

地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「低炭素社会の実現に向けたエネルギーシステムに関する研究」領域)

サハラを起点とするソーラーブリーダー研究開発

(アルジェリア)

平成 23 年度実施報告書

代表者：鯉沼 秀臣

東京大学大学院新領域創成科学研究科・客員教授

<平成 22 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

本プロジェクトの目的は、サハラをはじめとする不毛の砂漠をシリコン太陽電池の原料のシリカ(SiO_2)および日照の宝庫として活用し、ソーラーブリーダー(ソーラーシリコン工場+Si太陽光発電所)の増殖的建設の可能性と発電したエネルギーの低損失供給の可能性を実証する出発点の構築にある。アルジェリア国土の多くを占める世界最大のサハラ砂漠を新エネルギー資源として活用し、太陽光発電所の増殖に基づく地球エネルギー新体系の基盤研究・人材開発の起点とすることを試みる。

日本側研究チームの進捗状況としては、効率の悪い現状シーメンズ法にとって変わる新プロセス実験やWebELS システムの活用実験などを着実に進めている。本プロジェクトの理論計算のメンバーはこの水素ラジカルの利用によってSi析出反応の反応効率が大幅に改善できることを熱力学計算の精密化を図り、より現実に即した計算をベースに最適化を進めた。弘前大学のグループは新型反応炉を利用して、シリカの直接還元を行い、少量ではあるがシリコンを得ることに成功した。また、東大ではサハラ砂漠のいろいろな地点の砂を入手し、各種分析装置で不純物濃度を解析するとともに、選鉱プロセスの開発を進めた。

JICA予算調達備品のアルジェリアへの導入については、研究者や東大事務方が海外への装置納入に関して不慣れであったため、遅れが見られるものの、調達に関する主要な問題点は既に解決しており、平成24年度でキャッチアップ出来る見込みである。

以上述べた様に、日本側研究チームの研究は着実に進めてきており、次年度でJICA予算調達備品のアルジェリアへ早期導入して、アルジェリアで研究成果の展開を進めて行く。

2. 研究グループ別の実施内容

(1) 研究題目: 砂漠からのシリコン原料供給に関する検討及び太陽電池パネル・高温超伝導ケーブルの基礎的データの収集: 鯉沼秀臣(東京大学 新領域創成科学研究科)

① 研究のねらい

サハラをはじめとする不毛の砂漠をシリコン太陽電池の原料のシリカ(SiO_2)および日照の宝庫として活用し、ソーラーブリーダー(ソーラーシリコン工場+Si太陽光発電所)の増殖的建設の可能性と発電したエネルギーの低損失供給の可能性を実証する。

② 研究実施方法

Si製造の熱力学的プロセスデザイン、砂の高純度化、砂漠の砂(シリカ: SiO_2)を原料とするSi還元プロセス技術の開発

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

Si製造の熱力学的プロセスデザインについては、可能性のあるプロセスについてのGippsエネルギーの計算を行い、水素ラジカルの有効性が確認された。

比重選鉱によって、砂漠の砂の分離条件の確立とその不純物分析を行った。

熱力学計算に基づいて、原料(シリカ、カーボン)を2層にすることによってシリコンが生成ことが確認された。

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

アルジェリア側で必要としている設備と本プロジェクトの研究方向について、内容のすりあわせを行った。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

東日本大震災の影響で、予定していた青森県での国際会議の開催を延期・変更して愛知県で開催し

た。

(2) 研究題目: WebELS をベースとした情報フレームと教育システムの構築(上野晴樹・国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系)

① 研究のねらい

アフリカ地域のエネルギー工学研究の拠点を形成し、日本発の多機能遠隔教育・情報交流システム WebELS を活用した複素エネルギー工学教育・研究を行う。

② 研究実施方法

WebELS システムを活用するインフラの構築として、日本-アルジェリア間での WebELS を使った遠隔会議の実証実験、これに基づく改良、および人材育成を進めつつあり、現地研究者グループと連携、JICA 短期研究員の受け入れ、USTO および Saida 大学に導入する WebELS サーバー・会議システムの調達を行った。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

