

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賞 東北支部
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賞選考委員会 東北支部
業績の名称
南三陸町役場庁舎 ～コミュニティ再構築のシンボルとしてのエコロジカル庁舎～
所在地
宮城県本吉郡南三陸町志津川字沼田101番地

応募に係わる建築設備士の関与

株式会社久米設計	氏家 純
同上	今野 安宏
同上	田中 孝輔
ミサワ環境技術株式会社	駒澤 昭彦
株式会社銭高組	番 陸宏
株式会社ユアテック	千葉 隆史
東北文化学園大学	赤井 仁志

応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社久米設計 東北支社		
建築主	南三陸町		
計画・設計・監理・検証	株式会社久米設計 東北支社		
地中熱試験評価・計画・設計支援	ミサワ環境技術株式会社		
施工者	株式会社銭高組		
施工者	株式会社ユアテック		
建物管理者	南三陸町		
検証者	東北文化学園大学 赤井 仁志		
延床面積	3,772.7	m ²	
階数	地上3階	地下-階	塔屋-階
主用途	官公庁		
竣工年月日	2017年8月31日		

支部選考委員長講評

東北支部選考委員会は上記業績について提出資料を検討した結果、カーボンニュートラル賞の受賞に相応しい業績として推薦することとした。以下に選考理由を纏める。(なお、カテゴリー②④は取組みがない。)

カテゴリー① 省エネルギーへの取り組み・工夫

本業績は、東日本大震災後に建設された南三陸町役場庁舎であり、「マチドマ」をコンセプトに地元住民によるワークショップからの意見も反映させた計画設計となっている。カーボンニュートラル化に向け、エネルギーも地産地消を目指すことから、太陽光パネルによる発電や間伐材の木質ペレットによる暖房、さらに同町では未使用であった地中熱を熱源に利用する空調設備の採用を行っている。執務スペースと「マチドマ」とする共用スペースで、前者は省エネ性の高い地中熱HPの床放射冷暖房方式を用い、後者は空気熱源HPパッケージ空調機にバイオマス・ペレットボイラによる床暖房となる。他用途の空間では空気熱源HPパッケージ方式(マルチ、シングル方式併用)、全室の換気は全熱交換器となっており、汎用性があり高効率な機器が採用されている。建物全体の一次エネルギー消費量は、省エネに配慮した運転管理により、運用時の消費量は設計時消費量の約28%減となり、太陽光発電は年間電力消費量の5%を担う。地中熱ヒートポンプを採用した運転実績では、従来の吸収式冷温水機で供給した場合と比較して、一次エネルギー削減量は36%減、CO₂削減量は47%減となっており、十分な削減効果が得られている。本業績は、計画的に様々な機器を取り入れた工夫された建築として評価される。

カテゴリ③ 再生可能エネルギー利用・工夫

本業績では、太陽光エネルギーと地中熱利用が採用されている。太陽光発電と蓄電池システムを導入しており、災害時対応としての役割も果たす。空調熱源には環境にやさしく省エネ効果の高い地中熱HPを採用している。AHUからの温風、冷風でOAフロアのパネルを温めたり、冷やしたりすることで放射効果を与える。実績においては冬季暖房時間が延長されたことで電力量は想定を上回り、CO₂削減量は想定値よりも若干低下したものの一次エネルギー消費量とともに十分な削減効果が得られている。今後は冬季の稼働時間を抑えることと適正な熱源水温を管理することで更なる削減効果が期待できるものとも考える。

○先進性・独創性や普及性

地場産の木材を建材やバイオマス燃料として利用することで、建築とエネルギーの地産地消を実現し、加えて同町では未利用であった地中熱を組み合わせたエネルギーの活用が計画されている。比較的導入しやすいシステムで構成されているが、「バイオマス産業都市構想」を掲げる同町のPR事例となったことは評価できる。

