

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2016

課題番号：25702020

研究課題名(和文)トレーサー適用による山体の集水構造と降雨流出現象の時空間スケーリング機構の解明

研究課題名(英文)Elucidation of catchment structure and spatiotemporal scaling mechanism of rainfall-runoff processes by tracer applications

研究代表者

勝山 正則 (Katsuyama, Masanori)

京都大学・学際融合教育研究推進センターグローバル生存学大学院連携ユニット・准教授

研究者番号：40425426

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 20,600,000円

研究成果の概要(和文)：気候変動や森林管理が流域の水量・水質調節機能に与える影響を解明することを目的に、山地源流域の集水構造を考察した。基岩に浸透した地下水が流域スケールの拡大とともにどのように貯留され、流出するかが各流域の集水構造として重要であった。特に花崗岩山地では、基岩地下水が表出する経路として、基岩の割れ目を通じて多量に湧出する基岩湧水に加え、露出した基岩面からじわじわとしみ出す基岩浸出水が量的に重要であることが示された。

研究成果の概要(英文)：In order to elucidate the influence of climate change and forest management on the water volume and water quality control function of the catchment, we considered how the water flow within the catchments in mountainous region. It was clarified that the roles of bedrock were important; how the groundwater infiltrated into the bedrock, how much volume of groundwater was stored, and how flowed out from there with the expansion of the catchment scale in each catchment. Particularly in the granite catchment, the bedrock seepage from the weathered bedrock matrix was quantitatively important to contribute the stream flow, as well as the bedrock spring through the fissure.

研究分野：森林水文学

キーワード：滞留時間 ストロンチウム同位体比 溶存有機物 蛍光特性 トレーサー スケーリング 基岩

1. 研究開始当初の背景

豪雨災害が頻発する近年、豪雨発生のメカニズム解明と同時に急務なのが降水-貯留-流出の応答関係の解明である。豪雨時に急激な流量増加が起こるか、あるいは時間遅れとともに深層崩壊などの災害が起こるかは、全てこの応答関係に集約される。防災・減災の点からもこの予測が求められるが、未だに理解が進まない原因の一つが、水文現象の時空間スケーリング問題が解明されていないことにある。すなわち、流域を一つの山体として見たとき、上流部の多くの面積を占める森林小流域では土壌・植生・地形などの不均一性に起因し、降水-貯留-流出の応答関係や形成される水質が多様である。小流域の集積である大流域の水文現象には、内包する小流域の応答が伝播するタイミングの違いに加え、気象要素の時空間変動も影響する。そこで、人間生活の場に近しい大流域で生起する現象を予測し、結果を検証する上で、小流域の現象をいかにスケーリングするか、小流域と大流域を結びつけるキーは何かを解明することが課題である。そのために流域を一つの山体として捉え、その集水構造を明らかにする原位観測の積み重ねからのボトムアップアプローチが重要であり、特に世界的課題である「未観測流域における予測」の達成には精緻な観測で世界に先行する日本からの積極的貢献が必要である。

2. 研究の目的

気候変動や森林管理が流域の水量・水質調節機能に与える影響を解明・予測するには、突発気象現象から森林動態の時間スケールに対応した、より短時間間隔かつ長期にわたる高密度観測から、基岩内水移動経路の不均一性を山体規模で三次元的に把握する必要がある。そこで、高密度・高時間分解能のトレーサー観測から、時空間スケーリング問題の本質的理解を進め、問題解決の手法を例示することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

森林流域における地下水・渓流水の滞留時間、水移動経路、流出起源の3要素に着目し、それぞれをフロン類、ストロンチウム同位体比、および溶存有機物の光学特性を用いた解析から明らかにする。対象地として、滋賀県南部の花崗岩山地流域における観測を中心に行い、これ以外の他流域では比較可能なデータを採取した。

4. 研究成果

まず、信頼できるデータをだすことが最重要であるため、化学分析環境を整備・構築した。これにより、以下に挙げる主要3課題に加え、多くの波及・応用研究を行うことが可能になった。その上で、1. フロン類を用いた地下水の滞留時間の推定、2. ストロンチウム安定同位体比を用いた山地源流域の集水構

