

令和 3 年 5 月 19 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11750

研究課題名（和文）サイバーフィジカルシステムを基盤としたスマートグリッドのための情報管理技術

研究課題名（英文）Information Management for Smart-Grid based on Cyber-Physical System

研究代表者

富井 尚志（TOMII, Takashi）

横浜国立大学・大学院環境情報研究院・准教授

研究者番号：40313473

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：サイバーフィジカルシステムを基盤としたスマートグリッドのシミュレーション評価可能なデータベース設計を行った。その結果、EVおよび据え置きバッテリーからなる大容量バッテリーと再生可能エネルギーを組み合わせることが効果的であることが明らかとなった。また、多変量データをSQLライクな言語で操作する独自のデータ可視化システムを設計し、EVのエネルギー消費傾向を明らかにした。これらを組み合わせ「負荷平準化」を実現するスマートグリッドの実現可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会的意義として、スマートグリッドにおいて再生可能エネルギーを無駄なく利用すること、および、電力需要の変動を抑える「負荷平準化」の実現可能性をビッグデータ解析によって示した。また学術的意義として、EVモデルによるエネルギー消費量推定精度を定量的に示した。加えて、複数のデータテーブルを参照しながらデータ解析結果を導出する過程を、独自に設計した言語形式で保存できる新しいデータ解析・可視化システムを導入した。

研究成果の概要（英文）：We have designed a database that enables simulation and evaluation of smart-grids based on cyber-physical systems. As a result, we found that the combination of high-capacity batteries consisting of EVs and stationary batteries and renewable energy is effective. We also designed an original data visualization system that manipulates multivariate data with a SQL-like language. By using this system, the energy consumption trends of EVs are revealed. By combining these technologies, we have shown the feasibility of a new smart-grid that achieves "load-leveling".

研究分野：マルチメディアデータベース

キーワード：センサデータベース サイバーフィジカルシステム スマートグリッド 電気自動車

1. 研究開始当初の背景

(1) サイバーフィジカルシステムとスマートグリッド

サイバーフィジカルシステム(CPS)は実世界とサイバー空間を融合させた新たな情報化社会の基盤システムである。実世界に埋め込まれた大量のセンサによって常時収集されたビッグデータを、モデル化されたサイバー空間上で統合・解析して、実社会にフィードバックして役立てることを目指している。近年ではスマートフォンなどの携帯データ端末や、モノのインターネット化 (Internet of Things: IoT) の普及により、多種多様なセンサデータを得られるようになった。とりわけエネルギー技術分野において、不安定な自然エネルギーを総合的に取り扱うスマートグリッドに CPS 技術を適用することによって、エネルギーの効果的かつ効率的な利用を実現していくことが期待されている。スマートグリッドは電力の需給マッチングを行う次世代技術として期待されている。

(2) CPS と自動車技術の融合

スマートグリッド技術に着目したとき、電気自動車 (EV) はエネルギーの時空間的な移動に寄与できる点 (Vehicle to Grid: V2G) において従来の自動車とは本質的に異なる。近年の自動車は、それ自身がセンサの集合体であると考えられ、そこから収集されるビッグデータを用いた情報提示が有効である。しかし、自動車に搭載されたセンサは自動車の走行に特化されているため、そのままの形で CPS に取り込むことは難しい。実データをいかにモデル化して、サイバー空間上に統合するかが重要な課題となる。

2. 研究の目的

本研究課題では CPS 技術を組み入れた新しいスマートグリッドのあり方を探求する。このスマートグリッドでは、実際のビッグデータを活用し、その地域・利用者だけに有効な省エネ方法の提案や、余剰電力の受入量とエネルギー移動量の最適化を効果的に実現する。そのために、多様な視点による情報可視化手法の有用性と精度の検証、および、データ検索・集計の高速化手法の検証を、プロトタイプシステムの実装によって定量的に評価する。このように、大量の実データを対象として、新しいスマートグリッドの実効パフォーマンスを定量的に評価することに学術的新規性がある。