以上の評価により、本業績はカーボンニュートラル賞の受賞に相応しいものと判断した。

関与した建築設備士の言葉

本施設は東日本大震災で被災した南三陸町の新しい役場庁舎です。被災者に寄り添うコミュニティ再構築の拠点と成るべく、「誰もが親しみを持てる安心で安全な庁舎」、「自然環境を生かし地球環境にやさしいエコロジカル庁舎」を目指し、建築計画、設備計画を行いました。マチドマと呼ばれる屋内ひろばは町民の交流・協働の場で、森林の国際認証である「FSC全体プロジェクト認証」を取得した南三陸町産の集成材に包まれ、バイオマスペレットボイラによる床暖房で快適な温熱環境が保たれます。他にも空調熱源に地中熱ヒートポンプを採用し、20kWの太陽光発電・蓄電池を設置するなど、建築とエネルギーの地場産を重視しました。受賞に当たり、当時の応援職員や学識経験者をはじめ、計画から建設、運用に至るまでご尽力いただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

(氏家 純：株式会社久米設計)

業績の名称： 南三陸町役場庁舎 ～コミュニティ再構築のシンボルとしてのエコロジカル庁舎～

■ 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. はじめに（震災復興の先を見据えた、あたりまえの居場所づくり）

■ 2011年のこと、それから

宮城県沿岸北部に位置する南三陸町。東日本大震災により、まさに「まちが無くなる」甚大な被害を受けた。町の行政機関の中核を担う木造の旧町役場は津波に飲み込まれ、津波に備えていたはずの防災庁舎も屋上まで浸水し鉄骨のフレームだけが残る。

自身も津波に飲み込まれ、何とか一命をとりとめた佐藤仁町長は、「何があっても人命を守る」町を目指し、震災後の復興の陣頭指揮を執っている。津波対策の土木工事と並行して進められた、公営住宅、水産業の軸を担う卸売市場、商店街等の整備につづき、震災後6年を経てようやく完成したのが、南三陸町役場庁舎だ。

■ 安全な場所、気軽に利用できる場所に

役場庁舎は津波被害の怖れのない高台エリアを、新規に造成して建設された。周辺には庁舎の1年前に完成した公立病院や公営住宅も建ち、津波の教訓を生かした新たな行政拠点となっている。

この場所に庁舎を作るうえでの町長からのリクエストは、まず「安全であること」そして「敷居の低い庁舎」であった。行政拠点となる庁舎だが、ふつうの町民にとっては各種手続きの窓口としてのイメージが強い。カウンター越しの対応が、職員と町民とのバリアとなっているのでは、との懸念だ。そのイメージを払拭するためのアイデアが「マチドマ（まちの土間）」というコンセプトである。

■ とともに町の未来を想う

「マチドマ」というコンセプトが生まれた後、地元の高中生や商工会議所青年部などの若いメンバーを集め、そのコンセプトを具体化するためのワークショップが開催された（図1.1）。カフェの併設や、高齢者のバス待合に使える畳ベンチ、展示発表用の可動パネル、地元球団・楽天イーグルスのパブリックビューイング等に使える電動スクリーンなど、ユーザー目線の様々なアイデアが出された。

しかし、そのワークショップの中では建築単体に留まらず、まちの魅力や将来像などの多く意見があった。施設づくりから、まちづくりへ。震災という困難のなかでも、復興に対する確かな熱を感じた瞬間だった。



図1.1 ワークショップの様子

■ ブランド化した南三陸杉を構造体・仕上げ材だけでなく、床暖房にバイオマス・ペレットを採用

町のブランドである南三陸杉を構造体の格子梁や天井仕上げ、コンクリートの型枠等などに利用し、これらの一環により日本の公共施設として初めて、森林の国際認証である「FSC全体プロジェクト認証」を取得。マチドマの床下は土間であることから、冬期足元が冷えないように暖かい床暖房に包まれた空間を創るが、燃料・熱源機器にはバイオマス・ペレットボイラ（無圧式温水機）を使用。建築もエネルギーも地産地消にこだわる。