造の解明、および3. 溶存有機物の光学特性を用いた質の評価と、その降雨時の変動について研究を進めた。

1. では地形特性や地質が異なる複数の流域における観測から、地下水・湧水の滞留時間には、従来の研究で指摘されている地表面形状と滞留時間の関係性は明確ではなく、地下水流動の影響が強く表れていることが明らかになった。すなわち、個別の流域では基岩地下水の寄与の大きさ、基岩内部の地下水貯留量の大小が、滞留時間をコントロールしていた。ここから、渓流水の滞留時間決定機構の解明のためには、基岩への浸透・貯留・基岩からの流出のプロセスの強さに着目した観測を行うことが重要である。

2. では花崗岩2流域における観測から、上流部で基岩内部に浸透した地下水が、比較的面積が小さい範囲(>10ha程度)で回収され、面積が拡大しても、小流域の合流のみで流量が説明できることが明らかになった。基岩地下水が表出する経路として、基岩の割れ目を通じて多量に湧出する基岩湧水に加え、露出した基岩面からじわじわとしみ出す基岩浸出水が量的に重要であることが示された。

3. では、溶存有機物の光学分析によって得られる質に関する様々な指標を用い、土壌水、地下水、渓流水と移動する過程における溶存有機物の質の変化と、流域間の降雨流出過程の違いがその質に与える影響とを考察した。流域内部で起こるDOCの質の変化は流域間で共通していたが、渓流水の流出に寄与する流出成分の違いに応じて、土壌水の影響が強く出る流域と地下水の影響が強く出る流域とに区別することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. Thuan, N. C., Koba, K., Yano, M., Makabe, A., Kinh, C. T., Terada, A., Toyoda, S., Yoshida, N., Tanaka, Y., Katsuyama, M. and Yoh, M. N2O production by denitrification in an urban river: evidence from isotopes, functional genes, and dissolved organic matter, *Limnology*, (in press). (査読有)
2. 勝山正則, 長野龍平, 辻村真貴, 芳賀弘和, 正岡直也, 榊原厚一, 野中隼人, 谷誠(2016) トレーサーを用いた山地源流域内の地下水・湧水滞留時間の推定とその決定要因, 地形, 37, pp. 511-530. (査読有)
3. Iwasaki, K., Katsuyama, M. and Tani, M. (2016) Effects of deep percolation on dissolved inorganic nitrogen exports from forested headwater catchments, *J. For. Res.*, 21, pp.

