

戦略的創造研究推進事業 CREST  
研究領域「分散協調型エネルギー管理システム構築  
のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」  
研究課題「事故時運転継続要件を満たしつつ分散  
協調された系統連系インバータと蓄電池を含む送  
配電系の構築」

## 研究終了報告書

研究期間 平成 24 年 10 月～平成 27 年 3 月

研究代表者：太田快人  
(京都大学大学院情報学研究科、教授)

## § 1 研究実施の概要

### (1) 実施概要

系統連系インバータと蓄電池を含む送配電系を安定かつ効率よく制御する方策について、理論考察から実験検証までを行うことを本研究はめざしている。制御理論・情報理論・物理学を全面的に用いる数理科学的観点からのアプローチをとっている。再生可能エネルギーである太陽光発電の比率を向上させるためには、いくつかの技術的困難さを克服することが必須である。本研究では特にインバータと蓄電池系に焦点をあてた結果、以下の成果を得ている。

- **系統擾乱時の運転継続**

系統に事故が発生して連系点での電圧低下、周波数変化が発生したときに、系統連系インバータが停止すると需給バランスがさらに崩れ大きな事故につながる危険がある。それを避けるために運転継続要件が設定されている。ここでは、運転継続要件を満たすように三相系統連系インバータの電流制御系を設計するための理論を作り、さらにできあがった補償器を実装して実験的に性能を確認している。

- **エージェントの分散協調制御による合意形成**

均一でない動的挙動をもつエージェント同士の通信によって合意を得る問題に対して、合意が取れるための条件を調べ、そのためのアルゴリズムを提案している。この研究は、複数の蓄電池をあらかじめ定めた充電率を満たすように分散協調制御を行うことに応用することができる。

- **系統連系インバータの協調制御**

太陽光発電からの逆潮流による電圧上昇は、無効電力を加えることによって抑えることができる。このとき各インバータの無効電力補償量を均等あるいはある割合に配分することを分散協調制御で実現する。コンセンサスアルゴリズムと価格提示アルゴリズムの二つの手法を提案している。

- **系統の効率化**

物理学的視点から送電網の効率化に関して研究をすすめており、二つの方向性から研究を行った。一つには、同期発電機が送電網というネットワークで結合しているときに、同期しやすいネットワーク構造はどのようなものかということを考察した。その結果、スモールワールド性を有するネットワークのほうが好ましいことを数値実験として示した。もう一つは、リスク鋭敏型制御問題を用いて再生可能エネルギーがもつ不確かさを含む電力系の発電計画問題を考察した。最適制御を行ったときの定常的な不確かさの分布の情報を用いて今後センサ配置問題などを考えていく予定である

- **模擬電力系統による実験検証**

通信機能をもった複数インバータと模擬電源からなる実験装置を製作した。各インバータには本研究で提案した電流制御系を載せてある。この実験装置を用いて、前述した系統連系インバータの協調制御、つまり電圧上昇を抑制する制御の実験検証を現在行っている。

以上の研究は、チーム内で協力しながらすすめた。具体的には、研究代表者グループと立命館大学グループでは、アプローチは異なるものの、ともに分散協調制御の理論的な考察を行っており、お互いに情報共有して、研究の効率化をはかっている。研究代表者グループとダイヘングループは、インバータ制御の理論と制御技術において協力関係にある。インバータ制御の問題点を二グループで検討し、主に理論的な検討を研究代表者グループが、技術的な検討をダイヘングループが担当している。さらに二グループの協力によって提案された制御方策を実験検証まで実行することが可能になった。

## (2) 顕著な成果

### < 優れた基礎研究としての成果 >

#### 1. 三相系統連系インバータに対して DQ 変換を用いない制御系設計方法

概要: (200 字程度)

DQ 変換、単相補償器、DQ 逆変換からなる一般的なインバータ制御方策に等価な線形補償器の表現を理論的に求めることによって、DQ 変換を介することなく補償器を設計する新しい方法を提案した。提案方法は、周波数特性を決めやすく、その結果、意図する応答性を実現しやすくなる。また正相外乱、逆相外乱双方の除去性能に優れている。

#### 2. 非均一な動特性をもつエージェントのロバスト分散協調制御アルゴリズム

概要: (200 字程度)

