

# 気候変動適応推進のための 気候予測シナリオへの期待

国立環境研究所 気候変動適応センター  
**肱岡靖明**

統合的気候モデル高度化研究プログラム  
令和元年度公開シンポジウム

「地球温暖化に備えるために～必要な予測、想定すべきリスク～」

2019年10月21日@一橋大学一橋講堂学術センター2F

# 迫りくる気候変動

## 近年の日本で 災害をもたらした 気象事象

- 平成30年
- 平成29年
- 平成28年
- 平成27年以前  
(東日本大震災以降)

平成29年9月13日～9月18日

台風第18号及び前線による大雨・暴風等  
南西諸島や西日本、北海道を中心に大雨や暴風となった。

平成30年夏（6～8月）の天候

2018年（平成30年）夏（6～8月）の日本の天候は、東・西日本は記録的な高温となった。北日本日本海側と西日本太平洋側および沖縄・奄美は降水量がかなり多くなった。

太平洋高気圧とチベット高気圧の張り出しがともに強く、晴れて気温が顕著に上昇する日が多かったため、東・西日本は夏の平均気温がかなり高かった。夏の平均気温は東日本で+1.7℃と、1946年の統計開始以降で最も高くなり、全国の気象官署153地点のうち45地点で高い方から1位の値を記録した（タイを含む）。7月23日には、熊谷（埼玉県）で日最高気温41.1℃記録して歴代全国1位となった。

平成30年2月3日～2月8日

強い冬型の気圧配置による大雪  
北陸地方の平野部を中心に日本海側で大雪。

平成28年8月16日～8月31日

台風第7号、第11号、第9号、第10号及び前線による大雨・暴風  
東日本から北日本を中心に大雨・暴風。北海道と岩手県で記録的な大雨。

平成29年6月30日～7月10日

梅雨前線及び台風第3号による大雨と暴風  
※平成29年7月九州北部豪雨  
(7月5日～7月6日)

西日本から東日本を中心に大雨。5日から6日にかけて西日本で記録的な大雨。

平成30年1月22日～1月27日

南岸低気圧及び強い冬型の気圧配置による大雪・暴風雪等  
関東甲信地方や東北太平洋側の平野部で大雪。日本海側を中心に暴風雪。

平成30年6月28日～7月8日

※平成30年7月豪雨  
(前線及び台風第7号による大雨等)

西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨。

平成29年10月21日～10月23日

台風第21号及び前線による大雨・暴風等  
西日本から東日本、東北地方の広い範囲で大雨。全国的に暴風。

平成28年6月19日～6月30日

梅雨前線による大雨  
西日本を中心に大雨。

平成30年9月3日～5日

台風第21号による暴風・高潮等  
西日本から北日本にかけて暴風。特に四国や近畿地方で顕著な高潮。

平成27年9月7日～9月11日

台風第18号等による大雨  
※平成27年9月関東・東北豪雨  
(9月9日～9月11日)  
関東、東北で記録的な大雨。

平成26年8月15日～8月20日

前線による大雨  
※平成26年8月豪雨  
(7月30日～8月26日)  
西日本から東日本の広い範囲で大雨。

平成26年7月30日～8月11日

台風第12号、第11号と前線による大雨と暴風  
※平成26年8月豪雨  
(7月30日～8月26日)  
四国を中心に広い範囲で大雨。

平成24年7月11日～7月14日

※平成24年7月九州北部豪雨  
九州北部を中心に大雨。

平成23年7月27日～7月30日

※平成23年7月新潟・福島豪雨  
新潟県や福島県会津で記録的な大雨。



## 迫りくる気候変動

- **生態系への影響**

- ✓ 桜の開花の早まり
- ✓ かえでの紅（黄）葉の遅れ
- ✓ サンゴの白化

- **農作物の品質低下や栽培適地の移動**

- ✓ コメの白未熟粒や胴割粒の発生
- ✓ ぶどうの着色不良・着色遅延やりんごの日焼け果，着色不良などの発生
- ✓ うんしゅうみかんの浮皮の発生
- ✓ トマトの裂果・着色不良等
- ✓ ナシの発芽不良
- ✓ イチゴの炭そ病の多発
- ✓ ナスの結実不良

