

気候変動適応に関する研究の推進と地域との連携

Promotion of research on climate change adaptation and collaboration with local communities

向井人史*

1. 世界的な気候変動の影響の増加

近年の気象災害は日本でもそうでもあるように世界でも災害事象が大きく報じられてきている。例えば、アメリカではNOAAの報告書¹⁾には2021年における多くの異常気象イベントがあげられている。特に近年毎年のように報告されるようになっていく大規模な森林火災は、カリフォルニア州の8月の火災をはじめ西海岸からコロラド州まで広い範囲で広がっている。カリフォルニアの8月の火災はこの州のこれまでの2番目の規模と報じられており、この時96万エーカーの森林地域が燃えたとされている。これによりおよそ千件の建物の被害や住民の避難を余儀なくされた。また森林の劣化はもとより大気中の粒子状物質PM、NO_x、COなど大気質に関わる影響が周辺にもたらされている。コロラド州での12月の火災規模自体は大きくなかったものの、Boulderの住宅地を含む地域を火災に飲み込み、その被害は大きなものとなったと言われている。これらの背景になっているアメリカでの高温や夏以降の干ばつは森林火災の発生や規模をこれまで以上に

拡大する大きな要因となっている。

高温の記録も各州で塗り替えられており、例えば、ワシントン州やカナダ西海岸での高温が2021年の6月に記録されている。カナダの記録はまさに驚くべき記録であり、温暖化の影響を強く意識させるイベントとなった。バンクーバーから260km北東にはなれたLyttonにおいては2日続けて過去の記録が塗り替えられ49.6度という記録が84年前の記録に最終的に置き換わる気温となった²⁾。この気温は平年値より24度高いものと報じられている。

一方この6月、東海岸では、ハリケーン「アイダ」による豪雨がニューヨーク州ならびにニュージャージー州に襲いかかり、洪水により多くの道が冠水し多数の死者が出たこと報じられた他、ニューヨークのブルックリン区の地下鉄の駅に雨水が滝のように侵入するという衝撃的な光景がTVに映し出されていた。

さらに、言えば年末も近づいた12月の寒いタイミングで起こった南部と西部の6州で起こった巨大な竜巻群は多くの衝撃的な被害を残した。米国大気海洋庁(NOAA)の観測報告には図2のような多数の竜巻が観測されている³⁾。12月の気温が高温であったことに対して急激な寒気が入ることによって起こった巨大竜巻群の発生は、やはり気候変動が極端現象を引き起こす背景にあるのとの見方もある。しかし、これらのイベントが気候変動とどのように関わっているかを定量的に評価するにはまだ研究が必要とされている。

異常気象はもちろんアメリカばかりではなく、アジアでも2021年6月20日に中国の鄭州市での降水量は平年時間雨量201.9mmという中国全土の最高値を記録した⁴⁾ことに象徴されるように、中国の

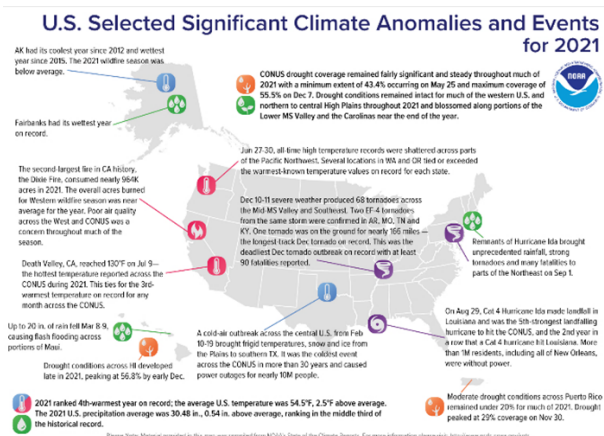


図1 NOAAが報告した2021年の異常気象イベント¹⁾

* 国立研究開発法人 国立環境研究所 気候変動適応センター

洪水による被害が多く発生し、その経済損失 177 億 US \$ と報じられている⁴⁾。この WMO の報告書のまとめによると、世界の気温の上昇傾向に加え、氷河の体積の減少や海面水位の上昇が近年に向けて加速している傾向も示されている。

WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-

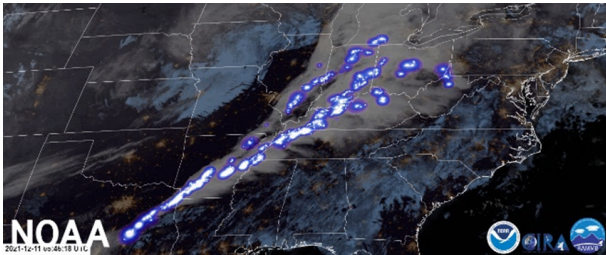
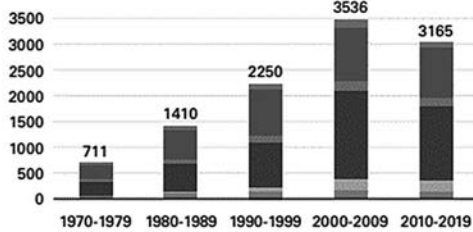
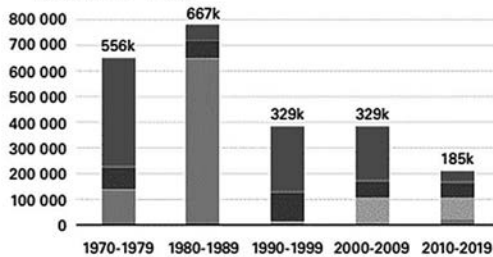


図2 2021年12月10日午後11時46分CSTで撮影されたNOAAのGOES-16衛星からのビュー。米国中南部で竜巻が発生し、NOAA国家気象局(NWS)は12月18日時点で61の竜巻を確認し、そのいくつかは長い軌跡をもつ³⁾。

(a) 災害数



(b) 死亡者数



(c) 経済的損失 (US \$ billion)

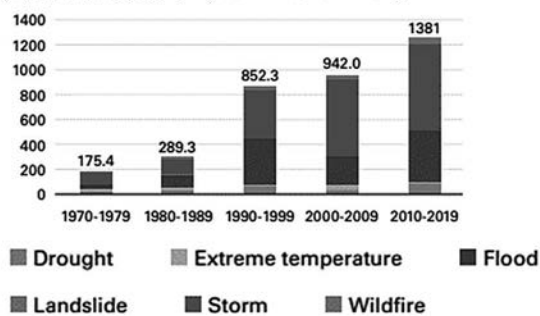


図3 気象災害による被害の10年ごとのまとめ⁵⁾
(a) 災害件数, (b) 気象災害による死者数, (c) 災害による経済的損失

2019) (WMO-No. 1267)⁵⁾によると、近年の気候変化をもとにした災害被害の統計を見ると、死者数は下がってはいるものの、その内容はより高温に関わる内容に変わってきているし、災害数自体は増加していることを示している。損失額自体は災害の増加とともに増加していることが示されている。(図3)

IPCCの第6回評価報告書(AR6)では、社会経済シナリオを加味した、将来のあり得るシナリオを提示しているが、そのいずれも2040年付近ですでに1.5~2度Cの気温上昇になることを示している。従って、この現在も変化が見られている気候に対してどのように対処していくかという「適応」という対策の重要性がCOPの中でも強く議論されるようになってきている。パリ協定では2度Cないし1.5度を目標に温室効果ガス削減策を議論しているが、うまくいかないとそれを超えてくる可能性があるが、もしそうなった場合の起こってくる影響の範囲や強度は大きく、またグローバルに影響が進んだ場合の対処方法は非常に困難になると言われている。

2. 国内の気候変動適応に対する動き

国内の気候変動の影響は気象災害の頻発化に代表されるように危機感が増してきているが、これに対して適応する動きも徐々に進んでいる。日本での温暖化対策に係る法律は1998年に制定され京都議定書に代表される温室効果ガス削減に係る枠組みを最初に作って来た(図5)。さらに、世界の情勢を見ながら2018年には気候変動への適応を進めるための法律「気候変動適応法」が制定され、国としてどのように適応を進めるかを法律によって定めた。図6に示した第一章総則の中の目的⁷⁾をみると、IPCCの気候変動の定義が温室効果ガス排出によるという人為起源の原因で起こることとして述べられているに対して、この法律はそれ以外の要因からの気

