

## 市街化状況等が異なる三自治体のマイクログリッド導入効果検討状況 ～2050年における太陽光発電をはじめとする地産地消のエネルギー需給の姿を求めて～

公益財団法人中部圏社会経済研究所企画調査部 部長 服部 学

### 【要旨】

- ◇ 当財団では、中部地域の自治体にマイクログリッド導入検討の判断材料を提供することを目的として、2022年度から産学の有識者による「中部マイクログリッド研究会（座長：加藤丈佳 名古屋大学未来材料・システム研究所教授）」を組織し、2050年に向けた地産地消のエネルギーシステムと、その導入効果に関する調査研究を進めている。
- ◇ 同研究会では、市街化状況等の条件が異なる三自治体<sup>(※1)</sup>をモデルとして、2050年における各市のエネルギーシステム案を検討し、これに基づく再生可能エネルギー（以下、「再エネ」）導入潜在量やエネルギー需要の推計を実施中。
- ◇ 人口あたりの再エネ導入潜在量は、概ね中山間地タイプ>市街/自然バランスタイプ>市街化進行タイプの順に多かった。
- ◇ いずれのタイプの自治体においても、再エネ源の大半を占めるのは太陽光だが、太陽光以外では、植物系バイオマスも活用できる可能性がある。
- ◇ 電力需要については、晴天日の昼間は三自治体とも太陽光発電等の再エネ電力で相当な部分を賄うことが期待できる一方、夜間や曇雨天時においては、現在と同様、エリア外からの電力供給が必要と考えられる。
- ◇ 再エネの余剰電力発生が見込まれる中山間地タイプと市街/自然バランスタイプの自治体では、余剰電力による水素製造・活用がエネルギー自給率向上につながる可能性がある。
- ◇ 今後、三自治体のエネルギー地産地消の効果や、地域固有の脱炭素の潜在力について、各々の調査・推計のプロセスも含めて報告書として取りまとめていく。

(※1) 岐阜県中津川市（中山間地タイプ）、静岡県磐田市（市街/自然バランスタイプ）、愛知県長久手市（市街化進行タイプ）

## 中部地域の自治体におけるマイクログリッド導入効果に関する調査研究

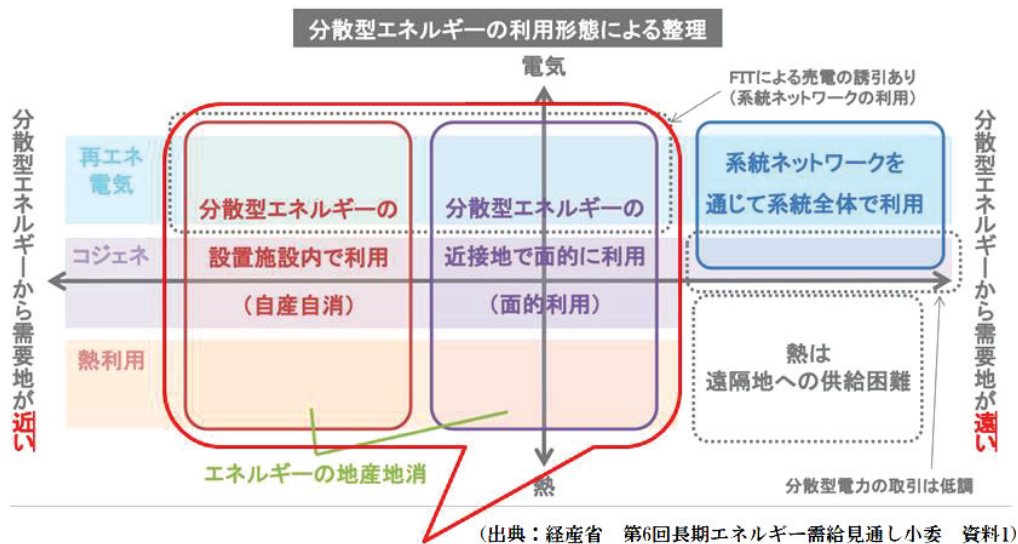
### 1. 研究の背景と目的

#### (1) 当財団「中部地域の自治体におけるマイクログリッド導入効果に関する調査研究」について

2020年10月、菅首相（当時）から「2050年までにカーボンニュートラルを目指す」ことが宣言され、2021年11月には、第26回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP26）で産業革命後の気温上昇を「1.5℃に抑制する」努力を追求すること

を決意する合意がなされる等、脱炭素化に向けた目標が明確化しつつある。他方で太陽光発電等自然変動電源の導入が進んだ結果、電力供給の過不足が発生しており、調整力の整備が課題になっているほか、ロシアによるウクライナ侵攻は、エネルギー安全保障の課題を改めて顕在化させた。

このような中で、第6次エネルギー基本計画において「地域における地産地消による効率的なエネルギー利用、レジリエンス強化等にも資する」



### エネルギーの地産地消に係る上記の範囲

図1 本研究における「マイクログリッド」の検討範囲イメージ

ものと位置付けられたマイクログリッドは、地域の脱炭素化とエネルギー安定供給を同時に推進するための一手段となり得るものと考えられる。

そのため、当財団では2022年度から産学の有識者による「中部マイクログリッド研究会」を組織し、名古屋大学未来材料・システム研究所と共同で、「中部地域の自治体におけるマイクログリッド導入効果に関する調査研究」(以下、「本研究」)を実施している。

本研究では、マイクログリッドを「電力・熱・輸送に関する分散型エネルギーを近接地で面的に利用するためのエネルギーシステム」(図1)と定義し、中部地域の自治体のマイクログリッド導入検討に先立って、検討事例はもとより、その調査・推計プロセスも含めて判断材料として提供することを目的としている。

具体的には、複数の自治体へ協力を要請し、各自治体のエネルギー源となる地域資源の調査や、2050年のエネルギー需要の推計等を通じて、地産地消のエネルギーシステム導入の可能性と効果を検討し、事例としてまとめる予定である。

2021年度まで実施した当財団の前研究「地域におけるエネルギーシステムの最適化に関する調査

研究<フェーズII><sup>(※2)</sup>では、「2050年に日本全体で太陽光発電300GW導入」の目標が提示される中で、中部圏におけるカーボンニュートラルを前提とした太陽光発電の大量導入可能性を検討した。全国300GWのうち、中部5県分の45GWを市区町村へ同一条件で配分した結果、各自治体の電力需給に影響し得る水準の発電容量となることを把握した。本研究では、太陽光発電に加えて、各自治体に固有のエネルギー源をどこまで掘り起こせるかがポイントとなる。

### (2) 三自治体をモデルとしたケーススタディについて

自治体は、同じ中部地域であっても、地理・気候・人口・産業構造等の条件により、各々が異なる特性を有することから、単一のエネルギーモデルを全ての自治体に適用することは困難と考えられる。そこで本研究では、地域のエネルギー需要と、再生可能エネルギー潜在量を推計する上で重要な要因となる「山林」、「農地」、「市街地」のバランスに着目し、このバランスによる自治体の類型化を提案した。

(※2) 地域におけるエネルギーシステムの最適化に関する調査研究<フェーズII>：報告書は、当財団のホームページをご参照 ([https://www.criser.jp/research/documents/report/2021\\_chiikienergy2.pdf](https://www.criser.jp/research/documents/report/2021_chiikienergy2.pdf))

