

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境エネルギー分野「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 25 年度実施報告書

代表者: 鯉沼 秀臣

東京大学 新領域創成科学研究科 客員教授

<平成 22 度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

本プロジェクトのねらいは、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<sub>2</sub>)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。

本プロジェクトの進捗状況としては、効率の悪い現状シーメンス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、シリコンを得ることに成功した。また、東大、東京理科大学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、シリカの高純化(B,P レベル 1 ppm 以下)を行った。また、USTO でも選鉱プロセスの開発を開始した。

JICA 予算調達備品のアルジェリアへの導入については、アルジェリア人質事件が発生したため、調達備品の移送が 1 年近く中断したが、アルジェリア研究者が日本滞在中に研究を行うことを中心にプロジェクトを進めてきた。現在では順次移送を再開して現地での研究活動に貢献している。

NII のグループは、アルジェリアにおけるエネルギー工学教育および本プロジェクトの支援のために、WebELS システムの改良とを行い、日本-アルジェリア間で遠隔会議を複数回行い、JICA 短期研究員の受け入れを行い、現地の協力により WebELS システムの USTO および Saida 大学への設置と試験運用を行い、これを使った連携研究を行った。

## 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<sub>2</sub>)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<sub>2</sub>)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ギブス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)を交互積層し、高周波誘導加熱炉によりシリコン生成を確

認した。

・砂漠の砂のアルカリ溶解プロセスについて、砂の結晶性と溶解率の関係を明らかにし、溶解収率を向上するプロセスを開発した。

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

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。2013年1月に発生したアルジェリア・イナメナスのテロ事件の影響で、機材の輸送が滞った。日本側からの渡航が禁止されたことで JCC が延期され、ADRAR 国際会議にも出席できなかった。しかし、現時点では、調達機器の輸送や渡航は再開されており、ピッチを上げつつ共同研究を進めている。

## (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教育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・研究およびプロジェクト遠隔会議を行う。

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、日本ー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・会議システムの設置、実証実験およびこれを使った連携研究を行った。

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特に低速不安定な Internet 対応のための改良を通して、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、専用 ADSL 回線の導入手続きを進めており間もなく運用される見込みである。

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)

アルジェリアの USTO から 3 名、Saida 大学から 1 名の IT 研究者を JICA 短期研修員として受け入れ、各9週間の集中技術研修を行い、WebELS のソースプログラムを提供し、現地の WebELS システムの運用を開始した。更に、SATREPS 枠の国費留学生として総合研究大学院大学情報学専攻で平成 24 年 10 月に受け入れた。

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

SATREPS 枠の国費留学生として総合研究大学院大学情報学専攻で平成 24 年 10 月に受け入れたことにより、将来アルジェリアおよびアフリカにおける WebELS を活用した先端 e-Learning の推進役として期待できる。また、アルジェリア側で JICA 短期研修員を中核として WebELS を使った e-Learning を推進するために運用および研究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・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、砂漠に豊富にある硅砂を原料とする 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  $\text{SiO}_2$  と炭素の混合体から Si が生成することを確認した。

### 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  $\text{SiO}_2$  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

パルス熱プラズマにより、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。これは、別途再処理を必要とする副生成物を有効活用できる結果として重要である。

## (4) 研究題目: 高純度シリカから太陽電池級シリコンへ還元するプロセスの開発(伊高健治・弘前大学 北日本新エネルギー研究所)

### ①研究のねらい

熱力学的な考察をベースにして、豊富に存在する硅砂を利用して作製された高純度シリカから太陽電池級シリコンへ還元するプロセスの実験的開発を行う。

### ②研究実施方法

熱力学計算を行うことによって、熱力学的相図を作成し、この相図に基づいて、コンビナトリアル手法を取り入れた高周波誘導加熱法で、シリコンを製造する。

### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

炭素、シリカ、炭化珪素を適切に組み合わせることによって、高純度シリコン(ボロン、リン濃度 10ppm 以下)を得ることができた。

### 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)

JICA 研修プログラムを通して、計 3 名のアルジェリア側研究者が参加して実際にシリカの還元実験を行った。また留学生 1 名を国費留学生の SATREPS 枠で獲得しており、現在、共同で実験を進めている。また、視察としては、8 名のアルジェリア研究者が見学を行った。