ネットワークインフラのレベルが高くないアルジェリアとの WebELS システム構築には、一つ一つ問題点をつぶしていくことが肝要である。複数回の実証実験および改良を通して、有用性を確認できたが、アルジェリアのネットワークインフラが予想以上に悪いことが明らかとなり、この問題の解決が緊急を要するという事実を共有した。

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

アルジェリアから若手 IT 研究者を JICA 短期研究員として受け入れ、9週間の集中研修を行い、その成果を国際会議投稿論文として纏めた。更に、SATREPS 枠の国費留学生候補として総合研究大学院大学を通して推薦中である。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

アルジェリア側で WebELS を使った e-Learning を推進するためにチームを構成してもらえたので、今後の連携がより期待できる。

(3) 研究題目: シリコン還元プロセスにおける低エネルギー化と高収率化手法の開発(角谷正友・物質質・材料研究機構 光・電子材料ユニット ワイドギャップ機能材料グループ)

① 研究のねらい

Si 製造の熱力学的プロセスデザインを行い、現在用いられている珪石ではなく、砂漠に豊富にある珪砂を原料とする Si 還元プロセス技術を開発する。

② 研究実施方法

反応系に水素ラジカルを導入した新しい Si 還元プロセス技術について研究を進めている。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

パルス熱プラズマから発生した水素ラジカルを利用することで SiO_2 と炭素の混合体から Si が生成することを確認した。また、Si を生成する上で水素ラジカル効果がテトラクロロシラン材料の方がトリクロロシランよりも大きいことを確認した。

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

アルジェリア側のメンバーが 8 月に NIMS を訪問して、パルス熱プラズマ等の実験施設を見学して SiO_2 からの還元反応に関する議論を行った。

- ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)
特になし

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数 18 件 (国内 2 件、国際 16 件)
② 本プロジェクト期間累積件数(国内 3 件、国際 20 件)

(共同)

1. A. B. Stambouli, H. Koinuma, "A primary study on a long-term vision and strategy for the realisation and the development of the Sahara Solar Breeder project in Algeria", Renewable & Sustainable Energy Reviews, **16**(1), 591-598, 2012.

(日本側)

1. Seunghun Lee, Bum-Su Kim, Seung-Wan Seo, Yong Chan Cho, Sung Kyu Kim, Jong Pil Kim, Il-Kyung Jeong, Chae Ryong Cho, Chang Uk Jung, Hideomi Koinuma, Se-Young Jeong, "A study of the correlation between hydrogen content and magnetism in ZnCoO", J. App. Phys, in print (to be published in Apr. 2012).
2. Y. Sakurai, I. Ohkubo, Y. Matsumoto, H. Koinuma, M. Oshima, "Influence of substrates on epitaxial growth of B-site-ordered perovskite La₂NiMnO₆ thin films", Journal of Applied Physics, **110**(6), 2011.
3. W. K. Kim, S. Lee, Y. C. Cho, H. Koinuma, S. Y. Jeong, J. M. Shin, C. R. Cho, J. S. Bae, T. Y. Kim, S. Park, "Stable high conductive amorphous InGaZnO driven by hydrogenation using hot isostatic pressing", Applied Physics Letters, **98**(12), 2011.
4. S. Ito, T. Shimazaki, M. Kubo, H. Koinuma, M. Sumiya, "Communication: The reason why +c ZnO surface is less stable than -c ZnO surface: First-principles calculation", Journal of Chemical Physics, **135**(24), 2011.
5. T. Harada, I. Ohkubo, M. Lippmaa, Y. Matsumoto, M. Sumiya, H. Koinuma, M. Oshima, "Modulation of the ferromagnetic insulating phase in Pr_{0.8}Ca_{0.2}MnO₃ by Co substitution", Physica Status Solidi-Rapid Research Letters, **5**(1), 34-36, 2011.
6. Sila Chunwijitra, Arjule John Berena, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, "Design of Suitable Meeting Management Model for WebELS Meeting to Meet the Business Situations", The First International Conference on Advanced Collaborative Networks, Systems and Applications (COLLA 2011), pp. 52-57, 2011
7. Sila Chunwijitra, Arjule John Berena, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, "Authoring Tool based on Flash Technology for WebELS Learning System to Support Higher Education", Technical Committee on Knowledge-based Software Engineering (KBSE), 2011
8. A.J. Berena, S. Chunwijitra, H. Ueno, Z. He, P. Sriprasertsuk, "e-Meeting Solution for Higher Education on the WebELS Platform", Proceedings of the International Conference on Education, Informatics, and Cybernetics 2011, Orlando, Florida, November 29-December 2, 2011, ISBN-978-1-936338-44-3, pp.19-24.

