

平成 28 年 11 月 29 日 (火)
国土技術政策総合研究所
気候変動適応研究本部

水技術政策に関する海外最新情報
【H28-4 号】

< 定点観測：米英蘭政府機関の動き >

(1) 【米国：スパコンによる新しい全米水予報モデルの実装】

米国大気海洋庁 (NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration) は全米水予報モデル (NWM: National Water Model) Ver.1.0 を開発し、運用を開始した (2016 年 8 月 16 日)。

<http://www.noaa.gov/media-release/noaa-launches-america-s-first-national-water-forecast-model> (記事本文)

<http://water.noaa.gov/documents/wrn-national-water-model.pdf> (パンフレット：672KB)

<http://water.noaa.gov/map> (NWM 予測データ閲覧試験サイト)

<http://water.noaa.gov/tools/nwm-image-viewer> (解説サイト)

米国大気海洋庁 (NOAA) が開発した全米水予報モデル (NWM) は、米国全土での河川流出 (洪水を含む) を中心とした水文・水循環の現況再現と予測を行う分布定数型の水文学的モデルである。内務省地質調査所 (USGS) の 8,000 地点以上の流量観測所のデータを元に、NOAA の新しいスーパーコンピューターを用いて、アメリカ全土の 270 万地点 (以前の流量予報地点数約 4,000 地点の 700 倍) の河川流量の予報を行うことが可能となった。

NWM のコアシステムは、国立大気研究センター (NCAR) が開発した WRF-Hydro (Weather Research and Forecasting Hydrologic) モデルであり、大気陸面相互作用、水文流出過程、河川流量追跡の 3 つのサブモデルを結合した分布定数型水文・水循環モデルである。この WRF-Hydro モデルを NOAA のレーダを中心とした気象観測データ同化システム (MRMS: Multi-Radar/Multi-Sensor System および RAP/HRRR: (High-Resolution) Rapid Refresh) や気象・気候予測システム (GFS: Global Forecast System および CFS: Climate Forecast System) とさらに結合させ、再解析・同化をさせつつ予測計算させることで、

- 短期予報 (15 時間先までの 1 時間毎の予測値を毎時提供)
- 中期予報 (10 日先までの 3 時間毎の予測値を 1 日 1 回提供)
- 長期予報 (30 日先までの日毎のアンサンブル予測値を 1 日 4 回提供)

を実現している。予測対象は、270万地点の河川流量の他に、1kmメッシュでの大気陸面相互作用（蒸発散等）、250mメッシュでの滞留水深、土壌飽和深さである。予測生データはftpサイトにてNetCDF形式でダウンロードが可能である。また、NOAAホームページに試験的な閲覧サイトが設けられている。

NOAAでは、これまでの流量予報が主に1,000km²を超える流域面積スケールの地点に限定されていたことから、これまで洪水予測が行われていなかった上流域・中小流域でのFlash Flood（急激な増水を伴う洪水）の予測において特に有効としており、今後の開発の方向について、街区スケールでの氾濫予測や水質予測を言及している。

