

カーボンニュートラル賞

受賞名称
第13回カーボンニュートラル大賞、第13回カーボンニュートラル賞 関東支部
カーボンニュートラル賞選考支部名称
第13回カーボンニュートラル大賞選考委員会、第13回カーボンニュートラル賞選考委員会 関東支部
業績の名称
OKI本庄工場H1棟 生産施設におけるゼロエネルギーファクトリー「ZEF」の実現
所在地
埼玉県本庄市小島南4丁目1ー1

応募に係わる建築設備士の関与

大成建設株式会社一級建築士事務所	信藤 邦太
同上	鈴木 真吾

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	大成建設株式会社一級建築士事務所						
建 築 主	沖電気工業株式会社						
設 計 者	大成建設株式会社一級建築士事務所						
施 工 者	大成建設株式会社 関東支店						
建 物 管 理 者	沖電気工業株式会社						
建 物 利 用 者	沖電気工業株式会社						
検 証 者	慶應義塾大学 川久保 俊						
検 証 者	大成建設株式会社						
延 床 面 積	18,837.72	m ²					
階 数	地上2階	地下-階	塔屋1階				
主 用 途	工場						
竣 工 年 月 日	2022年4月18日						

カーボンニュートラル大賞選考委員長講評

大賞選考委員会における選考では、「OKI本庄工場H1棟」が大賞にふさわしいと評価された。同施設は、主に精密機器・部品の組み立て工場として新たに建設された約2万㎡の生産拠点である。 大規模な太陽光発電を活用しBELS認証でBEI値-0.33の『ZEB』を達成しつつ、ZEF（Zero Energy Factory）という新たな概念を提示することで、生産施設における省エネ対策の推進を先導している。建築物省エネ法の評価対象外である「生産エリア」の空調、換気、照明を評価対象に組み込んだ指標となっており、ZEF評価では「Nearly ZEF」を達成している。この省エネ達成にあたっては、自然エネルギーの活用（自然通風・自然採光・クールピット）およびAIによる熱源・空調の最適運用を実現している。さらに、クラウドEMSを利用した室内環境のチューニングも継続して実施し、さらなる削減に向けた行動を継続している。また、地場産の秩父杉によるCLTを採用し、エンボディドカーボンの削減にも取り組んでいる。今回の大賞選考において、カーボンニュートラル賞の対象施設として工場が適切に評価できるのかについて議論があった。一方で、工場のカーボンニュートラル化については未だ確立された設計手法が存在せず、その意味で同施設は、これまでにない生産エリアも含めた省エネを推進する手法を開拓するものと評価され、新しいカーボンニュートラルの分野を切り拓くものとして、カーボンニュートラル大賞にふさわしいと判断された。
--

支部選考委員長講評

本件は、埼玉県本庄市に建つ地上2階建て18,837㎡の生産工場である。2022年4月に竣工し、沖電気工業の創業150周年に向けた「モノづくり基盤強化」および「DX新戦略のフラッグシップファクトリー」を実現するための新たな生産拠点となるプロジェクトである。合わせて、「人・地球を第一に思いやり、製品だけではない新たな価値を創造するサステナブルな工場」を目指した建物となっている。 省エネルギー技術の組合せと太陽光発電設備による再生可能エネルギーにより、エネルギー削減率133%と大規模生産施設として、国内初の「ZEB」認証工場を実現しつつ、新たなエネルギー評価指標「ZEF」(Zero Energy Factory)を構築・適用し先進的な工場モデルを実現している。従来の省エネ計算では建物用途としては対象外となる、空調・換気設備も評価対象とし本来のカーボンニュートラル普及へ向けた取り組みを高く評価した。 年間の総一次エネルギー消費量は184.52MJ/㎡年で、参照値1,531.1MJ/㎡年に対して87.9%の削減を達成している。
--

①省エネルギーへの取り組み・工夫

BEMSにより収集したエネルギーデータをクラウドに蓄積し、竣工後のエネルギーサポートと日々の運用改善のため、施工者と設計者によるデータ分析やチューニングの取り組みが継続されている。
免震ピットをクールピットとして余熱に利用したり、外気負荷低減のためのLow-Eガラスや外壁断熱の強化など建築も含めた取り組みがなされている。
地域に根差した自然エネルギー利用として、免震ピットから頂部へ風が抜ける自然換気を採用、さらにトップライトを利用した自然採光も取り入れ自然エネルギーを活用している。

