

気温の上昇にともない、熱帯夜（夜間の最低気温が25℃以上の夜）や猛暑日（1日の最高気温が35℃以上の日）は増え、冬日（1日の最低気温が0℃未満の日）は少なくなっています。1時間に降る雨の量が50ミリ以上の日数は、長期的に増加傾向にあり、地球温暖化が影響している可能性があります（図2）。

## ■ 将来の気候予測

また、気象庁が2015年<sup>8</sup>と2017年<sup>9</sup>に公表したレポートでは、現在のペースで温室効果ガスの排出が進んだ場合（RCP8.5）、現在と比較した日本の平均気温は2050年頃にはおよそ2℃程度、2100年頃には4～5℃程度、それぞれ上昇すると報告されているほか（図3）、短時間強雨の発生回数の増加などが予測されています。

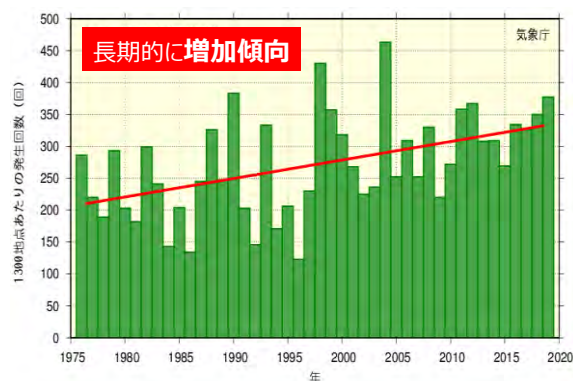


図2 全国の1時間降水量50mm以上の年間発生回数

出典：気象庁ホームページ<sup>7</sup>より作成

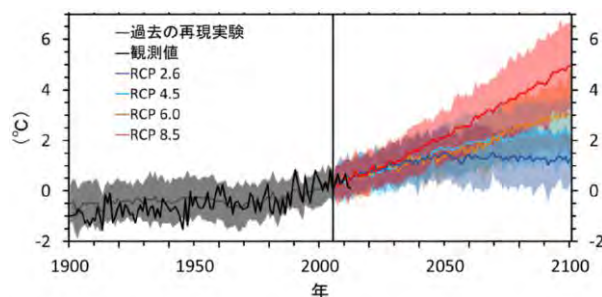


図3 複数の気候モデルによる日本の平均気温の予測結果

出典：気象庁「異常気象レポート2014」<sup>8</sup>より作成

## ■ 気候変動による水稲への影響（現在）

農業生産に影響を与える気象要因は、気温、降水、台風等、年によって様々に変化しますが、図1（p.2）に示した通り、気候変動により日本の平均気温は少しずつ上昇しており、今後もこの傾向が続くと予測されています。特に2010年と2019年には夏季の高温の影響により、主な水稲の産地で白未熟粒等の高温障害が増加し、全国の水稲うるち玄米の一等比率が大きく低下しました（図4）。農林水産省では2007年より概ね毎年、全国の都道府県を対象とした農作物の高温影響による調査を行い、その結果を「地球温暖化影響調査レポート」<sup>11</sup>等で発表してきました。本レポートでは、図5に示すような高温の影響が報告されています。