NOAAは、NWMの実装は、気象学分野で1970年代にメソスケール大気モデルが利用可能となったときと同等レベルの水文学分野における大きな飛躍であるとしている。

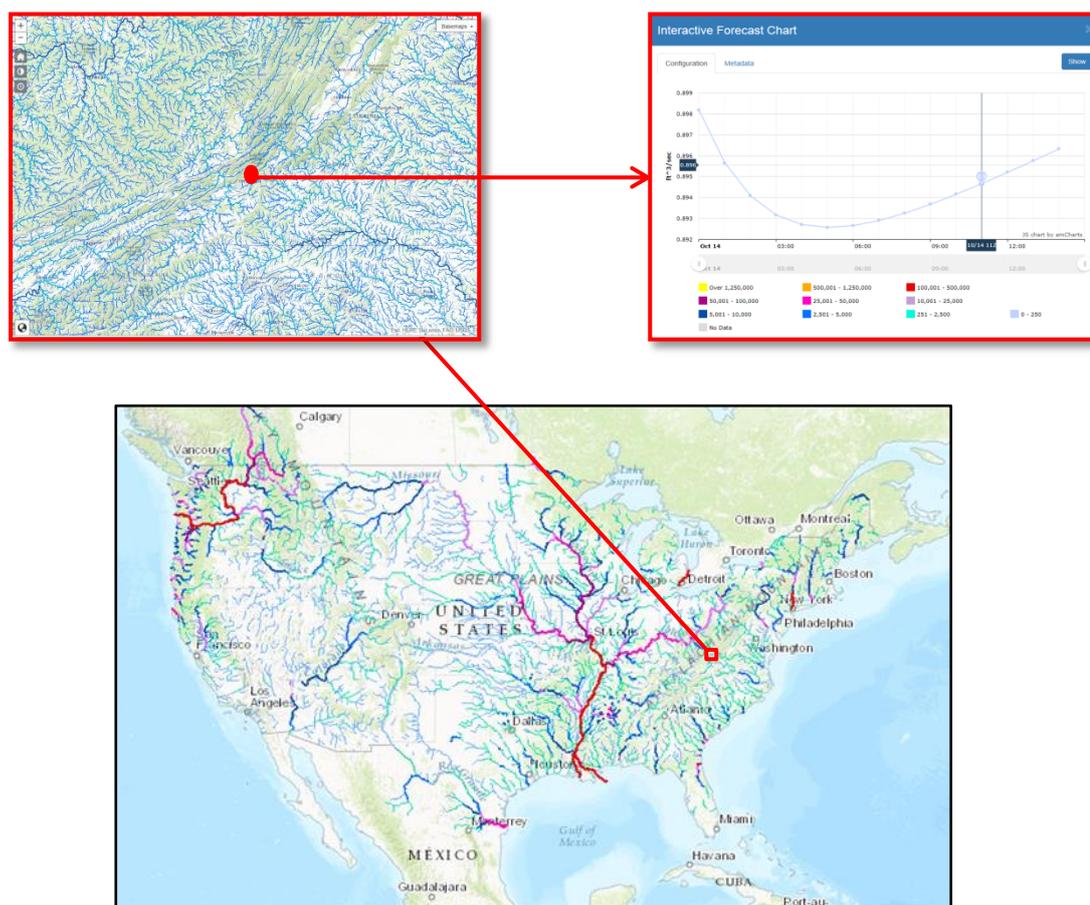


図 1 全米水予報モデル予測データ閲覧試験サイトと予測出力画面例（NWM Image Viewer）地図を拡大しながら、河川上の任意のクリック位置の最近傍の対象地点における予測データを確認できる。

(2) 【米国：氾濫原・湿地の保護管理に関する規則の改正案を公表】

米国連邦緊急事態管理庁（FEMA）は氾濫原管理と湿地保護規則（Floodplain and Management and Protection of Wetlands）の改正案を公表した（2016年8月22日）。

<https://www.fema.gov/federal-flood-risk-management-standard-ffrms>（記事本文）
https://www.fema.gov/media-library-data/1471873008367-aa64262bc35469dcdadea10f1ff5cedc0/FFRMS_NPRM_published.pdf（改定案本文：2.9MB）

FEMA が氾濫原管理と湿地保護を実施・支援するための内部規則について、2015年1月に既に発出されている大統領令第13690号「連邦洪水リスク管理基準の設定と利害関係者からの更なる意見聴取と考慮手続き（Executive Order 13690-Establishing a Federal Flood Risk Management Standard and Process for further Soliciting and Considering Stakeholder Input, E.O.13690）」（2015年1月）に適合させるための改正案が提示された。改正案の要点は、気候変動の影響で増大すると予測される洪水リスクから住民並びに連邦機関の資産を保護するため、氾濫原において FEMA の助成金を使用し災害後の修繕も含めた新規の民間建築及び公共施設の建設や大幅な修繕を行う場合に避けるべき洪水リスク域について、それを定める基準となる浸水位を変更する点である。すなわち、洪水危険地区を定義する浸水位として、これまでの基準浸水位（BFE：Base Flood Elevation，年超過確率1/100で発生する洪水による浸水位）ではなく、以下のいずれかの手法を用いて評価を行う、気候変動を考慮した連邦洪水リスク管理基準浸水位（FFRMS：Federal Flood Risk Management Standard）を用いることを義務づけるとしている。

