

研究論文(Research Article)

近畿地方民生部門を対象とした再生可能エネルギーの
電力融通ポテンシャルの評価福原 大祐^{1,*}・吉川 直樹²・天野 耕二²・島田 幸司³Evaluation of the Sub-regional Power Interchange Potential
by Distributed Power Supply in the Kinki Civilian SectorDaisuke FUKUHARA^{1,*}, Naoki YOSHIKAWA², Koji AMANO² and Koji SHIMADA³

Synopsis:

Objective. In recent years, increasing attention has been paid to the supply of electricity by distributed power and a power interchange operation. The installed capacity of renewable energy systems, which utilize non-exhaustible energy resources, tends to increase with distributed generation. However, the stability of the supply-demand balance has become an issue because the amount of power generated by renewable energy and the power demand vary by location and time. When introducing mass renewable energy systems, it is necessary to stabilize the supply-demand balance to reduce variations in the power interchange. This study evaluated the contribution of power supplied from renewable energy systems, leveraging the power interchange to reduce dependence on the system power supply in the Kinki region of Japan. The power demand from the residential and business sectors and the power generated by renewable energy were estimated using economic statistics, social statistics, and weather observations from the 500 m geographic information system (GIS) grid.

Results and Discussion. The supply-demand in the residential sector using photovoltaics and the power demand is positive during daytime in May and August; however, the balance remains negative all day in January. In addition, the maximum difference of the power supply-demand balance was about 9.0 GWh between January and May at 5:00 p.m. This maximum difference is due to an increase in power demand for air conditioning in January and August, and an increase in power generated by photovoltaics in May and August. The power supply-demand balance during the day in the civilian sector (residential and business sectors) was calculated using photovoltaics, wind power generation and power demand. There is great potential for wind power installation in mountainous parts of the country, such as the northern and southern portions of the Kinki region, because the population density is low. Thus, the power supply-demand balance during the day in mountainous areas is positive in May. On the other hand, the power supply-demand balance during the day is largely negative in the central urban areas because of the significant power demand from the large population and the difficulty of installing wind power systems in these areas. Therefore, it is difficult to supply energy to the city center only by power generated from photovoltaics and wind power, and, therefore, there is a need for a power interchange from areas on the periphery of the city center. When using a power interchange operation in the inner grid square, the power usage of the distributed power in May was about 1.28 times greater at 1:00 p.m. than when not using a power interchange operation. In addition, the power usage increased to around 1.59 times greater when using the power interchange with other grid square. This increase is due to priority given to the power interchange inside the grid square, and it does not consider the transmission loss in the grid square. The utilization rate of the distributed power without using any power interchange, using the

1 立命館大学大学院 理工学研究科 / 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1

2 立命館大学 理工学部 / 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1

3 立命館大学 経済学部 / 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1

1 Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University / 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577

2 College of Science and Engineering, Ritsumeikan University / 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577

3 College of Economics, Ritsumeikan University / 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577

* 連絡先 (Corresponding author), rv006078@ed.ritsumei.ac.jp

inner-grid power interchange, and using both inner-grid and inter-grid power interchanges, are 71.5%, 85.4% and 100%, respectively, on an average May day. Thus, through the power interchange it is possible to reduce the excess power from renewable energy systems that is wastefully discharged.

Conclusions. In this study, it was revealed that it affords to supply power via photovoltaics and wind power to the residential sector as surplus power generated during the daytime in a non-winter month, although supply from the system power supply at nighttime and in the early morning is required. In May, it is possible to improve the system power supply replacement rate by a power interchange within the same grid square from the residential sector to the commercial sector, as the power demand from the commercial sector increases during the day. It is possible to increase the electricity supplied from distributed power by power interchange operation; however, transmission loss will vary based on the final destination of the power interchange. Therefore, it is necessary to properly match the power receiving side and the power transmission side by taking into account the distance and the supply-demand balance that varies with changing weather conditions.

Keywords: Distributed generation; geographic information systems; power interchange; renewable energy; supply-demand balance

1. はじめに

新興国の経済発展により、枯渇性エネルギー資源の消費は今後も増加が見込まれ、枯渇性エネルギー資源から、非枯渇性エネルギー資源利用に移行することが望ましい。近年では、分散型発電や電力融通による電力供給が注目されつつあり、分散型発電のなかでも再生可能エネルギーの導入容量は増加傾向にあり、非枯渇性エネルギー資源利用への移行が少しずつ進んでいる。しかしながら、再生可能エネルギーによる発電電力量は地域、季節や時間帯によっても供給可能な電力量は変化するため、地域、時間帯によって配電線電圧や系統周波数安定性の低下、電力需給運用における経済性の低下などの影響を系統電力システムに及ぼすことが懸念されている。今後、再生可能エネルギーが普及していくうえで、系統電力システムへの影響、特に電圧変動を可能な限り回避し、かつ送電ロス最小化のためにも分散型電源の地産地消を促進することが望ましいと言える。このため、再生可能エネルギーを分散配置させ、地域別、季節別、時間帯別に発電電力量と需要電力量の差を電力需給バランスとして、余剰電力供給や不足電力需要を地域内外の電力融通によりどの程度平準化できる状態となっているのかを評価する枠組みが必要となる。また、電力融通は送電網の容量や経路を考慮して計画するため、各地域の実データに基づいた電力需給バランスを推計することが重要であると考えられる。

このような課題に関しては、再生可能エネルギーの太陽光発電が大量導入された時の解析¹⁾や、スマートグリッドやスマートシティで用途の異なる街区の組み合わせ効果の評価や²⁾、再生可能エネルギーを中心としたグリッドのシミュレーション解析³⁾などが行われているが、各地域内の人口分布や開発制限、気象データを用いた詳細な需給バランスだけでなく、広域での空間分布を考慮した電力融

通の分析は多くない。本研究では、再生可能エネルギーによる分散型発電の供給ポテンシャルと当該地域の電力需要に基づいて、その余剰電力供給や不足電力需要をできるだけ近い地域内外で平準化する分散型発電の供給網を構築し余剰電力を最大限有効活用することを想定する。実際には、系統電力システムによる電力需給調整は避けられないが、電力需給バランスを考慮した地域内外の電力融通を行うことによる系統電力代替率の向上を定量的に評価することが系統電力システムへの影響を最小としつつ、非枯渇性エネルギー資源利用の促進や災害時対応も含めた、分散型電源の地産地消につながるものとする。本研究では、時間帯別の家庭・業務部門の電力需要や再生可能エネルギーによる分散型発電の発電ポテンシャルについて、気象観測値と統計値を基にGIS(地理情報システム)によって500mのメッシュ単位で詳細に推計した。なお本稿では、電力融通という用語を、通常用いられているような一般事業者間のものではなく、地域メッシュ内外での電力融通を示す用語として使用する。

