

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K06503

研究課題名（和文）水循環 - 農業活動の動的結合モデル高度化による農家経験知と温暖化科学知の定量的評価

研究課題名（英文）Quantitative assessment of scientific knowledge on climate change and farmers' empirical knowledge through dynamic coupling of hydrologic and crop models

研究代表者

辻本 久美子 (Tsujiimoto, Kumiko)

岡山大学・環境生命科学研究所・助教

研究者番号：80557702

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000 円

研究成果の概要（和文）：地表に降った雨水が土の中に浸透し、蒸発しながら土の中を流れ、川に流れ出すプロセスを解く数値モデルを改良して、農地の乾湿状態を従来よりも正確に求めることができ、それに応じてイネの生育をシミュレーションできるような数値モデルを開発（改良）した。改良した数値モデルを利用して、将来気候の下で予測される降水量、土壌水分量、灌漑需給量、水稻生産量を計算し、複数の予測値の中から見出される最も確からしい情報と、その誤差範囲、誤差を生み出している要因を明らかにした。同時に、過去の自然環境の年々変動に対して農家の人々がどのように経験的に適応してきたのか解析し、気候変動下でのその効果と限界について考察した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

温暖化によって気温や雨の降り方が変化しつつあることが指摘されているが、変化の程度は地域や季節によって異なり、世界各機関から公開されている将来気候の予測値には幅や差異がある。そのため、多くの情報の中から最も確からしい情報を得るとともに、その情報の確からしさの程度も把握した上で、各地域固有の適応策を講じる必要がある。一方、農業活動においては、経験的に培われた自然環境変動への適応戦略が潜在しているとみられ、科学知と経験知の双方を補完的に利用することが、気候変動適応の上で重要と考えられる。本研究は、これら科学知と経験知を定量的に評価するツールを開発し、適応策検討に際し重要な課題を抽出・提示した。

研究成果の概要（英文）：In this project, a distributed hydrological model and a crop growth model were dynamically coupled with improvements especially made on the land-surface process sub-model. The improved model was applied on a basin scale, and the impact assessment of climate change on agricultural water resources and rice production was conducted to derive the basin-scale future projection and its uncertainties ("quantitative assessment of scientific knowledge on climate change"). In addition, farmers' empirical knowledge on agricultural management against year-to-year fluctuations in rainfall and water availability has been investigated through field surveys and remote sensing data, and its effectiveness and limitation under changing climate have been investigated. With results from these two approaches, the effective information for adaptation in agriculture under climate change has been distilled and discussed.

研究分野：水工学

キーワード：水稻作付日 気候変動影響評価 食料生産量 水循環モデル MODIS GSMap AMSR2 CMIP5

1. 研究開始当初の背景

従来、流域規模や全球規模での水循環過程の数値モデル化は工学系主体で、地点単位での水稻生育・生産量モデル化は農学系主体で、別々に進められてきた。近年、温暖化影響評価の重要性が増す中で、全球規模で水資源と食料生産量とを統合してモデル化したり、全球大気循環モデル(気候モデル, GCM)の中で植生が動的に変化するモデルの開発が目覚ましい。一方で、地域・流域規模での水循環-農業動的結合モデルの開発・適用研究は、国際的にもそれほど活発ではない。全球規模で水・食糧安全保障や経済効果を議論する際と、地域規模の灌漑整備方針・農家や水利組合の温暖化適応策を検討する際には、必要とされる情報の精度も異なり、地域固有性の重要性も増すため、全球データセットや全球モデルを地域規模に援用するだけでなく、地域の実態を考慮したモデル化も必要である。流域単位で水資源管理を考えるためには、従来の地点単位での水稻生産量予測も不十分であるため、両者をつなぐ、中間の空間規模・精度の数値モデルの開発が、特に途上国の流域水資源管理にとって重要であると考えられる。本研究では、そうした観点からのモデルの高度化を目的とする。

