

# 気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための プロジェクト研究成果報告

農林水産技術会議事務局 研究開発官(環境)室

平成25年5月23日

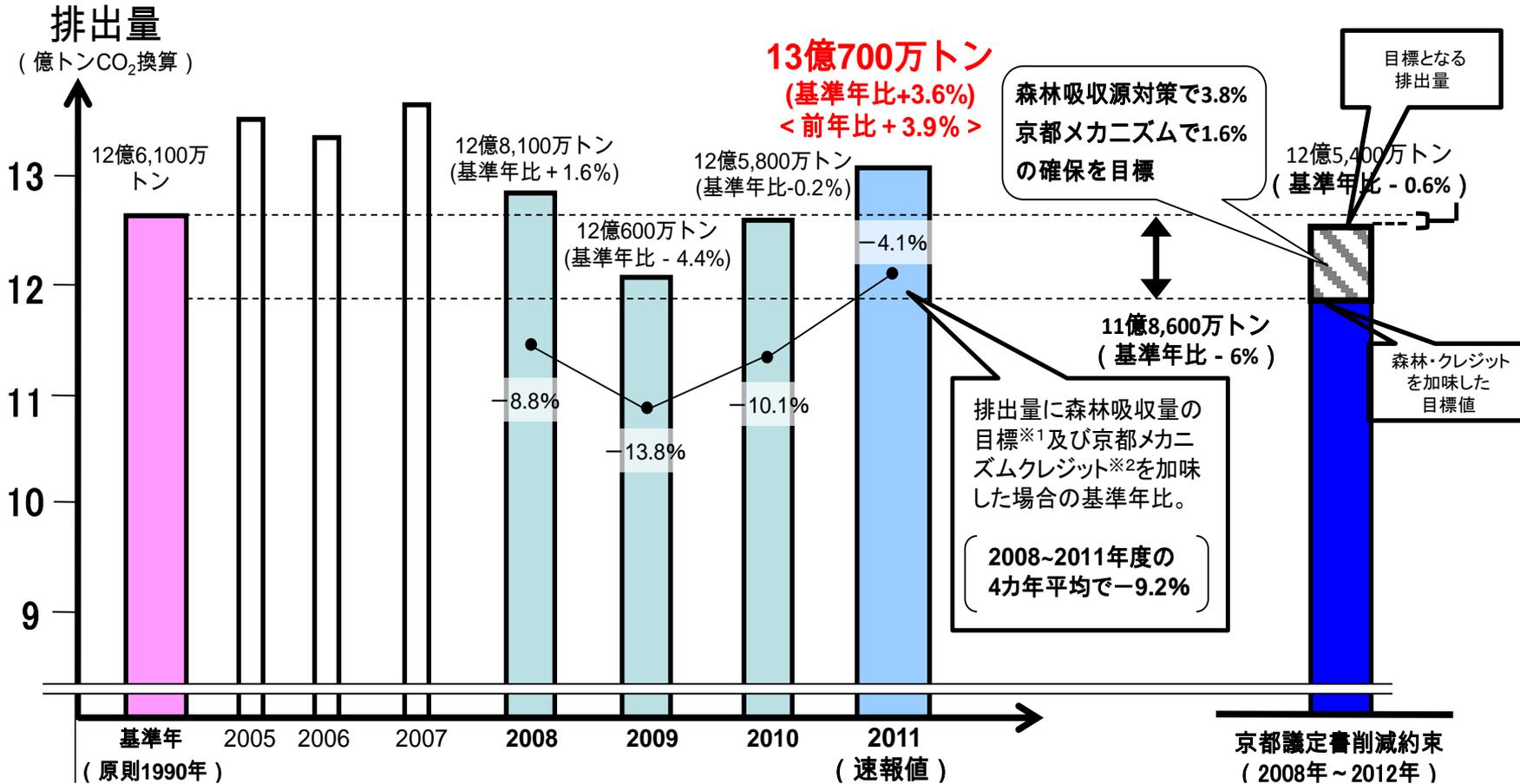
# 目次

1. 日本の温室効果ガス排出量	・・・1
2. プロジェクトの概要	・・・4
3. 日本における平均気温の上昇・世界で予測される影響の事例	・・・6
4. 研究成果等	
(1) 気候変動と極端現象の影響評価	・・・7
(2) 温暖化の進行を緩和する技術の開発	・・・10
(3) 温暖化の進行に適応するための技術	・・・14
(4) 国際連携による気候変動対策技術の開発	・・・19
(5) REDD(途上国の森林減少・劣化に由来する排出削減への取組)の枠組み への貢献	・・・20
5 地球温暖化防止のための国際的枠組み	・・・21

# 日本の温室効果ガス排出量

○2011年度における我が国の排出量は、基準年日+3.6%、前年度比+3.9%。

○森林吸収量の目標(※1)と京都メカニズムクレジット(※2)を加味すると、京都議定書第一約束期間の4カ年平均(2008~2011年度)で基準年比-9.2%



※1 森林吸収量の目標 京都議定書目標達成計画に掲げる基準年総排出量比約3.8%(4,767万トン/年)

※2 京都メカニズムクレジット

政府取得 平成23年度までの京都メカニズムクレジット取得事業によるクレジットの総契約量(9,755.9万トン)を5か年で割った値

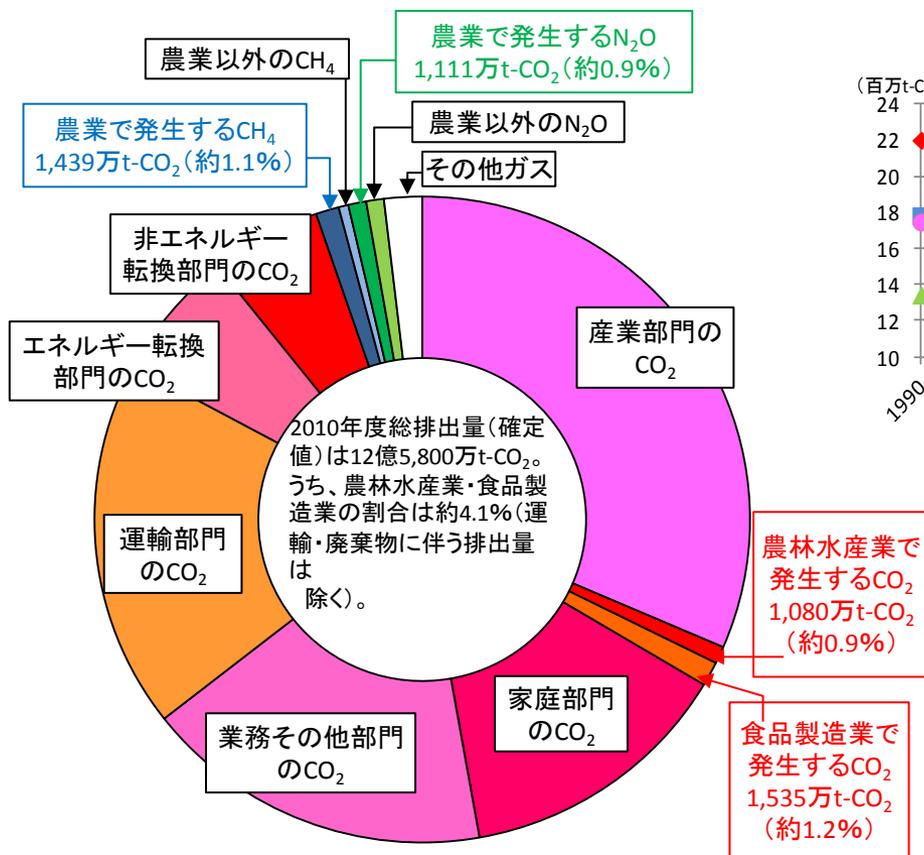
民間取得 電気事業連合会のクレジット量(「電気事業における環境行動計画(2009年度版~2012年度版)」より)

# 農林水産業・食品製造業における温室効果ガス排出量の状況(2010年度(平成22年度)確定値版)

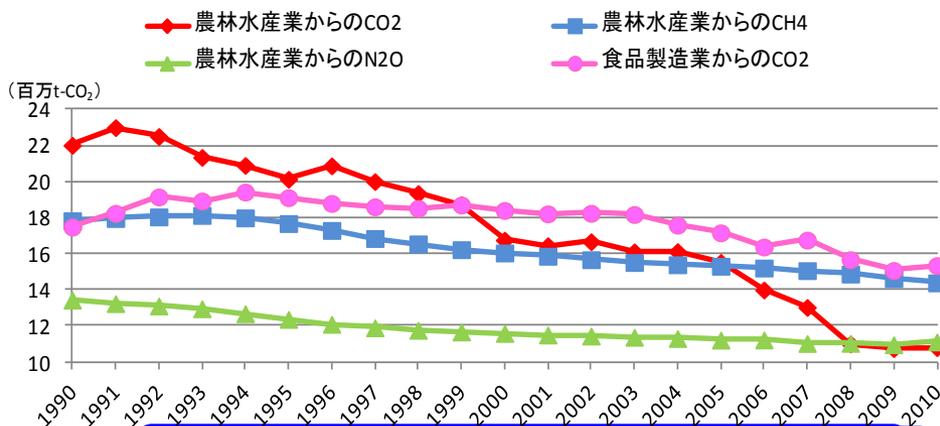
○2010年度の温室効果ガス総排出量は約12億5,800万t-CO<sub>2</sub>。そのうち農林水産業(燃料の燃焼、家畜の消化管内発酵、家畜排せつ物の管理、稲作、肥料の施用、作物残さのすき込み・野焼き等)における排出量は約3,630万t-CO<sub>2</sub>、総排出量に占める割合は約2.9%で、基準年(1990年(平成2年))以降、減少傾向。

また、食品製造業(燃料の燃焼)による2010年度(平成22年度)の温室効果ガス排出量は1,535万t-CO<sub>2</sub>、総排出量に占める割合は約1.2%。

