

# 地球温暖化に対応した農林水産研究開発ビジョン

## 改訂版



静止気象衛星(GMS)「ひまわり」受信画像  
写真提供 宇宙航空研究開発機構(JAXA)

平成27年6月  
山形県農林水産部

# 目 次

1. ビジョン策定の背景とその方針	1
2. 想定する気候変化	
(1) 過去の気候変化	2
(2) 未来の気候変化	
① 世界・日本レベルの予測	3
② 東北地域レベルの予測	4
3. 農林水産業への影響	
(1) 地球温暖化による国内農林水産業への影響	5
(2) 地球温暖化による本県農林水産業への影響	6
(3) 作物・分野別に想定される影響	
① 水稻・畑作物	7
② 果樹	8
③ 野菜・花き	9
④ 畜産	10
⑤ 水産	11
⑥ 森林	12
4. 研究開発の推進方向	
(1) 研究開発の取組方向	13
(2) 本県が取り組むべき重点研究領域	14
(3) 作物・分野別の研究開発課題	
① 水稻・畑作物	15
② 果樹	16
③ 野菜・花き	17
④ 畜産	18
⑤ 水産	19
⑥ 森林	20

#### (4) 主要な研究開発プロジェクトの展開方向

##### <重点研究領域1> 適応品種開発

- ◆高温耐性品種開発プロジェクト …………… 2 1

##### <重点研究領域2> 新規作物等導入

- ◆暖地型作物導入プロジェクト …………… 2 2

##### <重点研究領域3> 栽培・飼育・漁獲技術開発

- ◆新資材・システム利用園芸プロジェクト …………… 2 4

- ◆家畜コンフォート（快適性）飼育管理プロジェクト …… 2 5

- ◆クロマグロ漁獲プロジェクト …………… 2 6

##### <重点研究領域4> 温室効果ガス発生抑制技術開発

- ◆「省CO<sub>2</sub>効果表示農林水産物」創生プロジェクト …………… 2 7

- ◆再生可能エネルギー生産・活用プロジェクト…………… 2 8

#### 改訂の趣旨

本県では平成22年3月に「地球温暖化に対応した農林水産研究開発ビジョン」を策定し、温暖化への技術的な対応を「適応策」「活用策」「防止策」の3つの方策に区分し、さらに本県が取り組むべき重点研究領域を設定して研究開発に取り組んできた。

本ビジョン策定の背景となったIPCC第4次評価報告書に新たな科学的根拠を加えて、平成25～26年にはIPCC第5次評価報告書が発表された。この中で「気候システムの温暖化については疑う余地がない」ことや、将来の気候変動については、「RCPシナリオに基づく気候変動予測は、シナリオの違いを考慮すれば第4次評価報告書に示されたものと変化のパターンや大きさの両方において類似している」ことが示された。

本ビジョン策定当時と比べて、背景となる事項等に大きな変化がないことから、本ビジョンの改訂にあたっては、以下の方針で改訂を行った。

- 1 気候変化に関する情報や農林水産業への影響については、できる限り最近の情報に基づき整理する。
- 2 研究開発の推進方向については、「短期」「中・長期」の2つの視点、「適応策」「活用策」「防止策」の3つの方策と、「適応品種開発」「新規作物等導入」「栽培・飼育・漁獲技術開発」「温室効果ガス発生抑制技術開発」の4つの重点研究領域の枠組みを継承する。
- 3 作物・分野別の研究開発課題と主要な研究開発プロジェクトについては、これまでの研究開発の進捗等に応じた点検と修正を行う。

# 1. ビジョン策定の背景とその方針

## ■ビジョン策定の背景

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）\*<sup>1</sup>の第4次評価報告書\*<sup>2</sup>では、「気候システムに地球温暖化（以下、「温暖化」という。）が起こっていることには疑いの余地がない。人為起源の温室効果ガスの増加がその原因であるとほぼ断定されている。」と報告されている。

さらに、IPCC 第5次評価報告書\*<sup>3</sup>では、新たな科学的根拠等を盛り込んだうえで、気候の温暖化や人為的な関与について述べており、将来のリスクについては、「気温上昇、干ばつ等により食料安全保障が脅かされるリスク」や「水資源不足と農業生産減少による農村部の生計及び所得損失のリスク」が示され、「効果的な適応策を講じ、緩和策をあわせて促進する」ことの重要性が指摘されている。

実際に、近年の気候変動は、温暖化による影響とは断定できないものの、本県の農林水産業へも少なからず影響を与えている。温暖化の原因である温室効果ガスの増大により、温暖化は加速度的に進行しており、農林水産業の分野において早急な対策が求められている。

## ■ビジョン策定の方針

温暖化により、今後、年平均気温は変動しながら、50年後、100年後に向かって、かつて人類が経験したことのない急激な気温上昇が予測されている。そのため、短期的には高温や低温等の直面する気象変動に対応する技術開発を、そのうえ長期的にはかつてない平均気温の上昇に対応する技術開発を推進していく必要がある。また、果樹育種等の研究開発は15年以上の期間を要し、育成された品種の普及栽培には30年近い期間を要することから、本研究開発ビジョンではおおよそ50年後の気候変化を想定するものとする。さらに、温暖化への対応技術開発は、広範囲な分野において相互に関連したグローバルな課題であることを踏まえ、県として戦略的な研究の取組が必要である。そのため、温暖化により想定される影響を整理しながら、それらへの対応技術の方向性を取りまとめることとした。その中で研究開発の重点領域を設定し、プロジェクト化を図り、研究開発を推進していくものとする。

本研究開発ビジョンは、平成27年から36年の10年間を推進期間とし、本研究開発ビジョンの推進により、将来においても本県農林水産物の持続的な安定生産を実現し、食料供給県としての地位を維持・発展させていくことを目指す。

\*<sup>1</sup> IPCC：人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された組織。

\*<sup>2</sup> 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（2007年 IPCC）  
三つの作業部会報告書（自然科学的根拠、影響・適応・脆弱性、気候変動の緩和策）と、それらを分野横断的に有機的に取りまとめた統合報告書から構成。

\*<sup>3</sup> 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書（2013～2014年 IPCC）  
三つの作業部会報告書（自然科学的根拠、影響・適応・脆弱性、気候変動の緩和）、各作業部会報告書及び関連する特別報告書の内容を分野横断的に取りまとめた統合報告書から構成。

## 2. 想定する気候変化

### (1) 過去の気候変化

#### ■世界レベル

IPCC 第5次評価報告書<sup>\*3</sup>によると、世界の平均地上気温は、1880年から2012年までの間に、0.84℃上昇している。温暖化は加速度的に進行している。その原因となっている温室効果ガスの一つである二酸化炭素は、工業化以前には約280ppmであったものが、2011年には391ppmとなり、約1.4倍になっている。

#### ■日本レベル

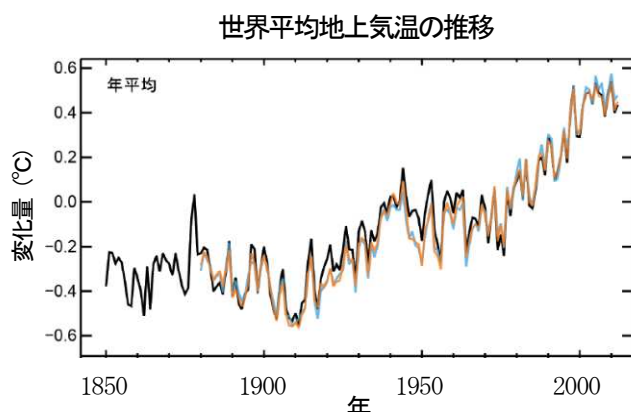
気象庁のレポート<sup>\*4</sup>によると、日本の平均気温は1898年以降100年当たり1.14℃上昇している。特に1980年代後半から急速に気温が上昇し、顕著な高温を記録した年は1990年代以降に集中している。日本の観測地点においても、二酸化炭素濃度の上昇が確認されており、2013年には年平均濃度が397ppmを超える値を観測している。

また、日本近海の平均海面水温は上昇傾向を示しており、2013年までのおよそ100年間で1.08℃上昇しており、北太平洋全体の平均0.45℃よりも大きな値となっている。

#### ■山形県レベル

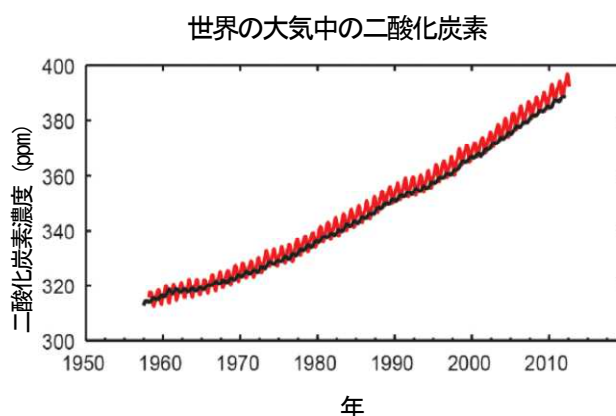
仙台湾気象台・山形地方気象台・函館海洋気象台のデータ<sup>\*5</sup>によると、山形、酒田の年平均気温はともに上昇傾向であり、山形では100年当たり1.2℃上昇している。猛暑日は10年あたり0.3日の割合で増加し、近年、猛暑日<sup>\*6</sup>の出現頻度が高くなっており、極端に暑い日が増えているほか、30mm/時間以上の大雨発生回数が増加している。一方で、夏以上に冬の平均気温の上昇が激しく、冬日<sup>\*7</sup>は10年あたり2.5日の割合で減少しているが、最深積雪に変化傾向はみられていない。

また、気象庁のレポート<sup>\*4</sup>によると、庄内沖を含む日本海中部海域の平均海面水温は2013年までのおよそ100年間で1.73℃上昇しており、日本近海で最も大きい上昇幅である。



IPCC 地球温暖化第5次レポート (2013)

変化量は1961~1990年の平均からの差



IPCC 地球温暖化第5次レポート (2013)

赤：マウナロア、黒：南極点

<sup>\*4</sup> 気候変動監視レポート2013 (2014年 気象庁)

気候、海洋、大気環境の観測・監視結果をとりまとめた、毎年刊行しているもの。

<sup>\*5</sup> 山形県の気候の変化 (2011年 仙台湾気象台・山形地方気象台・函館海洋気象台)

