

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「持続可能な水利用を実現する革新的な
技術とシステム」
研究課題「世界の持続可能な水利用の長期ビジョ
ン作成」

研究終了報告書

研究期間 平成21年10月～平成27年3月

研究代表者：鼎 信次郎
(東京工業大学 大学院理工学研究科、
教授)

目次

§ 1. 研究実施の概要

1. 実施概要
2. 顕著な成果
 - (1)優れた基礎研究としての成果
 - (2)科学技術イノベーションに大きく寄与する成果

§ 2. 研究実施体制

1. 研究チームの体制について
2. 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

§ 3. 研究実施内容及び成果

1. 将来シナリオおよび将来見通し計算(東京工業大学 代表グループ、北海道大学 機構グループ、国立環境研究所 全球モデルグループ)【研究項目1】
2. Critical Level (CL)の調査、決定(神戸大学 農業・地域計画グループ、東京工業大学 水環境グループ、代表グループ)【研究項目2】
3. 持続可能な水利用と政策(大阪府立大学 政策グループ)【研究項目3】
4. 水循環モデルの改良(国立環境研究所 全球モデルグループ、神戸大学 農業・地域計画グループ、東京大学 ストック型水資源グループ)【研究項目4】

§ 4. 成果発表等

1. 原著論文発表
2. その他の著作物(総説、書籍など)
3. 国際学会発表及び主要な国内学会発表
 - (1)招待講演
 - (2)口頭発表
 - (3)ポスター発表
4. 知財出願
 - (1)国内出願
 - (2)海外出願
 - (3)プログラムの著作物
 - (4)データベースの著作物
5. 受賞・報道等
 - (1)受賞
 - (2)マスコミ(新聞・TV等)報道
 - (3)その他
6. 成果展開事例
 - (1)実用化に向けての展開
 - (2)社会還元的な展開活動
 - (3)他分野への波及効果

§ 5. 研究期間中の活動

1. 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

§ 6. 最後に

§ 1. 研究実施の概要

1. 実施概要

本領域の目標である「持続可能な水利用の実現」のために、研究項目 1 では気候変化や土地利用の変化などに関する、様々な気候および社会シナリオを設定し、全球水資源モデルを用いて、20 世紀から 21 世紀末頃までを対象とした世界の水需給再現・予測シミュレーションを行った。世界各地における河川・貯水池・非持続性水源への依存度の変化から、新たな水源からの取水が必要となる量(追加必要水量)を見積もった。本研究の根幹をなす上記の推定は、代表・気候・全球モデルグループが一体となり進めてきた。各研究項目の成果を用いて、追加必要水量の著しい増加が見込まれる地域での水逼迫を回避するため、技術・制度オプションの導入を検討した。技術オプションとしては、貯水池増設、海水淡水化の実施、再生水の導入、灌漑効率の改善など、制度オプションとしては水利転用などに着目し、各オプションに関わる地理的・社会的条件を調査した。それらの結果から、各オプションの導入可能性がある地域を推定した。技術オプションに関しては、導入した場合の水需給シミュレーションを実施した。このように、技術から制度までのオプション導入を検討し、様々なシナリオに基づく水利用の長期ビジョンを作成した。

全球スケールの研究の一方で、研究項目 2 では地域・要素スケールの研究も進めた。生態に着目した水環境については、河川生態系の指標として魚類の種数および種組成に着目し、全球および流域スケールにおいて、水利用・河川流況・魚類群集の3者の関係をモデル化した。これらのモデルは持続可能な水利用の長期ビジョンを検討する際に、広域での水域生態系への影響評価を可能とし、さらには水域生態系を維持するための環境流量を定量的に示す手法の開発に貢献した。特に、河川の流量変動に着目した河川環境評価、全球での流況と魚類種多様性のモデル化、ダム影響を考慮した外来種の評価は重要な研究成果である。さらに、これらの手法を応用する形で、他の研究グループと共同で気候や社会の変化を考慮したシナリオ解析を実施し、水域生態系保全のための対応策を検討した。

各地域の灌漑農地の持続可能性については、世界各地における水資源変動(洪水・干ばつ)が灌漑農業に及ぼす影響を地域スケールで解析し、必要とされる技術・制度オプションについて検討した。具体的には、重点研究対象地域を 15 カ国とし、各地域における水危機発生のメカニズムと適応過程を時系列衛星画像解析、全球水資源モデルの地域スケールへの適用、および現地事例調査によって明らかにした。これらの研究を通じて得られた灌漑農業に関する様々な時空間データは、水資源と農業の関係を可視化し、各国の水資源管理を支援する「世界灌漑農業アトラス WAIASS」として公開した。

研究項目 3 では、持続可能な水利用と政策について、水逼迫地域であり、かつ、水の需給緩和を目的とした先駆的な水利政策を多数展開している米国カリフォルニア州を主なモデル地域とした。そして政策オプションとして、とくに水利転用を中心に研究した。さらに、世界各国の水利政策に関する法規定を整理し、それらを足がかりに、ローカルレベルの議論とグローバルレベルの議論の連結を図るべく、適応策の他地域への適用可能性について検討した。

研究項目 4 では、主に各モデルの改良に取り組んだ。主として、全球水資源モデル H08 の開発・改良、ソースコード・マニュアルの整備を行い、公開を開始した。また、IPCC 第 5 次報告書に準拠した新シナリオを利用し、21 世紀の世界全体の水利用変化を推定した。さらに、水逼迫に対する技術オプションの一つである海水淡水化の導入に関するモデルを開発した。また、世界の水資源評価において重要な要素である山岳氷河・雪氷および地下水涵養の全球モデル化、ならびに将来シミュレーションを行うためのストック型水資源モデルの改良を行った。気候グループによって開発された将来気候シナリオを用いて、将来の氷河融解量を推定した。また、ここで得られた氷河融解量の将来予測データセットと、全球モデルグループによって開発された統合水資源モデルを結合することにより、各流域において利用可能な水資源量のうち、氷河融解量が占める割合の定量的な把握や、それらの将来変化についての予測を行なった。

2. 顕著な成果

(1) 優れた基礎研究としての成果

- ① Iwasaki, Y., Ryo, M., Sui, P. and Yoshimura C. Evaluating the relationship between basin-scale fish species richness and ecologically relevant flow characteristics in rivers worldwide, *Freshwater Biology*, Vol.57, Issue 10, pp.2173–2180., 2012, DOI: 10.1111/j.1365-2427.2012.02861.x

概要: (200 字程度)

世界の 72 河川を対象に、魚類種数と生態学的に重要と考えられる 14 個の流況指標との関係性を評価した結果、既往の研究で報告されている平均流量以外に、低水の頻度の変動係数といった流量の変動性が魚類種数に影響を及ぼしていることが示唆された。これらの研究成果を、代表・ストック水資源・水環境グループが共同してさらに発展させた。そして、ヨーロッパ地球科学連合の主要 2 誌の合同特集号「人為的変動下にある予測: 水、生物相、地球」へその成果が掲載された (Yoshikawa et al. 2014, Impact factor: 3.587, 2013)。この特集号には約 30 本の論文が掲載されたが、そのうち日本からは 2 本のみで、本チームの論文はそのうちの 1 本となった。国際的に注目されるこの特集号に、本チームの成果が掲載されたことで、当該分野の発展に大きく貢献したといえる。

- ② Yoshikawa, S., Cho, J., Yamada, H., Hanasaki, N., and Kanae, S. An assessment of global net irrigation water requirements from various water supply sources to sustain irrigation: rivers and reservoirs (1960–2050), *Hydrology and Earth System Sciences*, in press

概要: (200 字程度)

過去 40 年の灌漑農地面積及び貯水池時空間分布データを整備した上で、過去から将来の全球水資源モデルによる河川・貯水池・非持続性水源からの灌漑必要水量変化を推定した。この結果は、本プロジェクトが目指す持続可能な水利用の長期ビジョン作成のための根幹をなすものである。昨年からはじめた国際モデル相互比較プロジェクト ISI-MIP2 に本研究と同じプロトコルが検討されているため、世界的に影響を持つ研究となり得ることが期待される。

- ③ Koirala, S., Hirabayashi, Y., Mahendran, R., and Kanae S. Global assessment of agreement among streamflow projections using CMIP5 model outputs, *Environmental Research Letters*, 9(6), 2014, DOI:10.1088/1748-9326/9/6/064017

概要: (200 字程度)

将来の温室効果ガス濃度における世界の河川流量の変化を、IPCC 第 5 次報告書 (AR5) で用いられた最新の CMIP5 のデータから、11 の大気海洋結合モデルと最先端の河川・氾濫モデルを用いて推定した。現在の河川流量と比較したところ、温室効果ガス濃度が最も高い場合と、中程度の場合で、ヨーロッパ、北アメリカ、アジア、西アフリカの高緯度帯では高水が増加し、ヨーロッパ、中東、アメリカ南西部、中央アメリカでは平水と低水が減少することがわかった。本研究は、最新のデータを用い不確実性の情報を含めて、気候変動下の世界の洪水と渇水の両方の分布を同時にアセスメントした世界で初めての研究である。

(2) 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果

- ① Nagano, T., Kotera, A. and Kanae, S. Development of World Atlas of Irrigated Agriculture for Sustainability Science, ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) & IAL (Irrigation Australia) 2012 Conference, Adelaide, Australia, Jul 2012.

概要: (200 字程度)

時系列衛星画像解析と各国との研究協力関係を基礎として、2000 年来毎年灌漑農地の動態を可視化する「世界灌漑農業アトラス WAIASS (World Atlas of Irrigated Agriculture for Sustainability Science)」を開発した。WAIASS は水資源・水文モデリングの農地、洪水範囲

の時系列入力・検証データを提供し、解析の高精度化へ寄与している。また各国の政府機関や水資源管理者に長時間・広域スケールの情報を提供することで現地の水資源管理や災害対策へ貢献した。

- ② 遠藤崇浩. カリフォルニア水銀行の挑戦－水危機における＜市場の活用＞と＜政府の役割＞－. 昭和堂, 2013.

概要: (200 字程度)

本研究成果は米国カリフォルニア州の水利転用制度の一つである「水銀行」を扱ったものである。従来の水管理システムは供給強化を狙ったインフラ建設－いわゆるハードパス (hard-path) 型－が主流だったが、水銀行は制度設計を通じた需要管理－いわゆるソフトパス (soft-path) 型－の政策事例である。hard-path 型から soft-path 型への転換が理念的に唱えられて久しいが、具体的な事例研究が乏しかった。水銀行については断片的な研究はあったものの、本書のように歴史的背景、機能、長所と短所、法的基盤等々を総合的に解明した研究はない。これより本書は soft-path 型の水管理システムを考える上で有用な基礎資料になった。

- ③ 花崎直太, 全球水資源モデル H08 の開発と公開, 水文・水資源学会誌, 26(6), 295-301, 2013.

概要: (200 字程度)

全球水資源モデル H08 は自然の水循環と人間の水利用を統合的に扱うことができるコンピュータソフトウェアである。本プロジェクトでも過去から将来にわたる河川流量や水利用の推定に利用されるなど、地球規模の水循環・水資源研究の基盤となるものである。CREST 開始以前のソースコードは難解で操作は煩雑を極めたが、CRESTにより提供された研究資金を利用し、ソースコードの書き直し、マニュアルの整備、利用者用ウェブサイトの構築を行い、広く一般に公開した。情報は英語でも提供されており、本研究の成果の国際的な情報発信にもつながった。

§ 2. 研究実施体制

1. 研究チームの体制について

(1)「代表」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
鼎 信次郎	東京工業大学 大学院理工学研究科	教授	H21.10～
吉川 沙耶花	同上	研究員	H22.4～
柿沼 薫	同上	研究員	H26.4～
宮崎 千尋	同上	研究員	H25.6～
渡邊 恵	研究科東京工業大学 大学院情報理工学	D2	H23.4～
Gao Lu	東京工業大学 大学院理工学研究科	D1	H26.4～
北村 颯生	東京工業大学 大学院情報理工学研究科	M2	H25.4～
浜口 耕平	同上	M2	H25.4～
植木 仰	同上	M2	H25.5～
新井 茉莉	東京工業大学 大学院理工学研究科	M1	H26.4～
小林 翔太	同上	M1	H26.4～
Anupam Khajuria	同上	研究員	H24.5～H27.3

石田 裕之	東京工業大学 大学院情報理工学研究科	M2 (H26.3 時点)	H23.4～H25.10
岩崎 明希人	同上	M2 (H26.3 時点)	H24.4～H26.3
今田 由紀子	同上	研究員	H23.4～H24.12
趙 在一	同上	研究員	H23.10～H24.9
Tipaporn Homdee	同上	准客員研究員	H22.9～H23.3
Sujan Koirala	同上	研究員	H22.4～H23.9
楠原 啓右	同上	M2 (H25.3 時点)	H23.4～H25.3
佐々木 織江	東京工業大学 大学院理工学研究科	M2 (H24.3 時点)	H22.9～H24.3
萩原 健介	同上	M2 (H24.3 時点)	H22.9～H24.3
山田花グレニス	東京工業大学 大学院情報理工学研究科	M2 (H24.3 時点)	H22.9～H24.3

研究項目

- ・ 総括
- ・ 将来社会シナリオの作成
- ・ 持続可能な水利用の「道筋」の算定・提示
- ・ Virtual Water の考えを応用した「水の安全保障」に関する提言の試み

(2)「農業・地域計画」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
長野 宇規	神戸大学 大学院農学研究科	准教授	H21.10～
小寺 昭彦	同上	研究員	H22.4～H26.12
山村 祐太	同上	M2	H25.4～
上野 耀大朗	同上	M1	H26.4～
久米 崇	愛媛大学 農学部	准教授	H22.4～
渡邊 紹裕	京都大学 大学院地球環境学堂	教授	H22.4～
Ranvir Singh	ニュージーランド ・マセイ大学	上級講師	H25.4～
Haong Quang Huy	ベトナム・ 南部水資源研究所	研究員	H24.10～
Bashir Ahmet	スーダン・ 農業研究会社(ARC)	研究員	H22.4～
K. Palanisami	インド・IWMI-TATA 政策プロジェクト	所長	H22.4～
Ali Demir KESKİNER	トルコ・チュクロバ大学 農学部	D3	H24.10～
Mahmut Cetin	同上	教授	H22.4～
Mehmet Ali Cullu	トルコ・ハラン大学	教授	H22.4～
Ali Volkan Bilgili	同上	教授	H23.4～
Akca Erhan	トルコ・アディヤマン大学	准教授	H21.10～

Berberoglu Suha	トルコ・チュクロバ大学 農学部	教授	H21.10～
Gokhan Buyuk	トルコ・アディヤマン大学	助教	H22.5～
Kemal Zorlu	同上	助教	H22.5～
Halil Ibrahim Oguz	同上	助教	H22.5～
Onur Satir	トルコ・チュクロバ大学 農学部	助教	H22.5～
Selim kapur	トルコ・チュクロバ大学 農学部	教授	H22.5～
Burak Tilkici	同上	D1	H26.4～
藤田 藍斗	神戸大学 大学院農学 研究科	M2(H25.3 時点)	H23.4～H25.3
松本 嵩	同上	M2(H25.3 時点)	H23.4～H25.3
趙 錦麗	同上	M2(H23.3 時点)	H22.4～H23.3
芝井 隆	同上	M2(H23.3 時点)	H21.10～H23.3
西河 宏城	同上	M2(H23.3 時点)	H21.10～H23.3
大森 伸哉	同上	M2(H26.3 時点)	H23.4～H26.3
小野 由美子	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
中嶋 和成	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
宮嶋 崇志	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
Burak Tilkici	トルコ・チュクロバ大学 農学部	研究補助員	H22.5～H26.2
Sergin Tor	同上	研究補助員	H22.5～H26.2

研究項目

- ・ 持続可能な水利用と農業

(3)「政策」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
遠藤 崇浩	大阪府立大学 現代システム科学域 環境システム学類	准教授	H21.10～

研究項目

- ・ 持続可能な水利用のための政策オプションの検討

(4)「水環境」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
吉村 千洋	東京工業大学 大学院理工学研究科	准教授	H21.10～
Oliver Saavedra	同上	特任准教授	H23.4～
藤井 学	同上	助教	H22.10～
Pengzhe Sui	同上	研究員	H23.5～
宮本 真奈美	同上	技術補佐員	H24.4～
Le Quynh Nga	同上	D2	H23.4～

梁 政寛	同上	D2	H23.4～
Zuliziana Suif	同上	D3	H24.4～
冉继伟	同上	D1	H24.4～
寺尾 晃明	同上	M2	H24.10～H26.9
Mohamed Ateia Ibrahim	同上	M2	H24.10～
池田 朗	同上	M2	H25.4～
五枚橋 遼介	同上	M2	H25.4～
坂爪 里英	同上	M2	H25.4～
Kornravee SAIPETCH	同上	M2	H25.10～
瀧戸 健太郎	同上	M1	H26.4～
市川 靖裕	同上	M1	H26.4～
城山 理沙	同上	D1	H26.4～
Lee Ying Ping	同上	D1	H26.4～
松前 大樹	同上	B4	H26.4～
武川 晋也	同上	B4	H26.4～
山崎 雅貴	同上	B4	H26.4～
今岡 亮	同上	M2(H25.3 時点)	H23.4～H25.3
増山貴明	同上	M2(H25.3 時点)	H23.4～H25.3
伊藤 潤	同上	M2(H24.3 時点)	H22.4～H24.3
大谷 絵利佳	同上	M2(H24.3 時点)	H22.4～H24.3
尾形 徹哉	同上	M2(H24.3 時点)	H23.4～H24.3
岩崎 雄一	同上	研究員	H22.4～H23.3
田沼 一輝	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
平野 一成	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
岡田 紫恵奈	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3

研究項目

- ・ 水域生態系および都市のための持続可能な水利用の検討

(5)「全球モデル」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
花崎 直太	独立行政法人 国立環境研究所・地球環境研究センター気候変動リスク評価研究室	主任研究員	H21.10～
鈴木 昭平	筑波大学 大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻	M2(H25.3 時点)	H24.4～H25.3
駒崎 幸之	同上	M2(H25.3 時点)	H24.4～H25.3
斉藤 裕佑	筑波大学 大学院システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻	M2(H26.3 時点)	H25.4～H26.3

研究項目

- ・ 全球水資源モデルによる世界の水需給見通しの計算

(6)「気候」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
山田 朋人	北海道大学大学院 工学 研究院	准教授	H21.10～
北野 慈和	北海道大学大学院 工学 研究科	D1	H24.4～
鎌田 大督	同上	M2	H25.4～
大山 高弘	同上	M2	H25.4～
有雅 正修	同上	M1	H26.4～
竹内 大輝	同上	M1	H26.4～
Murad Faruh	同上	博士研究員	H26.4～
河野 剛典	同上	M2(H25.3 時点)	H24.4～H25.3
佐々木 潤	同上	M2(H25.3 時点)	H24.4～H25.3
山原 康希	同上	M2(H25.3 時点)	H24.4～H25.3
福島 大輝	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
渡部 大和	同上	M2(H26.3 時点)	H24.4～H26.3
Dwi Prabowo Yuga Suseno	同上	D3(H26.3 時点)	H25.4～H26.3
Intan Supraba	同上	D2(H26.3 時点)	H25.4～H26.3
石田 遼平	同上	B4 (H26.3 時点)	H25.4～H26.3
阿久津 博	同上	M2 (H26.3 時点)	H24.4～H26.3

研究項目

- ・ 将来気候シナリオの作成

(7)「ストック型水資源」グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
平林 由希子	東京大学 大学院工学研 究科付属総合研究機構	准教授	H21.10～
田上 雅浩	同上	特任研究員	H26.11～
渋谷 欣弘	同上	特任助教	H22.4～H24.3
Roobavannan Mahendran	東京大学大学院工学系 研究科	M2(H25.10 時 点)	H25.4～H25.10
渡部 哲史	東京大学 大学院工学系研究科 付属総合研究機構	助教	H24.4～H26.3

研究項目

- ・ スtock型水資源(氷河等)の持続可能性の検討

2. 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

- ・ 全球水資源モデルは必ずしもCRESTだけで開発・応用が行われているわけではないが、国際モデル相互比較プロジェクトWaterMIP、ISI-MIPに参加し、同様の目的や機能を

持つ世界の10～20のモデルと比較・検証される枠組みの中にある。また、モデルや計算結果は、国内では東京大学、東京工業大学、長崎大学、法政大学、土木研究所など、国外では米国 Princeton 大学、米国 Illinois 大学 Urbana-Champaign 校、豪州 Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)などで利用されており、多数の論文が出版されている。

- 農業・地域計画グループでは、地域スケールでの事例調査研究を進めるにあたり、海外の大学、研究機関および関連省庁と密接な研究ネットワークを構築した。(トルコ： チュクロバ大学、ハラン大学、アディヤマン大学、ベトナム： 南部水資源研究所、クーロンデルタ稲研究所、カンボジア： 気象水資源省、タイ： チュラローンコン大学、王立灌漑局等)。その核となったのが世界灌漑農業アトラスであり、両者のニーズを満たす対等な情報交換が実現し、対等な共同研究関係の発展に大きく貢献した。世界灌漑農業アトラスによる情報提供についてはプロジェクト外の国内・国外研究者からも研究協力要請を多数受けた。海外開発コンサルタントからも講演・技術供与の依頼を受けている。
- 流域および全球スケールにおいて流域水環境保全のための水資源管理に関して、主にアジアおよびオーストラリアの研究者との連携を深め、研究者ネットワークを形成した。特に、平成26年10月に国際環境流量シンポジウムをアジア工科大学(タイ)にて開催する予定である。このシンポジウムは主にアジアの研究者が集まり、最新の成果を共有した上で、重要な研究課題および共同研究の可能性を議論できる機会である。

§ 3. 研究実施内容及び成果

1. 将来シナリオおよび将来見通し計算（東京工業大学 代表グループ、北海道大学 気候グループ、国立環境研究所 全球モデルグループ） 【研究項目 1】

(1) 研究のねらい

本領域の目標である「持続可能な水利用の実現」のために、過去から将来の世界の水需給を算定し、非持続的な水利用を行っている地域を示し、その深刻化の程度を明らかにすることが、本研究項目 1 のねらいである。具体的には、複数の社会・気候シナリオを設定の上で、それらを用いた全球長期水需給シミュレーションを行う。さらに、その出力を利用して、地理情報システムなどを用いた水逼迫・持続可能性の効果的な視覚化、情報化を行う。最終的には、どのような技術・制度的オプションならば世界の水危機が緩和可能であるかについて検討する。

細目としては以下が挙げられる。

- ・社会・気候シナリオ設定(気候グループ、代表グループ、全球モデルグループ)
- ・将来見通し計算(代表グループ、気候グループ、全球モデルグループ)
- ・まとめ(代表グループ、気候グループ、全球モデルグループ)

(2) 研究実施方法

世界の水需給の将来見通しや持続可能な水利用の道筋の提示は、我々がどのような未来社会を想定するか大きく依存する。そこで、本項目ではまず、過去から将来の社会・気候シナリオの作成を行った。過去の社会シナリオとして、20 世紀後半の土地利用の変化、ダム貯水池の増加、生活用水や工業用水の増加などを設定した。さらに、将来のシナリオとして、21 世紀の人口変化、灌漑地面積変化などについて設定した。気候に関しては、IPCC による最新の気候予測結果を利用し、過去から将来の温暖化を考慮した水資源モデルのための気候シナリオを作成した。これらの社会・気候シナリオ下における過去から将来にわたる全球長期水需給シミュレーションを行った。シミュレーション結果を利用して、水逼迫、持続可能性についてまとめた。

次に、シミュレーション結果に基づいて、持続可能な水利用への道筋の算定・提示を行った。このために、非持続的な取水量の増加に対する、効果的な技術・制度的オプションの導入について、コストなどの側面も含めて検討した。また、豪雨や異常少雨といった極端な気候現象の発生をシナリオに含めるための手法を開発し、今後の水資源リスクアセスメントに取り入れる準備を進めた。全期間を通して、これまでの経験を生かして世界水資源モデルの改良・適用にも貢献した。

(3) 研究成果

過去から将来の世界の水需給算定において、社会シナリオと気候シナリオの設定および全球水資源モデルの整備・改良は、最重要の研究項目である。これらの研究については図 1 のように代表グループ、気候グループ及び全球モデルグループの 3 グループが一体となって進めてきた。以下に①社会シナリオの設定、②気候シナリオの設定、③気候シナリオ導入へ向けた極端な気候現象の発生について、④長期ビジョンの作成の順で詳細を示す。

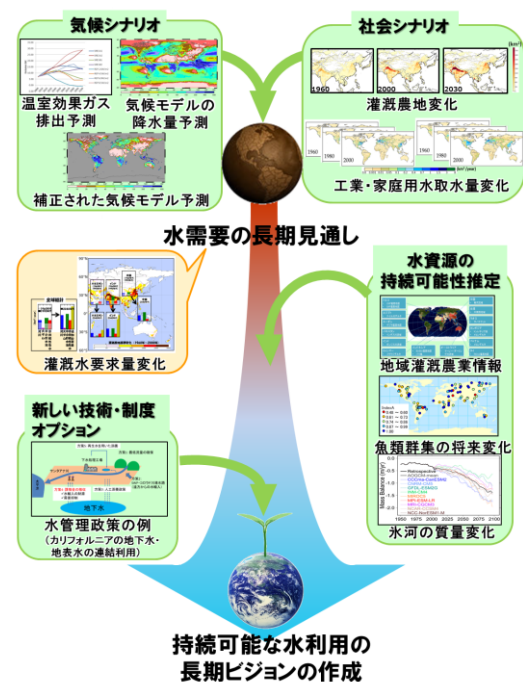


図 1 研究フローチャート

① 社会シナリオの設定

全球水資源モデルへの入力値として、まず過去の社会シナリオの設定を行った。最大の水利用ユーザーは食料生産のための灌漑地農業であることに着目し、20 世紀の作付け回数別灌漑農地面積の時空間的变化についてデータを整備した(図 2)。また、GIS データから貯水池の各位置情報、建設年などを抜き出し 20 世紀の中規模貯水池貯水量の時空間データを整備した(図 3)。さらに、過去の様々な機関の統計データから工業・生活用水使用量及び地下水使用量のデータベースを作成した。欠損データが非常に多いため、人口・都市人口・インフラ面積などで重み付けをし、全球でグリッド化した。

次に、将来の社会シナリオと

して、食料需要・バイオ燃料作付け需要・人口増加に基づく複数の灌漑地面積変化シナリオを設定した。食料需要には 5 つのシナリオを設定し、各々のシナリオにおける食料需要量が 10 品類によってみたされることを想定し、世界 10 地域において将来の食料需要量の推定を行った。食料用作物およびバイオ燃料の収量は全球水資源モデルによって再現した。また、食料需要の増加分作付けおよびバイオ燃料の作付けは、現在の放棄地および休耕地において行われることを想定し、世界の放棄地及び休耕地分布を推計した。一方で、様々な文献調査の後に幾つかの灌漑地拡大率シナリオ(たとえば人口増加相当(+0.9%/year)、FAO(+0.6%/year)、変化なし(+0%/year))を設定し、上記で算定された放棄地及び休耕地などに灌漑地を拡大させた。

