

【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～

2021年10月15日

産業競争力懇談会 **COCN**

【エクゼクティブサマリー（中間）】

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マネジメントシステム(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の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CO₂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ーも含めて異業種、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活用して急変する社会的要請にも応えう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ー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。

2.3 個別 WG の設置

具体的なプラットフォームや社会実装、効果検証体制を検討するために、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ような WG を設置する。

<個別プロジェクト>

- ①水素サプライチェーン高度熱利用：液体水素をはじめとした極低温熱利用技術の連携
- ②持続的脱炭素コールドチェーン：EMS によるサプライチェーン全体の脱炭素化実現
- ③レジリエント次世代空調：感染症や異常気象等に柔軟に対応する住宅、ビル等の空調
- ④カーボンニュートラルキャンパス：教育環境や熱を含むエネルギーとの統合設計
- ⑤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
- ⑥多角的活用次世代ヒートポンプ：住宅・産業における多様なヒートポンプ技術実現

<共通プロジェクト>

- ⑦データ収集、通信：EMS に係る収集・分析のデータ利活用の横断的な最適化
- ⑧効果検証体制：EMS/省 CO₂ 効果の評価、検証、標準化/デジタルツイン活用

3. 産業競争力強化のための提言および施策

WG および WG 間が連携した活動を中心に行い、以下のような提言を行う。

- ・ 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
 - ・ 上記を踏まえ、社会実装の進め方を検討した上でのプロジェクト構想
 - ・ 省エネルギー・省 CO₂ 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
- 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（CO₂ 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. 最終報告書に向けた検討上の課題と展開

4.1 課題

COCN プロジェクトは WG の進捗状況を踏まえて 1～2 年で実施することを想定してい

る。本プロジェクトを推進する上では、次のような事項が課題となっている。

- ・ 今年度のアウトプットやロードマップの明確化
- ・ 各 WG の効果的な運営と WG 間の連携
- ・ 産官学のそれぞれの役割と課題、対策/施策案（国プロ案含め）の提示・情報交換
- ・ 社会実装方法の明確化

4.2 展開

本プロジェクトは、次のように展開される。

- ・ 提言フェーズ(2021 年度)：熱の EMS を含めた Ambient Energy Platform の確立とその実証方法の明確化、国プロへの提案を行う。
- ・ 提言フェーズⅡ（2022 年度）：今期、リソース制約のため検討途上な個所に関しては、来年に提言を行う。
- ・ 実証フェーズ(2022 年度～2025 年度)：熱の EMS を含めた Ambient Energy Platform の動作検証と効果検証を行い、社会実装、事業化を図る。
- ・ プロジェクト終了後の展開(2026 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。

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。

【目 次】

【エクゼクティブサマリ（中間）】	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
1.1 提案の理由背景	2
1.2 熱利用の現状.....	3
1.3 熱利用の総合的な課題.....	5
2. 検討の視点と範囲.....	5
2.1 検討視点.....	5
2.2 検討範囲	6
2.3 個別 WG の設置	6
3. 産業競争力強化のための提言および施策	9
3.1 提言	9
3.2 施策	9
4. 最終報告書に向けた検討上の課題と展開	9
4.1 課題	9
4.2 展開	10
5. その他	13
5.1 各 WG 提案資料	13
5.2 理事会説明資料	19

【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）

坂口清文／キヤノン（株）

藤久保譲／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）

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

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

渡辺泰／三菱重工業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）

COCN 実行委員： 大石善啓／（株）三菱総合研究所

COCN 企画小委員：

大久保進之介／富士通（株）， 武田安司／日本電気（株）， 五日市敦／（株）東芝

佐藤桂樹／トヨタ自動車（株）， 岩田一／（株）地球快適化インスティテュート

菊地達朗／（株）日立製作所， 金枝上敦史／三菱電機（株）， 中山慶祐／ENEOS（株）

COCN 事務局長： 山口雅彦

副事務局長： 五日市敦， 佐藤桂樹， 武田安司

プロジェクト事務局：伊藤一道， 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

1.1 提案の理由背景

① 目指すべき未来社会

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 2050 年実現（出所）shutterstock

② エネルギー・環境戦略

以上のような社会を実現していく中で、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。

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)	社会実装の加速化 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	社会実装に向けた規制・制度改革 ・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（ <u>規格・基準の整備</u> ） ・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（ <u>電事法関係省令の整備及び実証支援</u> ） ・エネルギーの最適利用促進に向けた制度見直し（ <u>省エネ法、インバランス料金制度の改訂</u> ）

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
制御・エネマネシステム ● AI・IoT等を活用したエネマネ	アグリゲーターや配電事業者などの新たなビジネスを促すための制度整備及び実証支援					エネルギーの最適利用促進に向けた制度の見直し		
	エネルギー・マネジメントの導入強化に向けた規格・基準の整備							
	EV等の普及については、自動車・蓄電池の実行計画を参照							

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、そのために必要な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。