- **熱中症搬送者数・死亡者数の増加**

- **感染症媒介蚊の分布域の北上**



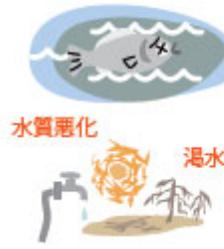
# 様々な分野における将来予測される影響

## 農業、森林・林業、水産業



気温上昇によるコメや野菜、果物など農作物の品質低下、収量の減少、牛乳や鶏卵の生産量への影響。

## 水環境・水資源



気温上昇が原因の植物プランクトン大量発生などによる水質悪化。温水被害などの発生が頻発化。

## 自然生態系



動物や植物の生息地が変わるなど生態系への影響。

## 自然災害・沿岸域



大雨の増加などによる浸水被害や土砂災害の発生頻度の増加。強い台風の頻発。

## 健康



気温上昇による熱中症搬送者数増加。感染症の原因となる蚊の生息エリア拡大。健康へのリスク増大。

## 産業・経済活動



短時間強雨など極端現象の頻発が生産設備に被害を与えるなどのリスク増加。他方で、新たなビジネスチャンスも。

## 国民生活・都市生活



短時間強雨などによるインフラへの影響。生物季節、伝統行事への影響。



# 気候変動に対する二つの対策

温室効果ガス<sup>\*1</sup>の増加

気候の変動

気候変動の影響

化石燃料の使用による  
二酸化炭素の排出等

気温上昇、  
降雨パターンの変化、  
海面水位の上昇など

生活、社会、経済、  
自然環境への影響

\*1 温室効果ガスには、二酸化炭素、  
メタン、一酸化二窒素、フロンガス  
などがあります。

緩和

温室効果ガスの  
排出を抑制する

適応

気候変動の影響  
に対処し、被害  
を少なくする



# 気候変動適応法成立までの経緯

「気候変動影響評価報告書(中央環境審議会意見具申)」取りまとめ(平成27年3月)

「気候変動の影響への適応計画」の閣議決定(平成27年11月27日)

- ・各分野(①農林水産業、②水環境・水資源、③自然生態系、④自然災害、⑤健康、⑥産業・経済活動、⑦国民生活)における適応策の推進
- ・気候変動適応情報プラットフォーム(国立環境研究所が運営)の構築(平成28年8月)
- ・地域適応コンソーシアム事業の開始(平成29年7月)
- ・適応計画のフォローアップ報告書の取りまとめ(平成29年10月)

適応策の法制化に向けた検討

- ・国会における議論・・・気候変動の影響への適応計画の早期の法定計画化
- ・地方公共団体からの要望・・・地方自治体の適応策に係る計画策定の法定化
- ・政府における検討(関係府省庁連絡会議、地方公共団体・中央環境審議会意見聴取)

「気候変動適応法案」の閣議決定(平成30年2月20日)

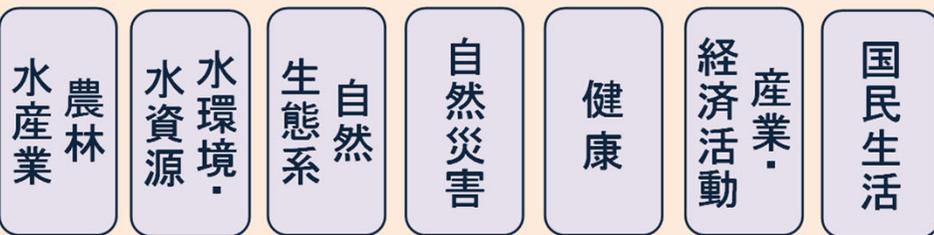
「気候変動適応法」の公布(平成30年6月13日)



