

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：11301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2019～2023

課題番号：19KK0272

研究課題名（和文）遊牧民のエネルギー・環境問題の実態解明と持続可能性の再構築 - HEVの有効利用策 -

研究課題名（英文）Reconstruction of Sustainability in Nomad through the Clarification of Energy and Environmental Issues; A Method for Utilization of Hybrid-Electric Vehicle

研究代表者

劉庭秀（YU, JEONGSOO）

東北大学・国際文化研究科・教授

研究者番号：70323087

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 9,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究はモンゴル国の遊牧民のエネルギー貧困や環境問題の解決策を探るため、遊牧民のエネルギー使用実態とHEVの保有状況・使用済みバッテリーの廃棄行動の社会調査を実施した。大半の遊牧民は太陽光パネルと鉛蓄電池を利用するが、エネルギー供給効率が非常に悪く、バッテリーの不法投棄など環境問題が懸念される。また、HEVの普及、中古車輸出、使用済みHEV発生量の推定モデルを構築し、バッテリーのリユース・リサイクルに関する環境影響評価を行った。結果的にバッテリーのリユース・リサイクルが環境負荷削減と資源節約、エネルギー貧困問題解決に貢献できることが分かった。今後は国際協力と国際資源循環モデルの構築が望まれる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は持続可能性科学の観点から発展途上国への中古HEV輸出がもたらす環境問題やエネルギー貧困の解決に向けた社会調査のあり方と廃棄物資源発生量の推定モデルの構築方法を提示した。特に、遊牧民の生活環境の改善と環境問題解決を目指し、使用済みHEVバッテリーのリユース・リサイクルによる、エネルギー供給の効率化と持続可能な資源循環の可能性を提示した。この成果は開発途上国への国際協力モデルとして同様の課題解決に貢献できると考える。本研究の成果は国際資源循環とエネルギー貧困問題を事例に、持続可能な開発目標（SDGs）達成に向けた具体的なアクションプランを示したと考える。

研究成果の概要（英文）：To address the energy poverty and environmental problems faced by the nomads in Mongolia, this study investigated their actual energy use, ownership of hybrid vehicles, and their disposal behavior of waste batteries. Solar panels and lead-acid batteries are frequently used by nomads, but the energy supply is not efficient and there are concerns about environmental issues, such as illegal dumping of batteries. In addition, we constructed a model to estimate the spread of used HEVs, exports, and the amount of end-of-life HEVs generated, and assessed the environmental impact of battery reuse and recycling. It became evident that the reuse and recycling of batteries contribute to reducing environmental impact, saving resources, and solving the issue of energy poverty. In the future, it will be desirable to develop a model for technology transfer and international resource recycling.

研究分野：環境政策学、持続可能性科学

キーワード：遊牧民 ハイブリッドカー（HEV） 使用済みバッテリー エネルギー貧困 推定モデル 環境影響評価
国際資源循環 国際協力

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、日本からモンゴル国への中古 HEV（Hybrid Electric Vehicle）輸出が急増しており（日本からの中古 HEV 輸入 1 位、毎年の中古 HEV 輸入台数は約 3 万台、人口 100 人あたりの HEV 保有台数世界 1 位）早急に開発途上国で発生する使用済みバッテリーの有効利用と貴金属や希少金属のリサイクル対策を講ずる必要がある。一方、このような状況の中で、日本から輸入された中古 HEV が遊牧民のモビリティを大きく向上させているだけでなく、中古 HEV のニッケル水素バッテリーを遊牧民の日常生活に使用する蓄電池として利用しようとする人もいるという。ニッケル水素電池バッテリーはこれまで多くの遊牧民に利用してきた鉛蓄電池に比べ、環境負荷が小さく、容量も大きい。したがって、中古 HEV の輸出は、廃棄物越境問題・資源循環の非効率性に関する議論だけでは不十分であり、遊牧民の環境問題、エネルギー貧困（Energy Poverty）の解決の観点も含めた議論が必要である。しかし、遊牧民のエネルギー消費構造や、中古 HEV の保有・廃棄行動の実態は、文献や統計データが整備されていないため、未だ把握されていない。また、遊牧民のエネルギー・環境問題の解決に向けて統計学や数理計画法を用いた分析を行う際に、既往の方法を単純に応用するだけでは十分ではなく、モンゴル国に在住する研究者と共同で入念な現地調査や議論を重ねることによって、初めて可能になると考える。

