

日時：2026年1月16日(金)

**令和7年度 地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業
(CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業)
成果発表会**

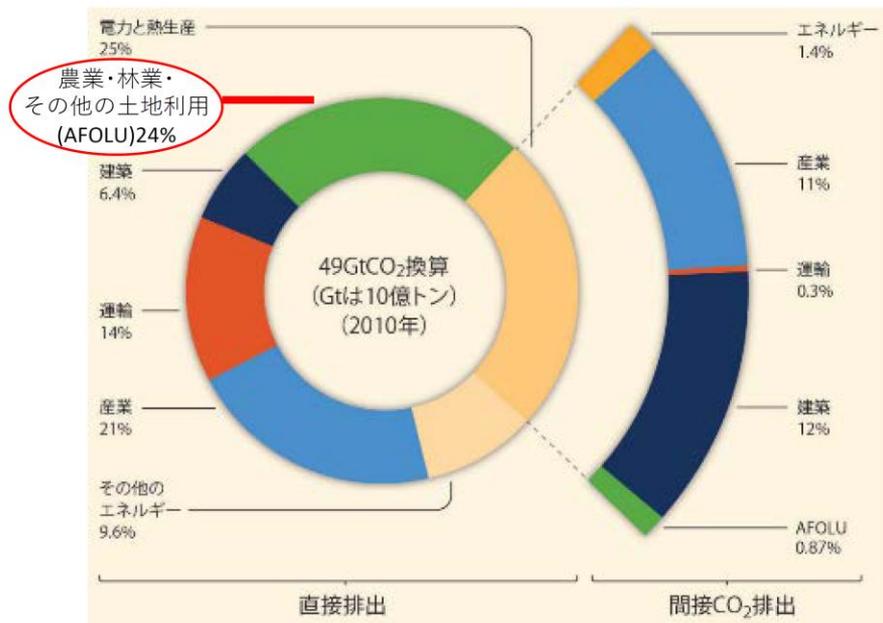
施設園芸の脱炭素化に資するゼロエネルギー グリーンハウス (ZEG) の開発・実証

**国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構)
農村工学研究部門 資源利用研究領域地域資源利用・管理グループ
石井雅久**

世界全体と日本の農業由来の温室効果ガス（GHG）の排出

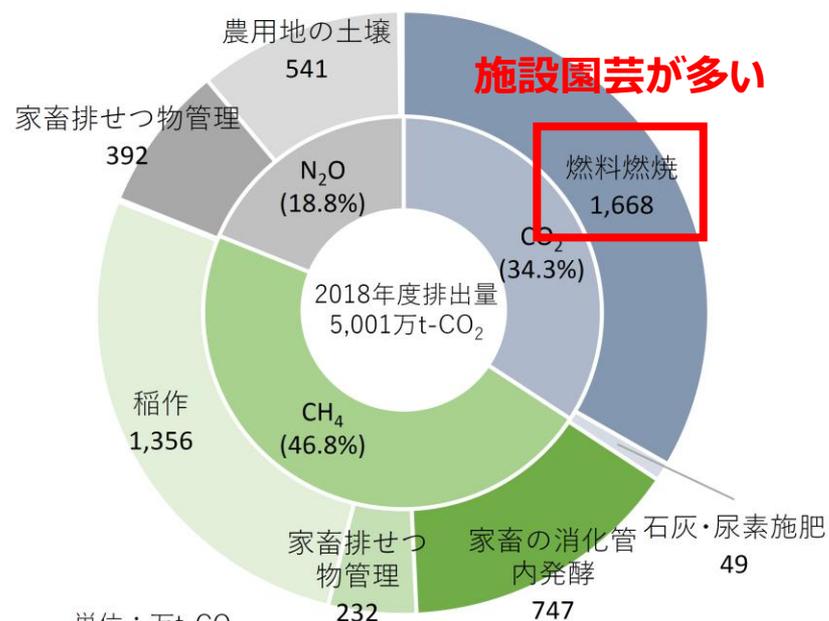
- 世界のGHG排出量は、490億トン（CO₂換算）。このうち、農業・林業・その他土地利用の排出は世界の排出全体の1/4。
- 日本の排出量は12.4億トン。このうち、農林水産分野は約5,001万トン（2018年度、約4.0%）。
- 農業分野からの排出について、水田、家畜の消化管内発酵、家畜排せつ物管理等によるメタンの排出や、農用地の土壌や家畜排せつ物管理等によるN₂Oの排出がIPCCにより定められている。
 - * 温室効果は、CO₂に比べメタンで25倍、N₂Oでは298倍。
- エネルギー起源のCO₂排出量は世界比約3.4%（第5位、2017年（出典：EDMC/エネルギー経済統計要覧））。
- 日本の吸収量は約5,590万トン。このうち森林4,700万トン、農地・牧草地750万トン（2018年度）。

■ 世界の経済部門別のGHG排出量



出典：IPCC AR5 第3作業部会報告書 図 SPM.2

■ 日本の農林水産分野のGHG排出量



単位：万t-CO₂

データ出典：温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）

出典：気候変動に対する農林水産省の取組（農林水産省、2021）

みどりの食料システム戦略（概要）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

Measures for achievement of Decarbonization and Resilience with Innovation (MeaDRI)

令和3年5月
農林水産省

現状と今後の課題

- 生産者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退
- 温暖化、大規模自然災害
- コロナを契機としたサプライチェーン混乱、肉食拡大
- SDGsや環境への対応強化
- 国際ルールメイキングへの参画



「Farm to Fork戦略」(20.5)
2030年までに化学農薬の使用及びリスクを50%減、有機農業を25%に拡大



「農業イノベーションアジェンダ」(20.2)
2050年までに農業生産量40%増加と環境フットプリント半減

**農林水産業や地域の将来も
見据えた持続可能な
食料システムの構築が急務**

持続可能な食料システムの構築に向け、「みどりの食料システム戦略」を策定し、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進