(※3) 一般社団法人太陽光発電協会 ビジョン：PV OUTLOOK 2050感染症の危機を乗り越え、あたらしい社会へ「太陽光発電の主力電源化への道筋」

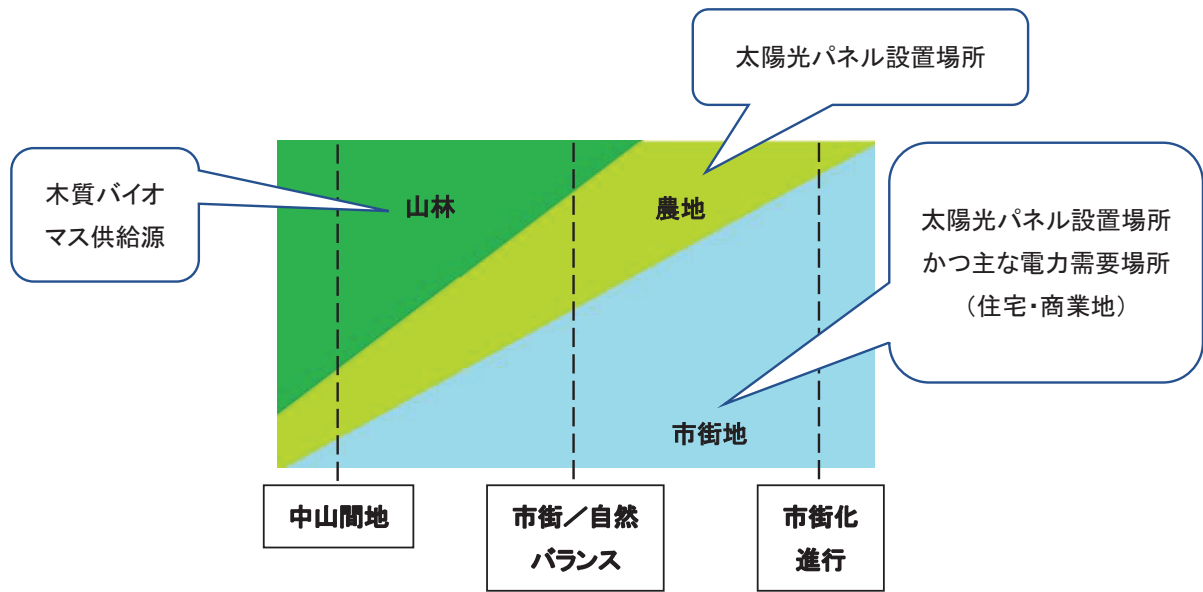


図2 モデル自治体各タイプのイメージ

具体的なイメージを図2に示す。地域のエネルギー需給のバランスは、市街化率<sup>(※4)</sup>で変化するものと考えられるため、中部5県の市町村のうち、市街化率が低・中・高の自治体の中から、検討モデルとして各1自治体へ協力を要請することとした。

その結果、脱炭素やエネルギーの地産地消に関心を持つ、岐阜県中津川市、静岡県磐田市、愛知県長久手市に、各々「中山間地タイプ」、「市街/自然バランスタイプ」、「市街化進行タイプ」のモ

デル自治体となっていただくことをご了承いただいた(表1)。これまでに、各自治体との情報交換や現地確認を通じて、エネルギー源となる地域資源等の情報を収集した。

今回は、2. で三自治体の概要と再生可能エネルギー等に関する情報交換・現地確認の状況、3. で三自治体のケーススタディ(再生可能エネルギー導入潜在量、エネルギー需要と需給バランスの推計)の進捗状況について紹介する。

表1 モデル自治体となることをご了承いただいた3自治体

タイプ名	自治体名	市街化率 (%)	人口当たり農地面積 (ha/千人)	人口当たり林地面積 (ha/千人)	人口当たり太陽光発電配分量 (MW/千人)	人口 (千人)
中山間地タイプ	(数値の目安)	(<5)				
	岐阜県中津川市	1.0	51	695	5.3	77
市街/自然バランスタイプ	(数値の目安)	(5~15)				
	静岡県磐田市	11.0	26	16	3.2	167
市街化進行タイプ	(数値の目安)	(15<)				
	愛知県長久手市	30.5	3	7	1.3	60

(注) ・市街化率 = 「当該自治体の用途地域のうち住居系及び商業系地域の面積」 ÷ 「当該自治体の全面積」  
 ・農地面積および林地面積：農林水産省「わがマチ・わがムラ」から引用  
 ・太陽光発電配分量：公益財団法人中部圏社会経済研究所「地域におけるエネルギーシステムの最適化に関する調査研究<フェーズII>」付録1から引用  
 ・人口：令和2年国勢調査時点

(※4) 市街化率 = 「当該自治体の用途地域のうち住居系及び商業系地域の面積」 ÷ 「当該自治体の全面積」

## 2. 三自治体の概要と情報交換・現地確認の状況

本研究のモデルとなっていた三自治体の概要と、各自治体との情報交換や現地確認の状況について、2-1から2-3に示す。

各自治体との情報交換に先立ち、当財団では、公開情報等に基づいて再生可能エネルギー等となり得る地域資源を事前調査した。情報交換にあたっては、各自治体から事前調査への意見（調査対象として良いか）や、追加の調査対象等の情報をいただき反映した。また、必要に応じて調査対象候補地の現地確認を行った。実際に再生可能エネルギー等を導入する場合は、コストや関係先との調整等が発生し得るが、本研究では地域資源の潜在力を評価するため、「物理的に設置可能」、「設置場所本来の機能や安全性を損なわない」、「保安規制に抵触しない」ものについては、調査対象とした。なお、本研究では、「地産地消」の趣旨に沿って、送電網へ直接送電される場合が多い事業用の風力発電については、調査対象としていない。

### 2-1. 岐阜県中津川市（中山間地タイプ）

中津川市は岐阜県の東南端に位置し、東は木曾山脈、南は三河高原に囲まれ、中央を木曾川が流れる、市の面積の約80%が森林で覆われた自治体である。古くから交通の要衝であり、現在も市街地に中央本線等の鉄道、中央自動車道、国道19号

等の幹線交通が通っている。東濃ヒノキを代表として、優れた農産物などを産出する一方、製紙・電器をはじめとする企業も多数立地している。

#### （1）基本情報

中津川市の情報のうち、エネルギー需給推計の参考となるものを表2-1に示す。

#### （2）環境・エネルギー政策

中津川市では、自然共生、循環、低炭素、安全・安心、人づくりの5本の柱を基本方針とした第三次中津川市環境基本計画を策定しており、ゼロカーボンシティの実現へ向けた施策の一環として、住宅用の太陽光発電・燃料電池・蓄電池・電気自動車だけではなく、豊かな自然環境を背景に、小水力発電や、薪・ペレットストーブの普及にも取り組んでいる。

さらに、2050年にはゼロカーボン（温室効果ガス実質排出量ゼロ）を達成し、更にそれ以上の脱炭素を推進するための「中津川市地域脱炭素ロードマップ」を、2023年5月に策定した。同ロードマップには、脱炭素社会を実現するため、地域貢献型の再生可能エネルギーの導入や活用についての検討と、省エネ化施策やCO<sub>2</sub>の森林吸収などについて、実施すべき取組や施策が具体的に示されている。

表2-1 中津川市の基本情報

項目	内容
① 人口（令和2年国勢調査）	76,570 人
② 市の面積	676.45 km <sup>2</sup>
③ 住居系及び商業系地域の面積	6.94 km <sup>2</sup>
④ 経営耕地面積（令和2年）	2,281 ha (22.81 km <sup>2</sup> )
⑤ 林地面積（令和3年度末）	50,798 ha (507.98 km <sup>2</sup> )
⑥ 製造品出荷額等（令和2年）	381,539 百万円
⑦ 自動車保有台数（令和3年度末）	(乗用車・軽自動車) 61,822 台 (トラック・バス等) 6,312 台 (二輪車等) 2,807 台
⑧年間日照時間（平年値）	2,077.9 時間/年

（出典）①、②、④、⑤、⑥、⑦：「中津川市統計書 令和4年度版」より、一部当財団加工

③：国土交通省「令和3年都市計画現況調査」

⑧：気象庁ホームページ（2010年～2020年の平年値）

（３）本研究における情報交換と現地確認の状況

中津川市は、東濃ヒノキに代表される山林、広い農地、木曽川をはじめとする大小河川を有する。また市内に清掃工場を有することから、事前調査では、太陽光発電（建物屋根・ソーラーシェアリング<sup>(※5)</sup>・耕作放棄地活用）、木質バイオマス発電・熱利用、小水力発電、清掃工場発電・熱利用を調査対象候補とした。また、情報交換と現地確認を通じて、以下の調査対象を追加した。

