

3

第3章

開発設計段階における排出量 算出と低減技術選択のための 支援ツールの開発

第3章 開発設計段階における排出量算出と低減技術選択のための 支援ツールの開発

3.1 排出量算出支援ツールの開発

3.1.1 設計支援システム（BEAT-Bldg）の概要

（1）システムの特徴

今回開発した設計支援システム（BEAT-Bldg）は、既存の LCA ツールである旧建築研究所の BEAT および自立循環型住宅で開発された戸建住宅版の BEAT（仮称 BEAT-House）の一部を活用、大幅に改訂したものである。以下、今回の BEAT-Bldg の開発にあたり、新規に重点的な検討がなされた項目、このシステムで主に検討可能となる点を挙げる。

（1.1）CADと連動したLCAツールの開発

BEAT-Bldg は、CAD 出力のデータを LCA に結びつけたプログラムである。CAD で描かれたオブジェクトは、主要部材や内装材のインベントリデータと連動し、CAD での図面作成から、速やかな LCA 計算が可能となっている。また、ツール活用時における CAD データの不足に備えて、プログラム側で補足的な入力もできるようにしている。

（1.2）計算対象

対象建物は事務所ビルとし、建築時（部材製造時と施工時）、運用時、修繕・更新時、解体・廃棄時のライフサイクル全体にわたるエネルギー消費、CO₂ 排出、廃棄物（LCW）を扱う。

（1.3）物質循環に関する計算

部材と内装材については、CAD と連携した投入量の入力、エンボディド・エネルギーと CO₂ の計算、廃棄物量の種類別の計算が可能である。

設備のエンボディド・エネルギーと CO₂ は、延床面積などを入力し、電気、空調、衛生、換気設備などについて計算する。特に空調設備については、年間暖冷房需要によるピーク容量を用いた、簡素化された入力による計算方式を開発した。また、設備に関してはそれぞれに更新周期（年）が設定されており、設定された期間が過ぎると自動的に更新が行われ、その度にエンボディド・エネルギーと CO₂、廃棄物が計算される仕組みである。

廃棄物による負荷（廃棄物の量と処理時のエネルギー消費、CO₂ 排出）の計算には、4 段階の分別シナリオを新たに用意し、建設リサイクル法から完全分別まで、分別対策の程度に応じた計算が可能になった。廃棄物の指標には、廃棄物発生量、再資源化量、最終処分量を用い、各廃棄物を種類別に計算し、ユーザーが 4 種類の廃棄シナリオのひとつを選択すると、シナリ

オに応じた廃棄物の量および廃棄処理のエネルギーと CO₂ を計算する。なお、廃棄物による負荷の計算は、部材と内装材については建設時、修繕・更新時(毎年)、廃棄時を、設備については更新時、廃棄時をそれぞれ計算する。また、建設時に発生する廃棄物(残土処理など)は対象外としている。

施工時のエネルギー消費量と CO₂ 排出量については、上記の廃棄物の処理・輸送に関するものに加え、施工時における機械の利用に関して、延べ面積あたりのエネルギー消費量の原単位を用意し、計算している。

(1.4) エネルギー（運用時）に関する計算

照明、エレベーター、換気、変圧器の電力消費について、詳細な計算が可能である。特に照明については、基準階とその他の階に分けて詳細な設定を行い、様々な制御手法による省エネ効果が計算できるようになっている。

暖冷房需要については、建設地点(3 地点)のデータを用いた回帰予測式により、年間暖冷房需要を計算する。なお、ここで計算されたピーク需要が空調設備の容量決定に利用される。使用するエネルギー源(電気、都市ガス)の設定に応じてエネルギーと CO₂ を計算する。

なお、対象を事務所ビルとしているため、エスカレータの電力消費(商業施設では特に考慮される)、給水や給湯による負荷(ホテルに多い)は計算の対象外としている。

(2) プログラム全体の流れ

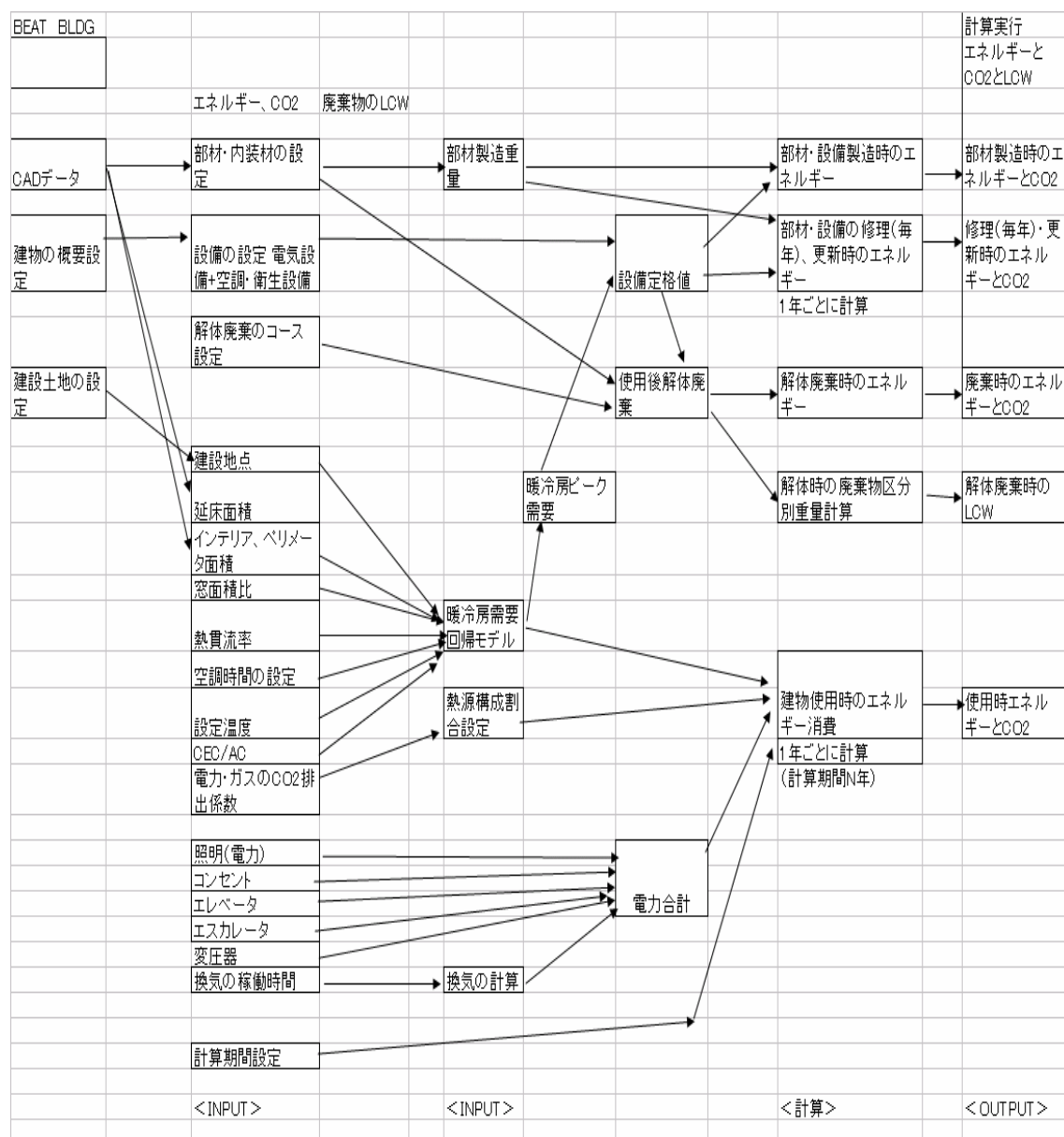


図 3.1.1 BEAT-Bldg全体の流れ

このプログラムは、上図の左端に挙げた項目の数値を入力すると、建物の条件に応じてライフサイクルの各段階で生じるエネルギー消費、CO₂ 排出量、廃棄物を計算し、右端の形式で出力するようになっている。なお、上図の入力項目と出力の対応関係は代表的なもののみを示してある。

(3) プログラムの画面構成と入力項目

BEAT-Bldg を起動すると、以下のようなメインメニューが立ち上がる。1から7の各入力画面へはここから分岐し、任意の順で入力を行うことができる。

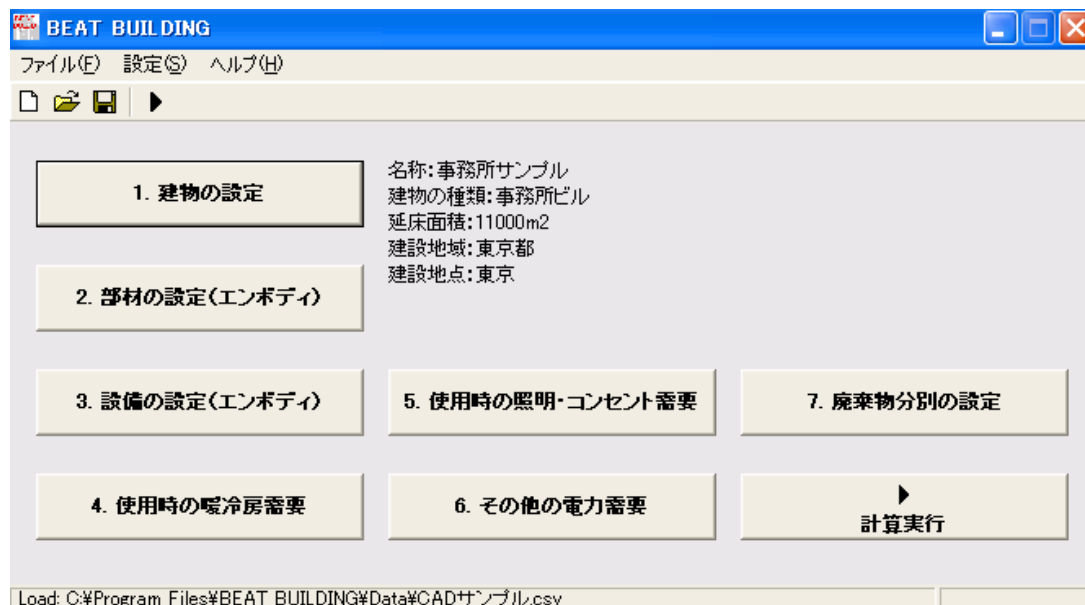


図 3.1.2 メインメニュー

今回新たに連携が可能になった、CAD データを利用する場合は、「ファイル」の「インポート」を選択し、必要な CAD データの CSV ファイルを指定すると、自動的に CAD データが読み込まれる。なお、CAD データから受け取る入力値は、建物名称、作成日時、延床面積、空調ペリメータ面積、空調インテリア面積、部材量、内装材量である。