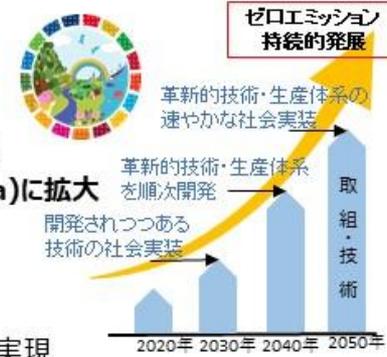
目指す姿と取組方向

2050年までに目指す姿

- **農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現**
- 低リスク農業への転換、総合的な病害虫管理体系の確立・普及に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減
- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減
- 耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 2030年までに食品製造業の労働生産性を最低3割向上
- 2030年までに食品企業における持続可能性に配慮した輸入原材料調達の実現を目指す
- エリートツリー等を林業用苗木の9割以上に拡大
- ニホンウナギ、クロマグロ等の養殖において人工種苗比率100%を実現

戦略的な取組方向

- 2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発（技術開発目標）
- 2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現（社会実装目標）
- ※政策手法のグリーン化：2030年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中。2040年までに技術開発の状況を踏まえつつ、補助事業についてカーボンニュートラルに対応することを目指す。補助金拡充、環境負荷軽減メニューの充実とセットでクロスコンプライアンス要件を充実。
- ※革新的技術・生産体系の社会実装や、持続可能な取組を後押しする観点から、その時点において必要な規制を見直し。地産地消型エネルギーシステムの構築に向けて必要な規制を見直し。



期待される効果

経済

持続的な産業基盤の構築

- ・輸入から国内生産への転換（肥料・飼料・原料調達）
- ・国産品の評価向上による輸出拡大
- ・新技術を活かした多様な働き方、生産者のすそ野の拡大

社会

国民の豊かな食生活 地域の雇用・所得増大

- ・生産者・消費者が連携した健康的な日本型食生活
- ・地域資源を活かした地域経済循環
- ・多様な人々が共生する地域社会

環境

将来にわたり安心して 暮らせる地球環境の継承

- ・環境と調和した食料・農林水産業
- ・化石燃料からの切替によるカーボンニュートラルへの貢献
- ・化学農薬・化学肥料の抑制によるコスト低減

アジアモンスーン地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメイキングに参画（国連食料システムサミット（2021年9月）など）

園芸施設

2050年までに化石燃料を使用しない施設への完全移行を目指す。

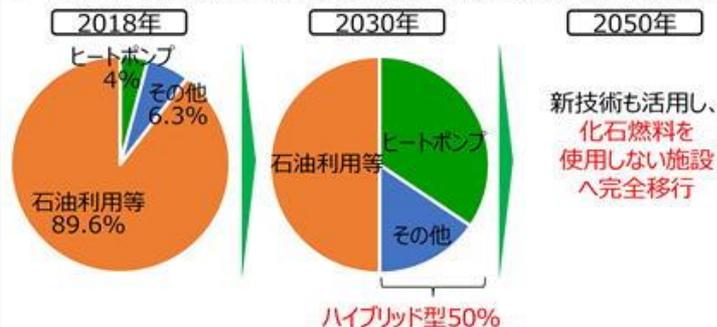
2030年目標の設定の考え方

- 地球温暖化対策計画（2021年10月閣議決定）における施設園芸の省エネルギー対策による2030年のCO₂排出削減見込量（155万t-CO₂）を踏まえ、化石燃料のみに依存しない施設（ハイブリッド型園芸施設等）の面積を推計し、中間目標を設定。
- 2030年までは、ヒートポンプと燃油暖房機のハイブリッド運転等、既存技術を活用したハイブリッド型園芸施設への転換を支援するとともに、この頃までに、高性能ヒートポンプや高効率蓄熱・移送技術など、ゼロエミッション型園芸施設の実現に向けた研究開発を進め、目標達成を目指す。
- 2030年以降は、新たに開発された技術の実証・普及により、2050年の意欲的な目標に向けて取組を加速していく。

現状と課題

- 園芸施設のうち加温設備のある施設の設置面積（2018年）は17,388haであり、その約9割（15,656ha）が重油等の化石燃料を主に使用。
- 2050年までに化石燃料を使用しない施設への完全移行に向けては、加温設備の転換を図っていく必要があるが、ヒートポンプ、木質バイオマス暖房機等の既存技術には、低温時の加温性能や導入コストなどの課題が存在。
- このため、これら課題を解決する技術開発を進めるとともに、CO₂排出量の削減に向け、施設園芸の省エネルギー対策を強力に推進していく必要。

■ 2050年の化石燃料を使用しない施設への完全移行達成に向けた道筋



当面の対応

- 2030年に向けて、ヒートポンプと燃油暖房機のハイブリッド運転や環境センサ取得データを利用した適温管理による無駄の削減等、既存技術を活用したハイブリッド型園芸施設への転換を支援するとともに、ゼロエミッション型園芸施設の実現に向けた研究開発を推進。
- 令和4（2022）年度は、産地生産基盤パワーアップ事業、強い農業づくり総合支援交付金等により、省エネ機器等の導入を支援するとともに、みどりの食料システム戦略推進交付金のうちSDGs対応型施設園芸確立により、モデル産地を育成し、今後のハイブリッド型園芸施設の導入拡大につなげる。