- 57-66, doi: 10.1007/s10310-015-0517-y. (査読有)
4. Katsuyama, M., Yoshioka, T. and Konohira, E. (2015) Spatial distribution of oxygen-18 and deuterium in stream waters across the Japanese archipelago, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, pp. 1577-1588, doi:10.5194/hess-19-1577-2015. (査読有)
 5. Iwasaki, K., Katsuyama, M. and Tani, M. (2015): Contributions of bedrock groundwater to the upscaling of storm-runoff generation processes in weathered granitic headwater catchments, *Hydrol. Process.*, 29, pp. 1535-1548, doi:10.1002/hyp.10279. (査読有)
 6. 勝山正則 (2014) 波長スキャンキャピティリングダウン分光法による水同位体比測定装置を用いた微量サンプル測定について, *水文・水資源学会誌*, 27, pp. 304-310. (査読有)
- [学会発表](計 59 件)
1. 勝山正則, 尾坂兼一, 西本草太郎: 自動水質観測センサーを用いた渓流水質の短時間変動特性の解明, 第128回日本森林学会, 鹿児島大学, 2017.3.27.
 2. 小杉緑子, Marryanna Lion, 伊藤雅之, 野口正二, 高梨聡, 勝山正則, 松尾奈緒子, Siti Aisha: 半島マレーシア熱帯雨林における降雨・植物・土壌および渓流水中の酸素水素安定同位体比, 第128回日本森林学会, 鹿児島大学, 2017.3.28.
 3. 水垣滋, 勝山正則, 小田智基, 谷瀬敦, 新目竜一: 複数トレーサによる流域の浮遊土砂流出プロセスの推定, 第128回日本森林学会, 鹿児島大学, 2017.3.27.
 4. 堀田紀文, 江草智弘, 山川陽祐, 小田智基, 地頭蘭隆, 勝山正則, 蔡元融, 李心平: 渓流水質に基づく深層崩壊の危険度評価の試み, 第128回日本森林学会, 鹿児島大学, 2017.3.27.
 5. 小田智基, 勝山正則, 大手信人: 降雨時の高頻度水質観測に基づく流出・水質形成プロセスの考察, 第128回日本森林学会, 鹿児島大学, 2017.3.27.
 6. 小杉賢一郎, 正岡直也, 系数哲, 藤本将光, 中村公人, 勝山正則: 花崗岩山地と堆積岩山地における雨水流入および溶存物質流出の空間不均一性, 第128回日本森林学会, 鹿児島大学, 2017.3.27.
 7. 石森仁博, 松尾奈緒子, 芳村圭, 勝山正則, 立花義裕: 降水の安定同位体比の観測と数値実験を用いた紀伊半島における森林が水循環に与える影響の評価, 第64回日本生態学会大会, 早稲田大学, 2017.3.15.
 8. Ohte, N., Osaka, K., Katsuyama, M., Oda, T., Fukushima, K. and Mizugaki, S.: Effects of extreme events on nitrogen export from forested headwater catchments, AGU Chapman Conference on Extreme Climate Event Impacts on Aquatic Biogeochemical Cycles and Fluxes, San Juan Marriott Resort & Stellaris Casino, Puerto Rico, USA, 2017/1/23.
 9. Katsuyama, M., Tani, M. and Tsuruta, K.: Hydro- biogeochemical responses to environmental change at a granite catchment in Japan estimated from 43-years records, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2016.12.14.
 10. 橋本宏平, 中村公人, 小杉賢一郎, 勝山正則, 系数哲, 正岡直也, 川島茂人: 堆積岩山地における地下水流出過程の検討, 土壤物理学会 2016 年度大会, 京都大学, 京都市, 2016.10.29.
 11. 石森仁博, 松尾奈緒子, 芳村圭, 勝山正則, 立花義裕: 降水の酸素・水素安定同位体比を利用した 紀伊半島における降水への森林の影響の解明, 日本気象学会 2016 年度秋季大会, 名古屋大学, 名古屋市, 2016.10.28.
 12. Katsuyama, M., Tanaka, Y. and Tani, M.: Variations of fluorescent DOC in temperate forest catchments, *Goldschmidt 2016*, Yokohama, 2016.6.29.
 13. 角和暁, 勝山正則, 矢野翠, 木庭啓介: 酸素同位体異常を用いた森林生態系における大気沈着由来硝酸イオンの解析, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2016.5.24.
 14. 伊藤雅之, 西村裕志, 平野高司, Gunawan Haris, Kitso Kusin, 甲山治, 田中洋太郎, 勝山正則: 熱帯泥炭湿地の急速な環境変化が地下水中の溶存態有機炭素動態に及ぼす影響, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 幕張メッセ国際会議場, 千葉市, 2016.5.24.
 15. 勝山正則, 谷誠: ミネラルウォーターの安定同位体比空間分布を用いた世界の地下水資源モニタリング, 第127回日本森林学会, 日本大学, 藤沢市, 2016.3.29.
 16. 田中洋太郎, 勝山正則, 岩崎健太, 長野龍平, 鷹木香菜, 谷誠: 温帯森林流域における降雨流出過程に伴う溶存有機炭素の質的变化, 第127回日本森林学会, 日本大学, 藤沢市, 2016.3.28.
 17. 山本浩之, 鶴田健二, 小杉緑子, 勝山正則, 小杉賢一郎, 桂真也, 谷誠: ヒノキの蒸散, 吸水特性はどのように土壌水分環境の時空間変動と関係するの