ここで改めて、図1を用いて EV による需給マッチングについて説明する。スマートグリッドを構築する上では、電力の供給元 (電力会社等) と、ローカルグリッド (建物や事業所等) との需給マッチングを考えることは重要な課題である。すなわち、次の 2 点について検討できることが重要となる。一つは、不安定な再生可能エネルギーを無駄なく利用すること、もう一つは、社会全体としてのピーク時間帯に電力需要を下げることである。言い換えれば、前者はエネルギー量 [kWh] (= [J]) のマッチングであり、後者は仕事率 [W] のマッチングに相当する。ここで再生可能エネルギー源として太陽光発電 (Photovoltaics: PV) を考える。PV は天気と太陽の角度に応じて発電量が変化する。将来のスマートグリッド社会を想定するならば、発電されたエネルギーは、その場で消費されること (エネルギーの地産地消) が望ましい。しかし、ローカルグリッド内の需要電力と PV の発電電力の差に着目すると、PV の設置量によっては需要を上回る発電がなされるケースも考えられる。このときに EV のバッテリーを余剰エネルギーの一時蓄積場所として利用する。そして、この余剰エネルギーを社会のピーク時間帯にグリッド側に戻すように利用できれば、需給マッチングが成立する。ここではマッチングがうまくいくケースで説明した。しかし実際には、天気や季節など様々な要因によって日々変化する複雑な問題としてとらえることができる。したがって、その場にしかない固有のビッグデータを蓄積し、意思決定に役立てることが必要となる。

このような問題に対して本研究課題では次に示す 4 点の機能を有する CPS の構築を試みる。

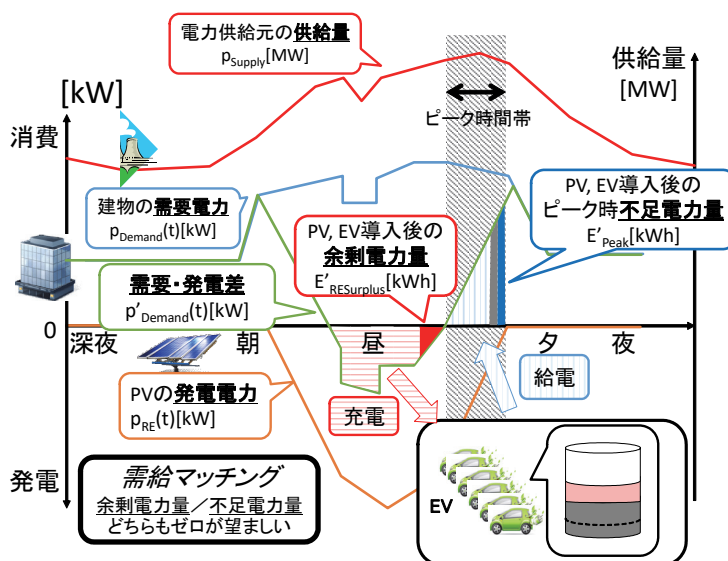


図1 EV と再生可能エネルギーを組合せた需給マッチング

- 【1】環境中に埋め込まれた種々のセンサから日常データを収集・統合して高速に検索できる
- 【2】多様な面から効果的な集計と情報可視化ができる
- 【3】情報可視化結果について定量的な精度検証ができる
- 【4】収集したデータと可視化結果に基づいてエネルギー環境の最適化を図ることができる