# 気候変動適応法の概要

## 1. 適応の総合的推進

- 国、地方公共団体、事業者、国民が気候変動適応の推進のため担うべき役割を明確化。
- 国は、適応を推進する**気候変動適応計画**を策定。把握・評価手法を開発。
- **気候変動影響評価**（おおむね5年ごと）して計画を改定。

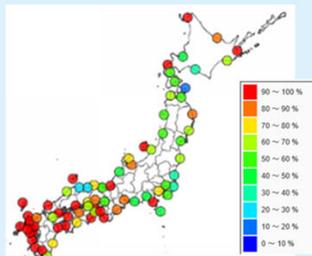


各分野において、  
信頼できるきめ細かな情報に基づく  
効果的な適応策の推進

## 2. 情報基盤の整備

- **情報基盤の中核としての国立環境研究所**

### 「気候変動適応情報プラットフォーム」



- 予測情報
- 自治体情報
- 適応策情報
- ビジネス情報

## 3. 地域での適応の強化

- 地方自治体に、**適応計画**策定の努力義務。
- 情報収集・提供等を行う**地域気候変動適応センター**を確保。
- **広域協議会**を組織し、国と地方自治体等連携

## 4. 適応の国際展開等

- 国際協力の推進。
- 事業者等の取組・適応ビジネスの促進。

## 気候変動影響予測の手順

世界の**社会経済**がどのように発展するかについて  
複数のシナリオを作る

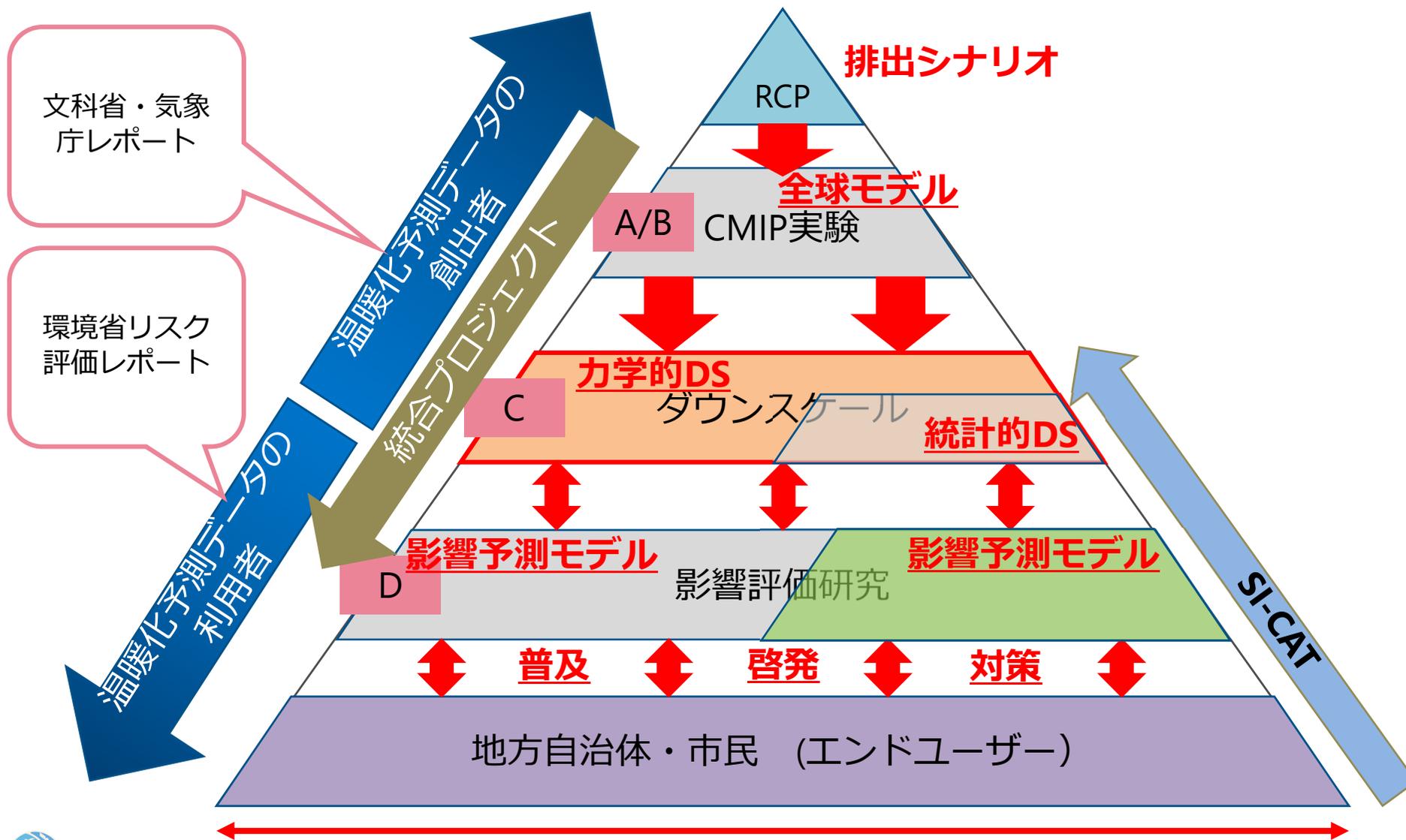
それぞれのシナリオ別に温室効果ガス(GHG)排出量を推定  
**排出シナリオ (社会経済シナリオ)**