1.2 熱利用の現状

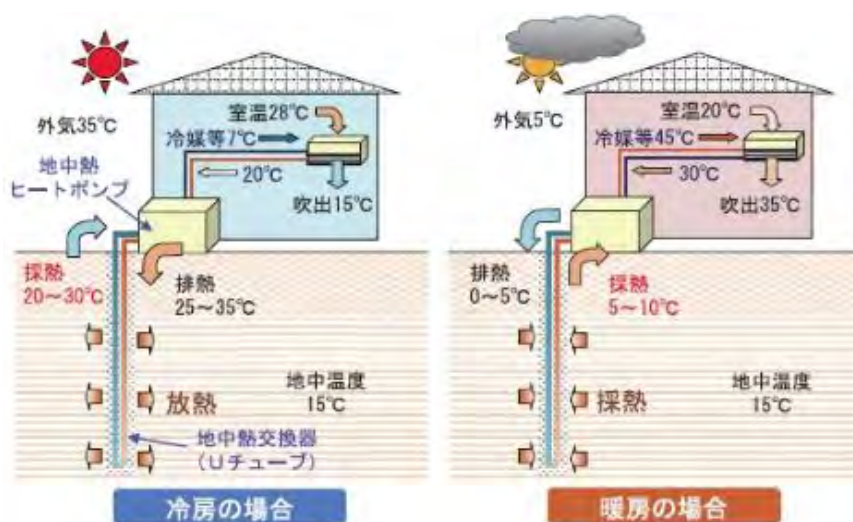
各種のエネルギー供給・利用システム、その EMS において、電力系に対しては、デジタル

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利用体系化が産業、民生（業務、住宅）、運輸などの多様な分野で進展してきている。

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 CO₂ 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。その大きな課題としてデジタル化技術の適用が困難であることにより、EMS 等を活用した全体最適化や効率的活用が進みにくいことがあげられる。



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

1.3 熱利用の総合的な課題

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。

- 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。

③ 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

- ・ センサー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う、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。

2. 検討の視点と範囲

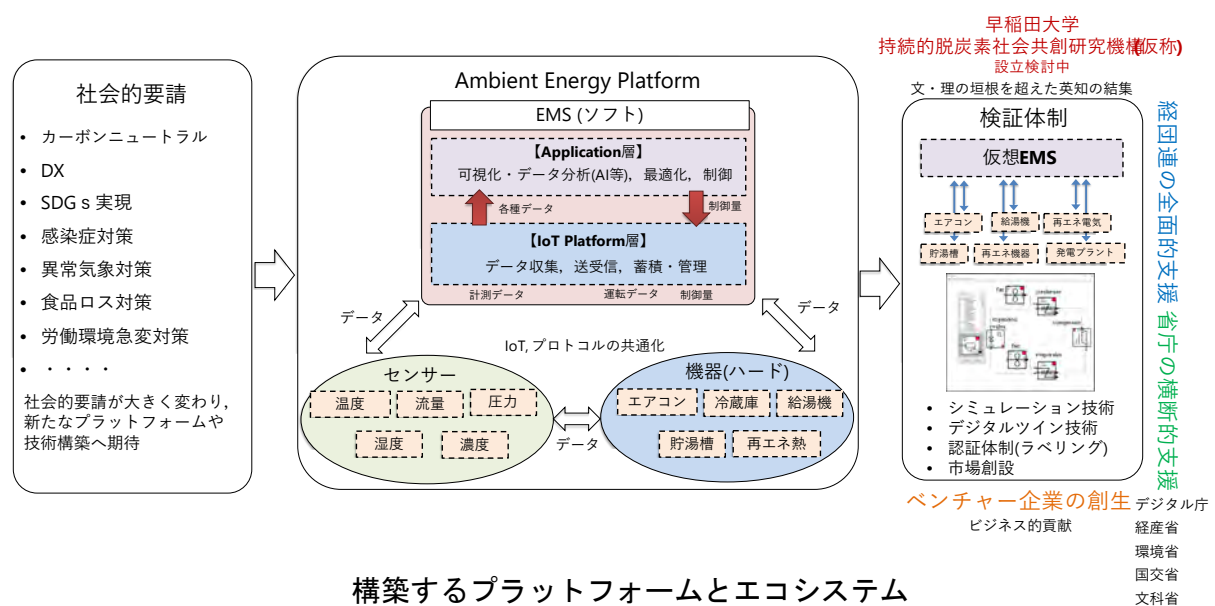
2.1 検討視点

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ー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。



2.3 個別 WG の設置

検討を進めるにあたっては、以下の 6 つの個別プロジェクトと 2 つの共通プロジェクトを推進する WG を中心に検討を進める。個別プロジェクトは、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、極低温(水素)、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 WG を設定している。共通プロジェクトは、それぞれの個別プロジェクトに共通するプロジェクトである。

WG では、それぞれのプロジェクトで必要とされる具体的な数値目標やロードマップの策定、プラットフォームの構築方法やそのビジネス戦略としての社会実装について検討を進める。

各 WG では、主査企業・組織が中心となって検討を進める。全体会議および WG 間の連携や調整はリーダー(大学)、コリーダー(企業)が行う。全体会議では、各 WG の進捗状況の説明や、全体議論が必要な事項の検討を進めるとともに、WG 間の連携や調整方法について議論をする。

＜個別プロジェクト＞

① 水素サプライチェーン高度熱利用

主として液体水素に係る熱利用技術であり、極低温の液体水素の蒸発潜熱の効果的な活用方法を検討する。水素供給と極低温蒸発潜熱を活用する熱システムを連携させうるプラットフォームを構築し、水素サプライチェーンの全体最適化に寄与する。