東北地方の気温、雨、雪、サクラの開花などの長期変化等をまとめた「東北地方の気候の変化」の、山形県に関する概略のパフレット。

<sup>\*6</sup> 猛暑日：日最高気温が35℃以上の日。 <sup>\*7</sup> 冬日：日最低気温が0℃未満の日。

## (2) 未来の気候変化

### ①世界・日本レベルの予測

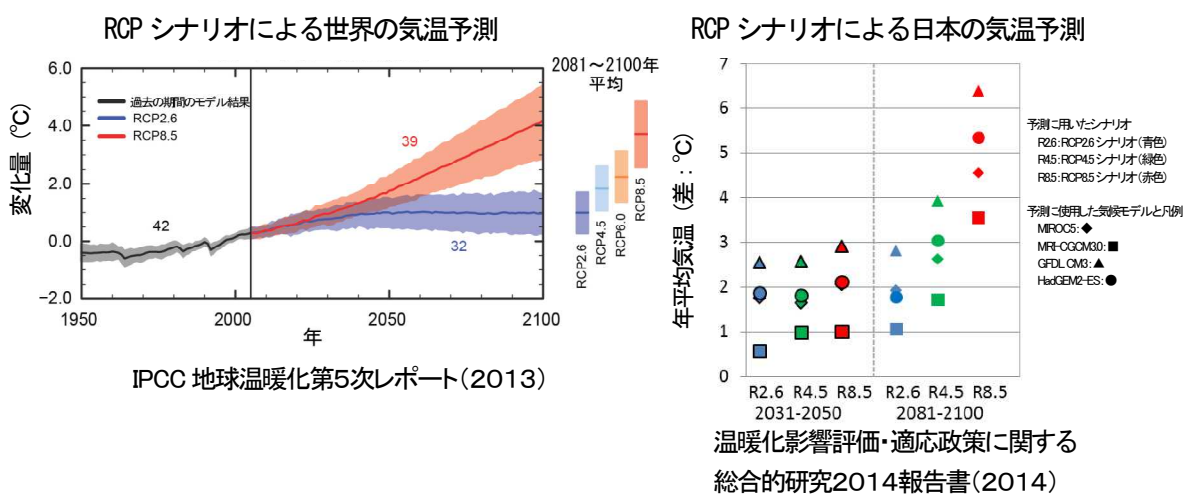
#### ■世界レベル

IPCC 第5次評価報告書<sup>\*3</sup>によると、採用した4つのRCPシナリオ<sup>\*8</sup>によれば、世界の平均気温の変化は0.3～4.8℃の範囲で上昇するとしており、温室効果ガス等の温暖化を引き起こす効果が2100年までにピークを迎えその後減少する「低位安定化シナリオ(RCP2.6)」を当てはめた場合でも、今世紀末の世界の平均気温は現在の気温より上昇することを予測している。

また、ほとんどの陸上で極端な高温の頻度が増加することがほぼ確実であり、中緯度の大陸のほとんどと湿潤な熱帯域において、極端な降水がより強く、頻繁となる可能性が非常に高いとしている。

#### ■日本レベル

独立行政法人国立環境研究所等の報告<sup>\*9</sup>では、RCPシナリオと4つの気候モデル<sup>\*10</sup>によって、21世紀末の年平均気温の上昇を1.0～6.4℃と予測している。同一シナリオでも採用する気候モデル<sup>\*10</sup>の違いによりばらつきが見られ、最も温暖化が進むRCP8.5シナリオでは3.5～6.4℃と大きく幅がある予測となっている。



<sup>\*8</sup> RCPシナリオ：政策的な温室効果ガスの緩和策を前提として、将来の温室効果ガス安定化レベルとそこに至るまでの経路。IPCC 第5次評価報告書では、地球温暖化を引き起こす効果が2100年以降も上昇が続く「高位参照シナリオ」(RCP8.5)、2100年までにピークを迎えその後減少する「低位安定化シナリオ」(RCP2.6)、その間に位置して2100年以降に安定化する「高位安定化シナリオ」(RCP6.0)と「中位安定化シナリオ」(RCP4.5)を代表的なシナリオとして、将来の予測を行っている。

<sup>\*9</sup> 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究2014報告書(2014年、(独)国立環境研究所)  
RCPシナリオに基づく日本への影響予測と適応策についての研究成果をとりまとめたもの。

<sup>\*10</sup> 気候モデル：気候を構成する大気、海洋等の中で起こることを、物理法則に従って定式化し、コンピュータの中で擬似的な地球を再現しようとする計算プログラム。

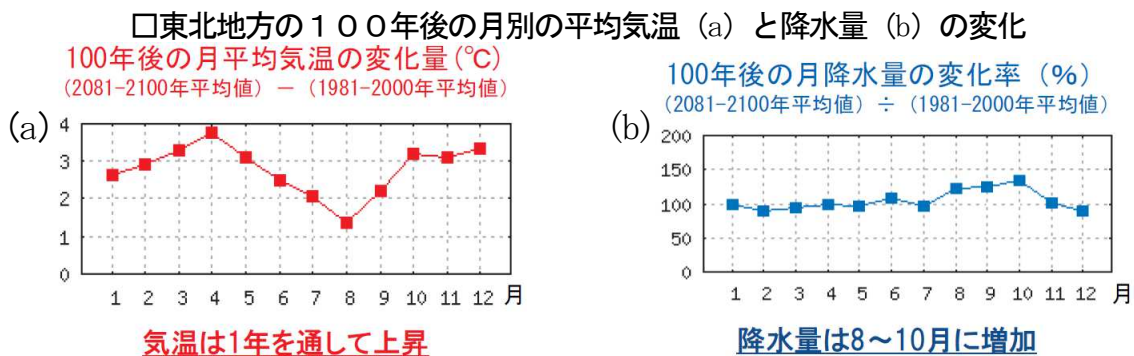


## ②東北地域レベルの予測

第4次評価報告書\*2で採用したA2社会シナリオ\*11に基づく予測であるが、仙台管区気象台・山形地方気象台作成の資料\*12によると、東北地域の100年後の年平均気温は、現在よりも2～3℃程度上昇するとされている。これは現在の関東地方や北陸地方の年平均気温に相当する。

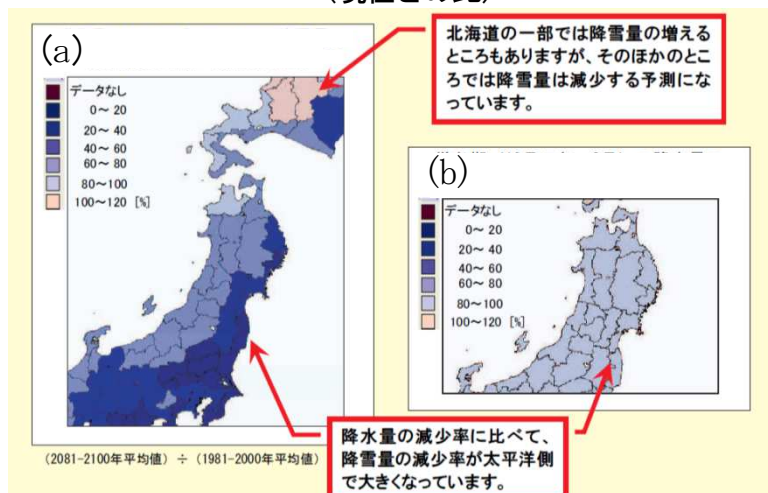
また、気温は1年を通して現在よりも上昇し、その上昇幅は春に大きく、夏に小さくなる。降水量は8月から10月にかけて現在よりも増加する予測になっている。このほか、夏の気温や降水量は年ごとの変動が大きくなると予測されている。

100年後の予測では、降水量（雨と雪をあわせた量）に比べて、降雪量の減少率が大きく、雪の量は現在と比べて少なくなるとされている。



地球温暖化モデルのシミュレーション結果による 仙台管区気象台・気象研究所 共同研究結果

### 口東北地方の100年後の厳冬期（12月下旬～2月）の降雪量 (a) と降水量 (b) の変化 (現在との比)



地球温暖化モデルのシミュレーション結果による 仙台管区気象台・気象研究所 共同研究結果

\*11 A2社会シナリオ：IPCC第4次評価報告書で採用したシナリオの一つ。今後の人口変化、社会経済成長、技術の発展等を想定したもので、A2社会シナリオは、温室効果ガス的人為的な排出量が高水準となるシナリオ。

\*12 地球温暖化による東北地方・山形県の気候への影響（2009年 仙台管区気象台・山形地方気象台）

### 3. 農林水産業への影響

#### (1) 地球温暖化による国内農林水産業への影響

温暖化による気温の上昇は、かつて人類が経験したことのない急激な勢いで、その変動幅を大きくしながら上昇することが予測されていることから、高温だけでなく低温による農林水産業への影響も考慮しなければならない。特に春先の寒の戻りによる霜害や夏季の冷害等の発生増加が懸念される。このように短期的には気象変動が、長期的には温暖化による高温が大きな影響を及ぼすと考えられる。

長期的に見た温暖化による国内農林水産業への影響は、米の収量では増加する地域と減少する地域の偏りが極めて大きくなることが示唆されるなど、高温による「栽培・飼育環境の不適化」や「高温障害」等のマイナスの影響とともに、これまで栽培できなかった暖地型作物が栽培できるようになる等の「栽培環境の好適化」等のプラスの影響が考えられる。

また、気温だけではなく、空気中の二酸化炭素濃度の上昇により、植物の光合成量が増加し、生育・収量が増加する等プラスの影響も考えられる。

これら温暖化による気温上昇により、農作物の栽培適地が北上化することが予測されている。(例えば、2060年代には、庄内地域の一部が、温州みかんの栽培に適する年平均気温15～18℃になる可能性がある。)

気象要素	気象変化	想定される影響	
		短期的な気象変動による	長期的な温暖化による
🌡️ 気温	上昇	—	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">栽培・飼育環境の不適化</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">栽培環境の好適化</div>
	変動幅の増加	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px;">                     凍害      霜害                      低温障害(冷害)      高温障害                 </div>	—

#その他、二酸化炭素濃度の上昇により植物の光合成量が増加。  
 農林水産物生産に対してマイナスの影響  
 農林水産物生産に対してプラスの影響

求温暖化による温州みかん栽培に適する年平均気温(15～18℃)の分布の移動



み改変。)



