

用語集

これまで気象庁の刊行物において用語集に取り上げている気候変動に関する用語のうち、本報告書でも使用しているものを以下に掲載する。この解説が本報告書をより深く理解する一助となれば幸いである。なお、用語の後ろに配置した[]は、略語等の読み仮名を平仮名で記載したものである。

(IPCC, 2021; WMO, 2022; 気象庁, 2015; 気象庁, 2024c; 気象庁, 2024h)

アンサンブル

条件を少しずつ変えた多数の予測実験を行い、平均やばらつきの程度といった統計的な情報を用いて予測の不確実性を捉える手法。

一酸化二窒素 (N₂O) [えぬつーおー]

1分子当たりの温室効果が二酸化炭素の約273倍と大きく、対流圏では極めて安定しているため大気中の寿命が109年と長い気体である。大気中に放出される一酸化二窒素の約57%は自然起源（海洋や土壌など）であり、人為起源（バイオマス燃焼、施肥及び各種工業過程など）によるものは約43%である（WMO, 2024）。これらは成層圏において主に太陽紫外線により分解されて消滅する。

ウォーカー循環

太平洋赤道域で見られる東西の循環。通常、対流圏下層で東風が、上層で西風が吹いており、インドネシア付近が上昇流域に、太平洋東部が下降流域になっている。エルニーニョ現象時にはこの循環が弱くなることが知られている。

エアロゾル（「エアロゾル」とも言う。）

大気中に浮遊している固体あるいは液体の微粒子。地表や海面から舞い上がるものや、工業活動によって排出されるばい煙、気体（前駆物質）から生成される二次生成粒子などがある。太陽光の吸収・散乱や凝結核として雲の生成などに影響する。エアロゾルのうち、粒子の大きさ（粒径）が2.5μm以下と非常に小さいものを微小粒子状物質（PM2.5）という。PM2.5は、髪の毛の太さの1/30程度と非常に小さいため、吸引による健康への影響が懸念されている。

エルニーニョ／ラニーニャ現象

エルニーニョ現象は、太平洋赤道域の日付変更線付近から南米沿岸にかけて海面水温が平年より高くなり、その状態が一年程度続く現象である。逆に、同じ海域で海面水温が平年より低い状態が続く現象はラニーニャ現象と呼ばれ、いずれも数年に一度発生する。エルニーニョ現象やラニーニャ現象は、日本を含め世界中の異常な天候の要因となりうると考えられている。

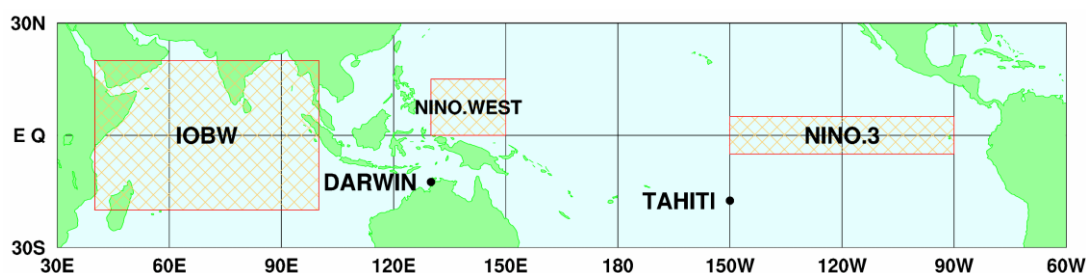


図 用語集.1 エルニーニョ監視海域（NINO.3）の位置

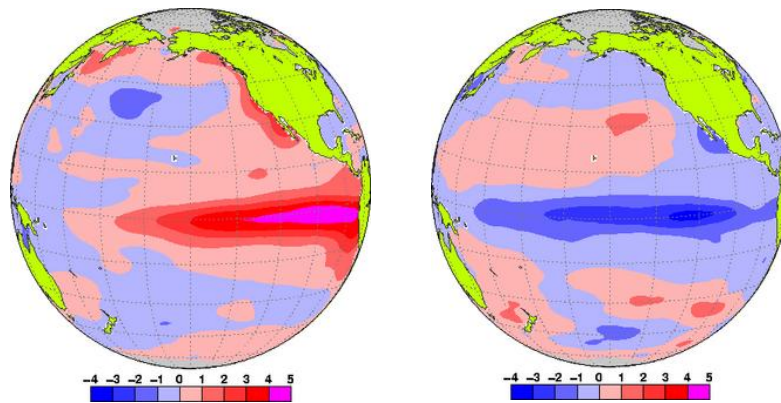


図 用語集.2 エルニーニョ現象時（左）及びラニーニャ現象時（右）の月平均海面水温平年偏差
赤が平年より高く、青が平年より低く、色が濃いほど平年偏差が大きいことを表す。左の図は、
1997/1998 エルニーニョ現象が最盛期にあった 1997 年 11 月における海面水温の平年偏差、右の図は
1988/1989 ラニーニャ現象が最盛期であった 1988 年 12 月における海面水温の平年偏差。単位は℃。

気象庁では、エルニーニョ監視海域（北緯 5 度～南緯 5 度、西経 150 度～西経 90 度；図 用語集.1 中の NINO.3 の領域）の月平均海面水温の基準値（その年の前年までの 30 年間の各月の平均値）との差の 5 か月移動平均値が、6 か月以上続けて $+0.5^{\circ}\text{C}$ 以上／ -0.5°C 以下となった場合をエルニーニョ／ラニーニャ現象としている。

図 用語集.2 は典型的なエルニーニョ現象及びラニーニャ現象が発生している時の太平洋における海面水温の平年偏差の分布を示している。日付変更線（経度 180 度）の東から南米沿岸にかけての赤道沿いで、赤あるいは青の色が濃く、海面水温の平年偏差が大きくなっている。エルニーニョ／ラニーニャ現象は、太平洋の赤道付近で吹いている持続的な東風（貿易風）と密接な関係がある。貿易風は、エルニーニョ現象時には弱く、ラニーニャ現象時には強い傾向が見られる。貿易風の強さを決める要因は太平洋の東部と西部の間の海面気圧の差だが、この気圧差は大小を交互に繰り返しており、これを南方振動という。エルニーニョ／ラニーニャ現象と南方振動は、それぞれが独立に起きているのではなく、大気と海洋が相互に影響を及ぼしあって起きている一つの現象の異なった側面であり、これらを総合的に捉えて「エルニーニョ・南方振動（El Niño - Southern Oscillation）」、略して「ENSO（エンソ）」という。

オゾン層破壊物質

成層圏オゾンを破壊する物質であり、通常、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」によりその生産等が規制されている物質を指す。主要なものとして、クロロフルオロカーボン類（CFC-11、CFC-12、CFC-113 など。これを日本では一般に「フロン」と呼ぶ場合がある）、四塩化炭素、ハイドロクロロフルオロカーボン（HCFCs）、1,1,1-トリクロロエタン、塩化メチル、ハロン類、臭化メチルなどがある。また、これらのオゾン層破壊物質は温室効果ガスでもある。

オゾンホール

南極上空のオゾン量が極端に少なくなる現象で、オゾン層に穴のあいたような状態であることからその名が付けられた。南半球の冬季から春季に当たる 8～9 月頃発生、急速に発達し、11～12 月頃に消滅するという季節変動をする。1980 年代初めからこのような現象が観測されて

いる。なお、オゾンホール面積は、南緯 45 度以南におけるオゾン全量が 220 m atm-cm 以下の領域面積として算出している。

温室効果

地球の大気には二酸化炭素などの温室効果ガスと呼ばれる気体がわずかに含まれている。これらの気体は赤外線を吸収し、再び放出する性質があるため、太陽からの光で暖められた地球の表面から熱放射として放出された赤外線の多くが、大気に吸収され、再び射出された赤外線が地球の表面に吸収される。これらの過程により、地表面及び地表面付近の大気を暖めることを温室効果と呼ぶ。仮に温室効果が無い場合の地球の表面の平均温度は -19°C と見積もられているが、温室効果のために世界の平均気温はおよそ 14°C と推定される。大気中の温室効果ガスが増えると温室効果が強まり、地球の表面の気温が高くなる。代表的な温室効果ガスには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などがある。なお、水蒸気は最も大きな温室効果を持つが、大気中の水蒸気量の主な変動要因は気温であり、人間活動に伴う水蒸気排出量ではない。水蒸気は気候変動に対する強制力というよりフィードバック因子と考えられるため、地球温暖化問題を議論する際には一般的に人為起源温室効果ガスとは区別して扱う。

気候変動

ある地点や地域の気候が変わること。ある時間規模から見て一方向に変化することを「気候変化」、可逆な変化を「気候変動」として区別することもある。地球の気候システムの内部変動に起因する数年規模の変動から、外部強制力による数万年以上の規模の変動までを含む。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）[あいびーしーしー]

気候変動に関する政府間パネル。世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により、1988 年に設立された。気候変動の（1）自然科学的根拠、（2）影響・適応策及び脆弱性、（3）緩和策について評価を行う 3 つの作業部会と、温室効果ガス目録（インベントリ）に関するタスクフォースを設置し、各国の科学者や専門家の協力の下、報告書を取りまとめている。その報告書の内容は、気候変動に関する条約交渉などにおいて、様々な議論に科学的根拠を与える重要な資料として利用されている。

極端現象

気候的な平均状態から大きく離れた現象。異常気象は 30 年に一回以下の発生頻度の現象を指すが、極端現象はこれより発生頻度が大きい現象も含む。台風のように年に複数回起こる現象でも気象災害を起こしたり、社会経済に大きな影響を及ぼしたりすることから、統計上の発生頻度に関わらず極端現象と呼ぶ。

結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP）[シーみっぷ]

世界気候研究計画（WCRP）による結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP: Coupled Model Intercomparison Project）。CMIP の成果は、IPCC 評価報告書で利用される。第 5 期（CMIP5）及び第 6 期（CMIP6）について、詳しくは付録 A.1.4 項「気候モデルの国際比較」及び以下のウェブページを参照。

CMIP5 : <https://wcrp-cmip.org/cmip-phase-5-cmip5/>

CMIP6 : <https://wcrp-cmip.org/cmip-phase-6-cmip6/>

紅斑紫外線量

太陽光に含まれる紫外線を継続的に浴びると、皮膚が赤くなる（紅斑）などの変化が起きる。これが長年にわたって繰り返されると、皮膚ガンや白内障の発症率の増加など健康に悪影響を与えることが知られている。紅斑紫外線量は、人体に及ぼす影響を示すために、波長によって異なる影響度を考慮して算出した紫外線量である。

再解析データ

様々な観測データを過去にさかのぼって解析し直して作成した、気圧、気温、風など様々な気象要素に関する、長期にわたり品質が均質なデータセット。過去・現在気候の定量的な比較や異常気象要因の分析等、様々な用途に活用されている。

ジェット気流

対流圏上部または圏界面付近の狭い領域に集中して吹いている帯状の非常に強い風。通常は 10 km くらい上空に強風の軸があり、中心の風速は寒候期には 50～100 m/s に達する。

シナリオ、2℃/4℃ 上昇シナリオ

人間活動の影響に伴う将来の気候変動予測を行うため、温室効果ガスや大気汚染物質の排出量、土地利用形態等が将来どのように変化するか仮定したもの。本報告書では、IPCC 第 5 次及び第 6 次評価報告書で使用されたシナリオのうち、2100 年頃の気温上昇を工業化以前と比べて 2℃ 未満に抑えることを目指す想定である RCP2.6 シナリオ及び SSP1-2.6 シナリオを「2℃ 上昇シナリオ」、追加的な緩和策を取らない想定である RCP8.5 シナリオ及び SSP5-8.5 シナリオを「4℃ 上昇シナリオ」として主な将来予測結果を掲載している。詳細はコラム 3 参照。

人為起源

ある現象の原因のうち、人間活動に帰せられるもの。気候変動の場合、気候システムの内部変動等は自然起源であるのに対して、人間活動に伴う温室効果ガスやエアロゾル等の排出に起因する変動について人為起源と呼ぶ。

太平洋十年規模変動（PDO）[ピーでいーおー]

北太平洋で大気と海洋が連動して十年から数十年の時間規模で変動する現象。海面水温が北太平洋中央部で平年より低く（高く）になるとき、北太平洋東部や太平洋赤道域の中部から東部で平年より高く（低く）なる変動。このとき、海面気圧が北太平洋の高緯度で平年より低く（高く）なる傾向がある。このような大気循環の変化に伴い、北米を中心に天候への影響が見られる。

長期変化傾向

年々の値から短周期の変動を取り除いた際の変化の方向、又はその量。10 年や 100 年当たりの変化量として表すことが多い。

二酸化炭素（CO₂）[しーおーつー]

地球温暖化に及ぼす影響が最も大きな温室効果ガス。工業化時代の始まり（18 世紀半ば）以降、人間活動に伴う化石燃料の消費、森林減少などの土地利用の変化、セメント生産などによる二酸化炭素の排出により大気中の濃度が増加しつつある。工業化以降に人間活動によって排出さ

れた二酸化炭素量のおよそ半分が大気中に残留しており、残りは大気から取り除かれ、海洋や陸上生物圏に蓄積されている（IPCC, 2021）。

熱波

一般的に、気温が過去の記録と比較して異常に高い状態が持続する状況を指すが、明確な定義は存在しない。

パーセンタイル

百分位数（percentile）。データを値の小さい方から順に並べた場合に全体の N% の位置にあるものを N パーセンタイルという。例えば、データの個数が 100 である場合、33 パーセンタイルは小さい方から数えて 33 番目のデータを指す。

梅雨前線

春から盛夏への季節の移行期に、日本から中国大陸付近に出現する停滞前線で、一般的には、南北振動を繰り返しながら沖縄地方から東北地方へゆっくり北上する。

ハドレー循環

低緯度における子午面方向の南北直接循環。この循環の上昇気流域は対流活動が活発な熱帯収束域に、下降気流域は亜熱帯高気圧域に対応する。北半球が夏の時は赤道付近の対流圏下層では南風が、上層では北風が吹き、冬の場合はその逆となる。

ハロカーボン類

塩素、臭素等のハロゲン原子を含む炭素化合物の総称であり、その多くは強力な温室効果ガスであり、人工的な生産により、その大気中濃度は 20 世紀後半以降急速に増加した。その大気中濃度は二酸化炭素の 100 万分の 1 程度であるが、単位質量当たりの温室効果は二酸化炭素の数千倍を超えるものもある。クロロフルオロカーボン類（CFC-11、CFC-12、CFC-113 など。これを日本では一般に「フロン」と呼ぶ場合がある）、四塩化炭素、ハイドロクロロフルオロカーボン類（HCFCs）、1,1,1-トリクロロエタン、塩化メチル、ハロン類、臭化メチルなどは、温室効果ガスであると同時にオゾン層破壊物質でもある。このほか、ハイドロフルオロカーボン類（HFC-134a、HFC-152a など。）などがある。

ヒートアイランド現象

都市部を中心に気温が上昇する現象。気温の高い地域が都市部を中心に島のような形状に分布することから、このように呼ばれる。

ブロッキング（高気圧）

中・高緯度で偏西風の蛇行が非常に大きくなった場合、高緯度側に蛇行したリッジが発達した場所では地上でも高気圧が発達し、停滞する。この高気圧をブロッキング高気圧という。

放射強制力

大気中の温室効果ガスやエアロゾルにより、放射のバランスが、それらがいない場合と比べてどの程度変化するかをあらわす量。通常、対流圏界面での値を使う。これが正（+）の場合は対流圏を暖める効果（地球温暖化）があり、負（-）の場合は冷やす効果がある。

北極振動

高緯度域と中緯度域における海面気圧が、シーソーのように一方が高くと一方が低くなる現象である。北極地方の海面気圧が平年より高く、中緯度帯の気圧が平年より低い場合を「負の北極振動」と呼び、北極地方から中緯度に向かって寒気が流れ込みやすくなる。逆に、北極地方の気圧が平年より低く、中緯度帯の気圧が平年より高い場合を「正の北極振動」と呼び、中緯度への寒気の南下が弱くなる。

マルチモデル

複数のモデル。異なる複数の気候モデルが算出する予測結果を参照することにより、不確実性の評価等を行う。

メタン (CH₄) [しーえいちふぉー]

二酸化炭素に次いで地球温暖化に及ぼす影響が大きな温室効果ガスであり、1分子当たりの温室効果が二酸化炭素の約 27.9 倍と大きい。大気中に放出されるメタンのおよそ 40%は自然起源（湿地や淡水など）であり、人為起源（畜産、稲作、化石燃料採掘、埋め立て、廃水、バイオマス燃焼など）によるものは約 60%である（WMO, 2024）。メタンは、主に大気中の OH ラジカル（ラジカルとは非常に反応性が高く不安定な分子のこと）と反応し、消失するために大気中の寿命は 11.8 年と短い。

モンスーン

季節風（季節的に交替する卓越風系）を意味し、広い意味では、この季節風に伴う雨の変化（雨季・乾季）も含めてモンスーンと定義される。季節風が卓越する地域はモンスーン気候帯と呼ばれ、アジア大陸からオーストラリア北部にかけては最も典型的なモンスーン気候帯である。

モントリオール議定書

オゾン層を破壊するおそれのある物質を特定し、当該物質の生産や消費の規制とそのスケジュールを規定するために 1987 年にカナダで採択され 1989 年に発効した国際条約。我が国は 1988 年に締結した。採択後もオゾン層の破壊状況について各国で検討を行い、規制措置の強化のための改正がなされた。正式名称は「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」。

有義波高

ある地点で一定時間（例えば 20 分間）に観測される波のうち、高いほうから順に 1/3 の個数までの波について平均した波高。これは目視観測による波高に近いと言われている。

参考文献

- Adler, R.F., M.R.P. Sapiiano, G.J. Huffman, J.J. Wang, G. Gu, D. Bolvin, L. Chiu, U. Schneider, A. Becker, E. Nelkin, P. Xie, R. Ferraro and D.B. Shin, 2018: The Global Precipitation Climatology Project (GPCP) monthly analysis (New Version 2.3) and a review of 2017 global precipitation. *Atmosphere* (Basel). 9, 138, <https://doi.org/10.3390/atmos9040138>.
- Albright, R., Y. Takeshita, D.A. Koweeck, A. Ninokawa, K. Wolfe, T. Rivlin, Y. Nebuchina, J. Young and K. Caldeira, 2018: Carbon dioxide addition to coral reef waters suppresses net community calcification. *Nature*, 555, 516 – 519, <https://doi.org/10.1038/nature25968>.
- Allen, M.R. and W.J. Ingram, 2002: Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, 419, 224 – 232, <https://doi.org/10.1038/nature01092>.
- Aoki, K. and K. Kutsuwada, 2008: Verification of the wind-driven transport in the North Pacific subtropical gyre using gridded wind-stress products. *J. Oceanogr* 64, 49 – 60, <https://doi.org/10.1007/s10872-008-0004-6>.
- Aono, Y. and K. Kazui, 2008: Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. *International Journal of Climatology*, 28, 905 – 914, <https://doi.org/10.1002/joc.1594>.
- Aono, Y., 2015: Cherry blossom phenological data since the seventeenth century for Edo (Tokyo), Japan, and their application to estimation of March temperatures. *International Journal of Biometeorology*, 59, 427 – 434, <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0854-0>.
- Aota, M., 1999: Long-term tendencies of sea ice concentration and air temperature in the Okhotsk Sea coast of Hokkaido. *PICES Sci. Rep.* 12, 1 – 2, Inst. of Ocean Sci, Sidney, B. C., Canada.
- Aoyagi, T. and N. Seino, 2011: A square prism urban canopy scheme for the NHM and its evaluation on summer conditions in the Tokyo metropolitan area, Japan. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 50, 1476 – 1496, <https://doi.org/10.1175/2011JAMC2489.1>.
- Arora, V.K., G.J. Boer, P. Friedlingstein, M. Eby, C.D. Jones, J.R. Christian, G. Bonan, L. Bopp, V. Brovkin, P. Cadule, T. Hajima, T. Ilyina, K. Lindsay, J.F. Tjiputra and T. Wu, 2013: Carbon-Concentration and Carbon-Climate Feedbacks in CMIP5 Earth System Models. *J. Climate*, 26, 5289 – 5314, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00494.1>.
- Asano, Y., H. Kusaka and M. Inatsu, 2023: Future projections of wet snow accretion and snowfall in Kanto Plain, Japan, using a large ensemble climate simulation. *Meteorological Applications*, 30(6), e2162, <https://doi.org/10.1002/met.2162>.
- Bacmeister, J.T., K.A. Reed, C. Hannay, P. Lawrence, S. Bates, J.E. Truesdale, N. Rosenbloom and M. Levy, 2018: Projected changes in tropical cyclone activity under future warming scenarios using a high-resolution climate model. *Clim. Change*, 146, 547 – 560, <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1750-x>.
- Bates, N.R. and R.J. Johnson, 2020: Acceleration of ocean warming, salinification, deoxygenation and acidification in the surface subtropical North Atlantic Ocean. *Commun. Earth Environ.* 1, 33, <https://doi.org/10.1038/s43247-020-00030-5>.
- Beaulieu, C., S.A. Henson, J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, S.C. Doney, R.R. Rykaczewski and L. Bopp, 2013: Factors challenging our ability to detect long-term trends in ocean chlorophyll. *Biogeosciences*, 10(4), 2711 – 2724, <https://doi.org/10.5194/bg-10-2711-2013>.