9. A.J. Berena, S. Chunwijitra, H. Okada, H. Ueno, “Shared Virtual Presentation Board for e-Meeting on the WebELS Platform”, submitted to Springer Open Journal – Human-centric Computing and Information Sciences (under review).
10. Zheng He, Haruki Ueno, WebELS: A M-Learning System Based on WebELS System, Proceedings of The 4th International Conference on Computer Science and Software Engineering (CSSE 2011), 2011.
11. Ueno, H., Berena, A.J., Sriprasertsuk, P., Internet-based On-line Distribution of Conference by WebELS, Proceedings of 1st Asia-Arab Sustainable Energy Forum (AASEF), p.4., 2011.
12. 上野晴樹、「グリーンAIの期待と課題－環境・エネルギーの視点から」、第25回人工知能学会全国大会論文集、3H1-OS6-5、pp.1-2, 2011 (招待講演)
13. 上野晴樹、「クラウド型汎用e-LearningシステムWebELSによる国際会議のオンライン配信実験と評価」、信学技報, vol. 111, no. 316, AI2011-33, pp. 23-28, 2011年11月.
(アルジェリア)
1. A. B. Stambouli, “Algerian renewable energy assessment: The challenge of sustainability”, Energy Policy, **39**(8), 4507-4519, 2011.
2. A. B. Stambouli, “Promotion of renewable energies in Algeria: Strategies and perspectives”, Renewable & Sustainable Energy Reviews, **15**(2), 1169-1181, 2011.
3. A. Meharrar, M. Tioursi, M. Hatti, A. B. Stambouli, “A variable speed wind generator maximum power tracking based on adaptive neuro-fuzzy inference system”, Expert Systems with Applications, **38**(6), 7659-7664, 2011.
4. S. Bettahar, A. B. Stambouli, P. Lambert, “Numerical scheme for efficient colour image denoising”, Computers & Mathematics with Applications, **61**(9), 2903-2913, 2011.

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳 (国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数 (国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 研究題目: 砂漠からのシリコン原料供給に関する検討及び太陽電池パネル・高温超伝導ケーブルの基礎的データの収集

① 研究者グループリーダー名: 鯉沼秀臣 (東京大学 新領域創成科学研究科・客員教授)

② 研究項目

- Si 製造の熱力学的プロセスデザインを行い、現在用いられている珪石ではなく、砂漠に豊富にある硅砂を原料とする Si 還元プロセス技術を開発する。
- 砂を原料とする Si 製造のテストプラント構築とアルジェリア側 Si 還元プロセスの確立
- 各種太陽電池の性能(効率、耐久性)の定量的データを蓄積し、課題と対策を整理する。また、砂漠地域における太陽電池の活用法についての検討を行う。
- 高温超伝導ケーブルシステム運用に関する問題点の摘出と対策の提示
- サハラソーラーエネルギー技術開発ワークショップの開催(日本・アルジェリア交互:2011-2016)

(2) 研究題目: WebELS をベースとした情報フレームと教育システムの構築

① 研究者グループリーダー名: 上野晴樹 (国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系・名誉教授)

② 研究項目:

- アフリカ地域のエネルギー工学研究の拠点を形成し、日本発の多機能遠隔教育・情報交流システム: WebELS を活用した複素エネルギー教育・研究を行う。

(3) 研究題目: シリコン還元プロセスにおける低エネルギー化と高収率化手法の開発

① 研究者グループリーダー名: 角谷正友 (物質・材料研究機構次世代太陽電池センター・主幹研究員)

② 研究項目:

- シリコン還元プロセスにおける低エネルギー化と高収率化手法を開発する。

以上