

【産業競争力懇談会 2022年度 プロジェクト 最終報告】

# 【Ambient Energy Platform の構築と社会実装】

～熱を含めた統合 EMS の早期実現を目指して～

2023年2月9日

産業競争力懇談会 **COCN**

## 【エクゼクティブサマリ】

### 1. 本プロジェクトの基本的な考え方

我が国においては、Society5.0の早期実現、2030年までにSDGsの実現、2050年までに脱炭素社会の実現が求められている。このような中、2020年12月政府発表のグリーン成長戦略が発表され、脱炭素社会を目指す取り組みの中でデジタル化技術としてのエネルギー管理システム(EMS)の確立に向けたロードマップが示された。ここでは、2025年までに、EMSに係る基盤技術を確立することが求められている。

EMSの技術開発の多くは、デジタル技術との親和性が高い電力系が中心に進められている。一方で、エネルギー最終利用の50%程度が熱であり、例えば、熱利用技術の中核となるヒートポンプ技術の導入が進むと、2030年度には約4千万トン、2050年度までには約1.3億トンものCO<sub>2</sub>排出量削減効果が試算されている。このため、電力のみならず熱利用を含めたEMSによるエネルギーの全体最適化が必須であるが、熱利用技術については対応が大きく出遅れている。

そこで、本プロジェクトでは、熱も含めたEMSの実用化に向けての課題を検討し、ソフトウェアとしてのEMSだけではなく、ハードウェアとしての機器やセンサも含めて異業種、異システムが連携可能なプラットフォームを確立する。このプラットフォームを活用して急変する社会的要請にも応える技術として社会実装まで進め、その効果の検証体制まで含めたエコシステムを構築する。これにより、目指すべき未来社会像の早期実現に貢献する。

### 2. 検討の視点と範囲

#### 2.1 検討視点

我が国では、熱利用技術については、長年デバイスやシステム単体のレベルアップに取り組み、国際競争力の強い技術を有するものの、その性能向上には限界が見えている。それにもかかわらず、熱を含む統合的なシステムとしての取り組みは出遅れている。一方でエネルギー問題を取り巻く社会的要請は大きく変化しており、カーボンニュートラル実現、DX、異常気象対策(超高外気温)、SDGs実現、感染症対策、食品ロス対策、労働環境急変対策を早急に進める必要がある。そこで、このような社会的情勢の変化に柔軟に対応しつつ、熱を含むエネルギーシステム全体の統合や全体最適化を進めることの重要性が増している。

#### 2.2 検討範囲

熱のデジタル化を促進し、急変する社会的要請にも対応可能なハードウェアとしての機器やセンサを開発するとともに、異業種、異システムの連携促進を可能とするEMSとしてのソフトウェアまで含めたプラットフォームを構築する。このプラットフォームを活用した技術の具体的社会実装を行うとともに、デジタルツイン等を活用した熱利用技術の効果予測・検証体制まで構築する。このような技術開発からプラットフォーム化、その検証体制まで含めることで我が国の高い技術力を結集し、真に強い国際競争力を持つ熱を含むエネルギーの統合や総合最適化を実現できるエコシステムを構築する。

##### 2.2.1 対象とする社会領域

熱利用技術が重要となる農業・食物流、住宅・建築、産業での課題解決につながる次の社会領域を対象として具体的なプラットフォームや社会実装方法を検討した。

- ①持続的脱炭素コールドチェーン←再エネ連携農業/都市型農業を統合
- ②カーボンニュートラルキャンパス←レジリエント次世代空調を統合
- ③多角的活用次世代ヒートポンプ技術

### 2.2.2 共通領域

プラットフォーム化や社会実装をする上で必要となる次の事項について検討を進めた。

- ④ データ収集・通信・デジタルツインの共通化技術

## 3. 産業競争力強化のための提言および施策

### 3.1 提言

- ・ 熱利用技術のデジタル化戦略やソフト技術, ハード技術とこれらを組み合わせた EMS プラットフォームとしての Ambient Energy Platform の構築方法
- ・ 省エネルギー・省 CO<sub>2</sub> 効果予測や検証を可能とする効果予測・検証体制づくりの必要性

### 3.2 施策

以下のような点で, 産学の努力のみならず官の協力支援のもと下記のような施策の実現が必要となる。

#### ①異業種, 異システム間連携を可能とするプラットフォーム化に必要な事項

- ・ EMS の基盤アーキテクチャの明確化とルール作り (産学官)
- ・ EMS における IoT やプロトコルのオープン技術の明確化とルール作り (産学官)
- ・ データ収集, 通信の一般化とセキュリティの明確化, ルール作り (産学官)
- ・ 熱利用機器の制御をはじめとしたオープン技術の明確化とルール作り (産官)

#### ②上記プラットフォームをベースとした具体的技術の構築と社会実装の進め方 (事業化に向けた戦略, PoC/実証事業)

- ・ 導入効果の予測 (CO<sub>2</sub> 削減効果, コスト) や社会実装に向けたロードマップ構築と国際社会への広報 (産学官)
- ・ 社会実装を行う地方や大学との連携 (産学官)

#### ③導入効果の予測や検証を可能とするとともに, 関連技術の普及策

- ・ デジタルツイン等によるエネマネ導入効果の予測や検証体制構築 (産学官)
- ・ 補助金や規制緩和, ラベリングをはじめとした認証機能の構築 (産学官)

## 4. 今後の展開

本プロジェクトは, 並行して, SIP の FS である「熱エネルギーマネジメントシステムの基盤技術開発と共通化」として検討も進めてきた。今後は次のように展開を図ることが想定される。

- ・ 第 3 期 SIP(2023 年度～2027 年度)個別テーマ, 「熱エネルギーマネジメントシステムの基盤技術開発と共通化」として, EMS の社会実装を進める。
- ・ プロジェクト終了後の展開(2028 年度～2030 年度): 熱も含めたエネルギーの EMS が実現するとともに水素のサプライチェーンプロジェクトへも参画し, 水素, 電力, 熱まで含めた真のエネルギーの全体最適化を実現する。さらには, ここで構築されたプラットフォームを国内外へ次々と展開し, カーボンニュートラル実現に貢献する。

## 【目次】

【エクゼクティブサマリ】.....	i
【プロジェクトメンバー】.....	1
【本文】.....	2
1. 本プロジェクトの基本的な考え方.....	2
2. 検討の視点と範囲.....	5
2.1 検討視点.....	5
2.2 検討範囲.....	5
3. 対象とする社会領域.....	7
3.1 持続的脱炭素コールドチェーン.....	7
3.2 カーボンニュートラルキャンパス.....	11
3.3 多角的活用次世代ヒートポンプ.....	13
3.4 共通領域:データ収集・通信・デジタルツインの共通化技術.....	16
4. 産業競争力強化のための提言および施策.....	19
4.1 提言.....	19
4.2 施策.....	19
5. 今後の展開.....	20

## 【プロジェクトメンバー】

リーダー： 齋藤潔／学校法人 早稲田大学

コリーダー： 佐々木正信／東京電力エナジーパートナー(株)

メンバー：

伊藤卓／アズビル(株)

宇田川陽介／(株)NTT ファシリティーズ

酒井寿成／大阪ガス(株)

笹脇厚／オムロンフィールドエンジニアリング(株)

小泉正泰／関西電力(株)

西宏章／慶応義塾大学

藤久保謙／甲南ユーティリティ(株)

後藤大悟／コールドストレージ・ジャパン(株)

村上宏次／清水建設(株)

薬師寺史朗／ダイキン工業(株)

原田政利／ダイナエアー(株)

政井竜太／(株)竹中工務店

梶山啓輔／東京ガス(株)

渡辺学／国立大学法人 東京海洋大学

本郷一郎／東芝キャリア(株)

丹羽英治／(株)日建設計総合研究所

馬場雅和／日本電気(株)

石井雅久／国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

鍋島弘樹／(株)ノーリツ

松井大／パナソニック(株)アプライアンス社

久保田淳／(株)日立製作所

松平信洋／(株)日立ハイテク

大久保進之介／富士通(株)

土屋敏章／富士電機(株)

町田明登／(株)前川製作所

中山英典／三菱ケミカル(株)

渡辺泰／三菱重工サーマルシステムズ(株)

福田桂／(株)三菱総合研究所

加東智明／三菱電機(株)

実行委員：大石善啓／(株)三菱総合研究所，姉川尚史／東京電力ホールディングス(株)，望月康則／日本電気(株)

企画小委員：大久保進之介／富士通(株)，金枝上敦史／三菱電機(株)，中山慶祐／ENEOS(株)，菊地達朗／(株)日立製作所，岩田一／(株)地球快適化インスティテュート，佐藤桂樹／トヨタ自動車(株)

事務局長：山口雅彦，副事務局長：五日市敦／(株)東芝，武田安司／日本電気(株)，土肥英幸／ENEOS 総研(株)

プロジェクト事務局：大崎歌奈子／学校法人 早稲田大学

## 【本 文】

### 1. 本プロジェクトの基本的な考え方

我が国においては、2030 年代には、「IoT によりサイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を連携し、すべての物や情報、人を一つにつなぐとともに、AI 等の活用により量と質の全体最適をはかる社会」としての Society5.0 の早期実現が目指される。また、2030 年までには「貧困に終止符を打ち、地球を保護し、すべての人が平和と豊かさを享受できる社会」を構築するのに必要な持続的開発目標としての SDGs の実現が求められている。併せて、2050 年にはカーボンニュートラルの実現が図られる必要がある。