動的挙動をもつエージェントが同期した動きを行うように分散的な制御ができるかという問題に対して解答を与えている。エージェントのもつ動特性の差が、この研究で与える値よりも小さければ同期を達成できることを示している。本研究の成果は、インバータの電圧協調制御や蓄電池の蓄電量の制御に応用することができる。

#### 3. 複数インバータの分散協調による連系点での電圧制御方策の提案

概要: (200 字程度)

連系点での電圧上昇を抑えるためにインバータによって無効電力を加えることは効果があるが、それぞれのインバータの特性にとって無効電力量が決まってしまう。この研究では、価格提示アルゴリズムを応用することによって、特性の異なる複数のインバータが協調して無効電力を負担しあい、その結果、連系点での電圧上昇を防ぐ新しい方策を提案するものである。

### < 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果 >

#### 1. 系統擾乱時の運転継続要件を満たすインバータ電流制御系

概要: (200 字程度)

理論的としては、上記 1 で述べた DQ 変換を用いない制御系設計方法を適用し、適切な H 無限大制御系設計手法を用いることによって、運転継続要件を含む制御仕様を満たす電流制御系を構成し、インバータに実装することができた。

#### 2. 模擬電力システムの構築

概要: (200 字程度)

ネットワーク機能をもって互いに通信の可能なインバータ群と、故障を含むさまざまな系統の状況を模擬できる電源装置を構築している。この模擬電源装置によって、インバータ協調制御の有効性を実験的に確かめることができ、実用化に一段と近づくこととなった。

## § 2 研究実施体制

### (1) 研究チームの体制について

#### ①「研究代表者」グループ

##### 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
太田 快人	京都大学大学院情報学 研究科	教授	H24.10～
大木 健太郎	同上	助教	H24.10～
佐々木 英一	同上	特任研究員	H25.4～H26.3
石川 将人	大阪大学大学院工学研 究科	教授	H24.10～
平田 研二	長岡技術科学大学工学 部	准教授	H24.10～
石井 貴弥	同上	M2	H26.7～
阿久津 慧	同上	B4	H26.7～

##### 研究項目

- ・ 系統擾乱時運転継続を可能にする系統連系インバータの制御方法
- ・ 系統連系インバータの分散協調制御
- ・ 系統の効率化

#### ②「立命館大学」グループ

##### 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
鷹羽 浄嗣	立命館大学理工学部	教授	H24.10～
川畑 良尚	同上	准教授	H24.10～H25.3

##### 研究項目

- ・ ロバストな分散協調制御アルゴリズムの開発
- ・ 分散型蓄電池システムの充放電制御

#### ③「ダイヘン」グループ

##### 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
服部 将之	(株)ダイヘン	グループ長(参事)	H24.10～
大堀 彰大	同上		H24.10～
岩藤 直貴	同上		H24.10～
川本 哲裕	同上	副参事	H24.10～
福田 康彦	同上	副参事	H24.10～

##### 研究項目

- ・ 系統擾乱時の運転継続を実現する電流制御系の設計、および、その実機検証
- ・ 系統連系インバータの協調制御手法の確立、および、その実機検証
- ・ 模擬電力システムの構築

