

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：13701
研究種目：基盤研究(B) (一般)
研究期間：2018～2021
課題番号：18H01660
研究課題名(和文) 交通とエネルギーの統合化システムに関する研究

研究課題名(英文) Integration system of traffic and energy

研究代表者

中川 二彦 (Nakagawa, Tsuguhiko)

岐阜大学・高等研究院・教授

研究者番号：40530506

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：電動車(EV)を用いて太陽光発電の電力を貯蔵・輸送し、最適に自己消費するバーチャルグリッド(VG)を提案し、その設計指針を得た。VGでは、EVは人とモノの輸送に加え、地理的かつ時系列的に変化する太陽光電力の発生と消費を、仮想グリッド内と間で相互に融通する。その結果は次の通り。VGではあらゆるタイプの電動車を利用でき、太陽光電力の発生から消費に至る損失が最も小さい。VGでは複数の電動車とその移動先との連携により、規模と効果が無限に拡大できる。VGでは熱と電力による蓄電装置と需給制御の統合化により、一般住宅や大学ではCO2排出量を経済的に80%以上削減できることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

太陽光発電の発生から消費に至る送電損失は、理論的に既存の商用システムよりも7～40%小さく、社会に必要な定置型蓄電池の総容量を大幅に削減できる。また、変圧器・送電線などの送電インフラやプロバイダーが不要なため、電動車が通行できれば、陸上のあらゆる場所への適用を低コストで拡大できる。本研究では、自家用電動車(EV)、路線バス、蓄電池電車(ローカル鉄道)、フォークリフトとその移動先との統合システムの効果を明らかにした、これら以外にも、産業機械(建設機械など)、電動倉庫、電動クレーン、農機具、タクシー、宅配トラック、船舶などその適用先は広く、その社会的意義は極めて大きい。

研究成果の概要(英文)：A novel concept of energy system which is named “virtual grid (VG) system” has been proposed using electric vehicles (EVs) to store and transport electricity for one’s own consumption of solar power optimally and we have been obtained the design guideline. In this system, EVs transport goods and people additionally adjust generated solar power and consumption electricity which is changed geographical and time series in the grid. Surplus power can be shared between Grids using by EVs.

As a result, it is as follows. All types of EVs are available in VG, and the loss of the solar power from the generation to consumption is the smallest. A scale and effects of VG can be spread endlessly by plural EVs and cooperation between the Grids. The amount of CO2 emissions can be reduced more than 80% by the time series integration control of heat storage, EV Battery, solar power generation and consumption at the general house and a university applying VG.

研究分野：エネルギー

キーワード：太陽光発電 蓄熱 蓄電 電動車 バーチャルグリッド カーボンニュートラル 電力輸送 V2H

1. 研究開始当初の背景

CO₂ 排出量を削減し、カーボンニュートラルな社会を実現するためには省エネルギーの推進と再生可能エネルギーの導入拡大が、現実的かつ重要な方法である。

日本は 1973 年から 2018 年に GDP が 2.5 倍になり、運輸、家庭、業務のエネルギー消費は 1.7 ~ 2.4 倍になったが、産業のエネルギー消費は逆に 0.8 倍と減少した。省エネルギーの視点で、産業が行ってきたことに着目すると、工場内の排熱回収と利用の統合化、生産プロセスの統合化、異業種間の相互融通による統合化が行われており、重要なキーワードは「統合化」である。

一方、世界では、2017年6月にインドが2030年までに全自動車を電気自動車の販売に限定し、7月にフランスと英国は2040年からガソリンとディーゼル車の販売禁止を発表した。その後、現在までに日本を含め、世界各国のCO₂排出量ゼロ化に向けた動きは加速している。

このような背景の下、人口減少と高齢化が進む日本では、CO₂ 削減と最終消費者のコスト削減を両立する「統合化」について考えた。例えば、電動車(EV)は、太陽光や風力の電力を蓄電池に充電して使用すれば、再生可能電力の貯蔵・輸送装置として使える。^{1),2)}しかも、自家用車の時間稼働率は平均 5% 以下であり、駐車時は固定電池として負荷平準化にも利用できるため、1 台の貯蔵、輸送能力は小さいが、普及すると大きな貯蔵・輸送・負荷調整力があると考えられる。