②脱炭素燃料の取り組みは無し

③再生可能エネルギー利用によるCO₂削減

- ・ 立地条件を生かし、工場の屋根全体に太陽光発電設備(497kW+497kW)を設置し最大限の容量を確保している。また、蓄電池とパワコンのon/off制御により太陽光発電を無駄なく利用している。

④カーボンクレジット無し

⑤先進性・独創性

- ・ 従来、最大の機器発熱量や換気量にて運転しているエネルギー消費量の多い生産エリアに、生産設備の稼働状況に応じて室内環境を最適化し、無駄なエネルギーを削減することで省エネルギー化を図る最適制御技術(T-Factory Next)を導入してエネルギーの削減を図っている。さらに熱源設備廻りには、AIによるエネルギー負荷予測と最適運転制御を採用している。熱源廻りの機器効率については改善の余地があるものと思われる。

⑥普及性

- ・ 空調高効率機器や全熱交換器の採用、トップランナー変圧器やLED照明、人感センサによる在室検知照明やCO₂センサによる換気風量制御など汎用機器を利用し普及性が高い。

関与した建築設備士の言葉

OKI本庄工場H1棟は、「人」と「地球」を第一に思いやり、製品だけに留まらない新たな価値を創造するサステナブルな工場を目指して計画されました。本工場では、生産施設として国内で初めて『ZEB』（ゼロ・エネルギー・ビル）の認証を取得すると同時に、生産施設の新たなエネルギー評価指標である「ZEF」（Zero Energy Factory）を構築・適用し、先進的な工場モデルの実現に成功しました。

国内におけるZEBの評価と、エネルギー多消費型施設である生産施設との間に感じた温度差に違和感を覚えたことが契機となり、この度、カーボンニュートラルに向けた新たな取り組みをOKI様と共に挑戦する機会を頂きましたことを、心より光栄に存じます。もし、国内の生産施設や建設業界に対し、わずかでも良い影響を及ぼすことができたのであれば、これ以上の喜びはございません。

最後に、本施設の計画から運用に至るまで、多大なるご尽力を賜りました関係者の皆様に、深く感謝申し上げます。

(信藤 邦太：大成建設株式会社一級建築士事務所)

業績の名称： OKI本庄工場H1棟 生産施設におけるゼロエネルギーファクトリー「ZEF」の実現

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの説明

1/4

1. 業績概要

■大規模生産施設で国内初の『ZEB』と「ZEF」を達成した先進的な工場

沖電気工業（以下、OKI）の創業150周年に向けた「モノづくり基盤強化」および「DX新戦略のフラッグシップファクトリー」を実現するための新たな生産拠点を建設したプロジェクトである。従来の工場は、モノづくりによって人々の生活を豊かにし、経済成長に貢献してきた一方で、大量の資源・エネルギーを消費し、廃棄物を発生してきた。OKI本庄工場H1棟（図1）は、人・地球を第一に思いやり、製品だけではない新たな価値を創造するサステナブルな工場を目指した。

省エネルギー技術の組合せと太陽光発電設備による創エネルギーによって、エネルギー削減率133%の**大規模生産施設として国内初の『ZEB』認証工場**（図2、別添1）を実現しつつ、生産施設の新たなエネルギー評価指標「ZEF」（Zero Energy Factory）を構築・適用し、**先進的な工場モデルを実現した**（図3）。さらに、**地場の秩父杉によるCLT**を工場内の随所に採用し、工場特有の無機質になりやすい空間に木の温かみを与えつつ、**119 tのCO₂を貯蔵**し、カーボンニュートラル（以下、CN）にも寄与している。