② 持続的脱炭素コールドチェーン

熱の EMS と物流マネジメントや食品ロス低減技術と連携したり、店舗内での空調とショーケースの連携制御や DR を実現する。さらには、従来にない新たなコンテナ型コールドチェーン構築も含めて脱炭素を実現可能なプラットフォームを構築する。

③ レジリエント次世代空調

感染症拡大や異常気象等の多様に変化する現代社会の環境変化にも柔軟に対応する次世代型の住宅、ビル等の空調技術の確立を目指す。

④ カーボンニュートラルキャンパス

AI 等の活用も含めて小中高大の教育環境に必要な熱利用技術を明確化するとともに、多様な技術の連動が可能な EMS 技術やプラットフォームを構築する。

⑤ 再エネ連携農業/都市型農業

農業分野において再生可能エネルギーや食糧生産システムを連携可能な EMS 技術を構築する。さらには、農業地域と都市との連携をも実現し、エネルギーと共存する農業の新しい姿を明示する。

⑥ 多角的活用次世代ヒートポンプ

ヒートポンプ技術は 2050 年までにその導入量を 10 倍にすることが国際社会から求められている。このような要請を実現するために個別住宅、集合住宅、産業におけるヒートポンププラットフォームを構築し、具体的な導入プロセスを明確化する。

＜共通プロジェクト＞

⑦ データ収集、通信

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/負荷予測、全体最適化、熱の見える化を可能とする技術について検討する。必要に応じて個別プロジェクトとの連携を図る。

⑧ 効果検証体制

EMS/省 CO2 効果の評価、検証、標準化を進める。シミュレーション技術を確立するとともにデジタルツイン技術を活用して熱を含めた EMS の効果を効率よく分析できる体制だけでなく、認証体制等まで含めて検討する。

ちなみに、今年度、時間的、人的制約の中でどのように進めるのか、何をどこまで明らかにするのかについては WG が編成された直後でもあり、WG の中で今後具体化していく。なお、現時点における各 WG の検討・構想内容、数値目標を以下のようにまとめておく。WG の具体的な提案内容は、5 章で示す。

構築する WG としての個別プロジェクト(6 件)と共通プロジェクト(2 件)

	プラットフォーム	目的	数値目標	参加企業
個別プロジェクト	水素サプライチェーン 高度熱利用	・ 熱の有効利用による水素利用の効率化	10%のエネルギーロス改善	早大(主査), 富士電機, 追加募集
	持続的脱炭素 コールドチェーン	・ サプライチェーン全体の脱炭素化 ・ 食品との連携(食品ロス等)による付加価値創出 ・ 温度レベル等と食品品質価値基準の明確化	2030 : 30%省エネ 2050 : 60%省エネ (再エネ導入分含まず)	パナソニック(主査), 関西電力, 富士電機, 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
	レジリエント 次世代空調	多様な環境変化に対応可能な次世代空調の検討 新たな評価基準の策定	2030 : 450万トンCO ₂ 2050 : 900万トンCO ₂ (再エネ導入分含まず)	ダイキン(主査), パナソニック, 三菱電機
	カーボンニュートラル キャンパス	・ 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 ・ 学校に特徴的な技術の明確化	2030 : 70%省エネ,この時点で CN実現(再エネ導入分含まず)	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
	再エネ連携農業 都市型農業	・ 再エネ導入促進 ・ 都市との連携, 輸送の効率化 ・ フードロス低減	2030 : 800万トンCO ₂ 2050 : 1500万トンCO ₂ 再エネ導入考慮なし	農研機構(主査), 日本電気, オムロン
	多角的活用 次世代ヒートポンプ	・ 国際社会が要求するヒートポンプ10倍普及方策検討 ・ ヒートポンプの新たな形態(集合住宅, 産業用) ・ 普及促進策(補助金, シミュレーション技術) ・ 今後の冷媒	2030 : 4000万トンCO ₂ 2050 : 1.3億トンCO ₂	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, ノーリツ (検討中)
共通プロジェクト	データ収集, 通信	・ 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 ・ 負荷予測, 人流等まで含めた全体最適化 ・ 熱の見える化 ・ セキュリティー		NTTファシリティーズ(主査), 竹中工務店, 東芝キヤリア, 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
	効果検証体制	・ EMS導入効果の評価方法構築, 標準化 ・ デジタルツイン, シミュレーション技術確立		早稲田大学(主査), 三菱電機, 大阪ガス, 東京ガス, 東京電力, ダイキン, 清水建設

※目的や数値目標は、中間報告書作成時点での暫定的なもの

3. 産業競争力強化のための提言および施策

3.1 提言

WG 及び WG 間連携により、以下のような提言を行う。

- ・ 熱利用機器やセンサーも含めた EMS 実現に必要なハード技術のデジタル化戦略
- ・ 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 の構築方法
- ・ 上記プラットフォームを活用した新たな技術を開発するとともに社会実装の進め方を検討した上でのプロジェクト構想
- ・ 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 CO₂ 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

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構築・運用が可能となる。
- ・ 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。

3.2 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 (CO₂ 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. 最終報告書に向けた検討上の課題と展開