また、従来の研究では、現状のエネルギー消費の総量とエネルギー種類の割合を基に、エネルギーを供給する側の視点から、既存の仕組みの中で再生可能エネルギーの供給比率を増加する方法の検討が極めて多い。この方法は、既存の仕組みの改良を議論するため、分かり易く、政策などに提言しやすい反面、エネルギー消費側の視点での、新技術やその運用が考慮され難く、消費側の変化に合わせて供給システムをどのように変革することが最善であるかが見過ごされる可能性がある。実際に、太陽光発電の系統での供給比率には限界があるといわれている。したがって、エネルギー消費側の視点での技術革新をベースに、再生可能エネルギーの供給を最も安価に実現する仕組みを研究することによって、従来と異なる大きな成果が期待できる。

2. 研究の目的

本研究は、CO₂ 排出量と国民のエネルギー支出の大幅削減および災害に強い安心・安全な社会の構築を目指し、交通とエネルギー両システムのインテグレーション(統合)によって、CO₂ 削減と最終消費者の支出削減を両立し、高い経済性を有する再生可能エネルギーの自己消費システムの構築が最終目標である。本研究では、自動車や鉄道などの電動車両(EV)と太陽光発電(PV)、および EV の移動先(家庭と大学など)を統合したエネルギーシステム考え、車両の移動、エネルギー変換、消費、貯蔵および輸送を含む時系列のエネルギー収支モデルを構築し、数値シミュレーションによって、PV 電力での系統電力の代替可能量、CO₂ 削減効果、経済性およびリスク(ライフライン遮断時など)への適応性を明らかにし、統合システムにおける自動車や電車に必要な機能や装置としての設計指針を明らかにする。

3. 研究の方法

太陽光発電(PV)の電力を最大限に自己消費する様々なシステムを数値計算に基づくシミュレーションを用いて、開発、構築する。具体的には、数値計算モデルの構築、実績データの取得および実験による数値計算(理論)モデルの計算精度を検証した後に、様々な種類の電動車(EV)と消費先および PV との組み合わせを評価した。

(1)シミュレーションモデル: PV 電力を供給源にする場合、消費に合わせたエネルギー発生はできない。したがって、発生した PV 電力を消費とマッチングさせ、余った余裕電力(総発電可能量の 10% 以内)は発電しないか、系統に逆流する。不足する電力は従来と同様に系統から供給する PV 電力の自己消費最適化モデルとした。本シミュレーションモデルは、消費者の利益最大化から、システムを含むシステム全体の最適化を図る。つまり、工場の生産設備の設計や運用最適化を検討するプロセスシミュレータと同じ役割を果たし、EV の仕様や使い方による PV 設置能力や効果の違いなどを消費者に示すことができる。プログラム言語にはマクロを用いた。

(2)実績データの取得; 日射量計、気象データは気象庁の 1 時間値、EV の走行データは GPS と温度計を搭載したデータログ、電力計などを用いて、最小 1 秒 ~ 1 時間の実績データを収集した。

(3)実験によるモデル精度の検証: シミュレーションモデルは、EV の電力収支モデル((a)距離に依存する走行と(b)運転時間に依存する空調のエネルギー収支で構成)、PV 電力の貯蔵収支モデル((c)熱貯蔵(ヒートポンプによるエネルギー変換効率の評価を含む)と(d)蓄電装置(EV 搭載の移動式と定置式)、各設備の電力消費モデル((e)ヒートポンプ(HP)給湯器と床暖房)、~ の総合収支モデルで構成される。特に、EV では、夏場に空調の電力消費に占める割合が、40% 以上になることがあり、走行に加えて、空調エネルギーの評価が必要である。

(4)PV、様々な種類の EV および消費先の組み合わせ評価: 自家用 EV(通勤車、日常車)、電動バス(e-Bus)、蓄電池電車、電動フォークリフト等と熱貯蔵で PV 電力を貯蔵、輸送し、自己消費するシステムの CO₂ 排出量、経済性などの効果を明らかにし、システム構築の設計指針を得る。