ヒートポンプと燃油暖房機のハイブリッド運転



燃焼式暖房機



ヒートポンプ室内機



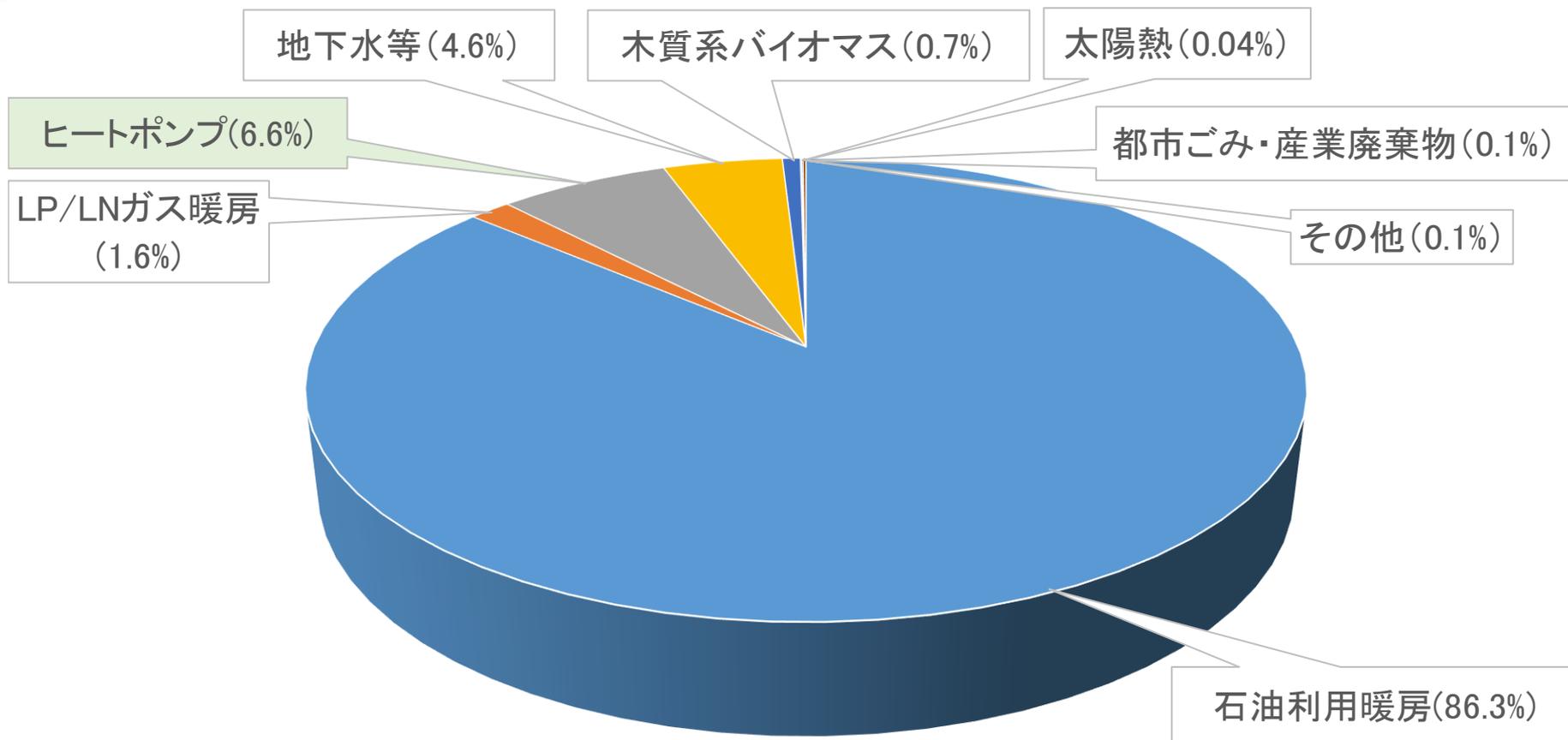
バイオマス暖房機



ヒートポンプ室外機

- 日本の**施設園芸面積37,894 ha**のうち、**加温設備**を備えた**園芸用施設は16,647 ha (43.9%)**この内、**89.3%**が**石油やガス等の化石燃料による燃焼式暖房装置**を利用している。
- **再生可能エネルギー利用**として、**バイオマス燃料（木質ペレット・チップ、もみガラ等）**や**自然エネルギー利用（地中熱・太陽熱利用）**が推進されているが、普及は進まない。
- **バイオマス燃料が普及しない背景**として、**単位熱量当たりの価格が燃油よりも高いこと**や、**適正な価格で安定供給されるサプライチェーンが未成熟**なことがある。
- 燃油価格の高騰以降、暖房費削減目的で**ヒートポンプ**が導入されたが、**空気熱源方式**は**室外の熱交換器で着霜**するという問題があり、普及が進まない。**導入コストも高い**ことも課題。

施設園芸加温種別の内訳（令和5年）



園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況(R5)（農林水産省、2025）より作図

- 加温種別に見ると、石油利用暖房は14,327 ha(89.3%)、LP/LNガス暖房は265 ha(1.6%)であり、化石燃料への依存度が極めて高い
- 化石燃料からの代替が課題であるが、ヒートポンプは1,094 ha(6.6%)、地下水等は765 ha(4.6%)、木質系バイオマスは116 ha(0.7%)、太陽熱利用は6.5 ha(0.04%)、都市ごみ・産業廃棄物は10 ha(0.1%)、その他は19 ha(0.1%)であり、なかなか代替が進まない。