次世代の「バイオマス産業都市構想」を掲げる南三陸町をアピールする意味で、復興の一助になっている。

図1.2に建築外観、図1.3に「マチドマ（まちの土間）」、図1.4に断面図、表1.1に建築計画概要を示す。

表1.1 建築計画概要

項目	仕様
構造	S造/RC造/W造
規模	地上3階
延床面積	3,772.65㎡
建築面積	2,656.75㎡
容積率	41.93%
高さ	16.40m



図1.2 建築外観



図1.3 「マチドマ（まちの土間）」

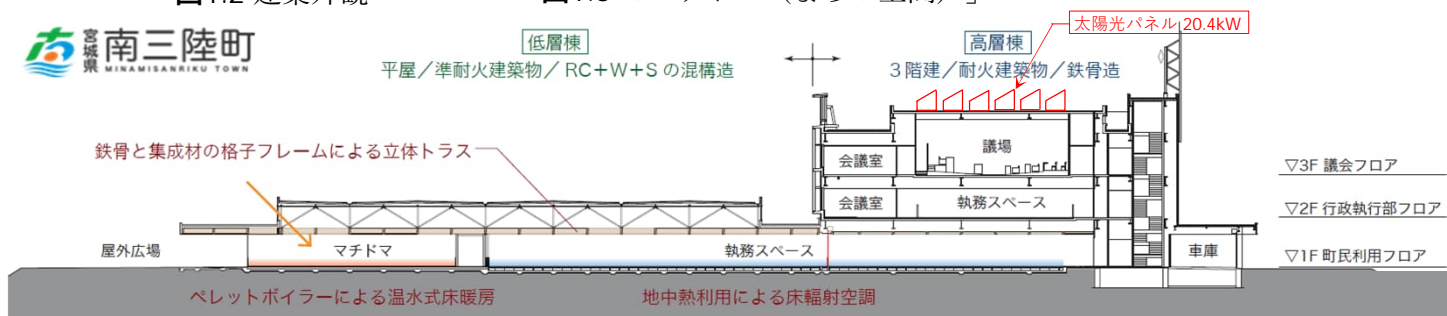


図1.4 断面図と特徴的な空調・暖房システム等

2. エコロジカル庁舎の建築設備の概要と主眼点、運用時の一次エネルギー消費量低減

■ 空調・暖房・換気設備

- ✓ 1階執務スペース、マチドマ、小部屋でそれぞれ最適な空調方式を選定。
- ✓ 執務スペース：直天井で梁を露出させた階高の高い空間と床下が土間であることから、冬期に暖気が上昇し床面が温まりにくいことを想定。
- ➔ 足元が冷えないように床放射(輻射)冷暖房方式を採用し、熱源は環境に優しく省エネ性の高い**地中熱ヒートポンプ**とし、冷温水を利用しエアハンドリングユニットから吹き出した温風・冷風によりOAフロアのパネルを温めたり、冷やしたり、放射効果を与える(図2.1)。
- ✓ マチドマ：空気熱源ヒートポンプパッケージ空調機(ダクト接続型・床置き)と、バイオマス・ペレットボイラ(無圧式温水機)による床暖房。換気は全熱交換器。
- ✓ 小部屋及び2,3階居室：1階小部屋の一部はウォールスルー型空調機、2,3階は空気熱源ヒートポンプパッケージ方式(マルチ方式、シングル方式併用)。換気は全熱交換器。



図2.1 地中熱利用ヒートポンプによる床放射(輻射)冷暖房

■ 給排水衛生設備

- ✓ 給水設備：受水槽を屋外に設け、加圧給水ポンプで供給。
- ✓ 給湯設備：給湯室とトイレ手洗いに貯湯式電気温水器を設置する局所給湯方式。
- ✓ 排水・通気：建物内は汚水・雑排水の分流方式。
- ✓ 浄化槽設備：生物処理方式(担体流動方式)の合併処理浄化槽。放流BODは20mg/L。
- ✓ 雨水ろ過設備：屋根降水の雨水を回収、ろ過殺菌処理を行い、**雑用水**として便器洗浄に利用。

■ 電気設備

- ✓ 照明設備：照明器具はLED器具を採用。トイレ等は人感センサによる消し忘れ防止による節電。
- ✓ 再エネ電気：ピークカット対策と災害時対応として、太陽光発電20.4kW、蓄電池システム22.0kWhを設置。