## (2) 地球温暖化による本県農林水産業への影響

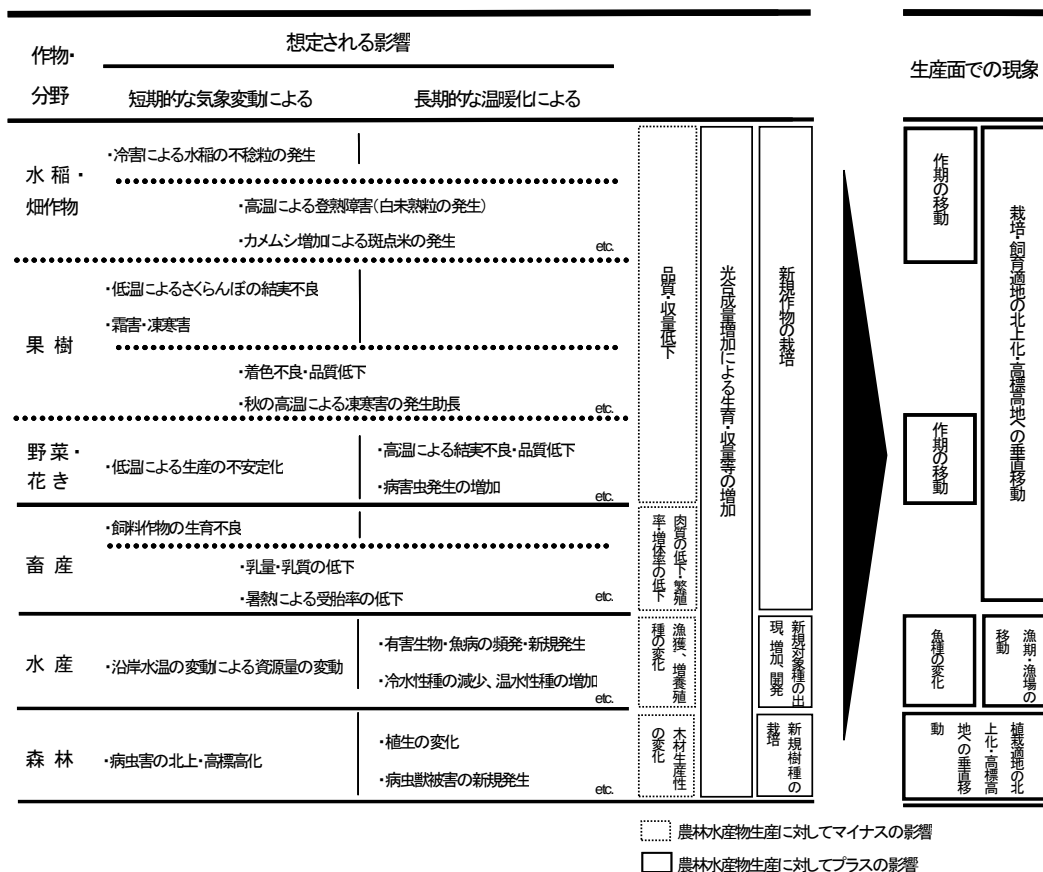
### ①短期的な気象変動の影響

水稲・畑作物では、高温日数の増加による生産物の品質低下や冷害による水稲の不稔粒<sup>\*13</sup>の発生、果樹では開花期の低温によるさくらんぼの結実不良や霜害・凍寒害、野菜・花きでは低温による生産の不安定化、畜産では飼料作物の生育不良、水産では沿岸水温の変動による資源量の変動、森林では病虫害の北上・高標高化等の影響を受ける。

### ②長期的な温暖化の影響

各作物・分野に広く現れ、水稲・畑作物では高温による登熟障害（白未熟粒<sup>\*14</sup>の発生）、カメムシの増加による斑点米<sup>\*15</sup>など虫害の発生による品質低下、果樹では高温による着色不良・品質低下や秋の高温による凍寒害の発生助長、野菜・花きでは高温による結実不良・品質低下、病害虫発生の増加、畜産では乳量・乳質の低下、暑熱による受胎率の低下、水産では有害生物・魚病の発生増加や新規発生、冷水性種の減少と温水性種の増加、森林では植生<sup>\*16</sup>変化、病虫害被害の新規発生等の影響を受ける。また、新規作物・樹種の栽培可能性の拡大や作期の拡大等のプラスの影響も期待できる。

各作物・分野のうち、本県の特産であるりんご、さくらんぼ、西洋なし等の果樹は、露地の同じ場所で数十年間栽培されるため、特に温暖化の影響を受けやすい。



<sup>\*13</sup> 不稔粒：低温等の異常環境により花粉等が障害を受け受精できず、実らなくなったモミ。

<sup>\*14</sup> 白未熟粒：高温によりモミにデンプンが十分に蓄積されないため、一部又は全体が白くなった米。

<sup>\*15</sup> 斑点米：出穂期以降にカメムシ類の成虫または幼虫が吸汁し、その痕が残った米。

<sup>\*16</sup> 植生：ある対象地域に生育している植物の集団の状態。

### (3) 作物・分野別に想定される影響

#### ① 水稲・畑作物

水稲や畑作物では短期的な気象変動により、登熟期の高温による収量・品質低下や低温（冷害）による水稲の不稔粒が発生しやすく、長期的には高温による登熟障害の発生や収量・品質の低下、病害虫や雑草の発生様相の変化、有機物の分解促進に伴う地力低下等が発生する。一方では、高温耐性品種の育成と温暖化を活用した新たな栽培法の開発等により、早場米の生産等、多様な作期への適応や晩生品種の適地拡大が期待される。

#### ■短期的な気象変動による影響（○マイナスの影響）

##### ○高温による収量・品質低下

水稲では登熟期の高温による白未熟粒や充実度不足、胴割<sup>\*17</sup>発生等により品質が低下しやすくなる。麦では生育の早期化や登熟期間の短縮等による収量・品質低下、大豆では小粒発生や開花・着莢期<sup>ちやつきよう</sup>の高温、干ばつにより着莢率が低下する。

##### ○低温（冷害）等による水稲の不稔粒発生や登熟不良の発生

温暖化の進行により気象変動の幅が大きくなり、低温障害や日照不足による収量・品質の低下、干ばつ害や湿害等が発生しやすくなる。

##### ○病害虫発生様相の変化

水稲ではカメムシ類による斑点米被害の多発やカメムシの種類の変化、ニカメイチュウの増加等、麦類では高温湿潤による赤かび病の増加、大豆ではカメムシ被害やウイルス病の発生が増加し、その発生が長期化する。

#### ■長期的な温暖化による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

##### ○高温干ばつによる収量・品質低下

水稲では登熟期の高温による白未熟粒の発生などで品質が低下する。また、出穂・開花期の異常高温による受精障害で稔実歩合が低下し収量が低下する。また、大豆では根粒<sup>\*18</sup>着生不良、開花・着莢期<sup>ちやつきよう</sup>の高温・干ばつによる落花・落莢<sup>らつきよう</sup>が発生する。麦では生育の早期化による被害が増加し、品質、収量が低下する。

##### ○病害虫や雑草発生様相の変化

新規病害虫の発生や既存の病害虫の発生時期の早期化や長期化、発生回数の増加等、病害虫発生の様相が変化する。また、雑草の発生様相も変化してくる。

##### ○土壌蓄積有機物の分解促進による地力消耗

土壌微生物が増加するため、有機物の無機化が進行し、地力の消耗が進む。

##### ●品種構成や栽培技術の変化、栽培適地の変化

高温耐性品種への移行等、高温被害回避のための播種・移植時期などの作期の変化とともに、温暖化を活用した新たな省力・低コスト栽培法が開発される。

##### ●二毛作<sup>\*19</sup>の可能性拡大

積雪期間が短縮するため、耐雪性が比較的弱い麦の早生品種への適応性拡大等により二毛作の可能性が拡大する。

<sup>\*17</sup> 胴割：米に亀裂が生じること。<sup>\*18</sup> 根粒：根粒菌（空気中の窒素を固定して植物に供給する細菌）との共生によって植物の根に生じるコブ。<sup>\*19</sup> 二毛作：1年間に2種類の異なった作物を同一の土地で栽培すること。

## ②果 樹

果樹は経済樹齢が長く作期移動が困難であるため、温暖化に伴う気象変化の影響を受けやすい。短期的には、発芽期から開花期の気象変動による霜害の増加、結実不良や夏秋期の気象変動による品質低下が、長期的には、夏秋期の高温による品質低下、休眠覚醒<sup>\*20</sup>時期の遅延、害虫発生様相の変化等が考えられる。一方で、これまで栽培が困難だったかんきつ類等常緑果樹の栽培が可能となり、新たな産地形成の可能性も生まれる。

### ■短期的な気象変動による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

#### ○春先から開花期の気象変動による晩霜害、結実不良、変形果の発生

温暖化により春先の生育が早まっている一方で、気象変動も激しくなっていることから、晩霜害を受けやすくなる。また、開花期の低温等により、さくらんぼ等の結実不良、りんご、日本なし等の変形果が多発する。

#### ○夏秋期の高温による品質低下（高温障害、着色不良、みつ症<sup>\*21</sup>、日焼け等）

さくらんぼでは収穫期の高温障害が発生し、また翌年には双子果が多発する。着色不良（りんご、ぶどう等）やみつ症（りんご、もも、日本なし）、日焼け、果肉軟化等が発生し、日持ち性や品質等が低下する。かきでは着色遅延に伴う収穫遅れから、脱渋性が悪化する。また、生育期間の延長による大玉化とそれに伴う貯蔵性の低下等も懸念される。

#### ○集中豪雨等の急激な気象変化による品質低下（実割れ、落果、内部褐変等）や豪雪による樹体損傷

突発的な大雨や長雨による日照不足が多くなり、実割れ（さくらんぼ、ぶどう）、糖度低下（もも、りんご等）、落果（りんご、もも等）、内部褐変（西洋なし）等が発生し、品質が低下する。また、豪雪による枝折れ、施設（ぶどう棚、おうとう雨よけ）倒壊等も懸念される。

#### ●新規樹種の栽培（かき（甘がき））可能性の拡大

温度不足による渋抜けの不安定化により栽培が困難であった甘がきが、品種によっては栽培可能となる。

### ■長期的な温暖化による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

#### ○夏秋期の高温による品質低下（高温障害、着色不良、みつ症、日焼け等）

短期的な気象変動による影響（上記）が、さらに顕著になる。

#### ○秋期の高温による低温順化不良、落葉遅延に伴う花芽の充実不足

秋の気温が下がらないまま急激に冬の低温に遭遇すると、落葉遅延による花芽の充実不足等も含め十分な耐凍性が得られないため、芽や枝が凍寒害を受けやすくなる。

#### ○春秋期の高温による休眠覚醒時期の遅延、発芽・開花期の前進化と開花時期のずれ

秋の気温低下が遅くなると休眠覚醒に必要な低温量を獲得する時期が遅れ、さくらんぼ超早期栽培の加温開始時期が遅れたり、結実が不安定となる。また、春の気温上昇が早まると、品種ごとの開花期のずれにより収量が低下する。

#### ○害虫発生様相の変化による被害の増加

在来害虫の生態変動により発生様相が変化し、越冬生存率の向上や世代回数の増加によって被害が増加する。また、新たな暖地型害虫の侵入等が発生する。

#### ●新規樹種の栽培可能性の拡大

これまで栽培が不可能とされていた常緑果樹等の栽培が可能となり、新たな樹種の産地形成が図られる。

<sup>\*20</sup> 休眠覚醒：種子や芽が休眠から覚めて発芽能力を持つようになること。 <sup>\*21</sup> みつ症：果肉が水浸状になる症害。

### ③野菜・花き

野菜・花きは、作期の移動や施設栽培が比較的容易であり、環境制御が可能な品目が大半であるため、比較的温暖化の影響を回避しやすい。しかし、今後、短期的には気象変動の激化による生産の不安定化、長期的には高温による果菜類の着果や果実肥大の不良等が懸念される。一方、気温上昇により、作期の拡大や加温型施設栽培における燃油使用量の削減等のプラスの影響が期待できる。