**(環境省) 地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・
実証事業 (2022~2024年度)**

**施設園芸の脱炭素化に資するゼロエネルギーグリーンハウス
(ZEG) の開発・実証**

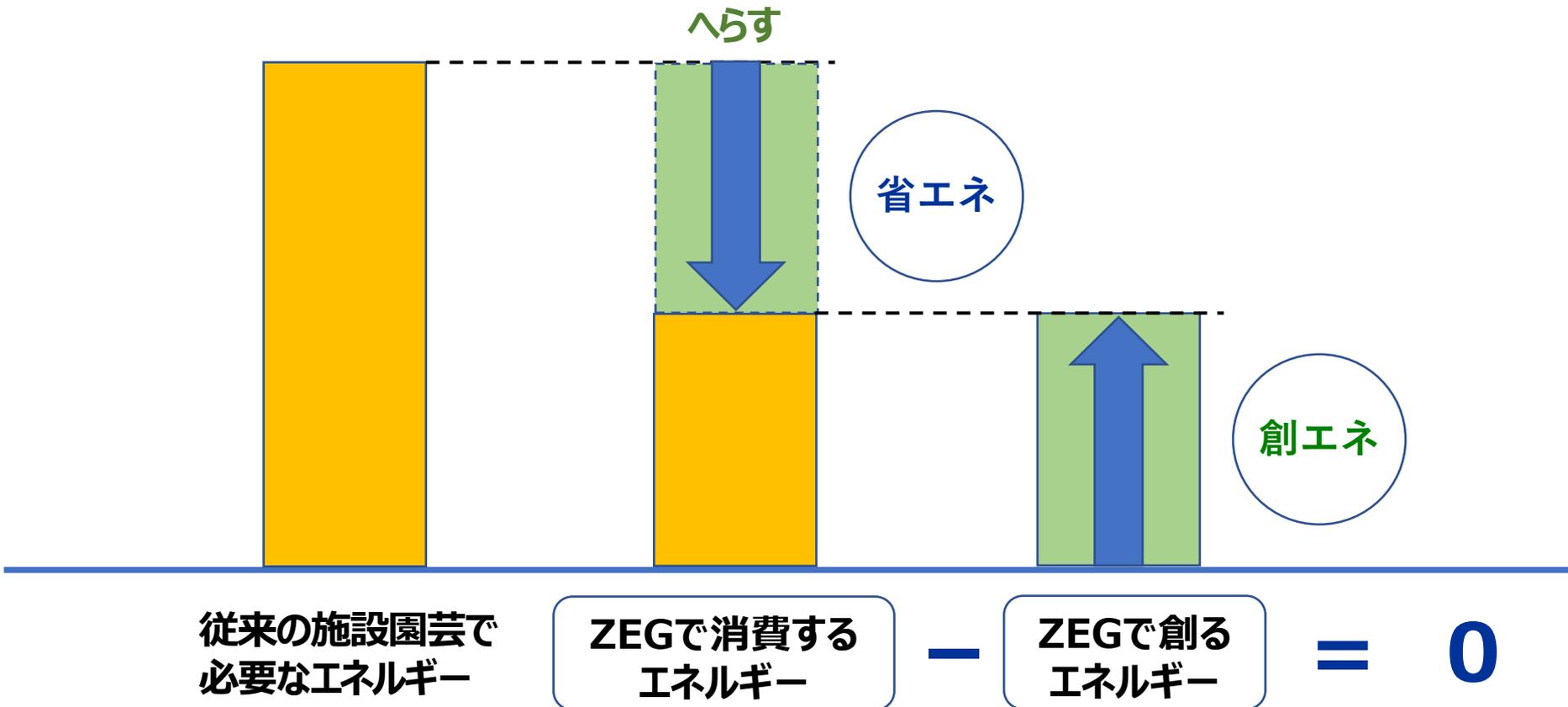
代表研究機関：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

**共同研究機関：東洋紡株式会社
イノチオアグリ株式会社
ホルトプラン合同会社
早稲田大学理工学術院創造理工学部
慶應義塾大学理工学部
千葉大学大学院園芸学研究院
埼玉県農業技術研究センター
有限会社国分寺洋蘭園
イオンアグリ創造株式会社**

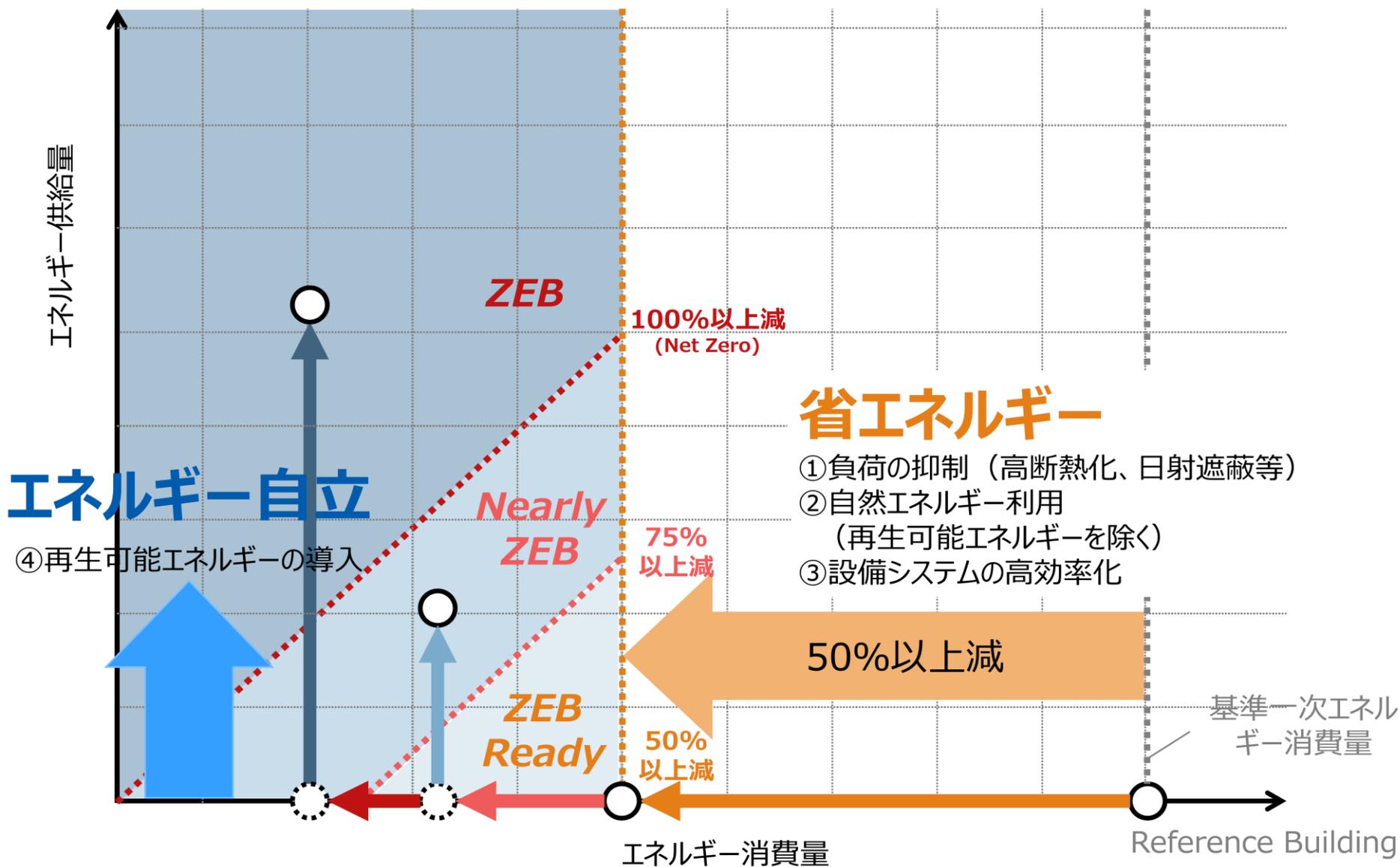
事業担当：環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室