■ 運用時の一次エネルギー消費量低減

- ✓ 省エネに配慮した運転管理により運用時の一次エネルギー消費量は、設計時消費量の約28%減となった。
- ✓ 太陽光発電で年間電力消費量の約5%を担っている。

3. 南三陸杉・大屋根を構成する木質格子梁・天井架構から、バイオマスによる暖房システムまで

- ✓ 被災者に寄り添ったコミュニティ再生の拠点として、「マチドマ」と名付けた交流・協働空間を担う。
- ✓ 「マチドマ」を町民が気軽に訪れ、差し込む溢れる柔らかい光は**ハイサイドライト**が奏でる。ハイサイドライトは心地よい**自然通風**を演出し、南三陸杉の梁や天井材とともに、里山の木の温もりを連想する空間の創造を担う。大屋根の下で居心地の良い、穏やかで日常的な時間を共有する(断面図：図3.1)。
- ✓ 人々が馴染み深い文化や材料をデザインとして取り入れることで「新しくも懐かしい」「新鮮でいてどこか落ち着く」感覚を目指し、昔ながらの日本家屋の雰囲気の木造格子組や土間がキーワードとなる。
- ✓ 「マチドマ」に続く行政サービス窓口(執務スペース)も、町民に開かれた「敷居の低い庁舎」を感じる。
- ✓ 「マチドマ」の床暖房の熱源として、地場産の木材を利用したバイオマス・ペレットボイラが担う。
- ✓ 同時に計画・建設された歌津総合支所の暖房には、木質ペレットストーブも用いられている。
- ✓ 躯体工事のコンクリート型枠にも南三陸杉を利用。
- ✓ これらの取り組みにより、森林の国際認証である「**FSC全体プロジェクト認証**」を公共施設として本邦初の取得をした。次世代の「バイオマス産業都市構想」を掲げる南三陸町をアピール、復興の一助にもなる。