- ①気候学に基づく最新の科学データと手法を用いて推定された浸水位
- ②基準浸水位に2フィート（約61cm）追加、要配慮施設においては3フィート（約91cm）追加した浸水位
- ③年超過確率1/500で発生する洪水による浸水位

詳細に関しては、国総研気候変動適応研究本部 HP において大統領令第13690号の概要を紹介した以下の資料も参照されたい。

http://www.nilim.go.jp/lab/kikou-site/data/info_data/2015kaigaijirei/02kouzuitaisaku-kikouhendou/07america/150323kouzuitaisaku-kikouhendou-america1.pdf
（米国の連邦洪水リスク管理基準（Federal Flood Risk Management Standard）（H27.1.30時点案）の概要（案））

<その他のニュース>

(3) 【気候変動による水不足と経済に与える影響に関して報告書を公表】

世界銀行（World Bank）は「気温上昇と水不足：気候変動が水資源と経済に与える影響（High and Dry: Climate Change, Water and the Economy）」という報告書を発表した（2016年5月3日）。

<http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/05/03/climate-driven-water-scarcity-could-hit-economic-growth-by-up-to-6-percent-in-some-regions-says-world-bank>（記事本文）

[http://documents.worldbank.org/curated/en/862571468196731247/pdf/105130-REVISED-K8517.pdf](http://documents.worldbank.org/curated/en/862571468196731247/pdf/105130REVISED-K8517.pdf)（報告書本文：15.77MB）

報告書は、気候変動は世界の水循環に影響を及ぼし、現在の水管理政策を続ければ、既に渇水の被害がある地域では、更に被害が悪化するとしている。また、生産性において、水は極めて重要な要素であり、水不足は経済成長を低下させる。そのため、地域によっては、水関連の損失のため2050年までにGDPの成長率が6%以上減退するとした（図2参照）。