Society 5.0 の早期実現

(出所)内閣府「Society5.0 とは」ページ

SDGs の早期実現

(出所)「国際連合広報センター」ページ

カーボンニュートラルを実現するためには、分散再エネ電源や水素利用技術の大量導入が計画されている。これにより、供給側では、大幅な CO<sub>2</sub> 排出量削減が可能なのは間違いないが、電力供給体系が不安定化するのには必至である。一方で、需要側では、エネルギー消費の 50%が熱であることを考えれば、電力と熱が混在する中で熱電のバランスを考えた脱炭素化が必須である。さらに、再エネ電源の自家消費、電力逼迫時や再エネ過剰時の DR による供給側からの強制的指令等への柔軟な対応も求められる。

以上のような社会を実現していく中では、従来のような部分的な運用だけではなく、全体最適化を可能とする効果的なエネルギーマネジメントの導入を進めなければならない。このため、2020 年 12 月発表のグリーン成長戦略では、エネルギーマネジメントシステム(EMS)の確立が位置付けられている。このグリーン成長戦略のロードマップに記載された 2026 年から「EMS の自立商用フェーズとしての制度見直し」に入るためには、それまでに基盤技術を確立する必要がある、すでに待ったなしの状況にある。

その他に関連する重要政策としては、革新的イノベーション戦略、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略なども挙げられ、ゼロエミッション・カーボンニュートラルの実現に向けての社会産業構造の変革のための技術開発が必要であり、この EMS 基盤技術の確立の重要性は同様である。

EMS において、電力系技術に対しては、デジタル化技術と親和性も高いため、EMS やそれと連携した新たなエネルギー需給体系化が産業、民生(業務、住宅)、運輸などの多様な分野で確実に進展し、社会実装の事例も増えてきている。

2050 カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略より抜粋(2020.12.25)

	現状と課題	今後の取組
エネルギーマネジメント (AI・IoT, EV等の活用)	<b>社会実装の加速化</b> 現状：・市場獲得に向けた海外との共同研究・実証を実施 ・EV充電のピークシフト実証による課題抽出 課題：・エネルギーマネジメント取組への評価・認知度不足	<b>社会実装に向けた規制・制度改革</b> ・ビッグデータやAI・IoTの活用による、EV・蓄電池、エアコン等の最適制御（規格・基準の整備） ・再エネ、EV、蓄電池等を活用したアグリゲーターや配電事業者による新たなビジネス創出（電事法関係省令の整備及び実証支援） ・エネルギーの最適利用促進に向けた制度見直し（省エネ法、インバランス料金制度の改善）

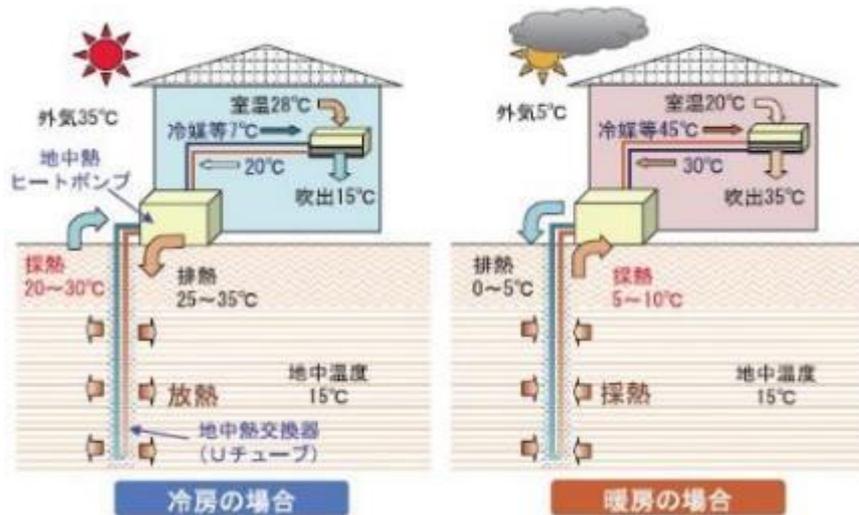


一方で、エネルギーの最終利用の 50%は熱であり、熱の有効利用が脱炭素社会実現のポイントとなっている。例えば、熱利用技術の中核となるヒートポンプ関連技術の導入が進むと、2030 年度には約 4 千万トン、2050 年度までには約 1 億 3 千万トンもの大幅な CO<sub>2</sub> 排出量削減効果が試算されている。このため、低質な再生可能エネルギー熱の活用方法まで検討が進められているものの、熱利用技術全体ではまだ十分な活用が進んでいない。

熱利用の効率化が進展しない背景として、個別機器として考えると以下があげられる。



熱の重要性(出所)NEDO 技術戦略センターレポート「熱エネルギー分野の技術戦略策定に向けて」



熱の重要性 再生可能エネルギー熱の利用促進(出所)環境省

- ① 従来型のデバイスやシステム単体としての性能向上の限界
- ② 高価な材料を利用するものの、効果は限定的。熱交換技術のような単品技術だけで、コスト的に見合わないことが多い

併せて、統合的なシステムとして考えた場合にも、熱も含めたエネルギーの統合や全体最適化が必要不可欠であるものの以下のような理由により、進展が思うように図られていない。

(1) ハードウェア面

- ・ 熱システムはアナログ的要素が多く、回転機器等の保護のため外部からの制御は大きく制限されている。
- ・ 熱は電気と異なり面的広がりを持ち、とらえにくい。また、熱は移動すれば質が低下し、蓄えれば放熱等で容易に損失される。
- ・ 熱を把握するためには測定すべき物理量が多い。また、面的分布も持つため複数のセンシングが必要である(温度、流量、圧力、湿度、濃度・・・を同時に多箇所測定することが必要)。
- ・ 外部環境等に機器の性能が大きく影響を受け、どのような性能で運転されているのか把握が困難なことが多い。

(2) ソフトウェア面

- ・ 熱のシミュレーション等のソフト的扱いが電気系と比べるとけた違いに困難である。また、面的・空間的・時間的シミュレーションの幅が広く、既述の通りパラメータも多様であり、シミュレーション結果として得られたものから実現象としての最適化等の分析が容易でない。

(3) システム連携

- ・ センサや制御データの共有化・標準化があまり進んでいないことから、ユーザー側やメーカー側が独自技術を開発してしまい、連携が遅れている。

(4) 検証方法

- ・ 熱の面的特性、損失特性、環境影響度大、理論分析の困難さから効率化の効果の予測や検証がきちんとできないことが多い。

- デジタルツイン技術のようなシミュレーション技術を活用した効果検証も容易ではない。  
このため、上記課題をクリアすることによって熱のデジタル化を容易とするプラットフォーム化を進め、EMSを活用した全体最適化や効率的活用を促進させることが本プロジェクトの大きな目的となる。

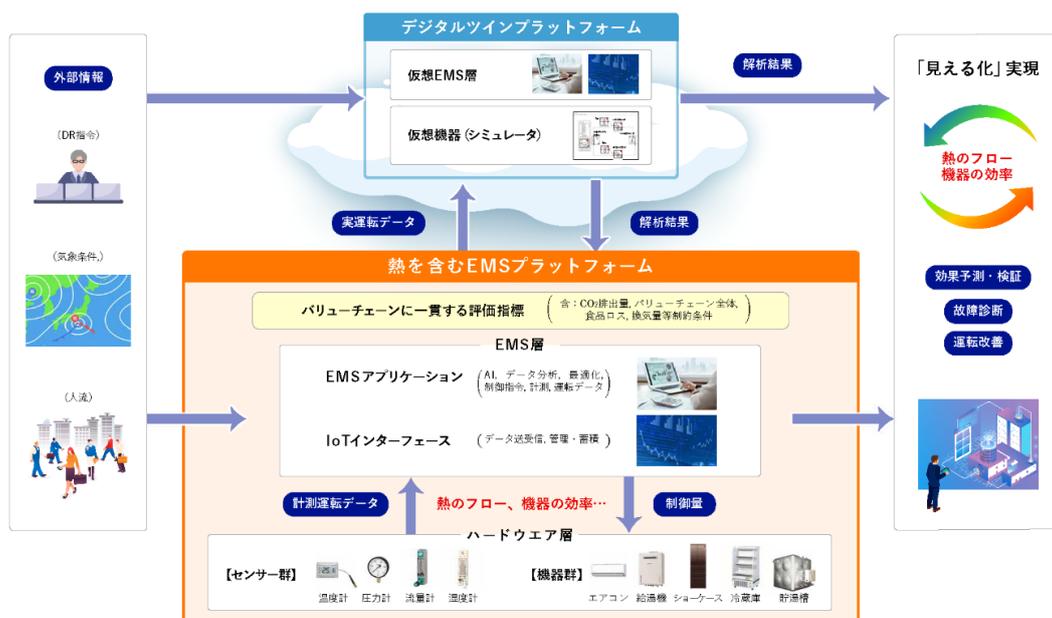
## 2. 検討の視点と範囲

### 2.1 検討視点

我が国では、熱利用技術については、長年デバイスやシステム単体のレベルアップに取り組み、国際競争力の高い技術を有するものの、その性能向上には限界が見えている。それにもかかわらず、熱を含むエネルギーシステムの全体への取り組みは出遅れている。一方でエネルギー問題を取り巻く社会的要請は大きく変化しており、カーボンニュートラル実現、DX、異常気象対策(超高外気温)、SDGs 実現、感染症対策、食品ロス対策、労働環境急変対策を早急に進める必要がある。このため、このような社会的情勢の変化に柔軟に対応しつつ、熱を含むエネルギーシステム全体の統合や全体最適化を進めることの重要性が増している。

