

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP) 日本－中国共同研究
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「鉄鋼業における中低温廃熱の高効率回収・利用に関する研究開発」
2. 研究期間：2013年4月～2016年3月
3. 主な参加研究者名：
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	坂上 英一	主幹	(株) 東芝	作動媒体選定とシステム設計
主たる共同研究者	飛原 英治	教授	東京大学	媒体の熱物性計測・分析
主たる共同研究者	宮良 明男	教授	佐賀大学	媒体の熱輸送特性計測・分析
主たる共同研究者	赤坂 亮	教授	九州産業大学	媒体の高精度状態方程式作成
主たる共同研究者	田中 勝之	准教授	日本大学	媒体の高精度熱力学特性計測・分析
研究期間中の全参加研究者数			13名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Guodong JIANG	CTO	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Technology manager
主たる共同研究者	Xiangming ZHENG	Professor	Hunan University of Technology	Turbine design
主たる共同研究者	Kangzhen CHANG	Director of Chief Engineer's Office	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Project Organizer
研究参加者	Meili LIU	Senior Engineer	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Team Leader of ORC development
研究参加者	Liping XU	Engineer	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Fluid machinery
研究参加者	Qian HU	Senior Engineer	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Fluid machinery
研究期間中の全参加研究者数			20名	

4. 共同研究の概要

近年、エネルギー資源節約と地球温暖化への関心が高まっている。製鉄業は産業の中でも多くのエネルギーを必要とし、そのうち中国は世界の50%の生産量を占め、そのエネルギーの高効率利用は非常に重要である。

本プロジェクトは中国製鉄所の廃熱をエネルギー源として回収して発電する有機ランキンサイクル (ORC) システムを設計・提案した。

作動媒体は、最近の環境トレンドを重視し、地球温暖化係数が低くかつ不燃の媒体を選択した。媒体は不明な物性値も多く、それらを本プロジェクトで計測・分析した。さらに得られた物性値を基に、物性を数式モデル化する状態方程式を新規開発した。これらの結果を用いて、サイクル効率を求めた結果、既存媒体よりも高い結果を得ることも分かった。

ORC は製鉄所だけでなく他の廃熱源や地熱など多くの応用先があり、本プロジェクトが

提案したシステムは、今後幅広い展開が期待できる。また今回選択した媒体は冷凍サイクルや断熱材などの機能材料にも使われる可能性が高く、本プロジェクトで計測・分析した高精度データは、ORC 以外の他分野のシステム開発や機能材料製造システムの構築への貢献も期待できる。

5. 共同研究の成果

5-1 共同研究の学術成果

エネルギー資源節約と地球温暖化への関心が高まっている。製鉄業は産業の中でも多くのエネルギーを必要とし、そのうち中国は世界の 50%の生産量を占め、そのエネルギーの高効率利用は非常に重要である。本プロジェクトは中国製鉄所の廃熱をエネルギー源として回収して発電する有機ランキンサイクル（ORC）システムを設計・提案した。

また、地球温暖化係数の高い物質への規制も急ピッチで進められている。そこで、今回地球温暖化係数が低くかつ安全性の高い不燃の媒体として、ハイドロフルオロオレフィン系の2つの媒体、HFO-1233zd(E)およびHFO-1336mzz(Z)を選択した。今回新たに高温・高圧対応の装置を作成し、臨界点付近の高精度な物性データを測定した。HFO-1336mzz(Z)に関しては、知られていない物性データも多く、それらは本プロジェクトで新規に計測・分析した。この測定データを基にHFO-1336mzz(Z)の状態方程式（物性の数式モデル）も開発した。

これらの物性データおよび状態方程式をもとに、ORC システムを設計した。この結果、媒体の地球温暖化係数抑制の環境トレンドを満たすだけでなく、サイクル効率も既存媒体より高い結果を得ることができた。

さらにサイクルパラメータを最適化することにより各機器サイズのバランスをとるよう適性化し、コンパクトなレイアウトを可能にした。

5-2 国際連携による相乗効果

日中の相互交流で同一の課題にとり組み、またターゲットを共有して ORC の共同開発にとりくんだことにより、多くの相乗効果があった。

その主な例の一つは、技術課題の解決への時間を短縮できたことである。日中の異なるノウハウや経験を交わすことで、新たな発想につながる点があった。

二つめは、中国の製鉄所訪問や工場見学・技術交流会など、お互いの国の現場に触れる機会を得られたことである。実際に目で見て生の声を聞くことで、日中双方とも刺激を受けることができた。

