

1 研究業績リスト

1.1 著書

1. M. Akiyoshi, H. Tsuchida and T. Yano, “Thermal diffusivity of ceramics during neutron irradiation”, In C. Sikalidis, editor, *Advances in Ceramics - Characterization, Raw Materials, Processing, Properties, Degradation and Healing*, pp. 39–58. InTech, Rijeka, Croatia, 2011.
2. 秋吉 優史, 大学等における放射線安全管理の実際 (2016年改訂版), 第II章 放射線安全管理の実務 6 環境の安全管理、7 個人の安全管理, pp. 100-141, 大学等放射線施設協議会「大学等における放射線安全管理の実際」編集委員会 編集, ISBN 978-4-904419-67-0, 2016年9月 初版発行, 株式会社アドスリー 発行.

1.2 査読付き原著論文

1. K. Hashimoto, M. Akiyoshi, A. Wiśniewski, M.L. Jenkins, Y. Toda and T. Yano, “A high-resolution electron microscopy study of structural defects in $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ superconductor”, *Physica C*, 269 (1996) 139–148.
2. T. Yano, H. Miyazaki, M. Akiyoshi and T. Iseki, “X-ray diffractometry and high-resolution electron microscopy of neutron-irradiated SiC to a fluence of $1.9 \times 10^{27} \text{ n/m}^2$ ”, *Journal of Nuclear Materials*, 253 (1998) 78–86.
3. T. Yano, K. Ichikawa, M. Akiyoshi and Y. Tachi, “Neutron irradiation damage in aluminum oxide and nitride ceramics up to a fluence of $4.2 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ”, *Journal of Nuclear Materials*, 283-287 (2000) 947–951.
4. M. Akiyoshi, K. Hashimoto and T. Yano, “Neutron- and electron-irradiation effects on microstructure of $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ observed by HREM”, *Physica C*, 338 (2000) 103–109.
5. M. Akiyoshi, T. Yano and M.L. Jenkins, “A structural model of defects in $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ produced by neutron-irradiation”, *Philosophical Magazine A*, 81 (2001) 683–697.
6. M. Akiyoshi, T. Yano and M.L. Jenkins, “A new type of defect on $\{11\bar{2}0\}$ planes in $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ produced by neutron irradiation”, *Philosophical Magazine Letters*, 81 (2001) 251–258.
7. T. Yano, M. Akiyoshi, K. Ichikawa, Y. Tachi and Y. Iseki, “Physical property change of heavily-neutron-irradiated Si_3N_4 and SiC by thermal annealing”, *Journal of Nuclear Materials*, 289 (2001) 102–109.
8. M. Akiyoshi, K. Ichikawa, T. Donomae and T. Yano, “Macroscopic properties and microstructure changes of heavily neutron-irradiated $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ by annealing”, *Journal of Nuclear Materials*, 307-311 (2002) 1305-1309.
9. Y. Pramono and M. Akiyoshi and T. Yano, “Microstructure and helium release behavior of neutron-irradiated SiC containing B_4C ”, *Journal of Plasma Fusion Research Series*, 5 (2002) 561-564.
10. M. Akiyoshi and T. Yano, “Connection structures between type-I and type-II defect in neutron irradiated $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ ”, *Journal of Electron Microscopy*, 52 (2003) 267-275.
11. M. Akiyoshi, N. Akasaka, Y. Tachi and T. Yano, “Relation between macroscopic length change and the crystal structure in heavily neutron-irradiated ceramics”, *Journal of Nuclear Materials*, 329-333 (2004) 1466–1470.

12. M. Akiyoshi, N. Akasaka, Y. Tachi and T. Yano, "Interstitial atom behavior in neutron-irradiated beta-silicon nitride", *Journal of the Ceramic Society of Japan*, 112 (2004) 1490–1494.
13. M. Akiyoshi, H. Sakamoto, R. Haraguchi, K. Moritani, I. Takagi and H. Moriyama, "TOF measurement of electron volt energy hydrogen atoms reflected by stainless-steel surface", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 232 (2005) 173–177.
14. I. Takagi, N. Matsubara, M. Akiyoshi, K. Moritani, T. Sasaki and H. Moriyama, "Deuterium trapping near vanadium surface bombarded with hydrogen ions", *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 232 (2005) 327–332.
15. M. Akiyoshi, I. Takagi, T. Yano, N. Akasaka and Y. Tachi, "Thermal conductivity of ceramics during irradiation", *Fusion Engineering Design*, 81 (2006) 321–325.
16. I. Takagi, M. Akiyoshi, N. Matsubara, K. Moritani and H. Moriyama, "Experiments on deuterium trapping in helium-irradiated copper", *Fusion Engineering Design*, 81 (2006) 785–789.
17. I. Takagi, N. Matsubara, M. Akiyoshi, T. Sasaki, K. Moritani and H. Moriyama, "Production and annihilation of deuterium traps in He-irradiated vanadium", *Journal of Nuclear Materials*, 363-365 (2007) 955–959.
18. M. Akiyoshi, T. Yano, Y. Tachi and H. Nakano, "Saturation in degradation of thermal diffusivity of neutron-irradiated ceramics at $3 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ", *Journal of Nuclear Materials*, 367-370 (2007) 1023–1027.
19. I. Takagi, M. Akiyoshi, N. Matsubara, T. Nishiuchi, K. Moritani, T. Sasaki and H. Moriyama, "Characteristics of traps for hydrogen in helium-irradiated copper", *Journal of Nuclear Materials*, 367-370 (2007) 489–493.
20. M. Akiyoshi and T. Yano, "Neutron-irradiation effect in ceramics evaluated from macroscopic property changes in as-irradiated and annealed specimens", *Progress in Nuclear Energy*, 50 (2008) 567–574.
21. K. Moritani, Y. Teraoka, I. Takagi, M. Akiyoshi and H. Moriyama, "Production and reaction kinetics of radiation-induced defects in alpha-alumina and sapphire under ion beam irradiation", *Journal of Nuclear Materials*, 373 (2008) 157–163.
22. J. Takemoto, K. Moritani, I. Takagi, M. Akiyoshi and H. moriyama, "Electron spin resonance measurement of radiation-induced defects and reactions in vitreous silica irradiated with ion beams", *Journal of Nuclear Materials*, 374 (2008) 293–297.
23. K. Moritani, J. Takemoto, I. Takagi, M. Akiyoshi and H. moriyama, "Reaction kinetics of radiation-induced defects in vitreous silica under ion beam irradiation", *Journal of Nuclear Materials*, 384 (2009) 19–24.
24. M. Akiyoshi, "Thermal diffusivity of ceramics at the neutron irradiation temperature estimated from post-irradiation measurements at 123–413K", *Journal of Nuclear Materials*, 386-388 (2009) 303–306.
25. T. Sawabe, M. Akiyoshi, K. Ichikawa, K. Yoshida and T. Yano, "Microstructure of heavily neutron-irradiated SiC after annealing up to 1500 °C", *Journal of Nuclear Materials*, 386-388 (2009) 333–337.

