

【課題名】 「地域循環型共生圏」の構築に向けたリニューアールZEBモデルの実証(補助)

【代表者】 大成建設株式会社 宮嶋 禎朗

【実施年度】令和4～令和6年度(令和7年3月終了)

(1)技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

「地域循環型共生圏」の構築のためには、オフサイトも含めた再生可能エネルギーの最大限活用が可能なエネルギーマネジメントシステムを備え持つ、地域と連携可能な建築物が必要となる。同時に、早期の脱炭素社会実現に向けてはストック建築物のZEB化も求められる。

こうした背景から、リニューアール工事を対象にしたZEB化技術及び地域再エネも含めてCO2排出量を最小化するマネジメントシステムを開発し、代表事業者横浜支店ビルに実装することで「地域循環型共生圏」の構築に向けたリニューアールZEBモデルの実証を行う。本事業にてこのモデルを実証し、リニューアールZEBの普及拡大を事業化することを目的とする。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【カラーガラスを使用した高意匠高性能な建材一体型太陽光発電システムの開発】

太陽電池セルが目立ちにくい建築用カラーガラスを外装に採用することで、意匠性を向上させながらも、発電効率を黒色ガラス同等以上とするカラー太陽電池モジュールを開発。既存建築物壁面に大面積で実装、検証した。2023年度に実用化レベル到達、完了。2024年度もデータ取得、分析。発電効率が目標値に達していることを確認。

A2.【普及型ビルマルチを活用した省エネ制御システムの開発及び人検知センサによる空調照明制御システムのリニューアール工事用の開発とローコスト化】

人検知センサと連動した最適運転制御システムをローコスト化及び省工事化し、改修工事に最適化する。更に、普及型空調機であるビルマルチを活用して中小ビルに展開できる省エネ制御システムを開発した。2023年度に実用化レベル到達、完了。2024年度もデータ取得、分析。空調システムのエネルギー削減効果を確認。

A3.【グリッドと協調した再エネ活用マネジメントシステムの開発】

需要予測、発電予測、設備運転最適化によりCO2排出量の最小化を図り、クラウドによって自己託送やグリッド協調による地域再エネを含めて最適配分計画を行うことで、追加性のある再エネに対応可能なEMSを構築した。

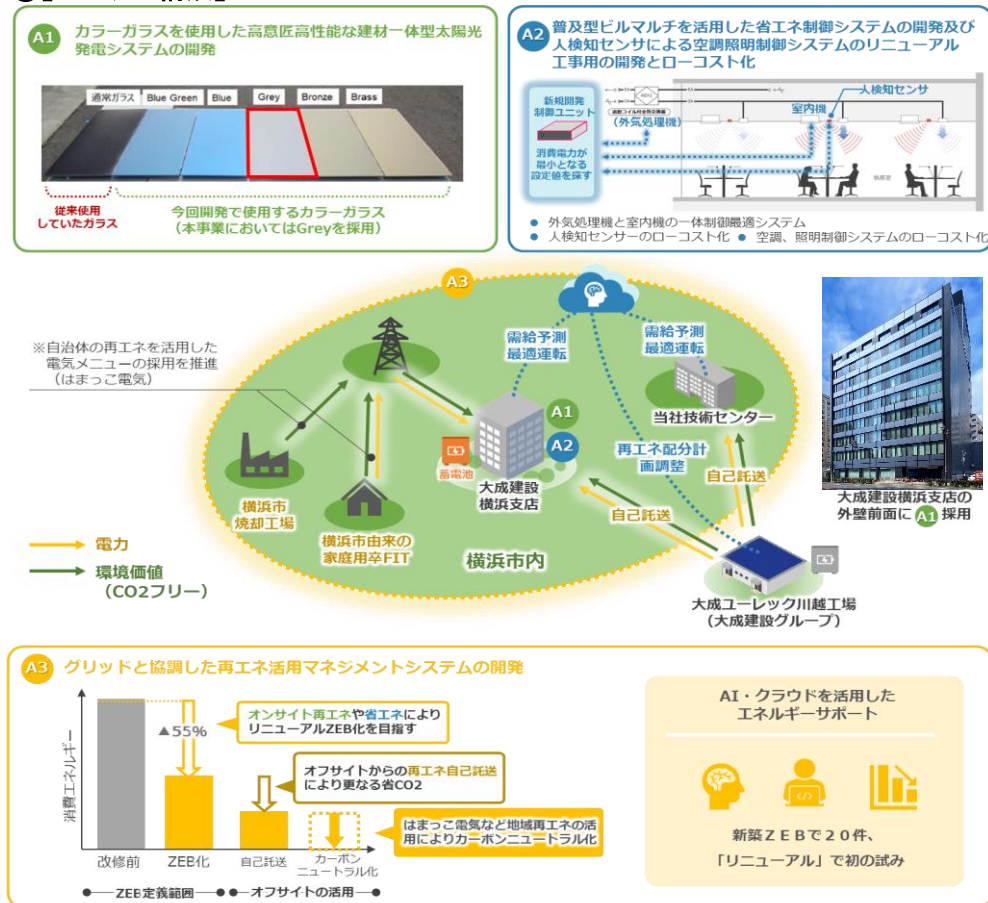
2022年度に自己託送のための系統への接続検討申込を完了、2024年度に自己託送開始。2023年度に実用化レベル到達。2024年度に自己託送も含めた機能実証完了。