5-3 共同研究成果から期待される波及効果

ORC は、製鉄所の廃熱だけでなく、様々な廃熱源にも適用可能である。本プロジェクトで開発した ORC システムは高効率でかつ環境にもやさしい。そのため今後広く普及し、エネルギー資源の節約と地球温暖化防止に多大に貢献することが期待できる。

また、今回開発された状態方程式は冷媒物性に関する事実上の標準熱物性データベースである REFPROP に今後収録され、公開される予定である。そのためこのプロジェクトで選択した媒体は ORC だけでなく、冷凍サイクルや断熱材などの機能材料にも使われる。本プロジェクトで計測・分析した高精度データは、ORC 以外の他分野のシステム開発や機能材料製造システムの構築への貢献も期待できる。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan – China Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project Title : 「Development and engineering research in high efficient recovery and utilization of low and medium waste heat in metallurgical industry」
2. Project Period : April 1 , 2013 ~ March 31, 2016
3. Main Participants :

Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Eiichi Sakaue	Chief Scientist	Toshiba Corporation	Selection of working fluids and ORC system design
Co-PI	Eiji Hihara	Professor	University of Tokyo	Measurement and analysis of thermal properties of fluids
Co-PI	Akio Miyara	Professor	Saga University	Measurement and analysis of thermal transport properties of fluids
Co-PI	Ryo Akasaka	Professor	Kyushu Sangyo University	Development of high-precision Equation of State for fluids
Co-PI	Katsuyuki Tanaka	Associate Professor	Nihon Univ.	Measurement and analysis of thermodynamic property of fluids
Total number of participating researchers in the project: 13				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role
PI	Guodong JIANG	CTO	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Technology manager
Co-PI	Xiangming ZHENG	Professor	Hunan University of Technology	Turbine design
Co-PI	Kangzhen CHANG	Director of Chief Engineer's Office	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Project Organizer
Collaborator	Meili LIU	Senior Engineer	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Team Leader of ORC development
Collaborator	Liping XU	Engineer	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Fluid machinery
Collaborator	Qian HU	Senior Engineer	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Fluid machinery
Total number of participating researchers in the project: 20				

4. Scope of the joint project

Metallurgical industry requires a lot of energy. As China produces 50% of iron of the world, efficient energy utilization of Chinese iron plants is important.

This project designed and proposed the Organic Rankine Cycle (ORC) system which recovers the waste heat and generates electricity from Chinese iron plants.

The project selected low Global Warming Potential (GWP) and inflammable substance for ORC's working fluids in response to the recent trend of global environmental regulations. As the selected fluids have several unknown properties, they are measured and analyzed by this project. Then highly accurate Equation of State (EOS), the mathematical model of the property, is developed from the acquired property data. From the property data and EOS, ORC system for iron plant is designed, and it is found that the proposed system is more efficient than the conventional fluids.

ORC is not limited to the waste heat from metallurgical industry. It is applicable to any other waste heat or geothermal energy. So the result of this project can be expanded to other ORC application. Also, the selected fluids have the possibility to be used in other field than ORC, such as refrigerant and forming material. The acquired highly accurate data and EOS of the selected fluids in this project is expected to contribute to these fields.

5. Outcomes of the joint project

5-1 Intellectual Merit

Recently, energy conservation and prevention of global warming are highly concerned. Since metallurgical industry requires a lot of energy and China produces 50% of iron of the world, efficient energy utilization of Chinese iron plants is important. This project designed and proposed the Organic Rankine Cycle (ORC) system which recovers the waste heat generates electricity from Chinese iron plants.

The regulation to High Global Warming Potential (GWP) substances has been rapidly promoted. So this project selected two Hydro-Fluoro-Olefins, HFO-1233zd(E) and HFO-1336mzz(Z) for ORC working fluids, both of which are low GWP and inflammable material, in response to recent global environmental regulation trend.

The project newly set up the equipment which is capable of high temperature and pressure to measure the accurate property of the selected fluids near the critical point. As for HFO-1336mzz(Z), there are unknown properties. So this project newly measured and analyzed these data. Then highly accurate Equation of State (EOS), the mathematical model of the property, is developed from the acquired property data. Using the property data and EOS, ORC system for Chinese iron plants is designed, and it is found that the proposed system is more efficient than conventional fluids in addition that it meets the recent trend of global environmental regulations.

Furthermore, by optimizing the parameter of ORC system and adjusting the size of ORC equipment with each other, the project achieved the compact layout of the ORC plant.

