



## スチールハウスの性能・強みを活かしたSH-ZEB提案

### SH-ZEB Proposal Utilizing the Features and Strengths of Steel Houses



中村 大輔  
Daisuke Nakamura

建設事業部  
設計技術部  
名古屋設計技術Gr.



大成 幸一郎  
Koichiro Onari

建設事業部  
営業部



木村 慎一郎  
Shinichiro Kimura

建設事業部  
設計技術部  
建築設計技術Gr.

スチールハウスは、木造2×4工法（枠組壁工法）の枠材を板厚2.3mm未満の亜鉛メッキ鋼板に冷延成形した形鋼に置き換えた建築物である。当社初の取り組みで、2006年の日本製鉄株式会社名古屋製鉄所高横須賀社宅におけるNSスーパーフレーム工法®（NSSF®工法）であり、2012年度釜石において東日本大震災の復興住宅、2014年度にはスチールハウスでは初の4階建となる大分明野社宅を建設している。近年では事務所用途への展開を図り、大スパン化・内外装意匠性向上などの工法に関する技術向上及び床遮音・振動・温熱性能の評価を行っている。

本稿では、日本政府が公約する「2050年カーボンニュートラルの実現」に向けて、スチールハウスの強みである、「外貼り断熱・通気方式」による高断熱・高气密性能による、建物のエネルギー消費量の低減を活かしたZEB（Net Zero Energy Building）化の取り組みを紹介する。

A steel house is a building in which the framing material of the wooden 2x4 construction method (frame wall construction method) is replaced with cold-rolled galvanized steel sheets less than 2.3 mm thick. The NS Super Frame construction method® was used for the first steel house construction in 2006 at the Takayokosuka company housing at the Nagoya Works of Nippon Steel Corporation, and the same technology was used for the construction of housing in Kamaishi after the Great East Japan Earthquake in 2012, and also for the Oita Akeno company housing in 2014 which was the first four-story steel house. In recent years, we have been expanding the use of steel houses to office use, improving technologies related to construction methods such as larger spans and better interior and exterior design, and evaluating floor noise insulation, vibration, and thermal performance. In this report, we will introduce our efforts to create a Net Zero Energy Building (ZEB) by taking advantage of the reduction of building energy consumption with the highly insulated and airtight performance of the "exterior insulation and ventilation system," which is one of the strengths of steel houses, to achieve the Japanese government's commitment to "carbon neutrality by 2050".

## 1. はじめに

薄板軽量形鋼造（以下、スチールハウスと略す）は、木造2×4工法（枠組壁工法）の枠材を、板厚2.3mm未満の亜鉛メッキ鋼板を冷間成形した形鋼に置き換えた建築物である。1995年の阪神淡路大震災の復興に向けた仮設住宅の一部として、米国からの支援で建設されたのが国内最初であり、その後、2000年の改正建築基準法の体系の中で、スチールハウスに関する技術基準が制定され、2012年の告示改正で4階建てや他の構造との併用構造が可能となった。

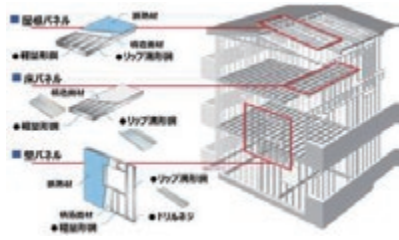


図1: NSスーパーフレーム工法®  
出典: 日本製鉄webサイト  
(URL: <https://www.nipponsteel.com/product/nsf/>)

当社初の設計・施工案件は、2006年日本製鉄高横須賀社宅におけるNSスーパーフレーム工法®（以下、NSSF®工法と略す）であり、2012年度には釜石において東日本大震災の復興住宅、2014年度には、スチールハウスでは初の4階建となる大分明野南社宅を建設している。以後、日本製鉄株式会社殿及びグループ企業殿の社宅・独身寮を主体に設計・施工の実績を積み重ね、設計標準化による改善を行いつつ、施工効率化を進め、今日に至っている。



図2: 3階建て高横須賀社宅



図3: 4階建て大和田社宅

近年では、工法拡販を目的として事務用途への展開を図り、社内案件をフィールドに、大スパン化・内外装意匠性向上などの工法に関する技術向上及び床遮音・振動性能・温熱性能の評価を行っている。