26. I. Takagi, R. Imade, Y. Ikegami, M. Akiyoshi, K. Moritani, T. Sasaki and H. Moriyama, “Deuterium recombination coefficients on tungsten exposed to RF plasma”, *Journal of Nuclear Materials*, 417 (2011) 564–567.
27. I. Takagi, Y. Ueyama, T. Komura, M. Akiyoshi, T. Sasaki, K. Moritani and H. Moriyama, “Hydrogen trapping in stainless steel irradiated by H and He ions”, *Fusion Science and Technology*, 60(2011) 1523–1526.
28. T. Yano, T. Yamagami, K. Yoshida and M. Akiyoshi, “Neutron-irradiation-induced crystalline defects in b-silicon nitride and their thermal stability”, *Journal of Nuclear Materials*, 417 (2011) 972–975.
29. T. Sawabe, M. Akiyoshi, K. Yoshida and T. Yano, “Estimation of neutron-irradiation-induced defect in 3C-SiC from change in XRD peak shift and DFT study”, *Journal of Nuclear Materials*, 417 (2011) 430–434.
30. M. Akiyoshi, H. Tsuchida, I. Takagi, T. Yoshiie, Xu Qiu, K. Sato and T. Yano, “Irradiation effects on thermal diffusivity and positron annihilation lifetime induced by neutron and 30MeV electron”, *Journal of Nuclear Science and Technology*, 49 (2012) 595–601.
31. I. Takagi, T. Komura, M. Akiyoshi, K. Moritani, T. Sasaki and H. Moriyama, “Hydrogen traps in ion-irradiated F82H steel observed by NRA”, *Journal of Nuclear Materials*, 442 (2013) S33–S37.
32. I. Takagi, K. Yamamichi, Y. Furuta, M. Akiyoshi, T. Sasaki, H. Tsuchida, and Y. Hatano, “In situ observation of deuterium trapping in self-ion irradiated tungsten”, *Journal of Nuclear Materials*, 442 (2013) S246–S250.
33. I. Takagi, K. Matsuoka, T. Tanaka, M. Akiyoshi and T. Sasaki, “Hydrogen trapping in ^3He -irradiated Fe”, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, 314 (2013) 117–121.
34. A. Rueanngoen, K. Kanazawa, M. Akiyoshi, M. Imai, K. Yoshida and T. Yano, “Effects of neutron irradiation on polymorphs of silicon nitride and SiAlON ceramics”, *Journal of Nuclear Materials*, 442 (2013) S349–S398.
35. Y. Furuta, I. Takagi, S. Kawamura, K. Yamamichi, M. Akiyoshi, T. Sasaki and T. Kobayashi, “In situ deuterium observation in deuterium-implanted tungsten”, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 315 (2013) 121–125.
36. H. Tsuchida, H. Tsutsumi, M. Akiyoshi and T. Iwai, “In Situ Observation of Damage Evolution in Polycarbonate under Ion Irradiation with Positrons”, In *JJAP Conf. Proc. (Proc. 2nd Japan-China Joint Workshop on Positron Science)*, (2014) 011103.
37. I. Takagi, S. Nomura, T. Minamimoto, M. Akiyoshi, T. Kobayashi and T. Sasaki, “Hydrogen-deuterium exchange on plasma-exposed W and SS surface”, *Journal of Nuclear Materials*, 463 (2015) 1125–1128.
38. M. Akiyoshi, I. Takagi, T. Yoshiie, Xu Qiu, K. Sato and T. Yano, “Effect of annealing on thermal diffusivity in ceramics irradiated by electrons and neutrons”, *Progress in Nuclear Energy*, 71 (2015) 320–327.

39. T. Sasaki, M. Rajib, M. Akiyoshi, T. Kobayashi, I. Takagi, T. Fujii and M.M. Zaman, “Laboratory enrichment of radioactive assemblages and estimation of thorium and uranium radioactivity in fractions separated from placer sands in southeast Bangladesh”, *Natural Resources Research*, 24 (2015) 209–220.
40. T. Okamoto, T. Igari, Y. Gotoh, N. Sato, M. Akiyoshi and I. Takagi, “Gamma - ray tolerance of CdS/CdTe photodiodes for radiation tolerant compact image sensor with field emitter array”, *Physica status solidi C*, 13 (2016) 635–638.
41. A.S. Sabau, K. Tokunaga, J.J. Henry, J.O. Kiggans, Y. Ueda, L.L. Snead, Y. Katoh and M. Akiyoshi, “Degradation of tungsten coated steel during high-heat flux testing using plasma-arc lamps”, now posting (ICFRM-17).
42. 秋吉 優史, “放射線教育におけるペルチェ冷却式高性能霧箱の活用”, *日本放射線安全管理学会誌*, 16-2 (2017) 72–78.
43. 秋吉 優史, “ペルチェ冷却式高性能霧箱製作のための要素技術”, *日本放射線安全管理学会誌*, 16-2 (2017) 79–84.
44. 後藤 康仁, 辻 博司, 長尾 昌善, 秋吉 優史, 高木 郁二, “X線照射下におけるフィールドエミッタアレイの動作特性評価装置”, *Journal of the Vacuum Society of Japan*, 60 (2017) 328-333.
45. Y. Okuno, S. Okuda, M. Akiyoshi, T. Oka, M. Harumoto, K. Omura, S. Kawakita, M. Imaizumi, S.R. Messenger, K.H. Lee and M. Yamaguchi, “Radiation degradation prediction for InGaP solar cells by using appropriate estimation method for displacement threshold energy”, *Journal of Applied Physics*, 122 (2017) 114901 1–7.
46. 横峯 健彦, 上田 良夫, 徳永 和俊, 結城 和久, 秋吉 優史, 伊庭野 健造, “プロジェクトレビュー 日米科学技術協力事業 PHENIX 計画－前半の成果と後半の研究計画－2. タスク1 プラズマ対向機器における総括熱流応答の解明”, *Journal of Plasma Fusion Research*, 93 (2017) 129–132.
47. M. Akiyoshi, R. Kasada, Y. Ishibashi, L.M. Garrison, J.W. Geringer, W.D. Porter and Y. Katoh, “Validation of Miniature Test Specimens for Post-Irradiation Thermal Diffusivity Measurement”, *Fusion engineering and design*, now printing (online publication <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2018.03.008>)

1.3 学術著書（査読無し）

1. M. Akiyoshi, K. Hashimoto and T. Yano, “Neutron-induced damage in YBa₂Cu₄O₈ superconductor observed by HREM”, In *Proceedings of the 2nd Japan-Korea seminar on advanced reactors*, pp. 279–282, 1996.
2. 矢野 豊彦, 秋吉 優史, 透過電子顕微鏡による無機粉体の微構造観察(1), *色材 (Journal of the Japan Society of Color Material)*, 70 (1997) 660–665.
3. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 橋本 和明, 透過電子顕微鏡による無機粉体の微構造観察(2), *色材 (Journal of the Japan Society of Color Material)*, 70 (1997) 734–741.
4. M. Akiyoshi, D.C. Park and T. Yano, “Neutron-induced structural defects in β-Si₃N₄ observed by HREM”, In *Proceedings of the 4th Japan-Korea seminar on advanced reactors*, pp. 176–184, 2000.
5. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 中性子照射により β-Si₃N₄ 中に導入された転位ループの微細構造解析, *まてりあ (Materia Japan)*, 40 (2001) 1029.