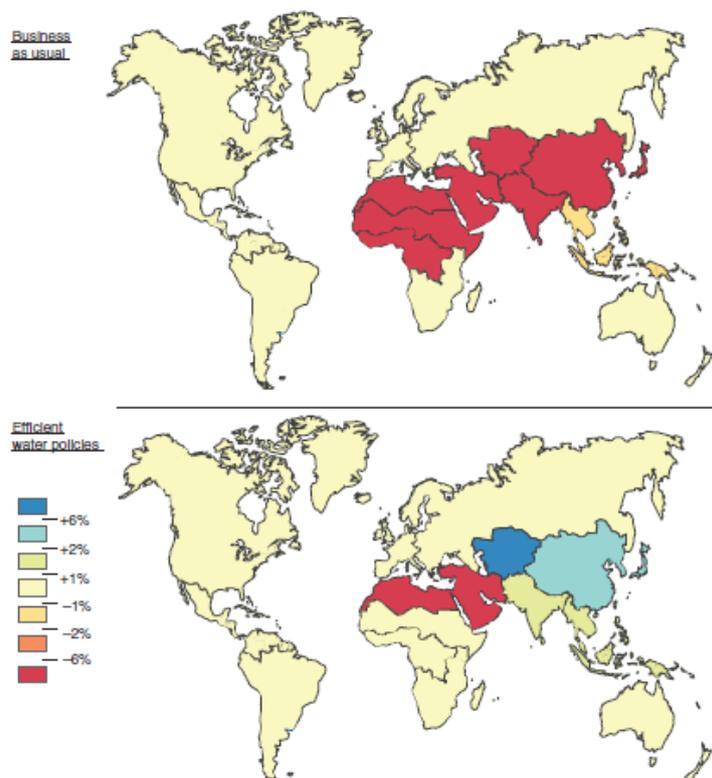


図2 2種類の政策を実施した場合のGDP成長率への影響（2050年時点）（上図：現在の水政策が継続する場合、下図：効果的な水配給の政策を行った場合）

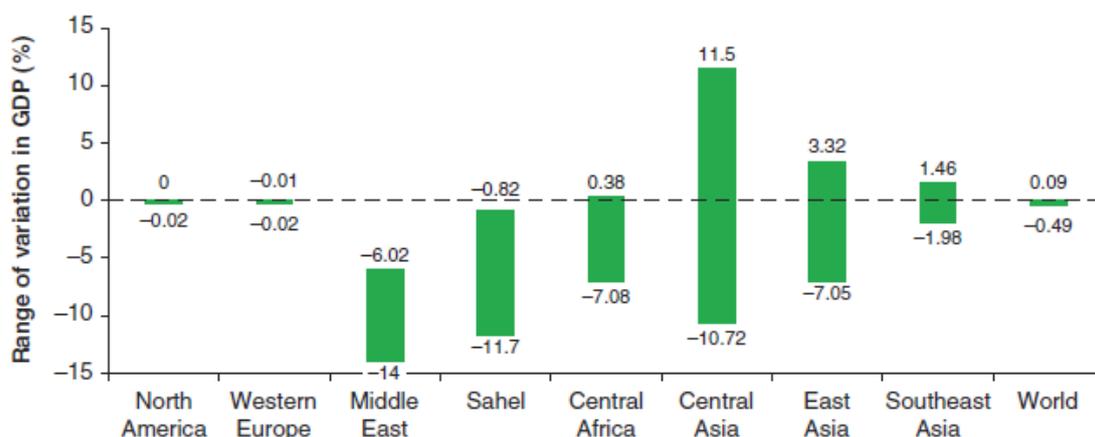
本報告書では、将来の経済状況のシミュレーションを行うため、人口統計、公共施設、科学技術、経済、生活習慣などを表す以下の 2 種類の成長シナリオ (Shared Socioeconomic Pathways, SSPs) を使用している。

①SSP1 (持続可能型) : 楽観的なシナリオで、持続可能な社会。人口成長率が低く、GDP は上昇傾向、温室効果ガスの排出量が少なく、適応策の必要性が低い。

②SSP3 (地域競争型) : 悲観的なシナリオで、水資源をめぐる紛争が勃発。温室効果ガスの排出量が高く、適応策の実施が少なく、経済発展が抑制される。

これらのシナリオを、応用一般均衡モデル (Computable General Equilibrium model) を用いて、気候変動による水不足が発生した条件の下、現在の水政策が継続する場合と、水不足を考慮したより効果的な水配給を促進する政策の場合の 2 つの政策シナリオにおける、各地域の 2050 年の GDP 成長率への影響を分析した。

分析の結果、現在の水政策が継続する場合、中東、サヘル地域、中央アフリカ、中央アジア、東アジアの GDP 成長率へのマイナス効果が著しい (図 3 グラフの下限値)。一方、効果的な水配給の政策を行った場合には、中央アフリカ、中央アジア、東アジア、東南アジアの GDP の成長率への影響はプラスに転じる (図 3 グラフの上限値)。しかし、既に深刻な水不足が問題となっている中東、サヘル地域では、効果的な水配給を行う水政策が実施されても、GDP の成長率への影響はマイナスのままである。これを受け報告書では、これらの地域では、より強固な政策が必要と述べている。



Source: World Bank 2015a.

図 3 気候変動の影響による GDP 成長率への影響 (2050 年時点) (異なる成長シナリオ、政策シナリオの 2 者の組み合わせの違いにより影響度合いが変化している)。

さらに報告書では、気候変動の影響による水問題を削減するための対策として、①水供給の増加、②水需要の削減、③気候変動リスクを低減するための分野への投資の、3 つを述べている。

①においては、都市部での排水の再利用、海岸部での海水の淡水化、ダムによる貯

水による水供給の増加を具体的な対策として挙げている。また、水供給が増加しても、低コストで提供すると逆に、商業、農業用水として水の需要がさらに高まる危険性があるとし、水の効果的な利用と配給を促す政策とセットにする必要があるとしている。

