

| | |
|------|-------|
| 課題番号 | GS017 |
|------|-------|

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

| | |
|----------------|--|
| 研究課題名 | プリント技術によるバイオナノファイバーを用いた低環境負荷・低温エレクトロニクス製造技術の開発 |
| 研究機関・ 部局・職名 | 大阪大学・産業科学研究所・准教授 |
| 氏名 | 能木雅也 |

1. 当該年度の研究目的

本研究課題では、セルロースナノファイバーを用いた透明な紙の製造技術と、プリント印刷技術によるデバイス作製技術の開発に取り組む。本研究課題における最終ゴールは、プリント技術を用いて透明な紙の上に電子デバイスを作製することである。

平成 24 年度までの研究成果において、「高導電性印刷パターン」と「ナノペーパー太陽電池」、「ナノペーパーアンテナ」を開発した。本年度は、「ナノペーパーの耐熱性と電気特性」、「導電性パターンの焼成時間」に関する学術的知見を深く掘り下げつつ、ナノペーパーデバイスの開発に取り組むことを目的とした。

2. 研究の実施状況

本年度の主たる研究成果を以下に示した。

1) ナノペーパーの耐熱性と電気特性: 透明ナノペーパーの高耐熱性メカニズムを明らかにしつつ、その透明性を大幅に向上させた(図1)。カーボンナノチューブなど導電性ナノマテリアルを用いて、導電性透明ナノペーパーを開発した(図2)。また、ナノペーパーの絶縁性・誘電特性なども明らかにした。それらの知見を活かし、ナノペーパートランジスタの開発を行った(図3)。

2) 導電性パターンの焼結時間短縮: キセノンフラッシュランプを用いた光焼結技術を開発し、従来 30 分(1,800 秒)以上の加熱が必要であった焼結プロセスを 50 マイクロ秒(0.00005 秒)まで短縮した。



図1 高耐熱性ナノペーパー



図2 電気の流れる透明な紙

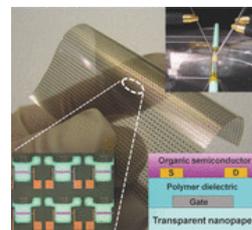


図3 ナノペーパートランジスタ

これらの研究成果は、学術雑誌への投稿ならびに特許出願を行った。そして、国内外の各種シンポジウム・セミナーにおいて研究成果の紹介を行った。また、「国民との科学・技術対話」としてサイエンスカフェを行った。これら活動は、新聞・ネットニュース・テレビなどマスメディアで 30 件以上紹介された。