#### ■短期的な気象変動による影響（○マイナスの影響）

##### ○低温による生産の不安定化

積雪期間が短縮し、秋期から春期にかけての気象変動が激しくなることにより、露地越冬作物では越冬率の低下や春期における活着不良等の低温障害が発生しやすくなる。

#### ■長期的な温暖化による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

##### ○生育相の転換に支障がでることによる収量及び品質の低下

低温量の不足や高温条件により栄養生長から生殖生長への転換が順調に進まなくなることや、宿根性の野菜・花き、花木類においては休眠覚醒が不安定となることから、需要に応じた計画生産が困難となる。

##### ○果菜類の収量及び品質の低下

高温により花芽や花器の発達が不良となり、着果不良となる。さらに、成熟が異常に促進されるため果実の肥大不良や糖度不足、過熟果の発生を引き起こす。

##### ○花きにおける品質及び商品花率の低下

高温により花芽や花器の発達が不良となり、品質が低下する。花きにおいては品質の低下が収量、商品花率の低下に直結する。

##### ○病害虫の発生増加

本県の気象条件では越冬が不可能とされてきた害虫の越冬が可能となったり、発生期間における世代交代が促進されることにより発生量が多くなる。また、高温性の病害が発生しやすくなるとともに、既存病害の発生時期が前進化、長期化する。

##### ●作期の拡大（品目によっては）

春期および秋期の温暖化により、野菜や花きの出荷期間が延長する。

##### ●暖房負荷の低下による燃油使用量の削減

促成山菜や花木、施設栽培における燃油の使用量が削減され、生産コストの低減が期待できる。

##### ●新規作物の栽培可能性の拡大

かんしょ、さといも等の高温性の作物の営利生産と産地化が促進される。

## ④畜産

畜産分野では飼料作物及び家畜への影響が想定され、短期的には寒地型牧草類の生育不良、家畜生産性の低下、長期的には夏期の高温による家畜の熱中症の増加や夏期間の家畜生産性の極端な低下、低標高地帯における寒地型牧草類の栽培困難化、飼料保存性の低下や生産性低下等が懸念される。一方、気温上昇により、暖地型牧草の栽培可能性が高まる他、飼料作物（長大作物<sup>\*22</sup>等）の増収が期待できる。

### ■短期的な気象変動による影響（○マイナスの影響）

#### ○寒地型牧草の越夏性低下と夏期生産力の低下

高温日の増加により寒地型牧草類の越夏性が低下し、利用年限が短縮する。また、夏期生産力が低下し、低標高の放牧場では休牧を強いられる頻度が高まる。

### ■長期的な温暖化による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

#### ○低標高地帯における寒地型牧草類の栽培困難化

温暖化の進行に伴い、耐暑性に欠ける多くの寒地型牧草類は、低標高地帯での越夏が困難となる。

#### ○家畜の暑熱事故の増大と新たな疾病の侵入

高温期間の長期化により熱中症等の暑熱被害が増大するとともに、周産期疾病の増加や受胎率の低下等、繁殖成績が低下する。さらに、低緯度地帯に適応する新たな疾病も懸念される。

#### ○夏期における生産性の低下と生産物の品質低下

高温期間の長期化による代謝抑制のための飼料摂取量の減少期間が長引き、増体、泌乳量、産卵率が低下するとともに、乳質（乳脂率）、肉質が低下する。

#### ●飼料作物・牧草類の栽培体系の変化

温暖化に伴い、長大作物の生育期間の延長が可能となり、増収が期待される他、積雪期間の短縮に伴い、耐雪性がさほど強くない越冬作物の栽培が可能となり、二毛作等の集約的な年間多収栽培が可能となる。

<sup>\*22</sup> 長大作物：とうもろこし、ソルガム等。

## ⑤水産

水産分野では、短期的には沿岸水温の変動による資源量への影響が、長期的には海水・河川水温の上昇によるマダラ、サケ、サクラマス等の冷水性魚介類の減少やスルメイカの漁場形成の不安定化等の影響が懸念される。一方、サワラ、クロマグロ、アユ、コイ等の温水性魚介類の増加が期待される。

### ■短期的な気象変動による影響（○マイナスの影響）

#### ○沿岸水温の変動による資源量への影響

冷夏による水温の低下や暖冬による水温の上昇により、産卵や稚仔魚<sup>\*23</sup>の生残が大きく左右される。一般的には寒冷な冬ほど卓越年級群<sup>\*24</sup>が発生しやすいため、温暖化により卓越年級群の発生が減る。

### ■長期的な温暖化による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

#### □海面・内水面共通

##### ○●資源量・成長期間・成長量の変化

海と川を往復する魚種のうち、温水性のアユは水温が高くなることにより成長期間や成長量が増加し、資源量の増大も期待される。一方、冷水性のサケ、サクラマスは生産効率の低下や放流後の生息環境の悪化により資源量の減少が懸念される。

##### ○災害発生の規模や頻度の増加

海水面の上昇により、高潮が発生する確率が高くなり、その規模も大きくなる。また、局地的に短時間で降るゲリラ豪雨は、河川環境や生態系に大きな悪影響を与える。

#### □海面

##### ○●魚種構成や海藻（種、分布）の変化

栄養塩<sup>\*25</sup>の豊富な深層水との混合が減るため、基礎生産量が減少する。また、マダラ、サケ、イワノリ等の冷水性魚介藻類が減少し、クロマグロ、サワラ、カジメ等、暖海性魚介藻類が増加する。さらに、カレイ、ヒラメは漁獲対象種や雌雄比の変化が予測される。

##### ○漁場の移動

冷水域の張り出しが弱まり、本県沖のスルメイカ漁場形成が不安定になる。一方、対馬暖流の勢力が強まり、底層水温が上昇し底びき網漁場の沖合化も起こり得る。

##### ○有害生物（赤潮原因種、クラゲ等）の変化、発生頻度の増加

暖海域の有害プランクトンの発生で赤潮の発生が懸念される。また、高水温を好む大型クラゲの発生頻度や量が増加し、被害の拡大に繋がる。

#### □内水面

##### ○●養殖対象種の変化（コイ科魚種の適地化、マス類の不適地化）

温水性のコイ、フナ、ドジョウは生残率の向上や成長の促進などにより適地化する。一方、冷水性のマス類は生残や成長の障害となり不適地化する。

##### ○魚病の多発化や新たな魚病の発生

水温上昇による魚病の発生頻度の増加や重症化、新たな魚病の発生も危惧される。

<sup>\*23</sup> 稚仔魚：ふ化直後で自ら餌を取れない魚を仔魚、自ら餌を取れる魚を稚魚という。<sup>\*24</sup> 卓越年級群：特に大量発生した年の個体群。<sup>\*25</sup> 栄養塩：植物プランクトンや海藻類が生活に必要な塩類、窒素、リン、ケイ素等。



## ⑥森林

森林分野では、短期的には病虫害の北上・高標高化に伴う被害の拡大が懸念される。長期的には温暖化による植生の変化や山地災害の増加、病虫害被害の新規発生等が懸念される。一方、気温上昇により新規樹種の生育の可能性が高まる等のプラスの影響も期待できる。

### ■短期的な気象変動による影響（○マイナスの影響）

○病虫害の北上・高標高化による森林被害の拡大

ナラ枯れ<sup>\*26</sup>やカツラマルカイガラムシ、マツクイムシ被害の北上・高標高化による森林被害の拡大が懸念される。

### ■長期的な温暖化による影響（○マイナスの影響、●プラスの影響）

○病虫害被害の新規発生

気温の上昇等により、新たな病虫害被害の発生や既存被害の長期化等が危惧される。

○集中豪雨による山地災害の拡大

ゲリラ豪雨や局地的な集中豪雨の増加による山腹の崩壊や土石流発生等の山地災害が拡大する恐れがある。

○外来種ニセアカシアや竹林の進入

マツクイムシ被害地へのニセアカシアの進入や現在、西日本で深刻な問題となっている竹林等の造林地等への進入による森林荒廃が懸念される。

○スギ花粉飛散量の増大

気温の上昇等により、スギ雄花着花量が増え、花粉飛散量が増大することで、花粉症発症者数が拡大する恐れがある。

○森林限界の上昇による植生の変化

温暖化に伴って森林限界が高標高化し、ブナ・ナラ帯等の分布が変化する恐れがある。

○山菜時期の早まりと発生期間の変動

ネマガリタケ、ワラビ、ゼンマイ等、山菜の山取り時期が早くなるとともに、発生期間も変動する可能性があり、生産への影響が懸念される。

●新規樹種の植栽可能性の拡大

樹木の北限地が北上することになり、ヒノキ等の新規樹種の生育の可能性が高まる。

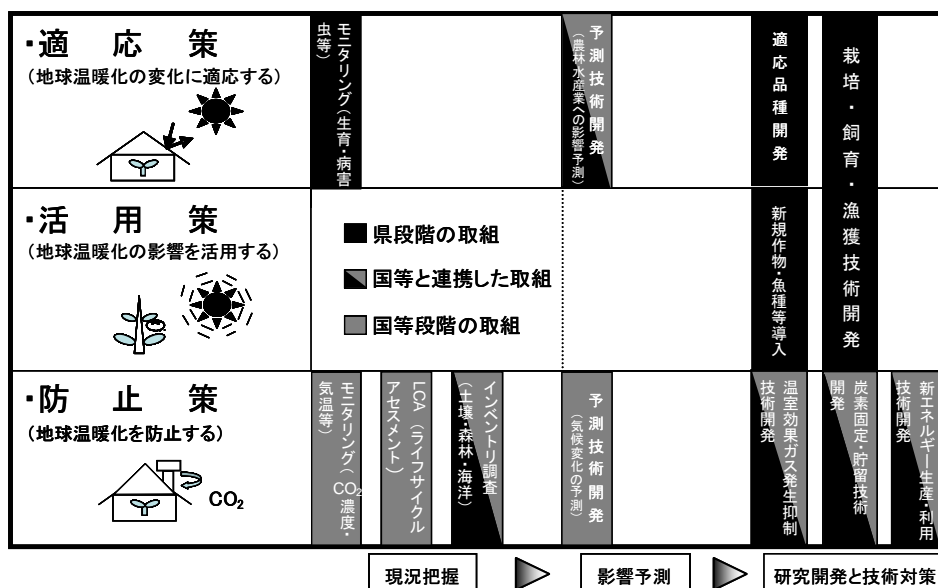
<sup>\*26</sup> **ナラ枯れ**：ナラ類の樹幹に侵入したカシノナガキクイムシが運ぶナラ菌が樹幹内で繁殖し、通水疎害を起こし枯れる被害。

## 4. 研究開発の推進方向

### (1) 研究開発の取組方向

温暖化に対応した研究開発は、温暖化による環境の変化に適応する『適応策』、温暖化する環境を積極的に活用する『活用策』、温暖化の原因である温室効果ガスを削減する『防止策』の3つの視点から取り組むこととする。また、温暖化に対応した研究開発は広範囲に及ぶため、国段階の取組に期待する部分を区別したうえで、地域戦略的視点から県段階での研究開発の取組を進めるものとする。特に、『防止策』については、日本さらには世界レベルでの取組が必要であることから、今後の情勢等をふまえ国等と連携し、研究開発を進めていく必要がある。

