

## カーボンニュートラル賞

<b>受賞名称</b>	
第12回カーボンニュートラル賞 中国・四国支部 奨励賞	
<b>カーボンニュートラル賞選考支部名称</b>	
第12回カーボンニュートラル賞選考委員会 中国・四国支部	
<b>業績の名称</b>	
丸亀市庁舎+市民交流活動センター マルタス	
<b>所在地</b>	
香川県丸亀市大手町二丁目4番21号	
<b>応募に係わる建築設備士の関与</b>	
株式会社佐藤総合計画	石原 広司
同上	是永 恒久

## 応募者又は応募機関

代表応募者・機関	株式会社佐藤総合計画				
建築主	丸亀市				
設計者	株式会社佐藤総合計画				
施工者 (建築工事)	合田・ヒカリ・第二特定建設工事共同企業体				
施工者 (電気設備工事)	日本電設・中央・新光特定建設工事共同企業体				
施工者 (空調設備工事)	フソウ・飯綾特定建設工事共同企業体				
施工者 (給排水設備工事)	株式会社四建プラント				
施工者 (地中熱設備工事)	株式会社高木工業所				
施工者 (太陽光設備工事)	川崎電気工業株式会社				
施工者 (音響設備工事)	株式会社中央電設 丸亀営業所				
施工者 (外構整備工事)	豊嶋建設株式会社				
施工者 (付属建物工事)	公栄建設株式会社				
施工者 (外構電気設備工事)	株式会社吉本電気商会				
施工者 (外構排水設備工事)	株式会社管電エンジニアリング				
延床面積	16,901	m <sup>2</sup>			
階数	地上5階	地下1階	塔屋-階		
主用途	官公庁				
竣工年月日	2021年2月				

## 支部選考委員長講評

<p>本件は、「環境×建築×構造」が一体となった環境親和型庁舎を実現した事例です。丸亀市庁舎と波型の屋根で連結された市民交流活動センター マルタスは、香川県丸亀市の特産品である『丸亀うらわ』をモチーフとしたV字型の構造体で支えられた外観が特徴的です。また、内装の仕上げ材や家具・什器は、木材や集成材の積極活用によるエンボディカーボンの削減を図っています。そして、自然の恵み(風・光)を最大限取り入れる工夫や、地中熱利用システムを導入するなど、快適性と省エネルギー性を併せ持った計画となっています。</p> <p>施設に導入された技術の1つである「オンデマンド環境制御システム」は、時間帯で利用者数が大きく変動する執務室に、赤外線アレイセンサを天井面に分散配置することで、室内環境および人数と位置を見える化し、空調風量と照明を減光させる制御を行っています。更に、居住域が空調できる「床染み出し空調方式」を採用することで、執務室の快適性の向上と省エネルギーを両立させつつ、1階の待合空間は冷温水配管を敷設した床放射空調により快適な空間を市民にも提供しています。</p> <p>また、空調の中央熱源設備は、ガス焼き冷温水発生機と空冷ヒートポンプチャラーに加えて、補助金を活用した高効率な地中熱利用の水熱源ヒートポンプチャラーが導入されています。</p> <p>次に、自然エネルギーの有効利用として、年間を通じて日照時間の長い瀬戸内海式気候を活用した、各階の換気窓と中央部のエコボイドによる自然換気や、ライトシェルフによる自然採光が取り入れられ、太陽光発電による再生可能エネルギーの利用技術も導入されています。</p> <p>加えて、施工段階での取り組みとして、内装の仕上げ材や家具・什器などに木材や集成材を積極的に利用し、設備ダクトを隠すカバーを窓口サインに活用するなどの工夫もされており、竣工後の検証では、様々な省エネルギー技術と再生可能エネルギー利用などにより、庁舎基準値と比較してCO<sub>2</sub>排出量は約50%削減、一次エネルギー消費量は約59%削減し、ZEBReady相当を達成しており、支部奨励賞に相応しいと評価します。</p>
---