しかし、国際的な場においても常に新たなモデルや新たなシナリオが提案され続けている研究分野であるため、常に改良が必要であった。特に、本プロジェクト期間中に、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第 5 次レポート(AR5)用の代表的濃度パス(RCPs)シナリオと社会経済シナリオ(SSPs)が公開された。このシナリオには水利用シナリオは存在しないが SSPs の人口・GDP などに準拠するため、21 世紀(将来)の灌漑地面積変化シナリオ、工業・生活用水使用シナリオを作成し、将来の水需給シミュレーションへ設定することとした。

② 気候シナリオの設定

気候シナリオの設定に際し、i) 将来予測を行う上で必要となる将来気候シナリオデータの整備、ii) 気候シナリオに含まれる不確実性を低減する手法の開発の 2 点に取り組んだ。

i) 将来予測を行う上で必要となる将来気候シナリオデータの整備

将来気候の予測結果は世界の複数の研究機関から公開されており、これらのデータを取得し、水資源量推定に適した形に編集することを行った。通常、世界の各機関によって予測された気候データは水資源量や食料生産量等の予測を行うためには空間解像度が粗いため、この気候データを詳細化する技術ならびにモデル特有のバイアスを除去する技術が必要となる。これらの技術は既に数多くの既往研究で提案されているため、まずそれらの手法の比較を行ったところ、(a) 全球スケールで適応可能なもの、(b) 気候モデルが予測した将

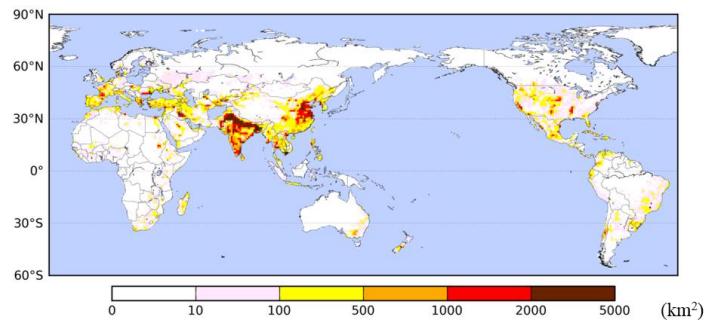


図 2 1960 年から 2000 年までの灌漑地面積変化

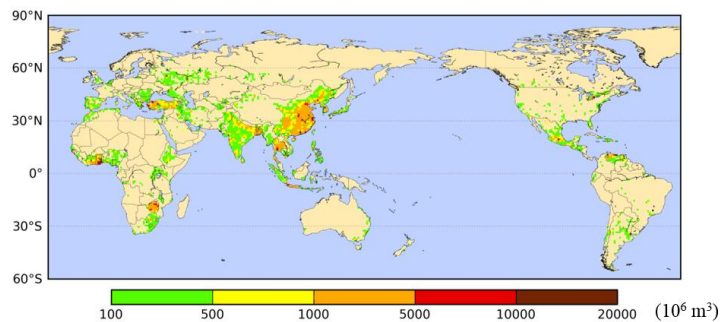


図 3 1960 年から 2000 年までの中規模貯水池の貯水容量変化

来変化トレンドが補正後も保存されるものは限られていることが判明した。特に、水資源量のように年々の変動を考慮する重要性が高いものに適したものが存在していないことが明らかとなったため、本グループではこのような特徴をもつ手法の開発を行った。その結果、既往の平均値という代表的な統計的特性の変化のみ考慮したものではなく、分散や変動係数といった確率分布の形状に関する情報をも考慮した手法を提案することが出来た。このような高度な補正手法を用いた長期間連続データセットはこれまで存在しておらず、独自性の高いものである。上記の手法に関してはまず、水資源量の推定への寄与が大きいと考えられる気温と降水量に対して適用された。しかしながら、全球モデルグループの開発した全球水資源量モデルはこれらに加えて、放射、気圧、比湿、風速の変数も必要とする。既存の方法ではいわゆる擬似温暖化手法として、気候モデルから得られる現在から将来への変化分の推定量を観測値に加算(もしくは乗算)する簡易な手法が用いられていた。本研究では放射、気圧、比湿、風速の変数に関しても気温や降水量と同様の手法を応用し、全球スケールで適用可能かつ気候モデルが予測した将来変化トレンドを保存する手法を適用した。その結果として、気温、降水量に加えて放射、気圧、比湿、風速に関しても最新の気候変動予測結果に基づくデータセットが整備された。本グループで開発したデータセットは、現時点でこれら全ての変数の出力結果を有する 11 の機関によって開発されたモデルによる予測結果全てを含んでいる。このような大規模かつ網羅的なデータセットは世界でも未だ存在しておらず、先駆的な研究成果であると評価出来る。今後、様々な気候変動影響評価研究に貢献することが期待される。

ii) 気候シナリオに含まれる不確実性を低減する手法の開発

気候変動の予測には常に不確実性が伴うため、気候分野における気候変動自体をテーマとした研究では不確実性を考慮した研究が複数行われている。しかしながら影響評価研究では必ずしも十分に不確実性が考慮されていない。不確実性として考慮すべき最も重要なものは、気候モデルによる将来予測結果の差である。気候変動の予測は世界の多数の機関で行われており、各機関が開発した気候モデルから得られた結果には当然ながら予測の幅が存在している。これらの予測結果を用いて水資源量に関する影響評価を行った場合、多くの場合では気候モデル由来の予測の差は、水資源量推定後も同等、もしくは拡大する傾向がある。将来予測結果が社会に有用な情報となるためにはこの予測の差を適切に評価する手法が必要となる。そこで本研究では、この気候モデルにより異なる予測の幅を扱う手法として、CL 算出に伴う不確実性の低減を目的とした、各気候モデルの指標(メトリクス)の提案に取り組んだ。既往の研究では気候モデルによる予測の幅を扱う方法として、単純に各予測結果を平均する方法や、中央値を取る方法が用いられることが多い。このような単純な方法は全ての気候モデルの予測結果が同様に等しい時には有用かもしれないが、現状における将来予測では、そのような仮定を取ることは妥当性が高いとは言えない。そこで本研究では各気候モデルの現在気候の再現性に注目し、それらの傾向により各気候モデルの予測結果を重み付ける方法について提案を行うこととした。本グループでは、上で述べたとおり、これまでに複数の IPCC 第 5 次レポート用の気候予測出力(CMIP5)データを取得し、それらのバイアス補正データセットを開発してきた。既往の手法では、これら複数の将来シナリオについてそれぞれ CL 策定を行い、その平均や中間値を用いることとなるが、気候モデルごとの重みづけを同じに設定する単純平均ではなく、たとえば豪雨などの極端現象の過去再現性に注目することにより、地域ごとに最も将来予測に適した気候モデルを選択する、もしくは気候モデルごとに重みを変化させることで不確実性の低減が可能になると考えられる。そこでこれらの手法の妥当性を検証すべく、評価指標として用いることの出来るデータが豊富であるチャオプラヤ川流域を対象として、気候モデル指標による評価を基にした流量予測を行い、指標の有無や指標の種類による流量予測結果の差について考察を行った。図 4 は作成した指標により各気候モデルの予測結果を重み付けして得られた将来流量のアンサンブル平均である。各指標の違いは評価に用いた観測値の違いである。単純に全ての気候モデルを均等に重み付けした場合に比べ、指標による評価に基づくアンサン

ブル平均ではピーク時期の流量が 10%程度異なることが明らかとなった。特に注目すべき結果は、陸面のデータのみを評価指標に用いた予測(図 4 では紫線で表される)が、既往の単純平均よりも 10%程度低いという点である。陸面のデータセットの過去再現性の良さは、上で述べた気候シナリオ作成時のバイアス補正の精度と強い関係を有する。つまり、陸面の気温や降水量の再現性の低い気候モデルでは、気候シナリオ作成時に行われる補正の精度自体が悪くなるため、その補正データセットを用いて得られる流量の予測精度も悪くなることが予測される。特に気候モデルの降水量の再現値が実際よりもかなり低い場合、将来の予測値が極端に大きな値になることが明らかとなっている。図 4 の結果では陸面のデータのみを評価指標に用いた予測において、このような極端な予測結果を有する気候モデルの重み付けが相対的に低くなっているため、結果として得られる流量予測結果も他よりも低くなったと考えられる。バイアス補正による影響評価推定結果が有する不確実性の増大に関しては未だ注目されておらず、本研究グループの先進的な取組と言える。水資源量推定のための気候シナリオ整備と不確実性低減のための取組を同時に行うことで、既往の研究では得られていない新しい知見が得られたと考えられる。

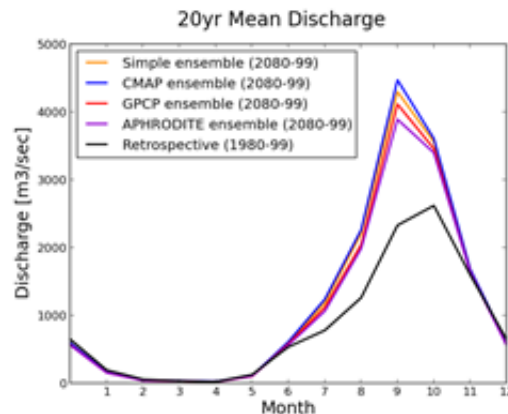


図 4 単純アンサンブル平均(黄線)と指標による評価により重み付けを行ったアンサンブル平均(3 種類(青線、赤線、紫線))により求めたチャオプラヤ川の将来期間(2080-99)平均流量 [m³/sec]。データセットの参照データとして 1980-99 年の平均流量推定結果を黒線で表示してある。なお 3 種のアンサンブル平均の違いはメトリクスに用いる参照データの違いに由来する。

このように気候グループでは、水資源量推定のための気候シナリオの整備ならびにその不確実性を低減するための手法の開発を行ってきた。これらの結果は影響評価シミュレーションの際の基礎的データや最終的な結果の解釈の基礎的知見として貢献した。

③ 気候シナリオ導入へ向けた極端な気候現象の発生について

中緯度において時空間スケールが最大規模の気象擾乱として大気ブロッキングが挙げられる。この現象は、平常時は中緯度を東進し続ける低気圧・高気圧の渦列が偏西風から剥離することで一地域に留まり続ける気圧の停滞現象であり、数週間から一ヶ月にわたり豪雨や干ばつ、熱波や寒波が持続することで知られている。近年の例では、2003 年のヨーロッパ熱波事例、2010 年のパキスタン豪雨・ロシア西部熱波事例が挙げられ、人的・経済的被害は多岐に及んだ。

このブロッキングについて、これまでの代表的な論文(例えば、D'Andrea et al. 1998)は、日々の天気予報及び長期気候変動の予測に用いられる全球気候モデル(以後 GCM)のうち、代表的な 15 のモデルを用いてブロッキングの予測精度を解析したが、多くの場合ブロッキングの再現精度は過小評価されており、モデル間においても発生頻度にばらつきが生じた。近年では、CMIP5 の計算結果に対し、将来予測結果と過去の再現実験とを比較し、ブロッキング発生頻度の気候変動に伴う変遷を地域ごとに示した(Masato et al. 2013)。また、CMIP5 の計算結果を用い、将来のブロッキング発生位置の変遷及びそれに伴う極端現象の遷移について地域ごとに明らかにすることで気候シナリオの設定に貢献した。

加えて、最も温暖化の寄与が高い RCP8.5 シナリオの将来と現在気候とを比較してブロッキング発生頻度と極端現象の変遷を解析した。図 5 左は再解析データ(実測値をもとに作られた過去の大気場データ、1960-1999 年平均、12-2 月)、CMIP5 モデルアンサンブル平均の過去の再現実験(1960-1999 年平均、12-2 月)、同平均の将来の予測結果におけるブロッキン

グ発生頻度(2060-2099年平均、12-2月)を示す。等値線がブロッキング発生頻度を示し、赤から青のグラデーションは、図5左(b)では再現実験と再解析との差を、図5左(c)は将来予測と再現実験との差を示し、図5左(b)において赤(青)はCMIP5の9モデルアンサンブルが過大評価(過小評価)をしていることを、図5左(c)において赤(青)は将来ブロッキングが増加(減少)

する地域であることを示す。また、黄色、緑、紫のメッシュはそれぞれ9モデル中9、8、7モデルが同様の過大・過小または増大・減少傾向を示す地点である。モデルが有する現実大気場との誤差(過大・過小評価)が、モデル内でのブロッキングの増減傾向より大きいという問題点が見て取れるが、一方、ロシア東部から太平洋北部にかけて、多くのモデルに一貫してブロッキングが北東へシフトすることが観察される。

図5右は豪雨・豪雪日、高温日、低温日においてブロッキングが発生している割合(%)を、再解析データ(実測値をもとに作られた過去の大気場データ、1960-1999年平均、12-2月)、CMIP5モデルアンサンブル平均の過去の再現実験(1960-1999年平均、12-2月)、同平均の将来の予測結果におけるブロッキング発生頻度(2060-2099年平均、12-2月)それぞれで示している。数値が同割合を示しており、上段の色は同割合の大きさを、中段、下段の色は図5左同様に過大(過小)評価、増加(減少)傾向であることを示している。豪雨・豪設備、高温日、低温日の定義としては、各領域内での降水量、気温の日平均値が上位(低温日の場合は下位)10%に該当する日を定義した。また、同時にブロッキングが発生しているか否かの閾値としては、各領域周辺の緯度45°×経度90°の範囲でブロッキングが発生している場合として定義した。前述のブロッキング発生頻度が北東シフトする太平洋北部では、それぞれの極端現象が若干増加することが見て取れる。低温日に関しては、ブロッキングが増大する域の低緯度側で上昇傾向にあるが、これは、ブロッキング高気圧の低緯度側に付随する低温位を保持した切り離し低気圧が低温日の主要因であるからと考えられる。

④ 過去から将来の水需給シミュレーション

①-③で作成されたシナリオと全球水資源モデルを用いて21世紀の世界の水需給再現・予測シミュレーションを行った。我々の全球水資源モデルが各取水源からの供給量を算定できるという特徴を活かし、河川・大ダム・中規模貯水池・非持続性水源(化石地下水等)の4つの各取水源からの過去から将来における灌漑必要水量を推定した(図6)。

その結果、1976年以降は貯水池からの供給割合が全灌漑取水量の40~50%近くになり、複数の取水源のうち最も高くなった。また、河川からの取水は1985年以降伸びが

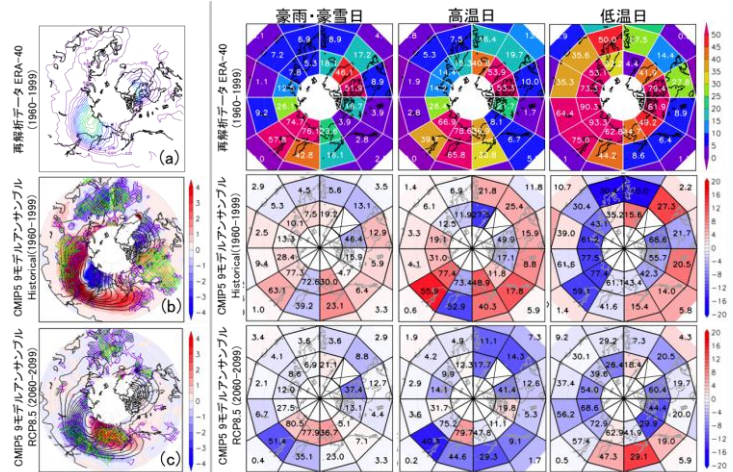


図5 (左)ブロッキングの発生頻度、(右)豪雨・豪雪日、高温日、低温日におけるブロッキングが発生している割合

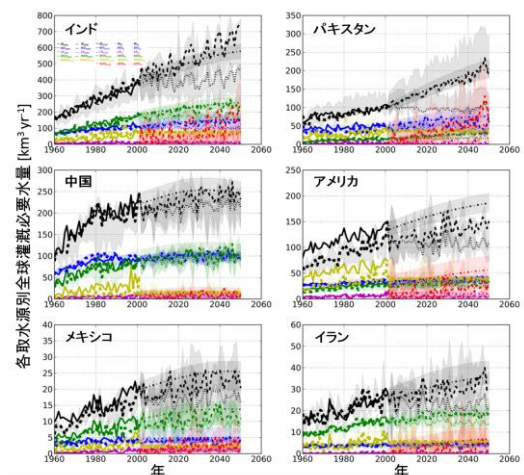


図6 主要6カ国の気候シナリオ及び社会シナリオ下における各取水源別(河川(黒線)・大ダム(ピンク線)・中規模貯水池(緑線)・非循環型水源(黄線)、追加必要水量(赤線))灌漑必要水量

衰え、様々な地域で将来の増加する必要水量は河川水(表層水)で補えず、非持続性水源かまたは新規開発が必要な取水源の必要性(追加必要水量)が示唆された。

図 7 は、これらの結果を地図上に示したものである。人口増加に対し、食料増産を最も重視した灌漑地拡大シナリオのもとで 1960 年代、1990 年代、2040 年代の世界各地における各取水源への依存度を示したものである。灌漑必要水量のうちインドでは貯水池から、アメリカでは非持続性水源からの供給にその多くを依存していることが示された。このように、灌漑地拡大シナリオ下では、各国の必要水量の増加が見込まれる。しかし、貯水池建設によりその量を満たすべきか、非持続性取水を含めた地下水取水や遠隔地導水などにより満たすべきか、国及び地域の事情により異なる。そのため、図 7 では 2040 年代までに新たに必要となる取水源を示し、これを追加必要水量と定義した。追加必要水量は、インドで最も多く、パキスタン・アメリカ・メキシコ・エジプトなどでも多くなる見込みとなることが分かった。

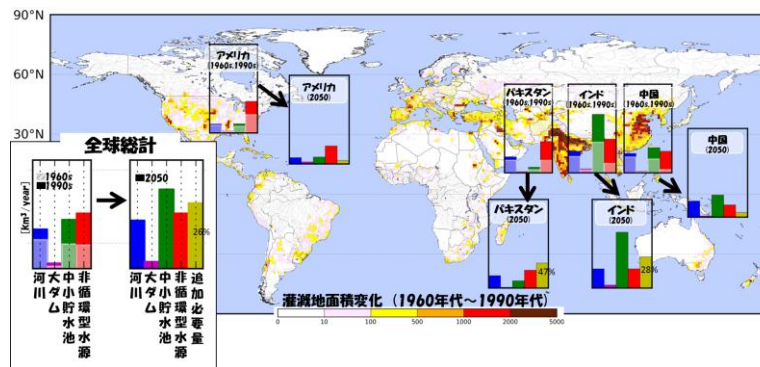


図 7 (棒グラフ) 1960 年代と 1990 年代の各国の水源別取水量(河川、大ダム、中小貯水池、非循環型水源、2040 年頃の各国の水源別取水量(左記の 4 種および追加必要量)。(背景の世界地図) 1960 年から 2000 年の灌漑地面積変化。

i) 技術オプションと導入シナリオの設定

上記のような将来の水需給シミュレーションにより、追加必要水量の著しい増加が見込まれる地域での水逼迫を回避するため、水資源の確保もしくは必要量を減らす技術導入(技術オプション)について検討した。ここでは技術オプションとして、オプション 1: 貯水池の増設、オプション 2: 海水淡水化の実施、オプション 3: 再生水の導入、オプション 4: 灌漑効率の改善を取り上げた。これらの技術オプションを全球水資源モデルへ統合し、全球アセスメントを行うことで水逼迫への対策を検討した。まず、各オプションの立地条件や成立条件を調査し、それぞれの技術オプションの導入可能性を推定した。各立地条件として、主要都市からの距離、海岸線からの距離、地形、収入条件、自然条件に着目した。

オプション 1 については、各河川の年河川流量の 10% を上限とし、出水期の流出を利活用することを考慮した貯水容量を増設した。貯水池の容量を増やすことで、雨期や大雨の水を乾期や旱魃に持ち越すことが可能となる。ここで増設される貯水池は、全セクターへ供給可能とした。オプション 2 の設定の詳細については、「研究項目 4. 水循環モデルの改良」で記載した。オプション 3 については、過去の再生水プラント導入事例から、過去の立地条件と将来の一人当たり GDP からプラント導入適地を推定した。再生率は排水の 50% (シンガポールの将来目標と同値) とし、工業用水・家庭用水のみに供給可能とした。オプション 4 の灌漑効率の改善に関して、「研究項目 2. 各地域の灌漑農地の持続可能性」で後述する WAIASS のデータベースと事例研究から、社会情勢、法整備状況、環境流量の設定によりその改善状況が異なってくることが明らかとなった。これらの事例研究の結果を基に、ここでは追加必要水量のような非持続的な水利用がある地域は、灌漑効率の改善効果が 30% 程度増大すると想定した。また、水逼迫状態を高頻度で経験する(年供給量が年需要量を上回る回数が多い)地域では、灌漑水需要抑制効果が 15% 程度増大すると想定した。

ii) 技術オプションを導入した水需給シミュレーション

i) で提示した技術オプション 1~4 を、順次セクターごとに導入した水需給シミュレーショ

ンを行った(表 1)。将来の気候、社会シナリオなどの組み合わせは多数あるため、ここでは一事例のみを提示する。

表 1 技術オプションを導入したセクター

	工業	生活	灌漑
オプション 1: 貯水池の増設	○	○	○
オプション 2: 海水淡水化の実施	○	○	—
オプション 3: 再生水の導入	○	○	—
オプション 4: 灌漑水需要の抑制	—	—	○

まず、河川沿いでありかつ降水が増加する地域では、現況の貯水池の 3 割程度の増設(オプション 1)を全球一律に行った場合、全追加必要水量のおよそ 2 割が減少する可能性を示した。また、生活・工業用水の不足分は海水淡水化の実施(オプション 2)及び再生水の導入(オプション 3)により、およそ 2 割減少する。灌漑用水は、3 割程度の灌漑効率改善(オプション 4)が実施されれば、全追加必要水量の 1 割減少することが分かった。結果として、技術オプション導入前の追加必要水量(図 8a)の約 5 割が 4 つの技術オプションを導入することで減少できる可能性を示せた。

技術オプション導入後の追加必要水量の分後の追加必要水量の分布(図 8b)からその各地域の特徴(図 9)をまとめた。主に、インド、パキスタン、中国北東部、アメリカ中央部、中東内陸部などの灌漑が盛んな地域で技術オプションを導入したとしても不足が生じる。また、生活・工業用水は、中東、中国北東部及び南部、アメリカなどの大都市部で不足することが明らかとなった。技術オプションを導入後、Critical Limit を超えて不足してしまう水量を示せたとと言える。

灌漑用水に関しては、灌漑効率が、約 3 割程度改善されれば、追加必要水量は減少する。しかし、国家レベルでこのような大幅な改善を達成することは、容易ではないことが予想される。効率改善のための対策として、例えば、節水灌漑、作付け時期の変更、作物種の変更や水ストレスに強い品種へ改良、灌漑地から天水農地への転換などが考えられる。

また、工業・生活用水に関しては、水利用効率が改善し、再生水及び海水淡水化プラントが、現在のおおよそ数倍から十数倍となれば、将来の追加必要水量の約 2 割程度は補填できる可能性が示された。しかし、これは各地へ数百～数千基のプラントを建設することに

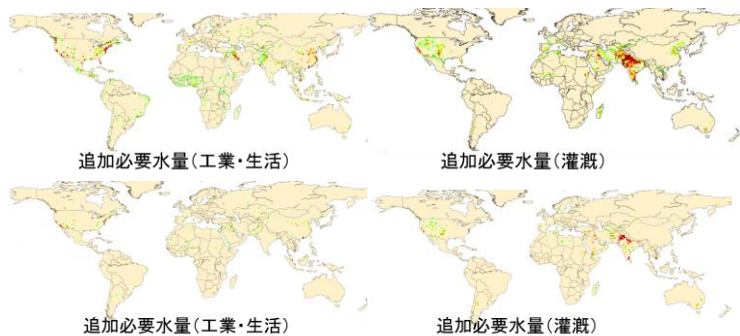


図 8 追加必要水量(技術オプションの導入前 a)、導入後 b))

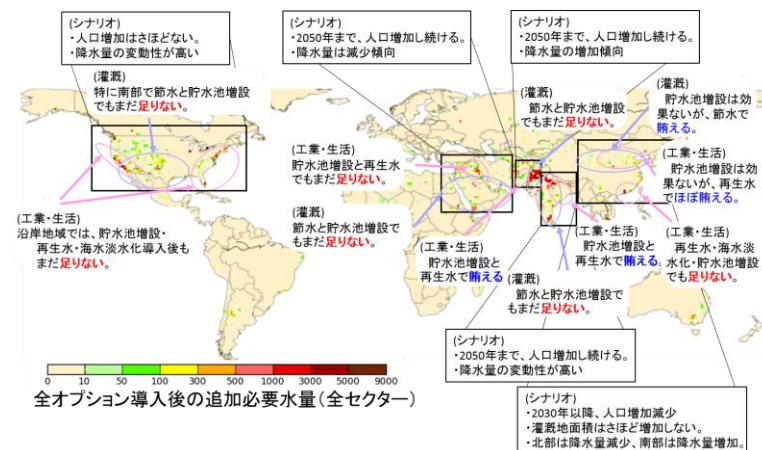


図 9 技術オプション導入後に追加必要水量が生じる地域の概要

相当するため、コスト、用地面積、インフラ整備の面から、実現できる国は限られてくるだろう。再生水及び海水淡水化プラントの導入だけでなく、様々な技術オプション、例えば、遠隔地導水、流域や大陸を越えた水輸送、人工的地下水涵養などの導入が、新たな水資源確保として考えられる。

以上のように、将来の水逼迫への対策として、技術オプションを導入した場合の水需給シミュレーションを実施し、様々なシナリオに基づく水利用の長期ビジョンを作成した。

iii) 制度オプションの導入

技術オプションのようなハードパスだけでなく、既存のインフラストラクチャーを活用し水資源管理に関わる制度を整備すること(制度オプション)も重要な対策として

注目されている。ここでは制度オプションとして、とくに水理転用に着目した。水理転用とは、セクターや主体間で水の配分を変えることを指す。水理転用が実施されると、相対的に豊富な主体から乏しい主体へ再配分を促すことが期待できる。これまでオーストラリア、チリ、カリフォルニアでは水理転用が盛んに行われており、これらの事例をもとに水理転用成立に関連する自然科学的および社会的特徴を表 2 にまとめた。表 2 に示した特徴をもつ地域を調べるため、世界各国の水理転用ルールの整備状況(図 10)と、灌漑実施状況(図 11)について地図を作成した。図 10 は、197 カ国を対象に水理転用が法的に認められているかを調べた結果である。図 11 は、全球資源モデル H08 を用いて算出された 1990 年代の平均灌漑必要水量に基づき作成された。これらの結果から、例えば地中海沿岸のいくつかの国では、水理転用が許可されており(図 10)、灌漑を実施している(図 11)という水理転用に関わる特徴を有していることが分かる。これらの地域で、水取引が実際に可能なのか、また実施に至っていない要因については、今後検証していく必要がある。一方で、ii) のように技術オプションを導入してもなお追加必要水量が存在する場合、対策として水理転用のような政策オプションを導入できる可能性を示すことができた。

