

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01540

研究課題名（和文）地球観測ビッグデータと大規模アンサンブル気候実験による洪水変化の検出と原因特定

研究課題名（英文）Detection and attribution of flood changes using Earth observation big data and large ensemble climate experiments

研究代表者

平林 由希子（Hirabayashi, Yukiko）

芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号：60377588

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：長期観測流量再解析、衛星画像ビッグデータ、大規模アンサンブル実験を活用したイベントアトリビューション実験を行い、過去に発生した洪水変化に対する地球温暖化の寄与を調べた結果、アジアや南アメリカで温暖化による豪雨の増加で洪水の発生頻度が増加していること、その傾向は近年特に顕著であることを見出した。一方で、いくつかの春先の融雪洪水は過去の気温上昇による降雪の減少で発生頻度が減少していたことも見出した。本研究で得られた結果は査読付き論文として発表するだけでなく、2022年2月末に発行されたIPCC第6次評価報告書第2作業部会にも引用され、この分野の科学的知見の拡充に貢献した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界で初めて多数の洪水に対するイベントアトリビューション実験を行い、過去の洪水の発生確率の変化に人為起源の温暖化が影響している証拠を示すことに成功した。長期河川流量再解析や衛星画像ビッグデータによる過去の洪水変化の検出手法も新たに提案し、温暖化の寄与の地理的分布や過去の洪水の発生が近年に多いことも示すなど関連分野への学術的な貢献が大きい。また、最新のIPCC報告書に引用されるなどこの分野の科学的知見の拡充に大きく貢献した。本研究は長期観測が不足している河川洪水に対して、温暖化による洪水変化の情報を提供することに成功しており、これらの地域の今後の洪水に関する適応策に重要な示唆を与えている。

研究成果の概要（英文）：Event attribution experiments utilizing a long-term riverflow reanalysis, satellite imagery big data, and large-scale ensemble climate experiments was conducted to examine the contribution of human-induced climate change to past flood changes. The results indicated that the frequency of flooding has increased in Asia and South America due to an increase in heavy rainfall caused by human-induced climate change, and that this trend has been particularly pronounced in the past several decades. We also found that the frequency of some snowmelt floods in early spring has been decreasing due to the decrease in snowfall caused by past temperature increases. The results obtained in this study were not only published as peer-reviewed papers, but were also cited in the Working Group II of the IPCC Sixth Assessment Report published at the end of February 2022, contributing significantly to the expansion of scientific knowledge in this field.

研究分野：水工学

キーワード：地球温暖化 洪水 衛星画像ビッグデータ

## 1. 研究開始当初の背景

北半球の多くの地域において、強い雨が増えていること、その主な原因は過去の人為起源の温室効果ガスによる気候変化であることが示されてきた (Min et al., 2010)。しかし最新の「気候変動に関する政府間パネル (IPCC) による第 5 次評価報告書 (AR5)」には、温暖化が洪水の規模や頻度に影響するという仮説の科学的な信頼度は中程度であり、世界規模で過去に洪水が変化したという証拠の確信度も低いと記述されている。その理由は、河川洪水の変化を観測するツールが空間的・時間的に限られていることに加えて、水利用や治水などの人間活動が影響するためである。たとえば、Milly et al. (2002) は過去の洪水の変化を示したが、対象は大河川の 29 地点に留まっている。特定の河川流域における研究もいくつか存在するが、それらを集約した広域の知見は未だ存在しない。

過去の洪水変化を検出しその原因を特定することは、気候モデルの再現性の評価、洪水予測精度の向上、温暖化対策への科学的基礎情報として重要である。しかし、洪水のような生起頻度が低い極端現象に対して、長期観測や気候実験の不足から、温暖化の寄与を広域に示された例はない。一方、近年の河川流量観測網の拡充や、数十年の衛星観測画像の蓄積とその大規模データの解析を可能とする Google Earth Engine などのプラットフォームの整備により、長期間の水面変化を解析した研究が登場するなど (Pekel et al., 2016)、洪水変化の広域解析が可能となってきた。また、大規模アンサンブル気候実験の登場により、生起頻度の小さい洪水について、地球温暖化の影響を解析することも可能となってきた。