2. 研究手法

本研究では、近畿地方内を対象として、500mの各メッシュ単位で、季節、時間帯に電力需給バランスを推計した。空間的解析を可能とするためGISを使用し、図1に示すようにGIS上で各種統計データ⁴⁻⁶⁾を用いて、各メッシュに含まれる需要家の延床面積と業種別需要パターンから需要電力量を、開発制限区域を除外した発電設備の設置可能面積と気象観測値⁷⁾から自然再生エネルギー(太陽光発電と風力発電)による供給可能量を推計した。推計した需要電力量と供給可能量から需給バランスを算出し、自然再生エネルギーおよび余剰電力の電力融通を行うことによる枯渇性エネルギー資源への寄与度の評価をした。

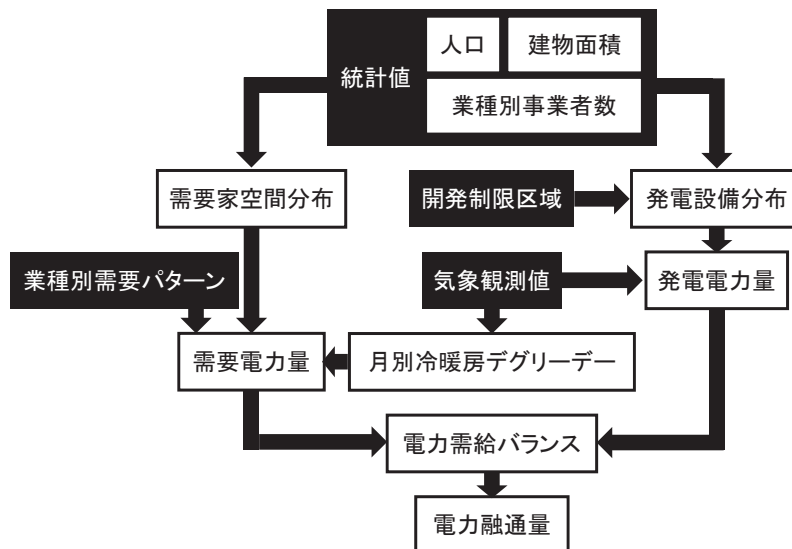


図1 推計フロー図

2.1 需要電力量の推計

近畿地方の各メッシュにおける家庭部門および業務部門の需要電力量を推計するため需要家空間分布を推定した。国土地理院の国土数値情報の地形データ⁴⁾に加えて、総務省の統計局によって公開されている統計データ^{5,6)}から各メッシュに含まれる家庭部門の各世帯数とその建て方別の延床面積を、建物統計データ⁷⁾を基に業務部門の業種別合計延床面積を決定し、需要家空間分布とした。家庭部門の需要家空間分布に対し、アメダス観測値⁸⁾を用いて各メッシュで月別の冷暖房デGREEデーを算出し、冷房デGREEデー（598度日/年）、暖房デGREEデー（862度日/年）と近畿地方の平均延床面積を考慮しながら、それぞれ単位冷房デGREEデー・延床面積あたり冷房需用電力（kWh/度日・m²）、単位暖房デGREEデー・延床面積あたり暖房需用電力（kWh/度日・m²）を算定した。家庭用統計年報の近畿地方における冷暖房需要電力⁹⁾を補正して月別冷暖房需要を、その他の電力需要は需要家空間分布の延床面積と家庭部門では年間の県別需要電力量推計値⁹⁾を月別の需要パターン¹⁰⁾を用いて、月別用途別需要電力量を推計した。業務部門では年間の建物用途別需要電力量¹¹⁾と月別の需要パターン¹⁰⁾を用いて、月別需要電力量を推計した。さらに、推計した各メッシュの月別用途別需要電力量に月別用途別時刻別の需要パターン¹⁰⁾を用いることで、各メッシュの時刻別需要電力量を推計した。

2.2 再生可能エネルギーによる供給電力量推計

2.2.1 太陽光発電の発電量推計

家庭部門では、需要家空間分布から約50%の世帯を無作為に抽出し、太陽光発電を導入する世帯とした。各世帯属

性として延床面積と建物階数^{5,6)}、住宅金融支援機構の統計値に基づいてランダム決定した屋根形状¹²⁾（集合住宅は全て陸屋根とした）を基に、太陽光パネル設置可能面積を推計した。太陽光パネルの出力は単結晶シリコン型の160 W/m²であるものとして、アメダスおよびNEDOの各観測地点における気象観測値に基づく各日射量推計値¹³⁾から各メッシュに空間的補完を行い、月別、時刻別に各世帯の太陽光発電の期待発電量を、JIS規格¹⁴⁾を参考に温度損失も考慮し推計した。（式1）

$$PV_h = \alpha \times C_{PC} \times H_L \times PV_{op} \times I_{rad} \quad (\text{式1})$$

PV_h : 太陽光発電の発電量 (Wh/h)

PV_{op} : 太陽光発電出力 (kW)

H_L : 温度補正係数

C_{PC} : パワーコンディショナー変換効率

I_{rad} : 日射量 (Wh/h)

α : その他損失係数

ただし、集合住宅の世帯については、各集合住宅の屋上面積を居住世帯数で按分した面積を各世帯における太陽光発電の設置可能面積とした。業務部門については、全建物に家庭部門と同様の太陽光パネルを設置するものとし、設置面積は建物統計データの延床面積を階数で除した面積を屋根面積として、その50%とした。この条件下での設置容量は2,244万kWであり、設置面積は140百万m²であった。環境省による関西の太陽光発電のポテンシャル推計¹⁵⁾では、戸建住宅は1kW/10m²、戸建住宅以外は1kW/15m²のパネルであることと、余剰電力買取価格40円/kWhのシナリオで民生部門全体の設置容量は1,693万kWであることから、設置面積は169百万m²と算出できる。したがって、環境

省による太陽光ポテンシャル推計と比較して、17%狭い面積に高効率なパネルによって設置容量が1.3倍程度大きくなっている。環境省で想定している最も導入が促進されるシナリオに対して、発電効率は高めの想定であるが設置面積は比較的小さくなっているため、容量としては同等規模の想定となる。