図4: かずさのもり保育園



図5: 八幡電計整備事務所

(テックスエンジレポート2020 No003掲載)

また日本政府が公約する「2050年カーボンニュートラルの実現」に向けて、建築物の省エネ性能・断熱性能の面でも、国の施策は大きく変化してきている。

今回はその1つとして、スチールハウスの強みである、「外貼り断熱・通気方式」による高断熱・高气密性能による、建物のエネルギー消費量の低減を活かしたZEB (Net Zero Energy Building) 化の取り組みを紹介する。

## 2. 国のカーボンニュートラルに伴う、建設業界における環境変化

### ▶2.1 建築物省エネ対策の加速

国土交通省はカーボンニュートラルに向けた建築物省エネ対策に向け、省エネルギー性能と再生可能エネルギー導入拡大に対し、以下の基本方針を定めた。

※ZEH: Net Zero Energy Housing (2008～米国)

表1: 基本方針 (省エネルギー確保と再生可能エネルギー導入)

2030年に目指す姿	
省エネ	新築の住宅・建築物については、ZEH・ZEB基準の省エネ性能確保
再エネ	新築戸建て住宅の6割において太陽光発電設備を導入
2050年に目指す姿	
省エネ	ストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネ性能確保
再エネ	導入が合理的な住宅・建築物への太陽光発電設備等の再生可能エネルギー導入が一般的

2030年段階では主に新築建築物（太陽光発電については新築住宅）を対象として基準強化を目指している。

一方、2050年の段階では、ストックとなる既存建物改修を対象を広げて対策を取る事を必須としている。

これら厳しい目標を達成させる為、以下の法改正及び、上位基準の設定が発表された。

#### ・省エネ基準適合義務化

建築物省エネ法において、省エネ基準の適合が義務化され、基準不適合建築物については、建設出来ない法律に改正された。

現在は、中規模以上の非住宅を対象としているが、2025年までには、住宅を含む全ての建築物が対象となる。

表2: 省エネルギー適合判定 対象範囲  
(出典: 国土交通省)

	現行		改正	
	適合義務 2017.4~	届出義務	適合義務 2017.4~	適合義務
大規模 2,000m <sup>2</sup> 以上	適合義務 2017.4~	届出義務	適合義務 2017.4~	適合義務
中規模	適合義務 2021.4~	届出義務	適合義務 2021.4~	適合義務
300m <sup>2</sup> 未満 小規模	説明義務	説明義務	適合義務	適合義務

この事により、従来、コスト高要因を理由に避けられ、関心を持たれなかった省エネ化対策が、急激に着目されることとなった。

#### ・住宅性能表示制度における上位等級の設定

1999年より20数年来、住宅の断熱等性能等級は、現行省エネ基準相当である「等級4」が最高ランクであり、それを上回るZEH等の省エネ性能を評価することが出来なかったが、

2022年4月にはZEH水準の等級として「等級5」そして、2022年10月にはZEH水準を上回る等級と⑧建設v221202:スチールハウスの性能・強みを活かしたSH-ZEB提案して戸建て住宅を対象に「等級6」「等級7」が新設され、今後、共同住宅も対象とする改正案が出された。

2030年までには、省エネ基準が現行の等級4から等級5 (ZEH) レベルに強化される予定である。

表3: 断熱等性能等級 (住宅性能表示)  
(出典: 国土交通省)



## ▶2.2 ZEBの概要

### ・省エネ基準と断熱性能

建築物省エネ基準では従来主に「使用するエネルギー量」の削減率が対象となっていたが、使う人が我慢をする省エネ対策や、設備機器の省エネ性能に頼るだけでなく、建物の断熱性能の向上による、省エネ性・快適性向上を重視し、断熱基準の強化策が施行されている。



図6: 状態変化検知用モデルの概要

### ・ZEB (Net Zero Energy Building) の概念

快適な室内環境を実現しながら、建物で消費する「年間一次エネルギー」の収支をゼロにすることを旨とした建物を言う。「省エネ化」で消費するエネルギーの削減と、「創エネ」で創るエネルギーを合わせて、建物の消費エネルギーを正味（ネット）ゼロにする建築物のことである。



図7: ZEBの概念

この性能は公的機関から登録を受けた第三者評価機関によるBELS (ベルス: 建築物省エネルギー性能表示制度) にて評価され、BEI (基準一次エネルギー消費量に対する設計一次エネルギー消費量の割合) という指標が用いられている。



