

平成29年度科学研究費助成事業（特別推進研究）自己評価書
〔追跡評価用〕

平成29年 4月 21 日現在

研究代表者 氏 名	若月 利之	所属研究機関・ 部局・職 (研究期間終了時)	近畿大学・農学部・教授
研究課題名	水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造		
課題番号	19002001	研究期間	平成19年度～平成23年度
研究組織 (研究期間終了時)	研究代表者 若月 利之（近畿大学・農学部・教授） 研究分担者 奥村 博司（近畿大学・農学部・准教授） 増永 二之（島根大学・生物資源科学部・教授） 増田 美砂（筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授）		

【補助金交付額】（研究期間全体）2（直接経費）：259,600千円

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか
 特別推進研究によってなされた研究が、どのように発展しているか、次の(1)~(4)の項目ごとに具体的かつ明確に記述してください。

(1) 研究の概要

(研究期間終了後における研究の実施状況及び研究の発展過程がわかるような具体的内容を記述してください。)

特別推進研究「水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造、2007-2011 年度」は、(1)モデルとなるアフリカ型里山集水域の創造による(2)水田仮説1(科学技術の成立と進化条件)と水田仮説2(集水域のマクロの天然養分供給と水田システムのミクロの養分供給能の強化により畑作地の10倍以上の集約的持続可能な生産性をもたらす)の実証を目指す集水域生態工学的基礎研究を中心に、(3)アフリカ農民による自力展開が可能な水田開発戦略の提示、の3本柱でスタートした。しかし、最優先の目標はアフリカの緑の革命の実現であるのは明らかであったので、上述の(1)と(2)の基礎的学術研究の成果(研究論文)を犠牲にしても、社会的要請の大きい「アフリカの緑の革命の早期実現」を可能にする技術開発に焦点を絞ることとした。この結果、アフリカ農民による「自力灌漑水田開発と稲作技術 Sawah Technology(アフリカ水田農法)」の原型が完成した。2011 年度までに、まず農民レベルで水制御の容易な内陸小低地を対象とした「谷地田農法(下図)」として国際機関アフリカ稲センター(AfricaRice)や JIRCAS 等に技術移転し、さらなる技術進化を可能にした。

アジアにおける米と麦の緑の革命はまず技術開発からスタートした。1930 年代、稲塚権次郎氏は半矮性の草型の農林 10 号技術を開発した。この技術は、1960 年代 IRRI(国際稲研究所)による IR8(ミラクルライス)の開発に応用された。N. Borlaug 氏は農林 10 号を基に 1957 年までに多肥でも倒伏せず耐病性のある高収量品種を育成した。並行して国際農業研究機関 CIMMYT(国際小麦トウモロコシ改良センター)や IRRI が整備され、緑の革命イノベーションが実現し、ノーベル平和賞を受賞した。農林 10 号の半矮性の草型の科学は、70 年後 2002 年、名大の松岡信氏等により半矮性遺伝子 sd1 が同定され、科学的基盤が解明された。アフリカの緑の革命の実現の科学・技術・イノベーションも科学的基礎研究が最後になる可能性が高い。

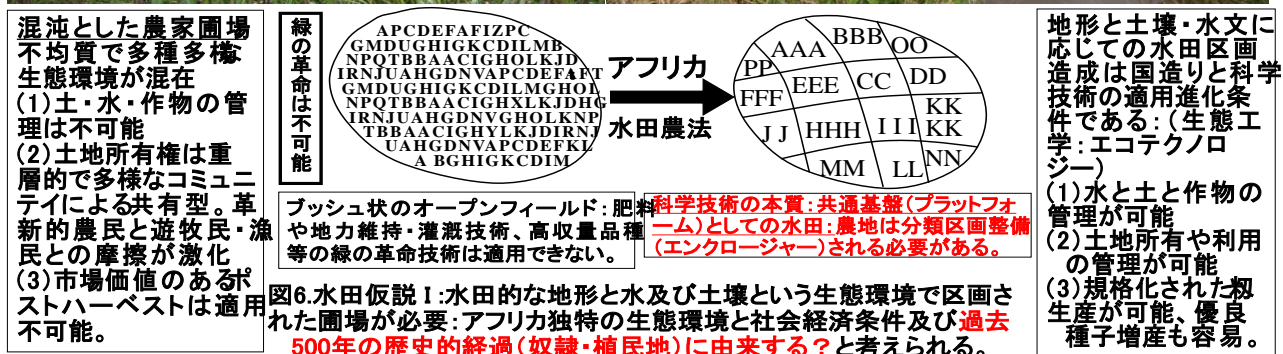


図6.水田仮説1:水田的な地形と水及び土壌という生態環境で区画された圃場が必要:アフリカ独特の生態環境と社会経済条件及び過去500年の歴史的経過(奴隷・植民地)に由来する?と考えられる。

研究期間終了後は科研基盤 A「Sawah 技術の ODA 破壊的イノベーションによる内発的なアフリカの緑の革命実現 2013-16 年度」を実施した。近年ナイジェリア No.1 の稲作州となったケツビ州の Rice Revolution (Dakingari 知事の命名 2013 年)の中核技術となり、推定 1 万 ha 規模の水田整備に貢献した。この成功を全国展開するプログラムがナ国連邦農業省で開始された。浅層地下水を利用する浅管井戸ポンプ灌漑技術と結合して、アフリカ特有の氾濫原や内陸デルタも含む「アフリカ水田農法」に進化させることができた。これにより国際移住機関(IOM)のチャド難民定住化プロジェクトに採用され、スーダンや中央アフリカ国境、チャド湖東岸の BokoHaram 難民等、アフリカ大陸の中央部でも、水田農業を実施できるようになった。一方「谷地田農法」は、農水省が AfricaRice に約 7 億円を支援する Sawah, market access and rice technology in inland valley, SMART-IV(2009-2019)の中核技術となり、ベニン、トーゴ、リベリア、シエラレオーネに普及が進行中。過去 10 年アフリカの稲作は爆発的に拡大した。アジアと異なる稲作革命の姿が今後 10 年で明確になると思われ、アフリカ水田農法の価値もアフリカ農民による審判が下される。

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか（続き）

(2) 論文発表、国際会議等への招待講演における発表など（研究の発展過程でなされた研究成果の発表状況を記述してください。）

ナイジェリアとガーナでのアクションリサーチを継続しアフリカ水田農法 Sawah Technology 改良を継続している。技術改良の成果は、ホームページ www.kinki-ecotech.jp/ に継続的に更新中。アフリカ水田農法 Sawah Technology のマニュアルの最新版は以下の4つの英文と和文要約版のファイルである。