### 3. 研究の方法

本研究課題では、次に示すサブテーマに取り組む。

#### 【サブテーマ1】CPSのためのデータベースモデリング手法の導入とデータベース運用

・大量のセンサデータをサイバー空間上に統合し、効率的に検索できるデータベースの設計手法を明らかにする

・プロトタイプシステムを実装し、実データを収集・運用して、有用性を明らかにする

#### 【サブテーマ2】EVの道路上でのエネルギー消費傾向の可視化

・これまでに得られた成果をより発展させ、マイクロ視点・マクロ視点それぞれの面で有用な情報可視化手法を提案し、精度等について定量的に評価する

#### 【サブテーマ3】機械学習アプローチに基づくEV消費エネルギー推定の精度向上

・これまでに得られたデータを有効活用して、大量のデータを活用した機械学習による新しいエネルギー消費量推定モデルを導入し、精度のさらなる向上を目指す

#### 【サブテーマ4】新しいスマートグリッドの設計方法とシミュレーション

・構築したデータベースの検索機能を利用して、「そこだけ」の実データを活用したスマートグリッドの導入シミュレーションを実現し、定量的に評価する

### 4. 研究成果

#### 【サブテーマ1】CPSのためのデータベースモデリング手法の導入とデータベース運用

サブテーマ1については、再生可能エネルギーとEVのデータを統合するライフログデータベースのスキーマ設計を行った。オフィスビル群や集合住宅ごとに、電力需要設備、再生可能エネルギーの発電設備、バッテリー、および、充電設備（ES: Energy Station）を構成要素とする地域電力網（マイクログリッド）を形成することを想定する（図2）。そのマイクログリッドにおいては、自宅と勤務先を毎日通勤するEVは自宅と勤務先それぞれのバッテリーとしてふるまう。このようにして、Physical Systemである建物側の電力需要、および、通勤するEVのライフログを用いてマイクログリッドのエネルギーフローを集計するデータベースを設計した。このデータベースでは、マイクログリッドの構成要素の有無によって分類した5つの想定シナリオ間で比較することによってVGI

（Vehicle-Grid Integration: EVとスマートグリッドの統合）の実現可能性に関するシミュレーション定量評価を行うことができる（図3）。すなわち、Physical Systemから収集されたデータを、Cyber System上のデータベースに統合してシミュレーション評価を行うことができる。主な評価項目は、マイクログリッドに外部から供給される外部電力供給量、および、マイクログリッド内で発電した再生可能エネルギーの余剰電力量である。どちらも少なくなることが望ましい。シミュレーション結果として、次の5つのことが示された（図4）。

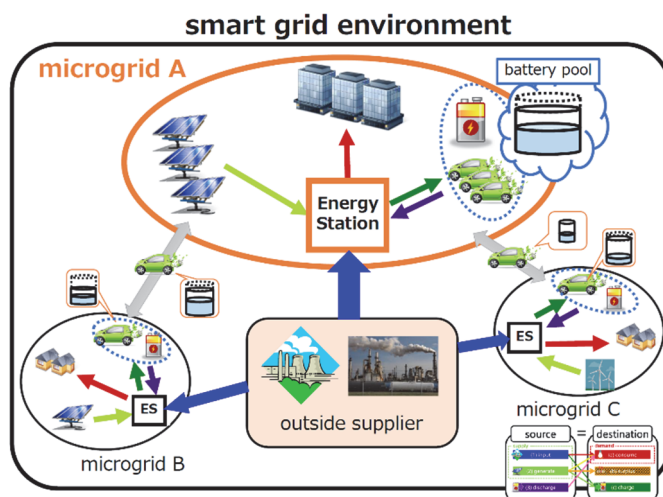


図2 想定するスマートグリッド環境

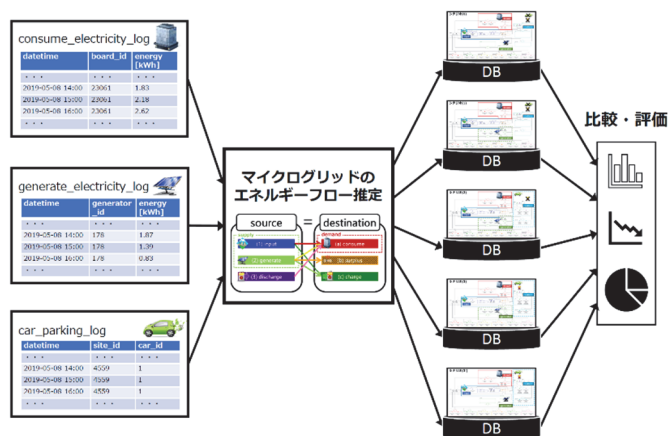


図3 データベースを用いたVGIの定量評価

(0) どのシミュレーションシナリオにおいても、元のライフログ上で計測された総消費電力量は同じ値を示す。これは、電力消費行動を変えないことを意味する。よって、評価すべき項目は外部電力供給量が少ないこと、および、余剰電力量が少ないことの2点となる。