図8: BELS評価書

### ・三種類のZEB

再エネの比率によって、主に三種類設定されており、予算・環境に応じて、適切なグレードのZEB選択を行う。

#### ・『ZEB』（ゼブ）

省エネ+創エネで、一次エネルギーを0%以下まで削減

#### ・Nearly ZEB (ニアリーゼブ)

省エネ+創エネで一次エネルギーを25%以下まで削減

#### ・ZEB Ready (ゼブレディ)

省エネで50%以下まで削減 (創エネ設備無し)

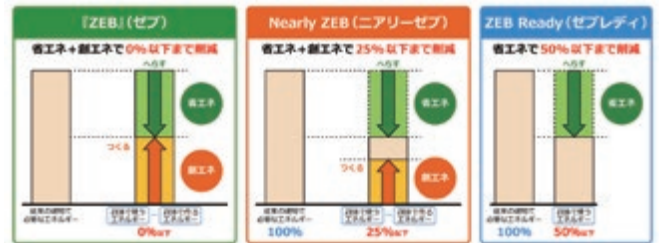


図9: ZEBの種類  
(出典: 環境省ZEB ポータル)

### ・ZEBのメリット

ZEBにはエネルギー消費量を削減すること以外にも様々なメリットがある。

#### ・快適性・生産性の向上

使用者の満足度、業務効率の向上

#### ・不動産価値の向上

資産価値の増加

#### ・事業継続性の向上

災害等の有事の際、活動拠点として機能

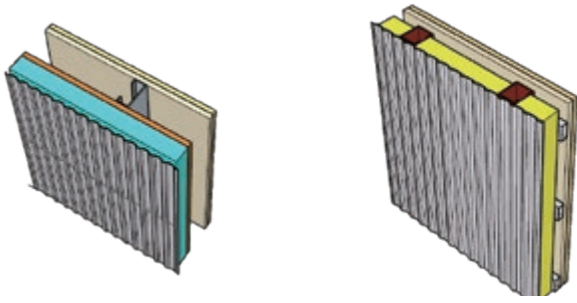
#### ・企業イメージUP

災害等の有事の際、活動拠点として機能

## ▶2.3 スチールハウスの温熱性能とZEB適応性

スチールハウスの外張断熱通気方式は、鉄筋コンクリート造や在来鉄骨造の、高度な断熱の工夫を施さなければ、熱が逃げる隙間「熱橋」発生する工法に対し、熱橋が極めて少なく、断熱性能が高い。住宅性能表示の断熱等級における、等級5、等級6水準に対して、大きなコストを掛けることなく対応可能であり、カーボンニュートラルの時代に適した工法である。



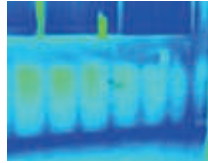


スチールハウス (外張断熱)

鉄骨造 (充填断熱)



スチールハウス: 均一な表面温度



鉄骨造: 胴縁による熱橋

図10: スチールハウスと鉄骨造の比較

ZEBの要求性能の一つである「外皮基準PAL\* (パルスター)」は、省エネ基準を設備性能だけでなく、断熱性能まで要求する基準である。

SHの事務所は標準断熱仕様でもPAL\*基準値を満足しておりZEBへの適応性が高い。

### 3. 自社建物におけるZEB化の実施

#### ▶3.1 建物概要

地上2階 建築面積 470.56m<sup>2</sup>、延床面積935.36m<sup>2</sup>

研修施設の教育棟であり、主な室は研修室・講師執務室となる。研修室は大空間化を図り、使い方に応じてスライディングウォールによる間仕切りの変更を可能とした。

外観は、デザインにこだわり、曲面壁や素材・色彩により、魅力ある建築物構築を図った。



図11: 外観 (北西面)