Sawah Technology(1) Rice statistics and related data during 1961-2014 (2017年2月更新)

Sawah Technology(2) Background and Sawah System Evolution for Rice Revolution in Africa (2016年11月更新)

Sawah Technology(3) Principles: Sawah hypothesis (1) for scientific foundation of technology evolution and Sawah hypothesis (2) for intensive sustainability through multi-functionality of Sawah systems in watershed agroforestry (Africa SATOYAMA System) (2016年12月更新)

Sawah Technology(4) Practices of Sawah system development and Sawah based rice farming by farmers' self-support efforts (2016年12月更新)

ホームページ情報は常時更新しているが、研究終了後の5年間の正常アクセス数は39.6万件、ファイルのダウンロード数は10.7万点、合計ダウンロード容量は354GByte、訪問者数は7.8万人で増加傾向にある。

学術論文

- Siregar AF, Sipahutar IA, Husnain, Wibowo H, Sato K, Wakatsuki T, Masunaga T, Influence of Water Management and Silica Application on Rice Growth and Productivity in Central Java Indonesia. *Journal of Agricultural Science*, 8(12), 86-99, doi:10.5539/jas.v8n12p86, 2016
- Siregar AF, Husnain, Sato K, Wakatsuki T, Masunaga T, Empirical Study on Effect of Silicon Application on Rice Blast Disease and Plant Morphology in Indonesia. *Journal of Agricultural Science*, 8(6), 137-148, doi:10.5539/jas.v8n6p137, 2016
- Nwite JC, Onunwa AO, Igwe CA and Wakatsuki T, Sawah Rice Farming Eco-technology Options for Enhancing Sustainable Nutrient Management and Rice Production in Degraded Inland Valleys of Southeastern Nigeria. *International Journal of Plant & Soil Science*, 9(4): 1-19, 2016.
- Nwite JC, Keke CI, Igwe CA and Wakatsuki T, Effect of Different Preparation Methods for Sawah System Development on Soil Productivity Improvement and Rice Grain Yield in Inland Valleys of Southeastern Nigeria, *Advances in Research*, Vol 6(2):1-17, doi:10.9734/AIR/2016/20792
- Nwite JC, Obalum SE, Igwe CA and Wakatsuki T, Soil physical properties and grain yields of lowland rice in response to sawah preparation intensities and soil amendment types. *Biological Agriculture & Horticulture*, 32(3): 192-205, 2016.
- Abe SS, Yamasaki Y and Wakatsuki T, Assessing silicon availability in soils of rice-growing wetlands and neighboring uplands in Benin and Nigeria. *Rice Science* 23: 196-202, 2016.
- Siregar AF, Husnain H, Sato K, Wakatsuki T and Masunaga T, Empirical Study on Effect of Silicon Application on Rice Blast Disease and Plant Morphology in Indonesia. *Journal of Agricultural Science*, 8(6): 137-148, 2016.
- Abe SS, Takahashi R, Yamaji E and Wakatsuki T, Exploring Opportunities for Improving Rice Yield and Income in Inland Valleys of West Africa: The Case of Sawah Adoption in Central Nigeria. *Tropical Agriculture and Development*. 59(2): 83-87, 2015.
- Wakanabe Y, Kikuno H, Asiedu R, Masunaga T, and Wakatsuki, T, Comparing of Physicochemical Properties of Soils under Contrasting Land Use Systems in Southwestern Nigeria, *JARQ- Japan Agricultural Research Quarterly*, Vol 49(4):319-331, 2015
- 阿部進, 藤本直也, 若月利之, 西アフリカの低湿地における参加型水田開発手法. *水土の知 (農業農村工学会誌)*, 83(10): 853-858, 2015.
- Usman A, Imolehin FD, Tiamiyu SA, Wakatsuki T, Ibrahim PA and Ways J, Agronomic evaluation of Rice Production Systems of Sawah Eco-technology in the Inland valley of Central Nigeria. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 7(2-I): 6-9, doi: 10.9790/2380-07210609, 2014.
- Obalum S.E., Watanabe Y., Igwe C.A., Obi M.E. and Wakatsuki T, Puddling intensity for late-season sawah systems based on soil hydrophysical conditions and rice performance. *International Agrophysics*, 28(3), 331-340, doi: 10.2478/intag-2014-0023, 2014.
- Nwite JC, Essien BA, Keke CI, Igwe CA, and Wakatsuki T, Sustainable Management and Improvement of Soil Physical Properties and Rice Grain Yield in Degraded Inland Valleys of Southeastern Nigeria, *International J. Plant and Soil Science*, Vol 3(7):863-878, doi: 10.9734/IJPASS/2014/8879, 2014
- Abe SS and Wakatsuki T, The Influence of the mound-building termite (*Macrotermes bellicosus*) on soil clay mineralogy, *Tropics*, Vol 22(4):169-177. 2014
- Wakatsuki T, Asian African collaboration for sustainable African Green Revolution through sawah and Satoyama Eco-technology to combat global food and ecology crisis in 2025, Proceedings of 11th International Conference, The East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies, In “*Land for Sustaining Food and Energy Security*”, Plenary paper:1-15, 2013
- Nwite JC, Essien BA, Keke CI, Igwe CA, and Wakatsuki T, Evaluation of water sources for sawah management in the restoration of degraded lowland and sustainable rice production in southeastern Nigeria, *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, 1(3): 55-65, 2013.
- Nwite JC, Essien BA, Keke CI, Igwe CA, and Wakatsuki T, Soil fertility improvement and sustainable rice production in degraded inland valleys of southeastern Nigeria through Sawah rice farming technology, *American-Eurasian J of Agricultural and Environmental Sciences*, Vol.13(3):321-329, doi: 10.5829/idosi.ajeaes.2013.13.03.1935, 2013
- Alarima C.I, Masunaga T and Wakatsuki T, Determinants of adoption of sawah rice technology among farmers in Ashanti region of Ghana, *Journal of Agricultural Science and Technology*, B3:459-468, 2013.
- 若月利之, Sawah (灌漑水田) 稲作技術普及の展望, *熱帯農業研究*, Vol6(1):43-50, 2013