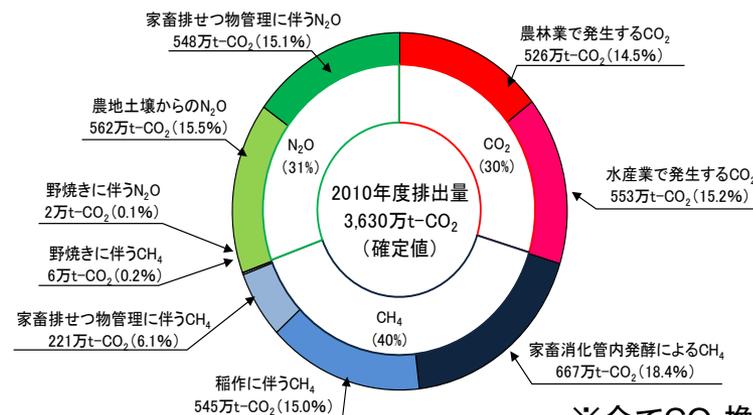
## 温室効果ガス総排出量における農林水産業・食品製造業の内訳



## 農林水産業における温室効果ガス排出量の推移



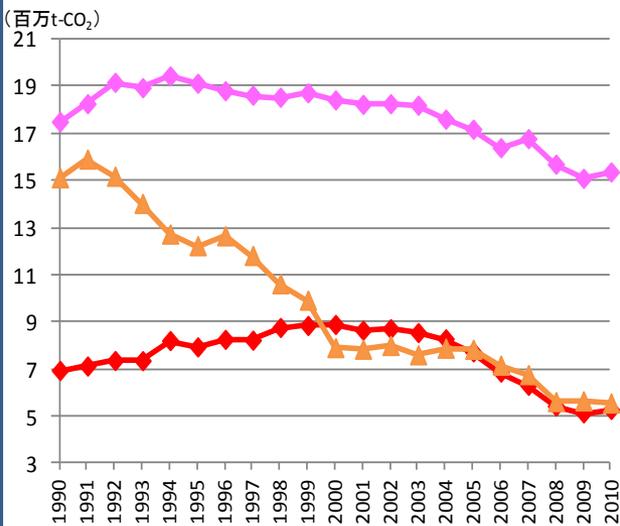
## 農林水産業における温室効果ガス排出形態



# 農林水産業・食品製造業における温室効果ガス排出量の状況(2010年度(平成22年度)確定値版)

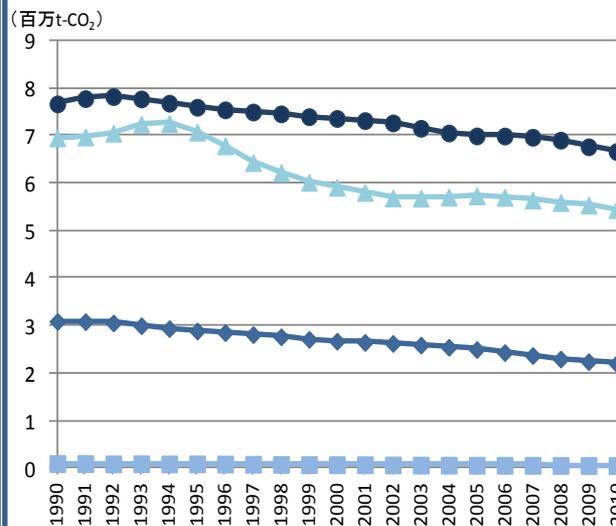
## 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>): 26百万t-CO<sub>2</sub>

- 農林業で発生するCO<sub>2</sub>
- ▲ 水産業で発生するCO<sub>2</sub>
- ◆ 食品製造業からのCO<sub>2</sub>



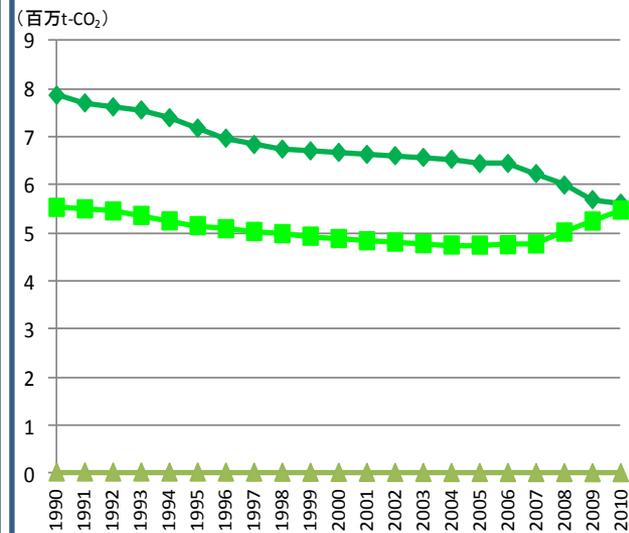
## メタン(CH<sub>4</sub>): 14百万t-CO<sub>2</sub>

- 家畜消化管内発酵によるCH<sub>4</sub>
- ▲ 稲作に伴うCH<sub>4</sub>
- ◆ 家畜排せつ物管理に伴うCH<sub>4</sub>
- 野焼きに伴うCH<sub>4</sub>



## 一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O): 11百万t-CO<sub>2</sub>

- ▲ 野焼きに伴うN<sub>2</sub>O
- ◆ 農地土壌からのN<sub>2</sub>O
- 家畜排せつ物管理に伴うN<sub>2</sub>O



## 気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト

【1,262(1,282)百万円】

### <対策のポイント>

地球規模の気候変動が我が国の農林水産業へ与える影響を評価するとともに、温暖化の進行を緩和する技術や温暖化の進行に適応した生産安定技術を開発します。

### <主な内容>

#### 1. 気候変動と極端現象の影響評価

最新の全球気候モデルと農林水産物の生育モデル等を用いて、気候変動が中長期的に我が国の農林水産業へ与える影響を高精度に評価するとともに、発生の増加が見込まれる極端現象（洪水・渇水・干ばつ・山地災害など）に伴う農業用水資源や森林の脆弱性評価を行います。

#### 2. 温暖化の進行を緩和する技術の開発

農林水産分野における温室効果ガスの発生・吸収メカニズムを解明し、農畜産業由来の温室効果ガスの排出削減技術と農地・森林による吸収機能向上技術の開発等を行います。

#### 3. 温暖化の進行に適応する技術の開発

温暖化の進行に適応した農作物の栽培管理技術や高温耐性品種、家畜の暑熱対策技術や養殖業（特にノリ）における高水温対策技術、生物多様性を活用した安定的農業生産技術等の開発を行います。

#### 4. 国際連携による気候変動対策技術の開発

国際機関と連携して、途上国で利用可能な乾燥耐性品種、農地・農産廃棄物由来の温室効果ガスの排出削減技術の開発を行います。

# 気候変動プロジェクトの構成

## 【～24年度】

A 農林水産分野における温暖化緩和技術及び適応技術の開発

B 低投入・循環型食料生産の実現に向けた技術開発

C ゲノム情報を活用した気候変動適応品種の開発

D アジア地域熱帯林の森林減少・劣化対策支援システムの開発

E 新世代林業種苗を短期間で作出する技術の開発

F 土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発

## 【25年度(追加)】

森林再生・森林吸収源対策技術の開発

国際連携による気候変動対策技術の開発

生物多様性を活用した安定的農業生産技術の開発

高温環境下での生産性向上技術の開発(畜産・ノリ)

## 【中核機関】

農環研、農研機構、森林総研、水研センター、JIRCAS

農環研、農研機構

農研機構

森林総研

森林総研

農研機構

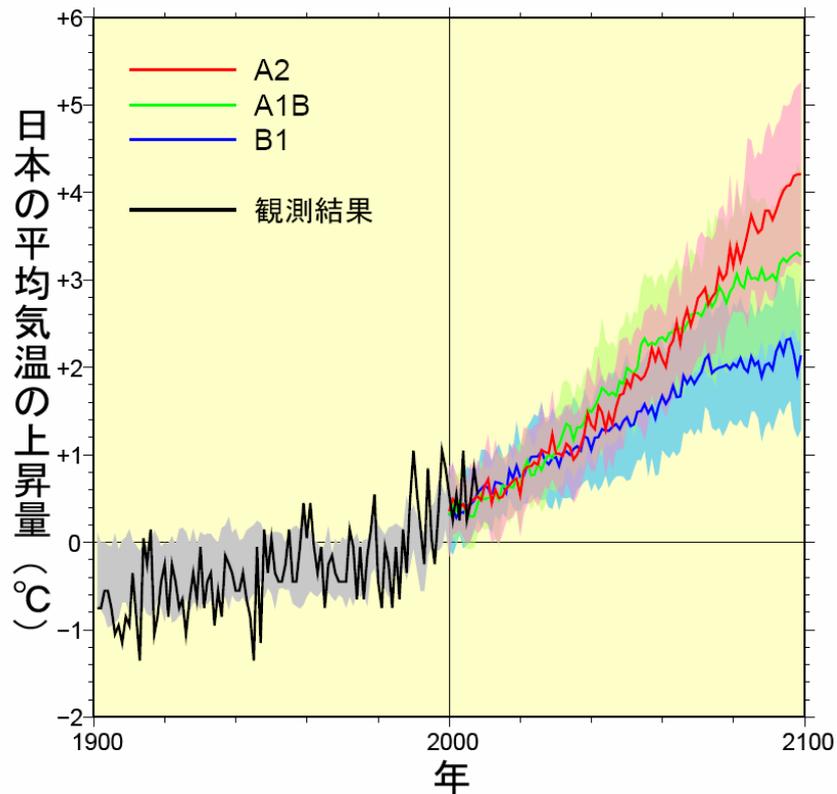
契約に向けた手続中

契約に向けた手続中

契約に向けた手続中

契約に向けた手続中

## 日本における平均気温の上昇予測・世界で予測される影響の事例



### 日本の平均気温の予測

○IPCC AR4 で使われた複数の気候予測モデルによるA2(経済発展重視・地域主義)、A1B(経済発展重視・グローバル化・エネルギーバランス重視)、B1(持続的発展型・グローバル化)シナリオでの日本の平均気温の予測結果。

○各シナリオでの日本の平均気温の予測結果は、20世紀末(1980~1999年)から21世紀末(2090~2099年)までにそれぞれ4.0°C、3.2°C、2.1°C上昇し、いずれのシナリオでも世界平均(3.4°C、2.8°C、1.8°C)を上回る。