## 3. 成果発表等

### (1) 原著論文発表

① 本年度発表総数 24 件 (国内 0 件、国際 24 件)

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 3 件、国際 59 件)

(共同)

1. A. Boudghene Stambouli, Z. Khiat, S. Flazi, H. Tanemoto, M. Nakajima, H. Isoda, F. Yokoyama, S. Hannachi, K. Kurokawa, S. M. Shimizu, H. Koinuma and N. Yassaa, “*Trends and Challenges of Sustainable Energy and Water Research in North Africa: Sahara Solar Breeder Concerns at the Intersection of Energy/Water*”, Renewable & Sustainable Energy Reviews, Vol. 30C, pp. 912–922, 2014.
2. A.B. Stambouli, S. Flazi and H. Koinuma, “*Sustainable development by Sahara solar breeder plan: energy from the desert of Algeria, a green energy dream grows in the Sahara*”, Journal of Optoelectronics and advanced Materials, Vol. 15, No.3 – 4, pp 361 - 367, March - April 2013.
3. Koinuma H, Fujioka H, Hannachi S, Kitamura Y, Shimizu M, Kurokawa K, Stambouli A.B., “*SSBFI: Sahara Solar Breeder Foundation, International*”, 2AJAS Proc in press
4. “Sahara solar breeder project” Koinuma H, Tsubouchi K, Itaka K, Stambouli A, McGraw–Hill Yearbook of Science and Technology, 2013, 325–330, 2013.
5. A. B. Stambouli, Z. Khiat, S. Flazi, and Y. Kitamura, “A review on the renewable energy development in Algeria: Current perspective, energy scenario and sustainability issues”, Renewable & Sustainable Energy Reviews, **16**(7), 4445–60, 2012.
6. 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. “*Cloud-based Automated Authoring System to Support E-Learning in Higher Education Under Low-Speed Internet*” Mohamed Osamnia, Sila Chunwijitra, Arjule John Berena, Hitoshi Okada and Haruki Ueno, Submitted to the International Conference On Future Trends In Information and Communication Engineering. FTICE 2014, Bangkok. Thailand).
2. “*A Cloud-Based Multi-functional e-Meeting System by Flash-Based Multimedia Technology for Higher Education on the WebELS System*”, Mohamed Osamnia, Sila Chunwijitra, Arjule John Berena, Hitoshi Okada and Haruki Ueno, Proceedings of the 14th Pacific-Rim Conference on Multimedia, DOI 10.1007/978-3-319-03731-8\_1, December 2013.
3. “*WebELS: Enabling e-Learning in Higher Education over Low Bandwidth Environment*”, Arjule John Berena, Sila Chunwijitra, Mohamed Osamnia, Hitoshi Okada, H. Ueno, Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Conference on Computers in Education (ICCE 2013), p. 443–449, November 18–22, 2013.
4. “*Realizing e-Learning in Higher Education over Low Bandwidth Environment*”, Arjule John Berena, Sila Chunwijitra, Mohamed Osamnia, Hitoshi Okada, H. Ueno, Proceedings of the First Asian Conference on Society, Education and Technology (ACSET) 2013, pp. 474–486 October 23–27, 2013.
5. “*An Advanced Cloud-Based e-Learning Platform for Higher Education for Low Speed Internet*”, Sila Chunwijitra, Ph.D thesis, Department of Informatics, School of Multidisciplinary Sciences, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), September, 2013
6. “*Video Embedded Synchronization to Support On-Line Presentation for Higher Education on the WebELS System*”, Mohamed Osamnia, Sila Chunwijitra, Arjule John Berena, Hitoshi Okada and Haruki

Ueno, Proceedings of the 3rd International Conference on Education, Research and Innovation (ICERI) 2013, Brunei Darussalam, V66.11, pp.56-61, September 2013.