## (2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

本研究期間中、国外研究者との以下の連携活動を行い、ネットワーク形成を行ってきている。

- M.A.Dahleh 教授(米国、MIT)は、ネットワーク化制御やソーシャルネットワークの専門家である。平成 24 年 11 月に京都大学に滞在して講演を行っている。さらに研究交流をおこなっている。
- J.Shamma 教授(米国、ジョージア工科大学)は、ゲーム理論、分散協調制御、分散アルゴリズムの専門家である。平成 24 年 12 月に京都大学に滞在して講演を行っている。その機会に京都大学の研究者と交流を行っている。
- H.L.Trentelman 教授(オランダ、フローニンゲン大)は、コンセンサス、ビヘイビア理論の専門家である。平成 24 年 11 月に立命館大学に滞在して講演を行っている。主たる共同研究者の鷹羽教授(立命館大)と共著論文があるなど、連携研究を行っている。
- R.Toth 博士(オランダ、アイントホーヘン工科大学)は、モデリングの専門家である。平成 26 年 3 月に京都に滞在して講演を行っている。研究代表者の太田教授は平成 26 年 8 月にアイントホーヘン大学を訪問し、モデリングならびに電力系統制御について、Toth 博士ならびに S.Weiland 教授と議論を行っている。
- J.Stoustrup 博士(米国、国立太平洋北西研究所)は、再生可能エネルギーに関する制御の専門家であり、元指導していた大学院学生 B.Biegel 氏(デンマーク、アールボルグ大学)が、平成 26 年 8 月に来日して講演している。さらに研究内容についての意見交換を行った。
- M.C.Smith 教授(英国、ケンブリッジ大学)は、ロバスト制御、制御応用の専門家である。研究代表者の太田教授は平成 26 年 8 月にケンブリッジ大学を訪問し、系統連系インバータの制御に関する講演を行って、研究交流している。
- E.Roger 教授、P.Rapisarda 教授(英国、サウサンプトン大学)は、ロバスト制御、ビヘイビア理論、制御応用の専門家である。研究代表者の太田教授は平成 26 年 10 月にサウサンプトン大学を訪問し、系統連系インバータの制御に関する講演を行っている。

## § 3 研究実施内容及び成果

### 3.1 系統連系インバータの制御・系統の効率化(京都大学・長岡技術科学大学・大阪大学研究代表者グループ)

#### (1)研究実施内容及び成果

研究代表者グループは、系統擾乱時運転継続を可能にする系統連系インバータの制御方法、系統連系インバータの分散協調制御、系統の効率化に関する研究を実施している。

- **系統擾乱時運転継続を可能にする系統連系インバータの制御方法**

三相一般に広く用いられている DQ 変換、単相補償器、逆 DQ 変換の直列結合は、それと入出力特性が等価となる線形時不変システムとして記述できることを理論的に示した(口頭発表 4, 原著論文 3)。その結果を用いて、DQ 変換を用いずにフィードバック制御系を構成する方法を提案している。フィードバック補償器の設計には H 無限大ループ整形法を適用している。この結果、系統連系インバータの電流制御系に系統擾乱時においても運転継続ができる機能を持たせることのできた(原著論文 3)。DQ および逆 DQ 変換と単相補償器を組み合わせる方法では、逆相外乱の除去性能が低下し、アドホックな二重フィードバックループが必要であるが、提案方法では、正相、逆相の双方の外乱除去性能を向上させることができる。また直接三相信号に作用する LCL フィルタを用いる方法に比較すれば、補償器のクラスを自由に選ぶことができること、周波数特性を陽に指定して制御仕様を考慮できることの利点がある。

- **系統連系インバータの分散協調制御**

インバータから電力の逆潮流によって生じる系統連系点での電圧上昇を、無効電力を用いることによって規定値内に収める制御を行う方を二つ提案した。コンセンサスアルゴリズムに基づく方法と価格提示アルゴリズムに基づく方法の二つであり、その概要は以下のとおりである。

1. **コンセンサスアルゴリズムに基づく方法**

複数のインバータが系統に連系しているとき、連系点の電圧変動をフィードバックして無効電力補償を行う。このときそれぞれのフィードバック制御の特性によって各インバータの補償量は定まるために、インバータごとに補償量を公平にわかちあうことにならない。そこで各インバータが通信することによって補償量を均等に(あるいは重み付けの意味で均等に)なるように、コンセンサスアルゴリズムを適用して無効電力の調整を行うことを提案している。メガソーラー系において複数のインバータが協調することが可能なことを示している(口頭発表 11、12)。ここで用いているコンセンサスアルゴリズムは標準的なものであるが、インバータ逆潮流による電圧上昇を抑制するためのインバータ間のフィードバック構造は新規で有効な手段である。

2. **価格提示アルゴリズムに基づく方法**

拘束付き最適化制御問題として無効電力補償による電圧調整問題を定式化する。このときラグランジュ乗数を用いてリアルタイム価格を提示する方法によって分散協調制御が可能であることを示している。給電線に接続された家庭用インバータの協調制御や、メガソーラー系のインバータ制御へ本手法が適用できることを示すことができた(口頭発表 18、19)。なおこれは、本研究領域内田チームとの共同研究として行われた成果である。

