

# コンジョイント分析を用いた 地域マイクログリッドの経済評価 ー 恵那市明智町におけるケーススタディー

浅川 遼太<sup>1</sup>・三野 洋平<sup>2</sup>・高木 朗義<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 学生会員 岐阜大学大学院 自然科学技術研究科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1 番 1)

E-mail: a4523001@edu.gifu-u.ac.jp

<sup>2</sup> 非会員 日本ガイシ株式会社 エネルギー&インダストリー事業本部

(〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 56 号)

E-mail: mitsuno@ngk.co.jp

<sup>3</sup> 正会員 岐阜大学教授 社会システム経営学環 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1 番 1)

E-mail: takagi.akiyoshi.d6@f.gifu-u.ac.jp (Corresponding Author)

震災や豪雨災害による停電が頻発し、電力インフラのレジリエンス強化が課題となっている。この対策として地域マイクログリッド（以下、地域 MG と呼ぶ）が注目されている。地域 MG の構築・運用事例は少なく、普及に向けて社会実装の価値を検証する必要がある。そこで本研究では、地域 MG の価値を経済的な観点から評価した。地域 MG に対するアンケート調査を実施し、コンジョイント分析により限界支払意思額を推定した。限界支払意思額から算出した便益と地域 MG の構築・維持費用の費用便益分析を行った結果、調理器具が使用可能な電力供給力を備えた地域 MG の構築事業において費用便益比が最も高くなった。

**Key Words:** local microgrid, conjoint analysis, NAS battery, questionnaire survey, photovoltaics

## 1. はじめに

近年、東日本大震災や令和元年房総半島台風などの地震や台風による大規模停電が頻発し、電力インフラのレジリエンス強化が課題となっている。東日本大震災は、福島第一原発事故を引き起こし、原子力発電の安全性が問題視された。これに伴い、国内の原子力発電所が次々と運転を停止したことで、わが国は電力供給力が低下した。一方、地球温暖化抑止の観点から、発電時に二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーの重要性が高まっている。2012年には、再生可能エネルギーを活用した事業収益の予見可能性を高め、発電事業者の参入リスクを低減させることを図る固定価格買取制度(FIT)が創設され、事業者だけでなく、個人でも太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーの導入が進んでいる。加えて、世界各国で 2050 年までに人為的な温室効果ガスの排出を吸収源により除去することで全体としてゼロにする「2050年

カーボンニュートラル」の実現に向けた動きが世界的に加速しており、再生可能エネルギーの普及が急務となっている。

これらの課題に対する方策の一つとして地域マイクログリッド（以下、地域 MG）が注目されている。地域 MG は限られたコミュニティ内で再生可能エネルギーを活用して電力供給を賄うシステムである。コミュニティ内の発電状況と一般送配電事業者からの電力供給状況を把握し、蓄電池などを用いて電力量をコントロールする。地域 MG の導入により、非常時の電力供給、省エネルギー効果が期待されている。資源エネルギー庁が地域共生型再生可能エネルギー等普及促進事業補助金（地域マイクログリッド構築事業）を創設したことにより、地域 MG の構築事例が増加している。令和 3 年度には、神奈川県小田原市に地域 MG が構築された。令和 4 年 5 月 30 日に実施された地域 MG 運用の非常時発動訓練は、国内初の一時的な解列を伴う訓練となった。

地域 MG の構築・運用事例は少なく、普及に向けて社会実装の価値を検証する必要がある。そこで本研究では、地域 MG の価値を経済的な観点から評価することを目的とする。評価にあたり、地域 MG に対するアンケート調査を実施し、コンジョイント分析により地域 MG に対して支払っても良いと考える金額（支払意思額）を推定して便益とする。さらに地域 MG 構築事業の費用便益分析を行い、事業の実行可能性を検証する。