4.1 課題

COCN プロジェクトは WG の進捗状況を踏まえて 1～2 年で実施することを想定してい

る。本プロジェクトを推進する上では、次のような事項が課題となっている。

- ・ 今年度のアウトプットの明確化

優先度・重要性の整理を行いつつ、今年度のアウトプットを明確化することと来年度に向けての取り組みを早期に整理し、社会実装に向けたロードマップを示す必要がある。

- ・ 各 WG の効果的な運営と WG 間の連携

今後は WG 別にプロジェクトを進めることとなるが、各プロジェクトに共通する課題を明確化し、熱技術の EMS 化やプラットフォーム化に必要な技術を一般化することが必要となる。

- ・ 産官学のそれぞれの役割と課題、対策/施策案（国プロ案含め）の提示・情報交換

本検討参加メンバーは「産官学の役割」の明確化と各課題解決の重要性の意識を持ち取り組んでいる。この産学の役割も踏まえつつ、来年度以降の国プロ化や、さらにはその先の各種支援に関してはいくつかのブレークスルーのための国の支援を明確化する。そのための各省庁・担当間での情報交換・意見交換が必要と考える。

- ・ 社会実装方法の明確化

構築したプラットフォームを活用した社会実装をどのように行うかを明確化することが必要となる。とりわけ地方自治体等とも協力し、社会実装を行う効果的な場面や場所を明確にする。

4.2 展開

本プロジェクトは、次のように展開される。

- ・ 提言フェーズ(2021 年度)

熱制御を含めた Ambient Energy Platform の確立と EMS ならびにその実証方法の明確化、国プロへの提案を行う。

- ・ 提言フェーズⅡ（2022 年度）

今期、リソース制約のため検討途上な個所に関しては、来年に提言を行う。

- ・ 実証フェーズ(2022 年度～2025 年度)

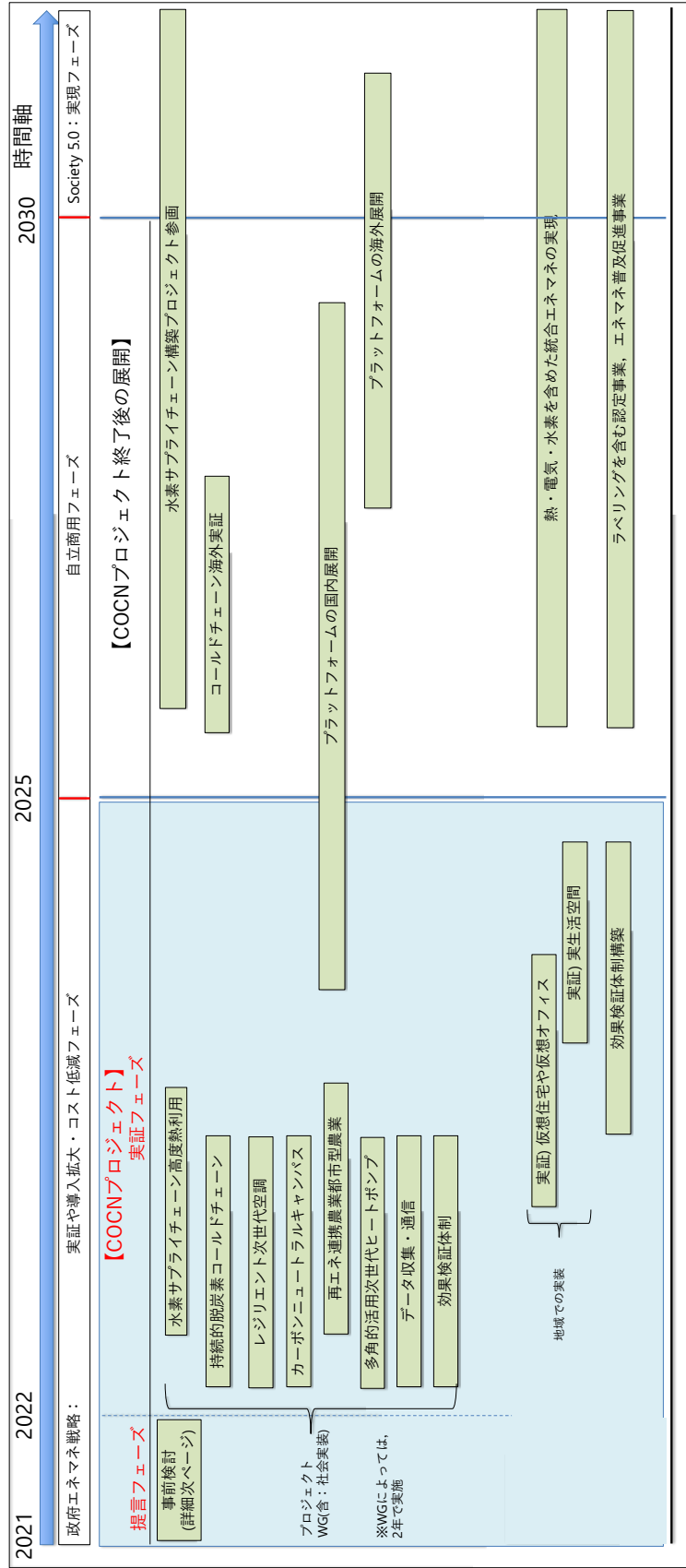
熱制御を含めた Ambient Energy Platform の動作検証と EMS としての効果検証を行い、社会実装、事業化を図る。