- ・太陽光発電の設置場所として道路の法面や防音壁の一部と、ため池の一部を追加
- ・植物系バイオマスとして、木質バイオマスのほかに、公園等の<sup>せんてい</sup>剪定枝、竹、耕作放棄地での栽培を想定した草本バイオマスを追加
- ・岐阜県下有数の肉牛の産地である等、家畜飼育頭数が多いことから、家畜排泄物によるバイオガス発電・熱利用を追加

なお、運輸部門では、当初は路線バスの電気自動車への転換を想定していたが、総量ベースでのエネルギー転換効果が大きな乗用車・中小型トラック等へ調査対象を拡大することとした。

2-2. 静岡県磐田市（市街／自然バランスタイプ）

磐田市は、静岡県西部の天竜川東岸に広がる地域であり、遠州灘に面した自治体である。市域の

北から中央部にかけて台地が広がり、台地の周縁から河川・海にかけて平地が広がっている。東海道の中間地点に位置し、東海道本線等の鉄道、東名高速道路、新東名高速道路、国道1号等の幹線交通が東西に走っている。輸送用機械器具などの製造業を中心に、その関連企業も多く集積するほか、温室メロンや茶等の農水産業も盛んで、都市部と農村部が均衡ある発展を遂げている。

（１）基本情報

磐田市の情報のうち、エネルギー需給推計の参考となるものを表2-2に示す。

（２）環境・エネルギー政策

磐田市は、2021年6月に2050年までに二酸化炭素排出量実質ゼロを目指すゼロカーボンシティを表明した。また、同市を取り巻く社会情勢の変化を反映し、脱炭素社会の実現を目指す視点を加えた第2次磐田市環境基本計画後期計画を2023年3月に策定した。6つの分野に分かれた具体的な各施策について、「数値目標」、「市の取組み」、「市民と事業者の取組み」が示されている。

本計画は、磐田市環境基本条例に基づくと同時に、第2次磐田市総合計画後期計画を環境面から補完する「環境の総合計画」という2つの側面を

表2-2 磐田市の基本情報

項目	内容
①人口（令和2年3月末）	169,013 人
②市の面積	163.45 km <sup>2</sup>
③住居系及び商業系地域の面積	17.93 km <sup>2</sup>
④経営耕地面積（令和2年2月1日）	2,817 ha（28.17 km <sup>2</sup> ）
⑤林地面積（令和2年）	2,671 ha（26.71 km <sup>2</sup> ）
⑥製造品出荷額等（令和2年）	1,413,759 百万円
⑦自動車保有台数（令和4年度）	（乗用車・軽自動車） 123,377 台 （トラック・バス等） 11,893 台 （二輪車等） 18,365 台
⑧年間日照時間（平年値）	2,242.9 時間／年

（出典）①：磐田市ホームページ  
 ②, ④, ⑥, ⑦：「令和4年版磐田市統計書」より、一部当財団加工  
 ③：国土交通省「令和3年都市計画現況調査」  
 ⑤：農林水産省「わがマチ・わがムラ」  
 ⑧：気象庁ホームページ（2010年～2020年の平年値）

（※5）農地に支柱を立てて上部空間に太陽光発電設備を設置し、太陽光を農業生産と発電とで共有する取り組み。営農型太陽光発電とも言う。

持つ。また、その他関連計画と整合を図り、国や県の環境基本計画と連携した計画として位置づけられ、地球温暖化対策推進法に基づく地方公共団体実行計画（区域施策編）や、気候変動適応法に基づく気候変動適応計画を内包している。計画の期間は2023年度～2027年度となっている。

なお、ゼロカーボンシティの実現へ向けた施策の一環として、住宅用の太陽光発電・蓄電池等の普及にも取り組んでいる。

### （3）本研究における情報交換と現地確認の状況

磐田市は産業都市である一方で、市北部に山林が広がり農地面積も大きい。また市内に清掃工場を有することから、事前調査では、太陽光発電（建物屋根・ソーラーシェアリング・耕作放棄地活用）、木質バイオマス発電・熱利用、清掃工場発電・熱利用を調査対象とした。また、情報交換と現地確認を通じて、以下の調査対象を追加した。

- ・太陽光発電の設置場所として、ため池の一部を追加
- ・植物系バイオマスとして、木質バイオマスのほかに公園等の<sup>せんてい</sup>剪定枝、竹、耕作放棄地での栽培を想定した草本バイオマスを追加
- ・一定頭数の家畜（乳牛226頭、肉牛199頭、豚1,425頭）が飼育され、排泄物堆肥化施設も存在することから、家畜排泄物によるバイオ

ガス発電・熱利用を追加

- ・地下水位が比較的高いことから、地中熱利用を追加

なお、運輸部門では、他自治体と同様、乗用車・中小型トラック・路線バス等を電気自動車への転換を見込む調査対象とした。

### 2-3. 愛知県長久手市（市街化進行タイプ）

長久手市は、名古屋市東隣に位置する自治体である。同市の中央部を走る愛知高速交通東部丘陵線が、西側の名古屋市営地下鉄と、東側の愛知環状鉄道に接続しているほか、東名高速道路名古屋インターチェンジや、名古屋瀬戸道路長久手インターチェンジが近く、交通の便に恵まれている。名古屋市に隣接した市西部は住宅地・商業施設などが多く都市化が進行しており、本研究にて定義した市街化率は30.5%に及ぶ。また、ジブリパーク等が立地する市東部は今なお自然を多く残しており、市街化された都市と自然豊かな田園の両面を併せ持っている。

#### （1）基本情報

長久手市の情報のうち、エネルギー需給推計の参考となるものを表2-3に示す。

表2-3 長久手市の基本情報

項目	内容
①人口（令和2年10月1日）	60,162 人
②市の面積	21.55 km <sup>2</sup>
③住居系及び商業系地域の面積	6.56 km <sup>2</sup>
④経営耕地面積（令和2年2月1日）	59.88 ha (0.60 km <sup>2</sup> )
⑤林地面積（令和2年3月31日）	410 ha (4.1 km <sup>2</sup> )
⑥製造品出荷額等（令和2年6月1日）	20,149 百万円
⑦自動車保有台数（令和3年度末）	(乗用車・軽自動車) 33,310 台 (トラック・バス等) 2,727 台 (二輪車等) 938 台
⑧年間日照時間（平年値）	2,141.0 時間/年

〔出典〕①：長久手市ホームページ

②, ④, ⑤, ⑥：「ながくての統計2022」より、一部当財団加工

③：国土交通省「令和3年都市計画現況調査」

⑦：令和4（2022）年度刊愛知県統計年鑑「市区町村・車種別保有自動車数」

⑧：気象庁ホームページ（2010年～2020年の平年値（名古屋市の値））

## （２）環境・エネルギー政策

長久手市は、「脱炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」、「安全・安心」に関する基本方針からなる第４次長久手市環境基本計画を策定した。計画の期間は2021年度から2030年度となっている。各基本方針においては、目標のほかに「５年間の重点プロジェクト」、「私たちにできること（市民の取組み）」が示されている。また、2022年１月に2050年までに二酸化炭素排出量実質ゼロを目指すゼロカーボンシティを宣言した。

なお、ゼロカーボンシティの実現へ向けた施策の一環として、住宅用の太陽光発電・蓄電池等の普及にも取り組んでいるほか、市民の環境意識の向上を図るため、普段の生活の中でできる省エネ行動を実践する「ながくてecoチャレンジ事業」を実施している。

## （３）本研究における情報交換と現地確認の状況

長久手市は、市東部にジブリパークをはじめとする愛知県関連の施設・事業所が集中的に立地している。市街地は市中部・西部にかけて広がり、住宅地が中心となっている。また、一定面積の農地も存在することから、事前調査では、太陽光発電（建物屋根・ソーラーシェアリング・耕作放棄地活用）を調査対象とした。また、情報交換と現地確認を通じて、以下の調査対象を追加した。

- ・太陽光発電の設置場所として、ため池の一部を追加
- ・植物系バイオマスとして、公園等の剪定枝、竹、耕作放棄地での栽培を仮定した草本バイオマスを追加
- ・現地確認の結果、小水力発電１ヶ所を追加