本研究では、定住地を持たずに草原を中心に暮らすなど日本と異なる特徴を有する遊牧民を対象とするため、現地に在住する研究者と協力して研究を進める必要がある。遊牧民の生活環境やエネルギー消費パターンなどを詳細に調査し、それぞれの地域特性に合った技術開発と政策モデルをつくるためには、現地の大学との国際共同研究が中核とならざるを得ない。国際共同研究を行うことによってようやくその実態が把握でき、社会実装の可能性が高まり、先進国と開発途上国の諸問題をお互いに見つめ合いながら、国内外の環境問題、エネルギー問題、資源問題を解決できるような仕組みが作れることに大きな研究意義と必要性、社会的に重要なニーズが秘められていると言える。

中古 HEV の主な輸出先でモンゴル国、そして、そこで生活している遊牧民を研究対象としているため、直接現地に出向いて研究を行わざるを得ない研究である。日本の大手自動車メーカー、大手リサイクル業者は、世界初で商用化に成功された HEV（初代プリウス）が発売されてからすでに 25 年以上が経過していることから、使用済み HEV やバッテリーの大量発生とその再資源化を進めていた。しかし、実際、日本国内で発生する使用済みバッテリーは極めて少なく、その殆どが中古車とともに開発途上国に輸出されている。限られた貴重な資源を有効に利用し、廃棄物の適正処理するためにも、輸出先での使用実態を解明し、国際環境協力と国際資源循環の新しいモデルを構築することが望まれる。

2. 研究の目的

本研究は、下記の 4 つの目的を設定した。コロナ禍によって渡航期間が限られてしまったため、研究目的の一部修正したが、概ね設定した研究目的達成のための研究調査を実施した。

- (1) 遊牧民の中古 HEV 保有・廃棄行動、エネルギー供給の現状や消費パターンを明らかにする。
- (2) 日本からモンゴル国への将来的な中古 HEV の輸出量について見通しを得るため、日本における HEV の保有状況および日本からモンゴル国への中古 HEV の輸出実態を明らかにし、中古 HEV 輸出台数、使用済み自動車及びバッテリー発生の推定モデルを構築する。
- (3) ニッケル水素バッテリー及びリチウムイオンバッテリーのリユース、リサイクルの環境影響評価を行い、使用済みバッテリーのリユース及びリサイクルの有用性を明らかにする。さらに、日中韓の次世代自動車及びバッテリー開発戦略の国際比較を行う。
- (4) 中古 HEV および使用済みニッケル水素バッテリーに関して、日本の希少資源の確保、モンゴルのエネルギー貧困問題の解決および両国における環境負荷の低減の観点から見た効率的な国際資源循環を実現するための政策提案を行う。

3. 研究の方法

目的 (1) の達成のため、これまでのフィールドワークの経験を活かしつつ、モンゴル国在住の遊牧民について、遊牧民の住む地域や季節、家族構成などの特徴に応じたエネルギーの利用実態や、中古 HEV の保有状況・手放す決定要因などについてアンケートおよびインタビュー調査を実施し、世帯構成別の中古 HEV の保有・廃棄行動、エネルギー供給の現状や消費行動を明らかにする。エネルギーの利用実態と廃棄物発生状況を中心とした社会調査を行う。

目的 (2) については、現在の HEV の生産量や輸出量に関する統計データを収集し、かつ、輸出の拠点となっている地域にフィールド調査を行い、将来の HEV 販売台数、中古 HEV の輸出予測、使用済み HEV（バッテリーを含む）の発生台数の推定モデルを構築する。