## 2. 既往研究の整理と評価手法の選定

### (1) 既往研究の整理

近藤ら<sup>1)</sup>は蓄電池からの電力供給量を指標として災害時 MG の適用可能性を評価した。愛知県を対象に、出力が 1,300kW の PV システムと蓄電池で災害時 MG を構築する場合、合計 1,500MWh の電力供給が可能な蓄電池を確保することにより、愛知県全体の 50% の病院、学校およびコンビニに災害時 MG からの電力供給が可能になることを評価した。山本ら<sup>2)</sup>は、住宅向け MG を用いて CO<sub>2</sub> 排出量削減効果をシミュレーション評価した。30 戸に対して住宅向け MG を適用するシミュレーションを実行した結果、住宅向け MG を適用しない場合と比較して CO<sub>2</sub> の排出量削減効果を得た。このように、これまでの研究で MG に対する評価が行われているが、その対象は MG の一機能に限られている。

### (2) 評価手法の選定

地域 MG は、非常時の電力供給や再生可能エネルギーの活用など複数の機能を有しているため、地域 MG を評価するためには、これらの機能を同時に評価する必要がある。また、地域 MG の事業の実行可能性を示すために経済的な視点から評価を行う必要がある。本研究では、環境価値を経済的な観点から評価できる環境評価手法を用いて地域 MG を評価するが、複数の属性を同時に評価可能なコンジョイント分析を採用する。コンジョイント分析は、環境の価値を経済的な観点から評価する手法である、環境評価手法の一つである<sup>3)</sup>。コンジョイント分析を用いた評価を行うためにアンケート調査を実施する。アンケート調査で評価対象の代替案を複数提示し、アンケート回答者は、好ましい案を選択するあるいは代替案の好ましさを数値で表現することで回答する。この回答データを用いてコンジョイント分析を実行する。コンジョイント分析による評価はアンケート内容の影響を受けやすいため、アンケート調査設計を慎重に進めていく必要がある。

## 3. 恵那市明智町の防災、環境保全の現状

### (1) 明智町の停電リスクと大規模停電対策

恵那市明智町は、森林や山地に囲まれた地域であるため、地震、台風、土砂災害に伴う倒木による停電長期化のリスクが高い。恵那市地域防災計画には、長期停電予防策として、危険木の伐採、電源車や電気自動車等の配備等が記載されている。また、大規模停電発生時の対応としては、広報、電源・充電機器等の提供等が記載されている。災害時の電力供給に関しては、電源車や電気自動車等により重要施設や避難所等へ緊急的に電力供給を行う。

### (2) 「ゼロカーボンシティえな」宣言と恵那電力

恵那市は、令和 4 年 3 月 23 日に市の二酸化炭素排出量を 2050 年までに実質ゼロにする「ゼロカーボンシティえな」を掲げ、脱炭素社会の実現に向けて取り組むことを宣言した。具体的には 2030 年度に 2013 年度比で温室効果ガスを 46%削減、2050 年にカーボンニュートラルを実現することを目標として定めている。家庭部門や産業部門での温室効果ガスの排出削減を講じるとともに、再生可能エネルギーを活用することで温室効果ガスの排出量を削減する。また、森林による CO<sub>2</sub> 吸収量を増加させることで CO<sub>2</sub> 排出量実質ゼロを目指す。

恵那市の「ゼロカーボンシティえな」の宣言および「市地球温暖化対策実行計画」の策定を背景に、岐阜県内初の地域新電力会社である『恵那電力』が日本ガイシ株式会社、中部電力ミライズ株式会社、恵那市により設立された。恵那電力は、2022 年時点で恵那市内の計 10 か所に PV（太陽光発電）発電所を設置しており、その総出力は 1.2MW である。電力供給先は、小学校や市役所などの公共施設 62 か所と明知ガイシ大久手工場である。その中で、明智町内の 3 か所に PV 発電所が設置されており、明智小学校と明智中学校が主な電力供給先となっている。

### (3) 千畳敷マイクログリッド

恵那電力は岐阜県恵那市明智町において地域 MG 導入事業を展開している。明智町は山地に囲まれた地域であり、土砂災害や倒木による断線等で停電の長期化の懸念を抱えている。一方、町内の防災拠点には電源の十分なバックアップがないため、非常災害時の対応が課題となっている。このような課題の解決を目的として、千畳敷 MG の構築が計画されることとなった。導入する地域 MG（以下、千畳敷 MG）は、EMS（Energy Management System）、PV（太陽光発電）システムおよび NAS 電池で構成される。NAS 電池<sup>注 1)</sup>は、負極にナトリウム(Na)、正極に硫黄(S)、両極を隔てる電解質にファインセラ