業績の名称： 丸亀市庁舎＋市民交流活動センター マルタス

■ 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

● まちや市民とつながる環境親和型庁舎

丸亀ならではのカタチをデザインし「環境×建築×構造」が一体となって取り組み実現した環境親和型庁舎の実現



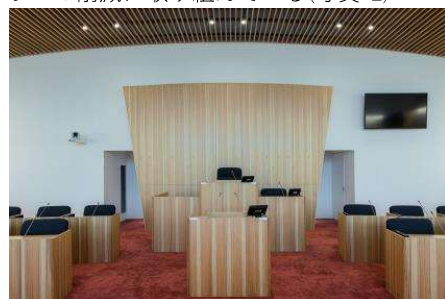
●丸亀ならではの構造と空間

丸亀市の特産品である『丸亀うちわ』をモチーフにしたVの字の構造体で支えるダイナミックな構造形式とした(写真-1)



●木材の積極的活用

内装の仕上材や家具・什器などに木材や集成材を積極的に活用し、温かみを感じられる空間演出と共にエンボディドカーボンの削減に取り組んでいる(写真-2)



●一次エネルギー消費量を約60%低減

竣工後、エネルギー消費量の調査・分析を行った結果、庁舎基準値と比較し一次消費エネルギーは約60%削減となり高い省エネルギー性能を確認した(図-1)

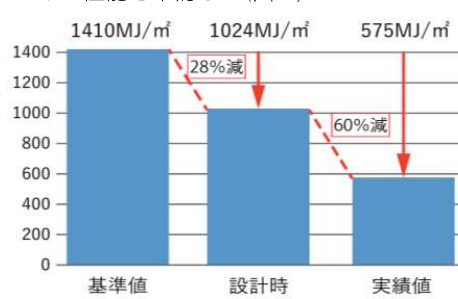


写真-1. 建物外観 V字構造体

写真-2. 木材を活用した議場

図-1. 年間一次エネルギー消費量の比較 (2021~2022年)

●瀬戸内海式気候を活用した快適で省エネルギーな環境づくり

瀬戸内海式気候（年間を通じて晴天が多いなど）を活用した環境づくりとともに、職員や来庁者の快適性を向上(図-2)