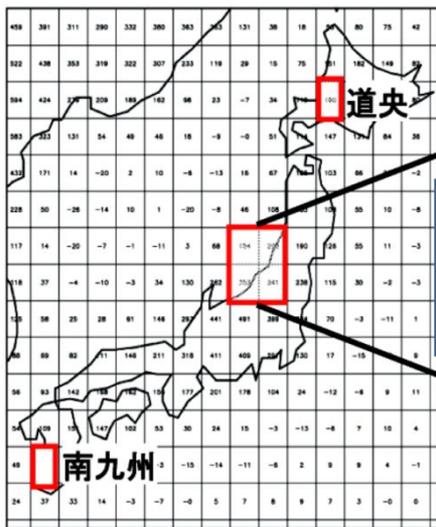
### 気候変動によって、各地域・分野で予測される影響の事例

- 干ばつによる作物の減収、国際的な食料需給への影響(南米、豪州など)
- 海面上昇による沿岸災害の増加と海岸浸食、地下水への塩水混入(小島嶼など)
- ピーク流量増による洪水頻度の増大、沿岸域での高潮被害増加(アジアデルタ地帯など)
- 感染症媒介生物の生息域変化・感染拡大(特に途上国で影響大)
- 熱波による熱関連死亡の増加(北欧、北米など)

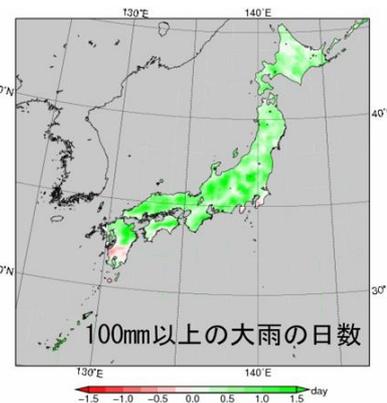
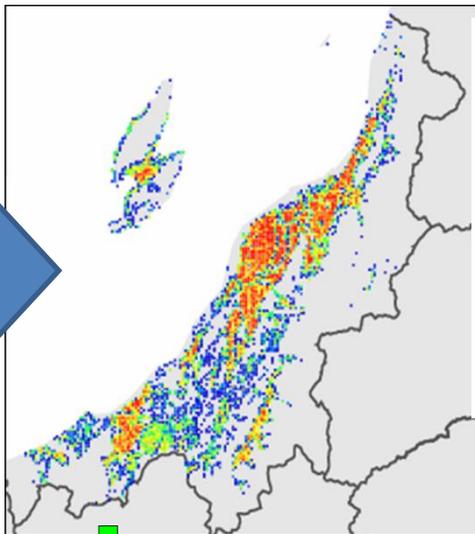
出典: 文部科学省、気象庁、環境省「日本の気候変動とその影響」(2012年度版)

# ○ 気候変動と極端現象の影響評価

○ 気候予測データを活用して、温暖化の農林水産業への影響や、豪雨に対する土地・水資源に与える影響を予測。



地点単位で農業現場で活用できるようにダウンスケール

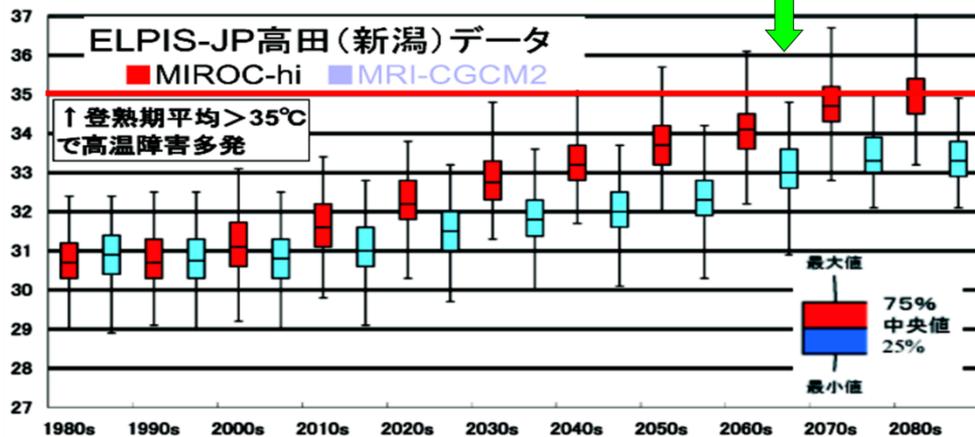


気象庁では、21世紀末には100mm以上の大雨の日数が増加すると予測

豪雨データの模擬発生予測により、洪水や氾濫による農地被害を解析

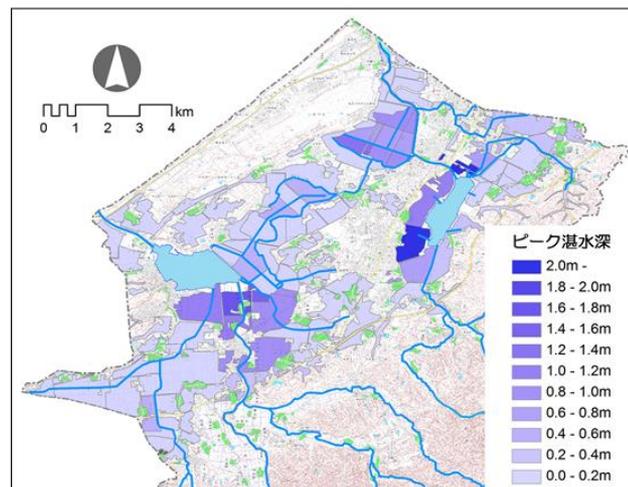
資料: (独) 農研機構 農村工学研究所

農地湛水被害の解析結果の例

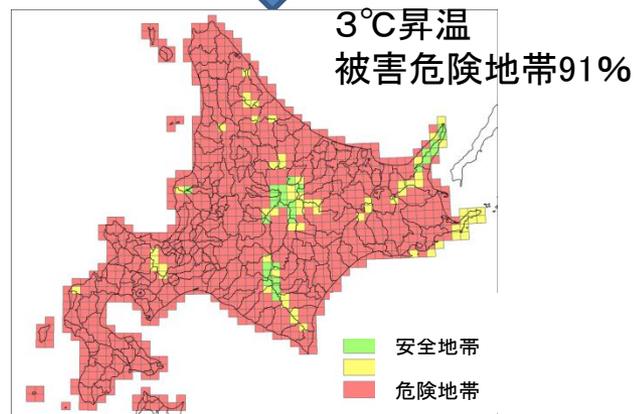
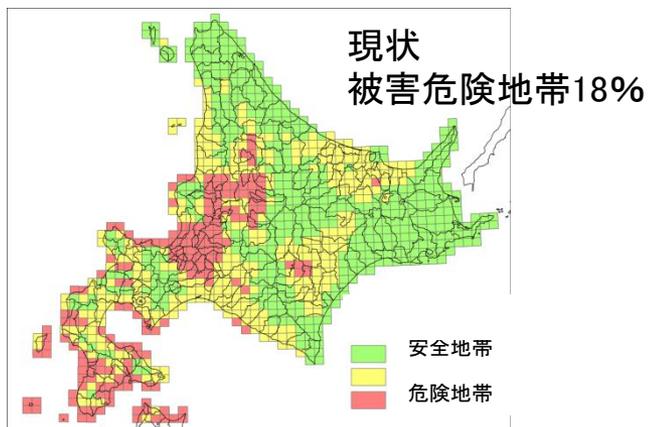


イネ登熟期間日最高気温の変動予測(新潟県の例)

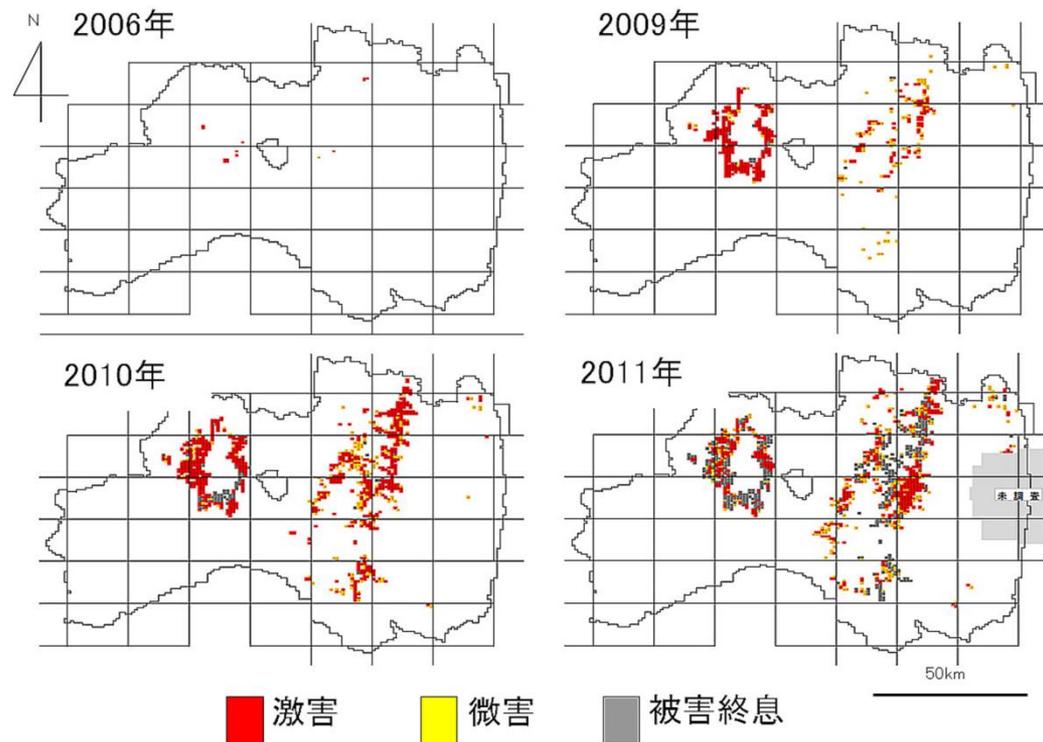
資料: (独) 農業環境技術研究所



○林業分野において、地球温暖化による様々な病害虫の被害拡大予測を実施するとともに、対応策を検討。



北海道におけるトドマツオオアブラムシの影響を予測。温暖化した場合、危険地帯が大幅に増加。



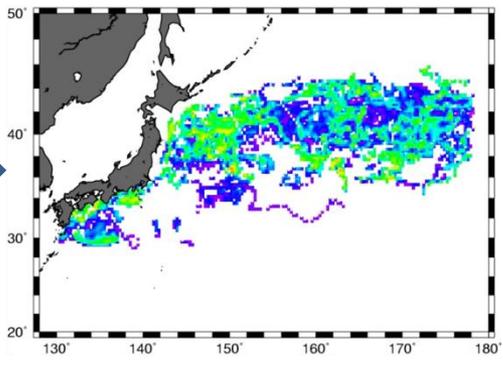
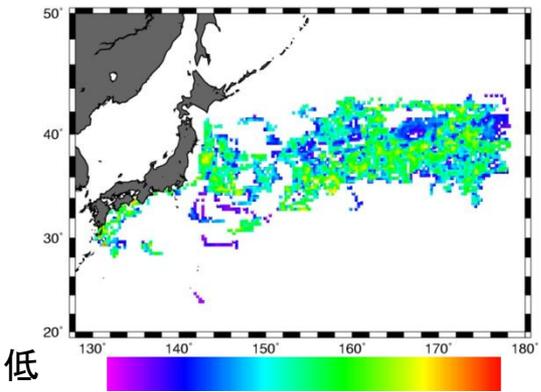
コナラなどに被害を与えるカツラマルカイガラムシの被害の推移と温度データ等から温暖化影響を予測(上図は福島県における被害の推移)。