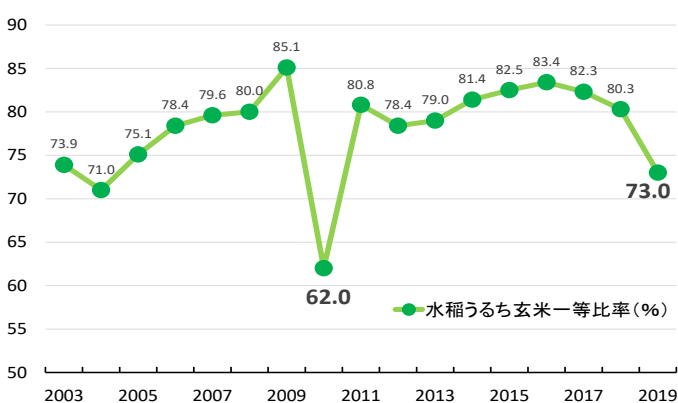


図4 水稲うるち玄米一等比率の経年変化（全国）

出典：農林水産省「米穀の農産物検査結果（各年）」<sup>10</sup>より作成



図5 水稲の高温による主な影響（整粒との比較）

出典：農林水産省<sup>12</sup>および農業・食品産業技術総合研究機構ホームページ<sup>13</sup>

RCP：代表的濃度経路。RCPに続く数値が大きいほど、将来の温室効果ガスの排出が多いことを意味し、気温上昇が大きくなる。

## ■ 気候変動による水稻への影響（将来予測）

農業は気候変動の影響を受けやすいため、従来から、気候への対策が取られてきました。しかし近年、過去に経験したことがないような高温や降雨により、大きな被害が出る等、これまでの対策では間に合わなくなりつつある状況も発生しています。今後の気候変動の進行により、図4（p.3）・図5（p.3）に示したような影響がさらに頻繁に、また深刻化することが危惧されます。

図6は、品種や移植時期が将来も現行のままであり（適応策なし）、温室効果ガス排出量の削減が進んだ場合（RCP2.6）と仮定し、2041～2060年頃の平均収量予測を示しています。この予測では、北日本や東日本山間部においては、気温上昇による冷害の解消やCO<sub>2</sub>濃度の上昇により増収と予測される一方、東日本平野部から西の地域では、CO<sub>2</sub>濃度の上昇による増収よりも、さらなる高温による生育期間の短縮や高温不稔の発生の影響が上回り、減収が予測されています<sup>14</sup>。