4. 研究成果

EV の空間的および時間的な移動のエネルギー収支と、EV の移動に伴って時空間で授受先が

変化するエネルギー収支を時系列的に連続して統合計算するシミュレーションモデル(サイバー・フィジカル型モデル)を構築し、その際、従来にはなかった EV の走行と空調の電力消費モデルを構築した。また、EV を用いた電力輸送のエネルギー効率を実験で検証した。更に、EV を用いた新たな電力供給・相互融通ネットワークの仕組みとしてバーチャルグリッドを提案するとともに、様々な EV の組み合わせによる効果を実績データに基づくシミュレーションで明らかにした。なお、岐阜大学を事例に、勤務者住宅 2,580 戸、EV4,410 台(通勤車 2,580 台、日常車 1,830 台、路線バス 4 系統約 6 万本および大学キャンパスのバーチャルグリッドを試設計した。

(1)PV(発電)、EV(貯蔵・輸送)および消費を統合したシミュレーションモデルの構築⁷⁾

シミュレーションモデルの例として、岐阜大学を事例に、勤務者住宅 2,580 戸、EV4,410 台(通勤車 2,580 台、日常車 1,830 台、路線バス 4 系統約 6 万本および大学キャンパスのバーチャルグリッドを試設計したモデルの概要を図 1 に示す。

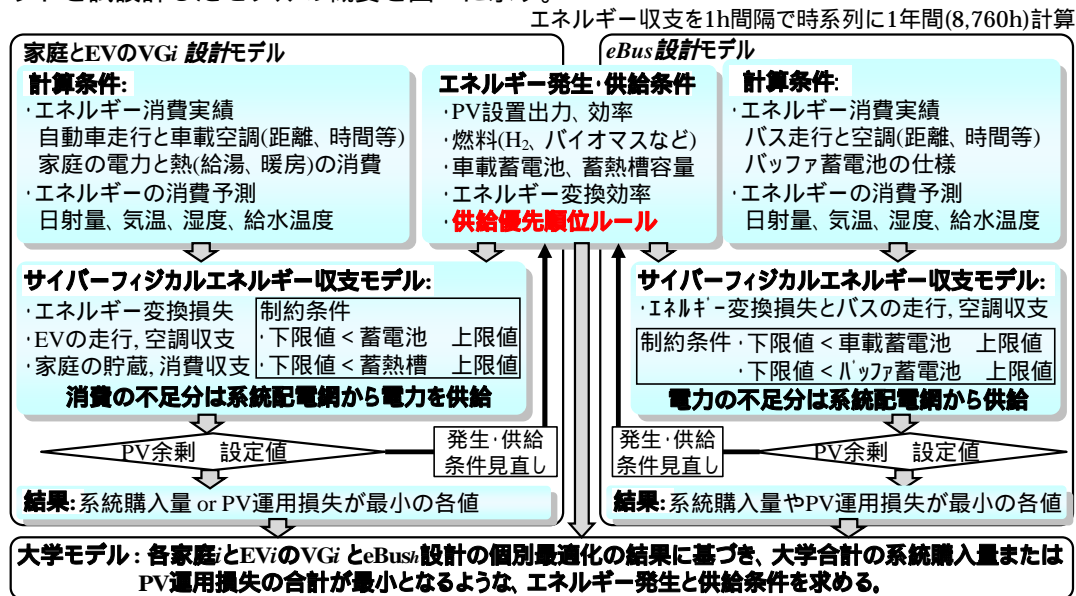


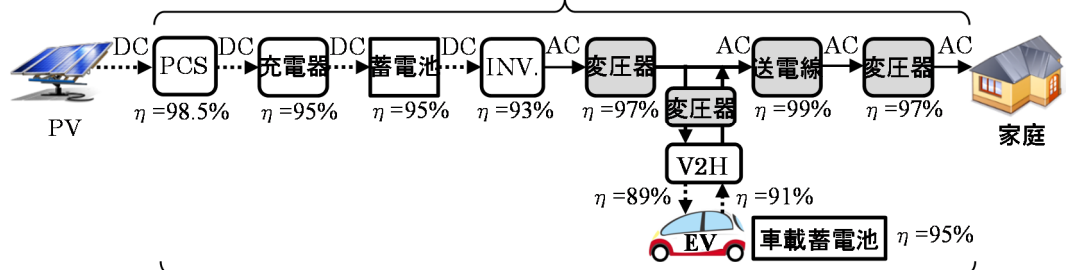
図 1 EV(通勤車)、勤務者住宅、電動路線バスおよび大学を統合化したシミュレータの例