資料:(独)森林総合研究所

○水産分野において、魚類における温暖化の影響予測により、回遊の変化を予測。また、生長モデルを取り込むことにより、サンマの体重への影響も予測。

現在

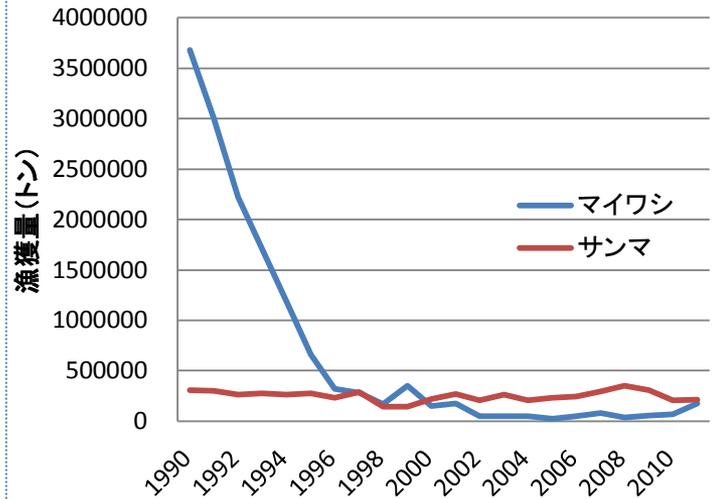
温暖化後



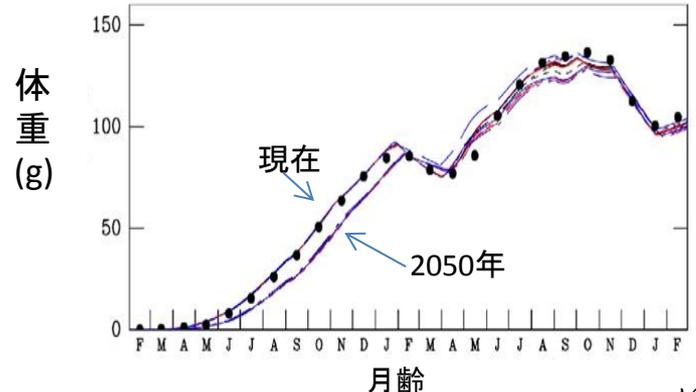
マイワシ相対密度

マイワシはより北に回遊することでエサ不足を補てんと予測

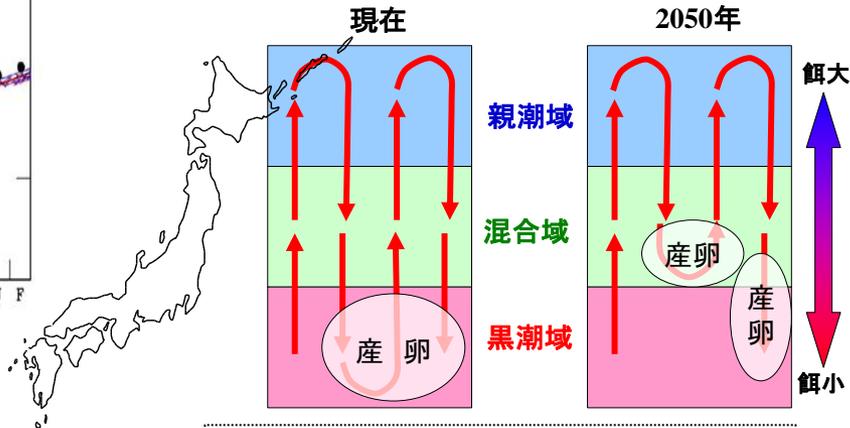
マイワシ、サンマの漁獲量の推移



数値モデルで計算したサンマの回遊と産卵場



サンマについても、北に回遊して生長するが、体重は減少する可能性が高いと予測

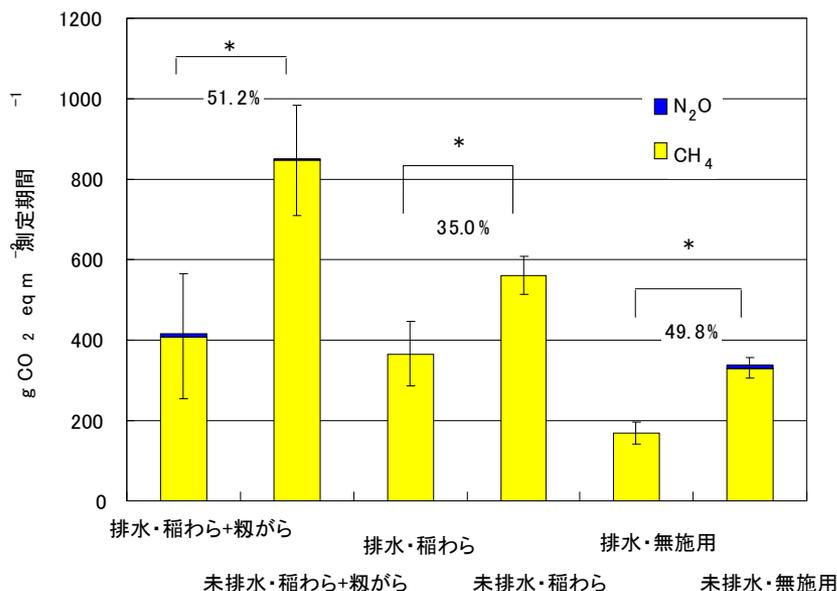


資料：(独)水産総合研究センター

## ○ 温暖化の進行を緩和する技術の開発

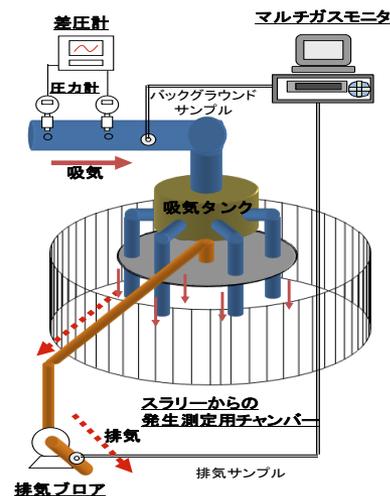
○ 農地、森林における温室効果ガスの発生・メカニズムの解明や、水田の排水促進など温室効果ガスの排出削減技術を開発。

○ 得られた研究成果については、IPCC等への情報提供などにも活用。



水田における非栽培期間の排水促進により、温室効果ガス発生量を35%～51%削減

資料: (独)農業環境技術研究所

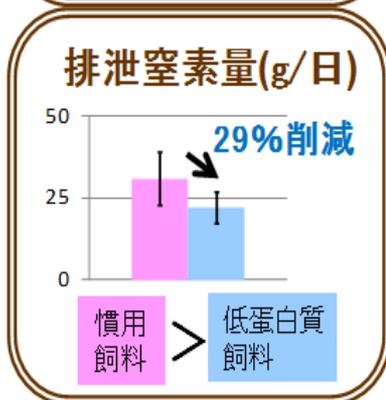
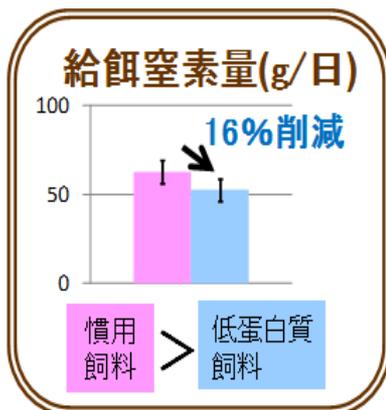
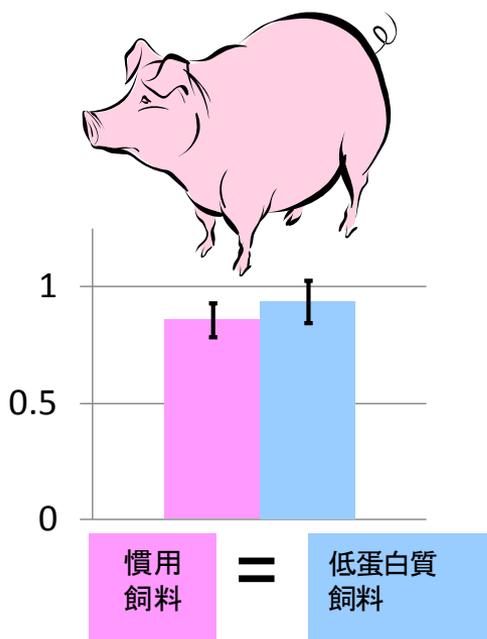