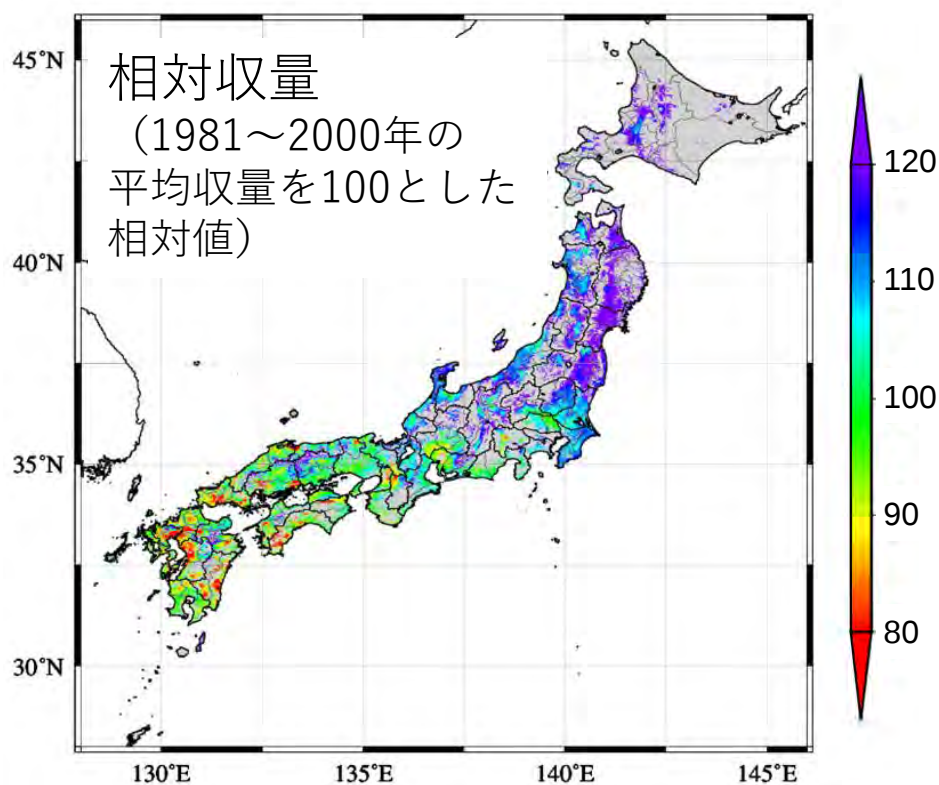


図6 2041～2060年の収量予測（MIR0C5、RCP2.6）

図の提供：農業・食品産業技術総合研究機構

MIR0C5：日本で開発された気候モデルの一つ。地球全体の大気や海洋の過去から将来に渡る物理的变化を計算し、将来の気候を予測したもの。

現在、国内においては高温による水稻の大幅な収量減少の報告例はほとんどありませんが、図 4 (p. 3)・図 5 (p. 3) に示したような品質の低下については数多く報告され、品質低下による検査等級の低下は、産地での大きな課題となっています。特に図 5 に示した白未熟粒は、登熟期の高温が原因で多発することが分かっており、既に多くの報告例があります。今後の気温上昇に伴い、白未熟粒のさらなる増加が危惧されます。

図 7 に示したグラフは国内で最も作付されている品種である「コシヒカリ」の、出穂後 20 日間の平均気温と白未熟粒発生率の関係です。この関係を 2040 年代の日本の気温予測にあてはめたものが図 8 です。主に東日本平野部から西の地域部の沿岸部の広い範囲において、検査等級の低下が予測されています。これらはいずれも、適切な適応策がとられなかった場合の予測で、不確実なものですが、気候変動による将来の高温に対する確実な備え、つまり適応策の実施が必要不可欠であることを示唆しています。

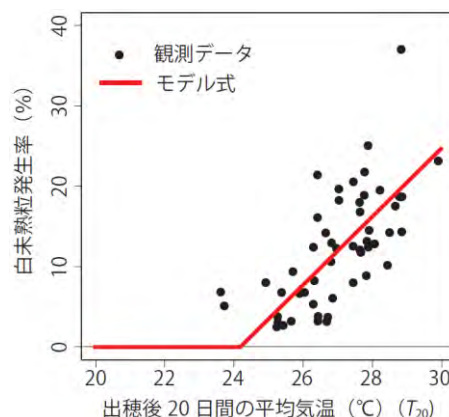


図 7 コシヒカリにおける出穂後 20 日間の平均気温と白未熟粒発生率の関係  
出典：Masutomi *et al* (2019) <sup>15</sup>より



図 8 2040 年代の白未熟粒発生率と検査等級の予測 (5 モデル平均)

出典：Masutomi *et al* (2019) <sup>15</sup>より作成

## Ⅱ 気候変動適応の取組を行う意義・期待される効果

### ■ 気候変動リスクの軽減による農業経営の安定

前章で見たとおり、今後も気候変動が進行していくと予測される中、農業生産への影響を極力抑えるために、適切な時期に適切な対策をとっていく必要があります。高温や大雨等による生育不良や病害虫の増加等による収量の減少、品質の低下、作期のずれによる市場価格の下落等、気候変動による影響は生産者の所得低下につながるものであり、地域や国全体の経済的損失の増大につながる大きな問題であるといえます。

適応への取組は、これらの気候変動による経済的損失の影響を将来に渡る経営リスクと考え、リスクに対する取組を進めることであるという側面も持っています。リスクに備えるために農業保険への加入が有効な手段ですが、適応策の適切な導入によるリスク管理が、保険事故を減らし、農業経営の安定につながり、地域経済の安定にもつながります。

適応策には、栽培管理技術の変更のように個別の生産者において低コストですぐに導入可能なものから、品種開発や品目転換のようにコストと時間を必要とするものまで、さまざまです。ブランド作物を抱える背景から、品種や品目の変更が困難な産地もあります。このような、個別の生産者では対応できない適応策は、自治体や農業協同組合、農業共済組合、地域の関係者等が横断的に協力し、産地における中長期的な計画に基づいて取組を進める必要があります。