そして、目的 (3) の環境影響評価はライフサイクルアセスメントの手法を用いて、多様な政策オプションを中心にシナリオ分析を行う。また、日中韓の次世代自動車用バッテリーの開発及び普及に関する国際比較を行うため、先行研究、政府報告書、関連業界のレポートなど、多数の文献調査とレビューを行う。

目的(4)については、目的①～③の研究成果を踏まえた上で、鉛蓄電池の国際資源循環、開発途上国の環境汚染調査の経験と研究成果を参考にしつつ、日本とモンゴルが win-win の関係になるための国際協力（エネルギー貧困と環境問題解決）と国際資源循環の政策提言案をまとめる。

4. 研究成果

(1) 遊牧民のエネルギー使用実態の社会調査結果

本研究では 97 人の遊牧民に対してアンケート調査を行った。まず、年齢層を見ると主に 40 代～50 代（53%）に集中している。そのほか、20 代は 14%、30 代は 21%、60 代は 10% の割合を示す。遊牧民の世帯構成については、2 世帯（76%）の家庭構造がメインであり、その次は夫婦世帯（15%）である。遊牧民の平均家族人数が 4 人であり、男女割合は女性 48%、男性 52% である。そして遊牧民の家畜は主に羊（52%）とヤギ（31%）であり、そのほか、馬（9%）、牛（5%）と駱駝（3%）も飼っているが、遊牧民一世帯あたりの家畜数は約 600 頭である。また、遊牧民は平均 2 台の車を所有しているが、オートバイとトラックが多く、軽油車と HEV の人気が高かった。また、遊牧民の主な燃料は家畜の糞、石炭、薪であり、これらの燃料費は年間約 456,333MNT（21,111 円）である。殆どの遊牧民は LED 灯、携帯電話、テレビを所有しているが、肉類の保存のために電力消費量の多い冷凍庫（現 55%）、冷蔵庫（現 41%）を所有したがっていた。そして、遊牧民はこれらの家電製品を使うために、自動車用鉛蓄電池と太陽光パネルを利用している。一般的に 100～200W の太陽光パネルを設置している（62%）が、22% は大型太陽光パネル（201～300W）を利用している。遊牧民は、蓄電のために 100～150Ah（12V）の新品（48%）と中古鉛バッテリー（52%）を混用しており、中古バッテリーは主に所有車バッテリーの再利用である。遊牧民は、新品バッテリー（主に中国製）は 1～3 年、中古バッテリーは 1～2 年間使っており、少なくとも毎年 1 個の鉛バッテリー廃棄している。使用済み電池の処理方法は、59% の遊牧民はバッテリー購入時に下取りに出しているが、22% の遊牧民は使用済みバッテリーを家庭ゴミとして捨てている。さらに、8% はバッテリーを草原に放置する。

次に、遊牧民のエネルギー使用実態を評価するため、システム電圧が 12V であると仮定し、1 日あたり 8 時間の有効な日照があり、システム効率損失を約 20% と仮定し、実際遊牧民が必要とする太陽光パネル容量を計算してみた（式 1）。

$$\text{必要な太陽光パネル容量} = 12V \times \text{バッテリー容量 (Ah)} / \text{日照時間 (8h)} / 0.8 \text{ (発電ロス 20\%)} \text{ (式 1)}$$

この試算結果をみると、遊牧民が使っている太陽光パネルの大きさは蓄電バッテリーの容量と合わず、費用対効果（発電効率）が非常に悪いことが分かった。今回の調査対象の遊牧民の太陽光パネル設定効率が 70% を超える遊牧民は 27% に過ぎなかった。即ち、殆どの遊牧民のエネルギー供給効率が非常に低く、無駄が多いことが明らかになった。