20. Adigbo SO, Wakatsuki T, Fabsoro E, Alarima CI, Alao OA, Odedina JN, Adeyemi OR, and Fabunimi TO, Evaluation of the performance of lowland rice-ratooned and rice-vegetable as influenced by fertilizer rates in Sawah rice system, *J. Agricultural Science*, Vol5(1):181-186, doi:10.5539/jas.v5n1p181, 2013
21. Obalum SE, Watabane Y, Igwe CA, Obi ME and Wakatsuki Y, Improving on the Prediction of Cation Exchange Capacity for Highly Weathered and Structurally Contrasting Tropical Soils from Their Fine-Earth Fractions, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol 44(12):1831-1848, doi: 10.1080/00103624.2013.790401, 2013
22. Alarima CI, Fabsoro E, Kolawole A, Uzoma KC, Aromolaran AK, Masunaga T, and Wakatsuki T, Land rights and rental systems: Implications for management of conflicts related to land in sawah based rice production systems in Nigeria, *African Study Monographs*, 33(3): 189-208, 2012.
23. Obalum EO, Watanabe Y, Igwe CA, Obi ME, and Wakatsuki T, Carbon stock in the solum of some coarse-textured soils under secondary forest, grassland fallow, and the bare footpath in the derived savanna of south-eastern Nigeria, *Soil Research*, Vol 50(2): 157-166, doi:10.1071/SR11096, 2012
24. Wakatsuki T, Buri MM, Bam R, Oladele OI, Ademiluyi SY, Azogu II and Ogwe CA, Multifunctionality of sawah ecotechnology: Why sawah based rice farming is critical for Africa's Green Revolution? In Buri MM, Wakatsuki T, Issaka R, Abe S edited, In *"Proceeding of 1st International Workshop on "Sawah Eco-Technology and Rice Farming in Sub-Saharan Africa, 22nd -24th Nov 2011, Kumasi, Ghana"*, Organized by CSIR, AfricaRice and Kinki University, NII NAI Creations, Kumasi, Ghana, 2012: ISBN:978-9988-1-6778-3, pp.16-31, 2012
25. Buri MM, Issaka RN and Wakatsuki T, An Overview of the Sawah project and its implications for future rice production in Ghana, 同上書、32-42, 2013
26. Ademiluyi YS, Azogu II, Dada-Joel OT, and Wakatsuki T, Nigerian Policy on Agricultural Mechanization and Lowland Development: SERIF Achievement Startegy, 同上書、42-49, 2012
27. Owusue-Sekere E, Agroforestry and Sawah: A sustainable Land use System for Socio-economic and Environmental Benefits in Ghana, 同上書、60-64
28. Wakatsuki T, Buri MM, Bam R, Ademiluyi SY and Azogu II, Sawah Ecotechnology: Farmers' personal irrigated sawah systems to realize the green revolution and Africa's rice potential, 同上書、96-111, 2012
29. Ademiluyi YS, Dada-Joel, Olanrewaju JS, Onyemize UC, Fagbenja MA, Azogu II and Wakatsuki T, Challenges of Lowland Mechanization under the Sawah Eco-Technology in Nigeria, 同上書、112-122, 2012
30. Oppong J and Wakatsuki T, Rice yield response to variation in soil physico-chemical properties: A case study of the sawah and rain-fed systems in a lowland ecology in Ghana、同上書、146-156, 2012

招待講演や国際学会発表

31. Nwite JC, Igwe CA, and Wakatsuki T, Improving soil silicon and selected fertility indices for rice production through the use of rice-mill waste in lowland sawah rice field of southeastern Nigeria, *2nd International Conference on Agricultural Science (ICAS)*, Kulala Lumpur, Malaysia, 27th of July to 1st of August, 2016
32. Ademiluyi YS, Kasali MY and Wakatsuki T, 招待講演, NCAM contribution for Sustaining Rice production in Nigeria, *"Small Scale Mechanization in Rice Production, organized by GIZ (German International Cooperation Agency)*, Abuja, 3rd, May 2016
33. 若月利之、招待講演、アフリカ水田農法による食糧増産と環境保全、そして難民定住化への挑戦、日本アフリカ学会第53回学術大会、公開シンポジウム「アフリカ農業の現在と未来、日本農業は何ができるか」、2016年6月5日、日本大学
34. 若月利之、招待講演、アフリカ水田農法 Sawah Technology の展開による緑の革命の実現、日本土壌肥料学会公開シンポジウム、「土利の壤はアフリカを養えるのか」、2015年9月11日、京都大学、
35. Obalum SE, Oppong J, Igwe CA, Obi ME and Wakatsuki T, Simulating Dry-Season Hardening of Lowland Soils and Assessing the Impacts on Sawah Rice Performance under Three Water Regimes, *The 20th World Congress of Soil Science*, Jeju, Korea, 8th to 13th of June, 2014
36. Alarima CI, Awotunde J, Fabsoro E, Marquez J, Sato K, Wakatsuki T, and Masunaga T, Silica and sulfure as limiting factor to Sawah rice production suestem in Nigeria, *The 4th International Rice Congress*, Bangkok, Thailand, 27th of October to 1st of Novemebr, 2014
37. Wakatsuki T., 招待講演, Asian African collaboration for sustainable African green revolution through Sawah and Satoyama eco-technology to combat global food and ecology crisis in 2025. In: *Proceeding of 11th International Conference The East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies*, Bogor, Indonesia, pp.34-48, 2013
38. Alarima CI, Busari MA, Agboola AO, Marquez FJD, Sato K, Masunaga T, and Wakatsuki T, Micronutrient availability in sawah soils of inland valleys in Nigeria, *3rd African Rice Congress* Yaounde, Cameroon, 21st to 24th of October, 2013
39. Buri MM, Issaka RN, Wakatsuki T, and Ato EM, Strategy for improving rice aiming systems and productivity of lowland in sub-Saharan Africa, *3rd African Rice Congress*, 2013
40. 若月利之、招待講演、Sawah 技術イノベーションの社会実装によるアフリカの稲作革命の実現、日本学術会議、第26回環境工学連合公開講演会、講演論文集、pp.73-80 (p.134)、日本化学会、2013.
41. 若月利之、招待講演、日本熱帯農業学会公開シンポジウム、アフリカとイネーその歴と現在そして展望、2012年10月6日、名古屋大学、Sawah (灌漑水田) 稲作技術普及の展望。熱帯農業研究, 6(1): 43-50, 2013.
42. Ademiluyi YS, Dada-Joel OT, Olanrewaju JS, Onyemize UC, Agboola OA, Azogu II and Wakatsuki T, Sawah ecotechnology: Sustainable structure for rice transformation and intensification in Nigeria, *3rd African Rice Congress*, 2013
43. Ofori, J, Comparative importance of Ecotechnological and Biotechnological improvement on Rice Yield in Sub Saharan Africa, *3rd African Rice Congress*, 2013
44. Asubonteng KO, Anana-Afful E, Issaka RN, Buri MM and Wakatsuki T, Effect of sawah and rainfed rice cultivation methods and organic residues on soil chemical dynamics and rice yield, *3rd African Rice Congress*, 2013
45. Azogu II, Ademiluyi YS, Dada-Joel OT, Onyemize UC, Olanrewaju JS and Wakatsuki T, Agricultural mechanization policy for sustainable agribusiness development in Nigeria, *3rd African Rice Congress*, 2013