(2) EV を用いた電力輸送のエネルギー効率⁷⁾

太陽光発電(PV)の電力の輸送(送電)効率(=PV 電力使用量/PV 発電量×100 で定義)を、現状の商用系統による送電と電動車(EV)を用いた輸送で比較した結果を図 2 に示す。

【既存の商用系統利用】 PCS:パワーコンディショナー, INV.:インバーター, V2H:Vehicle to home

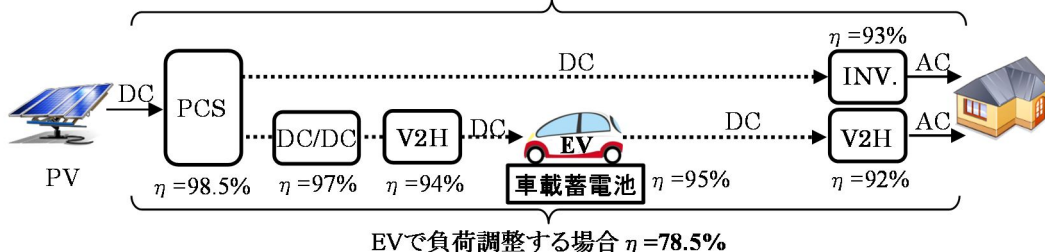
直接供給する場合 $\eta = 77.0\%$ (蓄電池未経由 85.3%)



(a) 既存の商用系統による PV 電力送電のエネルギー効率

【電動車(EV)利用】

直接供給する場合 $\eta = 91.6\%$



(b) EV を用いた PV 電力輸送のエネルギー効率

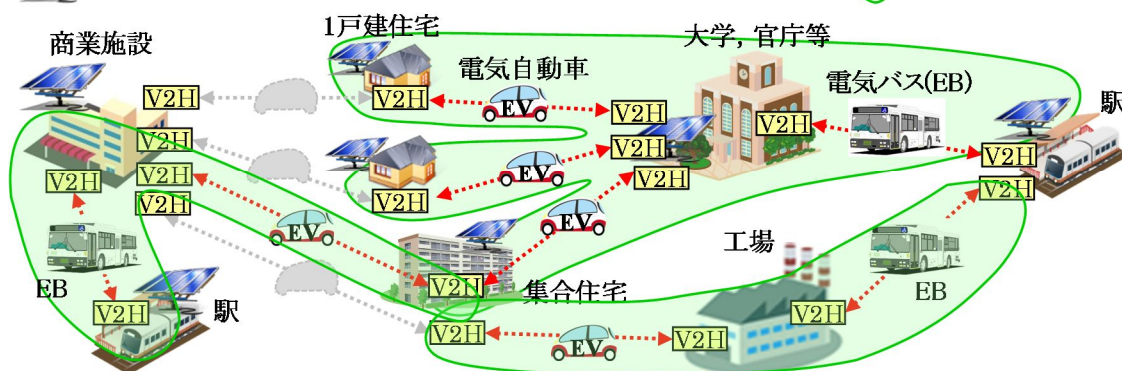
図 2 送電(輸送)方式の違いによる PV 電力の発電から受電に至るエネルギー効率差

EV を用いた輸送効率はニチコン製 V2H を用いて実測した。その結果、PV 電力の送電(輸送)効率は、EV を用いた方が既存の系統送電よりも、6~23 ポイント高くできる。この効率差と設備費の差(EV の電力輸送では、変電設備、送電設備および定置型蓄電池が不要なため送電コストが安くなる)から、PV 電力の安価化(試算では受電端のフルコスト 13 円/kWh)が可能になる。