また、メニューバーの「設定」の内、「原単位確認」では、電力、ガスそれぞれのエネルギー源別の原単位の確認、個別の数値変更が行える。「部材原単位」では、部材、内装材、設備について同様の原単位の確認、数値変更が行える。なお、設備については、修繕率や更新周期の確認、設定も行える。

(3.1) 入力画面 1：建物の設定

建物名称、建設地の設定、構法、延床面積、コア位置、空調ペリメータ面積、空調インテリア面積、地上階数、地下階数、レントブル比、建物の南方面角度の入力を行う。CAD による入力結果のインポートが可能であり、CAD データをインポートしない場合でも、この画面で入力が可能である。また、部材・内装材の量以外については、ここで修正入力ができる。

建設地点は、全国 840 箇所の地点から選択する。これは太陽光発電の太陽輻射量を決定するために利用される。

図 3.1.3 入力画面 1 : 建物の設定

(3.2) 入力画面 2 : 部材の設定 (エンボディ)

図 3.1.4 入力画面 2 : 部材の設定 (エンボディ)

ここでは、製造時の部材・内装材の量の入力を行う。CAD による入力結果のインポートが可

能であり、また CAD データがない場合でも、ここで入力できるようになっている。その場合は、あらかじめ登録してある名称の部材を選択して、その重量、体積、台数などの単位で数値入力する。また、大半の項目については CAD からの入力が可能であるが、部材リストの「その他」など一部については、CAD 入力によらず、リストから直接、数値を入力する。

図 3.1.4のような入力画面で、「部材」と「内装材」について画面を切替えて、建物の建設に使用される材料の数量、重量などを入力する。入力終了後、「確認」ボタンを押すと、以下の図 3.1.5のような画面に切り替わり、それぞれの部材、内装材および設備の使用量に応じた、建設時と修繕更新時の・エネルギーと CO₂ 排出量の計算結果を一覧できる。

建設時使用量	
■ 部材(躯体)	
・エネルギー(MJ):	10865154.564
・CO2(kg-CO2):	1753985.3868
■ 部材(外皮)	
・エネルギー(MJ):	6686671.68796
・CO2(kg-CO2):	725578.199488
■ 内装材	
・エネルギー(MJ):	17168654.22341
・CO2(kg-CO2):	1302020.94894
■ 空調換気設備	
・エネルギー(MJ):	3432578.1916
・CO2(kg-CO2):	287010.92468
■ 衛生設備	
・エネルギー(MJ):	909496.6168
・CO2(kg-CO2):	76603.24096
■ 電気設備	
・エネルギー(MJ):	193855.609596429
・CO2(kg-CO2):	1887448.0251791

修繕更新時使用量(/年)	
■ 部材(躯体)	
・エネルギー(MJ):	0
・CO2(kg-CO2):	0
■ 部材(外皮)	
・エネルギー(MJ):	11233973.2725618
・CO2(kg-CO2):	1339262.64007866
■ 内装材	
・エネルギー(MJ):	8387164.04559601
・CO2(kg-CO2):	623669.69387775
■ 空調換気設備	
・エネルギー(MJ):	7509273.95816001
・CO2(kg-CO2):	631111.326167999

図 3.1.5 部材の設定の確認画面

分類	部分	記号		対応単位	解体時廃棄物					E消費量	CO2排出量
					H	I	J	K			
躯体	土工・地業	土工	根切り	m3	0	0	0	0	180,000	180	
		杭1	場所打ちコンク	本	0	10,297	0	0	5,148,433	5,148	
		杭2	既製コンクリー		0	1,893	0	0	946,465	946	
		杭3	鋼管杭		0	10,260	0	0	5,130,137	5,130	
	躯体	RC系躯体1	普通コンクリー	m3	0	20	0	0	264,095	264	
		RC系躯体2	高強度コンクリ		0	0	0	0	264,095	264	
		RC系躯体3	再生骨材使用コ		0	0	0	0	264,095	264	
		SRC系躯体1	普通コンクリー		0	536	0	0	272,952	273	
		SRC系躯体2	普通コンクリー		0	32	0	0	274,660	275	
		S系躯体1	普通コンクリー		0	471	0	0	278,457	278	
	S系躯体	鉄骨	t	0	0	0	0	100,000	100		
外皮	屋根防水	屋根防水1	7スファルト防水露出	㎡	0	23	0	0	5,445	5	
		屋根防水2	7スファルト防水露出		0	0	0	0	1,620	2	
		屋根防水3	軽量コンクリート押さ		0	0	0	0	24,370	24	
		屋根防水4	軽量コンクリート押さ		0	16	0	0	20,845	21	
		屋根防水5	防水層保護ﾌﾞﾛｯｸ		0	45	0	0	15,932	16	
		屋根防水6	防水層保護ﾌﾞﾛｯｸ		0	35	0	0	12,176	12	
		屋根防水7	合成高分子ルー		0	10	0	0	4,095	4	
		屋根防水8	合成高分子ルー		0	3	0	0	339	0	
		屋根防水9	塗膜防水+ﾓﾙﾀﾙ		0	11	0	0	4,194	4	
		屋根防水10	塗膜防水+ｺﾝｸﾘｰﾄ		0	3	0	0	438	0	
	ひさし	ひさし	アルミタイキヤ	箇所	0	12	0	0	6,538	7	
	外壁	外壁1	磁器質タイル+	㎡	0	0	0	0	7,906	8	
		外壁2	コンクリート打		0	0	0	0	524	1	
		外壁3	複層塗材+ｺﾝｸﾘｰﾄ		0	3	0	0	914	1	
		外壁4	石+ｺﾝｸﾘｰﾄ		0	19	0	0	9,433	9	
		外壁5	アルミカーテン		0	6	0	0	2,793	3	
		外壁6	ステンレスカー		0	14	0	0	7,193	7	
		外壁7	P Cカーテンウ		0	48	0	0	24,064	24	
		外壁8	ガラスカーテン		0	7	0	0	3,530	4	
	腰壁	腰壁1	化粧岩+ｺﾝｸﾘｰﾄ	㎡	0	19	0	0	9,433	9	
	開口部(窓)	窓1	アルミサッシ+	㎡	0	5	0	0	2,585	3	
		窓2	アルミサッシ+		0	9	0	0	4,905	5	
		窓3	アルミサッシ+		0	9	0	0	4,905	5	
		窓4	アルミサッシ+		0	6	0	0	3,358	3	
		窓5	アルミサッシ+		0	6	0	0	3,101	3	
	開口部(扉)	扉1	鋼製扉	㎡	0	8	0	0	4,298	4	
		扉2	ステンレス製扉		0	15	0	0	8,409	8	
		扉3	アルミ製扉		0	6	0	0	2,866	3	
		扉4	自動扉	箇所	0	12	0	0	6,699	7	
		扉5	軽量シャッター		0	39	0	0	20,165	20	
		扉6	重畳シャッター		0	108	0	0	57,002	57	
	外部天井	外天井1	複層塗材+ｺﾝｸﾘｰﾄ打	㎡	0	4	0	0	910	1	
		外天井2	アルミスバンド		0	6	0	0	2,659	3	
		外天井3	コンクリート打		0	0	0	0	522	1	
		外天井4	けい酸カルシウ		0	1	0	0	698	1	
		外天井5	ロックウール吸		0	0	0	6	1,372	1	
	外部床	外部床1	磁器質タイル+	㎡	0	18	0	0	9,300	9	
		外部床2	磁器質タイル+		0	68	0	0	29,096	29	
		外部床3	再生タイル+モ		0	7	0	0	6,619	7	
その他	外部雑	丸環	箇所	0	0	0	0	171	0		
		壁とい	m	0	0	0	0	171	0		
		屋上目隠し	箇所	0	1,878	0	0	904,792	905		
		手すり	m	0	0	0	0	105	0		
		面格子	箇所	0	0	0	0	135	0		
		グレーチング	箇所	0	6	0	0	2,996	3		
		避難ハッチ	箇所	0	7	0	0	3,585	4		
		宅配ボックス	箇所	0	13	0	0	6,848	7		
		館名文字	箇所	0	948	0	0	506,966	507		
		アンテナ基礎	箇所	0	0	0	0	0	0		

図 3.1.6 部材の設定により計算を行うためのデータ
(図では、解体廃棄物についてはH～K部分のみを示している)

なお、この「確認」作業は各入力画面でも同様に可能である。(一部の画面では、計算画面中に最初から計算結果を示すようにしている。この場合でも確認ボタンで計算結果を確認できるようにになっている。)