2. 研究の目的

研究代表者がこれまで開発してきた水循環-水稻生育に係る動的結合数値モデルの高度化を目指す。この数値モデルは、陸域水循環過程、水田に関する人為的な営農管理(灌漑, 栽培品種, 作付時期等), 水ストレスに応答した水稻の生育過程と収量, の3つを動的に、相互作用を考慮しながら計算することができる。本研究では、まず、本数値モデル内に組み込まれている陸面過程, 水文過程の計算を高度化させ、土壌水分推定精度の向上を図る。また、地域固有性や、農家が長年の経験のもとで培ってきた経験知について、現地調査を通して定量的な評価を試み、その結果を数値モデルに反映させる。これらにより、地球温暖化・水循環変動下の将来気候に関する現在の科学知に基づく適応策検討について、経験知による適応力との比較をしながら定量的に評価することを試みる。また、水資源管理と農業管理の観点から、現地行政組織や各農家が政策/意思決定に利用できるような、低計算負荷、高空間解像度の数値モデルの高度化を目指す。

3. 研究の方法

(1) 水循環-農業活動動的結合モデル改良

本研究で用いるモデルは、分布型水循環モデル(GBHM)と陸面過程モデル(SiB2)の結合モデルであるWEB-DHMに、土壌水分ストレスに応答する水稻生育モデルSIMRIW-rainfedと、独自に開発した灌漑操作サブモデルとを組み込んだものである(図-1)。本研究課題では、主にSiB2ベースの陸面過程サブモデルの改良を進め、天水田, 灌漑水田, 湛水湿地水田, 感潮湿地水田といった多様な水利用形態の水田における人為的水管理操作と農地土壌内の水移動, 流域水循環とをより精緻に解くことができるよう、モデル改良を行った。

改良したモデルを検証するためには様々なデータが必要となるが、これについては、現地調査による水文気象観測や農家ヒアリング調査に加え、人工衛星によるリモートセンシングデータの効果的利用を目指し、衛星観測データの検証や衛星観測アルゴリズム, 陸面データ同化アルゴリズムの改良も同時に進めながら、検証データの収集を多角的に行った。具体的には、降水量についてはGPMによる衛星全球降水マップGSMaPを、土壌水分量についてはGCOM-W衛星によるAMSR2観測輝度温度から放射伝達モデルとSiB2を用いて計算した値を用い、水田における農事暦の推定には、Aqua及びTerra衛星搭載のMODIS観測値から推定された葉面積指数LAIと植生指数EVIプロダクトを参照した。これらの人工衛星観測データについて、現地観測データと比較・検証しながら、バイアス補正やアルゴリズム

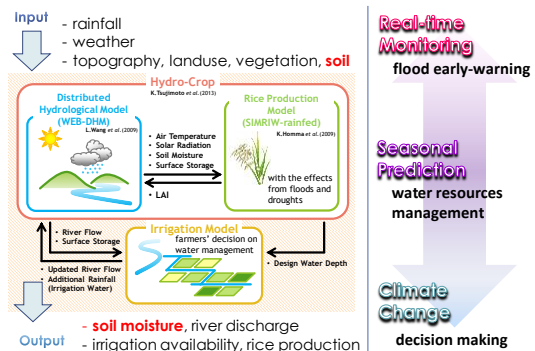


図-1. 水循環-農業活動の動的結合モデルに関する概念図。大きく3つのサブモデル(流域水循環, 土壌水分に応答した水稻生育, 灌漑取水操作)から構成される。入力データにより、リアルタイム, 季節予測, 気候変動影響評価に適用可能である。

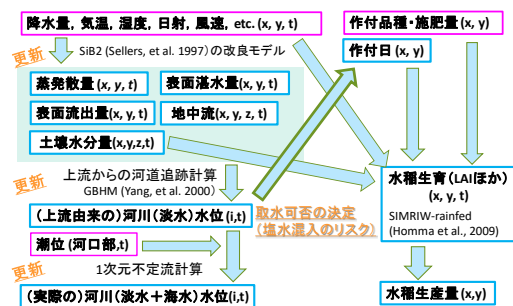


図-2. 改良モデルにおける計算の流れ。□が入力変数を, □がモデルによる数値計算から求められる変数を示す。

の開発・改良を行った上で、改良モデルの入力・検証用データに供した。例として、AMSR2を用いた土壌水分推定アルゴリズム改良の効果（於：カンボジア）を図-3に、MODISのEVIプロダクトを利用して本研究課題で開発したアルゴリズムによる農事暦推定結果（於：日本）を図-4に示しており、これらの手法はいずれも学术论文に発表した。また、図-5は低平地沿岸域における感潮湿地水田を対象に、河川流量データのみから農家の水管理・作付日決定状況を推定するアルゴリズムの適用結果を示している（於：インドネシア）。このアルゴリズムと水循環－農業動的結合モデルを用いて計算した水稻のLAIの季節変化を図-6に示しているが、LAIの立ち上がり、ピークともによく合致している。作付日に対する外部入力データを用いずとも、河川流量のみから感潮湿地水田の作付日を概ね推定できることが確認された。本課題で開発・検証したリモートセンシングと数値モデルを併用した手法は、途上国などの現地データが多く存在しない地域に対する気候変動影響評価検討において有用と考えられる。