すぐに対応可能な対策は速やかに導入することが重要ですが、今後の気温上昇等によっては、効果を発揮しなくなる時期が来ることも念頭に置く必要があります。また、農産物に影響が発生してからでは対策が間に合わない場合もあります。そのため、中長期的な将来に渡る適応策についても、地域の実態を踏まえ早い段階から計画的に備えを進めることで、将来に予測されるリスクの軽減につながります。



図 9 適応計画によるリスク管理と農業経営安定化のイメージ

図の出典（一部）：パンフレット「目で見える適応策」（2018）<sup>16</sup>より

## ■ 取組による産地の優位性の発揮

水稻における適応策として近年、従来品種に代え、高温状況下でも収量や品質の低下が発生しにくい、高温耐性品種の作付が広がっており、その割合は 2018 年時点で主食用作付品種のおよそ 9%を占めています（図 10）。高温耐性品種は国の研究機関である農業・食品産業技術総合研究機構が開発した品種（「きぬむすめ」・「にこまる」等）のほか、自治体が独自に開発した品種も多くあります。開発した県内だけでなく他県への普及が進む例もあり、水稻主産地としての優位性向上につながっています<sup>17</sup>。

なお、同機構では、各地域における作期・品種別の高温登熟性の強弱についての関係を発表しており（表 1）、今後の品種選択を考える場合の参考とすることもできます。

高温耐性品種は一等米比率の割合が他品種に比べて高いだけでなく、一般財団法人日本穀物検定協会が毎年発表する「米の食味ランキング」においても「特 A」と評価される品種が増えています。近年、卸売業者や実需者等からの関心が高まっており、気温上昇に適応できることに加え、食味の観点から産地の優位性が向上すると考えられます。

水稻は、既存品種に対する実需者のニーズが根強いものもあり、産地における品種の更新が容易には進まない地域もありますが、図 1（p. 2）に示した気温上昇や、図 2（p. 2）に示した短時間強雨の増加等の気候変動は、今後いずれも進行すると予測されています。既に産地では種々の影響が発生しており、地域では自治体や産地レベルで中長期的な計画に基づいた適応策の実施が急務であるといえます。