1. 特別推進研究の研究期間終了後、研究代表者自身の研究がどのように発展したか (続き)

(3) 研究費の取得状況 (研究代表者として取得したもののみ)

基盤研究 A (2013-16 年度) :Sawah 技術の ODA 破壊的イノベーションによる内発的なアフリカ緑の革命実現、3400 万円。

IOM (国際移住機関) (2015-17 年) :Empowering returnees in rice farming through Sawah Technology in Tissi, Haraze-Magnegne, and Baga Sola, 20 万ドル、アフリカ最大のチャド低地の上流(スーダン難民)、中流 (中央アフリカ難民)、チャド湖周辺 (BokoHaram 難民) で、移住難民を实地訓練しながら、灌漑水田稲作を実証。

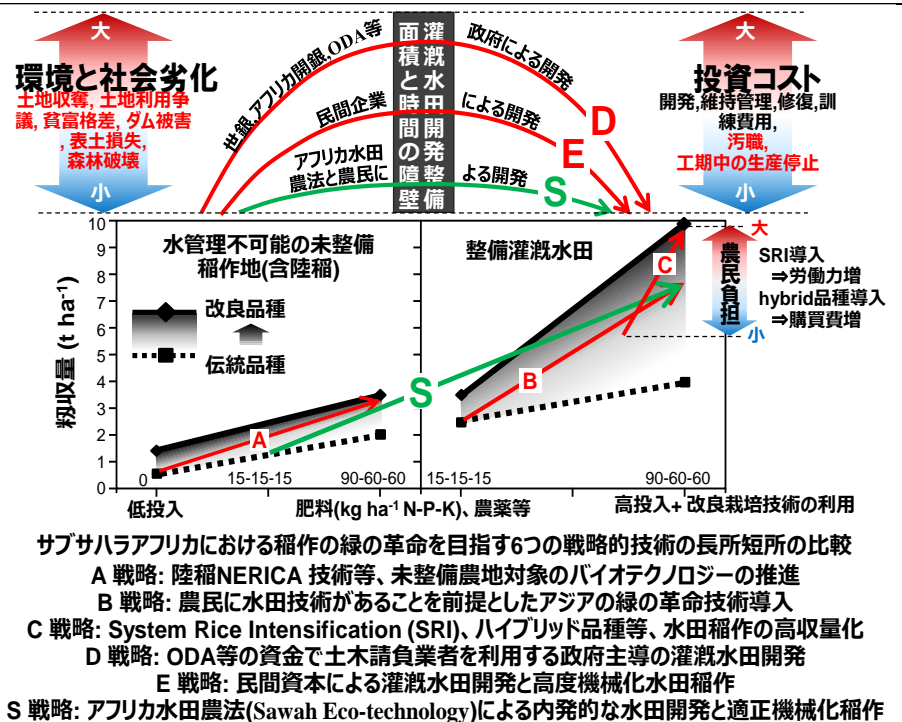
(4) 特別推進研究の研究成果を背景に生み出された新たな発見・知見

(I) 西アフリカ、中でもナイジェリアを中心に、最近 10 年で、アジアに次ぐ稲作圏が形成されつつあり、稲作革命の姿が見え始めた。

(II) 右の図に示すように、主要な 6 つの戦略のどれが正解かが、今後 10 年程度で明らかになるものと思われる。

①陸稲ネリカ技術等、非水田未整備農地を前提としたバイオテクノロジー重視戦略。品種がすべてを解決するか？

②アジアの緑の革命技術導入。アジアの成功体験をそのまま踏襲した戦略。しかしアジアの成功の背景には、農民が数世紀から千年の労働を積み重ねた水田開拓と整備の歴史があった。この農地基盤が



存在して初めて近代農業科学技術が有効になったことは、あまり理解されていない。英国の 18 世紀の農業革命も同様の畑作地の区画化 (エンクロージャー) という国土基盤整備の過程が前提としてあった。

③さらに整備された水田を前提とした超高収量栽培技術やハイブリッド品種技術。水田面積の増加余地のないマダガスカルやアジアで試みられている SRI (System Rice Intensification) 農法やハイブリッド品種を利用する戦略。アフリカ諸国は 500 年前に始まる欧米の世界制覇、奴隷と植民地化により科学技術適用の前提となる国土基盤を整備する歴史が持てなかった。欧米やアジアで要した数 100 年以上の歴史的時間と広大な面積という「時空の壁」を、2050 年ころまでの数 10 年で突破可能にするイノベーションが必要である。

④アフリカ諸国政府が世銀、アフリカ開発銀行、ODA 等で実施する灌漑水田開発。コストは高い。環境や低地の破壊も頻発する。ODA 依存は自主性を破壊するので自助努力と自力開発を妨げる。汚職も常態化している。

⑤民間企業による灌漑水田開発。ODA 方式より効率的で最先端の機械化稲作。問題は国土が格安で民間企業に払い下げられ (国土の切り売りという損失)、国家最大の資源である無数の農民が排除され (Land Grab) 将来を奪われる。技術と資本金格差が大きく、農民のエンパワーメントができない。

⑥アフリカ水田農法(Sawah Technology)による内発的な水田開発と適正機械化稲作。稲作革命の前提となる農地基盤整備の時間と面積の障壁を農民の自力で突破するボトムアップ型技術。緩傾斜地形が卓越する SSA の水田開発は容易という逆説的事実が背景にある。日本では 2ha の新規開田は 1 世代の時間、2ha の水田稲作は耕耘機 1 台、10ha の水田にはトラクターが必要。広大な低地が広がるので、アフリカ水田農法では 1 年間で 1 台の耕耘機で 2-10ha の新規開田と 5-15ha の水田稲作が可能である。

(III) 近代科学技術は境界や限界の明確な条件で得られる、合理的に体系化・分類整理された、伝達可能な知識や技術の全体である。土地の区画基盤整備であるエンクロージャーや水田により農業技術の革新が進み、伝達可能な知識や技術が生まれた。科学 Science の原義は「知識」を意味するが、「科」は個々の専門分野の一定領域を意味する。一方、農業革命は農民格差を拡大し、科学技術は分類、区別、差別化、世界一 (いち) 競争をもたらす。進化する生物として人間の遺伝子に組み込まれた特性かもしれない。