なお、運輸部門では、他自治体と同様、乗用車・中小型トラック・路線バス等を、電気自動車への転換を見込む調査対象とした。

## 3. ケーススタディの進捗状況

本研究では、三自治体との情報交換や現地確認

を通じて、推計の対象とする再生可能エネルギーを決定した。現在、三自治体における再生可能エネルギー導入潜在量、2050年におけるエネルギー需要と需給バランスの推計を実施中である。

試算段階ではあるが、三自治体とも、再生可能エネルギー導入潜在量の大半が太陽光発電であることを確認した。また、2050年のエネルギー需要のバランスから、エネルギーの地産地消の潜在力は、「中山間地タイプ」＞「市街／自然バランスタイプ」＞「市街化進行タイプ」の順に高いことも確認した。

### 3-1. 再生可能エネルギー導入潜在量の推計

#### （１）推計方法の概要

これまでに収集した情報に基づき、三自治体の再生可能エネルギー導入潜在量推計にあたっては、以下の方法を用いた。

#### （１-１）太陽光発電

本研究では、当財団の既往の研究「地域におけるエネルギーシステムの最適化に関する調査研究＜フェーズⅠ＞」<sup>(※6)</sup>で開発し、「同＜フェーズⅡ＞」<sup>(※7)</sup>で改良したシミュレーションプログラム「地域エネルギー需給評価プラットフォーム」(以下、「プラットフォーム」)を用いて、太陽光発電(以下、「PV」)の発電量を推計した。

プラットフォームでは、PVパネルの基本的な設置候補場所を「住宅・建築物の屋根」、「農地(ソーラーシェアリング)」、「耕作放棄地」とし、各設置候補場所の何％に設置するか(設置率)を設定することで、PV設備導入量を想定している。本研究では、各自自治体との情報交換や現地確認を通じて、「ため池」、「道路の法面・防音壁」の一部も設置候補場所に追加した。これに日照時間・日射量等のデータを組み合わせて、1時間当たりの発電量を推計した。

#### （１-２）小水力発電

小水力発電の整備目標を有する自治体はその目

(※6) 地域におけるエネルギーシステムの最適化に関する調査研究＜フェーズⅠ＞：報告書は、当財団のホームページをご参照  
([http://www.criser.jp/research/documents/2019report\\_chiikienergy.pdf](http://www.criser.jp/research/documents/2019report_chiikienergy.pdf))

(※7) 【再掲】 地域におけるエネルギーシステムの最適化に関する調査研究＜フェーズⅡ＞

標値を引用した。また、詳細な情報が無い候補地については、河川の流量(m<sup>3</sup>/s)を推定し、以下のとおり推計した。

$$\begin{aligned} \text{発電出力 (kW)} &= 9.8 \times \text{有効落差 (m)} \\ &\quad \times \text{使用水量 (m}^3/\text{s)} \\ &\quad \times \text{効率} \\ \text{年間発電量 (kWh)} &= \text{発電出力 (kW)} \\ &\quad \times 8,760 \text{ (h/年)} \\ &\quad \times \text{設備利用率 (係数)} \end{aligned}$$

### (1-3) 植物系バイオマス発電・熱利用

本研究では、植物系バイオマスとして、木質チップ・<sup>せんてい</sup>剪定枝・竹・草本バイオマスの4種類を対象とした。いずれも各種統計値から潜在資源量を推計したが、木質チップは、林道から15m以内の林地残材、<sup>せんてい</sup>剪定枝は公園からの発生量、竹は竹林の一部伐採量、草本バイオマスは耕作放棄地の一部での栽培を想定した収穫量を潜在資源量の対象とした。

各バイオマスの用途は、資源を集中利用する汽力発電ではなく、電力や熱の需要場所で小型の木質バイオマスガス化ガスエンジンコージェネレーションや温水ボイラを用いる分散利用とした。そのため、発電量や熱回収量は、バイオマスの発生エネルギー量に各消費機器のエネルギー効率を乗じて求めた。

### (1-4) 清掃工場発電・熱利用

発電量および熱回収量は、環境省「一般廃棄物

処理実態調査結果」から、該当する清掃工場の操業実績値を引用した。

### (1-5) 家畜排泄物発電・熱利用

本研究では、乳用牛、肉用牛、豚を対象として、堆肥センター等に集積した排泄物を発酵させてバイオガスを回収し、バイオガスエンジンコージェネレーションを運転して電力および熱を得る方式を想定した。バイオガスの潜在発生量は、各家畜の「頭数×排泄物発生量原単位×バイオガス発生量原単位」で推計し、発電量や熱回収量は、バイオガスの発生エネルギー量にコージェネレーションのエネルギー効率を乗じて求めた。

### (1-6) 地中熱利用

本研究では、地下水に恵まれた静岡県磐田市で、地中熱の利用可能性を検討した。公共施設が撤去された跡地において、残置された地中杭のうち、破損・劣化が少ないものに、熱交換チューブを挿入して、地中熱ヒートポンプとして運用することを想定した。まず撤去前の建物の規模や構造、周辺の地下水位・地質等から地中杭の打設本数・深度を想定し、さらにその地中杭の1/2が利用可能と想定して、地中からの採熱量を推計した。

## (2) 推計結果

これまでに収集した情報に基づき、三自治体の再生可能エネルギー導入潜在量を表3-1、表3-2のとおり推計した。

表3-1 三自治体における再生可能エネルギー導入潜在量

(単位: MWh/年)

再生可能 エネルギー源	岐阜県中津川市		静岡県磐田市		愛知県長久手市	
	電力	熱	電力	熱	電力	熱
太陽光	660,455.0	—	946,142.0	—	185,163.0	—
小水力	78,490.0	—	—	—	29.4	—
植物系バイオマス	187.0	31,903.8	94.0	18,547.5	—	2,067.5
清掃工場	5,057.0	390.5	13,861.0	640.9	—	—
家畜排泄物	3,425.0	1,713.0	483.0	241.0	—	—
地中熱	—	—	—	395.1	—	—



表3-2 三自治体における現在の人口1万人あたり再生可能エネルギー導入潜在量

(単位：MWh/(年・万人))

再生可能 エネルギー源	岐阜県中津川市		静岡県磐田市		愛知県長久手市	
	電力	熱	電力	熱	電力	熱
太陽光	84,773.4	—	55,655.4	—	30,860.5	—
小水力	10,193.5	—	—	—	4.9	—
植物系バイ オマス	24.3	4,143.4	5.5	1,091.0	—	344.6
清掃工場	656.8	50.7	815.4	37.7	—	—
家畜排泄物	444.8	222.5	28.4	14.2	—	—
地中熱	—	—	—	23.2	—	—

(3) 考察

表3-1によれば、静岡県磐田市(市街/自然バランスタイプ)の導入潜在量が、岐阜県中津川市(中山間地タイプ)の導入潜在量を上回っている再生可能エネルギーもあるが、表3-2のとおり、現在の人口あたりの導入潜在量で比較すると、おおむね中山間地タイプ>市街/自然バランスタイプ>市街化進行タイプの順に多い結果となった。

また、いずれのタイプの自治体においても、再生可能エネルギー源の大半を占めるのは太陽光だが、太陽光以外では、市街化進行タイプの愛知県長久手市を含めて、公園等の<sup>せんでい</sup>剪定枝や耕作放棄地での草本等の植物系バイオマスも活用できる可能性がある。

3-2. エネルギー需要と需給バランスの推計

(1) 推計方法の概要

再生可能エネルギーの普及が一層進んだ2050年の姿を想定するためには、2050年時点のエネルギー需要も推計して、エネルギー需給のバランスを明らかにしていく必要がある。本研究では、エネルギー需要や需給バランスについても、前記のプラットフォームを用いて推計した。

プラットフォームでは、PV等再生可能エネルギー電力を有効活用する観点から、2050年の家庭部門・業務部門は全てのエネルギー需要が電化され、産業部門も電化が困難と予想される業種を除いて電化される設定とした。また、将来的な人口の増減や、エネルギー消費機器の効率向上等も反

映した。運輸部門については、まず乗用車(軽自動車を含む)が全て電気自動車(以下、「EV」)化され、主に昼間時間帯に任意の駐車場所で充電できる設定で推計した。

(2) 推計結果

2050年時点の三自治体のエネルギー需要と、再生可能エネルギー潜在量と組み合わせた需給について、推計結果の一部を以下に示す。

(2-1) エネルギー需要(季節別代表日の状況)