対応策	主要展開分野
適応策	「モニタリング(生育・病害虫等)」、「予測技術開発(農林水産業への影響予測)」、「適応品種開発」、「栽培・飼育・漁獲技術開発」
活用策	「新規作物・魚種等導入」、「栽培・飼育・漁獲技術開発」
防止策	「モニタリング(CO <sub>2</sub> 濃度・気温等)」、「LCA(ライフサイクルアセスメント)*27」、「インベントリ調査*28(土壌・森林・海洋)」、「予測技術開発(気候変化の予測)」、「温室効果ガス発生抑制技術開発」、「炭素固定・貯留技術開発」、「新エネルギー生産・利用技術開発」



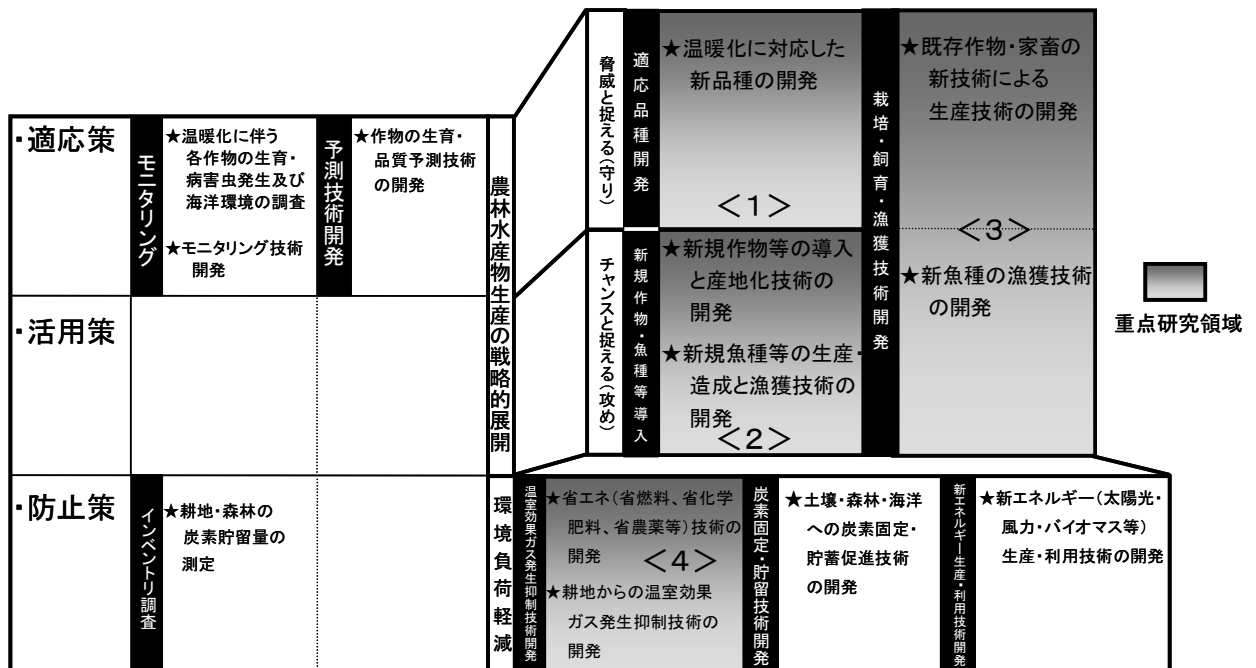
\*27 LCA (ライフサイクルアセスメント)：原料取得から部品製造・組立・使用・廃棄まで生産物からのサービスのライフサイクルを通じて使用される資源および排出される環境負荷物質を調べて環境への影響を評価する手法。

\*28 インベントリ調査：本文では、各土壌等の各種類ごとの炭素貯留量を明らかにする調査。

## (2) 本県が取り組むべき重点研究領域

■重点研究領域は次の4領域とする。

重点研究領域	適応策	活用策	防止策
<領域1> 適応品種開発	★温暖化に対応した新品種 の開発	—	—
<領域2> 新規作物・魚種等導入	—	★新規作物等の導入と 産地化技術の開発  ★新規魚種等の生産・造成と 漁獲技術の開発	—
<領域3> 栽培・飼育・漁獲 技術開発	★既存作物・家畜の新技術 による生産技術の開発	★新魚種の漁獲技術の開発	—
<領域4> 温室効果ガス発生抑制 技術開発	—	—	★省エネ(省燃料、省化学肥料、 省農薬等)技術の開発



### (3) 作物・分野別の研究開発課題

#### ① 水稲・畑作物

	短期的(1～5年)	中・長期的(6年～)
適応策	<p><b>○モニタリング</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖化に伴う各作物の生育・病害虫発生調査 各種作物への影響調査や病害虫、雑草の発生様相変化の調査等を行う。</li> </ul>	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温障害を回避する栽培法の開発 高温障害を回避するための生育診断技術や施肥管理技術の開発とともに、かん水による地温管理技術や節水栽培技術を開発する。</li> <li>・土壌管理技術の開発 不耕起等による有機物分解抑制技術の開発や用排水の制御による土壌水分管理技術等を開発する。</li> </ul> <p><b>○適応品種開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>温暖化に対応した新品種の開発(高温耐性品種の開発等)</u> 高温耐性品種選抜法の確立(高温耐性の評価法、高温耐性品種の特性解明)や DNA マーカー等による効率的な高温耐性品種の育成手法の開発により、高温耐性品種を育成する。</li> </ul>
	<p><b>○予測技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・予測技術開発によるリスク評価とリスクマップの開発 既存の作物・気象データベース等の活用や予測技術の開発等により、地域の気象災害のリスク評価とリスクマップ作成を行う。</li> </ul> <p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種気象災害に対応した被害軽減技術の開発 高温障害発生のメカニズムを解明するとともに、高温障害回避のため、作期の改善、直播等による高温不稔防止対策の確立及び高温生育時の生育診断技術や施肥管理技術を開発する。</li> <li>・病害虫防除技術体系、雑草防除体系の検討 病害虫や雑草の発生様相に対応した新たな防除体系を構築する。</li> </ul>	
活用策	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省力・低コスト栽培技術の開発 温暖化を活用し、乳苗の早期移植、低肥料、低農薬、立毛乾燥等の技術組み立てによる省力・低コスト生産の技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○新規作物等導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・品種の選定と栽培技術の開発 高品質、良食味で高温障害を受けない品種(高温耐性品種)の選定や西南暖地の品種導入等により、温暖化を活用した新たな高品位米の低コスト栽培法を開発する。</li> </ul>
防止策	<p><b>○モニタリング</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農耕地からの温室効果ガス発生調査 農耕地からの温室効果ガス(メタン、二酸化炭素、一酸化二窒素)の発生調査を行うとともに、農地の土壌炭素の時系列的変動の解明と炭素循環モデルを構築する。</li> </ul>	<p><b>○温室効果ガス発生抑制技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネ(省化学肥料・省農薬等)技術の導入 省エネ技術の導入により総合的に温室効果ガス発生量の少ない栽培技術を開発する。</li> </ul> <p><b>○炭素固定・貯留技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌への炭素蓄積技術の開発 炭素蓄積源としての有機物を農耕地土壌へ蓄積する技術を開発する。</li> </ul>
	<p><b>○インベントリ調査</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌炭素蓄積状況調査 県内の農耕地の土壌炭素蓄積量を継続的に調査するとともに炭素蓄積源となる有機物の質、量、施用方法が炭素の土壌蓄積の増加に与える影響を解明する。</li> </ul> <p><b>○温室効果ガス発生抑制技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・農耕地からの温室効果ガス発生抑制技術の開発 水田への有機物施用及び水管理の改善による温室効果ガス発生抑制技術を開発する。また、畑地での施肥技術の改良による抑制技術の開発を行う。</li> </ul>	

## ②果 樹

	短期的(1～5年)	中・長期的(6年～)
適応策	<p><b>○モニタリング</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖化に伴う各作物の生育・病害虫発生調査 既存品種の生態、収量、果実品質等の年次変動を調査しながら、既存病害虫の発生相および新発生病害虫の発生活消長を把握する。</li> </ul>	
	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存作物の安定栽培技術の開発 さくらんぼでは結実安定技術、高温障害・晩霜害回避技術、着色向上技術を開発し、りんご、ぶどう、もも、かきでは高温下における着色向上技術を開発する。また、みつ症発生防止技術(りんご、もも、日本なし等)や日焼け抑制技術を開発する。さらに、ももでは立枯れ対策技術を開発する。 大雨等の気象変動に伴う果実品質低下の軽減技術を開発する。</li> <li>・休眠覚醒のための低温要求量の品種間差の解明 さくらんぼの新品種等の低温要求量を解明し、既往の知見とあわせ品種間による低温要求量の相違を明らかにする。</li> <li>・貯蔵性・日持ち性向上技術の開発 冷蔵方法や植物生育調節剤等を活用した長期貯蔵技術等を開発する。</li> </ul>	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新規品種の選定と栽培技術の開発 高温条件下でも着色の良い品種、みつ症の出にくい品種、日焼けしにくい品種等を選定し、温暖化に対応した高品質安定生産技術を開発する(りんご、ぶどう、もも等)。</li> <li>・新発生病害虫等に対する防除技術の確立 暖地型病害虫等の新発生病害虫や既存病害虫の発生相変動に対応した効率的な防除技術を確立する。</li> </ul> <p><b>○適応品種開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温耐性等品種の開発 高温下でも着色の良い品種(りんご・さくらんぼ等)、結実が安定する自家結実性の品種(さくらんぼ等)、日持ち性の良い品種(りんご、さくらんぼ等)を開発する。</li> </ul>
	<p><b>○新規作物等導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖地型作物の選定 甘がき、すだち等香酸かんきつ類の品種適応性を把握し、本県に適する品種の選定と基本的な栽培技術の検討。</li> </ul>	<p><b>○新規作物等導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖地型作物の選定と栽培技術の開発 すだち、ゆず等の香酸かんきつ類、甘がき等の品種適応性を把握し、高品質安定果実生産技術の開発と利用技術の検討</li> </ul>
防止策	<p><b>○温室効果ガス発生抑制技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・化石燃料を使用しない防霜技術の開発 細霧発生装置(水の凝固熱を利用)の防霜効果を検証する。 (H24までに技術開発を完了)</li> </ul> <p><b>○新エネルギー生産・利用技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオマス利用技術の開発 せん定枝の効率的堆肥化技術及びその有効な活用技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○温室効果ガス発生抑制技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネ(省化学肥料、省農薬等)技術の開発 施肥量の削減技術や減農薬栽培技術を開発し、温室効果ガスの発生削減を図る。</li> </ul>