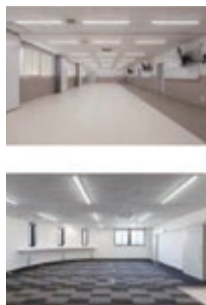


図12: 執務室等

#### ・研修生及び来訪者・見学者対応

研修生と来訪者に対し、エネルギー意識の向上と、スチールハウスの理解を深めてもらう材料としてデジタルサイネージ・一部の壁パネルスケルトン化を施した。



図13: デジタルサイネージ、スケルトン壁

#### ▶3.2 『ZEB』エネルギー性能

ZEBの性能は、前述のエネルギー性能 (BEI) による省エネルギー+創エネルギーと、外皮性能 (BPI) の2つを評価する。

##### ・一次エネルギー消費性能 (BEI: 省エネ+創エネ)

##### 省エネルギー性能

省エネルギー性能の高い空調システムを照明器具の採用と、それらの制御によりエネルギー性能を高める。

当研修センターでは、COP性能の高い個別分散空調や全熱交換器、及びLED照明器具や人感センサーを採用し、基準エネルギー使用量の値から53%の削減を実現した。



高効率空調機

全熱交換器

人感センサー

図14: 省エネ機器類

##### 創エネルギー性能

太陽光発電設備 (太陽電池モジュール 390W×133枚) を屋根面に設置しエネルギーを創ることで、基準エネルギー使用量の値の50%削減を実現した。

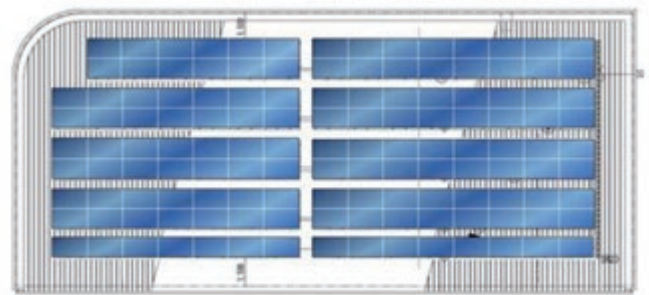
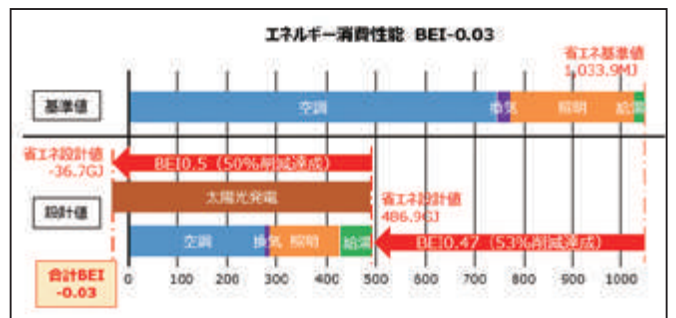


図15: 太陽電池モジュール設置状況 (屋根面)

省エネルギーと創エネルギーを合わせて、基準エネルギー消費量の値を上回る事が出来、最高グレードの『ZEB』基準へ達成した。

表4: エネルギー消費性能結果 (BEI=0.03)



・外皮性能 (BPI)

建物の断熱性能を評価するもので、外壁や屋根等の外皮を、屋内周囲空間の年間熱負荷をペリメーターゾーンの床面積で除した値として、PAL\* (パルスター) で評価する。NSSF® 工法は外張り断熱通気方式を採用し、逃げる熱が少なく、高い断熱性能有していることから、標準断熱仕様で基準値から25%の削減可能である。

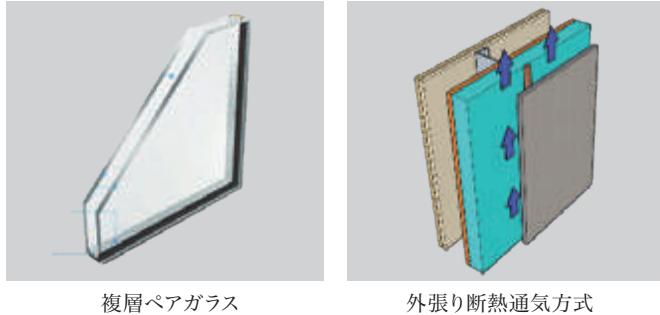
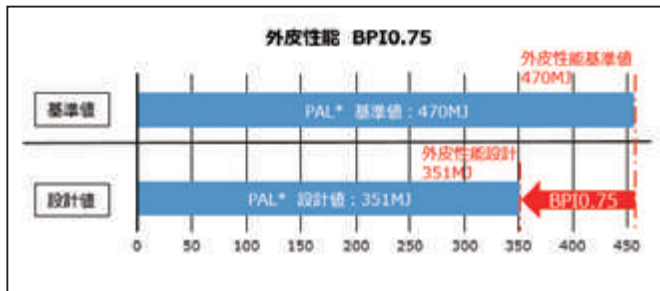