中間期(5月)、夏期(8月)、冬期(12月)の代表日における電力需要・燃料需要の1時間値を図3-1から図3-3に示す。図3-1は岐阜県中津川市、図3-2は静岡県磐田市、図3-3は愛知県長久手市のもので、各図は需要家別・用途別に色分けされている。

「(1) 推計方法の概要」で述べた通り、プラットフォームにおいて家庭部門・業務部門の全てと産業部門の過半が電化された設定としたため、家庭部門・業務部門の燃料需要は、人口動向や省エネ効果を織り込んだ上で、電力需要へ置き換えられた形となっている。

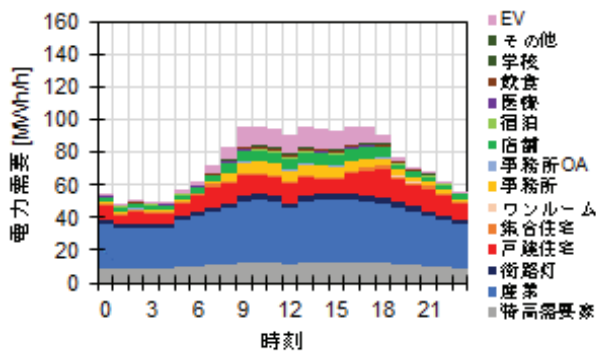
電力需要は、おおむね三自治体間の人口比に近い規模となっているが、その内訳は、工場が多く立地する静岡県磐田市や岐阜県中津川市では産業部門の割合が多く、住宅地が中心の愛知県長久手市では、家庭部門・業務部門の割合が多い。

また、昼間時間帯に自宅・外出先を問わず任意の駐車場所で充電できる設定としたEVの電力需

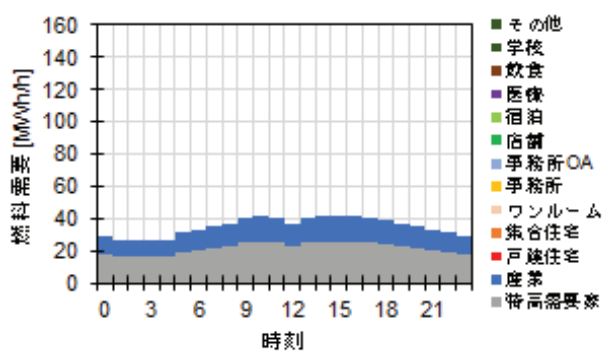
要（図中ピンク色で表示）については、乗用車分のみが記載されているが、トラック等の分が加わると、さらなる上積みが見込まれる。

燃料需要については産業部門のみとなっており、需要の規模は、各自治体における産業部門の規模を反映して、静岡県磐田市、岐阜県中津川市、愛知県長久手市の順に大きい。

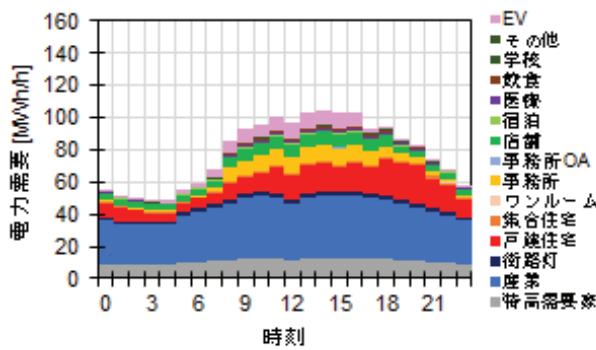
なお、三自治体とも、電力需要・燃料需要のピークは季節間で大きな変動が無く、各季節における電力需要の変動パターン<sup>(※8)</sup>についても、おおむね共通している。



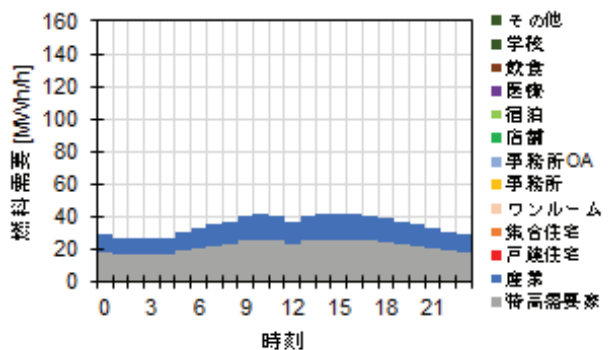
(a) 電力需要 (5月)



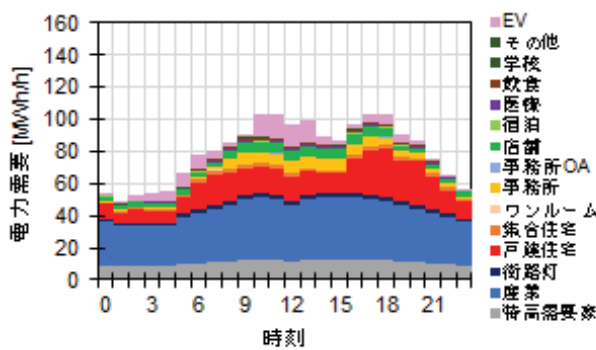
(b) 燃料需要 (5月)



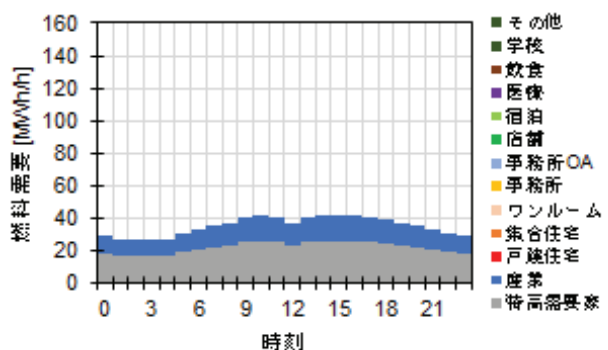
(c) 電力需要 (8月)



(d) 燃料需要 (8月)



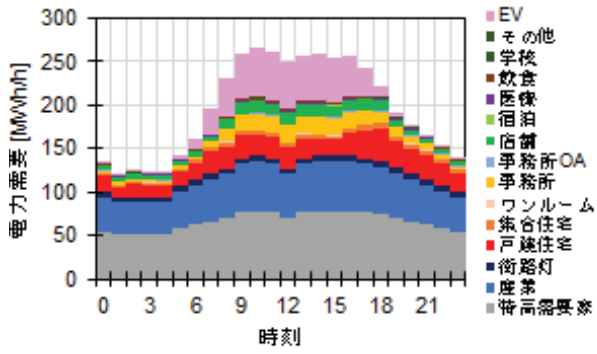
(e) 電力需要 (12月)



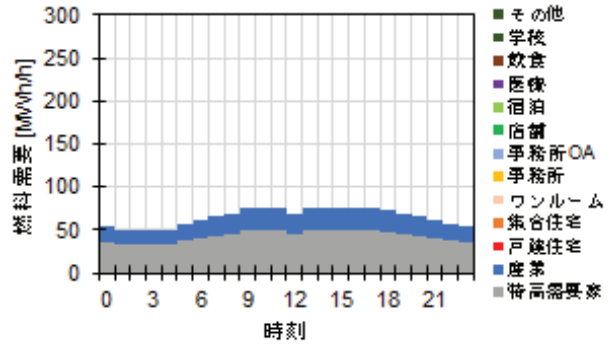
(f) 燃料需要 (12月)