- Behrenfeld, M.J. and P.G. Falkowski, 1997a: Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration. *Limnology and Oceanography*, Volume 42, 1-20, <https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.1.0001>.
- Behrenfeld, M.J. and P.G. Falkowski, 1997b: A consumer's guide to phytoplankton primary productivity models. *Limnology and Oceanography*, Volume 42, 1479-1491, <https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.7.1479>.
- Bell, S.S., S.S. Chand, S.J. Camargo, K.J. Tory, C. Turville and H. Ye, 2019: Western North Pacific tropical cyclone tracks in CMIP5 models: Statistical assessment using a model-independent detection and tracking scheme. *J. Clim.*, 32, 7191 – 7208, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0785.1>.
- Bhatia, K., G. Vecchi, H. Murakami, S. Underwood and J. Kossin, 2018: Projected response of tropical cyclone intensity and intensification in a global climate model. *J. Climate*, 31, 8281 – 8303, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0898.1>.
- Bieli, M., A.H. Sobel, S.J. Camargo, H. Murakami and G.A. Vecchi, 2020: Application of the Cyclone Phase Space to extratropical transition in a global climate model. *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 12, e2019MS001878, <https://doi.org/10.1029/2019MS001878>.
- Bond, N.A., M.F. Cronin, H. Freeland and N. Mantua, 2015: Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific. *Geophys. Res. Lett.*, 42, 3414 – 3420, <https://doi.org/10.1002/2015GL063306>.
- Bordbar, M.H., M.H. England, A. Sen Gupta, A. Santoso, A.S. Taschetto, T. Martin, W. Park and M. Latif, 2019: Uncertainty in near-term global surface warming linked to tropical Pacific climate variability. *Nature Communications*, 10(1), 1990, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09761-2>.
- Boyce, D.G., M. Dowd, M.R. Lewis and B. Worm, 2014: Estimating global chlorophyll changes over the past century. *Progress in Oceanography*, 122, 163 - 173, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.01.004>.
- Breitbart D., L.A. Levin, A. Oschlies, M. Grégoire, F.P. Chavez, D.J. Conley, V. Garçon, D. Gilbert, D. Gutiérrez, K. Isensee, G.S. Jacinto, K.E. Limburg, I. Montes, S.W.A. Naqvi, G.C. Pitcher, N.N. Rabalais, M.R. Roman, K.A. Rose, B.A. Seibel, M. Telszewski, M. Yasuhara and J. Zhang, 2018: Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science* 359, eaam7240, <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>.
- Brown, R.D., 2000: Northern Hemisphere Snow Cover Variability and Change, 1915–97. *J. Climate*, 13, 2339 – 2355, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<2339:NHSCVA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<2339:NHSCVA>2.0.CO;2).
- Brown, R.D., 2002: Reconstructed North American, Eurasian, and Northern Hemisphere Snow Cover Extent, 1915-1997, Version 1. National Snow and Ice Center, Boulder, CO, USA. Retrieved from: <https://nsidc.org/data/g02131/versions/1>, <https://doi.org/10.7265/N5V985Z6>.
- Brown, R.D., D.V. Schuler, O. Bulygina, C. Derksen, K. Luoju, L. Mudryk, L. Wang and D. Yang, 2017: Arctic terrestrial snow cover. In: *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP)*, Oslo, Norway, 25 - 64, <https://www.amap.no/documents/doc/snow-water-ice-and-permafrost-in-the-arctic-swipa-2017/1610>.
- Camargo, S.J., H. Murakami, N. Bloemendaal, S.S. Chand, M.S. Deshpande, C. Dominguez-Sarmiento, J.J. González-Alemán, T.R. Knutson, I-I Lin, I-J. Moon, C.M. Patricola, K.A. Reed, M.J. Roberts, E. Scoccimarro, F. Tam, E.J. Wallace, L. Wu, Y. Yamada, W. Zhang and H. Zhao, 2023: An Update on the Influence of Natural Climate Variability and Anthropogenic Climate

- Change on Tropical Cyclones. *Tropical Cyclone Research and Review*, 12(3), 216 – 239, <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2023.10.001>.
- Carter, B.R., R.A. Feely, S. Mecking, J.N. Cross, A.M. Macdonald, S.A. Siedlecki, L.D. Talley, C.L. Sabine, F.J. Millero, J.H. Swift, A.G. Dickson and K.B. Rodgers, 2017: Two decades of Pacific anthropogenic carbon storage and ocean acidification along Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program sections P16 and P02. *Global Biogeochem. Cycles*, 31, 306 – 327, <https://doi.org/10.1002/2016GB005485>.
- Casas-Prat, M., X.L. Wang, N. Mori, Y. Feng, R. Chan and T. Shimura, 2022: Effects of internal climate variability on historical ocean wave height trend assessment. *Frontiers in Marine Science*, 9, 847017, <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.847017>.
- Cattiaux, J., F. Chauvin, O. Bousquet, S. Malardel and C.-L. Tsai, 2020: Projected changes in the southern Indian Ocean cyclone activity assessed from high-resolution experiments and CMIP5 models. *J. Clim.*, 33, 4975 – 4991, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0591.1>.
- Cha, E.J., T.R. Knutson, T.-C. Lee, M. Ying and T. Nakaegawa, 2020: Third assessment on impacts of climate change on tropical cyclones in the Typhoon Committee Region – Part II: Future projections. *Tropical Cyclone Research and Review*, 9(2), 75 – 86, <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2020.04.005>.
- Chadwick, R., I. Boutle and G. Martin, 2013: Spatial patterns of precipitation change in CMIP5: Why the rich do not get richer in the tropics. *J. Climate*, 26, 3803–3822, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00543.1>.
- Chang, E.K.-M., C.-G. Ma, C. Zheng and A.M.W. Yau, 2016: Observed and projected decrease in Northern Hemisphere extratropical cyclone activity in summer and its impacts on maximum temperature. *Geophys. Res. Lett.*, 43(5), 2200 – 2208, <https://doi.org/10.1002/2016gl068172>.
- Chang, P., S. Zhang, G. Danabasoglu, S.G. Yeager, H. Fu, H. Wang, F.S. Castruccio, Y. Chen, J. Edwards, D. Fu, Y. Jia, L.C. Laurindo, X. Liu, N. Rosenbloom, R.J. Small, G. Xu, Y. Zeng, Q. Zhang, J. Bacmeister, D.A. Bailey, X. Duan, A.K. DuVivier, D. Li, Y. Li, R. Neale, A. Stössel, L. Wang, Y. Zhuang, A. Baker, S. Bates, J. Dennis, X. Diao, B. Gan, A. Gopal, D. Jia, Z. Jing, X. Ma, R. Saravanan, W.G. Strand, J. Tao, H. Yang, X. Wang, Z. Wei and L. Wu, 2020: An unprecedented set of high-resolution Earth system simulations for understanding multiscale interactions in climate variability and change. *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 12, e2020MS002298, <https://doi.org/10.1029/2020MS002298>.
- Chapman, S., J.E.M. Watson, A. Salazar, M. Thatcher and C.A. McAlpine, 2017: The impact of urbanization and climate change on urban temperatures: a systematic review. *Landscape Ecology*, 32(10), 1921 – 1935, <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0561-4>.
- Chau, T.T.T., M. Gehlen and F. Chevallier, 2022: A seamless ensemble-based reconstruction of surface ocean pCO₂ and air-sea CO₂ fluxes over the global coastal and open oceans. *Biogeosciences*, 19, 1087 – 1109, <https://doi.org/10.5194/bg-19-1087-2022>.
- Chen, H.H., Y. Wang, P. Xiu, Y. Yu, W. Ma and F. Chai, 2023: Combined oceanic and atmospheric forcing of the 2013/14 marine heatwave in the northeast Pacific. *npj climate and atmospheric science*, 6, 3, <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00327-0>.
- Chen, J., Z. Wang, C.Y. Tam, N.C. Lau, D.S.D. Lau and H.Y. Mok, 2020: Impacts of climate change on tropical cyclones and induced storm surges in the Pearl River Delta region using pseudo-global-warming method. *Scientific Reports*, 10(1), 1965, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58824-8>.

- Chen, J., T. Sayama, M. Yamada and Y. Sugawara, 2024a: Regional event-based flood quantile estimation method for large climate projection ensembles, *Progress in Earth and Planetary Science*, 11(16), <https://doi.org/10.1186/s40645-024-00618-x>.
- Chen, J., T. Sayama, M. Yamada and Y. Sugawara, 2024b: Projections of flood changes at 2 K and 4 K warmer climate in Japan using a national flood model and ensemble climate dataset (in prep).
- Chen, S., Y. Meng, S. Lin and J. Xi, 2022: Remote sensing of the seasonal and interannual variability of surface chlorophyll-a concentration in the northwest Pacific over the past 23 years (1997-2020). *Remote Sensing*, 14(21), 5611, <https://doi.org/10.3390/rs14215611>.
- Christidis, N., Y. Aono and P.A. Stott, 2022: Human influence increases the likelihood of extremely early cherry tree flowering in Kyoto. *Environmental Research Letters*, 17, 054051, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6bb4>.
- Colbert, A.J., B.J. Soden and B.P. Kirtman, 2015: The impact of natural and anthropogenic climate change on western north pacific tropical cyclone tracks. *J. Climate*, 28 (5), 1806 – 1823, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00100.1>.
- Currie, K., 2022: Ocean Acidification Assessment (NIWA Client Report No: 2022194WN). National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd, <https://environment.govt.nz/publications/ocean-acidification-assessment>, Accessed 2025/01/22.
- Curry, J.A., J.L. Schramm and E.E. Ebert, 1995: Sea ice–albedo climate feedback mechanism. *J. Clim.* 8, 240 – 247, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1995\)008<0240:SIACFM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1995)008<0240:SIACFM>2.0.CO;2).
- Dai, Y., S. Yang, D. Zhao, C. Hu, W. Xu, D.M. Anderson, Y. Li, X.-P. Song, D.G. Boyce, L. Gibson, C. Zheng and L. Feng, 2023: Coastal phytoplankton blooms expand and intensify in the 21st century. *Nature*, 615, 280-284, <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05760-y>.
- Dettinger, M.D. and M. Ghil, 1998: Seasonal and interannual variations of atmospheric CO₂ and climate. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 50 (1), 1 – 24, <https://doi.org/10.3402/tellusb.v50i1.16018>.
- Di Lorenzo, E., N. Schneider, K.M. Cobb, P.J.S. Franks, K. Chhak, A.J. Miller, J.C. McWilliams, S.J. Bograd, H. Arango, E. Curchitser, T.M. Powell and P. Rivière, 2008: North Pacific Gyre Oscillation links ocean climate and ecosystem change. *Geophysical Research Letters*, 35, L08607, <https://doi.org/10.1029/2007GL032838>.
- Di Lorenzo, E. and N. Mantua, 2016: Multi-year persistence of the 2014/15 North Pacific marine heatwave. *Nature Clim Change* 6, 1042 – 1047, <https://doi.org/10.1038/nclimate3082>.
- Djavidnia, S., F. Melin and N. Hoepffner, 2010: Comparison of global ocean colour data records. *Ocean Science*, 6, 61 - 76, <https://doi.org/10.5194/os-6-61-2010>.
- Doblas-Reyes, F.J., I. Andreu-Burillo, Y. Chikamoto, J. García-Serrano, V. Guemas, M. Kimoto, T. Mochizuki, L. R. L. Rodrigues and G. J. van Oldenborgh, 2013: Initialized near-term regional climate change prediction. *Nature Communications*, 4, 1715, <https://doi.org/10.1038/ncomms2704>.
- Donat, M.G., A.J. Pitman and S.I. Seneviratne, 2017: Regional warming of hot extremes accelerated by surface energy fluxes. *Geophysical Research Letters*, 44, 7011 – 7019, <https://doi.org/10.1002/2017gl073733>.
- Dong, B., R.T. Sutton, W. Chen, L. Xiaodong, L. Riyu and S. Ying, 2016: Abrupt summer warming and changes in temperature extremes over Northeast Asia since the mid-1990s: Drivers and

- physical processes. *Advances in Atmospheric Sciences*, 33, 1005 – 1023, <https://doi.org/10.1007/s00376-016-5247-3>.
- Dong, B., R.T. Sutton and L. Shaffrey, 2017: Understanding the rapid summer warming and changes in temperature extremes since the mid-1990s over Western Europe. *Climate Dynamics*, 48(5–6), 1537 – 1554, <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3158-8>.
- Dore, J.E., R. Lukas, D.W. Sadler, M.J. Church and D.M. Karl, 2009: Physical and biogeochemical modulation of ocean acidification in the central North Pacific. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12235 – 12240, <https://doi.org/10.1073/pnas.0906044106>.
- Douville, H., J. Colin, E. Krug, J. Cattiaux and S. Thao, 2016: Midlatitude daily summer temperatures reshaped by soil moisture under climate change. *Geophysical Research Letters*, 43, 812 – 818, <https://doi.org/10.1002/2015gl066222>.
- Dube, S.K., A.D. Rao, P.C. Sinha and P. Chittibabu, 2008: Storm surges: Worst coastal marine hazard. in *Modelling and Monitoring of Coastal Marine Processes*. chap. 9, edited by C.R. Murthy, P.C. Sinha, and Y.R. Rao, 125 – 140, 246 pp, Co-published by Springer and Capital Pub. Company, New Delhi, https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8327-3_9.
- Dunn, R.J.H., L.V. Alexander, M. G. Donat, X. Zhang, M. Bador, N. Herold, T. Lippmann, R. Allan, E. Aguilar, A.A. Barry, M. Brunet, J. Caesar, G. Chagnaud, V. Cheng, T. Cinco, I. Durre, R. de Guzman, T.M. Htay, W.M.W. Ibadullah, M.K.I.B. Ibrahim, M. Khoshkam, A. Kruger, H. Kubota, T.W. Leng, G. Lim, L. Li-Sha, J. Marengo, S. Mbatha, S. McGree, M. Menne, M.M. Skansi, S. Ngwenya, F. Nkrumah, C. Oonariya, J.D. Pabon-Caicedo, G. Panthou, C. Pham, F. Rahimzadeh, A. Ramos, E. Salgado, J. Salinger, Y. Sané, A. Sopaheluwakan, A. Srivastava, Y. Sun, B. Timbal, N. Trachow, B. Trewin, G. van der Schrier, J. Vazquez-Aguirre, R. Vasquez, C. Villarroel, L. Vincent, T. Vischel, R. Vose and M.N.B.H. Yussof, 2020: Development of an Updated Global Land In Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes: HadEX3. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(16), e2019JD032263, <https://doi.org/10.1029/2019jd032263>.
- Emanuel, K., 2021: Response of global tropical cyclone activity to increasing CO₂: Results from downscaling CMIP6 models. *J. Clim.*, 34: 57 – 70, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0367.1>.
- Emanuel, K., 2022: Tropical cyclone seeds, transition probabilities, and genesis. *J. Clim.*, 35: 3557 – 3566, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-21-0922.1>.
- Endo, H., 2012: Future changes of Yamase bringing unusual cold summers over Northeastern Japan in CMIP3 multi-models. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90A, 123 – 136, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2012-A06>.
- Endo, H., A. Kitoh and H. Ueda, 2018: A unique feature of the Asian summer monsoon response to global warming: the role of different land-sea thermal contrast change between the lower and upper troposphere. *SOLA*, 14, 57 – 63, <https://doi.org/10.2151/sola.2018-010>.
- Endo, H., A. Kitoh, R. Mizuta and T. Ose, 2021: Different future changes between early and late summer monsoon precipitation in East Asia. *J. Meteor. Soc. Japan*, 99, 1501–1524, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2021-073>.
- Endo, H., A. Kitoh and R. Mizuta, 2022: Future changes in extreme precipitation and their association with tropical cyclone activity over the western North Pacific and East Asia in 20 km AGCM simulations. *SOLA*, 18, 58 - 64, <https://doi.org/10.2151/sola.2022-010>.

- Endo, H. 2023: Long-term precipitation changes in the Baiu andakisame seasons in Japan over the past 120 years (1901–2020). *J. Meteor. Soc. Japan*, 101, 309 – 322, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2023-019>.
- Energy Institute, 2023: Statistical Review of World Energy 2023. Energy Institute, London, <https://www.energyinst.org/statistical-review>.
- Erikson, L., J. Morim, M. Hemer, I. Young, X.L. Wang, L. Mentaschi, N. Mori, A. Semedo, J. Stopa, V. Grigorieva, S. Gulev, O. Aarnes, J.-R. Bidlot, Ø. Breivik, L. Bricheno, T. Shimura, M. Menendez, M. Markina, V. Sharmar, C. Trenham, J. Wolf, C. Appendini, S. Caires, N. Groll and A. Webb, 2022: Global ocean wave fields show consistent regional trends between 1980 and 2014 in a multi-product ensemble. *Communications Earth & Environment*, 3(1), 320, <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00654-9>.
- Fasullo J.T. and R.S. Nerem, 2018: Altimeter-era emergence of the patterns of forced sea-level rise in climate models and implications for the future. *Proc Natl Acad Sci USA*, 115 (51), 12944 – 12949, <https://doi.org/10.1073/pnas.1813233115>.
- Flanner, M.G., K.M. Shell, M. Barlage, D.K. Perovich and M.A. Tschudi, 2011: Radiative forcing and albedo feedback from the Northern Hemisphere cryosphere between 1979 and 2008. *Nat. Geosci.*, 4, 151 – 155, <https://doi.org/10.1038/ngeo1062>.
- Franco, A.C., D. Ianson, T. Ross, R.C. Hamme, A.H. Monahan, J.R. Christian, M. Davelaar, W.K. Johnson, L.A. Miller, M. Robert and P.D. Tortell, 2021: Anthropogenic and climatic contributions to observed carbon system trends in the northeast Pacific. *Global Biogeochemical Cycles*, 35, e2020GB006829. <https://doi.org/10.1029/2020GB006829>.
- Friedlingstein, P., M. O'Sullivan, M.W. Jones, R.M. Andrew, J. Hauck, P. Landschützer, C. Le Quéré, H. Li, I.T. Luijkx, A. Olsen, G.P. Peters, W. Peters, J. Pongratz, C. Schwingshackl, S. Sitch, J.G. Canadell, P. Ciais, R.B. Jackson, S.R. Alin, A. Arneeth, V. Arora, N.R. Bates, M. Becker, N. Bellouin, C.F. Berghoff, H.C. Bittig, L. Bopp, P. Cadule, K. Campbell, M.A. Chamberlain, N. Chandra, F. Chevallier, L.P. Chini, T. Colligan, J. Decayeux, L. Djeuthouang, X. Dou, C. Duran Rojas, K. Enyo, W. Evans, A. Fay, R.A. Feely, D.J. Ford, A. Foster, T. Gasser, M. Gehlen, T. Gkritzalis, G. Grassi, L. Gregor, N. Gruber, Ö. Gürses, I. Harris, M. Hefner, J. Heinke, G.C. Hurtt, Y. Iida, T. Ilyina, A.R. Jacobson, A. Jain, T. Jarníková, A. Jersild, F. Jiang, Z. Jin, E. Kato, R.F. Keeling, K.K. Goldewijk, J. Knauer, J.I. Korsbakken, X. Lan, S.K. Lauvset, N. Lefèvre, Z. Liu, J. Liu, L. Ma, S. Maksyutov, G. Marland, N. Mayot, P. McGuire, N. Metzl, N.M. Monacci, E.J. Morgan, S.-I. Nakaoka, C. Neill, Y. Niwa, T. Nützel, L. Olivier, T. Ono, P.I. Palmer, D. Pierrot, Z. Qin, L. Resplandy, A. Roobaert, T.M. Rosan, C. Rödenbeck, J. Schwinger, T.L. Smallman, S. Smith, R. Sospedra-Alfonso, T. Steinhoff, Q. Sun, A.J. Sutton, R. Séférian, S. Takao, H. Tatebe, H. Tian, B. Tilbrook, O. Torres, E. Tourigny, H. Tsujino, F. Tubiello, G. van der Werf, R. Wanninkhof, X. Wang, D. Yang, X. Yang, Z. Yu, W. Yuan, X. Yue, S. Zaehle, N. Zeng and J. Zeng, 2025: Global Carbon Budget 2024, *Earth Syst. Sci. Data*, 17, 965–1039, <https://doi.org/10.5194/essd-17-965-2025>.
- Frölicher, T.L., J.L. Sarmiento, D.J. Paynter, J.P. Dunne, J.P. Krasting and M. Winton, 2015: Dominance of the Southern Ocean in anthropogenic carbon and heat uptake in CMIP5 models. *J. Climate*, 28(2), 862 – 886, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00117.1>.
- Fujibe, F., 2009: Relation between Long-term Temperature and Wind Speed Trends at Surface Observation Stations in Japan. *SOLA*, 5, 81 – 84, <https://doi.org/10.2151/sola.2009-021>.
- Fujibe, F., H. Togawa and M. Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. *SOLA* 5, 17 – 20, <https://doi.org/10.2151/sola.2009-005>.

- Fujiibe, F., 2023: Climatological Study of Urban Climate and Heat and Cold Mortalities in Japan. *International Perspectives in Geography*, 21, 190pp, <https://doi.org/10.1007/978-981-99-4386-9>.
- Fujii M, S. Takao, T. Yamaka, T. Akamatsu, Y. Fujita, M. Wakita, A. Yamamoto and T. Ono, 2021: Continuous monitoring and future projection of ocean warming, acidification, and deoxygenation on the subarctic coast of Hokkaido, Japan. *Front. Mar. Sci.* 8:590020, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.590020>.
- Fujiwara, K., T. Takemi and N. Mori, 2023: Response of intensity and structure of typhoon Jebi (2018) before landfall to 2-K and 4-K warmed future climates in dynamical downscaling experiments. *SOLA*, 19, 142 – 149, <https://doi.org/10.2151/sola.2023-019>.
- Fujiwara, M., P. Martineau and J.S. Wright, 2020: Surface temperature response to the major volcanic eruptions in multiple reanalysis data sets. *Atmos. Chem. Phys.*, 20, 345–374, <https://doi.org/10.5194/acp-20-345-2020>.
- Gan, B., L. Wu, F. Jia, S. Li, W. Cai, H. Nakamura, M.A. Alexander and A.J. Miller, 2017: On the response of the Aleutian low to greenhouse warming. *J. Climate*, 30, 3907 – 3925, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0789.1>.
- Garcia, H.E., K.W. Weathers, C.R. Paver, I. Smolyar, T.P. Boyer, R.A. Locarnini, M.M. Zweng, A.V. Mishonov, O.K. Baranova, D. Seidov and J.R. Reagan, 2019: World Ocean Atlas 2018, Volume 4: Dissolved Inorganic Nutrients (phosphate, nitrate and nitrate+nitrite, silicate). A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 84, 35pp., <https://archimer.ifremer.fr/doc/00651/76336/>.
- Garner, A.J., M.E. Mann, K.A. Emanuel, R.E. Kopp, N. Lin, R.B. Alley, B.P. Horton, R.M. DeConto, J.P. Donnelly and D. Pollard, 2017: Impact of climate change on New York City's coastal flood hazard: Increasing flood heights from the preindustrial to 2300 CE. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(45), 11861 – 11866, <https://doi.org/10.1073/pnas.1703568114>.
- Gattuso, J.-P., M. Frankignoulle, I. Bourge, S. Romaine and R.W. Buddemeier, 1998: Effect of calcium carbonate saturation of seawater on coral calcification. *Global and Planetary Change*, 18, 37 – 46, [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(98\)00035-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(98)00035-6).
- Gemmrich, J., B. Thomas and R. Bouchard, 2011: Observational changes and trends in northeast Pacific wave records. *Geophysical Research Letters*, 38(22), L22601, <https://doi.org/10.1029/2011GL049518>.
- Giese, B.S. and S. Ray, 2011: El Niño variability in simple ocean data assimilation (SODA), 1871_2008. *J. Geophys. Res.* 116, C02024, <https://doi.org/10.1029/2010JC006695>.
- Giorgi, F., E.-S. Im, E. Coppola, N.S. Diffenbaugh, X.J. Gao, L. Mariotti and Y. Shi, 2011: Higher hydroclimatic intensity with global warming. *J. Climate*, 24, 5309 – 5324. <https://doi.org/10.1175/2011JCLI3979.1>.
- González-Dávila, M. and J.M. Santana-Casiano, 2023: European Carbonate system Time Series (November 2011 - April 2023) in the North East Atlantic, ESTOC site. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.959856>, Accessed 2025/01/22.
- Gregg, W.W. and C.S. Rousseaux, 2019: Global ocean primary production trends in the modern ocean color satellite record (1998-2015). *Environmental Research Letters*, 14, 124011, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab4667>.
- Gregor, L. and N. Gruber, 2021: OceanSODA-ETHZ: a global gridded data set of the surface ocean carbonate system for seasonal to decadal studies of ocean acidification. *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 777 – 808, <https://doi.org/10.5194/essd-13-777-2021>.