2.2.2 風力発電の発電量推計

本研究では、都市部には太陽光発電を導入するのに対し、山間部には気象条件による発電電力量の変動への安定性確保のため、メガソーラーではなく風力発電を導入するものとした。風力発電の設置可能区域は、『風力発電導入ガイドブック2008』¹⁶⁾と国土数値情報のデータ⁴⁾を用いて、開発が制限される区域および水域、さらに風力発電による騒音を考慮し、需要家空間分布から500m以上離れた区域を抽出した。抽出した設置可能区域に、出力600kWでローター直径45m、高さ50mの風車を最大限に設置するものとした。ただし、風車同士の間隔は、互いに干渉しあい発電効率が低下しないローター直径の10倍以上空けるものとして風力発電の空間分布を構築した。この風力発電の空間分布に基づいて、気象データ過去10年の観測値⁷⁾から求めた風速の出現確率から風力発電電力量を推計した。この条件下での設置容量は207.84万kWとなり、環境省による関西の陸上風力発電のポテンシャル設置容量¹⁵⁾1067万kWに対して19.4%程度の少ない容量となっている。

2.3 電力需給バランスと電力融通

500mメッシュ単位に、家庭部門と業務部門の太陽光発電と風力発電の発電電力量から家庭部門と業務部門の需要電力量の差をとり、時間帯別総電力需給バランスとした。

本研究では各メッシュ内で優先的に自然再生エネルギーによる発電電力が消費され、余剰電力が発生した場合に他のメッシュに電力の融通を行うシナリオを設定した。また、分散型発電のメッシュ内消費による送電損失は生じないものとして、他のメッシュとの電力融通による送電損失と系統電力の送電時の送電損失5%を含めて供給に必要な電力とした。

分散型発電と電力融通の効果を評価するため、算出した需給バランスを用いて、電力融通を行う場合と行わない場合での分散型発電導入による系統電力消費削減量の評価を行った。

3. 結果と考察

3.1 需要電力量

図2に5月の民生部門全体の日平均需要電力量構成の時間帯別推移を示す。家庭部門の需要電力量は、居住者の活動が始まる午前5時頃から上昇する。ただし、日中には居住者の外出等により安定し、夜間の19時～20時に最大となり、一方で深夜1時～早朝5時までは一日で最も低くなっている。店舗、オフィス、病院では、日中9時～17時の時間帯においてほぼ一定の最大需要電力量の約8.5～8.7GWh/hを示し、23時～6時にはほぼ一定の最小需要電力量の約1.2GWh/hで推移した。特に、店舗については日中の営業時間と夜間の差が約4.3GWh/hと大きく表れた。

次に図3に民生部門全体の月別需要電力量時間帯別推移を示す。図3の比較した1月・5月・8月のうち、8月は最も気温が高くなる14時頃に最大の約15GWh/hに達している。一方で、1月には日没後気温が下がり始める17時～18時頃に最大の約18GWh/hとなっている。また、5月は冷暖房需要が少ないため、日中は常に1月と8月の需要電力量を下回ることとなった。

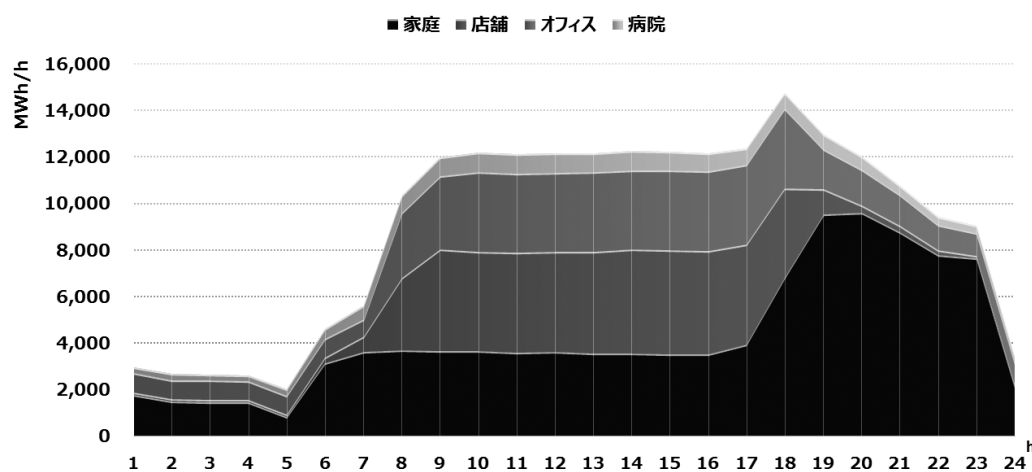


図2 民生部門全体の日平均需要電力量構成の時間帯別推移(5月)

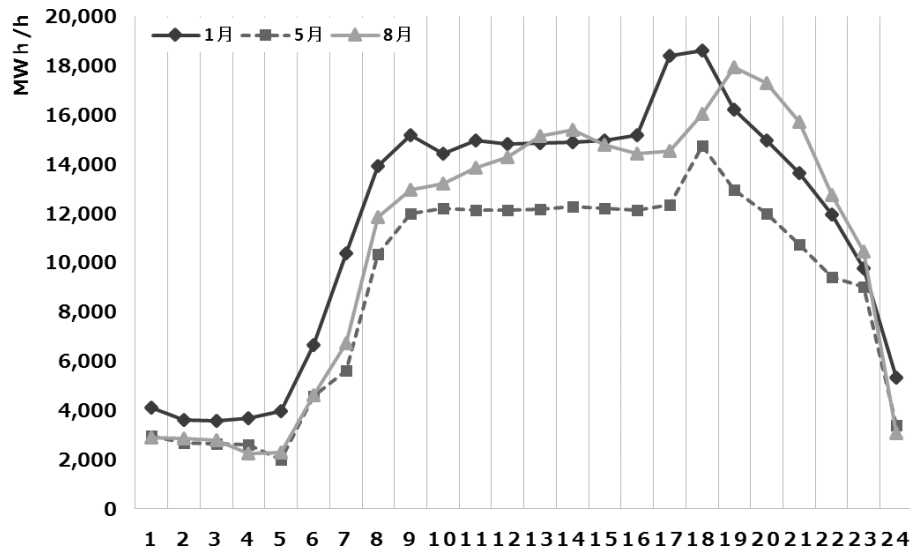


図3 民生部門全体の月別需要電力量時間帯別推移(1月、5月、8月)

5月の民生部門全体での需要電力量規模別のメッシュ出現頻度分布について、時間帯別の推移を図4に示す。1MWh/hを超えるメッシュは、1～5時にはほぼ出現しなかったが、9時～20時頃に約3,500程度出現している。また、1MWh/h未満で10kWh/h以上のメッシュ数は、深夜24時～早朝5時頃には約6,000～9,000であるが、日中になると約13,000程度まで増加する。一方で、10kWh/h未満になるメッシュ数は日中に減少し18時頃に最小の約35,000となり、深夜の2時～5時頃になると最大で約46,000まで増加している様子が見て取れる。電力の需要があるメッシュ数は合計で約53,000であり、対象地域の全メッシュ数は約110,000であることから、需要電力量が1MWh/hを超える電力需要が集中するメッシュは、電力需要が存在するメッシュのうち0.1～8.8%を、対象地域の全メッシュに対して