本課題では、このように数値モデル・アルゴリズム群を開発・改良した上で、それらを用いて以降に示す研究を行った。

(2) 温暖化科学知の定量的評価

将来気候に関する入力データとして、第5次結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP5)に参加する52のGCMから、対象地・対象季節の過去の降水に対して再現性の高いモデルを複数選択した。データの取得およびモデル再現性評価、バイアス補正には、データ統合・解析システム(DIAS)のCMIP5データ解析システムを使用した。

本研究におけるGCMの評価手順を図-7に示す。まず、対象地を包含する大小2つの評価領域を設定した。これは、局地的な降水(小領域)とモンスーンなど大規模循環場による降水(大領域)の双方に対して降水の再現性を評価するためである。その上で、2つの評価領域に対して、過去20年間(1981~2000年)の平均月降水量に関するGCM出力値をGlobal Precipitation Climatology Project(GPCP)と比較し、空間相関係数(spatial correlation, Scorr)および二乗平均平方根誤差(root mean square error, RMSE)を算出した。次にこれら2つのメトリックスについて、既往研究で提案されているデメリットポイントシステムを参考に、 $Scorr < 0.6$, $RMSE > 2$ で各1Ptを気候モデルに与える点数化を行い、2領域の平均を総合点とした。最大24Pt(2メトリックス×12月)で、点数が高いほど降水パターン・降水量が十分に再現できていないことを示すこととなる。

こうして選択したGCMによる気象・降水量データを統計的にダウンスケーリングし、(1)の手法で農事暦を推定した上で、(1)の数値モデルを用いて現在気候および将来気候条件下の水稻生産量を計算した。

(3) 農家経験知の定量的評価

現地での水文気象観測および農家ヒアリングを通して、気象や降水量の年々変動に対する営農管理上の対応について調査を行った。さらに、(1)

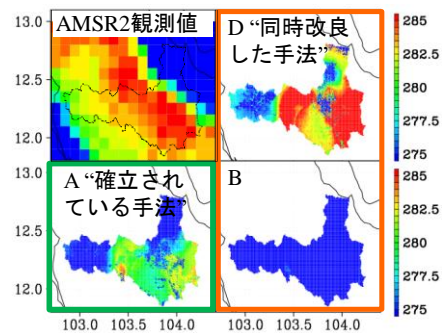


図-3. モデル改良前後の土壌水分計算結果から求めた輝度温度と、それに対応する衛星観測輝度温度(左上が観測値, 右上が改良モデルによる計算値, 左下および右下が既存モデルによる計算値). [辻本ほか, 土木学会論文集, 2018]

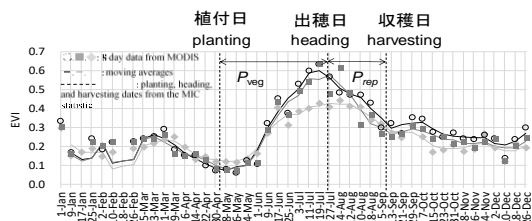


図-4. MODISによるEVIプロダクト時系列値と、植付日・出穂日・収穫日に関する統計データとの対応関係(石川県の水田の場合). [Tsujiimoto et al., PWE, 2019]

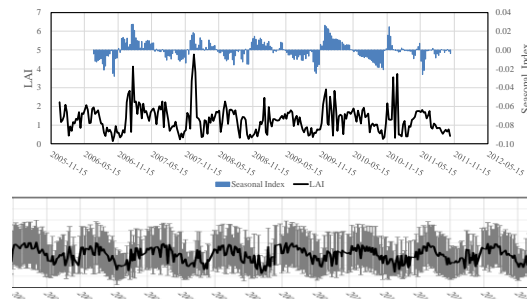


図-5. 上: 現地ヒアリングを実施した水田の周辺9セルに対する衛星観測LAI(黒線)及び河川流量観測値から計算した流量指標(青色棒グラフ). 下: 流域内の全感潮湿地水田(4552セル)に対する衛星観測LAIの時系列値(黒太線は平均値を示す). [辻本ほか, 農業農村工学会講演要旨集, 2017]