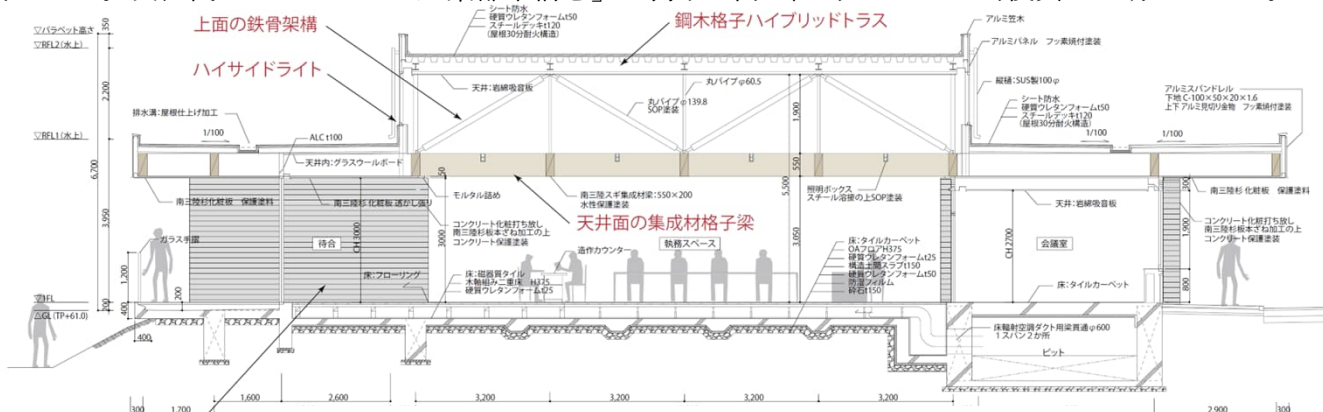


図3.1 大屋根を構成する木質格子梁・天井架構等の断面図

4. 地中熱利用ヒートポンプシステム導入計画と実績・解析・評価

■ 地中熱利用ヒートポンプシステム導入計画



(a) 表紙

(b) 町長あいさつ

拡大

- ✓ 「マチドマ」につながる町民窓口の空調システムの省エネ・カーボンニュートラル、快適性を実現するため、地中熱利用ヒートポンプシステムを採用。
- ✓ 佐藤仁町長の「人々の活動の基となるエネルギーを全て他所に頼ってはいけない」、「元々ある地域資源を見直して生かす」などの発想から、地中熱利用ヒートポンプを導入。
- ✓ 基本計画時、地盤有効熱伝導率を $1.4W/(m \cdot K)$ と想定した。
- ✓ 実施設計時に熱応答試験を行い、循環時法で熱伝導率 $8.02W/(m \cdot K)$ の値を得た。ヒストリーマッチング法で得た $5.8W/(m \cdot K)$ を地盤有効熱伝導率とした。自然地中温度は $11.4^{\circ}C$ で、過去20年間平均気温 $11.4^{\circ}C$ と同等であった。
- ✓ 熱応答試験で得たデータを、地中熱設計用ソフトウェア“Ground Loop Design”（米国Gaia Geothermal社）を用い、地中熱交換器の延長を $100m \times 29$ 本と短くした。
- ✓ 地中熱のパンフレット（抄）を図4.1に示す。

低地で被災した町役場を高台に再建するに当たり、エネルギーも地産地消を目指すということを念頭に置きました。太陽光パネルによる発電や、間伐材の木質ペレットによる暖房もさることながら、今まで未利用であった**地中熱を冷暖房の熱源に利用する空調設備の採用**です。これに当たっては、環境省様や公益財団法人日本環境協会様のご理解もあり、設計を担当された久米設計様や工事を担当された銭高・山庄JV様の多大なご協力の賜物として実現することが出来ました。

南三陸町は、被災地として林業生産の国際認証であるFSCと、漁業生産の国際認証であるASCを同時に取得した世界最初の町です。新庁舎建設事業に当たっても町産杉材を豊富に使い、この工事としての国際認証を受けるFSC全体プロジェクト認証の取得を目指しており、実現すれば庁舎建設としては我が国最初の事例となります。

町としても、この新庁舎が町の林業生産のショールームになればと思いを込めていますので、**宮城県における地中熱利用の先端例**として、今後の地中熱利用の普及・促進のためにもご高覧頂ければ有り難いと思います。

(c) 町長あいさつの部分拡大

図4.1 地中熱パンフレット（抄）

■ 地中熱利用ヒートポンプシステム運転実績・解析・評価

- ✓ 地中熱利用ヒートポンプシステムの2020年度の運転実績、解析・評価を述べる。

① 生産（供給）熱量

- ✓ 1時間ごとの計測データから計算した、生産（供給）熱量を図4.2に示す。
- ✓ 当初想定値に対し生産熱量は146%であった。冷房時の生産熱量は減少したが、暖房時の生産熱量が増加した。

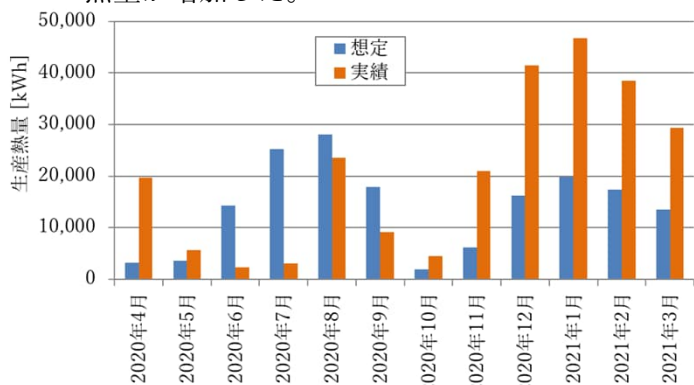


図4.2 生産（供給）熱量

② 稼働時間

- ✓ 1時間ごとの計測データを集計した結果を図4.3に示す。
- ✓ 稼働時間は暖房のピーク期で想定より長かった。中間期とピーク以外の冷房期は短く、年間の合計では想定値の82%の稼働率であった。