2. 特別推進研究の研究成果が他の研究者により活用された状況

特別推進研究の研究成果が他の研究者に活用された状況について、次の(1)、(2)の項目ごとに具体的かつ明確に記述してください。

(1) 学界への貢献の状況（学術研究へのインパクト及び関連領域のその後の動向、関連領域への関わり等）

1, アフリカの農業で必要な研究とは何か？：インパクトファクターと研究目的とのズレ

本研究では3つの成果指標を掲げてアフリカ人の共同研究者とアクションリサーチを取り組んだ。

① 一つはアフリカ農民の圃場の現場で農民を惹きつけるインパクトある実践ができる技術の開発。

② 二つ目はアフリカ人研究者は査読付きの Citation Journal に学術論文を公表することである。

③ 三つ目は、本技術がガーナやナイジェリアの稲作振興政策に組み込まれ、社会的な貢献を行うこと。

いわゆるインパクトファクターという点では、我々のチームの引用は現在大変低い。その理由は3つあり、(1)本研究では農民の現場からのボトムアップを優先し現場での実践と実証を最優先の課題としている。農民の現場でインパクトある技術と技能を有する研究者の育成を最優先している。(2)アフリカの現場での仕事でアフリカ人研究者が学術的な成果を出すことを最優先しており、いわゆるインパクトファクターの高い学術雑誌への投稿は2次的なものとしている。(3)我々が実施しているアフリカにおける水田エコテクノロジー研究は、今のところ我々のグループしかしていない。

ともあれ、我々の研究目的はアフリカの緑の革命の実現に貢献することであり、インパクトファクターを上げることが目的ではない。バイオテクノロジーのように高いインパクトファクターの論文がアフリカの緑の革命の実現に貢献するのか、我々のように、農民の現場からの積み重ねが貢献するのかは、前頁の図のように、今後10数年ではっきりするものと思われる。

2, 研究とは何か？研究の成果とは何か？

本研究の水田仮説Iは、緑の革命を実現する3要素技術（品種改良、施肥改良、灌漑排水改良）を利用可能にするための前提条件に関する研究である。科学が拠って立つ前提条件をアフリカにおいて満足させるための研究であり、実践である。この過程で明らかになったことは、学術的な研究とは何か？という問いである。農民の自助努力で行う適地適田開発アクションリサーチは「単なる開発」であり、研究ではない、と理解されがちである。国際研究機関である、アフリカ稲作センター等が「本来」実施すべき研究活動の枠内に入らない「研究活動」である。一方、適地適田開発が行われ、数haの適地水田が完成すると、その完成した水田で行う、品種改良、施肥改良、灌漑排水改良等の試験研究で学術論文数を増やすことは容易である。

一方、我々がアクションリサーチとして実施している、農民の自助努力による適地適田開発と持続可能な水田稲作の実施のためには、範囲の広い自然環境と社会経済的実証調査が必要で、総合的な技術開発が必要とされる。多様な生態と社会環境因子を一つ一つ検証し、技術開発を行うことが王道となる。今後膨大な人と時間と研究費を使って、多数の学術論文が生まれることになる。しかし、本研究では、上に述べた理由から、このアプローチは若手研究者の訓練を中心に採用し、全面的には採用しなかった。

3, 「大学や試験場のような研究機関で実施する研究活動を意味あるものにするような農民圃場のインフラ整備技術の開発」は研究か？

アフリカの稲作研究で現在最もインパクトファクターが高い研究分野はバイオテクノロジーを駆使する育種研究と前頁図の System Rice Intensification のような先端的な作物学的研究である。しかしこれらの研究の成果を農民圃場で有効化するのには、我々の実施するアフリカ水田農法等による、農民圃場のインフラ整備が完了していることが前提である。アジアや欧米では数百年と言う歴史的時間をかけて、水田整備や畑地整備が行われて、農業研究の成果が使えるようになってきているが、アフリカの大部分の農民圃場では使えない。最近、基礎研究の重要性が再認識されつつあるが、我々の研究は、農業研究そのものを意味あるものにする、研究の前提条件を満足するための「技術開発」研究であった。基礎研究以前の研究であった。

4, 国際研究機関アフリカ稲作センター (AfricaRice) の2012-15年度年報にみる Sawah technology の引用。2009-2019年の予定で、総予算600万ドル（農水省拠出）で実施されている Sawah, Market Access and Rice Technology in Inland Valley (SMART-IV) プロジェクトの成果報告が記されており、2010-11年度に我々が Sawah Technology として技術移転を行った（この項は特推追跡-4-1の項と重なる）。若月はこのプロジェクトの立ち上げと技術指導に協力した。

(1) 2012年報では研究担当副所長の Wopereis 氏が Togo と Benin の内陸小低地稲作民にインパクトを与えた技術であると評価し、今後 Sierra Leone と Liberia にも SMART-IV プロジェクトを拡大する予定と記載。

(2) 2013年報では Togo と Benin で Sawah Technology は農民間の技術移転が可能(Spillover)でスケールアップが容易な技術と評価。

(3) 2014年報では Togo で100サイト、446人（うち女性が231人）の農家が、132ha、Benin で39サイト、1040人（うち女性が587人）が132haの灌漑水田を自力開発し高収量を上げ、周辺に拡大中と記載。

(4) 2017年3月刊行の2015年報では、エボラ出血熱で Liberia と Sierra Leone では Sawah Technology の普及活動が一時的にストップしたが、一部の農民が技術をマスターしており、普及活動を拡大する、と記載。

2. 特別推進研究の研究成果が他の研究者により活用された状況 (続き)

(2) 論文引用状況 (上位 10 報程度を記述してください。)

【研究期間中に発表した論文】引用数は Google Scholar (カッコ内は Web of Science)