家畜排せつ物処理(スラリー処理)における実規模施設でのガス精密測定方法を開発し、日本の実情に併せ、インベントリに反映できるよう検討

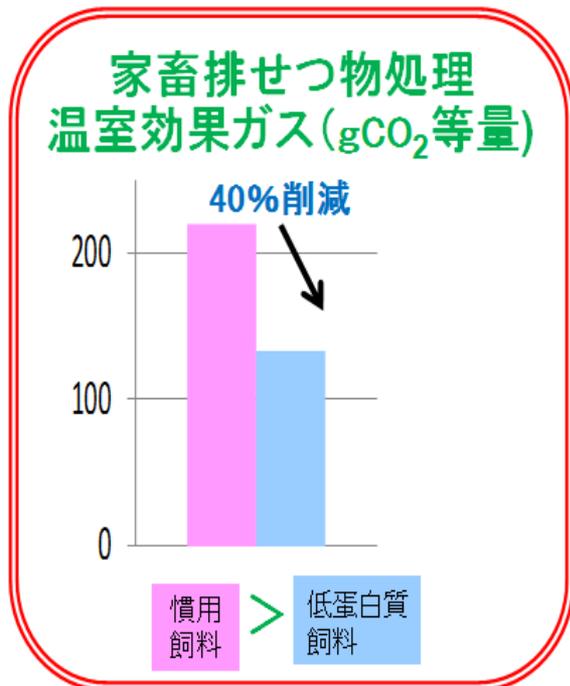
資料: (独)農研機構 畜産草地研究所

○肥育豚にアミノ酸をバランスよく与えることで、生産性に影響なく、ふん尿中の窒素排出量が低下し、一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)の発生を約40%削減できることを検証。国内で初めての一酸化二窒素の排出削減の取り組みとして、肥育豚への低蛋白質飼料の給与が国内クレジット制度に認証。

日増体量(kg/日)



## 温室効果ガスは削減



資料:(独)農研機構 畜産草地研究所

肥育豚飼養(肥育前期)の日増体量(左)、給餌、排せつ窒素量(中央)と、温室効果ガス発生量の比較

○水田において、稲ワラ持ち出し及び稲ワラ堆肥施用による温室効果緩和策は、長期間(33～40年程度)継続した場合でも有効であることが明らかとなった。また、茶園において、春と秋に石灰窒素を施用することにより、収量・品質を維持したままで、N<sub>2</sub>O発生量を約50%削減できることが明らかになった。

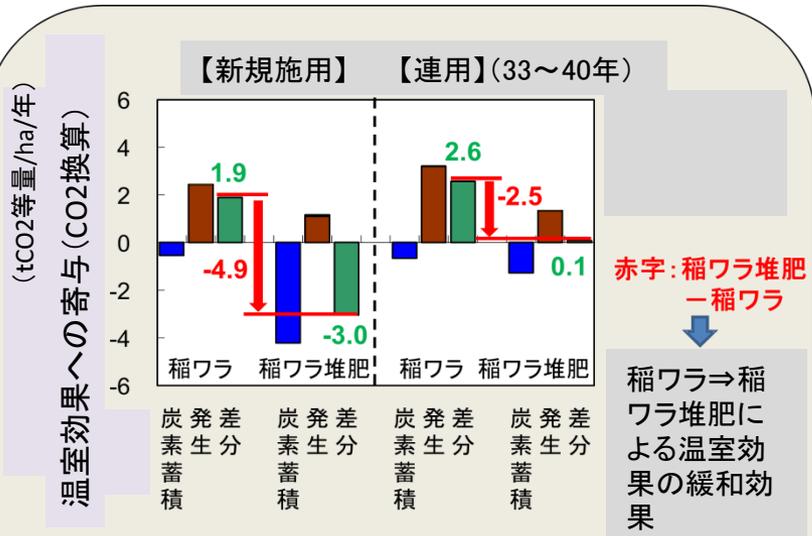
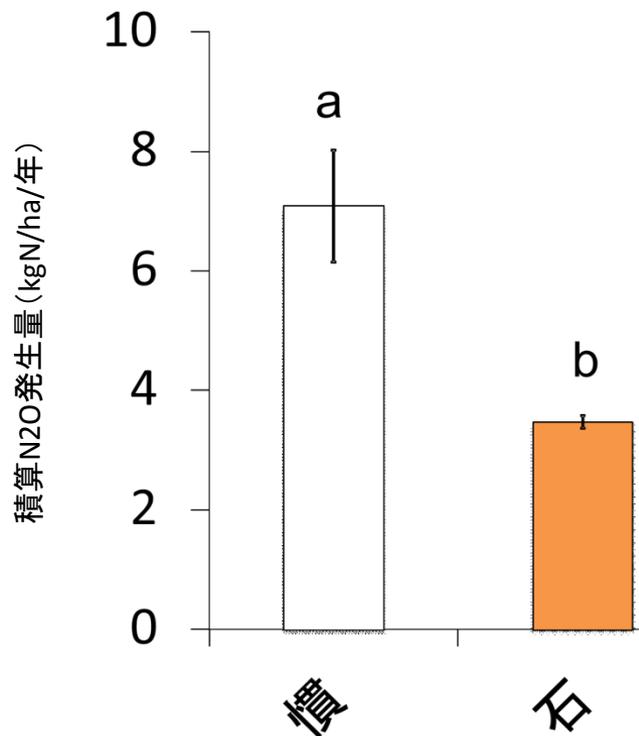


図 有機物施用による土壌炭素蓄積とCH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O発生増加の比較(無施用区との比較。正の値:温室効果促進、負の値:緩和)



慣行区(慣)、石灰窒素(石)の茶園への施用がN<sub>2</sub>O発生量に及ぼす影響(異なるアルファベット間には5%水準有意差あり)

○格段に成長・炭素吸収能に優れた「新世代林業種苗」を短期間で作出するため、ゲノム育種の基盤を整備し、革新的に短期間で成長に優れた種苗を作出する技術開発を実施中。

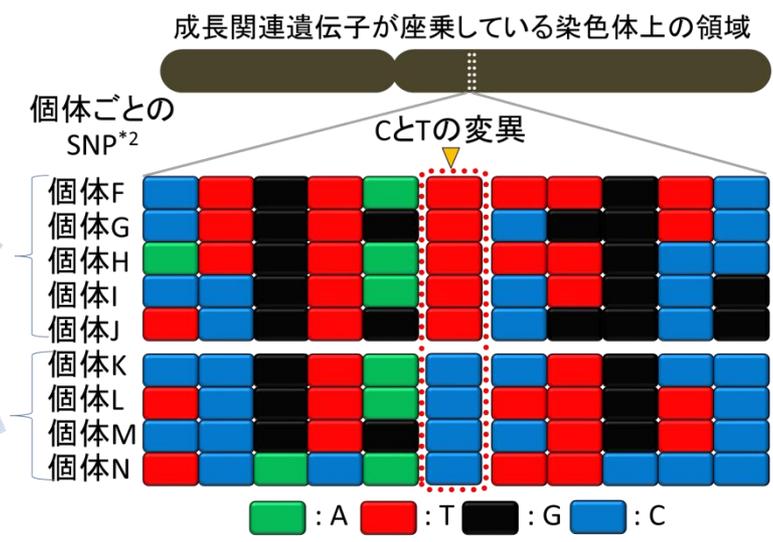
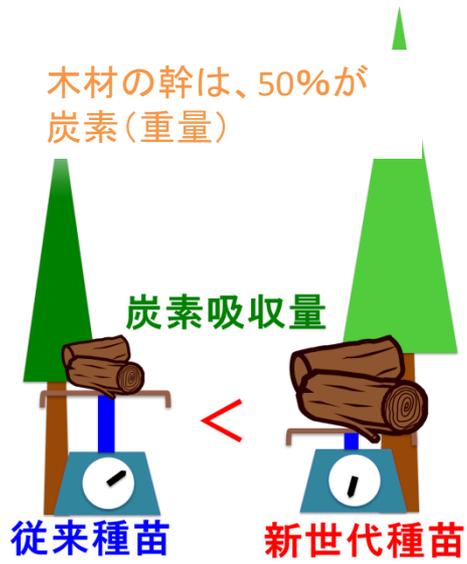


図 個体ごとのSNP\*2のパターンと有用形質(例:成長)との関連イメージ  
\*2: 一塩基多型の略。DNA上に多数存在します。



一般苗 新世代林業種苗  
※芽生えてから10年後の比較

資料:(独)森林総合研究所

## ○ 温暖化の進行に適応する技術の開発

○高温化傾向により、暖地での主力品種である「ヒノヒカリ」では、白未熟粒の発生や、米粒の充実が悪くなるなどの品質の低下が顕著であり、「にこまる」(2005年育成)が西日本で普及。現在、ゲノム育種を活用して、「にこまる」に勝る高温耐性を有し、かつ食味の優れた品種の開発を実施中。

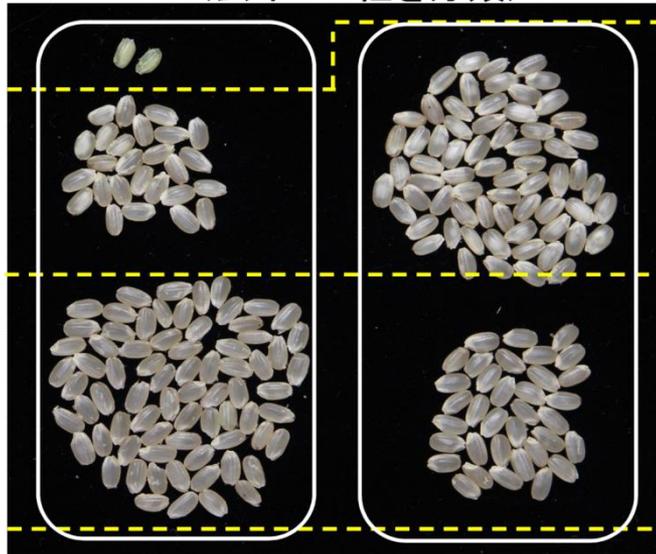
資料: (独)農研機構 九州沖縄農業研究センター

(玄米100粒を分類)

青未熟粒

白未熟粒

整粒



にこまる

ヒノヒカリ



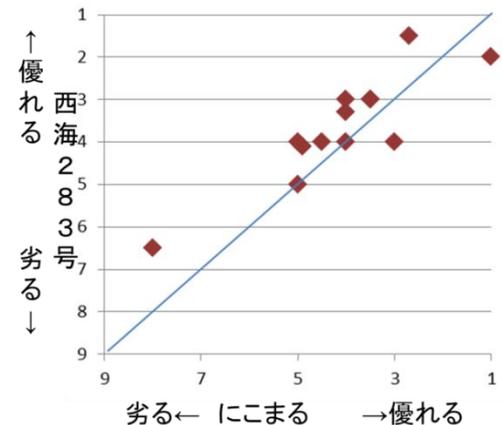
にこまる(未熟粒ややあり)