表 2 水理転用の実施に関わる要因と特徴

	特徴
気候	夏は乾燥し、冬は湿潤
法制度	土地所有権と水理権が分離
土地利用	灌漑による農業を実施
その他	水輸送のためのインフラ整備

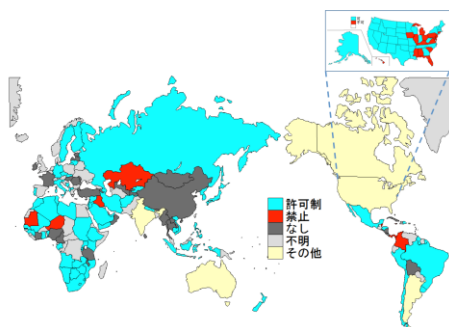


図 10 世界各国における水理転用制度の整備状況

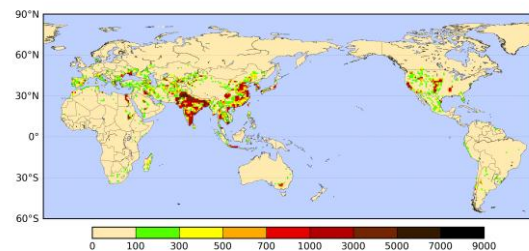


図 11 1990 年代の平均灌漑必要水量($10^6 \text{ m}^3/\text{year}$)

2. Critical Level (CL) の調査、決定(神戸大学 農業・地域計画グループ、東京工業大学 水環境グループ、代表グループ) 【研究項目2】

(1) 研究のねらい

研究項目1の将来予測研究の一方で、水利用や水資源の持続可能性の判定のためには、地域ベース・要素ベースの研究の進展が必要である。本項目では①生態系に着目した水環境、②各地域の灌漑農地の持続可能性、の 2 つの側面から水資源の持続可能性について検討を試みる。細目としては以下になる。

・CL の要素の抽出(農業・地域計画グループ、水環境グループ、代表グループ)

- ・CL の決定 (農業・地域計画グループ、水環境グループ、代表グループ)
- ・水逼迫緩和のために投入可能な技術的オプションの検討 (同上)

(2) 研究実施方法

① 生態系に着目した水環境

水環境グループでは、水需給の長期見通しを踏まえて、水域生態系の持続可能性を保障するための水利用システムを提案する。そのために第一の課題として、「水域生態系の種多様性を維持するための物理環境の明確化」を設定した。

本研究では河川生態系の魚類群集に着目し、流量変動 (流況) を含む流域特性と流域内魚類群集の関係を魚類分布モデルとして示すことで、2050 年までを視野に入れて河川生態系を維持するための流況を評価した。具体的には、以下に示す 7 つの項目について将来の水域生態系を予測・評価した。

- i) 全球スケールでの流況と魚類種多様性の関係解析と将来予測に向けたモデル化
- ii) 全球魚類種数推定モデルの発展: 在来種と外来種の区分およびダム影響の考慮
- iii) 気候変動下における魚類種数の将来予測
- iv) 河川網上で流況の空間多様性
- v) 流域スケールでの流況と魚類多様性の関係
- vi) 世界の主要都市における水不足リスク評価
- vii) 新規有機物評価指標の開発

② 各地域の灌漑農地の持続可能性

農業・地域計画グループは、世界各地における水資源変動 (洪水・干ばつ) が灌漑農業に及ぼす影響を地域スケールで解析し、必要とされる技術・制度オプションについて検討した。農業生産の水資源の変動に対する応答は地域の自然環境条件、技術レベル、水管理制度を反映して複雑に異なることが予想された。そこで、地域スケールの具体的な影響、水危機発生のメカニズム、適応過程を i) 時系列衛星画像解析および ii) 地域スケールの事例調査によって明らかにし、将来必要とされる技術的オプションおよび持続可能な水利用の道筋について検討した。

(3) 研究成果

① 生態系に着目した水環境

- i) 全球スケールでの流況と魚類種多様性の関係解析と将来予測に向けたモデル化

河川流量の生態学的役割を解明するために、流況と水質の両面から水利用と水域生態系の関係を解明する研究を中心に実施した。流況に関しては、初年度に収集した世界の主要 755 河川の流量データを用いて、流況特性を代表する指標を統計解析により抽出することで、世界の河川を流況の観点から整理した。そして、魚類種数を河川生態系の指標として流況指標との関係を解析した。平均流量だけでなく、流量の変動性および緯度と流域面積も含む形で、流域ごとの魚類種数を推定する種多様性評価モデルを提案した。このモデル式は経験式であるため更なる検証を継続するが、このような対応関係を定式化した報告は世界で初めてであり、各流域における魚類群集形成の重要な知見となる。



図 12 2050 年までの主要流域における魚類種数 (FSR) の変化ポテンシャル。人口増加に際し、食糧増産を最も重視した灌漑地拡大シナリオの下で推定された世界の河川の流量に基づき、主要 100 流域における魚類種数の変化ポテンシャルを推定した結果

- ii) 全球魚類種数推定モデルの発展: 在来種と外来種の区分およびダム影響の考慮

上述の全球スケールでの河川魚類種数推定モデルでは、河川に古くから固有の種(在来種)と人為的に持ち込まれた外来種の区別を行っていない。在来種と外来種では河川への定着プロセスが異なるため、在来種・外来種を区分したモデル化を行った。また、ダムは流況の改変以外にも貯水池を造成し、河川網を分断することから、その影響を明示的にモデルに組み込んだ。在来種と外来種では異なる環境因子が魚類種数推定モデルに選択され、ダムの数が多いほど、外来魚の種数が増加する傾向が示された。

iii) 気候変動下における魚類種数の将来予測

全球水資源モデルと上記題目(i)及び(ii)で得られたモデルを統合した上で、将来予測される流域内水収支の変化に対する魚類群集の応答を定量的に示した(図12)。さらに、在来・外来種を別個に考慮したモデルを用いて、同様の推定を行った(図13)。その結果、世界で一律に在来種の減少および外来種の増加といった傾向は見られず、むしろ地域の特性に依存していた。すなわち、個々の河川でより精度の高い、かつ魚類の個体群動態や形態、生息環境を考慮可能な予測モデルを構築する必要性を示唆した。

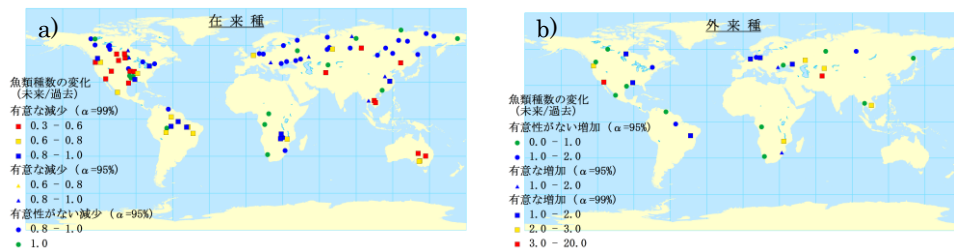


図13 気候変動と灌漑とダムの影響を考慮し、過去から将来にかけての魚類種数の変化を推定した結果 a) 在来種、b) 外来種

iv) 河川網上での流況の空間多様性

河川環境は渓流部から河口に到るまで、支流との合流やダム影響により様相を徐々に変化させており、その空間多様性を評価することが求められる。そこで流況の空間多様性を、世界の河川を対象に評価をおこなった。その結果、流況は上流部から下流部にかけて傾向を徐々に変えていることを示した。従って、河口付近での流況を流域全体の代表傾向とする以外にも、流況の空間多様性を考慮することが、より包括的な流域河川管理に役立つ。更に相模川においては、分布型流出モデルを適用することで、人為的改変のない自然流況をシナリオとして設定し、現在の改変状態を定量的に評価する手法を開発した。これにより、河川のどの区間が顕著に改変されているかの把握が可能となり、その区間を重点的に自然環境に近づけることで、河川全体の生態系の保全につながることを示唆した(図14)。

v) 流域スケールでの流況と魚類多様性の関係

各流域で今後予測される魚類相変化を考慮したシナリオ解析を実施するためには、流況以外の環境条件や各生物種の生活史を考慮してモデル化する必要がある。そこで、ダムによる流況改変などの人為影響を総合評価するため基盤を構築した。現在までに、相模川、チャオプラヤ川、

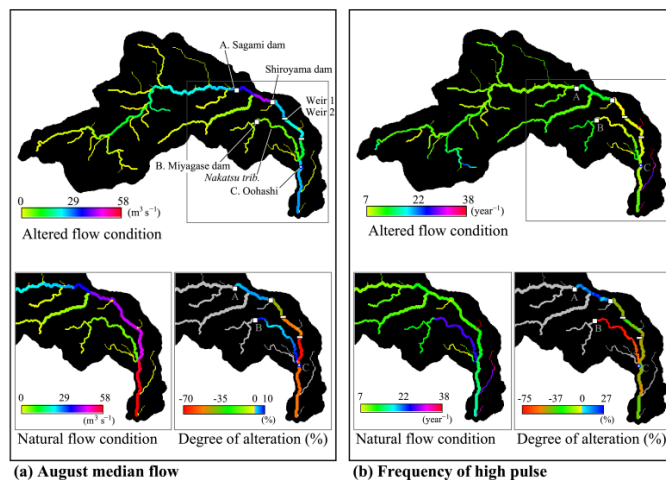


図14 相模川での流況改変の定量的評価。流況の特性ごとに深刻な改変が懸念される区間が異なる(例:8月平均流量(左)では本流、高水頻度(右)では支流)

ローヌ川を対象として、分布型流出モデルを適用し、特に相模川水系については分布型魚類個体群モデルを開発した。このモデルでは、流況以外に、生息場の分断化、水質汚染、土砂輸送の時空間分布を考慮しており、各魚類種の個体群動態を定量的に評価できる。これらの取り組みにより、特定の魚種および絶滅危惧種に対応した保全管理の知見の提供が可能となった。

vi) 世界の主要都市における水不足リスク評価

将来の世界主要都市圏における生活用水の河川水依存度を定量的に推定するために、昨年開発した渇水指標 (Water Shortage Index) の適用を試みた。気候変動下における利用可能淡水量の減少に加え、人口増加と生活スタイルの変化に起因する水需要量の高まりが、世界各地の都市における水ストレスを引き起こすことが示唆された。

vii) 新規有機物評価指標の開発

水環境の水質評価を発展させるために、相模川における現地調査と室内実験にて新規有機物評価指標の開発を進めた。この指標は、溶存有機物の蛍光特性に基づく指標であり、有機物の化学性質や重金属結合性を簡易測定により評価できることが特徴である。実水域は魚類モデルの主な対象河川である相模川流域を対象とし、農業排水や下水、ダムなどの流域水利用ならびに季節変化が有機物の質の変化、栄養塩や微量金属の動態を調査した。その上で標準フミン物質を用いた実験および相模川流域での調査より、提案した指標の有効性を検証した。

② 各地域の灌漑農地の持続可能性

i) 時系列衛星画像解析

本項目により整備された「世界灌漑農業アトラス WAIASS (World Atlas of Irrigated Agriculture for Suitability Science)」は植生指数、地表面水指数およびトゥルーカラー画像の全球陸面時系列データセット(250m 解像度、8 日間隔、2000 年～2013 年)、および本データセットを用いて作成された世界各地の灌漑農地における過去 14 年間の作付面積、作付けパターン、生産性、農業災害に関する地図情報で構成されている(図 15)。全球データセットは複数の衛星プラットフォームに搭載された MODIS センサ画像の合成によって作成されており、さらに雲ノイズ除去および疑似高解像度処理が施された、世界でも類を見ない長期間、広域のデータセットである。後者の地図情報作成においては、農地分類、洪水・洪水被害判別、ミクセル分解手法等解析技術に関する高度化研究とともに、各地域の専門家(トルコ・タイ・ベトナム・カンボジア・ラオス・インドをはじめ計 15 カ国が対象)との共同研究・研究協力により解析精度を向上させた。WAIASS の公開に関してはこれまでも希望者に対する配布を行ってきたが、将来的には不特定多数ユーザーを対象としたインターネット配布システムの構築を検討している。

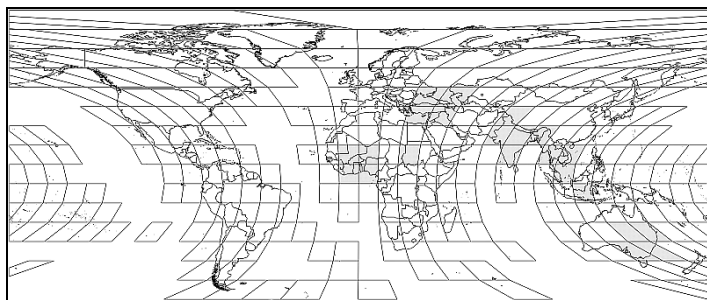


図 15 WAIASS データタイル (296 タイル)
グレーで塗りつぶされたタイルは詳細マップ作成地域

ii) 地域スケール事例

・洪水事例-(タイ・チャオプラヤ川デルタ、ベトナム・カンボジア・メコン川デルタ)

タイ・チャオプラヤ川デルタは世界有数の稲作地帯であるが、毎年発生する洪水がその

生産性の制限要因となっている。2011 年には未曾有の洪水が発生し、作物生産の被害総額は 360 億タイバーツ(約 110 億円)にのぼったとされている(World Bank)。農地の被災は収穫前の洪水到達による冠水で生ずる。そこで時系列衛星画像解析を用いて 2000 年から 2011 年まで 12 年間の被災農地の特定を行った。その結果 12 年間に複数の冠水が生じていても、冠水被災が 2 回以上となる農地がほとんど無いことが明らかになった(図 16)。これは 1 度被災した経験を持つ農地は何らかの適応策(ここでは治水設備の改築や作付パターンの変更等)を講じたことを示唆する。

メコン川デルタも毎年大規模な冠水が発生する稲作地帯である。チャオプラヤ川デルタの農業と比べ、治水・水利・耕作技術レベルはまだ開発途上であり、またデルタ内でも地域間差が大きい。例えばベトナムのアンジャン省では洪水対策として輪中堤防が近年急速に整備され、冠水期間が短縮したことで作付回数の増加が可能となり農業生産性が飛躍的に改善した。デルタ各地域の平均冠水日数と作付け回数との間には明確な関係が見られた(図 17)。さらにこれらは技術発展レベルによって類型化することができ、技術レベルが規定する農業生産の段階的な限界が確認された。一方で、輪中堤防の決壊による被害拡大、輪中堤防の急増により他地域の洪水被害が大きくなっている例も確認された。

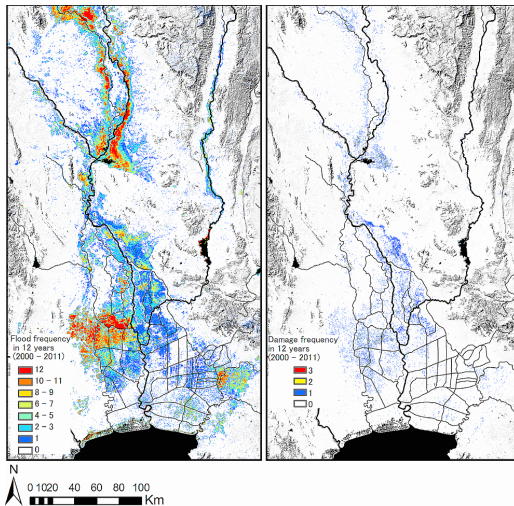


図 16 タイ・チャオプラヤ川デルタにおける冠水頻度(左)および農作物被害頻度(右)(2000-2011 年)。農作物被害の頻度が 1 回(青色)以上の農地はほとんど見られない。

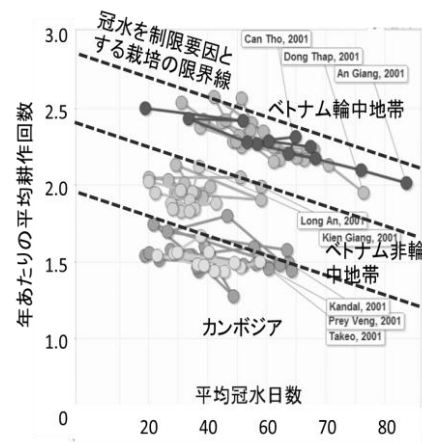


図 17 メコンデルタ各国各省における年耕作回数と冠水期間の関係(2000-2011 年)。冠水期間の年変動には洪水の年変動と適応策による緩和効果が含まれている。洪水規模にかかわらずカンボジアとベトナム輪中地帯の生産性には約 1.5 倍のひらきがあることが示されている。

・干ばつ事例-(マレーダーリング川流域、オーストラリア)

オーストラリア・マレー・ダーリン川流域は 2000 年から 10 年にわたり干ばつに苛まれた。この地域では農業水利系の改良による量水の徹底と高度な水取引制度の導入により干ばつへ適応した。ヴィクトリア州トランバレー灌漑地区の事例解析では一年生牧草の栽培面積が水資源量ではなく水利権価格により増減することが明らかになった(図 18)。干ばつにより水価格が高騰すると農家は一年生牧草の栽培を放棄し、水を販売して対価を得る。これで栽培時の約 60%の収入が確保できるからである。このことで果樹農家や牧畜農家など、干ばつでも

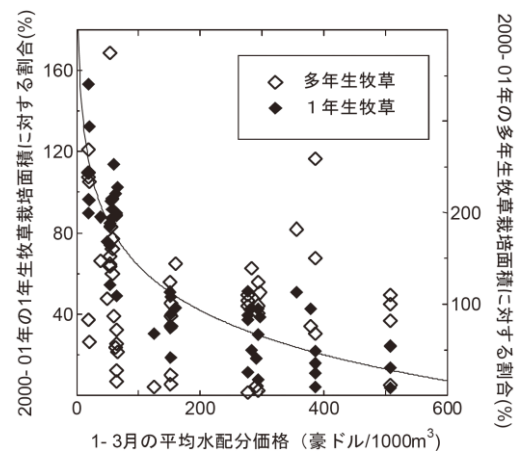


図 18 ヴィクトリア州 Goulburn Murray 灌漑会社管轄内 Torrumbarry 灌漑区における多年生牧草と一年生牧草の栽培面積(棒グラフ、左縦軸)と水利権割当(右縦軸)の推移。水利権に対する充足率は 100%までが高信頼度水利権量、100~200%が低信頼度水利権量。

水を必要とする生産者に水が再配分される。水資源に土地利用が適応してリスク回避するため、CLの定義は他地域と著しく異なるものとなる。従来この地域では多年生牧草の栽培が主体であったが、干ばつ時に高い水費を支払って多年生牧草を維持することにはリスクが生じる。そこで農家は長引く干ばつの中、多年生牧草より一年生牧草を育てる行動にシフトした。

以上是我々の調査事例の一部である。各地の事例解析から明らかになったのは、灌漑農業が毎年の営みの中で水資源変動に対して順次適応している実態である。そこで全球シミュレーションにおける灌漑農地の CL は、現行の灌漑効率で水不足が頻発する状態（10 年中 4 年以上）と定義し、そのような地域では灌漑効率向上への投資に社会的合意が形成されて 15% ずつ灌漑効率が改善されるシナリオを提案した。灌漑農地には生態系のような絶滅リスクはなく、また技術的適応と制度的適応のオプションは多数存在するので今後も水資源変動に対して順応的な適応が進んでいくと考えられる。しかし基本的な駆動力は利潤追求であるため、地下水灌漑の急増のように、その適応は必ずしも持続可能な形で進んでいるわけではない。今後も灌漑農地の動向を広域で継続的にモニタリングし、政策的な誘導を正しく進めることが重要である。

3. 持続可能な水利用と政策(大阪府立大学 政策グループ)【研究項目3】

(1) 研究のねらい

水問題は世界各地で散見される地球規模の問題であるとはいえ、それは地域ごとの水文、経済、政治、社会条件に依存する部分がとても大きいという意味で、すぐれて地域的課題でもある。そのため水問題の解決にあたっては個別具体例の検証を通じて、そこから一般的な教訓を引き出す作業が必要になってくる。こうした考えから、政策グループでは先進的な水管理政策が行われている米国カリフォルニア州をモデルケースとし、そこで取られている水管理政策の長所・短所を明らかにし、そこから他地域との比較・適用可能性を検討する

作業を行う。最終的には、全球水資源モデルや他のデータベース等から抽出可能な水逼迫地域に対して、どのような制度的オプションをどのように導入することが可能か、あるいはどのような問題が想定されるかなどの他地域への適用可能性についても検討する。法律・制度面から諸外国の水逼迫緩和策を研究するテーマは、当研究領域内でも他に例をほとんど見ないものであり、貴重なものとなると考えられる。

細目としては以下が挙げられる。

- ・利水政策の実際の効果と副作用の検証(政策グループ)
- ・利水政策の法的基盤の検証(同上)
- ・利水制度設計上の留意点と他地域への適用可能性の検討(同上)

(2) 研究実施方法

政策グループの研究実施内容は次の二つである。それらは①米国カリフォルニア州をモデルに、節水・水利転用・下水の再利用・地表水と地下水の連結利用等々、同州で展開されている具体的な利水政策の効能およびその副作用を明らかにすること、②さらにそれぞれの政策の法的基盤を解明することで、他地域で類似政策を採用する際の制度設計指針を確立することである。これ

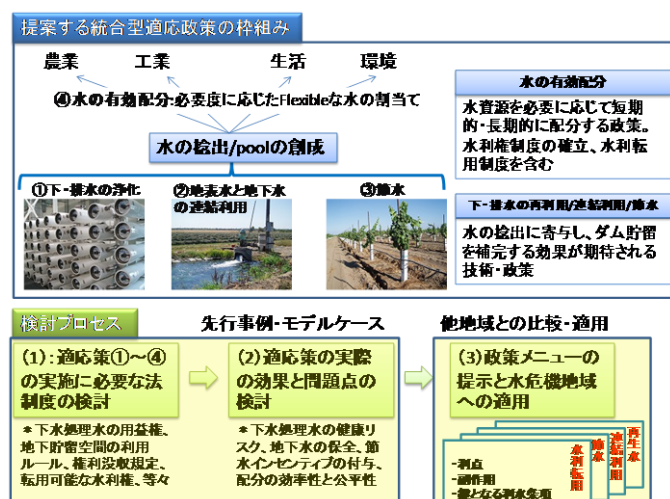


図 19 研究の全体像

ら二つを通じて将来の水資源逼迫についての適切な適応策の策定に貢献する(図 19)。

(3) 研究成果

① 利水政策の実際の効果と副作用の検証～カリフォルニア水銀行を例に～

モデルケースである米国カリフォルニア州では様々な利水政策が展開されているが、この研究ではとりわけ水銀行(California Drought Water Bank)と呼ばれる水利転用制度を中心に研究を行った。水利転用とは農業・工業・生活・環境といった利水セクター間で水の再配分を行うことである。それは水の需給ひっ迫を緩和するにあたって重要な政策ツールとなる。節水・地表水と地下水の連結利用・再生水の活用なども有効な政策だが、それらは基本的に一つの利水セクター内で余剰を捻出する方策である。それらは水利転用のようなセクター間で水を相互融通し合う政策と組み合わせることでその効力を増すことになる。水銀行は水利転用を軸に節水や地表水と地下水の連結利用といった要素も兼ね備えており、複数の利水政策を同時に把握できる稀有な事例である。

水銀行は、1991 年を皮切りに、1992 年、1994 年、2009 年と深刻な渇水が生じるたびに発動された。これまで個々の年に関する報告書・研究は公表されていたが、過去の事例全体を通じて検証を行った研究はない。これに対して、本研究は過去 4 回の事例を相互比較することにより、水銀行の長所・短所・法的基盤・他地域への適用可能性を明らかにし、その総合的な研究成果を単著として出版した

水銀行とは政府機関が利水者から水を買取り、それをより高値で(つまりより需要の高い)別の利水者に転売することで配分問題を解決する、政府仲介型の水利転用政策である(図 20)。そこで売買されるのは水利権ではなく、1 シーズン限りの水利用である。従って水銀行は水利権市場とは似て非なるものであり、より正確には水のレンタル市場と位置付けられる。

水銀行の長所は需要に応じた水の再配分を進めることで渇水被害の更なる拡大を防ぐ点にある。政府による強制的な再配分は需要に応じたものになる保証はない。水銀行は政府を仲介役とするものの、あくまで利水者間の自発的水取引を基礎としており、いわば市場メカニズムを導入することで効率的な再配分を可能にしている。

だが水銀行は万能策ではない。売り手側が売りに出す水を捻出する方法として、休作や地下水の代替利用といった方法が採られたが、これらは休作による地域経済の停滞、地下水の過剰汲み上げといった問題を生み出した。また水の売買に伴い動植物へ悪影響が及ぶことが懸念された。つまり取引当事者以外の第三者への不利益が問題視された。水銀行は回を重ねるたびに第三者への不利益を是正する措置が強化され、その経過が水銀行の制度変化と軌を一にすることを解明した。

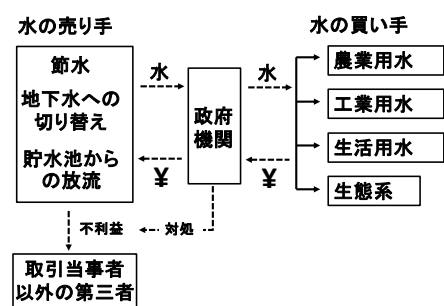


図 20 水銀行型水利転用の模式図

② 利水政策の法的基盤の検証

本研究では、水銀行というモデルケースから水利転用を実施する上で重要な役割を果たす法規定を抽出した。それらは i) 水利転用そのものの認定、ii) 土地と水の切り離し、iii) 水利権の没収規定、iv) 地下水の採取規制である。これらの法規定が水利転用に与える効果については、次の③において法規定のグローバルな分布状況と併せて詳述する。

③ 利水制度設計上の留意点と他地域への適用可能性の検討

水問題にはグローバルな側面とローカルな側面があるが、これまでの研究では両者をつなぐ視点を欠いていた。これに対し本研究では水銀行の事例から主に水利転用を促進する上で鍵となる法規定を抽出し、世界各国の水法規定と相互参照することで、水利転用政策のグローバルな展開可能性を検討した。なお各国の水法資料については国際連合食糧農業機関