GHG排出量と気候モデルから将来の気温・降水量変化を予測  
**気候シナリオ**

将来の気候変化と影響評価モデルから将来の影響を予測  
**影響評価**



# 文科省諸プログラムの位置づけ



出典： 気象研究所高薮出氏提供資料を一部改編

気候変動適応諸対策

## 日本・地域を対象とした気候変動影響に関する研究例

- FY2005～2009：環境省環境研究総合推進費S-4  
「温暖化の危険な水準および温室効果ガス安定化レベルのための温暖化影響の総合的評価に関する研究」
- FY2010～2014：環境省環境研究総合推進費S-8  
「温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」
- FY2010～2014：文部科学省RECCA  
「気候変動適応研究推進プログラム」
- FY2015～2019：文部科学省SI-CAT  
「気候変動適応技術社会実装プログラム」
  - ✓ 課題③「気候変動の影響評価技術の開発」
  - ✓ 気候変動の影響評価技術及び気候適応策効果評価技術，成果を自治体等が活用可能とするアプリケーションツール等開発



# 文部科学省SI-CAT

## 文部科学省

- ・プログラム全体の運営管理
- ・関係省庁や社会実装機関、ニーズ保有者等との連携

プログラム全体の  
管理・指示

## 社会実装機関(科学技術振興機構)

- ・自治体の社会経済シナリオの作成
- ・ニーズ等を技術開発機関に提供し、成果を反映
- ・事業で得られた成果の自治体への普及等
- ・研究全体の進捗管理

プログラム・ディレクター

マネジメント会議  
外部有識者で構成

※その他、プログラム全体会議の開催支援等

技術開発を促進する  
ニーズ情報の提供

成果普及

ニーズ等  
の提供

プログラム全体会議

## 全国の自治体等

- ・気候変動適応に関心の高い自治体や研究所、適応ビジネスに関心の高い民間企業等が社会実装機関にニーズを提供
- ・自治体の2030年頃の将来展望に関する情報等を提供
- ・社会実装機関から情報を受けた本事業の成果を試行的に実施

自治体

企業

研究所

気候変動適応に関する取組を自発的に行っている、もしくは行おうとしている自治体等が「モデル自治体等」に加わり、研究開発に協力

## 技術開発機関

海洋研究開発機構  
① 信頼度の高い近未来予測技術

- ・汎用性が高く、不確実性を低減した、2030年頃の時間スケールの精緻な近未来予測情報を提供

海洋研究開発機構  
② 超高解像度ダウンスケール技術

- ・自治体規模の適応策立案に対応可能な空間スケールでの超高解像度予測情報を提供

国立環境研究所  
③ 適応策等の効果評価技術等

- ・地域の気候変動影響評価、複数の適応策を講じた際の効果の評価、成果活用のためのアプリケーション開発

技術・情報の提供

研究参画

## モデル自治体等

- ・農業や防災等の分野のニーズを有する自治体(自治体と連携関係にある地方大学等を含む)や研究所、適応ビジネスに関心の高い民間企業等のうち、研究開発に主体的に参画できる者は、技術開発機関の一員として当初から研究開発に加わり、観測データの提供や開発成果の試行、成果の普及などを行う。