図1 外観写真

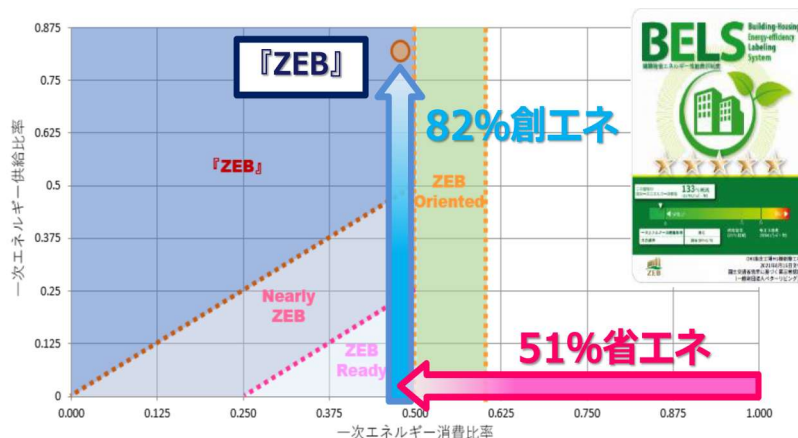


図2 BELS認証での『ZEB』取得

■自然エネルギー利用技術

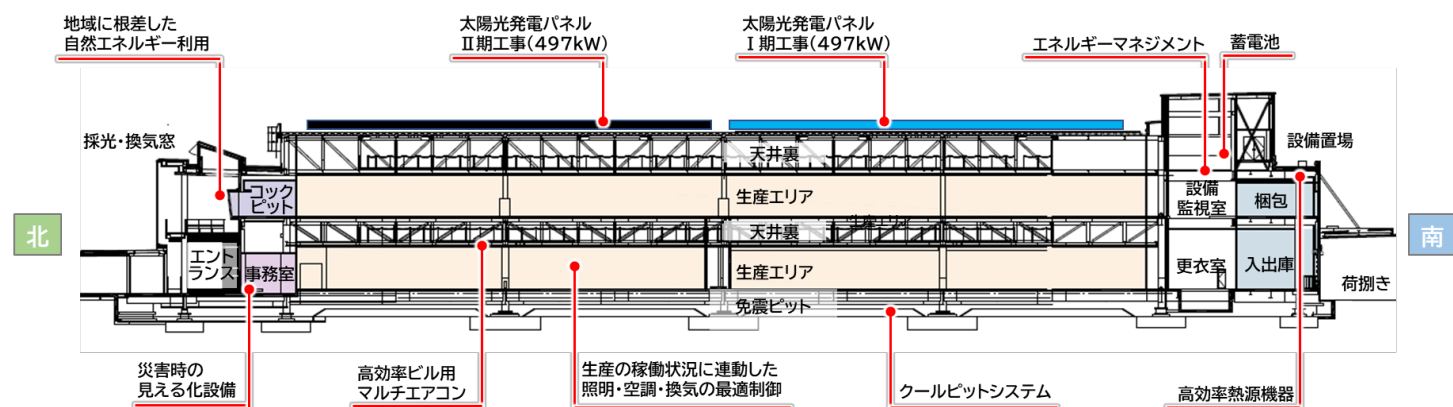
- ・地域に根差した自然エネルギー利用（自然通風・自然採光）
- ・免震ピット利用クールピット