6. Y. Gotoh, H. Tsuji, S. Yoshizawa, M. Nagao, M. Akiyoshi and I. Takagi, “Evaluation of radiation tolerance of silicon dioxide layer for field emitter arrays”, In *Proceedings of the 27th International Vacuum Nanoelectronics Conference*, pp. 71–72, 2014.
7. Y. Gotoh, H. Tsuji, T. Okamoto, M. Nagao, M. Akiyoshi, T. Masuzawa, Y. Neo, H. Mimura, N. Sato and I. Takagi, “Radiation tolerance of compact image sensor with field emitter array and cadmium telluride-based photoconductor”, In *Proc. of 29th International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC)*, pp. 20–21, 2016.
8. T. Masuzawa, Y. Neo, H. Mimura, Y. Gotoh, T. Okamoto, M. Akiyoshi, M. Nagao, N. Sato and I. Takagi, “Development of CdTe based photoconductive target for radiation tolerant compact image sensors”, In *Proc. of 29th International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC)*, pp.115–116, 2016.
9. 秋吉 優史, “核融合炉ダイバータ材料の照射時熱物性評価”, 第 53 回 日本伝熱シンポジウム講演論文集, I234, 2016.
10. 秋吉 優史, “ペルチェ冷却式高性能霧箱の開発”, ESI-NEWS, 35 (2017) 121-132.
11. M. Akiyoshi and H. Ando and Y. Okuno and H. Matsuura, “Development of radiological educational program using a Peltier-cooling-type high performance cloud chamber”, In *Proc. of The fifth international symposium on radiation education (ISRE2016)*, pp.54–62, 2017.
12. 秋吉 優史, “現場に届く放射線教育コンテンツ支援プロジェクト”, 放射線教育フォーラムニュースレター, Vol 69, 2017年11月, pp8-9.

1.4 招待講演

1. 秋吉 優史, “セラミックスの照射損傷に関する研究”, 日本原子力学会核燃料部会主催 第 23 回 核燃料夏期セミナー 「若手研究者による講演」, 2008.07.17, 香川県仲多度郡琴平町 琴参閣.
2. 秋吉 優史, “絶縁材料の放射線耐性”, 日本学術振興会真空ナノエレクトロニクス 第 1 5 8 委員会 第 9 9 回研究会, 2013.10.31, 京都府宇治市 京都大学宇治キャンパスおうばくプラザ.
3. 秋吉 優史, “核融合炉材料開発の現状～微小試験片による熱拡散率測定技術開発”, 大阪ニュークリアサイエンス協会 第 5 8 回放射線科学研究会, 2015.10.16, 大阪府大阪市西区 住友クラブ.
4. 秋吉 優史, “陽電子消滅寿命測定法による照射時熱拡散率の評価”, 関西分析研究会 平成 2 7 年度第 2 回例会, 2016.01.15, 大阪府堺市中央区 大阪府立大学.
5. 秋吉 優史, “高性能ペルチェ冷却霧箱を使って放射線の世界をのぞいてみよう!”, 未来の博士育成ラボ, 2016.04.16, 大阪府堺市中央区 大阪府立大学.
6. 秋吉 優史, “授業に使える放射線に関する学習指導例”, 上北山中学 教科研修会, 2016.11.01, 奈良県上北山村 上北山中学校.
7. 秋吉 優史, “現場に届く放射線教育コンテンツ支援プロジェクト”, 平成 2 9 年度放射線教育フォーラム第 1 回勉強会, 2017.06.03, 東京都港区 東京慈恵医科大学.
8. 秋吉 優史, “現場に届く放射線教育コンテンツ支援プロジェクト”, 中国地域エネルギー環境教育研究会 広島市教師力アップセミナー, 2017.08.26, 広島市南区大須賀町 TKP ガーデンシティ PREMIUM 広島駅前.

9. M. Akiyoshi, "Relation between thermal diffusivity and positron annihilation lifetime in ceramic materials". 2nd Kyoto workshop on positron sciences, 2017.10.30, 京都府宇治市 京都大学.
10. 秋吉 優史, "クルックス管の安全な取り扱いとその課題", 平成29年度放射線教育フォーラム第2回勉強会, 2018.03.04, 東京都港区 東京慈恵医科大学

1.5 受賞歴

1. 日本セラミックス協会第25回学術写真賞優秀賞, 秋吉 優史, 矢野豊彦, "中性子照射により β -Si₃N₄ 中に導入された格子欠陥構造", 東北大学講義棟(仙台), 2000年3月.
2. 日本放射線安全管理学会 第14回学術大会 優秀プレゼンテーション賞, 秋吉 優史, "高性能ペルチェ冷却霧箱を使用した放射線教育プログラム", 筑波大学 大学会館, 2015年12月2日.
3. 第10回陽電子科学研究交流会 奨励賞, 安藤 太一, 秋吉 優史, "陽電子寿命測定系を用いた微小試験片評価手法の開発", 神奈川県逗子市 KKR 逗子松汀園, 2017年9月13日.
4. 日本放射線安全管理学会 12月シンポジウム 優秀ポスター賞, 山本 堅士, 松浦 寛人, 柚木 朋也, 秋吉 優史, "寒剤を用いた普及可能な霧箱の開発", 東京大学 弥生講堂, 2017年12月1日.
5. 日本原子力学会2018年春の年会 学生ポスターセッション アイデア賞, 安藤 太一, 山脇 正人, 平出 哲也, 秋吉 優史, "微小試験片を用いた陽電子消滅寿命評価手法の開発", 大阪大学 吹田キャンパス, 2018年3月27日.
6. 日本原子力学会2018年春の年会 学生ポスターセッション 新人賞, 山本 堅士, 松浦 寛人, 柚木 朋也, 秋吉 優史, "塩化マグネシウムと氷による寒剤を用いた普及可能な霧箱の開発", 大阪大学 吹田キャンパス, 2018年3月27日.