B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

これまでのエネルギーマネジメントシステムでは、空調や照明エネルギー消費量の削減が目的であったが、それだけでは建物全体の脱炭素化は難しいという課題があった。そこで、A1の創エネ技術、A2の省エネ技術、A3の再エネ自己託送、地域の再エネを含めたBのシステム統合によってCO2が最小となるような「CO2マネジメント」の仕組みを構築した。

実証段階においては、系統から購入する再エネは電力単価が高いという課題があるため、自己託送再エネを優先するなど経済合理性も追求したシステムを構築。エネルギーを見える化し、エネルギーマネジメントを行うことで脱炭素運用をサポートを継続中。更に、横浜市の横浜スマートビジネス協議会(YSBA)に引き続き参画することで、地域再エネの採用を積極的に検討し、「地域循環型共生圏」の構築に向けたリニューアールZEBモデルを実証した。また、リニューアールZEB普及拡大のための事業化計画を策定した。

③【システム構成】



④【開発・実証成果のまとめ】

○開発・実証の目標及び達成状況:

- A1. 発電効率16%以上を達成
- A2. システムを導入した空調システムの消費エネルギーを10%削減、システムコスト30%削減、ZEB ReadyのBELS認証取得
- A3. 設計時のBEI値を運用時も達成、(設計時0.43、2024年度実績0.32) 自己託送や蓄電池充放電が最適に近い状態で運用できていることを確認済

○想定ユーザ・利用価値:

建物所有者の、脱炭素化に向けた所有建物のZEB化改修を容易にする。

(2)技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】

代表事業者

大成建設㈱

(全システムの開発、総括)
ZEB、リニューアルZEBの実績多数あり(別途実績資料に記載)
事業終了後の販売を担当
税の滞納無し。

協力者

㈱力ネカ

(A1要素の製品化)
PV分野について20年以上の業務実績あり。
事業終了後の太陽電池モジュールの製品化を担当

協力者

㈱東光高岳

(A2、A3要素の製品化)
エネルギーソリューション分野にて20年以上の業務実績あり。
事業終了後の空調制御システム及びエネマネシステムの製品化を担当

②【実施スケジュール】

	令和4年度	令和5年度	令和6年度
要素技術A1の開発			
(補助事業費)	95,875千円		
(環境省から受ける補助額)	47,937千円		
要素技術A2の開発			
(補助事業費)	78,923千円		
(環境省から受ける補助額)	39,462千円		
要素技術A3の開発			
(補助事業費)	47,425千円		
(環境省から受ける補助額)	23,712千円		
B.統合システムの最適化			
(補助事業費)		0千円	0千円
(環境省から受ける補助額)		0千円	0千円
C.実証			
(補助事業費)		17,600千円	1,600千円
(環境省から受ける補助額)		8,800千円	800千円
その他経費			
(補助事業費)	21,426千円	0千円	0千円
(環境省から受ける補助額)	10,713千円	0千円	0千円
合計			
(補助事業費)	243,648千円	17,600千円	1,600千円

③【成果発表・特許取得状況】(抜粋)

2022年8月18日版の日経産業新聞『大成建設、既存ビルゼロエネへ グループ内で再エネ融通』

2022年8月23日版の建設通信新聞に掲載『環境省実証事業に横浜支店ZEB化改修』

2023年8月～9月電気設備学会、空気調和・衛生工学会大会、建築学会大会

2023年12月6日版の環境新聞『環境省×大成建設スペシャル対談「2050年カーボンニュートラル(CN)へ向けて」●和田 氏(環境次官)× 相川 氏(大成建設)』等