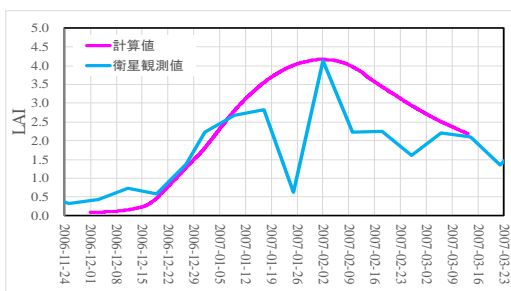


図-6. LAIの計算値と衛星観測値. [辻本ほか, 農業農村工学会講演要旨集, 2017]

の農事暦推定アルゴリズムを用いて 2003 年から 2019 年までの 17 年間にわたる農事暦を推定した。その上で、(1)で準備した降水量・土壌水分量に関する当該期間のデータと比較し、上記の現地調査による知見と併せて、農地の水利条件と農事暦との間の関係を解析した。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

①モデル改良

本課題でのモデル改良と関連アルゴリズムの開発(3.(1)記載)により、農地根群域を含む陸域表層土壌に対する土壌水分量の計算精度が向上した。その結果、特に途上国に多く広がる天水田(灌漑設備が少なく降雨への依存度が高い水田)において、土壌水分ストレス(洪水・渇水ストレス)に応答した水稻生産量の計算精度が向上した。また、GCOM-W 衛星搭載の AMSR2 観測輝度温度を用いた表層土壌水分量推定アルゴリズムや陸面データ同化アルゴリズムと併用することで、陸域水循環(流域内土壌水分量の時空間分布、河川流量)の計算精度向上が示された。

②温暖化科学知の定量的評価

本稿では例として、カンボジアに対する気候変動影響評価の結果を示す。図-8 は、過去気候(1981~2000年)と RCP4.5 シナリオ下の将来気候(2041~2060年)に対する GCM 出力降水量について、20年間平均の月積算値として示している。また比較のため、過去期間の観測雨量(APHRODITE)を黒色太線で示している。GCM については、3(2)記載の方法で選択した上位5モデルによる出力値を示している。図-8を見ると、選択された5つすべての GCM で年降水量の増加を示し、特に雨季の降水の増加を示すモデルが多いが、MIROC5 は6、7月の降水量の減少を、MPI-ESM-LR は降水量のピークが9月に早まり10月の降水量の減少を示すなど、降水の季節変化の様相は上位 GCM の中でも異なっていた。

ここで求められた過去・将来の気象・降水量データを、3(1)で改良した数値モデルに入力し、流域内各地の土壌水分量および水稻収量を計算した。その結果を図-9~図-11に示す。図-9は、過去気候(1981~2000年)と将来気候(2041~2060年)に対する、カンボジア国内の一流域(Pursat 川流域)における各20年平均の水稻収量の計算結果を示している。過去気候で推定した収量と比較し、全 RCP シナリオにおいて、MIROC5、MPI-ESM-LR、NorESM1-M は収量の減少を示し、CESM1-CAM5、CCSM4 はほとんど変化を示さなかった。また、図-10は RCP 4.5における将来気候(2041~2060年)の水稻収量の年々変動を示し、図-11は将来気候における干ばつ日(土壌水分が15%下回る日と定義)の日数を示す。これらの図を見ると、NorESM1-M は期間を通し

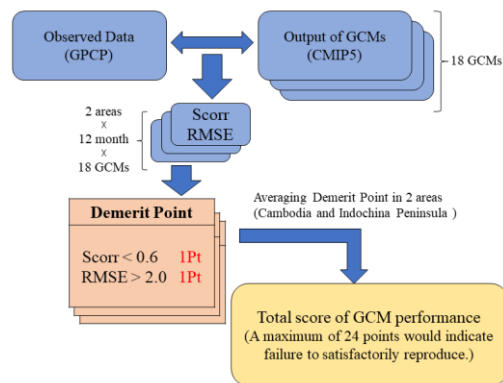


図-7. 本研究における GCM 評価方法のフローチャート。CMIP5 の GCM 出力値(過去期間)を観測値(GPCP)と比較し、Scorr, RMSE からデメリットポイントを算出して評価した。