(FAO)が公開している水法データベース(Waterlex)がある。しかしその対象は 60 数カ国に限られており、しかも本研究のように特定の水利政策に関する法規定を整理して紹介しているわけではない。本研究では調査対象を 197 の国と地域に広げ政府公刊物、著作物、各種論文等々から水法に関するデータを収集した。そのみならずその制定が州など地方政府に委ねられている場合、可能な限り地方政府レベルの水法規定の調査も行った。もちろん各国の情報公開の進展度、言語障壁(全ての資料が英訳されているわけではない)などにより、②で述べた法規定 i)～iv)について、197 の国と地域の全ての情報を入手できたわけではない。その意味で本報告書に記された成果は暫定的なものである。以下、法規定 i)～iv)が水利転用に与える効果と、そのグローバルな分布状況と併せて述べる。

i) 水利転用制度の認定

他地域への展開可能性を考える際、まず水利転用が法的に認められているかどうか検討する必要がある。そもそも水利転用が禁止されている国に導入は不可能なためである。調査した 197 の国および地域(以下、簡略化のため「国」とだけ表記する)の内訳を記せば、水利転用のルール(許可制度)を制定済み(67 国)、水利転用そのものを禁止(10 国)、ルール未整備(36 国)、情報不足により詳細不明(79 国)となる。また米国など中央政府ではなく地方政府が水利転用の許可を司るため国内で統一ルールがないと確認できた 5 つの国については「その他」に分類した(図 21)。

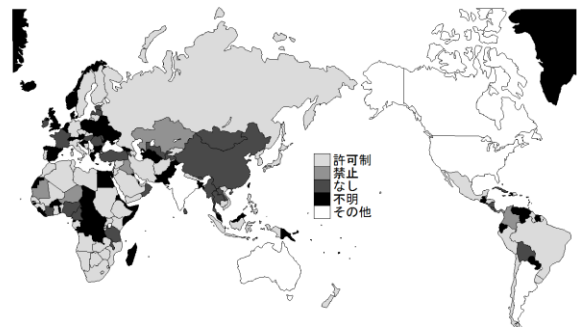


図 21 水利転用ルールの整備状況

ii) 土地と水の切り離し

水銀行が示すところによれば、水利転用のルールが整備されていれば必ず水利転用が推進されるというわけではない。既存のルールの中に思わぬ形で水利転用を妨害する法的障害が潜んでいる場合があるためである。その一つの例が土地と水の関係である。たとえばカリフォルニア州の水利権制度は沿岸主義と専用主義に大別される。前者は沿岸地の所有者が水利権をもつ制度を指す。言い換えれば、土地と水が一体として扱われており、この制度の下では水を買うには沿岸地までも買わなければならない。さらに水の利用場所は河川の沿岸に限定されるため、たとえば都市が沿岸地を離れた場所にあるとき、その水需要充足に対応できない。こうした理由から沿岸主義のように土地資源と水資源をリンクさせる規定があるところではセクター間の水利転用が著しく制限される。図 22 は水利転用のルールと土地・水リンクの関係を描いたものである。水利転用ルールがあるものの、土地と水をリンクさせるルールがある国は薄灰色と斜線の交差部分として表され、たとえばモロッコやアンゴラなどがそれに相当する。こうした国々で水利転用を推進するためには土地と水を切り離す法改正が必要となる。

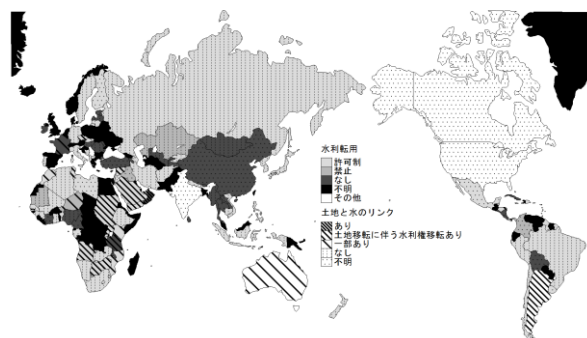


図 22 水利転用ルールと土地・水のリンク

iii) 水利権の没収規定

カリフォルニア州のもう一つの代表的な水利権制度である専用主義は、水利権の基礎を

沿岸地の所有ではなく、時間的先後に従った実際の水利用に置く。よって土地と水のリンクがないため、この点において専用主義は水利転用を妨げない。

しかしながら専用主義にも水利転用を意図せずに妨げる法規定が含まれている。その一例が水利権の没収規定である。一定期間水を利用しないでおくと、その水は不要とみなされ水利権が没収される恐れがある。これはもともと米国西部における水資源の稀少性の高さを背景に、既存の水資源を無為に流すことなく、できるだけ有益に活用することをねらったものとされている。確かにそれは休眠権利を除外する点では水の有効利用を推進するものだったが、将来売買可能な水を捻出することにつながる水の節約や水利転用の申し出そのものを妨害する効果を併せ持った。

なぜなら節約で浮かせた部分や水利転用を申し出た部分は、当人にとって不要のものとみなされ、従って没収のリスクにさらされると考えられたためである。これより土地と水のリンク同様、たとえ水利転用が認められていたとしても、水利権の没収規定があるところではセクター間の再配分は思うように進まない恐れがある。

図23は水利転用ルールと水利権没収規定の制定状況を示したものである。両者が併存する国は薄灰色と斜線の交差部分として表され、たとえばロシアやブラジルがそれに相当する。こうした国々で水利転用を推進するためには、カリフォルニア州で行われたように、水利転用を有益な用途と認め、転用目的で捻出した分は没収の対象とならないと法規制を改訂する必要がある。

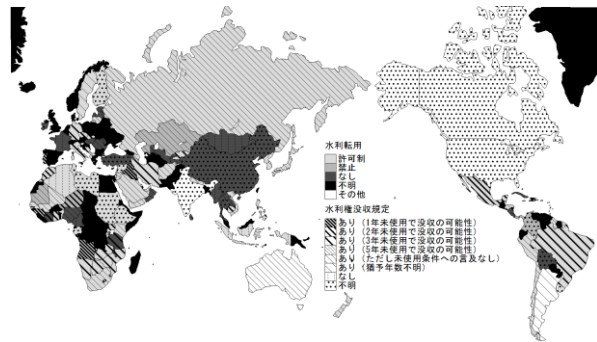


図23 水利転用ルールと水利権没収ルール

iv) 地下水の採取規制

最後に、水利転用と地下水利用の関係について触れる。地下水利用の規定は水利転用の推進を直接的に左右するものではないが、水利転用が第三者に対して与える悪影響を緩和するために特別の配慮が必要な事項である。水銀行においては地下水を代替利用することで地表水の利用を減らし、そこで生まれた余剰を売りに出すことが認められた。だがこのとき無制限な地下水利用を認めてしまうと、地下水位の低下を通じて周辺の地下水利用者に悪影響が及ぶ恐れや、地下水揚水が地表水への流出減につながり、下流の地表水利用者にしわ寄せが及ぶ可能性がある。この問題はとりわけ地表水には公的規制がかけられるが、地下水は土地所有者の恣意的利用に委ねられているなど、両者が法的に一元管理されていないところで顕在化する恐れがある。図24は水利転用ルールと地下水利用ルールの制定状況を示したものである。水利転用ルールは存在するものの、地下水が公的管理に置かれていない国々は、薄灰色と斜線の交差部分として表される。たとえば日本やメキシコがそれに相当し、地下水を利用した水利転用を認める際、地下水の濫用を防ぐ予防策が必要となる。

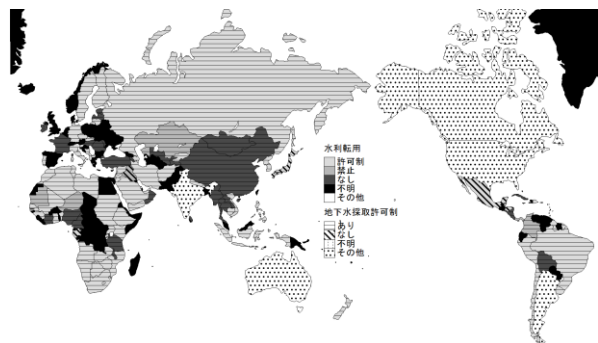


図24 水利転用ルールと地下水利用ルール

以上、法制度を手がかりに水利転用のグローバルな展開可能性を検討したが、政策の実施可能性は、もちろん法制度だけでなく、その地域の気候条件・政治経済制度・社会慣習・インフラストラクチャーの整備状況など多くの要素に左右される。従って法規定の存在はそのまま適用可能性

を意味するものではない。しかしながら、類似の法構造を持つところでは、カリフォルニア州が直面した課題が顕在化することが予想される。こうした理由から本研究はローカルな政策のグローバル展開可能性を考察する初歩的な検討と位置づけられる。

4. 水循環モデルの改良(国立環境研究所 全球モデルグループ、神戸大学 農業・地域計画グループ、東京大学 スtock型水資源グループ)【研究項目 4】

(1) 研究のねらい

研究項目 1 と協力して、全球水資源モデルを利用したコンピュータシミュレーションを実施することにより、様々な地球環境変動下における世界の水需給を中長期的に見通した将来像を計算した。本プロジェクトの遂行には地球温暖化、人口増加、経済発展など様々な地球環境変動を包括的に取り込んだ将来見通しを行うことが不可欠である。世界の水の需給を一括して解くことができる全球水資源モデルを改良、適用することにより、これを進めた。このため、とくに①全球水循環モデル改良(全球モデルグループ)②地域水循環モデル改良(農業・地域計画グループ)③stock型水資源モデル改良(stock型水資源グループ)を実施した。項目 1 がシナリオ設定や結果の分析に主眼を置く一方、本研究項目 4 は、モデル開発・改良・適用といったテクニカルな面に関して、プロジェクト全体を支える役割を持つ。

(2) 研究実施方法

① 全球水資源モデルの改良

全球モデルグループでは、これまで全球水資源評価でほとんど扱われていなかった海水淡水化に関するモデルを新たに開発し、水資源評価に取り込んだ。海水淡水化は海水を逆浸透膜に通したり、蒸発させたりすることで淡水を得る手法である。効率改善が著しく進んできたものの造水にはエネルギーとコストがかかり、2010 年現在の造水量は $16 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$ で、世界全体の取水量の約 0.4%を占めるにすぎない。ただし、他に水源のない乾燥地において海水淡水化は有効な水資源であり、実際にプラントの建設や造水量は近年、急増している。

本研究が出発点とするのは Hanasaki et al. (2013a, b)による全球水資源評価である。この評価は Shared Socio-economic Pathways (SSPs)という 21 世紀の全世界を対象とした社会経済シナリオに基づいて、世界の水利用と温暖化に伴う水循環の変化を推計し、水逼迫評価を行ったものである。空間解像度は 0.5 度(赤道付近で約 55km)で、全球水資源モデル H08 を利用して計算が行われた。影響評価は 5 つの世界像と気候政策あり・なしの 2 通りが計算されたが、ここでは、気候政策ありの SSP1、SSP2、SSP3 の 3 つを利用した。評価対象は 2041-70 年とした。

表 3 現在の海水淡水化の国別導入量(FAO AQUASTAT, 2014)

順位(生産量)	1	2	3	4	5
国名	サウジ アラビア	カザフ スタン	アメリカ 合衆国	クウェート	アラブ 首長国連邦
海水淡水化の生産量 [$10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$]	863	640	580	420	385
今回の推定結果 [$10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$]	243	0	253	155	410
一人当たり GDP [2005USD/person/yr]	9500	2000	37200	23000	25600

H08 への海水淡水化は次のように導入した。海水淡水化が利用可能な場所は、海岸から 2 グリッド(1 グリッド 0.5°、2 グリッドは約 110km)内陸まで、かつ、年降水量が年可能蒸発散量の 10%未満の乾燥地とした。なお、電力供給の可能性や地形・潮流などによっては導入が不可能な地域もあるかもしれないが、本稿の検討からは除外した。現在の単位体積あたりの生産コストは約 1 USD/ m^3 である。ちなみに、現在の日本の生活・工業・農業用水の価格がそれぞれ約 130JPY/ m^3 、70JPY/ m^3 、5JPY/ m^3 であることを考慮すると(複数の文献から著者ら

が算出)、農業用水への利用は困難と考えられ、生活・工業用水のみに供給可能とした。また、海水淡水化の国別生産量(表 3)から、導入事例が比較的所得水準の高い国に集中していることを考慮すると、一人当たり GDP が 9000 USD/person/year を超えた国にのみ利用が可能だとした。上記の条件を満たす場合に海水淡水化技術が利用可能だとみなし、Hanasaki et al. (2013a, b)で示された消費量ベースの水需要のうち、河川から取水ができない量を全て海水淡水化で賄うものとして、グリッド別・年単位で利用量を求めた。最後に消費量ベースで得られた計算結果を取水量ベースに換算して結果を示した。

② 地域水循環モデルの改良

農業・地域計画グループでは、大規模灌漑が進んでいるトルコを対象に地域スケールにおける水循環モデルの改良を実施した。現在トルコの東南部では 170 万 ha の大規模灌漑地開発が進行中である。一方当地域は地球温暖化による大幅な降雨減少が見込まれている。そこで地球温暖化と灌漑地開発が将来のユーフラテス川の流量に及ぼす影響を評価するため、全球モデル H08 による水資源シミュレーションをトルコ領内のユーフラテス川地域に限定して適用した。ユーフラテス川流域は水文データが国家機密となっているため、降雨データ、気象データはそれぞれ、APHRODITE 降雨データ、再解析データの 25km ダウンスケールデータを用い、地域水循環モデルとして改良した。

また灌漑区レベルでの灌漑効率の診断を目的に、分布型水文モデルである灌漑管理実効評価モデル(Irrigation Management Performance Assessment Mode: IMPAM)による分析を行った。

③ スtock型水資源モデルの改良

ストックグループでは、氷河に由来する水資源に着目し、ストック型水資源モデルの改良を実施した。このため、(i) 山岳氷河・雪氷および地下水涵養の全球モデル化、(ii) 気候グループによって整備された将来気候シナリオに基づくストック型水資源量の将来推計、(iii) 推定した氷河融解量の推定結果と全球モデルグループによって開発された全球水資源モデルとの結合の 3 点に取り組んだ。

(3) 研究成果

① 全球水資源モデルの改良

図 25 に海水淡水化の利用可能地域を示す。図 25a は方法で示した条件下での現在の導入可能地域を示している。表 3 に示した主要国はカザフスタンを除いて示されていることが分かる。図 25b-d は 2055 年の SSP1-3 のものである。SSP の GDP 見通しに基づくと、SSP1 は一人当たり所得が世界全体で上昇し、ロシアや中南米などに利用可能地域が拡大する。SSP3 でも拡大するが、SSP1 に比べると地理的にはかなり限定される

表 3 に、モデルに従って算出した 2000 年の海水淡水化の量を示す。カザフスタンを除き、オーダーは一致しているものの、値は全体的に過小で、報告値と乖離が見られる。例えば、最大の生産国であるサウジアラビアはかなり内陸の都市での利用も

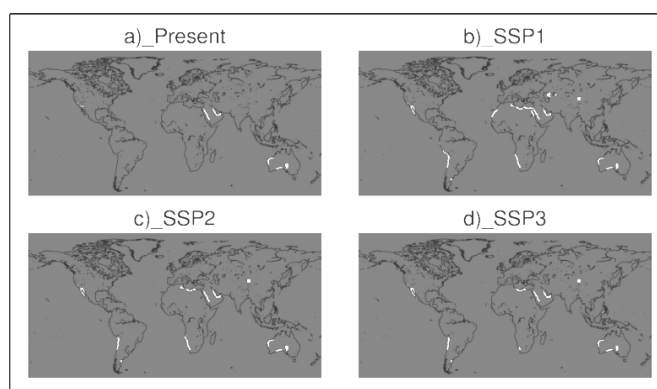


図 25 海水淡水化の利用可能地域(白色)

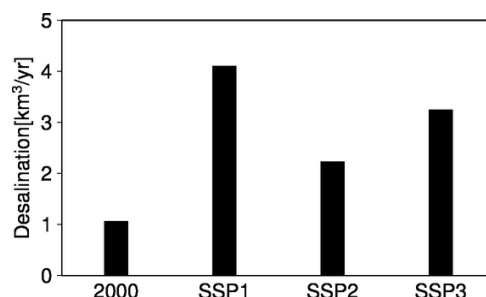


図 26 推定されたシナリオ別の全球生産量

報告されており、モデルのさらなる改良が必要である。

図 26 にシナリオ別の全球生産量の推定結果を示す。SSP1 は都市・工業用水の伸びが小さいが、所得が高く利用可能地域が増えたため(図 25)、生産量が伸びる結果になった。SSP3 も同じく伸びるが、利用可能地域は SSP1 より小さく(図 25)、都市・工業用水の伸びが量を押し上げたと考えられる。

今回の推定結果は多くの仮定に基づいたものである。過大評価の原因となりかねない仮定としては 1) より安価に利用可能な代替水源について考慮していないこと、2) プラントの立地条件を考慮していないこと、などがある。逆に過小評価の原因となりかねない仮定としては、1) 上述の通り、利用可能地域を沿岸2グリッド(約 110km)と限定していること、2) 配水に伴うロスを考慮していないことなどがある。現在も情報収集を進め、モデルの改良を行っている。

② 地域水循環モデルの改良

全球モデル H08 をトルコ領内のユーフラテス川地域へ限定して適用し、改良した。気候シナリオには MRI-CGCM2 シナリオを用いた。その結果、トルコ・シリア国境における 2070 年代のユーフラテス川の年間流出量は現在に比べ 35%減少し、灌漑地が 170 万 ha に増加した場合には 55%減少する結果が得られた(図 27)。

灌漑管理実効評価モデルによる解析はトルコ中央南部、Seyhan 川下流灌漑事業地区(LSIP)内の Akasru 灌漑区を対象とした。解析にあたっては灌漑区内の灌漑水路系統、排水路系統において水収支観測を行った。また複数の Landsat 画像を用いて解像度 30m の土地利用図を作成した。水収支計算のキャリブレーションデータとして、灌漑区内の 100 点以上で年間 4 回の浅層地下水位観測を行った。

現地観測データを使って、キャリブレーションを行った(図 28)。その結果、灌漑区の水路系から漏水量、無効灌漑量の定量化を試みた。解析の結果水路からの漏水量が地区流入水量の約 2 割、無効灌漑水量が約 3 割となった。水路の維持管理の改善、水門管理の徹底により、灌漑効率の改善、浅層地下水の低下が大幅に望めることを明らかにした。

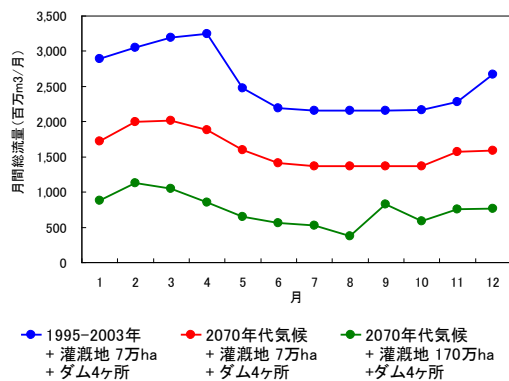


図 27 トルコ・シリア国境におけるユーフラテス川流量の将来予測結果。現状(青)、2070 年台の温暖化時(赤)、2070 年台に 170 万 ha の灌漑地が開発済みの場合。

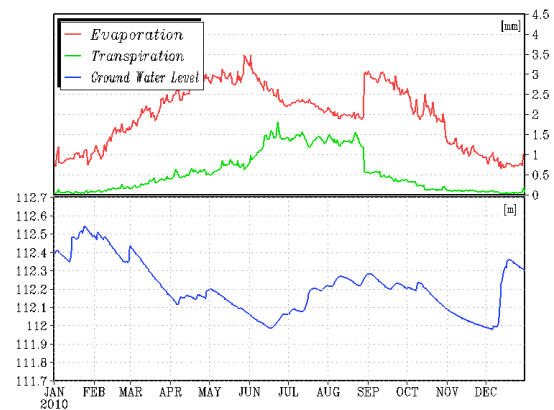


図 28 IMPAM によるトルコ Seyhan 川下流灌漑事業地区内の Akarsu 灌漑区の 2010 年水収支シミュレーション結果。上図は地区平均の蒸発量(赤)と蒸散量(緑)、下図は地下水位変動(青)を示す。

③ スtock型水資源モデルの改良

i) 山岳氷河・雪氷および地下水涵養の全球モデル化

まず、山岳氷河・雪氷および地下水涵養の全球モデル化に関して、氷河の形状・面積のクラスを変化させた全球氷河モデルの感度実験を行うと共に、トレント大学のグループが整備した 13000 個以上の氷河の位置ならびに形状の最新データを入手し、詳細な氷河の形状・面積、それらの空間・標高分布を詳細に取り入れることにより、分布型の全球氷河モデルへの移行を行った。地表気温の上昇に伴う小さい氷河の消失が再現できるため、氷河の

融解に伴う水資源量の一時的な増加と、氷河が消失した後の水資源量の減少をシミュレーションすることが可能となった。ヨーロッパ地域における改良モ

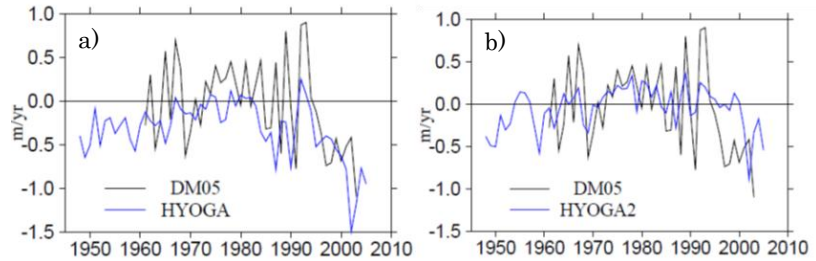


図 29 山岳氷河モデルの比較。a)が改良前、b)が改良後。黒線が観測に基づく推定値、青線がモデルによる算定値を示す。

デルのテストランでは、改良モデルにおける質量収支シミュレーション結果が、改良前と比べて過去の観測データから推定した質量収支との整合性が高くなることが確認できた。図 29 は観測された質量収支データの面積重み付け平均から推定された値（黒線）とモデルの出力結果（青線）を比較したものである。詳細な氷河の情報を取り入れた分布型の新モデルでは経年の変動および変動幅が観測値に近くなっていることがわかる（図 29b）。

また、アジア地域のように氷河縮小による水資源のホットスポットになる可能性の高い地域において、より高精度に氷河の融解をシミュレートすることが重要であるとの背景から、デブリ（岩屑）の効果を氷河モデルへ適用した。さらに、モデルシミュレーションの検証を行うため、重力観測衛星 GRACE や直接観測・統計データ・全球水資源シミュレーションを組み合わせることにより、広域の氷河質量変化データを作成した。表 4 は全球の氷河が存在する対象地域において氷河モデルを検証した結果である。アラスカやヒマラヤの東側は同程度の減少を示しているのに対し、北カナダとヒマラヤの西側ではモデル入力データの不足やモデル内で考慮していない物理現象の影響で結果が大きく異なることがわかった。このように、ストック型水資源モデリングの世界最先端の位置を維持すべく継続的な数値モデルの高度化と精度向上に関する研究を推進した。

次に、地下水統合型モデルについては、概念的な推定値ではなく物理法則に基づいた全球推定値を求めるモデルを開発し、全球地下水の涵養量の数値シミュレーションに成功した。モデルから算定された過去の地下水の涵養量が既往の陸面モデルにおける河川の基底流量と概ね一致していること、モデルによる地下水量の変動が、重力観測衛星 GRACE から推定した水資源ストックの変動の季節変化と長期傾向に一致していることを確認し、モデルの妥当性を確認した。これらは世界初の試みである。図 30 はシミュレーションの結果得られた地下水涵養量および地下水面深度の全球推定量である。この涵養量は、持続可能という条件下での最大限の地下水取水可能

表 4 全球を対象とした氷河質量変化の算定 (2004-2010) [Gt/yr]

地域	氷河モデル	衛星観測などから作成した検証データ
アラスカ	-22	-36.5
アルプス	-0.5	-2.8
スカンジナビア	-1.9	1.1
パタゴニア	-7.5	-1.3
北カナダ	-2.4	-39.4
アイスランド	-0.7	-2.9
ヒマラヤ西側	-44.9	-2.5
ヒマラヤ東側	-16.2	-14.6

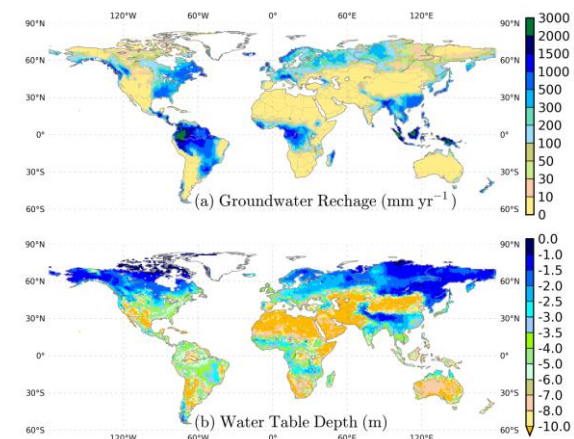


図 30 a) 地下水涵養量、b) 地下水面深度の全球推定量

量に相当する。地下水の帯水層深さの全球規模の分布が、主に気候条件と土壌タイプに規定されていることが示唆された。

ii) 気候グループによって整備された将来気候シナリオに基づくストック型水資源量の将来推計

i) で開発した氷河モデルに対して、気候グループによって整備された気候モデル特有のバイアスを補正した将来気候外力データセットを開発した氷河モデルに与えることにより、現在から将来(1948~2100)における氷河の変化量を時系列で推定した。気候モデルグループで開発されたデータセットは長期間の平均に関するバイアスのみならず年々の変動に関するバイアスについても補正を行う手法を採用している。従って、本研究で得られた推定は既往の研究に比べて、気候変動の影響評価の際に重要な不確実性の考慮という観点でより適切である。図 31 は将来の温室効果ガス濃度シナリオが最も高くなるシナリオ下での将来の全球氷河質量収支を推定した結果である。世界の 9 つの異なる気候モデルのシミュレーション結果が示されており、そのアンサンブル平均値は 1948 年から 2060 年までの積算で海水準上昇量 $60.3 \pm 7.9 \text{ mm}$ に相当する $21.8 \pm 2.9 \times 10^3 \text{ km}^3$ であり、2099 年までは $99.0 \pm 14.9 \text{ mm}$ に相当する $35.8 \pm 5.4 \times 10^3 \text{ km}^3$ であることが判明した。