- ・ プロジェクト終了後の展開(2026 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。

全体的な計画を次ページに、提案フェーズでの計画を次々ページに示す。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



提言フェーズの計画

	2021年度 提言フェーズ	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
	大項目	詳細項目			技術検討 中間報告				中間報告	関連府省との 意見交換				最終報告
個別プロジェクト	全体議論	・熱のEMSの課題の明確化 ・具体的WGの選定	←				→							
	水素サプライチェーン 高度熱利用	・熱の有効利用による水素利用の効率化								→	→	→	→	
	持続的脱炭素 コールドチェーン	・サプライチェーン全体の脱炭素化 ・食品との連携(食品ロス等)による付加価値創出 ・温度レベル等と食品品質価値基準の明確化							→				→	
	レジリエント 次世代空調	・多様な環境変化に対応可能な次世代空調の検討 ・新たな評価基準の策定							→				→	
	カーボンニュートラル キャンパス	・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 ・学校に特徴的な技術の明確化							→				→	
	再エネ連携農業 都市型農業	・再エネ導入促進 ・都市との連携、輸送の効率化 ・フードロス低減											→	
	多角的活用 次世代ヒートポンプ	・国際社会が要求するヒートポンプ10倍普及方策検討 ・ヒートポンプの新たな形態(集合住宅、産業用) ・普及促進策(補助金、シミュレーション技術) ・今後の冷媒							→				→	
	共通プロジェクト	・システム運用が本番で一般化し、形式に際したノウハウの共有が実現 ・負荷予測、人流等まで含めた総合最適化 ・熱の見える化										個別プロジェクトの連携		
		・EMS導入効果の評価方法構築、標準化 ・シミュレーション技術確立 ・デジタルツイン									→		→	
	最終報告書作成												→	→

5. その他

5.1 各 WG 提案資料

現状、各 WG がまさに立ち上がろうとしているところであるが、各 WG 設置への提案資料の概略をここに示す。

①水素サプライチェーン高度利用

液化水素サプライチェーンの早期実現化と経済性評価及び社会実装に必要な規格・基準策定に取り組む。とりわけ、液化水素サプライチェーンにおいては、熱利用技術がキーとなる。この技術のプラットフォームの構築と具体的社会実装を進める。なお、公的な調査事業に採択されたこともあり、今後具体取り組みをどのようにするか関係機関と調整していく。

②持続的脱炭素コールドチェーン

i) スーパー・コンビニ等におけるエネルギーマネジメント

店舗内のエネルギー最小化、DR(デマンドリスポンス)、ピークカットなどの電力需要に対応した熱機器の制御を狙うものである。とりわけ、スーパーやコンビニ店舗では各機器の省エネ開発は注力されている。店舗全体では、空調機、冷凍冷蔵機器といった数々の熱機器が導入されているが、それぞれ独自に制御されており、熱マネジメントや地域と連携した DR、ピークカットなどの規格や対応する機器の開発は少ない。

そこで、本プロジェクトでは、店舗内の熱マネジメントおよび店舗外との連携を想定した熱マネジメントを実現するため、以下の内容の検討・実証実験を行う。

- ・ 店舗内機器の通信規格 PF および標準 IF の検討・検証
- ・ 店舗外との通信規格 PF、制御方法などの規格および標準 IF の検討・検証
- ・ 規格に合わせた蓄熱・蓄エネ方法の検討および機器の設計・検証
- ・ 各熱機器の DR・ピークカット手法の検討および機器の設計・検証
- ・ 機器連携制御技術：各冷熱機器／測定機器のセンシング情報を集約し、各機器の目標設定（屋内温度、湿度、CO₂濃度、冷蔵／冷凍庫内温度など）のうち、優先順位を決め、優先順位に応じて目標設定に許容範囲を設けながら、エネルギー消費量を最小とする制御技術の構築
- ・ 空間センシング技術：利用者周囲の温熱環境測定、CO₂濃度などの空質測定
- ・ 人体センシング技術：利用者人数特定、活動量推定