各部材のデータとして、図 3.1.6に示すような単位使用量あたりのエネルギー投入量、CO₂排出量、廃棄時の区分別処理方法があらかじめ準備されており、これらを入力値と掛け合わせることでそれぞれの負荷量の計算を行っている。この一覧表は、CAD データからの表と、「その他」部分を除いて一致しており、数値データの大半は CAD データと連携している。

(3.3) 入力画面3：設備の設定（エンボディ）

(3.3.1) （電気設備、空調・衛生設備）の製造時の量の設定

電気設備、空調設備、衛生設備、換気設備および太陽電池について、エンボディド・エネルギーとCO₂の計算を行う。

電気設備に関しては、延床面積から受電設備容量を求める概算法、または、より精密に計算したい場合には受変電設備容量(kVA)を入力する詳細法という、2種類の計算方法が用意されている。

設備の設定: IT産業ビル

電気設備

☒ 概算法(延床面積から受変電設備容量を概算)
☐ 詳細法(以下で受変電設備容量を指定)
受変電設備容量(kVA) 0

空調設備

熱源方式比率(%)	空調方式面積比率(%)
電気 100	オール空気 100
ガス 0	AHU+FCU 0
個別 0	AHU+AHP 0
	空冷パッケージ 0
	マルチAHP 0
	マルチGHP 0

衛生設備

受水槽形式 FRP単板
スプリンクラー対象面積(m²) 4000

換気設備

地下がある場合のみ
自走式駐車場面積(m²) 500

太陽電池

容量(kW) 10

OK Cancel 確認

図 3.1.7 設備の設定

上記の入力項目から計算される、電気設備のエンボディド・エネルギーとCO₂の諸量は以下の通りである。

①受変電設備

キュービクル、キュービクル基礎、変圧器(3相および2相)、コンデンサー、電線管(薄肉+厚肉)、ハンドホール、その他(前6者の10%増)

②動力設備

動力盤、電線管、電線ケーブル、その他(前3者の10%)

③電灯・コンセント設備

盤類(電灯動力盤+分電盤)、電線管、合成樹脂可撓管、ハンドホール、電線・ケーブル、その他(前5者の10%)

④照明設備

蛍光灯器具、その他(前者の10%)

⑤電話設備

端子盤、電線管、ケーブルラック、ハンドホール、電線+呼び線、その他(前5者の10%)

⑥昇降設備

ただし、エレベータの台数は、「その他の電力需要」のところで入力する。

また、上記以外の電気設備には、拡声放送設備、インターフォンなど 8 項目が検討されたが、全体の負荷量の中でその影響は微小であるため、省略している。

太陽電池に関しては、ここで設定した容量と、「入力画面1：建物の設定」で選択した建設地点の太陽輻射量を利用して、年間の発電量が計算される。また、太陽電池の生産時に投入されるのエネルギー量と CO₂ 排出量も計算している。

空調設備の容量の決定には、空調のピーク容量の計算結果を利用する。これは暖冷房需要計算と同様の方式により、3 地点（旭川、東京、那覇）における回帰分析結果と、建物の南方面角度を使用する。

上記の入力により、貯湯タンクなどの設備資材の定格容量値(x)と台数から資材重量を算出し、のエネルギー投入量と CO₂ 排出量、区分別廃棄物重量を計算する。計算方法は、 $a+b \cdot x$ のような一次式を用い、容量(x)、係数(b)、定数(a)を準備した表を利用して計算する。

また、衛生配管設備、空調ダクト配管、冷却水配管などの計算、廃棄時の重量も計算する。

(3.4) 入力画面4：使用時の暖冷房需要

ここでは、建物使用時の暖冷房需要の計算に関する入力を行う。なお、年間暖冷房需要は回帰予測式により、インテリア部分とペリメータ部分について計算する。計算式は、旭川、東京、那覇の3地点のデータを用いたモデル式である。建設地がこれら3地点のどこに属するかにつ

使用時の暖冷房需要の設定: 事務所サンプル

空調時間(hr/日) 10

内部発熱密度ランク 高

暖房設定温度(°C) 22

冷房設定温度(°C) 26

外壁熱貫流率(W/m²/K) 0

窓熱貫流率(W/m²/K) 0

窓面積比(%) 0

CEC/AC値 1.5

暖冷房に使用する熱源 電気のみ

- ・内部発熱量(Wh/m²/日):646
- ・年間インテリア冷房負荷(Wh/m²/年):161290.24
- ・年間インテリア暖房負荷(Wh/m²/年):38829.856782
- ・年間ペリメータ冷房負荷(Wh/m²/年):161453.566
- ・年間ペリメータ暖房負荷(Wh/m²/年):26970.2815
- ・年間冷房負荷(Wh/m²/年):161291.857089109
- ・年間暖房負荷(Wh/m²/年):38712.4352445544
- ・年間冷房消費エネルギー量(MJ/m²/年):836.13698714994
- ・年間暖房消費エネルギー量(MJ/m²/年):200.68526430777
- ・年間空調消費エネルギー量(MJ/m²/年):1036.82225145771
- ・年間冷房消費エネルギー量(MJ/年):8444983.5702144
- ・年間暖房消費エネルギー量(MJ/年):2026921.16950848
- ・年間空調消費エネルギー量(MJ/年):10471904.7397229
- ・年間冷房排出CO2量(kg-CO2/年):476802.225988707
- ・年間暖房排出CO2量(kg-CO2/年):114439.598074996
- ・年間空調排出CO2量(kg-CO2/年):591241.824063703
- ・インテリア最大冷房負荷(W/m²):131.78078
- ・インテリア最大暖房負荷(W/m²):68.493084
- ・ペリメータ最大冷房負荷(W/m²):91.1198
- ・ペリメータ最大暖房負荷(W/m²):103.702888
- ・最大冷房負荷(W):1326919.78
- ・最大暖房負荷(W):695301.1288

OK Cancel 確認

図 3.1.8 使用時の暖冷房需要の設定

いては、「入力画面1：建物の設定」で選択した建設地点をもとに、北海道は旭川に、本州・四国・九州は東京に、沖縄は那覇にそれぞれ自動的に割り当てられる。また、空調ペリメータ面積と空調インテリア面積については、「入力画面1：建物の設定」で入力する。

(3.5) 入力画面5：使用時の照明・コンセント需要

ここでは、建物使用時の照明、コンセント需要に関して計算する。特に照明については、様々な制御手法による省エネ効果が詳細に計算できるようになっている。

入力は、基準階と基準階以外にわけて行う。まず全体（フロア面積、フロア数）を入力し、それぞれのフロアに対して照明・コンセントの設定を行う。なお、フロア面積や天井高など、ここでの入力値はCADからインポートされる値とは連動していないので、個別に入力する。

全体		
	基準階	基準階以外
フロア面積(m²)	1000	900
フロア数	10	2

執務室		
	基準階	基準階以外
天井高(m)	2.4	2.4
作業面高さ(m)	0.75	0.75
室内反射率(%)		
天井面	80	80
壁面	70	70
床面	30	30
照明方式	全般照明	全般照明
設計照度(lx)	750	750
照明器具条件		
ランプ種類(FHF(Hf) 32)	1灯	1灯
器具の種類	下面開放	下面開放
タスク照明		
机上スタンドのW数(W/台)	0	0
机の床面積(m²/机)	15.3	15.3
在席率(%)	60	60

執務室(つづき)		
	基準階	基準階以外
年間点灯時間		
年間就業日数(日/年)	240	240
一日の就業時間(hr/日)	12	12
照明設備の制御手法		
制御手法を採用している面積割合(%)	70	70
カード・センサーによる在室検知制御	なし	なし
明るさ検知による自動点灯制御	なし	なし
適正照度制御	なし	なし
タイムスケジュール制御	なし	なし
昼光利用制御	なし	なし
ゾーニング制御	なし	なし
局所制御	なし	なし
コンセント負荷密度(W/m²)	20	20

共用部		
	基準階	基準階以外
照明グレード(W/m²)	20	20
何らかの照明設備の制御手法の採用	なし	なし

Buttons: OK, Cancel, 確認

図 3.1.9 使用時の照明の設定

ここで「確認」ボタンを押すと図 3.1.10のような確認画面になる。

(3.6) 入力画面6：その他の電力需要

ここではエレベータ、換気、変圧器損失を計算する。なお、対象を事務所ビルとしているため、エスカレータの電力消費（商業施設では特に考慮される）は計算の対象外とした。

エレベータの電力需要の計算は、積載重量、定格速度、台数、利用頻度、電力回生の有無を入力して計算する。

換気の計算は、以下のような簡易計算による。

$$\text{年間換気用電力消費量} = 17.8 \text{ kWh} / \text{m}^2 \times \text{述べ床面積}(\text{m}^2)$$

(17.8kWh/m²はデフォルト値であり、入力により変更可能)

使用時の照明需要の設定: IT産業ビル: 確認

■ 合計
 ・照明の年間電力消費量(kWh/年): 391498.56
 ・コンセント年間電力消費量(kWh/年): 163123.2

■ 基準階
 フロア合計
 ・照明(kWh/年): 331790.4
 ・コンセント(kWh/年): 138240
 フロアあたり
 ・室指数: 7.42269619025206
 ・照明率: 0.93
 ・照明器具台数: 209
 ・執務室(全般orアンビエント照明)(kWh/年): 14747.04
 ・執務室(タスク照明)(kWh/年): 0
 ・共用部(kWh/年): 18432