図16: 断熱要素

表5: 外皮性能 (BPI 0.75)



▶3.3 蓄電池設備

太陽光発電は季節や天候・時間帯等によって発電量が大きく異なる。また電力の使用量も使用状態により大きく異なるため、発電ロスがでる。蓄電池により発電ロスを軽減し、余剰となっていた電力を充電、発電量が落ちてくる夕方以降で放電を行い、発電ロスを減らす効果がある。

・システムの概要

通常運転時は発電量と使用電力量のバランスにより給電される。発電された電力は受変電設備に接続することで、建物で使用する。蓄電池への充電は、発電量に対して使用負荷が少ない時に行われる。

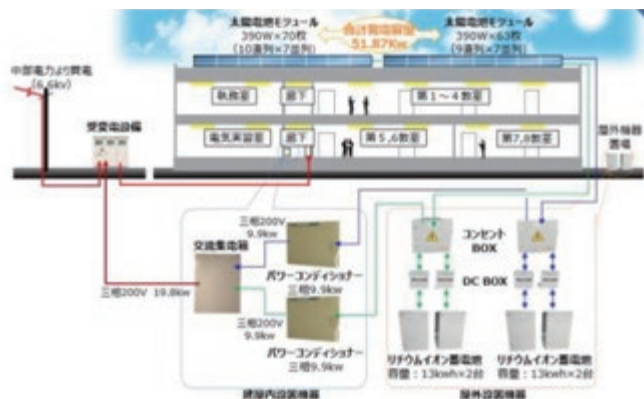


図17: 通常運転時のシステム概要

災害時等の停電時はパワーコンディショナーが停電を検知し自動出力運転に自動的に切り替える。パワーコンディショナーから受変電設備への出力は停止され、直接、特定負荷へ電源供給される。特定負荷は事業継続計画 (BCP) を可能とするため、執務室やトイレ、サーバー室等が選定されている。

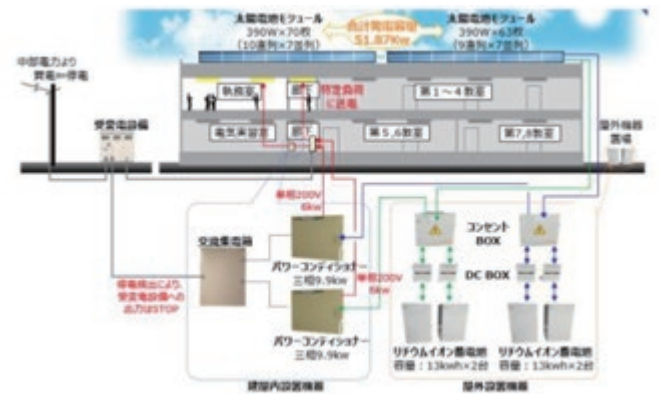


図18: 停電運転時のシステム概要

▶3.4 EMS (エネルギーマネジメントシステム)

発電量や蓄電量、使用電力量等のエネルギー情報をデータ集積・分析することで、省エネ化改善技術の構築を目指す。また、二酸化炭素削減量に換算された発電量や消費電力量を研修センター入口のデジタルサイネージで見える化するすることで、利用者や来館者への省エネ意識啓発を図る。

これらにより、ユーザーへの運用提案を実施すると共に、アフターサービスのビジネスモデル化を視野に入れた新たなエネルギーマネジメントを構築していく。

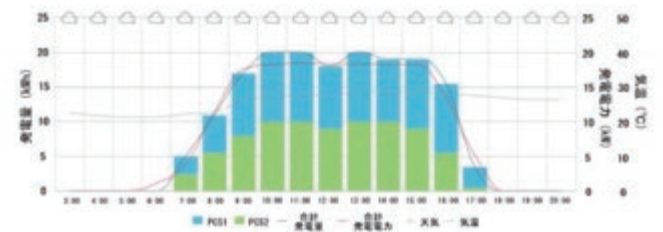


図19: 発電電力 (2022年10月4日)