## 2. 研究の目的

本研究は、温暖化は洪水リスクを増加させるのか？という問いに対して、数ペタバイトの長期全球衛星画像と世界中の河川流量観測、河川流量再解析を組み合わせることで、「全球の洪水の増減傾向を世界で初めて検出」し、大規模アンサンブル気候実験による河川流量を用いて「過去の洪水変化に対する地球温暖化の寄与」を定量化し、世界初の解を与えることを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では大きく分けて、以下の 2 つについて取り組んだ。

**(1) 洪水の増減の検出：** 全球の河川を対象に、過去数十年間の洪水の規模や頻度の増減傾向を検出する。河川流量の現地観測データが長期間存在するのは一部の流域に限られる。そこで、世界の河川流量データに加えて、衛星観測で浸水域を検出することで、地球規模での洪水リスク変化を解析する。ここでは近年登場した衛星ビッグデータプラットフォーム「Google Earth Engine」を活用し、約 2 ペタバイトの長期間 (1984~2017)・超高解像度 (30m) の Landsat 画像を用いて洪水の変化傾向を解析する。この際、独自に新しく開発した世界の精度を誇る全球河道網を活用し、画像から検出した水面から洪水イベントを抽出する手法を構築する。解析精度の検証には、既往洪水の統計値や、短期間ではあるが高精度な他の衛星画像 (MODIS, Sentinel-2 など) も利用する。さらに観測や衛星画像が少ない地域を網羅するため、気象再解析を陸面・河川氾濫モデルに与えて作成した長期流量再解析データ (1958-2014) も援用する。その際には、灌漑面積と貯水池の時系列・グリッドデータ、全球防護データベースなどから、洪水管理や水利用の洪水への影響度 (最小月流量と上流の貯水容量の比など) を整理することで、人間活動の影響が大きい流域を分析から除外した。

**(2) 人為起源の気候変化が洪水リスクに与える影響の評価：** 大規模気候実験を用いた、世界初の全球の大規模アンサンブル洪水氾濫実験を実施し、過去数十年の気候変化が洪水の頻度と強度に与えた影響を定量化した。使用する気候実験は、東京大学大気海洋研究所と国立環境研究所が開発した気候モデル (MIROC) による 2010-2014 年の 100 アンサンブル気候実験 (以降 MIROC 実験) と、気象研究所による気候モデル (MRI-AGCM) による過去 60 年 (1951-2011) の 100 アンサンブル気候実験 (以降 d4PDF 実験) である。いずれも過去再現実験と、地球温暖化の影響を境界条件から取り除いた非温暖化実験の 2 種類の実験結果を比較することで、地球温暖化が洪水にこれまで与えた影響を Fraction of Attribution Risk (FAR) として定量的に示した。気候実験の不確実性は、ブートストラップ法を 1000 回繰り返してランダムに作成したサンプルに対して FAR の幅をもとめ、90% 有意の変化を満たすかどうかで評価した。

対象とした洪水は、それぞれの気候実験の対象期間に生じた大規模な洪水とし、災害統計データベース EM-DAT の洪水のうち、洪水影響人口 (死者もしくは被災者) や被害額が大きい上位 500 件程度のうち、河川流量観測所が近くに存在し、流量再解析の精度が一定以上であること、大規模アンサンブルの過去再現実験において 10 年洪水以上の発生確率が平年より多いことなどから選定した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 洪水の増減の検出：

観測流量、過去再現シミュレーションによる長期流量、衛星画像による河川氾濫マップから、過去の洪水の増減傾向を検出する手法の開発を行った。その際には、上流の貯水池データを用いて人間活動が洪水のピーク流量に影響を大きく与える地点を事前に検出し、解析から除外する作業も自動化することに成功した。作成したデータセットを分析することで、長期観測値が無いアジアやアフリカなどでも、長期流量再解析および衛星画像ビックデータを用いることで、過去の洪水の変化傾向を描画することに成功した（図1）。