1.6 国際会議等発表 (本人発表文のみ)

1. M. Akiyoshi, K. Hashimoto and T. Yano, "Neutron-induced damage in YBa₂Cu₄O₈ superconductor observed by HREM", *The 2nd Japan-Korea seminar on advanced reactors*, Poster (P.19), Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 1996.10.15-17.
2. M. Akiyoshi, T. Yano, K. Ichikawa, Y. Tachi and H. Kano, "Macroscopic and microscopic changes of heavily neutron-irradiated silicon nitride and carbide ceramics", *The Ninth International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-9)*, Poster (8.24), Colorado Springs, Colorado, U.S.A., 1999.10.10-15.
3. M. Akiyoshi, K. Hashimoto and T. Yano, "Neutron- and electron-irradiation-induced structural change in YBa₂Cu₄O₈ observed by HREM", *International discussion meeting on chemistry approaches to High-T_c superconductive materials / 5th international workshop on chemical designing and processing of High-T_c superconductors (Chem-HTSC V)*, Poster (P8), Tokyo Institute of Technology Nagatsuta campus, Kanagawa, 1999.10.15-16.
4. M. Akiyoshi, D.C. Park and T. Yano, "Neutron-induced structural defects in β -Si₃N₄ observed by HREM", *The 4th Japan-Korea seminar on advanced reactors*, Oral (Session 4), Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 2000.10.19-20.
5. M. Akiyoshi, K. Ichikawa, T. Donomae and T. Yano, Macroscopic properties and microstructure changes of heavily neutron-irradiated β -Si₃N₄ by annealing, *The 10th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-10)*, Poster (Session 13.28), Baden-Baden, Germany, 2001.10.14-19.

6. M. Akiyoshi, N. Akasaka, Y. Tachi and T. Yano, "Interstitial atom behavior in neutron irradiated beta-silicon nitride", *The 5th International Meeting of Pacific Rim Ceramic Societies (PacRim5)*, Poster (Session 22-P-02), Nagoya congress center, Nagoya, 2003.09.30.
7. Masafumi Akiyoshi, Naoaki Akasaka, Yoshiaki Tachi and Toyohiko Yano, "Relation Between Macroscopic Property Changes and the Crystal Structure in Heavily Neutron-irradiated Ceramics", *The 11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11)*, Poster (ID 04B.PO.6), Kyoto International Conference Center, 2003.12.07-12.
8. M. Akiyoshi, H. Sakamoto, R. Haraguchi, K. Moritani, I. Takagi and H. Moriyama, "TOF measurement of electron volt energy hydrogen atoms reflected by stainless-steel surface", *15th International Workshop on Inelastic Ion Surface Collision (IISC-15)*, Poster (ID 19P02), Kyoto International Conference Center, 2004.10.19.
9. M. Akiyoshi, I. Takagi, T. Yano, N. Akasaka and Y. Tachi, "Thermal conductivity of ceramics during irradiation", *The 7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7)*, Poster (ID P4-13), National Museum of Emerging Science and Innovation Tokyo, 2005.05.22-27.
10. M. Akiyoshi, T. Yano, Y. Tachi and H. Nakano, "Saturation in degradation of thermal diffusivity of neutron-irradiated ceramics at $3 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ", *The 12th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-12)*, Poster (ID 08-100), Santa Barbara, CA, U.S.A., 2005.12.04-09.
11. M. Akiyoshi and T. Yano, "Neutron-irradiation effect in ceramics evaluated from macroscopic property changes in as-irradiated and annealed specimens", *The Second International Symposium on Innovative Nuclear Energy Systems (INES-2)*, Oral (No.129), Pacifico Yokohama, Yokohama, 2006.11.28.
12. M. Akiyoshi, "Thermal diffusivity of ceramics at the neutron irradiation temperature estimated from post-irradiation measurements at 123-413K", *The 13th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-13)*, Poster (No.400), Acropolis Congress Center, Nice, France, 2007.12.10-14.
13. M. Akiyoshi, H. Tsuchida, T. Yoshiie, X. Qiu, K. Sato and T. Yano, "Positron annihilation measurement for heavily neutron irradiated ceramics: A challenge to estimate the thermal diffusivity during irradiation", *The 14th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-14)*, Poster (No.180), Sapporo Convention Center, Sapporo, 2009.09.08.
14. M. Akiyoshi, H. Tsuchida, T. Yoshiie, X. Qiu, K. Sato and T. Yano, "Irradiation effects on thermal diffusivity and positron annihilation lifetime induced by neutron and 30 MeV electron", *The Third International Symposium on Innovative Nuclear Energy Systems (INES-3)*, Oral (ID 1B-25), Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 2010.11.01.
15. M. Akiyoshi, I. Takagi, H. Tsuchida, T. Yoshiie, "The Dependence of Thermal Diffusivity on Measurement Temperature Affected by Irradiation Damage in Ceramic Materials", *The 13th International Workshop on Plasma-Facing Materials and Components for Fusion Applications and 1st International Conference on Fusion Energy Materials Science*, Max-Planck Institute, Rosenheim, Germany, 2011.05.11.
16. M. Akiyoshi, H. Tsuchida, I. Takagi, T. Yoshiie, "Annealing behavior of positron annihilation lifetime and thermal diffusivity in 30 MeV electron-irradiated ceramics", *The 15th International*

Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-15), Poster (ID 15-340), Charleston, SC, U.S.A., 2011.10.20.

17. M. Akiyoshi, I. Takagi, T. Yoshiie, Xu Qiu, K. Sato, “Annealing behavior of thermal diffusivity in ceramics irradiated by 30MeV electron”, *The 8th International Symposium on Swift Heavy Ions in Mater (SHIM2012)*, Poster (ID Fr-087), Kyoto University, Kyoto, 2012.10.26.
18. M. Akiyoshi, “Irradiation degradation of heat conductivity”, *PHENIX Experimenters’ Workshop on Planning of Neutron Irradiation Test Matrix and Heat Response Modeling and Experiment*, Oral, Oak Ridge National Laboratory, USA, 2012.10.26.
19. M. Akiyoshi, T. Yano, Y. Tachi, T. Sawabe, “Annealing behavior of heavily neutron-irradiated beta-SiC on swelling and thermal diffusivity”, *The 11th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-11)*, Poster (ID P2-085), Palau de Congressos de Barcelona, Barcelona, Spain, 2013.09.18.
20. M. Akiyoshi, I. Takagi, T. Yoshiie, Xu Qiu, K. Sato and T. Yano, “Effect of annealing on thermal diffusivity in ceramics irradiated by electrons and neutrons”, *The Fourth International Symposium on Innovative Nuclear Energy Systems (INES-4)*, Oral (ID B23-3), Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 2013.11.07.
21. M. Akiyoshi, “30MeV electron irradiation experiment performed by KURRI-LINAC”, *PHENIX Task 1 Workshop – Workshop on substantiation for gas-cooled divertor –*, Oral, Kyoto University, Uji, Kyoto, 2014.06.05.
22. M. Akiyoshi, “Preliminary results of thermal diffusivity measurements of PHENIX specimens (Thermal diffusivity measurement on 3mm diameter small W specimen using Netzsch LFA-457)”, *PHENIX Task 1 & 2 Workshop*, Oral, Oak Ridge National Laboratory, USA, 2015.05.26.
23. M. Akiyoshi, “Study Plan in ORNL Feb-Mar 2017”, *Steering Committee Meeting of PHENIX Project*, Oral, Idaho National Laboratory, USA, 2017.02.9-10.
24. M. Akiyoshi, “Task 1 PIE Plan - Irradiated specimens, detail of PIE, status of PAL facility for HLT”, *PHENIX Task 2 Workshop*, Oral, Uji, Kyoto, Japan, 2016.10.13-14.
25. M. Akiyoshi, “Thermal diffusivity measurement using broken tensile bars”, *US-Japan PHENIX Collaboration Project Tasks 2 & 3 Joint Experimenters’ Workshop*, Oak Ridge National Laboratory, USA, 2017.05.30.
26. M. Akiyoshi, R. Kasada, Y. Ishibashi, L.M. Garrison, J.W. Geringer, W.D. Porter and Y. Kato, “Validation of Miniature Test Specimens for Post-Irradiation Thermal Diffusivity Measurement”, *13th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-13)*, Kyoto, Japan, 2017.09.25-29.