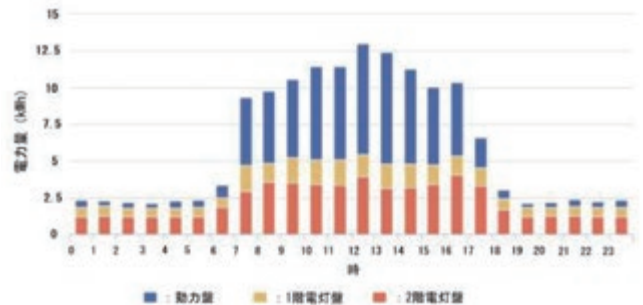


図20: 使用電力 (2022年10月4日)

▶3.5 ZEBリーディングオーナー

自らのZEB普及目標や導入計画、実績を一般に公表する先導的建築物のオーナー登録制度である。

ホームページ公開により、省エネルギーに対し先駆的な取り組みをしている企業としてPR出来る。

(実施機関: 一般社団法人 環境共創イニシアチブ)





図21：ZEB リーディングオーナー公開情報 (SIIホームページより)

### ▶3.6 補助金制度

ZEBの推進にはZEB化費用負担の軽減提案が必要と考え、軽減策として補助金制度の活用に取り組んだ。

補助金を交付する事業は、ZEBの実現に必要な省エネ、省CO<sub>2</sub>性の高い設備機器・システム等の導入にかかる費用の一部を支援することで、業務用建築物におけるZEBの実現達成という政策の推進及び普及を目的としている。

#### ・制度の名称

二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金/建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業（環境省）

「ZEB実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業」

・実施主体：SERA（一般社団法人 静岡県環境資源協会）

・交付額：補助率 5分の3

### ▶3.7 他のZEB化実施・検討事例

名古屋研修センターの『ZEB』事例を皮切りに、ZEBに積極的に取り組んだ、技術力・提案力の強化事例を紹介する。

大分建設センター：ZEB Ready（完成）

八幡総合センター：『ZEB』（施工中）

## 4. 今後の展開



図22：大分建設センター（ZEB Ready）

#### ・社内実績を踏まえ客先案件で提案

複数の社内案件のZEB経験により、技術力を得て、お客様への提案を行っている。既に採用実績もあり、今後の提案ツールとしてのブラッシュアップを継続する。

#### ・社内電計事業本部の知見活用

ZEB実施にあたり、省エネルギー性向上の要素として大きく、「省エネルギー性能の高い設備機器・システム採用」と「太陽光発電設備等によるエネルギー創造」の2つが挙げられるが、それらのエネルギーを、より効率的に活用することにより高い省エネルギー性能を発揮できる。

具体的には、「蓄電池」と「EMS（エネルギー管理システム）」である。

社内、電計事業本部の知見を活かし、高付加価値なZEB提案により差別化をはかる。

#### ・SDGsへの貢献

「カーボンニュートラル化」の施策として、「木材利用の促進」が国の方策として掲げられている。

樹木は成長の過程で光合成によって大気中の二酸化炭素を吸収し、炭素を貯蔵し、樹木から作られる木材は、焼却しない限り、炭素を貯蔵すると言われている。

当社で製造している「テックスファインボード」は、主に木造住宅の解体材である木質廃棄物を粉碎し、固めてボードとしたもので、100%リサイクル材として脱炭素化に優れた材料である。

当社はスチールハウスとパーティクルボード活用により、SDGsへ貢献する。



図23：パーティクルボード材の建材活用

## 6. 最後に

事例紹介となった名古屋研修センターは、当初計画では事務所用途における課題解決と意匠性向上を主に進めていたが、国の施策であるカーボンニュートラルの実現に向けて、『ZEB』取得を中心にエネルギー管理システムの構築、補助金制度の活用等、新たな技術修得と知見が広がる機会となった。また、断熱性能に優れたNSスーパーフレーム工法®のポテンシャルを改めて評価することが出来たと共に、優れた居住環境を提供する工法として可能性を見出す事ができた。

NSスーパーフレーム工法®は、居住性・短工期・節税効果などの特色と特長を活かすべく寮・社宅などの住宅系を軸に、保育所や事務所などの他用途にも拡販を広げている。当社は培われた技術とノウハウを駆使して、お客様に最適な提案が出来る様、新たな視点で技術改善に取り組んでいく。

最後に、これまでNSスーパーフレーム工法®の技術確立及び改善への取り組みにあたり、日本製鉄株式会社 住宅建材開発室殿、NSハイパーツ株式会社殿にご指導頂きましたことに感謝いたします。

お問い合わせ先

建設事業部 営業部

TEL 03-6860-6616