No	論文名・著者名・発行年・ページ数等	日本語による簡潔な内容紹介	引用数
1	Abe, S. S., Yamamoto, S., Wakatsuki, T., Physicochemical and morphological properties of termite (<i>Macrotermes bellicosus</i>) mounds and surrounding pedons on a toposequence of an inland valley in the southern Guinea savanna zone of Nigeria. <i>Soil Science & Plant Nutrition</i> 55: 514-522, 2009	ナイジェリア中部 Bida 市付近の内陸小低地集水域の地形連鎖の中に ha 当たり最大数ケのアリ塚が分布し、土壌の物理化学性変化させ、谷地田農法に影響があるので、その基礎的性質を調査した。	29 (12)
2	Abe, S. S., Buri, M. M., Issaka, R. N., Kiepe, P., Wakatsuki, T. (2010) Soil fertility potential for rice production in West African lowlands. <i>Japan Agricultural Research Quarterly</i> 44: 343-355, 2010	西アフリカ 13ヶ国の主な低地 (内陸小低地、氾濫原、沿海と内陸デルタ) 247 地点の土壌を調査し、理化学性と鉱物学的特性を調査し、これらのデータを熱帯アジアと比較して、アフリカ水田農法により灌漑水田開発と水田稲作実施の基礎データとした。	25 (8)
3	Abe S.S. and Wakatsuki T., Sawah ecotechnology – A trigger for a rice green revolution in Sub-Saharan Africa: basic concept and policy implications. <i>Outlook on Agriculture</i> , 40(3): 221-227, 2011.	アジアの緑の革命の 3 要素技術は、とりわけバイオテクノロジーは過去 40 年、サブサハラアフリカの諸研究機関でも研究開発されたが、今だ緑の革命が実現しないのは、農民圃場の整備改良を可能にするエコテクノロジーが欠けているためであることを示した。	25 (3)
4	Obalum EO, Buri MM, Nwite JC, Hermansah, Watanabe Y, Igwe CA and Wakatsuki T, Soil Degradation-Induced decline in productivity of Sub-Saharan African soils: The prospects of looking downward the lowlands with the sawah eco-technology. <i>Applied and Environmental Soil Science</i> , Vol 2012:10pages, doi:10.1155/2012/673926	サブサハラアフリカの土壌侵食による劣化が土壌の質と生産性に悪影響を与え現状を総括し、その対策として、これまであまり利用されてこなかった低地の稲作利用を提案し、我々の提案するアフリカ水田農法が低コストで、環境劣化ももたらさず、持続性の高い農法であることを総括した。	25 (0)
5	<u>Abe, S. S.</u> , Yamamoto, S., <u>Wakatsuki, T.</u> , Soil-particle selection by the mound-building termite <i>Macrotermes bellicosus</i> on a sandy loam soil catena in a Nigerian tropical savanna. <i>Journal of Tropical Ecology</i> 25: 449-452, 2009	ナイジェリア中部 Bida 市付近の内陸小低地集水域の地形連鎖の中に ha 当たり最大数ケのアリ塚が分布し、土壌の砂、シルト、粘土等の粒径組成を変化させ、谷地田農法に影響があるので、その基礎的性質を調査した。	21 (12)
6	<u>Abe, S. S.</u> , <u>Wakatsuki, T.</u> (2010) Possible influence of termites (<i>Macrotermes bellicosus</i>) on forms and composition of free sesquioxides in tropical soils. <i>Pedobiologia</i> 53: 301-306, 2010	上の論文と同様に、白アリ塚は土壌中の酸化鉄や酸化アルミニウムの結晶度は開田後の水田土壌の酸化還元電位の動態に影響を与えるので、その基礎的性質を調査した。	20 (14)
7	Oladele OI, Bam RK, Buri MM, and Wakatsuki T, Missing prerequisites for green revolution in Africa: Lessons and challenges of Sawah rice eco-technology development and dissemination in Nigeria and Ghana, <i>J. Food and Agriculture and Environment</i> , Vo.8(2):1014-1018, 2010	サブサハラのアフリカの農民圃場は近代農業技術が使えないことを論証し、アフリカ水田農法をガーナとナイジェリアで適用した結果を調査し、その経済的優位性、社会的受容性、技術普及の優位性を報告	19 (3)
8	Buri MM, Issaka RN and Wakatsuki T, Determining optimum rates of mineral fertilizers for economic rice grain yields under the sawah system in Ghana, <i>West African J. Applied Ecology</i> , Vol 12: 15-27, 2008	ガーナのアシャンティ地方の、Biem 川と Dwantan 集水域の低地ベンチマークサイトで谷地田農法で新規開田した灌漑水田を使用しての水田稲作の最適施肥量を N, P, K について圃場試験を行い、決定した。	18 (0)
9	Nwite J.C, Igwe C.A. and <u>Wakatsuki T.</u> , Evaluation of sawah rice management system in an inland valley in southeastern Nigeria. I: Soil chemical properties and rice yield. <i>Paddy and Water Environment</i> , Vol.6: 299-307, 2008.	ナイジェリア東南部の内陸小低地で谷地田農法により新規開田した水田を使用して稲作を実施して、その収量と土壌の化学性との関係を調査した。	17 (7)
10	Abe S.S., Oyediran G.O., Yamamoto S., <u>Masunaga T.</u> , Honna T. <u>Wakatsuki T.</u> , Soil development and fertility characteristics of inland valleys in the rain forest zone of Nigeria: Physicochemical properties and morphological features. <i>Soil Sci. Plant Nutr.</i> , 53: 141-149, 2007.	ナイジェリア東部、イボ人地域、アバカリキ付近の内陸小低地の土壌の生成と形態、理化学性肥沃度を地形と関連させて調査した結果の報告。アフリカ水田農法実施のための基礎データとして調査した。	14 (7)

【研究期間終了後に発表した論文】引用数は Google Scholar (カッコ内は Web of Science)