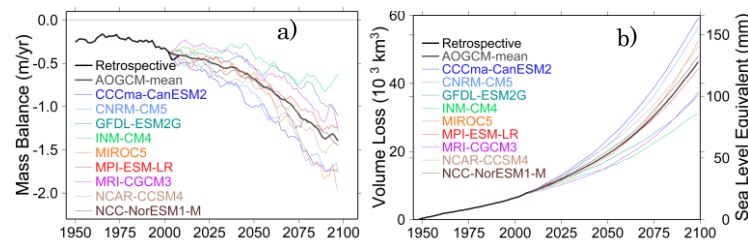


図 31 a) 将来の全球氷河質量収支の推計結果、b) 海水準上昇値
黒線は過去の再現実験。灰色線は各モデルの推定結果(各色)の将来予測のアンサンブル平均。

iii) 推定した氷河融解量の推定結果と全球モデルグループによって開発された全球水資源モデルとの結合

本研究グループで推定した氷河融解量の推定結果を、全球モデルグループによって開発された全球水資源モデルと結合した。これにより、氷河を擁する河川流域ごとに現在ならびに将来の氷河由来の水資源量の増減と、河川流量への影響評価を行うことが可能になった。図 32 はその

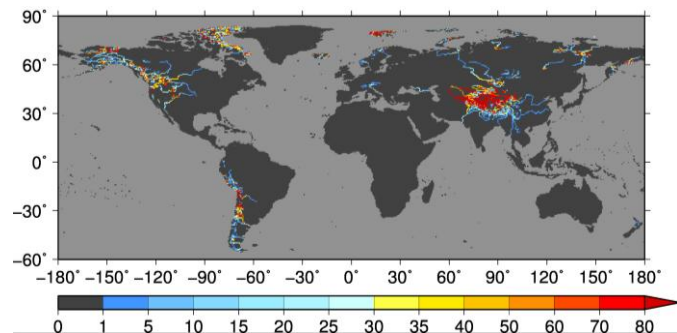


図 32 河川水に対する氷河融解水の寄与。月最大値を示す。単位は%である。

一例で、氷河からの融け水がどの程度河川水に寄与しているのかを示したものである。氷河からの融け水の寄与が高い場所は中央アジアや北南米の地域で、これらの地域で水資源量を考える際には氷河からの溶け水の影響を無視できないことが分かった。

図 33 は中央アジア乾燥流域であるアラル流域とタリム流域における氷河の影響を示したものである。各河川次数における河川水に対する氷河融解水の寄与の季節変動を示す。河川次数は、Strahler の手法を用いて、H08 河川サブモデルの河道マップから計算した。グリッド毎に寄与率を算出し、河川次数ごとに河川流量で重み付けした値を示す。夏季の降水量が少ないアラル流域とタリム流域では、夏季の河川水に対する氷河融解水の寄与は下流域でも高く、特に 9 月と 10 月では 90%以上を示した。一方、夏季・多雨地域であるガンジ

ス流域では(図なし)、夏季に多量の降水量がもたらされるため、河川水への氷河融解水の寄与はどの月・河川次数でも10%以下を示した。

このように、氷河と全球水資源モデルを統合することにより、氷河からの融け水を全球河道網モデルへ結合することで、流域単位のストック型水資源量の見積ができるシステムが完成した。本結合モデルから得られる結果は代表グループ等での CL の推定や取水コストの算定に貢献している。

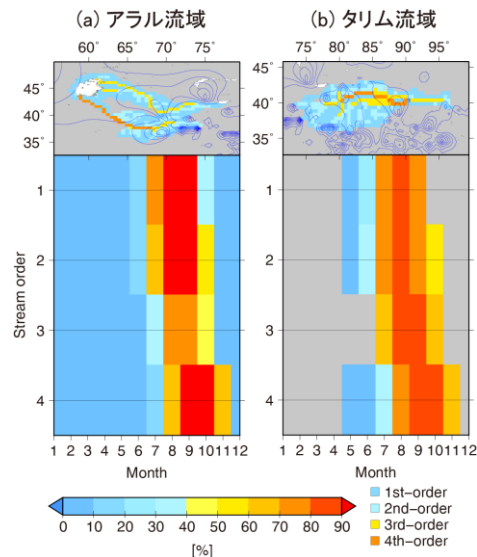


図 33 (上図) (a) アラル流域と(b)タリム流域における河川次数の空間分布(シェード)と氷河の位置(コンター)。灰色と白のシェードは、それぞれ流域外または湖・海のグリッドであることを示す。(下図)各河川次数における河川水に対する氷河融解水の寄与の季節変動。灰色のシェードは、月流量が10mm未満を示す。

§ 6. 成果発表等

1. 原著論文発表 (国内(和文)誌 44件、国際(欧文)誌 48 件)

1. 著者、論文タイトル、掲載誌 巻、号、発行年

1. Kume, T., Akca, E., Nakano, T., Nagano, T., Kapur, S. and Watanabe, T. (2010) Seasonal changes of fertilizer impacts on agricultural drainage in a salinized area in Adana, Turkey, *Science of the Total Environment*, 408(16), 3319-3326.
2. Eswaran, H., Berberoglu, S., Cangir, C., Boyraz, D., Zucca, C., Ozevren, E., Yazıcı, E., Zdruli, P., Dingil, M., Dönmez, C., Akça, E., Çelik, I., Watanabe, T., Koca, Y. K., Montanarella, L., Cherlet, M. and Kapur, S. (2010) The Anthroscape Approach in Sustainable Land Use, Kapur, S., Eswaran, H. and Blum, W. E. H., *Sustainable Land Management: Learning from the Past for the Future*, Heidelberg, Springer, 1-50.
3. 遠藤崇浩 (2010) 生態系保護に向けた水配分と政府の役割 —環境用水口座 (Environmental Water Account) を例に一、*環境技術*, 39, 15-20.
4. Yoshimura, C., Fujii, M., Omura, T. and Tockner, K. (2010) Instream release of dissolved organic matter from coarse and fine particulate organic matter of different origins, *Biogeochemistry*, 100, 151-165, DOI: 10.1007/s10533-010-9412-y.
5. 葛口利貴, 吉村千洋, 小林慎也, 廣岡佳弥子, 李富生 (2010) ダム湖による河川の粒状有機物動態の変化と底生動物群集の関係, *環境工学研究論文集*, 47, 401-411.
6. Hirabayashi, Y., Döll and P., Kanae, S. (2010) Global-scale modeling of glacier mass balances for water resources assessments: glacier mass changes between 1948 and 2006, *Journal of Hydrology*, 390, 245-256.
7. 萩原健介, 花崎直太, 鼎信次郎 (2011) 農作物の栽培を想定した世界のバイオ燃料ポテンシャル推定, *水工学論文集*, 55, S_265-S_270.
8. Homdee, T., Pongput, K. and Kanae, S. (2011) Impacts of Land Cover Changes on Hydrologic Responses: A Case Study of Chi River Basin, Thailand, *水工学*

論文集, 55, S_31-S_36.

9. 梁政寛, 岩崎雄一, 吉村千洋 (2011) 世界の河川を対象とした流況の評価と魚類の種多様性との関係解析, 水工学論文集, 55, S_1459-S_1464.
10. 山田朋人, 呉 修一 (2011) 保水能効果を有する降雨流出予測手法の高精度化に向けた陸面モデルの活用. 地球環境研究論文集, 19, I_91-I_96.
11. 山田朋人, 和智光貴 (2011) 北海道岩尾内ダム流域における融雪出水量予測精度と水文特性の経年変化特性. 地球環境研究論文集, 19, I_41-I_46.
12. 和田卓也, 山田朋人 (2011) 東京における 120 年時間降雨量データを用いたひと雨降雨形態の日変化形の検討, 水工学論文集, 55, S_481-S_486.
13. 小林慎也, 沼田貴明, 李富生, 廣岡佳弥子, 吉村千洋 (2011) 揖斐川上流河床に堆積した粒状態有機物の組成と起源ならびに新設ダムの影響, 土木学会論文集, 67, III_123-III_131.
14. Ito, H., Fujii, M., Masago, Y., Yoshimura, C., Waite, T. D. and Omura, T. (2011) Mechanism and kinetics of ligand exchange between ferric citrate and desferrioxamine B, *The Journal of Physical Chemistry A*, 115(21), 5371–5379, DOI: 10.1021/jp202440e.
15. Tojo, B., Kotera, A., Nakai, K., Nagano, T., Kobayashi, S. and Moji, K. (2011) Evaluation of recent forest cover change in Savannakhet province, Lao PDR, using satellite imageries and APHRODITE data, *Global Environmental Research*, 15(2), 119–129.
16. Yamada, T. J., Kanae, S., Oki, T. and Hirabayashi, Y. (2011) The onset of the west African monsoon simulated in a high-resolution atmospheric general circulation model with reanalyzed soil moisture fields. *Atmospheric Science Letters*, DOI:10.1002/asl.367.
17. Iwasaki, Y., Kagaya, T., Miyamoto, K., Matsuda, H. and Sakakibara, M. (2011) Effect of zinc on diversity of riverine benthic macroinvertebrates: Estimation of safe concentrations from field data, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(10), 2237–2243, DOI: 10.1002/etc.612.
18. 岩崎明希人, 吉村千洋 (2012) 横断構造物による河川の分断化が淡水魚の出現確率に及ぼす影響, 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_685-I_690.
19. 佐々木織江, Hyungjun Kim, 平林由希子, 山田花グレンス, 鼎信次郎 (2012) 重力測定衛星 GRACE を用いたヒマラヤ高山帯における氷河質量変動の検出, 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_313-I_318.
20. 萩原健介, 石田裕之, 花崎直太, 鼎信次郎 (2012) 全球水資源モデルを用いた様々な食料需要シナリオにおける世界の農地拡大需要およびバイオ燃料潜在量の推定, 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_457-I_462.
21. 平林由希子, 鼎信次郎 (2012) 分布型情報を導入した全球氷河モデル HYOGA2 の開発とヨーロッパ地域における検証, 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_301-I_306.
22. 渡辺 恵, 中野一成, 平林由希子, 川越清樹, 朝岡良浩, 鼎信次郎 (2012) 衛星画像を用いたボリビアの氷河域の推定手法の開発と氷河分布解析, 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_307-I_312.
23. 和田卓也, 山田朋人 (2012) 2011 年 7 月新潟・福島豪雨時における線状降水帯の形状特性・環境場に関する考察. 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_397-I_402.
24. Iwasaki, Y., Kagaya, T., Miyamoto, K. and Matsuda, H. (2012) Responses of riverine macroinvertebrates to zinc in natural streams: implications for the Japanese water quality standard, *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(1), 145–158, DOI: 10.1007/s11270-011-0846-1.
25. Iwasaki, Y. and Ormerod, S. J. (2012) Estimating safe concentrations of trace metals from inter-continental field data on river macroinvertebrates, *Environmental Pollution*, 166, 182–186.

26. Koirala, S., Yamada, H. G., Yeh, P. J.-F., Oki, T., Hirabayashi, Y. and Kanae, S. (2012) Global simulation of groundwater recharge, water table depth and low flow using a land surface model with groundwater representation, 土木学会論文集, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), 68(4), I_211–I_216.
27. Suseno, D. P. and Yamada, T. J. (2012) The use of geostationary based rainfall estimation for characterizing storm severity, 土木学会論文集, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), 68(4), I_175–I_180.
28. Yamada, H. G., Yoshikawa, S., Koirala, S. and Kanae, S. (2012) Spatial and temporal estimation of global water withdrawals from 1950 to 2000 based on statistical data, 土木学会論文集, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), 68(4), I_217–I_222.
29. Yamada, T. J., Sasaki, J. and Matsuoka, N. (2012) Climatology of line-shaped rainbands over northern Japan in boreal summer between 1990 and 2010, Atmospheric Science Letters, DOI: 10.1002/asl.373.
30. Ogata T., Saavedra O. C. V., Yoshimura C., Liengcharernsitt W. and Hirabayashi, Y. (2012) Past and future hydrological simulations of Chao Phraya River basin, 土木学会論文集, Ser. B1, 68: I_97–I_102.
31. 岩崎明希人, 吉村千洋 (2012) 横断構造物による河川の分断化が淡水魚の出現確率に及ぼす影響, 土木学会論文集 B1(水工学), 68(4), I_685–I_690.
32. Dang, T. G., Fujii M., Rose, A. L., Bligh, M. and Waite T. D. (2012) Characteristics of the freshwater cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* grown in iron-limited continuous culture, Applied and Environmental Microbiology, 78, 1574–1583.
33. Yoshimura, C., Sui P., Iwasaki, Y., Iwasaki, A., Saavedra O. C. V. and Kanae, S. (2012) Challenge for linking riverine environment to fish species diversity at global scale, Thai Environmental Engineering Journal Jan-Apr, 31–35.
34. Otani, E., Fujii, M. and Yoshimura, C. (2012) Mechanism of light-mediated generation of hydrogen peroxide in the presence of humic substance, Thai Environmental Engineering Journal Jan-Apr, 93–98.
35. Tanuma, K., Saavedra O. C. V. and Ryo, M. (2012) Evaluation of satellite based precipitation products at Chao Phraya basin, Thailand, Thai Environmental Engineering Journal Jan-Apr, 57–61.
36. Iwasaki, Y. and Ormerod, S. J. (2012) Estimating safe concentrations of trace metals from inter-continental field data on river macroinvertebrates, Environmental Pollution, 166, 182–186.
37. Iwasaki, Y., Ryo, M., Sui, P. and Yoshimura, C. (2012) Evaluating the relationship between basin-scale fish species richness and ecologically relevant flow characteristics in rivers worldwide, Freshwater Biology, DOI: 10.1111/j.1365-2427.2012.02861.x.
38. Zhang, Y., Hirabayashi, Y. and Liu, S. (2012) Catchment-scale reconstruction of glacier mass balance using observations and global climate data: case study of the Hailuoguo catchment, south-eastern Tibetan Plateau, Journal of Hydrology, 444–445, 146–160.
39. Otani, E., Fujii, M. and Yoshimura, C. (2012) Mechanism of light-mediated generation of hydrogen peroxide in the presence of humic substance, Thai Environmental Engineering Journal Jan-Apr, 93–98.
40. Iwasaki, Y., Ryo, M., Sui, P. and Yoshimura, C. (2012) Evaluating the relationship between basin-scale fish species richness and ecologically relevant flow characteristics in rivers worldwide, Freshwater Biology, 57(10), 2173–2180. (DOI: 10.1111/j.1365-2427.2012.02861.x).
41. 今岡亮, 藤井学, 吉村千洋 (2012) 腐植物質の化学的性質が鉄との錯形成に及ぼす影響, 土木学会論文集 G(環境), 68, III_525–III_533.

42. Yoshimura, C., Sui P., Iwasaki, Y., Iwasaki, A., Saavedra, O. C. V. and Kanae, S. (2012) Challenge for linking riverine environment to fish species diversity at global scale, *Thai Environmental Engineering Journal* Jan-Apr, 31-35.
43. Watanabe, S., Kanae, S., Seto, S., , Yeh, P. J.-F., Hirabayashi, Y. and Oki T. (2012). Intercomparison of bias-correction methods for monthly temperature and precipitation simulated by multiple climate models, *Journal of Geophysical Research*, 117, D23114 (DOI: 10.1029/2012JD018192).
44. Khajuria, A., Yoshikawa, S., and Kanae, S. (2013) Estimation and prediction of water availability and water withdrawal in India, *土木学会論文集, Ser.B1 (Hydraulic Engineering)*, 69(4), I_145-I_150.
45. Masuyama, T., Saavedra, O. C. V., Yoshimura, C. (2013) Vulnerability assessment of urban water supply systems to drought in Japan, *土木学会論文集, Ser.B1 (Hydraulic Engineering)*, 69(4), I_169-I_174.
46. 渡部哲史, 内海信幸, 鼎信次郎, 瀬戸心太, 沖大幹, 平林由希子 (2013) GCM, RCP シナリオ, バイアス補正手法の選択が日降水量極値の将来予測に与える影響の考察, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 69(4), I_385-I_390.
47. 平野一成, 吉川沙耶花, 吉村千洋, 隋鵬哲, 鼎信次郎 (2013) 全球での水資源利用の長期的変化が河川魚類群集へ与える影響の推定, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 69(4), No.4, I_1267-I_1272.
48. 山原康希, 山田朋人, Yadu Pokhrel (2013) 全球気候モデルにおける人間活動の影響を考慮した陸面初期値が準季節予報スキルに与える効果. *土木学会論文集 B1(水工学)*, 69(4), I_1807-I_1812.
49. Hirabayashi, Y., Yong, Z., Watanabe, S., Koirala, S. and Kanae, S. (2013) Projection of glacier mass changes under a high-emission climate scenario using the global glacier model HYOGA2, *Hydrological Research Letters*, 7(1), 6-11 (DOI: 10.3178/HRL.7.6).
50. 吉川沙耶花, 山田花グレンス, 花崎直太, 鼎信次郎 (2013) 1960年から2000年における取水源別の全球灌漑必要水量推定, *環境科学会誌*, 26(2), 191-201.
51. Yamada, T. J., Kanae, S., Oki, T. and Koster, R. D. (2013). Seasonal Variation of Land-Atmosphere Coupling Strength over the West African Monsoon Region in an Atmospheric General Circulation Model. *Hydrological Sciences Journal*, Vol.58, 1276-1286.
52. 萩原健介, 石田裕之, 花崎直太, 鼎信次郎 (2013) 農作物の栽培を想定した放棄地および休耕地におけるバイオ燃料の潜在性評価, *環境科学会誌*, 26(3), 287-296.
53. 野口淡海, Yong Zhang, 渡部哲史, 平林由希子 (2013) Caucasus 地域における ASTER 衛星画像を用いたデブリ広域被覆分布の推定, *土木学会論文集 G(環境)*, 69(5), I_45-I_51.
54. 前田英俊, Hyungjun Kim, 平林由希子 (2013) GRACE 衛星と数値モデルを用いた氷河質量変化の算定, *土木学会論文集 G(環境)*, 69(5), I_53-I_59.
55. 藤田藍斗, 小寺昭彦, Onur Şatır, Süha Berberoğlu, 長野宇規 (2013) ミクセル分解法を用いた MODIS データセットからの作物別 NDVI 季節変化の推定, *農業農村工学会論文集*, 81(5), 1-9.
56. 花崎直太 (2013) 全球水資源モデル H08 の開発と公開, *水文・水資源学会誌*, 26(6), 295-301.
57. 寺尾晃明, 藤井学, 菊地哲郎, 吉村千洋 (2013) 自然水中において腐植物質の化学的性質が第一鉄の酸化速度に及ぼす影響, *土木学会論文集 G (環境)*, 69(7), III_291-III_299.
58. Hirabayashi, Y., Zhang, Y., Watanabe, S., Koirala, S. and Kanae, S. (2013) Projection of glacier mass changes under a high-emission climate scenario using the global glacier model HYOGA2, *Hydrological Research Letters*, 7(1), 6-11, (DOI: 10.3178/hrl.7.6).

59. Hirabayashi, Y., Mahendran, R., Koirala, S., Konoshima, L., Yamazaki, D., Watanabe, S., Kim, H. and Kanae, S. (2013) Global flood risk under climate change, *Nature Climate Change* 3 (9), 816-82 (DOI: 10.1038/nclimate1911).
60. Hanasaki, N., Fujimori, S., Yamamoto, T., Yoshikawa, S., Masaki, Y., Hijioka, Y., Kainuma, M., Kanamori, Y., Masui, T., Takahashi, K. and Kanae, S. (2013) A global water scarcity assessment under Shared Socio-economic Pathways – Part 1: Water use, Hydrology and Earth System Sciences, 17, 2375-2391, (DOI:10.5194/hess-17-2375-2013).
61. Hanasaki, N., Fujimori, S., Yamamoto, T., Yoshikawa, S., Masaki, Y., Hijioka, Y., Kainuma, M., Kanamori, Y., Masui, T., Takahashi, K. and Kanae, S. (2013) A global water scarcity assessment under Shared Socio-economic Pathways – Part 2: Water availability and scarcity, Hydrology and Earth Systems Sciences, 17, 2393-2413, (DOI:10.5194/hess-17-2393-2013).
62. Kotera, A., Khang, N. D., Sakamoto, T., Iizumi, T. and Yokozawa, M. (2013) A modeling approach for assessing rice cropping cycle affected by flooding, salinity intrusion and monsoon rains in the Mekong Delta, Vietnam. *Paddy and Water Environment*, (DOI: 10.1007/s10333-013-0386-y).
63. Nakano, K., Zhang, Y., Shibuo, Y., Yabuki H. and Hirabayashi, Y. (2013) Development of a monitoring system of mountain glaciers and ice caps from satellite data at 30 meter resolution, *Hydrological Research Letters*, 7(3), 73-78, (DOI:10.3178/hrl.7.73).
64. Yamada, T. J., Kanae, S., Oki, T. and Koster, R.D. (2013) Seasonal Variation of Land-Atmosphere Coupling Strength over the West African Monsoon Region in an Atmospheric General Circulation Model, *Hydrological Sciences Journal*, 58 (6), 1276-1286, (DOI:10.1080/02626667.2013.814914).
65. Terao, K., Fujii, M., Imaoka, A. and Yoshimura, C. (2013) Kinetics of iron oxidation by dissolved oxygen and hydrogen peroxide in the presence of different type of humic substances, *Journal of Science and Technology*, 51(2B), 100-107.
66. Masuyama, T., Saavedra, O. C. V. and Yoshimura, C. (2013) Vulnerability analysis of water supply systems in Asian countries during extreme weather events, *Journal of Science and Technology*, 51(2B), 116-123.
67. Suseno, D. P. Y. and Yamada, T. J. (2013) The role of GPS precipitable water vapor and atmosphere stability index in the statistically-based rainfall estimation using MTSAT data, *Journal of Hydrometeorology*, 14(6), 1922–1932 (DOI:10.1175/JHM-D-12-0128.1).
68. Koirala, S., Yeh, P. J.-F., Hirabayashi, Y., Kanae, S. and Oki, T. (2014) Global-scale land surface hydrologic modeling with the representation of water table dynamics, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119, 75–89, (DOI:10.1002/2013JD020398).
69. Watanabe, S., Hirabayashi, Y., Kotsuki S., Hanasaki, N., Tanaka, K., Mateo, C., Kiguchi, M., Ikoma, E., Kanae, K. and Oki, T. (2014) Application of performance metrics to climate models for projecting future river discharge in the Chao Phraya River basin, *Hydrological Research Letters*, 8(1), 33–38, (DOI: 10.3178/hrl.8.33.3).
70. Yoshikawa, S., Yanagawa, A., Iwasaki, Y., Sui, P., Koirala, S., Hirano, K., Khajuria, A., Mahendran, R., Hirabayashi, Y., Yoshimura, C. and Kanae, S. (2014) Illustrating a new global-scale approach to estimating potential reduction in fish species richness due to flow alteration, *Hydrology and Earth Systems Sciences*, 18, 621-630, (DOI:10.5194/hess-18-621-2014).
71. 北村颯生, 吉川沙耶花, 鼎信次郎 (2014) 遠隔水源からの灌漑取水を考慮した全球水資源モデル, *土木学会論文集 B1 (水工学)*, 70(4), I-253-I258.

72. 植木仰, 吉川沙耶花, 鼎信次郎 (2014) 国際河川流域における越境水紛争の潜在的なリスク評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), 70(4), I-475-I480.
73. Ryo, M., Yoshimura, C., Saavedra O. C. V. and Sui, P. (2014) Longitudinal trends of flow regimes altered by dams in the lowland section of Sagami River, 土木学会論文集 B1 (水工学), 70(4), I_31-I_36.
74. Intan, S. and Yamada, T. (2014) Catchment Storage Estimation Based On Total Rainfall-Total Loss Rainfall Relationship For 47 Catchments in Japan, 土木学会論文集 B1 (水工学), 70(4), I_169-I_174.
75. 渡部大和, 山田朋人, SUSENO, D. P. Y., Sakolnakhon, K. P. N., Tonjan, S., Chaiyasan C. (2014) MTSAT 近赤外放射情報を用いた 6~8 月のチャオプラヤ川流域における雲の日内特性, 土木学会論文集 B1 (水工学), 70(4), I_313-I_318, 2014.
76. 福島大輝, 山田朋人(2014) Clausius-Clapeyron 式に基づく日平均気温と降水強度の関係式を用いた極端豪雨及び豪雪の極値推定法, 土木学会論文集 B1(水工学), 70(4), I_529-I_534.
77. 北野慈和, 山田朋人, 泉典洋 (2014) 大気中の境界面における流速分布及び密度分布が与える擾乱への影響の考察, 土木学会論文集 B1(水工学), 70(4), I_871-I_876.
78. Sui, P., Iwasaki, A., Saavedra O. C. V. and Yoshimura, C. (2014) Modelling basin-scale distribution of fish occurrence probability for assessment of flow and habitat conditions in rivers, *Hydrological Sciences Journal*, 59(3-4), 618-628, (DOI:10.1080/02626667.2013.827791).
79. Fujii, M., Imaoka, A., Yoshimura, C. and Waite, T. D. (2014) Effects of Molecular Composition of Natural Organic Matter on Ferric Iron Complexation at Circumneutral pH, *Environmental Science & Technology*, ACS, 48(8),4414-4424, (DOI: 10.1021/es405496b).
80. Farukh, M. and Yamada, T. J. (2014) Synoptic climatology associated with extreme snowfall events in Sapporo city of northern Japan, *Atmospheric Science Letters* (DOI: 10.1002/asl2.497).
81. Ryo, M., Saavedra O. C. V., Kanae, S. and Dang, T. (2014) Temporal downscaling of daily gauged precipitation by application of a satellite product for flood simulation in a poorly gauged basin and its evaluation with multiple regression analysis, *Journal of Hydrometeorology*, 15(2), 563-580, (DOI: 10.1175/JHM-D-13-052.1).
82. Koirala, S., Hirabayashi, Y., Mahendran, R., and Kanae, S. (2014) Global assessment of agreement among streamflow projections using CMIP5 model outputs, *Environmental Research Letters*, 9(6), (DOI:10.1088/1748-9326/9/6/064017).
83. Kotera, A., Khang, N. D., Sakamoto, T., Iizumi, T. and Yokozawa, M. (2014) A modeling approach for assessing rice cropping cycle affected by flooding, salinity intrusion and monsoon rains in the Mekong Delta, Vietnam. *Paddy and Water Environment*. 12, 343-354, (DOI: 10.1007/s10333-013-0386-y).
84. Marui, A., Kotera, A., Furukawa, Z., Yasufuku, N., Omine, K., Nagano, T., Tuvshintogtokh, I., and Mandakh, B. (2014) Monitoring the growing environment of wild licorice with analysis of satellite data at a semi-arid area in Mongolia. *J. Arid Land Studies*, 24(1), 199-202.
85. 竹内大輝, 山田朋人, Farukh M.A. (2014) パキスタンに豪雨をもたらすインドモンスーンの蛇行パターン及びブロッキングの特徴, 土木学会論文集 G (環境), 70(5), I_263-I_269.
86. Endo, T. (accepted) Groundwater management: a search for better policy combinations, *Water Policy*.
87. Yoshikawa, S., Cho, J., Yamada, G. H., Hanasaki, N. and Kanae, S. (2014) An assessment of global net irrigation water requirements from various water

- supply sources to sustain irrigation: rivers and reservoirs (1960–2000 and 2050), *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 4289-4310, (DOI:10.5194/hess-18-4289-2014).
88. 柿沼薫, 吉川沙耶花, 遠藤崇浩, 鼎信次郎 (2015) 水取引制度成立に関わる要因について: カリフォルニア, オーストラリア, チリの事例から, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 71(4), I_1357-I_1362.
 89. 田上雅浩, 渡部哲史, 恒川貴弘, 花崎直太, 平林由希子 (2015) 山岳からの氷河融解を考慮した全球水資源評価, *土木学会論文集 B1(水工学)*, 71(4), I_451-I_456.
 90. Gao, L., Xu, W., Yoshikawa, S., Abe, N., and Kanae, S. (2015) The evaluation of water use efficiency based on economic perspective in China for the period 1999-2011, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1(Hydraulic Engineering)*, 71(4), I_145-I_150.
 91. 柳川亜季, 吉川沙耶花, Cho, J., Kim, H., 鼎信次郎 (2015) 乾燥地における土地利用期間が干ばつへの脆弱性に与える影響, *土木学会論文集 B1 (水工学)*, 71(4), I_931-I_936.
 92. Boulay, A.-M., Bare, J., De Camillis, C., Döll, P., Gassert, F., Gerten, D., Humbert, S., Inaba, A., Itsubo, N., Lemoine, Y., Margni, M., Motoshita, M., Núñez, M., Pastor, A., Ridoutt, B., Schencker, U., Shirakawa, N., Vionnet, S., Worbe, S., Yoshikawa, S., Pfister, S. (2015) Consensus building on the development of a stress-based indicator for LCA-based impact assessment of water consumption: outcome of the expert workshops, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1-7, 10.1007/s11367-015-0869-8.