### 2.2 検討範囲

そこで、熱のデジタル化を促進し、ハードウェアとしての機器やセンサを開発するとともに、異業種、異システムの連携促進を可能とする EMS としてのソフトウェアまで含めたプラットフォームを構築する。このプラットフォームを活用して急変する社会的要請にも柔軟に対応可能な技術の具体的社会実装を行うとともに、デジタルツイン等を活用した熱利用技術の効果予測・検証体制まで構築する。このような技術開発からプラットフォーム化、その検証体制まで含めることで我が国の高い技術力を結集し、真に強い国際競争力を持つ熱を含むエネルギー技術の統合や総合最適化を実現できるエコシステムを構築する。検討を進めるにあたっては、3つの社会領域と1つの共通領域を推進するWGを設置した。



構築するプラットフォームとエコシステム

個別プロジェクトでは、熱が重要となるエネルギー供給、食品物流、住宅、建築、産業等の多様な社会領域に課題を設定した。また、熱技術的にみれば、低温(コールドチェーン)、中温(空調、キャンパス、農業)、高温(ヒートポンプ)まで幅広い温度領域で領域を設定している。共通領域は、それぞれの社会領域で共通化が必要となるデータ収集や通信を検討する領域、プラットフォームを活用した具体的技術の効果検証体制の構築方法を議論する領域である。

構築するWGとしての社会領域(3件)と共通領域(1件)

	プラットフォーム	目的	2050年CO <sub>2</sub> 排出削減目標	参加企業
共通プロジェクト	持続的脱炭素 コールドチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>サプライチェーン全体の脱炭素化</li> <li>食品との連携(食品ロス等)による付加価値創出</li> <li>温度レベル等と食品品質価値基準の明確化</li> <li>農業分野の脱炭素化</li> </ul>	2800万トン	パナソニック(主査)、関西電力、富士電機、慶應義塾大学、東京海洋大学、ダイキン、前川製作所、コールドストレージ・ジャパン、三菱重工サーマルシステムズ、三菱総研、オムロンフィードエッジニアリオン、日立ハイテク
	カーボンニュートラル キャンパス	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境・熱・エネルギー統合マネジメントシステムの概念設計</li> <li>学校に特徴的な技術の明確化</li> </ul>	300万トン ※通常のビル等でも通用可能な技術が多いため、更なる削減効果も見込める	日建設計総研(主査)、ダイキン、日立製作所、ダイナエアー、三菱重工サーマルシステムズ、三菱重工冷熱、日本電気
	多角的活用 次世代ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際社会が要求するヒートポンプ10倍普及方策検討</li> <li>ヒートポンプの新たな形態(集合住宅、産業用)</li> <li>普及促進策(補助金、シミュレーション技術)</li> <li>今後の冷媒</li> </ul>	4500万トン	前川製作所(主査)、早稲田大学、ダイキン、三菱電機、関西電力、三菱重工サーマルシステムズ、アズビル、富士電機、パナソニック、竹中工務店、ノーリック
	データ収集、通信、デジタルツイン技術の共通化	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ通信方法を一般化し、電気と熱のバランスの良い活用の実現</li> <li>負荷予測、人流等まで含めた全体最適化</li> <li>熱の見える化</li> <li>セキュリティ</li> </ul>		NTTファシリティーズ(主査)、竹中工務店、東芝キャリア、富士電機、ダイキン、アズビル、日建設計総合研究所、三菱電機、清水建設

### 3. 対象とする社会領域

#### 3.1 持続的脱炭素コールドチェーン

参画組織: パナソニック, 関西電力, 富士電機, 東京海洋大学, ダイキン工業, 前川製作所, コールドストレージ・ジャパン, 三菱重工サーマルシステムズ, 三菱総合研究所

IPCC の報告では, 世界の GHG 排出量は年間 490 億トン (CO<sub>2</sub> 換算) で, この内, 農業・林業・その他の土地利用からの排出は, 世界全体の約 1/4 を占めている. 日本の GHG 排出量は 12.4 億トン (CO<sub>2</sub> 換算) であるが, この内, 農林水産分野は年間約 5000 万トン (全体の約 4%) を占めている. 日本では 2050 年カーボンニュートラル実現に向け, 2030 年に 2013 年比 46% の GHG 排出量削減の目標が掲げられているが, 達成に向けたハードルは高く, あらゆる方面から脱炭素化を推進する必要がある.

M. Crippa ら (2021) によると, 世界のフードサプライチェーン (Food System) 全体の GHG 排出量は, 全排出量の 34% にあたる 180 億トンで, そのうち 71% は農作物の栽培や家畜の飼育といった農業生産地であり, 残り 29% は輸送, 包装, 販売, 廃棄などに起因している. また, 冷凍冷蔵機器から排出される GHG は全体の 5% を占めるが, コールドチェーン技術の普及に伴い, 今後増加すると予想されている.

日本におけるフードサプライチェーン全体からの GHG 排出量は明確になっていないが, その絶対量は少なくないと想定される. 日本においても, フードサプライチェーン全体の GHG 排出量を削減するシステムの構築, 制度の拡充が急務であるが, ここには農林水産省, 経済産業省, 環境省, 国土交通省, 厚生労働省など複数の関係省庁と連携した取り組みが必要である.

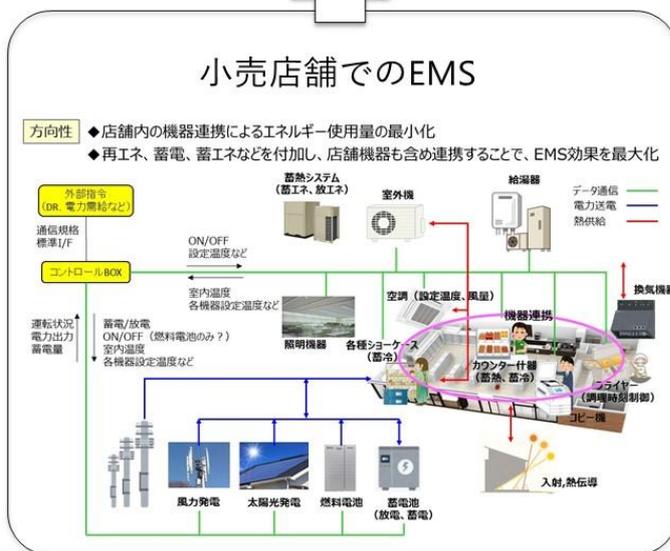
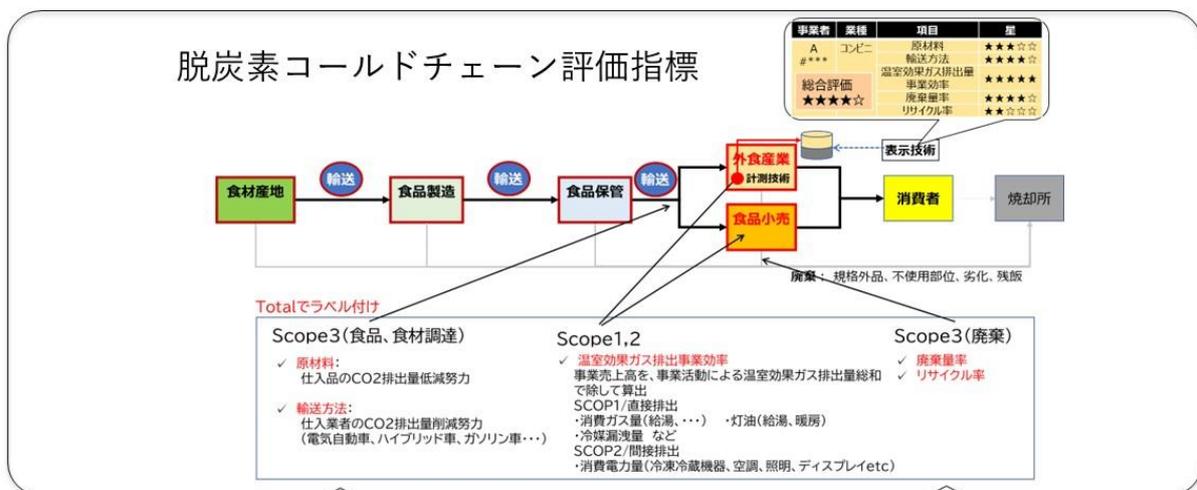
GHG 排出量削減には, ライフサイクルでの排出量が少ない食品, 食材が, 消費者から優先して選ばれる社会風土を構築することが重要と考える. その結果, 企業間の競争原理が働き, 事業者や業界団体による GHG 排出量削減に向けた自主的な取り組みが推進される. そのためには, 各事業者における GHG 排出量削減の取組を定量化し, 可視化できる仕組みが有効である.

食品の生産, 加工プロセスにおける GHG 排出量の可視化に向けては, それがフードサプライチェーン全体に占める割合が大きいこともあり, 既に様々な取り組みがなされている. 例えば, 農林水産省は, 2021 年 5 月, 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させるための新たな政策方針として「みどりの食料システム戦略」を策定した. 2050 年までに日本における農林水産業の CO<sub>2</sub> ゼロエミッション化を実現するため, 「フードサプライチェーンにおける脱炭素化の実践とその可視化の在り方検討会」および「再エネ連携農業/都市型農業: 再生可能エネルギーと農業の効果的な連携実現の在り方検討会」を設置し, 農林水産業～食品加工・食品流通～販売～食品廃棄物処理までの川上から川下まで一気通貫でつなぐフードサプライチェーンの脱炭素化の方策や分かりやすい可視化の在り方等について専門的知見から指導・助言を受け, 総合的かつ幅広い視点から検討を進めてきた.