ゼロエネルギーグリーンハウス（ZEG）とは

- net Zero Energy Greenhouse（ネット・ゼロ・エネルギー・グリーンハウス）の略称で、「ゼグ」と呼称
- 高効率な園芸生産および快適な室内環境を実現しながら、温室（グリーンハウス）で消費する年間の一次エネルギーの収支をゼロにすることを旨とする

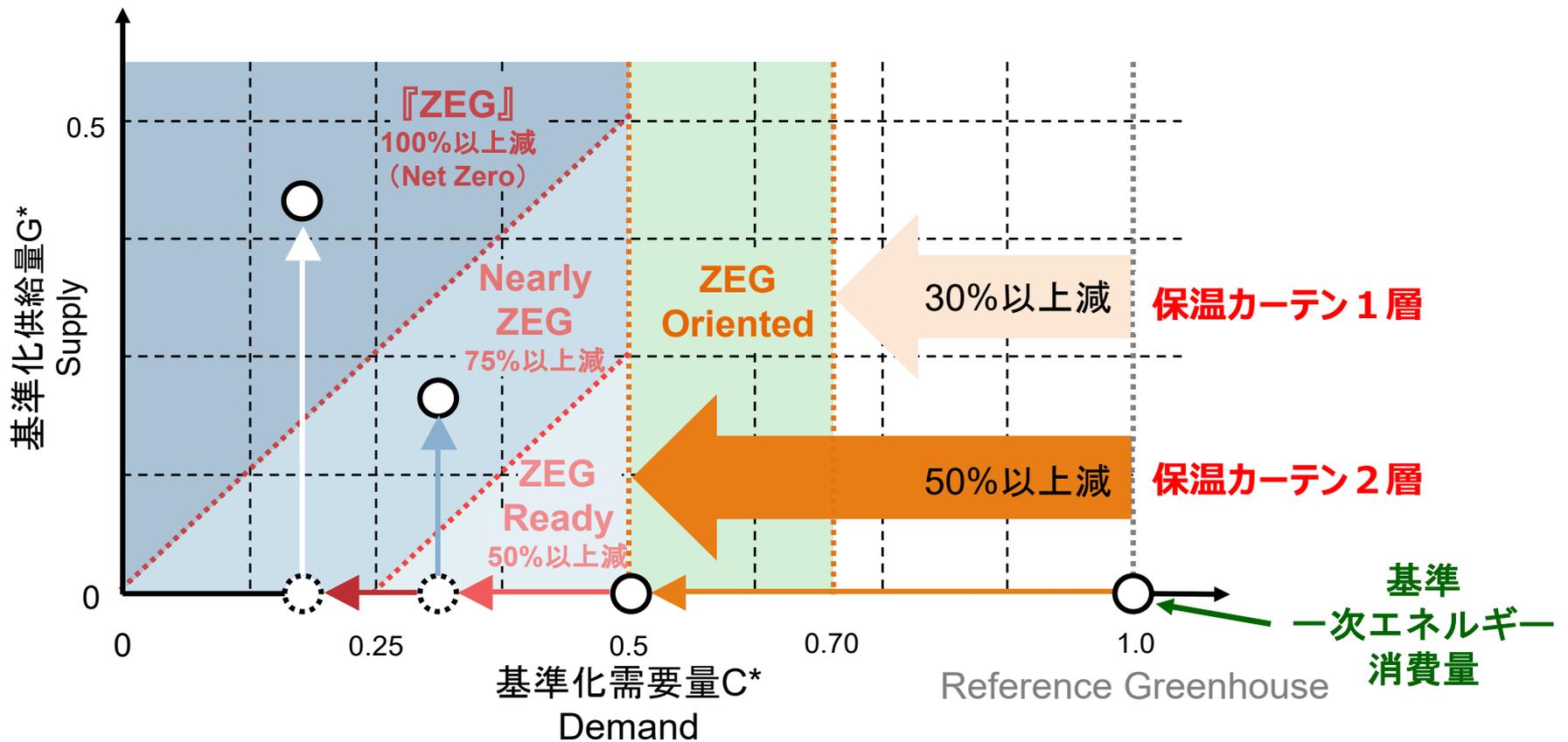


ZEB（ゼロエネルギービル）の定義・評価方法（例）



出典：経済産業省資源エネルギー庁「平成30年度ZEBロードマップフォローアップ委員会とりまとめ」（平成31年3月）

ZEG（ゼロエネルギーグリーンハウス）の定義・評価方法

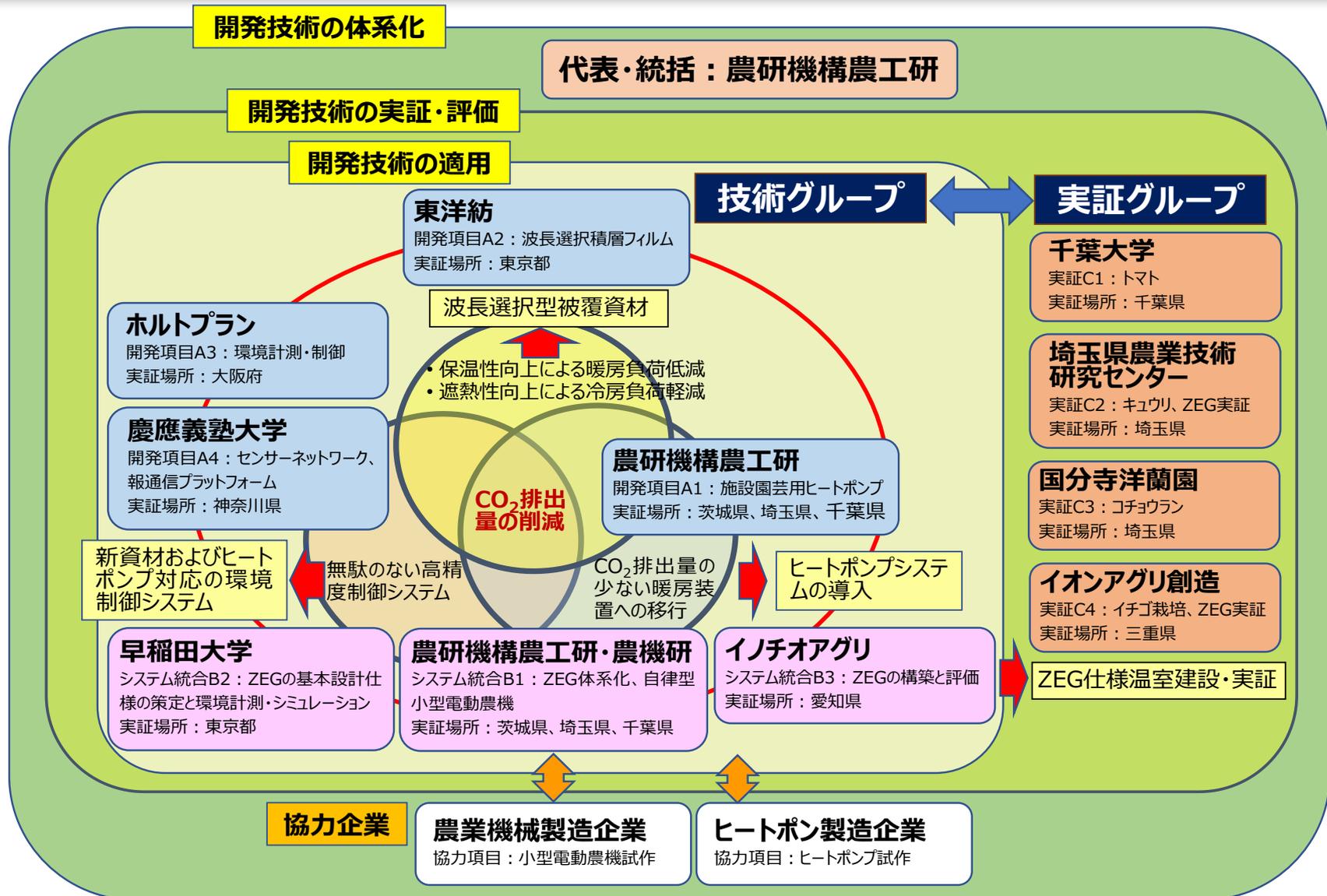


G^* : 標準化供給量 = 評価対象温室の生成エネルギー / レファレンス温室の消費エネルギー

C^* : 標準化需要量 = 評価対象温室の消費エネルギー / レファレンス温室の消費エネルギー

ZEG（ネット・ゼロ・エネルギー・グリーンハウス）の段階的評価

「施設園芸の脱炭素化に資するゼロエネルギーグリーンハウス (ZEG) の開発・実証」



研究代表機関：農研機構（農村工学研究部門、農機研）

参画機関：東洋紡、イノチオアグリ、ホルトプラン、早稲田大学、慶應義塾大学、千葉大学、埼玉県農業技術研究センター、国分寺洋蘭園