様式19 別紙1

3. 研究発表等

| | |
|--------------|--|
| 雑誌論文 計25件 | (掲載済み一査読有り) 計12件 1. H. Koga, M. Nogi, N. Komoda, T. T. Nge, T. Sugahara, K. Suganuma “Uniformly connected conductive networks on cellulose nanofiber paper for transparent paper electronics” NPG Asia Materials, (2014) 6, e93 http://www.nature.com/am/journal/v6/n3/full/am20149a.html 2. J. Jiu, T. Araki, J. Wang, M. Nogi, T. Sugahara, S. Nagao, H. Koga, K. Suganuma, E. Nakazawa, M. Hara, H. Uchida, K. Shinozaki “Facile synthesis of very-long silver nanowires for transparent electrodes” J. Mater. Chem. A, (2014) 2, 6326–6330 http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/ta/c4ta00502c#divAbstract 3. Y. Fujisaki, H. Koga, Y. Nakajima, M. Nakata, H. Tsuji, T. Yamamoto, T. Kurita, M. Nogi, N. Shimidzu “Transparent Nanopaper-Based Flexible Organic Thin-Film Transistor Array” Advanced Functional Materials, (2014) 24, 1657–1663 http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201303024/abstract 4. T. Araki, J. Jiu, M. Nogi, H. Koga, S. Nagao, T. Sugahara, K. Suganuma “Low haze transparent electrodes and highly conducting air dried films with ultra-long silver nanowires synthesized by one-step polyol method” Nano Research, (2014) 7, 236–245 http://www.thenanoresearch.com/upload/justPDF/0391.pdf 5. J. Jiu, T. Sugahara, M. Nogi, T. Araki, K. Suganuma, H. Uchida, K. Shinozaki “High-intensity pulse light sintering silver nanowire transparent films on polymer substrates: the effect the thermal properties of substrates on the performance of silver films” Nanoscale, (2013) 5, 11820–11828 http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/nr/c3nr03152g 6. T. Araki, T. Sugahara, J. Jiu, S. Nagao, M. Nogi, H. Koga, H. Uchida, K. Shinozaki, K. Suganuma “Cu Salt Ink Formulation for Printed Electronics using Photonic Sintering” Langmuir, (2013) 29, 11192–11197 http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/la402026r 7. T. T. Nge, M. Nogi, K. Suganuma “Electrical functionality of inkjet-printed silver nanoparticle conductive tracks on nanostructured paper compared with those on plastic substrates” Journal of Materials Chemistry C, (2013) 1, 5235–5243 http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/TC/C3TC31220H 8. M. Hsieh, C. Kim, M. Nogi, K. Suganuma “Electrically conductive lines on cellulose nanopaper for flexible electrical devices” Nanoscale, (2013) 5, 9289–9295 http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2013/NR/C3NR01951A 9. M. Nogi, C. Kim, T. Sugahara, T. Inui, T. Takahashi, K. Suganuma “High thermal stability of optical transparency in cellulose nanofiber paper” Applied Physics Letters, (2013) 102, 181911 http://apl.aip.org/resource/1/applab/v102/i18/p181911_s1?isAuthorized=no 10. M. Nogi, N. Komoda, K. Otsuka, K. Suganuma “Foldable nanopaper antennas for origami electronics” Nanoscale (2013) 5, 4395–4399 http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/nr/c3nr00231d 11. 能木雅也「セルロースナノファイバーが拓くプリントドエレクトロニクス」液晶学会誌 (2014) 18, 17 http://jlcs.jp/2014/01/4744 12. 能木雅也、古賀大尚、菅沼克昭「透明な紙の開発とプリントドエレクトロニクスへの応用」繊維機械学会誌 月刊せらい、(2013) 6, 32–36 http://ci.nii.ac.jp/naid/40019718038 (掲載済み一査読無し) 計9件 1. 能木雅也「低環境負荷・低温エレクトロニクス製造技術の開発」大阪大学低温センターだより (2014) 161, 12–16 http://ir.library.osaka-u.ac.jp/dspace/handle/11094/27390 2. 能木雅也「ナノペーパーが実現する折り紙エレクトロニクス」工業材料, (2014) 1, 28–29 http://pub.nikkan.co.jp/magazines/detail/00000439 3. 能木雅也「大阪大学 産業科学研究所 セルロースナノファイバー材料研究分野」紙パ技協誌 (2013) 67, 1428–1429 https://www.japantappi.org/gikyoushi_2_14_12.html 4. 能木雅也「ナノペーパーに印刷したフレキシブル配線」Material Stage, 2013 (12) 13–15 http://ci.nii.ac.jp/nrid/9000241962324 5. 能木雅也「【特集】セルロースナノファイバーの実用化動向 セルロースナノファイバーのプリントド・エレクトロニクスへの応用事例」月刊バイオインダストリー、(2013) 9, 52–61 http://www.cmcbooks.co.jp/products/detail.php?product_id=4491 6. 能木雅也、菅沼克昭「銀ナノワイヤの透明導電膜やアンテナ、折り畳み配線への応用による研究開発テーマの発掘」研究開発リーダー、(2013) 8, 16–21 http://www.gijutu.co.jp/doc/magazine/%82%92_2013_08.htm 7. 能木雅也、菰田夏樹、古賀大尚、菅沼克昭「折り畳み可能な高感度ナノペーパーアンテナの開発」紙パルプ技術タイムズ、(2013) 6, 29–34 http://ci.nii.ac.jp/nrid/9000241588027 8. 能木雅也、古賀大尚、菅沼克昭「プリントド・エレクトロニクス基板に向けた紙の再発明」月刊ディスプレイ、(2013) 5, |
|--------------|--|