そこで二つの在り方検討会で議論を踏まえ, 本戦略では所管する省庁がまたがることで連携が希薄であった上流にある農林水産業とフードサプライチェーン, 下流側にある食品小売業や外食産業など, 最終消費者に近い事業者にもスコープをあて, それら事業者における GHG 排出量を削

減する取組を可視化する方策を提案する。これにより、既存の取組と合わせ、ライフサイクルでの GHG 排出量が少ない食品、食材が、消費者から優先して選ばれる社会風土の構築に貢献できるものとする。将来的には、この仕組みを海外展開することで世界全体の GHG 削減に貢献できると考える。

本戦略では、グリーン・バリューチェーン下流の食品小売業や外食産業など、最終消費者に近い事業者（店舗）における、SCOPE1,2,3 それぞれの GHG 排出量削減の取組を総合的に評価するプラットフォームを提案する。また、グリーン・サプライチェーン上流側と連携して双輪で進め、最終的には農業・水産業～加工・流通～販売～廃棄物処理までを一気通貫で結ぶ情報通信プラットフォームの開発・構築まで提案する。



### 構築するグリーン・バリューチェーンプラットフォームと技術

SCOPE1,2 の評価は、対象事業者（店舗）の事業売上高を、対象事業者の事業活動による GHG 排出量総量で除した、「温室効果ガス排出事業効率」を算出し評価する。この「温室効果ガス排出事業効率」が大きいほど、GHG 排出量に対して対象事業者の事業効率が高いということになる。

SCOPE1 排出量（主に燃料の使用による GHG 直接排出分）は、ガスや灯油など各燃料の利用量を測定し、それぞれの利用量に燃料ごとの CO<sub>2</sub> 排出原単位を乗じて総和を取る。また、SCOPE1 には冷媒漏洩に関わる GHG 排出量も計算に入れる。事業者を設置した冷凍冷蔵機器や空調機器からの冷媒漏洩により、冷媒を追加チャージした場合は、その追加チャージ量を冷媒漏洩量と見なして CO<sub>2</sub> 排出量に換算し、SCOPE1 排出量に加算する。

一方、SCOPE2 排出量（主に電気使用による GHG 間接排出分）は、対象事業者の使用電力量に、単位発電電力量あたりの CO<sub>2</sub> 排出原単位を乗じて計算する。この単位発電電力量あたりの CO<sub>2</sub> 排出原単位は、対象事業者が契約する電力供給会社よりリアルタイムで取得し積算することが望ましいが、できない場合は電力供給会社より平均 CO<sub>2</sub> 排出原単位を取得し計算してもよい。

なお、「温室効果ガス排出事業効率」が一般消費者に提示されたとしても、一般消費者にはその値の妥当性が理解しにくいと考えられ、その効率値を補足説明する情報を付随させることが望ましい。例えば、対象事業者内に設置された冷凍冷蔵設備が、保管された食品、食材に見合った適切な冷凍冷蔵温度に設定されているか、来店する一般消費者に適切な環境温度を提供しているか、などの要素である。

SCOPE3 は、対象事業者から見て、フードサプライチェーンの上流側と下流側に分かれて評価する。上流側は食品、食材の調達に関わる評価項目で、「原材料」は調達した食品、食材が GHG 排出量低減を考慮したものであるかを評価し、「輸送方法」は対象事業者が GHG 排出量の少ない輸送手段を使っているか否かを評価する。下流側は主に廃棄に関わる評価項目で、食品廃棄（食品ロス）を減らす取組を評価する「廃棄量率」と、発生した廃棄物をリサイクル（資源再生や肥料化など）に回した努力を評価する「リサイクル率」からなる。

本技術戦略における 2030 年の GHG 排出量削減の数値目標は、日本における年間の GHG 排出量 12.12 億トン（2019 年確定値）のうち、農林水産業の生産側では、燃料油の中で年間約 600 万トン-CO<sub>2</sub> を排出する A 重油を対象に、施設園芸で燃焼式暖房機からヒートポンプへの代替を進め、2030 年までに年間 124 万トン-CO<sub>2</sub> とする。また、食品小売業や外食産業などの由来の CO<sub>2</sub> 排出量は、を年間 3%、3,600 万トンと仮定した場合、見える化効果による削減効果 30%、普及率 5% とすれば、1.5%、すなわち、3600 万トン×0.015=54 万トン/年程度の CO<sub>2</sub> 排出量削減を想定している。なお、既存のトラクター、コンバイン、トラック等の農業機械等は、電化や燃料電池化、BDF、バイオマス等の再生可能エネルギー利用を前提とする新技術への代替を進める。2050 年には、農林水産業では、農林水産業の燃料燃焼による CO<sub>2</sub> 排出量の 1/3 が施設園芸用の燃料起因と想定し、2050 年には CO<sub>2</sub> ゼロ電力によるヒートポンプに 100%置き換えるものとして 600 万トン/年、食品小売業や外食産業由来などでは、食品飲料製造および卸売業・小売業、宿泊飲食サービスの CO<sub>2</sub> 排出量の 30%が削減可能と想定 2200 万トン/年の CO<sub>2</sub> 排出量の削減を試算している。

脱炭素コールドチェーンを構築するにあたって、想定される課題は次のとおりである。

#### ① グリーン・バリューチェーンプラットフォーム

(a) 「温室効果ガス排出事業効率」算定・管理技術

対象事業者（店舗）における、燃料、電力などのエネルギー使用量、冷凍冷蔵設備や空調機器の冷媒漏洩量（冷媒の追加チャージ量）,ならびに、対象事業者が契約する電力供給会社における単位電力量あたりの CO<sub>2</sub> 排出原単位、さらに、対象事業者における当該所定期間の売上高をも一元管理し（あるいは対象事業者の経理システムと情報連携し）、「温室効果ガス排出事業効率」を計算する技術の構築が必要である。

これを実現するために、「温室効果ガス排出事業効率」を計算するためのデータについて、データフォーマットを定義・標準化し、データベース化する。これにより、様々な店舗に簡単にシステムを導入することが可能となる。

(b) 「温室効果ガス排出事業効率」に関わる設備運転適正度評価技術

例えば、冷凍冷蔵設備運転の適正度評価技術を確立するためには、冷凍冷蔵設備に保管されている個々の食品、食材の適正保管温度を把握する必要があるとともに、個々の食品、食材を保管している冷凍冷蔵設備の設定温度（もしくは庫内の実測温度）の把握も必要である。個々の食品、食材の適正保管温度は、それらの製造業者が設定した温度と紐づければよいが、全ての食品について、個々の実際の保管温度を把握するには新たな仕組みが必要である。

また、店舗内環境（温度、湿度、CO<sub>2</sub>濃度など）の実測が必要である。併せて、空調換気設備の消費電力量を切り分けるなどして、店舗内環境が冷凍冷蔵設備からの冷気で空調している状態ではなく、空調換気設備が店舗内環境に相応しい運転をしているかをも判断し、適切な店舗内環境が提供できているか評価する必要がある。

(c) データベース標準化

全ての事業者（店舗）の評価について、不特定多数の最終消費者が、いつでも知りたいときに参照できるようにするためには、評価項目とその評価結果をデータベース化し、その仕様を標準化することは不可欠である。

(d) 取組表示技術

最終消費者が、知りたい事業者（店舗）の評価を参照するとき、その評価結果は分かりやすく提示されなければならない。そのためには、単に評価結果を表示するだけでなく、事業者の GHG 排出量削減の取組・工夫も併せて提示し、評価の高い事業者（店舗）を最終消費者が選択するインセンティブを与える仕掛けが必要である。

**② 農林水産業に関わる生産・加工・流通に関わる燃焼機器や内燃機関の電化推進**

燃油（ガソリン、軽油、A重油）を利用した場合の運転費は 100～200 円/L、商用電力を利用した場合の運転費は 20～40 円/kWh を支出するが、新技術の設備導入や維持コストを含めて、現状と同等になるようなシステム開発が重要である。また、ミニバン、軽トラック、フォークリフト等の農作業車の電化と社会実装など、農林水産分野で脱炭素を推進・加速するための国や地方自治体の施策やインセンティブが必要である。

**③ 小売店舗でのトータル最適化**

小売店舗では、冷熱・温熱機器が入り乱れて存在する。また、換気量も多く存在し、オープンショーケースからは多くの冷熱漏洩が存在する。そこで、CO<sub>2</sub>濃度センサ等の導入も含めて換気

量を最適化するとともに、購買意欲を低減させない新たな機器の在り方等を模索する必要がある。当然、エネルギーフローを「見える化」するだけでなく、再生可能エネルギーの直接導入や、蓄熱技術による DR 対応方法などについても検討が必要である。