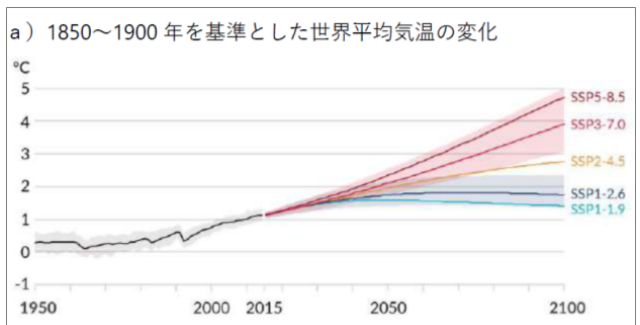


図4 IPCC第6次評価報告書SPMにおける気温変化シナリオ(図SPM.8)⁶⁾

候変動もそれに加えている点が特徴としてあげられる。当然、気候変動は両者が重なり合いながら起こる現象であり、個々の気象災害等を区別して対策することはできない。

この法律では国や地方自治体、さらには事業者や個人の適応策に対する責務を記述しながら、影響・適応に関する科学的、技術的情報の収集、整理、分析などの重要性が示されている。そのため、国立環境研究所では、気候変動適応センターを新たに設置し、各種情報の収集ならびにその情報をステークホルダーに届ける任務を負っている（図7）。ここで必要な情報は気候変動影響に関わる情報や適応策に関する科学・技術的情報ということになるが、そのため各種の研究機関や地方自治体が設置している地域気候変動適応センター（「地域センター」と呼ぶ）との協力体制構築が非常に重要になってきている。

3. 日本における気候変動影響の評価

日本の気候変動影響に関しては「気候変動影響報告書」が刊行されているが、昨年度2回目が作成さ

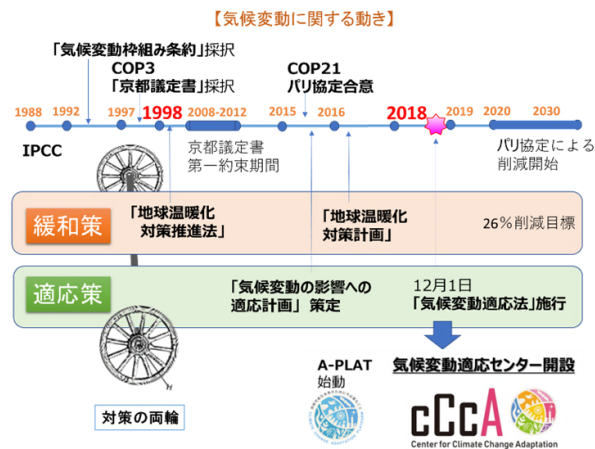


図5 これまでの日本における気候変動対策の動き

第一章 総則

（目的）

第一条 この法律は、地球温暖化（地球温暖化対策の推進に関する法律（平成十年法律第百十七号）第二条第一項に規定する地球温暖化をいう。）その他の気候の変動（以下「気候変動」という。）に起因して、生活、社会、経済及び自然環境における気候変動影響が生じていること並びにこれが長期にわたり拡大するおそれがあることに鑑み、気候変動適応に関する計画の策定、気候変動影響及び気候変動適応に関する情報の提供その他必要な措置を講ずることにより、気候変動適応を推進し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与することを目的とする。

図6 気候変動適応法の第一条（目的）⁷⁾

れ^{8,9)}、各分野での各種影響の評価が行われている。ここでは、7分野（農業・林業・水産業、水環境・水資源、自然生態系、自然災害・沿岸域、健康、産業・経済活動、国民生活・都市生活）においてそれぞれの影響の重大性、緊急性、確信度を最新の科学的情報から評価しなおしている。中には新しい項目も追加されている、例えば農業分野では、食料自給、水産業では沿岸域・内水面漁場環境等、自然生態系では生態系サービス、健康分野では温暖化と大気汚染の複合影響、脆弱性の高い集団への影響、商業では小売業、観光では自然資源を利用したレジャーというものが追加された。また、重大性においては、2種のシナリオ（RCP2.6/RCP8.5）に対応した評価が行われた。

今回の評価においては、より重大性や緊急性が増加したものが多くあり、野菜や畜産や陸域生態系、強風、水系食品関連感染症、節足動物媒介感染症への緊急性や重大性が増大した。また、産業においては建設業、国民生活としては生物季節や伝統行事への影響も緊急性が強くなった。

確信度は科学的知見の集積度を示す指標であるが、自然災害の河川、沿岸、山地への気候変動影響の確信度は高い。しかし、まだまだ将来に向けて、研究活動の集積は必要であるものが多い。たくさん知見があっても、それぞれの結論が一致していない場合も確信度が低いとされるために、多くの評価は中程度である。一方、自然環境の里山生態系、野生鳥獣、淡水生態系、海洋生態系などは確信度が低い。その他、感染症なども今後の研究に期待されている。