No	論文名・著者名・発行年・ページ数等	日本語による簡潔な内容紹介	引用数
1	Buri MM, Issaka RN and Wakatsuki T, Improving the productivity of lowland soils for rice cultivation in Ghana: the role of the Sawah System, <i>J. Soil Science and Environment</i> , Vol 3(3):56-62, 2012	内陸小低地の稲作システムとして、①伝統的な非水田、②畔のみ、③畔囲いの中を代かきする、④水田 Sawah システムを施肥効率と経済性の点から比較した。その結果収量は①の 1t/ha に比べ、④の水田は 4.5-6t/ha と持続的に増加し、ha 当たりの収益は①にくらべ 1500-2800 ドル増加した。	6(0)
2	Igwe CA, Nwite JC, Agharanya KU, Watanabe Y, Obalum SE, Okebalama CB and Wakatsuki T, Aggregate-associated soil organic carbon and total nitrogen following amendment of puddled and sawah-managed rice soils in southeastern Nigeria, <i>Archives of Agronomy and Soil Science</i> , Vol59(6):859-874, 2013	アフリカ水田農法では、代かきにより団粒を破壊して貯水性を高める。本研究では稲作終了して落水後の表層 0-15cm の土壌団粒の再形成に伴う有機炭素と窒素の動態を東南ナイジェリアの Akaeze 等で圃場試験により検討した。NPK 化学肥料区では再生耐水性団粒は最小で鶏糞区が最大であった。有機炭素と窒素も鶏糞区で最大であった。	5(1)
3	Obalum SE, Oppong J, Nwite JC, Watanabe Y, Buri MM, Igwe CA, and Wakatsuki T, Long-term effects of lowland sawah system on soil physicochemical properties and rice yield in Ashanti region of Ghana, <i>Spanish J of Agricultural Research</i> , Vol 10(3):838-843, 2012	アフリカ水田農法の持続性を検討するために、ガーナのクマシ付近で 10 年前に水田耕作を開始したプロットと周辺の非水田の籾生産と土壌の理化学性を比較検討した。籾収量は水田 5.8t/ha, 非水田 1.1t/ha で、交換性養分や保水性は水田区が有意に高かった。	4(3)
4	Obalum SE, Watanabe Y, Igwe CA, Obi ME, Wakatsuki T, Improving on the Prediction of Cation Exchange Capacity for Highly Weathered and Structurally Contrasting Tropical Soils from Their Fine-Earth Fractions, <i>Communications in Soil Science and Plant Analysis</i> , Vol. 44(12):1831-1848, 2013	強風化熱帯土壌の陽イオン交換容量を、ルーチンデータより統計的に簡便に推測計算可能かどうか検討した。線形回帰法で有機物、粘土含量、細砂含量に土壌の分散性と土層特性を組み込むことで 81-86% の予測精度を得た。	2(1)
5	Oladele OI and Wakatsuki T, Socio-economic features, dynamics of farmers associations and adoption of sawah rice production technology in Nigeria and Ghana, <i>J. Food, Agriculture and Environment</i> , Vol. 10(2):434-437, 2012	ガーナとナイジェリアにおいてアフリカ水田農法を農民がどのように評価して採用しているかを調査した。重要な因子は同一の社会階層に属する農民間の情報交換であった。沢山の知人が採用している技術は採用されやすかった。個人ではなく、農民グループへの技術移転が効果的であることを示す。	2(1)
6	Obalum SE, Watanabe Y, Igwe CA, Obi ME and Wakatsuki T, Puddling intensity for late-season sawah systems based on soil hydrological conditions and rice performance, <i>International Agrophysics</i> , Vol. 28(3):331-340, 2014	ナイジェリアの Niger, Ebonyi, Anambara 州の内陸小低地で水田の代かき強度が及ぼす籾収量と容積重及び保水性について検討した。この結果熱帯の風化土壌のこれらの地域では、代掻きの強度は強すぎるとマイナスで 1 回の代かきで十分であった。	1(2)
7	Abe SS, Yamasaki Y and Wakatsuki T, Assessing silicon availability in soils of rice-growing wetlands and neighboring uplands in Benin and Nigeria. <i>Rice Science</i> 23: 196-202, 2016.	ベナンとナイジェリアの小低地集水域の 21 地点のアップランドと 29 地点の低地土壌の有効態ケイ素含量を調査した。76% のアップランド土壌、38% の低地土壌は稲作において欠乏症状の出るレベルにあった。	1(0)
8	Alarima CI, Fabsoro E, Kolawole A, Uzoma KC, Aromolaran AK, Masunaga T, and Wakatsuki T, Land rights and rental systems: Implications for management of conflicts related to land in sawah based rice production systems in Nigeria, <i>African Study Monographs</i> , 33(3): 189-208, 2012.	アフリカ水田農法が導入されたナイジェリアの 6 州, Kwara, Ondo, Niger, Ebonyi, Kaduna, Abuja で 124 名の農家を調査した。水田開発した土地の 72% は地主、37% は小作地であった。小作料は平均 80\$/ha あるいは生産量の 5% であった。地主と小作地では面積と収量ともに有意差があった。小作人と地主で紛争が生じた時には土地は常に地主に取り上げた。水田農法の成否は土地所有の有無が極めて重要であった。土壌 pH, OC, TN, GEC は水田区で有意に高まった。	1(0)
9	Nwite JC, Essien BA, Keke CI, Igwe CA, and Wakatsuki T, Soil fertility improvement and sustainable rice production in degraded inland valleys of southeastern Nigeria through Sawah rice farming technology, <i>American-Eurasian J of Agricultural and Environmental Sciences</i> , Vol.13(3):321-329, doi: 10.5829/idosi.aejaes.2013.13.03.1935, 2013	ナイジェリア東南部エボ二州の劣化した内陸小低地でアフリカ水田農法の効果を圃場レベルで検証するために、3 種の水源 (天水、泉、ポンプ)、3 種の環境改良 (完全な水田、農民の非水田、半水田)、4 種の土壌改良材 (籾殻、籾殻灰、鶏糞、NPK) の効果を対照区と比較した。	1(0)
10	Nwite JC, Obalum SE, Igwe CA and Wakatsuki T, Soil physical properties and grain yields of lowland rice in response to sawah preparation intensities and soil amendment types. <i>Biological Agriculture & Horticulture</i> , 32(3): 192-205, 2016.	アフリカ水田農法における畔、代掻き、均平化の程度と NPK 施肥、鶏糞、もみ殻、もみ殻灰の施用の土壌の物理性と籾収量への効果を 3 年間、ナイジェリア東南部のイシヤグ地域での圃場試験によって検討した。高強度の代かきよりは中程度の代かきと有機物の併用が土壌の物理性を改良し収量が向上した。	0(0)

3. その他、効果・効用等の評価に関する情報

次の(1)、(2)の項目ごとに、該当する内容について具体的かつ明確に記述してください。

1. 研究成果の社会への還元状況（社会への還元の程度、内容、実用化の有無は問いません。）

1. 国際機関アフリカ稲センター(AfricaRice)にアフリカ水田農法のうちの「谷地田農法」を2010-2011年に技術移転した。この技術は2011-2017年現在、ベニン、トーゴ、リベリア、シエラレオーネで内陸小低地稲作生産の向上のために農林水産省国際協力課がAfricaRiceへの資金供与で実施するSMART-IV (Sawah Market Access and Rice Technology in Inland Valley, 2009-2019年)の中核技術として普及が拡大している。