は0.1～4.2%を占めており、全体の1割程度のメッシュに多くの電力需要が集中していることが明らかである。また、1日全体の需要電力量は、家庭部門が約102GWh/dayであり、業務部門は約113GWh/dayとなり家庭部門の1.1倍となった。関西電力の電力需要実績¹⁷⁾は電灯電力量と家庭部門が、電力電力量および特定規模需要の業務用が業務部門に概ね対応しており、2014年度5月分の電力需要実績を各々1日平均すると112.9GWh/day、86.6GWh/dayとなり、推計値は実績値より家庭部門は9%小さく業務部門は31%大きくなっている。年間推計値は家庭部門が127.4GWh/day、業務部門が109.8GWh/dayであり、2014年度年間の需要実績を各々1日平均すると125.6GWh/day、100.1GWh/dayであることから、実績値より家庭部門は1%大きく業務部門は9%大きくなっている。年間と比較して月別の差が大

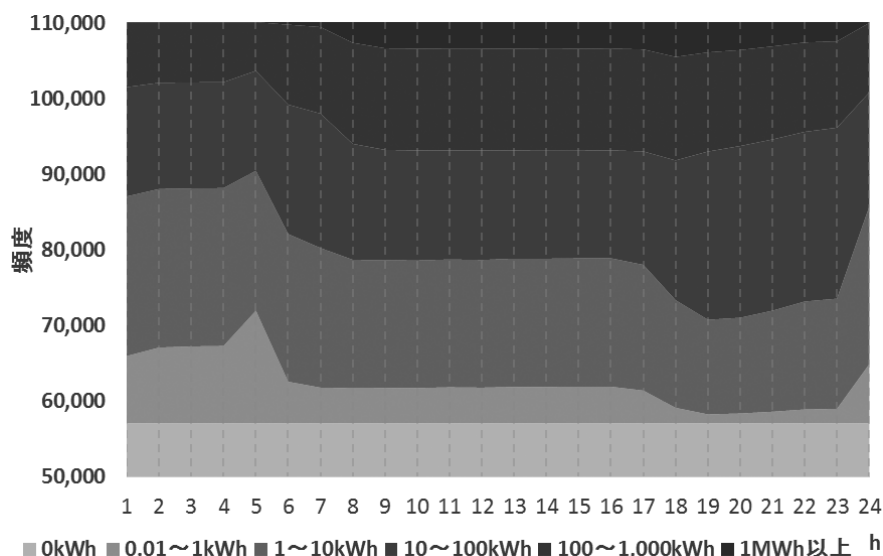


図4 5月の民生部門全体での需要電力量規模別のメッシュ出現頻度分布の時間帯別推移

きくなっていることから、参考にした月別需要パターン⁹⁾が本研究の対象としている時期に合致していないためだと考えられる。さらには、日本全国を対象とした月別需要パターン⁹⁾を近畿地方に適用したことも実績値と推計値の差に影響していると考えられる。

3.2 再生可能エネルギーによる供給電力量

図5に示すように、本研究で設定した条件下では、5月の平均供給電力量は、太陽光発電の規模が風力発電と比較して大きくなったため、太陽光発電が発電を始める午前6時頃から増え始め、日射量が多くなる日中の12～13時に発電は最大になり、その後は夜19時頃まで供給電力量が低下していく。需要電力量の比率では家庭部門よりも業務部門の方が大きくなっているのに対して、業務部門と比べて家庭部門は戸建てのように階層が低い建物が多いため業務部門の太陽光発電の日発電量は家庭部門の約0.5倍程度に収まっている。

図6に月別の供給電力量推移を示す。8月の発電最大時には12.7GWh/hの発電電力量となり、1月は発電最大時であっても6.88GWh/hとなり、季節によって発電電力量に最大5.80GWh/h程度の差が出ることとなる。

図7に5月の日平均供給電力量規模別のメッシュ出現頻度分布（太陽光発電と風力発電の合計）を示す。太陽光発電が発電を始める6時頃では、10kWh/hを超えるメッシュ数は約1,200程度であるが、12時頃に最大となり10kWh/hを超えるメッシュ数は約23,000程度になる。特に、1MWh/hを超えるメッシュ数は、12時頃では約5,800となっているため、再生可能エネルギーが発電可能なメッシュ数である約57,000のうちの10.2%に、対象地域全体のメッシュ数である約110,000のうちの5.3%に集中していることがわかる。これは、建物が密集するメッシュにおいて、より多くの太陽光発電が設置できるためである。また、夜間にも再生可能エネルギーによる供給電力がある約3,000のメッシュは、風力発電があるためである。

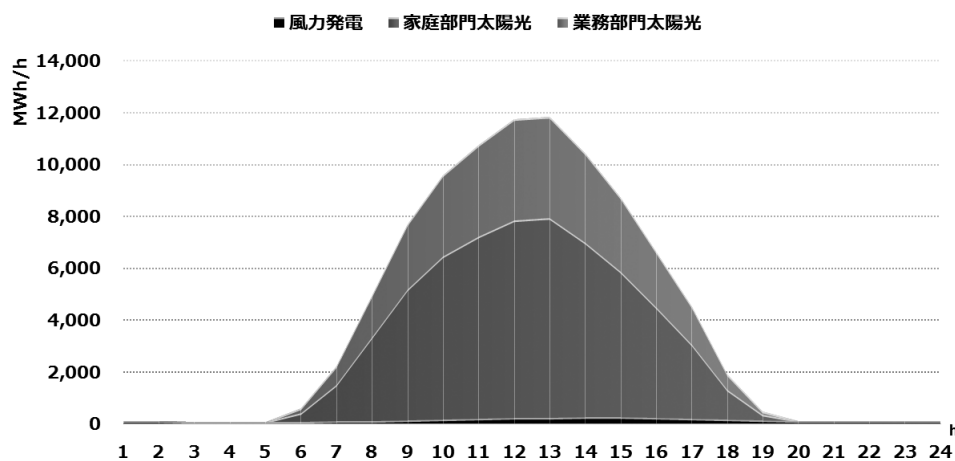


図5 5月の平均供給電力量構成の時間帯別推移(太陽光発電、風力発電)