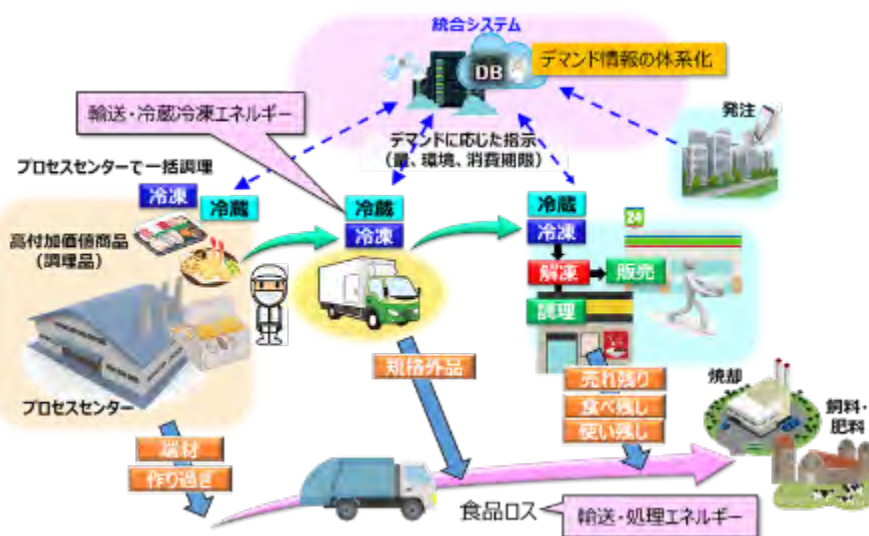
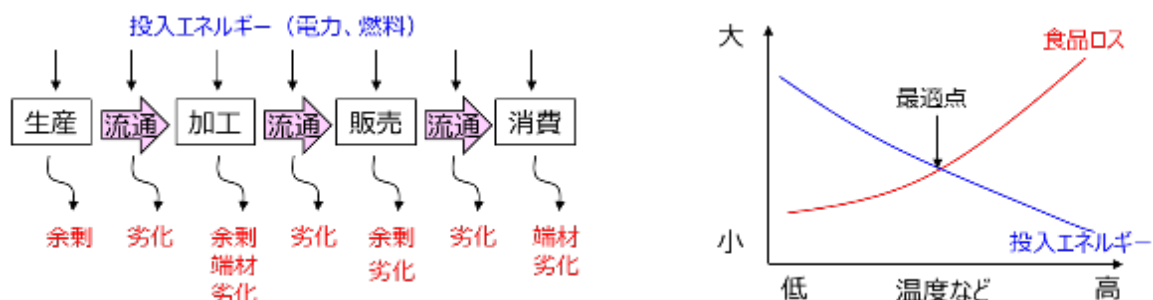
ii) 食品流通における食品ロス低減と投入エネルギーの最適化

生産から消費に渡り、デマンドに応じて食品ロスの低減と投入エネルギー（冷凍、解凍/加熱、保存）の最適化を図る。生産、加工、消費のあらゆるフェーズにおける食品ロスの低減と脱炭素化に向けたトータルの省エネが継続的に求められている。しかし、食品の品質基準の明確化や各フェーズの必要エネルギーの定量化がなされていないため、以下の施策を推進する。

- ・ 生産から消費までの間で、流通経路に影響しない食品品質の絶対評価基準の検討
- ・ 食品品質に応じた投入エネルギー（冷凍、解凍、保存）基準の定量化検討と、それを実現

する機器開発

- ・ 消費者のデマンドに応じた食品流通全体の投入エネルギーと食品ロスのバランス検討



(出所 富士電機株式会社)

iii)ラストマイル・コールドチェーンマネジメント

宅食や食品 EC 拡大で輸送や受け渡しの保冷増加など、エネルギーバランスが変化するなか、流通情報などからエネルギー消費を予測し、時間×蓄熱量の需給マッチングを図る。具体的には、以下のような取り組みが考えられる。

- ・ 天候から太陽光・風力発電を予測
- ・ 外気温から食品保冷の熱エネルギーを予測
- ・ 配達時間や配達量、積載車量の流通情報を考慮した最適化（シミュレーションにより再エネ活用先・量を最適化、倉庫保冷を部分的に EV 放電で対応、蓄熱材冷却・省エネ設備・高速蓄熱システムなどのハード構築・制御も含む）

iv)EMS 型コールドチェーンプラットフォーム

冷凍コンテナを利用し、比較的容易に EMS を実現可能とするコールドチェーンプラットフォームを構築する。

- ・ 小型分散型コールドチェーンプラットフォーム；通信機能を持ち IoT 化したコンテナの活用で、貨物のデータ化を実現(RFID・温湿度の遠隔管理など)。併せて MaaS(配送ルー

ト効率化システム)の導入が可能

- ・ 冷蔵コンテナを活用した離島・遠隔地向け冷蔵物流効率化；離島・遠隔地向け冷蔵/冷凍品のコンテナスワップによる倉庫搬入、冷蔵/冷凍施設設置を効率化
- ・ 小型冷蔵倉庫（冷蔵コンテナ+IoT等）を活用した小規模フードロス抑制物流システム

③レジリエント次世代空調

空間内の感染防止を目的に、これまで以上に換気量を確保するニーズが顕在化している。換気量の増大とともに空調の消費エネルギーが増大するのは必然となる。また、働き方の変化による人密度の低下など、これまでとは異なる使われ方となっていくことが予想される。同時に、高齢化社会や昨今のコロナ禍の中、健康や安心につながる換気、除菌に対するニーズも高まっており、それらを提供する機器への対応も必要である。一方、ビルでは換気空調と空調機器メーカーが異なるケースが多く、換気と空調の連動による消費エネルギーの抑制は困難な状況である。そこで、建築分野でのカーボンニュートラルを実現していくための方策の一つとして、換気と空調が連動可能なプラットフォームを構築する。プラットフォーム上で換気と空調が連動したシステムと制御を実装していくことで、働き方の変化による床面積当たりの熱負荷と人密度の低下や変動にリアルタイムで対応し、換気量を確保しながら空調エネルギー消費を最小限化する。

- ・ 換気空調と空調機器の各種組み合わせにおけるエネルギー性能評価（外気処理型、熱回収型等）
- ・ 建物や使われ方に応じた空調と換気の最適制御の開発
- ・ プラットフォームを用いた換気と空調連動システムの性能実証（住宅・店舗・中小ビル・大規模ビル/新築・既築）
- ・ さらに窓・ドアを含めたホームオートメーション、人の動きなどの各種組み合わせにおける温湿度・空気質、エネルギーと環境のシミュレーション