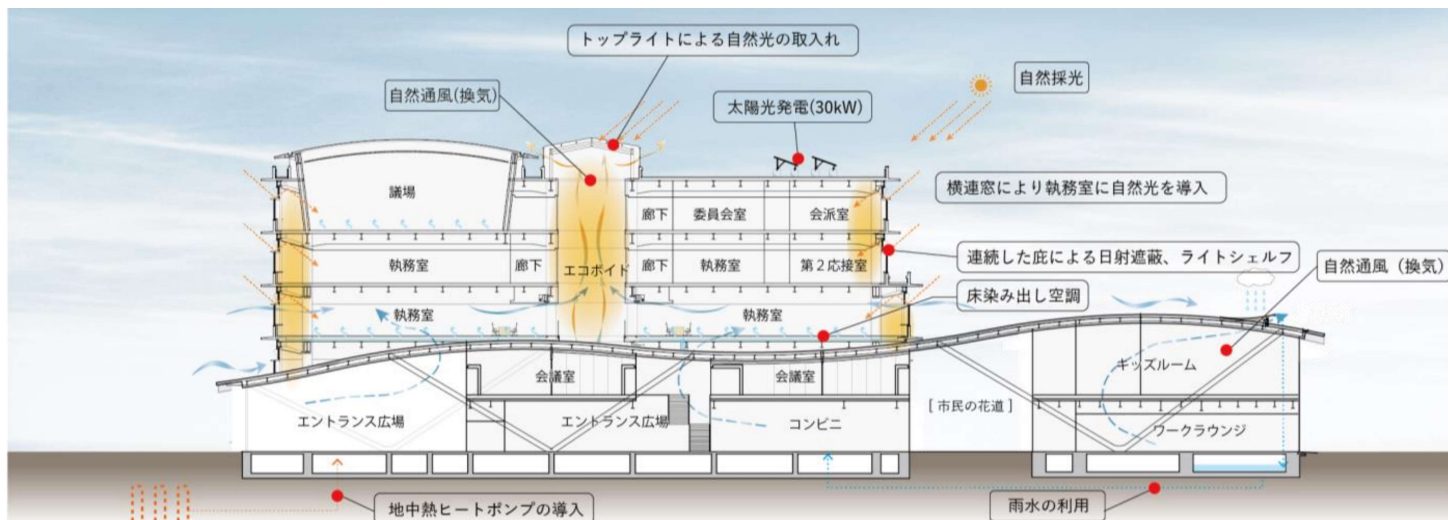


図-2. 導入した環境親和手法

## ● オンデマンド環境制御による快適性の向上と省エネルギーの両立

- 執務室は時間帯で利用者数が大きく変動するため、天井面に物体の表面温度を検知する赤外線アレイセンサーを分散設置し、在席者の人数・位置を検知する。その検知人数に応じて空調风量制御（外気量制御・吹出风量制御）と照明の減光制御を行うオンデマンド環境制御システムを導入している
- 赤外線アレイセンサーは約20~30 m<sup>2</sup>毎に設置し、きめ細やかな制御を行っているが、センサー寸法は意匠面にも配慮したサイズ（60mm）とした
- 待合ホールは赤外線アレイセンサーによりスイングファンを稼働させ、微風が感じられ、清涼感を得られる空間を実現した

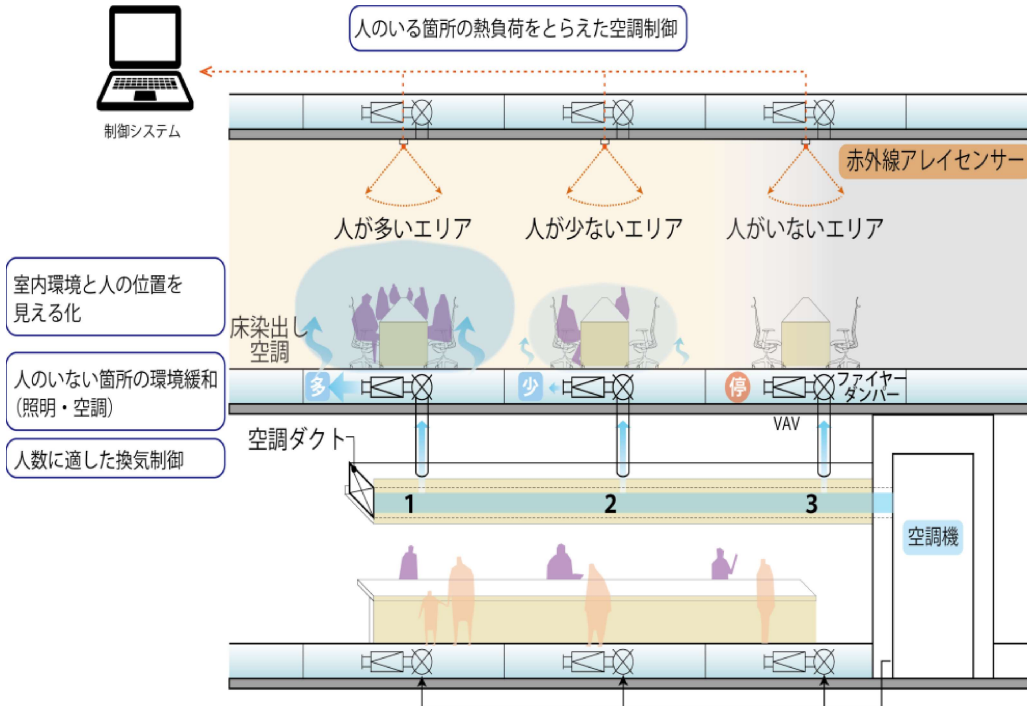


図-3. オンデマンド環境制御システム図



写真-3. 赤外線アレイセンサー外観



写真-4. スイングファン・アレイセンサー

## ● 「床染み出し空調方式」による快適な執務環境と開放性の実現

- 執務室は居住域空調とし、省エネルギー性、快適性に優れた床染み出し空調方式とした。天井にダクトが不要なため天井高を上げられ、より開放的な執務空間を実現している(図-4,5)
- インテリア部分の空調ゾーンは49に分け、きめ細やかな制御による省エネルギーを図っている(図-6)
- 外部環境からの影響が大きいペリメーター部分は収納や打合せコーナーとして利用し、熱的緩衝ゾーンを形成している
- 市民利用が多い1階の待合空間は床放射空調を設置し快適な空間を市民に提供した

