

申請者	学科名	情報システム工学科	職名	教授	氏名	中川 二彦
調査研究課題	非電化路線の架線レス電化による交通・エネルギーシステム変革の基礎研究					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	中川 二彦	情報工学部 教授	環境エネルギー学	研究全般,全体システムの設計	
	分担者	千阪 秀幸 神坂 太朗 広瀬 拓	情報工学部大学院生 情報工学部大学院生 情報工学部大学院生	環境エネルギー学 環境エネルギー学 環境エネルギー学	PVの鉄道供給システム 電車の電力消費モデル検証 AI-ETシステム (空調高効率化)	
調査研究実績の概要	<p>【研究の概要】 非電化のローカル鉄道路線に 太陽光発電の電力を用いる蓄電池電車を導入し、架線レスの電化を図る。これにより、ローカル線で消費されている化石燃料を自然エネルギーで代替し、CO₂ 排出量とコスト削減を同時に達成するシステムについて、吉備線での可能性を見極める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AI-EV :空調機統合型電気自動車 ・AI-ET :PV搭載空調機統合型蓄電池電車 ・AI-EB :PV搭載空調機統合型電動バス <p>..... 新たな電力フロー</p>					
	<p>図1. 非電化鉄道の架線レス電化による交通・エネルギーシステムの変革構想</p>					

<p>調査研究実績の概要</p> <p>（地域貢献への反映を踏まえて記述のこと）</p>	<p>(1)蓄電池を搭載した電車の消費電力の高精度予測シミュレータの開発(中川、神坂、広瀬) 目標：吉備線とそのダイヤグラムを対象とした電力消費予測モデルを構築する。 課題：自動車は1.5 t/台だが、電車は35 t/両であり、電気自動車で開発したモデルの適用可能性 成果：鉄道車両が消費するエネルギーを理論的に計算するモデルを構築した。構築した数学モデルは加速や勾配を含むJR九州などの試験データとよく一致した。</p> <p>(2)太陽光電力の鉄道への供給システムの開発(中川、千阪) 目標：系統からの供給電力を減らし、PV電力で30%以上の電力を経済的に賄う。 課題：PV & EVシステムとの組み合わせ方法、太陽光発電の設置場所、電力供給方法など 成果：(1)のシミュレータを用いて時々刻々変化する蓄電池残量を数値シミュレーションにより求める方法を構築した。これに基づき、PVの余裕電力の発生量を設計値(例えば、10%)以下にするPV発電能力と場所を求めることが可能になった。</p> <p>(3)蓄電池電車へAI-ET(空調機統合型電車) システムの適用研究(中川、広瀬) 目標：空調機統合型システムの搭載により、電車での省エネルギー化を図る。 課題：空調機の高効率化、必要なエンジン排気量(空調機性能と走行電力のバランスで決まる) 成果：今年度は、実験装置の一部を製作する計画であったが、装置の製作費が当初の見込みよりも掛かる(100万円以上)ため、今年度は実験装置のデータ収集および解析処理装置のみ製作し、実験装置本体は来年度の費用で実施することにした。</p> <p>(4)国内外学会発表 (中川、各担当) 大型助成金の獲得のため、成果発表を積極的に行った。(成果目録に示す)</p> <p>【まとめ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 本研究の結果、吉備線に、太陽光発電と組み合わせた蓄電池電車(架線なし)を導入することにより、CO₂排出量は、従来のディーゼル車に比べて55%削減できることを明らかにした。経済効果は、吉備線の経由削減だけでも5,000万円のコスト削減が見込める。 なお、吉備線をはじめとする中国地方は非電化のローカル路線が多く、通勤・通学用途で使われるため、日中の走行列車が減少する。したがって、本電車システムは近隣の大学、高校、企業などに設置した太陽光発電と相互融通をすれば、負荷平準化などで極めて大きな効果が得られることから、大きな地域活性化が期待できる。
<p>成果資料目録</p>	<p>論文名 (発表誌等) = 予定についても記載 =</p> <p>【原著論文】</p> <ol style="list-style-type: none"> 広瀬拓, 中川二彦, 空調機統合型電気自動車の評価, <i>自動車技術会論文集</i>, (投稿中) Hideyuki Chisaka, Tsuguhiko Nakagawa, A Novel Energy System Integrated with Solar Power, Advanced Electric Vehicle and Home Heat Pumps, <i>ASME 2016 Power and Energy Conference, Power Energy 2016-59267</i>, 1-8, (2016). Tsuguhiko Nakagawa, A Novel Energy System Integrated with Solar Power, Heat pump and AI-EV (Air-Conditioner Integrated Electric Vehicle), <i>Paper of 12th HEFAT (International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics)</i>, 825-832, Malaga, Spain, (2016). Tsuguhiko Nakagawa, Yu Notoji, Seishiro Shibata, A Novel Concept of AI-EV (Air-Conditioner Integrated Electric Vehicle) for the future Smart Community, <i>Heat Transfer Engineering</i>, 37(17), 1498-1506, (2016) Yu Notoji, Tsuguhiko Nakagawa, Evaluation of Direct Charging with Photovoltaic Power to Electric Vehicle, <i>Kagaku Kogaku Ronbunshu</i>, 42(2), 1-8, (2016). Kenji Maruyama, Nobusuke Kobayashi, Tsuguhiko Nakagawa, Jun Fukai, Yoshinori Itaya, Lithium Bromide/Water Adsorption Heat Pump for Simultaneous Production of Heated Air and Steam from Waste Heat, <i>Journal of Chemical engineering of Japan</i>, 49(3), 268-273, (2016).