- **系統の効率化**

物理の知識を電力網解析、送電網設計、発電計画に生かすことを目的に研究を行っており、これまでに以下の成果をあげている。

1. **送電網のトポロジーと発電機同期の関係**

送電網のネットワークのもつ性質と、発電機同期の取りやすさの関係を物理的観点から数値実験によって確認している。回転機系をワッツストロガツモデルによって表現したネットワークで結合するとき、スモールワールド性をもつと、結合強度を増加減少させるとき秩序パラメータにヒステリシスがなくなり、低位相差定常解が存在することを数値実験によって確認した。このことは、スモールワールド性をもった電力網のほうがより好ましいという結果を示唆している(口頭発表 10、13)。

2. **リスク鋭敏型制御による発電計画**

再生可能エネルギーがもつ不確かさを含む電力系の発電計画問題をリスク鋭敏型の確率制御問題として定式化し解くことを提案している。最適制御の結果、定常的な不確かさの地域的なばらつきが解明できることを示している(口頭発表 15)。本手法を用いて、系統のどこにセンサを配置することが得策かなどの問題を考えることなどが今後の発展方向である。

### 3.2 ロバストな分散協調制御アルゴリズムの開発とその送配電系統制御への応用 (立命館大学グループ)

#### (1)研究実施内容及び成果

以下では、立命館大学グループの研究実施内容について、研究項目であるロバスト分散協調制御アルゴリズムの開発および分散型蓄電池システムの充放電制御に分けて報告する。

- **ロバスト分散協調制御アルゴリズムの開発**

電力ネットワークや分散型電源の制御に有用となる分散協調制御アルゴリズムの基礎的研究を実施した。

1. 線形時不変マルチエージェントシステムにおいて、エージェントの動特性の非均一性を加法的モデル変動として表現し、各エージェントの状態をロバストに同期させる問題を検討した。具体的には、オブザーバ型分散制御則によりロバスト同期が達成されるための必要十分条件を、グラフ・ラプラシアン固有値とエージェント動特性に関連するリカッチ方程式の解を用いて導出し、同期のために許容可能なモデル変動の大きさの限界を評価した。(原著論文 2)
  2. ネットワーク構造が確率的に変動するマルチエージェントシステムに対し、事前情報としてラプラシアンの期待値を用いた同期条件を導いた(口頭発表 1)さらに、ネットワークの確率的変動に加えて、上記の事前情報が不正確である場合(口頭発表 6)およびエージェントモデルが不確かさを有する場合(口頭発表 16)に対して、ロバストに同期を達成する分散制御則の設計法を提案した。
  3. 非線形エージェントからなるシステムに対して、グラフ・ラプラシアン固有値が適切な領域内に配置されるようにエージェント間の結合重み(分散フィードバックゲイン)を設計することにより同期を達成する方法を提案した(原著論文 1)
  4. また当初予定していた研究内容に加えて、スイッチングコンバータの duty 比の制約などを想定して、制御入力に制約(飽和)を有する線形マルチエージェントシステムに対する分散協調制御を検討した。具体的には、飽和要素のセクター有界性を利用して、同期が達成されるための十分条件を線形行列不等式によって与え、同期を達成するフィードバックゲインの凸最適化による設計法を提案した(原著論文 4、口頭発表 7、9、17)。本研究成果の一部は、現在、論文投稿中である。
- ※ 本研究で提案した分散協調制御系設計は、ロバスト性や入力飽和を陽に考慮することにより、従来法よりも実用性のある設計手法となっている。

#### ● 分散型蓄電池システムの充放電制御

1. 構成要素であるリチウムイオン蓄電池及び双方向 DC/DC コンバータの数理モデルについて調査し、充放電制御問題の定式化について検討した。蓄電池に関しては等価回路モデルを、コンバータに関しては状態平均化法による線形化モデルを用いることにした。
2. 直流系統に複数の DC/DC コンバータと蓄電池が接続されている分散型蓄電池システムの充放電制御に関して、負荷電圧安定化のための PI 制御器と各蓄電池の蓄電量を均衡化するための分散協調制御器を組み合わせた制御系の解析とシミュレーションによる検証を行っている。年度内の成果発表を目指している。