| | |
|------------------------|--|
| | <p>20-27 http://ci.nii.ac.jp/nrid/9000241491073</p> <p>9. 古賀大尚、能木雅也、菅沼克昭「セルロースファイバー材料の機能化と応用展開」コンバーテック、(2013) 5, 106-109 http://ci.nii.ac.jp/nrid/9000241573756 (未掲載) 計 4 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能木雅也、古賀大尚「透明セルロースナノファイバーフィルムならびに電子デバイスへの応用」オプトニュース、光産業技術振興会、印刷中 2. 能木雅也「色材サロン」色材協会誌、印刷中 3. 古賀大尚、能木雅也、菅沼克昭「銀ナノワイヤ透明導電膜」プリンテッドエレクトロニクス導電性ナノインクの開発と技術動向、サイエンスアンドテクノロジー、印刷中 4. 能木雅也「透明ナノペーパー」ガラス代替樹脂、技術情報協会、印刷中 |
| <p>会議発表 計 36 件</p> | <p>【専門家向け 計 29 件(招待講演 12 件、一般発表 17 件)】</p> <p>○招待講演 計 12 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能木雅也「プリンテッドペーパーエレクトロニクス」、サーキットネットワーク定期講演会”応用分野の広がるプリンテッドエレクトロニクスの最新動向”、東京、2014 年 3 月 24 日 2. 能木雅也「セルロースナノペーパーの電子デバイス基板への応用」、第 54 回プラスチックフィルム研究会講座 プラスチック材料・加工のイノベーション、その現在と未来、東京、2014 年 3 月 5 日 3. 能木雅也「セルロースナノファイバー透明材料」、第 22 回ポリマー材料フォーラム、東京 2013 年 11 月 28 日 4. 能木雅也「プリンテッド・ペーパーエレクトロニクス」、JOEM アカデミー、大阪、2013 年 11 月 5 日 5. 能木雅也「プリンテッドエレクトロニクスとセルロースナノペーパー」、平成 25 年度次世代プリンテッドエレクトロニクスコンソーシアム第二回研究会、東京、2013 年 10 月 11 日 6. M. Nogi “Printed electronics on nanopaper” ICBP2013, Korea, 2013 Sep. 25-28 7. M. Nogi “Transparent nanopaper for Origami Electronics” ICFPE2013, Korea, 2013 Sep. 11 8. 能木雅也「阪大産研におけるナノセルロース材料開発の紹介」日本製紙連合会 BKP 委員会研究会、大阪、2013 年 7 月 11 日 9. M. Nogi “Applications of nanopaper in printed electronics” PE Asia 2013, Tokyo, 2013 Jul. 9-10 10. 能木雅也「セルロースナノファイバーシートを用いたプリンテッドエレクトロニクス技術の開発」ナノファイバー学会第 4 回年次大会、つくば、2013 年 7 月 5 日 11. 能木雅也「セルロースナノペーパーに印刷した電子デバイスの開発」第 37 回九州紙パルプ研究会講演会、博多、2013 年 5 月 31 日 12. 能木雅也「プリンテッド・ペーパーエレクトロニクス」、PE 研究会、大阪、2013 年 5 月 15 日 <p>○一般発表 計 17 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. M. Hsieh, I. Kanai, M. Nogi, K. Suganuma “Optical transparency of cellulose nanopaper derived from various cellulose sources”, 1st KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, Osaka, Japan, 2014.2. 3-4) 14. T. Wu, M. Nogi, I. Kanai, H. Yagy, K. Suganuma “Ultrathin transparent nanopaper” The 17 th SANKEN International Symposium, Osaka, Japan, 2014.1. 21-22 15. H. Tonomura, H. Koga, Y. Nishina, M. Nogi, K. Suganuma, “Photo-Reduced Graphene Oxide/Cellulose Paper Electrode for Flexible Supercapacitor” The 17th SANKEN International Symposium 2014, Osaka, Japan, 2014.1. 21-22 16. M. Hsieh, M. Nogi, K. Suganuma, “Electrically conductive arrays fabricated on cellulose nanofiber paper substrates for flexible circuits” The 17th SANKEN International Symposium, Osaka, Japan, 2014.1. 21-22 17. Y. Yoshida, J. Jiu, M. Nogi, S. Nagao, K. Suganuma, “Distortion in lattice spacing of silver nanowires by heat treatments” The 17th SANKEN International Symposium, Osaka, Japan, 2014.1. 21-22 18. T. T. Nge, M. Nogi, K. Suganuma “The potential application of nanostructured paper in future printed electronics” The 4th International Conference on Science and Engineering, ICSE 2013, Yangon, Myanmar, Dec. 9-10, 2013 19. K. Suganuma, J. Jiu, T. Sugahara, M. Nogi, H. Koga, T. Araki, H. Uchida, K. Shinozaki “Photo-Sintering of Ag nanowires for Wiring on Transparent Films” ICFPE 2013, Jeju, Korea, Sep 11-13, 2013 20. T. T. Nge, M. Nogi, K. Suganuma “Electrical Functionality and Reliability of Silver Tracks and Thin Film on Nanostructured Paper” ICFPE 2013, Jeju, Korea, Sep 11-13, 2013 21. T. Araki, J. Jiu, M. Nogi, T. Sugahara, K. Suganuma “Synthesis of Ultra-long Silver Nanowires and Application to Transparent Electrode” ICFPE 2013, Jeju, Korea, Sep 11-13, 2013 22. 古賀大尚、能木雅也、菅沼克昭「ナノセルロースを基板に用いた銀ナノワイヤ透明導電紙の調製と応用」化学工学会第 78 年会、岐阜、2014 年 3 月 18-20 日 23. 長島一樹、古賀大尚、Umberto Celano、金井真樹、北岡卓也、能木雅也、柳田剛「紙資源を利用した超フレキシブル不揮発性メモリ」第 61 回応用物理学会春季学術講演会、相模原、2014 年 3 月 18 日 24. 古賀大尚、能木雅也、菅沼克昭「抄紙プロセスの応用によるフレキシブル透明導電紙の開発」第 64 回日本木材学会、愛媛、2014 年 3 月 13-15 日 25. 古賀大尚、能木雅也、菅沼克昭「ペーパーエレクトロニクスに向けたフレキシブル透明導電紙の開発」第 28 回エレクトロニクス実装学会、東京、2014 年 3 月 5-7 日 |