1.7 国内の学会等発表、講演（本人発表文のみ）

1. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 橋本 和明, “中性子照射した $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ 超伝導体中の格子欠陥構造解析”, 日本セラミックス協会 年会 (p151), 1998.03.29, 千葉県習志野市 千葉工業大学.
2. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 加納 茂機, 舘 義昭, “中性子照射により Si_3N_4 中に形成された格子欠陥の高分解能電子顕微鏡観察”, 日本原子力学会 1998 年秋の大会 (C60), 1998.09.30, 福井県福井市 福井大学.

3. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 市川 恒希, 加納 茂機, 舘 義昭, “同時に中性子重照射した Al_2O_3 , AlN , Si_3N_4 , SiC セラミックスの物理的, 熱的特性とその回復挙動”, 日本原子力学会 1999 年春の年会 (A41), 1999.03.24, 広島県広島市 広島大学.
4. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 中性子照射により Si_3N_4 中に形成された格子欠陥の高分解能電子顕微鏡観察及び構造解析”, 日本原子力学会 1999 年秋の大会 (D62), 1999.09.12, 新潟県柏崎市 新潟工科大学.
5. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 橋本 和明, “ $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ 超伝導体中の Cu-O 鎖に関連した欠陥構造の HREM 観察”, 日本電子顕微鏡学会第 56 回学術講演会 (19-IV-1450), 2000.5.17-19, 東京都北区 北とぴあ.
6. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, “中性子照射により $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ 中に形成された第二のタイプの格子欠陥構造解析”, 日本原子力学会 2001 年春の年会 (E22), 2001.03.28, 東京都世田谷区 武蔵工業大学.
7. 秋吉 優史, “中性子照射セラミックスの欠陥挙動と結晶結合様式の相関”, 原子力関係科学技術の基礎的研究の動向調査委員会, 2004.08.30, 大阪市北区 大阪大学中之島センター.
8. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 赤坂 尚昭, 舘 義昭, “中性子照射したセラミックスの照射条件によるスエリング挙動の違い”, 日本原子力学会 2004 年秋の大会 (G42), 2004.09.15, 京都市左京区 京都大学.
9. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, “セラミックスの照射挙動と結晶構造の相関” 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2005.03.10, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
10. 秋吉 優史, 高木 郁二, 矢野 豊彦, 赤坂 尚昭, 舘 義昭, “中性子照射したセラミックスのアニールによる熱拡散率とスエリングの回復挙動の相関”, 日本原子力学会 2004 年春の年会 (I30), 2005.03.31, 神奈川県平塚市 東海大学湘南校舎.
11. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 赤坂 尚昭, 舘 義昭, “中性子照射時に於けるセラミックスの熱拡散率” 日本原子力学会 2005 年秋の大会 (K2), 2005.09.13, 青森県八戸市 八戸工業大学.
12. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, “セラミックスの中性子照射に伴う熱拡散率低下の飽和”, 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2006.03.01, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
13. 秋吉 優史, 高木 郁二, 矢野 豊彦, 赤坂 尚昭, 舘 義昭, “中性子重照射 $\beta\text{-SiC}$ のスエリングとその回復挙動”, 日本原子力学会 2006 年春の年会 (G38), 2006.03.26, 茨城県 東茨城郡 大洗町 核燃料サイクル機構 大洗研究開発センター.
14. 秋吉 優史, 矢野 豊彦, 赤坂 尚昭, 舘 義昭, “中性子照射セラミックスの熱拡散率低下の限界”, 日本原子力学会 2006 年秋の大会 (G08), 2006.09.27, 北海道札幌市 北海道大学.
15. 秋吉 優史, 土田秀次, 高木郁二, 義家 敏正, “陽電子消滅法を用いた中性子照射時熱拡散率の評価手法の開発”, 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2007.03.08, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
16. 秋吉 優史, 土田秀次, 義家 敏正, “中性子照射後セラミックスの熱拡散率と s パラメーターの相関”, 京都大学 原子炉実験所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」, 2007.11.17, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
17. 秋吉 優史, “中性子照射セラミックスの低温に於ける熱拡散率温度依存性からの照射時熱拡散率の評価”, 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2008.03.17, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.