また、これらの分野間の影響の連鎖というものに今回の報告書では注目されている。自然環境が悪化することで、災害の発生が増加したり、産業の業績が悪化したりするなど、またはその逆など互いに分

国立環境研究所の気候変動適応への取り組み

- 2018年12月、気候変動適応センター設立
- 気候変動適応法第11条に基づく（情報の収集・整理・分析、都道府県又は市町村、地域気候変動適応センター（LCCAC）に対する技術的援助、他の国研との連携等を研究と一体的に推進
- 成果の提供や技術的助言を通じて、気候変動適応策の推進に貢献 【関係著作既資料を基に改訂】

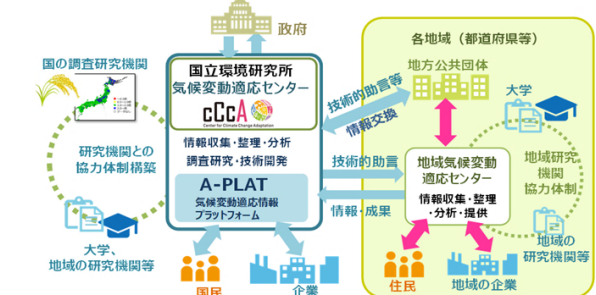


図7 気候変動適応センターの位置づけ

分野	大項目	小項目	重大性 (RCP2.6/8.5)	緊急性	確信度
農業・林業・水産業	農業	水稲	●/●	●	●
		野菜等	●/●	●	●
		果樹	●	●	●
		麦・大豆・飼料作物等	●	●	●
		畜産	●	●	●
	水産業	病害虫・雑草等	●	●	●
		農業生産基盤	●	●	●
		食料供給	●	●	●
		沿岸域・内水面漁場環境等	●	●	●
		湖沼・ダム湖	●	●	●
水環境・水資源	水環境	河川	●	●	●
		沿岸域及び閉鎖性海域	●	●	●
		水供給(地表水)	●	●	●
		水供給(地下水)	●	●	●
		水需要	●	●	●
	水資源	湖沼・ダム湖	●	●	●
		河川	●	●	●
		沿岸域及び閉鎖性海域	●	●	●
		水供給(地表水)	●	●	●
		水供給(地下水)	●	●	●
自然生態系	陸域生態系	高山・亜高山帯	●	●	●
		自然林・二次林	●	●	●
		里地・里山生態系	●	●	●
		人工林	●	●	●
		野生鳥獣による影響	●	●	●
	淡水生態系	湖沼	●	●	●
		河川	●	●	●
		湿原	●	●	●
		沿岸生態系	●	●	●
		亜熱帯・温帯・亜寒帯	●	●	●
海洋生態系	高山・亜高山帯	●	●	●	
	自然林・二次林	●	●	●	
	里地・里山生態系	●	●	●	
	人工林	●	●	●	
	野生鳥獣による影響	●	●	●	
自然生態系	生物季節	●	●	●	
	分布・個体群の変動(在来生物)	●	●	●	
	分布・個体群の変動(外来生物)	●	●	●	
	生態系サービス	●	●	●	
	地域の栄養塩・懸濁物質の保持機能等	●	●	●	
自然生態系	沿岸域の藻場生態系による水産資源の供給機能等	●	●	●	
	サンゴ礁によるEco-DRR機能等	●	●	●	
	自然生態系と関連するレクリエーション機能等	●	●	●	
	自然生態系と関連するレクリエーション機能等	●	●	●	
	自然生態系と関連するレクリエーション機能等	●	●	●	
自然災害・沿岸域	河川	洪水	●/●	●	●
		内水	●	●	●
		沿岸	●	●	●
		海面上昇	●	●	●
		高潮・高波	●	●	●
	山地	海岸侵食	●	●	●
		土石流・地すべり等	●	●	●
		強風等	●	●	●
		複合的な災害影響	●	●	●
		冬季の温暖化	●	●	●
健康	暑熱	冬季死亡率等	●	●	●
		死亡リスク等	●	●	●
		熱中症等	●	●	●
		感染症	●	●	●
		水系・食品媒介性感染症	●	●	●
	その他	節足動物媒介感染症	●	●	●
		その他の感染症	●	●	●
		温暖化と大気汚染の複合影響	●	●	●
		脆弱性が高い集団への影響(高齢者・小児・基礎疾患患者等)	●	●	●
		その他の健康影響	●	●	●
産業・経済活動	製造業	食品製造業	●	●	●
		エネルギー	●	●	●
		商業	●	●	●
		小売業	●	●	●
		金融・保険	●	●	●
	観光業	レジャー	●	●	●
		自然資源を活用したレジャー等	●	●	●
		建設業	●	●	●
		医療	●	●	●
		その他(海外影響等)	●	●	●
国民生活・都市生活	都市インフラ・ライフライン等	水道、交通等	●	●	●
		文化・歴史などを感じる暮らし	●	●	●
		生物季節、伝統行事・地場産業等(生物季節)	●	●	●
		伝統行事・地場産業等(地場産業)	●	●	●
		暑熱による生活への影響等	●	●	●
	その他	インフラ・ライフラインの途絶に伴う影響	●	●	●
		インフラ・ライフラインの途絶に伴う影響	●	●	●
		インフラ・ライフラインの途絶に伴う影響	●	●	●
		インフラ・ライフラインの途絶に伴う影響	●	●	●
		インフラ・ライフラインの途絶に伴う影響	●	●	●