■ 基準階以外
 フロア合計
 ・照明(kWh/年): 59708.16
 ・コンセント(kWh/年): 24883.2
 フロアあたり
 ・室指数: 7.0417879021953
 ・照明率: 0.93
 ・照明器具台数: 188
 ・執務室(全般orアンビエント照明)(kWh/年): 13265.28
 ・執務室(タスク照明)(kWh/年): 0
 ・共用部(kWh/年): 16588.8

OK

図 3.1.10 照明の設定 確認画面

その他の電力需要の設定: IT産業ビル

エレベータ
 台数: 1
 積載重量(kg): 750
 定格速度(m/分): 45
 利用頻度: 少ない
 電力回生の有無: なし

換気
 電力消費(kWh/m²/年): 17.8

変圧器
 電源周波数(Hz): 50
 変圧器の種類: 単相 三相
 油入 油入
 年間平均負荷率(%): 40 40

・エレベータ年間電力消費量(kWh/年): 981.104651162791
 ・換気設備年間電力消費量(kWh/年): 178000
 ・変圧器年間損失(kWh/年): 34707.12
 ・単相変圧器 総容量(kVA): 345.24
 ・三相変圧器 総容量(kVA): 887.76
 ・単相変圧器 設置数: 2
 ・三相変圧器 設置数: 2
 ・単相変圧器 単機容量(kVA): 200
 ・三相変圧器 単機容量(kVA): 500
 ・単相変圧器 全損失(W): 1222
 ・三相変圧器 全損失(W): 2740
 ・単相変圧器 年間損失(kWh/年): 10704.72
 ・三相変圧器 年間損失(kWh/年): 24002.4

OK
 Cancel
 確認

図 3.1.11 その他の電力需要

変圧器の年間損失は以下のように計算する。

定格容量500kVA以下で負荷率が40%のとき、あるいは500kVA超過で負荷率50%のと

き、年間損失を簡易式から計算する。

上記以外の場合は、単相変圧器、3 相変圧器にわけて計算する。単相／3相の区別、油入り／モールドタイプの区別を入力する。

(3.7) 入力画面7：廃棄物分別の設定

図 3.1.12のような入力画面により、廃棄物分別の設定を行う。廃棄物分別シナリオについて、1～4のうちからひとつを選択する。「シナリオによる分別の確認」で建設時、修繕更新時、解体時の各ステージに関して、実際の廃棄に関する計算結果を表示することができる。シナリオ1～4の内容は次頁の通りである。

図 3.1.12 廃棄物分別の設定

シナリオ1: 建設リサイクル法で要求される程度の分別を現場で行う

シナリオ2: 建設リサイクル法で要求される程度の分別を現場で行う

有価物の分別を現場で行う

通常行われる程度の分別を現場で行う

シナリオ3: 建設リサイクル法で要求される程度の分別を現場で行う

有価物の分別を現場で行う

通常行われる程度の分別を現場で行う

広域認定対象資材の分別を現場で行う

シナリオ4: 可能な限りの資材の分別を現場で行う

製造時の部材と内装材の入力一覧に関しては、各シナリオに応じてあらかじめ解体時の解体配分割合が与えられているため、速やかに廃棄物処理の計算が行えるようになっている。

(4) 計算実行

メインメニューから「計算実行」をクリックすると、即座に LCA 計算が行われ、結果は図 3.1.13 のように表示される。計算期間は自由に設定でき、期間中の LCA 計算を行って結果を表示する。計算結果は部材製造時、施工時、改修時、廃棄時、合計の各段階でのエネルギー投入量、CO₂ 排出量、廃棄物発生量として表示される。

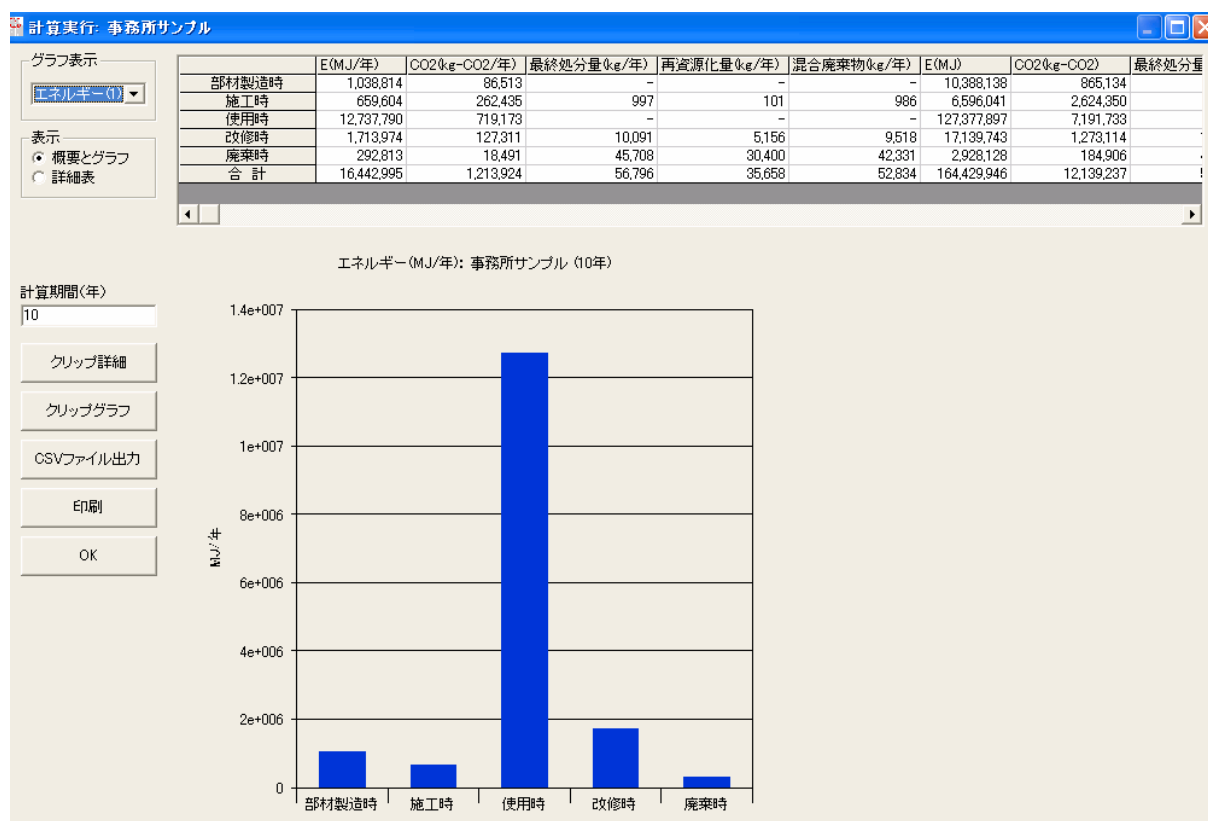


図 3.1.13 計算実行の画面（エネルギーのグラフを表示している）

グラフ表示は、「計算内容」のプルダウンメニューから選択し、以下の 10 種類についての表示が可能である。

- ①エネルギー(MJ/年)、②エネルギー(MJ/m²/年)、③CO₂(kg-CO₂/年)
- ④CO₂(kg-CO₂/m²/年)、⑤最終処分量(kg)、⑥最終処分量(kg/m²)
- ⑦再資源化量(kg)、⑧再資源化量(kg/m²)、⑨混合廃棄物(kg)、⑩混合廃棄物(kg/m²)

「詳細表」をクリックすると図 3.1.14のように詳細な計算内容を見ることができる。

画面で得られた内容をクリップボードに取り出し、CSV ファイルに出力して、エクセルなど他のプログラムで編集することも可能である。

エネルギーの単位は MJ に、二酸化炭素は kg-C ではなく、kg-CO₂ に統一している。投入エネルギーは1年あたりの MJ、排出 CO₂ は 1 年あたりの kg-CO₂、あるいは期間中の合計量を表示している。

廃棄物については、最終処分量、再資源化量、混合廃棄物を1年あたりの kg で表示した。ここで、廃棄物発生量＝最終処分量＋再資源化量であり、混合廃棄物は分別される各種廃棄物の代表として表示してある。廃棄物処理欄のエネルギーと CO₂ は、廃棄物の輸送と処理にかかわるエネルギー投入量と CO₂ 排出量を示している。

計算実行: 事務所サンプル

グラフ表示
エネルギー(1)

表示
概要とグラフ
詳細表

計算期間(年)
10

クリップ詳細

CSVファイル出力

印刷

OK

ケース名	事務所サンプル
建物の種類	事務所ビル
延床面積(m ²)	11000m ²
建設地点	東京
寿命(年)	10
総エネルギー(MJ)	164,429,946 (外部供給分:164,429,946)
総CO2(kg-CO2)	12,139,237 (外部供給分:12,139,237)

	エネルギー(MJ/年)	CO2(kg-CO2/年)	最終処分量(kg/年)	再資源化量(kg/年)	混合廃棄物(kg/年)
部材製造時合計	1,038,814	86,513	-	-	-
部材(躯体)	34,388	3,541	-	-	-
部材(外皮)	217,812	18,849	-	-	-
内装材	52,616	4,969	-	-	-
空調換気設備	466,290	38,342	-	-	-
衛生設備	64,345	5,524	-	-	-
電気設備	203,363	15,297	-	-	-
施工時合計	659,604	262,435	997	101	986
部材(躯体)	-	-	778	78	769
部材(外皮)	-	-	96	10	95
内装材	-	-	123	14	121
廃棄物処理	4,070	221	-	-	-
使用時合計	12,737,790	719,173	-	-	-
(外部供給)	12,737,790	719,173	-	-	-
(太陽電池 有効利用量)	0	-	-	-	-
(太陽電池 総発電量[kWh])	0	-	-	-	-
(電力需要[kWh])	1,277,698	160,745	-	-	-
暖房	2,026,921	114,440	-	-	-
冷房	8,444,984	476,802	-	-	-
換気(1次換算)	1,924,714	108,669	-	-	-
照明(1次換算)	0	0	-	-	-
コンセント(1次換算)	0	0	-	-	-
エレベーター(1次換算)	0	0	-	-	-
変圧器損失(1次換算)	341,171	19,262	-	-	-
改修時合計	1,713,974	127,311	10,091	5,156	9,518
部材(躯体)	0	0	0	0	0
部材(外皮)	75,675	6,582	1,157	1,479	993
内装材	14,406	1,273	878	1,173	748
空調換気設備	128,601	10,539	6,682	1,469	6,519
衛生設備	5,512	522	357	994	247
電気設備	36,282	2,686	1,016	41	1,012
廃棄物処理	1,453,498	105,710	-	-	-
廃棄時合計	292,813	18,491	45,708	30,400	42,331