ミックスを用いて硫黄とナトリウムイオンの化学反応で充放電を繰り返す蓄電池（二次電池）であり、大容量、コンパクト、長寿命（およそ 20 年）を特徴とする。EMS は PV システム、NAS 電池、需要家からの情報に基づき、設備機器を制御する。

図-1 に千畳敷 MG による電力供給システムの概念図を示す。平常時は、PV システムと一般送配電事業者により需要家へ電力を供給するとともに、PV システムの電力を NAS 電池に蓄電する。非常時には、地域の電力ネットワークを電力会社とつながっている送配電ネットワークから切り離し、千畳敷 MG から防災拠点と 2 つの指定避難所へ電力を供給する。指定避難所の一つは 174 世帯、もう一つは 248 世帯が利用すると想定されており、合計 422 世帯（1,015 人）が非常時でも電気を使用することができる。

千畳敷 MG は、災害時機能を備えているとともに、PV システムにより発電時の環境への負荷が少なく、地球環境保全に貢献する。また、恵那電力は地域 MG による事業収益を活用して小・中学生向けの環境教育を検討している。子供たちが環境について考え、知識を身につける機会を提供するものである。

#### 4. アンケート調査設計

コンジョイント分析に必要なデータを獲得するためのアンケート調査を実施するに当たり、地域 MG の機能を因子と要因に区分する必要がある。ここでは、NAS 電池の開発者である日本ガイシや恵那市役所との議論を通して、アンケート調査に回答してもらう一般住民にもわかりやすい内容とするという点も考慮し、災害時機能と環境貢献機能の二つに区分して、それぞれ因子と水準を設定した。

災害時機能の因子と水準は表-1 に示すように整理した。具体的には、停電時における千畳敷 MG からの電力供給先は行政の拠点と指定避難所であることから、行政職員と住民に分けて電気の使い道を考え、「災害時の行政対応」「避難所での電気の使い道」の 2 因子を設定した。災害時の行政対応の水準は、恵那市の地域防災計画に記載されている明智振興事務所の業務内容を参考に、住民に直接サービスを提供する業務を抽出して 3 水準設定した。避難所の運営支援を水準 1 に設定し、水準が高くなるにつれて行政対応が増加する。避難所での電気の使い道の水準は、電力供給量を基準に 3 水準に設定した。水準 1 では、冷蔵庫の使用、スマホ・PC の充電が可能である。避難所を生活拠点にする住民は、避難所にある投光器や扇風機などを使用できるものとした。水準 2 では、水準 1 の電化製品に加えて、消費電力量の多