(2) HEV の普及・中古車輸出・使用済み自動車の推定

本研究では、日本における次世代自動車の普及台数を独自の方法で推定した上で、中古 HEV・部品の国際・国内流通ルートと特徴を比較考察しながら、回収できる使用済み HEV を正確に推定した。2030 年までの日本における HEV の普及台数を予測すると、図 1 に示したように、日本の HEV の年間販売台数は持続的に増加し、2030 年に約 252 万台に上る。重回帰分析の結果に基づき、日本における HEV の販売台数は（式 2）に推定できる。ここで、y は HEV の販売台数であり、「X1」は「1 人あたりの GDP」、「X2」は「HEV のモデル数」、そして、「X3」は「エコカー補助金の有無」を意味する。なお、今後の日本の HEV 販売台数を予測するためには、さらに、「1 人あたりの GDP」、「HEV のモデル数」と「エコカー補助金の有無」を予測しなければならない。つまり、本研究では 2019 年から 2030 年までに日本の「HEV モデル数」は線型的に増加していくと想定した。そして、「1 人あたりの GDP」を時系列分析（自己回帰モデル）により試算し、「エコカーの補助金」は 2030 年までに続くと想定した。

$$y = -473324.8 + 10241 \times X1 + 18192.8 \times X2 + 148793.2 \times X3 \dots \dots \dots \text{(式 2)}$$

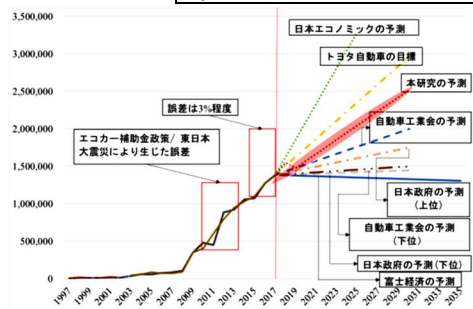


図 1 HEV の普及台数の予測

図 1 の数値は、総合技研株式会社が予測した 2030 年における日本の自動車販売台数の約 52% に相当する。このように本研究で推定した HEV の販売台数は日本政府・各協会の予測値を上回っている。即ち、今後、HEV の製造段階に使われる資源量が過小評価されている可能性が高い。そして、日本の自動車経年抹消登録率を用いて、日本における HEV の経年抹消登録台数を試算する。その後、抹消登録台数の内訳（中古ハイブリッド自動車輸出台数、日本国内の中古 HEV 台数および使用済み HEV 台数）を分析した上で、これから日本国内で回収できる使用済み HEV の台数を推定した。

日本の中古 HEV 輸出率をベースに 2030 年までの日本における「輸出中古 HEV」と「使用済み HEV」台数を試算した。一方、中古 HEV の輸出台数は、自動車の抹消登録率、中古車輸出制度・動向、為替レ-

ト、日本の1人当たりのGDPを変数に、3つのシナリオを設定し、「日本の輸出 HEV」と「使用済み HEV」を推定・分析した。シナリオ1〜3の設定条件と推定結果を比較分析したところ、2030年に日本国内で回収できる使用済み HEV は約13万台から96万台強である。特にシナリオ1の設定条件は現実に近いため、その推定結果は基礎シナリオの分析結果とほぼ同じであり、各種先行研究の予測値を大きく下回っている。一方、シナリオ2で推定した日本国内の「使用済み HEV」の回収台数が、各シナリオの中で最も多い。シナリオ2では、発展途上国の経済発展・環境規制の強化に伴い、日本の中古 HEV のニーズが大幅に減少すると仮定した。しかしながら、モンゴルのような発展途上国は、数年内に次世代自動車を製造することが難しいため、当分の間は日本からの中古 HEV を中心に、次世代自動車が普及すると思われる(図2)。