(3)CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】 ※実施期間中における専門委員会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

開発品（装置/システム）1棟当たりの単年度CO2削減量（t-CO2/棟・年）	0.0285			
開発品（装置/システム）の耐用年数	15年			
年度	2024	2025	2030	2050
単年度CO2削減量（万t-CO2/年）	0.053	0.080	0.372	0.931
累積CO2削減量（万t-CO2）	0.80	2.00	23.15	219.11
CO2削減コスト（円/t-CO2）	30,423	25,743	15,212	9,361

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

開発品（装置/システム）1棟当たりの単年度CO2削減量（t-CO2/棟・年）	0.0235			
開発品（装置/システム）の耐用年数	15年			
年度	2024 (販売開始年度)	2025	2030	2050
単年度CO2削減量（万t-CO2/年）	0.015	0.066	0.307	0.768
累積CO2削減量（万t-CO2）	0.23	1.21	19.10	180.75
CO2削減コスト（円/t-CO2）	36,879	31,206	18,440	11,348

(4)事業化について

【事業化計画】

- ・ 2024年までに、自己託送関連機能以外の各開発技術の横浜支店ビルでの検証を終え、実装に向け顧客へ提案開始。実証建物の横浜支店ビルの一部をショールーム化し、広く対外アピール
- ・ 2025年までに、顧客の案件でリニューアルZEBを実現(2025年5月竣工 1件)
- ・ 2050年までに、積極的に顧客へ提案し、建築物のZEB化、脱炭素化を進める

○事業化の体制

事業化を担う主たる事業者	大成建設株式会社
--------------	----------

○事業展開における普及の見込み

- ・ 対象市場規模、想定事業規模：
2050年までに建築物ストックの平均でZEB化する必要があるため、下記に示す既存建築物の規模がZEB化改修技術の市場規模となる。

①全国の法人等の非住宅建築物延床面積198,653万m²(2018年1月1日時点、国土交通省統計資料)

②2022年単年度での築30年となる代表事業者元施工案件の延床面積496万m²

③2022~2050年で築30年以上となる代表事業者元施工案件の累積延床面積約9,900万m²

- ・ 想定ユーザーへのメリット

ZEB化技術の高機能化、ローコスト化を図った本事業での開発技術を導入することで、建物所有者の、脱炭素化に向けた所有建物のZEB化改修を容易にする。

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】 ※実施期間中における専門委員会等で計画変更が認められた場合等はその設定値

年度	2024	2025	2030	2050
目標単年度販売台数(棟)	2 (18,680m ²)	3 (28,020m ²)	14 (130,760m ²)	35 (326,900m ²)
目標累積販売台数(棟)	2 (18,680m ²)	5 (46,700m ²)	58 (541,720m ²)	549 (5,127,660m ²)
目標販売価格(円/m ²)	13,000	11,000	6,500	4,000

【本資料作成時点見込み】

本表の年次は固定

年度	2024 (販売開始年度)	2025	2030	2050
目標単年度販売台数(棟)	2 (6,431m ²)	3 (28,020m ²)	14 (130,760m ²)	35 (326,900m ²)
目標累積販売台数(棟)	2 (6,431m ²)	5 (34,451m ²)	58 (541,720m ²)	549 (5,127,660m ²)
目標販売価格(円/m ²)	13,000	11,000	6,500	4,000

○量産化・販売計画

- ・ 2023年、社内関連部署の連携体制を構築
- ・ 2024年、顧客提案の開始、提案ツールの開発・運用
- ・ 2025年までに、顧客提案の拡大、顧客案件でリニューアルZEBを実現
- ・ 2027年までに、他社案件への提案拡大
- ・ 2030年までに、他社案件でのリニューアルZEB実現
- ・ 2050年までに、積極的に顧客へ提案し、既築建築物のZEB化、脱炭素化を推進