西海283号



育成中の有望系統

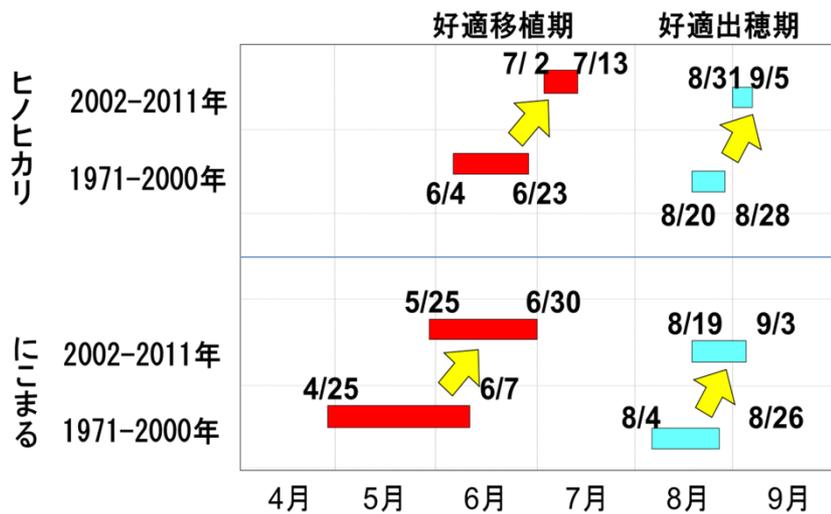
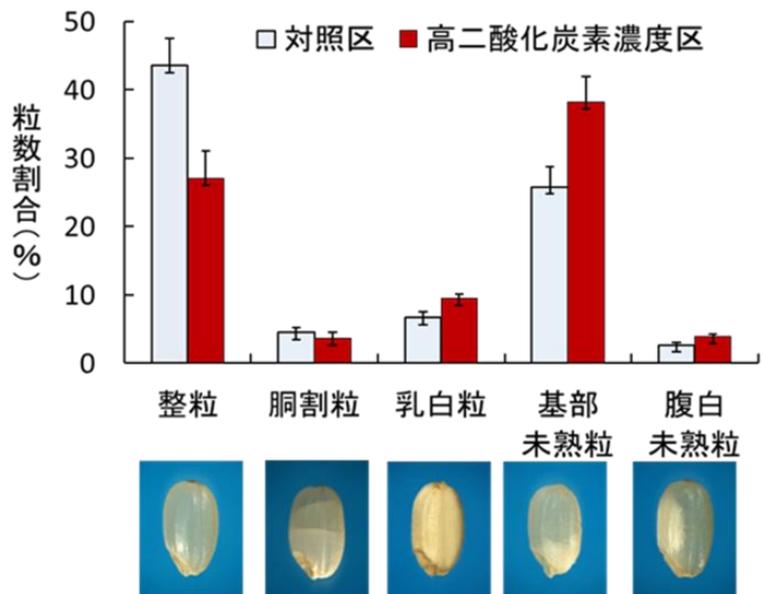
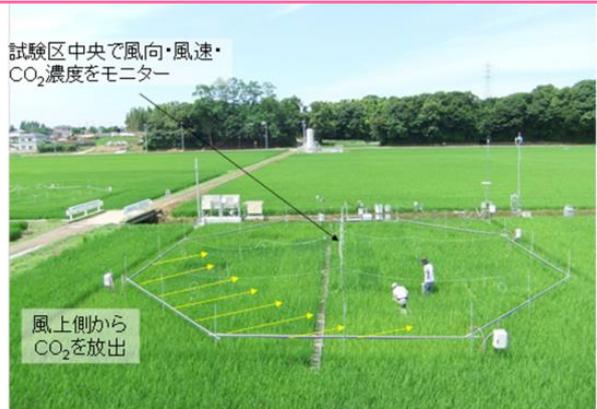


奨励品種決定調査の玄米品質(2011年)

高温年(2010年産)の九州産玄米の品種間比較

「にこまる」より優れる高温耐性を有する「西海283号」等の有望系統を育成し、地域適応性を検討

○開放形水田実験において、高CO2濃度は、水稻の収量を増加させるが、高温下ではその効果は限定的となり、また、外観品質は大きく低下することが判明。  
 ○暖地水稻の高温障害に対しては、適期選択等温暖化に適応するための技術開発を実施。

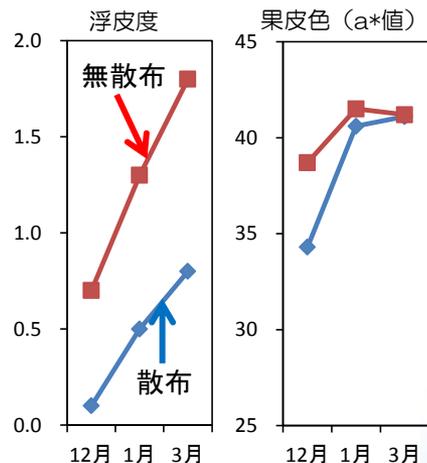


シミュレーションモデルを用いた、品種「ヒノヒカリ」と「にこまる」の好適作期(長崎県諫早市小野島町の例)。

資料:(独)農研機構 九州沖縄農業研究センター

○温暖化の進行に適応した生産安定技術として、植物ホルモンの散布による貯蔵用ミカンの浮皮軽減技術の開発や、温暖化により成長が促進される熱帯産帰化アサガオ類の防除技術の開発などを実施。

資料：(独)農研機構 中央農業研究センター



植物ホルモンの散布による浮皮軽減効果

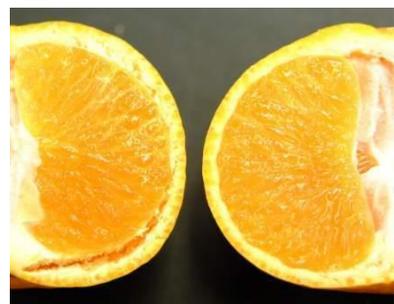
注1)浮皮度は軽1、中2、甚3として判定  
注2)果皮色は大きいほど赤色が強い

浮皮軽減のための技術情報

ジベレリンとプロヒドロジャクソンを混合して散布する新しい浮皮軽減技術



独立行政法人 農研機構 食品産業技術総合研究機構 果樹研究所

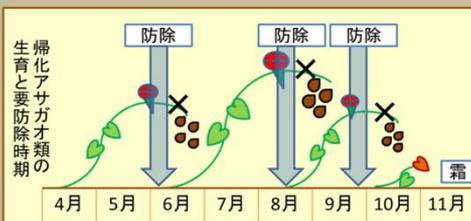


ウンシュウミカン浮皮とその防止技術マニュアル  
果実写真の左は浮皮(果皮と果肉間に隙間ができる)。 右は健全果。

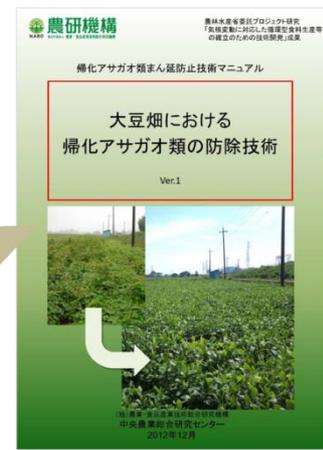


帰化アサガオ類(マルバルコウ)により壊滅的被害の起きた大豆畑

畑のまわりで種子を作らせないタイミングで年3回防除!



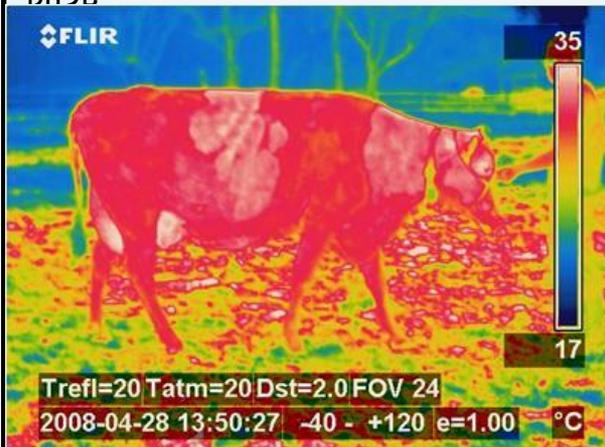
ダイズの本葉が2枚になったら直ちに「大豆バサグラン」を処理するのがポイント!