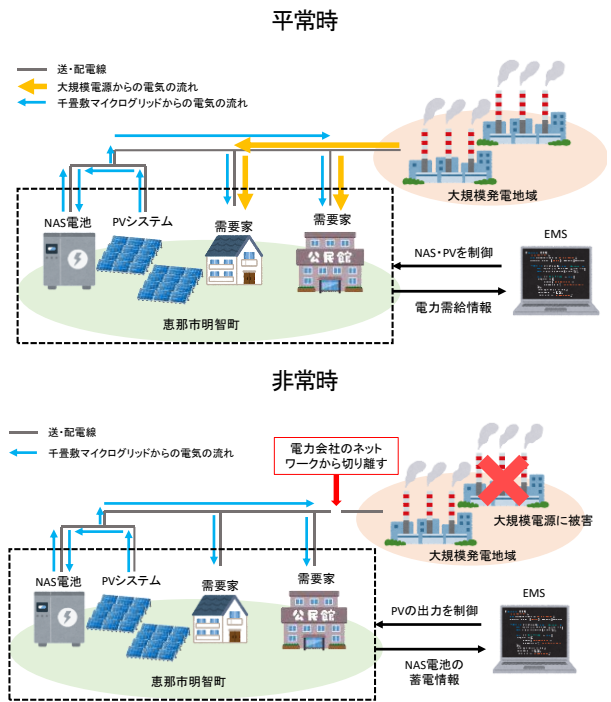


図-1 千畳敷 MG の電力供給システムの概念図

表-1 災害時機能の因子と水準

因子	水準1	水準2	水準3
災害時の行政対応	避難所の運営支援	避難所の運営支援 被害調査・報告	避難所の運営支援 被害調査・報告 災害情報発信
避難所での電気の使い道	冷蔵庫 スマホ充電 PC 充電 投光器*1 扇風機*1 ストーブ*1	冷蔵庫 スマホ充電 PC 充電 炊飯器*2 電子レンジ*2 空調、照明*1*2	冷蔵庫 電化製品を自由に使用可能 空調、照明*1
負担金額 [円/月/世帯]	500	1,000	1,500
	2,000	3,000	4,000

(注) \*1: 避難所で生活する人が使用可能, \*2: 使用上の制限あり

表-2 環境貢献機能の因子と水準

因子	水準1	水準2	水準3
太陽光発電量[世帯分]	174	248	422
環境教育実施回数[回/年]	0	2	4
負担金額[円/月/世帯]	0	300	500
	1,000	1,500	2,000

い調理器具や冷暖房設備を使用することが可能になるが、使用回数などに制限が設けられている。水準 3 では、電化製品を自由に使用できるものとした。負担金額は、500~4,000[円/月/世帯]で 6 水準に設定した。

環境貢献機能の因子と水準は表-2 に示すように整理した。千畳敷 MG は、太陽光発電システムにより発電を行うこと、恵那電力は千畳敷 MG 事業による収益を活用して環境教育支援を行うことから「太陽光発電量」「環境教育実施回数」の 2 因子を設定した。太陽光発電量は、回答者が容易にイメージできるよう、PV システムによ

る発電量で1日の家庭消費電力を賄うことのできる世帯数で表現した。水準は、千畳敷 MG から電力が供給されるエリアが、174 世帯が居住するエリアと 248 世帯が居住するエリアの2つに分けられることを参考に設定した。令和5年1月時点の恵那市明智町の世帯数は2,002世帯<sup>2)</sup>であり、設定した水準の値は明智町の全世帯数の8.7~21.1%にあたる。環境教育実施回数は年0回、年2回、年4回の3水準、負担金額は0~2,000[円/月/世帯]で6水準に設定した。

以上のように設定した因子と水準を組み合わせ、災害時機能、環境貢献機能それぞれについてプロフィールを作成する。

表-3にアンケート調査票の質問項目を示す。調査票は50問の質問で構成されている。Q1~6は、脱炭素（カーボンニュートラル）および停電に対する意識、行動について問う。Q7~45では、千畳敷 MG の災害時機能および環境貢献機能のプロフィールを示し、その選好を問う。質問形式には、2つのプロフィールから好ましい方を選択する一対比較法を採用した。Q39~47は回答者自身の属性について問う質問である。

図-2にアンケート調査票の回答の流れを示す。これをアンケート調査時に回答者に示すことで、複雑なアンケート調査の構成を混乱しないように促した。Q1~6は回答者全員が回答する。Q6では、地震が発生して自宅が停電した場合の生活拠点を問う、「自宅」「避難所」のどちらかで回答する。この回答によってその後回答する質問が分岐する。Q6で「自宅」と回答した人はQ7~19を、「避難所」と回答した人はQ20~32を回答する。Q33~45は環境貢献機能の選好に関する質問であり回答者全員が回答する。選好の問い方には、プロフィールを2つ示し好ましい方を選択する一対比較法を採用した。図-3に一対比較法の例を示す。回答者に2つのカードを提示し、望ましいと思うカードを選択してもらう。このような質問をプロフィールの組み合わせを変えて、災害時機能、環境貢献機能それぞれで12問繰り返す。いくつかの質問では、設定した因子、水準から作成したプロフィールの他に、機能なし・負担金額 [円/月/世帯] のプロフィールを提示した。Q46~50は回答者自身に関する質問であり、回答者全員が回答する。