様式19 別紙1

| | |
|----------------------|--|
| | <p>26. Thi Thi Nge, <u>能木雅也</u>, 菅沼克昭 「Adhesion of silver thin film on nanostructured paper」セルロース学会第 20 回年次大会、京都、2013 年 7 月 18-19 日</p> <p>27. <u>能木雅也</u>, 金昌幸, 菅沼克昭 「高温雰囲気下でのセルロースナノペーパーの透明性」セルロース学会第 20 回年次大会、京都、2013 年 7 月 18-19 日</p> <p>28. 古賀大尚, <u>能木雅也</u>, 菅沼克昭 「抄紙プロセスによる透明導電紙の調製と応用」セルロース学会第 20 回年次大会、京都、2013 年 7 月 18-19 日</p> <p>29. 古賀大尚, <u>能木雅也</u>, 菅沼克昭, 磯貝明 「イオン液体を駆使した紙の機能デザイン」平成 25 年度繊維学会年次大会、東京、2013 年 6 月 12-14 日</p> <p>【一般向け 計 7 件】</p> <p>1. <u>能木雅也</u> 「銀ナノワイヤとセルロースナノファイバーを用いた透明導電膜の開発」、わかやま産業振興財団 第4回有機太陽電池研究会、和歌山、2014 年 2 月 5 日</p> <p>2. <u>能木雅也</u> 「ナノセルロースを用いた折り畳める透明導電膜の開発とデバイスへの応用」高分子同友会勉強会 新材料の創製(反応、合成、バイオ、触媒、解析、機能等)について勉強する会、東京、2013 年 12 月 17 日</p> <p>3. <u>能木雅也</u> 「セルロースナノファイバーを基板とした銀ナノワイヤ透明導電膜ならびに有機太陽電池の開発」、科学交流技術財団 有機太陽電池・人工光合成研究会 第 5 回研究会、名古屋、2013 年 11 月 26 日</p> <p>4. <u>能木雅也</u> 「セルロースナノペーパーを基板とした導電性配線の印刷技術」、日本真空学会 11 月研究例会、東京、2013 年 11 月 6 日</p> <p>5. <u>能木雅也</u> 「セルロースナノファイバー研究紹介」、次世代の標準化人材養成プログラム、大阪、2013 年 10 月 4 日</p> <p>6. <u>能木雅也</u> 「セルロースナノファイバーとプリントドエレクトロニクス」阪大第 1 回ナノ理工学情報交流会、大阪、2013 年 8 月 8 日</p> <p>7. <u>能木雅也</u> 「折り紙エレクトロニクス～セルロースナノファイバーを用いたプリントド・エレクトロニクス技術の開発～」第 30 回岡山バイオマスプラスチック研究会、岡山、2013 年 7 月 24 日</p> |
| <p>図書 計 11 件</p> | <p>1. <u>能木雅也</u> 『光』の制御技術とその応用 事例集、1.6 章 セルロースナノファイバーの透明性向上」技術情報協会、2014 年、601 頁、ISBN-13: 978-4861045219 http://www.gijutu.co.jp/doc/b_1758.htm</p> <p>2. <u>能木雅也</u>, 菰田夏樹, 菅沼克昭 「技術シーズを活用した研究開発テーマの発掘 銀ナノワイヤ印刷アンテナの開発と研究開発テーマの発掘」技術情報協会、2013 年、854 頁、ISBN-13: 978-4861044922 http://www.gijutu.co.jp/doc/b_1729.htm</p> <p>3. M. Nogi “Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, Printed Antennas and Solar Cells on Nanopaper” TAPPI Press, 2013 年、327 頁、ISBN: 978-1-59510-224-9 http://www.tappi.org/Bookstore/Books-CD-ROMs/Books/Nanotechnology/0101R332.aspx</p> <p>4. M. Nogi “Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, Bendable