7. “Advanced Content Authoring and Viewing Tools Using Aggregated Video and Slide Synchronization by Key Marking for Web-Based e-Learning System in Higher Education”, Sila Chunwijitra, Arjolie John Berena, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, ICE Transactions on Information and Systems, Vol.E96.D No. 8, pp.1754-1765, August 2013.
8. “Advanced Content Authoring and Viewing Tools Using Aggregated Video and Slide Synchronization by Key Marking for Web-Based e-Learning System in Higher Education”, Sila Chunwijitra, Arjolie John Berena, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E96.D No. 8, pp.1754-1765, August 2013.
9. “Automatic Adaptation of Streaming Data for WebELS Meeting for Low-Speed Internet”, Mohamed Osamnia, Arjolie John Berena, Sila Chunwijitra, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, Khiat Zekuia, IEICE Technical Report on Service Computing, vol. 113, no. 86, SC2013-5, pp. 25-30, June 2013.
10. “Shared Virtual Presentation Board for e-Meeting on the WebELS Platform”, Arjolie John Berena, Sila Chunwijitra, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, Human-centric Computing and Information Sciences, DOI 10.1186/2192-1962-3-6, April 2013.
11. H. Koinuma, R. Takahashi, M. Lippmaa, S. Jeong, Y. Matsumoto, T. Chikyo, and S. Suzuki, “Combinatorial Nanoscience and Technology for Solid-State Materials”, Handbook of Advanced Ceramics Chapter 11.1.11, 1103-1123, 2013
12. M. Sumiya, T. Akizuki, K. Itaka, M. Kubota, K. Tsubouchi, T. Ishigaki, and H. Koinuma, “Effect of hydrogen radical on decomposition of chlorosilane source gases”, J. of Phys. Conference Series **441** (2013) 012003
13. S. Chunwijitra, A. J. Berena, H. Okada, H. Ueno, “Advanced Content Authoring and Viewing Tools Using Aggregated Video and Slide Synchronization by Key Marking for Web-Based e-Learning System in Higher Education”, IEICE Transactions on Information and Systems, 2012, accepted.
14. A. J. Berena, S. Chunwijitra, H. Okada, H. Ueno, “Shared Virtual Presentation Board for e-Meeting in Higher Education on the WebELS Platform”, under publication review on Human-Centric Computing and Information Sciences, a Springer Open Journal. 2012. Under review
15. Harada, T; Ohkubo, I; Lippmaa, M; Sakurai, Y; Matsumoto, Y; Muto, S; Koinuma, H; Oshima, M, “Large Tunnel Magnetoresistance in Epitaxial Oxide Spin-Filter Tunnel Junctions”, Advanced Functional Materials, **22**(21), 4471-75, 2012.
16. Fujimoto, E; Sumiya, M; Ohnishi, T; Lippmaa, M; Takeguchi, M; Koinuma, H; Matsumoto, Y, “Development of a new laser heating system for thin film growth by chemical vapor deposition”, Review Of Scientific Instruments, **83**(9), 2012.
17. Harada, T; Ohkubo, I; Lippmaa, M; Sakurai, Y; Matsumoto, Y; Muto, S; Koinuma, H; Oshima, M, “Spin-Filter Tunnel Junction with Matched Fermi Surfaces”, Physical Review Letters, **109**(7), 2012.
18. Sila Chunwijitra, Arjolie John Berena, Hitoshi Okada, Haruki Ueno, “Authoring Tool for Video-based Content on WebELS Learning System to Support Higher Education”, JCSSE 2012, May, pp 317 - 322,

