

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 26 日現在

機関番号：32708

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21360139

研究課題名（和文） ユビキタス太陽光・風力発電のための多機能モジュール集積化パワーコンバータの開発

研究課題名（英文） Development of multifunctional module integrated power converters for ubiquitous photovoltaic and wind power generation

研究代表者

松井 幹彦 (MATSUI MIKIHICO)

東京工芸大学・工学部・教授

研究者番号：30143689

研究成果の概要（和文）：

本研究は、1 モジュールが 200W 程度の太陽光発電パネルや小型風車発電機に、系統連系用パワーコンバータを一体化させた、いわゆる「AC モジュール」を構成するための、モジュール集積化コンバータ (MIC) の開発を目指すものである。MIC は力率 1 での正弦波電流制御機能に加えて、最大電力動作点追尾 (MPPT) 機能、単独運転動作検出機能の組み込みが不可欠となる。第 2 試作を終え、発展的な研究への足掛かりを得ることができた。

研究成果の概要（英文）：

This project aimed to develop excellent MICs (Module integrated converters) required to realize AC modules that are comprised of small size, e.g. 200W, PV or wind power generator and power converters to interface them with ac system. MICs should have the functions to establish sinusoidal current with unity power factor at ac side, maximum power point tracking and anti-islanding operation. The second proto-typing has been over and some important knowledge for the next steps has been got.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2010 年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2011 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	6,400,000	1,920,000	8,320,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電力工学・電力変換・電気機器

キーワード：再生可能エネルギー、太陽光発電、小型風力発電、AC モジュール、多機能 MIC、MPPT 制御、単独運転検出、PLL

1. 研究開始当初の背景

我が国の太陽光発電は家庭用の 3～5kW システムを中心に開発が進んでいるが系統連系用コンバータは集中配置型が基本であり、200W 程度のモジュール 1 枚単位でパワーコンバータを組んだいわゆる「AC モジュール」の開発は大学等による試作例に留まり、製品例は未だ見られない。またバッテリー充電器用の MIC 開発例は多少見られるが極めて簡単なもののみで本格的に多機能化を狙ったものは見られない。これに対し、欧州ではドイツなどの複数の大学を中心に

PV-MIPS (太陽光発電のためのモジュール集積化パワーシステム) の研究開発プロジェクトが進んでおり、2009 年にワット単価 3 ユーロ/W のモジュールの試作を目指している。また、韓国でも、これを追う形で KIER (韓国エネルギー研究所) が LG と協同で 2012 年までに実用レベルの AC モジュールを開発するプロジェクトが 2008 年秋に動き出した。我が国でも是非、本格的 MIC へのチャレンジプロジェクトを立ち上げたい。

ここで本研究の着想に至った経緯を述べておく。研究代表者は、東京工芸大学に赴任

以来の 15 年間、自然エネルギー用系統連系インバータについてのテーマを継続している。1999-2001 年度には博士課程の学生を指導し、それ以来、MPPT (最大電力動作点追尾) や単独運転防止などを含む制御方式に、出来る限り電流・電圧センサの使用数を減らし、かつ汎用の低速 CPU やアナログ回路が使用できる「簡便で実用性のある回路・制御方式」を志向してきた。それらの成果は 2002~2005 年度に査読付論文、招待講演 3 件、査読付国際会議 7 件で報告し、2006 年度にはリミットサイクル現象を利用したセンサレス MPPT に関して特許出願している。2005 年度には韓国・慶南大学より太陽光発電を専門とする高康熏 (Dr.Koh) 客員研究員を迎え MIC を試作し国際会議などで 3 件の報告を行なっている。2006 年度には韓国 KIER より太陽光発電の保護が専門の兪炳圭 (Mr.Yu) 研究員の論文博士取得指導の要請を受け、単独運転防止に関する実用的な成果を 4 件報告し、更にモジュール型コンバータ (MIC) の研究に取り組んでいる。また、2007,2008 年度には中国・西安理工大学より孫向東・客員研究員を迎え、MPPT や単独運転防止に関する 2 件の論文の他、自律分散電源系統の電圧安定化の問題にも検討を拡大し、その手段として有効なフライホイール式電力平準化システムを提案した。以上に述べたように、ここ数年で研究設備、テーマ、研究メンバーのネットワークの「機」がようやく熟し、今回テーマとする MIC やその普及上の問題点についての情報を収集してきており、それらの解決に向けて、本格的な研究の準備が整ったと言える。