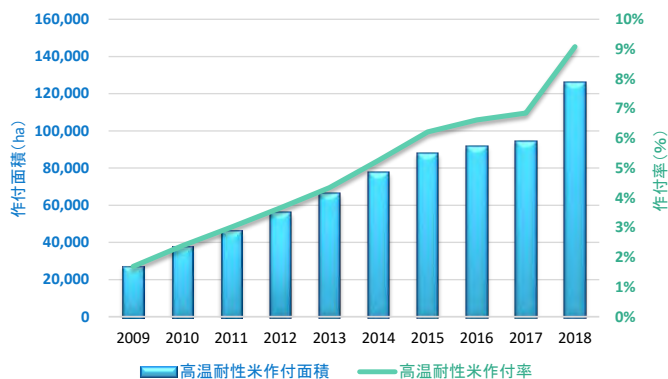


図 10 高温耐性品種の作付面積と作付率の関係

出典：「地球温暖化影響調査レポート（各年）」<sup>11</sup>より作

表 1 各地域における作期・品種別の高温登熟性分類

| 地域区分                  | 生態型    | 高温登熟性           |       |                          |                         |               |
|-----------------------|--------|-----------------|-------|--------------------------|-------------------------|---------------|
|                       |        | 弱               | やや弱   | 中                        | やや強                     | 強             |
| 寒冷地北部・中部<br>(東北地方)    | 極早生・早生 | 駒の舞<br>初星       |       | むつほまれ<br>あきたこまち          | ふ系227号<br>里のうた<br>こころまち | ふさおとめ         |
|                       | 中生     | ササニシキ           |       | ひとめぼれ<br>はえぬき            | みねはるか                   |               |
|                       | 晩生・極晩生 |                 |       | コシヒカリ                    | つや姫                     | 笑みの絆          |
| 寒冷地南部<br>(北陸地方)       | 極早生・早生 | 初星              |       | あきたこまち<br>ひとめぼれ          | ハナエチゼン                  |               |
|                       | 中生     | ともほなみ           | コシヒカリ |                          |                         | 笑みの絆          |
|                       | 晩生・極晩生 | 祭り晴             |       | 日本晴<br>みずほの輝き            | あきさかり                   |               |
| 温暖地東部<br>(関東・東山・東海地方) | 極早生・早生 | 初星<br>あかね空      |       | あきたこまち<br>コシヒカリ          | とちぎの星                   | ふさおとめ<br>笑みの絆 |
|                       | 中生     | 彩のかがやき<br>さとしまん |       | 日本晴                      | なつほのか                   |               |
|                       | 晩生・極晩生 | 葵の風<br>ヒノヒカリ    |       | シンレイ                     | コガネマサリ                  |               |
| 温暖地西部<br>(近畿・中国・四国地方) | 極早生・早生 |                 | キヌヒカリ | あきたこまち<br>ひとめぼれ<br>コシヒカリ | ハナエチゼン<br>つや姫           | ふさおとめ         |
|                       | 中生     | 祭り晴             |       | 日本晴                      |                         |               |
|                       | 晩生・極晩生 | 葵の風<br>ヒノヒカリ    |       |                          | コガネマサリ                  |               |
| 暖地<br>(九州地方)          | 極早生・早生 | 初星<br>祭り晴       | 黄金晴   | 日本晴                      | みねはるか                   | なつほのか         |
|                       | 中生     | ヒノヒカリ           | シンレイ  | にこまる                     | コガネマサリ                  | おてんとそだち       |
|                       | 晩生・極晩生 | あきさやか           | たちはるか |                          | ニシヒカリ                   |               |

(令和2年度現在、産地品種銘柄に指定されていないものを含む。)

出典：農業・食品産業技術総合研究機構「北海道を除く全国的水稻高温登熟性標準品種の選定」(2017)<sup>18</sup>より作成

### Ⅲ 気候変動に対する適応の進め方

気候変動による影響は、生産している品種や産地によって様々です。そのため、気候変動への適応も各産地が主体的に考える必要があります。ここでは、各産地で適応に取り組んでいくための基本的な進め方について説明します。

#### ■ 気候変動に対する適応策検討の流れ

図 11 は、気候変動への適応の考え方（イメージ）を表しています。気候変動（気温上昇など）の進行に伴い、気候変動による影響は、年変動を繰り返しつつ拡大していくと考えられます（赤波線）。そのため、気候変動の進行に合わせて適応策を導入し、気候変動による影響を低減させていく必要があります（青・紺波線）。しかし、適応策の導入には、準備期間が必要であり（青・紺点線）、中長期的な観点で対策を検討する必要があります。