Transparent Nanofiber Composites with an Ultralow Coefficient of Thermal Expansion” TAPPI Press, 2013 年、327 頁、ISBN: 978-1-59510-224-9 http://www.tappi.org/Bookstore/Books-CD-ROMs/Books/Nanotechnology/0101R332.aspx</p> <p>5. M. Nogi “Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, Optically Transparent Nanopaper” TAPPI Press, 2013 年、327 頁、ISBN: 978-1-59510-224-9 http://www.tappi.org/Bookstore/Books-CD-ROMs/Books/Nanotechnology/0101R332.aspx</p> <p>6. M. Nogi “Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, High Optical Transparency of Nanofiber Composites against a Wide Refractive Index Range of Polymer Matrix” TAPPI Press, 2013 年、327 頁、ISBN: 978-1-59510-224-9 http://www.tappi.org/Bookstore/Books-CD-ROMs/Books/Nanotechnology/0101R332.aspx</p> <p>7. S. Ifuku, M. Nogi “Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, Acetylation of Bacterial Cellulose Nanofibers for Property Enhancement of Optically Transparent Composites” TAPPI Press, 2013 年、327 頁、ISBN: 978-1-59510-224-9 http://www.tappi.org/Bookstore/Books-CD-ROMs/Books/Nanotechnology/0101R332.aspx</p> <p>8. S. Ifuku, M. Nogi “Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, Nanofibrillar Carbon from Chitin Nanofibers” TAPPI Press, 2013 年、327 頁、ISBN: 978-1-59510-224-9 http://www.tappi.org/Bookstore/Books-CD-ROMs/Books/Nanotechnology/0101R332.aspx</p> <p>9. <u>能木雅也</u>, 古賀大尚, 菅沼克昭 「機能性セルロース次元材料の開発と応用、8.3 章 セルロースナノファイバーのプリントド・エレクトロニクスへの応用」シーエムシー出版、2013 年、239 頁、ISBN: 978-4-7813-0807-4 https://www.cmcbooks.co.jp/products/detail.php?product_id=4421</p> <p>10. <u>能木雅也</u> 「薄膜塗布技術と乾燥トラブル対策 12 章 3 節 銀ナノワイヤを印刷した高感度アンテナの開発」技術情報協会、2013 年、825 頁、ISBN: 978-4-86104-490-8 C3058 http://www.gijutu.co.jp/doc/b_1727.htm</p> <p>11. <u>能木雅也</u> 「コンポジット材料の混練・コンパウンド技術と分散・界面制御 銀フレーク・ポリウレタンペーストを用いた伸縮性導体の開発とその応用」技術情報協会、2013 年、924 頁、ISBN-13: 978-4861044779 http://www.gijutu.co.jp/doc/b_1714.htm</p> |