その結果、1984-2000年と2000-2013年の洪水の変化傾向は29%で増加、41%で減少、30%は有意な変化が見られないことが判明した。洪水の増加の主な原因は降水量の増加であり、減少は降水量の減少だけでなく、人間活動による取水など、自然水循環以外の要因もあることが、貯水池データベースや灌漑面積などから示唆された。

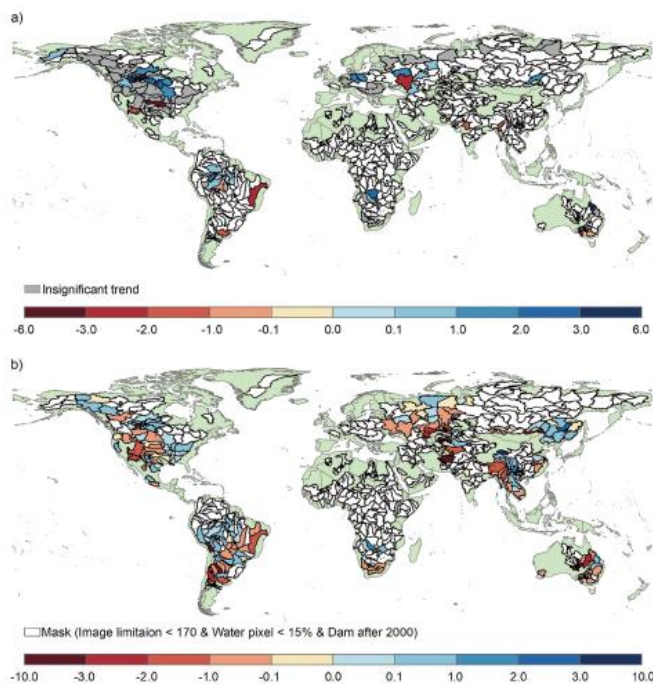


図1 過去数十年にわたる洪水の変化傾向。 a) 観測および長期再解析の傾向 b) 衛星画像ビックデータから得られた洪水浸水域の変化傾向 (Hirabayashi et al., 2021a)

##### (2) 人為起源の気候変化が洪水リスクに与える影響の評価：

まず、MRI-AGCMによる実験において、2010-2013年の4年間に世界の各地で実際に生じた洪水に対する地球温暖化の寄与を調べた。その結果、分析対象とした32件の洪水イベントのうち、モンスーン性の多雨による2つの洪水イベントを除いて、30件が温暖の寄与を受けて発生頻度が変化していることが判明した。特に、対象期間に選出された洪水は主にアジアで発生していたが、解析した22件のうち11件は過去の地球温暖化によって増加しており、5件では発生確率が減少していることが判明した。北半球への降水量の増加や、気温の増加による積雪量の減少などが原因となり、融雪による春の洪水は、地球温暖化による影響を受けやすい（8洪水中7洪水が増加または減少）ことも新たに判明した。(Hirabayashi et al., 2021b) (図2)。