(1) 再生可能エネルギーだけを導入すると、外部電力供給量は減少するが、余剰電力量が生じる。

(2) バッテリー容量の小さいEVと再生可能エネルギーを組み合わせると、バッテリーへの充電電に伴うロス(充電ロス)が生じ、余剰電力量も増加する。

(3) EVおよび据え置きバッテリーからなる大容量バッテリーと再生可能エネルギーを組み合わせると、充電電ロスが増加するものの、外部電力供給量は減少し、余剰電力量が0 kWhになる。すなわち最も効果的である。

(3') 再生可能エネルギーなしで負荷平準化(後述)を行うと、充電電ロスは減少するが、外部電力供給量は(1)よりも増加する。

以上より、構築・運用したデータベースに基づくシミュレーション評価から、EVおよび据え置きバッテリーからなる大容量バッテリーと再生可能エネルギーを組み合わせることが効果的であることが明らかとなった。本テーマについては、今後、より規模の大きなライフログ環境から収集されたデータを用いて評価していく。

### 【サブテーマ2】EVの道路上でのエネルギー消費傾向の可視化

サブテーマ2については、多変量データの可視化・解析支援システムの導入と、そのシステムの拡張に基づくデータ解析手法の導入に大別される。

まず、汎用の多変量データの可視化・解析支援システムとして、PCP(Parallel Coordinate Plot)をSQLライクな言語で操作する独自のデー

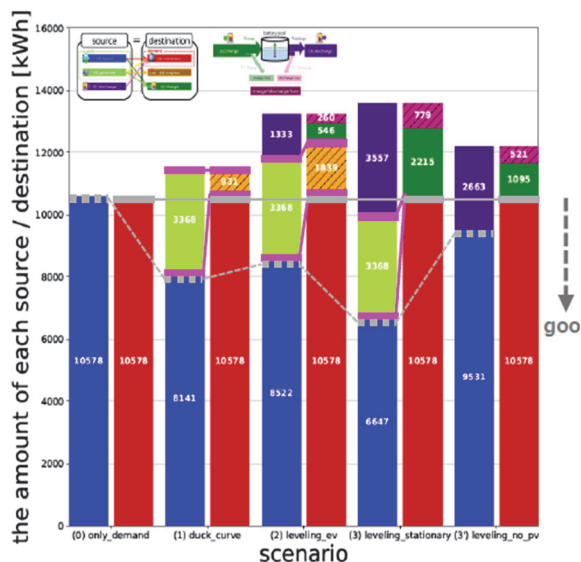


図4 エネルギーフローの年間収支

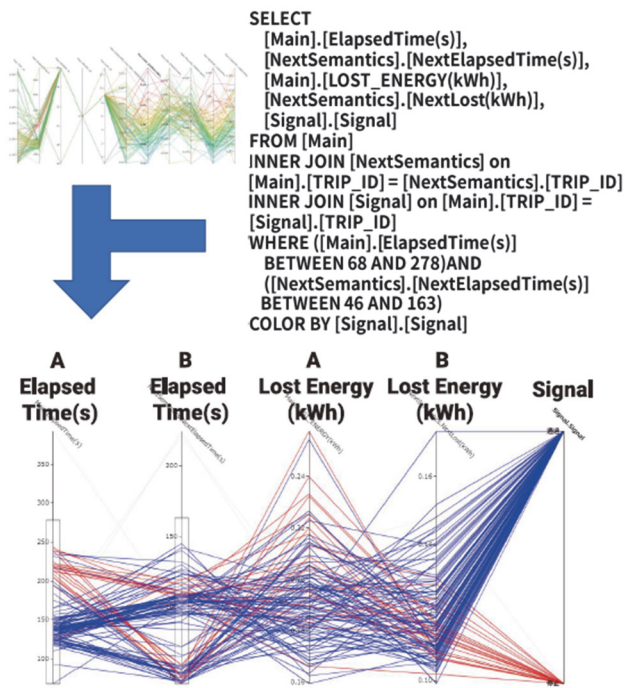


図5 ある道路区間における道路信号による損失エネルギーの解析・可視化事例

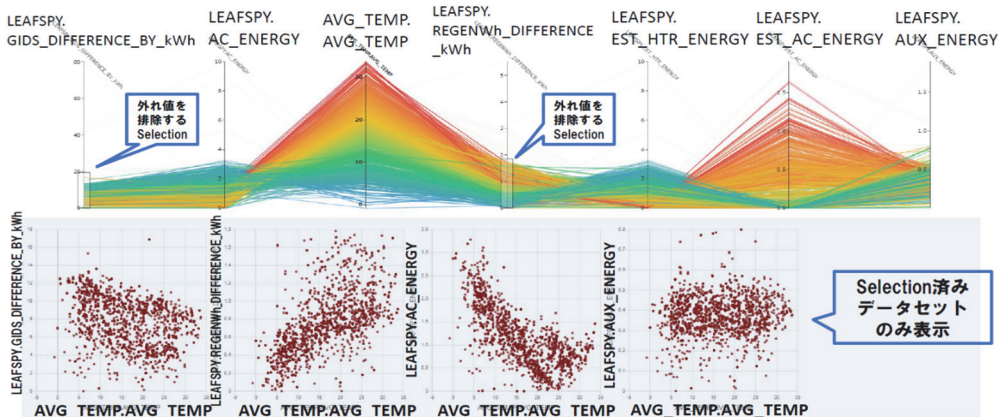


図6 EVのエネルギー消費要因の解析・可視化事例