## 5. 地域 MG の経済評価

### (1) アンケート調査の実施

主な調査対象者は、恵那市明智町の住民とした。地域 MG の説明資料とアンケート用紙を配布し、口頭で説明したうえで、その場で回答・回収、または回答期間を設けて回収のどちらかの形式で調査を実施した。表-4に

表-3 アンケート調査票

質問番号	質問項目
Q1	脱炭素（カーボンニュートラル）の認知
Q2	日常での脱炭素に向けた取り組み
Q3	停電対策
Q4	自宅に太陽光発電を導入しているか
Q5	自宅に非常用発電機を持っているか
Q6	地震が発生して自宅が停電した場合の生活拠点
Q7~18	災害時に自宅で生活する人が受けられる災害時機能に関する一対比較法による質問
Q19	Q7~18の選択の決め手
Q20~31	災害時に避難所で生活する人が受けられる災害時機能に関する一対比較法による質問
Q32	Q20~31の選択の決め手
Q33~44	環境貢献機能に関する一対比較法による質問
Q45	Q33~44の選択の決め手
Q46	性別
Q47	年齢
Q48	一緒にアンケートを回答している人の年齢
Q49	同居している人の年齢
Q50	同居人数

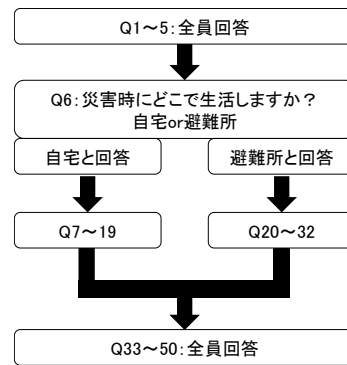


図-2 アンケート調査票における回答の流れ

Q. あなたは災害時機能 A, B のどちらが良いと思いますか? 望ましいと思う災害時機能の口に✓を記入してください。

災害時機能A

災害時の行政対応  
避難所の運営支援

避難所でできること(自宅で生活する人)

☑ + 自宅の電化製品

自宅の食料を避難所の冷蔵庫で保存できる。  
自宅から持ってきた電化製品を何でも自由に使用・充電できる。

負担金額: 月々2,000円

災害時機能B

災害時の行政対応  
避難所の運営支援

避難所でできること(自宅で生活する人)

☑

自宅の食料を避難所の冷蔵庫で保存できる。  
スマホ・ノートPCを充電できる。  
炊飯器・電子レンジを持ってきたら1日1回使える。

負担金額: 月々1,000円

図-3 一対比較法の質問例

表-4 アンケート調査日とサンプル数

対象者	調査日時	回答者数
民生委員	2022/12/8 14:30~15:30	12人
恵那市職員	2022/12/8~2022/12/13	8人
自治会役員	2022/12/13 20:00~21:00	26人
恵那市職員	2022/12/8~2022/12/22	30人
E高校生	2022/12/15 14:25~15:15	111人
A中学校生	2022/12/22~26	23人
	計	210人

アンケートの対象者、調査日、回答者数を示す。恵那市明智町でアンケート調査を6回実施し、合計210人から

回答を得た。

図-4 に回答者の年齢の割合を示す。10代が 117 人と最も多く、総回答者数の半分以上を占めている。40代、50代、60代はそれぞれ 20-30 人である。20代、30代が少なく、それぞれ 5 人ほどである。なお、A 中学生には家庭で相談して回答するように依頼したため、ここでは 10 代にカウントされているが、その多くは保護者世代の意見も反映されていると思われる。図-5 に回答者を含む同居人数（回答者含む）の割合を示す。同居人数が 5 人以上の回答者が 107 人と最も多く、全体の半分程度を占めている。同居人数が少なくなるほど、その割合は少なくなっている。