※重大性については、一部の項目においてRCP2.6/8.5シナリオに沿った評価を実施

図8 気候変動影響報告書(総説)による各分野の評価のまとめ⁸⁾
(<https://www.env.go.jp/press/files/jp/115261.pdf>)

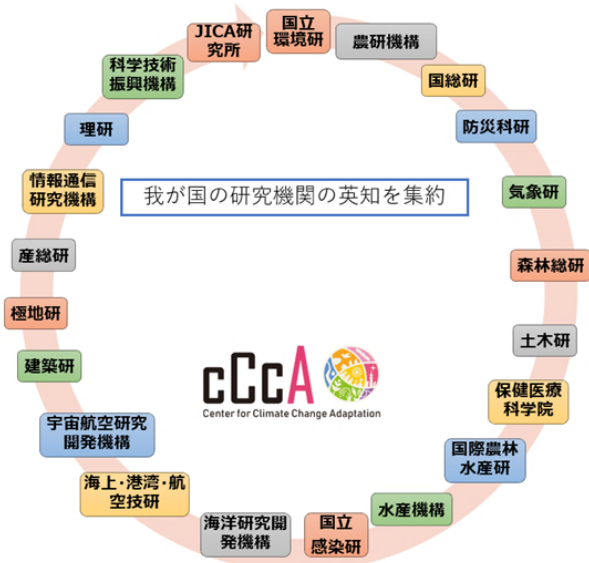


図9 気候変動適応に関する研究機関連絡会議の組織化¹⁰⁾

野間での関連によって影響や被害が拡大することなどが懸念される。従って、科学的に各分野ごとの研究は重要でありながら、さらにそれが関連する分野も含んだ複合領域の研究が現場の状況に合わせて必要になっていくと思われる。

4. 研究の連携の枠組みの形成

ここまで、気候変動の影響・適応の分野の状況を簡単に見てきたように、この影響適応研究はある意

味無限に広がった分野と言えるものである。また研究の内容は実践的なものとなっており、適応策を考えると現場ニーズとも密接に結びついたものであろうと考えられる。そのため、研究機関同士の連携や研究機関と現場との連携が新たな研究テーマを作り、現場の課題対応型の研究を推進するためのキーとなると考えられる。

気候変動適応センターでは、気候変動に関連する国の研究機関の連携を進めるべく、「気候変動適応に関する研究機関連絡会議」を立ち上げた¹⁰⁾。これは、呼びかけに応じた国の研究機関(国立研究開発法人を含む21機関)が、気候変動に関して情報交換を行っている会議であるが、その下で研究会というものを実務者が運営している。研究会は、主に研究者同士が情報交換を行う場所であり、これまで、各機関での研究活動紹介を軸に発表をお願いしてきたが、今年からさらに具体的な研究課題ごとの情報交換を行うべく、分科会形式の会合を開催する。今回からさらに現場の担当者や研究者を交えて、どのようなことが現場での問題になっているかなどを踏まえつつ今後の研究の方向などを議論していただくこととなっている。国の施策の連携は環境大臣を議長とした気候変動適応推進会議というものが設置されているが、こちらの連絡会議は研究側の連携母体であると考えられる。