タ可視化システムを設計した。EV の道路上での走行時間とエネルギー消費量の関係を、同システムによって解析した例を図5に示す。同システムでは、複数のデータテーブルを参照しながらデータ解析結果を導出する過程を、独自に設計した (PC)<sup>2</sup>L と呼ばれる言語形式で保存できる。このシステムにグラフ描画機能の拡張を行い、実際のEVから収集したデータを用いてデータ解析を行った。図6にEVが走行したときのエネルギー消費量と気温の相関を解析した例を示す。その結果として「冬のEVの総消費電力量は大きい。また、冬のエアコンのヒータの消費電力量の増大および冬の回生エネルギーの減少が存在し、総消費電力量に影響を及ぼしている」ことがデータから確認された。

### 【サブテーマ3】機械学習アプローチに基づくEV消費エネルギー推定の精度向上

サブテーマ3については、次の(1)、(2)の2つの成果を得られた。

- (1) EVエネルギー推定モデルの精度評価とニューラルネットワークを用いたEVエアコンの消費エネルギー推定

EVの消費電力は、空気抵抗、転がり抵抗、登坂抵抗、加速抵抗により消費されるエネルギーの総和と変換効率 $\eta$ の積で求めることができる。これをここではEVモデルと呼ぶ。EVモデルの推定精度を検証するため、実際のEVを用いて精度検証実験を行った。結果として、0~3kWhの範囲のトリップにおいてRMSE 0.38kWh程度の消費エネルギー推定精度を得られた。この推定精度は、大量のEVを利用したスマートグリッドに関する情報提示など、用途によっては有用な情報提示が可能である。また、エアコンによる消費エネルギー推定にはニューラルネットワークを用いた方法を導入した。実験に用いたEVでは、エアコン消費電力量0~2.5kWhの範囲のトリップにおいてRMSE 0.24kWh程度の消費エネルギー推定が可能であった。

- (2) 単純なモデルに基づく未知道路上でのエネルギー消費予測

EVのエネルギー消費の変動要因となるのは加減速である。したがって、最小エネルギー消費量を「常に一定速度で走行し目的地に一度も止まらずに走行した場合」と定義した。また、最大エネルギー消費量を「最小エネルギー消費量に加え、全停止ポイントで効率の悪い加減速が行われる場合」と定義した。最小エネルギー消費量は(1)のEVモデルを用いて算出した。同手法の評価のため、実測したエネルギー消費量との比較を行った。結果として、推定された最大値・最小値の範囲に実測エネルギー消費量が収まることが確認された。