18. 秋吉 優史, 高木郁二, “照射後試料の低温での熱拡散率測定によるセラミックスの照射時熱拡散率の評価”, 日本原子力学会 2008 年春の年会 (G17), 2008.03.26, 大阪府吹田市 大阪大学吹田キャンパス.
19. 秋吉 優史, 高木郁二, 義家 敏正, “中性子照射後セラミックスの熱拡散率と測定温度依存性の相関”, 日本原子力学会 2008 年秋の大会 (N60), 2008.09.06, 高知県香美市 高知工科大学.
20. 秋吉 優史, 土田秀次, 田中 拓, 足立 旬, 義家 敏正, Xu Qiu, 白井 泰治, “陽電子消滅法によるイオンビーム照射時欠陥の評価”, 京都大学 原子炉実験所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」, 2008.12.05, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
21. 秋吉 優史, 土田秀次, 高木郁二, 田中 拓, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “照射時熱拡散率評価に向けた陽電子消滅法による中性子照射後セラミックス試料の評価”, 日本原子力学会 2009 年春の年会 (B16), 2009.03.23, 東京都目黒区 東京工業大学.
22. 秋吉 優史, 高木郁二, 土田秀次, 森谷 公一, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “30 MeV 電子線で照射したセラミックスの熱拡散率及び陽電子消滅挙動の変化”, 日本原子力学会 2009 年秋の大会 (N01), 2009.09.16, 宮城県仙台市 東北大学青葉山キャンパス.
23. 秋吉 優史, 土田秀次, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “中性子照射したセラミックスの陽電子寿命と熱拡散率の相関”, 京都大学 原子炉実験所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」, 2009.11.21, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
24. 秋吉 優史, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “KURRI-LINAC にて電子線照射したセラミックス試料の照射後熱拡散率評価”, 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2009.12.21, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
25. 秋吉 優史, 高木郁二, 土田秀次, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, 森山 裕丈, “陽電子寿命測定による 30MeV 電子線照射後セラミックスの欠陥導入状態評価”, 日本原子力学会 2010 年秋の大会 (E35), 2010.09.16, 北海道札幌市 北海道大学.
26. 秋吉 優史, 土田秀次, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “中性子及び電子線照射後セラミックス試料の熱拡散率と陽電子寿命の相関”, 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2010.12.17, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
27. 秋吉 優史, 高木郁二, 土田秀次, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “KURRI LINAC を用いた 30 MeV 電子線照射セラミックスの照射後アニールに伴う物性回復挙動”, 京都大学 原子炉実験所 学術講演会, 2011.02.02, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
28. 秋吉 優史, 高木郁二, 土田秀次, 義家 敏正, “セラミックス材料の照射時熱拡散率評価手法開発”, GCOE「地球温暖化時代のエネルギー科学拠点」産学連携シンポジウム, 2011.03.18, 京都府京都市南区 京都府民総合交流プラザ内京都テルサ.
29. 秋吉 優史, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “点欠陥導入セラミックスのアニールに伴う陽電子寿命回復挙動と熱拡散率の相関”, 京都大学 原子炉実験所専門研究会「陽電子科学とその理工学への応用」, 2011.12.02, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
30. 秋吉 優史, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “点欠陥導入セラミックスのアニールに伴う熱拡散率と陽電子寿命の回復挙動”, 京大原子炉実験所 材料照射効果の解明と照射技術の高度化ワークショップ, 2011.12.16, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
31. 秋吉 優史, 高木郁二, 義家 敏正, Xu Qiu, 佐藤 紘一, “欠陥導入形態の異なるセラミックス材料のアニールに伴う回復挙動の比較”, 日本原子力学会 2012 年秋の大会 (E09), 2012.09.19, 広島県東広島市 広島大学 東広島キャンパス.

32. 秋吉 優史, “常陽 CMIR-4,5 リグ照射後セラミックス試料におけるアニール挙動の特異性”, 日本原子力学会 2014 年春の年会 (E43), 2014.03.27, 東京都世田谷区 東京都市大学 世田谷キャンパス.
33. 秋吉 優史, “温度履歴が照射効果に及ぼす影響の検討 ～ 常陽 CMIR-4,5 の場合”, 東北大学金属材料研究所附属量子エネルギー材料科学国際研究センター 2014 年度大洗研究会 材料試験炉に関する国際シンポジウム (Poster 11) 2014.12.11, 宮城県仙台市青葉区 東北大学 金属材料研究所.
34. 秋吉 優史, “高性能ペルチェ冷却霧箱を使用した放射線教育プログラム”, 放射線安全管理学会 第 14 回大会 (1A2-2), 2015.12.02, 茨城県つくば市 筑波大学 学生会館.
35. 秋吉 優史, “高性能ペルチェ霧箱を用いた β 線観察による放射線教育の高度化”, 日本原子力学会 2015 年春の年会 (3B03), 2016.03.28, 宮城県仙台市青葉区 東北大学 川内キャンパス.
36. 秋吉 優史, “核融合炉ダイバータ材料の照射時熱物性評価”, 第 53 回 日本伝熱シンポジウム (I234), 2016.05.25, 大阪府大阪市北区 グランキューブ大阪.
37. 秋吉 優史, “結局どれぐらい放射線は身体に影響があるの?”, みんなの暮らしと放射線展 親子セミナー 保護者対象ミニツアー, 2016.08.06 及び 07, 大阪府大阪市西区 大阪科学技術センター.
38. 秋吉 優史, “高性能ペルチェ霧箱の開発”, OPU TECH-THON, 2016.10.22, 大阪府堺市中区 大阪府立大学.
39. 秋吉 優史, “普及型ペルチェ冷却式高性能霧箱を用いた放射線教育プログラム”, 科学の祭典京都大会 交流会, 2016.11.12, 京都府京都市伏見区 京都市青少年科学センター.
40. 秋吉 優史, W. D. Porter, 加藤 雄大, “核融合炉ダイバータ材料熱物性評価のための ϕ 3 微小試験片測定技術開発”, 大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センター平成 26 年度放射線施設共同利用報告会, 2016.11.18, 大阪府堺市中区 大阪府立大学.
41. 秋吉 優史, 奥野 泰希, 安藤 太一, “放射線教育での普及を目指したペルチェ冷却式高性能霧箱の開発”, 大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センター平成 26 年度放射線施設共同利用報告会, 2016.11.18, 大阪府堺市中区 大阪府立大学.
42. 秋吉 優史, 安藤 太一, 奥野 泰希, 松浦 寛人, “ペルチェ冷却式高性能霧箱を用いた、高校生に対する放射線教育事例”, 日本放射線安全管理学会 第 15 回学術大会 (P37), 2016.12.01, 岡山県岡山市北区 岡山大学.
43. 秋吉 優史, 松浦 寛人, 谷口 良一, 古田 雅一, “「みんなの暮らしと放射線展」における、新しい放射線教育コンテンツの試行”, 日本放射線安全管理学会 第 15 回学術大会 (3A1-1), 2016.12.02, 岡山県岡山市北区 岡山大学.
44. 秋吉 優史, “普及型ペルチェ冷却式高性能霧箱の開発”, 大阪府立大学・大阪市立大学ニューテックフェア 2016 (No.11), 2016.12.06, 大阪府大阪市中央区 大阪産業創造館.
45. 秋吉 優史, “関西地区における一般人への放射線に関する知識普及活動の紹介”, 関西原子力懇談会 廃棄物処分動向調査委員会, 2016.12.26, 大阪府大阪市西区 大阪科学技術センター.
46. 秋吉 優史, “大阪府立大学 地域連携研究機構 放射線研究センター 共同利用拠点へ向けての現状報告”, 原子力科学系 大学研究所等連絡ネットワーク設立会合 (依頼講演), 2017.02.21, 大阪府熊取町 京都大学 原子炉実験所.
47. 秋吉 優史, “放射線透過検査/厚さ計/密度計の概念を学習可能な放射線教育用教材の開発”, 日本原子力学会 2017 年春の年会 (2C17), 2017.03.28, 神奈川県平塚市 東海大学.