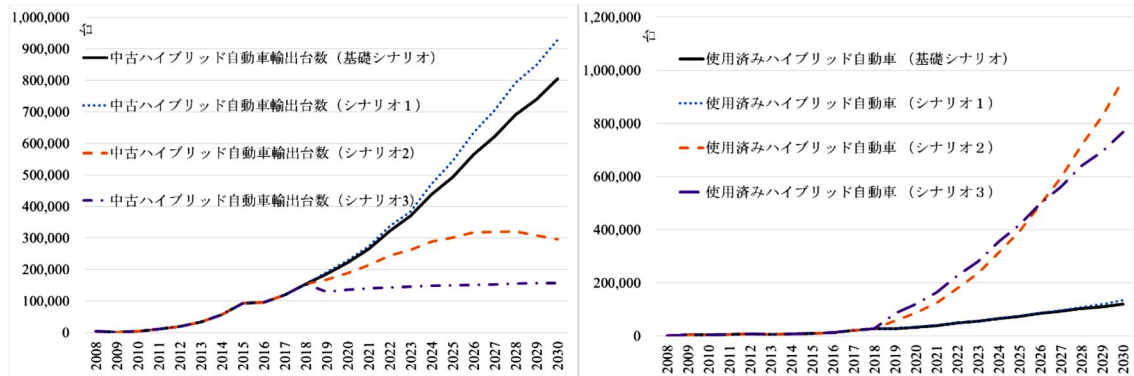


図2 中古 HEV 輸出及び使用済み HEV 発生のシナリオ分析結果

(3) 使用済みニッケル水素バッテリーのリユース及びリサイクルの環境影響評価

ニッケル水素バッテリーのライフサイクルで発生する環境負荷のみを見ると、「リサイクルなし」のシナリオに比べて、「リサイクル」及び「リユース・リサイクル」のシナリオは、ニッケル水素バッテリーのライフサイクルで発生する各種環境負荷が高い。しかしながら、使用済みニッケル水素バッテリーをリユース・リサイクルすることによって、新品のニッケル水素バッテリーの製造を回避でき、大量の金属資源も回収できる。そのため、ニッケル水素バッテリーのライフサイクルで発生する環境影響を考察したところ、「リサイクルなし」のシナリオに比べて、使用済みニッケル水素バッテリーをリサイクルできれば、約26kgの二酸化炭素の排出と106MJのエネルギー消費量が増加するが、0.66kgの資源消費(主にニッケルとコバルトなどの金属資源)が回避でき、0.036m³の最終処分場の延命化が図られる。

さらに、使用済みニッケル水素バッテリーをリユース・リサイクルすることができれば、「リサイクルなし」のシナリオに比べて、約83kgの二酸化炭素の排出、1.37kgの資源の消費、0.044m³の最終処分場の確保、そして1,611MJのエネルギー消費が減少する。即ち、使用済みニッケル水素バッテリーを効率よく回収し、リユース、リサイクルすることが重要である(図3)。

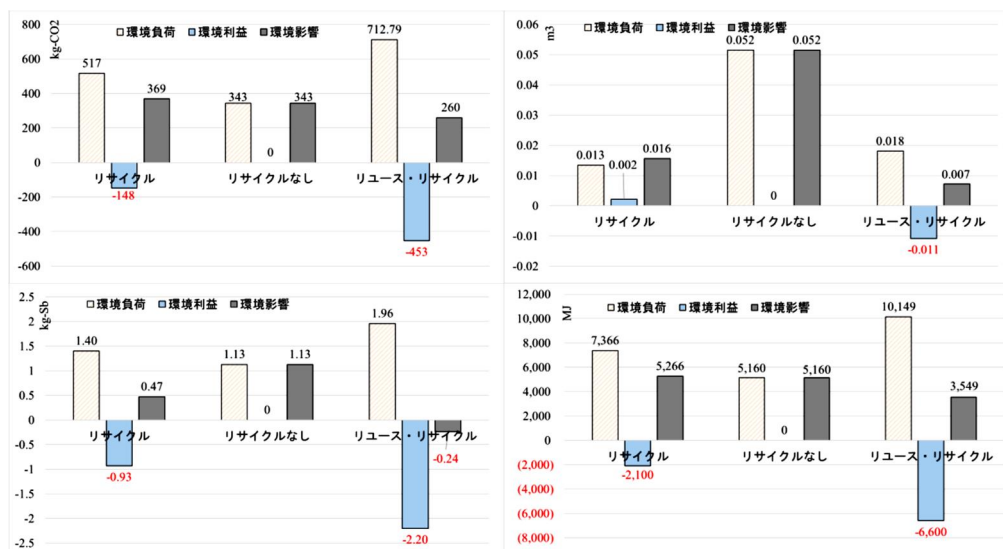


図3 使用済みニッケル水素バッテリーのリユース及びリサイクルの環境影響

使用済みニッケル水素バッテリーのリサイクル、特にリユースすることは、ニッケル水素バッテリーのライフサイクル全体で発生する環境影響を大幅に削減できる。日本はモンゴル国に大量の中古 HEV とともにニッケル水素バッテリーを輸出しているため、現地で大量の使用済みニッケル水素バッテリーが発生することは容易に判断できる。今後、発展途上国における環境汚染を低減するとともに、現地で発生する使用済みニッケル水素バッテリーをリサイクルすることが重要である。今回の調査では少量ではあるが、