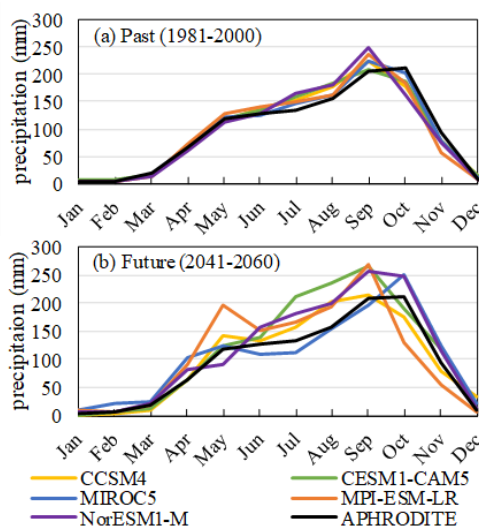


図-8 (a)過去気候(1981~2000年)と(b)RCP4.5 シナリオ下の将来気候(2041~2060年)のカンボジア・プルサット川流域における月降水量の GCM 出力。黒線は AHRDITE による過去期間の観測雨量を示す。GCM は3(2)で選択された上位5モデルで、米国(CCSM4, CESM1-CAM5)、日本(MIROC5)、ドイツ(MPI-ESM-LR)、ノルウェー(NorESM1-M)のモデルによる出力値を示している。

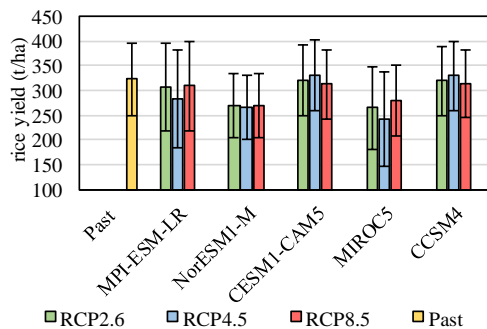


図-9 図-8の降水量・気象条件を入力として改良モデルで計算した過去および将来(RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5の3シナリオ)に対する水稻収量の計算値(20年間の平均値を棒グラフに、その標準偏差をエラーバーに示す)。

て収量が低い、MIROC5、MPI-ESM-LR は収量の年々変動が大きく、干ばつ日も増加を示していることがわかる。年間降水量については、再現性の高さが上位のモデル間で一致して増加傾向を示しているのに対し、水稲収量や干ばつ日数については、入力に用いる GCM 間で差異が見られた。その要因について解析した結果、雨季の開始や終了時期、小乾季の表れ方、雨季内の降水パターンに GCM 間で明瞭な差異が認められ、これらの差異が天水田の水稲生産量予測値に大きな予測幅を与えている状況が明らかになった。

③農家経験知の定量的評価

対象域における作付日は年や地域間でばらつきがあることが示された。土壌水分量についても、雨季の開始時期に相当する 4-5 月、小乾季がみられる 6-8 月で年々変動が大きいことが示された。一般的な作付時期は 6-7 月であるが、4-5 月の土壌水分量が多い年は作付時期が早まっていた。特に、土壌水分量が 20%を超える日数が多い場合に、農家の作付行動が促進されている可能性が示唆される。これらより、対象域では従来よりモンスーンに伴う気候の年々変動に対して経験的に適応してきた可能性も示唆される。しかし、こうした農家の経験・慣行的な作付行動は、リスクを伴う可能性もある。特に、雨季開始時期の土壌水分量は年々変動が大きく、6 月以降に土壌水分量が低くなる期間（小乾季）がしばしば出現している。気候変動下では小乾季の出現時期や期間、程度が過去の傾向よりも大きく変化する可能性も考えられ、それに先駆けた 4-5 月の作付が天水田稲作の土壌水分ストレスに与える影響評価が重要である。今後、気候モデルによる小乾季再現性の向上や、農家の作付行動を反映した作物モデル、収量予測が必要となる。それらを踏まえたうえでの将来収量の評価や適応策の検討が望まれる。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

土壌水分量は農業生産量のみでなく降雨－流出過程や地表面からの水・熱フラックスに大きな影響を与えるため、これらの成果は、農業活動のシミュレーションのみでなく、治水・洪水管理のための河川流量計算や、降水予測のための気象モデルに対する境界条件を与えるサブモデルとしても利用できる展望がある。