- 2012.
19. Haemori, M; Itaka, K; Yamaguchi, J; Kumagai, A; Yaginuma, S; Fukumoto, H; Matsumoto, Y; Yamamoto, T; Koinuma, H, *"Field-effect transistors of the block co-oligomers based on thiophene and pyridine"*, Thin Solid Films, **520**(13), 2012.
  20. Shin, JM; Lee, HS; Cha, SY; Lee, S; Kim, JY; Park, N; Cho, YC; Kim, SJ; Kim, SK; Bae, JS; Park, S; Cho, CR; Koinuma, H; Jeong, SY, *"Strong ferromagnetism in Pt-coated ZnCoO: The role of interstitial hydrogen"*, Applied Physics Letters, **100**(17), 4445-48, 2012.
  21. 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, **111**(7), 2012.
  22. Lee, S; Kim, WK; Cho, YC; Seo, SW; Bae, JS; Cho, CR; Koinuma, H; Jeong, SY, *"Ferromagnetic spin ordering in amorphous Co-doped InGaZnO based on the Co-H-Co complex"*, Epl, **98**(1), 2012.
  23. Cho, YC; Lee, S; Nahm, HH; Kim, SJ; Park, CH; Lee, SY; Kim, SK; Cho, CR; Koinuma, H; Jeong, SY, *"Conductive and ferromagnetic contributions of H in ZnCoO using H-2 hot isostatic pressure"*, Applied Physics Letters, **100**(11), 2012
  24. Y. Sakurai, I. Ohkubo, Y. Matsumoto, H. Koinuma, M. Oshima, *"Influence of substrates on epitaxial growth of B-site-ordered perovskite La(2)NiMnO(6) thin films"*, Journal of Applied Physics, **110**(6), 2011.
  25. 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.
  26. 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
  27. 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)MnO(3) by Co substitution"*, Physica Status Solidi-Rapid Research Letters, **5**(1), 34-36, 2011.
  28. Sila Chunwijitra, Arjulie 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
  29. Sila Chunwijitra, Arjulie 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
  30. 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.
  31. 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).

32. 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.
  33. 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.
  34. 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)
  35. 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.
  36. 鯉沼秀臣、「地球を救う革新的材料技術—ゼロエクスセルギー酸化物の化学とサハラソーラーブリーダー計画—」、未来材料、2010年11月号  
(アルジェリア)
1. F.Z. Zerhouni and A.B. Stambouli, “*Chapter 18 entitled: Study of Hybrid Sustainable Energy System Based on PEM Fuel Cells and Photovoltaic-Module Power Generator*”, Sustainable ICTs and Management Systems for Green Computing book, pp 399– 422, June 2013.
  2. T. Benmessaoud and AB. Stambouli, “*Chapter 27 entitled: Modeling and Simulation of a Stand-Alone Hydrogen Photovoltaic Fuel Cell Hybrid System*”, Handbook of Research on Novel Soft Computing Intelligent Algorithms: Theory and Practical Applications, A volume in the Advances in Computational Intelligence and Robotics, pp 829–859, 2014.
  3. M. Benssada and AB. Stambouli, “*A practical design sliding mode controller for DC-DC converter based on control parameters optimization using assigned poles associate to genetic algorithm*”, Electrical Power and Energy Systems, 53, pp. 761–773, 2013.
  4. D. Bouguenna and AB. Stambouli, “*Comparative study on performance of cubic  $Al_xGa_{1-x}N/GaN$  nanostructures MODFETs and MOS-MODFETs*”, Superlattices and Microstructures , 62C, pp. 260–268, 2013.
  5. N. Larbi and AB. Stambouli, “*Multiuser detection in CDMA—A comparison of minimum mean square error and simulating annealing heuristic algorithm*”, TOJSAT: The Online Journal of Science and Technology , Volume 3, Issue 4, October 2013.
  6. DJ. Cherifi, Y. Miloud, Ali Tahri, “*A Luenberger State Observer for Stator Resistance Estimation in Sensorless Induction Motor Drives*”, International Review on Modelling and Simulations (IREMOS), Vol. 6. n. 2, pp. 360–369, April 2013.
  7. Ali Tahri, Houari Merabet Boulouiha, Ahmed Allali and Tahri Fatima, “*A Multi-Variable LQG Controller-based Robust Control Strategy Applied to an Advanced Static VAR Compensator*”, Acta Polytechnica Hungarica, Journal of Applied Sciences, Volume 10, Issue Number 4, 2013.
  8. Mohamed Mostefai, Abdallah Miloudi ,Yahia Miloud, “*An Intelligent Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic Systems Based on Neural Network*”, vol.6, N.4, August 2013.