上記課題に対して、想定される解決手段は次のとおりである。

- (1) 最終消費者が、農林水産業に関わる生産・流通・小売・外食/中食産業の消費者までの流れに加え、食品廃棄まで一気通貫の取組みとしての評価内容をいつでも、どこでも参照できるように、それら事業者に対し本プラットフォームの導入を緩やかに誘導、または、関係省庁、様々なステークホルダー、消費者等との議論の中で義務化を検討する。あるいは、本プラットフォームの評価に関わる認証制度を導入し、各事業者が認証ラベルを自由に使えるようにし、事業者が本プラットフォームを導入するインセンティブを与える。
- (2) 各事業領域での EMS プラットフォームやデジタルツインプラットフォームを構築し、エネルギーの見える化や、DR 対応技術を含めた機器の最適運用を実現する。これらのデータは、上位のグリーンバリューチェーンプラットフォームへ提供し、その効果を容易に可能とする。
- (3) 全ての事業者の本プラットフォーム導入を実現するために、評価に関わる技術導入（測定器やデータベースなど）に必要な投資を補助する制度を設ける。

### 3.2 カーボンニュートラルキャンパス

参画組織：日建設計総研，ダイキン工業，日立製作所，ダイナエアー，三菱重工サーマルシステムズ，三菱重工冷熱，日本電気，パナソニック，三菱電機

2015 年のパリ協定において、「2050 年までにカーボンニュートラル社会の実現」が提唱された。これを受けて日本では、2020 年菅義偉内閣の所信表明演説において、「2050 年までに温室効果ガスの排出をゼロ、すなわち、カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことが宣言され、2021 年 6 月の国・地方脱炭素実現会議において、地域の脱炭素ロードマップが策定された。さらに、2021 年 12 月に経済産業省の「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において、カーボンニュートラルとグリーン成長戦略との関係が示され、日本はカーボンニュートラル社会の実現に向けて大きく舵を切ることになった。一方、キャンパスについては、地域の脱炭素ロードマップの中で示された脱炭素先行地域として、「大学キャンパス等の特定サイト」が明記されており、キャンパスのカーボンニュートラル化が求められている。本 WG では、カーボンニュートラルキャンパス実現のための環境・熱・エネルギー統合マネジメントシステムの構築を目的とし、アカデミックな活動を支えるキャンパスに必要な技術をプラットフォーム化し、標準化を目指すとともに、必要な技術を明確化することを目的とする。

図に、カーボンニュートラル実現の考え方、実現へのアプローチ方法、実現のデザインメソッドと統合マネジメントシステム等、実現の枠組みを示す。

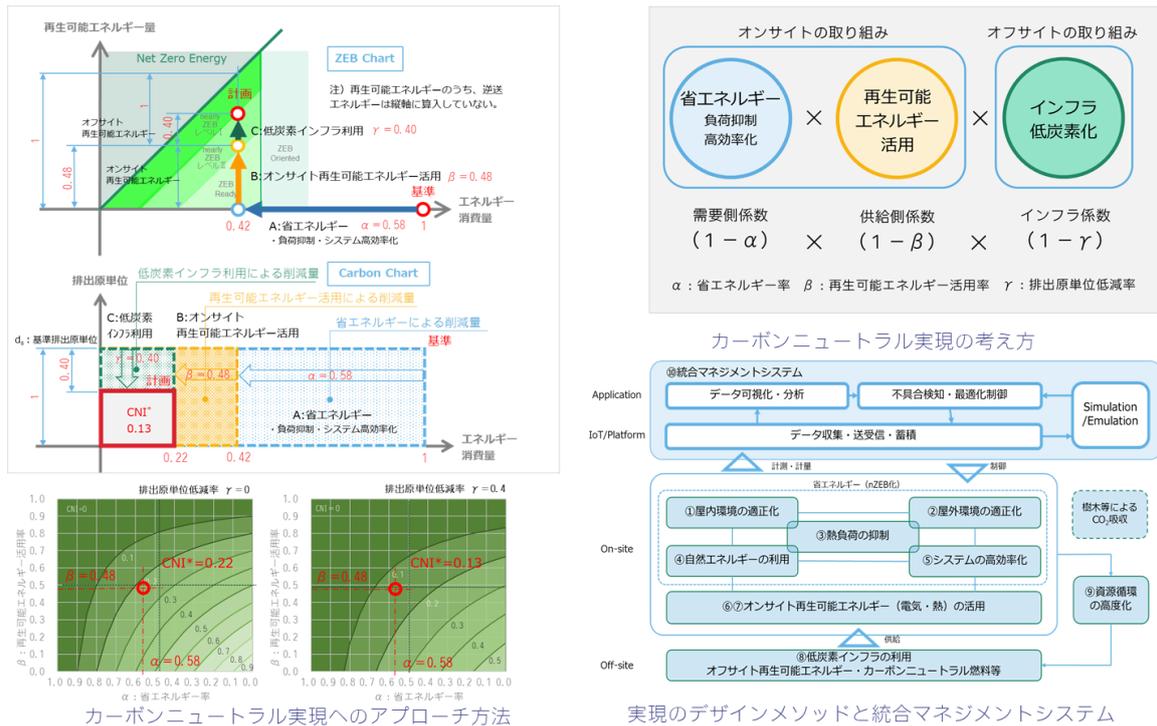


図1 カーボンニュートラルキャンパス実現の枠組み

下図に、環境・熱・エネルギー統合マネジメントシステムの基本構造を示す。

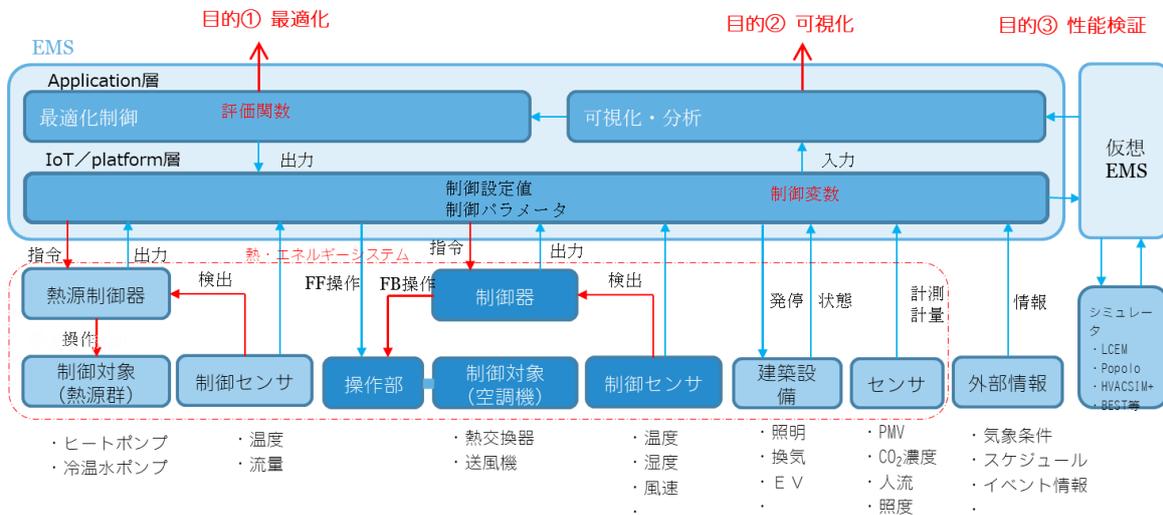


図2 環境・熱・エネルギー統合マネジメントシステムの基本構造

図に実フィールドにおけるカーボンニュートラルキャンパス実現のイメージを示す。最終的には、カーボンニュートラルキャンパス実現のための必要技術として、①～④を抽出した。

- ①屋内環境（温湿度・清浄度等）制御の高度化技術
- ②空気調和システムの高効率化技術

- ③AIによる運用分析、最適化制御、故障検知・不具合検知手法
- ④環境パフォーマンス管理・カーボンシミュレーション手法等

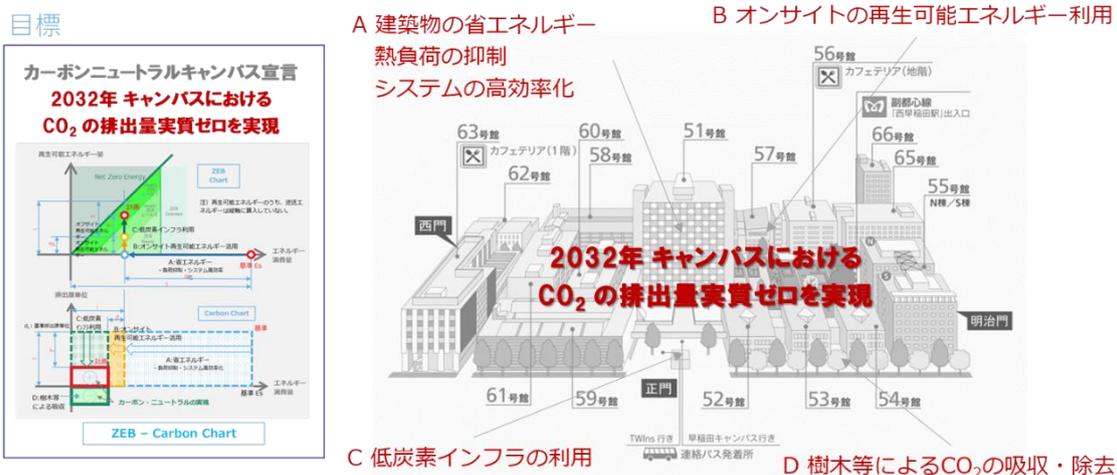


図3 カーボンニュートラルキャンパス実現のイメージ

現在我が国では、大学数約 800、総大学生数約 260 万人となっている。早稲田大学は、およそ 5 万人が所属し、CO<sub>2</sub>排出量がおおよそ 5 万トン/年となっている。一方で、小中高といったすべての学校数となると 5 万 7 千、学生と教員の総数は、2000 万人近くにもなり、学校のカーボンニュートラル化は、大学キャンパスのカーボンニュートラル化の数値よりもはるかに大きなポテンシャルがある。