図 3.1.14 詳細な計算結果

3.2 CAD データ利用による建築資材・資源量把握手法

3.2.1 3D-CAD を用いたデータ活用プロトタイプの開発

(1) 環境性能評価システムとの概要

環境性能評価システムとは、建築物の設計段階においてライフサイクルにおける CO₂ と廃棄物の排出量(LCCO₂ と LCW)を算出・評価する手法、及び、排出量の低減に資する対策技術選択のための設計支援システム(BEAT-Bldg)のことを言い、設計段階にて作図入力したCAD データを出力し、そのデータを基に設計支援システム(BEAT-Bldg)で自動的に LCA 計算が出来ることの開発・実証を行います。CAD データは、主として建物概要、建設に使用する主要部材の量に関する情報であるが、データが不足している場合にも、設計支援システム(BEAT-Bldg)側で補足的に入力できる。本報告書では、CAD データを出力す部分のプログラム開発を行う内容となっている。

受け渡しが可能となる CAD 開発プログラムが目的となる。

(2) CAD の選定と検討

現在設計者は作図する上では 2 次元作図が主流となっているが、今般入力効率上げるために 3 次元入力に注力注ぐ設計者が多く見られるようになった。環境性能評価システムとして入力効率を考える場合、設計者に入力の負担増が避けられない状況が考えられ、出来るだけ今回の CAD 選定では、効率良く入力でき作図に負担が係らないような CAD 選定が必要であった。2 次元情報には高さ情報が属性として付加できず、システム上、不明確な情報は計算できず、より明解で部材情報として現実にするには 3 次元にて入力しなければ効率よくシステム上に反映することが出来ないこともわかった。今回では、設計者に入力負担が係らず部材情報に任意属性が含まれる内容が作成できる Autodesk 社製の Revit Building9.1 の 3 次元部材入力にて実証を行った。

(3) プログラムの全体構成と特徴

(3.1) Revit Building9.1にて入力した部材は、Revit Building9.1のアドオンプログラムにてExcel形式で出力でき、設計支援システム(BEAT-Bldg)に取り込める。

(3.2) 対象建物は、事務所ビル。

(3.3) 設計支援システム(BEAT-Bldg)の部材定義表に基づき、データ出力する。CAD開発プログラムの位置づけは、図 3.2.1のBEAT-Bldg の概要(仮称BEAT6)全体の流れの赤線部分としている。(BEAT-Bldg の概要 全体の流れを引用)

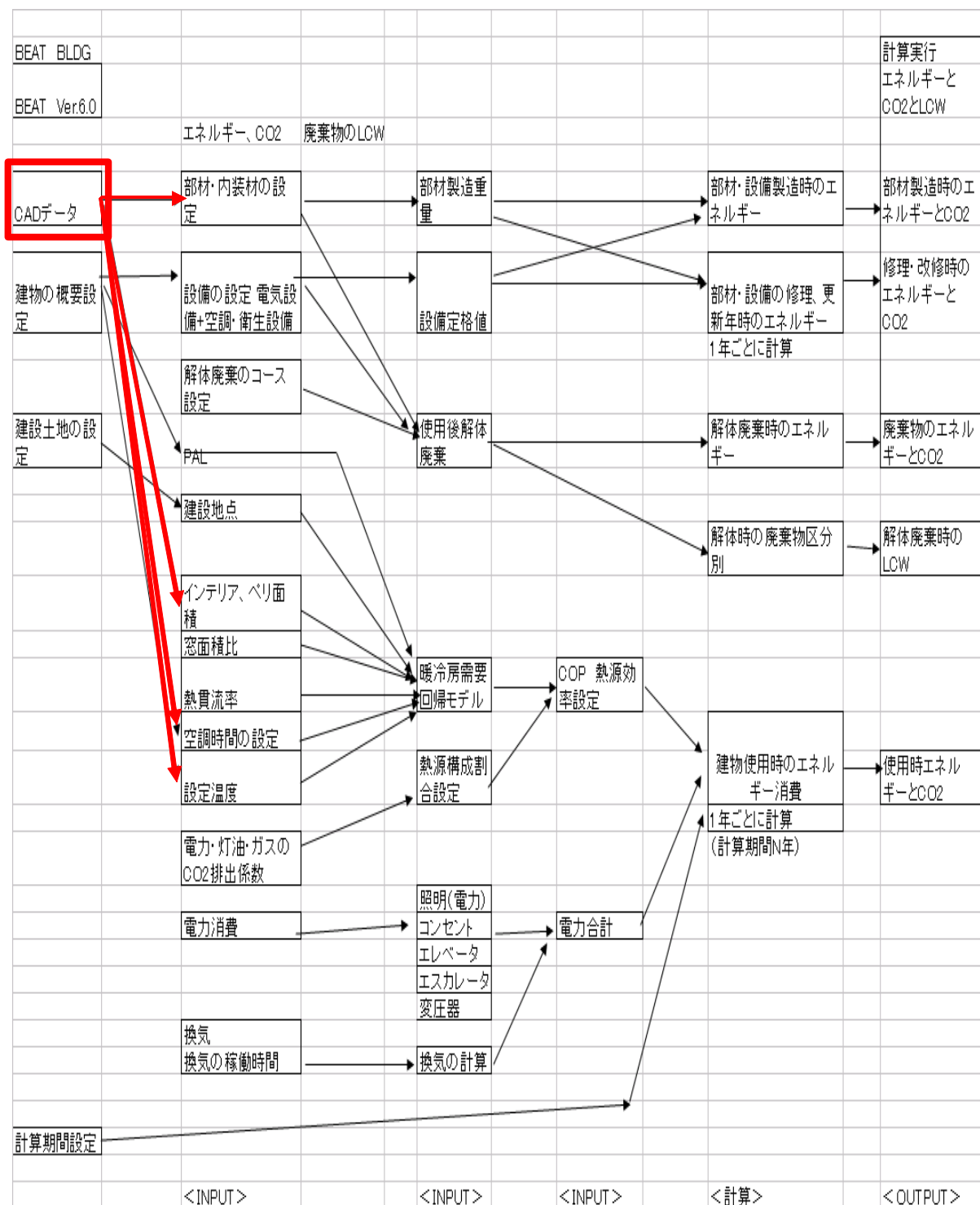


図 3.2.1 BEAT-Bldg の概要（仮称BEAT6）全体の流れ

3.2.2 情報入力インターフェースのプログラム仕様の検討

(1) システム概要

建物に使用する部材の数量をCADで算出し、設計支援システム(BEAT-Bldg)へ受け渡すシステムの検討を行った。部材数量算出する場合、設計支援システム(BEAT-Bldg)へ受け渡す部材集計表を基にCAD部品を部材化した。各部材に数量根拠となるパラメータを持たせ集計を行った。

(2) 設計支援システム(BEAT-Bldg)集計根拠表

表 3.2.1 設計支援システム(BEAT-Bldg)集計根拠表(1)