2. 研究の目的

回路製作の観点、およびシステム製作の観点からそれぞれ以下の目標を掲げる。

【課題 1】多機能 MIC (モジュール集積化コンバータ) の試作に関して以下の点を明らかにする。

(1) バッテリ充電器に関して、半導体デバイスの選択 (SiC-BGSIT を含む)、スナバを含めた回路の工夫により、電力変換効率を 90% に引き上げる。また、既に実現している MPPT 機能に加えて電力線通信 (PLC) を利用したネットワーク通信機能を付加する。

(2) 系統連系用 AC モジュールに関して、既に実現している、①系統側での正弦波電流・力率 1 動作、②単相システムの 2 ω 電力脈動補償、③電解コンデンサの不使用、④ MPPT 機能の付加、の機能に加えて、⑤単独運転防止機能の付加、⑥ネットワーク通信機能の付加、⑦熱計算に基づく小型軽量化と 90% 以上の高効率化、を実現する。

【課題 2】MIC の普及に関わる体系的な技術課題に関して以下の点を明らかにする。

(3) 多数台の AC モジュールが商用系統に連系される場合の MPPT の効果を検証する。また、単独運転防止策の考え方を検討して具体策を提案し、試作 AC モジュールでその機能を検証する。

(4) 自律分散電源系統に AC モジュールが適用される場合、太陽光や風力による時間変動のあるエネルギーが共通の DC (または AC) 母線に流入する。この状態で母線電圧を維持するためにはエネルギー蓄積ユニットが不可欠となる。この実用的なユニットとして、①フライホイール、②電気二重層コンデンサ、を用いたユニットを試作し、母線電圧安定化制御方式を明らかにする。

3. 研究の方法

全体を平成 21~23 (2009~2011) 年度の 3 ヶ年計画とする。既に一次試作を行なっているバッテリー充電器と AC モジュールを再設計して 2009 年度にそれぞれ第二次試作を行ない改良を加える。回路の評価の後に、それらの知見を活かし 2010 年度後半から 2011 年にかけて最終的な第三次試作を行なう。バッテリー充電器は研究室内で試作を行なうが、より実装技術を要する AC モジュールの試作は協力企業の福島電機に製作依頼する。この間、国内外の研究協力者らと連携を取り、各協力者の状況に応じて得意とする部分で協力を要請する。特に西安理工大学・孫教授 (同大学パワエレセンター長) には工芸大と並行して実験室レベルでの実験装置製作と実験を依頼し、双方で緊密な連携を取って進める。

4. 研究成果

年次毎の研究成果を述べた後に、項目ごとに全体的な総括を行なう。

■2009 年度の研究成果

【課題 1】多機能 MIC (モジュール集積化コンバータ) の試作に関して：福島電機株式会社との連携により、以下の仕様の AC モジュールを試作した。太陽電池パネル入力電力：最大 200W、電圧：60V~100V、電力変換効率 83% (実測値)、外形寸法 274×175×80mm (防水アルミダイキャストケース+放熱フィン含む)、質量 1.9kg (試作実測値)。電源側電流はほぼ正弦波、力率 1。「LCMPPT (リミットサイクル MPPT) 制御」機能と「単独運転検出」機能を実装し、同時に機能する 1 つのモジュールとしてまとめた。