環境省の公表値によれば、教育・学習支援業では、およそ 800 万トン/年の CO<sub>2</sub> が排出されている。カーボンニュートラルキャンパスが実現できれば、これだけの量の削減が期待される。EMS が関わる部分は省エネルギーによる 40% 部分であり、320 万トン程度と考えてよいであろう。削減効果の内訳については、前節で検討しているが、FS 期間内で引き続き分析を進めていきたい。

### 3.3 多角的活用次世代ヒートポンプ

参画組織：早稲田大学、アズビル株式会社、関西電力株式会社、株式会社竹中工務店、ダイキン工業株式会社、株式会社ノーリツ、富士電機株式会社、パナソニック株式会社、株式会社前川製作所、三菱重工サーマルシステム株式会社、三菱電機株式会社

2050 年カーボンニュートラルの実現を達成するには、再生可能エネルギーによる電源の脱炭素化とエネルギー需要の電化を同時に進めることが重要となる。中でも最終エネルギー消費に占める電力の割合が 24% と低い産業部門では熱需要の電化が重要であり、これを実現するためには従来の適用範囲を超えた産業用ヒートポンプが必要となる。ヒートポンプは電化だけでなく熱回収の技術でもあり、効率的な熱利用に有効である。経済産業省は、2022 年 5 月に「クリーンエネル

ギー戦略（中間整理）」を公表し、産業用ヒートポンプ導入促進を「省エネ・燃料転換」重点項目と位置付けている。本ワーキンググループでは、ヒートポンプを特に加熱工程に導入し、普及促進するための課題を整理し、多角的活用を想定した次世代ヒートポンプのプラットフォームを構築するとともに、2050年までのCO<sub>2</sub>排出削減量のポテンシャルを試算し、それを実現するための政策提言としてまとめることを目的とする。

対象とするヒートポンプは、産業用・業務用の給湯・加熱用途に限定した。化石燃料を使用した燃焼用機器からヒートポンプへ置き換えることで、大幅なCO<sub>2</sub>排出量削減効果が得られることでヒートポンプが最もカーボンニュートラルに貢献できる分野であると考えた。本年度は、(一財)ヒートポンプ・蓄熱センターの「令和2年度ヒートポンプ普及見通し調査」を基に今後の産業用・業務用の給湯・加熱用途ヒートポンプの需要予測を行った。

### ① 加熱用途の産業用ヒートポンプ

2035年以降は年間熱容量800万kWの新規需要が見込まれ、2050年度断面における産業用ヒートポンプによるCO<sub>2</sub>排出削減効果は3,354万t-CO<sub>2</sub>/年（中位ケース）と推計されている。産業用ボイラ代替が可能な加熱用途の産業用ヒートポンプだけでも3,000万t-CO<sub>2</sub>/年を超えるCO<sub>2</sub>排出削減効果があり、2050年カーボンニュートラル実現のためには最重要技術であることが確認できた。

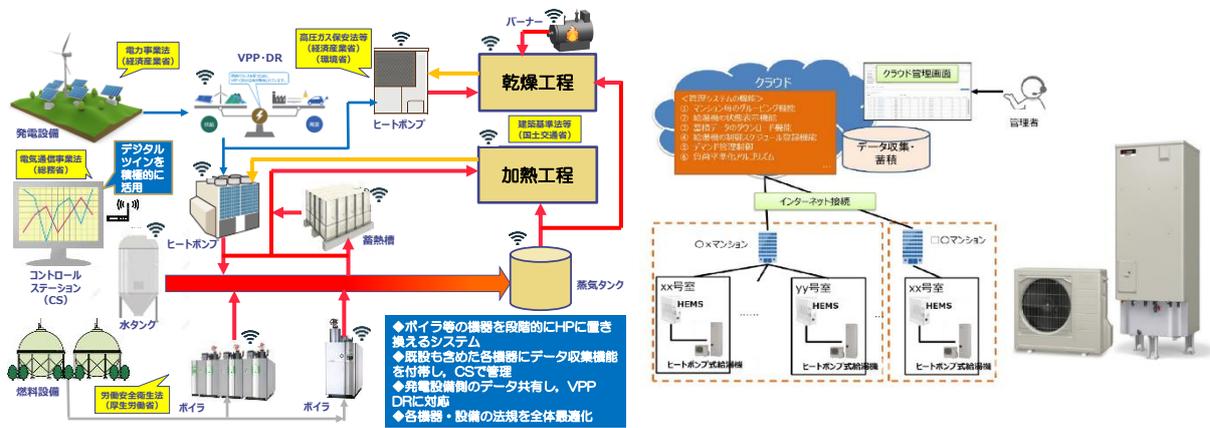
### ② 業務用給湯ヒートポンプ

2035年以降は年間熱容量100万kWの新規需要が見込まれ、2050年度断面における業務用給湯ヒートポンプによるCO<sub>2</sub>排出削減効果は601万t-CO<sub>2</sub>/年（中位ケース）と推計されている。業務用給湯機をセントラル式に使用する場合で、2050年度断面のセントラル式業務用ヒートポンプのCO<sub>2</sub>排出削減効果は上記試算の半分の300万t-CO<sub>2</sub>/年程度であると考えられる。さらに、集合住宅向けのヒートポンプ給湯機として、2050年度断面の集合住宅向けヒートポンプ給湯機のCO<sub>2</sub>排出削減効果は900万t-CO<sub>2</sub>/年程度であると考えられる。

図に次世代ヒートポンプシステムの導入プラットフォームイメージを示す。産業用においては、ボイラ、バーナー等の燃料を使用する機器をヒートポンプに置き換えられるところから徐々に置き換えて燃料消費料を削減していき、最終的には全てをヒートポンプによるオール電化システムに変えていくことが現実的であり、普及促進に繋がると考える。業務用においては、既に一部で導入事例が出てきており、従来の課題をデジタル技術で解決することが出来れば普及に繋がると考えられる。全ての機器・設備は、必要なデータを収集し遠隔でコントロール出来るようにし、熱のEMSにより全体最適化を図る。発電設備側との関係もVPP・DRの可能なようにし、温暖化ガス排出削減とともに経済性についてもコントロールを可能とする。このプラットフォームを有効活用するには、データ収集のためのIoT仕様を機器メーカーの枠を越えて同一にする必要がある。さらに、機器の性能面についても公開し、共有化することで仮想空間でのシミュレーションを可能とし、VPP（バーチャル・パワープラント）・DR（デマンド・レスポンス）を活用して、再生可能エネルギー主体の電源構成でも安定した最適運転が可能となると考えられる。本システムを普及するためには、機器の接続だけではなくデータ、制御等の連携するため、所轄の省庁を横断した一元管理が望まれる。

熱の EMS により従来ヒートポンプの課題を解決し、導入促進を図るとともに、200°Cまでの従来蒸気ボイラ・バーナーや電気ヒータ等で加熱するしかなかった温度帯に適用可能な高温ヒートポンプの開発、エネルギースマートメータ等のセンサ開発、デジタルツインを活用した効果量の算定などを進め、2030 年代初頭からコスト高を意識しなくても良いサブスクリプション等の新ビジネスモデルにより、さらなる普及拡大を目指していく。

既にヒートポンプを導入している事例は多くあるが、本検討のようにプラットフォーム化技術を目指したものはなく、社会実装実験をする意義は大きい。しかしながら、いきなり実ラインや実物件で行うのではなく、小規模なスマートコミュニティを対象にモデル実験を行うことで、実動作確認が必要な機器や通信プロトコル等を導入したプラットフォーム化が検証できると考えられる。ここで対象とした導入インパクトが大きい産業用や集合住宅を中心にモデル化した実証実験を行うことが必要である。



加熱用途の産業用ヒートポンプ

業務用給湯ヒートポンプ

図 4 次世代ヒートポンプ導入プラットフォームイメージ

従来のヒートポンプ導入のために評価指標は、主に投資回収年数により行われた。しかしながら、気候変動対策としてカーボンニュートラルを目指す方針が打ち出され、経済性以外の評価指標必要になってきている。ボイラ代替としてヒートポンプ選定する際にも、エンジニアリング力を最大に発揮し、エネルギーマネジメントシステムの視点から最適化が重要となる。ヒートポンプはその特性上、なるべく定格運転で運転時間を長くすることでより大きな省エネ効果を得られる。また、イニシャルコストを発生させないサブスクリプションのビジネスモデルの検討も必要になってくる。

2022 年 5 月に経済産業省が中間まとめを公開した「グリーンエネルギー戦略」において、グリーントランスフォーメーション(GX)を推進することを謳っている。その中には「省エネ・燃料転換」政策として「ヒートポンプなど熱利用の高効率・脱炭素化」が明記されている。これら政策的対応策も重要だが、さらに2050 年カーボンニュートラルに向けたヒートポンプ導入目標の設定、各企業における脱炭素量基準を示しアクションプランを設定など、より具体的な政策を提示し、目標達成した際にはインセンティブを与えるような政策も必要だと考える。また、今まで省エネに対して成果を上げている「トップランナー方式」、