○事業拡大シナリオ

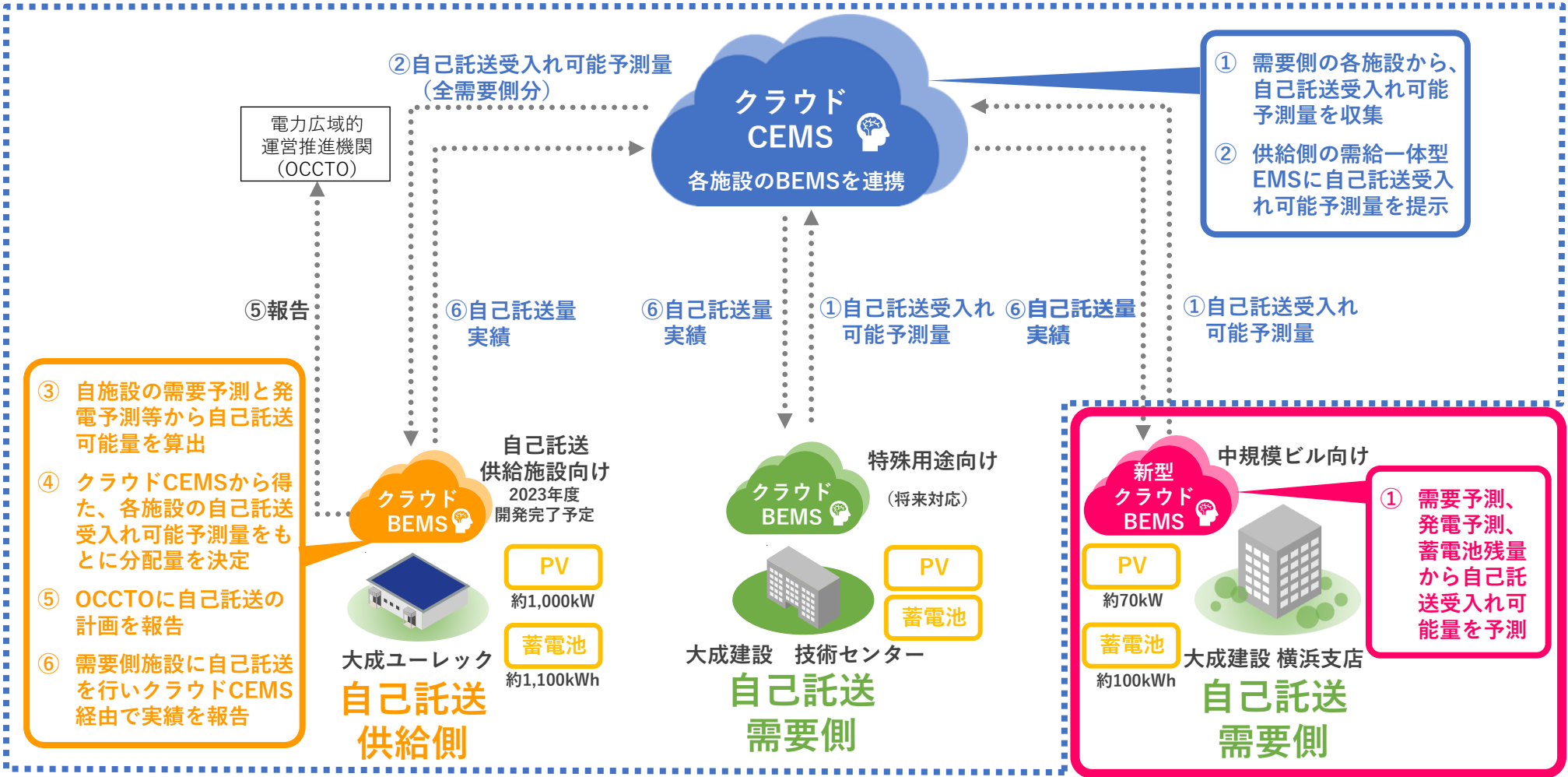
年度	2022	2023	2024	2027	2030	2050 (最終目標)
技術開発・実証						
ショールームやHP等での対外アピール						
代表事業者の設計施工案件への導入						
他社案件への拡大						

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- ・ 既築建築物のリニューアルZEB化が重要であるという社会的気運の醸成が現時点においては不十分であり、費用をかけてZEB化する意識はまだ薄い。当社や建設業界関連の努力だけではなく、行政からの働きかけに期待する。
- ・ 地域によって送電網の整備状況が異なるため、系統に自己託送のための十分な容量があるか、規制上自己託送が可能かを確認する必要がある。この課題は電力事業者と共に解決していく必要がある。
- ・ 自己託送実施のための手続きが煩雑であるため、普及のためには規制緩和等が望まれる。
- ・ エネルギーの地産地消や、余剰電力活用のために、地域レベルでの送電ネットワークや蓄電システムの整備が望まれる。