分類	部分	記号		対応単位
躯体	土工・地業	土工	根切り	m3
		杭1	場所打ちコンクリート杭	
		杭2	既製コンクリート杭	
		杭3	鋼管杭	
	躯体	RC系躯体1	普通コンクリート	m3
		RC系躯体2	高強度コンクリート	
		RC系躯体3	再生骨材使用コンクリート	
		SRC系躯体1	普通コンクリート	
		SRC系躯体2	普通コンクリート	
		S系躯体1	普通コンクリート	
	躯体	S系躯体	鉄骨	t
外皮	屋根防水	屋根防水1	アスファルト防水露出防水+モルタル金ごて押さえ	㎡
		屋根防水2	アスファルト防水露出防水+コンクリート面 金ごて仕上げ	
		屋根防水3	軽量コクリート押さえ+アスファルト保護防水+断熱材(※リシレンフォーム)+モルタル金ごて押さえ	
		屋根防水4	軽量コクリート押さえ+アスファルト保護防水+断熱材(※リシレンフォーム)+コンクリート面 金ごて仕上げ	
		屋根防水5	防水層保護+ロック敷+断熱材(※リシレンフォーム)+アスファルト保護防水+モルタル金ごて押さえ	
		屋根防水6	防水層保護+ロック敷+断熱材(※リシレンフォーム)+アスファルト保護防水+コンクリート面 金ごて仕上げ	
		屋根防水7	合成高分子ルーフィング+モルタル金ごて押さえ	
		屋根防水8	合成高分子ルーフィング+コンクリート面 金ごて仕上げ	
		屋根防水9	塗膜防水+モルタル金ごて押さえ	
		屋根防水10	塗膜防水+コンクリート面 金ごて仕上げ	
	ひさし	ひさし	アルミタイキヤスト	箇所
	外壁	外壁1	磁器質タイル+モルタル金ごて押さえ+コンクリート打ち放し補修	㎡
		外壁2	コンクリート打ち放し補修	
		外壁3	複層塗材+コンクリート打ち放し補修	
		外壁4	石+コンクリート打ち放し補修	
		外壁5	アルミカーテンウォール	
		外壁6	ステンレスカーテンウォール	
		外壁7	P.Cカーテンウォール	
		外壁8	ガラスカーテンウォール	
	腰壁	腰壁1	花こう岩+コンクリート打ち放し補修	㎡
	開口部(窓)	窓1	アルミサッシ+普通板ガラス	㎡
		窓2	アルミサッシ+複層ガラス	
		窓3	アルミサッシ+LOW-Eガラス	
		窓4	アルミサッシ+熱線反射ガラス	
		窓5	アルミサッシ+熱線吸収ガラス	
	開口部(扉)	扉1	鋼製扉	㎡
		扉2	ステンレス製扉	
		扉3	アルミ製扉	
		扉4	自動扉	
		扉5	軽量シャッター	
		扉6	重量シャッター	箇所
	外部天井	外天井1	複層塗材+コンクリート打ち放し補修	㎡
		外天井2	アルミサッシ+コンクリート打ち放し補修	
		外天井3	コンクリート打ち放し補修	
		外天井4	けい酸カルシウム板+軽鉄天井下地	
		外天井5	ロックウール吸音板+せつこうボード+軽鉄天井下地	
	外部床	外部床1	磁器質タイル+モルタル金ごて押さえ	㎡
		外部床2	磁器質タイル+軽量コンクリート押さえ+アスファルト保護防水+断熱材(※リシレンフォーム)+モルタル金ごて押さえ	
		外部床3	再生タイル+モルタル金ごて押さえ	
	その他	外部雑	丸環	箇所
			壁とい	m
			屋上目隠し	箇所
			手すり	m
			面格子	箇所
			グレーチング	箇所
			避難ハッチ	箇所
			宅配ボックス	箇所
			館名文字	箇所
			アンテナ基礎	箇所

表 3.2.2 設計支援システム (BEAT-Bldg) 集計根拠表 (2)

内装	床	床1	タイルカーペット+フリーアクセスフロア	㎡
		床2	ビニル床タイル+フリーアクセスフロア	
		床3	長尺塩ビシート+フリーアクセスフロア	
		床4	フローリング+フリーアクセスフロア	
		床5	タイルカーペット+モルタル金こて仕上げ	
		床6	ビニル床タイル+モルタル金こて仕上げ	
		床7	長尺塩ビシート+モルタル金こて仕上げ	
		床8	フローリング+モルタル金こて仕上げ	
		床9	タイルカーペット+コンクリート面 金こて仕上げ	
		床10	ビニル床タイル+コンクリート面 金こて仕上げ	
		床11	長尺塩ビシート+コンクリート面 金こて仕上げ	
		床12	畳+下地床組+床下地板張り	
		床13	コンクリート面 金こて仕上げ	
		床14	磁器質タイル+モルタル金こて仕上げ	
		床15	塗膜防水+コンクリート面 金こて仕上げ	
		床16	石(花こう岩)+モルタル金こて仕上げ+コンクリート面 金こて仕上げ	
		床17	石(花こう岩)+モルタル金こて仕上げ	
		床18	モルタル金こて仕上げ+コンクリート面 金こて仕上げ	
		床19	無機質系塗床+コンクリート面 金こて仕上げ	
	幅木	幅木1	ソフ幅木	m
		幅木2	木製幅木	
		幅木3	タイル幅木	
	壁	間仕切壁1	軽量鉄骨下地	㎡
		間仕切壁2	木製骨組下地	
		壁1	ビニルクロス+せっこうボード	
		壁2	塗装+せっこうボード	
		壁3	せっこうボード	
		壁4	塗装+コンクリート打放し補修	
		壁5	複層塗材+コンクリート打放し補修	
		壁6	コンクリート打放し補修	
		壁7	陶器質タイル+モルタル金こて押さえ	
		壁8	塗膜防水+モルタル金こて押さえ	
		壁9	石(花こう岩)+モルタル金こて押さえ+コンクリート打放し補修	
		壁10	ビニルクロス+せっこうボード+ポリスチレンフォーム	
	天井	天井1	ロックウール吸音板+せっこうボード+軽鉄天井下地	㎡
		天井2	不燃化粧石膏ボード+軽鉄天井下地	
		天井3	複層塗材+コンクリート打放し補修	
		天井4	塗装+コンクリート打放し補修	
		天井5	コンクリート打放し補修	
	内部建具	内部建具1	木製建具	㎡
		内部建具2	鋼製建具	
	雑・その他	内部雑	天井回り縁(アルミ)	m
		内部雑	天井回り縁(塩ビ)	
		内部雑	点検口	箇所
		内部雑	トイレ間仕切り	箇所
		内部雑	給湯室ユニット	箇所
		内部雑	受付カウンター	m
		内部雑	消火器ボックス	箇所
		内部雑	階段表示板	箇所

(3) 部材定義根拠リスト (ファミリ※リスト)

●簡易方式ファミリリスト

●詳細方式ファミリリスト

※ファミリとは

Revit Building では、モデルを構成する部品1つ1つをファミリと呼ぶ。ファミリ情報を変更すると、ファイル内に配置された同じ名称のファミリすべてに自動的に変更が反映されるので、同じファミリが複数存在する場合は各ファミリを変更する手間が省ける。この点は例えば Auto-CAD の『ブロック』、VectorWorks の『シンボル』の機能に類似している。

しかしファミリの場合、寸法やマテリアル(素材)等の情報をパラメータ(変数・属性)として予め定義しておく事によって、全く同じ名称のファミリであっても配置後にサイズやマテリアル等にバリエーションを持たせる事ができる。その点は Auto-CAD の『ブロック』、VectorWorks の『シンボル』よりも融通が利く。

Revit Building ではファミリの個数が集計できるが、ファミリにパラメータを定義することによって長さ、面積、体積などの数値情報も集計可能になる。またマテリアル情報、文字情報もパラメータとして付加できるので、ファミリの材質や価格、品番、説明などの情報もファミリに付加すること

ができる。

3.2.3 システムフロー

(1) 数量書き出しシステムのフロー

下図は建物部材の数量書き出しのシステムフローである。

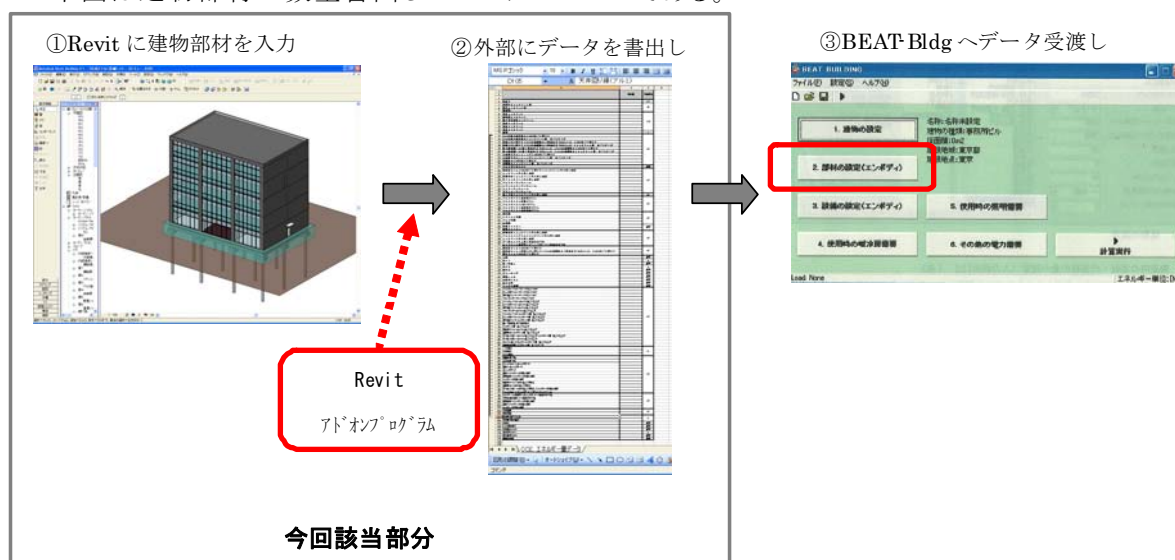


図 3.2.2 建物部材の数量書き出しのシステムフロー

Revit Building9.1 で入力した部材の数量を外部へ書出すためのアドオンプログラムを今回 Revit 用に開発した。これによって、Revit 内の数量を BEAT-Bldg 側で読み込み可能なデータ形式で書き出しが行えるようになった。

数量書き出しのフローとしては、まず Revit Building9.1 のテンプレートファイル(3.2.3(2)部材の構成参照)を開く。テンプレートファイルには予め建物部材が用意されているので、用意された部材を空間内へ配置することによって建物を作成してゆく。建物が完成したら、Revit Building9.1 のアドオンプログラムを実行し、外部へデータを書出す。この際データは Excel 形式にて書出される。外部書出しの詳細手順については3.2.4CAD データの外部書出し参照。

(2) 部材の構成

テンプレートファイルの部材構成としては次の2種類を用意した。

1 つは、建築の詳細図面と描くのと同一要領で、1 つ 1 つの部材を詳細にモデリングするという方法。これを『詳細方式』と呼ぶことにする。

もう 1 つは、躯体・窓などの主要部材のみモデリングし、仕上材の情報は躯体ファミリーや部屋名ファミリーにテキストデータとして入力する方式。これを『簡易方式』と呼ぶことにする。