残された技術的課題として、MPPT 動作による入力電流の振幅の変動があり、電力変換効率低下の一因にもなっているため、LCMPPT 制御の最適化を行なう。小型化に関して、当初計画では外寸 150×200×30mm を目指したが、既存の電子部品を使用したため最適化できなかった。今後、昇圧用コイルの小型化、高

圧部分のコンデンサの小型化、波形の精度向上による電力変換効率向上、基板実装の最適化を行なう。

【課題 2】MIC の普及にかかわるシステムの技術課題に関して：単独運転検出の方式について検討を深め、PCAV(周期的電流振幅変動)方式による相関係数に基づく新しい検出方式を開発し、IEEE 国際会議 ICEMS2009 において発表し、IEEE-IES に論文掲載された。この方法では、原理的に電源側の電流波形と力率を悪化させずに確実な単独運転検出が可能となる。しかし、この方式を並列接続される多数台の MIC の個々に適用した場合、相互に動作が干渉するため十分な効果を期待できないことが予想され、その対策が必要である。

自律分散電源系統の自然エネルギー利用に起因する発電エネルギーの時間変動の平準化を行なう方法として、フライホイール方式については誘導モータの速度センサレス方式を開発し IEEE-IES 論文 8 月号に掲載された。この技術の応用として、電気二重層コンデンサを利用した電力平準化ユニットに関して検討するため、部品を購入し基礎的な特性を測定した。

■研究概要 2010

【課題 1】多機能 MIC(モジュール集積化コンバータ)の試作に関して：

(1)SIC-BGSIT を適用して試作チョップ回路を作成しバッテリー充電器、AC モジュールのチョップ部への適用可能性を検討した結果、オン抵抗により導通損失は十分に低下させることができるが、デバイスのゲート静電容量が大きいためゲートドライブ回路に必要なことが判明した。

(2)PLC の組み込みを検討したが、昨今では無線方式の Zigbee の方が適用が容易であるため、今後 Zigbee の利用について検討を進めることとした。

(3)SH マイコン、DSP 等の系統連系コンバータ制御系への適用の可否の予備検討を行なった。低価格の SH2-64F7144F50V(12.5MHz) は単相コンバータの電流制御を行なうのがやっとなので、この CPU の 2-3 倍の処理速度が必要なことが判明した。

(4)モジュール基板の信頼性向上と設計の柔軟性の観点から、基板加工を外部発注ではなく研究室で内製化するための予備調査を行ない、プリント基板加工機を導入することにした。

【課題 2】MIC のシステムの技術課題に関して：

(5)AC モジュールを実際に複数台並列接続して使用する場合に適した実用的な電源電圧センサレス方式を考案し、DSP コントローラを用いてソフトウェアにより実現した。

(6)多数台の AC モジュールが適用される場合の単独運転防止機能について、モジュール毎に防止機能を持たせることが可能か、あるいは一括方式とする必要があるのか検討した結果、モジュールごとに防止機能を持たせ、しかも多数台が同時に動作しても有効性を失わない新方式を考案した。その後、実験による検証の準備と特許申請の準備を行なったが、PLL 部にライドスルー機能を付加する必要が判明したため、特許申請は中止し、引き続き検討することになった。

(7)自律分散電源系統に多数台の AC モジュールが適用される場合、出力の時間変動により DC バスの電圧変動が発生するが、フライホイール、バッテリー、EDLC 等のエネルギー蓄積ユニットを用いてそれぞれが割り振られた周波数帯の電力平準化を分担することにより、ユニット間での干渉を防ぎ DC バス電圧の安定化を図ることができていることをモデルに基づくシミュレーションにより確認した。

■研究概要 2011

最終年度である H23 年度は、MIC(モジュール集積化コンバータ)のソフトウェア、ハードウェアに亘り、全て研究室内製により作り上げることを目的として、回路製作とシステム課題の解決を推進した。