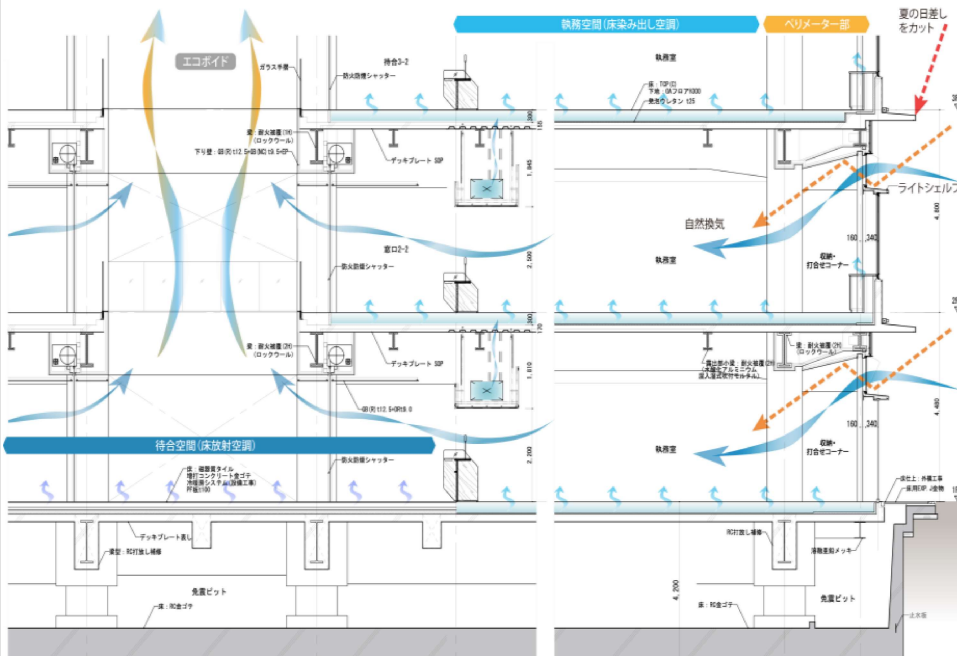


図-4. 床染み出し空調・床放射空調イメージ図

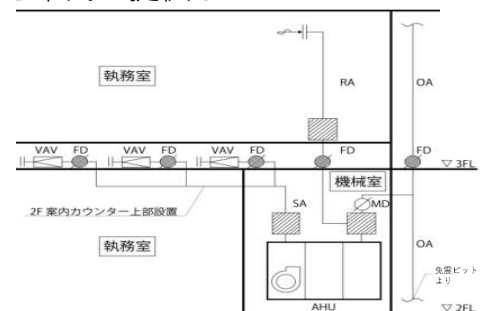


図-5. 床染み出し空調システム図（断面）

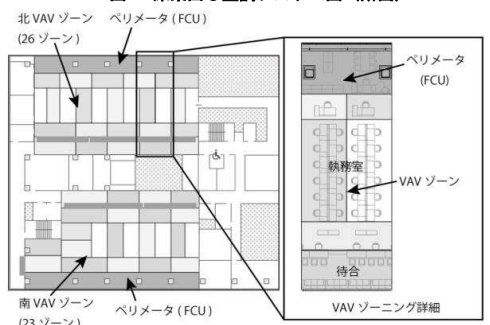


図-6. 3階執務室VAVゾーニング

## ● 「丸亀」の自然の恵みを最大限利用する

丸亀市は海や緑に囲まれた自然豊かな土地であり、長い日照時間などの自然の恵みを最大限利用し、市庁舎のカーボンニュートラル化に向けた各種の取り組みを行った

### 「風」を取り込む

#### ● エコボイドによる自然換気

- 各階執務室の換気窓と庁舎中央部のエコボイドにより中間期には自然換気を行い室内環境の保持を目指している(図-7)(写真-5)。

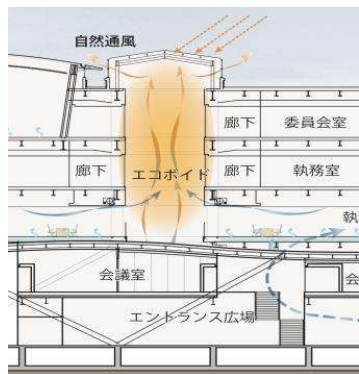


図-7. エコボイド環境断面図

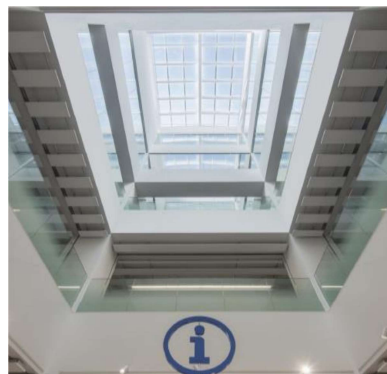


写真-5. エコボイド

#### ● 空気の流れを生む曲線屋根

- 屋根に沿って流れる北からの卓越風をより有効利用するため、負圧が生じる箇所に換気窓を設置し、風力換気の促進を図っている(図-8)(写真-6)。

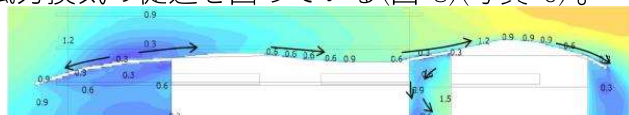


図-8. 気流解析による検証



写真-6. 曲線屋根（正面外観）

### 「地中熱」を汲み上げる

- 熱源設備は、ガス焼き冷温水発生機(120USRt)・空冷ヒートポンプチラー(450 kW×1組)、地中熱利用水熱源ヒートポンプチラー(103kW×2組)による中央熱源方式を主体とした(写真-7,8,9)
- 地中に長さ100mの熱交換用配管32本を埋設し、執務室の冷暖房に活用。空気熱源方式に比べて、年間約19 t・CO<sub>2</sub>(30%)の削減見込みとなっている
