減量、環境影響等の評価を行いました。

今後は、本ビジョンの実現に向け、国庫補助金をはじめとする各種財源の活用や技術の進歩等変化する実情に併せ、検証で得た課題について引き続き検討を行い、費用対効果が十分に見込める取り組みから推進していきます。

また、本ビジョンについては、市民や市内事業者等の多くのステークホルダーへの理解を十分に図りつつ、取り組みを進めていくこととします。

設定した取り組みが実現した場合のイメージ図を図8-1に示します。



図 8-1 ビジョンの将来イメージ

西予市エネルギービジョン

■ 発行元／愛媛県西予市 産業部 経済振興課

〒797-8501

愛媛県西予市宇和町卯之町三丁目434番地1

TEL : 0894-62-1111

FAX : 0894-62-1968

■ 発行月／令和5年3月