「ラベリング制度」など企業の競争原理を活用した政策に対しての検討が必要と考える。

2022年6月に閣議決定された「新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画」は、グリーントランスフォーメーション(GX)を「重点投資分野」の一つに位置付け、各省庁はGXの実現に向けた取組みを検討し、それらを各省庁を横断した取組みとしていくとしている。本多角的次世代ヒートポンプに関しては、経済産業省のほか環境省、国土交通省、農林水産省、文部科学省など多くの省庁がヒートポンプ普及を取組みとして掲げており、さらにEMS推進には総務省、デジタル庁が関係してくる。これら各省庁が横断的に連携してヒートポンプの市場導入を推進できるように法的な整備を含めて制度設計を進めることが重要となる。

### 3.4 共通領域：データ収集・通信・デジタルツインの共通化技術

参画組織：NTT ファシリティーズ、竹中工務店、東芝キヤリア、富士電機、ダイキン工業、アズビル、日建設計総合研究所、三菱電機、清水建設

熱を含めたエネルギーの統合や最適化に向けては、これまでデータ収集が可能な情報に加え、新たに収集する情報と合わせて、“見える化”し、分析し、制御・運用していく必要がある。また、異なるメーカー間、機器間での連携も見込まれるため、共通的なルール（仕組み）作りが必要になると考える。本WGでは、共通的なルール（仕組み）構築に向けた問題を整理し、その実現に向けた課題を整理する。課題を整理するうえで、図に示すような基本フレームを設定した。

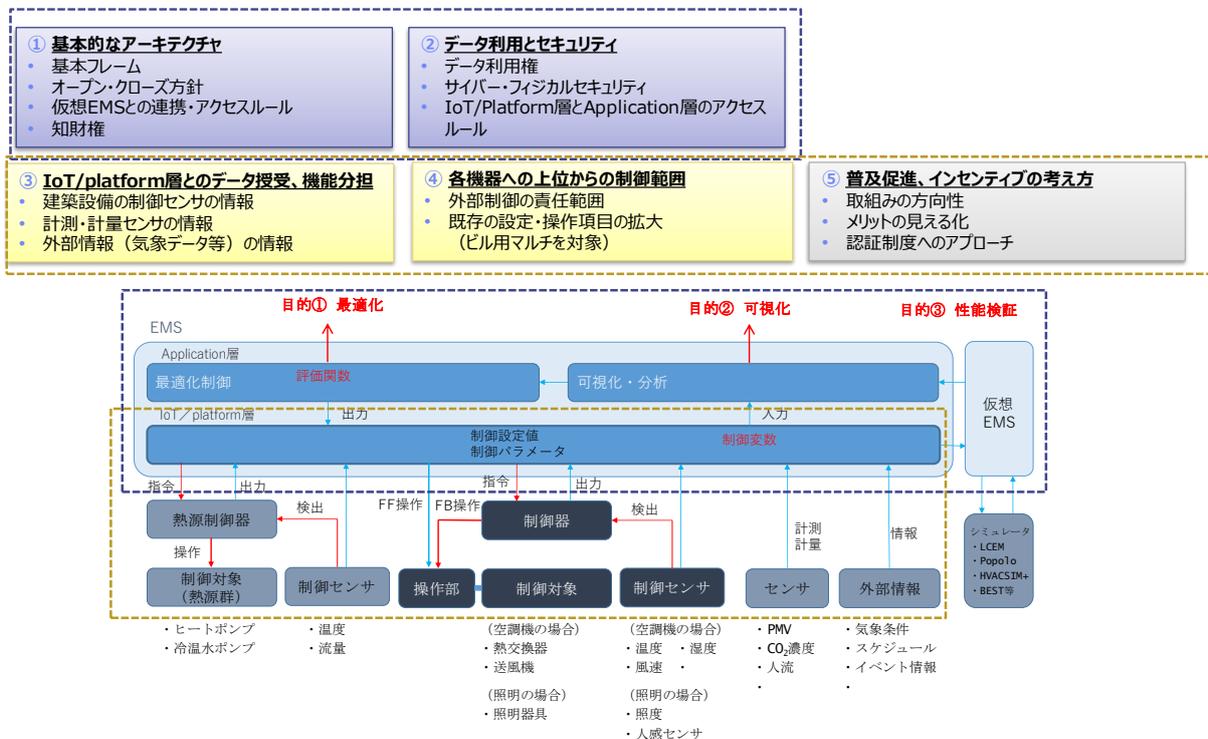


図5 基本フレームと検討内容

基本フレームは、建物設備および各種センサ、外部情報からの情報を収集する IoT/platform 層とデータを可視化・分析・最適化制御を行う Application 層、実建物のデジタルツインである仮想 EMS、建物設備などのシミュレータから構成される。そのうえで、「①基本的なアーキテクチャ」、「②データ利用とセキュリティ」、「③IoT/Platform 層とのデータ授受、機能分担」、「④各機器への上位からの制御範囲」、「⑤普及促進、インセンティブの考え方」の5つの観点から検討を行った。

### ①基本的なアーキテクチャ

- ・「Application」部はクローズ（主に各社が独自に開発・提供する部分）で、「IoT/Platform」部はオープン（共通プラットフォーム部分など）、「仮想 EMS（シミュレータ）」は、オープンな汎用ツールを使用が望ましい。
- ・本 WG の取組みとしては国や省庁を巻き込んだ標準化の提案としつつ、標準化自体は日冷工など工業会の規格に落とし込むのが妥当。
- ・本検討で対象とした熱・エネルギーマネジメントシステムの運用フローの一例を図として示す。従来のエネルギーマネジメントシステムとの違いは熱負荷の見える化であり、熱負荷に対する制御検討の幅が広がることで現状よりも高度な制御が期待できる。
- ・知財権に関しては、クローズ部分は各社で知財権を取得する。オープンな部分で知財権が発生した場合には、基本公知化するか、RAND ライセンスなどで条件を決める。

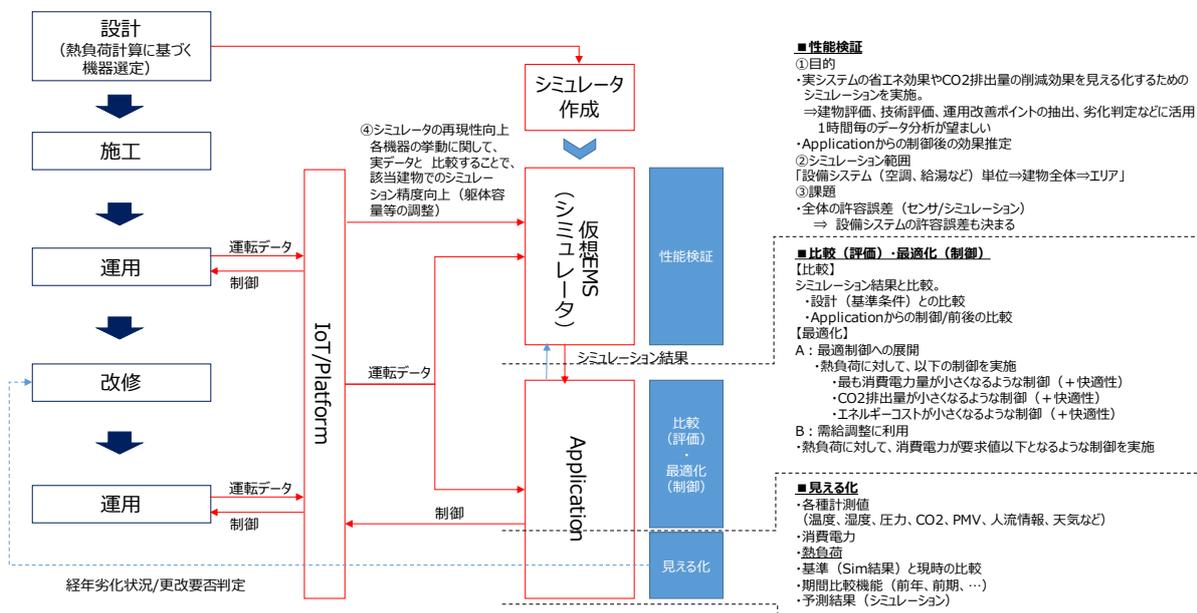


図6 運用フロー

### ②データ所有権とセキュリティ

- ・データの利用については、「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」（経済産業省情報経済課）に則る。
- ・サイバーセキュリティおよびフィジカルセキュリティは、サービスの開発ベンダ、メーカ

一で一般の ICT 機器と同様に各種規約やガイドライン（「サイバーセキュリティマネジメントシステム認証基準」（IEC62443-2-1）など）に基づいて開発し、製品やサービスレベルで保証する。併せて、「ビルシステムにおけるサイバー・フィジカル・セキュリティ対策ガイドライン」（経済産業省商務情報政策局サイバーセキュリティ課）も参照する

- ・運用面では、サイバー・フィジカル両面を意識した運用規約の設定や、現地作業員の教育も必要である。

### ③ IoT 階層と機器階層のデータ授受と制御の機能分担/適用範囲

- ・「計測・計量センサ（CO<sub>2</sub> センサ等）」は各センサや情報源の通信方式・データ方式を確認し、「IoT/Platform」につなげられるよう個別エンジニアリングする。
- ・「外部情報（気象データ等）」は情報発信者の定義する方式で、契約により取得する。
- ・「建築設備」のセンサ情報に関しては、利用目的や提供サービスに応じて、必要な情報を収集できるような仕組みとする。通信プロトコルについては、すでに汎用となっている BACnet、OPC UA などを用いる。
- ・データ項目・データ間隔・データ精度については、利用目的や提供サービスに応じて個別検討する。ただし、建築設備のセンサ情報については、メーカー・機種により値が持つ意味が異なることがあるため仕様を統一することが求められる。