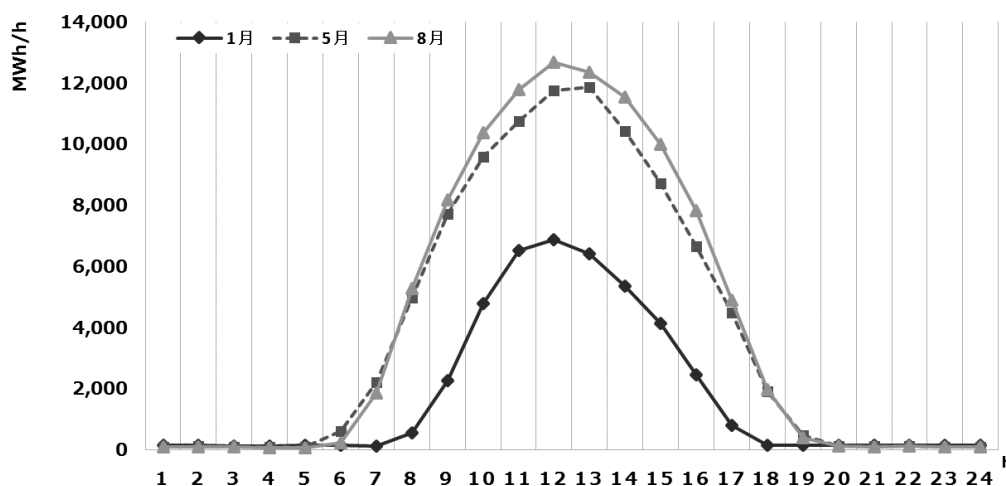


図6 5月の民生部門全体の月別供給電力量推移(太陽光発電と風力発電の合計)

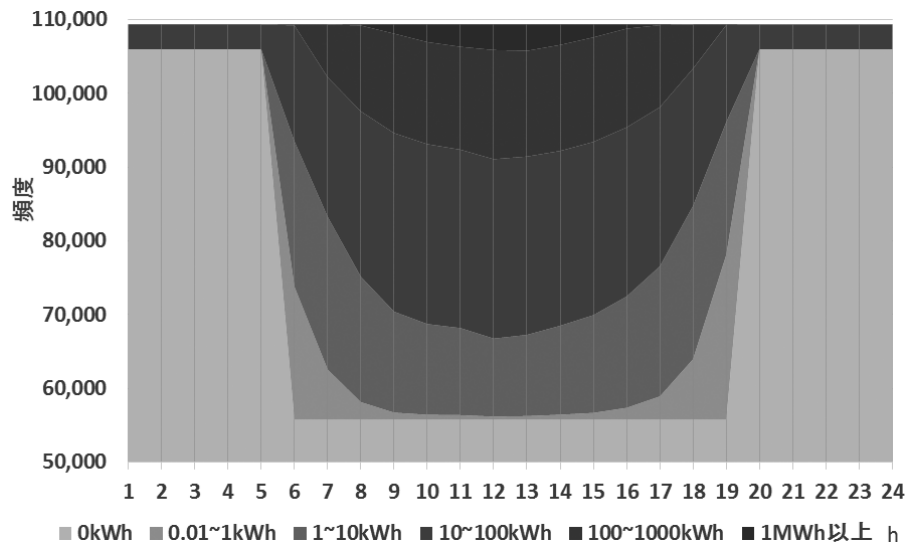


図7 5月の日平均供給電力量規模別のメッシュ出現頻度分布(太陽光発電と風力発電の合計)

3.3 電力需給バランス

対象の近畿地方内のメッシュ単位で、前述の需要電力量と太陽光発電および風力発電による発電電力量で時間帯別電力需給バランスを算出した。対象地域全体での家庭部門の需要電力量と太陽光発電による発電電力量の月別電力需給バランスは、図8に示すように1時～6時は月による差が小さいが、太陽光発電が発電を始める6時以降からは5月と8月は正の値へと転じるのに対して、1月は1日を通して負の値が継続する。太陽光発電が発電を終える日没以降では、20時頃の需給バランスは8月の-14.5GWh/h、1月の-12.4GWh/hに対して、5月は-9.6GWh/hという差となった。これらは、冷暖房による電力需要量が1月、8月は大きく、太陽光発電の発電量は5月、8月が大きくなるためである。

図9に対象地域全体での業務部門の需要電力量と太陽光発電による発電電力量の月別電力需給バランスを示す。業務部門の電力需給バランスは月別の差が小さく、家庭部門の月別での差異が最大で17時頃の約9.0GWh/hとなっていることに対して月別での差異は最大でも7時頃の約0.7GWh/h程度となっている。このように業務部門で差異が小さくなっているのは、8月の需要電力量が大きくなり、1月の需要電力量が小さくなるが、太陽光発電の発電電力量も8月が大きく1月が小さくなるためである。

図10に各メッシュにおける民生部門全体の5月の日電力需給バランスを示す。北部と南部の山間部は、人口密度が低いいため風力発電を多く設置できることから、日電力需給バランスの値が正になっている。これに対して、大阪市・京都市の中心都市部は山間部と比較して、人口密度が高い