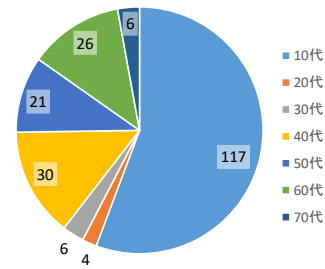


図-4 回答者の年齢の割合 [人]

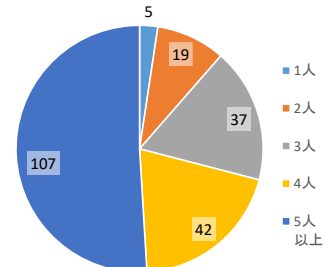


図-5 同居人数の割合 [人]

### (2) 限界支払意思額の推定方法

効用関数を式(1)の線形関数とし、対数尤度関数を用いた最尤法により説明変数 ( $x_k$ ) と支払意思額 ( $WTP$ ) のパラメータを推定する。推定したパラメータから式(2)により各説明変数に対する限界支払意思額 ( $MWTP$ ) を推計する。限界支払意思額とは、ある因子の水準が 1 単位変化したときの支払意思額を示すものである。

$$V(x, p) = \alpha WTP + \sum_k \beta_k x_k \quad (1)$$

$$MWTP_{x_i} = \frac{dWTP}{dx_i} = -\frac{\partial V}{\partial x_i} / \frac{\partial V}{\partial WTP} = -\frac{\beta_i}{\alpha} \quad (2)$$

ここで、 $V(\cdot)$  : 全体効用値、 $MWTP$  : 限界支払意思額、 $x_k$  : 説明変数、 $\alpha, \beta_k$  : 負担金額および各因子の水準に対するパラメータ、 $WTP$  : 支払意思額。

### (3) 限界支払意思額の推定

表-5 に災害時機能のパラメータ推定結果と限界支払意思額を示す。災害時機能の説明変数のパラメータの t 値はすべて 1%水準で有意であった。支払意思額を因子で比較すると、行政対応の価値よりも避難所での電気の使い道の価値の方が高い傾向にある。行政対応では、避難所支援に対する限界支払意思額が 402.9[円/月/世帯]で最高額となった。被害調査・報告と災害情報発信に対する支払意思額はそれぞれ 294.0[円/月/世帯]、289.3[円/月/世帯]であり、ほとんど同額であった。電気の使い道では、調理器具 (1 日 1 回のみ使用可能) に対する限界支払意思額が 806.9[円/月/世帯]で最高額となった。冷蔵庫、スマホ・PC 充電と自由の限界支払意思額は、およそ 400[円/月/世帯]と推定された。したがって、調理器具が使える水準での電力供給力を備えていることが地域 MG の価値を最も高めると言える。

表-6 に環境貢献機能のパラメータ推定結果と限界支払意思額を示す。説明変数のパラメータの t 値はすべて 1%

表-5 パラメータ推定結果と限界支払意思額 (災害時機能)

説明変数		パラメータ (t 値)	限界支払意思額 [円/月/世帯]
行政対応	避難所支援	0.344(128.819)**	402.9
	被害調査・報告	0.251(21.218)**	294.0
	災害情報発信	0.247(22.95)**	289.3
電気の使い道	スマホ・PC 充電、冷蔵庫	0.344(128.819)**	402.9
	調理器具 (1 日 1 回)	0.690(61.982)**	806.9
	自由	0.358(33.518)**	419.1
負担金額1000		-0.855(-40.347)**	

(注) \*\*: 有意水準 1%, \* : 有意水準 5%

表-6 パラメータ推定結果と限界支払意思額 (環境貢献機能)

説明変数	パラメータ (t 値)	限界支払意思額 [円/月/世帯]
太陽光発電量 (100 世帯分)	0.447(21.339)**	355.2
環境教育実施回数(年 1 回)	0.138(4.393)**	109.4
負担金額1000	-0.258(-13.823)**	