様式19 別紙1

| | |
|-------------------------|---|
| 産業財産権 出願・取得状況 計0件 | (取得済み) 計0件 (出願中) 計0件 |
| Webページ (URL) | 大阪大学・最先端・次世代研究開発支援プログラム http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next 大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室・最先端・次世代研究開発支援プログラム http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html バイオナノファイバーを用いた低環境負荷・低温エレクトロニクス製造技術の開発 http://www.nogimasaya.com/project/next2011-2014/ |
| 国民との科学・技術対話の実施状況 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Nanocellulose Symposium 2014・第250回生存圏シンポジウム「セルロースナノファイバー、日本には資源も知恵もある」 2014年3月25日、京都(京都テルサ)、一般、300名 内容:セルロースナノファイバーの電子デバイスへの応用事例の紹介 http://vm.rish.kyoto-u.ac.jp/W/LABM/sympo2014mar25 2. 科学技術が拓く2030年をテーマとしたNEXT研究ポスター展示・意見交流会 2014年2月28日～3月1日、東京(ベルサール新宿グランド)、一般、1,000名 内容:本プロジェクトの研究内容紹介 3. セミコンジャパン2013 2013年12月4-6日、千葉(幕張メッセ)、一般、58,873名 内容:本プロジェクトの研究成果をポスター発表 http://www.semiconjapan.org/ja/sites/semiconjapan.org/files/docs/SCJ13_PstShw_J_web.pdf 4. イノベーション・ジャパン2013 2013年8月29-30日、東京(東京ビックサイト)、一般、21,010名 内容:紙の太陽電池とアンテナの紹介 http://www.jst.go.jp/tt/fair/ij2013/index.html 5. 産研ものづくり教室「未来を担うみなさんへ」 2013年8月8日、大阪(大阪大学)、小学生、50名 内容:透明な紙の作り方 6. JPCA Show 2013 2013年6月5日-6月7日、東京(東京ビックサイト)、一般、34,716名 内容:ペーパーエレクトロニクスの紹介 http://www.jpca-show.com/show2013/index.php |
| 新聞・一般雑誌等掲載 計27件 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 「透明なペーパーエレクトロニクスへの応用を目的としたセルロースナノファイバー紙表面の導電性均一接続ネットワーク」、Nature Asia、2014年3月21日 http://www.natureasia.com/ja-jp/aj/am/highlights/52669 2. 深層断面「セルロースナノファイバー、「ポスト炭素繊維」実用化へ急ピッチ」、日刊工業新聞、最終面、2014年2月28日 3. Trends in Japan、Tech&Life、「A paperless society」Web Japan、2013年12月24日 http://web-japan.org/trends/11_tech-life/tec131224.html 4. 「阪大産研ーアルビオン 割れないファンデ」化学工業日報、6面、2013年11月21日 5. サイエンス遊記「電気を通す透明な紙」、電気新聞、1面、2013年11月12日 http://www.shimbun.denki.or.jp/news/main/20131112_03.html 6. 「セルロースナノファイバー 実用化の期待高まる」、化学工業日報、1面、2013年10月2日 7. 「透明な紙が地球環境保護に役立つ!」、大阪大学環境報告書2013、2013年9月24日、23頁 http://www.osaka-u.ac.jp/ja/guide/information/environment 8. 「COLIMN:紙で発電?太陽電池の新技術」、SOLAR JOURNAL、75頁、2013年8月15日 9. 「大阪大学 透明な電気配線 紙に銀ナノインク印刷」、半導体産業新聞、4面、2013年8月7日 10. 「透明紙に導電性、銀ナノインク印刷 阪大が新材料開発」、化学工業日報、8面、2013年8月1日 11. 「印刷からエレクトロニクスまで 時代と共に進化し続ける「紙」、日本化学会「化学と工業」、2013年8月1日、619-623頁 12. 「導電性高い透明な紙 阪大、太陽電池など応用見込む」、日経産業新聞、11面、2013年7月25日 13. 「阪大産研が研究成果発表 ～導電性透明紙と歩容鑑定システム～」、電波新聞、1面、2013年7月24日 14. 「未来型デバイスのアイデア結集ー「プリンテッド・エレクトロニクス」展」、日刊工業新聞、2013年7月15日 |