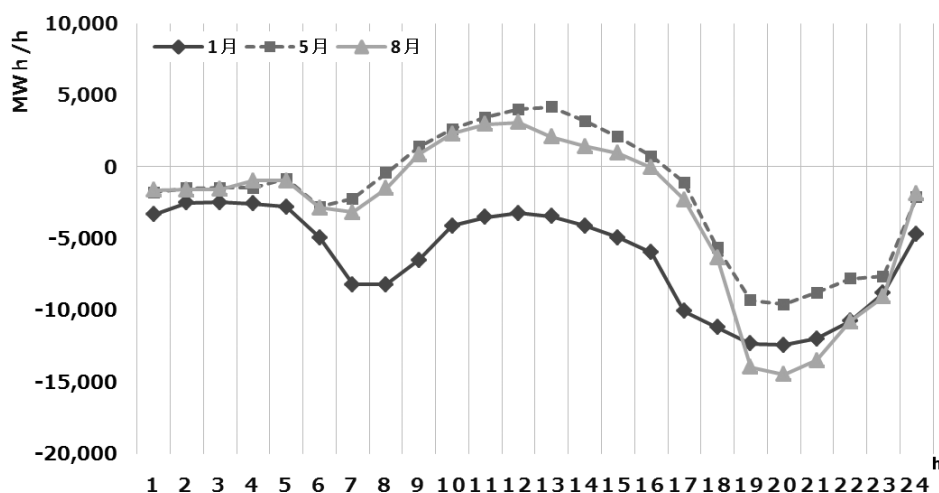


図8 家庭部門の月別需給バランス推移

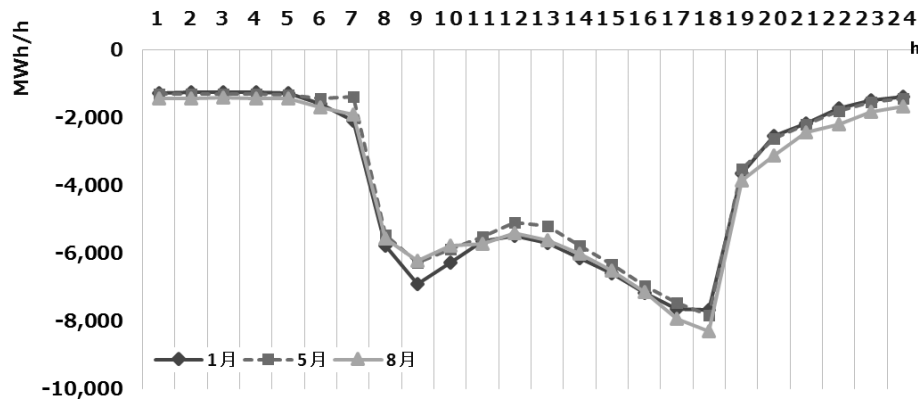


図9 業務部門の月別需給バランス推移

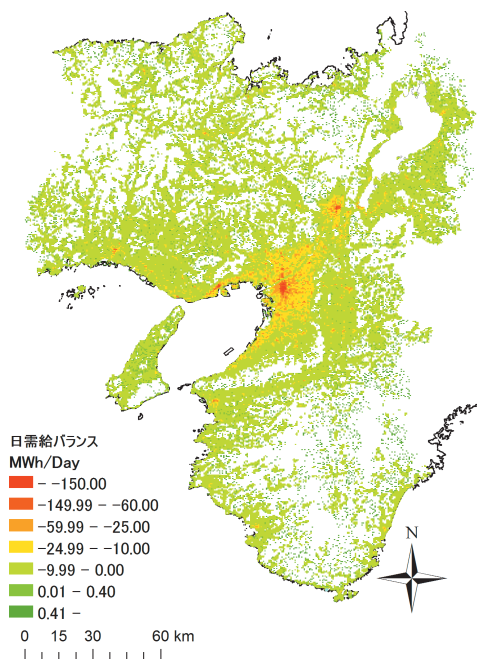


図10 民生部門全体の日需給バランス(5月)

ことと業務部門も多いことから、日中の需要電力量が大きい上に、風力発電はほとんど設置されないため、日電力需給バランスの値は特に大きな負の値をとる結果となった。したがって、中心市街部にあるメッシュの太陽光発電と風力発電による供給電力量だけでは、中心市街部への電力供給が難しく周辺部の人口密度もしくは業務部門が少ないメッシュから電力融通する必要があると言える。

3.4 電力融通量

図11は、5月における業務部門、家庭部門、風力発電間の各メッシュ内部での電力融通量規模別のメッシュ出現頻度分布を示している。各メッシュ内部での電力融通量は7時頃では小さいが、8時頃から増加して10時頃には電力融通をするメッシュ数は最大値に近づく。その後、メッシュ内

部で電力融通を行うメッシュ数は横ばいとなり、各メッシュ内部での電力融通量は12時頃に最大値に達するまで増加していく傾向がある。12時頃に同じメッシュ内部での電力融通量が100kWh/h以上になるメッシュ数は約6,000となり、同じメッシュ内で電力融通が行われるメッシュ数23,000のうちの26.9%、対象地域全体のメッシュ数110,000のうちの5.57%となる。

5月における余剰電力の他メッシュへの送電電力融通量規模別のメッシュ出現頻度分布を図12に示す。各メッシュ間での電力融通を行うメッシュ数は1～6時頃と18時～24時頃は一定であり、風力発電による発電電力が融通されている様子を示している。7時頃からメッシュ間で電力融通を行うメッシュ数は増加し始め、最大量を迎える12時頃まで増加し続ける。12時頃に他のメッシュへの電力融通量が100kWh/h以上になるメッシュ数は約5,500となり、他のメッシュへの電力融通が行われるメッシュ数40,000のうちの13.6%、対象地域全体のメッシュ数110,000のうちの5.0%となる。図11と図12の形状の違いは、各メッシュ内部での電力融通を優先させているためであり、メッシュ内部での電力融通量の必要量を上回る余剰電力が増えていくと、他のメッシュへの電力融通量が増加する。そのため、5月のメッシュ内部での日平均電力融通量とメッシュ間での日平均電力融通量は、それぞれ13.6GWh/hと13.0GWh/hで、1.05倍程度の差となっている。また、メッシュ間で気象条件が異なる場合では、この傾向が変わるものと考えられる。

図13は、各メッシュにおける5月の日平均送電電力融通量（メッシュ内部とメッシュ間の電力融通量の合計）を示す。最も日平均電力融通量が大きくなっている地域は、大阪湾北部に位置する兵庫県南部の市街地である。この地域では、日中に家庭部門での供給電力量が需要電力量を上回り、供給電力量が需要電力量を下回る業務部門へと電力融通を行えるため、各メッシュ内部での電力融通量が大きくなっている。

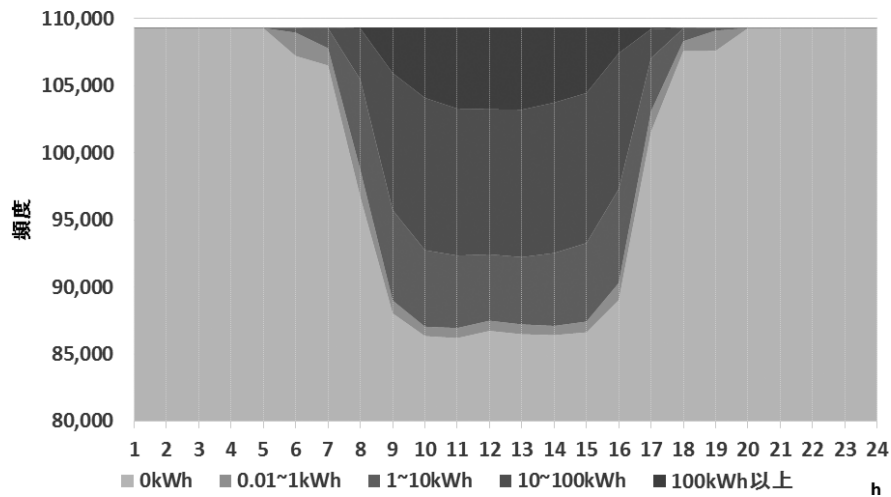


図11 メッシュ内電力融通量の頻度推移(5月)