以上の成果は2022年2月に発行されたIPCC第6次評価報告書の第二作業部会4章でも引用され、関連分野における科学的知見を提供することに貢献した。

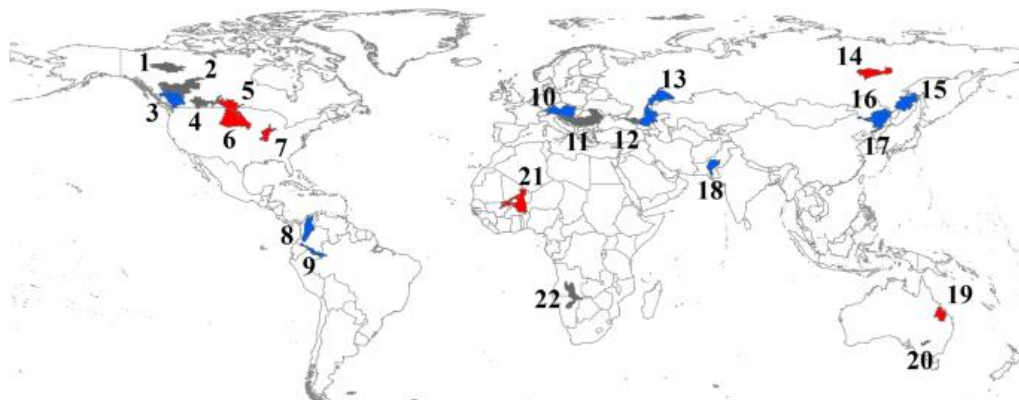


図2 地球温暖化による過去の洪水の生じやすさ。2010年から2013年に生じた大規模な洪水のうち、過去の地球温暖化で生じやすさが増加したものが青、赤が減少、灰色が有意な変化がなかった流域 (Hirabayashi et al., 2021b)

d4PDF による実験では、1950–2010 に発生した洪水のうち 52 洪水を対象に同様の分析を行った。その結果、分析した 52 の洪水のうち 20 の発生確率が人為的な気候変動によって変化していることが明らかになった。特に、1980 年代以降にアジアや南米で多く発生した 20 の洪水のうち 16 は、主に豪雨の増加により発生確率が増加した可能性が非常に高いことも示された。一方、南北アメリカで発生した 2 つの洪水と、アジアとヨーロッパで発生した 4 つの洪水は、降水量の減少と気温上昇に伴う降雪量の減少が原因で、発生確率が減少していたことも判明した。(図 3)

また、近年 10 年間は、1 つの洪水イベントを除いて全て洪水の発生頻度が温暖化によって増加していた。その前の 50 年間は洪水が温暖化によって強化されているものも抑制されているものも存在した。洪水の増減傾向と降水（特に年最大日降水量や年最大月降水量）の人為的温暖化による増減傾向にはほぼ整合性があったが、洪水の規模と温暖化影響の関係には顕著な関係性は見出されなかった(図 4)。

本研究では、世界で初めて多数の洪水に対するイベントアトリビューション実験を行い、過去の洪水の発生確率の変化に人為起源の温暖化が影響している証拠を示すことに成功した。長期河川流量再解析や衛星画像ビッグデータによる過去の洪水変化の検知手法も新たに提案し、温暖化の寄与の地理的分布や過去の洪水の発生が近年に多いことも示すなど関連分野への学術的な貢献が大きい。また、最新の IPCC 報告書に引用されるなどこの分野の科学的知見の提供に大きく貢献した。本研究は長期観測が不足している河川洪水に対して、温暖化による洪水変化の証拠を新たに提示したものであり、これらの地域の今後の洪水に関する適応策に重要な示唆を与えている。

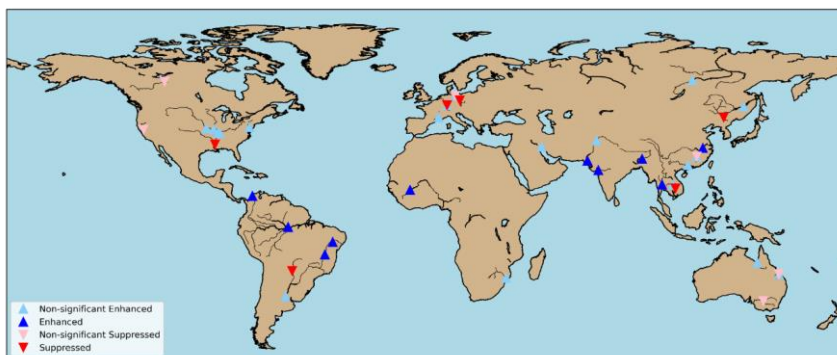


図 3 地球温暖化による過去の洪水の生じやすさ。1950 年から 2010 年に生じた大規模な洪水のうち、過去の地球温暖化で生じやすさが増加したものが青、赤が減少。水色（ピンク）は有意ではないが発生確率が増加（減少）した流域