②においては、世界的な人口増加と収入の増加により水需要が増加しているにもかかわらず、水の過用を促す政策とそれに伴う水需要の増加に関して、十分な調査が行われていないとしている。そのためまず、水に対する現在の一般的な認識を変えて、水は著しい収益効果をもたらすが、資源として不足しているものであることを共通認識とする必要がある。その上で、行政命令または、経済的手法により、最も利益をもたらす所に水を供給する。具体的な対策として水取引許可の発行が挙げられており、民間が所有する水資源を販売、貸し出す権利を与えることで、売り手と買い手の両者にとって利益をもたらすとしている。そのためには、法律、制度上複雑な構造を伴う、信頼のおける取引システムを構築する必要がある。その他、都市部での水需要を減少させるためには水使用量の見える化と水価格の設定(pricing)が有効であるが、農業取水を含む産業用水に対しては水価格設定の効果はより複雑であることや、水の値上げによる影響を大きく受ける弱者への補助、水の市場価格の高騰を防ぐ措置、等のも併せて必要であることを指摘している。

最後に③については、極端気象による被害を防ぐために、水文気象学など科学技術への投資と、インフラおよび早期警報システムの整備の必要性が述べられている。

(4) 【洪水リスクと環境脆弱性に関する報告書を公表】

欧州環境機関（EEA: European Environment Agency）は、洪水リスクと環境の脆弱性：氾濫原の復元、水政策、テーマ別政策間の相乗効果の研究（Flood risks and environmental vulnerability - Exploring the synergies between floodplain restoration, water policies and thematic policies）を公表した（2016年1月26日）。

<http://www.eea.europa.eu/highlights/floodplain-management-reducing-flood-risks>（記事本文）

<http://www.eea.europa.eu/publications/flood-risks-and-environmental-vulnerability/#content-1>（報告書本文：6.7MB）

本報告書は、主に洪水防御における氾濫原の役割に着目し、EU 洪水指令（EU Flood Directive）の施行後、指令が気候変動対応策、災害リスク軽減策がどのように環境に影響を与えたのかを裏付け、水管理における自然保護と経済成長の相乗作用を調査したものである。具体的には、洪水リスクマネジメントの統合的アプローチの便益に着目し、水枠組み指令（Water Framework Directive）、野鳥指令（Birds Directive）および生息地指令（Habitats Directive）、洪水指令のような EU の規制の連携を行い、一貫した対策や措置を実行するなら政策の効果を高めるだろうと論じている。

まず、EU においては、社会経済発展の結果、90 パーセントの氾濫原が都市化や農地の無計画な拡大により失われ、洪水リスクの削減や、多様な生物の生息地としての役割をもはや果たせなくなった。さらに、氾濫原の経済的資産価値が増加しているため、氾濫原における洪水防御策に対する負担が増加しつつある。この傾向が続けば、1 年間の洪水による損失は、2050 年では現在の 5 倍、2080 年には 17 倍になると予想されており、うち 70～90 パーセントは社会・経済発展が要因、残り 10～30 パーセントは気候変動が要因としている。

このような影響に対して、Natura 2000 networks^{注1)} の例のように、健全な生態系の復元は、しばしば洪水の防止や軽減に効果的であり、氾濫原の修復のような長期的な自然ベースの解決策で補足するべきとしている。本報告書は、将来的なシナリオが不明確な場合には、自然ベースの対策を組み合わせた適応策が、費用対効果の確保のカギであると主張している。ただしこれらの対策による定量的な防災・減災効果については具体的に示されていない。

注 1) Natura 2000 : 欧州連合 28 ヶ国が加盟する、世界で一番大きい自然保護区のネットワークであり、加盟国の 18 パーセントの陸地と 6 パーセントの海洋を保護区として設定している。野鳥指令 (1992 年) および生息地指令 (1979 年) によって定められた絶滅危惧種や、それらの生息地の長期的な保護を目的としている。加盟国は、生態学上および経済上の両面で持続可能な方法で、保護区の管理を行う必要がある。

参考 : European Commission 'Natura 2000' in 'Nature and biodiversity' page.
http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm

【お問合せ先】

国土技術政策総合研究所 気候変動適応研究本部 事務局
河川研究部 深見 (M8092-3512, fukami-k92ta@nilim.go.jp)
山本 (M8092-3527, yamamoto-y92td@nilim.go.jp)
(情報収集担当 : 河川研究室 生江)