自己託送の運用における本事業対象範囲

本事業では、中小規模ビル向けのクラウドBEMSを新規開発し、「自己託送受入れ予測機能」を搭載します。
本事業の対象範囲外で開発を行う、クラウドCEMSを経由し、自己託送供給側の施設のクラウドBEMSと連携することで、自己託送を容易に運用できるようにします。



大成建設にて開発（本事業対象外）

本事業対象範囲

競合技術の開発状況など

●競合技術の開発状況／開発技術の優位性

- 開発要素A1の競合技術となる従来のカラーPVでは、15%までの発電性能の低下や意匠が課題であった。高い意匠性を持ちながらも発電性能を確保する開発要素A1の技術は優位性があると考えられる。
- 従来の空調最適制御では、空調室内機、外気処理機といった個々での制御はされているが、開発要素A2の技術と競合するような、空調システム全体の消費電力が最小となるように容量制御するシステムは見当たらない。そのため、優位性があると考えられる。
- 開発要素A3の技術と競合するような、地域循環型共生圏まで視野に入れグリッドとの協調を行うシステムや、「CO2マネジメント」の機能を持つシステムは見当たらない。そのため、優位性があると考えられる。

●開発技術の展開について

リニューアブルによる省エネ技術、創エネ技術の必要性は高い。創エネ技術である開発要素A1と省エネ技術である開発用A2を、数多くある既存建築物に適用させていくことで、グリッドに再エネの余剰が発生しやすくなる。そうなることで開発要素A3のグリッドと協調した再エネ活用マネジメントシステムの効果が高まり、更なるCO2削減効果が期待される。

●開発技術の運用状況

開発要素A1～A3の技術を大成建設横浜支店ビルに実装完了し、効果検証を行っている。エネルギー消費量をリアルタイムで確認しており、累積エネルギー消費量の実績から、運用段階でもZEB Readyを達成できている。

●情報発信の実績

本資料(10)その他③を参照。

●安全性

本事業で開発する技術が人体や環境に対して与える悪影響は無いと考えられる。

●論文・実績

○ZEBに関する実績

- 熊谷智夫. 都市部における中小規模建物の超低炭素化(ZEB化)に関する実証. CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業. 環境省. 2013-2015

○開発要素A1に関する実績

- 太陽光発電ガラス[T-Green® Multi Solar]. 受賞番号 21G090903. 2021年度グッドデザイン賞. 2021
- ガラス建材. 特願2018-541081. 2018/06/25
- ガラス建材. 特願2018-52362. 2018/03/20

○開発要素A2に関する実績

- 省エネルギー空調システム. 特06136388. 2013/03/12
- 制御システム. 特06288843. 2014/04/24
- 人検知センサ. 特05955201. 2012/11/16
- 照明制御システム. 特05685174. 2011/10/21
- 代表照度調光制御システム. 特05685174. 2010/08/27
- 省エネ照明制御システム. 特05685174. 2009/12/11
- エネルギー負荷制御システム. 特05685174. 2009/04/21
- 人検知センサ. 特05685174. 2009/04/21
- 安藤直也,熊谷智夫,梶山隆史,村上正吾 et al. 中規模テナント事務所ビルにおける在所率情報を用いた省エネルギー手法に関する実態調査(第3報)ビル用マルチエアコンの冷媒蒸発温度制御の実測調査. 2018.8

○開発要素A3に関する実績

- 小林信郷,高木健,田端淳,遠藤晃,小柳秀光. 技術センタースマートコミュニティ計画 その2冬季デマンドレスポンスの実証報告. 大成建設技術センター報第46号(2013)



開発要素A3システムの実際の画面例

【成果発表状況】

2022年

- ・ 8月18日版の日経産業新聞に掲載『大成建設、既存ビルゼロエネへ グループ内で再エネ融通』
- ・ 8月22日大成建設株式会社のプレスリリースにて発表『環境省の「令和4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」に「地域循環型共生圏」の構築に向けたリニューアールZEBモデルの実証事業が採択』
- ・ 8月23日版の建設通信新聞に掲載『環境省実証事業に横浜支店ZEB化改修』
- ・ 12月から横浜支店見学会開始(週4回実施)