- 地中熱利用設備は2019年度(令和2年)二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金を活用している



写真-7. 地中熱熱交換器設置状況



写真-8. 地中熱ヒートポンプおよび機器設備



写真-9. 地中熱配管状況

### 「光」を採りいれ、「太陽」で電気をつくる

#### ● ライトシェルフによる自然採光

- 庁舎は4方向に横連窓を設置し自然光を取り入れ
- 庇で直達日射を遮蔽しつつ、ライトシェルフで反射光を執務室の奥まで取り入れている(図-8)

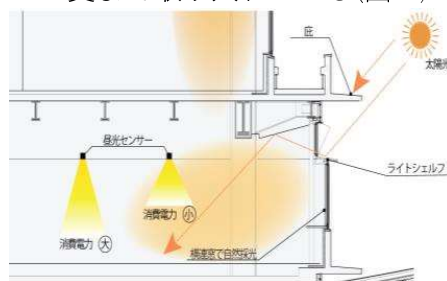


図-8. 環境断面

#### ● 太陽光発電パネルの設置

- 日照時間が長い特性を利用。屋上に30 kWの太陽光発電パネルを設置し年間の消費電力の約2%を賄っている(写真-10)



写真-10. 太陽光発電パネル

### 「水」を無駄なくつかう

#### ● 雨水の雑排水利用

- 雑用水水源は市民交流活動センター(マルタス)屋根面への降雨を利用。災害時の雑用水確保に寄与する。雑用水容量は災害時業務継続パターンの4日分とした(図-9)

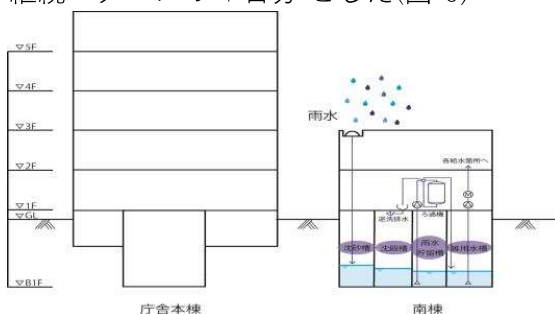


図-9. 雨水利用システム図

## ● 施工段階でのカーボンニュートラルへの取り組み

- イニシャルコストの適正化を図るために行った建築資材の削減など、施工段階でのカーボンニュートラル化に取り組んだ
- 家具什器、内装材料などに持続可能な木質材料を積極的に利用
- カーボンニュートラル社会のインフラとなる電気自動車の急速充電スタンドを設置

### ● ダクトカバーと窓口サインを兼用し建築材使用量の低減を図る

- ・ 天井部のダクトを隠すダクトカバーを窓口サインとして活用する、庁舎ならではのデザインとした(写真-11)