- Guzman, O. and H. Jiang, 2021: Global increase in tropical cyclone rain rate. *Nature communications*, 12(1), 5344, <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25685-2>.
- Haarsma, R., 2021: European Windstorm Risk of Post-Tropical Cyclones and the Impact of Climate Change. *Geophys. Res. Lett.*, 48, e2020GL091483, <https://doi.org/10.1029/2020GL091483>.
- Harada M., S. Hirahara, S. Hagiya, H. Murai, Y. Oikawa and S. Maeda, 2013: Intensification of the south side of the Asian jet stream during the northern winters in CMIP5 models. *SOLA*, 9, 94 – 97, <https://doi.org/10.2151/sola.2013-021>.
- Harada M., S. Wakamatsu, S. Hirahara, H. Murai, Y. Oikawa and S. Maeda, 2014: Impacts of slowed tropical circulation on winter stationary waves in East Asia and the North Pacific. *SOLA*, 10, 180-184, <https://doi.org/10.2151/sola.2014-038>.
- Hawkins, E. and R. Sutton, 2009: The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 90, 1095 – 1108. <https://doi.org/10.1175/2009BAMS2607.1>.
- Hayasaka, T., 2016: The Long-term Variation in Surface Shortwave Irradiance in China and Japan: A Review. *J. Meteor. Soc. Japan*, 94, 393 – 414, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2016-024>.
- Hayashi, M., H. Shiogama, S. Emori, T. Ogura and N. Hirota, 2021: The northwestern Pacific warming record in August 2020 occurred under anthropogenic forcing. *Geophysical Research Letters*, 48(1), e2020GL090956, <https://doi.org/10.1029/2020GL090956>.
- Hayashi, M., H. Shiogama and T. Ogura, 2022: The contribution of climate change to increasing extreme ocean warming around Japan. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL100785, <https://doi.org/10.1029/2022GL100785>.
- Hayashi, M. and H. Shiogama, 2022: Assessment of CMIP6-Based Future Climate Projections Selected for Impact Studies in Japan. *SOLA*, 18, 96 – 103, <https://doi.org/10.2151/sola.2022-016>.
- He, C., T. Li and W. Zhou, 2020: Drier North American monsoon in contrast to Asian–African monsoon under global warming. *J. Climate*, 33, 9801 – 9816, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0189.1>.
- Held, I.M. and B.J. Soden, 2006: Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *J. Climate*, 19, 5686 – 5699, <https://doi.org/10.1175/jcli3990.1>.
- Hirahara, S., H. Ohno, Y. Oikawa and S. Maeda, 2012: Strengthening of the southern side of the jet stream and delayed withdrawal of Baiu season in future climate. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90, 663 – 671, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2012-506>.
- Hirahara, S., M. Ishii and Y. Fukuda, 2014: Centennial-Scale Sea surface temperature analysis and its uncertainty. *J. Climate*, 27, 57 – 75, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00837.1>.
- Hirsch, A.L., J.P. Evans, G.Di Virgilio, S.E. Perkins-Kirkpatrick, D. Argüeso, A.J. Pitman, C.C. Carouge, J. Kala, J. Andrys, P. Petrelli and B. Rockel, 2019: Amplification of Australian Heatwaves via Local Land-Atmosphere Coupling. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(24), 13625 – 13647, <https://doi.org/10.1029/2019jd030665>.
- Hobday, A.J., L.V. Alexander, S.E. Perkins, D.A. Smale, S.C. Straub, E.C.J. Oliver, J.A. Benthuyssen, M.T. Burrows, M.G. Donat, M. Feng, N.J. Holbrook, P.J. Moore, H.A. Scannell, A.S. Gupta and T. Wernberg, 2016: A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, 141, 227 – 238, <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>.

- Hochet, A., G. Dodet, F. Sévellec, M.N. Bouin, A. Patra and F. Ardhuin, 2023: Time of Emergence for Altimetry - Based Significant Wave Height Changes in the North Atlantic. *Geophysical Research Letters*, 50(9), e2022GL102348, <https://doi.org/10.1029/2022GL102348>.
- Hong, C.-C., C.-H. Tsou, P.-C. Hsu, K.-C. Chen, H.-C. Liang, H.-H. Hsu, C.-Y. Tu and A. Kitoh, 2021: Future changes in tropical cyclone intensity and frequency over the western North Pacific based on 20-km HiRAM and MRI models. *J. Clim.*, 34, 2235 – 2251, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0417.1>.
- Hori, K. Sugiura, K. Kobayashi, T. Aoki, T. Tanikawa, K. Kuchiki, M. Niwano and H. Enomoto, 2017: A 38-year (1978–2015) Northern Hemisphere daily snow cover extent product derived using consistent objective criteria from satellite-borne optical sensors. *Remote Sens. Environ.*, 191, 402 – 418. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.01.023>.
- Horinouchi T., S. Matsumura, T. Ose and Y.N. Takayabu, 2019: Jet-precipitation relation and future change of the Mei-Yu-Baiu rainband and subtropical jet in CMIP5 coupled GCM simulations. *J. Climate*, 32, 2247 – 2259, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0426.1>.
- Hsieh, T.-L., G.A. Vecchi, W. Yang, I.M. Held and S.T. Garner, 2020: Large-scale control on the frequency of tropical cyclones and seeds: a consistent relationship across a hierarchy of global atmospheric models. *Clim. Dyn.*, 55, 3177 – 3196, <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05446-5>.
- Hu, Z.Z., A. Kumar, B. Jha, J. Zhu and B. Huang, 2017: Persistence and predictions of the remarkable warm anomaly in the Northeastern Pacific Ocean during 2014–16. *J. Clim.* 30, 689 – 702, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0348.1>.
- Huffman, G.J., D.T. Bolvin, E.J. Nelkin, D.B. Wolff, R.F. Adler, G. Gu, Y. Hong, K.P. Bowman and E.F. Stocker, 2007: The TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *Journal of hydrometeorology*, 8, 38 – 55. <https://doi.org/10.1175/JHM560.1>.
- Iida, Y., Y. Takatani, A. Kojima and M. Ishii, 2021: Global trends of ocean CO₂ sink and ocean acidification: an observation-based reconstruction of surface ocean inorganic carbon variables. *J. Oceanogr.*, 77, 323 – 358, <https://doi.org/10.1007/s10872-020-00571-5>.
- Imada, Y., M. Watanabe, H. Kawase, H. Shiogama and M. Arai, 2019: The July 2018 high temperature event in Japan could not have happened without human-induced global warming. *SOLA*, 15A, 8 – 12, <https://doi.org/10.2151/sola.15A-002>.
- Imada, Y., H. Kawase, M. Watanabe, M. Arai, H. Shiogama and I. Takayabu, 2020: Advanced risk-based event attribution for heavy regional rainfall events. *npj Climate and Atmospheric Science*, 3, 37, <https://doi.org/10.1038/s41612-020-00141-y>.
- Inatsu, M., S. Kawazoe and M. Mori, 2022: Trends and Projection of Heavy Snowfall in Hokkaido, Japan, as an Application of Self-Organizing Map, *JAMC*, 60, 1483 – 1494, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-21-0085.1>.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M.

- Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp., <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.
- IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 616 pp., <https://doi.org/10.1017/9781009157940>.
- IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp., <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp., <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.
- IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.
- IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- Ishii, M., N. Kosugi, D. Sasano, S. Saito, T. Midorikawa and H.Y. Inoue, 2011: Ocean acidification off the south coast of Japan: A result from time series observations of CO₂ parameters from 1994 to 2008. J. Geophys. Res., 116, C06022, <https://doi.org/10.1029/2010JC006831>.
- Ishii, M., Y. Fukuda, S. Hirahara, S. Yasui, T. Suzuki and K. Sato, 2017: Accuracy of Global Upper Ocean Heat Content Estimation Expected from Present Observational Data Sets. SOLA, 13, 163 – 167, <https://doi.org/10.2151/sola.2017-030>.
- Ishii, M. and N. Mori, 2020: d4PDF: large-ensemble and high-resolution climate simulations for global warming risk assessment (review). Progress in Earth and Planetary Science, 7, Article number 58, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00367-7>.
- Ishizaki, N. N., 2021: Bias corrected climate scenarios over Japan based on CDFDM method using CMIP6, Ver.1, NIES. (Reference date: 2021/06/11), <https://doi.org/10.17595/20210501.001>.
- Ishizaki, N. N., H. Shiogama, N. Hanasaki and K. Takahashi, 2022: Development of CMIP6-based climate scenarios for Japan using statistical method and their applicability to heat-related impact studies. Earth and Space Science, 9, e2022EA002451, <https://doi.org/10.1029/2022EA002451>.

- Ishizu, M., Y. Miyazawa, T. Tsunoda and T. Ono, 2019: Long-term trends in pH in Japanese coastal seawater. *Biogeosciences*, 16, 4747 – 4763, <https://doi.org/10.5194/bg-16-4747-2019>.
- Islam, M.R., M. Satoh and H. Takagi, 2022: Tropical cyclones affecting Japan central coast and changing storm surge hazard since 1980. *J. Meteor. Soc. Japan*, 100, 493 – 507, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2022-024>.
- Ito, R., H. Shiogama, T. Nakaegawa and I. Takayabu, 2020a: Uncertainties in climate change projections covered by the ISIMIP and CORDEX model subsets from CMIP5. *Geosci. Model Dev.*, 13, 859 – 872, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-859-2020>.
- Ito, R., T. Ose, H. Endo, R. Mizuta, K. Yoshida, A. Kitoh and T. Nakaegawa, 2020b: Seasonal characteristics of future climate change over Japan and the associated atmospheric circulation anomalies in global model experiments. *Hydrol. Res. Lett.*, 14, 130 – 135, <https://doi.org/10.3178/hrl.14.130>.
- Ito, R., T. Nakaegawa and I. Takayabu, 2020c: Comparison of regional characteristics of land precipitation climatology projected by an MRI-AGCM multi-cumulus scheme and multi-SST ensemble with CMIP5 multi-model ensemble projections. *Prog Earth Planet Sci* 7, 77, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00394-4>.
- Ito, R., H. Endo, T. Ose and T. Nakaegawa, 2025: Future atmospheric surface circulations and their impact on the regional climate of Japan based on the CMIP6 projections and observed statistics. *Hydrol. Res. Lett.*, 19, 1-7, <https://doi.org/10.3178/hrl.24-00011>.
- Jacox, M.G., M.A. Alexander, N.J. Mantua, J.D. Scott, G. Hervieux, R.S. Webb and F.E. Werner, 2018: Forcing of Multiyear Extreme Ocean Temperatures that Impacted California Current Living Marine Resources in 2016. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 99(1), S27 – S33, <https://doi.org/10.1175/bams-d-17-0119.1>.
- Janoski, T.P., A.J. Broccoli, S.B. Kapnick and N.C. Johnson, 2018: Effects of climate change on wind-driven heavy-snowfall events over Eastern North America. *J. Climate*, 31, 9037 – 9054, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0756.1>.
- Jeong, S.J., C.H. Ho, S. Piao, J. Kim, P. Ciais, Y.B. Lee, J.G. Jhun and S.K. Park, 2014: Effects of double cropping on summer climate of the North China Plain and neighbouring regions. *Nature Climate Change*, 4(7), 615 – 619, <https://doi.org/10.1038/nclimate2266>.
- Jiang, L.-Q., J. Dunne, B.R. Carter, J.F. Tjiputra, J. Terhaar, J.D. Sharp, A. Olsen, S. Alin, D.C.E. Bakker, R.A. Feely, J.-P. Gattuso, P. Hogan, T. Ilyina, N. Lange, S.K. Lauvset, E.R. Lewis, T. Lovato, J. Palmieri, Y. Santana-Falcón, J. Schwinger, R. Séférian, G. Strand, N. Swart, T. Tanhua, H. Tsujino, R. Wanninkhof, M. Watanabe, A. Yamamoto and T. Ziehn, 2023: Global surface ocean acidification indicators from 1750 to 2100. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 15, e2022MS003563, <https://doi.org/10.1029/2022MS003563>.
- Jianping, L. and J.X.L. Wang, 2003: A new North Atlantic Oscillation index and its variability. *Adv. Atmos. Sci.*, 20, 661 - 676, <https://doi.org/10.1007/bf02915394>.
- Johnson, G.C. and J.M. Lyman, 2020: Warming trends increasingly dominate global ocean. *Nature Climate Change*, 10, 757 – 761, <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0822-0>.
- Jung, C. and G.M. Lackmann, 2019: Extratropical transition of Hurricane Irene (2011) in a changing climate. *J. Climate*, 32, 4847 – 4871, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0558.1>.

- Jung, C. and G.M. Lackmann, 2021: The response of extratropical transition of tropical cyclones to climate change: Quasi-idealized numerical experiments. *J. Climate.*, 34, 4361 – 4381, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0543.1>.
- Kanada, S., H. Aiki, K. Tsuboki and I. Takayabu, 2021a: Future changes of a slow-moving intense typhoon with global warming: A case study using a regional 1-km-mesh atmosphere–ocean coupled model. *SOLA*, 17A, 14 – 20, <https://doi.org/10.2151/sola.17A-003>.
- Kanada, S., H. Aiki and K. Tsuboki, 2021b: Projection of future enhancement of heavy rainfalls associated with Typhoon Hagibis (2019) using a regional 1-km-mesh atmosphere–ocean coupled model. *SOLA*, 17A, 38 – 44, <https://doi.org/10.2151/sola.17A-007>.
- Kanada, S. and H. Aiki, 2024: Buffering effect of atmosphere–ocean coupling on intensity changes of tropical cyclones under a changing climate. *Geophys. Res. Lett.*, 51, e2023GL105659, <https://doi.org/10.1029/2023GL105659>.
- Katsuyama, Y., M. Inatsu, K. Nakamura and S. Matoba, 2017: Global warming response of snowpack at mountain range in northern Japan estimated using multiple dynamically downscaled data. *Cold Regions Science and Technology* 136, 62 – 71, <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2017.01.006>.
- Katsuyama, Y., M. Inatsu and T. Shirakawa, 2020; Response of snowpack to +2 °C global warming in Hokkaido, Japan. *Journal of Glaciology* 66(255), 83 – 96. <https://doi.org/10.1017/jog.2019.85>.
- Katsuyama, Y., T. Katsushima and Y. Takeuchi, 2023; Large-ensemble climate simulations to assess changes in snow stability over northern Japan. *Journal of Glaciology*, 69(275), 577 - 590. <https://doi.org/10.1017/jog.2022.85>.
- Kawabata, Y., U. Shimada and M. Yamaguchi, 2023: The 30-year (1987-2016) Trend of Strong Typhoons and Genesis Locations Found in the Japan Meteorological Agency's Dvorak Reanalysis Data. *J. Meteor. Soc. Japan.*, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2023-025>.
- Kawakami, Y., H. Nakano, L.S. Urakawa, T. Toyoda, K. Sakamoto, S. Nishikawa, T. Sugiyama, M. Kurogi, Y. Ishikawa, K. Sato and G. Yamanaka, 2024: Future changes in marine heatwaves based on high-resolution ensemble projections for the northwestern Pacific Ocean. *Journal of Oceanography*, 80, 177 – 195, <https://doi.org/10.1007/s10872-024-00714-y>.
- Kawase, H., T. Yoshikane, M. Hara, M. Fujita, N. Ishizaki, F. Kimura and H. Hatsushika, 2012: Downscaling of snow cover changes in the late 20th Century using a past climate simulation method over Central Japan. *SOLA*, 8, 61 – 64, <https://doi.org/10.2151/sola.2012-016>.
- Kawase, H., A. Murata, R. Mizuta, H. Sasaki, M. Nosaka, M. Ishii and I. Takayabu, 2016: Enhancement of heavy daily snowfall in central Japan due to global warming as projected by large ensemble of regional climate simulations. *Climatic Change*, 139, 265 – 278, <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1781-3>.
- Kawase, H., A. Yamazaki, H. Iida, K. Aoki, W. Shimada, H. Sasaki, A. Murata and M. Nosaka, 2018: Simulation of extremely small amounts of snow observed at high elevations over the Japanese Northern Alps in the 2015/16 winter. *SOLA*, 14, 39 – 45, <https://doi.org/10.2151/sola.2018-007>.
- Kawase, H., Y. Imada, H. Sasaki, T. Nakaegawa, A. Murata, M. Nosaka and I. Takayabu, 2019a: Contribution of historical global warming to local-scale heavy precipitation in western Japan estimated by large ensemble high-resolution simulations. *J. Geophys. Res.: Atmos.*, 124, 6093 – 6103, <https://doi.org/10.1029/2018JD030155>.

- Kawase, H., Y. Imada, H. Tsuguti, T. Nakaegawa, N. Seino, A. Murata and I. Takayabu, 2019b: The Heavy Rain Event of July 2018 in Japan enhanced by historical warming. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 101(1), S109 – S114, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0173.1>.
- Kawase, H., T. Yamazaki, S. Sugimoto, T. Sasai, R. Ito, T. Hamada, M. Kuribayashi, M. Fujita, A. Murata, M. Nosaka and H. Sasaki, 2020a: Changes in extremely heavy and light snow-cover winters due to global warming over high mountainous areas in central Japan. *PEPS*, 7, 10, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-0322-x>.
- Kawase, H., Y. Imada, H. Tsuguti, T. Nakaegawa, N. Seino, A. Murata and I. Takayabu, 2020b: The heavy rain event of July 2018 in Japan enhanced by historical warming. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 101, S109 - S114, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0173.1>.
- Kawase, H., M. Yamaguchi, Y. Imada, S. Hayashi, A. Murata, T. Nakaegawa, T. Miyasaka and I. Takayabu, 2021a: Enhancement of extremely heavy precipitation induced by Typhoon Hagibis (2019) due to historical warming. *SOLA*, 17A-002, <https://doi.org/10.2151/sola.17A-002>.
- Kawase, H., A. Murata, K. Yamada, T. Nakaegawa, R. Ito, R. Mizuta, M. Nosaka, S. Watanabe and H. Sasaki, 2021b: Regional characteristics of future changes in snowfall in Japan under RCP2.6 and RCP8.5 scenarios. *SOLA*, 17, 1 – 7, <https://doi.org/10.2151/sola.2021-001>.
- Kawase, H., Y. Imada and S. Watanabe, 2022a: Impacts of historical atmospheric and oceanic warming on heavy snowfall in December 2020 in Japan. *JGR-Atmosphere*, 127, e2022JD036996, <https://doi.org/10.1029/2022JD036996>.
- Kawase, H., S. Watanabe, Y. Hirokawa and Y. Imada, 2022b: Timely Event Attribution of Extreme Precipitation in Japan: An Example of Heavy Rainfall in July 2020. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103, S118–S123, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0192.1>.
- Kawase, H., S. Fukui, M. Nosaka, S.I. Watanabe, K. Otomo, A. Murata, K. Murazaki and T. Nakaegawa, 2023a: Historical regional climate changes in Japan in winter as assessed by a 5-km regional climate model with a land surface process. *PEPS*, 10, 7, <https://doi.org/10.1186/s40645-023-00536-4>.
- Kawase, H., M. Nosaka, S.I. Watanabe, K. Yamamoto, T. Shimura, Y. Naka, Y.-H. Wu, H. Okachi, T. Hoshino, R. Ito, S. Sugimoto, C. Suzuki, S. Fukui, T. Takemi, Y. Ishikawa, N. Mori, E. Nakakita, T.J. Yamada, A. Murata, T. Nakaegawa and I. Takayabu, 2023b: Identifying robust changes of extreme precipitation in Japan from large ensemble 5-km-grid regional experiments for 4K warming scenario. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 128, e2023JD038513, <https://doi.org/10.1029/2023JD038513>.
- Kawazoe, S., M. Inatsu, T.J. Yamada and T. Hoshino, 2020: Climate change impacts on heavy snowfall in Sapporo using 5-km mesh large ensemble simulations. *SOLA*, 16, 233 – 239, <https://doi.org/10.2151/sola.2020-039>.
- Keeling, C.D., T.P. Whorf, M. Wahlen and J. van der Plichtt, 1995: Interannual extremes in the rate of rise of atmospheric carbon dioxide since 1980. *Nature*, 375, 666 – 670, <https://doi.org/10.1038/375666a0>.
- Keeling, R. F., S. C. Piper and M. Heimann, 1996: Global and hemispheric CO₂ sinks deduced from changes in atmospheric O₂ concentration. *Nature*, 381, 218 – 221, <https://doi.org/10.1038/381218a0>.
- Kida S., H. Mitsudera, S. Aoki, X. Guo, S. Ito, F. Kobashi, N. Komori, A. Kubokawa, T. Miyama, R. Morie, H. Nakamura, T. Nakamura, H. Nakano, H. Nishigaki, M. Nonaka, H. Sasaki, Y.N. Sasaki, T. Suga, S. Sugimoto, B. Taguchi, K. Takaya, T. Tozuka, H. Tsujino and N. Usui, 2015:

- Oceanic fronts and jets around Japan: a review. *J. Oceanogr.*, 71, 469 – 497, <https://doi.org/10.1007/s10872-015-0283-7>.
- Kim, J.H., G. Kim, H.-M. Cho, S.H. Nam, J. Hwang, S. Park, K. Lee and T. DeVries, 2022: Decline in the nutrient inventories of the upper subtropical Northwest Pacific Ocean. *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL093968, <https://doi.org/10.1029/2021GL093968>.
- Kimura, F. and A. Kitoh, 2007: Downscaling by pseudo global warming method. The Final Report of ICCAP. Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Kyoto, Japan., 43 – 46.
- Kimura, N. and M. Wakatsuchi, 2001: Mechanisms for the variation of sea ice extent in the Northern Hemisphere. *J. Geophys. Res.*, 106, 31319 – 31331, <https://doi.org/10.1029/2000JC000739>.
- Kitano, Y. and T.J. Yamada, 2016: Relationship between atmospheric blocking and cold day extremes in current and RCP8.5 future climate conditions over Japan and the surrounding area. *Atmos. Sci. Lett.*, 17, 616 – 622, <https://doi.org/10.1002/asl.711>.
- Kitoh, A., H. Endo, K.K. Kumar, I.F.A. Cavalcanti, P. Goswami and T. Zhou, 2013: Monsoons in a changing world: A regional perspective in a global context. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 3053 – 3065, <https://doi.org/10.1002/jgrd.50258>.
- Kitoh, A. 2017: The Asian monsoon and its future change in climate models: A Review. *J. Meteor. Soc. Japan*, 95, 7 – 33, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2017-002>.
- Kitoh, A. and H. Endo, 2019: Future changes in precipitation extremes associated with tropical cyclones projected by large-ensemble simulations. *J. Meteor. Soc. Jpn.*, 97, 141 – 152, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-007>.
- Kleypas, J.A., J.W. McManus and L.A.B. Meñez, 1999: Environmental limits to coral reef development: Where do we draw the line? *American Zoologist*, 39(1), 146 – 159, <https://doi.org/10.1093/icb/39.1.146>.
- Knutson, T. R., J.J. Sirutis, M. Zhao, R.E. Tuleya, M. Bender, G.A. Vecchi, G. Villarini and D. Chavas, 2015: Global projections of intense tropical cyclone activity for the late 21st century from dynamical downscaling of CMIP5/RCP4.5 scenarios. *J. Climate*, 28(18), <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0129.1>
- Knutson, T., S.J. Camargo, J.C. Chan, K. Emanuel, C. Ho, J. Kossin, M. Mohapatra, M. Satoh, M. Sugi, K. Walsh and L. Wu, 2020: Tropical Cyclones and Climate Change Assessment: Part II. Projected Response to Anthropogenic Warming. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 101, E303 – E322, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0194.1>.
- Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebita, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, 93, 5 – 48, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>.
- Kodama, T., Y. Igeta, M. Kuga and S. Abe, 2016: Long-term decrease in phosphate concentrations in the surface layer of the southern Japan Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121, 7845 – 7856, <https://doi.org/10.1002/2016JC012168>.
- Kohno, N., C. Fritz, P.L.N. Murty, D. Greenslade, D. Telford, M.C. Uson and S. Rabitu, 2022: Forecasting Tropical Cyclone Coastal and Marine Hazards and Impacts. Report for WMO IWTC-10, 1 – 27.