48. 秋吉 優史, “関西地区におけるオープンスクール活動と新規放射線教育コンテンツ”, 日本放射線安全管理学会 第16回学術大会 (D2-4), 2017.06.28, 大分県大分市 ホルトホール大分.
49. 秋吉 優史, “大阪府立大学におけるふるさと納税制度を用いた放射線教育支援活動”, 日本放射線安全管理学会 第16回学術大会 (P-6), 2017.06.29, 大分県大分市 ホルトホール大分.
50. 秋吉 優史, “結局どれぐらい放射線は身体に影響があるの?”, みんなの暮らしと放射線展 親子セミナー 保護者対象ミニツアー, 2017.08.05 及び 06, 大阪府大阪市西区 大阪科学技術センター.
51. 秋吉 優史, “ペルチェ冷却式高性能霧箱の高性能化とクルックス管を用いた光電子観察”, 日本原子力学会 2017年秋の大会, 2017.09.13, 北海道札幌市 北海道大学.
52. 秋吉 優史, “現場に届く放射線教育コンテンツ支援プロジェクト”, 科学の祭典京都大会 交流会, 2017.11.11, 京都市青少年科学センター.
53. 秋吉 優史, “ペルチェ冷却式高性能霧箱を用いた総合的放射線・エネルギー教育の提案”, 放射線教育フォーラム 公開パネル討論「エネルギー・放射線教育 in 愛知」(ブース展示、ショートプレゼン), 2017.11.23, 名古屋大学 東山キャンパス.
54. 秋吉 優史, 掛布 智久、谷口 和史、高島 勇二、宮川 俊晴, “クルックス管を用いた放射線教育と放射線安全管理”, 日本放射線安全管理学会 12月シンポジウム, 2017.11.30, 東京大学.
55. 秋吉 優史, 掛布 智久、谷口 和史、宮川 俊晴, “クルックス管からの低エネルギー X線評価手法の開発”, 大阪府立大学研究推進機構・放射線研究センター平成 28 年度共同利用報告会. 2017.11.21, 大阪府立大学 放射線研究センター.
56. 秋吉 優史, “ペルチェ冷却式高性能霧箱による陽電子飛跡の直接観察”, 京都大学原子炉実験所専門研究会 「陽電子科学とその理工学への応用」 2017.12.8, 京都大学原子炉実験所.
57. 秋吉 優史, “HFIR 照射後微小試験片を用いた熱拡散率評価”, PHENIX プロジェクト若手研究会, 2018.03.14, 岐阜県土岐市 核融合科学研究所.
58. 秋吉 優史, 掛布 智久、谷口 和史, “クルックス管からの低エネルギー X線の測定、評価手法の開発”, 日本原子力学会 2018年春の年会, 2018.03.27, 大阪大学 吹田キャンパス.

1.8 外部資金

1. 関西原子力懇談会 「原子力関係科学技術の基礎的研究の動向調査委員会」奨学金
 期間: H16.10.29
 題目: 核材料研究に対する研究助成
 役割: 研究代表者
 金額: 14万円 (直接経費)
2. 文科省 原子力システム研究開発事業 若手対象型研究開発
 期間: H17.12.1 ~ H20.3.31
 題目: 中性子照射環境に於けるセラミックスの熱伝導率評価に関する研究開発
 役割: 研究代表者
 金額: 4,113万円 (直接経費)
3. (財) みずほ学術振興財団 工学研究助成
 期間: H21.4.1 ~ H23.10.31
 題目: 陽電子寿命測定法によるセラミックス中の格子欠陥挙動解析

役割: 研究代表者

金額: 200万円 (直接経費)

4. 科学研究費補助金 基盤研究 B

期間: H23年度 ~ H25年度

題目: 燃料被覆管の表面酸化膜における水素移動のその場観察

役割: 研究分担者

研究代表者: 京都大学 工学研究科 原子核工学専攻 高木 郁二教授

金額: 1,209万円 (全体、間接経費含む)、60万円 (分担額、直接経費のみ)

5. 日立金属・材料科学財団 材料科学研究助成金

期間: H25.3.8 (寄付金領収) ~ H26.4.10 (報告書提出)

題目: 革新的陽電子消滅寿命測定システムによるセラミックスの照射欠陥評価

役割: 研究代表者

金額: 80万円 (直接経費)

6. 関西原子力懇談会 学術振興奨学金

期間: H25年度 ~ H27年度

題目: 革新的陽電子消滅測定系を用いた照射材料評価手法の開発

役割: 研究代表者

金額: 単年度 50万円 (直接経費) × 3年

7. 文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業 原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ

期間: H25.10 ~ H27年度

題目: 微小真空冷陰極アレイを用いた高い放射線耐性を持つ小型軽量撮像素子の開発

役割: 研究分担者

研究代表者: 京都大学 工学研究科 電子工学専攻 後藤 康仁准教授

金額: 9,204万円 (全体、間接経費含む計画予算、分担経費は無し)

8. 公益財団法人 日本教育公務員弘済会 日教弘本部奨励金

期間: H28年度

題目: 高度化したペルチェ冷却式霧箱による総合的教育テーマの創出

役割: 研究代表者

金額: 99.4万円 (間接経費含む)

9. 公益財団法人 マツダ財団 マツダ研究助成 - 青少年健全育成関係 -

期間: 2017/11/01 ~ 2018/03/31

題目: 放射線教育を中心とした総合的理科教育教材の創出

役割: 研究代表者

金額: 50万円 (直接経費)

10. 日本放射線安全管理学会 平成31年度放射線安全規制研究の重点テーマ検討グループ

期間: 2017/10/27 ~ 2017/12/25

題目: クルックス管からの低エネルギー X線線量評価手法の開発と教育現場における安全取扱ガイドラインの策定

役割: 研究代表者

金額: 10万円 (学会側で支払い)

11. 関西原子力懇談会 学術振興奨学金

期間: H30年度 ~ H32年度

題目: 革新的陽電子消滅測定系を用いた照射材料評価手法の開発

役割: 研究代表者

金額: 単年度 30 万円 (直接経費) × 3 年

12. 科学研究費補助金 基盤研究 C (小区分 09080 科学教育関連)

期間: H30 年度 ~ H32 年度

題目: 新学習指導要領に準拠した総合的放射線教育コンテンツの開発

役割: 研究代表者

金額: H30 年度 直接経費 1,500,000 円、間接経費 450,000 円

H31 年度 直接経費 1,100,000 円、間接経費 330,000 円

H32 年度 直接経費 800,000 円、間接経費 240,000 円

2 これまでの研究概要

初期の研究では、東京工業大学原子核工学専攻矢野研究室及び核燃料サイクル機構大洗照射材料試験室に於いて、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ 高温超伝導体や $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, AlN , $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$, $\beta\text{-SiC}$ の4種類の構造用セラミックスについて、中性子照射により導入された欠陥の微構造解析を行った。特に、 $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ 中の欠陥構造について、原子配列の構造モデルを構築し、高分解能の透過電子顕微鏡像とシミュレーション結果との画像マッチング、結晶学的考察などから最も適切なモデルを明らかにした [主要論文 1]。

微構造観察に加えて、上記の4種類の構造用セラミックスに対するマクロの物性測定として、熱拡散率測定とスエリング評価を行った。常温での測定結果から照射条件の違いによる評価を行い、さらに等時アニールによる回復挙動の違いを評価することで欠陥導入形態の考察を行った [主要論文 2]。