○温暖化に対する適応策として、家畜の暑熱対策技術や養殖業(ノリ)における高水温対策技術、生物多様性を活用した安定的農業生産技術等を開発(平成25年度～)。

### 畜産における生産安定技術の開発

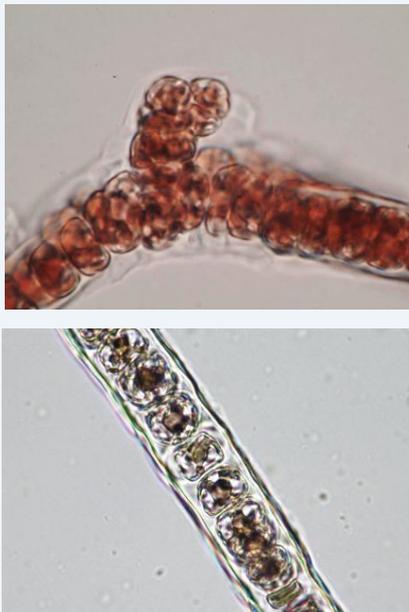
- 家畜の栄養管理により、暑熱による生産性低下を改善する技術を開発



暑熱環境下において家畜の体温が上昇

### 養殖業における生産安定技術の開発

- 高水温で、生育可能なノリ品種の育種素材を開発



高水温により変形したノリ葉状体(上)と正常(下)の断面

### 生物多様性を活用した生産安定技術の開発

- 生物多様性を活用した安定的農業生産技術を開発



薬剤抵抗性を獲得したウンカ類が海外から飛来

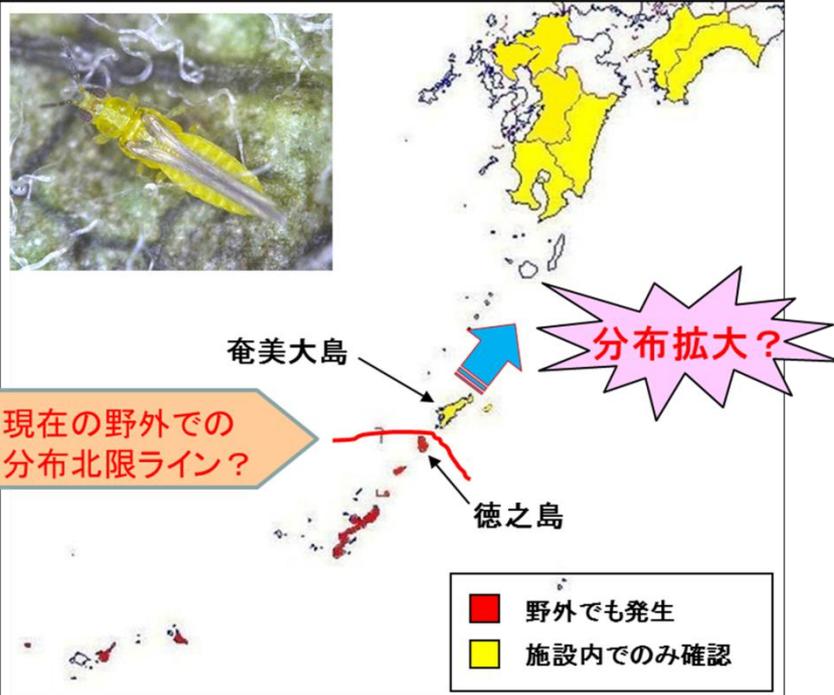
コメの等級を下げるカメムシ類の分布域が北上

# ○土着天敵を有効活用した害虫防除システムの開発

○気候変動に伴う害虫の海外からの侵入や、国内での分布域拡大などを予測し、害虫の大発生による農作物被害を土着天敵を利用して制御する技術を開発

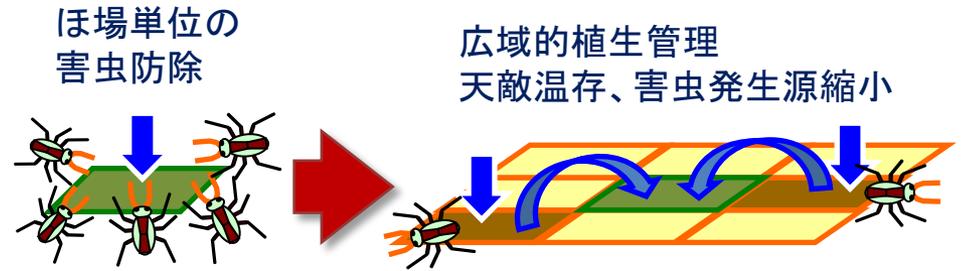
資料：(独)農研機構 中央農業研究センター

## 日本に侵入し分布拡大が懸念される チャノキイロアザミウマ新系統



2007年頃に、ピーマンやシトウも加害する南方由来の新系統を確認。新系統の的確な防除対策を構築するため、温度反応性、殺虫剤抵抗性、遺伝子診断法による分布や寄主範囲を調査中

## 害虫の管理を点(ほ場単位)から 面的管理(集落単位)へ



周辺で増えた害虫を  
ほ場で迎え撃つ  
「本丸決戦」

- ・ 防除コスト・労力大

周辺植生管理による本丸防衛

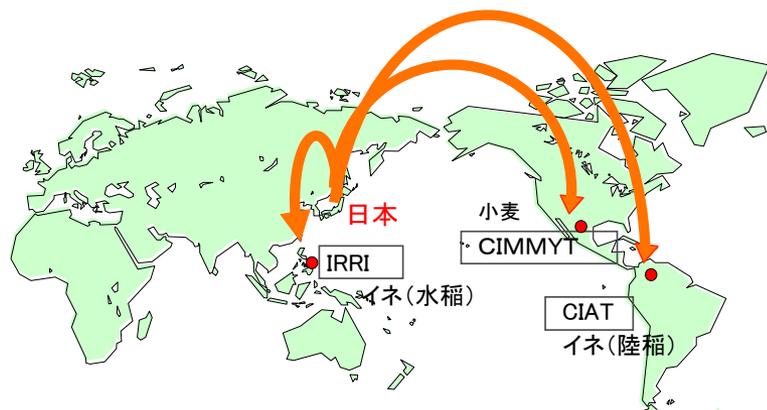
- ・ 地域の休耕田、畦畔、法面等の植生管理
- ・ 温存された天敵が移入して害虫防除
- ・ 害虫の発生源となる植物を減らす
- ・ 防除コスト・労力減

## ほ場外縁・周辺の植生管理で天敵を誘引・増殖



## ○国際連携による気候変動対策技術の開発

○IPCCでは、今後、人口増加が想定される低緯度地域の途上国では、干ばつの増加などから、農業生産性が大きく低下すると予測。また、農業由来の温室効果ガス排出の8割が、途上国からの排出。国際連携を通じて気候変動下の新たな農業生産環境に途上国農業を適応させる技術開発、食料生産を維持しながら、温室効果ガス排出抑制を行う技術開発を推進(平成25年度～)。



干ばつに対応する乾燥耐性作物の育種



Global Research Alliance  
グローバルリサーチアライアンス

(温室効果ガス排出削減を目指す世界的な研究ネットワーク)

アジア地域の環境にあった温室効果ガス排出削減技術の開発



途上国で大量に発生する未利用農産廃棄物(キャッサバ粕など)

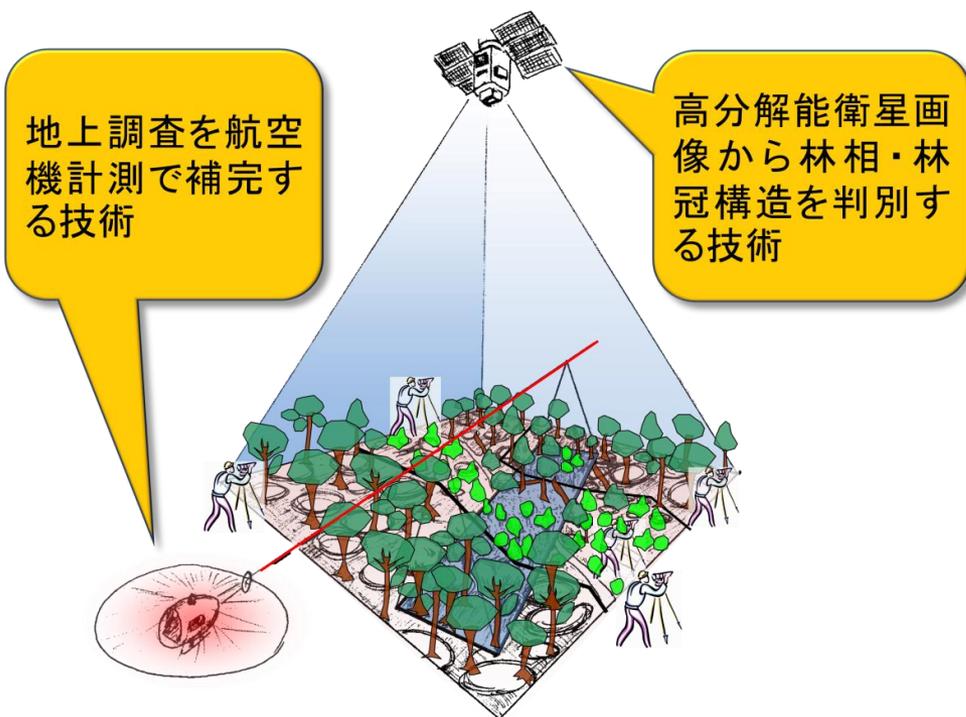


国際再生可能エネルギー機関  
再生可能エネルギー技術の普及促進を図る国際機関

途上国における農産廃棄物の有効利用による気候変動緩和技術の開発

# OREDD(途上国の森林減少・劣化に由来する排出削減)の枠組みへの貢献

○発展途上国の森林破壊を抑制するための森林の保護・増進に先進国が協力するREDD(途上国の森林減少・劣化に由来する排出削減)の枠組みのため、熱帯林の炭素蓄積量の変化を計測する技術を開発しているところ。



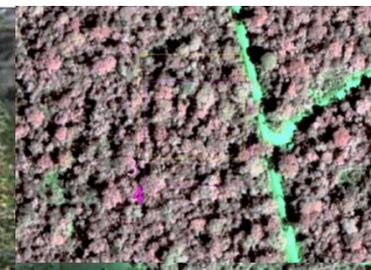
高精度リモートセンシングによる  
アジア地域熱帯林計測技術の高度化

資料:(独)森林総合研究所

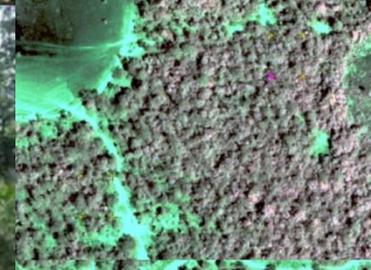
現地の林相

衛星画像

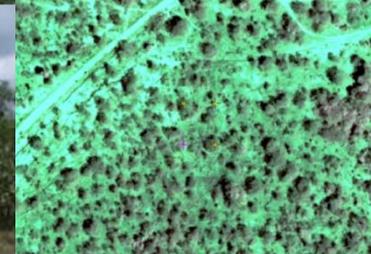
常緑林



二次林



落葉林



高分解能衛星画像と森林タイプ

## 気候変動枠組条約

193ヶ国及びEUが締結(2012年2月現在)

1992年採択  
1992年(地球サミット)  
1994年発効

- 温室効果ガス濃度の安定化が目的
- 「共通であるが差異のある責任」「持続可能な開発を促進する権利」等が原則
- すべての加盟国に排出抑制と吸収源の保護・増大を図る一般的義務

## 京都議定書

191ヶ国及びEUが締結(2012年2月現在)

1997年採択(COP3)

2001年マラケシュ合意(COP7)

2005年発効

2008年～2012年  
第一約束期間

2013年～2020年  
第二約束期間

- 第一約束期間(2008年～2012年)
- 先進国全体(42ヶ国・地域)で5%削減(1990年比)
- 先進各国に削減目標を義務づけ(EU:8%, **米国:7%**, **日本6%**…)