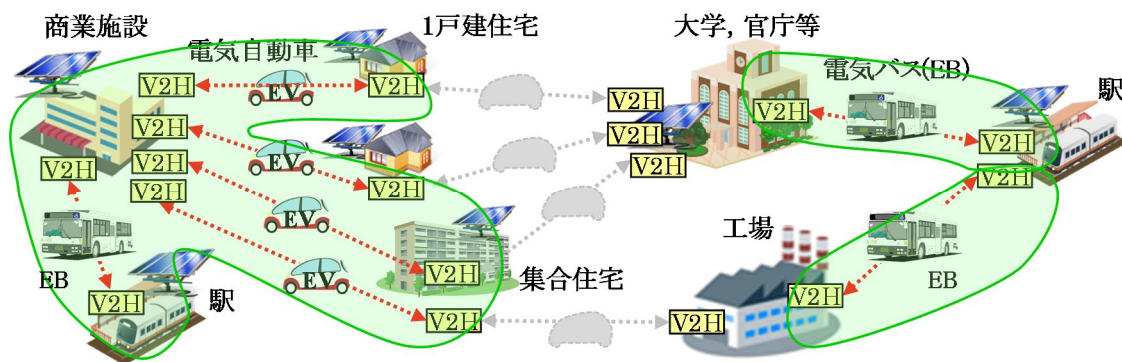
(3)EV を用いた新たな電力輸送・相互融通ネットワークシステムの提案

PV 電力は EV で輸送すると既存の商用系統よりも、エネルギー効率が高く、低コストであることから、図 3 のような EV による PV 電力の電力輸送・相互融通ネットワークシステムを提案した。EV による PV 電力の輸送では、EV の移動先で電力の授受が行われるため、従来のように空間的かつ時間的に固定されたエネルギー供給・消費システムではないことから、バーチャルグリッドと名付けた。例えば、図 3 において、上図は平日に EV が勤務先と連携することを想定される例であり、一方、下図は休日に EV が商業施設などと連携することを想定される例である。

☀️:太陽光発電(PV) ⚡️:電力の貯蔵と輸送 🚗:Vehicle to Home 🟩:バーチャルグリッド例



(a)平日に想定されるエネルギー授受連携(ネットワーク)



(b)休日に形成されるエネルギー授受連携(ネットワーク)

図 3 バーチャルグリッド(EV を用いた新たな電力輸送。相互融通)システム³⁾

V2H は、PV と EV を含む電力授受グリッド内の周波数制御を行うことから、系統から独立した電力自己消費の仕組みを有する。つまり、バーチャルグリッドの最大の特徴は、個々のステークホルダー(EV、家庭、勤務先などの所有者)が個々の最適化をベースにして、PV 導入拡大に伴う系統負荷を大幅に低減する仕組みにある。従来のエネルギーシステムは系統管理者が供給責任を負っていたが、バーチャルグリッドの導入者(個人)は PV 電力を優先的に消費して、電力コストを最小化するモチベーションが働くため、PV 電力をその変動を EV と熱貯蔵で調整しつつ、最大限利用する。その結果、設置出力に対する PV 電力の系統への逆潮流量は、絶対量は勿論のこと、変動自体も大幅に抑制される。つまり、バーチャルグリッドはメガソーラーに比べて系統の送電負荷は大幅に軽減し、PV の普及を促進する最も合理的な仕組みのひとつと言える。

EV を PV の電力輸送と貯蔵に用いるバーチャルグリッドのポテンシャルを、例えば、2020 年 3 月末の我が国の乗用車と軽自動車合計の保有台数 7,200 万台から試算すると、平均蓄電池容量 40 kWh/台では、蓄電池容量の 80%を 1 回/1 日充放電するだけで、8,400 億 kWh/年(=365 日/年/台×32 kWh/日/台×7,200 万台)の電力貯蔵・輸送ができる。これは、2018 年の国内の総電力需要 8,960 億 kWh/年に匹敵する。このことからバーチャルグリッドは、約 60~70 兆円/年のエネルギー市場に変革を齎し、新たな産業の創出と国民の可処分所得を増加させることに繋がり、日本経済の本質的な成長戦略のひとつになると考えられる。