科学的知見を活用した上で計画的に適応策を導入し、気候変動によるリスクをマネジメントしていくことが重要です。

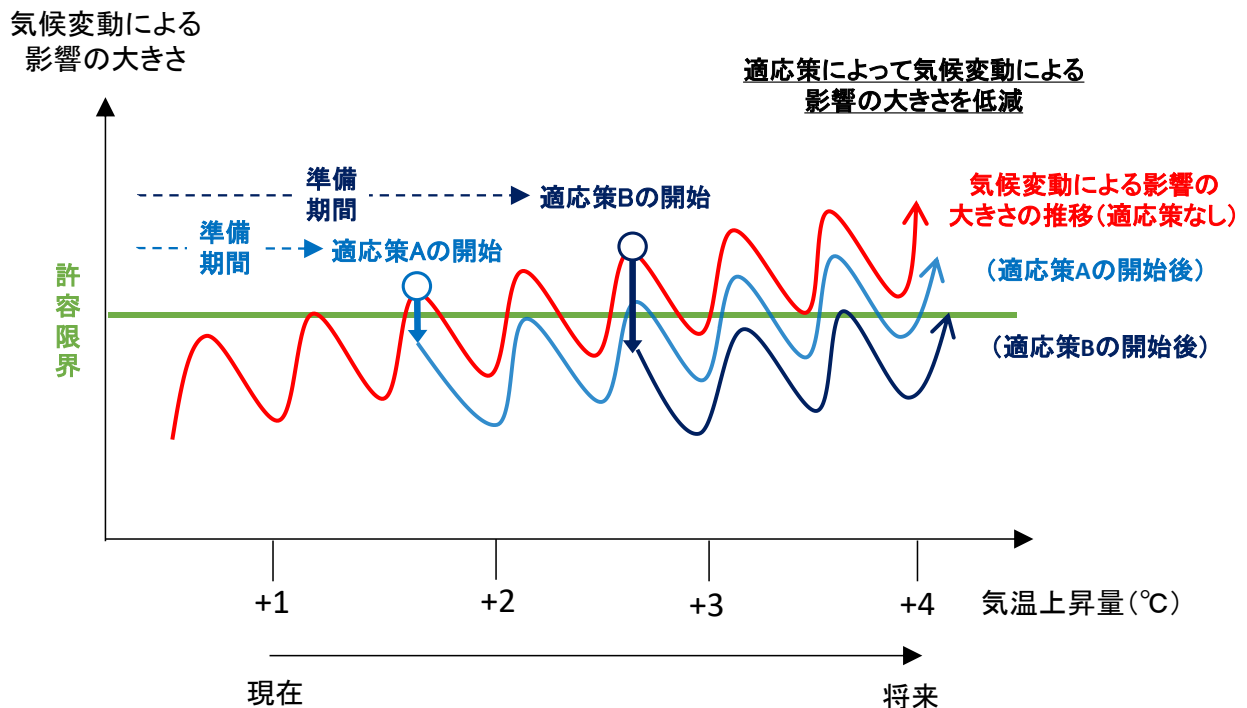


図 11 気候変動（気温上昇）への適応の考え方（イメージ）

本ガイドでは、気候変動に対する適応の進め方として、適応策実行計画を策定し、適応策の評価と見直しを通して計画を改定していくサイクルを想定しています（図 12）。

適応策実行計画では、産地の目標を踏まえ、どのような適応策を、どのタイミングで導入していくかを取りまとめることが重要です。また、農業分野における長期的なビジョンを示す振興計画を策定する場合には、本実行計画を併せて策定することで、より効果的な計画づくりとなります。

本ガイドでは、図 11（p.8）の気候変動への考え方をもとに、適応策実行計画策定の流れを 5 つの STEP として想定しました。各 STEP を進めていくことで、図 13 に示すような適応策実行計画を作成することが可能です。以降では、適応策実行計画を策定するための各 STEP および適応策の評価と見直しについて、その実施内容や主な情報源、参考情報などを説明します。

