

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－中国研究交流）

1. 研究課題名：「多次元センサー情報に基づく工場・ビル分野の環境負荷低減戦略に関する研究」
2. 研究期間：平成 21 年 1 月～平成 24 年 3 月
3. 支援額： 総額 14,432,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	森 一之	三菱電機株式会社	主席技師長
研究者	北村 聖一	三菱電機株式会社	主席研究員
研究者	柳原 慎太郎	三菱電機株式会社	研究員
研究者	大澤 奈々穂	三菱電機株式会社	研究員
研究者	枝澤 一寛	三菱電機株式会社	研究員
研究者	信太 優子	三菱電機株式会社	研究員
参加研究者 のべ			29名

中国側（研究代表者を含め 6 名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Chen Qijun	同済大学	教授
研究者	Zhang Hao	同済大学	准教授
研究者	Liu Dandan	同済大学	研究員
研究者	Gu Shuang	同済大学	研究員
研究者	Ma Xingyu	同済大学	研究員
研究者	Yang Jiaohui	同済大学	研究員
参加研究者 のべ			23名

5. 研究・交流の目的

工場・ビル分野を対象とし、従来のエネルギー消費機器の電力計測に基づく省エネルギー化に、製造設備の稼働情報と人の動態情報を付加することにより、エネルギー消費状況の詳細な分析とその可視化を実現し、省エネルギー性能を向上させることを目的とする。

具体的には、日本側は、

- (a) 製造設備の稼働情報と人物の動態情報を収集するための共通のインフラの整備、
  - (b) 製造設備の稼働状態と人物の動態状況の分析アルゴリズム、
  - (c) 工場の製造ラインとビルを対象とした省エネルギー実証実験を実施し、
- 中国側は、日本側が提供するインフラを利用し、
- (d) 大学の建物のエネルギー消費モデルの構築と消費状況の分析、
  - (e) 省エネルギー化を実現する戦略策定とその有効性のシミュレーション評価、
  - (f) 同戦略の有効性検証のためのキャンパスでの実証実験、
  - (g) 中国の製造ラインのモデル化と省エネルギー制御方式の研究と成果の中国国内への展開を実施する。

また、(d)と(e)に関して両国で協力して実施することにより相乗効果を図るとともに、両国の研究交流を通じた若手研究者の育成を図ることを交流の目的とする。

6. 研究・交流の成果

## 6-1 研究の成果

平成22年度までの共同研究成果は、共著の原著論文が国際論文誌1件と中国国内論文誌1件、国内学会において2件が口頭発表として公表された。また、特許を共同で中国と日本で各1件出願予定である。日本側単独の研究成果は、中国および日本の国内論文誌3件、中国および日本の国内学会において9件が口頭・ポスター発表として公表された。また、単独で国内特許3件が出願された。成果のトピックスを以下に示す。

### (1) 省エネルギー分かる化技術

日本側は、人の動きと環境情報（温度、湿度、照度）の測定を可能とする多次元センサーとその無線センサーネットワークシステムを試作した。照明、OA コンセント、空調機の電力消費量を計測するセンサー、試作したセンサーネットワークシステム、入退室管理システムを工場の生産ラインと建物に設置し、人由来の無駄を検知する実証実験を実施した。この実験により、工場における作業員の到着待ちなど人に由来する生産性・省エネルギー性能の低下要因の可視化、建物における人・組織・エリアのエネルギー消費量分析など、新たな視点での無駄の可視化分析を可能とした。さらに本成果を平成23年夏の節電対策に適用し、個人・組織・エリアのエネルギー消費状況の可視化が個人の節電行動に有効であることを確認した。また、中国側と共同で建物のエネルギー消費量を CART (classification and regression trees) アルゴリズムにより予測するモデルを開発し、計測したデータを用いてその有効性（予測精度 87%）を検証した。この予測モデルを用いることにより、建物でエネルギーを無駄に消費している状態の検知が可能となった。本成果は、Journal of Computational Information Systems に掲載された。