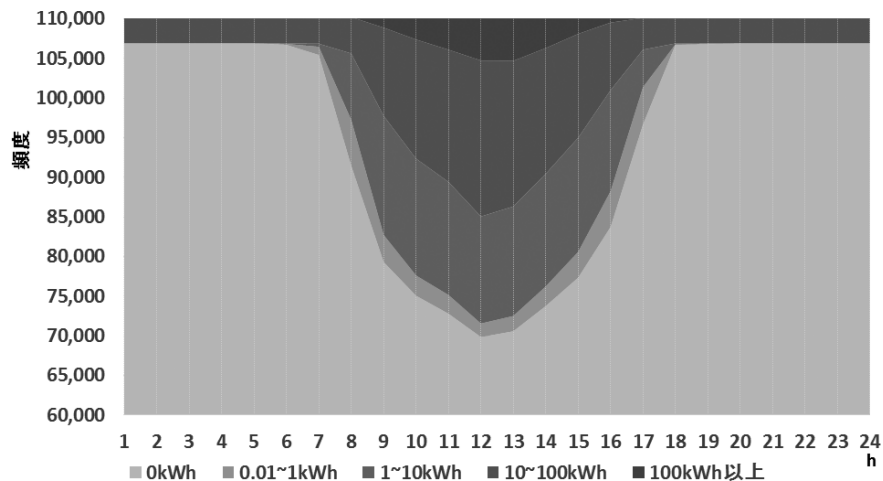


図12 メッシュ間電力融通量の頻度推移(5月)

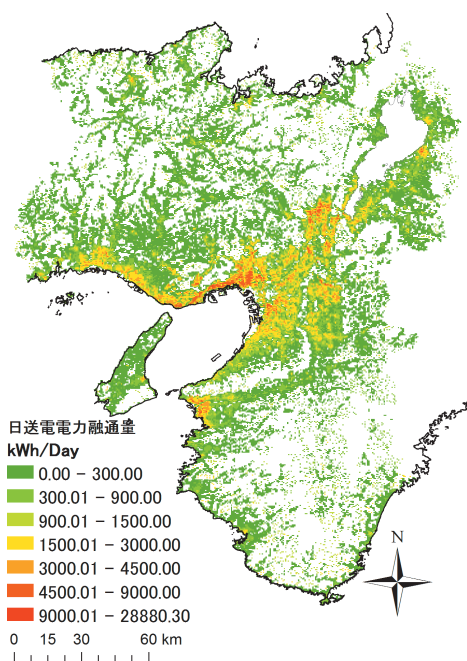


図13 民生部門全体の日平均送電電力融通量(5月)

3.5 電力融通の総合評価

最後に電力融通の総合評価として、電力融通を行わない場合、各メッシュ内部で電力融通を行う場合、各メッシュ内部に加えて他のメッシュとの電力融通も行う場合を比較した系統電力代替率の推移を図14に示す。余剰電力が増加する9時～16時頃は、各条件下での差異が大きくなる。特に13時頃が最も大きくなり、電力融通を行わない場合は58.3%、各メッシュ内部でのみ電力融通を行う場合は74.7%、各メッシュ内部に加えて他のメッシュとの電力融通も行う場合は92.8%の系統電力代替率となる。一方で、6時～8時頃と17時～23時頃は電力融通できる余剰電力がほぼ発生しないことに対し、需要電力量が大きくなるため各条件下での差異は小さくなっている。

5月の日平均供給電力量における分散型電源電力利用量を各条件下で比較した結果を図15に示す。各条件下での系統電力代替率は、電力融通を行わない場合は29.9%、各メッシュ内部でのみ電力融通を行う場合35.8%、各メッ

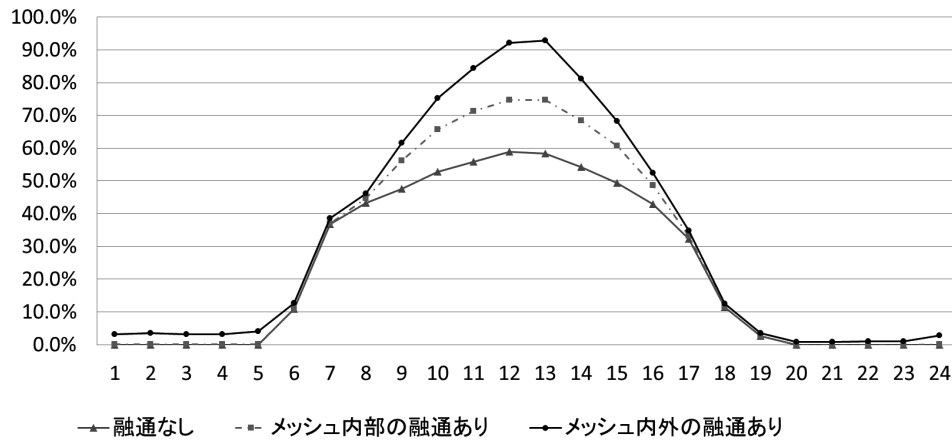


図14 系統電力代替率推移(5月)

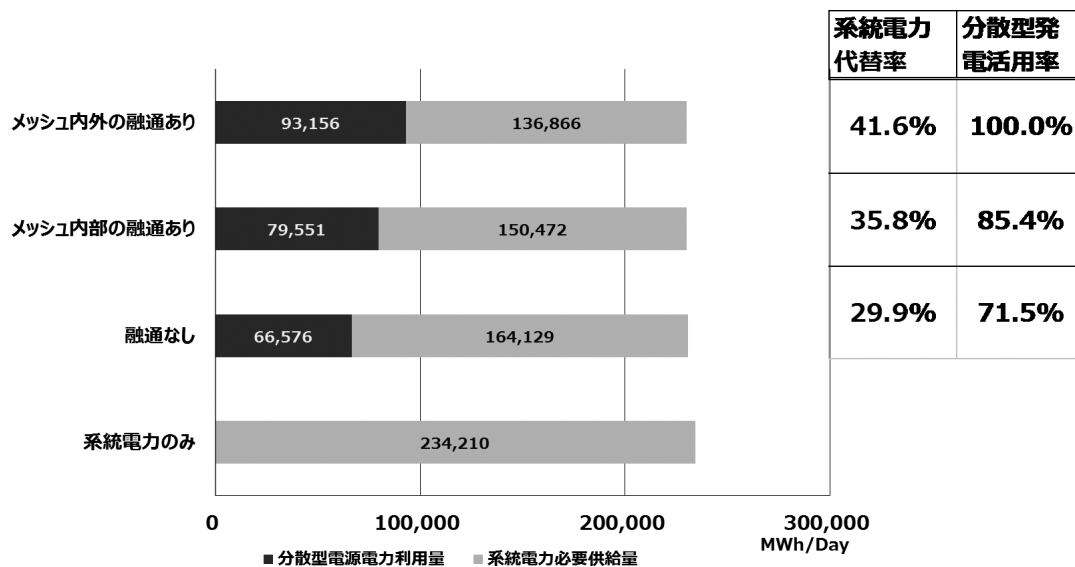


図15 日平均供給電力量における分散型発電電力利用量(5月)