(3) 今後の展望

国内外の関連研究によると、温暖化・気候変動による水稲生産量への影響は、気温や二酸化炭素濃度の変化による影響が主に注目され、天水田における土壌水分ストレスの影響については、影響の方向（減少か増加か）、影響の程度ともに様々に予測されており、統一見解は少ない。本課題の結果からは、今後、流域水循環と作物生産量とを関連づける数値モデルの改良とともに、GCM の降水再現性について、豪雨・防災面のみでなく、作物生長への影響という観点からも降水パターンの検証と精度向上が重要であることが示唆される。(2) 記載事項と併せ、今後こうした観点からの研究につなげていきたい。

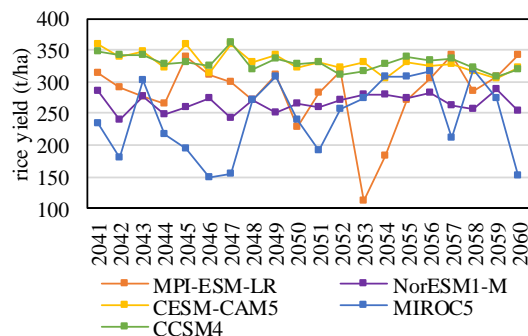


図-10 図-9 の RCP4.5 に対応する、将来 20 年間の水稲単収の年々変動の状況。MIROC5（日本）と MPI-ESM-LR（ドイツ）モデルを入力に用いた計算では、数年に 1 度、収量の大幅減が見込まれている。他の 3 モデル（アメリカ、ノルウェー）を用いた計算では、20 年間安定した単収が得られると見込まれる。