【国際会議論文】

7. Takumi Hirose, Tsuguhiko Nakagawa, "The effective use of energy generated by photovoltaic power and comparison" *Thermal and Fluids Engineering Conference*, Okinawa, Japan, (2017) *accepted*.
8. Hideyuki Chisaka, Tsuguhiko Nakagawa, A Novel Smart Energy System for Using Biomass Energy Effectively, *Venice 2016 Symposium*, Venice, Italy, (2016)
9. Kouki Miyake, Tsuguhiko Nakagawa, Development of a Steam Generator from Waste Hot Water, *Proceedings of the first Pacific Rim Thermal Engineering Conference*, PRTEC15007 1-5, Hawaii, USA, (2016).

【学会等の発表】

10. 戸村善貴, 中川二彦, 電動式移動体(EV)とヒートポンプ(HP)を統合化した再生可能エネルギー利用拡大システム, 日本機械学会第47回学生員卒業研究発表講演前刷集, 703, 広島 (2017.3.6)
11. 井上秀一郎, 中川二彦, 製鉄所における副生ガスの高効率利用システム, 日本機械学会第47回学生員卒業研究発表講演前刷集, 706, 広島 (2017.3.6)
12. 白髪直樹, 千阪秀幸, 中川二彦, 空調機統合型電車(AI-BET)の研究, 日本機械学会第47回学生員卒業研究発表講演前刷集, 616, 広島 (2017.3.6)9.宇野克俊, 島村政志, 中川二彦, 空調システムを統合化した電気自動車における空調機の高効率化, *日本機械学会第46回学生員卒業研究発表講演前刷集*, 815, 愛媛 (2016.3.8)
13. 千阪秀幸, 中川二彦, 自然エネルギーを利用した産業向けスマートシステム, *日本機械学会熱工学コンファレンス*, 愛媛 (2016.10.22)
14. 千阪秀幸, 中川二彦, 自然エネルギーを利用した双方向エネルギーシステム, *日本機械学会2016西日本エンジンシステム研究会講演論文集*, 福山 (2016.9.28)
15. 神坂太郎, 中川二彦, 蓄電池電車と太陽光発電を組み合わせたシステム, *日本機械学会2016西日本エンジンシステム研究会講演論文集*, 福山 (2016.9.28)
16. 広瀬 拓, 千阪秀幸, 中川二彦, 空調機統合型電気自動車の特性, *化学工学会第48回秋季大会講演論文集*, O117, 徳島 (2016.9.6)
17. 千阪秀幸, 中川二彦, 自然エネルギーを利用した双方向エネルギーシステム, *第25回日本エネルギー学会大会論文集*, 124-125, 東京 (2016.8.9)
18. 神坂太郎, 千阪秀幸, 中川二彦, 蓄電池電車と太陽光発電を組み合わせたシステム, *日本機械学会第21回動力・エネルギー技術シンポジウム*, E132, 横浜 (2016.6.16)
19. 広瀬 拓, 宇野克俊, 中川二彦, 空調機統合型電気自動車の性能に及ぼす影響因子の評価, *第50回空気調和・冷凍連合講演会*, 9, 東京 (2016.4.13)
20. 宇野克俊, 島村政志, 中川二彦, 空調システムを統合化した電気自動車における空調機の高効率化, *日本機械学会第46回学生員卒業研究発表講演前刷集*, 815, 愛媛 (2016.3.8)
21. 広瀬 拓, 中川二彦, 空調機統合型電気自動車(AI-EV)を用いたスマートコミュニティの最適化, *日本機械学会第46回学生員卒業研究発表講演前刷集*, 1118, 愛媛 (2016.3.8)
22. 出射雅士, 中川二彦, 製鉄所のエネルギー利用の高効率化, *日本機械学会第46回学生員卒業研究発表講演前刷集*, 712, 愛媛 (2016.3.8)
23. 千阪秀幸, 中川二彦, 太陽光発電と電気自動車およびヒートポンプ給湯器を組み合わせたエネルギーシステム, *第32回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集*, 23-2, 東京 (2016.2.2)