【課題 1】多機能 MIC の試作と評価に関して：

(1)卓上プリント基板加工機を駆使してセンサ部、インターフェース部、電源部などの最適な基板パターンを実現した。

(2)処理速度や A/D ポート数等の条件により今後用いる標準 CPU ボードとして、アルファプロジェクト社の AP-SH2A-4A ボードを選定し、単相 PWM、電流制御などの基本機能を C 言語により実装した。しかし、未だに PWM パルスの出力がデューティ比によって安定しないなどの不具合があり、今後さらに調整を要する。

(3)太陽電池またはバッテリーから EDLC(電気二重層キャパシタ)への充電用チョップ回路を作成し、初期充電回路を製作した。今後、チョップ回路により電流制御を行ない、パワーの転送を実現する。

【課題 2】MIC の制御方式などシステムの技術課題に関して：

(4)多数台 MIC を並列運転する場合に互いに干渉せずかつライドスルー能力を備える AIM(単独運転防止法)として「ローカル負荷との共振 Q 値を能動的に制御する単独運転防止方式」を考案し、一時は特許申請を目指したが、ライドスルー機能の設計の点で考察不十分であるため、未だに思考実験の段階である。今後シミュレーション、実験装置への実装を経て、アイデアの有効性を顕彰する必要

がある。

(5) 海外の研究協力者である西安理工大学の Sun Xiangdong 教授とは連絡を取り合い、成果として「即応性に優れ安定度の高い実用的なデジタル PLL」に関して、IEEE-IES に論文が 1 報掲載された。また、「偶数高調波を利用して確実に単独運転を検出できる新しい AIM の方式」について IEEE の国際会議に 1 件報告した。

以上のように、最終年度でありながら、目的とした MIC を完成させるに至っていない。しかし、部分的には完成しており、期間終了後の H24 年度も引き続いて本研究を継続する予定である。

■ 全体的な総括

MIC の試作に関しては、福島電機の技術者との連携により AC モジュールの第 2 試作までを行ない、太陽電池モジュール出力を正弦波電流で系統に連携する基本動作までは実現できた。

MPPT に関しては、独自の方法として 2005 年に提案し特許出願していた LCMPT(リミットサイクル最大電力動作点追尾)方式が、2012 年 6 月に申請許可が下りた。更に、この方法の発展型として、DC モジュールを直列接続したストリングタイプの太陽電池アレイにも適用可能な、新しい MPPT 方式を考案した。この方式については、近日中に特許申請を予定している。

単独運転動作検出法に関しても、様々な観点から検討を行ない、有用な方式を論文として発表した。1 つは相関関数の利用による方法、もう一つは系統への逆相電流注入、或いは二次高調波注入である。これと併せて、電源同期用の PLL 制御法の改良も行ない、堅牢で確実な動作を行なう PLL を実現できた。

しかしながら、検討を行なう途上で、PLL 動作の安定化と、単独運転動作検出に求められる仕様が、相反する点に気が付いた。すなわち、単独運転動作を検出してすぐに動作を止めればよいのであれば、実現は比較的容易である。しかし、同一の系統に連系される自律分散電源システムの一斉脱落を防止する意味合いから、PLL には電源の擾乱に対して一定レベルのライドスルー能力を持たせる必要がある。更に、MIC を多数台、同じ系統に並列接続する場合には、モジュール相互の通信が不要なことが望ましく、モジュールを追加して設置する場合にも、特別な配線や通信を必要としないことが望まれる。現在、このような機能を持った MIC に適した単独運転動作検出方式は、まだ完成に至ってはいない。しかし、基本的な構想はできているので、今後も引き続き、制御法の完成に向けて検討を続ける。

以上に述べた、MPPT や単独運転検出の機能

を組み込んだ MIC は、当初は福島電機で試作されるはずであったが、2 年目の後半から、諸般の都合により同社での試作に頼ることは取りやめ、東京工芸大学の研究室で、プリント基板設計から自作する方針に切り替えた。基板加工機を導入し 1 年 3 カ月経過したが、既に SH2 マイクロコンピュータをコントローラとする PWM インバータの試作は終わっている。現在はこのインバータをベースに、この 3 年に得られた種々の成果を組み込んで、初期の目的である MIC を実現する予定である。