5-2 Synergy from the Collaboration

This project addresses the common subject of ORC system development with the scheme of China and Japan Mutual exchange. This has brought synergies, such as 1) This contributed to solve the problem in short period by exchanging the various know-how and experience of both countries, and 2) This scheme has provided a lot of opportunities to access the sites of each country, such as the Chinese iron plants. This stimulated the both side of engineers.

5-3 Potential Impacts on Society

ORC is not limited to the waste heat from metallurgical industry. It is applicable to any other waste heat or geothermal energy. So the result of this project can be expanded to other ORC application.

Also, the selected fluids have the possibility to be applied in other use than ORC's working fluid, such as refrigerant and forming material. The EOS, which is developed in this project, will be installed and disclosed in REFPROP, a de fact standard of thermal property database. So the result of this project is expected to contribute to these fields.

共同研究における研究成果リスト(日中共同研究: 坂上・Jiang課題)

1 論文発表等 Publication of Articles etc.

1. 1 原著論文(相手側研究チームとの共著論文) Original Publications (Articles co-authored with the Partner Research Teams)

年度	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年
なし	

1. 2. 1 原著論文(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年
2014	Ryo Akasaka, Yong Zhou, Eric. W. Lemmon, A Fundamental Equation of State for 1,1,1,3,3-Pentafluoropropane (R-245fa), Journal of Physical and Chemical Reference Data, 2015 March 26; 44(1): 013104
2015	田中勝之、HCFO1233zd(E)とHCFO1233xfの飽和蒸気圧力および飽和液体密度の測定、日本冷凍空調学会論文集
2015	Katsuyuki Tanaka, Ryo Akasaka, Eiichi Sakae, Junichi Ishikawa, Konstantinos Kontomaris, Thermodynamic properties of cis-1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-butene (HFO-1336mzz(Z)): Measurements of the $p\rho T$ Property and Determinations of Vapor Pressures, Saturated Liquid and Vapor Densities, and Critical Parameters, Journal of Chemical & Engineering Data, 2016

1. 2. 2 原著論文(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの論文)

Original Publications (Articles by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年
なし	

1. 3 その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など) Other Media, e.g. reviews, books (Co-authored with the Partner Research Teams)

年度	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年
なし	

1. 4. 1 その他の著作物(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年
なし	

1. 4. 2 その他の著作物(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの総説、書籍など)

Other Media, e.g. reviews, books (by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年
なし	

2 学会等発表(セミナー、ワークショップ、シンポジウム等)Presentations at Academic Conferences etc. (Seminars, Workshops, Symposia)

2. 1 学会発表(相手側研究チームと連名の発表)Conference Presentations (Joint Presentations with Partner Research Teams)

年度	言語	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日	発表形式
2015	英語(English)	E.Sakaue et al., "Development of ORC system which recovers wasted heat of metallurgy plants in China" International Conference on Power Engineering(ICOPE),Yokohama,2015/12/21	口頭発表

2. 2. 1 学会発表(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)Conference Presentations (by Japanese Research Teams, excluding Partner Research Teams)

年度	言語	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日	発表形式
2013	英語(English)	E.Sakaue et al. "Analytic derivation of equation of state to express accurate thermodynamic properties" ASME ORC2013,Rotterdam(Netherlands),2013/10/15	ポスター発表
2014	日本語(Japanese)	田中勝之、「250℃までのR245faの $p\rho T$ 性質の測定」日本冷凍空調学会年次大会、佐賀、2014/9/11	口頭発表
2014	日本語(Japanese)	田中勝之、赤坂亮、坂上英一、「等容法によるHCFO1233zd(E)の $p\rho T$ 性質の測定」熱物性シンポジウム、東京、2014/11/22	口頭発表
2015	英語(English)	J. He, E. Hihara, C. Dang, "Speed of Sound and Density of 1-Chloro-3,3,3-Trifluoropropene (R-1233zd (E))", 19th Symposium on Thermophysical Properties,Boulder(USA),2015/6/21-26	口頭発表
2015	英語(English)	Keishi Kariya, Akio Miyara, Soichiro Mori and Ryo Akasaka, "Thermal Conductivity and Viscosity Measurement of Low GWP Refrigerants", 19th Symposium on Thermophysical Properties, Boulder(USA),2015/6/21-26	口頭発表
2015	英語(English)	K.Tanaka, R.Akasaka, E.Sakaue, "Measurements of Thermophysical Properties for HCFO-1233zd(E)" 19th Symposium on Thermophysical Properties,Boulder(USA),2015/6/24	ポスター発表
2015	英語(English)	K.Tanaka, R.Akasaka, E.Sakaue, "PVT Properties and vapor pressures of HFO-1336mzz(E)",ASME ORC2015,Brussel(Belgium),2015/10/13	ポスター発表
2015	英語(English)	K.Yamashita et al, "Evaluation of ORC using Low GWP Working Fluids for Waste Heats",ASME ORC2015,Brussel(Belgium),2015/10/13	ポスター発表
2015	日本語(Japanese)	田中勝之、「HCFO-1233zd(E)とHCFO-1233xf の飽和蒸気圧および飽和液体密度の測定」日本冷凍空調学会年次大会、東京、2015/10/21	口頭発表
2015	日本語(Japanese)	石田大空、Islam M. A.、仮屋圭史、宮良明男、「低GWP冷媒の熱伝導率測定および相関式の検討」、2015年度日本冷凍空調学会年次大会、東京、2015/10/21	口頭発表
2015	英語(English)	K.Tanaka, R.Akasaka, E.Sakaue, "Vapor pressure and saturated liquid density of HFO-1336mzz(Z)",First Pacific Rim Thermal Engineering Conference,Hawaii(USA), 2016/3/16	口頭発表
2015	英語(English)	E.Sakaue et al. "Development of ORC System which recovers wasted heat of metallurgy plants using low GWP working fluid",First Pacific Rim Thermal Engineering Conference,Hawaii(USA),2016/3/15	口頭発表