下線の研究課題は「主要な研究開発プロジェクト」(p21～p28)に該当。

### ③野菜・花き

	短期的(1～5年)	中・長期的(6年～)
適応策	<p><b>○モニタリング</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖化に伴う各作物の生育・病害虫発生調査や畑土壌における地力調査 各作物への影響調査や新発生病害虫の把握、既存病害虫発生相の変動や畑土壌の地力を調査する。</li> </ul>	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境に左右されない省力的な栽培技術の確立 高温条件でも活動が活発な新たな訪花昆虫の検索や作物に高温耐性を付与する技術を開発する。</li> <li>・新発生病害虫等に対する防除技術の確立 暖地型病害虫等の新発生病害虫や既存病害虫の発生相変動に対応した効率的な防除技術を確立する。</li> </ul>
	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温耐性品種の選定や適応作型(出荷期拡大含む)の検討 本県の主要野菜・花きについて、高温下でも草勢低下や生育障害(着果・着色不良等)が発生しない品種を選抜するとともに、生育をコントロールし、栽培期間を早春と晩秋に拡大できる栽培技術を確立する。</li> <li>・環境調節技術の確立(集熱抑制、放熱促進、冷房) 過剰高温抑制: 遮光・反射資材の利用技術を開発する。 放熱促進: 効率的な換気技術を開発する。 冷房: 気化熱等を利用した冷房技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○適応品種開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖化適応性品種の育成 高温下でも生育が良好な品種や交配を必要としない単為結果性品種を育成する。</li> </ul>
活用策	<p><b>○新規作物等導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境条件に適合した新規品目・品種の検索と栽培技術の開発 高温性の作物であるかんしょやさといも等の作目や各品種の適応性を検討するとともに、品質を高める栽培技術を確立する。</li> </ul>	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温条件の活用による付加価値技術の確立 温暖化条件における野菜・花き成分の変化を把握し、機能性成分を高める技術を開発する。</li> </ul>
	<p><b>○温室効果ガス発生抑制技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネ栽培技術の開発 ヒートポンプ等<sup>*29</sup>による電力の効率的利用技術や局所環境制御技術等を確立する。</li> <li>・光質による生育制御技術の確立 特定波長光の照射による生育制御等技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○温室効果ガス発生抑制技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネ栽培技術の開発 省エネ技術を開発するとともに栽培全体において温室効果ガス削減効果の高い生産技術を開発する。</li> </ul>
防止策	<p><b>○新エネルギー生産・利用技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木質バイオマス利用技術の開発 果樹せん定枝や間伐材等の木質バイオマスを燃料とした低コストな暖房技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○新エネルギー生産・利用技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新エネルギー(太陽電池、風力等)の活用 施設園芸において、太陽エネルギーや風力、水力等の自然エネルギーの農業への利用技術や農業との両立技術を確立する。</li> </ul>

\*29 ヒートポンプ: 熱媒体を用いて低温部分から高温部分へ熱を移動させる技術。主に冷媒冷蔵庫やエアコン等に利用されている。

下線の研究課題は「主要な研究開発プロジェクト」(p21～p28)に該当。



## ④畜産

### 短期的(1~5年)

### 中・長期的(6年~)

#### 適応策

#### ○モニタリング

##### ・温暖化に伴う家畜への影響調査

暑熱環境が家畜の生産性や畜産物の品質に及ぼす影響を調査する。また、暑熱ストレスの負荷に伴い、活性酸素等の発生による生体機能への悪影響や健康被害が予想されるため、ICT技術の活用も検討しながら、暑熱ストレスのモニタリング手法を開発する。

##### ・温暖化に伴う飼料作物の生育・病害虫発生調査

飼料作物の収量・栄養成分等の変化、病害虫発生との関連性を調査する。

#### ○飼育技術開発

##### ・暑熱ストレス軽減技術の開発

消化性の高い混合発酵飼料の給与や、抗酸化作用を有する栄養素の投与などを組み合わせ、暑熱ストレスを軽減させるための飼料給与技術及び栄養管理技術を開発する。

##### ・畜舎温度管理システムの開発

地下水熱源式ヒートポンプを用いて、暑熱期の冷房はもとより、寒冷期の暖房も可能な総合的豚舎温度管理システムを開発する。

#### ○飼料作物栽培技術開発

##### ・飼料増産技術の確立

温暖化による収穫期間の延長に対応した飼料作物栽培技術を確立する。

#### ○飼育技術開発

##### ・生産性向上技術の体系化

暑熱環境下における種雄畜、雌畜の繁殖性(精液性状、受胎率等)や発育性等の低下の抑制並びに高品質畜産物の安定生産のため、栄養管理技術や畜舎環境制御技術など、また、それらの組み合わせによる体系的な生産性向上技術を確立する。

#### ○(飼料作物)栽培技術開発

##### ・飼料増産技術の確立

温暖化による収穫期間の長期化に対応して、早・晩品種の組み合わせや二毛作体系の導入による高収量確保のための飼料作物栽培技術を確立する。

#### 活用策

#### ○新規作物等導入

##### ・暖地型飼料作物の選定

暖地型飼料作物の本県での適応性(生育特性、収量、越冬性等)を検討し、本県に適する品種・系統を選定する。

#### ○新規作物等導入

##### ・暖地型飼料作物の選定と栽培技術の開発

暖地型飼料作物の本県での適応性を検討し、選定した品種・系統の安定栽培技術を確立する。

#### 防止策

#### ○温室効果ガス発生抑制技術開発

##### ・省エネ飼育管理技術の確立

地下水熱源式ヒートポンプを用いた省エネ的豚舎温度管理システムを開発する。

#### ○温室効果ガス発生抑制技術開発

##### ・省エネ飼育管理技術の確立

省エネ技術の導入・組合せにより、総合的に温室効果ガス発生を減らす体系的な飼育管理技術を確立する。

下線の研究課題は「主要な研究開発プロジェクト」(p21~p28)に該当。

## ⑤水産

### 短期的(1～5年)

### 中・長期的(6年～)

#### 適応策

#### ○モニタリング

##### ・海洋・河川・養殖場環境調査

観測体制を充実させながら、海洋環境(水温、プランクトン等)、河川環境(水温、水生昆虫、付着珪藻等 生産力等)、養殖場環境(地下水温等)を調査する。

##### ・漁獲量、魚種組成調査

漁獲量、魚種組成の変動を海洋環境の変化と関連づけて把握する。

##### ・藻場調査

藻場の面積、海藻の種類・密度等を観測する。

##### ・サクラマス<sup>30</sup>の河川における成長等調査

高水温化に伴うサクラマスの成長促進によりスモルト化<sup>\*30</sup>率が低下し、降海しないサクラマスが増加することが予測されるため、成長やスモルト化率を定期的に調査する。

#### ○モニタリング

##### ・遡上<sup>そじょう</sup>期、遡上量、移動期間のモニタリング技術の開発

アユ、サクラマス等重要魚種のモニタリング精度の向上を図る。

#### ○予測技術開発

##### ・サケの放流適期の予測

放流及び回帰履歴、水温条件等の詳細な解析による予測技術を開発する。

#### ○栽培技術開発

##### ・放流時期の早期化に対応したサケ放流種苗の生産技術の開発

卵～ふ化仔魚期の水温コントロール等による成長促進技術を開発する。

#### ○漁獲技術開発

##### ・新たな適応種への対応技術の開発(漁具・漁法の開発、改良)

これまでの技術を応用し、漁業者と共同して、増加する魚種に対応した漁具や漁法を開発する。

#### ○飼育技術開発

##### ・新たな魚病の防除技術の開発

新規に発生する魚病の防除技術を開発する。

#### ○適応品種開発

##### ・ニジマスの高水温耐性種の開発

マス類の中でも高水温に強いニジマスについて、より高水温に耐えうる系統を選抜、育種する。

#### 活用策

#### ○漁獲技術開発

##### ・南下期のクロマグロ漁獲技術の開発

クロマグロの漁場形成要因の把握と大型クロマグロの漁獲技術を開発する。

#### ○新規魚種等導入

##### ・暖海性種(カジメ、ヤツマタモク等)による藻場造成技術の開発

これまで確立したアカモクの増殖技術を活用し、より暖海性のカジメ、ヤツマタモク等による藻場造成技術を開発する。

##### ・クロアワビの種苗生産、放流技術の開発

現在、放流しているエゾアワビから本県に自生している南方系のクロアワビへ生産、放流を転換するための技術を開発する。

#### ○漁獲技術開発

##### ・南方系大型魚種(クロマグロ)の滞留延長技術の開発

クロマグロの漁場形成要因の把握により、中層浮魚礁の可能性を検討する等して、クロマグロを長期間漁場に滞留させる技術を開発する。

#### 防止策

#### ○炭素固定・貯留技術開発

##### ・炭素固定に有効な藻場造成及び海藻養殖技術の開発

二酸化炭素固定に有効な藻場造成や海藻養殖の技術を開発する。

#### ○温室効果ガス発生抑制技術開発

##### ・省エネ栽培技術の開発(給餌方法等の養殖技術の改良)

飼育から取り揚げ、出荷まで、省エネ・低コストの養殖技術を開発する。

\*30 スモルト化: サクラマス等、河川から降海する魚種の稚魚が体を銀白色に変え、海への適応を完了すること。

下線の研究課題は「主要な研究開発プロジェクト」(p21～p28)に該当。

## ⑥ 森林

	短期的(1~5年)	中・長期的(6年~)
適応策	<p><b>○モニタリング</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・温暖化に伴う森林生態系への影響調査 森林生物相の変化や病虫獣被害の拡大、集中豪雨等による山地災害の増加等、森林生態系への影響を調査する。</li> </ul>	
	<p><b>○予測技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林病虫獣被害の発生・拡大予測 急激な被害をもたらす森林病虫獣被害の発生予測や被害発生初期における被害拡大予測を行い、効果的な予防・防除技術の開発につなげる。</li> </ul>	<p><b>○栽培技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新たな病虫獣被害の防除法の開発 新たな病虫獣被害の拡大と防除に向けた技術を開発する。</li> <li>・間伐材等の利用技術の開発 気象害に強い健全な森林に誘導するためには間伐作業等が不可欠であることから、間伐材等を有効に利用するための低コストで効率的な作業や利用技術を開発する。</li> <li>・環境条件の変化に対応した山菜栽培技術の開発 気温や降水量など、気象条件の変化に対応した山菜の栽培技術等を開発する。</li> </ul>
	<p><b>○管理技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適正な森林管理技術の開発 自然環境の急激な変化に伴う山地災害などの自然災害に強い健全な森林に誘導するため、ナラ枯れをはじめとする森林病虫獣被害林の早期健全化や防災機能の高い海岸林育成に向けた管理技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○適応品種開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・抵抗性個体の選抜 気象害や森林獣害に強い森林を造成するため、マツノザイセンチュウ抵抗性個体や耐雪性に優れた無花粉スギを選抜する。</li> </ul>
活用策		<p><b>○新規作物等導入</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒノキ等新規樹木の植栽試験 試験地における今後の成長経過や気象害、病虫獣害の発生等について継続的なモニタリングを行い、温暖化適応樹種としての可能性を検討していく。</li> </ul>
防止策	<p><b>○炭素固定・貯留技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・県産木材利用技術の開発 県産木材の建築資材等への利用拡大技術を開発する。</li> </ul> <p><b>○新エネルギー生産・利用技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木質バイオマスエネルギー利用技術の開発 化石燃料代替資源の循環利用を図るため、木質系バイオマスの利用拡大技術を開発する また、ヤナギ等の成長の早い樹種を用いて、圃場等で効率的に木質バイオマスを生産する技術を開発する。</li> </ul>	<p><b>○炭素固定・貯留技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・二酸化炭素吸収に貢献する森林管理技術の開発 二酸化炭素吸収機能の高い森林の造成・維持に資する効率的な更新・管理技術や新たな森林病虫獣害の防除技術の開発に取り組む。</li> <li>・森林資源の有効利用技術の開発 人工林や里山広葉樹林資源の多用途利用技術を開発する。</li> </ul> <p><b>○新エネルギー生産・利用技術開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木質バイオマスエネルギー利用技術の開発 海岸林等に侵入するニセアカシアや造林木地に侵入するモウソウチクをエネルギーとして利用する技術を開発する。</li> </ul>