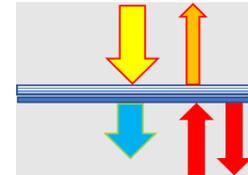
【実証技術の概要】

【技術要素①】

施設園芸用
ヒートポンプ

【技術要素②】

波長選択積層フィルムを適用した
新カーテン資材（保温/遮熱併用）



- 光合成に有効な400～700nmの波長を選択的に透過
- 近赤・赤外光の反射を制御

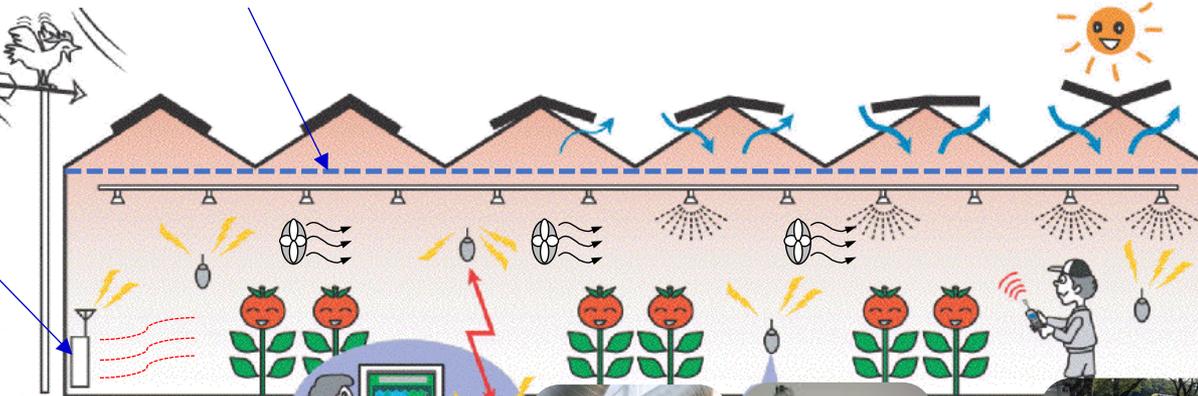


波長選択積層フィルム

【技術要素④】

ZEG体系化

エネルギーNet Zero
生産性・収益向上



【技術要素③】

高精度環境計測・制御装置
/GEMS/センサーネットワーク



センサーネットワーク



環境計測センサ



自動運搬台車



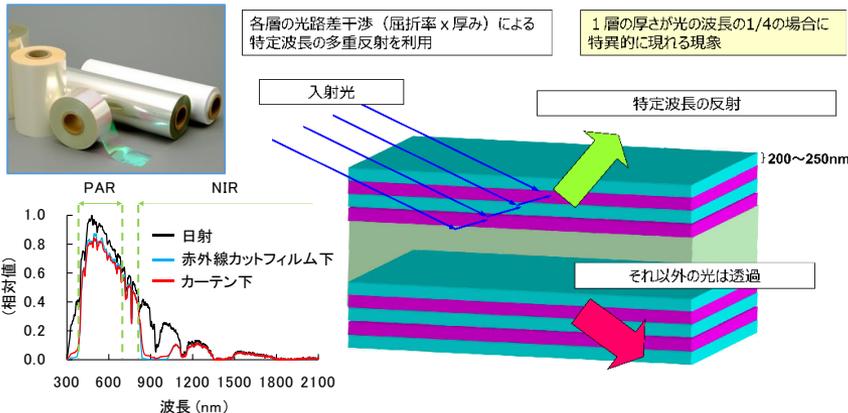
地下水熱源ヒートポンプ

- ① 農業地域の再エネ電力と未利用熱を活用する高効率な施設園芸用ヒートポンプの開発による燃烧式暖房機からの脱却
- ② 作物光合成の最大化とエネルギーロスを最小化し、作物にとって明るい波長選択積層フィルムを適用した新カーテン資材の開発
- ③ ヒートポンプと新資材カーテンの効果を引き出すセンサーネットワークと高精度環境計測・制御装置/GEMSの開発
- ④ ①施設園芸用ヒートポンプ、②新素材カーテン、③高精度環境計測・制御システムを組み合わせたZEG仕様温室生産システム