様式19 別紙1

| | |
|-----|---|
| | <p>http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0320130715eaaj.html 「化学掲示板 「折り畳んでも電気を流しつづける折り紙」を開発」 化学同人「化学」、2013年7月1日</p> <p>http://www.kagakudojin.co.jp/kagaku/web-kagaku03/c6807/c6807-kejiban/index.html</p> <p>15. 「プラスチックよりも強い「透明な紙」が電子デバイスを変える。」、日経ビジネスオンライン、2013年6月18日 http://business.nikkeibp.co.jp/article/topics/20130612/249536/</p> <p>16. 「プリントド・エレクトロニクス・アジア」来月9日開幕ー最新の成果・製品一堂に」、日刊工業新聞、2013年6月18日 http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0320130618eaag.html</p> <p>17. 「電気を通す折り鶴の紙」、中国新聞、2013年6月7日、3面</p> <p>18. 「総長と若手研究者との対話 ～「透ける紙」「透ける画像」を開発」、大阪大学 News Letter No. 60、2013年6月1日 http://www.osaka-u.ac.jp/ja/news/publicrelation/newsletter/files/nl60.pdf</p> <p>19. “New Concepts for Nonwoven Fabric and Paper”、Converttech & e-Print、2013年5/6月、24頁</p> <p>20. 「科学 電気を通す折り紙開発」、朝日新聞、にて研究紹介、2013年5月30日 http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/jp/operation/images/press/2013_7.jpg</p> <p>21. 「レーザー 日本文化の琴線」、日刊工業新聞、19面、2013年5月29日</p> <p>22. 「探訪 先端研究 プリントドエレクトロニクス 極薄紙に導電性配線 スマートカード実現に一役」、日刊工業新聞、19面、2013年5月24日 http://www.nikkan.co.jp/news/photograph/nkx_p20130609.html</p> <p>23. 「折っても通ヅル電気…阪大准教授ら紙に加工」、読売新聞、2013年5月10日、39面</p> <p>24. 「阪大、折り畳んでも電気を流し続ける「導電性折り紙」開発」、日刊工業新聞、2013年5月10日 http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0720130510eaaj.html</p> <p>25. 「Origami Electronics」、Chemistry World、2013年5月7日 http://www.rsc.org/chemistryworld/2013/05/origami-electronics-nanopaper-silver-nanowire-ink-foldable-antennas</p> <p>26. 「関西発 選りすぐり大学技術集」、近畿経済産業局プロジェクトNEXT、2013年4月24日 http://www.kansai.meti.go.jp/3jisedai/project-next/daigakuseeds/pv6.pdf</p> <p>27. 「Editor’s Picks “Technology: Development of Paper solar cells”」、JAPAN CLOSE-UP、3頁、2013年4月1日</p> |
| その他 | <p>1. 【テレビ報道】毎日放送、ちちんぷいぷい、2013年12月12日</p> <p>2. 【テレビ報道】関西テレビ、よ〜い、ドン！・関西ちなみにガイド、2013年6月25日</p> <p>3. 【テレビ報道】TBS、未来の起源、2013年6月2日</p> |