2. 2. 2 学会発表(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの発表)Conference Presentations (by Partner Research Teams, excluding Japanese Research Teams)

年度	言語	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日	発表形式
なし			

3 ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催 Workshops, Seminars, Symposia and Other Events

3. 1. ワークショップ・セミナー・シンポジウム

(日本側研究チームおよび/または相手側研究チーム主催) Workshops, Seminars, Symposia (Organized by the Japanese and/or Partner Research Teams)

年度	開催期間	主催者名	名称	場所 (国名、都市名、会場名)	参加人数 (チームメンバー)	概要
2013	2013/10/5～ 2013/10/8	東芝、中国陝鼓動力社共催	ORC最新動向日中合同調査	オランダ、ロッテルダム、国際学会ORC2013	8	ORC最新動向の日中合同調査
2013	2013/11/26～ 2013/11/27	東芝	発電システム・制御に関するセミナー・製造現場見学会	日本、東京、府中事業所他	25	発電システム・制御に関するセミナー
2013	2014/2/17～ 2014/2/18	中国陝鼓動力社	製鉄所現地見学会	中国、昆明、昆鋼製鉄所他	7	中国製鉄所見学会
2014	2014/10/10～ 2014/10/10	東京大学	ORCシステム設計シンポジウム	中国、西安、西安交通大学	20	ORCシステム設計に関するシンポジウム
2015	2015/5/29～ 2015/5/29	東芝	低GWP媒体開発ワークショップ	中国、上海、ハネウエル上海研究所	8	媒体開発メーカーとの意見交換
2015	2015/10/12～ 2015/10/14	東芝	低GWP媒体開発ワークショップ	ベルギー、ブリュッセル、国際学会ORC2015	5	媒体開発メーカーとの意見交換

4 研究交流の実績Record of Research Exchanges

4.1 日本側から相手国機関への訪問等の実績Record of Visits by the Japanese Side to Partner Institutions

4.1.1 【日本→海外】(日本側研究チームメンバーのみ)(Japan→Overseas) Only those by Japanese Research Team Members

年度	出発日	帰国日	氏名	所属機関	役職	用務先(国名、都市名、研究機関名等)	用務の内容	出張日数
2013	2013/6/30	2013/7/2	坂上 英一	東芝	主幹	中国、北京、東芝中国社 北京事務所	日中合同キックオフ	3
2013	2013/6/30	2013/7/2	山下 勝也	東芝	主査	中国、北京、東芝中国社 北京事務所	日中合同キックオフ	3
2013	2013/6/30	2013/7/2	古屋 修	東芝	主務	中国、北京、東芝中国社 北京事務所	日中合同キックオフ	3
2013	2013/6/30	2013/7/2	飛原 英治	東京大学	教授	中国、北京、東芝中国社 北京事務所	日中合同キックオフ	3
2013	2013/6/30	2013/7/2	党 超鋌	東京大学	准教授	中国、北京、東芝中国社 北京事務所	日中合同キックオフ	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	坂上 英一	東芝	主幹	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	山下 勝也	東芝	主査	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	平野 俊夫	東芝	主査	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	古屋 修	東芝	主務	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	飛原 英治	東京大学	教授	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	党 超鋌	東京大学	准教授	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	宮良 明男	佐賀大学	教授	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	仮屋 圭史	佐賀大学	准教授	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/10/9	2014/10/11	田中 勝之	日本大学	准教授	中国、西安、陝鼓動力社	日中合同会議、ORC試験装置視察	3
2014	2014/11/16	2014/11/18	坂上 英一	東芝	主幹	中国、北京、裕龍大酒店	MOST-JST中間報告会	3
2014	2014/11/16	2014/11/18	赤坂 亮	九州産業大学	教授	中国、北京、裕龍大酒店	MOST-JST中間報告会	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	坂上 英一	東芝	主幹	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	山下 勝也	東芝	主査	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	古屋 修	東芝	主務	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	党 超鋌	東京大学	准教授	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	宮良 明男	佐賀大学	教授	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	仮屋 圭史	佐賀大学	准教授	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3