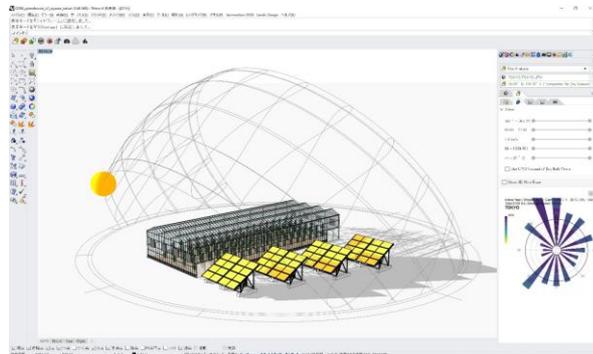
【実証技術の概要】



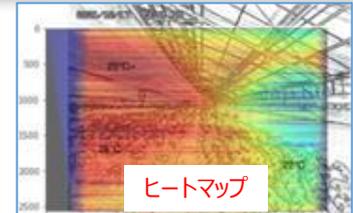
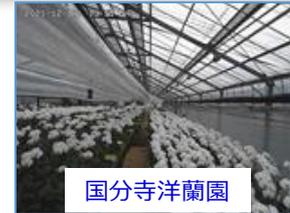
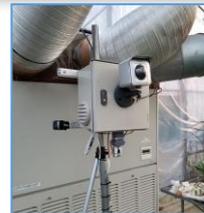
試作・開発中の施設園芸用ヒートポンプ（10馬力機）と改良（農研機構）