以上のようにEVモデルはある程度の精度を有するため、EVから実測されたデータを逆に利用する新しいテーマに着手した。すなわち、同一スキーマ上に大量に収集されたEVの内部データ(=Cyberデータ)から、道路勾配などの現実世界の制約(=Physicalデータ)を算出する新たなテーマ創生につながった。

### 【サブテーマ4】新しいスマートグリッドの設計方法とシミュレーション

サブテーマ1の成果として示したデータベースによって、「そこだけ」の実データを活用したスマートグリッドの導入シミュレーションを実現し、定量的に評価することが可能となった。スマートグリッドの観点からは、マイクログリッドに外部から供給される総外部電力供給量の時間変動を抑制する「負荷平準化」(図7)の実現可能性を評価した。

一方、「負荷平準化」を行うデメリットとして、バッテリーの損耗も生じることになる。そこで、実際のEVから4年間にわたって収集されたデータからバッテリーの損耗モデルを構築した。そして、この損耗モデルを利用して「負荷平準化」を行った場合のシミュレーション評価を行った。その結果、評価用のEVにおいては、EVバッテリーの損耗は増加するが、走行による損耗の半分程度とそれほど大きな値でないことに加えて、再生可能エネルギーの有効活用や外部電源の負荷軽減といった大きなメリットを得られるということが定量的に示された。