これらを踏まえて以下の実現を目指す

- ・ 様々な換気機器と空調機器の組み合わせを実現させるための連動制御プラットフォーム
- ・ 建物と使われ方に応じた換気機器と空調機器の各種組み合わせと制御方法
- ・ 換気機器と空調機器の効果の定量化、実証、PR
- ・ 実データによる精緻化 等

さらに換気空調システムだけではなく、異常気象による超高外気温対策等、今後予想されるさまざまな空調条件の変化にも柔軟に対応可能な新たな空調方式を検討する。

④カーボンニュートラルキャンパス

カーボンニュートラルキャンパス実現のために、環境・熱・エネルギー統合マネジメントシステムのプラットフォームを構築し、実キャンパスをフィールドとしたプロトタイプシステムの構築（計画と実践）を行う必要がある。そこで、実態調査・現状把握を行った上で、以下の検討を進める。

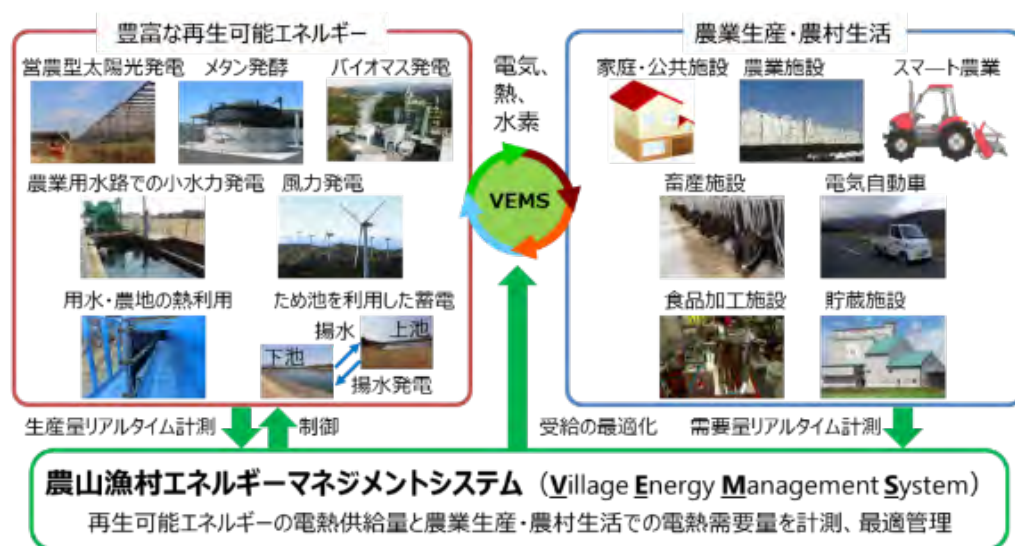
- ・ Application : AI 活用の運用分析, 不具合・故障検知, 最適化制御技術等
- ・ IoT Platform : データ収集・蓄積・見える化技術 (EMS) 等
- ・ Hardware : 室内環境 (温湿度・清浄度等) 制御技術, 再生可能エネルギー活用技術等
- ・ Commissioning : マネージメント手法, シミュレーション, エミュレーション技術等

⑤再エネ連携農業/都市型農業

農山漁村地域に賦存する多様な再生可能エネルギーを持続的に地産地消するためのシステムを構築することで, 地域に新しい産業を起こし, 雇用の創出と地域活性化につながる。また, 災害時の安定エネルギーとしても活用可能である。本研究プロジェクトでは, 農山漁村地域で稼働する太陽光発電, 小水力発電, バイオマス発電等による再生可能エネルギー電力や, 農業用水や農地の地中熱などの未利用熱を地域内で融通/地産地消するためのインフラ開発・整備を進めるとともに, 対象地域内のエネルギー供給群 (太陽光発電, 小水力発電, バイオマス発電等) と需要家群 (施設園芸, 畜舎, 乾燥・貯蔵施設, 流通・加工施設, 事務所, 住宅等) のエネルギー需給バランスを調整する地産地消型のエネルギーマネージメントシステム (VEMS) の開発・構築を目指す。加えて, 都市部の HEMS, BEMS, FEMS, CEMS と, 地方農山漁村部の VEMS が連携し, 農山漁村地域で発電された再生可能エネルギー電力を都市部へ供給するには, ICT, AI 等を活用した電力送電網や情報通信プラットフォームの構築が必須であり, オールジャパン体制で世界に先駆けた脱炭素社会のシステム開発やインフラ整備を推進・実現する。社会実装のイメージ・インパクトは次のとおりである。

- ・ 日本の農地面積は約 440 万 ha, その内, 耕作放棄地は全国に約 40 万 ha あり, 全農地面積の約 10% に及ぶ。ここで太陽光発電を行えば年間約 1000 億 kWh になり, わが国の総電力需要の約 10% に相当。
- ・ 日本には約 50,000km に及ぶ農業用の用水路があり, 現在, 小水力発電所約 150 か所により年間約 2 億 1,500 万 kWh を供給。2030 年までに小水力発電所を 300 箇所に増設すると, 出力合計 8.8 万 kW, 年間約 4 億 3,000 万 kWh。
- ・ 農山漁村地域で発電された再生可能エネルギー電力は, 地域内の電力需要を上回ることから, 都市部と地域の連携を期待。地域に雇用の創出と地域経済の活性化。
- ・ 一方, 国内のエネルギー消費約 8,225 PJ の内, 農林水産業は 233 PJ 消費し, 全消費量の約 3%。この内, 施設園芸の燃焼式暖房では約 36% を消費し, 年間約 600 万トンの CO₂ が排出されている。この燃焼式暖房からヒートポンプに代替すると, 農林水産分野から排出される 1/3 の CO₂ を削減 (約 600 万トン) できる。また, 燃焼/加温空調から電化によるヒートポンプ空調システムへの代替により, 10 年間で 1 兆 5000 億円 (性能・価格: 250 万円/30 kW/台, 600 kW/ヘクタール, 販売目標: 1500 ヘクタール/年) 規模の新たな市場を創出できる。