2. その他の著作物(総説、書籍など)

1. 詳細情報

1. 遠藤崇浩, 浅野孝, 濱口達男, 名波義昭, 島本和仁, 安田成夫, 吉谷純一 (2010) 「海外の水管理政策動向 (第 3 回) カリフォルニア州の環境用水口座について」, *河川*, 90-95.
2. Naito, W., Kamo, M., Tsushima, K., and Iwasaki, Y. (2010) Exposure and risk assessment of zinc in Japanese surface waters, *Science of the Total Environment*, 408, 4271-4284.
3. 吉村千洋 (2010) 流域スケールでのダム群と水環境の関係の解明に向けて, *ソフト・ドリンク技術資料*, 161, 161-171.
4. 吉村千洋 (2010) 河川の有機物動態とダムの関係, 「ダム湖・ダム河川の生態系と管理」(谷田一三, 村上哲生編), 239-262, 名古屋大学出版会.
5. 鼎信次郎 (2010) ウォーター・フットプリント, *ビルと環境*, 130, 44-45.
6. 鼎信次郎 (2010) 地球規模の水循環変動 (世界水危機と水資源管理), 「地球環境学事典」(総合地球環境学研究所編), 510-511, 弘文堂.
7. Kanae, S. (2010) Mesuring and Modeling the Sustainability of Global Water Resources, in “Linkage of Sustainability”, (Ed. Thomas, E.G. and Ester van der, V.), 291-306, MIT Press, Cambrige.
8. 和田卓也, 山田朋人 (2010) 東京における 120 年分時間降雨量データを用いた降雨形態の変化に関する研究, 第 18 回地球環境シンポジウム, 13-18, 土木学会.
9. 岩崎雄一 (2011) 化学物質のリスク評価と意思決定のギャップを埋める: 亜鉛の生態リスク管理に関する意思決定, *日本リスク研究学会誌*, 21(1), 7-13.
10. 遠藤崇浩 (2011 年 4 月) 水関連インフラストラクチャーの財政基盤—水債 (water bond) について—, 42-47.
11. Saavedra, O. C. V., Koike, T., Ryo, M. and Kanae, S. (2012) Real time flood control using quantitative precipitation forecast and ensemble approach, In: *Rainfall Forecasting* (Ed. Wong TSW, Nova Science), 233-273.
12. 鼎信次郎, 平林由希子 (2012) 地球温暖化の水環境への影響と適応策, *水環境学*

会誌, 35, 356-362.

13. 遠藤崇浩 (2013) カリフォルニア水銀行の挑戦—水危機における市場の活用と政府の役割—, 195pp., 昭和堂, 京都.
14. 小寺昭彦, 長野宇規 (2013) ベトナム・メコンデルタにおける輪中農業のレジリエンスと脆弱性, ARDEC No. 48: 18-22.
15. 鼎信次郎 (2014) 地球表層環境の温暖化影響, 「地球温暖化の事典」(独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター編著), 191-195, 丸善出版株式会社, 東京.
16. 長野宇規, 小寺昭彦 (2014) 世界灌漑農業アトラスが可視化する農業と水の関係, 土地改良, 285, 56-61.

3. 国際学会発表及び主要な国内学会発表

(1)招待講演 (国内会議 6 件、国際会議 23 件)

1.発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

<国内>

1. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology) A State-of-the Art Global Water Resources Assessment and its Future Extension for Sustainability, 現代社会における「自然」概念を問う:文理融合的フィールド科学からのアプローチ, 第 3 回 GCOE 国際シンポジウム, 京都, 2009 年 12 月.
2. 鼎信次郎 (東京工業大学), 食料危機と水問題 ~淡水循環~, 東京都北区環境大学, 2010 年 11 月.
3. 吉川沙耶花 (東京工業大学), Deforestation Dynamics in Mato Grosso in the Southern Brazilian Amazon using GIS and NOAA/AVHRR data, The Environmental Opinion Leaders for the Asia Pacific Program Lecture Series, 立命館アジア太平洋大学, 2010 年 12 月.
4. 吉川沙耶花 (東京工業大学), Simulating 20th century global hydrological cycle arising from irrigated cropland data sets using integrated water resources model, The Environmental Opinion Leaders for the Asia Pacific Program Lecture Series, 立命館アジア太平洋大学, 2010 年 12 月.
5. 鼎信次郎 (東京工業大学), 地球は水危機? 日本は大丈夫?, 平成 23 年度大田区民大学, 東京工業大学・東京, 2011 年 5 月.
6. 遠藤崇浩, カリフォルニア水銀行における生態系のための水確保の仕組みと実績, 設楽ダム連続公開講座/とよかわ流域県民セミナー(第 7 回), 岡崎, 2013 年 10 月 14 日.

<国際>

1. Hirabayashi, Y. (The University of Tokyo), Development of global glacier model for water resources assessments, The 5th International Coordination Group (ICG) Meeting GEOS Asian Water Cycle Initiative (AWCI), Tokyo, Japan, 16th Dec. 2009.
2. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Some aspects of uncertainty in the estimation of large-scale terrestrial hydrological cycle, 2nd Hydrology delivers Earth System Science to Society, University of Tokyo (Japan), Jun. 2010.
3. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Challenges of Hydrological Modeling for the Assessment of Sustainability of Water Resources, E-JUST Weekly Seminar, Alexandria (Egypt), Jun. 2010.
- *4. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., Pokhrel, Y., Hanasaki, N. and Oki, T., Modeling the impact of irrigation area change and anthropogenic water regulation on terrestrial hydrological cycle, WCRP OSC Climate Research in Service to Society. Sheraton Denver Downtown Hotel, Denver, 27th Oct. 2011.

5. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Global Hydrological Cycles, World Water Resources, Water Footprinting, and Sustainable Development under Global Changes, Unidied International Technical Conference on Refractories, Kyoto International Conference Center, Kyoto, 31st Oct. 2011.
6. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Yamada, H. G., Hanasaki, N. and Kanae, S., The global impact of irrigation area change on sources of water withdrawal, ENVOL International Symposium, Ritsumeikan Asia Pacific University, Oita, 22nd Sep. 2011.
7. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology), Fujii, M., Otani, E. and Imaoka, A., A new concept of multi-functional indicator of dissolved organic matter based on its physicochemical properties, The 4th ASEAN Environmental Engineering Conference, Yogyakarta, Indonesia, 23th Nov. 2011.
8. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology), Sui, P., Iwasaki, Y., Iwasaki, A., Saavedra, O. C. V. and Kanae S., Challenge for linking riverine environment to fish species diversity at global scale. The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environment, The Emerald Hotel, Bangkok, 18th Jan. 2012.
9. Nagano, T. (Kobe University), Building consensus among the water users by visualization, Workshop on Environmental Science and Public Understanding, Kobe University, Kobe, 28th Mar. 2012.
10. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), The applications of virtual water to managing water for food and energy security, IISD-GWSP Conference on the Water-Energy-Food Security Nexus, Winnipeg, Manitoba, 1st-4th May 2012.
11. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., Pokhrel, Y., Hanasaki, N., Oki, T., Application of a global water resources model to the estimation of blue/green/virtual water flows and bioenergy potential, IISD – GWSP Conference on the Water-Energy-Food Security Nexus, Manitoba, Canada, May 2012.
- *12. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, A., Iwasaki, Y., Sui, P. and Saavedra, O. C. V., Linking flow characteristics with fish community in rivers for determining environmental flow at basin and global scales, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly, Singapore, Aug 2012.
13. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kanae, S., Seto, S., Hirabayashi, Y. and Oki, T., Intercomparison of Bias-correction Methods Applied to Global Monthly Precipitation and Temperature Simulated by Multiple Climate Models, AOGS 2012 Annual Meeting, Singapore, Aug 2012.
- *14. Endo, T. (Osaka Prefecture University), Toward Sustainable Use of Water Resources: Lessons from Water Policy in Japan. South Africa-Japan Water Management Workshop, The Council for Scientific and Industrial Research, South Africa, Sep 2012.
15. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology), Sui, P., Iwasaki, A. and Saavedra, O. C. V., Development of basin-scale fish distribution model and its application to Sagami River in Japan for habitat assessment. The 2012 KEI International Water Symposium: Eco River and Water Culture, Seoul, Korea, Sep 2012.
16. Nagano, T. (Kobe University), Assessing impacts of climate extremes on agriculture by use of time-series satellite imagery, Seminar on the guideline on climate change adaptation measures for irrigation systems, Nonthaburi, Thailand, Nov 2012.
- *17. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Impact and adaptation to climate change, The 5th AUN/SEED-net Regional Conference on Global Environment, Nov 2012.
18. 長野宇規 (神戸大学), 衛星画像解析による極端気象現象の農業への影響の評価－

気候変動対策に向けてー, 2012 年推廣先進農業技術因應氣候變遷中日研討會, 台灣, Dec 2012.

19. Zhang, Y. (The University of Tokyo), Hirabayashi, Y., Liu, Q., Fujita, K., Liu, S. (2013) Past, Present-day and Future Contributions of Glacier Runoff and Its Impact in a Highly Glacierized Catchment, Southeastern Tibetan Plateau (Invited), Asia Oceania Geosciences Society, the 10th Annual Meeting, Brisbane, Australia, 25th Jun 2013.
20. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Future flood and food risk under climate change, JST-NSERC Workshop on "Sustainable Water Use", Tokyo, Japan, 21st Oct 2013.
21. Yamada, T. (Hokkaido University), Pokhrel, Y. N., Yamahara, K., Hanasaki, N., Koirala, S., Yeh, P.J., Kanae, S. and Oki, T., Subseasonal forecast skill of the 1988 U.S. drought is linked to human activities, American Geophysical Union, San Francisco, USA, 9th Dec 2013.
- *22. Hanasaki, N. (National Institute for Environmental Studies), Masaki, Y., Mateo, C., Kanae, S. and Oki, T., A Global Hydrological Model with Reservoir Operation Scheme: Global and Regional Applications, American Geophysical Union, San Francisco, USA, 10th Dec 2013.
23. Kotera A. (Kobe University), The changes of land use and flood situation in RIO3 region, The 5th Water Forum organized by TRF "Effective local water resource management for provincial level", Bangkok, Thailand, 25th Mar 2014.
24. Nagano, T. (Kobe University), Measuring resilience of irrigated agriculture against extreme weather events caused by climate change, High Officials seminar on "Building Climate Resilience in Rural Areas", Tokyo, Japan, 2nd Dec 2014.

(2) 口頭発表 (国内会議 49 件、国際会議 87 件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

<国内>

1. 鼎信次郎 (東京工業大学) 人間活動を含んだ水循環研究からの衛星観測への期待, JAXA/EORC 水循環ワークショップ, 東京, 2010 年 3 月 15 日.
2. 平林由希子 (東京大学) 全球水文モデルのための地表気象データセットの作成, JAXA/EORC 水循環ワークショップ, 東京, 2010 年 3 月 15 日.
3. 芝井 隆 (神戸大学), 長野宇規, Erhan Akca, 久米崇, Selim Kapur, 渡邊紹裕, 安定同位体を用いた灌漑農地の地下水起源同定, 農業農村工学会全国大会, 神戸市, 2010 年 8 月.
4. Homdee, T. (Tokyo Institute of Technology), Pongput, K. and Kanae, S., Preliminary Analysis of the Streamflow over the Chi Basin Using the SWAT Model. Proceedings of Annual Conference, 水文・水資源学会, 東京, 2010 年 9 月.
5. 中山祐太 (北海道大学), 山田朋人, 陸面モデルにおける凍結土壌水分の妥当性の検証, 水文・水資源学会, 東京, 2010 年 9 月.
6. Koirala, S. (Tokyo Institute of Technology), Yeh, P. J.-F., Oki, T. and Kanae, S., Parameter estimation of a groundwater representation applicable in a global-scale land surface model, 水文・水資源学会, 東京, 2010 年 9 月.
7. 西河宏城 (神戸大学), 長野宇規, 標高を考慮した補間手法による兵庫県の温暖化兆候の検出, 第 67 会農業農村工学会京都支部研究発表会, 三重, 2010 年 11 月.
8. 岩崎雄一 (東京工業大学), 趣旨説明: 閾値って生態系管理に役立つの?, 日本生態学会第 58 回全国大会, 札幌, 2011 年 3 月.
9. Koirala, S. (Tokyo Institute of Technology), Yamada, H. G., Yeh, P. J.-F., Oki, T.

- and Kanae, S., Global-scale modeling of groundwater recharge and water table depth using a land surface model with groundwater representation, Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Makuhari Messe, May 2011.
10. 今岡 亮 (東京工業大学), 藤井 学, 吉村千洋, 腐植物質の化学的性質が鉄との錯体形成に及ぼす影響, 日本陸水学会年会, 松江, 2011 年 9 月.
 11. 岩崎明希人 (東京工業大学), 吉村千洋, 岩崎雄一, Effect of Fragmentation on Probability of Occurrence of Freshwater Fishes in the Sagami River, 応用生態工学会年会, 金沢, 2011 年 9 月.
 12. 岩崎雄一 (東京工業大学), 梁政寛, 隋鵬哲, 吉村千洋, 世界の河川を対象とした流況指標と魚類種数の関係, 環境科学学会年会, 兵庫県西宮市, 2011 年 9 月.
 13. 遠藤崇浩 (筑波大学), 渇水問題と制度的解決・2009 年カリフォルニア渇水銀行を中心に, 環境科学学会 2011 年会, 関西学院大学, 2011 年 9 月 9 日.
 14. 大谷絵利佳 (東京工業大学), 藤井 学, 吉村千洋, 光照射下における腐植物質による過酸化水素生成, 日本陸水学会年会, 松江, 2011 年 9 月.
 15. 小寺昭彦 (神戸大学), 世界灌漑農業アトラスの作成と利用, 環境科学学会 2011 年会シンポジウム, 関西学院大学, 兵庫, 2011 年 9 月.
 16. 萩原健介 (東京工業大学), 花崎直太, 鼎信次郎, 農作物の栽培を想定した放棄地および休耕地におけるバイオ燃料の潜在性評価, 環境科学学会 2011 年会シンポジウム, 関西学院大学, 兵庫, 2011 年 9 月.
 17. 藤井 学 (東京工業大学), Rose, A. L., Waite, T. D., 淡水性藍藻類 *Microcystis aeruginosa* の鉄摂取に光が及ぼす影響, 日本陸水学会年会, 松江, 2011 年 9 月.
 18. 藤井 学 (東京工業大学), Waite, T. D., 淡水性藍藻類 *Microcystis aeruginosa* 毒素生産株と非生産株の鉄摂取機構, 日本水環境学会年会, 東京, 2012 年 3 月.
 19. 藤田藍斗 (神戸大学), 時系列衛星画像を用いたミクセル分解による作付暦推定, 農業農村工学会全国大会, 九州大学, 福岡, 2011 年 9 月.
 20. 松本 崇 (神戸大学), トルコ・ユーフラテス川上流域の河川流路網作成, 農業農村工学会京都支部研究発表会, 奈良文化会館, 奈良, 2011 年 11 月.
 21. 吉川沙耶花 (東京工業大学), 山田花グレニス, 花崎直太, 鼎信次郎, 20 世紀の灌漑地 (HIMDaS) データを用いた農業取水量の推定, 環境科学学会 2011 年会シンポジウム, 関西学院大学, 兵庫, 2011 年 9 月.
 22. 今岡 亮 (東京工業大学), 藤井 学, 吉村千洋, 腐植物質の化学的性質が鉄との錯体形成に及ぼす影響, 日本水環境学会年会, 東京, 2012 年 3 月.
 23. 大谷絵利佳 (東京工業大学), 藤井 学, 吉村千洋, 腐植物質の化学的性質が光化学反応による活性酸素種の生成に及ぼす影響, 日本水環境学会年会, 東京, 2012 年 3 月.
 24. Ogata, T. (Tokyo Institute of Technology), Saavedra, O. C. V., Yoshimura, C., Liengcharernsrit, W. and Hirabayashi, Y., Past and future hydrological simulation of Chao Phraya river basin towards sediment transport, Annual Conference of Hydraulic Engineering, Ehime University, Ehime Prefecture, Mar. 2012.
 25. Yamada, H. G. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S. and Kanae, S., Spatial and temporal estimation of global groundwater withdrawal and depletion, Japan Geoscience Union, ACG36-11. Chiba, May 2012.
 26. Fujii, M. (Tokyo Institute of Technology), Otani, E. and Yoshimura, C., Effect of chemical properties of humic substances on photochemical generation of reactive oxygen species, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu, Aug 2012.
 27. 長野宇規 (神戸大学), 小寺昭彦, 鼎信次郎, 世界灌漑農業アトラスの開発, 農業農村工学会全国大会, 札幌, 2012 年 9 月.
 28. 小寺昭彦 (神戸大学), 長野宇規, 時系列衛星データから見た過去 11 年間における

- 灌漑農地利用の変化、農業農村工学会全国大会, 札幌, 2012 年 9 月.
29. 藤田藍斗 (神戸大学), 小寺昭彦, 長野宇規, MODIS 画像のミクセル分解による作物分布の高解像度化, 農業農村工学会全国大会, 札幌, 2012 年 9 月.
 30. 中嶋和成 (神戸大学), 小寺昭彦, 長野宇規, モンスーン地域における時系列衛星画像の雲ノイズ処理の信頼性評価, 農業農村工学会全国大会, 北海道大学, 札幌, 2012 年 9 月.
 31. 小野由美子 (神戸大学), 小寺昭彦, 長野宇規, 水利権市場における農家の渇水対策の分析, 農業農村工学会全国大会, 札幌, 2012 年 9 月.
 32. Zhang, Y. (The University of Tokyo), Hirabayashi, Y., Liu, Q. and Fujita, K., Glacier Runoff and Its Effect in a Highly Glacierized Catchment, Southeastern Tibetan Plateau, 水文水資源学会 2012 年度総会・研究発表会, 広島, 2012 年 9 月.
 33. 渡部哲史 (東京大学), 鼎信次郎, 瀬戸心太, 沖大幹, 平林由希子, GCM 出力値補正手法を適用した際の GCM 間の将来予測差に関する考察, 水文水資源学会 2012 年度総会・研究発表会, 広島, 2012 年 9 月.
 34. 渡辺恵 (東京工業大学), Estimation of the mountain glaciers in Bolivia using SPOT and Landsat imagery, ヒマラヤ氷河・氷河湖研究集会, 札幌, 2012 年 11 月.
 35. 今岡亮 (東京工業大学), 藤井学, 吉村千洋, 腐植物質の化学的性質が鉄との錯形成に及ぼす影響, 第 49 回環境工学研究フォーラム, 京都, 2012 年 11 月.
 36. 今岡亮 (東京工業大学), 藤井学, 吉村千洋, 分子構造に着目した腐植物質の鉄との錯形成特性の評価, 第 47 回水環境学会, 大阪, 2013 年 3 月.
 37. Khajuria, A. (Tokyo Institute of Technology), and Kanae, S., Resource Management: Implication on scarcity and stress, The Fourth Asian Conference on sustainability, Energy and environment 2013, Osaka, Japan, (2013.6.6-10).
 38. 小寺昭彦 (神戸大学), 長野宇規, 時系列衛星データによる水稻冠水被害の判別, 平成 25 年度農業農村工学会大会講演会, 東京, 2013 年 9 月 5 日.
 39. 渡辺恵 (東京工業大学), 瀬戸心太, 平林由希子, 鼎信次郎, ヒマラヤとその周辺地域における氷河モデルへの適用に向けた高空間分解能降水量データセット, 水文・水資源学会 2013 年度総会・研究発表会, 神戸, 2013 年 9 月 25 日.
 40. 平林由希子 (東京大学), Roobavannan Mahendran, Sujana Koirala, 木島梨沙子, 金炯俊, 渡部哲史, 山崎大, 鼎信次郎, 地球温暖化に伴う洪水曝露人口, 水文・水資源学会 2013 年度総会・研究発表会, 神戸, 2013 年 9 月 26 日.
 41. 長野宇規 (神戸大学), 宮嶋崇志, 小寺昭彦, Bilgili Ali Volkan, Cullu Mehmet Ali, 綿花葉面の近赤外線ハイパースペクトル分光反射率を用いた塩害の測定, 平成 26 年度農業農村工学会大会講演会, 新潟, 2014 年 8 月 28 日.
 42. 植木仰 (東京工業大学), 吉川沙耶花, 鼎信次郎, Hotspots identification for trans-boundary water conflict due to anthropogenic water use in the future, JMD (JSPS Mega Delta Project), 東京, 2014 年 9 月 8 日.
 43. 梁政寛 (東京工業大学), 岩崎雄一, 吉村千洋, Oliver Saavedra, 河川ネットワークにおける改変された流況の空間パターン評価, 応用生態工学会第 18 回大会, 東京, 2014 年 09 月 18-21 日.
 44. 池内寛明 (東京大学), 平林由希子, 木口雅司, 鼎信次郎, 山崎大, 海水準上昇がメガデルタ地域における洪水被害に及ぼす影響の評価, 水文・水資源学会 2014 年度総会・研究発表会, 宮崎, 2014 年 9 月 25 日.
 45. 前田英俊 (東京大学), 渡部哲史, 平林由希子, 全球氷河モデルを用いた過去 1000 年の氷河質量収支の再現実験, 水文・水資源学会 2014 年度総会・研究発表会, 宮崎, 2014 年 9 月 25 日.
 46. 田上雅浩 (東京大学), 一柳錦平, 芳村圭, 嶋田純, 日本全国における冬の降水・水

- 蒸気起源の推定, 水文・水資源学会 2014 年度総会・研究発表会, 宮崎, 2014 年 9 月 25 日.
47. 渡部哲史 (東京大学), 田上雅浩, 恒川貴弘, 平林由希子, 鼎信次郎, 全球氷河モデルと世界水資源モデルを用いた将来の水資源・食糧生産の展望, 水文・水資源学会 2014 年度総会・研究発表会, 宮崎, 2014 年 9 月 25 日.
 48. 小寺昭彦 (神戸大学), 山村祐太, Onur Satir, Ali Volkan Bilgili, Mehmet Ali Cullu, 長野宇規, トルコ南東部の灌漑農地におけるタイムアライメント補正画像を用いた作目判別, 日本リモートセンシング学会第 57 回学術講演会, 京都, 2014 年 11 月 7 日.
 49. 吉川沙耶花 (東京工業大学), 気候変動を考慮した全球規模での魚類種数の将来変化, 第 62 回日本生態学会 自由集会「河川生態学に水文学をどう生かすか:これから始めるコラボレーション」, 鹿児島, 2015 年 3 月 19 日.

<国際>

1. Satir, O. (Kobe University), Berberoglu, S., Kapur, S., Erdogan, A., Donmez, C., Satir, N. Y., Nagano, T., Akca, E. and Tanaka, K., Soil Salinity Mapping Using CHRIS-PROBA Hyperspectral Data, Hyperspectral Workshop 2010 from CHRIS-Proba to PRISMA & EnMAP and Beyond, ESA-ESRI, Frascati, Italy, 17-19 Mar. 2010.
2. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology), Iwata, Y., Hashimoto, Y. and Hiradate, S., Reservoir effects on particulate organic matter and associated metal transports in rivers, The ALSO & NABS Joint Meeting 2010, Santa Fe (USA), Jun. 2010.
3. Koirala, S. (Tokyo Institute of Technology), Yeh, P. J.-F., Kanae, S. and Oki, T., Analysis of groundwater-supplied evapotranspiration in global modeling context, 2nd Hydrology delivers Earth System Science to Society, University of Tokyo (Japan), Jun. 2010.
4. Endo, T. (University of Tsukuba), "Intersection of Law and Technology in Water Resource Management: The California Experience," Water Resources Management and Legal System - Towards the Implementation of Integrated Water Management System - Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University (Japan), 26th Aug. 2010.
5. Ito, J. (Tokyo Institute of Technology), Yoshimura, C., Otani, E. and Iwasaki, J., Relationship between organic matter dynamics and aquatic habitat type in an intact river floodplain. The 8th International Symposium on Ecohydraulics, Seoul (Korea), Sep. 2010.
6. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology) and Iwasaki, Y., Ecological assessment of flow regime in rivers at catchment scale. International Symposium on Restoration and Conservation of Watershed Ecosystems: Linking Ecology, Hydrology and Geology, Sapporo (Japan), Oct. 2010.
7. Ogata, T. (Tokyo Institute of Technology), Saavedra, O. C. V. and Yoshimura, C., Distributed sediment yield and hydrological modeling using remote sensing data in Chao Phraya river basin. The 1st Seminar on Asian Water Environments, Manila (Philippines), Nov. 2010.
8. Tamura, K. (Tokyo Institute of Technology), Yoshimura, C., Akamatsu, Y., Fujii, M., Ikeda, S., Assimilation of terrigenous nitrogen by macroalgae *Padina Australis* and sea grass *Thalassia hemprichii* in Nagura Bay, Ichigaki island, Japan. The 1st Seminar on Asian Water Environments, Manila (Philippines), Nov. 2010.
9. Yamada, H. G. (Tokyo Institute of Technology), Koirala, S., Kim, H. and Kanae, S., Inter-comparison of global-scale groundwater recharge estimates, The 1st

Seminar on Asian Water Environments, Manila (Philippines), Nov. 2010.