図3-1 岐阜県中津川市における代表日の電力需要・燃料需要の時間変化

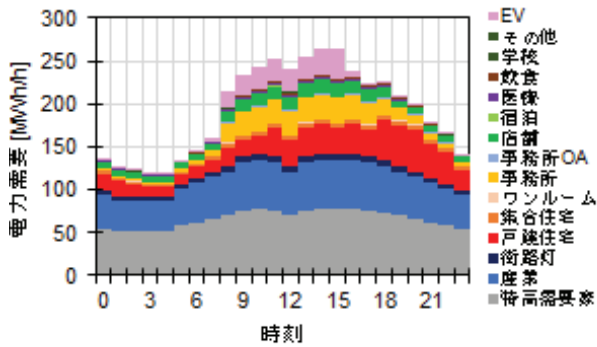
(※8) (例) 冬期の夕刻に、家庭部門・業務部門の電力需要が増加する



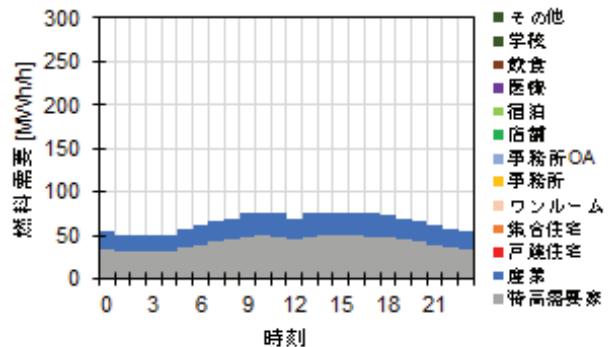
(a) 電力需要 (5月)



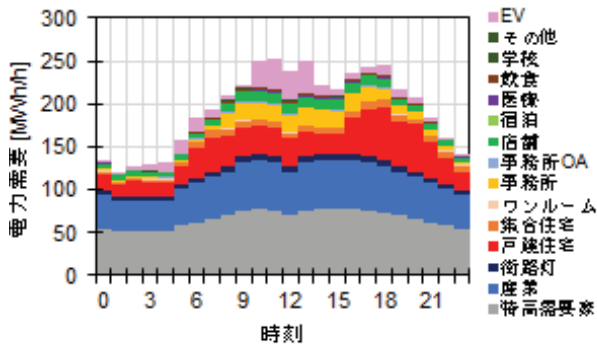
(b) 燃料需要 (5月)



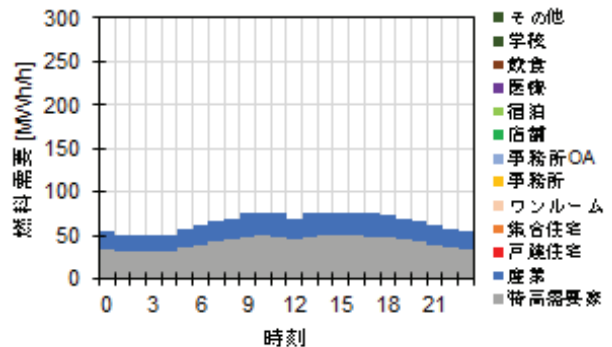
(c) 電力需要 (8月)



(d) 燃料需要 (8月)



(e) 電力需要 (12月)



(f) 燃料需要 (12月)

図 3 - 2 静岡県磐田市における代表日の電力需要・燃料需要の時間変化

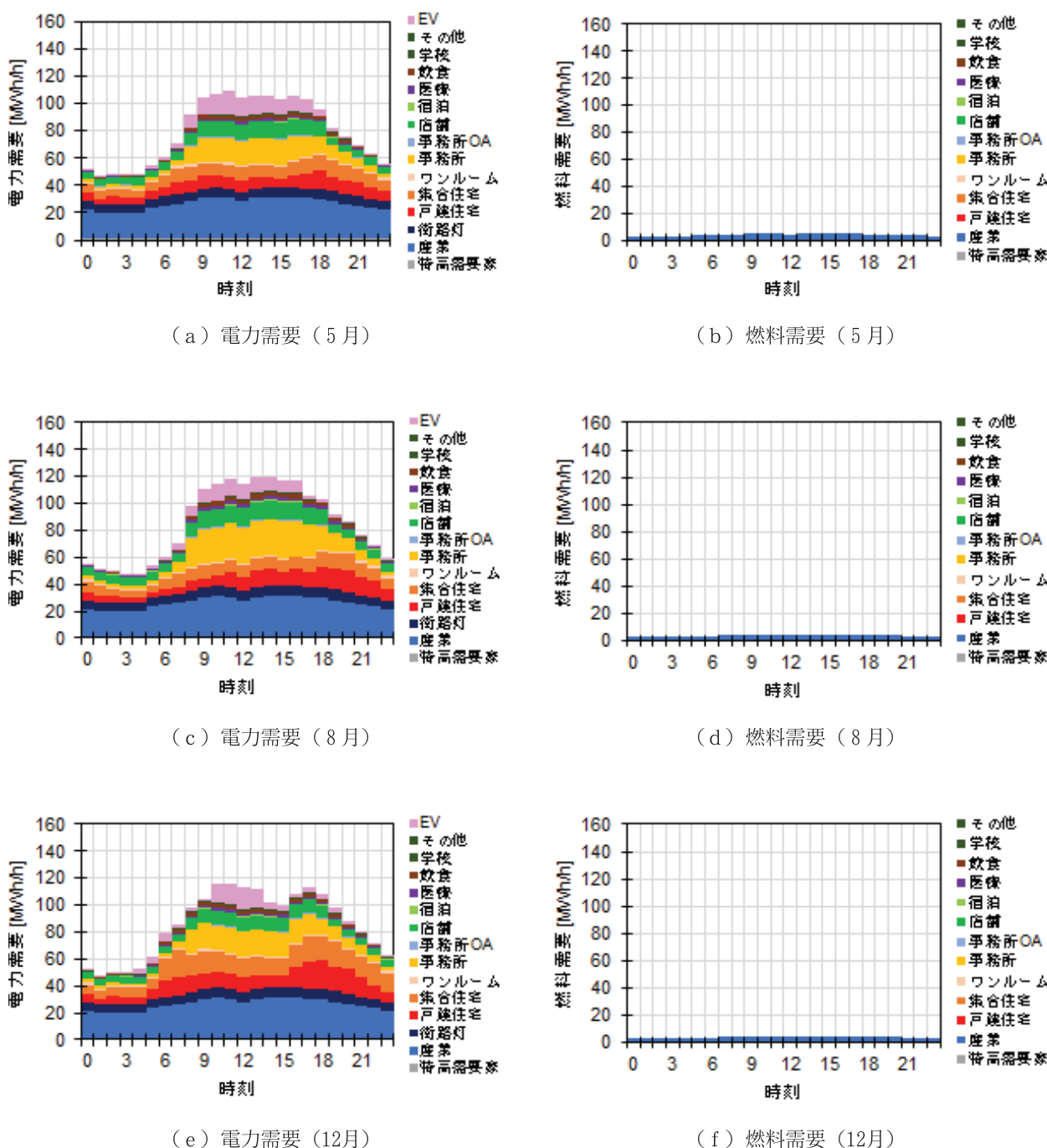


図3-3 愛知県長久手市における代表日の電力需要・燃料需要の時間変化

(2-2) エネルギー需給 (季節別代表日の状況)

中間期 (5月)、夏期 (8月)、冬期 (12月) の代表日における電力需要と再生可能エネルギー電力供給量の1時間値を図3-4に、燃料需要と植物系・家畜系バイオマスによる熱供給量の1時間値のうち、中間期分を図3-5に示す。

図3-4において、黒い線グラフが電力需要、着色された柱状グラフが再生可能エネルギー電力供給量を示す。図3-4 (a) から図3-4 (c)

は中間期のグループ、図3-4 (d) から図3-4 (f) は夏期のグループ、図3-4 (g) から図3-4 (i) は冬期のグループで、グループごとに三自治体のグラフを並べた。

三自治体とも、再生可能エネルギー電力の大半がPVであって、PV以外では、岐阜県中津川市のグラフで、小水力発電分が辛うじて視認できる。岐阜県中津川市と静岡県磐田市では、全ての季節で電力需要に対してPV供給量が超過する時間帯