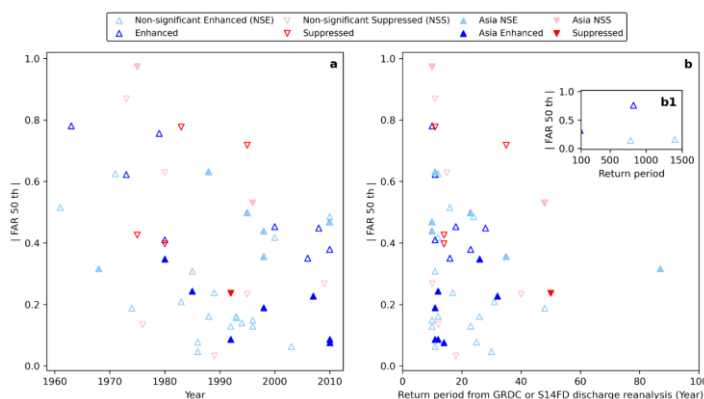


図 4 1950 年から 2010 年に生じた大規模な洪水のうち、過去の地球温暖化で生じやすさが増加したものが青、赤が減少であり、濃い色は 90%有意で増加ないし減少したイベントを示す。a) 年代による変化、b) 洪水の規模ごとの変化傾向を示す

#### 参考文献

- 1) Hirabayashi, Y., H. Alifu, D. Yamazaki, G. Donchyts, Y. Kimura (2021): Detectability of variation in river flood from satellite images, *Hydrological Research Letters*, 15, 37–43, doi:10.3178/hr1.15.37
- 2) Hirabayashi, Y., H. Alifu, D. Yamazaki, Y. Imada, H. Shiogama, Y. Kimura (2021): Anthropogenic climate change has changed frequency of past flood during 2010–2013, *Progress in Earth and Planetary Science* 8, 36, doi:10.1186/s40645-021-00431

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Hirabayashi Yukiko, Alifu Hairati, Yamazaki Dai, Donchyts Gennadii, Kimura Yuki	4. 巻 15
2. 論文標題 Detectability of variation in river flood from satellite images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Hydrological Research Letters	6. 最初と最後の頁 37~43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3178/hrl.15.37	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 山田利紀, 藤田凌, 田上雅浩, 山崎大, 平林由希子	4. 巻 77
2. 論文標題 物理過程および標高データの違いによる全球河川モデルの感度実験および洪水リスクの変化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集 (環境)	6. 最初と最後の頁 I_27-I_32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Hirabayashi, Y., H. Alifu, D. Yamazaki, Y. Imada, H. Shioyama, Y. Kimura	4. 巻 8
2. 論文標題 Anthropogenic climate change has changed frequency of past flood during 2010-2013	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-021-00431	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 -
1. 著者名 吉岡伸隆, 井手浄, 花崎直太, 平林由希子	4. 巻 77
2. 論文標題 降水量データの違いによる日本域の河川流量再現性の評価、土木学会論文集B1(水工学)	5. 発行年 2021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_289-I_294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Taguchi Ryo, Tanoue Masahiro, Yamazaki Dai, Hirabayashi Yukiko	4. 巻 14
2. 論文標題 Global-Scale Assessment of Economic Losses Caused by Flood-Related Business Interruption	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 967 ~ 967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w14060967	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 -

1. 著者名 He Yi, Manful Desmond, Warren Rachel, Forstnerh?usler Nicole, Osborn Timothy J., Price Jeff, Jenkins Rhosanna, Wallace Craig, Yamazaki Dai	4. 巻 170
2. 論文標題 Quantification of impacts between 1.5 and 4? °C of global warming on flooding risks in six countries	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-021-03289-5	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 Hirabayashi Yukiko, Tanoue Masahiro, Sasaki Oriie, Zhou Xudong, Yamazaki Dai	4. 巻 11
2. 論文標題 Global exposure to flooding from the new CMIP6 climate model projections	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-83279-w	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 -