モンゴル国で発生する使用済みニッケル水素バッテリーを回収し、日本に逆輸入した上で、日本国内でリサイクルしていることが確認できた。ただし、モンゴル国で発生する使用済みニッケル水素バッテリーの収集や運搬する段階の環境負荷とコストを考慮すれば、効率的な国際資源循環が難しくなる。モンゴル国で発生する使用済みニッケル水素バッテリーから特定金属資源を回収し、HEVの製造段階に再投入するためには、日本からモンゴル国の自動車リサイクルの制度づくりを支援し、ニッケル水素バッテリーのリユース技術、リサイクルのための中間処理・加工技術の国際協力を進めた上で、遊牧民が使用している鉛バッテリーの代替可能性、特定金属資源の国際資源循環のネットワークと資源外交政策の在り方を議論する必要がある。

(4) 日中韓における次世代自動車用バッテリー開発・普及戦略の国際比較

日中韓における車載用バッテリーの技術・政策・市場動向をまとめ、三国のバッテリー開発戦略と政策動向の特徴、及び各要因の相互関係について考察した。総じて言えば、日本と韓国はバッテリーの開発が早かったため、電池開発技術は比較的成熟しており、取り扱うバッテリーの種類も多様である(図5)。一方、中国のバッテリー性能は日韓に比べて劣っているが、巨大な国内EV市場と政府の補助金政策により、現在、中国の車載用バッテリーは世界最大のシェアを占めている。近年は主に中韓が世界市場で車載用バッテリーの販売競争をしており、日本のバッテリーシェアは伸び悩んでいる。このように日中韓の車載用バッテリー開発実態は各自の国家戦略にほぼ一致しており、各国の次世代自動車用バッテリー普及政策は、技術開発の方向性を提示し、企業の技術開発戦略の確立に重要な役割を果たしたことを明らかにした。しかし、次世代自動車用バッテリー普及政策と市場動向の関係性がほぼ見当たらない。次世代自動車用バッテリーの市場は技術動向と強い相関があり、特にバッテリーの研究開発と生産コストの削減、安全性の向上は、バッテリーのマーケットシェアに大きい影響を与える、重要な要因であると考えられる。しかし、中日韓をはじめとするバッテリー製造国はまだ使用済みバッテリーの完全な資源循環システムを構築しておらず、特に信頼性の高いバッテリー性能評価法も確立していないため、バッテリーの残存性能の評価手法の確立と国際標準化を通してリユース及びリサイクルの国際ネットワークを構築する必要がある。

(5) 政策提言と今後の課題

本研究は、日本から大量の中古HEVが輸出され、次世代自動車が普及しており、人口の約3割を占めている遊牧民のエネルギー貧困問題が深刻である、モンゴル国の事例研究を行った。モンゴル国の遊牧民を対象にした社会調査の結果によれば、遊牧民の大半は、太陽光パネルと自動車用鉛バッテリーを使っており、生活必需品とも言える冷凍庫や冷蔵庫を使用することが難しく、必要最低限の電力供給しかできない状況である。また、遊牧民には太陽光パネルと蓄電池に関する知識が殆どなく、発電効率が悪く、十分な蓄電ができない。また、環境意識も低く、過充電による火事や鉛バッテリーの不法投棄など深刻な環境問題を引き起こす可能性がある。