2023年

- ・ 8月に電気設備学会全国大会にてA1～A3の技術に関して発表
- ・ 9月に空気調和・衛生工学会大会にてA2の技術に関して発表
- ・ 9月に日本建築学会大会にてA1, A2の技術に関して発表
- ・ 12月6日版の環境新聞に掲載『環境省×大成建設スペシャル対談「2050年カーボンニュートラル(CN)へ向けて」●和田 氏(環境次官)× 相川 氏(大成建設)』

2024年

- ・ 8月に日本建築学会大会にてA1の技術に関して発表
- ・ 9月に空気調和・衛生工学会大会にてA1の技術に関して発表
- ・ 9月に電気設備学会にてA1～A3の技術に関して発表

2025年

- ・ 3月にIPCC(気候変動に関する政府間パネル)の専門家(副議長ほか9名)が横浜支店ビルの取組みを視察
- ・ 8月に電気設備学会にてA1～A3の技術に関して発表
- ・ 9月に空気調和・衛生工学会大会にてA1の技術に関して発表
- ・ 9月に日本建築学会大会にてA1の技術に関して発表

【特許取得状況】

現時点においては、特許出願は行っていない。

事後評価結果

評価点 6. 3点（10点満点中。（10点：特に優れている、8点：優れている、6点：問題ない、4点：多少問題がある、2点：大きな問題がある））

評価コメント

〔評価される点〕

- ・ 国内CO2排出の4割を占める建築分野において、今後ますます重要になるZEBの普及拡大に向けて、ストック建築への対策案としてリニューアブルZEBモデルを提案し、その具現化に向けて、業務用建物の様々な省エネルギー手法の取り込みやオンサイトとオフサイトの再生可能エネルギーを組み合わせる技術開発・実証を計画通り実施して、CO2削減効果を含む初期の目標を達成した点は評価できる。

〔今後の課題〕

- ・ 本事業の成果である建築物一体型太陽光モジュールを社会に広く実装するには、単なる費用対効果による導入より、意匠性の高さという付加価値が普及に寄与すると考えられるため、意匠専門家と共同して効果的な建築デザインについての更なる検討が望まれる。また、経済性に関して、影の影響を含む太陽光発電量の予測を行えるようにするとともに、建築物一体型太陽光モジュールの社会全体への波及及びその効果の実績を追跡することが望まれる。

- ・ 再生可能エネルギーの利用拡大に関して、「グリッドと協調した再生可能エネルギー活用マネジメントシステムの開発」は様々な技術開発の進展が見られる領域である。このため、先進性を有するシステムの技術開発や託送の標準化による効果検証などを引き続き実施することが望まれる。

- ・ 既存ビルシステムにおける実証で、CO2削減には照明と空調の高効率化と運用の高度化が最も効果があることが明らかになったが、これは「照明と空調の省エネ化が主要な技術である」とする従来のビルシステムの省エネルギーの考え方と同じである。建築物一体型太陽光モジュール、グリッドと協調した再生可能エネルギー活用マネジメントシステムなどの新たな開発技術の効果を反映することが望まれる。

〔その他特記事項〕

- ・ 託送の効果にIPCC（気候変動に関する政府間パネル）が関心を示したことは、開発した「グリッドと協調した再生可能エネルギー活用マネジメントシステム」が国際的な流れに良い影響を与えるものとして期待できる。

- ・ ビルシステムの省エネルギーに対しては、断熱・気密・日射遮蔽を統合したビル自体の耐熱性能の向上が望まれる。

〔事業化に向けたコメント〕

- ・ スーパーゼネコンとしてリニューアブルZEB市場をリードするために、既存建築特有の難しさを踏まえた現実的な普及シナリオを示し、今回の開発実証テーマにとらわれない明確な脱炭素化に向けたロードマップを策定することが望まれる。また、地域のグリッド、オフサイト再生可能エネルギー等の技術に関しても、地域開発の一環として積極的な普及展開に努めることが望まれる。

- ・ リニューアブルZEBモデルの普及展開において、本事業での実証効果を明確にし、それを踏まえてCO2削減対策メニューごとに費用対効果、導入要件等を整理しておくことが望まれる。また、経済合理性を加味して開発技術を実装できる建物のポテンシャルを明確にするとともに、既設のビルマルチ型空調システムなどへの対応も検討することが望まれる。