- Kohyama, T., D.L. Hartmann and D.S. Battisti, 2017: La Niña-like mean-state response to global warming and potential oceanic roles. *J. Climate*, 30, 4207 – 4225, <https://doi.org/10.1175/jcli-d-16-0441.1>.
- Kosaka, Y. and H. Nakamura, 2011: Dominant mode of climate variability, Intermodel diversity, and projected future changes over the summertime western North Pacific simulated in the CMIP3 models. *J. Climate*, 24, 3935 – 3955, <https://doi.org/10.1175/2011JCLI3907.1>.
- Kosaka, Y., S. Kobayashi, Y. Harada, C. Kobayashi, H. Naoe, K. Yoshimoto, M. Harada, N. Goto, J. Chiba, K. Miyaoka, R. Sekiguchi, M. Deushi, H. Kamahori, T. Nakaegawa, T. Y. Tanaka, T. Tokuhira, Y. Sato, Y. Matsushita and K. Onogi, 2024; The JRA-3Q Reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, 102, 49 – 109, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2024-004>.
- Kossin, J.P., K.A. Emanuel and G.A. Vecchi, 2014: The poleward migration of the location of tropical cyclone maximum intensity. *Nature*, 509, 349 – 352, <https://doi.org/10.1038/nature13278>.
- Kossin, J.P., K.A. Emanuel and S.J. Camargo, 2016: Past and projected changes in western North Pacific tropical cyclone exposure. *J. Climate*, 29, 5725 – 5739, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0076.1>.
- Kossin, J.P., 2018: A global slowdown of tropical-cyclone translation speed. *Nature*, 558, 104 - 107, <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0158-3>.
- Kossin, J.P., 2019: Reply to: Moon, I.-J. et al.; Lanzante, J. R., *Nature*, 570, E16 - E22, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1224-1>.
- Kosugi, N., H. Ono, K. Toyama, H. Tsujino and M. Ishii, 2023: An empirical projection of ocean acidification in southwestern Japan over the 21st century. *Marine Chemistry*, 255(20), 104290, <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2023.104290>.
- Kudo, R., A. Uchiyama, O. Ijima, N. Ohkawara and S. Ohta, 2012: Aerosol impact on the brightening in Japan. *J. Geophys. Res.*, 117, D07208, <https://doi.org/10.1029/2011JD017158>.
- Kulk, G., T. Platt, J. Dingle, T. Jackson, B.F. Jönsson, H.A. Bouman, M. Babin, R.J.W. Brewin, M. Doblin, M. Estrada, F.G. Figueiras, K. Furuya, N. González-Benítez, H.G. Gudfinnsson, K. Gudmundsson, B. Huang, T. Isada, Ž. Kovač, V.A. Lutz, E. Marañón, M. Raman, K. Richardson, P.D. Rozema, W.H. van de Poll, V. Segura, G.H. Tilstone, J. Uitz, V. van Dongen-Vogels, T. Yoshikawa and S. Sathyendranath, 2020: Primary production, an index of climate change in the ocean: satellite-based estimates over two decades. *Remote Sensing*, 12(5), 826, <https://doi.org/10.3390/rs12050826>.
- Kusunoki, S., 2018: Future changes in precipitation over East Asia projected by the global atmospheric model MRI-AGCM3.2. *Climate Dyn.*, 51, 4601 – 4617, <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3499-3>.
- Kwiatkowski, L., O. Torres, L. Bopp, O. Aumont, M. Chamberlain, J.R. Christian, J.P. Dunne, M. Gehlen, T. Ilyina, J.G. John, A. Lenton, H. Li, N.S. Lovenduski, J.C. Orr, J. Palmieri, Y. Santana-Falcón, J. Schwinger, R. Séférian, C.A. Stock, A. Tagliabue, Y. Takano, J. Tjiputra, K. Toyama, H. Tsujino, M. Watanabe, A. Yamamoto, A. Yool and T. Ziehn, 2020: Twenty-first century ocean warming, acidification, deoxygenation, and upper-ocean nutrient and primary production decline from CMIP6 model projections. *Biogeosciences*, 17, 3439 – 3470, <https://doi.org/10.5194/bg-17-3439-2020>.
- Langdon, C., T. Takahashi, C. Sweeney, D. Chipman, J. Goddard, F. Marubini, H. Aceves, H. Barnett and M.J. Atkinson, 2000: Effect of calcium carbonate saturation state on the calcification rate of

- an experimental coral reef. *Global Biogeochem. Cycles*, 14, 639 – 654, <https://doi.org/10.1029/1999GB001195>.
- Lanzante, J.R., 2019: Uncertainties in tropical-cyclone translation speed. *Nature*, 570, E6 – E15, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1223-2>.
- Laufkötter, C., J. Zscheischler and T.L. Frölicher, 2020: High-impact marine heatwaves attributable to human-induced global warming. *Science*, 369(6511), 1621 – 1625, <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>.
- Lauvset, S.K., B.R. Carter, F.F. Pérez, L.-Q. Jiang, R.A. Feely, A. Velo and A. Olsen, 2020: Processes driving global interior ocean pH distribution. *Global Biogeochemical Cycles*, 34(1), e2019GB006229, <https://doi.org/10.1029/2019GB006229>.
- Lee, C.-Y., S. J. Camargo, A. H. Sobel and M. K. Tippett, 2020: Statistical–dynamical downscaling projections of tropical cyclone activity in a warming climate: Two diverging genesis scenarios. *J. Clim.*, 33, 4815 – 4834, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0452.1>.
- Lee, K., L.T. Tong, F.J. Millero, C.L. Sabine, A.G. Dickson, C. Goyet, G.-H. Park, R. Wanninkhof, R.A. Feely and R.M. Key, 2006: Global relationships of total alkalinity with salinity and temperature in surface waters of the world's oceans. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L19605, <https://doi.org/10.1029/2006GL027207>.
- Lehmann, J., D. Coumou, K. Frieler, A.V. Eliseev and A. Levermann, 2014: Future changes in extratropical storm tracks and baroclinicity under climate change. *Environ. Res. Lett.*, 9(8), 084002, <https://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/084002>.
- Lehner, F., C. Deser, N. Maher, J. Marotzke, E.M. Fischer, L. Brunner, R. Knutti and E. Hawkins, 2020: Partitioning climate projection uncertainty with multiple large ensembles and CMIP5/6. *Earth Syst. Dynam.*, 11, 491 – 508, <https://doi.org/10.5194/esd-11-491-2020>.
- Lejeune, Q., E.L. Davin, L. Gudmundsson, J. Winckler and S.I. Seneviratne, 2018: Historical deforestation locally increased the intensity of hot days in northern mid-latitudes. *Nature Climate Change*, 8(5), 386 – 390, <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0131-z>.
- Lemordant, L., P. Gentine, M. Stéfanon, P. Drobinski and S. Fatichi, 2016: Modification of land-atmosphere interactions by CO₂ effects: Implications for summer dryness and heat wave amplitude. *Geophysical Research Letters*, 43, 10240 – 10248, <https://doi.org/10.1002/2016gl069896>.
- Lenderink, G., R. Barbero, J.M. Loriaux and H.J. Fowler, 2017: Super-Clausius-Clapeyron scaling of extreme hourly convective precipitation and its relation to large-scale atmospheric conditions, *J. Climate*, 30, 6037 – 6052, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0808.1>.
- Le Quéré, C., R.M. Andrew, J.G. Canadell, S. Sitch, J.I. Korsbakken, G.P. Peters, A.C. Manning, T.A. Boden, P.P. Tans, R.A. Houghton, R.F. Keeling, S. Alin, O.D. Andrews, P. Anthoni, L. Barbero, L. Bopp, F. Chevallier, L.P. Chini, P. Ciais, K. Currie, C. Delire, S.C. Doney, P. Friedlingstein, T. Gkritzalis, I. Harris, J. Hauck, V. Haverd, M. Hoppema, K. Klein Goldewijk, A.K. Jain, E. Kato, A. Körtzinger, P. Landschützer, N. Lefèvre, A. Lenton, S. Lienert, D. Lombardozzi, J.R. Melton, N. Metzl, F. Millero, P.M.S. Monteiro, D.R. Munro, J.E.M.S. Nabel, S. Nakaoka, K. O'Brien, A. Olsen, A.M. Omar, T. Ono, D. Pierrot, B. Poulter, C. Rödenbeck, J. Salisbury, U. Schuster, J. Schwinger, R. Séférian, I. Skjelvan, B.D. Stocker, A.J. Sutton, T. Takahashi, H. Tian, B. Tilbrook, I.T. van der Laan-Luijkx, G.R. van der Werf, N. Viovy, A.P. Walker, A.J. Wiltshire and S. Zaehle, 2016: Global Carbon Budget 2016. *Earth Syst. Sci. Data*, 8, 605 – 649, <https://doi.org/10.5194/essd-8-605-2016>.

- Lewis, E. and D.W.R. Wallace, 1998: Program Developed for CO₂ System Calculations. ORNL/CDIAC-105. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee, <https://doi.org/10.2172/639712>.
- Li, C., F. Zwiers, X. Zhang, G. Li, Y. Sun and M. Wehner, 2021: Changes in annual extremes of daily temperature and precipitation in CMIP6 models. *J. Climate*, 34, 3441 – 3460, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-1013.1>.
- Lin, N., K. Emanuel, M. Oppenheimer and E. Vanmarcke, 2012: Physically based assessment of hurricane surge threat under climate change. *Nature Climate Change*, 2(6), 462 – 467, <https://doi.org/10.1038/nclimate1389>.
- Little, C.M., R.M. Horton, R.E. Kopp, M. Oppenheimer, G.A. Vecchi and G. Villarini, 2015: Joint projections of US East Coast sea level and storm surge. *Nature Climate Change*, 5(12), 1114 – 1120, <https://doi.org/10.1038/nclimate2801>.
- Liu, M., G.A. Vecchi, J.A. Smith and T.R. Knutson, 2019: Causes of large projected increases in hurricane precipitation rates with global warming. *npj Climate and Atmospheric Science*, 2(1), 1 – 5, <https://doi.org/10.1038/s41612-019-0095-3>.
- Liu, M., L. Yang, J.A. Smith, and G.A. Vecchi, 2020: Response of extreme rainfall for landfalling tropical cyclones undergoing extratropical transition to projected climate change: Hurricane Irene (2011). *Earth's Future*, 8, e2019EF001360, <https://doi.org/10.1029/2019EF001360>.
- Liu, Q., J. Song and P.J. Klotzbach, 2021: Trends in western North Pacific tropical cyclone intensity change before landfall. *Frontiers in Earth Science*, 9, 780353, <https://doi.org/10.3389/feart.2021.780353>.
- Locarnini, R.A., A.V. Mishonov, O.K. Baranova, T.P. Boyer, M.M. Zweng, H.E. Garcia, J.R. Reagan, D. Seidov, K. Weathers, C.R. Paver and I. Smolyar, 2019. *World Ocean Atlas 2018, Volume 1: Temperature*. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 81, 52pp.
- Lute, A.C., J.T. Abatzoglou and K.C. Hegewisch, 2015: Projected changes in snowfall extremes and interannual variability of snowfall in the western United States. *Water Resour. Res.*, 51, 960 – 972, <https://doi.org/10.1002/2014WR016267>.
- Ma, J., S.-P. Xie and Y. Kosaka, 2012: Mechanisms for tropical tropospheric circulation change in response to global warming. *J. Clim.* 25, 2979 – 2994, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00048.1>.
- Mantua, N.J., S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace and R.C. Francis, 1997: A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 1069 – 1080, [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<1069:APICOW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<1069:APICOW>2.0.CO;2).
- Maraun, D. and M. Widmann, 2018: *Statistical Downscaling and Bias Correction for Climate Research*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 347pp., <https://doi.org/10.1017/9781107588783>.
- Martin, J.H. and S.E. Fitzwater, 1988: Iron deficiency limits phytoplankton growth in the north-east Pacific subarctic. *Nature* 331, 341 – 343, <https://doi.org/10.1038/331341a0>.
- Masato, G., B.J. Hoskins and T. Woollings, 2013: Winter and summer Northern Hemisphere blocking in CMIP5 models. *J. Climate*, 26, 7044 – 7059, <https://doi.org/10.1175/jcli-d-12-00466.1>.
- Mascioli, N.R., A.M. Fiore, M. Previdi and G. Correa, 2016: Temperature and Precipitation Extremes in the United States: Quantifying the Responses to Anthropogenic Aerosols and Greenhouse Gases. *Journal of Climate*, 29, 2689 – 2701, <https://doi.org/10.1175/jcli-d-15-0478.1>.

- Matear, R.J. and A. Lenton, 2018: Carbon-climate feedbacks accelerate ocean acidification. *Biogeosciences*, 15, 1721 – 1732, <https://doi.org/10.5194/bg-15-1721-2018>.
- Matsueda, M. and H. Endo, 2017: The robustness of future changes in Northern Hemisphere blocking: A large ensemble projection with multiple sea surface temperature patterns. *Geophys. Res. Lett.*, 44, 5158 – 5166, <https://doi.org/10.1002/2017gl073336>.
- Matsumura, S. and T. Sato, 2011: Snow/Ice and Cloud Responses to Future Climate Change around Hokkaido. *SOLA*, 7, 205 – 208, <https://doi.org/10.2151/sola.2011-052>.
- McCabe, R.M., B.M. Hickey, R.M. Kudela, K.A. Lefebvre, N.G. Adams, B.D. Bill, F.M.D. Gulland, R.E. Thomson, W.P. Cochlan and V.L. Trainer, 2016: An unprecedented coastwide toxic algal bloom linked to anomalous ocean conditions. *Geophys. Res. Lett.*, 43, 10,366 – 10,376, <https://doi.org/10.1002/2016GL070023>.
- McInnes, K.L., K.J.E. Walsh, R.K. Hoeke, J.G. O'Grady, F. Colberg and G.D. Hubbert, 2014: Quantifying storm tide risk in Fiji due to climate variability and change. *Global and Planetary Change*, 116, 115 – 129, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.02.004>.
- Meehl, G.A., C.A. Senior, V. Eyring, G. Flato, J.-F. Lamarque, R.J. Stouffer, K.E. Taylor and M. Schlund, 2020: Context for interpreting equilibrium climate sensitivity and transient climate response from the CMIP6 Earth system models. *Science Advances*, 6(26), eaba1981, <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1981>.
- Mei, W. and S.-P. Xie, 2016: Intensification of landfalling typhoons over the northwest Pacific since the late 1970s. *Nature Geoscience*, 9, 753 – 757, <https://doi.org/10.1038/ngeo2792>.
- Melet, A., B. Meyssignac, R. Almar and G. Le Cozannet, 2018: Under-estimated wave contribution to coastal sea-level rise. *Nature Climate Change*, 8(3), 234 – 239, <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0088-y>.
- Mélin, F., 2016: Impact of inter-mission differences and drifts on chlorophyll-a trend estimates. *International Journal of Remote Sensing*, 37(10), 2233 – 2251, <https://doi.org/10.1080/01431161.2016.1168949>.
- Mertz, F., M.I. Pujol and Y. Faugère, 2018: Product user manual (CMEMS-SL-PUM-008-032-051). cmems-resources.cls.fr, version 4.0.
- Mesta, B., H. Sasaki, T. Nakaegawa and E. Kentel, 2022: Changes in precipitation climatology for the Eastern Mediterranean using CORDEX RCMs, NHRCM and MRI-AGCM. *Atmospheric Research*, 272, 106140, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106140>.
- Meucci, A., I.R. Young, M. Hemer, C. Trenham and I.G. Watterson, 2023: 140 years of global ocean wind-wave climate derived from CMIP6 ACCESS-CM2 and EC-Earth3 GCMs: Global trends, regional changes, and future projections. *Journal of Climate*, 36(6), 1605 – 1631, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-21-0929.1>.
- Michaelis, A.C. and G.M. Lackmann, 2019: Climatological changes in the extratropical transition of tropical cyclones in high-resolution global simulations. *J. Climate*, 32, 8733 – 8753, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0259.1>.
- Midorikawa, T., M. Ishii, N. Kosugi, D. Sasano, T. Nakano, S. Saito, N. Sakamoto, H. Nakano and H.Y. Inoue, 2012: Recent deceleration of oceanic pCO₂ increase in the western North Pacific in winter. *Geophys. Res. Lett.*, 39, L12601, <https://doi.org/10.1029/2012GL051665>.

- Miyama, T., S. Minobe and H. Goto, 2021: Marine Heatwave of Sea Surface Temperature of the Oyashio Region in Summer in 2010–2016. *Front. Mar. Sci.*, 7:576240, <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.576240>.
- Miyasaka, T., H. Kawase, T. Nakaegawa, Y. Imada and I. Takayabu, 2020: Future projections of heavy precipitation in Kanto and associated weather patterns using large ensemble high-resolution simulations. *SOLA*, 16, 125 – 131, <https://doi.org/10.2151/sola.2020-022>.
- Mizuta, R., H. Yoshimura, H. Murakami, M. Matsueda, H. Endo, T. Ose, K. Kamiguchi, M. Hosaka, M. Sugi, S. Yukimoto, S. Kusunoki and A. Kitoh, 2012: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90A, 233 – 258, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2012-A12>.
- Mizuta, R., O. Arakawa, T. Ose, S. Kusunoki, H. Endo and A. Kitoh, 2014: Classification of CMIP5 future climate responses by the tropical sea surface temperature changes. *SOLA*, 10, 167 – 171, <https://doi.org/10.2151/sola.2014-035>.
- Mizuta, R., A. Murata, M. Ishii, H. Shiogama, K. Hibino, N. Mori, O. Arakawa, Y. Imada, K. Yoshida, T. Aoyagi, H. Kawase, M. Mori, Y. Okada, T. Shimura, T. Nagatomo, M. Ikeda, H. Endo, M. Nosaka, M. Arai, C. Takahashi, K. Tanaka, T. Takemi, Y. Tachikawa, K. Temur, Y. Kamae, M. Watanabe, H. Sasaki, A. Kitoh, I. Takayabu, E. Nakakita and M. Kimoto, 2017: Over 5,000 years of ensemble future climate simulations by 60-km global and 20-km regional atmospheric models. *The Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS)*, July, 98, 1383 – 1398, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0099.1>.
- Mizuta, R. and H. Endo, 2020: Projected changes in extreme precipitation in a 60-km AGCM large ensemble and their dependence on return periods. *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2019GL086855. <https://doi.org/10.1029/2019GL086855>.
- Mizuta, R., M. Nosaka, T. Nakaegawa, H. Endo, S. Kusunoki, A. Murata and I. Takayabu, 2022: Extreme precipitation in 150-year continuous simulations by 20-km and 60-km atmospheric general circulation models with dynamical downscaling over Japan by a 20-km regional climate model. *J. Meteor. Soc. Japan*, 100, 523 – 532, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2022-026>.
- Montzka, S.A., G.S. Dutton, P. Yu, E. Ray, R.W. Portmann, J.S. Daniel, L. Kujipers, B.D. Hall, D. Mondeel, C. Siso, J.D. Nance, M. Rigby, A.J. Manning, L. Hu, F. Moore, B.R. Miller and J.W. Elkins, 2018: An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11. *Nature*, 557, 413 – 417, <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0106-2>.
- Montzka, S.A., G.S. Dutton, R.W. Portmann, M.P. Chipperfield, S. Davis, W. Feng, A.J. Manning, E. Ray, M. Rigby, B.D. Hall, C. Siso, J.D. Nance, P.B. Krummel, J. Mühle, D. Young, S. O'Doherty, P.K. Salameh, C.M. Harth, R.G. Prinn, R.F. Weiss, J.W. Elkins, H. Walter-Terrinoni and C. Theodoridi, 2021: A decline in global CFC-11 emissions during 2018-2019. *Nature*, 590, 428 – 432, <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03260-5>.
- Moon, I.-J., S.-H. Kim and J.C.L. Chan, 2019: Climate change and tropical cyclone trend. *Nature*, 570, E3 – E5, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1222-3>.
- Moore, C.M., M.M. Mills, K.R. Arrigo, I. Berman-Frank, L. Bopp, P.W. Boyd, E.D. Galbraith, R.J. Geider, C. Guieu, S.L. Jaccard, T.D. Jickells, J. La Roche, T.M. Lenton, N.M. Mahowald, E. Marañón, I. Marinov, J.K. Moore, T. Nakatsuka, A. Oschlies, M.A. Saito, T.F. Thingstad, A. Tsuda and O. Ulloa, 2013: Processes and patterns of oceanic nutrient limitation. *Nature Geoscience*, 6(9), 701 – 710, <https://doi.org/10.1038/ngeo1765>.

- Mori, N., T. Shimura, T. Yasuda and H. Mase, 2013: Multi-model climate projections of ocean surface variables under different climate scenarios—Future change of waves, sea level and wind. *Ocean Engineering*, Vol.71, 122 – 129, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2013.02.016>.
- Mori, N., T. Shimura, K. Yoshida, R. Mizuta, Y. Okada, M. Fujita, T. Khujanazarov and E. Nakakita, 2019: Future changes in extreme storm surges based on mega-ensemble projection using 60-km resolution atmospheric global circulation model. *Coastal Engineering Journal*, 61(3), 295 – 307, <https://doi.org/10.1080/21664250.2019.1586290>.
- Mori, N., N. Ariyoshi, T. Shimura, T. Miyashita and J. Ninomiya, 2021: Future projection of maximum potential storm surge height at three major bays in Japan using the maximum potential intensity of a tropical cyclone. *Climatic Change*, 164(3), 25, <https://doi.org/10.1007/s10584-021-02980-x>.
- Mori, N. and T. Shimura, 2023: Tropical cyclone-induced coastal sea level projection and the adaptation to a changing climate. *Cambridge Prisms: Coastal Futures*, Vol.1, e4, <https://doi.org/10.1017/cft.2022.6>.
- Morim, J., M. Hemer, X.L. Wang, N. Cartwright, C. Trenham, A. Semedo, I. Young, L. Brichenno, P. Camus, M. Casas-Prat, L. Erikson, L. Mentaschi, N. Mori, T. Shimura, B. Timmerman, O. Aarnes, Ø. Breivik, A. Behrens, M. Dobrynin, M. Menendez, J. Staneva, M. Wehner, J. Wolf, B. Kamranzad, A. Webb, J. Stopa and F. Andutta, 2019: Robustness and uncertainties in global multivariate wind-wave climate projections. *Nature Climate Change*, 9, 711 – 718, <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0542-5>.
- Mudryk, L., M. Santolaria-Otín, G. Krinner, M. Ménégos, C. Derksen, C. Brutel-Vuilmet, M. Brady and R. Essery, 2020: Historical Northern Hemisphere snow cover trends and projected changes in the CMIP6 multi-model ensemble. *The Cryosphere*, 14, 2495 – 2514, <https://doi.org/10.5194/tc-14-2495-2020>.
- Mueller, N.D., E.E. Butler, K.A. McKinnon, A. Rhines, M. Tingley, N.M. Holbrook and P. Huybers, 2016: Cooling of US Midwest summer temperature extremes from cropland intensification. *Nature Climate Change*, 6, 317 – 322, <https://doi.org/10.1038/nclimate2825>.
- Muller-Karger, F., Y. Astor, M. Scranton, G. Taylor, R. Thunell, R. Varela, C. Benitez-Nelson, K. Buck, K. Fanning, J. Capelo, J. Gutierrez, L. Guzman, L. Lorenzoni, E. Montes, J. Rojas, A. Rondon, D. Rueda-Roa and E. Tappa, 2019: Time-series Niskin-bottle sample data from R/V Hermano Gines cruises in the Cariaco Basin from 1995 through 2017 (CARIACO Ocean Time-Series Program). Biological and Chemical Oceanography Data Management Office (BCO-DMO). (Version 1) Version Date 2019-06-06, <https://doi.org/10.1575/1912/bco-dmo.3093.1>
- Muis, S., M.I. Apecechea, J. Dullaart, J.L. Rego, K.S. Madsen, J. Su, K. Yan and M. Verlaan, 2020: A High-Resolution Global Dataset of Extreme Sea Levels, Tides, and Storm Surges, Including Future Projections. *Frontiers in Marine Science*, 7, 263, <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00263>.
- Murakami, H., B. Wang and A. Kitoh, 2011: Future change of western North Pacific typhoons: Projections by a 20-km-mesh global atmospheric model. *J. Climate*, 24, 1154 – 1169, <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3723.1>.
- Murakami, H., Y. Wang, H. Yoshimura, R. Mizuta, M. Sugi, E. Shindo, Y. Adachi, S. Yukimoto, M. Hosaka, S. Kusunoki, T. Ose and A. Kitoh, 2012a: Future changes in tropical cyclone activity projected by the new High-Resolution MRI-AGCM. *J. Climate*, 25(9), 3237 – 3260, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00415.1>.