下線の研究課題は「主要な研究開発プロジェクト」(p21~p28)に該当。

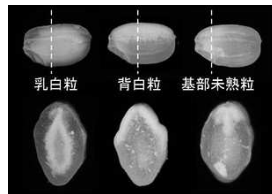
## (4) 主要な研究開発プロジェクトの展開方向

### <重点研究領域 1> 適応品種開発

#### ◆高温耐性品種開発プロジェクト

##### 背景・目的

近年、高温年には水稻の白未熟粒やりんごの着色不良の発生する頻度が高くなってきている。また、さくらんぼの発芽期が前進化しており、晩霜害遭遇のリスクが高まっている。そこで、DNAマーカー等を利用した高温登熟性水稻、高温下でも着色の良いりんご、結実が安定する自家結実性のさくらんぼ等の開発を行う。



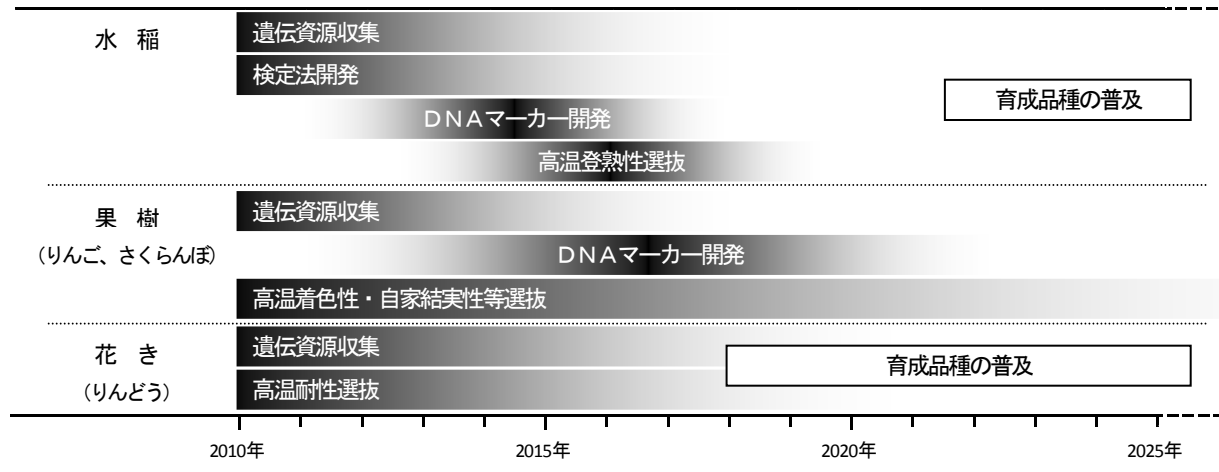
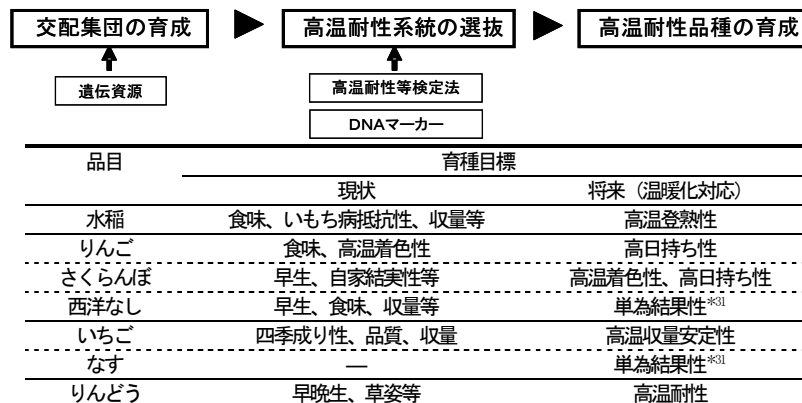
水稻の白未熟粒 (森田 2005)



りんごの高温による着色不良 (農研機構果樹研究所)

##### 展開方向

本県でこれまで育種に取り組んできた水稻、果樹（りんご、さくらんぼ、西洋なし）、野菜（いちご、なす）、花き（りんどう）を中心に、長期的な視野に立ち、温暖化に対応した高温耐性及び気候変動下での安定生産対応等の形質導入を行う。遺伝資源の収集、検定法・DNAマーカーの開発等の育種の基礎となる技術等を体系的に開発する。特に、水稻の高温登熟性の付与については、検定法が未確立であることから、その機構解明や基準となる品種の選定、耐性検定法を検討する。



\*31 単為結果性: 受粉しなくとも果実が着果し大きくなる性質。

## ＜重点研究領域 2＞新規作物等導入

### ◆暖地型作物導入プロジェクト

#### 背景・目的

温暖化の進展により、各作物の栽培適地の北上化が予測されている。既に、愛媛県においては温州みかん産地へ夏場の高温に強いタロッコオレンジの導入及び産地化が進んでいる。本県においても、長期的な視点から、温暖化の気象変化を積極的に活用するため、これまで栽培が困難であった果樹や野菜、飼料作物、樹木の品目についてスクリーニング・栽培技術確立を行い、暖地型作物の産地化を図る。

#### 展開方向

##### 新規導入品目のスクリーニング

##### ①スクリーニング圃場の設置

県内の各試験場に果樹、野菜、飼料作物、樹木における暖地型の新規品目のスクリーニング圃場を設置し、その導入可能性を検討する。  
(現代版「千歳園」)

想定品目：果樹；香酸かんきつ（すだち、かぼす、ゆず等）、その他かんきつ（温州みかん、タンゴール等）、甘がき等  
野菜；南方系の高菜・からし菜類、かんしょ等  
飼料作物；暖地型牧草（高越夏性ペレニアルライグラス等）  
樹木；ヒノキ等（成長量、病虫獣被害等のモニタリング調査）



栽培適地の選定

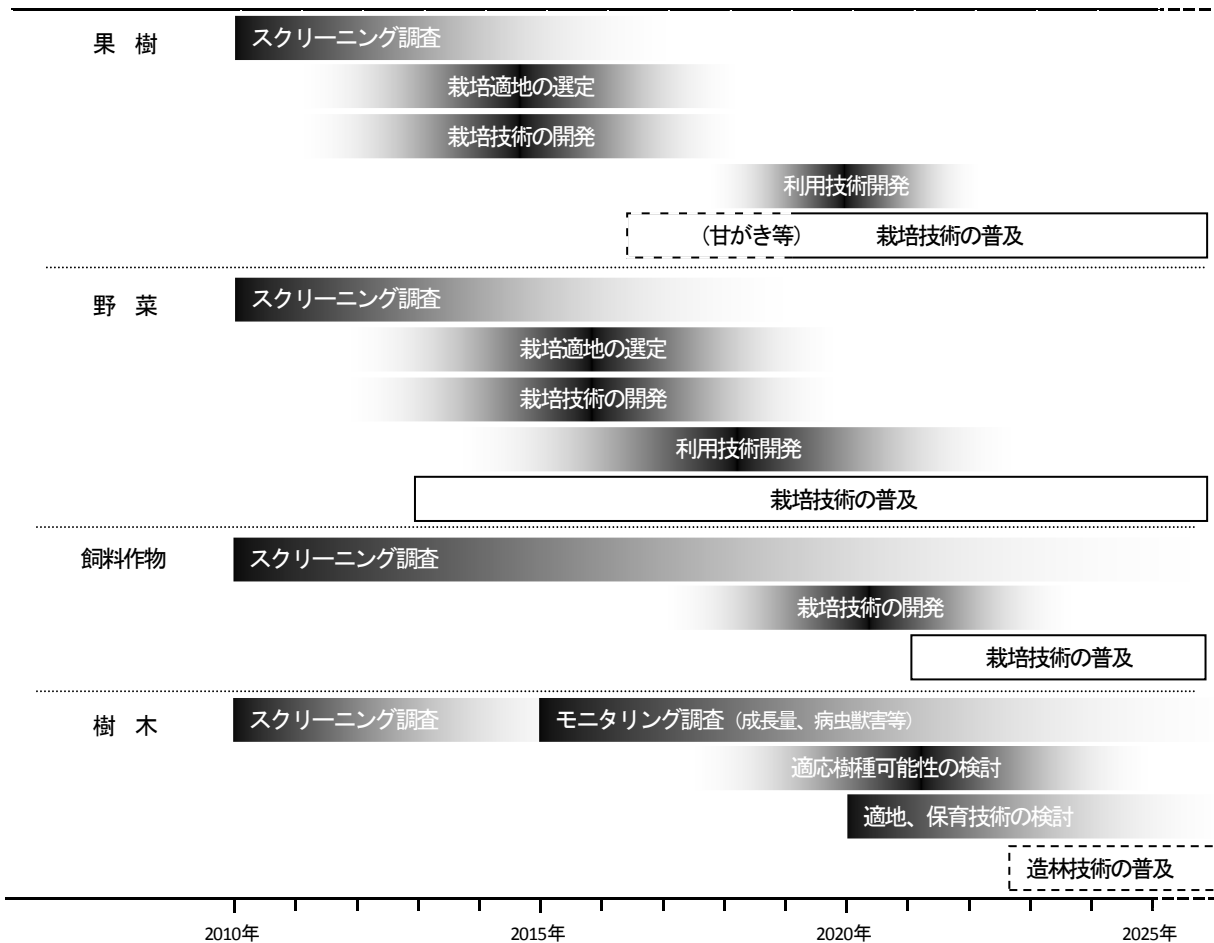
栽培・利用技術開発

(商品性評価)