これまでの微構造観察と、物性測定結果を合わせて、異なるセラミックス材料間での挙動の違いがどこから生じるかを欠陥挙動の観点から整理し、転位ループ導入面の対称性の違いによる「パイルアップ構造」と「ナノパーティション構造」の違いが、今後の照射環境での材料選定の指針となることを独自に提唱した [主要論文 3]。

京都大学に着任後は、プラズマやイオンビーム照射時挙動に関する研究にも着手した。京都大学原子核工学専攻 高木郁二准教授（当時）の協力を得て、RF 水素プラズマのエネルギー分布状態を飛行時間法を用いて測定することで、ステンレス表面での水素反射挙動を評価した。また、アルミナやガラス試料に対するイオンビーム照射時の発光挙動が電子的な欠陥を含む欠陥構造に起因すると考え、ESR 測定により電子的な欠陥の評価を行い、照射条件による変化と照射後のアニールによる変化の挙動を速度論的に解析した。

セラミックスへの照射影響に関する研究は、照射時の熱伝導率を評価する研究を中心として発展させた。核融合炉ダイバータ材料の開発を進める上で、熱物性評価は極めて重要であるが、従来の照射後の熱物性評価では不十分であり、照射時の熱物性評価を行うことが必要であることを申請者は提唱している。日米科学技術協力事業核融合分野研究計画の核融合炉材料開発プロジェクト PHENIX に立ち上げ当初から参加しており、申請者の提唱により日米の主要な照射欠陥研究者の間で照射時の熱物性評価の重要性が認識されてきている。しかしながら、照射時熱拡散率の評価に成功した研究はこれまで存在しなかった。

セラミックス中ではフォノンによる熱伝導が主であり、欠陥の導入により大きく熱拡散率が低下することが知られている。フォノン伝導による熱拡散率 α は温度 T と共に $\alpha = k/T^n$ に従って低下するが、 k, n は照射条件によって変化するため、室温での測定だけでは照射温度 T_{irr} における熱拡散率 $\alpha_{irr} = k/T_{irr}^n$ を求めることは出来ない。このため、液体窒素温度程度の低温から室温付近まででの測定を行い、その温度依存性から照射温度における熱拡散率を評価した。なお、低温での測定を行ったのは試料中の欠陥がアニールされて回復するのを防ぐためであるが、高温での測定を一部の試料に対して行っており、低温からの外挿による評価の妥当性が確認された。

さらに、照射時熱拡散率評価を行うにあたっては、照射時のみに存在する **transient** な欠陥の存在を考慮する必要がある。照射中は常に欠陥の生成と、再結合による消滅が繰り返されているが、この **transient** な欠陥は、照射後速やかに消滅し、照射後の試料中にはほとんど含まれていないため、照射中の方が照射後よりも欠陥導入密度が高いと考える事が出来る。しかしながら中性子照射中の熱拡散率の測定は非常に困難であるため、イオンビームを照射中のその場測定により **transient** な欠陥導入状態を評価した上で、照射後の熱拡散率測定から照射時の熱物性を評価した。イオンビーム照射ではブラッグピーク付近の極めて狭い領域に欠陥が集中しており、バルクな熱物性評価は困難であるため、熱拡散率同様に空孔を鋭敏に検出することが出来る陽電子消滅法の研究を行った。

陽電子消滅測定は、京都大学原子核工学専攻 土田秀次准教授、同原子炉実験所 義家 敏正教授の協力を得て行った。まず一般に行われている $\gamma\text{-}\gamma$ 同時計測により照射後試料の陽電子寿命測定を行った後に、イオンビーム照射時の陽電子寿命測定に必要な $\beta^+ - \gamma$ 同時計測の測定系を構築した。照射後試料の熱拡散率と陽電子寿命の相関と、イオンビーム照射前、照射中、照射後の陽電子寿命測定から、**transient** な欠陥による影響は照射後に存在する欠陥による影響に比べて無視できるほど少ないことが明らかとなり、それまでに行ってきた照射時熱拡散率の評価の信頼性を高めることが出来た [主要論文 4]。

現在は、照射温度をコントロールされた照射試験環境と、実際の照射環境の違いについて検討している。ヒートシンク温度と熱流速が一定である実際の照射環境下では、欠陥導入に伴い熱拡散率が低下すると試料温度が上昇するが、試料温度が上がると欠陥密度が減少して熱拡散率が回復するため、試料温度が一義的に求まらない。このため、欠陥導入速度と、欠陥の消滅・成長速度のバランスで照射時の欠陥濃度を求めるという、速度論的解析から試料温度を評価する必要がある。しかし、中性子照射後試料中の欠陥挙動は複雑で、点欠陥、転位ループ、ボイドなど様々な欠陥を考慮する必要がある。このため、30MeV 電子線ライナックを用いて点欠陥のみを均一に導入した試料を作成し、その欠陥挙動を熱拡散率と陽電子消滅寿命測定から評価する研究を行っている [主要論文 5]。

陽電子消滅測定を行う上で放射線計測に習熟しており、Ge 半導体検出器を用いた放射性核種の同定と定量を学生実験などで行ってきたが、京都大学原子核工学専攻 佐々木 隆之准教授との共同研究に於いて、バングラデシュで産する砂に含まれるトリウム系列、ウラン系列の核種の定量を行い、産地・試料の違いによるそれぞれの核種の含有量変化を評価した。

3 主要論文 5 編

1. M. Akiyoshi, T. Yano and M.L. Jenkins, “A structural model of defects in β -Si₃N₄ produced by neutron-irradiation”, *Philosophical Magazine A*, 81 (2001) 683–697.
2. M. Akiyoshi and T. Yano, “Neutron-irradiation effect in ceramics evaluated from macroscopic property changes in as-irradiated and annealed specimens”, *Progress in Nuclear Energy*, 50 (2008) 567–574.
3. M. Akiyoshi, N. Akasaka, Y. Tachi and T. Yano, “Relation between macroscopic length change and the crystal structure in heavily neutron-irradiated ceramics”, *Journal of Nuclear Materials*, 329-333 (2004) 1466–1470.
4. M. Akiyoshi, H. Tsuchida and T. Yano, “Thermal diffusivity of ceramics during neutron irradiation”, In C. Sikalidis, editor, *Advances in Ceramics - Characterization, Raw Materials, Processing, Properties, Degradation and Healing*, pp. 39–58. InTech, Rijeka, Croatia, 2011.
5. M. Akiyoshi, H. Tsuchida, I. Takagi, T. Yoshiie, Xu Qiu, K. Sato and T. Yano, “Irradiation effects on thermal diffusivity and positron annihilation lifetime induced by neutron and 30MeV electron”, *Journal of Nuclear Science and Technology*, 49 (2012) 595–601.