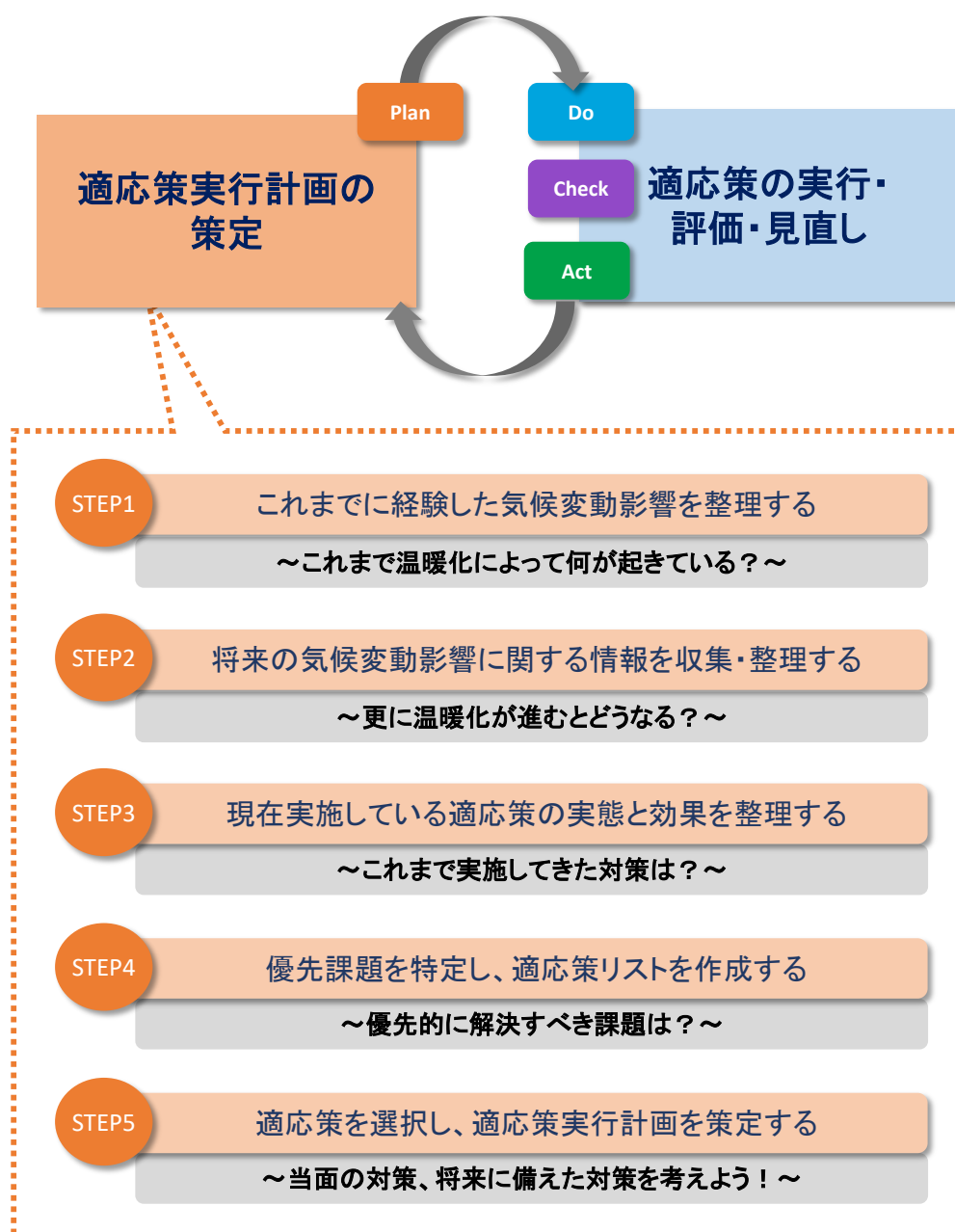


図 12 気候変動に対する適応策検討のフロー

STEP1を基に整理

## 適応策実行計画

(1) 産地における気候変動による影響

|       |  |
|-------|--|
| 都道府県名 |  |
| 市町村名  |  |
| 産地名   |  |
| 計画主体  |  |

(2) 産地の将来の目標

|  |      |
|--|------|
|  | 数値目標 |
|  |      |
|  |      |
|  |      |

可能な限り数値目標を設定します。  
例えば、何年度までに日焼け果を20%軽減させる等

(3) 現時点の適応策

| 適応策のレベル | 適応策の目的 | 具体的な取組内容 | 効果 | 関係するプレイヤー |
|---------|--------|----------|----|-----------|
|         |        |          |    |           |
|         |        |          |    |           |
|         |        |          |    |           |

導入する適応策に関係するプレイヤー（ステークホルダー）を記載します。

(4) 将来の適応策

| 適応策のレベル | 導入予定年次 | 具体的な取組内容 | 想定される効果 | 関係するプレイヤー |
|---------|--------|----------|---------|-----------|
|         |        |          |         |           |
|         |        |          |         |           |
|         |        |          |         |           |

導入する適応策に関係するプレイヤー（ステークホルダー）を記載します。

図 13 適応策実行計画のひな型