### 3.3 模擬電力システムの構築(ダイヘングループ)

#### (1) 研究実施内容及び成果

研究開発した技術を実機検証するために、ネットワーク機能を有した系統連系インバータを 10 台と電力システムを模擬させる電源装置を構築した。これにより、サブテーマ「1 系統連系インバータの協調制御」や「4 系統擾乱時の運転継続技術」にて開発した技術の有効性を実機にて検証でき、実用化に向けた課題抽出や検討を可能となった。

## § 4 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 0 件、国際 (欧文) 誌 4 件)

1. K. Takaba, and A. Hibi: Synchronization of coupled nonlinear oscillators via regional pole placement technique, Proceedings of the 51st IEEE Conference on Decision and Control, pp. 3928-3935, 2012.
2. H.L. Trentelman, K. Takaba, and N. Monshizadeh: Robust synchronization of uncertain linear multi-agent systems, IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 58, no. 6, pp. 1511-1523, 2013.
3. Y. Ohta, A. Ohori, N. Hattori, and K. Hirata: Controller Design of a Grid-Tie Inverter Bypassing DQ Transformation, Proceedings of the 52nd IEEE Conference on Decision and Control, pp.2927-2932, 2013.
4. K. Takaba: Synchronization of linear multi-agent systems under input saturation, Proceedings of the 21st International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS2014), pp. 1976-1979, 2014.

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

なし

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

1 招待講演 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

(主要な国際会議への招待講演の前に\*を付記してください)

1. 太田 快人, 事故時運転継続要件を満たすインバータ制御, SICE 社会基盤システムにおける分散意志決定のためのシステム制御調査研究会第 3 回講演会, 長岡, 2014 年 1 月 23 日
- 2 口頭発表 (国内会議 12 件、国際会議 7 件うち 3 件は Proceedings にも記載されており原著論文の件数と重複)
  1. K. Takaba (Ritsumeikan University): Output synchronization of passive agents over stochastically switching networks”, 44th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications (SSS’ 12), Tokyo, November 1-2, 2012.
  2. 鷹羽 浄嗣 (立命館大): 領域極配置に基づく非線形振動子ネットワークの同期化, 第 55 回自動制御連合講演会, 京都, 2012 年 11 月 17-18 日
  3. K. Takaba (Ritsumeikan University), and A. Hibi (Kyoto University): Synchronization of coupled nonlinear oscillators via regional pole placement technique, The 51st IEEE Conference on Decision and Control, Hawaii, USA, December 10-13, 2012. (原著論文 1 と重複記載)
  4. 太田 快人(京都大): dq変換と線形システムの関係について, 計測自動制御学会第 13 回制御部門大会, 福岡, 2013 年 3 月 5-8 日
  5. 太田 快人(京都大): Realization of distributedly and cooperatively controlled power distribution systems with fault ride-through capabilities, 計測自動制御学会第 13 回制御部門大会, 福岡, 2013 年 3 月 5-8 日