- か？, 第127回日本森林学会, 日本大学, 藤沢市, 2016.3.28.
18. 勝山正則, 谷誠: 世界規模の地下水安定同位体比空間分布の解明, 第5回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 2015.12.25.
 19. Katsuyama, M., Takaki, K., Masaoka, N., Haga, H., Shin, K., Nakano, T. and Tani, M.: Identification and comparison of bedrock groundwater contribution in headwater streams using Strontium isotope, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2015.12.17.
 20. 勝山正則, 谷誠: 風化花崗岩山地源流域における空間スケール拡大に伴う流況安定化メカニズム, 水文・水資源学会2015年度研究発表会, 首都大学東京, 2015.9.9.
 21. 橋本宏平, 中村公人, 小杉賢一朗, 糸数哲, 正岡直也, 川島茂人, 勝山正則: 堆積岩山地の複数の集水域における流出水の水質に及ぼす降水の影響, 平成27年度農業農村工学会大会講演会, 岡山大学, 岡山市, 2015.9.3
 22. Katsuyama, M., Iwasaki, K., Nagano, R., Takaki, K. and Tanaka, Y.: Hydrological control of perpetual effects of forest disturbance on streamwater chemistry in a forested catchment, 4th International Conference Forests & Water in a Changing Environment, Kelowna, Canada, 2015.7.7.
 23. 伊熊浩平, 小杉賢一朗, 高見友佑, 勝山正則, 水山高久: 災害時における山体地下水・湧水の水資源の利用適合性の検討, 平成27年度 砂防学会研究発表会, 栃木県総合文化センター, 宇都宮市, 2015.5.20.
 24. 浅野友子, 内田太郎, 勝山正則, 五味高志, 水垣滋, 丹羽諭, 横尾善之: 山地流域の水・土砂流出における空間スケールの影響に関する研究の現状, 第126回日本森林学会大会, 北海道大学, 札幌市, 2015.3.28.
 25. 勝山正則: 森林流域における渓流水質の長期変動に与える攪乱の影響, 第126回日本森林学会大会, 北海道大学, 札幌市, 2015.3.27.
 26. 山本浩之, 鶴田健二, 勝山正則, 奥村智恵, 小杉緑子, 松尾奈緒子, 青木万実, 渡邊哲弘, 谷誠: 樹木の吸水深度推定に向けた土壌及び植物体からの水抽出・安定同位体比測定手法の検討, 第126回日本森林学会大会, 北海道大学, 札幌市, 2015.3.27.
 27. 田中洋太郎, 勝山正則, 岩崎健太, 長野龍平, 鷹木香菜, 谷誠: 森林流域における降雨時渓流水中の溶存有機物蛍光特性の変動メカニズム, 第126回日本森林学会大会, 北海道大学, 札幌市, 2015.3.27.
 28. 長野龍平, 勝山正則, 辻村真貴, 芳賀弘和, 正岡直也, 榊原厚一, 池田隼人, 谷誠: 山地源流域における流域地下構造に起因する地下水・湧水の滞留時間決定機構の解明, 第126回日本森林学会大会, 北海道大学, 札幌市, 2015.3.27.
 29. 鷹木香菜, 勝山正則, 正岡直也, 芳賀弘和, 申基澈, 中野孝教, 谷誠: ストロンチウム安定同位体比を用いた山地源流域の集水構造の解析 -地質・地形の異なる流域間比較-, 第126回日本森林学会大会, 北海道大学, 札幌市, 2015.3.27.
 30. Kume, T., Oda, T., Inoue, Y., Yoshifuji, N., Katsuyama, M., Kumagai, T. and Ichie, T.: Short-term drought impacts on water use in Bornean tropical rainforest trees, 第62回日本生態学会, 鹿児島市, 2015.3.19.
 31. Katsuyama, M., Iwasaki, K., Nagano, R., Takaki, K. and Tanaka, Y.: Difference of Ecosystem and Hydrological control on Long-term water quality between adjacent subcatchments in a forested catchment in central Japan, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2014.12.15.
 32. 伊藤雅之, 西村裕志, 塩寺さとみ, 甲山治, 勝山正則, 田中洋太郎: 熱帯泥炭の火災が地下水中の溶存有機炭素の量と質に及ぼす影響, 第4回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 2014.12.22.
 33. 松尾奈緒子, 山田祐也, 芳村圭, 勝山正則, 和田恵次, 大野研, 立花義裕: 安定同位体を用いた紀伊半島の降水システムの解明, 第4回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 2014.12.22.
 34. 鷹木香菜, 勝山正則: ストロンチウム安定同位体比を用いた山地源流域間の地下水湧出過程の比較, 第4回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 2014.12.22.
 35. Haga, H., Katsuyama, M., Osaka, K.: Critical Rainfall and Groundwater Level Regulating Runoff Generation in a Small Forested Catchment, Western Japan, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2014.12.15.
 36. Masaoka, N., Kosugi, K., Katsuyama, M., Mizuyama, T., Miyata, S., Tsutsumi, D.: Effects of bedrock groundwater and geological structure on hydrological processes in mountainous watersheds, INTERPRAEVENT International Symposium 2014, Nara Prefectural New Public Hall, Nara, Japan, 2014.11.27.
 37. 松尾奈緒子, 山田祐也, 芳村圭, 勝山正則, 和田恵次, 大野研, 立花義裕:

- 紀伊半島の降水の安定同位体比の季節変動と空間分布, 水文・水資源学会 2014 年度研究発表会, 宮崎グリーンズフィア壱番館, 宮崎市, 2014.9.25.
38. Katsuyama, M. and Tani, M.: Isoscapes of bottled water as a tool for global groundwater resources monitoring, MinWat2014, Karlovy Vary, Czech Republic, 2014.9.11.
 39. Kume, T., Oda, T., Inoue, Y., Yoshifuji, N., Katsuyama, M., Kumagai, T. and Ichie, T.: How emergent trees in a bornean tropical rainforest can mitigate impacts of drought?, 6th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants, Nagoya Univ., Japan, 2014.9.9.
 40. 池田隼人, 辻村真貴, 勝山正則, 長野龍平: 山地源流域におけるマルチ・トレーサー手法による湧水・地下水・河川水の滞留時間の推定, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, パシフィコ横浜, 2014.5.1.
 41. Katsuyama, M., Kosugi, K. and Tani, M.: Mean residence time and hydrochemistry of bedrock groundwater aquifer in a Granite mountain, Japan Geoscience Union Meeting 2014, Pacifico YOKOHAMA, 2014.4.29.
 42. Oda, T., Urakawa, R., Green, M., Ohte, N., Endo, I., Scanlon, T. M., Sebestyen, D. D., McGuire, K. J., Katsuyama, M. and Fukuzawa, K.: Hydrological and nitrate recovery times after forest disturbance in US and Japan, The 6th EAFES International Congress, Hailou, China, 2014.4.10.
 43. 勝山正則: 水同位体比長期連続観測に基づく基岩内地下水の動態と溪流への寄与, 森林水文ワークショップ 2014 公開シンポジウム, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.30.
 44. 中村公人, 瀧田純平, 小杉賢一朗, 糸数哲, 正岡直也, 勝山正則, 山川陽祐, 藤本将光: 花崗岩と堆積岩を地質とする流域からの降雨流出と水質形成における山体地下水の役割 -単峰性堆積岩山地からの流出水の水文・水質特性-, 森林水文ワークショップ 2014 公開シンポジウム, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.30.
 45. 佐山敬洋, 勝山正則, 小杉賢一朗: 降雨流出波形と水質・同位体をシグナルとする山地河川流出起源の推定, 森林水文ワークショップ 2014 公開シンポジウム, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.30.
 46. 勝山正則, 岩崎健太: 山地源頭部における隣接流域間の降雨流出過程の相互比較, 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.29.
 47. 山本浩之, 鶴田健二, 小杉緑子, 牧田直樹, 勝山正則, 正岡直也, 小杉賢一朗, 松尾奈緒子, 谷誠: 土壌の乾燥が斜面位置の異なるヒノキの蒸散及び吸水深度に及ぼす影響, 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.28.
 48. 田中洋太郎, 勝山正則, 長野龍平, 鷹木香菜, 谷誠: 森林流域における蛍光特性を用いた溶存有機態炭素の時空間動態の解明, 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.28.
 49. 長野龍平, 勝山正則, 池田隼人, 辻村真貴, 谷誠: 山地小流域におけるフロン類を用いた湧水・地下水の滞留時間の推定とその時空間変動要因, 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.28.
 50. 鷹木香菜, 勝山正則, 正岡直也, 芳賀弘和, 申基澈, 中野孝教, 谷誠: ストロロンチウム同位体比を用いた山地源流域における集水構造の流域間比較, 第 125 回日本森林学会大会, 大宮ソニックシティー, さいたま市, 2014.3.28.
 51. 鷹木香菜, 勝山正則: ストロロンチウム同位体比を用いた山地源流域における集水構造の流域間比較, 第 3 回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 2013.12.17.
 52. 山田祐也, 大野研, 松尾奈緒子, 勝山正則, 吉村圭, 和田恵次: 安定同位体比を用いた紀伊半島の降水システムについての研究, 第 3 回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境学研究所, 2013.12.17.
 53. Katsuyama, M., Kosugi, K. and Tani, M.: Long-term observations of bedrock groundwater dynamics and contributions to stream in a Granite catchment - Approach with mean residence time and hydrochemistry, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2013.12.10.
 54. Ohte, N., Tokuchi, N., Katsuyama, M., Osaka, K., Yoneda, S. and Ochiai, N.: Strong nitrogen retention against the pine-stands dieback by pine-wilt disease in a temperate conifer-deciduous forest in central Japan: Budget and mechanisms, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2013.12.10.
 55. Fukushima, K., Tateno, R., Katsuyama, M. and Tokuchi, N.: Changes in plant-soil feedback regulate ecosystem nitrogen retention during stand development of Japanese cedar plantation after clear-cutting, AGU