- Murakami, H., R. Mizuta and E. Shindo, 2012b: Future changes in tropical cyclone activity projected by multi-physics and multi-SST ensemble experiments using the 60-km-mesh MRI-AGCM. *Clim. Dyn.*, 39(9-10), 2569 – 2584, <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1223-x>.
- Murata, A., H. Sasaki, H. Kawase, M. Nosaka, M. Oh'izumi, T. Kato, T. Aoyagi, F. Shido, K. Hibino, S. Kanada, A. Suzuki-Parker and T. Nagatomo, 2015: Projection of future climate change over Japan in ensemble simulations with a high-resolution regional climate model. *SOLA*, 11, 90 – 94, <https://doi.org/10.2151/sola.2015-022>.
- Murata, A., H. Sasaki, H. Kawase, M. Nosaka, T. Aoyagi, M. Oh'izumi, N. Seino, F. Shido, K. Hibino, K. Ishihara, H. Murai, S. Yasui, S. Wakamatsu and I. Takayabu, 2017: Projection of future climate change over Japan in ensemble simulations using a convection-permitting regional climate model with urban canopy. *SOLA*, 13, 219 – 223, <https://doi.org/10.2151/sola.2017-040>.
- Murata, A., M. Nosaka, H. Sasaki and H. Kawase, 2022: Dynamic and thermodynamic factors involved in future changes in extreme summertime precipitation in Japan projected by convection-permitting regional climate model simulations. *J. Applied Met.*, 61, 1221 – 1237, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-21-0256.1>.
- Nabat, P., S. Somot, M. Mallet, A. Sanchez-Lorenzo and M. Wild, 2014: Contribution of anthropogenic sulfate aerosols to the changing Euro-Mediterranean climate since 1980. *Geophysical Research Letters*, 41, 5605 – 5611, <https://doi.org/10.1002/2014gl060798>.
- Nakano, H., H. Tsujino, K. Sakamoto, S. Urakawa, T. Toyoda and G. Yamanaka, 2018: Identification of the fronts from the Kuroshio Extension to the Subarctic Current using absolute dynamic topographies in satellite altimetry products. *J. Oceanogr.*, 74, 393 – 420, <https://doi.org/10.1007/s10872-018-0470-4>.
- Nakano, H., Y. Matsumura, H. Tsujino, S. Urakawa, K. Sakamoto, T. Toyoda and G. Yamanaka, 2021: Effects of eddies on the subduction and movement of water masses reaching the 137°E section using Lagrangian particles in an eddy-resolving OGCM. *J. Oceanogr.* 77, 283 – 305, <https://doi.org/10.1007/s10872-020-00573-3>.
- Nakano, H., S. Urakawa, K. Sakamoto, T. Toyoda, Y. Kawakami and G. Yamanaka, 2023: Long-term sea-level variability along the coast of Japan during the 20th century revealed by a 1/10° OGCM. *J. Oceanogr.*, 79, 123 – 143, <https://doi.org/10.1007/s10872-022-00671-4>.
- Nayak, S. and T. Takemi, 2020: Robust responses of typhoon hazards in northern Japan to global warming climate: cases of landfalling typhoons in 2016. *Meteorol Appl.*, 27, e1954, <https://doi.org/10.1002/met.1954>.
- Needham, H.F., B.D. Keim and D. Sathiaraj, 2015: A review of tropical cyclone-generated storm surges: Global data sources, observations, and impacts. *Rev. Geophys.*, 53, 545 – 591, <https://doi.org/10.1002/2014RG000477>.
- Newman, A.J., A.J. Monaghan, M.P. Clark, K. Ikeda, L. Xue, E.D. Gutmann and J.R. Arnold, 2021: Hydroclimatic changes in Alaska portrayed by a high-resolution regional climate simulation. *Climatic Change*, 164, 1 – 21, <https://doi.org/10.1007/S10584-021-02956-X>.
- Newman, M., M.A. Alexander, T.R. Ault, K.M. Cobb, C. Deser, E.D. Lorenzo, N.J. Mantua, A.J. Miller, S. Minobe, H. Nakamura, N. Schneider, D.J. Vimont, A.S. Phillips, J.D. Scott and C.A. Smith, 2016: The Pacific Decadal Oscillation, Revisited. *Journal of Climate*, 29(12), 4399 – 4427, <https://doi.org/10.1175/jcli-d-15-0508.1>.

- Nihei, Y., K. Oota, H. Kawase, T. Sayama, E. Nakakita, T. Ito and J. Kashiwada, 2023: Assessment of climate change impacts on river flooding due to Typhoon Hagibis in 2019 using nonglobal warming experiments. *Journal of Flood Risk Management*, 16(3), e12919, <https://doi.org/10.1111/jfr3.12919>.
- Nishii, K., T. Miyasaka, Y. Kosaka and H. Nakamura, 2009: Reproducibility and future projection of the midwinter storm-track activity over the Far East in the CMIP3 climate models in relation to “Haru-Ichiban” over Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, 87, 581 – 588, <https://doi.org/10.2151/jmsj.87.581>.
- Nishikawa, S., T. Sugiyama, M. Kurogi, H. Tsujino, H. Nakano and Y. Ishikawa, 2024: Development of a high-resolution ocean ensemble future projection dataset for the North Pacific incorporating simple biogeochemical processes. *Prog Earth Planet Sci* 11, 67, <https://doi.org/10.1186/s40645-024-00669-0>.
- Nishimura, S., M. Sasaki, N. Nonaka, M. Ueno, Y. Mochizuki and M. Miura, 2023: The Japan Meteorological Agency’s Dvorak re-analysis data. RSMC Tokyo – Typhoon Center Technical Review, 26, 1 – 12. [Available at <https://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/techrev/text26-1.pdf>.]
- Nonaka, M., Y. Sasai, H. Sasaki, B. Taguchi and H. Nakamura, 2016: How potentially predictable are midlatitude ocean currents? *Sci. Rep.*, 6, 20153, <https://doi.org/10.1038/srep20153>.
- Norris, J.R. and M. Wild, 2009: Trends in aerosol radiative effects over China and Japan inferred from observed cloud cover, solar “dimming,” and solar “brightening”. *J. Geophys. Res.*, 114, D00D15, <https://doi.org/10.1029/2008JD011378>.
- Nosaka, M., M. Ishii, H. Shiogama, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase and H. Sasaki 2020: Scalability of future climate changes across Japan examined with large-ensemble simulations at + 1.5 K, +2 K, and + 4 K global warming levels. *Prog Earth Planet Sci*, 7, 27, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00341-3>.
- Nosaka, M., H. Kawase, A. Murata and H. Sasaki, 2021: Future changes in early spring wind speed and surface warming acceleration in snow-covered areas. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126, e2020JD034089, <https://doi.org/10.1029/2020JD034089>.
- Notz, D. and SIMIP Community, 2020: Arctic sea ice in CMIP6. *Geophys. Res. Lett.* 47, e2019GL086749, <https://doi.org/10.1029/2019GL086749>.
- Ohba, M. and H. Kawase, 2020: Rain-on-Snow events in Japan as projected by a large ensemble of regional climate simulations. *Climate Dynamics*, 55, 2785 – 2800, <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05419-8>.
- Ohba, M. and S. Sugimoto, 2020: Impacts of climate change on heavy wet snowfall in Japan. *Clim Dyn* 54, 3151 – 3164, <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05163-z>.
- Ohshima, K.I., S. Nishashi, E. Hashiya and T. Watanabe, 2006: Interannual variability of sea ice area in the Sea of Okhotsk: importance of surface heat flux in fall. *J. Meteor. Soc. Japan*, 84, 907 – 919, <https://doi.org/10.2151/jmsj.84.907>.
- Oka, E., M. Ishii, T. Nakano, T. Suga, S. Kouketsu, M. Miyamoto, H. Nakano, B. Qiu, S. Sugimoto and Y. Takatani, 2018: Fifty years of the 137°E repeat hydrographic section in the western North Pacific Ocean. *Journal of Oceanography*, 74, 115-145, <https://doi.org/10.1007/s10872-017-0461-x>.

- Olafsson, J., S.R. Olafsdottir, A. Benoit-Cattin and T. Takahashi, 2010: The Irminger Sea and the Iceland Sea time series measurements of sea water carbon and nutrient chemistry 1983-2008. *Earth Syst. Sci. Data*, 2, 99 – 104, <https://doi.org/10.5194/essd-2-99-2010>.
- Ono, H., N. Kosugi, K. Toyama, H. Tsujino, A. Kojima, K. Enyo, Y. Iida, T. Nakano and M. Ishii, 2019: Acceleration of Ocean Acidification in the Western North Pacific. *Geophys. Res. Lett.*, 46, 13, 161 – 169, <https://doi.org/10.1029/2019GL085121>.
- Ono, T., T. Midorikawa, Y.W. Watanabe, K. Tadokoro and T. Saino, 2001: Temporal increases of phosphate and apparent oxygen utilization in the subsurface waters of western subarctic Pacific from 1968 to 1998. *Geophysical Research Letters*, 28(17), 3285 – 3288, <https://doi.org/10.1029/2001GL012948>.
- Ono, T., K. Tadokoro, T. Midorikawa, J. Nishioka and T. Saino, 2002: Multi-decadal decrease of net community production in western subarctic North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 29(8), 1186, <https://doi.org/10.1029/2001GL014332>.
- Oouchi, K., J. Yoshimura, H. Yoshimura, R. Mizuta, S. Kusunoki and A. Noda, 2006: Tropical cyclone climatology in a global-warming climate as simulated in a 20km-mesh global atmospheric model: Frequency and wind intensity analyses. *J. Meteor. Soc. Japan*, 84, 259 – 276, <https://doi.org/10.2151/jmsj.84.259>.
- Orr, J.C., V.J. Fabry, O. Aumont, L. Bopp, S.C. Doney, R.A. Feely, A. Gnanadesikan, N. Gruber, A. Ishida, F. Joos, R.M. Key, K. Lindsay, E. Maier-Reimer, R. Matear, P. Monfray, A. Mouchet, R.G. Najjar, G.-K. Plattner, K.B. Rodgers, C.L. Sabine, J.L. Sarmiento, R. Schlitzer, R.D. Slater, I.J. Totterdell, M.-F. Weirig, Y. Yamanaka and A. Yool, 2005: Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437(7059), 681 – 686, <https://doi.org/10.1038/nature04095>.
- Osakada, Y. and E. Nakakita 2018. Future Change of Occurrence Frequency of Baiu Heavy Rainfall and Its Linked Atmospheric Patterns by Multiscale Analysis. *SOLA*. 14. 79 - 85, <https://doi.org/10.2151/sola.2018-014>.
- Oschlies, A., P. Brandt, L. Stramma and S. Schmidtke, 2018: Drivers and mechanisms of ocean deoxygenation. *Nat. Geosci.*, 11(7), 467 – 473, <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0152-2>.
- Ose, T., 2019a: Characteristics of future changes in summertime East Asian monthly precipitation in MRI-AGCM global warming experiments. *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 317 – 335, <https://doi.org/doi:10.2151/jmsj.2019-018>.
- Ose, T., 2019b: Future changes in summertime East Asian monthly precipitation in CMIP5 and their dependence on present-day model climatology. *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 1041 – 1053. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-055>.
- Ose, T., H. Endo, Y. Takaya, S. Maeda and T. Nakaegawa, 2022: Robust and uncertain sea-level pressure patterns over summertime East Asia in the CMIP6 multi-model future projections. *J. Meteor. Soc. Japan*, 100, 631 – 645, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2022-032>.
- Ose, T., H. Endo and T. Nakaegawa, 2024: Emergence of future sea-level pressure patterns in recent summertime East Asia. *J. Meteor. Soc. Japan*, 102, 265 – 283, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2024-012>.
- Pall, P., T. Aina, D.A. Stone, P.A. Stott, T. Nozawa, A.G.J. Hilberts, D. Lohmann and M.R. Allen, 2011: Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000. *Nature*, 470, 382 – 385, <https://doi.org/10.1038/nature09762>.

- Park, S., L.M. Western, T. Saito, A.L. Redington, S. Henne, X. Fang, R.G. Prinn, A.J. Manning, S.A. Montzka, P.J. Fraser, A.L. Ganesan, C.M. Harth, J. Kim, P.B. Krummel, Q. Liang, J. Mühle, S. O'Doherty, H. Park, M.-K. Park, S. Reimann, P.K. Salameh, R.F. Weiss and M. Rigby, 2021: A decline in emissions of CFC-11 and related chemicals from eastern China. *Nature*, 590, 433 – 437, <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03277-w>.
- Park, Y.-H., J.-H. Yoon, Y.-H. Youn and F. Vivier, 2012: Recent warming in the western North Pacific in relation to rapid changes in the atmospheric circulation of the Siberian high and Aleutian low systems. *J. Climate*, 25, 3476 - 3493, <https://doi.org/10.1175/2011JCLI4142.1>.
- Pasini, A., U. Triacca and A. Attanasio, 2017: Evidence for the role of the Atlantic multidecadal oscillation and the ocean heat uptake in hiatus prediction. *Theoretical and Applied Climatology*, 129(3–4), 873 – 880, <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1818-6>.
- Patricola, C.M., R. Saravanan and P. Chang, 2018: The response of Atlantic tropical cyclones to suppression of African Easterly Waves. *Geophys. Res. Lett.*, 45, 471 – 479, <https://doi.org/10.1002/2017GL076081>.
- Patricola, C.M. and M.F. Wehner, 2018: Anthropogenic influences on major tropical cyclone events. *Nature*, 563(7731), 339 – 346, <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0673-2>.
- Pearce, A., R. Lenanton, G. Jackson, J. Moore, M. Feng and D. Gaughan, 2011: The “marine heat wave” off Western Australia during the summer of 2010/11. Fisheries Research Report No. 222. Department of Fisheries, Western Australia. 40pp.
- Pfahl, S., P.A. O’Gorman and E.M. Fischer, 2017: Understanding the regional pattern of projected future changes in extreme precipitation. *Nature Climate Change*, 7, 423 – 427, <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE3287>.
- Phelan, P.E., K. Kaloush, M. Miner, J. Golden, B. Phelan, H. Silva and R.A. Taylor, 2015: Urban Heat Island: Mechanisms, Implications, and Possible Remedies. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 285 – 307, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021155>.
- Phibbs, S. and R. Toumi, 2016: The dependence of precipitation and its footprint on atmospheric temperature in idealized extratropical cyclones. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(15), 8743 – 8754, <https://doi.org/10.1002/2015jd024286>.
- Piao, S., X. Wang, K. Wang, X. Li, A. Bastos, J.G. Canadell, P. Ciais, P. Friedlingstein and S. Sitch, 2020: Interannual variation of terrestrial carbon cycle: Issues and perspectives. *Global Change Biology*, 26(1), 300 – 318, <https://doi.org/10.1111/gcb.14884>.
- Pithan, F. and T. Mauritsen, 2014: Arctic amplification dominated by temperature feedbacks in contemporary climate models. *Nature Geosci* 7, 181 – 184, <https://doi.org/10.1038/ngeo2071>.
- Previdi, M., K.L. Smith and L.M. Polvani, 2021: Arctic amplification of climate change: a review of underlying mechanisms. *Environmental Research Letters*, 16(9), 093003, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1c29>.
- Pryor, S.C., R.J. Barthelmie, M.S. Bukovsky, L.R. Leung and K. Sakaguchi, 2020: Climate change impacts on wind power generation. *Nat Rev Earth Environ* 1, 627 – 643, <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0101-7>.
- Qiu, B. and S. Chen, 2005: Variability of the Kuroshio Extension jet, recirculation gyre, and mesoscale eddies on decadal time scales. *J. Phys. Oceanogr.*, 35, 2090 – 2103, <https://doi.org/10.1175/JPO2807.1>.

- Rayner, P.J., I.G. Enting, R.J. Francey and R. Langenfelds, 1999: Reconstructing the recent carbon cycle from atmospheric CO₂, $\delta^{13}\text{C}$ and O₂/N₂ observations. *Tellus B*, 51 (2), 213 – 232, <https://doi.org/10.3402/tellusb.v51i2.16273>.
- Reid, P.C., R.E. Hari, G. Beaugrand, D.M. Livingstone, C. Marty, D. Straile, J. Barichivich, E. Goberville, R. Adrian, Y. Aono, R. Brown, J. Foster, P. Groisman, P. Hélaouët, H.-H. Hsu, R. Kirby, J. Knight, A. Kraberg, J. Li, T.-T. Lo, R.B. Myneni, R.P. North, J.A. Pounds, T. Sparks, R. Stübi, Y. Tian, K.H. Wiltshire, D. Xiao and Z. Zhu, 2016: Global impacts of the 1980s regime shift. *Global Change Biology*, 22, 682 – 703, <https://doi.org/10.1111/gcb.13106>.
- Rigby, M., S. Park, T. Saito, L.M. Western, A.L. Redington, X. Fang, S. Henne, A.J. Manning, R.G. Prinn, G.S. Dutton, P.J. Fraser, A.L. Ganesan, B.D. Hall, C.M. Harth, J. Kim, K.-R. Kim, P.B. Krummel, T. Lee, S. Li, Q. Liang, M.F. Lunt, S.A. Montzka, J. Mühle, S. O'Doherty, M.-K. Park, S. Reimann, P.K. Salameh, P. Simmonds, R.L. Tunnicliffe, R.F. Weiss, Y. Yokouchi and D. Young, 2019: Increase in CFC-11 emissions from eastern China based on atmospheric observations. *Nature*, 569, 546 – 550, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1193-4>.
- Rios, A.F., L. Resplandy, M.I. García-Ibáñez, N.M. Fajar, A. Velo, X.A. Padin, R. Wanninkhof, R. Steinfeldt, G. Rosón and F.F. Pérez, 2015: Decadal acidification in the water masses of the Atlantic Ocean. *PNAS*, 112(32), 9950 – 9955, <https://doi.org/10.1073/pnas.1504613112>.
- Roberts, M.J., J. Camp, J. Seddon, P.L. Vidale, K. Hodges, B. Vannière, J. Mecking, R. Haarsma, A. Bellucci, E. Scoccimarro, L.-P. Caron, F. Chauvin, L. Terray, S. Valcke, M.-P. Moine, D. Putrasahan, C.D. Roberts, R. Senan, C. Zarzycki, P. Ullrich, Y. Yamada, R. Mizuta, C. Kodama, D. Fu, Q. Zhang, G. Danabasoglu, N. Rosenbloom, H. Wang and L. Wu, 2020: Projected future changes in tropical cyclones using the CMIP6 HighResMIP multimodel ensemble. *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2020GL088662, <https://doi.org/10.1029/2020GL088662>.
- Rohde, R.A. and Z. Hausfather, 2020: The Berkeley Earth Land/Ocean Temperature Record, *Earth Syst. Sci. Data*, 12, 3469 – 3479, <https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020>.
- Ruggiero, P., P.D. Komar and J.C. Allan, 2010: Increasing wave heights and extreme value projections: The wave climate of the U.S. Pacific Northwest. *Coastal Engineering*, 57(5), 539 – 552, <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2009.12.005>.
- Ruggiero, P., 2012: Is the intensifying wave climate of the U.S. Pacific Northwest increasing flooding and erosion risk faster than sea-level rise? *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 139(2), 88 – 97, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WW.1943-5460.0000172](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000172).
- Sabine, C.L., R.A. Feely, N. Gruber, R.M. Key, K. Lee, J.L. Bullister, R. Wanninkhof, C.S. Wong, D.W.R. Wallace, B. Tilbrook, F.J. Millero, T.-H. Peng, A. Kozyr, T. Ono and A.F. Rios, 2004: The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *Science*, 305, 367 – 371, <https://doi.org/10.1126/science.1097403>.
- Sainsbury, E.M., R.K. H. Schiemann, K.I. Hodges, L.C. Shaffrey, A.J. Baker and K.T. Bhatia, 2020: How important are post - tropical cyclones for European windstorm risk? *Geophys. Res. Lett.*, 47, e2020GL089853, <https://doi.org/10.1029/2020GL089853>.
- Saito, T., X. Fang, A. Stohl, Y. Yokouchi, J. Zeng, Y. Fukuyama and H. Mukai, 2015: Extraordinary halocarbon emissions initiated by the 2011 Tohoku earthquake. *Geophys. Res. Lett.*, 42, 2500 – 2507, <https://doi.org/10.1002/2014GL062814>.
- Sakamoto K., H. Tsujino, H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, N. Hirose, N. Usui and G. Yamanaka, 2019: Development of a 2-km resolution ocean model covering the coastal seas around Japan for

- operational application. *Ocean Dynamics* 69, 1181 – 1202, <https://doi.org/10.1007/s10236-019-01291-1>.
- Sakamoto, K., H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, Y. Kawakami, H. Tsujino and G. Yamanaka, 2023: Reference manual for the Meteorological Research Institute Community Ocean Model version 5 (MRI.COMv5). Tech Rep 87, Meteorological Research Institute, Japan, <https://doi.org/10.11483/mritechrepo.87>.
- Sampe, T. and S.-P. Xie, 2010: Large-scale dynamics of the Meiyu-Baiu rainband: Environmental forcing by the westerly jet. *J. Climate*, 23, 113 – 134, <https://doi.org/10.1175/2009JCLI3128.1>.
- Sampson, C.R., R.A. Jeffries, C.J. Neumann and J.-H. Chu, 1995: Tropical Cyclone Forecasters Reference Guide 6. Tropical Cyclone Intensity. NRL Report NRL/PU/7541-95-0012, Naval Research Laboratory, 48 pp.
- Santer, B.D., P.W. Thorne, L. Haimberger, K.E. Taylor, T.M.L. Wigley, J.R. Lanzante, S. Solomon, M. Free, P.J. Gleckler, P.D. Jones, T.R. Karl, S.A. Klein, C. Mears, D. Nychka, G.A. Schmidt, S.C. Sherwood and F.J. Wentz, 2008: Consistency of modelled and observed temperature trends in the tropical troposphere. *International Journal of Climatology*, 28, 1703 – 1722, <https://doi.org/10.1002/joc.1756>.
- Sasai, T., H. Kawase, Y. Kanno, J. Yamaguchi, S. Sugimoto, T. Yamazaki, H. Sasaki, M. Fujita and T. Iwasaki, 2019: Future Projection of Extreme Heavy Snowfall Events With a 5-km Large Ensemble Regional Climate Simulation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124, 13975 – 13990, <https://doi.org/10.1029/2019JD030781>.
- Sasaki, H., K. Kurihara, I. Takayabu and T. Uchiyama, 2008: Preliminary experiments of reproducing the present climate using the non-hydrostatic regional climate model. *SOLA*, 4, 25 – 28.
- Sasaki, H. and T. Motoi, 2022: Accelerated Increase in Tropical Cyclone Heat Potential in the Typhoon R rapidly Intensifying Zone during 1955-2020. *SOLA*, 18, 65 – 70, <https://doi.org/10.2151/sola.2022-011>.
- Sasaki, H., N.N. Ishizaki, A. Murata, H. Kawase and M. Nosaka 2023: The Importance of Dynamical Downscaling for Explanations of High Temperature Rises in Winter. *SOLA*, 19, 9 - 15, <https://doi.org/10.2151/sola.2023-002>.
- Sasaki, W., 2012: Changes in wave energy resources around Japan. *Geophysical Research Letter*, 39, L23702, <https://doi.org/10.1029/2012GL053845>.
- Sasaki, Y.N., R. Washizu, T. Yasuda and S. Minobe, 2017: Sea level variability around Japan during the twentieth century simulated by a regional ocean model. *J. Climate*, 30, 5585 – 5595, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0497.1>.
- Sasano, D., Y. Takatani, N. Kosugi, T. Nakano, T. Midorikawa and M. Ishii, 2015: Multidecadal trends of oxygen and their controlling factors in the western North Pacific. *Global Biogeochemical Cycles*, 29, 935 – 956, <https://doi.org/10.1002/2014GB005065>.
- Sasano, D., Y. Takatani, N. Kosugi, T. Nakano, T. Midorikawa and M. Ishii, 2018: Decline and bidecadal oscillations of dissolved oxygen in the Oyashio region and their propagation to the western North Pacific. *Global Biogeochemical Cycles*, 32, 909 – 931, <https://doi.org/10.1029/2017GB005876>.
- Sathyendranath, S., T. Platt, Ž. Kovač, J. Dingle, T. Jackson, R.J.W. Brewin, P. Franks, E. Marañón, G. Kulk and H.A. Bouman, 2020: Reconciling models of primary production and photoacclimation. *Applied Optics*, 59(10), C100 – C114, <https://doi.org/10.1364/AO.386252>.