(4)バーチャルグリッドの CO₂ 排出量の削減効果

表 1 に様々な種類の EV と PV を統合したバーチャルグリッドの効果例を示す。具体的には、岡山県真庭市の間伐材(バイオマス)処理工場において、PV、電動フォークリフト等と工場の電力消費の統合化、岡山県の桃太郎線への蓄電池電車の導入と PV の統合化、岐阜大学に乗り

入れている路線への電動バス(e-Bus)導入とPVの統合化、住宅(一戸建、都会マンション、アパート)、PVおよび勤務先の統合化、との統合化について検討した。表1に示したCO₂削減率は電動車(EV)、工場、住宅および大学を含む全てのエネルギー消費量の合計に対して求めた。これより、バーチャルグリッドにおけるCO₂削減率は45~85%であった。その効果は、全電力消費に占めるPV電力供給比率(=PV供給量/全電力消費×100で定義)が24~79%と高いことに起因しており、EV蓄電池率(=電力消費量/EV蓄電池容量×100で定義)が大きいほどPV電力供給比率が大きくなる。なお、表の最下段の岐阜大学を事例とした試設計は、大規模なシステムになり、PV出力が20MWになるが、学内の駐車場と建物の屋上への設置で賄え、実現可能である。住宅単体システムと大学統合システムを比較すると、従来のエネルギーシステムとは異なり、スケールメリットではなく、個々の最適化の積み上げが大きな効果を生むことが分かる。なお、大学統合システムでは20MWのPV電力導入に対して、系統への逆潮流可能量は最大2,400MWh/年と、同規模のメガソーラーの1/10に低減されることがわかる。これらは、必ずしも制御を最適化した結果ではないことから、今後、制御の最適化により、CO₂排出量については、更に5~10%削減幅を拡大できると考えている。

表1 様々な電動車と太陽光発電の統合システムの効果

年間合計の太陽光発電の余剰発生率<10%とした場合のCO₂削減率

	CO ₂ 削減率 (%)	導入前のエネルギー使用量 (電力:MWh/年) (燃料:GJ/年)	導入後のエネルギー使用量 (電力:MWh/年)	PV出力 (kW)	蓄電容量 (kWh)	電動車へのPV充電量 (MWh/年)	消費電力中のPV電力比率 (%)
電動フォークリフトと工場 ⁴⁾	45	系統電力: 306 化石燃料:1725	系統電力:289 PV電力: 93	110	蓄電: 624	33	24.3
蓄電池電車 ⁵⁾	56	化石燃料:19,400	系統電力:1,060 PV電力: 460	460	蓄電:1,260	400	30.3
電動路線バス ⁶⁾	83	化石燃料:5,330	系統電力:140 PV電力:280	280	蓄電:1,800	280	66.7
一戸建住宅 ⁷⁾ (通勤車+日常車)	85	系統電力: 4.4 化石燃料:68.0	系統電力:2.0 PV電力:7.6	8.0	蓄熱:14 蓄電:56	4.1	79.2
マンション(日常車) ⁷⁾	79	系統電力: 4.8 化石燃料:39.9	系統電力:2.0 PV電力:5.8	5.6	蓄熱:14 蓄電:40	2.9	74.4
アパート(通勤車) ⁷⁾	78	系統電力: 1.8 化石燃料:13.9	系統電力:0.7 PV電力:2.3	3.6	蓄熱:14 蓄電:40	1.4	76.7
大学、電動路線バスおよび住宅統合化 ⁸⁾	67	系統電力: 25,390 化石燃料:180,810	系統電力:18,670 PV電力:21,520	19,900	蓄熱: 36,120 蓄電:182,400	10,170	53.5

なお、表1には記載していないが、電力消費が100万kWh/年と400万kWh/年の組立工場でもバーチャルグリッドの適用効果を評価しており、どちらの工場も定置型蓄電池を使わずにCO₂排出量を約70%削減できる。

(5)バーチャルグリッド実証試験へ着手

本研究の成果を基に、東海国立大学機構としてバーチャルグリッドを柱にした実効性の高いカーボンニュートラルキャンパスを構築するため、岐阜大学と大学官舎(住宅)にPVとV2Hを設置し、2022年から実生活における効果検証と最適な制御システムの開発を開始する予定である。(参考文献)