さらに、地方自治体においては個々に適応計画の

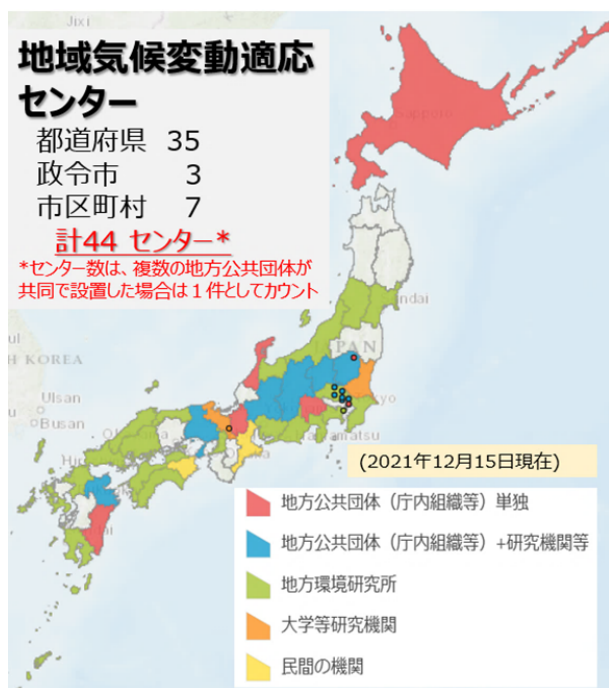


図10 地域気候変動適応センターの設立数（2021年12月15日現在）¹²⁾

策定数が順調に増加しており¹¹⁾、さらに適応情報などを集約する地域センターは徐々にその数を増やしている¹²⁾。現在44の地域センターと気候変動適応センターとの連携は進んできている（図9）。これらの地方自治体の現場の研究機関のニーズと上記の連絡会議に参加の国の研究機関のシーズをうまくマッチングすることができれば、より効果的な研究活動がいろいろの場面で展開されることが期待される。

5. まとめ

ここでは、気候変動の顕在化が日本だけではなくグローバルに広がっていることを再認識するとともに、それに対応する影響予測や適応研究の充実の重要性を現在の影響報告書の評価を見ながら確認してきた。日本では、気候変動適応法ができたことにより、気候変動適応センターや地域センターの設立が動き出し、自治体の適応計画なども進み始めたところである。これに対して、各研究機関や大学での気候変動研究が現場のニーズと共に発展していくことが期待されており、各種の連携が始まるための枠組みを作っていることを紹介した。

参考文献

1) National Climate Report - Annual 2021,

- <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/national/202113>
- 2) <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/top-ten-weather-stories/2021.html#toc2>
- 3) <https://www.noaa.gov/news/december-2021-tornado-outbreak-explained>
- 4) State of Climate in 2021 : Extreme events and major impact, WMO Published 31 October 2021
- 5) WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019) (WMO-No. 1267)
- 6) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第6次評価報告書, 第1作業部会報告書 (自然科学的根拠) 政策決定者向け要約 (SPM) の概要 (ヘッドライン・ステートメント) <http://www.env.go.jp/press/109850/116628.pdf>
- 7) 気候変動適応法 (平成三十年法律第五十号)
- 8) 気候変動影響報告書 (総説) (環境省, 令和2年12月17日) <https://www.env.go.jp/press/files/jp/115261.pdf>
- 9) 気候変動影響報告書 (詳細) (環境省, 令和2年12月17日) <https://www.env.go.jp/press/files/jp/115262.pdf>
- 10) 気候変動に関する研究機関連絡会議 (第1回) https://adaptation-platform.nies.go.jp/plan/institute/liaison_meeting/report/renrakukaigi_001.html
- 11) 地域気候変動適応計画一覧 <https://adaptation-platform.nies.go.jp/local/plan/list.html>
- 12) 地域気候変動適応センターの一覧 <https://adaptation-platform.nies.go.jp/local/lccac/list.html>

著者略歴



向井人史 (むかい ひとし)

早稲田大学理工学部応用化学科, 東京大学工学系研究科修士課程化学工学専攻を経て, 1982年に国立公害研究所 (現在の国立環境研究所) に入所. 微量化学計測, 環境化学などをもとに汚染の長距離輸送や温暖化における物質循環過程を研究. 地球環境研究センター長を経て, フェローとして気候変動適応センター長を務める. 工学博士.