■生産エリアの最適制御技（T-Factory Next）

- ・生産の稼働状況と在室に応じた照明・空調・換気の最適自動制御
- ・AIによる熱源・空調設備の最適運転制御

■エネルギーマネジメント技術（クラウドEMS）

- ・エネルギーの見える化とクラウドを利用した竣工後のエネルギーサポート



■健康性・快適性の向上を図る取り組み

- ・働く人のニーズを汲み取り新棟に反映
- ・生産性向上と省エネルギーの両立

■非常時のエネルギー自立と省CO₂の実現

- ・設備の運転可能残時間の見える化設備（T-BC Controller）
- ・太陽光発電設備と蓄電池の利用

■その他省CO₂技術

- 外気負荷削減
- ・LowEペアガラス
- ・断熱サンドイッチパネル

高効率空調設備

- ・高効率熱源機（チラー、ビルマル）
- ・全熱交換器

高効率電気設備

- ・トップランナー変圧器
- ・LED照明器具

衛生設備

- ・節水型衛生器具
- ・擬音装置

照明・空調制御

- ・一次ポンプ変流量制御
- ・排気ファン発停制御
- ・人感センサによる在室検知照明/換気制御
- ・CO₂センサに基づく換気風量制御

図3 導入した省エネルギー技術と創エネルギー技術等

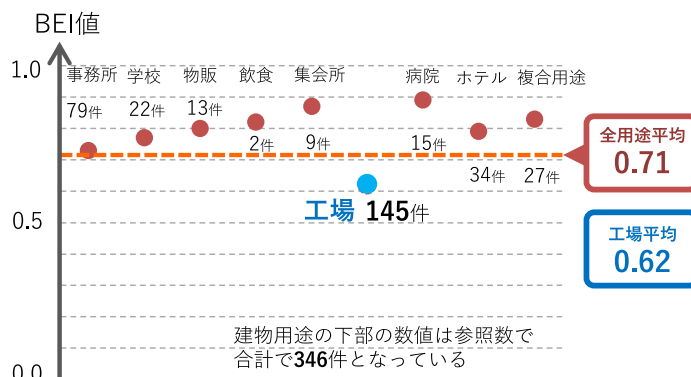
2. 工場でのCN促進に向けた挑戦 ～新たな評価指標「ZEF」の構築と実現～

省エネルギーへの取り組み・工夫

(1) 工場用途におけるエネルギー評価の課題

建築物省エネ法に基づくBEI値のみを比較すると、図4のように、全用途平均 BEI=0.71に対し、工場用途は他用途よりも非常に優れた (BEI=0.62) 数値となっている。工場は、最も省エネルギーが進んだ建物用途と認識されがちだが、**エネルギーを多く消費する施設であるため、今後、他用途以上にエネルギー削減が必要とされている。**

建築物省エネ法では、工場の大部分を占める生産エリアの空調・換気設備等のエネルギー消費を含まないため、評価が限定的である。CN化を進めるため、生産エリアにおける空調・換気設備等を評価対象に加えて、**工場全体を対象としたエネルギー評価**を行うことことを建築主に提案し、消費エネルギーの実態を把握した。



出典：(一社)日本建設連合会
「日建連会員会社における環境配慮設計(建築)の推進状況」2021年3月

図4 建物用途別のBEI値 (2020年)

(2) 「ZEF」普及によってCN化を加速させる意義

ZEB/ZEHの実績数が増加する一方で、**2050年にカーボンニュートラル**を実現するためには、エネルギー多消費施設である**生産施設(工場)**が担う役割は非常に大きい。

世界では、SBTやRE100のようなイニシアチブに賛同する企業、サプライチェーンを含めたCN実現を宣言した企業が増えている。日本企業にとって、製品の売上低下や取引先自体をさせてもらえないというケースも想定され、事業の継続すら危ぶまれる状況にある(図5)。

これらの背景の中、工場の生産エリアも含めた「ZEF」の評価方法を構築し、本施設で実現することで、広く工場に普及展開していくことで、**2050年カーボンニュートラル実現を加速させるための起爆剤**となると考える。

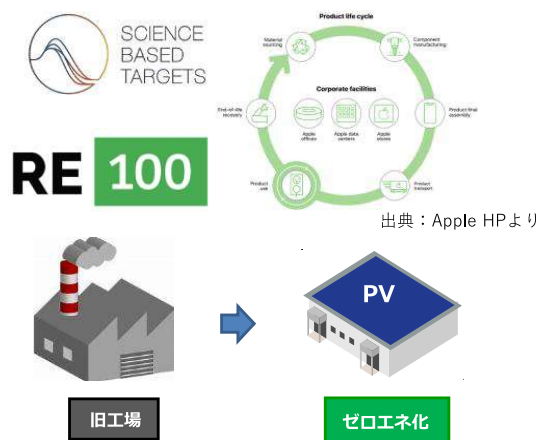


図5 エネルギー削減に対する各種取り組み

(3) 工場のゼロエネルギー化「ZEF」の取り組み

生産エリアの空調、換気、照明も含めた**新たな評価指標「ZEF」**を国内で初めて構築した。

「ZEF」は図6のように、生産エリアの建築設備におけるエネルギー消費量を設計時に求めている。また、施設の運転時間や稼働日については、施設の運用を確認し実態に合わせる。

図7に、ZEFチャートを示す。ZEBチャートを踏襲し、**基準値(既存実績値等)に対し、省エネルギーと創エネルギーで一次エネルギー消費量の削減割合を評価する。**

本施設は、ZEFの第一号プロジェクトであり、その技術と取り組みを社会に発信すれば、日本の製造業にとって新たな未来を切り開くことを意味する。**多くの工場に適用可能な手法であり、工場への波及・普及の効果は非常に大きいもの**と考える。