### ④ 各機器への上位からの制御範囲

- ・外部制御入力の責任は運用側、入力後の挙動はメーカー責任が基本的な考え方。
- ・機器の信頼性（故障）、能力、寿命に対する懸念から、既存の設定・操作項目を活用し外部制御するのが原則。
- ・将来のカーボンニュートラルを見据えより積極的な運転を行いたい場合にも、故障予見などの先端技術と組み合わせて保証範囲外の入力に対する機器の信頼性を担保するなど、各メーカーとの協議は必要
- ・既存の設定・操作項目の拡大が必要（既存の項目で実現できない）な場合については、日冷工などで議論し、標準規格等に反映する。分野や項目が多岐にわたるなど、必要に応じて専用のコンソーシアムを設立し、標準規格化する。
- ・「熱の見える化」を実現するためには、事務所用パッケージ型空気調和機の冷房能力（冷房負荷）・暖房能力（暖房負荷）の把握が課題である。

### ⑤ 普及促進、インセンティブ作り等の行政への要望

- ・仮想 EMS（シミュレータ）との連携、複数台の異機種制御のメリットの見える化が課題
- ・メリットは、投資コスト面、運用コスト面の他、認証などに省エネルギー効果を反映できる仕組みとすることが一つの手段。  
今後の課題としては、次のようなことがあげられる。
- ・エネルギーマネジメントの対象範囲（建物内、建物群など）により、具体的なシステム構成および役割は異なるため、マネジメント範囲毎に検討する。
- ・各機器の制御範囲の拡大やデータ収集項目および間隔などについては、Application に応じて、そのメリット含め検討する。

- ・ 今後、実用化に向けて、エネルギーマネジメント範囲を始め、具体的なプロジェクトでの検証を行い、詳細な検討を進めていく必要がある。

#### 4. 産業競争力強化のための提言および施策

##### 4.1 提言

各社会領域の実現のために以下のような提言を行う。

- ・ 熱利用機器やセンサも含めた熱の EMS 実現に必要となるハード技術に対してデータ送受信や制御方法を含めた DX へのオープンクローズ戦略を早期に明確化すべきである。
- ・ 現在では、統一性なく熱の EMS 技術の構築が進められている。今後、熱の EMS 技術が進展し、適用される機器や運転方法が多様化した場合には、このままいくと技術の進展の限界をすぐに迎えてしまうことが予想される。そこで、EMS としてのソフト技術とデジタル化されたハード技術を組み合わせた EMS プラットフォームとしての Ambient Energy Platform における定義や適用範囲、構築方法を統一化することによって、熱の EMS の実現を進めるべきである。
- ・ 上記プラットフォームに対応可能な新たな技術を開発することによって、多様なシステム、メーカー、業種が連携しながらも全体最適化が可能な体制の中で、社会実装を進めるべきである。
- ・ 熱の EMS については、その効果の予測や検証を行うことが容易ではない。そこで、シミュレーション技術やデジタルツイン技術を活用した省エネルギー・省 CO<sub>2</sub> 効果予測や検証を可能とする効果予測・検証体制づくりを早期に進めるべきである。

何が解決し、何が変わるのか？

- ・ 熱を含めたエネルギーの非効率利用が解消され、熱電(いずれは水素)を含めた真にトータルなエネルギーマネジメントの早期構築・運用が可能となり、全体最適化が効率よく進められる。
- ・ 個別機器の統合や更新を促進し、例えばコア技術の一つである、ヒートポンプ技術等を根本から変え、一層の高性能化を実現しうる可能性がある。
- ・ エネルギーマネジメントシステムの効率的運用により、自家消費も含めた再エネ利用促進を合わせて図ることができる。
- ・ 関連する、IoT, ソフトウェア, ハードウェアの新技术創出や関連産業の創出につながる。

##### 4.2 施策

なお、以下のような点で、産学の努力のみならず官の協力支援が必要となると考えている。

###### ① 異業種、異システム間連携を可能とするプラットフォーム化に必要な事項

- ・ EMS 技術の基盤アーキテクチャの明確化とルール作り (産学官)
- ・ EMS における IoT やプロトコルのオープン技術の明確化とルール作り (産学官)
- ・ データ収集、通信の一般化とセキュリティの明確化、ルール作り (産学官)
- ・ 熱利用機器の制御をはじめとしたオープン技術の明確化とルール作り (産官)

###### ② 上記プラットフォームをベースとした具体的な技術の構築と社会実装の進め方 (事業化に向けた戦略, PoC/実証事業)

- ・ 導入効果の予測 (CO<sub>2</sub> 削減効果, コスト) や社会実装に向けたロードマップ構築と国際社会への広報 (産学官)

- ・ 社会実装を行う地方や大学との連携(産学官)
- ③導入効果の予測や検証を可能とするとともに、関連技術の普及策
- ・ デジタルツイン等によるエネマネ導入効果の予測や検証体制構築(産学官)
  - ・ 補助金や規制緩和、ラベリングをはじめとした認証機能の構築(産学官)

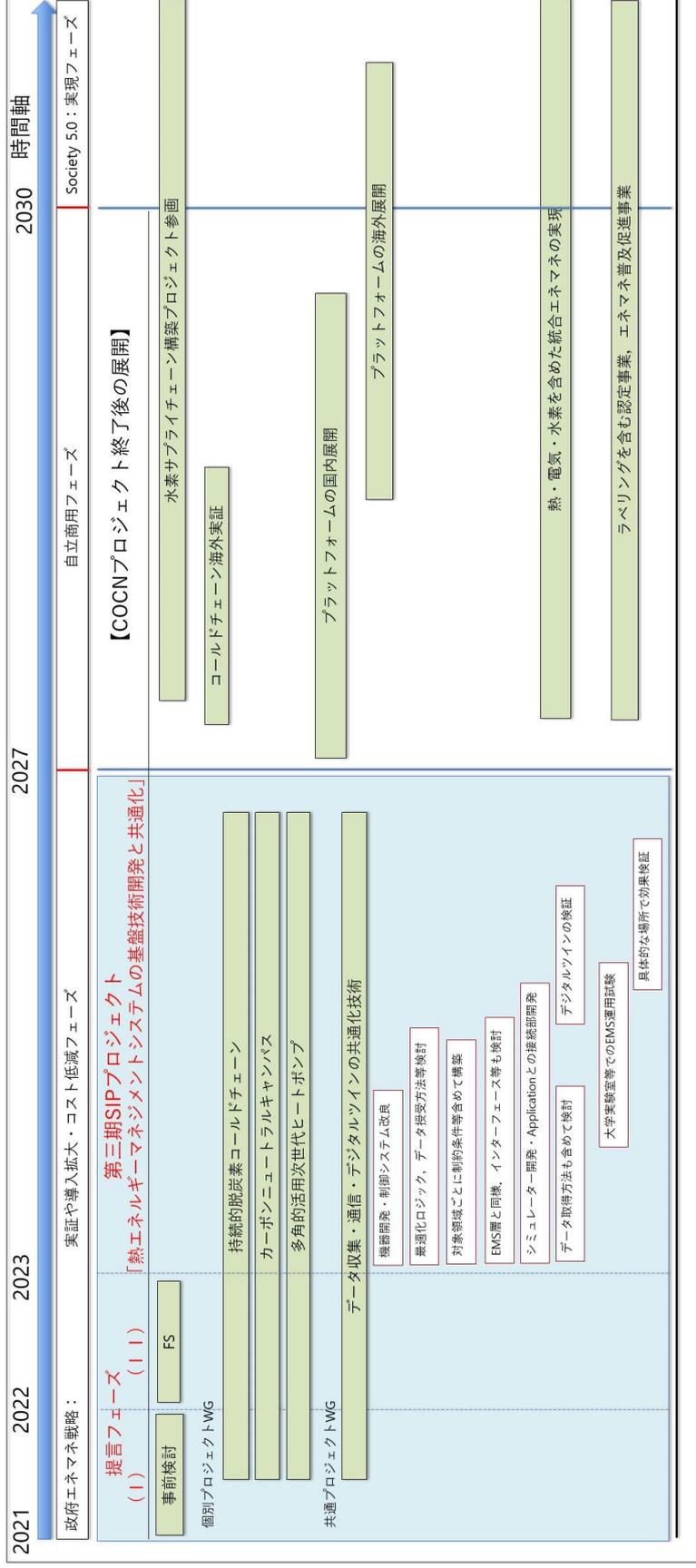
## 5. 今後の展開

本プロジェクトは、次のように展開される予定である。

- ・ 第3期 SIP(2023年度～2027年度)個別テーマ、「熱エネルギーマネジメントシステムの基盤技術開発と共通化」として、EMSの社会実装を進める。
- ・ プロジェクト終了後の展開(2028年度～2030年度):熱も含めたエネルギーのEMSが実現するとともに水素のサプライチェーンプロジェクトへも参画し、水素、電力、熱まで含めた真のエネルギーの全体最適化を実現する。さらには、ここで構築されたプラットフォームを国内外へ次々と展開し、カーボンニュートラル実現に貢献する。

全体的な計画を次に示す。それらを通じ、日本社会において省エネルギー・脱炭素のみならず、持続的成長(SDGs)に必要なエコシステム作りを行い、社会課題解決を図るべく取り組む。

# プロジェクト全体の計画



一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-1

日本プレスセンタービル 6階

Tel : 03-5510-6931 Fax : 03-5510-6932

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 山口雅彦