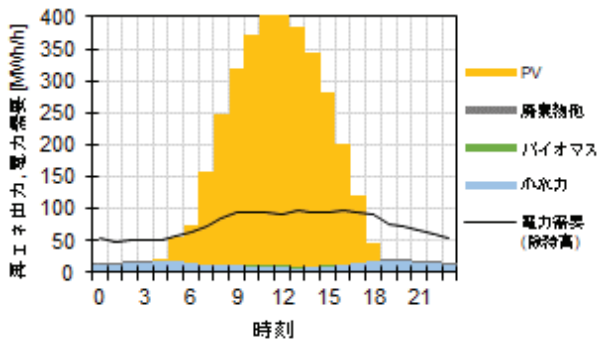
があり、余剰電力の発生が見込まれる。愛知県長久手市においては、電力需要に対してPV供給量が超過する時間帯は無いものの、PVの最大出力が、同時帯の電力需要に近い水準となっている。

以上により、三自治体とも、2050年時点の電力需要について、PVを主力とする再生可能エネルギー電力で相当な部分を賄うことが期待できる一方、夜間や曇雨天時においては、現在と同様に電力系統を通じたエリア外からの電力供給が必要と考えられる。このうち岐阜県中津川市と静岡県磐田市では、余剰電力を貯蔵して夜間等で活用できれば、自給率向上につながる可能性がある。

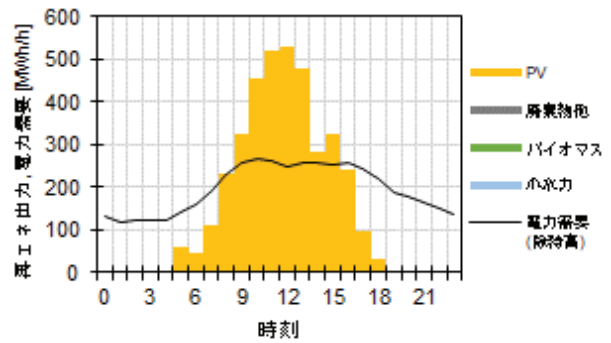
次に、図3-5では産業部門の燃料需要（オレンジ色で表示）に対して、植物系・家畜系バイオマスによる熱供給量（青色で表示）を示している。

植物系バイオマスに関しては、使用場所で燃料保管スペースが必要になるほか、家畜系バイオマスについては、熱供給場所である堆肥センター近傍での利用が必要になるため、工場での利用を想定した。ただし、業務用部門でも給湯・暖房の需

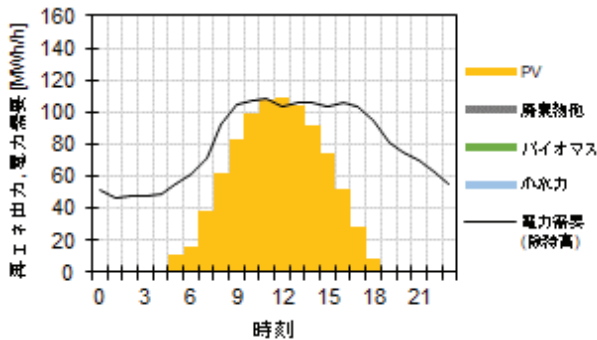
要があることや、バイオマスから得られる熱が比較的低温と想定されることから、特に植物系バイオマスの用途については、引き続き検討していく。



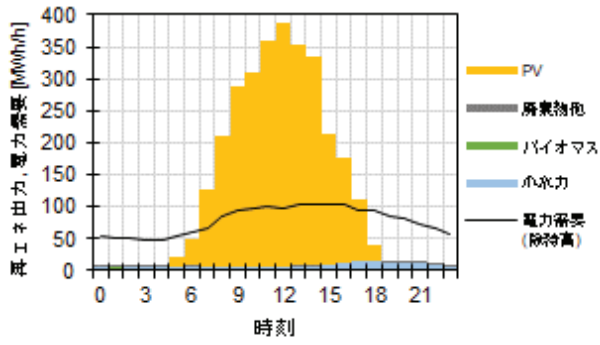
(a) 岐阜県中津川市の電力需給（5月）



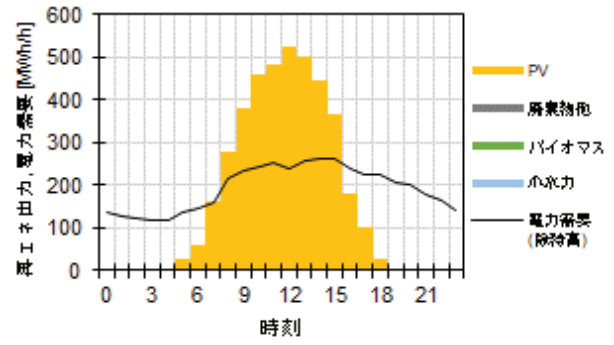
(b) 静岡県磐田市の電力需給（5月）



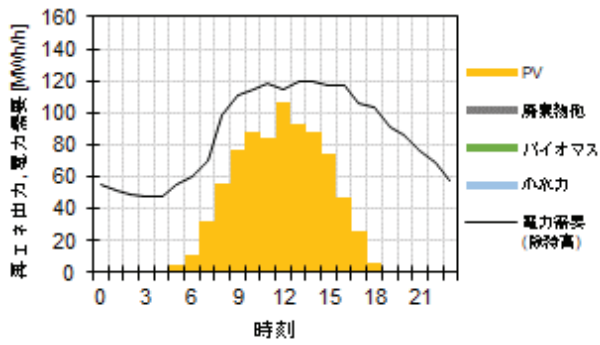
(c) 愛知県長久手市の電力需給（5月）



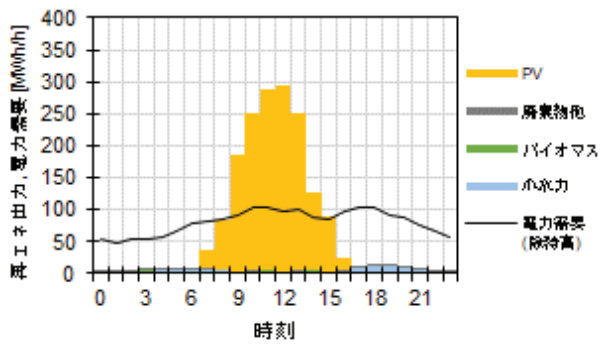
(d) 岐阜県中津川市の電力需給 (8月)



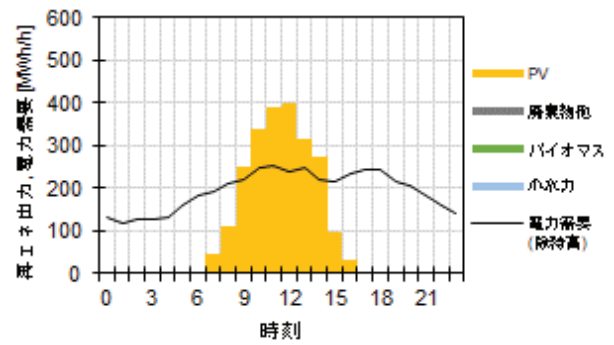
(e) 静岡県磐田市の電力需給 (8月)



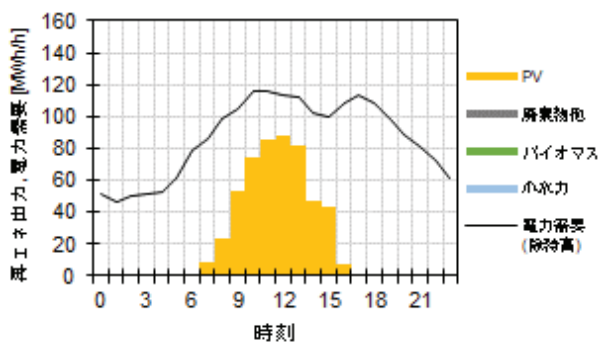
(f) 愛知県長久手市の電力需給 (8月)



(g) 岐阜県中津川市の電力需給 (12月)