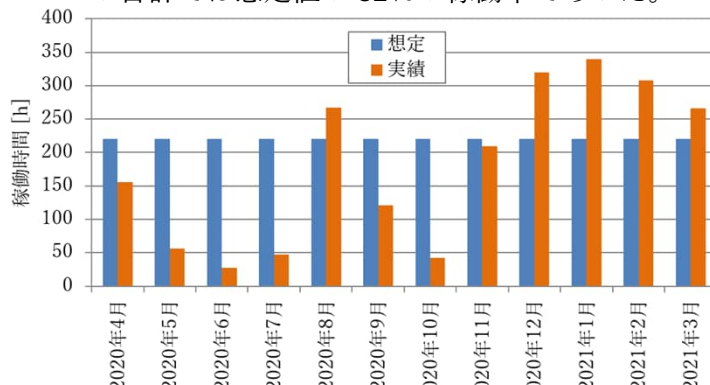


図4.3 稼働時間

4. 地中熱利用ヒートポンプシステム導入計画と実績と実績・解析・評価（続き）

③ 消費電力量

- ✓ 1時間ごとのヒートポンプと熱源水ポンプの計測データを集計した消費電力量を図4.4に示す。
- ✓ 想定値に対し消費電力量は171%であった。消費電力量が想定値を上回った主な要因は、暖房期の稼働時間の伸長と推定している。

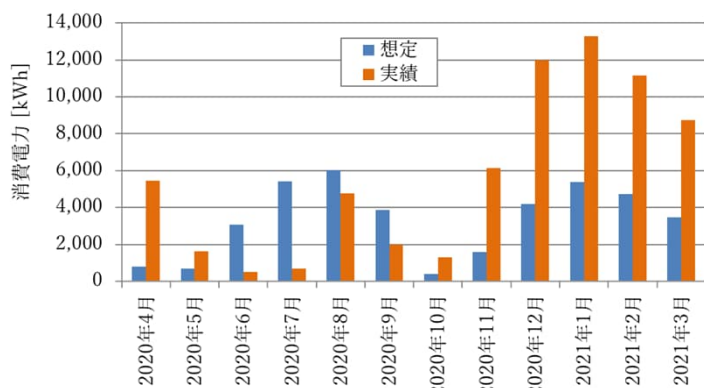


図4.4 消費電力量

④ COP（成績係数）

- ✓ 生産（供給）熱量と消費電力量から計算したCOP（成績係数）の結果を図4.5に示す。
- ✓ 7～9月以外、想定値よりやや低い。要因は暖房時稼働時間の延長により暖房負荷が増え、熱源水往温度が低い水温となったことである（次項）。

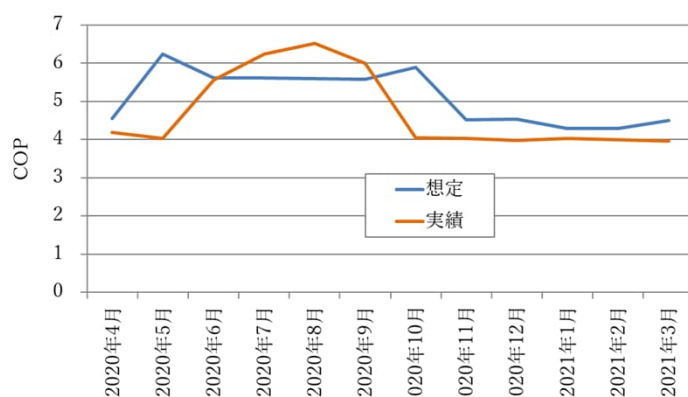


図4.5 COP（成績係数）

⑤ 熱源水温度経時変化

- ✓ 熱源水温度（往・還）の経時変化を表したグラフを図4.6に示す。
- ✓ 前項に記載した通り、冬期の熱源水往温度が低い温度となった。冬期の稼働時間の増加が要因と推測する。