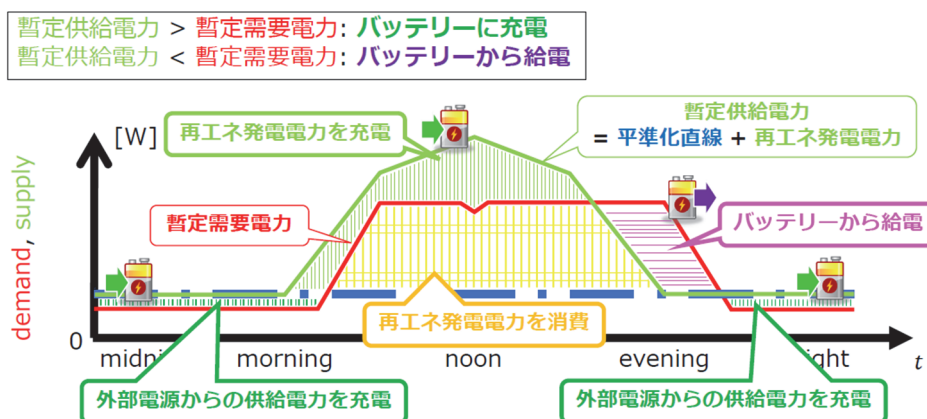


図7 再生可能エネルギーとEVのバッテリーを活用する負荷平準化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 植村智明, 吉田顕策, 吉瀬雄大, 富井尚志	4. 巻 13
2. 論文標題 試行錯誤を許容するデータ解析支援システムと電気自動車の走行ログ解析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌データベース (TOD)	6. 最初と最後の頁 13-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 飯田惇子, 渡辺隆史, 富井尚志	4. 巻 1-A-07
2. 論文標題 再生可能エネルギーとEVバッテリーを活用した負荷平準化の実現可能性に関する遡及的データ分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第18回ITSシンポジウム2020対話セッション発表論文	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 村上太一朗, 渡辺隆史, 江原結凧, 富井尚志	4. 巻 D33-4
2. 論文標題 航空気象報データの異目的活用による太陽光発電量予測精度向上	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2021)論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 大橋弘典, 吉瀬雄大, 植村智明, 富井尚志	4. 巻 J24-1
2. 論文標題 日常的に大量に発生するEVの内部データの異目的活用に基づく実世界情報分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2021)論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 渡辺隆史, 飯田惇子, 石毛大貴, 本藤祐樹, 富井尚志	4. 巻 J13-3
2. 論文標題 再生可能エネルギーとEVのデータを統合するライフログデータベースを用いたVGIの定量評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2021) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 植村智明, 能條太悟, 吉瀬雄大, 富井尚志	4. 巻 J13-1
2. 論文標題 有意な道路区間で集計可能な電気自動車推定消費エネルギーデータ解析システムの構築と応用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2021) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Toshiaki Uemura, supervised by Takashi Tomii	4. 巻 2399
2. 論文標題 Pre-Estimation of Electric Vehicle Energy Consumption on Unfamiliar Roads and Actual Driving Experiments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the VLDB 2019 PhD Workshop, co-located with the 45th International Conference on Very Large Databases (VLDB 2019), Los Angeles, CEUR Wrokshop Proceedings	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 濱崎裕太, 植村智明, 富井尚志	4. 巻 12
2. 論文標題 多変量データをSPJ質問により統合する平行座標プロット型情報可視化システムと操作言語	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌データベース (TOD)	6. 最初と最後の頁 27-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 齊藤祐亮, 植村智明, 富井尚志	4. 巻 12
2. 論文標題 EV消費エネルギーログデータベースにおける消費電力量推定の精度検証	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌データベース (TOD)	6. 最初と最後の頁 40-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 深野巧也, 渡辺隆史, 小池風樹, 本藤祐樹, 富井尚志	4. 巻 14-3
2. 論文標題 エネルギーライフログDBを活用した負荷平準化のための需要側エネルギー管理	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 吉瀬雄大, 植村智明, 富井尚志	4. 巻 14-5
2. 論文標題 ライフログを活用した区間正規化に基づく EV のエネルギー損失の可視化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 渡辺隆史, 深野巧也, 小池風樹, 石田卓也, 飯田惇子, 本藤祐樹, 富井尚志	4. 巻 16-1
2. 論文標題 エネルギーライフログDBを活用した負荷平準化のための局所的エネルギーバランスに関するデータマネジメント	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 小池風樹, 石田卓也, 深野巧也, 渡辺隆史, 飯田惇子, 本藤祐樹, 富井尚志	4. 巻 16-2
2. 論文標題 EVを用いた再生可能エネルギーのマッチングシミュレーションと実データによる評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 植村智明, 吉瀬雄大, 吉田顕策, 富井尚志	4. 巻 A8-2
2. 論文標題 車載GPSログの多変量データ可視化手法を用いた情報分析と電気自動車への応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第12回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2020) 論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 茨木隆兵, 石田卓也, 小池風樹, 富井尚志	4. 巻 2018-DBS-167
2. 論文標題 スマートグリッド導入効果検討を目的としたエネルギーライフログDBの構築	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会研究報告	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 磯部康太, 有長拓海, 植村敏明, 齊藤祐亮, 富井尚志	4. 巻 1-A-05
2. 論文標題 未知道路に対するEVの消費電力推定システムの構築	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 第16回ITSシンポジウム2018対話セッション発表論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 石田卓也, 茨木隆兵, 小池風樹, 猪谷悠, 富井尚志	4. 巻 D6-2
2. 論文標題 エネルギーライフログDBを用いたEVの動的充放電計画の実証実験	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2019)論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 磯部康太, 有長拓海, 植村智明, 齊藤祐亮, 吉瀬雄大, 富井尚志	4. 巻 H6-3
2. 論文標題 未知道路に対するEVの消費電力量推定システムの実走行データを用いた評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2019)論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 濱崎裕太, 植村智明, 富井尚志	4. 巻 E7-4
2. 論文標題 多変量データをSPJ質問により統合する平行座標プロット型情報可視化システム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2019)論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 植村智明, 濱崎裕太, 齊藤祐亮, 吉瀬雄大, 磯部康太, 有長拓海, 富井尚志	4. 巻 E7-5
2. 論文標題 EV消費エネルギーデータベースの構築と連続する道路間の相関を考慮したデータ分析手法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第11回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2019)論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------	---------