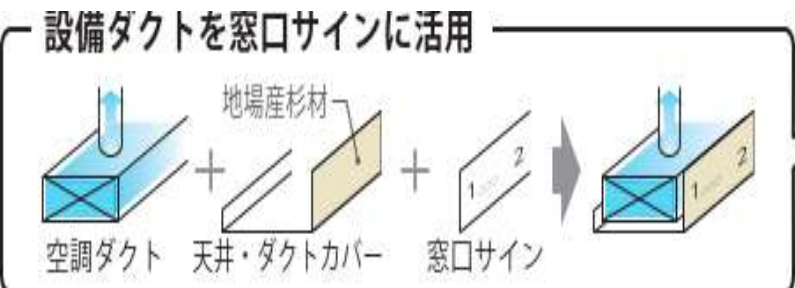


写真-11. ダクトカバーを兼用した窓口サイン

### ● 什器、内装仕上に木材を活用

- ・ 5階本会議場の什器や円弧型天井ルーバーに木材を利用(写真-12)
- ・ 共創の屋根に木ルーバーを使用
- ・ 市民活動エリアの家具・什器に木材を使用



写真-12. 木材を利用した内装材・家具什器

### ● 執務室の天井レス内装

- ・ 天井レスによる天井部材落下防止と共に建築資材の低減を図った(写真-13)
- ・ 天井レスにより開放性の高い執務室空間を実現



写真-13. 開放的な天井レス執務室

### ● 電気自動車の急速充電器

- ・ カーボンニュートラル社会に必要な電気自動車の急速充電スタンドを庁舎駐車場に1台設置した(写真-14)



写真-14. 電気自動車用急速充電スタンド

## ● 一次エネルギー消費量実績値分析 約60%削減 (ZEB Ready相当) を確認

### ● 竣工後に機器運転状況・エネルギー消費量を検証

- ・ 年間一次エネルギー消費量は575MJ/m<sup>2</sup>・年
- ・ 庁舎基準値と比較し一次エネルギー消費量を約60%削減でき、ZEB Ready相当を達成(図-10)
- ・ エネルギー使用割合の大きい空調関連の一次エネルギー消費量は約375MJ/m<sup>2</sup>・年となり基準値と比較し64%の大幅な削減を実現

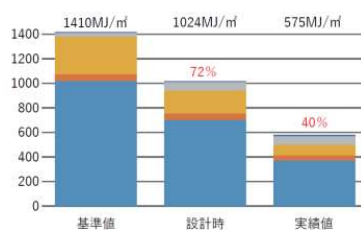


図-10. 一次エネルギー消費量の比較

	基準値 (MJ/m <sup>2</sup> )	設計時 (MJ/m <sup>2</sup> )	運用時(実測) (MJ/m <sup>2</sup> )	実績値/基準値
空調	1,088	696	375	0.37
換気	54	54	38	0.70
照明	312	181	86	0.28
給湯	30	75	75	2.50
昇降機	6	6	4	0.65
副エネルギー(太陽光)	0	0	-3	-
合計	1,410	1,011	575	-
BEI	-	0.72	0.41	-

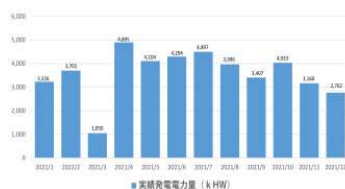


図-11. 太陽光発電量の実績値

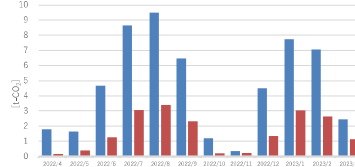


図-12. 地中熱利用によるCO<sub>2</sub>排出量削減量

### ● 再生可能エネルギーによる創エネルギー

- ・ 太陽光発電 (30 kW) は年間発電量予測値を大きく上回る43,100kWhとなり、年間電力使用量の約1.7%を賄っている(図-11)
- ・ 地中熱ヒートポンプによる年間のCO<sub>2</sub>削減量は計画値を36.9t-CO<sub>2</sub>上回る56.0t-CO<sub>2</sub>となった(図-12)

### ● 丸亀市へコミッションの報告

- ・ 開庁後に年間一次エネルギー消費量や各用途別の消費傾向を分析した報告書を市に提示(図-13)
- ・ 丸亀市は令和3年3月に市として2050年までに温室効果ガスの総排出量を実質ゼロを目指す「ゼロカーボンシティ」を宣言している。今後もさらなる省エネルギーチューニングを市と協働で継続し、削減率を高めていく予定である



図-13. 市への一次エネルギーの分析報告書