10. Hirabayashi, Y. (The University of Tokyo), Döll, P. and Kanae, S., A 60-year (1948-2007) global estimation of glacier mass changes by a global glacier model HYOGA, AGU Fall Meeting 2010, San Francisco (USA), Dec. 2010.
11. Ryo, M. (Tokyo Institute of Technology), Saavedra, O. C. V., Koike, T. and Dang, N. T., Development of an early flood warning system based on ensemble method using quantitative precipitation forecasts in Huong River, Vietnam, European General Assembly 2011, Vienna, Apr. 2011.
12. Shibuo, Y. (The University of Tokyo), Modeling unmonitored terrestrial coastal flux, Proceedings of the XXV General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Melbourne, Jun. 2011.
13. Yoshimura, C. (Tokyo Institute of Technology), and Kawaguchi, Y., Geographical distribution of flow regime and its relationship to fish species richness in major rivers in Japan, The 2nd Biennial Symposium of the International Society for River Science (ISRS), Berlin, Aug. 2011.
14. Endo, T. (University of Tsukuba), Mitigation of drought impacts in environmental era, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
15. Fujita, A. (Kobe University), An extraction of pure NDVI temporal responses of crops from time-series satellite imageries, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
16. Hagiwara, K. (Tokyo Institute of Technology), Hanasaki, N. and Kanae, S., The global potential of bioenergy on fallow land and abandoned land. International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
17. Iwasaki, Y. (Tokyo Institute of Technology), Sui, P. and Yoshimura, C., Ecological analysis of flow regime and its relation to fish species richness in rivers in the world, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
18. Iwasaki, A. (Tokyo Institute of Technology), Yoshimura, C. and Iwasaki, Y., Linking physical habitat condition to fish communities at river basin scale for effective management of river ecosystem, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22nd Sep. 2011.
19. Iwasaki, Y. (Tokyo Institute of Technology), Sui, P. and Yoshimura, C., Ecological analysis of flow regime and its relation to fish species richness in rivers at global scale, The 7th International Conference on Environment Simulation and Pollution Control, Beijing, Nov. 2011.
20. Juntune, P. (Tokyo Institute of Technology), Saavedra, O. C. V. and Yoshimura, C., Simulating the flow regime of Sagami river using a hydrological model for environmental flow purposes, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
21. Kotera, A. (Kobe University), Mapping and assessment of irrigation crop land using satellite imageries for the last decade in the GAP region, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
22. Matsumoto, T. (Kobe University), The simulation of water availability of the basin of the Euphrates River in Turkey, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University,

- Turkey, 22th Sep. 2011.
23. Nagano, T. (Kobe University), Development of world atlas of irrigated agriculture for sustainability science, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
 24. Shibuo, Y. (The University of Tokyo), Quantifying ungauged coastal water flux by subsurface-surface integrated model, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
 25. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Yamada, H. G., Hanasaki, N. and Kanae, S., Global impact of irrigation area change on water stress in the 20th century, International Symposium of Long Term Vision for the Sustainable Water & Land Use, Adiyaman University, Turkey, 22th Sep. 2011.
 26. Koirala, S. (Tokyo Institute of Technology), Yeh, P. J.-F., Oki, T. and Kanae, S., Climate-soil-vegetation control on groundwater-supplied evapotranspiration in the global modeling context, World Climate Research Program (WCRP) Open Science Conference, Denver, 24th Oct. 2011.
 27. Hagiwara, K. (Tokyo Institute of Technology), Hanasaki, N. and Kanae, S., Assessment of energy crop potentials as a global scale and in Southeast Asia. The 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, Bangkok, Dec. 2011.
 28. Suseno, D. P. (Hokkaido University) and Yamada, T. J. (2011) Cloud type classification for improving storm rainfall estimation with satellite based infrared information. The 9th International Symposium on Southeast Asian Water Environment, Bangkok, Dec. 2011.
 29. Hagiwara, K. (Tokyo Institute of Technology), Hanasaki, N. and Kanae, S., Modeling global energy crop potential. The Seminar on Establishment of Core Institution for Preservation and Restoration of Urban Water Environments in Asia, Bangkok, Jan. 2012.
 30. Imaoka, A. (Tokyo Institute of Technology), Fujii, M. and Yoshimura, C., Effects of chemical properties of humic substances on complexation with iron, The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environment and Seminar of NRCT-JSPS Asian Core Program, Bangkok, Jan. 2012.
 31. Ogata, T. (Tokyo Institute of Technology), Saavedra, O. C. V., Yoshimura, C., Liengcharernsit, W. and Hirabayashi, Y., Thirty years hydrological projection of chao phraya river basin as determined by future climate change scenarios, The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environment and Seminar of NRCT-JSPS Asian Core Program, Bangkok, Jan. 2012.
 32. Otani, E. (Tokyo Institute of Technology), Fujii, M. and Yoshimura, C., Mechanism of light-mediated generation of hydrogen peroxide in the presence of humic substance, The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on Global Environment and Seminar of NRCT-JSPS Asian Core Program, Bangkok, Jan. 2012.
 33. Dang, T. C. (University of New South Wales), Fujii, M., Rose, A. L., Bligh, M., Waite, T. D., Growth and responses to iron stress of the freshwater cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in both nutrient-insufficient and -replete continuous cultures, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu (Japan), 8th-13th Jul. 2012.
 34. Imaoka, A. (Tokyo Institute of Technology), Fujii, M., Yoshimura, C., Effect of chemical structure of humic substance on complexation with ferric iron in natural waters, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu (Japan), 8-13th Jul. 2012.

35. Nagano, T. (Kobe University), Kotera, A. and Kanae, S., Development of World Atlas of Irrigated Agriculture for Sustainability Science. ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) & IAL (Irrigation Australia) 2012 Conference, Adelaide, Australia, Jul 2012.
36. Fujii, M. (Tokyo Institute of Technology), Otani, E. and Yoshimura, C., Effect of chemical properties of humic substances on photochemical generation of reactive oxygen species, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu (Japan), Aug 2012.
37. Sui, P. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, A., Saavedra, O. C. V., Yoshimura, C., Development of basin-scale fish distribution model and its application to Sagami river in Japan for habitat assessment, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu (Japan), 8-13th Aug. 2012.
38. Saavedra, O. C. V. (Tokyo Institute of Technology), Ogata, T., Yoshimura, C., Tanuma, K., (2012) Projection of flow and sediment load in Chao Phraya River basin and its implications for integrated basin management, AOGS – AGU (WPGM) Joint Assembly, Singapore, 13-17th Aug. 2012.
39. Watanabe, M. (Tokyo Institute of Technology), Seto, S., Hirabayashi, Y., Cho, J. and Kanae, S., A 10 year Gridded Precipitation Data Set for High Mountain Area in South Asia compiled from TRMM/PR and Rain Gauge Observation, Workshop of Asian Core Project, Bangkok, Aug. 2012.
40. Watanabe, M. (Tokyo Institute of Technology), Sasaki, O., Cho, J., Kim, H., Hirabayashi, Y., Yamada, H. G. and Kanae, S., The variations of terrestrial water storage observed by GRACE and calculated by physical models and down-scaled statistical data over northern India and Himalaya, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly, Singapore, 13-17th Aug. 2012.
41. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Yamada, H. G., Cho, J., Hanasaki, N. and Kanae, S., The Global Impact of Irrigation Area Change on Time-varying Dependency of Persistent and Easily Accessible Water Supply, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly, Singapore, 13-17th Aug. 2012.
42. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kanae, S., Seto, S., Hirabayashi, Y. and Oki, T., Intercomparison of bias-correction methods applied to global monthly precipitation and temperature simulated by multiple climate models, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly, Singapore, 13-17th Aug. 2012.
43. Kotera, A. (Kobe University) and Nagano, T., Monitoring dynamics of irrigated agriculture using time-series satellite data as reflections of human activities against fluctuations in the regional water resources, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly, Singapore, 13-17th Aug. 2012.
44. Saavedra, O. C. V. (Tokyo Institute of Technology), Ogata, T., Yoshimura, C. and Tanuma, K., Projection of flow and sediment load in Chao Phraya River basin and its implications for integrated basin management, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly 2012 Annual Meeting, Singapore, Aug 2012.
45. Sui, P. (Tokyo Institute of Technology), Saavedra, O. C. V. and Yoshimura, C., Effective calibration of hydrological model for estimation of ecologically-important flow characteristics, The 5th ASEAN Environmental Engineering Conference (ACEC), Ho Chi Minh City, Vietnam, Nov 2012.
46. Watanabe, M. (Tokyo Institute of Technology), Seto, S., Hirabayashi, Y., Cho, J. and Kanae, S., A 10 Year Gridded Precipitation Data Set for High Mountain Area in South Asia Compiled from TRMM/PR and the Product Based on Rain Gauge Observation, The 5th ASEAN Environmental Engineering Conference (ACEC), Ho Chi Minh City, Vietnam, Nov 2012.

47. Kotera, A.(Kobe University) and Nagano, T., Assessing Flood Damages of Rice in the Chao Phraya Delta, Using MODIS Satellite Imageries, PAWEES 2012 -International Conference on “Challenges of Water & Environmental Management in Monsoon Asia.” Nonthaburi, Thailand, Nov 2012.
48. Nagano, T. (Kobe University), Kotera, A. and Fujita, A., Development of World Atlas of Irrigated Agriculture for Sustainability Science, PAWEES 2012 -International Conference on “Challenges of Water & Environmental Management in Monsoon Asia.” Nonthaburi, Thailand, Nov 2012.
49. Sui, P. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, A., Ryo, M., Saavedra O. C. V. and Yoshimura, C., Development of a spatially distributed model of fish population density for habitat assessment of rivers, EGU General Assembly 2013. Vienna, Austria, 7-12th Apr 2013.
50. Nagano, T., Cetin, M., Tilkici, B., Kume, T., Watanabe, T., Beberoglu, S., Kapur, S. (Kobe University) and Akca, E., The use of isotope techniques for diagnosis of agricultural drainage: a case study in Akarsu Irrigation District, Turkey, Proceedings of Aqua con Soil 2013, Barcelona, Spain, 16-19thApr 2013.
51. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Yanagawa, A. and Kanae, S., Developing global map of potential irrigation area, International Symposium on Remote Sensing 2013, Makuhari, Japan,15-17th May 2013.
52. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Cho, J., Hanasaki, N., Yamada, H. G., Khajuria, A. and Kanae, S., Net irrigation water requirement from Rivers and Reservoirs, 1960-2000, Water in the Anthropocene: Challenges for Science and Governance. Indicators, Thresholds and Uncertainties of the Global Water System, Germany, 21-24th May 2013.
53. Sui, P. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, A., Yoshimura, C., Saavedra O. C. V. and Ryo, M., Modelling basin-scale distribution of fish population density for assessment of flow and habitat conditions in rivers, 3rd Biennial Symposium of the International Society for River Science: Achieving healthy and viable rivers, Beijing, China, 5-9th Aug 2013.
54. Koirala, S. (The University of Tokyo), Hirabayashi, Y., Roovabannan, M. and Kanae, S., Changes in streamflow percentiles under climate change, AGU fall meeting, San Francisco, USA, 13th Aug 2013.
55. Khajuria, A. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S. and Kanae, S., Watershed management: Participatory issues for sustainable livelihood, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
56. Endo, T. (Osaka Prefecture University), Groundwater management: Pump tax versus technological restrictions, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
57. Hirano, K. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., Yoshimura, C., Sui, P. and Kanae, S., Evaluation of incident shift of river fish species richness from long term shifts of water resources uses in global scale, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
58. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Hirabayashi, Y. and Kanae, S., A bias correction method which conserves the trend of variation, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources

- “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
59. Noguchi, O. (The University of Tokyo), Zhang, Y., Watanabe, S. and Hirabayashi, Y., Estimation of spatial distribution of debris cover on Caucasus glaciers using Aster Imagery, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
 60. Maeda, H. (The University of Tokyo), Kim, H. and Hirabayashi, Y., Estimation of Glacier Mass Changes using GRACE Satellite and Numerical Models, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
 61. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Cho, J., Hanasaki, N., Yamada, H. G., Khajuria, A. and Kanae, S., An assessment of global net irrigation water requirement to sustaining irrigation (1960-2000 and 2050), The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
 62. Watanabe, M. (Tokyo Institute of Technology), Seto, S., Hirabayashi, Y., Kanae, S., Khajuria, A. and Kanae, S., Estimation of glacier mass changes using a precipitation data set compiled from satellite observations, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
 63. Maeda, H. (The University of Tokyo), Kim, H. and Hirabayashi, Y., Glacier mass changes from GRACE satellite and numerical models, Joint Conference of 11th AsiaFlux International Workshop 2013 “Communicating Science to Society: Coping with climate extremes for resilient ecological-societal systems”, Seoul, Korea, 21-24th Aug 2013.
 64. Noguchi, O. (The University of Tokyo), Zhang, Y., Watanabe, S. and Hirabayashi, Y., Spatial distribution of debris cover on glaciers in the alps area using aster imagery, Joint Conference of 11th AsiaFlux International Workshop 2013 “Communicating Science to Society: Coping with climate extremes for resilient ecological-societal systems”, Seoul, Korea, 21-24th Aug 2013.
 65. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kim, H., Hirabayashi, Y. and Kanae, S., Representation of realistic variability of CMIP5 runoffs simulations, Joint Conference of 11th AsiaFlux International Workshop 2013 “Communicating Science to Society: Coping with climate extremes for resilient ecological-societal systems”, Seoul, Korea, 21-24th Aug 2013.
 66. Watanabe, M. (Tokyo Institute of Technology), Seto, S., Hirabayashi, Y. and Kanae, S., New Precipitation Dataset for Estimating Changes in the Mass of Glaciers in Himalyas and Surroundings, Joint Conference of 11th AsiaFlux International Workshop 2013 “Communicating Science to Society: Coping with climate extremes for resilient ecological-societal systems”, Seoul, Korea, 21-24th Aug 2013.
 67. Ran, J. (Tokyo Institute of Technology), Imaoka, A., Fujii, M. and Yoshimura, C., Characterization of chemical properties of standard humic substances with EEM-PARAFAC analysis, The 5th International Water Association (IWA) Specialist Conference on Natural Organic Matter Research. Perth, Australia, 1-4th Oct 2013.
 68. Fujii, M. (Tokyo Institute of Technology), Otani, E. and Yoshimura, C., Hydrogen peroxide generation in photo-irradiated humic substance solution,

- The 5th International Water Association (IWA) Specialist Conference on Natural Organic Matter Research, Perth, Australia, 1-4th Oct 2013.
69. Nagano, T. (Kobe University) and Kotera, A., Recent trend of drought conciliation and agricultural water use in Japan, Proceeding of International Workshop on Developing Management Strategies for Coping with Drought and Water Scarcity, First World Irrigation Forum and 64th IEC Meeting of ICID, Mardin, Turkey, 29th Oct 2013.
 70. Mahmut C. (Cukurova University), Wolfgang-A. F., Hayriye I., Nagano T., Burak T. and Karnez R. A. E., Sustainability of Agricultural Water Management: A Case Study in Southern Turkey, First World Irrigation Forum and 64th IEC Meeting of ICID, Mardin, Turkey, 29th Oct 2013..
 71. Hayriye, I. (Adiyaman University), Mahmut, Ç., Ebru, K., Wolfgang-A. F., Manfred, F., Ramon, A., Nagano, T., Ryan, J. and Hande, S., Integrated water and nitrogen management in a large scale irrigated area in southern Turkey, First World Irrigation Forum and 64th IEC Meeting of ICID, Mardin, Turkey, 29th Oct 2013..
 72. Kitamura, S. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S. and Kanae, S., Estimation of irrigation water supply from nonlocal water sources in global hydrological model, International water technology conference, Istanbul, Turkey, 6th Nov 2013.
 73. Marui, A. (Hirosaki University), Kotera, A., Hurukawa, Z., Yasufuku, N., Omine, K., Nagano, T., Tuvshintogtokh, I. and Mandakh, B., The Result of Vegetation Index Using Satellite Data and Monitoring of Growing Environment of Wild Licorice at Semi-arid Area in Mongolia, Proceedings of Desert Technology 11th International Conference, San Antonio, USA, 19-22nd Nov 2013.
 74. Sui, P. (Tokyo Institute of Technology), Yoshimura, C., Iwasaki, Y., Saavedra, O. C. V., Ryo, M., and Hirano, K., Linkage of anthropogenic flow alterations to freshwater fish community, The 6th International Congress of East Asian Federation of Ecological Societies (EAFES), Haikou, China, 9-11th Apr 2014.
 75. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kim, H., Hirabayashi, Y., and Kanae, S., Application of performance metrics to climate models to project future river discharge in the Chao Phraya River basin, Japan Geoscience Union Meeting 2015, Yokohama, Japan, May 2014.
 76. Maeda, H. (The University of Tokyo), Watanabe, S., and Hirabayashi, Y. Expanding Glacier Modeling Into the Little Ice Age and Beyond. AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, July 2014.
 77. Tanoue, M. (The University of Tokyo), Ichiyanagi, K., Yoshimura, K., Shimada, J. Water Vapor Origins in the Japanese Archipelago in Winter Estimated by a Regional Isotope Circulation Model. AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, July 2014.
 78. Ryo, M. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, Y., Yoshimura, C., Saavedra, O. C. V., Sui, P., Can dams mitigate altered stream flow characteristics? – a case study in Sagami River, Japan, using a distributed hydrological model, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, 28th Jul- 1st Aug 2014.
 79. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kim, H., Hirabayashi, H., and Kanae, S. Impact of the Difference Between Bias-correction Methods on the Global Hydrological Projections Obtained from Multiple GCMs. AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, 28th Jul- 1st Aug 2014.
 80. Yoshikawa, S., Cho, J., Yamada H. G., Khajuria, A., Hanasaki, N., and Kanae, S. (2014) An assessment of global net irrigation water requirements from

- various water supply sources to sustain irrigation (1960–2050), AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, 28th Jul- 1st Aug 2014.
81. Yoshikawa, S., Yanagawa, A., Iwasaki, Y., Sui, P., Koirala, S., Khajuria, A., Hirano, K., Mahendran, R., Hiranbayashi, Y., Yoshimura, C., and Kanae, S. (2014) Illustrating a new global-scale approach to estimating potential reduction in fish species richness due to flow alteration, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, 28th Jul- 1st Aug 2014.
 82. Sui, P. (Tokyo Institute of Technology), Hirano, K., and Yoshimura, C., Global-scale relationship between flow conditions and fish species richness in rivers taking dam effect into account, International symposium on environmental flow and water resources management, Bangkok, Thailand, 30-31st Oct 2014.
 83. Ryo, M. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, Y., Yoshimura, C., and Saavedra, O. C. V., Evaluation of spatial variability of flow regime alteration using distributed hydrological model, International symposium on environmental flow and water resources management, Bangkok, Thailand, 30-31st Oct 2014.
 84. Matsumae, H. (Tokyo Institute of Technology), Yoshimura, C., and Ryo, M., Evaluating spatiotemporal pattern of riverine geomorphology based on satellite imageries, International symposium on environmental flow and water resources management, Bangkok, Thailand, 30-31st Oct 2014.
 85. Terao, K. (Tokyo Institute of Technology), Fujii, M., Kikuchi, T., Ran, J., Yoshimura, C., Effect of Water Qualities Including DOM Properties on Iron Redox Reactions in Freshwaters, 7th ASEAN Environmental Engineering Conference featuring the 5th Seminar on Asian Water Environment (Asian Core Program of JSPS, NRCT and ERDT), Palawan, Philippines, Nov 2014.
 86. Kotera, A. (Kobe University), Yamamura, Y., Nagano, T., Quasi-real-time satellite monitoring for assessing agronomic flood damage, THA2015 International conference on "Climate change and Water & Environmental management in Monsoon Asia", Bangkok, Thailand, 28-30th Jan 2015.
 87. Nagano, T. (Kobe University), Ono, Y., Kotera, A., Singh, R., Detection of paddy fields at sub-state level by combined use of MODIS and Landsat imagery, THA2015 International conference on "Climate change and Water & Environmental management in Monsoon Asia", Bangkok, Thailand, 28-30th Jan 2015.

(3) ポスター発表 (国内会議 15 件、国際会議 34 件)

<国内>

1. 萩原健介 (東京工業大学), 花崎直太, 鼎信次郎, 世界のバイオ燃料ポテンシャルの推定, 第 23 回度水文水資源学会, 東京, 2010 年 9 月.
2. 岩崎雄一 (東京工業大学), Anthony Stockdale, Steve J. Ormerod, 重金属が河川底生動物の種多様性に及ぼす影響: 野外データを用いた安全濃度の推定, 第 16 回 バイオアッセイ研究会・日本環境毒性学会合同研究発表会, つくば, 2010 年 9 月.
3. 平林由希子 (東京大学), 全球氷河モデル HYOGA による世界の氷河質量変動, 日本気象学会 2010 年度秋季大会, 京都, 2010 年 10 月.
4. 岩崎雄一 (東京工業大学), 梁政寛, 吉村千洋, 流況指標と魚類種数の関係: 世界の主要河川を対象に, 日本生態学会第 58 回全国大会, 札幌, 2011 年 3 月.
5. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Hagiwara, K., Ishida, H. and Kanae, S., Security assessment of food, energy and water resources, Japan Geoscience Union Meeting 2011, Chiba, Makuhari Messe, May 2011.
6. 小寺昭彦, 長野宇規, 大森伸哉 (神戸大学), NDVI 時系列解析によるメコン川下流域の農業土地利用形態の同定, 農業農村工学会全国大会, 九州大学, 福岡, 2011

年 9 月.

7. Endo, T. (University of Tsukuba), California drought water bank reconsidered: Drought and public policy, The 4th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, Tokyo, Oct 2011.
8. Koirala, S. (The University of Tokyo), and Hirabayashi, Y., Effect of Soil Texture Classification on Global Hydrology, 水文水資源学会 2012 年度総会・研究発表会, 広島, 2012 年 9 月.
9. Mahendran, R., (The University of Tokyo), Koirala, S. and Hirabayashi, Y., Global Estimation of Flood Frequency Change in the 21st Century, 水文水資源学会 2012 年度総会・研究発表会, 広島, 2012 年 9 月.
10. Khajuria, A. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S. and Kanae, S., Groundwater Recharge: Rainwater Harvesting and its Utilization, Annual conference of Japan society of hydrology and water resources, Kobe, 26th Sep 2013.
11. 渡部哲史 (東京大学), 平林由希子, 鼎信次郎, 年々変動の変化を考慮したトレンド保存型バイアス補正手法, 水文・水資源学会 2013 年度総会・研究発表会, 神戸, 2013 年 9 月 26 日.
12. 梁政寛 (東京工業大学), 吉村千洋, Sui, P., Saavedra O. C. V 河川において支流のダム操作は主流の流況改変を増幅するか, 軽減するか? -相模川宮ヶ瀬ダムの評価事例-, 第 61 回日本生態学会広島大会, 広島, 2014 年 3 月 16 日.
13. 花崎直太 (国立環境研究所), 吉川沙耶花, 柿沼薫, 鼎信次郎, 対策技術を考慮した全球水資源評価-海水淡水化に着目して-, 水文・水資源学会 2014 年度総会・研究発表会, 宮崎, 2014 年 9 月.
14. 柿沼薫 (東京工業大学), 吉川沙耶花, 遠藤崇浩, 鼎信次郎, 水資源管理のためのソフト・パス: 水利転用制度の適用可能性, 第 62 回日本生態学会鹿児島大会, 鹿児島, 2015 年 3 月 21 日.
15. 柳川亜季 (東京工業大学), 吉川沙耶花, Hyungjun KIM, 鼎信次郎, 半乾燥地における生物多様性と干ばつへの脆弱性との関係, 第 62 回日本生態学会鹿児島大会, 鹿児島, 2015 年 3 月 21 日.