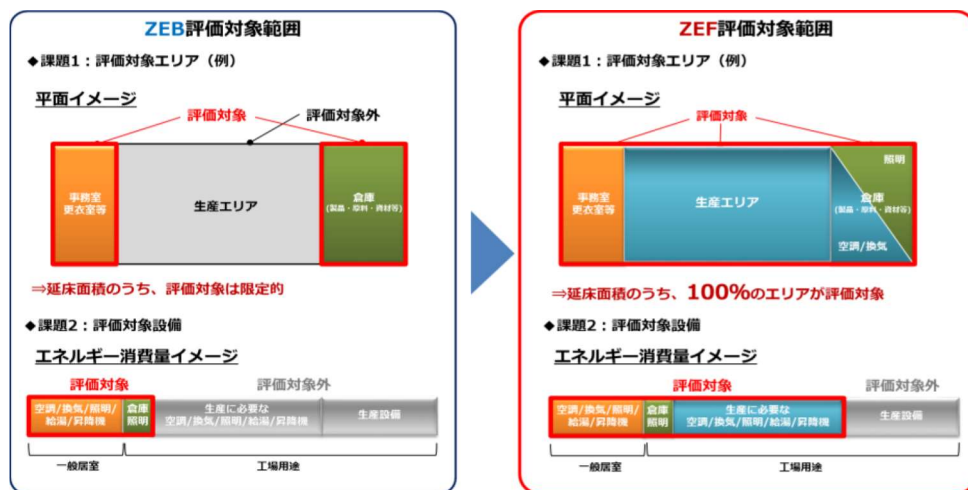


図6 ZEBと「ZEF」の評価対象範囲



図7 ZEFチャート

3.生産エリアの最適制御技術とエネルギーマネジメント

省エネルギーへの取り組み・工夫

(1) 生産エリアの最適制御技術「T-Factory Next」

従来の生産施設では、最大の機器発熱量や換気回数から設定した設計風量で常時、空調換気設備を運転しているため、エネルギーが多消費となっている事例が多い。そこで、**生産設備の稼働状況等に応じて室内環境を最適化し、省エネルギー化を図る最適制御技術（T-Factory Next）**を導入した（図8）。製造品の質や生産量に影響は与えず、かつ働く人の安全性・快適性・生産性は維持した上で**生産エリアの無駄なエネルギーを大幅に削減することが可能**となる。

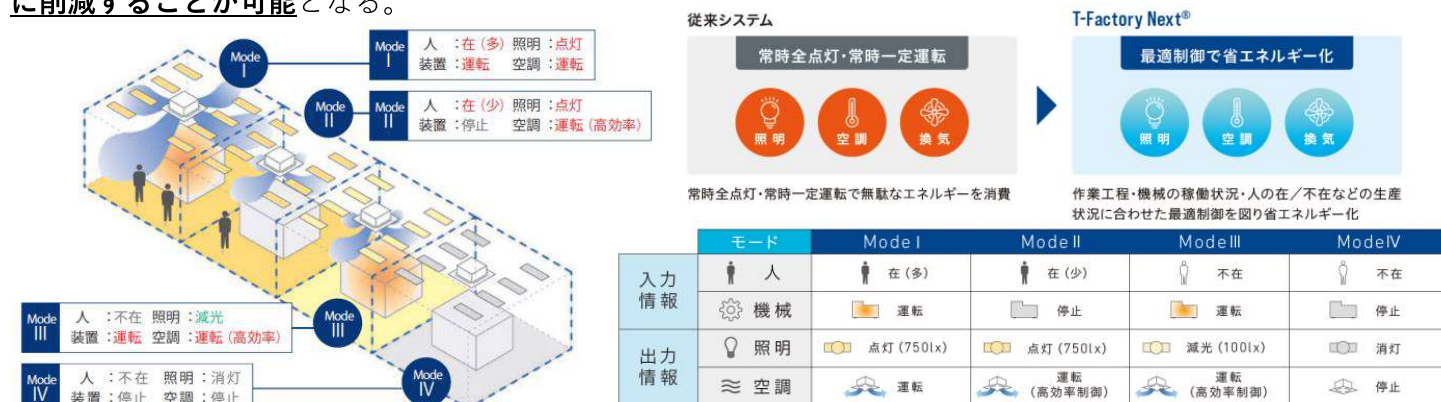


図8 T-Factory Nextシステム概要と運転例

(2) T-Factory Nextを更に進化させた「AIによる熱源・空調設備の最適運転制御」

T-Factory Nextの従来機能からさらに追加したのが、**AIによるエネルギー負荷予測と最適運転制御**である。図9に示すように、気象データ、生産機器の稼働スケジュール、過去の実績値から発電量やエネルギー消費量を予測する。予測結果から、熱源設備・空調機の最適な運転制御を自動で行うことで、**人の手だけでは難しかったさらなる省エネを実現**している（図10）。