- Sawa, Y., T. Machida, H. Matsueda, Y. Niwa, K. Tsuboi, S. Murayama, S. Morimoto and S. Aoki, 2015: Seasonal changes of CO₂, CH₄, N₂O, and SF₆ in the upper troposphere/lower stratosphere over the Eurasian continent observed by commercial airliner. *Geophys. Res. Lett.*, 42, 2001 – 2008, <https://doi.org/10.1002/2014GL062734>.
- Scaife, A.A. and D. Smith, 2018: A signal-to-noise paradox in climate science. *npj Climate and Atmospheric Science*, 1, 28, <https://doi.org/10.1038/s41612-018-0038-4>.
- Schenkel, B.A., D. Chavas, N. Lin, T. Knutson, G. Vecchi and A. Brammer, 2023: North Atlantic tropical cyclone outer size and structure remain unchanged by the late 21st century. *J. Climate*, 36, 359 – 382, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-22-0066.1>.
- von Schuckmann, K., P.-Y. Le Traon, N. Smith, A. Pascual, S. Djavidnia and J.-P. Gattuso, 2019: Copernicus Marine Service Ocean State Report, Issue 3. *Journal of Operational Oceanography*, 12, S1 – S123, <https://doi.org/10.1080/1755876X.2019.1633075>.
- Screen, J.A. and I. Simmonds, 2010a: Increasing fall-winter energy loss from the Arctic Ocean and its role in Arctic temperature amplification. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L16707, <https://doi.org/10.1029/2010GL044136>.
- Screen, J.A. and I. Simmonds, 2010b: The central role of diminishing sea ice in recent Arctic temperature amplification. *Nature*, 464, 1334 – 1337, <https://doi.org/10.1038/nature09051>.
- Séférian, R., S. Berthet, A. Yool, J. Palmieri, L. Bopp, A. Tagliabue, L. Kwiatkowski, O. Aumont, J. Christian, J. Dunne, M. Gehlen, T. Ilyina, J.G. John, H. Li, M.C. Long, J.Y. Luo, H. Nakano, A. Romanou, J. Schwinger, C. Stock, Y. Santana-Falcón, Y. Takano, J. Tjiputra, H. Tsujino, M. Watanabe, T. Wu, F. Wu and A. Yamamoto 2020: Tracking improvement in simulated marine biogeochemistry between CMIP5 and CMIP6. *Current Climate Change Reports*, 6 (3), 95 – 119. <https://doi.org/10.1007/s40641-020-00160-0>.
- Seino, N., T. Aoyagi, H. Tsuguti, 2018: Numerical simulation of urban impact on precipitation in Tokyo: How does urban temperature rise affect precipitation? *Urban Climate*, 23, 8 – 35, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2016.11.007>.
- Sezaki, F., M. Hirai, A. Bunno, Y. Kawabata, U. Shimada and A. Wada, 2025: Intercomparison of Long-Term Trends in “Violent Typhoons” among Multiple Tropical Cyclone Datasets. *SOLA*, 21, 61 – 68, <https://doi.org/10.2151/sola.2025-008> (in press).
- Shepherd, T.G., 2019: Storyline approach to the construction of regional climate change information. *Proc. Roy. Soc. A*, 475, 20190013, <https://doi.org/10.1098/rspa.2019.0013>.
- Shimura, T., N. Mori and H. Mase, 2015: Future projections of extreme ocean wave climates and the relation to tropical cyclones: Ensemble experiments of MRI-AGCM3.2H. *Journal of Climate*, 28(24), 9838 – 9856, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00711.1>.
- Shimura, T., N. Mori and M.A. Hemer, 2016: Variability and future decreases in winter wave heights in the Western North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 43(6), 2716 – 2722, <https://doi.org/10.1002/2016GL067924>.
- Shimura, T., W.J. Pringle, N. Mori, T. Miyashita and K. Yoshida, 2022: Seamless projections of global storm surge and ocean waves under a warming climate. *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL097427, <https://doi.org/10.1029/2021GL097427>.
- Shiogama, H., Y. Imada, M. Mori, R. Mizuta, D. Stone, K. Yoshida, O. Arakawa, M. Ikeda, C. Takahashi, M. Arai, M. Ishii, M. Watanabe and M. Kimoto, 2016: Attributing Historical Changes

- in Probabilities of Record-Breaking Daily Temperature and Precipitation Extreme Events. SOLA, 12, 225 – 231, <https://doi.org/10.2151/sola.2016-045>.
- Shiogama, H., R. Ito, Y. Imada, T. Nakaegawa, N. Hirota, N.N. Ishizaki, K. Takahashi, I. Takayabu and S. Emori, 2020: Selecting Future Climate Projections of Surface Solar Radiation in Japan. 16, 75 – 79, <https://doi.org/10.2151/sola.2020-013>.
- Shiogama, H., N.N. Ishizaki, N. Hanasaki, K. Takahashi, S. Emori, R. Ito, T. Nakaegawa, I. Takayabu, Y. Hijioka, Y.N. Takayabu and R. Shibuya, 2021: Selecting CMIP6-Based Future Climate Scenarios for Impact and Adaptation Studies. SOLA, 17, 57 – 62, <https://doi.org/10.2151/sola.2021-009>.
- Sillmann, J., V.V. Kharin, F.W. Zwiers, X. Zhang and D. Bronaugh, 2013: Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections. J. Geophys. Res. Atmos., 118, 2473 – 2493, <https://doi.org/10.1002/jgrd.50188>.
- Sillmann, J., T. Thorarinsdottir, N. Keenlyside, N. Schaller, L.V. Alexander, G. Hegerl, S.I. Seneviratne, R. Vautard, X. Zhang and F.W. Zwiers, 2017: Understanding, modeling and predicting weather and climate extremes: Challenges and opportunities. Weather and Climate Extremes, 18, 65 – 74, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2017.10.003>.
- Smith, D.M., B.B.B. Booth, N.J. Dunstone, R. Eade, L. Hermanson, G.S. Jones, A.A. Scaife, K.L. Sheen and V. Thompson, 2016: Role of volcanic and anthropogenic aerosols in the recent global surface warming slowdown. Nature Climate Change, 6(10), 936 – 940, <https://doi.org/10.1038/nclimate3058>.
- Solman, S., D. Jacob, A. Frigon, C. Teichmann, M. Rixen, SAT members, W. Gutowski and I. Lake, 2021: The future scientific challenges for CORDEX, White Paper, pp.11, https://cordex.org/wp-content/uploads/2022/08/The-future-of-CORDEX-MAY-17-2021_2.pdf
- von Storch, H., E. Zorita and U. Cubasch, 1993: Downscaling of global climate change estimates to regional scales: An application to Iberian rainfall in wintertime. J. Climate, 6, 1161 – 1171, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1993\)006<1161:DOGCCE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1993)006<1161:DOGCCE>2.0.CO;2).
- Sugawara, H. and J. Kondo, 2019: Microscale Warming due to Poor Ventilation at Surface Observation Stations. J. Atmos. Oceanic Technol., 36, 1237 – 1254, <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-18-0176.1>.
- Sugi, M., Y. Yamada, K. Yoshida, R. Mizuta, M. Nakano, C. Kodama and M. Satoh, 2020: Future changes in the global frequency of tropical cyclone seeds. SOLA, 16, 70 – 74, <https://doi.org/10.2151/sola.2020-012>.
- Sun, Y., T. Hu, X. Zhang, C. Li, C. Lu, G. Ren and Z. Jiang, 2019: Contribution of Global warming and Urbanization to Changes in Temperature Extremes in Eastern China. Geophysical Research Letters, 46, 11426 – 11434, <https://doi.org/10.1029/2019gl084281>.
- Sutton, A.J., R.A. Feely, S. Maenner-Jones, S. Musielwicz, J. Osborne, C. Dietrich, N. Monacci, J. Cross, R. Bott, A. Kozyr, A.J. Andersson, N.R. Bates, W.-J. Cai, M.F. Cronin, E.H. De Carlo, B. Hales, S.D. Howden, C.M. Lee, D.P. Manzello, M.J. McPhaden, M. Melendez, J.B. Mickett, J.A. Newton, S.E. Noakes, J.H. Noh, S.R. Olafsdottir, J.E. Salisbury, U. Send, T.W. Trull, D.C. Vandemark and R.A. Weller, 2019: Autonomous seawater pCO₂ and pH time series from 40 surface buoys and the emergence of anthropogenic trends. Earth Syst. Sci. Data, 11, 421 – 439, <https://doi.org/10.5194/essd-11-421-2019>.

- Sutton, R.T., B. Dong and J.M. Gregory, 2007: Land/Sea warming ratio in response to climate change: IPCC AR4 model results and comparison with observations. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L02701, <https://doi.org/10.1029/2006GL028164>.
- Suzuki-Parker, A., H. Kusaka, I. Takayabu, K. Dairaku, N. N. Ishizaki and S. Ham, 2018: Contributions of GCM/RCM uncertainty in ensemble dynamical downscaling for precipitation in East Asian summer monsoon season. *SOLA*, 14, 97 - 104, <https://doi.org/10.2151/sola.2018-017>.
- Sweet, W.V. and J. Park, 2014: From the extreme to the mean: Acceleration and tipping points of coastal inundation from sea level rise, *Earth's Future*, 2, 579 - 600, <https://doi.org/10.1002/2014EF000272>.
- Tadokoro, K., T. Ono, I. Yasuda, S. Osafune, A. Shiimoto and H. Sugisaki 2009: Possible mechanisms of decadal-scale variation in PO₄ concentration in the western North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 36, L08606, <https://doi.org/10.1029/2009GL037327>.
- Taguchi, B., S-P. Xie, H. Mitsudera and A. Kubokawa, 2005: Response of the Kuroshio Extension to Rossby waves associated with the 1970s climate regime shift in a high-resolution ocean model. *J. Clim.*, 18, 2979 - 2995. <https://doi.org/10.1175/JCLI3449.1>.
- Takahashi, C. and M. Watanabe, 2016: Pacific trade winds accelerated by aerosol forcing over the past two decades. *Nat. Climate Change*, 6(8), 768 - 772, <https://doi.org/10.1038/nclimate2996>.
- Takahashi, S., T. Kosugi and H. Enomoto, 2011: Sea-ice extent variation along the coast of Hokkaido, Japan: Earth's lowest-latitude occurrence of sea ice and its relation to changing climate. *Annals of Glaciology*, 52, 165 - 168, <https://doi.org/10.3189/172756411797252301>.
- Takahashi, T., S.C. Sutherland, J.G. Goddard and T. Newberger, 2018: Discrete surface measurements of partial pressure of CO₂, dissolved inorganic carbon, nutrients, sea surface temperature and sea surface salinity during the R/V Laurence M. Gould LDEO Drake Passage Surface Water CO₂ Time Series Program from 2002-03-08 to 2017-10-24 (NCEI Accession 0171470), NOAA National Centers for Environmental Information, Dataset. <https://doi.org/10.7289/v5nc5zgj>, Accessed 2025/01/22.
- Takatani, Y., D. Sasano, T. Nakano, T. Midorikawa and M., Ishii, 2012: Decrease of dissolved oxygen after the mid-1980s in the western North Pacific subtropical gyre along the 137°E repeat section. *Global Biogeochemical Cycles*, 26, GB2013, <https://doi.org/10.1029/2011GB004227>.
- Takatani, Y., K. Enyo, Y. Iida, A. Kojima, T. Nakano, D. Sasano, N. Kosugi, T. Midorikawa, T. Suzuki and M. Ishii, 2014: Relationships between total alkalinity in surface water and sea surface dynamic height in the Pacific Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119, 2806 - 2814, <https://doi.org/10.1002/2013JC009739>.
- Tanaka, T., H. Kawase, Y. Imada, Y. Kawai and S. Watanabe, 2023: Risk-based versus storyline approaches for global warming impact assessment on basin-averaged extreme rainfall: a case study for Typhoon Hagibis in eastern Japan. *Environ. Res. Lett.*, 18, 054010, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/accc24>.
- Tennille, S.A. and K.N. Ellis, 2017: Spatial and temporal trends in the location of the lifetime maximum intensity of tropical cyclones. *Atmosphere*, 8, 198, <https://doi.org/10.3390/atmos8100198>.
- Thiery, W., E.L. Davin, D.M. Lawrence, A.L. Hirsch, M. Hauser and S.I. Seneviratne, 2017: Present-day irrigation mitigates heat extremes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122, 1403 - 1422, <https://doi.org/10.1002/2016jd025740>.

- Thiery, W., A.J. Visser, E.M. Fischer, M. Hauser, A.L. Hirsch, D.M. Lawrence, Q. Lejeune, E.L. Davin and S.I. Seneviratne, 2020: Warming of hot extremes alleviated by expanding irrigation. *Nature Communications*, 11(1), 290, <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14075-4>.
- Timmermans, B.W., C.P. Gommenginger, G. Dodet and J.-R. Bidlot, 2020: Global wave height trends and variability from new multimission satellite altimeter products, reanalyses, and wave buoys. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086880, <https://doi.org/10.1029/2019GL086880>.
- Toda, M. and M. Watanabe, 2020: Mechanisms of enhanced ocean surface warming in the Kuroshio region for 1951-2010. *Clim. Dyn.*, 54, 4129 – 4145, <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05221-6>.
- Tokinaga, H., S.-P. Xie, C. Deser, Y. Kosaka and Y.M. Okumura, 2012: Slowdown of the Walker circulation driven by tropical Indo-Pacific warming. *Nature*, 491, 439 – 443, <https://doi.org/10.1038/nature11576>.
- Toyoda, M., J. Yoshino and T. Kobayashi, 2021: Future changes in typhoons and storm surges along the Pacific coast in Japan: proposal of an empirical pseudo-global-warming downscaling. *Coastal Engineering Journal*, 64:1, 190 – 215, <https://doi.org/10.1080/21664250.2021.2002060>.
- Toyoda, T., Y. Kitamura, R. Okada, K. Matsumura, K.K. Komatsu, K. Sakamoto, L.S. Urakawa and H. Nakano, 2022: Sea ice variability along the Okhotsk coast of Hokkaido based on long-term JMA meteorological observatory data. *Okhotsk Sea and Polar Oceans Research*, 6, 27 – 35, <https://doi.org/10.57287/ospor.6.27>.
- Toyota, T., N. Kimura, J. Nishioka, M. Ito, D. Nomura and H. Mitsudera, 2022: The Interannual variability of sea ice area, thickness, and volume in the southern Sea of Okhotsk and its likely factors. *J. Geophys. Res. Oceans* 127, e2022JC019069, <https://doi.org/10.1029/2022JC019069>.
- Trenberth, K.E., J.M. Caron, D.P. Stepaniak and S. Worley, 2002: Evolution of El Niño–Southern Oscillation and global atmospheric surface temperatures. *J. Geophys. Res.*, 107, 4065, <https://doi.org/10.1029/2000JD000298>.
- Trenberth, K.E., 2011: Changes in precipitation with climate change. *Clim. Res.*, 47, 123 – 138, <https://doi.org/10.3354/cr00953>.
- Tsujino, H., H. Nakano and T. Motoi 2008: Mechanism of Currents through the Straits of the Japan Sea: Mean State and Seasonal Variation. *J. Oceanogr.*, 64, 141 – 161, <https://doi.org/10.1007/s10872-008-0011-7>.
- Umezawa, T., D. Goto, S. Aoki, K. Ishijima, P.K. Patra, S. Sugawara, S. Morimoto and T. Nakazawa, 2014: Variations of tropospheric methane over Japan during 1988–2010, *Tellus B*, 66, 23837, <https://doi.org/10.3402/tellusb.v66.23837>.
- Umezawa, T., H. Matsueda, Y. Sawa, Y. Niwa, T. Machida and L. Zhou, 2018: Seasonal evaluation of tropospheric CO₂ over the Asia-Pacific region observed by the CONTRAIL commercial airliner measurements. *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 14851 - 14866, <https://doi.org/10.5194/acp-18-14851-2018>.
- UNEP, 2022: Environmental effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and interactions with climate change: 2022 assessment report.
- Vecchi, G.A., T.L. Delworth, H. Murakami, S.D. Underwood, A.T. Wittenberg, F. Zeng, W. Zhang, J.W. Baldwin, K.T. Bhatia, W. Cooke, J. He, S.B. Kapnick, T.R. Knutson, G. Villarini, K. van der Wiel, W. Anderson, V. Balaji, J.-H. Chen, K.W. Dixon, R. Gudgel, L.M. Harris, L. Jia, N.C. Johnson, S.J. Lin, M. Liu, C.H.J. Ng, A. Rosati, J.A. Smith and X. Yang, 2019: Tropical cyclone sensitivities to CO₂ doubling: roles of atmospheric resolution, synoptic variability and

- background climate changes. *Clim. Dyn.*, 53, 5999 – 6033, <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04913-y>.
- Vicente-Serrano, S.M., S.M. Quiring, M. Peña-Gallardo, S. Yuan and F. Domínguez-Castro, 2020: A review of environmental droughts: Increased risk under global warming? *Earth-Science Reviews*, 201, 102953, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.102953>.
- Vogel, M.M., R. Orth, F. Cheruy, S. Hagemann, R. Lorenz, B.J.J.M. van den Hurk and S.I. Seneviratne, 2017: Regional amplification of projected changes in extreme temperatures strongly controlled by soil moisture–temperature feedbacks. *Geophysical Research Letters*, 44(3), 1511 – 1519, <https://doi.org/10.1002/2016gl071235>.
- de Vries H., G. Lenderink and E. van Meijgaard, 2014: Future snowfall in western and central Europe projected with a high-resolution regional climate model ensemble. *Geophys. Res. Lett.*, 41, 4294 – 4299, <https://doi.org/10.1002/2014GL059724>.
- Wahl, T., I.D. Haigh, R.J. Nicholls, A. Arns, S. Dangendorf, J. Hinkel and A.B.A. Slangen, 2017: Understanding extreme sea levels for broad-scale coastal impact and adaptation analysis. *Nature communications*, 8(1), 1 – 12, <https://doi.org/10.1038/ncomms16075>.
- Wakamatsu, S., K. Oshio, K. Ishihara, H. Murai, T. Nakashima and T. Inoue, 2017: Estimating regional climate change uncertainty in Japan at the end of the 21st century with mixture distribution. *Hydrological Research Letters*, 11, 65 – 71, <https://doi.org/10.3178/hrl.11.65>.
- Wakita, M., A. Nagano, T. Fujiki and S. Watanabe, 2017: Slow acidification of the winter mixed layer in the subarctic western North Pacific. *J. Geophys. Res. Oceans*, 122(8), 6923 – 6935, <https://doi.org/10.1002/2017JC013002>.
- Wakita, M., K. Sasaki, A. Nagano, H. Abe, T. Tanaka, K. Nagano, K. Sugie, H. Kaneko, K. Kimoto, T. Okunishi, M. Takada, J. Yoshino and S. Watanabe, 2021: Rapid reduction of pH and CaCO₃ saturation state in the Tsugaru Strait by the intensified Tsugaru Warm Current during 2012–2019. *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091332, <https://doi.org/10.1029/2020GL091332>.
- Watanabe, M., J.-L. Dufresne, Y. Kosaka, T. Mauritsen and H. Tatebe, 2021: Enhanced warming constrained by past trends in equatorial Pacific sea surface temperature gradient. *Nat. Climate Change*, 11, 33 – 37, <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00933-3>.
- Watanabe, S.I., A. Murata, H. Sasaki, H. Kawase and M. Nosaka, 2019: Future projection of tropical cyclone precipitation over Japan with a high-resolution regional climate model, *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 805 – 820, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-045>.
- Watanabe, Y.W., H. Ishida, T. Nakano and N. Nagai, 2005: Spatiotemporal decreases of nutrients and Chlorophyll-a in the surface mixed layer of the western North Pacific from 1971 to 2000. *Journal of Oceanography*, 61, 1011 – 1016, <https://doi.org/10.1007/s10872-006-0017-y>.
- Wehner, M.F., K.A. Reed, B. Loring, D. Stone and H. Krishnan, 2018: Changes in tropical cyclones under stabilized 1.5 and 2.0°C global warming scenarios as simulated by the Community Atmospheric Model under the HAPPI protocols. *Earth Syst. Dyn.*, 9, 187 – 195, <https://doi.org/10.5194/esd-9-187-2018>.
- Wernberg, T., D.A. Smale, F. Tuya, M.S. Thomsen, T.J. Langlois, T. de Bettignies, S. Bennett and C.S. Rousseaux, 2013: An extreme climatic event alters marine ecosystem structure in a global biodiversity hotspot. *Nature Clim Change* 3, 78 – 82, <https://doi.org/10.1038/nclimate1627>.