詳細方式、簡易方式の部材構成の具体例を次頁に示す。

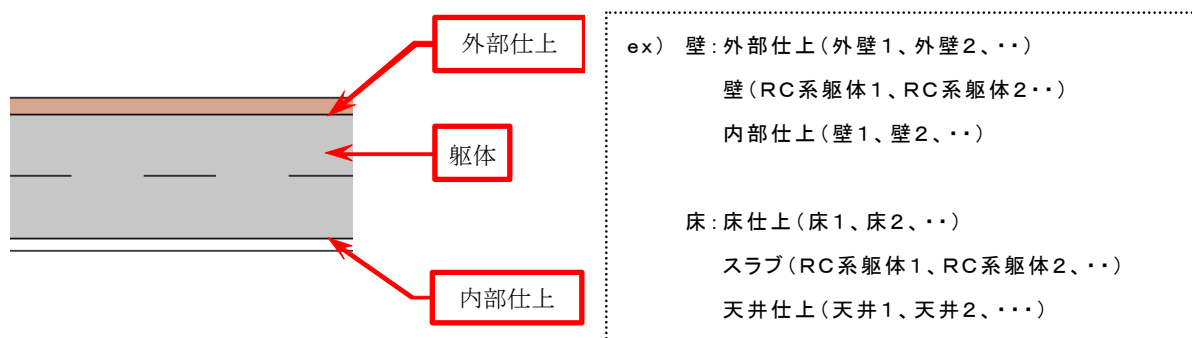
(3) 詳細方式

建物の細かい部材 1 つ 1 つをファミリとして用意し、建築の詳細図面と描くのと同一要領で、各部材を詳細に配置していく方式である。

壁の場合は下図のように躯体部材、外部仕上部材、内部仕上部材を別々に配置する。

《詳細方式の特徴》

- ・部材入力に手間がかかる
- ・数量が簡易方式よりも正確に拾える
- ・配置した部材を目視で確認しやすい



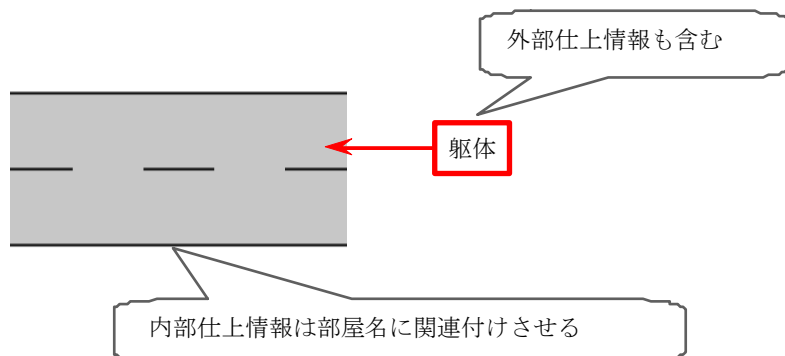
(4) 簡易方式

建物の主要部材のみファミリとして用意し、床・壁・天井仕上、幅木、廻縁等の仕上材は配置せずに部屋名等にテキスト情報として入力する方式である。

壁の場合は下図のように躯体ファミリのみ配置し、外部仕上情報は躯体ファミリ、内部仕上情報は部屋名にそれぞれテキスト情報として入力する。

《簡易方式の特徴》

- ・部材入力の手間が少ない
- ・数量はあくまで概算
- ・部屋単位での仕上げ変更が簡単に行えるが、1つの部屋で、複数種類の仕上を定義することは出来ない。(床・壁・天井それぞれにつき1種類の仕上げしか定義できない。)



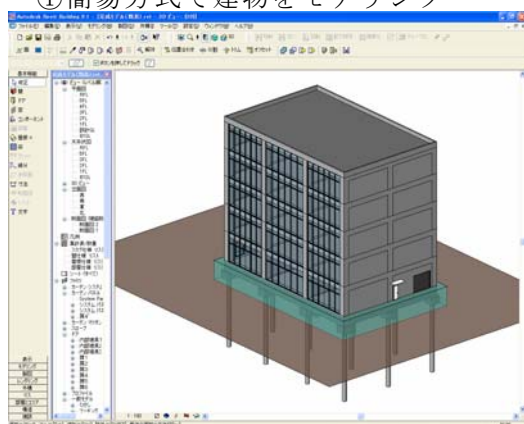
(5) 詳細方式と簡易方式の使い分けについて

簡易方式で作成した建物を後で詳細方式に変更したい、またはその逆の変更を行いたいという場合は、建物を最初から入力し直す必要はなく、ファミリー属性の変更で対応することが可能である。

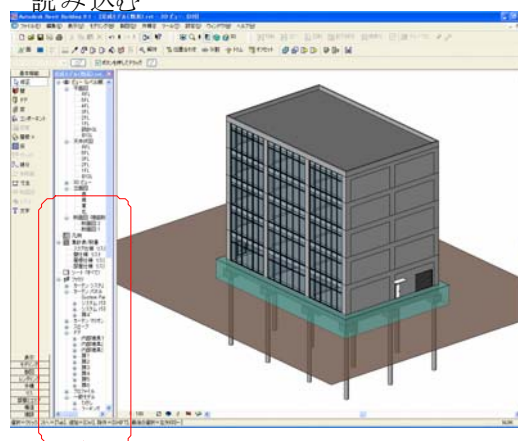
部材数量を正確に算出することを考えると、初期段階から詳細方式で入力するのが本来好ましい。しかし実務の観点から言うと、初期の基本設計の段階は簡易方式で部材配置して概算数量を把握し、後の実施設計の段階で詳細方式のファミリーへと変更して正確な数量を算出する、という方法が相応しい場合もあると考えられる。

◇簡易方式から詳細方式への変更方法

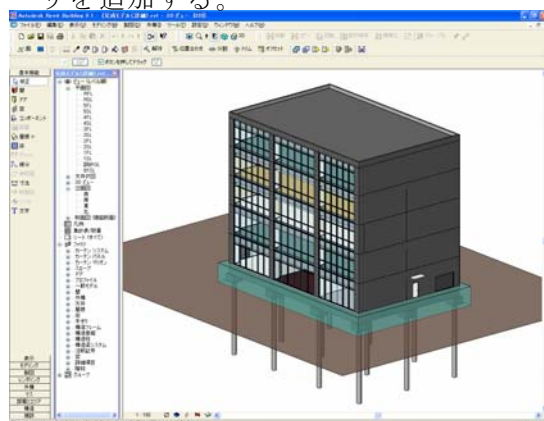
①簡易方式で建物をモデリング



②ファイルに詳細方式のファミリーを読み込む



③簡易方式のファミリーを詳細方式のファミリーに置き換え、仕上げ等のファミリーを追加する。



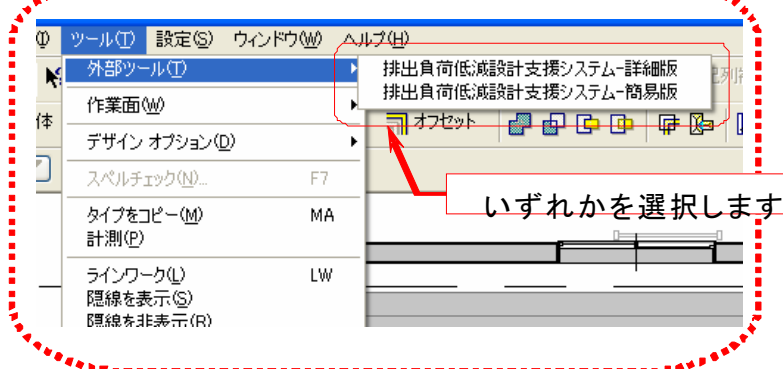
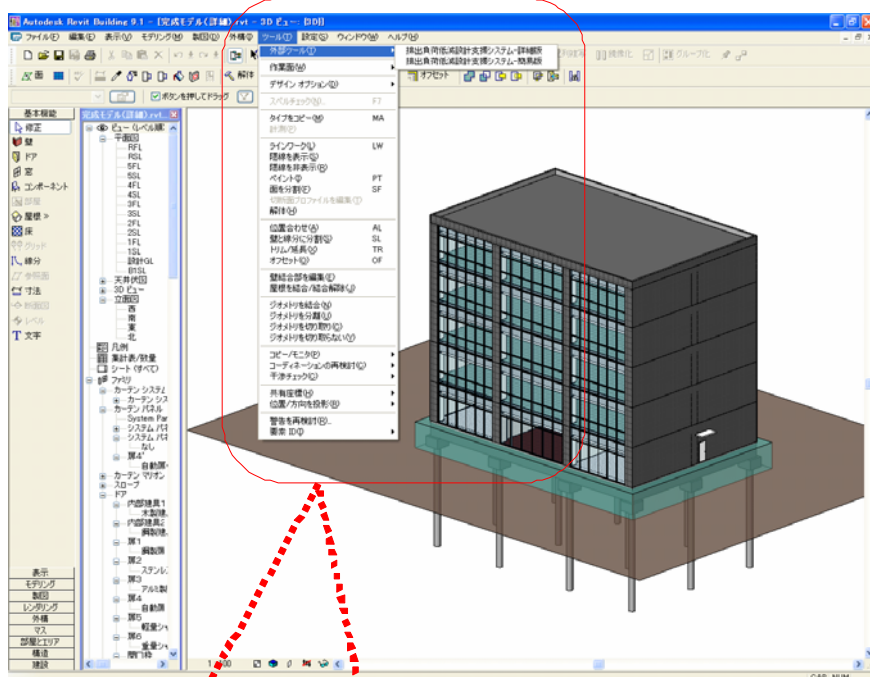
詳細方式のファミリーが追加される