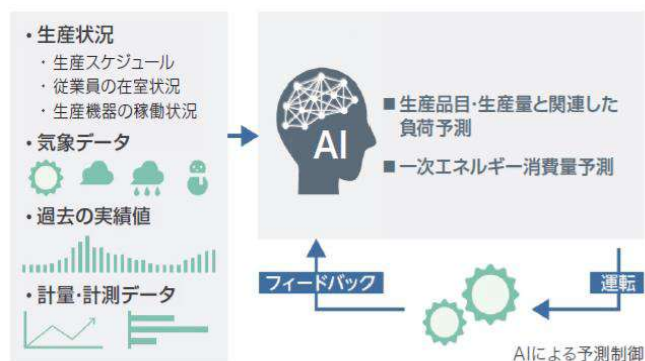


図9 エネルギー負荷予測制御の概念



図10 最適運転制御画面（イメージ）

(3) クラウドを利用したエネルギーマネジメントと竣工後のエネルギーサポート

エリア毎、設備毎に電力量計を設置し、どこでどれだけエネルギーを使用しているのかをわかりやすく表示するBEMSとデジタルサイネージを導入した。**収集したエネルギーデータは、クラウドに蓄積することで、現在も日々データを遠隔監視**している（クラウドEMS）。空調設備の稼働状況やエネルギー消費量の大量の蓄積データは、**大成建設の専門スタッフと設計者がそのデータを分析している**（図11、図12）。

さらに、OKIを含めた全ての関係者がリアルタイムに情報を共有できる「ZEFモニター」を竣工2年目に開発し、**チューニングや運転改善を現在もなお取り組み続けている**（図13）。

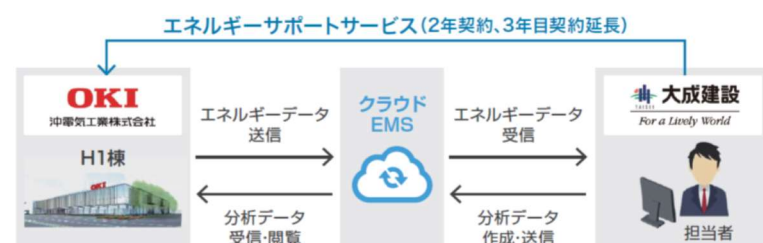


図12 エネルギーサポート体制

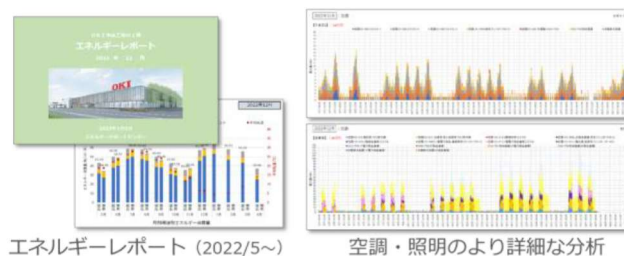


図11 エネルギーサポートサービス概要図



図13 リアルタイムに情報共有できるZEFモニター

4. 自然エネルギーの活用と太陽光発電による創エネルギー

再生可能エネルギー利用・工夫

(1) 地域に根差した自然エネルギー利用（自然通風・自然採光）

この地域はかつて養蚕が栄えており、本庄独自の飼育方法「一派温暖育」（床下に火鉢を仕込み、床下の吸気口から越屋根の高窓に抜ける**重力換気を利用した手法**）を利用した養蚕施設で飼育を行っていた（図14、図15）。本施設のエントランスでは、免震ピットから頂部へ風が抜ける計画とすることで、その**パッシブな手法を引継いだ形**としている（図16）。さらに**トップライトを利用した自然採光**により、明るい空間で来館者をおもてなしする（図17）。