- Westberry, T., M.J. Behrenfeld, D.A. Siegel and E. Boss, 2008: Carbon-based primary productivity modeling with vertically resolved photoacclimation. *Global Biogeochem. Cycles*, 22, GB2024, <https://doi.org/10.1029/2007GB003078>.
- Westberry, T.K., G.M. Silsbe and M.J. Behrenfeld, 2023: Gross and net primary production in the global ocean: An ocean color remote sensing perspective. *Earth-Science Reviews*, 237, 104322, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104322>.
- Whan, K., J. Zscheischler, R. Orth, M. Shongwe, M. Rahimi, E.O. Asare and S.I. Seneviratne, 2015: Impact of soil moisture on extreme maximum temperatures in Europe. *Weather and Climate Extremes*, 9, 57 – 67, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.05.001>.
- Wilby, R.L., S.P. Charles, E. Zorita, B. Timbal, P. Whetton and L.O. Mearns, 2004: Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods. Supporting material of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1 – 27pp.
- Wild, M., D. Folini, M.Z. Hakuba, C. Schär, S.I. Seneviratne, S. Kato, D. Rutan, C. Ammann, E.F. Wood and G. König-Langlo, 2015: The energy balance over land and oceans: an assessment based on direct observations and CMIP5 climate models. *Clim. Dyn.*, 44, 3393 – 3429, <https://doi.org/10.1007/s00382-014-2430-z>.
- Wild, M., 2016: Decadal changes in radiative fluxes at land and ocean surfaces and their relevance for global warming. *WIREs Climate Change*, 7(1), 91-107, <https://doi.org/10.1002/wcc.372>.
- Wild, M., 2020: The Global Energy Balance as Represented in CMIP6 Climate Models. *Clim. Dyn.*, 55, 553 – 577, <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05282-7>.
- WMO, 2009: Technical report of global analysis method for major greenhouse gases by the World Data Center for Greenhouse Gases. GAW Report, 184, WMO/TD No. 1473, <https://library.wmo.int/idurl/4/47548>.
- WMO, 2018a: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018. Global Ozone Research and Monitoring Project-Report, 58, 588 pp., Geneva, Switzerland, <https://library.wmo.int/idurl/4/56362>.
- WMO, 2018b: WMO Greenhouse Gas Bulletin. No. 14, <https://library.wmo.int/idurl/4/58673>.
- WMO, 2022a: WMO Greenhouse Gas Bulletin. No. 18, <https://library.wmo.int/idurl/4/58743>.
- WMO, 2022b: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2022. GAW Report, 278, 509 pp., WMO: Geneva, <https://library.wmo.int/idurl/4/58360>.
- WMO, 2023: Guide to climatological Practices, WMO-NO.100. 2023 Edition, World Meteorological Organization, Geneva, <https://library.wmo.int/idurl/4/60113>.
- WMO, 2024: WMO Greenhouse Gas Bulletin. No. 20, <https://library.wmo.int/idurl/4/69057>.
- WMO, 2025a: WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level. <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>.
- WMO, 2025b: WMO WDCGG DATA SUMMARY. GAW Data Volume IV-Greenhouse Gases and Related Gases, WDCGG No. 49, Japan Meteorological Agency in co-operation with World Meteorological Organization, <https://gaw.kishou.go.jp/static/publications/summary>. (in preparation)
- Wu, L., W. Cai, L. Zhang, H. Nakamura, A. Timmermann, T. Joyce, M.J. McPhaden, M. Alexander, B. Qiu, M. Visbeck, P. Chang and B. Giese, 2012: Enhanced warming over the global subtropical

- western boundary currents. *Nature Climate Change*, 2, 161 – 166, <https://doi.org/10.1038/nclimate1353>.
- Wu, Y.H., E. Nakakita and M. Kunitomo, 2020: Future change of rainfall-triggered landslide risk using NHRCM05 based on critical line method. *土木学会論文集 B1 (水工学)*, Vol.76, No.2, I_67 – I_72.
- Xie, S-P., T. Kunitani, A. Kubokawa, M. Nonaka and S. Hosoda, 2000: Interdecadal thermocline variability in the North Pacific for 1958-97: A GCM simulation. *J. Phys. Oceanogr.*, 30, 2798 – 2813. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(2000\)030<2798:ITVITN>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(2000)030<2798:ITVITN>2.0.CO;2).
- Xie, S.-P., C. Deser, G.A. Vecchi, J. Ma, H. Teng and A.T. Wittenberg, 2010: Global warming pattern formation: sea surface temperature and rainfall. *J. Climate*, 23, 966 – 986, <https://doi.org/10.1175/2009jcli3329.1>.
- Xie, S.-P., C. Deser, G.A. Vecchi, M. Collins, T.L. Delworth, A. Hall, E. Hawkins, N.C. Johnson, C. Cassou, A. Giannini and M. Watanabe, 2015: Towards predictive understanding of regional climate change. *Nat. Clim. Change*, 5, 921 – 930, <https://doi.org/10.1038/nclimate2689>.
- Yamada, Y., M. Satoh, M. Sugi, C. Kodama, A.T. Noda, M. Nakano and T. Nasuno, 2017: Response of tropical cyclone activity and structure to global warming in a high-resolution global nonhydrostatic model. *J. Climate*, 30 (23), 9703 – 9724, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0068.1>.
- Yamada, Y., C. Kodama, M. Satoh, M. Sugi, M.J. Roberts, R. Mizuta, A.T. Noda, T. Nasuno, M. Nakano and P.L. Vidale, 2021: Evaluation of the contribution of tropical cyclone seeds to changes in tropical cyclone frequency due to global warming in high-resolution multi-model ensemble simulations. *Prog. Earth Planet Sci.*, 8 (11), <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00397-1>.
- Yamaguchi, S., K. Iwamoto and S. Nakai, 2013: Interannual fluctuations of the relationship between winter precipitation and air temperature in the heavy-snowfall zone of Japan. *Ann. Glaciol.*, 54, 183 – 188, <https://doi.org/10.3189/2013AoG62A302>.
- Yamaguchi, M., J.C.L. Chan, I.-J. Moon, K. Yoshida and R. Mizuta, 2020: Global warming changes tropical cyclone translation speed. *Nat. Commun.*, 11 (47), <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13902-y>.
- Yamaguchi, M. and S. Maeda, 2020: Increase in the Number of Tropical Cyclones Approaching Tokyo since 1980. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98(4), 775 – 786, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2020-039>.
- Yamaguchi, R. and T. Suga, 2019: Trend and variability in global upper-ocean stratification since the 1960s. *J. Geophys. Res. Oceans*, 124, 8933 – 8948, <https://doi.org/10.1029/2019JC015439>.
- Yamamoto, A., T. Hajima, D. Yamazaki, M.N. Aita, A. Ito and M. Kawamiya, 2022: Competing and accelerating effects of anthropogenic nutrient inputs on climate-driven changes in ocean carbon and oxygen cycles. *Sci. Adv.* 8, eabl9207, <https://doi.org/10.1126/sciadv.abl9207>.
- Yamamoto-Kawai, M., S. Ito, H. Kurihara and J. Kanda, 2021: Ocean acidification state in the highly eutrophic Tokyo Bay, Japan: Controls on seasonal and interannual variability. *Front. Mar. Sci.*, 8, 642041, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.642041>.
- Yamanaka, G., H. Nakano, K. Sakamoto, T. Toyoda, L.S. Urakawa, S. Nishikawa, T. Wakamatsu, H. Tsujino and Y. Ishikawa, 2021: Projected climate change in the western North Pacific at the end of the 21st century from ensemble simulations with a high-resolution regional ocean model. *J. Oceanogr* 77, 539 – 560, <https://doi.org/10.1007/s10872-021-00593-7>.

- Yang, J.A., S. Kim, N. Mori and H. Mase, 2018: Assessment of long-term impact of storm surges around the Korean Peninsula based on a large ensemble of climate projections. *Coastal Engineering*, 142, 1 – 8, <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2018.09.008>.
- Yao, Y., C. Wang and C. Wang, 2023: Record-breaking 2020 summer marine heatwaves in the western North Pacific. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* Volume 209, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2023.105288>.
- Yasuda, T. and K. Sakurai, 2006: Interdecadal variability of the sea surface height around Japan. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L01605, <https://doi.org/10.1029/2005GL024920>.
- Yasunaka, S., H. Mitsudera, F. Whitney and S. Nakaoka, 2021: Nutrient and dissolved inorganic carbon variability in the North Pacific. *Journal of Oceanography*, 77, 3 – 16, <https://doi.org/10.1007/s10872-020-00561-7>.
- Yokoi, S., C. Takahashi, K. Yasunaga and R. Shirooka, 2012: Multimodel projection of tropical cyclone genesis frequency over the western north pacific: Cmp5 results. *SOLA*, 8, 137 – 140, <https://doi.org/10.2151/sola.2012-034>.
- Yoshida, K., M. Sugi, R. Mizuta, H. Murakami and M. Ishii, 2017: Future changes in tropical cyclone activity in high-resolution large-ensemble simulations, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 9910 – 9917, <https://doi.org/10.1002/2017GL075058>.
- Yoshida, Y., Y. Someya, H. Ohyama, I. Morino, T. Matsunaga, N.M. Deutscher, D.W.T. Griffith, F. Hase, L.T. Iraci, R. Kivi, J. Notholt, D.F. Pollard, Y. Té, V.A. Velazco and D. Wunch, 2023: Quality evaluation of the column-averaged dry air mole fractions of carbon dioxide and methane observed by GOSAT and GOSAT-2. *Scientific Online Letters on the Atmosphere*, 2023, 19, 173 – 184, <https://doi.org/10.2151/sola.2023-023>.
- Young, I.R. and A. Ribal, 2019: Multiplatform evaluation of global trends in wind speed and wave height. *Science*, 364(6440), 548 – 552, <https://doi.org/10.1126/science.aav9527>.
- Zhan, R. and Y. Wang, 2017: Weak tropical cyclones dominate the poleward migration of the annual mean location of lifetime maximum intensity of northwest Pacific tropical cyclones since 1980. *J. Climate*, 30, 6873 – 6882, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-17-0019.1>.
- Zhang, G., H. Murakami, T.R. Knutson, R. Mizuta and K. Yoshida, 2020: Tropical cyclone motion in a changing climate. *Sci. Adv.*, 6(17), eaaz7610, <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz7610>.
- Zika, J.D., J.M. Gregory, E.L. McDonagh, A. Marzocchi and L. Clément, 2021: Recent Water Mass Changes Reveal Mechanisms of Ocean Warming. *Journal of Climate*, 34(9), 3461 – 3479, <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0355.1>.
- Zou, W., L.R. Leung and J. Lu, 2022: Seasonally and regionally dependent shifts of the atmospheric westerly jets under global warming. *J. Climate*, 35, 5433 – 5447, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-21-0723.1>.
- Zweng, M.M., J.R. Reagan, D. Seidov, T.P. Boyer, R.A. Locarnini, H.E. Garcia, A.V. Mishonov, O.K. Baranova, K.W. Weathers, C.R. Paver and I.V. Smolyar, 2019: *World Ocean Atlas 2018, Volume 2: Salinity*. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 82, 50pp.
- 青田昌秋, 石川正雄, 村井克詞, 1992: オホーツク海・北海道沿岸の海水勢力と気温の統計的關係. *地学雑誌*, 101(6), 485 – 490, <https://doi.org/10.5026/jgeography.101.6.485>.
- 青柳曉典, 清野直子, 2012: メソ数値予報モデルと都市. *気象研究ノート*, 224, 273 – 301.

- 石崎紀子, 2021: CMIP6 をベースにした CDFDM 手法による日本域バイアス補正気候シナリオデータ(NIES2020), Ver.1, 国立環境研究所, <https://doi.org/10.17595/20210501.001>.
- 伊藤 駿, 森 信人, 志村 智也, 宮下 卓也, 2022: 可能最大高潮モデルを用いた HighResMIP 実験にもとづく日本沿岸の高潮リスクの将来変化予測. 土木学会論文集 B2(海岸工学), 78 巻, 2 号, I_85 - I_90, <https://doi.org/10.2208/kaigan.78.2 I 85>.
- 小埜恒夫, 北川大二, 伊藤正木, 服部努, 成松庸二, 2011: 東北-北海道沖の大陸棚斜面における溶存酸素量の減少と底魚類の分布に対する影響. 東北底魚研究 31, 93-98.
- 加藤輝之, 2022: アメダス 3 時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去 45 年間の経年変化. 天気, 69, 247 - 252, https://doi.org/10.24761/tenki.69.5_247.
- 加藤広之, 遠藤次郎, 古市尚基, 不動雅之, 井上真仁, 2019: 日本沿岸における最大有義波高の経年変化と設計沖波への影響に関する考察. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 75(2), I_109 - I_114, <https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I 109>.
- 川瀬宏明, 飯田肇, 青木一真, 島田互, 野坂真也, 村田昭彦, 佐々木秀孝, 2019: 立山黒部アルペンルートにおける積雪観測と異なる水平解像度の非静力学地域気候モデル (NHRCM) を用いた積雪再現実験の比較. 地学雑誌, 128, 77 - 92, <https://doi.org/10.5026/jgeography.128.77>.
- 川端康弘, 清野直子, 田中泰宙, 青柳曉典, 2018: 都市における冬季夜間の気温低下抑制の要因に関する感度実験. 日本ヒートアイランド学会論文集, 13, 7 - 15, https://www.heat-island.jp/web_journal/download/18A002.pdf.
- 環境省, 2020: 気候変動影響評価報告書.
- 環境省, 2023: 勢力を増す台風 ～我々はどのようなリスクに直面しているのか～. <http://www.env.go.jp/content/000147982.pdf>.
- 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会, 2021: 気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言. https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/index.html, 2024 年 2 月 8 日閲覧.
- 気象庁, 1961: 大阪湾高潮の総合調査報告. 技術報告第 11 号, 34 p.
- 気象庁, 2011: 衛星データによる積雪域解析. 気候系監視資料 2010.
- 気象庁, 2015: 異常気象レポート 2014.
- 気象庁, 2017: 地球温暖化予測情報. 第 9 巻.
- 気象庁, 2018: 過去の真夏日などの地点数 (全国), 最新の気象データ. https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/temp/2018_hp.pdf.
- 気象庁, 2023: 「東経 137 度定線の概要」. https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/mar_env/knowledge/OI/137E_summary.html, 2023 年 9 月 1 日参照.

- 気象庁, 2024a: 海洋の健康診断表. <http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/shindan/index.html>, 2024 年 12 月 2 日閲覧.
- 気象庁, 2024b: 温室効果ガス. https://www.data.jma.go.jp/ghg/info_ghg.html, 2024 年 10 月 28 日閲覧.
- 気象庁, 2024c: 気象庁が天気予報等で用いる予報用語 (2024 年 3 月現在) .
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/mokuji.html, 2025 年 1 月 30 日閲覧.
- 気象庁, 2024d: 都市気候モデルについて. https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr/himr_rcm.html.
- 気象庁, 2024e: ヒートアイランド現象. https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr_faq/index.html, 2024 年 11 月 15 日閲覧.
- 気象庁, 2024f: ヒートアイランド現象: 観測編.
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index_himr.html, 2024 年 11 月 15 日閲覧.
- 気象庁, 2024g: 令和 6 年報道発表資料 (令和 6 年 7 月以降の顕著な高温と 7 月下旬の北日本の大雨の特徴と要因について) .
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2409/02a/kentoukai20240902.html>.
- 気象庁, 2024h: 気候変動監視レポート 2023.
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2023/pdf/ccmr2023_all.pdf.
- 気象庁, 2025: WMO 温室効果ガス年報 第 20 号 気象庁訳.
https://www.data.jma.go.jp/env/info/wdcgg/GHG_Bulletin-20_j.pdf.
- 気象庁気象研究所, 気象業務支援センター, 海洋研究開発機構, 京都大学, 北海道大学, 寒地土木研究所, 2023: 地球温暖化がさらに進行した場合、線状降水帯を含む極端降水は増加することが想定されます, 報道発表資料, 令和 5 年 9 月 19 日.
- 気象庁気象研究所, 東京大学大気海洋研究所, 国立環境研究所, 気象業務支援センター, 2019: 平成 30 年 7 月の記録的な猛暑に地球温暖化が与えた影響と猛暑発生の将来見通し, 報道発表資料, 令和元年 5 月 22 日.
- 気象庁気象研究所, 東京大学大気海洋研究所, 国立環境研究所, 海洋研究開発機構, 気象業務支援センター, 2020: 地球温暖化が近年の日本の豪雨に与えた影響を評価しました, 報道発表資料, 令和 2 年 10 月 20 日.
- 厚生労働省, 2018: 6～9 月の熱中症による死亡者数, 人口動態統計月報 (概数) (平成 30 年 9 月分) . <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/m2018/xls/9-19.xls>.
- 国土交通省, 2023: TCFD 提言における物理的リスク評価の手引き～気候変動を踏まえた洪水による浸水リスク評価～. https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/tcfd/index.html, 2024 年 2 月 8 日閲覧.
- 国土交通省国土政策局, 2018: 国土数値情報 土地利用細分メッシュ 第 2.6 版.
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>.

- 国土交通省砂防部, 2024: 気候変動を踏まえた砂防技術検討会 令和 5 年度版とりまとめ.
https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_kikohendo/231225/r5torimatome.pdf.
- 近藤純正, 2012a: 日本の都市における熱汚染量の経年変化. 気象研究ノート, 224, 25 - 56.
- 近藤裕昭, 2012b: 都市気象の多層モデル. 気象研究ノート, 224, 205 - 220.
- 櫻井敬三, 小西達男, 2005: 日本沿岸の海面水位の長期変動特性. 測候時報, 72, S7 - S16.
- 佐藤友徳, 2010: 擬似温暖実験. 天気, 57, 111-112.
- 佐山敬洋, 2023: 民間企業による適切な浸水リスク評価に向けた今後の展望. 河川, Vol.922, No. 5, 24 - 28.
- 清水勝義, 永井紀彦, 里見茂, 李在炯, 富田雄一郎, 久高将信, 額田恭史, 2006: 長期波浪観測値と気象データに基づく波候の変動解析. 海岸工学論文集, 53, 131 - 135,
<https://doi.org/10.2208/proce1989.53.131>.
- 志村智也, 森信人, 2019: 気候変動による日本周辺の波候スペクトルの将来変化予測. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 75(2), I_1177 - I_1182, https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_1177.
- 鈴木博人, 2006: 新潟県とその周辺における降積雪量の 1927-2005 年の経年変化 —鉄道駅構内の露場で観測された降積雪量データを用いた解析—. 天気, 53, 185 - 196.
- 関克己, 河合弘泰, 佐藤真, 2011: 日本沿岸の季節別波浪特性の経年変化. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 67(2), I_1 - I_6, https://doi.org/10.2208/jscejoe.67.I_1.
- 総務省消防庁, 2024: 年報 (令和 6 年 (5 月から 9 月) の熱中症による救急搬送状況).
https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/r6/heatstroke_nenpou_r6.pdf, 2025 年 1 月 23 日閲覧.
- 高槻靖, 倉賀野連, 志賀達, 分木恭朗, 井上博敬, 藤原弘行, 有吉正幸, 2007: 日本周辺海域における海面水温の長期変化傾向. 測候時報, 74, S33-S87.
- 津口裕茂, 加藤輝之, 2014: 集中豪雨事例の客観的な抽出とその特性・特徴に関する統計解析. 天気, 61, 455 - 469, https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2014/2014_06_0019.pdf.
- 中北英一, 森元啓太郎, 峠嘉哉, 2017: 5 km 解像度領域気候モデルを用いたゲリラ豪雨生起頻度の将来変化推定. 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.73, No.4, I_133 - I_138,
https://doi.org/10.2208/jscejhe.73.I_133.
- 中北英一, 橋本 郷志, 森元啓太郎, 小坂田ゆかり, 2018: 気候変動に伴う大気安定化及び水蒸気浸潤がゲリラ豪雨生起頻度に及ぼす影響. 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, I_25 - I_30, https://doi.org/10.2208/jscejhe.74.5_I_25.
- 西森基貴, 石郷岡康史, 桑形恒男, 滝本貴弘, 遠藤伸彦, 2019: 農業利用のための SI-CAT 日本全国 1km 地域気候予測シナリオデータセット (農研機構シナリオ 2017) について. Journal of the Japan Society for Simulation Technology, 38(3), 150 - 154.

- 農林水産省，国土交通省，2020：海岸保全区域等に係る海岸の保全に関する基本的な方針．告示第1号．
- 花崎直太，高橋潔，肱岡靖明，2012：日本の温暖化影響・適応策評価のための気候・社会経済シナリオ．環境科学会誌，25，3，223 - 236，<https://doi.org/10.11353/sesj.25.223>．
- 花崎直太，高橋潔，肱岡靖明，日下博幸，飯泉仁之直，有賀敏典，松橋啓介，三村信男，2014：日本の温暖化影響・適応策評価のための気候・人口・土地利用シナリオ（第2版）．環境科学会誌，27(6)，362 - 373，<https://doi.org/10.11353/sesj.27.362>．
- 原田裕介，大宮哲，武知洋太，西村敦史，2023：一回の暴風雪や大雪の厳しさを評価する指標の検討(その1)．日本雪工学会論文集，39巻2号，11 - 27，https://doi.org/10.32120/jsej.39.2_11．
- 藤部文昭，坂上公平，中鉢幸悦，山下浩史，2002：東京23区における夏季高温日午後の短時間強雨に先立つ地上風系の特徴．天気，49，395 - 405，https://metsoc.jp/tenki/pdf/2002/2002_05_0395.pdf．
- 藤部文昭，2003：アメダス地点における風速観測値の経年変化．天気，50，457 - 460，https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2003/2003_06_0457.pdf．
- 藤部文昭，2012：観測データからみた日本の都市気候．気象研究ノート，224，1 - 23．
- 森信人，福井信気，志村智也，2020：気候変動を考慮した我が国の三大湾の高潮最大潮位偏差についての研究レビュー．土木学会論文集 B2(海岸工学)，76巻1号，1 - 6，https://doi.org/10.2208/kaigan.76.1_1．
- 森壮太郎，森信人，志村智也，宮下卓也，2021：気候変動による日本主要湾における可能最大クラス高潮の長期変化．土木学会論文集 B2(海岸工学)，77巻2号，I_937 - I_942，https://doi.org/10.2208/kaigan.77.2_I_937．
- 文部科学省研究開発局，2014：気候変動リスク情報創生プログラム テーマ C 気候変動リスク情報の基盤技術開発 平成25年度研究成果報告書．249pp．
- 文部科学省及び気象庁気象研究所，2022：令和4年6月下旬から7月初めの記録的な高温に地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます。－イベント・アトリビューションによる速報－，報道発表資料，令和4年9月6日．
- 文部科学省及び気象庁気象研究所，2023：令和5年夏の大雨および記録的な高温に地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます。－イベント・アトリビューションによる速報－，報道発表資料，令和5年9月19日．
- 文部科学省及び気象庁，2020：日本の気候変動2020 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―．
- 文部科学省及び気象庁，2022a：気候予測データセット2022．<https://diasjp.net/ds2022/>．
- 文部科学省及び気象庁，2022b：気候予測データセット2022解説書．<https://diasjp.net/ds2022/manual.html>．

参考文献

- 山田広大, 佐藤克成, 2024: 日本海における海面水温の冬季十年規模変動とその変動要因. 気象庁研究時報, 70, 1-14.
- 吉田久美, 北村佳照, 中野俊也, 2020: 日本近海における海面水温の十年規模変動. 海の研究, 29(2), 19 – 36, https://doi.org/10.5928/kaiyou.29.2_19.