Fall Meeting, San Francisco, 2013.12.10.

56. Oda, T., Green, M., Ohte, N., Urakawa, R., Endo, I., Scanlon, T. M., Sebestyen, S. D., McGuire, K. J., Katsuyama, M., Fukuzawa, K., Tague, C., Hiraoka, M., Fukushima, K. and Giambelluca, T. W.: Comparison of methods for determining the hydrologic recovery time after forest disturbance, AGU Fall Meeting, San Francisco, 2013.12.10.
57. 勝山正則, 齋藤有, 小杉賢一朗, 正岡直也, 堤大三, 宮田秀介, 館野隆之輔, 福島慶太郎, 中野孝教, 谷誠: 森林流域におけるストロンチウム安定同位体比を用いた地下水湧出の空間スケールリング, 水文・水資源学会 2013 年度研究発表会, 神戸大学百年記念館, 2013.9.27.
58. 瀧田純平, 中村公人, 勝山正則, 小杉賢一朗, 山川陽祐, 正岡直也, 系数哲, 小島永裕: 小起伏堆積岩山地における湧水の水文・水質特性, 水文・水資源学会 2013 年研究発表会, 神戸大学百年記念館, 2013.9.26.
59. 勝山正則, 谷誠: 日本全国および世界における地下水の酸素・水素安定同位体比空間分布, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 幕張メッセ国際会議場, 2013.5.23.

正岡 直也 (MASAOKA, Naoya)
岩崎 健太 (IWASAKI, Kenta)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.bluemoon.kais.kyoto-u.ac.jp/katsu/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

勝山正則 (KATSUYAMA, Masanori)

京都大学・学際融合教育研究推進センター
グローバル生存学大学院連携ユニット・特
定准教授

研究者番号: 40425426

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

鷹木 香菜 (TAKAKI, Kana)

長野 龍平 (NAGANO, Ryohei)

田中 洋太郎 (TANAKA, Yotaro)

芳賀 弘和 (HAGA, Hirokazu)