(注) \*\*: 有意水準 1%, \* : 有意水準 5%

水準で有意であった。太陽光発電量の限界支払意思額は、発電量が 100 世帯分増えることに対する限界支払意思額を示しており、その額は 355.2[円/月/世帯]となった。すなわち、太陽光発電量が 200 世帯分になると支払意思額も 2 倍になる。環境教育実施の限界支払意思額は、年間の実施回数が 1 回増えることに対する限界支払意思額を示しており、その額は 109.4[円/月/世帯]となった。年 3 回実施すると、100 世帯分の太陽光発電と同等の価値となる。

### (4) 費用便益分析

表-7 に千量敷 MG の便益を示す。便益は、対象となる機能の限界支払意思額を明智町の全世帯 (2,002 世帯) が 20 年間支払い続けると仮定し、割引率を 4% として算

出した。災害時機能の便益は、避難所での電気の使い道における各水準の限界支払意思額から算出した。災害時機能が水準 1 から水準 2 になると便益は 275.1[百万円]増加し、水準 2 から水準 3 になると 142.3[百万円]増加する。環境貢献機能の便益は、千畳敷 MG の PV システムに対する支払意思額と環境教育実施に対する支払意思額を足し合わせたものである。環境教育実施回数が年 0 回、年 2 回、年 4 回の 3 ケースを設定した。太陽光発電量の便益算出には、千畳敷 MG として構築予定である出力 450kW の PV システムの太陽光発電量に対する支払意思額を用いた。太陽光発電量は式(3)で求めることができる。

$$E_{Pd} = P_{AN} \times H_A \times K \quad (3)$$

ここで、 $E_{Pd}$  : 1 日の太陽光発電量[kWh/日]、 $P_{AN}$  : 標準状態 (AM (太陽光のスペクトル) 15, 日射強度 1,000W/m<sup>2</sup>, 太陽電池セル温度 25°C) における太陽電池出力[kW]、 $H_A$  : 設置場所での日射量[kWh/m<sup>2</sup>・日]、 $K$  : 総合設計係数 (温度補正係数, 回路損失, 機器による損失等)。

恵那市明智町の平均日射量、および総合設計係数 0.7 を用いると、PV システムの 1 日の発電量は 1,209.6[kWh/日]となる。岐阜県の 1 世帯あたりの家庭消費電力量を用いて太陽光発電量を世帯数に換算すると約 86 世帯分となる。したがって、86 世帯分の太陽光発電に対する支払意思額は、100 世帯分の太陽光発電量に対する限界支払意思額 355.2[円/月/世帯]を用いて、306.9[円/月/世帯]となる。年間の環境教育実施回数が 2 回増加すると、便益が 74.3[百万円]増加する。

災害時における電力供給を NAS 電池のみで行うと仮定し、電力需要量を満たす NAS 電池の設置と 20 年間の維持にかかる費用を算出する。表に災害時機能「避難所での電気の使い道」の各水準の電力需要量を満たすために必要な NAS 電池と費用を示す。水準 3 では自由に電化製品を使用できるが、ここでは電気ケトル、家庭用蓄電池、EV 車充電に電気を使うものとした。水準 1, 2 では 1,200kWh の NAS 電池が 1 台必要であり、設置・維持費用は 122.4[百万円]となった。水準 3 では、さらに 2,400kWh の NAS 電池が必要であり、設置・維持費用は 313.3[百万円]となった (表-8)。

表-9 に千畳敷 MG の費用便益分析の結果を示す。便益は、災害時機能の各水準の便益と環境貢献機能のケース 2 の便益を足し合わせてケース I ~ III とした。総費用には、各水準に対して設定した電力需要量を満たす NAS 電池と 450kW の PV システムの費用が含まれている。ケース I と II の千畳敷 MG の費用は 282.2[百万円]であり、

表-7 千畳敷 MG の便益 [百万円]

		環境貢献		
		ケース 1	ケース 2	ケース 3
災害時	水準 1	241.0	315.3	389.6
	水準 2	516.1	590.4	664.7
	水準 3	658.4	732.7	807.0

表-8 必要な NAS 電池の規模と費用

水準	電力需要量 [kWh]	必要な NAS 電池の規模	設置・維持費用 [百万円]
1	504.3	1,200kWh : 1 台	122.4
2	1151.6	1,200kWh : 1 台	122.4
3	3079.6	1,200kWh : 1 台 2,400kWh : 1 台	313.3