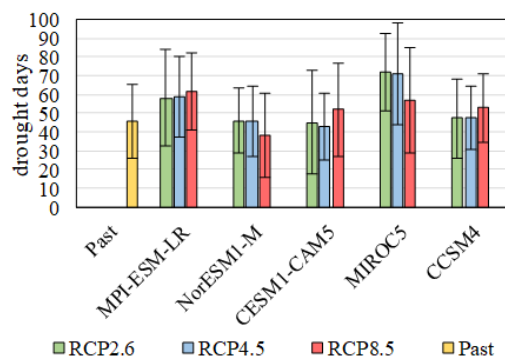


図-11 図-9 に対応する将来気候下の水稲作期（4-10 月）の干ばつ日数（表層土壌水分量が 15%を下回る日数と定義）。

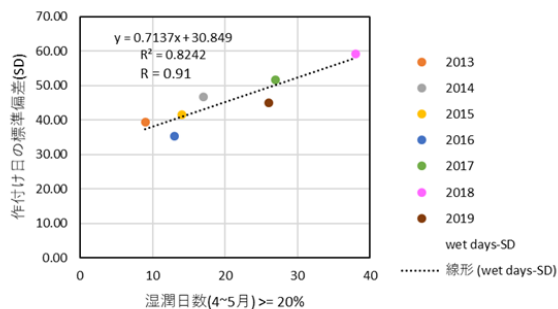


図-12 4-5 月の湿潤日数（表層土壌水分量が 20%以上の日と定義）と作付日標準偏差との関係）。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hirooka Yoshihiro, Homma Koki, Kodo Taisuke, Shiraiwa Tatsuhiko, Soben Kim, Chann Mithona, Tsujimoto Kumiko, Tamagawa Katsunori, Koike Toshio	4. 巻 199
2. 論文標題 Evaluation of cultivation environment and management based on LAI measurement in farmers' paddy fields in Pursat province, Cambodia	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Field Crops Research	6. 最初と最後の頁 150 ~ 155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.08.031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 辻本久美子, 太田 哲, 森 也寸志	4. 巻 74
2. 論文標題 土壌水分特性の考慮による統合水循環モデルとマイクロ波衛星土壌水分量観測手法の同時改良	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 I_979 ~ I_984
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejhe.74.I_979	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tsujimoto Kumiko, Ohta Tetsu, Aida Kentaro, Tamakawa Katsunori, So Im Monichoth	4. 巻 5
2. 論文標題 Diurnal pattern of rainfall in Cambodia: its regional characteristics and local circulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1186/s40645-018-0192-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Tsujimoto Kumiko, Ohta Tetsu, Hirooka Yoshihiro, Homma Koki	4. 巻 17
2. 論文標題 Estimation of planting date in paddy fields by time-series MODIS data for basin-scale rice production modeling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 83 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10333-019-00700-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsujimoto Tetsuro, Tsujimoto Kumiko	4. 巻 17
2. 論文標題 Numerical and experimental study on the risk of paddy field damage due to river bank breach during serious floods	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 247 ~ 253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10333-019-00717-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Mori Yasushi, Sasaki Masaya, Morioka Eisei, Tsujimoto Kumiko	4. 巻 17
2. 論文標題 When do rice terraces become rice terraces?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paddy and Water Environment	6. 最初と最後の頁 323 ~ 330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10333-019-00727-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 辻本久美子、太田哲、本間香貴
2. 発表標題 南スマトラ感潮湿地水田の気候変動影響評価のための作付日推定手法の検討
3. 学会等名 平成29年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 農業農村工学分野における衛星降水量データの効果的な利活用に向けて、企画セッション「農業農村工学分野における衛星降水量データの効果的な利用に向けて」
3. 学会等名 平成29年度農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 辻本久美子、森 也寸志
2. 発表標題 衛星搭載マイクロ波放射計を利用した土壌水分量推定に向けた土壌誘電率のモデル化
3. 学会等名 2017年度土壌物理学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森 也寸志、佐々木 仁哉、辻本 久美子
2. 発表標題 棚田の保全と復興に関わる土壌環境の変化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Tsujimoto, Tetsu Ohta
2. 発表標題 Calibration of Satellite Precipitation Product GSMaP with Ground Rain-Gauge Observations for Hydrological Simulations
3. 学会等名 15th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Tsujimoto, Tetsu Ohta
2. 発表標題 Modeling Soil Moisture for an Integrated Basin-Scale Hydrological and Agricultural Model
3. 学会等名 15th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kumiko Tsujimoto, Tetsu Ohta, Yoshihiro Hirooka, Koki Homma
2. 発表標題 Estimation of planting date in paddy fields by time-series MODIS data for basin-scale rice production modelling
3. 学会等名 PAWEES-INWEPF International Conference Nara 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuro Tsujimoto, Kumiko Tsujimoto
2. 発表標題 Risk of paddy field damage due to river bank breach during serious flood
3. 学会等名 PAWEES-INWEPF International Conference Nara 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasushi Mori, Masaya Sasaki, Eisei Morioka, Kumiko Tsujimoto
2. 発表標題 When do rice terraces become rice terraces?
3. 学会等名 PAWEES-INWEPF International Conference Nara 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 スマートフォンアプリを利用した営農管理システム構築に向けて
3. 学会等名 平成30年度岡山大学研究シーズ発信会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 スマートフォンアプリを利用した営農管理システム構築に向けて
3. 学会等名 第23回岡山リサーチパーク研究・展示発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 辻本久美子
2. 発表標題 大気陸面データ同化による局地循環性降水の予測精度向上に向けて
3. 学会等名 気象学会関西支部2019年度第2回例会（研究発表会）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻本久美子、栗屋奈那、大野晃太郎
2. 発表標題 カンボジアの水稻生産量に対する農家経験知と気候変動科学知の定量的評価とその不確実性の検討
3. 学会等名 2020年度（第69回）農業農村工学会大会講演会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Yasushi Mori and Kumiko Tsujimoto	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Universal Harvester Inc.	5. 総ページ数 pp.200-207
3. 書名 In Ester G. Dipasupil (Ed.), A Banaue story: restoring a world heritage treasure	

1. 著者名 Kumiko Tsujimoto	4. 発行年 2018年
2. 出版社 MSU Publishers	5. 総ページ数 pp.171-176
3. 書名 In Kiichiro Hatoyama and Yu. L. Mazurov (Eds.), Environmental Risks for Socioeconomic Development: Proceedings of the 3rd (2nd STEPS) Russian-Japanese Collaboration Seminar for Sustainable Development	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小池 俊雄 (Koike Toshio)		
研究協力者	本間 香貴 (Homma Koki)		
研究協力者	太田 哲 (Ohta Tetsu)		
研究協力者	廣岡 義博 (Hirooka Yoshihiro)		
研究協力者	ソ イム モニチョット (So Im Monichoth)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	ホ サナラ (Hor Sanara)		
研究協力者	ホック リダ (Hok Lyda)		
研究協力者	大野 晃太郎 (Ono Kotaro)		
研究協力者	栗屋 奈那 (Kuriya Nana)		
研究協力者	ケモン チア (Koemorn Chea)		
研究協力者	イーニアン ムット (E-Nieng Muth)		
研究協力者	増本 隆夫 (Masumoto Takao)		