これらを踏まえ社会実装されたスマート農業やスマートフードチェーンを活用し, 中長期的に持続可能な生産・流通・消費の促進, エネルギー調達や, 食品廃棄や集落排水まで一気通貫の取組を通じて, 持続可能な食糧生産/社会システムを構築することが重要となる。



(出所 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門)

⑥多角的活用次世代ヒートポンプ

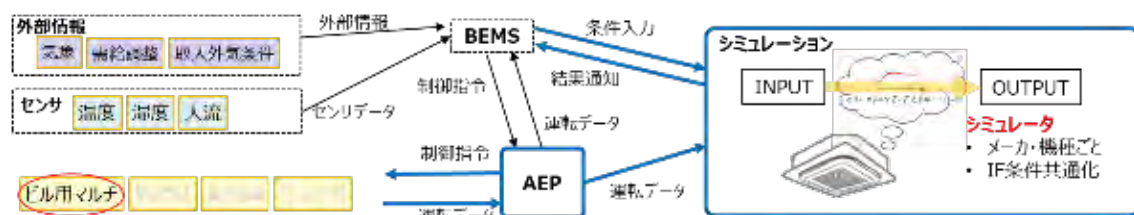
ヒートポンプは、カーボンニュートラル実現のキーテクノロジーであり、極めて大きなCO2排出量削減効果が見込まれているにもかかわらず、なかなかその普及が進まない。そこで、個別住宅用、集合住宅用、産業用等に分類してプラットフォームを構築する。またそれぞれの領域に対して普及に向けた課題を明確化しながら、具体的社会実装を目指す方策を検討する。

⑦データ収集、通信

EMSに係る収集・分析のデータ利活用の横断的な最適化に向けて、空調システムの運用効率向上を実現する機器運転データ収集プラットフォームを構築する。具体的には、オフィス

ビルを対象に、室内環境を確保しつつ、ビル用マルチエアコンなど具体的な技術を例として更なる省エネルギー運転を実現する。具体的には下記項目の検討を進める。

- ・ 運転状態の見える化を実現するために、運転データ収集範囲の拡大
- ・ 新たな外部制御項目を追加することにより、外部制御項目の拡大
- ・ 負荷予測、外気温度変動、人流を考慮したシミュレーションによる最適運転計画を立案するための、シミュレーション技術の確立
- ・ 実現場での実証評価をすすめるとともに、一般化を目指し、他の技術分野へのデータ収集、通信への応用も実現

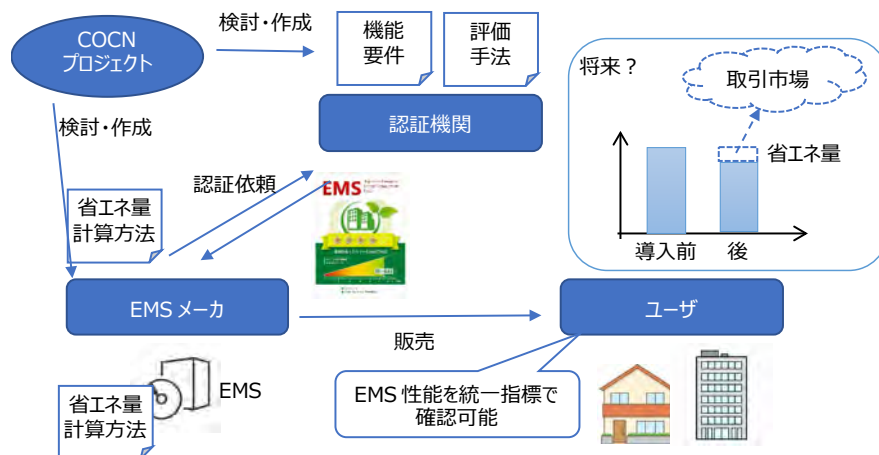


(出所 (株)NTT ファシリティーズ)

⑧効果検証

EMS はエネルギーの見える化が主な機能であり、EMS の費用対効果が低く導入が進まない。今後、需要家で再エネ含むエネルギーマネージメントが重要になることを踏まえ、デマンドリスポンスや分散電源制御等 EMS の新たな機能要件を定義し、効果を定量的に評価する手法、標準化が必要となる。関連技術としては、モデリングシミュレーション技術があげられる。出口のイメージとしては、次のようになる。

- ・ 認証制度による EMS ラベリング
- ・ 需要家の省エネ量に価値を付与し、取引する市場の新設など



(出所 三菱電機 (株))

5.2 理事会説明資料

理事会説明資料を添付する.

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 4 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