表-9 千畳敷 MG の費用便益分析結果

ケース	便益 [百万円]	総費用 [百万円]	純便益 [百万円]	費用便益比
I	315.3	282.2	33.1	1.12
II	590.4	282.2	308.2	2.09
III	732.7	473.1	259.6	1.55

ケース III では 432.7[百万円]の費用がかかる。費用便益分析を行った結果、ケース II が最も費用対効果が高く、費用は 282.2[百万円]、便益は 590.4[百万円]となり、純便益は 308.2[百万円]、費用便益比は 2.09 となった。したがって、千畳敷 MG を住民が炊飯器などの調理器具を使える規模とすることが最も効果の高い施策だと言える。

本研究で行った費用便益分析では、避難所の照明器具や冷暖房器具の限界支払意思額や電力需要量が考慮されておらず、災害時の電力供給を NAS 電池のみが担う設定となっている。環境貢献機能の費用は、環境教育実施にかかる費用が考慮されていないことに加え、同じ太陽光パネルを 20 年間使用し続けると設定している。減価償却資産において太陽光パネルの税法上の耐用年数が 17 年と定められており、これに従う場合は太陽光パネルの更新費用が必要になる。そのため、これらの要素によって費用対効果に変化すると考えられる。

## 6. 結論

本研究では、恵那市明智町で導入が進められている千畳敷 MG を事例として、コンジョイント分析を用いて、地域 MG に対する住民の災害時機能と環境貢献機能に対する限界支払意思額を推定し、便益を推計した。さらに千畳敷 MG の費用対効果を算出することにより、事業の実行可能性を評価した。今後は、地域 MG を様々な地域へ導入する際のフィージビリティスタディとして活用するために、コンジョイント分析による地域 MG の価値評価手法として標準化することが課題である。

**NOTES**

- 注1) 日本ガイシ株式会社：NAS 電池とは、<NAS 電池とは | 製品情報 | 日本ガイシ株式会社 (ngk.co.jp)>，最終閲覧日 2023/1/9.
- 注2) 恵那市：人口，<人口 / ようこそ恵那市へ | 恵那市公式ウェブサイト (ena.lg.jp)>，最終閲覧日 2023/1/22.

文誌 C (電子・情報・システム部門誌)，No.2，Vol.128，pp.199-206，2008.

- 2) 山本隆也，高野富裕，田熊良行，井上真壮，荒生元：住宅向けエネルギー供給への MG 適用による CO2 排出量削減の評価，電気学会論文誌 C，Vol. 128，No.1，pp.32-38，2008.
- 3) 高木朗義：コンジョイント分析，公共政策のための政策評価手法，伊多波良雄編著，中央経済社，pp.203-219，2009.

**REFERENCES**

- 1) 近藤悠介，加藤丈佳，鈴置保雄，舟橋俊久：災害時マイクログリッドの適用可能性に関する統計的評価，電気学会論

(Received \*\* \*\*, 2023)

## ECONOMIC EVALUATION OF LOCAL MICROGRIDS WITH CONJOINT ANALYSIS — A CASE STUDY IN AKECHI-CHO, ENA CITY —

Ryota ASAKAWA, Yohei MITSUNO and Akiyoshi TAKAGI

Due to frequent power outages caused by earthquakes and heavy rain disasters, strengthening the resilience of electric power infrastructure is an issue. Local microgrids are attracting attention as a countermeasure against this issue. Since there are few cases of construction and operation of local microgrids, it is necessary to verify the value of social implementation for widespread use. In this study, the value of local microgrids was evaluated from an economic point of view. A questionnaire survey was conducted for local microgrids, and the marginal willingness to pay was estimated by conjoint analysis. A cost-benefit analysis was performed using the benefits calculated from the marginal willingness to pay and the construction and maintenance costs of the local microgrid. As a result, the cost-benefit ratio was the highest in the construction project of the local microgrid with the power supply capacity for cooking utensils.