##### ②栽培適地の選定と栽培・利用技術の開発

- i) 選定した品目の県内における栽培適地を選定するため、現地適応性試験を行う。
- ii) 温暖化の初期には、栽培の不安定化が予測されるため、安定的に栽培可能な栽培法を確立する。
- iii) その収穫物については、生果実用だけでなく、加工素材としての利用可能性を検討する等、幅広い観点からの利用技術の開発を行う。

新規作物の産地形成



## 山形県における果樹産地誕生の歴史

～ 三島通庸による「千歳園」の設置 ～

(「山形県史」より)

時期	概要
明治8年2月	勸業寮 <sup>※1</sup> から、山形懸に果樹10種、置賜懸に果樹12種を導入。 〔りんご、おうとう、ぶどう等を、山形懸では県庁構内に植栽し、置賜懸では懸内の8名の有志に分植させたが、いずれも成功の域には達せず。〕
明治9年8月	山形懸 誕生。
明治11年8月	初代懸令 三島 通庸 (みしま みちつね) が、千歳園 <sup>※2</sup> を設置。 〔勸業寮からおうとう98本、りんご67本、西洋なし248本、ぶどう363本、もも46本、日本なし181本、あんず48本、すもも153本などを導入。〕
～ 明治20年頃	県内各地に試験あるいは指導を主要業務とする農事試験場を設置。試験結果の良好なものを地方の有志に分与して普及に努めた。
～ 現在	農業者、関係団体、試験研究機関、技術普及機関などの努力により、日本一のさくらんぼをはじめとした果樹産地を築き上げてきた。

※1 勸業寮：殖産興業の一環として明治政府が設置した機関。近代農業振興を目的として明治5年に開設した内藤新宿試験場内に、明治7年に勸業寮農務課が設置された。敷地は現在の新宿御苑に引き継がれている。

※2 千歳園：植物栽培試験場。現在の山形県立山形東高等学校玄関前のロータリーを中心として、58,300坪の地域に営まれた勸業試験場。



## ＜重点研究領域 3＞栽培・飼育・漁獲技術開発

### ◆新資材・システム利用園芸プロジェクト

#### 背景・目的

温暖化により栽培ハウス内が高温となり、野菜（トマト等）の草勢低下や結実不良による収量や品質の低下、果樹（さくらんぼ）の品質低下が懸念される。このため、各種資材やシステムを利用し、夏期におけるハウス内の気温を低下させる技術開発を進める。また、温暖化により春期と秋期における作期拡大が期待できるため、昼間の熱を貯め、夜間の気温を高める技術を開発する。

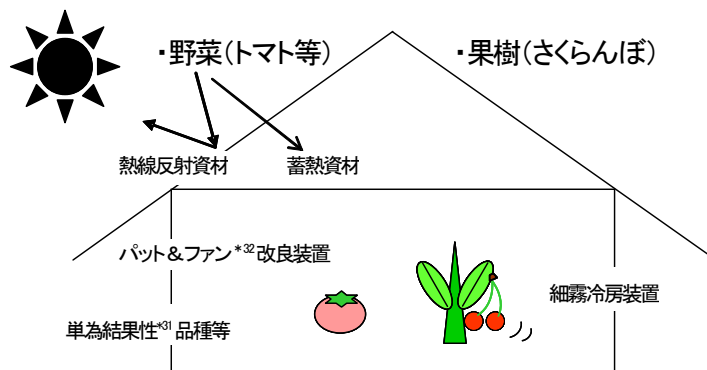


正常果 高温障害果  
高温によるさくらんぼの障害果

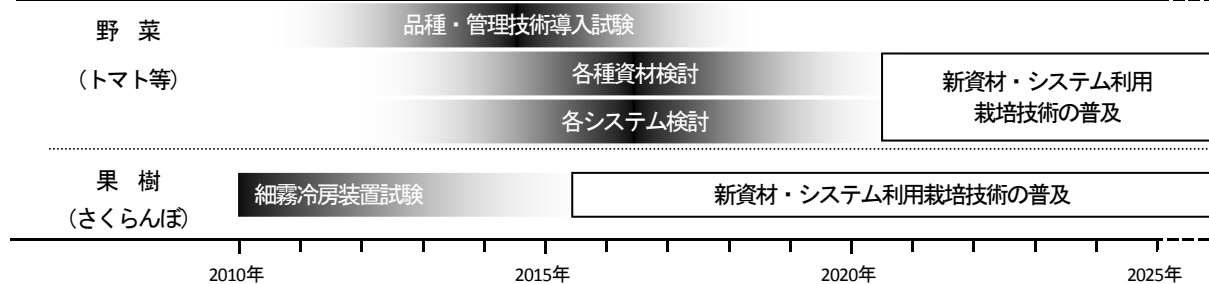
#### 展開方向

野菜（トマト等）では、ハウス内への熱線を反射する資材や水の気化熱により気温を低下させるシステム、及び高温下でも草勢、着果の安定する品種や管理技術の導入試験を行う。

また、作期拡大のため、昼間に熱を蓄積し、夜間に放熱する蓄熱資材の利用技術を開発する。



果樹（さくらんぼ）では、ハウス内の気温を低下させるため細霧冷房装置等により、高温障害の回避技術等の開発を行った。  
また、春先に細霧冷房装置を利用することで凝固熱の発生により、霜害防止効果が期待できた。



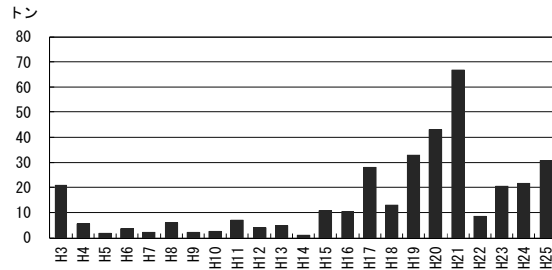
\*32 パット&ファン：ハウス片側壁面に、水で濡らした格子状のパネル（パッド）を設置して、逆側から換気扇（ファン）で吸引することにより、外気を取り入れる際に空気を加湿して、その気化熱がうばわれることにより冷却する方法。



## ◆クロマグロ漁獲プロジェクト

### 背景・目的

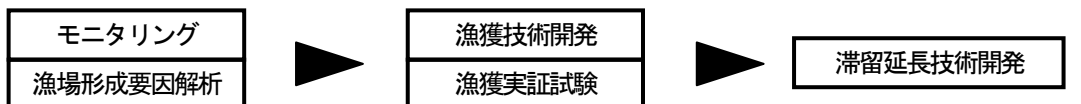
近年、日本海の海水温の上昇により、本県沖でのクロマグロ漁獲量が増加している（平成25年漁獲量30.7トン）。将来にわたり安定してクロマグロを漁獲するため、モニタリングにより回遊・<sup>いしゅう</sup>蛸集\*34・滞留などの漁場形成要因を把握するとともに、より大型のクロマグロを漁獲する技術を開発する。



山形県におけるクロマグロ漁獲量の推移

### 展開方向

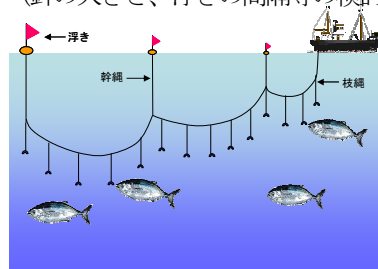
本県沖におけるクロマグロの回遊経路や漁場の実態を把握するため、漁獲調査や漁業者情報の収集とともに、水温ブイの設置により海水温のリアルタイムな観測等を行い、クロマグロの漁場が形成される要因（海水温、海底地形、<sup>えさ</sup>餌生物の分布、時期等）を解析する。また、大型のクロマグロを漁獲するため、はえ縄漁法における針の大きさや浮きの間隔を検討し、本県の実情にあった漁獲技術を開発する。さらには、浮き漁礁\*35の導入によりクロマグロを滞留延長させる技術の開発を行う。



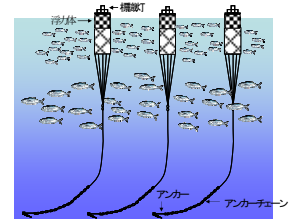
- ・漁獲調査、漁業者情報の収集
- ・海水温等の観測



- ・はえ縄漁具の開発・漁獲実証試験（針の大きさ、浮きの間隔等の検討）



- ・浮き漁礁による滞留技術の開発



モニタリング・漁場形成要因解析

漁獲技術開発

漁獲実証試験

漁獲技術の普及

滞留延長技術開発

2010年

2015年

2020年

2025年

\*34 蛸集：一時に一ヶ所に多く集まる様子。

\*35 浮き漁礁：カツオ・マグロ類等の回遊性魚類が、洋上漂流物に集まる習性を利用して設置する耐久性のある浮き。



## ◆再生可能エネルギー<sup>\*37</sup> 生産・活用プロジェクト

### 背景・目的

東日本大震災では、東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う放射能汚染や、地震・津波被害に伴う大規模停電、長期に及んだガソリン等の燃油類の供給不足など、電力や燃料等のエネルギーを巡りこれまで経験したことのない課題が浮き彫りになった。

このような中、エネルギー政策を巡る情勢の大きな変化を踏まえ、本県においても、再生可能エネルギーの導入拡大、代替エネルギーへの転換、省エネの推進を図りながら、県民生活や産業活動に必要なエネルギー供給基盤を確保するという視点に立った、新たな施策の展開が進められている。

農林水産業における再生可能エネルギーの生産や活用を持続的に実施し、普及拡大していくためには、CO<sub>2</sub>排出量の削減効果や技術の有効性・優位性だけでなく、新技術の導入による経営改善等の視点を重視した新技術の開発や評価を行う必要がある。

### 展開方向

#### ①農地における太陽光発電と営農の両立の実証

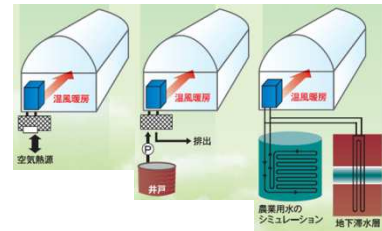
農地の上部に太陽光パネルを設置し、日射量の少ない環境での作物栽培について実証を行う。



営農型太陽光発電設備

#### ②再生可能エネルギーの生産技術の開発

CO<sub>2</sub>発生抑制につながる、成長の早い樹種を利用した効果的な木質バイオマスの生産技術を開発する。



熱源：空気 熱源：地下水等  
ヒートポンプシステム

#### ③再生可能エネルギーの利用技術の開発・評価

再生可能エネルギーを活用した新技術等の実用性について、新技術導入の効果に加え、経営の側面からも評価を行う。

太陽光発電と営農の  
両立実証

営農との両立実証

再生可能エネルギーの  
生産技術開発

生産技術開発

再生可能エネルギー  
利用技術の開発・評価

利用技術開発・評価

2010年

2015年

2020年

2025年

<sup>\*37</sup> 再生可能エネルギー：エネルギー源として持続的に利用することができるもので、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマス等。