2001年不参加決定

森林吸収量の算入を前提として合意

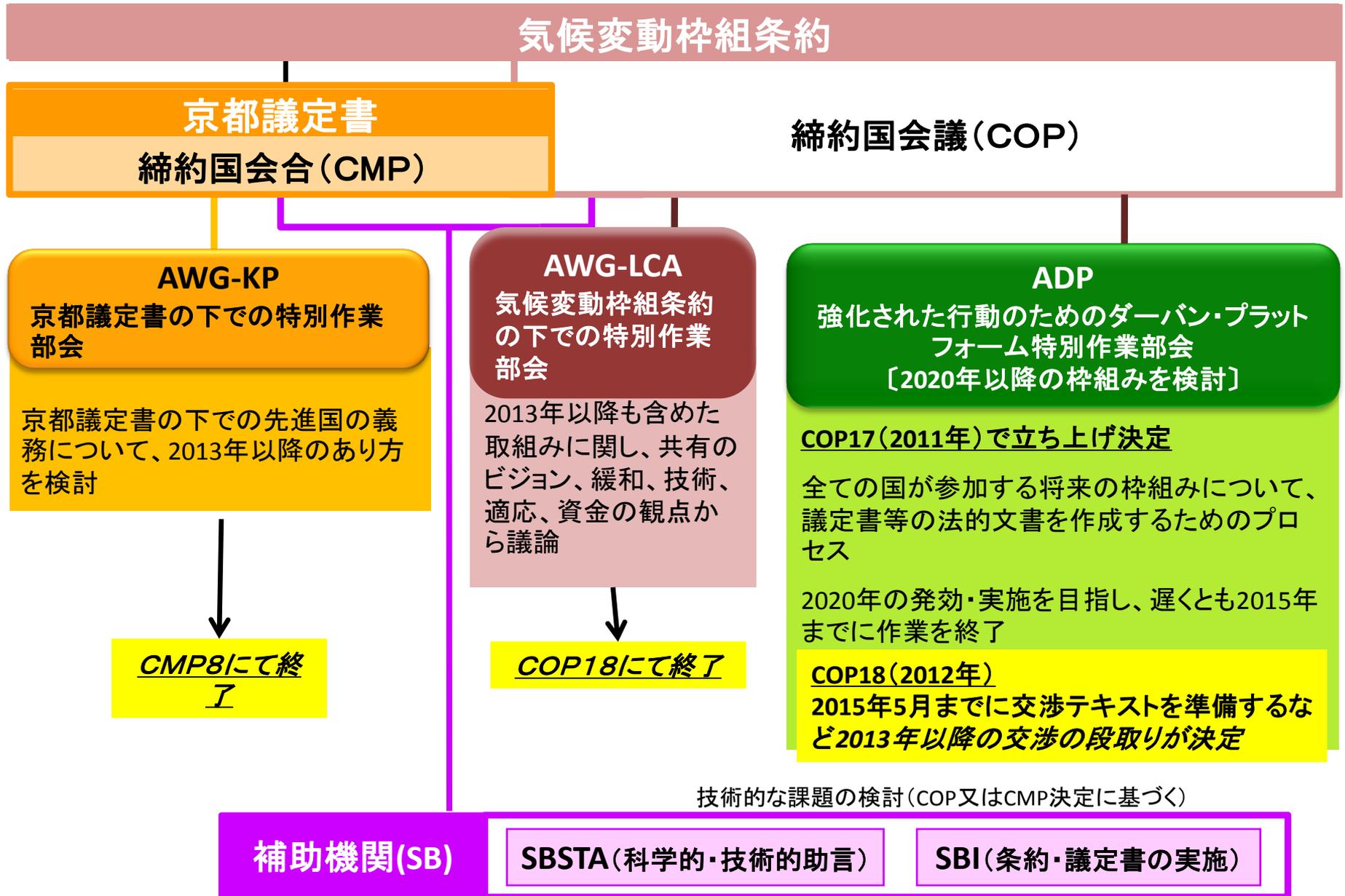
- 京都議定書の運用ルールを合意

我が国の森林吸収量上限値は1300万c-t/年(1990年排出量比3.8%)

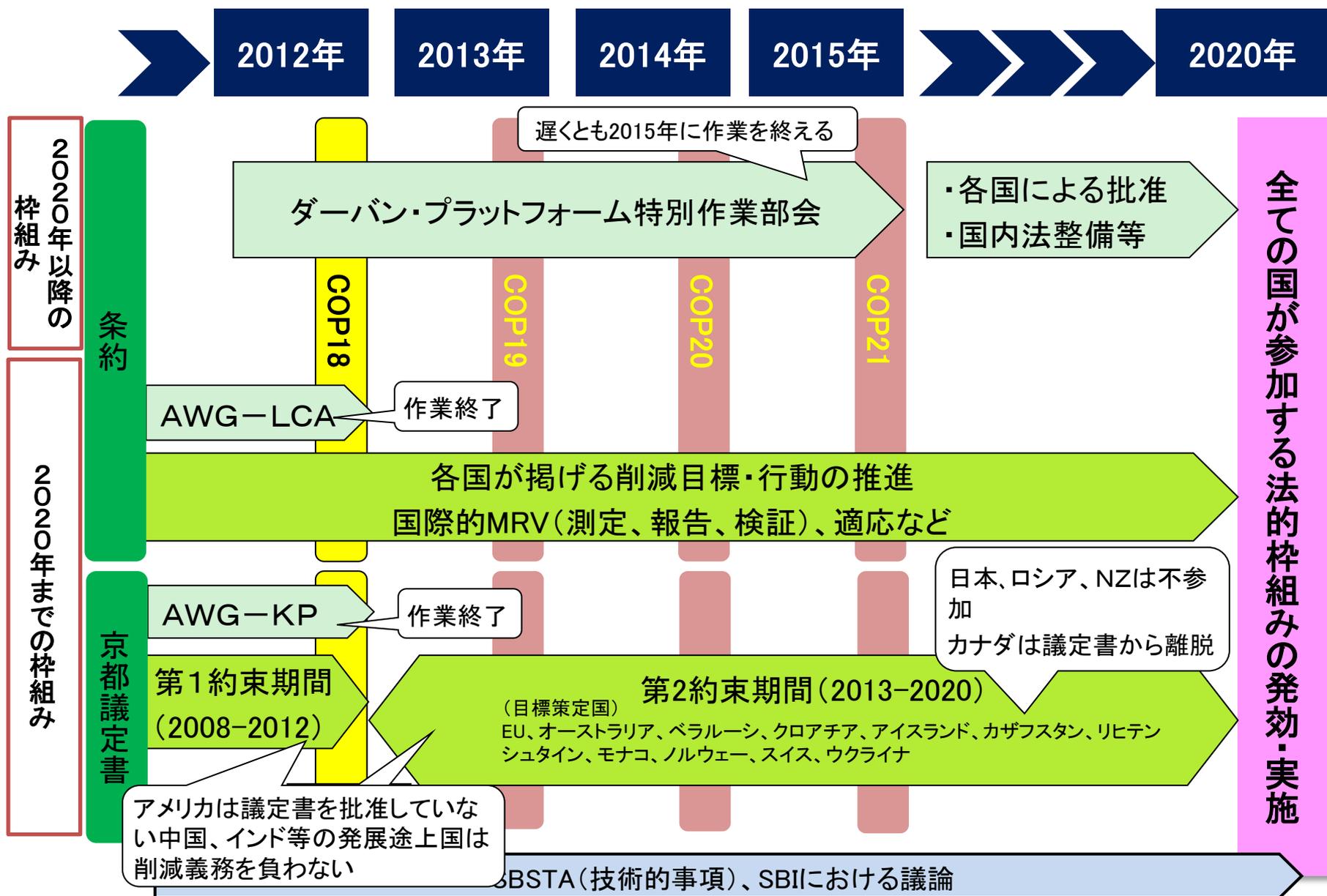
- 2012年ドーハ会合で議定書改正

第2約束期間に参加しない国も吸収量の報告義務

# 地球温暖化防止のための国際的枠組み ②COP18決定



# 地球温暖化防止のための国際的枠組み ③ COP18以後



# (参考)革新的・エネルギー環境戦略(抄)

(平成24年9月14日 エネルギー・環境会議決定)

## 5. 地球温暖化対策の着実な実施

地球温暖化を防止することは人類共通の課題であり、気候変動枠組条約の究極的な目的の達成を目指し、全ての国が参加する2020年以降の将来枠組みの構築に向けた議論が進められている。今回のエネルギー政策の白紙見直しに当たっても、条約の究極的な目的の達成に向けて取り組んでいく姿勢が変わることはない。

我が国は、第四次環境基本計画(平成24年4月27日閣議決定)において、2050年までに温室効果ガス排出量を80%削減することを目指すこととしており、長期的・計画的に対策に取り組んでいく。

- ・ 前記の再生可能エネルギーの大量導入と省エネルギーの国民的展開に加え、地球温暖化係数の高い代替フロン等を始めとするエネルギー起源CO<sub>2</sub>以外の温室効果ガスに関する抜本的な対策を、国民と政府が一体となって着実に実行することにより、国内における2030年時点の温室効果ガス排出量を概ね2割削減(1990年比)することを目指す。
- ・ また、国内における2020年時点の温室効果ガス排出量は、原発の稼働が確実なものではないことからある程度の幅で検討せざるを得ないが、一定の前提をおいて計算すると、5～9%削減(1990年比)となる。
- ・ 地球温暖化対策については、こうした国内における削減に加えて、森林等の吸収源対策や国際的な取組を積極的に進める。
- ・ 森林吸収源については、森林の適正な整備や木材利用等の推進により、2013年から2020年までの平均で算入上限値3.5%分(2020年時点で3%程度)の吸収量の確保を目指す。また、2020年以降も吸収量が確保できるよう、成長に優れた種苗の確保、適切な森林資源の育成を進める。
- ・ 我が国は高効率の石炭火力発電技術など優れた環境技術を保有しており、こうした技術を海外に展開すること等により、地球規模で温室効果ガスの大幅削減が可能となる。我が国の技術等を活用した海外での排出削減への貢献分を我が国の削減目標の達成に活用する二国間オフセット・クレジット制度をはじめとして、我が国の技術等による地球規模での削減を推進しこれを国際貢献の柱とする。
- ・ 避けられない地球温暖化影響への対処(適応)の観点から政府全体の取組を「適応計画」として策定する。

政府は、上記の内容を踏まえ、本年末までに、2013年以降の「地球温暖化対策の計画」を策定し、国民及び国際社会に対して示していく。