1. 著者名 Tanoue M., Taguchi R., Nakata S., Watanabe S., Fujimori S., Hirabayashi Y.	4. 巻 56
2. 論文標題 Estimation of Direct and Indirect Economic Losses Caused by a Flood With Long Lasting Inundation: Application to the 2011 Thailand Flood	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Water Resources Research	6. 最初と最後の頁 e2019WR026092
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019WR026092	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 吉岡伸隆、井手浄、守田優、平林由希子	4. 巻 76
2. 論文標題 地球温暖化による豪雨の変化と都市河川洪水への影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1	6. 最初と最後の頁 I_55-I_60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 井手浄、井戸田優希、吉岡伸隆、田上雅浩、松村明子、小川田大吉、花崎直太、平林由希子	4. 巻 76
2. 論文標題 統合水資源モデルH08で推計した灌漑水不足ポテンシャルと地盤沈下・地下水位の関係ー関東平野中流域における事例ー	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1	6. 最初と最後の頁 I_289-I_294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Revel, Ikeshima, Yamazaki, Kanae	4. 巻 11
2. 論文標題 A Physically Based Empirical Localization Method for Assimilating Synthetic SWOT Observations of a Continental-Scale River: A Case Study in the Congo Basin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 829 ~ 829
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w11040829	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 Haireti, A. D. Yamazaki, J. Luyan and Y. Hirabayashi	4. 巻 76
2. 論文標題 Investigating flood detectability using satellite-derived daily global surface water change and a high resolution floodplain mask	5. 発行年 2019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_163-I_168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 伊藤 悠一郎, 中村 晋一郎, 芳村 圭, 渡部 哲史, 平林 由希子, 鼎 信次郎	4. 巻 75
2. 論文標題 建物流地とその変化過程に着目した平成30年7月豪雨による浸水被害の分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 299 ~ 307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 Bernhofen Mark V, Whyman Charlie, Trigg Mark A, Sleight P Andrew, Smith Andrew M, Sampson Christopher C, Yamazaki Dai, Ward Philip J, Rudari Roberto, Pappenberger Florian, Dottori Francesco, Salamon Peter, Winsemius Hessel C	4. 巻 13
2. 論文標題 A first collective validation of global fluvial flood models for major floods in Nigeria and Mozambique	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 104007 ~ 104007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-9326/aae014	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 -