2015	2015/5/28	2015/5/30	赤坂 亮	九州産業大学	教授	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	田中 勝之	日本大学	准教授	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3
2015	2015/5/28	2015/5/30	兪 昊	日本大学	研究生	中国、上海、東芝中国社 上海事務所	日中合同会議	3

4. 1. 2 【日本→海外】（日本側研究チームメンバー以外）（Japan→Overseas）（Excluding those by Japanese Research Team Memebers）

年度	出発日	帰国日	氏名	所属機関	役職	用務先(国名、都市名、 研究機関名等)	用務の内容	出張日数
2013	2013/6/30	2013/7/2	柴垣 徹	東芝	技師長	中国、北京、東芝中国社 北京事務所	日中合同キックオフ	3

4. 2 相手国側から日本側への訪問等の実績

Record of Visits by Partner Reserach Teams to Japan

4. 2. 1 【海外→日本】（相手側研究チームメンバーのみ）

年度	出発日	帰国日	氏名	所属機関	役職	用務先(国名、都市名、 研究機関名等)	用務の内容	出張日数
2013	2013/11/25	2013/11/29	美国栋	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Technical Director	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	刘美丽	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Team Leader of ORC Technology	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	张玉洁	Shaanxi Blower (Group) Co., Ltd.	Project Manger	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	严金宝	Xi'an Shaangu Boiler Co., Ltd.	Sales Director	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	常抗震	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Director of Chief Engineer's Office	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	闵爱妮	Xi'an Shaangu Steam Turbine Co., Ltd.	Sinior Engineer	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	黄胜奇	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Sinior Engineer	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	张红武	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Director of Shaangu Beijing Office	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	田玉宝	Xi'an Shaangu Power Co., Ltd.	Assitant to Director of R&D Dept.	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5
2013	2013/11/25	2013/11/29	任 矿	Shaangu Industrial Development Co., Ltd.	General Manger	日本、横浜、東芝京浜事 業所	ORCシステム設計の技術交流	5

5 特許出願 Patent Applications

5. 1. 日本側の単独出願 Independent Applications by Japanese Research Teams

出願年度	出願番号	発明の名称	出願日	出願人	公開番号 (未公開は空欄)	発明者	出願国
2015	特願2016-067116	有機ランキンサイクル発電装置	2016/3/30	株式会社 東芝		坂上 英一、山下 勝也、古屋 修、津田 将太	日本
2016	特願2016-103222	有機ランキンサイクル発電装置	2016/5/24	株式会社 東芝		坂上 英一、山下 勝也、古屋 修、津田 将太	日本

5. 2. "相手国"側の単独出願 Independent Applications by Partner Countries

出願年度	出願番号	発明の名称	出願日	出願人	公開番号 (未公開は空欄)	発明者	出願国
2013	ZL 2013 2 0407145.4	一种有机工质朗肯循环低温热能发电系统	2013/7/9	西安陝鼓工程技術有限公司		刘美丽、闵爱妮	中国
2015	201521106026.0	一种利用有机朗肯循环中工质对发电机冷却的装置	2015/12/28	西安陝鼓動力股份有限公司	201522901391620	刘美丽	中国

5. 3. 共同出願 Joint Applications

出願年度	出願番号	発明の名称	出願日	出願人	公開番号 (未公開は空欄)	発明者	出願国
なし							

6 受賞等 Awards

6.1 受賞 Awards

年度	賞の名称	受賞日	受賞者	特記事項
なし				

6.2 新聞報道 Newspaper Reports

年度	賞の名称	受賞日	受賞者	特記事項
なし				

6.3 その他 Other

年度	賞の名称	受賞日	受賞者	特記事項
なし				