本研究では、大量に輸出される中古HEVに搭載されているニッケル水素バッテリーをリユースし、鉛バッテリーを代替した上で、遊牧民の生活に欠かせない冷凍庫や冷蔵庫、洗濯機などが使える電力供給システム構築の可能性を探った。各種統計データや推定方法を参考に、重回帰分析によるHEV普及、HEV中古車輸出、使用済みHEV及びニッケル水素バッテリー発生量の推定モデルを構築した結果、今後も持続的にHEV販売及び中古車輸出が増えていくことが予想され、最終的にモンゴル国のような中古HEV輸入国から大量の使用済み次世代自動車用バッテリーが発生することも容易に判断できた。さらに、使用済みニッケル水素バッテリーのリユース及びリサイクルの環境影響評価を行った結果、国際協力の一環として最適な技術を提供し、徹底的にリユースを行ってから適切にリサイクルすれば、二酸化炭素をはじめとする環境負荷を削減することだけではなく、レアメタル、貴金属などの金属資源の国際資源循環のポテンシャルが高い。つまり、蓄電池と再生資源としての価値が認められ、エネルギー利用及び資源節約のポテンシャルも高い。

一方、中古HEVに使われているニッケル水素バッテリーは、短期間で充放電を繰り返す特徴があり、使用済みバッテリーをリニューアルし、遊牧民の蓄電池として使うことには限界があることが明らかになった。そして、ニッケル水素バッテリーを利用できる家電製品が存在していないことも蓄電池としての活用を妨げている。そこで、本研究では、遊牧民のエネルギー貧困を解決するためには、以前、モンゴル政府が提供した個別の太陽パネルと鉛バッテリーの電力供給システムを利用せず、大容量のリチウム電池の普及を進めた上で、中規模以上の風力・太陽光発電ステーションを設けて、バッテリーの充電や交換ができるような電力供給が望ましいと考える。遊牧民の移動経路や季節毎の居住地を特定することができるため、最適なエネルギー供給ステーションが設置し、これらの発電及び蓄電システムの蓄電池として、ニッケル水素バッテリーをはじめとする次世代自動車用バッテリーのリユースができれば、最終的に使えなくなったバッテリーの資源循環も容易になる。今後は、これらの課題を解決し、根本的に遊牧民のエネルギー貧困を解決し、貴重な金属資源の国際資源循環のネットワーク構築のための研究を進めていくことが重要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Chen Hongxia, Yu Jeongsoo, Liu Xiaoyue	4. 巻 14
2. 論文標題 Development Strategies and Policy Trends of the Next-Generation Vehicles Battery: Focusing on the International Comparison of China, Japan and South Korea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 12087-12087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su141912087	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 Shuoyao Wang, Jeongsoo Yu, Kazuaki Okubo	4. 巻 25
2. 論文標題 Life cycle assessment on the reuse and recycling of the nickel-metal hydride battery: Fleet-based study on hybrid vehicle batteries from Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Industrial Ecology	6. 最初と最後の頁 1236-1249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jiec.13126	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 Wang Shuoyao, Yu Jeongsoo	4. 巻 6
2. 論文標題 A Bibliometric Research on Next-Generation Vehicles Using CiteSpace	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Recycling	6. 最初と最後の頁 14 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/recycling6010014	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 Wang Shuoyao, Yu Jeongsoo	4. 巻 39
2. 論文標題 A comparative life cycle assessment on lithium-ion battery: Case study on electric vehicle battery in China considering battery evolution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy	6. 最初と最後の頁 156 ~ 164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0734242x20966637	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 Shuoyao Wang, Jeongsoo Yu, Kazuaki Okubo	4. 巻 104
2. 論文標題 Estimation of End-of-Life Hybrid Vehicle number in Japan considering secondhand vehicle exportation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Waste Management	6. 最初と最後の頁 198-206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wasman.2020.01.022	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 Kosuke Toshiki, Hirotaka Naito, Jeongsoo Yu, Tserendorj Javzandolgor, Bilguun Byambajav, Enkhdul Tuuguu	4. 巻 12
2. 論文標題 Study for Lead and Arsenic Concentration in Soil around a Recycling Facility for Lead Storage Batteries in Mongolia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 12th Asian Automotive Environmental Forum	6. 最初と最後の頁 35-38
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 該当する