6. K. Takaba (Ritsumeikan University): Synchronization over stochastically switching networks with imperfect prior information, The 45th ISCIE Symposium on Stochastic Systems Theory and its Applications (SSS'13), Okinawa, November 1-2, 2013.
7. 鷹羽 浄嗣 (立命館大): 入力飽和を有するエージェント群の同期, 第 56 回自動制御連合講演会, 新潟, 2013 年 11 月 16, 17 日
8. Yoshito Ohta (Kyoto University), Akihiro Ohori (Daihen), Nobuyuki Hattori(Daihen), Kenji Hirata (Nagaoka University of Technology): Controller Design of a Grid-Tie Inverter Bypassing DQ Transformation, The 52nd IEEE Conference on Decision and Control, Florence, Italy, December 10-13, 2013. (原著論文 3 と重複記載)
9. K. Takaba (立命館大): Synchronization of linear multi-agent systems under input saturation, SICE 制御部門マルチシンポジウム, 調布, 2014 年 3 月 4-7 日
10. 佐々木 英一(京都大), 大関 真之(京都大), 太田 快人(京都大): スモールワールドネットワーク上の Swing 方程式の同期, SICE 第 1 回制御部門マルチシンポジウム, 調布, 2014 年 3 月 4~7 日
11. 大堀 彰大(ダイヘン), 服部 将之(ダイヘン), 太田 快人(京都大), 平田 研二(長岡技大): 系統連系インバータ群による協調電圧制御 - その1 -, 平成 26 年電気学会全国大会, 愛媛, 2014 年 3 月 18 日
12. 服部 将之(ダイヘン), 大堀 彰大(ダイヘン), 太田 快人(京都大), 平田 研二(長岡技大): 系統連系インバータ群による協調電圧制御 - その2 -, 平成 26 年電気学会全国大会, 愛媛, 2014 年 3 月 18 日
13. 佐々木 英一(京都大), 大関 真之(京都大), 太田 快人(京都大): スモールワールドネットワーク上の発電機モデルの同期, 日本物理学会第 69 回年次大会, 平塚, 2014 年 3 月 27~30 日
14. K. Takaba (Ritsumeikan University): Synchronization of linear multi-agent systems under input saturation, The 21st Int. Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS2014), Groningen, Netherlands, July 7-11, 2014. (原著論文 4 と重複記載)
15. Kentaro Ohki (Kyoto University), and Yoshito Ohta (Kyoto University): Risk-Preference Approach for Energy Generation Scheduling, SICE Annual Conference, Sapporo, September 10-12, 2014.
16. K. Takaba (Ritsumeikan University): Robust synchronization over stochastically switching networks, The 46th ISCIE Symposium on Stochastic Systems Theory and its Applications (SSS'14), Kyoto, November 1-2, 2014.
17. 鷹羽 浄嗣 (立命館大): 入力飽和を有する線形マルチエージェントシステムの同期: 出力フィードバックの場合, 第 57 回自動制御連合講演会, 群馬, 2014 年 11 月 10~12 日
18. 石井 貴弥(長岡技大), 平田 研二(長岡技大), 大堀 彰大(ダイヘン), 服部 将之(ダイヘン), 太田 快人(京都大): 価格提示を利用した配電系統電圧の分散制御に関する考察, 第 57 回自動制御連合講演会, 群馬, 2014 年 11 月 10-12 日
19. 阿久津 慧(長岡技大), 平田 研二(長岡技大), 大堀 彰大(ダイヘン), 服部

将之(ダイヘン), 太田 快人(京都大): 価格提示による大規模太陽光発電インバータ群の負荷分散制御, 第 57 回自動制御連合講演会, 群馬, 2014 年 11 月 10-12 日

- 3 ポスター発表 (国内会議 2 件、国際会議 0 件)
  1. 石井 貴弥, 平田 研二, 大堀 彰大, 服部 将之, 太田 快人  
価格提示を利用した電圧上昇抑制分散制御  
SSI2014,岡山, 23rd, November, SS5-8, 2014
  2. 阿久津 慧, 平田 研二, 大堀 彰大, 服部 将之, 太田 快人  
価格提示による大規模太陽光発電インバータ群の分散型電圧抑制  
SSI2014,岡山, 23rd, November, SS5-9, 2014

#### (4)知財出願

- ①国内出願 (3 件)  
詳細は非公開
- ②海外出願 (1件)  
詳細は非公開
- ③その他の知的財産権  
なし

#### (5)受賞・報道等

- 1 受賞(顕著な受賞の前に\*を付記してください)  
大堀 彰大:平成 24 年電気学会全国大会優秀論文発表賞
- 2 マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要もお書き下さい。)  
なし
- 3 その他  
なし