<国際>

1. Koirala, S. (Tokyo Institute of Technology), Yeh, P. J.-F., Kanae, S. and Oki, T., Explicit representation of groundwater process in a global-scale land surface model to improve the prediction of water resources, European Geosciences Union General Assembly, Vienna (Austria) May 2010.
2. Hagiwara, K. (Tokyo Institute of Technology), Hanasaki, N. and Kanae, S., Modeling the global potential of energy crop, 2nd Hydrology delivers Earth System Science to Society, University of Tokyo (Japan), Jun 2010.
3. Homdee, T. (Tokyo Institute of Technology), Applicability of a distributed hydrological model over an agricultural watershed In North-Eastern, Thailand, 2nd Hydrology delivers Earth System Science to Society, University of Tokyo (Japan), Jun 2010.
4. Sasaki, O. (Tokyo Institute of Technology), Kim, H., Hirabayashi, Y. and Kanae, S., Estimation of Glacier Mass Changes in Himalaya Alpine Region inferred from GRACE Satellite Gravimetry, 2nd Hydrology delivers Earth System Science to Society, University of Tokyo (Japan), Jun 2010.
5. Hirabayashi, Y. (The University of Tokyo) and Kanae, S., Global-scale simulation of glacier mass balance changes between 1948 and 2006, 2nd Hydrology delivers Earth System Science to Society, University of Tokyo (Japan), Jun 2010.
6. Hirabayashi, Y. (The University of Tokyo), Döll, P. and Kanae, S., A 59year

- (1948-2006) global estimation of glacier mass change, International symposium on snow, ice and humanity in a changing climate, Sapporo (Japan), Jun 2010.
7. Hagiwara, K. (Tokyo Institute of Technology), Hanasaki, N. and Kanae, S., Modeling the global potential of energy crop, The 5th Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conferences, Hanoi (Vietnam), Nov 2010.
 8. Homdee, T. (Tokyo Institute of Technology), Pongput, K. and Kanae, S., An Assessment of Climate Change Impacts on Drought Intensity using the Standardized Precipitation Index (SPI) in Northeast of Thailand, The 5th Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conferences, Hanoi (Vietnam), Nov 2010.
 9. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology) and Hirabayashi, Y., Future global population at risk of flooding, AGU Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec 2010.
 10. Koirala, S. (Tokyo Institute of Technology), Yeh, P. J.-F., Oki, T. and Kanae, S., Evaluating Influence of Groundwater-supplied Moisture Flux in Global Land Surface Hydrologic Simulations, AGU Fall Meeting, San Francisco (USA), Dec 2010.
 11. Hirabayashi, Y. (The University of Tokyo), Kanae, S. and Döll, P., Future projection of glacier melt and its impact to downward river discharge by a global glacier model HYOGA, World Climate Research Program (WCRP) Open Science Conference, Denver, Oct 2011.
 12. Hirabayashi, Y. (The University of Tokyo), Nakano, K. and Shibuo, Y., Development of a 30m global database of small glaciers and ice caps using Landsat TM, World Climate Research Program (WCRP) Open Science Conference, Denver, Oct 2011.
 13. Sanga-Ngoie, K., Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology) and Kanae, S., Agro-pastoral expansion and land use/land cover (LU/LC) change dynamics in Central-western Brazil, American Geophysical Union 2011 Fall Meeting, San Francisco, Dec 2011.
 14. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Yamada, H. G., Hanasaki, N. and Kanae, S., Evaluation for sustainable agriculture water use from river, reservoirs and groundwater in the 20th century, American Geophysical Union 2011 Fall Meeting, San Francisco, Dec 2011.
 15. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Yamada, H. G., Endo, S., Hanasaki, N. and Kanae, S., Global irrigation water withdrawal estimation for sustainable water use, Planet under Pressure 2012, London, Mar 2012.
 16. Fujii, M. (Tokyo Institute of Technology), Otani, E., Yoshimura, C., Effect of chemical properties of humic substances on photochemical generation of reactive oxygen species, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu (Japan), 8-13th Jul 2012.
 17. Yamada, H. G., Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology) and Kanae, S. (2012) Global Groundwater Withdrawal and Depletion, Asia Oceania Geosciences Society Joint Assembly, Singapore, 13-17th Aug 2012.
 18. Fujii, M., (Tokyo Institute of Technology) Otani, E. and Yoshimura, C., Effect of chemical properties of humic substances on photochemical generation of reactive oxygen species, 2012 ASLO Aquatic Sciences Meeting, Otsu, Japan, Aug 2012.
 19. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kanae, S., Seto, S., Yeh, P. J.-F., Hirabayashi, Y. and Oki, T., Intercomparison of bias-correction methods for monthly temperature and precipitation simulated by multiple climate models, AGU fall meeting 2012, San Francisco, U.S., Dec 2012.
 20. Khajuria, A. (Tokyo Institute of Technology) and Kanae, S., An application of

- DPSIR framework and sustainability approach to identify the water quality research, The 2nd International Conference on Engineering and Applied Science, Tokyo, Japan, Mar 2013.
21. Yanagawa, A. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., Cho, J. and Kanae, S. (2013) Influence of land use history on NDVI in drought year in arid land, The Sixth Conference of The Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources “Climate change and Water Security- APHW 2013”, Seoul, Korea, 19-21st Aug 2013.
 22. Khajuria, A. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S. and Kanae, S. (2013) Watershed management and natural resource conservation: Shivalik foothills of Northern India, Joint Conference of 11th AsiaFlux International Workshop 2013 “Communicating Science to Society: Coping with climate extremes for resilient ecological-societal systems”, Seoul, Korea, 21-24th Aug 2013.
 23. Ishida, H., Kobayashi, S., Yoshikawa, S., Kanae, S., Hasegawa, T., Fujimori, S., Shin, Y., Takahashi, K., Masui, T., Tanaka, A. and Honda, Y. (2014) Assessment of the Future Health Burden Attributable to Undernutrition under the Latest Scenario Framework for Climate Change Research, European Geosciences Union General Assembly 2014, EGU2014-12036, Vienna, Austria, 27th Apr - 2nd May 2014.
 24. Yoshikawa, S., Cho, J., Yamada H. G., Khajuria, A., Hanasaki, N. and Kanae, S. (2014) An assessment of global net irrigation water requirements from various water supply sources to sustain irrigation, European Geosciences Union General Assembly 2014, EGU2014-9649, Vienna, Austria, 27th Apr - 2nd May 2014.
 25. Yoshikawa, S., Yanagawa, A., Iwasaki, Y., Sui, P., Koirala, S., Khajuria, A., Hirano, K., Mahendran, R., Hiranbayashi, Y., Yoshimura, C., and Kanae, S. (2014) Illustrating a new global-scale approach to estimating potential reduction in fish species richness due to flow alteration, European Geosciences Union General Assembly 2014, EGU2014-10132, Vienna, Austria, 27th Apr - 2nd May 2014.
 23. Ryo, M. (Tokyo Institute of Technology), Iwasaki, Y., Sui, P., Yoshimura, C., and Saavedra, O. C. V., Mapping altered and natural flow regime using a distributed hydrological model: does dam always increase the degree of alteration? Joint Aquatic Sciences Meeting 2014, Portland, USA, 18-23rd May 2014.
 24. Maeda, H. (The University of Tokyo), Watanabe, S., and Hirabayashi, Y., Expanding glacier modeling into the Little Ice Age and beyond. 7th International Scientific Conference on the Global Water and Energy Cycle. Hague, The Netherlands, July 2014.
 25. Ikeuchi, H. (The University of Tokyo), Yamazaki, D., Kiguchi, M., Kanae, S., and Hirabayashi Y. Future flood projection with the effect of sea level rise in a Mega-delta region. 7th International Scientific Conference on the Global Water and Energy Cycle. Hague, The Netherlands, July 2014.
 26. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kim, H., Hirabayashi, Y., and Kanae, S. Impact of the Difference between Bias-Correction Methods on the Global Hydrological Projections Obtained from Multiple CMIP5 GCMs. 7th International Scientific Conference on the Global Water and Energy Cycle. Hague, The Netherlands, July 2014.
 27. Ikeuchi, H. (The University of Tokyo), Yamazaki, D., Kiguchi, M., Kanae, S., and Hirabayashi, Y. Effects of Sea Level Rise on Flood Risk in a Mega-delta Region. AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, July 2014.

28. Watanabe, S. (The University of Tokyo), Kim, H., Hirabayashi, Y., and Kanae, S., Application of performance metrics to climate models to project future river discharge in the Chao Phraya River basin, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, Japan, July 2014.
29. Kakinuma, K. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., Endo, T., and Kanae, S., Water transfer for global water scarcity in the future, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, U.S.A., Dec 2014.
30. Ueki, A. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., and Kanae, S., Hotspot identification of trans-boundary water conflict due to anthropogenic water use and climate change in the future, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, U.S.A., Dec 2014.
31. Gao, L. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., and Kanae, S., Optimizing the integrated efficiency for water resource utilization: based on Economic perspective, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, U.S.A., Dec 2014.
32. Yoshikawa, S. (Tokyo Institute of Technology), Cho, J., Hanasaki, N., and Kanae, S., Global net irrigation water requirements from various water supply sources during past and future periods, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, U.S.A., Dec 2014.
33. Tanoue, M. (The University of Tokyo), Ichiyanagi, K., Yoshimura, K., and Shimada, J., Origins of water vapor and precipitation through Japan in winter monsoon and extratropical cyclone events using a regional isotope circulation model, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, U.S.A., Dec 2014.
34. Kanae, S. (Tokyo Institute of Technology), Yoshikawa, S., Koirala, S., Hirabayashi, Y., Yanagawa, A., Iwasaki, Y., Sui, P., Yoshimura, C., A New Approach to Estimating Potential Reduction in Fish Species Richness in a Global Hydrological Model, American Geophysical Union (AGU) Fall meeting, San Francisco, U.S.A., Dec 2014.

4. 知財出願

(1) 国内出願 (0 件)

なし

(2) 海外出願 (0 件)

なし

(3) プログラムの著作物

なし

(4) データベースの著作物

なし

5. 受賞・報道等

(1) 受賞

1. 岩崎雄一, Stockdale A., Ormerod S. J., ポスター賞, 重金属が河川底生動物の種多様性に及ぼす影響: 野外データを用いた安全濃度の推定, 第 16 回 バイオアッセイ研究会・日本環境毒性学会合同研究発表会, つくば, 2010 年 9 月.
2. 岩崎明希人, 優秀発表者賞 (応用生態工学会年会), 2011 年 9 月.
3. Sui, P., Best Presentation Award (7th International Conference on

- Environment Simulation and Pollution Control), Nov. 2011.
4. 日本リモートセンシング学会論文奨励賞, 吉川沙耶花, 2012 年 5 月 23 日.
 5. Outstanding Presentation Award of the Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW), Endo, T., 2013.8.20.
 6. Outstanding Presentation Award of the Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW), Yoshikawa, S., 2013.8.20.
 7. Outstanding Presentation Award of the Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW), Kanae, S., 2013.8.20.
 8. Outstanding Presentation Award of the Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW), Watanabe, M., 2013.8.20.
 9. 第 61 回日本生態学会大会ポスター最優秀賞, 梁政寛, 2014 年 3 月 17 日.
 10. 土木学会 地球環境論文賞, 野口淡海, Zhang Yong, 渡部哲史, 平林由希子, 2014 年 9 月.
 11. 水文水資源学会論文賞, 平林由希子, 山崎大, 木島梨沙子, 渡部哲史, Hyungjun KIM, 鼎信次郎, 2014 年 9 月.

(2) マスコミ(新聞・TV等)報道

1. 日本水道新聞, 革新的水利用の創出へ 連載第 4 回 世界の持続可能な水利用の長期ビジョン作成, 2011 年 8 月.
2. 水道産業新聞, 世界の持続可能な水利用の長期ビジョン作成, 2011 年 9 月.
3. Gazete Adıyaman (in Turkey), Sharing of experiences -30 scientists from 6 countries came together for discussing on soil and water issues based on future climate scenarios-, Sep. 2011. (トルコ語で掲載されたものを英訳)
4. Bugun (in Turkey), 30 scientists from 6 countries came together for discussing on soil and water issues based on future climate scenarios, Sep. 2011. (トルコ語で掲載されたものを英訳).
5. JST, サイエンスポータル「第 5 回長期的な水ビジョンや水変動の予測たて, 水危機に備える」2012 年 12 月 10 日.
6. 日本水道新聞, 水の未来, 50 年後の姿, 2013 年 1 月 24 日.
7. 読売新聞, 地球温暖化による世界の洪水リスク, 2013 年 6 月 18 日夕刊 p.12.
8. 毎日新聞, 地球温暖化による世界の洪水リスク, 2013 年 6 月 10 日夕刊 p.10.

(3) その他

1. Kanae, S., Maxims News Network, There is a crisis in both 'blue' and 'green' water, Mar. 2011.
2. 長野宇規, 世界的水危機は回避できるか?, 平成 23 年度神戸大学大学院農学研究科公開講座 — これからの日本の「農」を考える, 神戸市, 2011 年 9 月 10 日.

6. 成果展開事例

(1) 実用化に向けての展開

- 世界灌漑農業アトラス(WAIASS)の公開に関してはこれまで希望者に対してのみの配布を行ってきたが、当初からオープンアクセスを基本方針としており、将来的には環境が整い次第、インターネット配布システムを構築しサービスを開始したい。
- 構築した灌漑シナリオ、灌漑地空間データベース、中規模貯水池貯水量時空間データは、京都大学、東京大学、地球環境産業技術研究機構、農業環境技術研究所、理化学研究所からデータ提供の依頼があり、提供した。
- 本研究で行った地下水管理の研究に対し、愛媛県西条市が関心を寄せており、今後同市の地下水管理計画作成に向けて協議を行う予定である。
- WAIASS の時系列衛星画像解析技術は、日本水土総合研究所の受託研究に発展した。また、WAIASS の解析結果はタイ、トルコの当該水資源管轄政府機関に提供している。

- ・ 開発した流域魚類分布モデルについては、神奈川県水産技術センター内水面試験場の魚類専門家との共同研究としており、相模川の漁業資源の管理への社会実装を目指している。

(2) 社会還元的な展開活動

- ・ アジア太平洋域では最大級の地球科学の国際会議である AOGS と AGU-WPGM 合同会議 2012 において、当プロジェクトを中心としたセッションを立てた。代表コンビーナは本プロジェクト代表者が務めた。結果として約 30 の水関連 (Hydrology) セッションのうち、最大の発表者数を集め、簡単な表彰もされた。正確な数は不明だが当日の聴衆も 100 人は下らない数であった。次年度以降も積極的に同様の試みが続けたいと考えている。
- ・ 本研究で行っている地表水と地下水の連結管理の基礎研究で得た政策事例情報を、長野県安曇野市地下水保全対策研究委員会で紹介し、同市の地下水管理計画指針の策定に貢献した。この指針は先日、安曇野市長に答申された。
- ・ 得られた全球氷河の長期変動に関する算定結果は、IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 第 5 次評価報告書中において、世界で約 5 機関からのデータ提出に基づいたグラフの一部として用いられる。
- ・ カンボジアの科学の日 (Scientific Day、2012 年 5 月 3 日) のイベントに吉村が招待され、本プロジェクトの成果を基調講演として発表した。会場はカンボジア工科大学の大講堂で、参加者は 150 名程度であった。
- ・ 大田区民大学の市民講座や北区の環境大学、千代田区の青年会議所のイベントなどで本研究の成果を含む水危機についての話題提供を行い、一般市民への水問題への関心の浸透を図った。また、神戸大学農学部公開講座において、市民 200 名に対し本研究成果を発表した。
- ・ 構築した灌漑シナリオ及び灌漑地空間データベースは、京都大学、東京大学、地球環境産業技術研究機構、農業環境技術研究所からデータ提供の依頼があり、提供した。
- ・ 本研究で行った研究成果を中心とした国際会議をトルコで開催し、その会議の内容が同国の新聞 2 紙に掲載された。
- ・ Rio+20 直前に開催された Global Water System Project のワークショップに招待され、招待発表を行った。これによって水分野からの Rio+20 への input に多少なりとも役立ったことを期待する。また、これからの世界気候研究計画 (WCRP) の将来像を議論する国際会議が昨秋ボウルダーで開催され、土地利用変化および水資源応用に関するセッションにおいて基調発表を行った。こちらも、多少なりとも今後の WCRP の方向付けに役立ったことを期待している。
- ・ 2012 年 9 月に外務省から依頼を受け、南アフリカ共和国の CSIR (科学産業研究カウンスル) と同国プレトリア大学において講演を行った。内容は日本及び世界各地の渇水対策であり、本研究の内容が中心となった。当日はおおよそ 60 名の政府関係者、研究者、大学関係者等が講演に参加した。
- ・ 熊本大学地下水環境リーダー育成国際共同教育拠点および岐阜大学流域水環境リーダー育成プログラムにおいて本研究の成果を生かした講義を行った (2013 年度)。具体的にはアジア各国からの留学生を対象に日本及び世界各国の地下水管理の政策事例を紹介した。受講者は共に 10 名前後であった。
- ・ 2013 年 10 月 14 日に行われた「設楽ダム連続公開講座 第 7 回とよがわ流域県民セミナー」にて、おおよそ 80 人の聴衆を前に招待講演を行った。テーマは市場取引を用いた環境流量の確保であり、本研究で行った水銀行の事例を紹介した。
- ・ IPCC 第五次報告書に研究代表者が Contributing Author として参加し、また研究成果が多数引用されている。

(3) 他分野への波及効果

なし

§ 5. 研究期間中の活動

1. 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
H21 年 10 月 23 日	第 1 回 県チーム全体打ち合わせ会	東京工業大学	12 人	代表および主たる共同研究者全員が、それぞれの研究の背景や目的、必要なデータや手法について発表し、意見を交換した。 ・各テーマについて1時間前後を使った発表と議論であり、相当充実したものとなった。 ・特に互いの連携についての議論を深め、事務的な面についても確認をした。
H22 年 4 月 5 日	第 2 回 県チーム全体打ち合わせ会	東京大学	15 人	・新ポストドク研究員の紹介 ・本プロジェクトの詳細説明と今後の展望(代表) ・各チームの H21 年度の成果と今後の課題と予定(代表及び共同研究者)
H22 年 7 月 21 日	第 3 回 県チーム全体打ち合わせ会	東京工業大学	20 人	・各チームの研究成果と進捗状況
H22 年 8 月 19 日	第 2 回水資源研究会及び第 4 回県チーム打ち合わせ	航空会館、新橋	55 人	・地球規模の水循環・水資源に関する3つの大型研究プロジェクト(科学研究費補助金基盤研究(S)「世界の水資源の持続可能性評価のための統合型水循環モデルの構築」、国立環境研究所の特別研究「全球水資源モデルとの統合を目的とした水需要モデル及び貿易モデルの開発と長期シナリオ分析への適用」、我々のチーム)合同の研究会。 ・これらのプロジェクトは、共通するテーマも多いため相互の情報交換促進が目的。
H22 年 8 月 23 日－ 8 月 27 日	第 1 回全球水資源モデル利用技術講習会	東京大学生産技術研究所	12 人	・全球水資源モデル H08 に関する技術をチームメンバー間で共有するための会合。 ・花崎氏(国立環境研)の指導の下、5 日間の講習(講義・演習)。

H22 年 9 月 12 日－ 9 月 15 日	代表・気候・ストック型資源チーム打ち合わせ及び河川調査	北海道大学	30 人	・進捗状況の報告と3チーム 合同の研究体制の打ち合わせ ・石狩川流域の河川調査
H22 年 11 月 5 日	サイトビジット兼第 5 回 鼎チーム打ち合わせ	東京大学	25 人	・JST によるサイトビジット ・各チームの成果と今後の 課題の打ち合わせ
H23 年 1 月 21 日	Long-term vision for the sustainable water use of the world's freshwater resources 兼第 6 回鼎チーム研究 打ち合わせ	神戸大学	19 人	・トルコの共同研究者である Mehmet Ali Cullu 氏と Onur Satir 氏による講演 会 ・各チームの研究成果と進 捗状況
H23 年 6 月 10 日	第7回 鼎チーム全体打 ち合わせ会(非公開)	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	22 人	研究進捗報告のためのミー ティング
H23 年 7 月 14 日	第 1 回鼎チーム若手研 究者打ち合わせ(非公 開)	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	7 人	研究の総合化(地域別 CL の決定)へ向けたミーティ ング
H23 年 8 月 21 日	神戸大・トルコチーム研 究ミーティング(非公開)	神戸大学 農学研究科	4 人	研究発表会および研究打ち 合わせ
H23 年 9 月 9 日	環境科学会 2011 年会 シンポジウム「世界で生 じる水問題とその解決に 向けた多様な研究アプ ローチ:社会科学からの アプローチ・最先端の学 際的モデリング」	関西学院大 学・西宮上 ヶ原キャン パス	45～50 人	研究進捗報告(国立環境研 究所主催セッション)
H23 年 9 月 10 日	神戸大学大学院農学研 究科公開講座 -これか らの日本の「農」を考え る	神戸大学 農学研究科	77 人	「世界的水危機は回避でき るか?」の題目で長野(神戸 大)が講演
H23 年 9 月 20 日－23 日	国際会議 「International Symposium Long term vision for the sustainable water & land use」	トルコ・アデ ィアマン大 学	45 人	研究進捗報告、発表、意見 交換 (トルコ、アディヤマン大学・ 総合地球環境学研究所共 催)
H23 年 9 月 24 日	第8回 鼎チーム全体打 ち合わせ会(非公開)	トルコ・アデ ィアマン大 学	22 人	研究の総合化(地域別 CL の決定)へ向けたミーティ ング
H23 年 11 月 10 日	水分野温暖化影響評価 に関する研究会	東京大学生 産技術研究 所	12 人	研究進捗報告と意見交換
H23 年 11 月 18 日	神戸大・トルコチーム研 究ミーティング(研究発 表会のみ公開)	神戸大学 農学研究科	6 人	研究発表会および研究打ち 合わせ

H24 年 1 月 13 日	水資源の持続可能性評価研究会(非公開)	東京大学生 産技術研究 所	9 人	全球モデルに関する研究進 捗報告と意見交換
H24 年 2 月 22 日	世界の食糧問題と灌漑 地拡大シナリオに関す る研究会	国立環境研 究所	20 人	灌漑シナリオに関する研究 進捗報告と意見交換
H24 年 3 月 19 日	神戸大・トルコチーム研 究ミーティング(非公開)	トルコ・ ハラン大学	6 人	研究発表会および研究打ち 合わせ
H24 年 4 月 13 日	水分野温暖化影響評価 に関する研究会	東京大学生 産技術研究 所	20 人	研究進捗報告と意見交換
H24 年 7 月 9 日	第 9 回研究打ち合わせ (非公開)	大阪府立大 学	25 人	研究発表会および研究打ち 合わせ
H24 年 8 月 1 日	水環境グループ公開セ ミナー	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	20 人	研究進捗報告および専門家 との意見交換のためのミー ティング
H24 年 8 月 13 日～17 日	AOGS – AGU (WPGM) Joint Assembly Session: “Global Change Impacts on Hydrological Cycle and Implications for Water Resources”	シンガポー ル	約 100 人	アジア太平洋域では最大級 の国際学会において、大型 のセッションを一つ立て、プ ロジェクトの研究成果報告、 関連の世界各地の研究者 の発表などを行い、意見交 換も行った。
H24 年 8 月 16 日	第 3 回若手研究者打ち 合わせ(非公開)	シンガポー ル	9 人	研究の総合化(地域別 CL の決定)へ向けたミーティン グ
H24 年 8 月 31 日	水分野温暖化影響評価 に関する研究会	東京大学生 産技術研究 所	15 人	研究進捗報告と意見交換
H24 年 9 月 18 日	農業農村工学会全国大 会企画セッション「世界 灌漑農業アトラスの開 発」	北海道大学	約 30 人	世界灌漑農業アトラスに関 する報告と意見交換
H24 年 11 月 19 日	水分野温暖化影響評価 に関する研究会	東京大学生 産技術研究 所	20 人	研究進捗報告と意見交換
H24 年 12 月 10 日	水環境グループ公開セ ミナー	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	20 人	研究進捗報告および専門家 との意見交換のためのミー ティング
H24 年 12 月 20 日	代表・水環境グループミ ーティング	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	5 人	論文作成のためのミーティ ング
H25 年 2 月 21 日	第 10 回 鼎チーム全体 打ち合わせ会(非公開)	東京工業大 学、大岡山 キャンパス	25 人	研究進捗報告のためのミー ティング
H25 年 3 月 11 日	代表・水環境グループミ ーティング	東京工業大 学・大岡山	5 人	論文作成のためのミーティ ング

		キャンパス		
H25 年 3 月 22 日	代表・ストック型水資源グループミーティング	東京大学総合研究機構	7 人	研究進捗報告のためのミーティング
H25 年 4 月 12 日	代表及び水環境グループ間ミーティング(非公開)	東京工業大学	5 人	グループ内共同で国際誌投稿のためのミーティング
H25 年 4 月 17 日	代表及びストック型水資源グループ間ミーティング(非公開)	東京大学浅野キャンパス	10 人	研究進捗報告のためのミーティング
H25 年 5 月 9 日～10 日	代表、農業・地域計画、政策チーム間ミーティング(非公開)	神戸大学	8 人	研究進捗報告のためのミーティング
H25 年 5 月 28 日	代表及び水環境グループ間ミーティング(非公開)	東京工業大学・大岡山キャンパス	5 人	グループ内共同で国際誌投稿のためのミーティング
H25 年 5 月 30 日	代表及び水環境グループ間ミーティング(非公開)	東京工業大学・大岡山キャンパス	7 人	グループ内共同で国際誌投稿のためのミーティング
H25 年 7 月 31 日	県グループサイトビジット	東京工業大学・大岡山キャンパス	27 人	JST によるサイトビジット
H25 年 7 月 31 日	第 11 回県チーム打ち合わせ(非公開)	東京工業大学・大岡山キャンパス	20 人	チーム全体ミーティング
H25 年 8 月 19 日	6th Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference 'Integrated Water Resources Management'	韓国、高麗大学	30 人	研究進捗報告
H25 年 9 月 5 日	代表及び全球モデルグループ間ミーティング(非公開)	東京都内	3 人	研究進捗状況の報告
H25 年 9 月 9 日	河川調査事前勉強会(非公開)	東京大学、生産技術研究所	30 人	熊本県白川水系河川調査事前調査報告
H25 年 10 月 24 日	CREST3 チーム合同シンポジウム打ち合わせ(非公開)	東京大学、生産技術研究所	8 人	3 チーム合同シンポジウム準備
H25 年 12 月 20 日	代表及び水環境グループ間ミーティング(非公開)	東京工業大学・大岡山キャンパス	3 人	グループ内共同で国際誌改訂のためのミーティング
H26 年 1 月 29 日	代表、農業・地域計画、政策チーム間ミーティング(非公開)	東京都内	4 人	研究進捗の報告

H26 年 3 月 10 日～ 11 日	CREST 水循環モデリン グ合同国際シンポジウム 「持続可能な水利用の 実現に資する水循環モ デリング」	東京大学、 生産技術研 究所	250 人	研究進捗の報告と 3 チーム 間の意見交換
H26 年 5 月 23 日	代表及び全球モデルグ ループ間ミーティング (非公開)	国立環境研 究所	3 人	グループ共同研究のためのミ ーティング
H26 年 5 月 30 日	第 12 回鼎チーム打ち合 わせ(非公開)	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	25 人	チーム全体ミーティング
H26 年 6 月 9 日	代表及びストック型水資 源グループ間ミーティン グ(非公開)	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	6 人	研究進捗状況の報告
H26 年 8 月 26 日	代表及び政策グループ 間ミーティング(非公開)	大阪府立大 学	4 人	グループ共同研究のための ミーティング
H26 年 9 月 10 日	代表及びストック型水資 源グループ間ミーティン グ(非公開)	東京大学	4 人	グループ共同研究のための ミーティング
H26 年 9 月 11 日	代表及び水環境グルー プ間ミーティング(非公 開)	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	4 人	グループ共同研究のための ミーティング
H26 年 10 月 30－31 日	International symposium on environmental flow and water resources management	Asian Institute of Technolog y (AIT), Thailand	50 人	Presentation and workshop for the communication on the e-flow related researches
H26 年 11 月 5 日	代表及び水環境グルー プ間ミーティング(非公 開)	東京工業大 学・大岡山 キャンパス	4 人	グループ共同研究のための ミーティング
H26 年 11 月 17 日	代表、政策及び農業グ ループ(非公開)	神戸大学	6 人	グループ共同研究のための ミーティング
H27 年 1 月 13 日	代表及びストックグルー プ(非公開)	東京大学	4 人	グループ共同研究のための ミーティング
H27 年 1 月 28 日	代表及び水環境グルー プ(非公開)	東京都内	3 人	グループ共同研究のための ミーティング
H27 年 2 月 13 日	代表及び政策グループ 間ミーティング(非公開)	大阪府立大 学	3 人	グループ共同研究のための ミーティング
H27 年 3 月 16 日	Seminar on Ecological Role of Flow Regime in Rivers at Global Scale	Egypt－ Japan University of Science and Technolog y (E-JUST)	20 人	本プロジェクトの概要および 水環境グループの成果をエ ジプトの同分野の研究者に 発表し、今後の展開を議論 した。

§ 6. 最後に

期間終了まで多分にご支援いただき誠にありがとうございました。各種予算の中で、最も体制が整備されていると共に、額もきわめて大きく、非常に助かりました。また、このような若手の集団に予算を付けてくださったこと重ね重ね厚く御礼申し上げます。



トルコ・アディアン大学との合同シンポジウム(2012 年9月)



3 チーム合同公開シンポジウムポスターセッション風景(2014 年 3 月)



チーム打ち合わせ風景(2014 年 5 月)