当初の計画よりやや MIC の完成が遅れているため、2012 年度は科学研究費助成の申請を敢えて見送ることとした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

論文誌 査読あり

- (1) X.D.Sun, K.H.Koh, B.G.Yu, M.Matsui: "Fuzzy-logic-based V/f control of an induction motor for a DC grid power-leveling system using flywheel energy storage equipment" IEEE Trans. on Industrial Electronics Vol.56. 3161-3165 (2009) 査読あり
- (2) Byunggyu Yu, Mikihiko Matsui, Gwonjong Yu: "A review of current anti-islanding methods for photovoltaic power system" Solar Energy Journal Vol.84. 745-754 (2010) 査読あり
- (3) Yu, B.G, Matsui, M Yu, G: "A Correlation Based Islanding Detection Method Using Current Magnitude Disturbance for PV System" IEEE Transactions on Industrial Electronics PP-99. 1-8, Early Access(2010)査読あり
- (4) Xiang-Dong Sun, Mikihiko Matsui, Byunggyu Yu, Kang-Hoon Koh: "A Minute Asymmetrical Current Injection Based Anti-islanding Method for Three-Phase Grid-Connected Photovoltaic Inverters" IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering Vol.6. No.1, 65-72 (2011) 査読あり
- (5) Qi Zhang, Xiang-Dong Sun, Yan-Ru Zhong, Mikihiko Matsui and Bi-Ying Ren, "Analysis and design of a digital phase-locked loop for single-phase grid-connected power conversion systems" IEEE Trans. on IE, Vol.58, pp.3581-3592, 2011. 査読あり