以下は、AfricaRiceのAnnual Report 2012年度—2015年度（公表は2013-2017年）の抜粋。

 - Sawah Technology for Rehabilitating the rice sector in post-conflict countries of Liberia and Sierra Leone, AfricaRice 2015 Annual Report published in 2017.:
http://www.kinki-ecotech.jp/download/AfricaRice-AnnualReport-2015_p16,20.pdf
 - Scaling up of Sawah Technology in Benin and Togo, AfricaRice 2014 Annual Report published in 2015
http://www.kinki-ecotech.jp/download/AfricaRice-AnnualReport-2014_p11-12,32-34.pdf
[Sawah Technology Introduction under Japan and AfricaRice 35 years partnership](http://www.kinki-ecotech.jp/download/AfricaRice-AnnualReport-2014_p11-12,32-34.pdf)
 - [A SMART choice for Africa's inland-valley rice farmers. Rice Today, published by IRRI, Mar 2, 2016.](http://www.kinki-ecotech.jp/download/AfricaRice-AnnualReport-2013_p6,14-15,41-42.pdf)
 - High Scalability of Sawah Technology in Sub Sahara Africa, AfricaRice 2013 Annual Report published in 2014,
http://www.kinki-ecotech.jp/download/AfricaRice-AnnualReport-2013_p6,14-15,41-42.pdf
 - Working with farmers to improve control in inland valleys using Sawah Technology, AfricaRice 2012 Annual Report published in 2013, http://www.kinki-ecotech.jp/download/AfricaRice-AnnualReport-2012_p14-16.pdf
2. ナイジェリアの連邦農業農村開発省（FMA&RD）は2013年以来アフリカ水田農法 Sawah Technology をナ国の稲作振興のために業務として推進している。例えば以下の2014年1月刊行のFMA&RDの年報38頁等。
<http://www.fepsannigeria.com/fepsan2/files/FMARD%20ATA%20Scorcard%20Report%202013.pdf>。FMA&RD傘下の国立農業機械化センター(NCAM)がその中心的推進者である。世界銀行が支援する低地農業振興プログラム(Fadama III, 2009-13)と連携しながらKebbi, Niger, Kwara, Nasarawa, Kogi, AkwaIbom州等で普及と技術開発を2009-2017年現在、推進している。この間、2013年のKebbir Rice Revolutionに貢献し、Kebbi州はナイジェリアの稲作No.1州になり、ナイジェリアは2014年にアフリカ最大の籾生産(年間600万トン)国になった。このすべてがアフリカ水田農法の貢献ではないが、少なくとも一部には貢献した。この世界銀行支援のFadamaIIIプロジェクトの最終報告書(2016年11月2日発刊 Report No: ICR00003895) <http://documents.worldbank.org/curated/en/956751479735474649/pdf/FADAMA-III-ICR-P096572-Nov-2-2016-11162016.pdf>の10頁, Partnership for Innovative activitiesの項でBenue, Delta, Ebonyi, Kebbi, Lagos, Abuja FCTの6州で実施したSawah Eco-technologyのデモンストレーションはvery positiveで農家のこれまでの籾収量1.5-2.5t/haが6.5-7.2t/haになったことを記載。
3. JICAが2008年のアフリカ稲作振興プログラム(CARD)政策策定のための基本文書に「アフリカの水田稲作ポテンシャルが2000万haある」という若月の初期の推定値が引用され、その後の政策実施に利用された。
https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/pdf/card_jp.pdf
4. チャドはスーダンダルフール難民、中央アフリカの難民、リビアの難民、ナイジェリアのBokoHaram難民が国境付近に100万人の単位で避難生活を送っている。2015年から国連の国際移住機関(IOM)の要請で、アフリカ水田農法によるチャドへの帰還難民の定住化に寄与すべく、スーダン国境のTissi、中央アフリカ国境のHaraze、ナイジェリアのチャド湖国境のBagasolaで数百人規模の難民を訓練して水田開発と水田稲作を上記ナイジェリア農業機械化センターと組んで実施している。恐らくアフリカの中でも最も困難な地域で、現在進行中であるので最終判定は時期尚早であるが、難民の積極的参加を得て、アフリカ水田農法の実用性を示すことができている。
5. ナイジェリアの農民、篤農、普及員、技術者、政策決定者等にアフリカ水田農法の実地訓練と講義：過去5年で10回以上、延べ参加者は1000人以上
6. 本研究のアフリカ水田農法の対象がアフリカ農民であることから、ホームページ www.kinki-ecotech.jp/もほとんどが英文で、日本での広報活動は以下の例に過ぎず、ほとんどやっていないことは反省点。
 - (1) 若月利之、アフリカの稲作革命にみる水田の恐るべき生産能力。現代農業、94(10): 297-301, 2015
 - (2) 若月利之、アフリカ稲作革命から思う土と水と平和、現代農業、94(3): 350-353, 2015
 - (3) 聖教新聞 2013年5月23日、アフリカに稲作革命を
 - (4) 若月利之、Sawah(水田)稲作技術とアフリカ開発、SEEDer、地域環境情報から考える地球の未来、2013年 No.8
 - (5) 2007年から2016年、JICAが招聘するアフリカ人稲作技術者へのアフリカ水田農法の1日の集中講義、毎年1-2回、計200人程度、国籍はカメルーン、ガーナ、ガンビア、ケニア、リベリア、マダガスカル、ニジェール、ナイジェリア、ルワンダ、シエラレオーネ、タンザニア、ブルンジ、コンゴ民主共和国、コートジボワール、エチオピア、ギニアビサウ、スーダン、モザンビーク、ナミビア、ウガンダ、ブルキナファソ、ギニア、セネガル、ザンビア、パプアニューギニア等。

3. その他、効果・効用等の評価に関する情報（続き）**(2) 研究計画に関与した若手研究者の成長の状況（助教やポストドク等の研究終了後の動向を記述してください。）**

日本人

- 1, ポストドク AfricaRice → 近畿大講師
- 2, ポストドク近畿大学 → 近畿大ポストドク
- 3, ポストドク島根大学 → 近畿大学ポストドク
- 4, 近畿大学課程博士 → 専門学校講師

ガーナ人

- 1, 研究協力者修士ガーナ林業研究所→論文博士（近畿大）ガーナ林業研究所主任研究員
- 2, 島根根大課程博士 →ガーナ大学講師

ナイジェリア人

- 1, 研究協力者ポストドク・イバダン大学→南アフリカ North West University Mafikeng Campus 教授
- 2, 研究協力者修士農業機械化センター →論文博士(近畿大)農業機械化センター副所長
- 3, 研究協力者修士 Ekiti 州改良普及員 →論文博士(近畿大)Ekiti 州立大講師
- 4, 研究協力者 UNN 大学課程博士 →連邦 Ishiagu 農業大学講師
- 5, 近畿大学課程博士 →University of Nigeria, Nsukka 講師
- 6, 島根大学課程博士 →連邦 Abeokuta 農業大学講師