執筆者・執筆協力者一覧

第1章 はじめに		気象庁 大気海洋部 気象リスク対策課 気候変動対策推進室
第2章 気候変動とは		行本 誠史（気象庁 気象研究所）
コラム1 将来予測の不確実性		仲江川 敏之（気象庁 気象研究所）
コラム2 十年規模変動と近未来予測		山中 吾郎（気象庁 気象研究所）
第3章 大気組成等	3.1.1, 3.1.2, 3.2, 3.3	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課、気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
	3.1.3	町田 敏暢（国立環境研究所）
	3.1.4	松永 恒雄（国立環境研究所）
コラム3 IPCCの排出シナリオ		水田 亮（気象庁 気象研究所）、気象庁 大気海洋部 気候情報課
コラム4 気候予測データセット 2022		文部科学省 研究開発局 環境エネルギー課
第4章 気温	4.1.1	気象庁 大気海洋部 気候情報課、今田 由紀子（東京大学大気海洋研究所）
	4.1.2	行本 誠史（気象庁 気象研究所）、今田 由紀子（東京大学大気海洋研究所）、伊東 瑠衣（海洋研究開発機構）
	4.2.1	気象庁 大気海洋部 気候情報課
	4.2.2	気象庁 大気海洋部 気候情報課、野坂 真也（気象庁 気象研究所）
	4.3.1, 4.3.2	野坂 真也（気象庁 気象研究所）、今田 由紀子（東京大学大気海洋研究所）、行本 誠史（気象庁 気象研究所）
	4.3.3	清野 直子（気象庁 気象大学校）
コラム5 都市気候		清野 直子（気象庁 気象大学校）
コラム6 過去1200年の京都のサクラ満開日		青野 靖之（大阪公立大学）
第5章 降水	5.1.1, 5.2.1	気象庁 大気海洋部 気候情報課
	5.1.2	遠藤 洋和（気象庁 気象研究所）、水田 亮（気象庁 気象研究所）、伊東 瑠衣（海洋研究開発機構）
	5.2.2	気象庁 大気海洋部 気候情報課、福井 真（気象庁 気象研究所）
	5.3	遠藤 洋和（気象庁 気象研究所）、水田 亮（気象庁 気象研究所）、福井 真（気象庁 気象研究所）、

コラム7 極端現象の確率的表現について		気象庁 大気海洋部 気候情報課
コラム8 イベント・アトリビューション		今田 由紀子（東京大学大気海洋研究所）
第6章 降雪・積雪	6.1.1, 6.2.1	気象庁 大気海洋部 気候情報課
	6.1.2	保坂 征宏（気象庁 気象研究所）
	6.2.2	川瀬 宏明（気象庁 気象研究所）、気象庁 大気海洋部 気候情報課
	6.3	保坂 征宏（気象庁 気象研究所）、川瀬 宏明（気象庁 気象研究所）
第7章 熱帯低気圧	7.1.1, 7.2.1	気象庁 大気海洋部 気候情報課、佐藤 正樹（東京大学大気海洋研究所 / 横浜国立大学台風科学技術研究センター） [†] （査読協力）
	7.1.2	村上 裕之（米国海洋大気庁地球流体力学研究所（NOAA/GFDL））、佐藤 正樹（東京大学大気海洋研究所 / 横浜国立大学台風科学技術研究センター） [†] （査読協力）
	7.2.2	村田 昭彦（気象庁 気象研究所）、坪木 和久（名古屋大学宇宙地球環境研究所/ 横浜国立大学台風科学技術研究センター） [†] 、佐藤 正樹（東京大学大気海洋研究所 / 横浜国立大学台風科学技術研究センター） [†] （査読協力）
コラム9 洪水への取り組み		佐山 敬洋（京都大学防災研究所）、国土交通省 水管理・国土保全局 河川計画課 河川計画調整室
コラム10 土砂災害への取り組み		国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課
第8章 海水温	8.1.1 (1)	気象庁 大気海洋部 気候情報課
	8.1.1 (2), 8.2.1	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
	8.1.2, 8.2.2	浦川 昇吾（気象庁 気象研究所）、川上 雄真（気象庁 気象研究所）
	8.3	浦川 昇吾（気象庁 気象研究所）、山中 吾郎（気象庁 気象研究所）
コラム11 海洋熱波		川上 雄真（気象庁 気象研究所）、気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 海洋気象情報室、気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
第9章 海面水位	9.1.1, 9.2.1	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 海洋気象情報室
	9.1.2, 9.2.2	中野 英之（気象庁 気象研究所）
	9.3	中野 英之（気象庁 気象研究所）、山中 吾郎（気象庁 気象研究所）

第 10 章 海水	10.1.1, 10.2.1	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 海洋気象情報室
	10.1.2, 10.2.2	豊田 隆寛（気象庁 気象研究所）
	10.3	豊田 隆寛（気象庁 気象研究所）、山中 吾郎（気象庁 気象研究所）
第 11 章 高潮・高波	11.1.1, 11.2.1	高野 洋雄（気象庁 気象研究所）
	上記以外	森 信人（京都大学防災研究所 / 横浜国立大学台風科学技術研究センター）、志村 智也（京都大学防災研究所）
第 12 章 海洋酸性化	12.1.1, 12.2.1	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
	12.1.2, 12.2.2, 12.3	小杉 如央（気象庁 気象研究所）、辻野 博之（気象庁 気象研究所）、遠山 勝也（気象庁 気象研究所）
第 13 章 大気循環	13.1, 13.3	尾瀬 智昭（気象庁 気象研究所）
	13.2	尾瀬 智昭（気象庁 気象研究所）、野坂 真也（気象庁 気象研究所）
コラム 12 日射量の将来予測		林 未知也（国立環境研究所）、石崎 紀子（国立環境研究所）、塩竈 秀夫（国立環境研究所）
第 14 章 海洋循環	14.1.1 (1), 14.2.1 (1)	中野 英之（気象庁 気象研究所）、川上 雄真（気象庁 気象研究所）、山中 吾郎（気象庁 気象研究所）、気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
	14.1.1 (2), 14.1.2 (2), 14.2.1 (2), 14.2.2 (2)	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
	14.1.1 (3), 14.2.1 (3)	遠藤 伸彦（海洋研究開発機構）
	14.1.2 (1), 14.2.2 (1)	中野 英之（気象庁 気象研究所）、川上 雄真（気象庁 気象研究所）、山中 吾郎（気象庁 気象研究所）
	14.1.2 (3), 14.2.2 (3)	西川 史朗（海洋研究開発機構）
	14.3	中野 英之（気象庁 気象研究所）、山中 吾郎（気象庁 気象研究所）、気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析センター
付録 A 気候変動の 将来予測	A.1.1, A.1.4, A.2.1	水田 亮（気象庁 気象研究所）、佐々木 秀孝（国立環境研究所）、気象庁 大気海洋部 気候情報課
	A.1.2	村田 昭彦（気象庁 気象研究所）
	A.1.3	石崎 紀子（国立環境研究所）
	A.2.2	中野 英之（気象庁 気象研究所）
	A.2.3	小杉 如央（気象庁 気象研究所）、辻野 博之（気象庁 気象研究所）
	A.2.4, A.3.1	気象庁 大気海洋部 気候情報課

	A.3.2	中野 英之（気象庁 気象研究所）、小杉 如央（気象庁 気象研究所）、辻野 博之（気象庁 気象研究所）
	A.3.3	辻野 博之（気象庁 気象研究所）
付録 B 将来予測の不確 実性とモデルに よる予測結果の 比較	B.1.1	仲江川 敏之（気象庁 気象研究所）
	B.1.2, B.1.3	水田 亮（気象庁 気象研究所）、気象庁 大気海洋部 気候情 報課
	B.2, B.3.1	仲江川 敏之（気象庁 気象研究所）、伊東 瑠衣（海洋研究 開発機構）
	B.3.2, B.3.3	仲江川 敏之（気象庁 気象研究所）
付録 C 予測の確信度の 評価	C.1, C.3	気象庁 大気海洋部 気候情報課
	C.2	気象庁 大気海洋部 環境・海洋気象課 大気海洋環境解析セ ンター

（†…執筆協力者）

※ 敬称略。所属は 2025 年 2 月 1 日現在。気象庁本庁及び関係省庁で執筆した場合は、その組織
名を記載。

気候変動に関する懇談会及び同評価検討部会 委員

気候変動に関する懇談会 委員

- 石川 洋一 海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門
地球情報科学技術センター センター長
- 鬼頭 昭雄 (元) 気象庁気象研究所 気候研究部 部長
- 木本 昌秀 国立環境研究所 理事長
- 小池 俊雄 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター センター長
- 三枝 信子 国立環境研究所 地球システム領域 領域長
- 高橋 潔 国立環境研究所 社会システム領域 副領域長
- 竹村 俊彦 九州大学 応用力学研究所 教授
- 中北 英一 京都大学 副理事 / 防災研究所 気候変動適応研究センター センター長
- ◎花輪 公雄 東北大学 名誉教授 /
海洋研究開発機構 変動海洋エコシステム高等研究所 顧問
- 保坂 直紀 東京大学 大気海洋研究所 / 特任研究員サイエンスライター
- 山崎 登 国土舘大学 防災・救急救助総合研究所 名誉教授
- (◎…会長)

気候変動に関する懇談会 評価検討部会 委員

- 井田 寛子 気象キャスターネットワーク 理事長
- 大場 あい 毎日新聞社 編集局 くらし科学環境部 副部長
- ◎鬼頭 昭雄 (元) 気象庁気象研究所 気候研究部 部長
- 塩竈 秀夫 国立環境研究所 地球システム領域 地球システムリスク解析研究室 室長
- 須賀 利雄 東北大学 大学院理学研究科 教授
- 名取 晶子 損害保険料率算出機構 火災・地震・傷害保険部
企業火災グループリーダー
- 浜田 崇 長野県環境保全研究所 自然環境部 温暖化対策班 主任研究員
- 藤部 文昭 (元) 気象庁気象研究所 環境・応用気象研究部 部長
- 保坂 直紀 サイエンスライター / 東京大学 大気海洋研究所 特任研究員
- 町田 敏暢 国立環境研究所 地球環境研究センター
大気・海洋モニタリング推進室 室長
- 森 信人 京都大学 防災研究所 教授
- 渡辺 真吾 海洋研究開発機構 地球環境部門
環境変動予測研究センター センター長代理
- 渡部 雅浩 東京大学 大気海洋研究所 教授
- (◎…部会長)

※ いずれも五十音順、敬称略。所属・役職は2025年2月1日現在。

本報告書からの引用等について

本報告書中の文章及び図表については、別の資料からの引用であるものを除き、出典を明記した上で、また編集・加工等を行った場合はその旨を明記した上で、自由に複製、公衆送信、翻訳・変形等を行うことができる。別の資料からの引用であるものについては、それぞれの資料で使用条件等を確認の上、利用者の責任で必要に応じて別途許諾を申請・取得していただきたい。

なお、図やデータの電子ファイルは、可能な限り以下の『日本の気候変動 2025 素材集』で公開している。利用方法は当該ページを参照のこと。

『日本の気候変動 2025 素材集』：

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/cj/2025/sozai/sozai_index.html

参考のため、本報告書中の図表のうち第三者が著作権を有するものについて、図表番号・タイトル、本報告書における掲載ページ及び出典を以下に示す。

IPCC 評価報告書を和訳した図表は、それぞれ IPCC 公式ウェブサイトから取得した原文*に基づき、気象庁が翻訳したものであり、IPCC の公式訳ではない。

* <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

<https://www.ipcc.ch/srocc/>

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

<https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>

(The translations of figures and tables of the IPCC Assessment Reports are not IPCC translations. They have been provided by the Japan Meteorological Agency with the aim of reflecting in the most accurate way the language used in the original text.)

図表番号・タイトル	掲載ページ	出典
図 2.1.1 気候システムとその変動要因	23	IPCC (2007)
図 コラム 1.1 日本域の季節及び年の気温と降水量の将来変化に関する予測の比較	28	Ito et al. (2020b)
図 コラム 2.1 世界平均地上気温における一年規模（左）、十年規模（中）、数十年規模（右）の変動	31	IPCC (2021)
図 3.1.12 東京上空における高度別の二酸化炭素濃度の変動	43	CONTRAIL プロジェクト ウェブページ
図 3.1.13 東京上空における高度別の二酸化炭素濃度の平均的な季節変動	44	Umezawa et al. (2018)
図 3.1.15 GOSAT による二酸化炭素（左）と GOSAT-2 によるメタン（右）のカラム平均濃度の全球分布図（2023 年 8 月）	45	GOSAT ウェブページ、 GOSAT-2 ウェブページ

図表番号・タイトル	掲載ページ	出典
図 3.1.16 GOSAT、GOSAT-2 による二酸化炭素（左）とメタン（右）の全大気平均濃度とその推定経年平均濃度（季節変化を除去したトレンド）（2009 年 4 月～2023 年 10 月）	46	GOSAT-2 ウェブページ
図 コラム 3.2 各 SSP シナリオによる二酸化炭素排出量	53	IPCC (2021)
図 コラム 4.1 『気候予測データセット 2022』のロゴ	55	文部科学省及び気象庁 (2022b)
図 4.1.1 観測された地球温暖化 1℃ 当たりの年平均気温の変化の分布（1850～2020 年）	57	IPCC (2021)
図 4.1.2 世界平均気温の年平均気温偏差の経年変化 (a)	58	WMO (2025a)
図 4.1.3 観測された 4 種類の気温インデックスの時系列	59	IPCC (2021)
図 4.1.4 観測された 3 種類の極端気温インデックスの線形トレンド（1960～2018 年）	60	IPCC (2021)
表 4.1.1 各排出シナリオにおける世界平均気温の工業化以前（1850～1900 年）の平均に対する変化	60	IPCC (2021)
図 4.1.5 気候モデルによる世界平均地表気温の変化予測	61	IPCC (2021)
図 4.1.6 年平均地上気温の変化量の地理的分布	61	IPCC (2021)
図 4.1.10 地球温暖化レベルと極端気温の強さの関係	64	IPCC (2021)
図 4.1.11 1.5℃、2℃ 及び 4℃ の地球温暖化レベルで予測された極端高温・低温の将来変化	65	IPCC (2021)
図 4.1.12 1℃、1.5℃、2℃ 及び 4℃ の地球温暖化レベルで予測された極端気温の頻度の将来変化	65	IPCC (2021)
図 4.1.13 気温の極端現象に関する指標の将来変化 (日)	67	IPCC (2013)
図 コラム 5.1 関東地方の 8 年間の 8 月の (a) 月平均気温、(b) 月合計降水量の基準実験、平板実験による計算結果、及び基準実験と平板実験の差（8 年平均値）	94	Seino et al. (2018)
図 5.1.2 CMIP6 モデル予測による年平均降水量の変化率 (%)	99	IPCC (2021)
図 5.1.3 日本付近における降水量の将来変化：全球 20km モデル予測と CMIP5 モデル予測の比較	102	Ito et al. (2020b)
図 5.1.9 年最大日降水量及び連続無降水日数の変化予測	106	IPCC (2021)
図 5.1.10 d4PDF における極端降水量増加率の世界平均値	106	Mizuta and Endo (2020)
図 5.1.11 極端な大雨の際の降水量の将来変化 (mm)	107	Kitoh and Endo (2019)

図表番号・タイトル	掲載ページ	出典
図 5.1.12 日本付近における年・季節最大日降水量の将来変化に関する予測の比較	108	Ito et al. (2020b)
図 5.3.1 人間活動がモンスーンの降水量に与える主な影響に関する概略図	136	IPCC (2013)
図 コラム 7.2 極端現象の頻度と強度の変化	140	IPCC (2021)
図 コラム 8.1 高温の発生確率	143	気象庁気象研究所, 東京大学大気海洋研究所, 国立環境研究所, 気象業務支援センター (2019), 文部科学省及び気象庁気象研究所 (2022), 文部科学省及び気象庁気象研究所 (2023)
図 コラム 8.2 平成 29 年 7 月九州北部豪雨及び平成 30 年 7 月豪雨に相当する時期及び地域における降水量と発生確率	144	気象庁気象研究所, 東京大学大気海洋研究所, 国立環境研究所, 海洋研究開発機構, 気象業務支援センター (2020)
図 コラム 8.3 (左) 平成 29 年 7 月九州北部豪雨及び (右) 令和 5 年梅雨期の大雨に相当する時期の線状降水帯の発生数	145	文部科学省及び気象庁気象研究所 (2023), Kawase et al. (2022b)
図 6.1.1 北半球における 4 月の積雪域面積の経年変化 (10^6 km^2) (1922~2018 年)	147	IPCC (2021)
図 6.1.3 CMIP5 における積雪期間と積雪水当量の変化率	148	Brown et al. (2017)
図 6.1.4 世界平均地表気温の変化量に対する、北半球春 (3~5 月) の積雪域面積の変化率	149	IPCC (2021)
図 6.2.13 冬季 (11~翌年 3 月) の総降雪量及び 10 年当たり一回の大雪 (日降雪量) の将来変化	170	Kawase et al. (2016)
図 7.1.1 IPCC 第 6 次評価報告書で示された熱帯低気圧の過去と将来の変化に関する見解	176	IPCC (2021)
図 7.1.2 d4PDF で予測された熱帯低気圧に伴う極端降水量の将来変化	177	Kitoh and Endo (2019)
図 7.1.3 世界平均地表気温が 2°C 上昇した場合の北西太平洋における熱帯低気圧の変化予測	179	Cha et al. (2020)
図 7.2.2 東京に接近した台風の数を経年変化 (1980~2019 年)	182	Yamaguchi and Maeda (2020)

図表番号・タイトル	掲載ページ	出典
図 7.2.3 台風の強度が生涯中最大となる緯度（北西太平洋域）	183	Kossin et al. (2016)
図 7.2.4 20km と 5km メッシュの地域気候モデルから得られた台風による日本の陸上における最大 24 時間降水量	184	気象庁気象研究所，気象業務支援センター，海洋研究開発機構，京都大学，北海道大学，寒地土木研究所 (2023)
図 8.1.2 観測された海面水温の 1950～2014 年における長期変化傾向（トレンド）	192	IPCC (2021)
図 8.1.4 世界平均海面水温と上層 2,000 m 深までの海洋貯熱量の推移	194	IPCC (2021)
図 コラム 11.1 海洋熱波の発生状況とその影響	199	IPCC (2019)
図 コラム 11.2 北西太平洋における海洋熱波の将来予測	201	Kawakami et al. (2024)
図 9.1.1 衛星海面高度計の観測による世界の平均海面水位上昇率	203	Fasullo and Nerem (2018)
図 9.1.2 異なる SSP シナリオの下での世界平均海面水位予測	204	IPCC (2021)
図 9.1.3 海面水位変化予測の空間分布	204	IPCC (2021)
図 9.3.1 世界平均海面水位の上昇とその要因	212	IPCC (2021)
図 10.1.2 CMIP6 モデル及び観測データの北極海における 9 月の海氷面積	214	IPCC (2021)
図 11.1.1 年平均確率 1%の極端水位 ESL の将来変化	223	IPCC (2021)
図 11.2.2 既往文献に基づく三大湾の最大潮位偏差の将来変化	225	森ほか (2020)
図 11.2.4 7～10 月の平均可能最大高潮（MPS）の 20 世紀末に対する 21 世紀末の将来変化	227	森ほか (2021)
図 11.3.1 気候長期再解析データに基づく波浪長期データによる波の高さの過去 35 年間（1980～2014 年）の長期変化傾向（m/年）	229	Erikson et al. (2022)
図 11.3.2 台風による極端な波高（10 年確率値）の将来変化（%）	230	Shimura et al. (2015)
図 13.1.1 熱帯鉛直循環の長期変化傾向	248	IPCC (2021)
図 13.1.2 北半球環状モードの観測の長期変化傾向とモデル実験解析	249	IPCC (2021)

図表番号・タイトル	掲載ページ	出典
図 13.1.3 冬季中・高緯度における低気圧存在頻度の将来変化	251	IPCC (2021)
図 13.1.4 海面気圧の将来変化	253	IPCC (2021)
図 13.2.8 現在気候及び将来気候の指数化した季節風（海面気圧）の季節変化	265	Ito et al. (2025)
図 13.3.1 冬季（12～翌2月）海面気圧の将来変化（hPa）	269	Gan et al. (2017)
図 13.3.2 温暖化実験における夏季 850 hPa 風速の将来変化	270	Endo et al. (2018)
図 13.3.3 21 世紀末温暖化制御実験における夏季東アジア（東経 125-145° 平均）300 hPa 東西風緯度分布の月別将来変化	272	Endo et al. (2021)
図 14.1.1 各層における 1960～2010 年の溶存酸素量の変化	280	IPCC (2019)
図 14.1.2 海洋における植物プランクトンの変動	282	IPCC (2021)
図 14.1.3 大西洋子午面循環の強さ変動のシミュレーション	284	IPCC (2021)
図 14.1.4 過去と将来の世界の海洋表層（深度 100-600m）の溶存酸素量の総量の変化	284	IPCC (2021)
図 14.1.5 海洋表層混合層深度の将来予測	286	IPCC (2021)
図 14.1.6 海洋表層の硝酸塩及び純一次生産（NPP）の将来予測	286	IPCC (2019)
図 14.2.4 東経 137 度定線における混合層平均の時系列	290	Watanabe et al. (2005)
図 付録 A.2.2 SST 分布の異なる 4 パターン（将来変化）	303	Mizuta et al. (2014)
図 付録 B.1.1 世界平均地表気温及び英国の気温の予測における不確実性	319	Hawkins and Sutton (2009)
図 付録 B.2.1 気象庁気象研究所全球大気モデルと CMIP マルチモデルを比較対象とした領域	321	Ito et al. (2020b)
図 付録 B.3.3 21 世紀末の日本域における地上気温の変化	326	Ito et al. (2020b)
図 付録 B.3.4 21 世紀末の日本域における降水量の将来変化の比較	327	Ito et al. (2020b)
図 付録 B.3.5 日本域における各季節及び年間の最大日降水量の将来変化	327	Ito et al. (2020b)

出典の記載例

以下は、本報告書からの出典として記載する場合の例である。文部科学省や気象庁の他の資料から引用した図表は、その資料からの出典として記載すること。

① そのまま利用する場合

出典：文部科学省及び気象庁「日本の気候変動 2025 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―」（詳細編）

文部科学省及び気象庁「日本の気候変動 2025 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―」（詳細編）より引用

本報告書中の文章（文部科学省及び気象庁「日本の気候変動 2025 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―」（詳細編））

図表タイトル（文部科学省及び気象庁「日本の気候変動 2025 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―」（詳細編））

② 編集・加工して利用する場合

文部科学省及び気象庁「日本の気候変動 2025 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―」（詳細編）をもとに〇〇株式会社作成

図表タイトル（文部科学省及び気象庁「日本の気候変動 2025 ― 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書 ―」（詳細編））に加筆

※ 本報告書中の文章及び図表を編集・加工した場合、それをあたかも文部科学省及び気象庁が作成したかのような状態で公表・利用することは固く禁止する。

お問い合わせ先

内容等についてお気づきの点がありましたら、下記までご連絡ください。

〒105-8431

東京都港区虎ノ門 3-6-9

気象庁 大気海洋部 気象リスク対策課 気候変動対策推進室

電話 03-6758-3900（代表）

気象庁ホームページ <https://www.jma.go.jp/jma/index.html>

ご意見・ご感想はこちらから <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/goiken.html>