9. S. Benghabrit, D. Chaumont, M. Adnane, and S. Hamzaoui, “*CdS films deposited by Chemical Bath deposition for solar cells application*”, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol.13, No. 5-6, 2013.
10. A.Djelloul, D. Chaumont M. Adnane and S. Hamzaoui, “*Morphology, Structural and Optical Study of Nanocrystalline ZnS thin films deposited by CBD and SILAR Methods*”, Journal of Chemistry and Chemical Engineering, Vol.7, No. 1, 2013.
11. Mokhtar Zerdali, F. Bechiri, I. Rahmoun, M. Adnane, T. Sahraoui and S. Hamzaoui, “*Nickel on porous silicon MSM photo-detector and quantum confinement in nanocrystallites structure as methods to reduce dark current*”, The European Physical Journal Applied Physics , Vol 61, Issue 03, 30101, 2013.
12. A. B. Stambouli, L. Patrick, and B. Alexandre, “PDE-Based Enhancement of Color Images in RGB Space”, IEEE Transactions on Image Processing, **21**(5), 2500-12, 2012.
13. A. B. Stambouli, “*Algerian renewable energy assessment: The challenge of sustainability*”, Energy Policy, **39**(8), 4507-4519, 2011.
14. A. B. Stambouli, “*Promotion of renewable energies in Algeria: Strategies and perspectives*”, Renewable & Sustainable Energy Reviews, **15**(2), 1169-1181, 2011.
15. 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.
16. S. Bettahar, A. B. Stambouli, P. Lambert, “*Numerical scheme for efficient colour image denoising*”, Computers & Mathematics with Applications, **61**(9), 2903-2913, 2011.
17. A. B. Stambouli, “*Promotion of renewable energies in Algeria: Strategies and perspectives*”, Renew Sust Energ Rev, **15**, 1169-1181, (2011).
18. F. Z. Zerhouni, M. H. Zerhouni, M. Zegrar, M. T. Benmessaoud, A. B. Stambouli, A. Midoun, “*Proposed Methods to Increase the Output Efficiency of a Photovoltaic (PV) System*”, Acta Polytech Hung, **7**, 55-70, (2010).
19. F. Z. Zerhouni, M. Zegrar, M. T. Benmessaoud, A. B. Stambouli, A. Midoun, “*Optimum Load Matching by an Array Reconfiguration in Photovoltaic Generators*”, Energ Fuel, **24**, 6126-6130, (2010).
20. M. T. Benmessaoud, F. Z. Zerhouni, M. Zegrar, A. B. Stambouli, M. Tioursi, “*New approach modeling and a maximum power point tracker method for solar cells*”, Comput Math Appl, **60**, 1124-1134, (2010).

## (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抽出と対策の提示
- 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 の研究開発、実証実験および教育コンテンツの開発を行う。

(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角谷正友(物質・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・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。

(4)研究題目:高純度シリカから太陽電池級シリコンへ還元するプロセスの開発

①伊高健治(弘前大学 北日本新エネルギー研究所・准教授)

②研究項目:

- 熱力学計算による反応予測と、炭素熱還元によるシリカ還元プロセスの開発