### (2) 省エネルギー直せる化技術

中国側の施設である自動車の環境試験を行う風洞センターは、環境試験条件（温度、湿度、風速など）の変更および維持に多くのエネルギーを消費するが、環境試験の試験順序の最適化やエネルギー供給システムの運用の最適化により、エネルギー消費量を削減できる。平成20、21年度は日本側がエネルギー供給システム運用最適化のための基本技術を開発し、平成22年度は環境条件を作り出すエネルギー供給システムの簡易モデル（温度制御）を用いてエネルギーの削減の可能性を共同で検証した。さらに平成23年度は共同でエネルギー供給システムの温度・湿度連携制御モデルを構築し、試験順序の最適化と運用の最適化により、試験条件変更時間の24%の短縮効果とそのときのエネルギー消費量の22%の削減効果が得られることをシミュレーションにて確認した。平成22年度の成果は国内学会発表にて公表済みであるが、平成23年度の成果については共同出願後に論文として公表する。本成果の一部は、電気学会論文誌Cに掲載された。

## 6-2 人的交流の成果

### 派遣：

日本側から中国側：計13回、延べ203人・日

中国側から日本側：計5回、延べ225人・日

### 学術会議・シンポジウム開催：

(1) 中国自動化学会第1回集成自動化学術会議（平成22年7月17日、中国上海にて中国側主催）

(2) 平成22年電気学会電子・情報・システム部門大会「ICT技術と省エネルギー化システムへの応用」シンポジウム（平成22年9月3日、日本熊本にて日本側主催）

平成22年電子・情報・システム部門大会奨励賞を受賞（平成23年9月8日）

(3) 平成23年電気学会電子・情報・システム部門大会「ICTと省エネルギー化システム

への応用」シンポジウム（平成23年9月7日、日本富山にて日本側主催）

平成23年電子・情報・システム部門大会企画賞を受賞予定（平成24年9月）

（4）中国自動化学会第2回集成自動化学術会議省エネルギーフォーラム（平成24年12月、中国上海にて中国側主催にて開催予定）

研究交流会議開催：

（1）日本での研究交流会議開催3回

（2）中国での研究交流会議開催13回

（3）中国側を含めた大阪大学との研究交流会議（平成21年9月1日、日本大阪にて開催）

（4）中国側を含めた九州工業大学との研究交流会議（平成22年9月1日、日本福岡にて開催）

本研究交流においては若手研究者の人材育成にも注力した。具体的には、研究交流会議での若手研究者同士での研究発表会、中国側の施設を対象とした共同研究、中国側若手研究者2名の日本側研究機関での延べ6ヶ月の日本側若手研究者との共同研究を通して、グローバル展開する上で若手研究者が必要なコミュニケーション能力とグローバルマインドを醸成することができた。

特に日本での延べ6ヶ月間の共同研究では、日本側の若手研究者2名が中国側研究対象施設のシミュレーションモデルの構築を担当し、中国側の若手研究者2名がシミュレーションモデルの実装と制御系の構築を担当することにより、短期間で共同研究の目的を達成することができた。

本事業終了後も、中国側との省エネルギー支援ソフトウェアの共同開発、中国側若手研究者の日本側でのインターンシップの受け入れ、中国自動化学会での省エネルギーフォーラムや省エネルギーセミナーの開催などの交流体制を継続することで合意しており、今後更なる国際研究交流の持続的発展が期待できる。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手国側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	Dandan Liu, Qijun Chen, Kazuyuki Mori, Yukio Kida, "A method for detecting abnormal building electricity energy consumption," Journal of Computational Information Systems, Vol. 6 (14), pp.4887-4895 (2010)	共著
論文	刘丹丹, 陈启军, 森一之, 木田幸夫, "基于数据的建筑能耗分析与建模," Journal of Tongji University (Natural Science), Vol. 38, No.12, pp.1841-1845 (2010)	共著
論文	Dandan Liu, Xingyu Ma, Qijun Chen, Kazuyuki Mori, "Energy Modelling and Simulation of a Climatic Wind Tunnel," 平成23年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp.641-643 (2011)	共著
論文	北村聖一, 森一之, 尾崎禎彦, 泉井良夫, "Multimodal PSOのエネルギー供給システムへの応用," 電気学会論文誌C, Vol.130-C, No.1, 14-20 (2010)	
特許	特許、建筑动力设备能耗预测与参数优化方法、中国、2012年5月（予定）、同濟大学・三菱電機、陈启军・森一之	共同