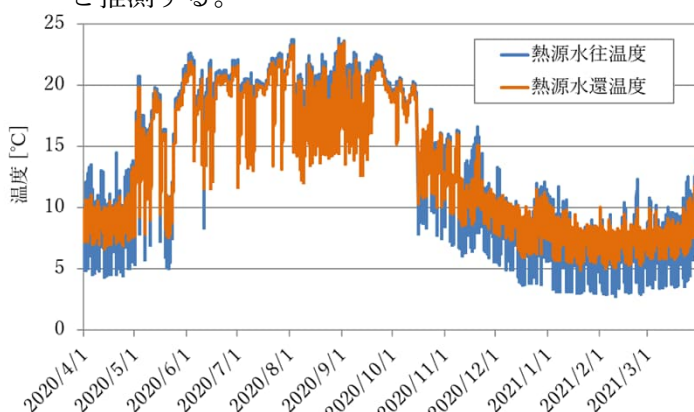


図4.6 熱源水温度経時変化

⑥ 一次エネルギー削減量

- ✓ 生産熱量を従来方式（吸収式冷温水機）で供給した場合を想定し、消費電力量と燃料消費量の月別の比較を図4.7に示す。
- ✓ 一次エネルギー削減量は374,436MJで、従来方式に比べ36%の削減率であった。

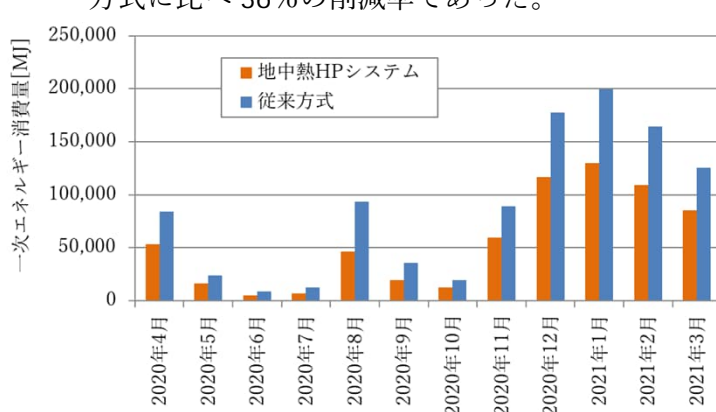


図4.7 一次エネルギー削減量

⑦ 二酸化炭素削減量

- ✓ 前項の消費電力量と燃料消費量に二酸化炭素排出係数を乗じ、二酸化炭素削減量を計算した月別の結果を図4.8に示す。
- ✓ 当初想定値の52.3%より低い、47%の二酸化炭素削減量となった。

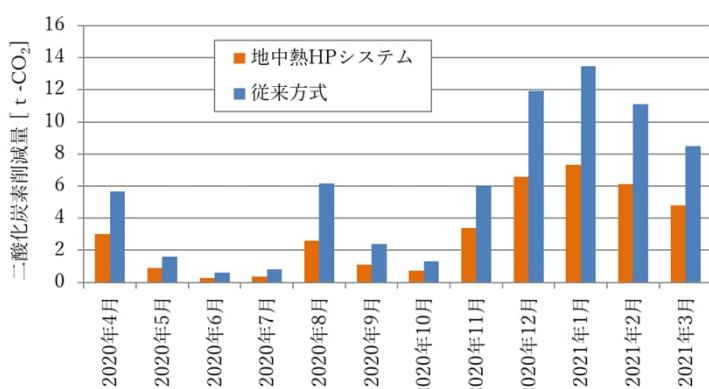


図4.8 二酸化炭素削減量

⑧ まとめ

- ✓ 生産熱量は想定値の146%、消費電力は171%であった。想定値を上回った要因は冬期の暖房負荷の増加であると考えられる。
- ✓ 稼働時間は冷房と暖房のピーク期に想定よりやや長かったが、中間期等では短く、年間の合計では想定値の82%の稼働率であった。
- ✓ 冬期COPは想定を10%程度下回る。冬期の暖房負荷が大きく熱源水温度を低下させ、ヒートポンプの効率が低下したためである。
- ✓ 夏期のCOPは想定より20%程度上回った。
- ✓ 一次エネルギー削減量は従来方式に比べ374GJ（36%減）、CO₂削減量は32.3t（47%減）となった。CO₂削減量は当初想定値の23.9t-CO₂よりも8.3t-CO₂多くなったが、削減率は当初想定値の52.3%より低い値となった。
- ✓ 冬期の稼働時間を抑え、暖房時の熱源水温度が下がり過ぎない運転を行なうことでCOPが上がり、さらに削減効果を高めることができる。