- 1)Tsuguhiko Nakagawa, Yuta Mitsumoto, Evaluation of Two-Way Energy System through the Use of PV and EV, *Journal of the Japan Institute of Energy*, **93**(8), 716-724, (2014)
- 2)中川二彦、「PV(太陽光発電)&EV(電気自動車)スマートシステムとAI-EV(空調機統合型電気自動車)」、熱エネルギー高度有効利用と省エネルギー技術、フロンティア出版、353 - 370、(2015)
- 3)中川二彦、千阪秀幸、エネルギーシステム及びエネルギー授受調整方法、出願番号PCT/JP2020/044184、公開番号WO 2021/111997 A1、(2020)
- 4)Nakagawa Tsuguhiko, Chisaka Hideyuki, Notoji Yu, "A novel SMART energy system for using biomass energy effectively", *RENEWABLE ENERGY*, 116, 492-499, (2018)
- 5)Hideyuki Chisaka, Naoki Shiraga, Nobusuke Kobayashi, Yoshinori Itaya, Tsuguhiko Nakagawa, A NOVEL RAILWAY ENERGY SYSTEM INTEGRATED WITH PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION, *Proceedings of 11th International Conference on Applied Energy(ICAE2019)*, Paper ID: 0251, pp. 1-4, Sweden, (2019)
- 6)千阪秀幸、小林信介、板谷義紀、中川二彦、「電動車(バスと自家用車)を用いた統合エネルギーシステム」、自動車技術会論文集、52(5)、1033-1039、(2021)
- 7)千阪秀幸、小林信介、板谷義紀、中川二彦、「様々な住宅への電動車両による再生可能電車の輸送の評価」、自動車技術会論文集、52(3)、726-731、(2021)
- 8)中川二彦、千阪秀幸、古矢勝彦、「電動車を用いた太陽光電力の高効率利用システム - バーチャルグリッド -」、自動車技術会論文集、53(1)、38-44、(2022)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 中川 二彦、千阪 秀幸、古矢 勝彦	4. 巻 53
2. 論文標題 電動車を用いた太陽光電力の高効率利用システム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 38 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11351/jsaeronbun.53.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 千阪 秀幸、小林 信介、板谷 義紀、中川 二彦	4. 巻 52
2. 論文標題 様々な住宅への電動車両による再生可能電力の輸送の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 726 ~ 731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11351/jsaeronbun.52.726	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 千阪秀幸, 小林信介, 板谷義紀, 中川二彦	4. 巻 51
2. 論文標題 再生可能エネルギーの利用を拡大する車載蓄電池の運用方法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 113-119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11351/jsaeronbun.51.113	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tsuguhiko Nakagawa	4. 巻 16
2. 論文標題 Comment on Riding the Energy Transition: Oil beyond 2040	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian Economic Policy Review	6. 最初と最後の頁 140-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/aepr.12329	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsuguhiko Nakagawa, Yoshiki Tomura, Hideyuki Chisaka	4. 巻 158
2. 論文標題 Effective utilization system of renewable energy through the use of vehicle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energy Procedia	6. 最初と最後の頁 3000-3007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.egypro.2019.01.972	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 千阪秀幸, 小林信介, 板谷義紀, 中川二彦	4. 巻 50
2. 論文標題 再生可能エネルギーの利用を拡大する車載蓄電池の運用方法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 113-119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11351/jsaeronbun.51.113	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshiki Tomura, Tsuguhiko Nakagawa	4. 巻 158
2. 論文標題 Effective Utilization System of Renewable Energy through the use of Vehicle	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Energy Procedia	6. 最初と最後の頁 3000-3007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.egypro.2019.01.972	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 戸村善貴, 中川二彦	4. 巻 49
2. 論文標題 空調機とエンジン発電機を統合した電気自動車を用いた再生可能エネルギーの有効利用方法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 自動車技術会論文集	6. 最初と最後の頁 453-459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11351/jsaeronbun.49.453	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsuguhiko Nakagawa, H. Chisaka, Y.Notoji	4. 巻 116
2. 論文標題 A Novel Smart Energy System for Using Biomass Energy Effectively	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Renewable Energy	6. 最初と最後の頁 492-499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.renene.2017.09.049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tsuguhiko Nakagawa, H. Chisaka, Y.Notoji	4. 巻 116
2. 論文標題 A Novel Smart Energy System for Using Biomass Energy Effectively	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Renewable Energy	6. 最初と最後の頁 492-499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.renene.2017.09.049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 中川二彦, 千阪秀幸