#### (6)成果展開事例

- ①実用化に向けての展開  
該当なし。
- ②社会還元的な展開活動  
該当なし。

## §5 研究期間中の活動

主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成 24 年 10 月 11 日	平成 24 年度第 1 回チーム内打ち合わせ(非公開)	京都大学工学部総合校舎 406 演習室	5 人	研究進捗報告
平成 24 年 11 月 6 日	Professor Trentelman 講演会	立命館大学びわこ・くさつキャンパス	8 人	Harry Trentelman (University of Groningen) 教授による線形マルチエージェントシステムのロバスト分散協調制御に関する招待講演
平成 24 年 11 月 10 日	Professor Dahleh 講演会	京都大学工学部総合校舎 213 講義室	35 人	Munther A. Dahleh (Massachusetts Institute of Technology) 教授によるネットワークシステムの回復性とリスクに関する招待講演
平成 24 年 11 月 26 日	平成 24 年度第 2 回チーム内打ち合わせ(非公開)	京都大学工学部総合校舎 406 演習室	5 人	研究進捗報告
平成 24 年 12 月 28 日	Professor Shamma 講演会	京都大学工学部総合校舎 102 講義室	30 人	Jeff Shamma (Georgia Institute of Technology) 教授によるゲーム理論と分散決定に関する招待講演
平成 25 年 1 月 8 日	平成 24 年度第 3 回チーム内打ち合わせ(非公開)	京都大学総合研究 8 号館 演習室 3	5 人	研究進捗報告
平成 25 年 2 月 20 日	平成 24 年度第 4 回チーム内打ち合わせ(非公開)	京都大学工学部総合校舎 406 演習室	5 人	研究進捗報告
平成 25 年 3 月 25 日	平成 24 年度第 5 回チーム内打ち合わせ(非公開)	京都大学工学部総合校舎 406 演習室	5 人	研究進捗報告
平成 25 年 6 月 3 日	平成 25 年度第 1 回チーム内研究打ち合わせ(非公開)	京都大学工学部総合校舎 406 演習室	6 人	研究進捗報告
平成 25 年 7 月 5 日	平成 25 年度第 2 回チーム内研究打ち合わせ(非公開)	株式会社ダイヘン十三事業所 技術センター	8 人	研究進捗報告

		E号会議室		
平成25年8月20日	平成25年度第3回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎406演習室	7人	研究進捗報告
平成25年10月3日	平成25年度第4回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎406演習室	7人	研究進捗報告
平成25年11月7日	平成25年度第5回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎406演習室	7人	研究進捗報告
平成25年11月28日	平成25年度第6回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎206会議室	7人	研究進捗報告
平成26年1月20日	平成25年度第7回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎206会議室	7人	研究進捗報告
平成26年2月20日	平成25年度第8回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎406演習室	7人	研究進捗報告
平成26年3月11日	平成25年度第9回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎207演習室	5人	研究進捗報告
平成26年3月24日	Dr. Toth 講演会	京都大学工学部総合校舎213講義室	30人	Roland Toth (Eindhoven University of Technology) 博士によるシステムモデリングに関する招待講演
平成26年5月15日	平成26年度第1回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎206会議室	5人	研究進捗報告
平成26年6月19日	平成26年度第2回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎206会議室	6人	研究進捗報告
平成26年7月25日	平成26年度第3回チーム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工学部総合校舎206会議室	6人	研究進捗報告
平成26年8月11日	Mr. Biegel 講演会	京都大学工学部総合校	15人	Benjamin Biegel (Aalborg University) 氏によるデンマー

		舎 213 号講 義室		クの再生可能エネルギーに関 する招待講演
平成 26 年 8 月 26 日	CUED seminar	Cambridge University Engineering Department, LR5	20 人	英国 Cambridge University Engineering Department (CUED) seminar において連 系インバータ制御に関する講 演を行う
平成 26 年 9 月 3 日	平成 26 年度第 4 回チー ム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工 学部総合校 舎 406 演習 室	6 人	研究進捗報告
平成 26 年 10 月 13 日	CSPC Seminar	University of Southampton, Mountbatten Building 53/4025A&B	10 人	英国 University of Southampton, Communications, Signal Processing and Control (CSPC) seminar において連 系インバータ制御に関する講 演を行う
平成 26 年 10 月 28 日	平成 26 年度第 5 回チー ム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工 学部総合校 舎 206 会議 室	6 人	研究進捗報告
平成 26 年 12 月 2 日	平成 26 年度第 6 回チー ム内研究打ち合わせ (非公開)	京都大学工 学部総合校 舎 406 演習 室	6 人	研究進捗報告

## § 6 最後に

製作した模擬電力系統実験装置 (設置場所:ダイヘン) についての写真を添付します。

写真: インバータ群



写真：蓄電装置



写真：模擬電力装置