国際会議 査読あり

- (6) B.G.Yu, A.G.Abo-Khalil, J.H.So, M.Matsui, G.J.Yu: "Support vector

- regression based maximum power point tracking for PV grid-connected system" Proc.of 34th IEEE Photovoltaic Specialists Conference Vol.1. 1-8 (2009) 査読あり
- (7) B.G.Yu, M.Matsui, A.G.Abo-Khalil, G.J.Yu: "A correlation based islanding detection method using current disturbance for PV system" Proc.of 12th International Conference on Electrical Machines and Systems Vol.1. 1-4 (2009) 査読あり
- (8) B.G.Yu, A.G.Abo-Khalil, M.Matsui, G.J.Yu: "Sensorless fuzzy logic controller for maximum power point tracking of grid connected PV system" Proc.of 12th International Conference on Electrical Machines and Systems Vol.1. 5-9 (2009) 査読あり
- (9) Qi Zhang, Xiangdong Sun, Yanru Zhong, Mikihiko Matsui: "A novel topology for solving the partial shading problem in photovoltaic power generation system" Proc.of Power Electronics and Motion Control Conference, 2009. IPEMC '09. IEEE Vol.1. 2130-2135 (2009) 査読あり
- (10) Qi Zhang, Xiangdong Sun, Yanru Zhong, Mikihiko Matsui, Biying Ren: "A Novel Digital Phase-locked-loop for Single-Phase Grid-connected Power Generation Systems" Proceedings of IEEJ IPEC Sapporo 2010 Vol.1. 349-353 (2010) 査読あり
- (11) Tatsuya Kitanol, Akihiko Ogawa, Mikihiko Matsui: "A Proposal of a Multi-DC Tap Family Suited for Series-connected Low Voltage Devices" Proceedings of IEEJ IPEC Sapporo 2010 Vol.1. 1446-1450 (2010) 査読あり
- (12) Qi Zhang, Xiangdong Sun, Yanru Zhong, Biying Ren and Mikihiko Matsui: "Research on an novel active anti-islanding method based on positive feedback of even harmonic current disturbance" IEEE Power Engineering and Automation Conference (PEAM) 2011 Conference Records, Vol.1, pp.22-25, 2011.
- [学会発表] (計 19 件)
- (1) 松井幹彦: "エネルギー・環境問題とパワーエレクトロニクスの役割" 第 20 回高温エレクトロニクス研究会. (20100324). JAXA 宇宙科学研究本部相模原キャンパス 招待講演
- (2) Mikihiko Matsui: "Power Electronics as Environment-Protecting Technology --- Toward a New Age of Smart-Grids and EVs---" Invited lecture at Xi'an University of Technology (Xi'an, P. R. China). (20101015). Xi'an University of Technology (Xi'an, P. R. China) 招待講演
- (3) 松井幹彦「事例報告 新科設立時の取組・新科の現状と今後の目標」厚生労働省 訓練技法開発研修 電気エネルギー制御科対応基礎研修/(職業能力開発総合大学校), 2011. 5. 20. 招待講演
- (4) 松井幹彦「環境エネルギー有効利用技術(パワーエレクトロニクスによる省エネルギー化技術)」厚生労働省 訓練技法開発研修 電気エネルギー制御科対応基礎研修/(職業能力開発総合大学校), 2011. 6. 20 および 2011. 11. 21. 招待講演
- (5) 松井幹彦「自然エネルギーの可能性とパワーエレクトロニクスへの期待」浜松地域パワーエレクトロニクス事業化研究会 技術講習会/(浜松産業創造センター), 2011. 7. 27 招待講演
- (6) 柳島潤、松井幹彦: "太陽光発電用昇降圧チョップパのインダクタ選定" 平成 21 年電気学会産業応用部門大会. (20090901). 三重大学工学部(津市) 査読なし
- (7) 野口雅裕、松井幹彦: "有限要素法を用いた小型 EV 用 IPMSM の鉄損特性の解析" 平成 21 年電気学会産業応用部門大会. (20090831). 三重大学工学部(津市) 査読なし
- (8) 栗岡洋介、松井幹彦: "IPMSM の等価鉄損抵抗パラメータ決定方法" 平成 21 年電気学会産業応用部門大会. (20090831). 三重大学工学部(津市) 査読なし
- (9) 小川晃弘、北野達也、松井幹彦: "直列接続方式昇降圧チョップパ回路における時分割形電力センサレス MPPT 制御" 平成 21 年電気学会産業応用部門大会. (20090831). 三重大学工学部(津市) 査読なし
- (10) 北野達也、小川晃弘、松井幹彦: "DCAF 機能を備えた Multi-DC Tap 方式単相 PWM コンバータ" 平成 22 年電気学会全国大会. (20100319). 明治大学工学部(御茶ノ水) 査読なし
- (11) 小川晃弘、北野達也、松井幹彦: "Multi-DC Tap 方式バッテリー充電器の最大電力点追尾制御" 平成 22 年電気学会全国大会. (20100319). 明治大学工学部(御茶ノ水) 査読なし
- (12) B. Yu, M. Matsui, A. G. Abo-khalil, G. Yu: "A correlation factor based islanding detection using current magnitude disturbance" 平成 22 年電気学会全国大会. (20100319). 明治大学工学部(御茶ノ水) 査読なし
- (13) Mikihiko MATSUI: "Project-Based-Learning of a Power Electronics System by Constructing a Radio Controlled Solar Car" 2010 Korea-Japan Joint