シュ内部と併せて他のメッシュとの電力融通も行う場合41.6%となり、メッシュ内部での電力融通による効果はメッシュ間での電力融通より高くなった。これは、メッシュ内部での電力融通を優先させていることに加え、メッシュ内部では送電ロスが無いためである。

再生可能エネルギーの発電電力活用率は71.5%、85.4%、100%であり、電力融通の実施によって、需給の不均衡により利用されずに放電されるエネルギーを削減することが可能である。ただし、各メッシュの安定性のような状況を考慮して戦略を変更することが必要である。

4. おわりに

本研究では、太陽光発電が全世帯中50%と業務部門の屋根面積の50%に導入が進み、600kW/基程度の風力発電を設置が可能な場所のみ導入するという設定のもと、民生部門における電力需給バランスと電力融通ポテンシャルの解

析を行った。その結果、冬季以外の月であれば日中は余剰電力が発生するほど家庭部門への電力供給に余裕ができる一方で、夜間と早朝には系統電力から多くの供給が必要とされることが明らかになった。さらに、業務部門は日中に需要電力量が大きくなるために、同一メッシュ内部で家庭部門から業務部門への電力融通によって、5月の系統電力代替率を向上させることができ、電力融通をしない場合と比較して分散型電源電力利用量を日中に最大で約1.19倍向上させることを明らかにした。また、余剰電力が発生しやすいメッシュから電力が不足しているメッシュへ電力融通することにより、さらに系統電力代替率を向上でき、電力融通をしない場合と比較して分散型電源電力利用量を日中に最大で約1.40倍にできることがわかった。本研究では、メッシュ間の電力融通の送電先を特定することなく評価したため、送電先によって変化する送電損失を考慮できないという問題がある。したがって、今後は電力融通先との距

離による電力損失についても考慮しながら各地域での電力需給バランスへの影響を分析する必要がある。系統電力と連携させない場合は電力融通のための送配電インフラ設備について、系統電力と連携させる場合には系統電力の周波数安定性を考慮する必要がある。また、気象条件によって需給バランスが変動することから、メッシュ間での気象条件の違いを考慮した送電側と受電側のマッチングを検討する必要がある。さらに、月別時刻別需要電力の実績との差が大きいため、変動パターンを精査する必要がある。本研究では、近距離の地域内外での電力融通による系統電力システムへの影響を最小としつつ、災害時対応も含めた分散型電源の地産地消を促進することを想定したが、蓄電池を増やすことでも同様の効果が期待できると考えられるため、電力融通による送電網への投資の必要額を蓄電池が今後どの程度軽減できるのかについて検討する余地がある。

謝辞

本研究の一部は、科研費（課題番号：15K06277）および公益財団法人日本生命財団（ニッセイ財団）環境問題研究助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

（平成27年6月22日受付、平成28年2月16日採択）

参考文献

- 坂本尚也, 谷口治人, 太田豊, 中島達人 (2012): 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌), 132(1), 9-15
- 小柳薫, 斉藤直樹, 新村隆英, 横山隆一, 永田敏, 藤野三紀雄, 野呂康宏 (2009): 電気学会研究会資料, PE, 140, 67-72
- 伊達貴彦, 栗栖聖, 花木啓祐 (2015): 環境科学会誌, 28(2), 126-142
- 国土交通省 国土政策局国土情報課, 国土数値情報ダウンロードサービス, 国土交通省国土政策局GISホームページ (インターネットサービス), 入手先 <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/gml_datalist.html>, (参照 2013-6-12)
- 総務省 統計局, 平成22年国勢調査, 政府統計の総合窓口, 政府統計の総合窓口ホームページ, 入手先 <<http://www.e-stat.go.jp/estat/html/NewList/000001039448/NewList-000001039448.html>>, (参照 2013-6-12)
- 総務省 統計局, 平成20年住宅・土地統計, 総務省 統計局ホームページ, 入手先 <<http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2008/index.htm>>, (参照 2013-6-12)
- 株式会社ゼンリン, 建物統計データ, 500mメッシュ 2012年版, 株式会社ゼンリン, 入手先 <<http://www.zenrin.co.jp/product/gis/marketing/marketing06.html>>, (参照 2016-2-1)
- 気象業務支援センター, オフライン資料, 気象データベース・アメダス, フルセット版, 2011, 気象業務支援センターホームページ, 入手先 <<http://www.jmbsec.or.jp/hp/offline/cdoff1.html>>, (参照 2016-2-1)
- 住環境計画研究所 (2010): 家庭用エネルギー統計年報 2010年版, 85-93・228-239・311
- 空気調和・衛生工学会 (1994): 都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価, 142
- 一般社団法人 日本ビルエネルギー総合管理技術協会, 資料・データ, 建築物エネルギー消費量調査36報 (ダイジェスト版), 日本ビルエネルギー総合管理技術協会ホームページ, 入手先 <<http://www.bema.or.jp/data.html>>, (参照 2015-1-15)
- 住宅金融支援機構, フラット35住宅仕様実態調査報告, 住宅金融支援機構ホームページ, 入手先 <http://www.jhf.go.jp/about/research/tech_flat35_siyou.html>, (参照 2013-10-1)
- 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO), 日射量データベース, NEDOホームページ, 入手先 <<http://www.nedo.go.jp/library/nissharyou.html>>, (参照 2014-4-30)
- 国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 一般社団法人 日本電機工業会 (2005): 太陽光発電システムの発電電力量推定方法, JIS C 8907:2005
- 環境省, 平成25年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書, 環境省ホームページ, 入手先 <<https://www.env.go.jp/earth/report/h26-05/index.html>>, (参照 2015-9-18)
- 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO), 風力発電導入ガイドブック2008, NEDOホームページ, 入手先 <http://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ_pamphlets_08_3dounyu_fuuryoku2008.html>, (参照 2012-6-1)
- 電気事業連合会, 電力データ・電力需要実績 2014年度, 電気事業連合会ホームページ, 入手先 <<http://www.fepec.or.jp/library/data/demand/2014.html>>, (参照 2015-9-18)