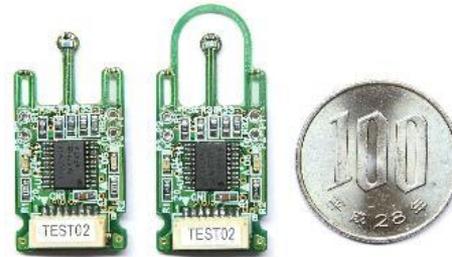
開発中の積層高機能性フィルムの原理と特徴（東洋紡）



開発中のZEGシミュレーター（早稲田大学、農研機構）



高精度環境計測・制御装置/センサーネットワーク（慶應義塾大学、ホルトプラン、農研機構）



新開発の小型環境計測センサモジュール（ホルトプラン、農研機構）



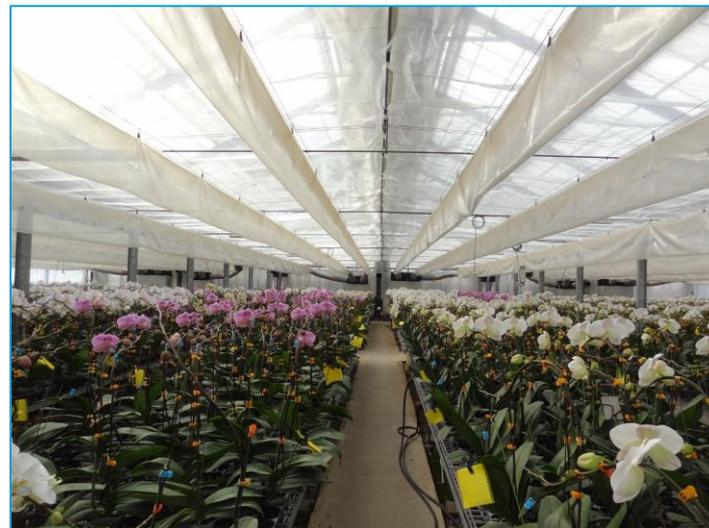
自律走行が可能な小型電動ロボット（農研機構）



ZEG仕様温室の建設と現地実証（イノチオアグリ、国分寺洋蘭園、千葉大学、埼玉県）



コショウラン生産温室と太陽光発電施設



新カーテン資材を展張したZEG室内

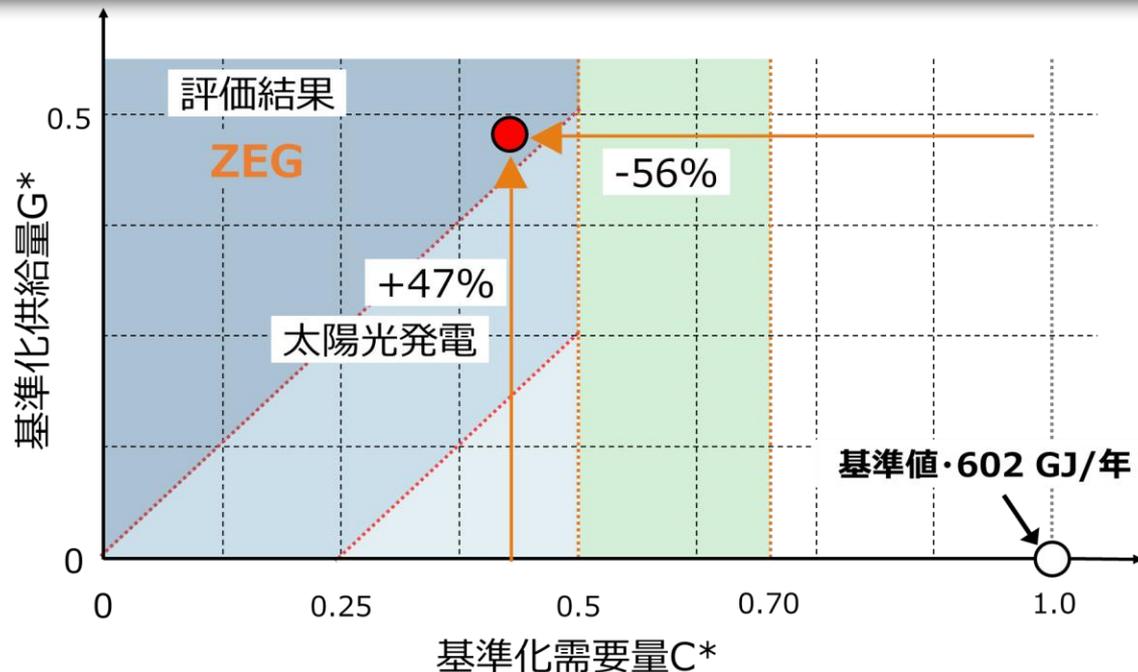


ヒートポンプによる空調の状況



開発・実証を行っている地下水熱源ヒートポンプ 13

コショウラン生産温室でのZEG実証試験（リニューアル）



- 敷地内には温室5棟、事務所、太陽光発電設備がある。
- 温室内の空調は電気式ヒートポンプにより、夏季は日中25°C／夜間15°C、冬季は日中27°C／夜間18°Cを目標に制御されている。
- 本事業で提案したZEGの評価法を、コショウラン生産温室に適用し、ZEGの評価を行った結果、省エネ技術を導入していない基準温室（レファレンス温室）の年間一次エネルギー（602 GJ/年）消費量と比較し、ZEG実証施設では需要量が約56%削減される。さらに太陽光発電により47%の電力が供給されるので、ZEG実証施設はエネルギー需要の100%以上を再エネで賄えるZEGとしてラベリングされた。



従来温室（奥）およびZEG（手前）



太陽光発電パネル



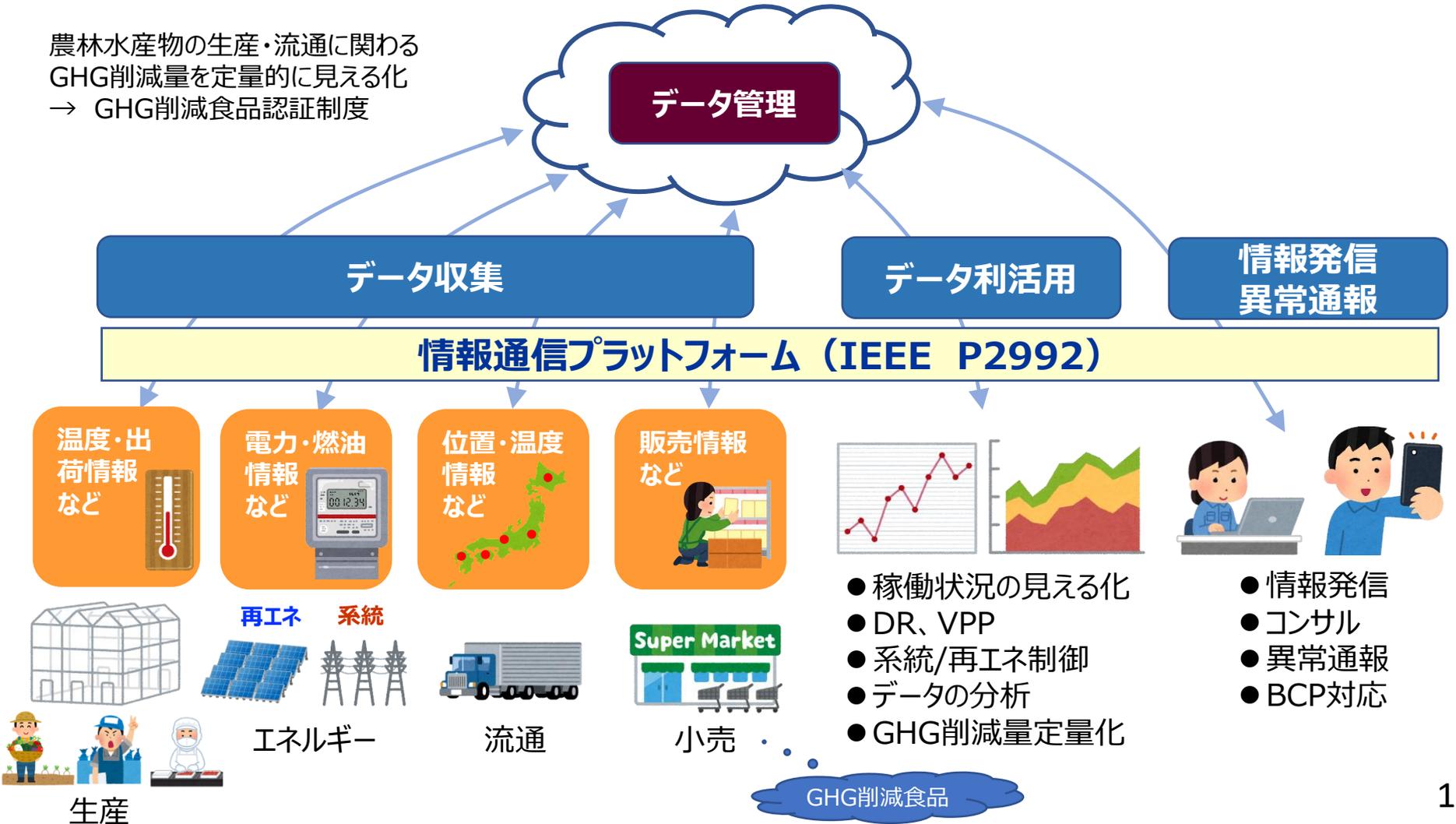
ZEG実証施設（イチゴを生産）



地下水熱源ヒートポンプ

農林水産業に関わる生産情報の見える化と製品・商品へのタグ付け（付加価値化）

農林水産物の生産・流通に関わる
GHG削減量を定量的に見える化
→ GHG削減食品認証制度



本成果は、環境省地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業「施設園芸の脱炭素化に資するゼロエネルギーグリーンハウス（ZEG）の開発・実証」（2022～2024年度）により得られました。記して謝意を表します。

※ 本資料の取扱いについて

掲載された講演資料の中には著作権があるものや、本事業が終了した後も開発・実証を進めているものが含まれていますので、複製・転載・引用に当たっては、必ず講演者の了解を得てください。