2. 発表標題 電動車を用いた革新的エネルギーシステム - パーチャルグリッド -
3. 学会等名 自動車技術会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千阪秀幸, 中川二彦
2. 発表標題 様々な住宅への電動車による再生可能電力の輸送の評価
3. 学会等名 自動車技術会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中川二彦
2. 発表標題 日本のエネルギー課題とその変革への道筋
3. 学会等名 日本危機管理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideyuki Chisaka, Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 Innovative Solar Power Utilization System Using Electric Vehicles
3. 学会等名 International Conference on Applied Energy(ICAE2020 (国際学会))
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hideyuki Chisaka, Naoki Shiraga, Nobusuke Kobayashi, Yoshinori Itaya, Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 A novel Railway Energy System Integrated with Photovoltaic Power Generation
3. 学会等名 11th ICAE (International Conference on Applied Energy) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideyuki Chisaka, Nobusuke Kobayashi, Yoshinori Itaya, Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 Management Strategy of Energy Storage and Supply for Expanding the use of Renewable Energy
3. 学会等名 2nd PRTEC(Pacific Rim Thermal Engineering Conference) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 Discussants of the paper “ Reda Cherif, Fuad Hasanov and Aditya Pande (IMF: International Monetary Fund), Riding the Energy Transition: Oil Beyond 2040
3. 学会等名 31st AEPR (Asian Economic Policy Review) Conference, Energy and the Environment (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 千阪秀幸, 中川二彦
2. 発表標題 太陽光発電システムにおける蓄電池の高効率利用方法
3. 学会等名 第28回日本エネルギー学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 千阪秀幸, 小林信介, 板谷義紀, 中川二彦
2. 発表標題 再生可能エネルギーの利用を拡大する車載蓄電池の運用方法
3. 学会等名 自動車技術会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 千阪秀幸, 小林信介, 板谷義紀, 中川二彦
2. 発表標題 太陽光発電と蓄電池電車を統合した鉄道システムの評価
3. 学会等名 第26回鉄道技術連合シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuichiro Inoue, Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 High Efficiency Utilization System of By-product Gas from Steelworks
3. 学会等名 Venice2018 Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Tomura, T. Nakagawa
2. 発表標題 Energy Conversion Characteristics of the System Combining Renewable Energy with Electric Vehicles
3. 学会等名 The 29th International Symposium on Transport Phenomena (ISTP29) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 N. Shiraga, T. Nakagawa
2. 発表標題 Battery-powered Electric Railway Car System Integrated with Photovoltaic Power Generation
3. 学会等名 The 29th International Symposium on Transport Phenomena (ISTP29) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiki Tomura, Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 Evaluation of New Energy System Adjusting the Energy Supply and Demand through the use of Renewable Energy Effectively
3. 学会等名 The 31st International Electric Vehicle Symposium & Exhibition & International Electric Vehicle Technology Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiki Tomura, Tsuguhiko Nakagawa
2. 発表標題 Effective Utilization Method of Solar Energy by Using Electric Vehicle
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎大地, 中川二彦
2. 発表標題 太陽光発電と電気自動車を組み合わせたシステムの特徴
3. 学会等名 化学工学会第50回秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松月 勇, 白髪直樹, 中川二彦
2. 発表標題 蓄電池電車で太陽光発電を組み合わせたシステム
3. 学会等名 日本機械学会2018西日本エンジンシステム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎大地, 中川二彦
2. 発表標題 太陽光発電と電気自動車を組み合わせたシステムの汎用性評価
3. 学会等名 第27回日本エネルギー学会大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 中川二彦 他共著	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 551
3. 書名 EVとHEV向け電子部品，電装品開発とその事例	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 エネルギーシステム及びエネルギー授受調整方法	発明者 中川二彦, 千阪秀幸	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PTC092062	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 エネルギーシステム及びエネルギー授受調整方法	発明者 中川二彦	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-217883	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------