自治体

研究所

地方大学



## SI-CAT課題③全体の目標

- **自治体レベルにおける気候変動の影響評価や適応策の検討を科学的に支援する技術開発**
  - **気候変動影響評価モデルの開発：全国を対象とした汎用的なモデル**
    - ✓ ダウンスケーリング予測結果（バイアス補正済み）を用いて、必要に応じて社会実装機関から提供される社会・経済シナリオを考慮し、数年～数十年先（2030年近辺）の1km程度の解像度.
    - ✓ 「防災」, 「農業」を主とし、地方自治体が気候変動適応策の立案に不可欠な分野を対象
    - ✓ 個別 & 複数の適応策を考慮した影響評価
    - ✓ モデル自治体および社会実装機関と連携し、必要に応じて影響評価モデルを開発・改良（モデル自治体を対象とした詳細モデルの開発）



# 適応策立案に必要な対象分野例

日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について（意見具申）（案）より

分野	大項目（小項目）
自然災害・沿岸域	河川（洪水，内水），沿岸（海面上昇，高潮・高波，海岸浸食），山地（土石流・地すべり等），その他（強風等）
自然生態系	陸域生態系（高山帯・亜高山帯，自然林・二次林，里地・里山生態系，人工林，野生鳥獣の影響，物質収支），淡水生態系（湖沼，河川，湿原），沿岸生態系（亜熱帯，湿原・亜寒帯），海洋生態系，生物季節，分布・個体群の変動
農業・林業・水産業	農業（水稻，野菜，果樹，麦・大豆・飼料作物等，畜産，病害虫・雑草，農業生産基盤），林業（木材生産（人工林等），特用生産物（きのこ類等）），水産業（増養殖等，回遊性魚介類（魚類等の生態））
水環境・水資源	水環境（湖沼・ダム湖，河川，沿岸域および閉鎖性海域），水資源（水供給（地表水），水供給（地下水），水需要）
健康	冬期の温暖化（冬期死亡率），暑熱（死亡リスク，熱中症），感染症（水系・食品媒介性感染症），節足動物媒介感染症，その他感染症），その他
産業・経済活動	製造業，エネルギー（エネルギー需給），商業，金融・保険，観光業（レジャー），建設業，医療，その他（その他（海外影響等））
国民生活・都市生活	都市インフラ・ライフライン等（水道，交通等），文化・歴史などを感じる暮らし（生物季節，伝統行事，地場産業等），その他（暑熱による生活への影響等）

影響項目	関連する気候パラメータ例
洪水氾濫	時間・10分間降水量(mm/hr, mm/10min), 年最大日降水量(mm/day)
高潮浸水	海面上昇量(mm/year), 台風強度, 年最低気圧
砂浜消失	海面上昇量(mm/year)
ダム湖水質障害	日平均気温(°C), 日射量(MJ/sqm), 日平均風速(m/s), 日平均湿度(%), 日平均雲量(-), 月別降水量(mm/month)
斜面崩壊	年最大日降水量(mm/day)
森林火災	月別降水量(mm), 月別気温(°C), 月別日平均日射量(MJ/m <sup>2</sup> )
天然林	月別気温(°C), 月別降水量(mm/month), 日最低気温の月平均値(°C), 最大積雪深(mm), 積雪期間(day)
水稻	日平均・最高・最低気温(°C), 日平均相対湿度(%), 日積算日射量(MJ/m <sup>2</sup> /d), 日平均風速(m/s), 日降水量(mm)
果樹の栽培適地	月別平均気温(°C), 月別平均日最低気温(°C), 年最低気温(°C)
沿岸環境急変現象(急潮)	毎時流速UV(cm/s), 毎時水温(°C), 毎時塩分(PSU), 毎時海面高度(cm), 毎時海面風速UV(標高10m)(m/s), 毎時風応力UV(N/m <sup>2</sup> )
河川流量	地上気象要素(時間値: 降水量, 下向き短波放射, 下向き長波放射, 気圧, 風速, 気温, 比湿(または水蒸気圧))
健康影響(暑熱)	日最高気温(°C), 時間気温