1. 著者名 Gaur Ayushi, Gaur Abhishek, Yamazaki Dai, Simonovic Slobodan P.	4. 巻 11
2. 論文標題 Flooding Related Consequences of Climate Change on Canadian Cities and Flow Regulation Infrastructure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 63 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w11010063	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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 山田利紀, 平林由希子, 藤田凌, 田上雅浩, 山崎大
2. 発表標題 全球河川モデルの不確実性および洪水リスクの変化
3. 学会等名 水文・水資源学会2021年度研究大会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 山田利紀, 平林由希子, 藤田凌, 山崎大
2. 発表標題 物理過程および地形の違いによる全球河川モデルの感度の地域間比較
3. 学会等名 土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haireti Alifu, Yukiko Hirabayashi and Dai Yamazaki
2. 発表標題 Attribution of floods events (2010-2013) to climate change
3. 学会等名 水文・水資源学会2021年度研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉岡伸隆, 井手浄, 花崎直太, 平林由希子
2. 発表標題 降水量データの違いが日本域の河川流量再現性に与える影響の評価
3. 学会等名 水文・水資源学会2021年度研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平林由希子, 山田果林, 山崎大, 石川悠生
2. 発表標題 RC-98洪水リスク研究会, 企業実務への活用を想定した全球の洪水ハザードマップの比較評価
3. 学会等名 水文・水資源学会2021年度研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚本篤輝, 平林由希子
2. 発表標題 大規模アンサンブル実験を用いた過去60年間の洪水への温暖化の影響の評価
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡伸隆, 平林由希子
2. 発表標題 都市流域における温暖化影響を考慮した計画降雨の提案
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田利紀, 平林由希子
2. 発表標題 日本における記録的な豪雨と洪水の関係についての分析
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jose Angelo Hokson, Menaka Revel, Dai Yamazaki, Shinjiro Kanae
2. 発表標題 Analysis of the Impacts of Non-Primary and Bifurcation Channel Depths to the River Flow in Mekong Delta through the use of a Global River Model
3. 学会等名 AGU (American Geosciences Union) Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Robuil MD Islam, Dai Yamazaki
2. 発表標題 The Quantitative Analysis of Synchronized River Flood on the Global Scale Considering Multiple Flood Peaks
3. 学会等名 EGU (European Geosciences Union) General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤悠一郎, 中村晋一郎, 芳村圭, 渡部哲史, 平林由希子, 鼎信次郎
2. 発表標題 建物立地とその変化過程に着目した平成30年7月豪雨による浸水被害の分析
3. 学会等名 水文・水資源学会2019年度総会・研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田上雅浩, 平林由希子
2. 発表標題 河川堤防防護による全球規模での適応費用便益分析
3. 学会等名 水文・水資源学会2019年度総会・研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ou Sha, Shinjiro Kanae
2. 発表標題 The effective temporal-scale rainfall for the peak flow in world's major river basin
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taguchi, R., M. Tanoue, D. Yamazaki and Y. Hirabayashi
2. 発表標題 Development of the estimation method of river flood business interruption loss at the global scale
3. 学会等名 AGU Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tanoue, M., R. Taguchi, S. Nakata, S. Watanabe, S. Fujimori and Y. Hirabayashi
2. 発表標題 Estimation of gross domestic production loss due to flood impacts: case study for Thailand flood in 2011
3. 学会等名 AGU Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田口諒, 田上雅浩, 平林由希子
2. 発表標題 全球へ適用可能な洪水による営業停止損失推計手法の構築
3. 学会等名 水文・水資源学会2018年度総会・研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田上雅浩, 田口諒, 平林由希子
2. 発表標題 損失と被害の定量化のための全球河川氾濫モデルのダウンスケーリング手法の検討
3. 学会等名 水文・水資源学会2018年度総会・研究発表会
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Ikeuchi, H., D. Eilander, J. Hock, F. Baart, D. Yamazaki, Y. Hirabayashi, H. Winsemius and P. Ward
2 . 発表標題 Application of a nesting approach for improved flood inundation simulation for estuaries and deltas in the framework of global flood modelling
3 . 学会等名 EGU General Assembly 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Dottori, F., W. Szewczyk, J. C. Ciscar, F. Zhao, L. Alfieri, Y. Hirabayashi, A. Bianchi, I. Mongelli, K. Frieler, R. Betts, L. Feyen
2 . 発表標題 Global human and economic losses from river floods at global warming of 1.5 , 2 and 3
3 . 学会等名 EGU General Assembly 2018 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M. Revel, D. Yamazaki, S. Kanae
2 . 発表標題 Model based observation localization weighting function for Amazon mainstream
3 . 学会等名 土木学会水工学講演会
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 M. Revel, D. Yamazaki, S. Kanae
2 . 発表標題 Assimilation of synthetic SWOT observations to improve global river bathymetry using local ensemble transform Kalman filter
3 . 学会等名 Geophysical Union 2018 Fall meeting ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Kakinuma M.J.Puma, Y. Hirabayashi, S. Kanae
2. 発表標題 Population displacement and flood in the world
3. 学会等名 American Geophysical Union 2018 Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	鼎 信次郎  (Kanae Shinjiro)  (20313108)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授   (12608)	
研究分担者	山崎 大  (Yamazaki Dai)  (70736040)	東京大学・生産技術研究所・准教授   (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
英国	ブリストル大学		