4. その他特記事項

1. 【受賞】ICSE 2013 The Best Presentation Award (Dr. Thi Thi Nge)、ICSE 2013、2013年12月10日
“The potential application of nanostructured paper in future printed electronics”
2. 【受賞】2013 ICFPE Best Paper Award (Dr. Thi Thi Nge)、ICFPE 2013、2013年9月13日
“Electrical Functionality and Reliability of Silver Tracks and Thin Film on Nanostructured Paper”
3. 【受賞】第2回(平成25年度)大阪大学総長顕彰(研究部門)(能木雅也)、大阪大学、2013年8月

実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

| | ①交付決定額 | ②既受領額 (前年度迄の 累計) | ③当該年度受 領額 | ④(=①-②- ③)未受領額 | 既返還額(前 年度迄の累 計) |
|------|-------------|------------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| 直接経費 | 129,000,000 | 86,000,000 | 43,000,000 | 0 | 0 |
| 間接経費 | 38,700,000 | 25,800,000 | 12,900,000 | 0 | 0 |
| 合計 | 167,700,000 | 111,800,000 | 55,900,000 | 0 | 0 |

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

| | ①前年度未執 行額 | ②当該年度受 領額 | ③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く) | ④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入 | ⑤当該年度執 行額 | ⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額 | 当該年度返還 額 |
|------|--------------|--------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|-------------|
| 直接経費 | 11,960,532 | 43,000,000 | 0 | 54,960,532 | 54,937,852 | 22,680 | 0 |
| 間接経費 | 8,867,865 | 12,900,000 | 0 | 21,767,865 | 21,767,865 | 0 | 0 |
| 合計 | 20,828,397 | 55,900,000 | 0 | 76,728,397 | 76,705,717 | 22,680 | 0 |

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

| | 金額 | 備考 |
|---------|------------|------------------------------------|
| 物品費 | 31,057,079 | スターバースト 小型機、電気化学測定システム、試薬など実験消耗品費等 |
| 旅費 | 1,880,630 | 研究成果発表旅費等 |
| 謝金・人件費等 | 18,622,820 | 博士研究員人件費、研究員人件費等 |
| その他 | 3,377,323 | 学会参加費、英文校正等 |
| 直接経費計 | 54,937,852 | |
| 間接経費計 | 21,767,865 | |
| 合計 | 76,705,717 | |

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

| 物品名 | 仕様・型・性能 等 | 数量 | 単価 (単位:円) | 金額 (単位:円) | 納入 年月日 | 設置研究機関 名 |
|----------------------|---|----|--------------|--------------|------------|-------------|
| 電気化学測定システム | 英国ソーラトン社製 1255WB-SYS | 1 | 4,999,050 | 4,999,050 | H25/ 6/27 | 大阪大学 |
| 標準型ドラフトチャンパー | ㈱ダルトン製 DFV-11AK- 15BA1 CES151 | 1 | 1,576,260 | 1,576,260 | H25/ 7/30 | 大阪大学 |
| スターバースト 小型機 | ㈱スキマシ製 HJP-25008 | 1 | 8,295,000 | 8,295,000 | H25/ 9/26 | 大阪大学 |
| ボール衝突チャンパー | ㈱スキマシ製 ノ ズル径:φ 0.15mm | 2 | 1,795,500 | 3,591,000 | H25/ 9/26 | 大阪大学 |
| デスクトップX線回折装置 | ㈱リク製 MiniFlex600msc | 1 | 3,664,500 | 3,664,500 | H25/ 12/16 | 大阪大学 |
| 自動滴定装置(標準構成シングルシステム) | 東亜DKK製 AUT701-1-1- 110A0型(電気伝 導率滴定ユニット 付) | 1 | 1,029,000 | 1,029,000 | H26/ 2/12 | 大阪大学 |
| 測色色差計 ZE-6000型 | ZE-6000 | 1 | 840,000 | 840,000 | H26/ 3/11 | 大阪大学 |