1. 著者名 Wang Shuoyao, Yu Jeongsoo	4. 巻 43
2. 論文標題 Life-Cycle Assessment on Nickel-Metal Hydride Battery in Hybrid Vehicles: Comparison between Regenerated and New Battery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Investigationes Linguisticae	6. 最初と最後の頁 57~79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14746/il.2019.43.5	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 Yu Jeongsoo, Wang Shuoyao, B. Serrona Kevin Roy	4. 巻 43
2. 論文標題 Comparative Analysis of ELV Recycling Policies in the European Union, Japan and China	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Investigationes Linguisticae	6. 最初と最後の頁 34~56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14746/il.2019.43.4	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 Shuoyao Wang, Jeongsoo Yu, Kazuaki Okubo	4. 巻 4
2. 論文標題 Scenario Analysis on the Generation of End-of-Life Hybrid Vehicle in Developing Countries?Focusing on the Exported Secondhand Hybrid Vehicle from Japan to Mongolia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Recycling	6. 最初と最後の頁 41~41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/recycling4040041	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 Jeongsoo Yu, Shouyao Wang and Kosuke Toshiki	4. 巻 12
2. 論文標題 Automobile Recycling Industry in the New Era: Toward the Trend of CASE and SDGs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 12th Asian Automotive Environmental Forum	6. 最初と最後の頁 24-29
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 -

[学会発表] 計9件(うち招待講演 4件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 陳洪俠, 劉庭秀
2. 発表標題 次世代自動車用バッテリーの開発と資源循環の国家戦略—日中韓の国際比較を中心に—
3. 学会等名 第14回廃棄物資源循環学会東北支部 & 第10回日本水環境学会東北支部合同研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jeongsoo Yu
2. 発表標題 Environmental Issues on End-of-Life Battery from Next-Generation Vehicles
3. 学会等名 2nd International Symposium on Electric Waste and End-of-Life Vehicles (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳洪俠, 劉庭秀
2. 発表標題 EVバッテリーの開発・普及政策の国際比較：日中韓の動向を中心に
3. 学会等名 日本マクロエンジニアリング学会 第40回春季研究大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 劉 庭秀
2. 発表標題 持続可能な資源循環の限界と可能性- 日本の循環経済の動向を中心に-
3. 学会等名 アダム・ミツケヴィチ大学/ヤギェロン大学 ポズナン&クラクフ日本学専攻科設立35周年記念学会（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 幕田 実, 劉 庭秀
2. 発表標題 次世代自動車の普及とカーシェアリングに関する学術研究の動向
3. 学会等名 日本マクロエンジニアリング学会 第41回秋季研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 劉 庭秀
2. 発表標題 SDGsとサーキュラーエコノミーの視点から見た地域創生
3. 学会等名 みやぎアップグレードリサイクルコンソーシアム設立総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shuoyao Wang, Jeongsoo Yu, Kazuaki Okubo
2. 発表標題 A Comprehensive Life Cycle Assessment on EV's Lithium-ion Battery in China
3. 学会等名 廃棄物資源循環学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jeongsoo Yu
2. 発表標題 Automobile Recycling Industry in the New ERA:Toward the Trend of CASE and SDGs
3. 学会等名 12th Asian Automotive Environmental Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shaoyao Wang, Kazuaki Okubo, Jeongsoo Yu, Hao Jin
2. 発表標題 Estimation Model of End-of-Life Next-Generation Vehicle: Focusing on Hybrid Vehicle in Japan
3. 学会等名 the Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔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
研究分担者	戸敷 浩介 (Toshiki Kosuke) (00542424)	宮崎大学・地域資源創成学部・教授 (17601)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	大窪 和明 (Okubo Kazuaki) (50546744)	東北大学・国際文化研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	佐藤 正弘 (Sato Masahiro) (60622214)	東北大学・国際文化研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	眞子 岳 (Manago Gaku) (80633528)	東洋大学・国際共生社会研究センター・客員研究員 (32663)	

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		
	モンゴル	モンゴル国立大学	モンゴル科学技術大学