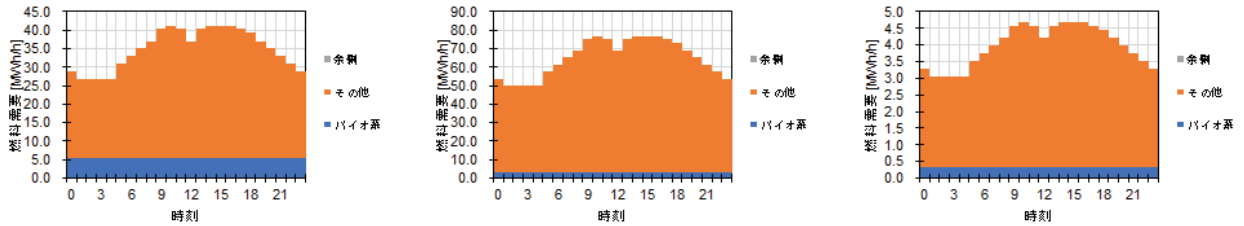


(h) 静岡県磐田市の電力需給 (12月)



(i) 愛知県長久手市の電力需給 (12月)

図3-4 三自治体における代表日の電力需給の時間変化



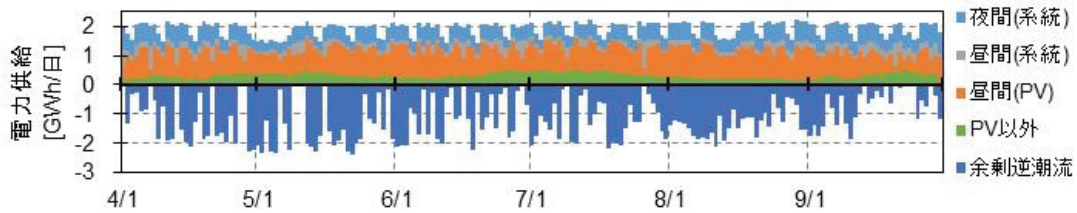
(a) 中津川市の燃料需給 (5月) (b) 磐田市の燃料需給 (5月) (c) 長久手市の燃料需給 (5月)

図3-5 三自治体における中間期代表日の燃料需給の時間変化

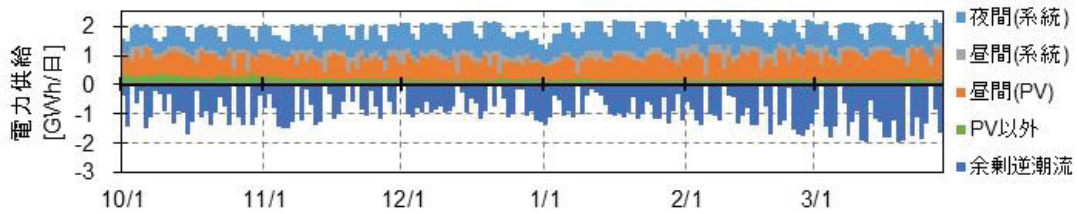
(2-3) エネルギー需給 (年間の状況)

図3-6から図3-8は、本研究で想定した全ての再生可能エネルギーが2050年に導入された条件で、年間の電力需給状況を1時間単位で推計し、

1日単位で積算して図示したものである。図3-6は岐阜県中津川市、図3-7は静岡県磐田市、図3-8は愛知県長久手市を示す。電力需給図のゼロより上の部分は電力供給量とその内訳、ゼロ

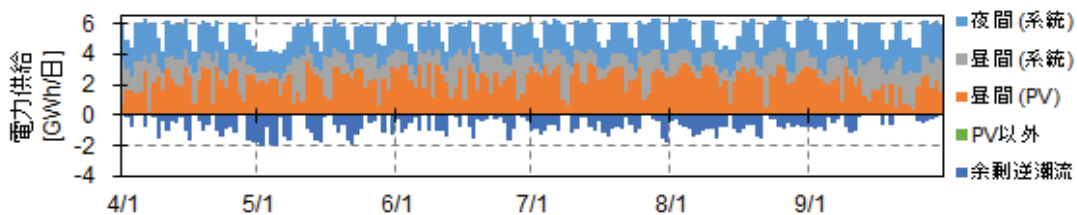


(a) 電力需給 (4月～9月)

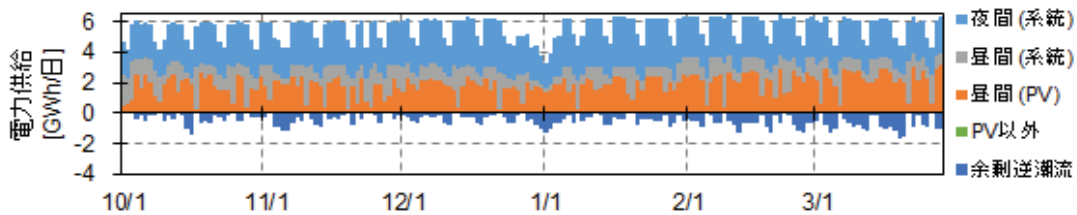


(b) 電力需給 (10月～3月)

図3-6 岐阜県中津川市における年間電力需給バランス

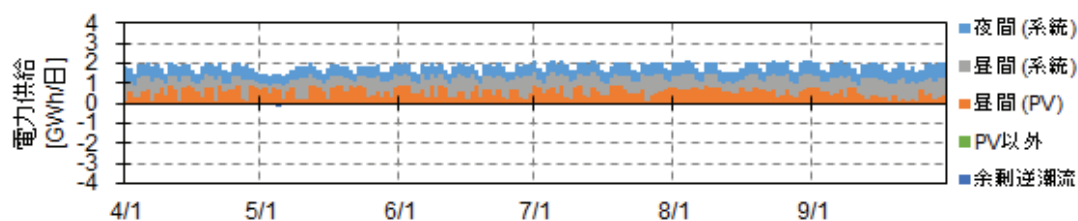


(a) 電力需給 (4月～9月)

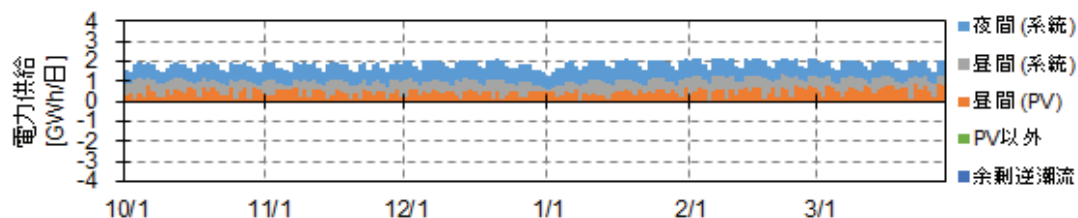


(b) 電力需給 (10月～3月)

図3-7 静岡県磐田市における年間電力需給・燃料需給バランス



(a) 電力需給 (4月～9月)



(b) 電力需給 (10月～3月)

図3-8 愛知県長久手市における年間電力需給・燃料需給バランス

より下の部分は余剰電力量を表す。

前項(2-2)で触れた通り、三自治体の電力供給については、2050年時点でも再生可能エネルギー電力による供給分と、電力系統を通じた供給分の両方が存在する。このうち岐阜県中津川市と静岡県磐田市では余剰電力も得られることから、余剰電力で燃料需要に対して有意な量の水素を製造できる可能性がある。水素は産業部門や運輸部門での活用だけでなく、一時貯蔵が可能であることから、電力需給逼迫に対応する季節間あるいは日間貯蔵手段としての活用も考えられるため、用途については、引き続き検討していく。

#### 4. 今後の予定

本研究では、今後も三自治体における再生可能エネルギー導入潜在量と、2050年のエネルギー需要の推計・分析を継続し、自治体のタイプ別にエネルギー需給構造の特徴を明らかにするとともに、再生可能エネルギー導入等によるエネルギー地産地消の効果や、地域固有の脱炭素の潜在力を示す予定である。

最終的には、三自治体をはじめとする中部地域の自治体でマイクログリッド導入検討にご活用いただけるよう、3タイプの事例研究の結果だけではなく、各々の調査・推計のプロセスも含めて報告書として取りまとめていきたい。

#### 謝辞

岐阜県中津川市、静岡県磐田市、愛知県長久手市をモデルとした2050年のエネルギー地産地消に関するケーススタディについて、情報提供をはじめとする多大なご協力をいただいた、中津川市環境水道部環境政策課、磐田市環境水道部環境課、長久手市くらし文化部環境課の各位と、本研究への惜しみないご指導・お力添えをいただいた、名古屋大学未来材料・システム研究所の加藤丈佳教授に心からの謝意を表します。

以上