図14 養蚕施設外観写真

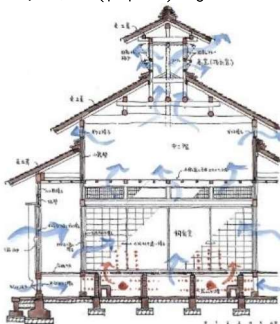


図15 一派温暖育法

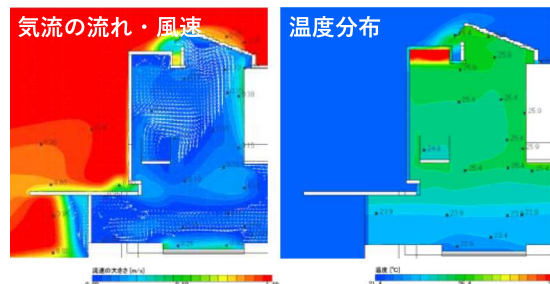


図16 エントランス CFD解析



図17 エントランス内観写真

(2) 太陽光発電設備と計画的な増設

工場の屋根には太陽光発電設備（497kW）を**Ⅰ期工事で屋根半面に設置**している。一方、設計時に、**段階的な太陽光発電設備の増設を計画**していた。その計画は竣工後1年目には実現し、太陽光パネルを2倍に増設（図18）することで、現在**100%以上削減の『ZEF』の実現を現在目指している**（図19、図20）。



図18 太陽光パネル増設時の外観写真

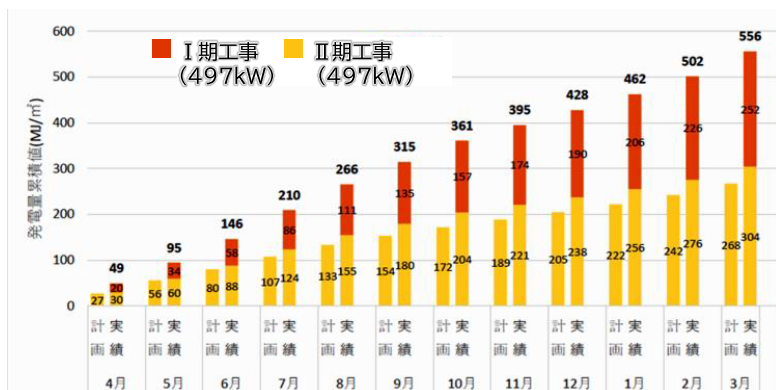


図19 太陽光発電設備 月別発電量累積値

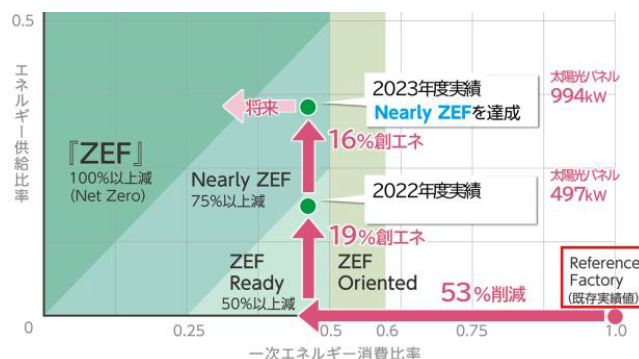


図20 ZEFチャート（実績値）

5. まとめ

①省エネルギーへの取り組み・工夫

新たな評価指標「ZEF」の構築と実現

大規模生産施設として国内初の『ZEB』を実現するだけでなく、エネルギー多消費施設である工場の生産エリアを含むエネルギー評価を適切に行うため、新たな評価指標「ZEF」を構築した。ZEF普及によるCN化の加速させるための先進的な取り組みを行った。

生産エリアの最適制御技術

生産設備の稼働状況に応じた室内環境の最適化と省エネルギー化を図る最適制御技術（T-Factory Next）を導入し、さらにAIによる熱源・空調設備の最適運転制御を行うことで生産エリアのエネルギーを削減した。

クラウドを利用したエネルギーマネジメントとエネルギーサポート

エネルギーマネジメントと分析を迅速に行えるよう、データをクラウドに集約し、大成建設の専門スタッフによるエネルギーサポートを実施することでエネルギーの目標管理をリアルタイムに行っている。

②再生可能エネルギー利用・工夫

地域に根差した自然エネルギー利用（自然通風・自然採光）

地域の養蚕施設の伝統的な環境手法を再現し、免震ピットからトップライトへの流れる自然換気とトップライトからの自然採光により自然エネルギーを活用している。

太陽光発電設備の計画的な増設

竣工後1年目に実績値にてZEFを確認し、太陽光発電設備を増設することで『ZEF』の実現を目指している。