Workshop. (20101001). Pusan, Korea
査読なし

- (14) 松井幹彦、ブグア・モセス・ムホロ、孫向東、兪柄圭: "単相系統連系インバータにおける電源電圧センサレス化の一方式" 平成 23 年電気学会全国大会講演論文集. (20110315). 大阪・大阪大学 (震災のため中止、CDのみ) 査読なし
- (15) MBUGUA MOSES MUHORO, 松井幹彦: "電流振幅変動を利用した相関係数に単独基づく運転検出" 東京支部主催 第 1 回学生研究発表会. (20100815). 東京・工学院大学 査読なし
- (16) ブグア・モセス・ムホロ、松井幹彦、兪柄圭: "電流振幅変動を利用した相関係数に基づく単独運転検出" 平成 23 年電気学会産業応用部門大会. (20100824). 東京・芝浦工大 査読なし
- (17) 松井幹彦: "多数台 AC モジュール方式太陽光発電のための単独運転防止法の検討" Power Electronics Workshop PEGym2010(千葉工業大学). (20110304). 千葉・千葉工大 査読なし
- (18) ブグアモセスムホロ、松井幹彦: "系統連系のための電源電圧センサレス制御方式の検討" Power Electronics Workshop PEGym2010(千葉工業大学). (20110304). 千葉・千葉工大 査読なし
- (19) 柳島潤、松井幹彦: "SiC 静電誘導トランジスタの特性測定と双方向スイッチの実現に関する考察" Power Electronics Workshop PEGym2010(千葉工業大学). (20110304). 千葉・千葉工大 査読なし

[図書] (計 2 件)

- (1) 大熊繁、松井幹彦、ほか: "トリケップス社技術資料 No.261~HEV,EV 化に向けた~車載用モータとその制御・応用" トリケップス. 244 中 15 分担 (2009)
- (2) 森本雅之、松井幹彦、ほか「電気自動車の最新制御技術 第 2 章 小型電気自動車用 IPM モータ制御技術」株式会社エヌ・ティー・エス, pp.94-104, 2011.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

備考: 当該研究期間における出願・取得実績は上記の通り 0 件である。ただし、本テーマに関連して 2005 年 3 月に提出した下記の産業財産権が、当該研究期間に 2 回の拒絶通知を経て、2012 年 6 月に特許申請可能となり、現在手続き中である。

名称: 電力制御方法ならびに電力制御装置および電力システム

発明者: 松井 幹彦

権利者: KAST/東京工芸大学 種類: 特許

出願年月日: 2005 年 3 月 11 日

番号: 特願 2005-069789

公開年月日: 2006 年 9 月 26 日

番号: 特開 2006-252320

取得年月日: 2012 年 6 月現在 特許申請中

国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ等

<http://www.t-kougei.ac.jp/engineering/system/lab/> 当該研究の関連ページについては現在構築中

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松井 幹彦 (MATSUI MIKIHICO)

東京工芸大学・工学部・教授

研究者番号: 30143689

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

・孫 向東 (SUN XIANGDONG)

西安理工大学・電気工程学院・教授

2006.10-2008.9 東京工芸大学大学院・客員研究員

研究者番号: なし

・兪 柄圭 (YU BYUNGGYU)

韓国エネルギー研究所・太陽光発電グループ・研究員

2007.4-2010.3 東京工芸大学において JSPS 論博プログラム実施

研究者番号: なし

・高 康熏 (KOH KANGHOON)

慶南大学校・工科大学・電気工学科 省エネセンター・研究員

2004.10-2005.9 東京工芸大学大学院・客員研究員

研究者番号: なし

・北野 達也 (KITANO TATSUYA)

国立小山工業高等専門学校・電気情報学科・講師

研究者番号: 30369938

7. 謝辞

本研究に関する 3 年間のプロジェクトに対して JSPS から頂いた支援について、研究代表者はじめ関係者一同、心から感謝の意を表す。本プロジェクトの成果の多くの部分は、本学への留学生 (ケニア)、かつて来日したポスドク研究生 (中国、韓国)、RONPAKU プログラム終了者 (韓国) など、国際色豊かなメンバーにより実行されてきた。また、現在も引き続き、連携して研究を進めている。国際協力の観点からも、この 3 年間の支援が大きな成果を上げていることをこの場を借りてご報告し、謝意を表す次第である。