影響項目	関連する気候パラメータ例
沿岸域及び閉鎖性海域	陸域：降水量(mm/h), 気温(°C). 海域(気象)：東西風速(m/s), 南北風速(m/s), 気温(°C), 比湿(kg/kg), 下向き短波放射量(W/m <sup>2</sup> ), 下向き長波放射量(W/m <sup>2</sup> ), 降水量(mm/h). 海域(海象)：流速(m/s), 水温(°C), 塩分. ※陸域・海域(気象)については地表面2次元データ, 海域(海象)については3次元データ
サンゴ・海藻	海表面水温(月), 海洋酸性化指標(月), 濁度(月), クロロフィル濃度(月)
太陽光発電ポテンシャル	日射(月), 気温(月), 降水量(月)
風力発電ポテンシャル	風速(月), 気温(月)
エネルギー需給	気温, 湿度
木材生産量(人工林等)	気温(年), 降水量(年)

## SI-CAT課題③からの期待（1）

### ● 【全般】

- ✓ 予測の不確実性を示すため多数の気候シナリオが必要（陸域・海域）
- ✓ 基準年次の更新（1981-2000→2000-2019/2001-2020）
- ✓ 地上だけでなく850hPaくらいの高度の情報も必要。日本の気候区分につき最低一地点の基本変数の鉛直分布データ（高層ゾンデのイメージ）
- ✓ 山地の気候の再現性が高い気候モデルの開発
- ✓ SDSのデータを利用したd4PDFの簡易バイアスコレクションツール
- ✓ 地方公共団体で活用することを前提とすると、国の代表的な気候シナリオの整備が重要
  - 必要な範囲，期間，要素などの条件から簡単に抽出できるような機能の開発
  - 数ヶ月，来年（あるいは数年後）などの短期的な予測情報



## SI-CAT課題③からの期待（2）

- **【土砂災害】**時間解像度1時間
- **【洪水氾濫】**数km・1時間
- **【内水氾濫】**数百m・10分の時・空間分解能が望まれる。
  - ✓ 台風のようなイベントを含めて精度の高いデータ
  - ✓ 実際に起こっている局地的な豪雨（例えば、線状降水帯）の再現
- **【森林生態系】**積雪期間や積雪深さ
- **【農業】**
  - ✓ 3時間以下の時間解像度
  - ✓ 領域・空間解像度がこちらで選択できるようなツール
  - ✓ 果樹の栽培年数が20～30年。果樹産地の中長期計画は20～30年先までを想定。栽培作物や品種を変更するにしても、出荷できるようになるまでには約5年間の準備期間が必要となるため、30年後位までの予測シナリオをさらに精緻化（精度の高度化）を期待



## SI-CAT課題③からの期待（3）

---

- **【水産業】**

- ✓ 太平洋側沿岸の海洋環境変化を表す、黒潮の大蛇行、非大蛇行の再現性向上

- **【観光業】**

- ✓ 標高別・詳細地点別の積雪深：現時点・将来の気象変数の推計値



## まとめ

---

- **気候変動適応のとりくみは始まったばかり**
- **気候予測情報は適応の取り組みに不可欠**
  - ✓ 1kmメッシュでも不十分な影響分野・項目もある
  - ✓ 地方公共団体が期待する解像度（市区町村レベルや特定の場所）での提供を期待
  - ✓ 不確実性をどのように捉えればよいかについて専門家による解説が不可欠
  - ✓ 極端現象（異常高温や気象災害）の情報も不可欠



# “持続可能な未来のために今必要なこと”

ご清聴ありがとうございました