3.2.4 CAD データの外部書出し

(1) 外部書出し手順

入力した建物の部材数量を、外部ファイルに書出します。

(1.1) (1) メニューバーの【ツール】→【外部ツール】→【排出負荷低減設計支援システム-詳細版】もしくは【排出負荷低減設計支援システム-簡易版】を選択します。

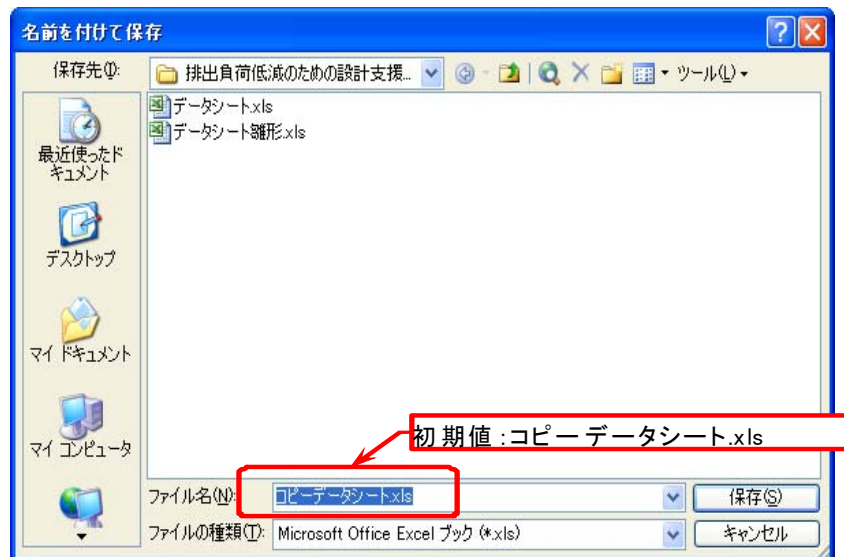


–105–

(1.3) エクセルデータを保存します。

「データシート.xls」は外部書出し用のテンプレートファイルですので、上書き保存出来ません(読み取り専用)。保存する場合は【名前を付けて保存】を実行します。

ファイル名は、初期値では「コピーデータシート.xls」という名前になっていますので、必要に応じて名前を変更します。



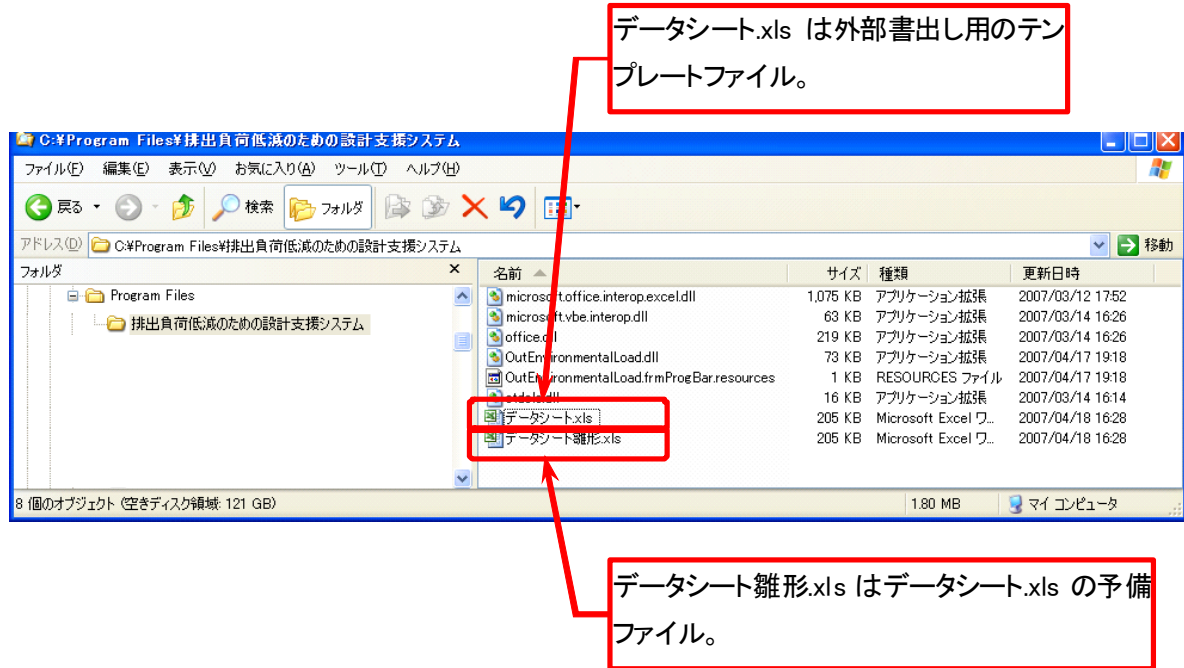
(2) 外部書出しプログラムのフォルダ構成について

外部書出しプログラムをパソコンにインストールすると、¥Program Files の直下に¥排出負荷低減のための設計支援システム というフォルダが自動作成されます。

このフォルダには 2 つのエクセルファイル、「データシート.xls」と「データシート雛形.xls」が入っています。

「データシート.xls」は外部書出し用のテンプレートファイルです。このファイル名を変更してしまうと外部書出しプログラムが動かなくなりますので、名称は変更しないようにして下さい。

「データシート雛形.xls」は「データシート.xls」を誤って削除してしまった場合等の予備ファイルですので、実際にこのファイルを外部書出し用のテンプレートとしてご使用になる場合は、ファイル名を「データシート.xls」に変更してご使用下さい。



3.3 BEAT-Bldg を用いた環境負荷低減技術の対策案の検討

3.3.1 入力課程で選択できる環境負荷低減技術の効果

BEAT-Bldg は基本設計段階や省エネルギー計画段階など、設計の初期段階での使用を想定して開発されている。環境負荷低減技術のオルタナティブ案の検討、建物の運用方法(使い方)の検討、業務の簡略化などへの使用を意図した、いわば実務者のための「デザインツール」である。

ここでは、BEAT-Bldg の使い方の一例として、様々な環境負荷低減技術の中からオルタナティブ案を比較検討するケーススタディ例を紹介する。様々なケーススタディの中から、ここでは、検討に要する入力作業が比較的容易な、BEAT-Bldg の入力課程で選択できる項目での検討例を取り上げる。

(1) 照明設備の制御

照明設備は、在室していない部屋はこまめに消灯するなど、使用者の努力によっても省エネが可能であるが、機器の点灯をセンサー等を利用して機械的に制御すれば、より確実に実効される。

図 3.3.1は、照明設備の制御手法の有無による年間電力消費量の比較例である。(物件-3) 制御手法を採用している面積割合 70%として、用意されている制御手法を1種類のみ採用した場合の年間電力消費量を、「制御なし」と比較すると、9%~28%低減される。さらに、複数の手法(②、③、④、⑥、⑦)を組み合わせた場合には、50%以上の低減効果が見られる。

複数の照明制御手法の組合せ(②、③、④、⑥、⑦)を採用した場合、照明による消費電力量の低減と共に、照明による内部発熱の低減も見込まれる。そこで、次に内部発熱密度ランク:中を低に変更した場合の比較を行う。

基準案で使用時のCO₂排出量の1/4を占める照明設備が半減することにより、建物使用年数を50年とした場合の総CO₂排出量は9%削減される。さらに、消費電力量が半減することを考慮

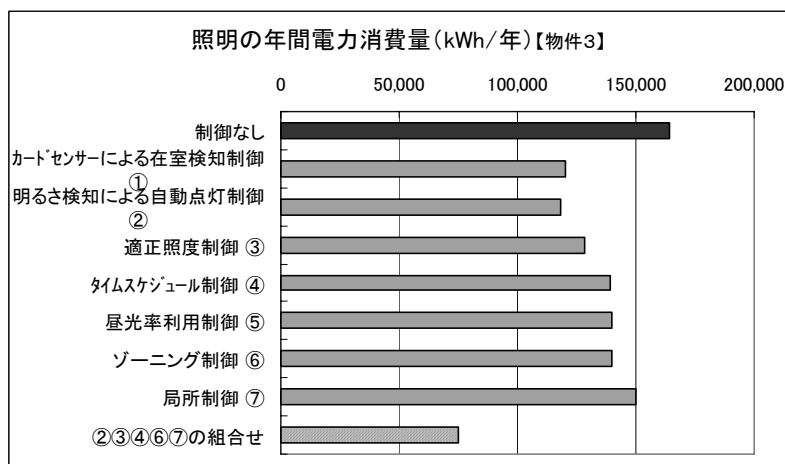


図 3.3.1 照明設備の制御手法の有無による年間電力消費量の比較例

物件-3 照明の年間電力消費量比較

	(kWh/年)	制御なしに対する比率
制御なし	164,018	(1.00)
カードセンサーによる在室検知制御 ①	120,561	(0.74)
明るさ検知による自動点灯制御 ②	118,301	(0.72)
適正照度制御 ③	128,178	(0.78)
タイムスケジュール制御 ④	139,254	(0.85)
昼光率利用制御 ⑤	139,890	(0.85)
ゾーニング制御 ⑥	139,890	(0.85)
局所制御 ⑦	150,048	(0.91)
②③④⑥⑦の組合せ	74,696	(0.46)

図 3.3.2 照明制御の有無による年間電力消費量の比較例

して内部発熱密度ランクを低減すると、暖房によるCO₂排出量が2割増加する一方で冷房が3割低減することから、50年使用した場合の総CO₂排出量は基準案に比べて15%削減される。

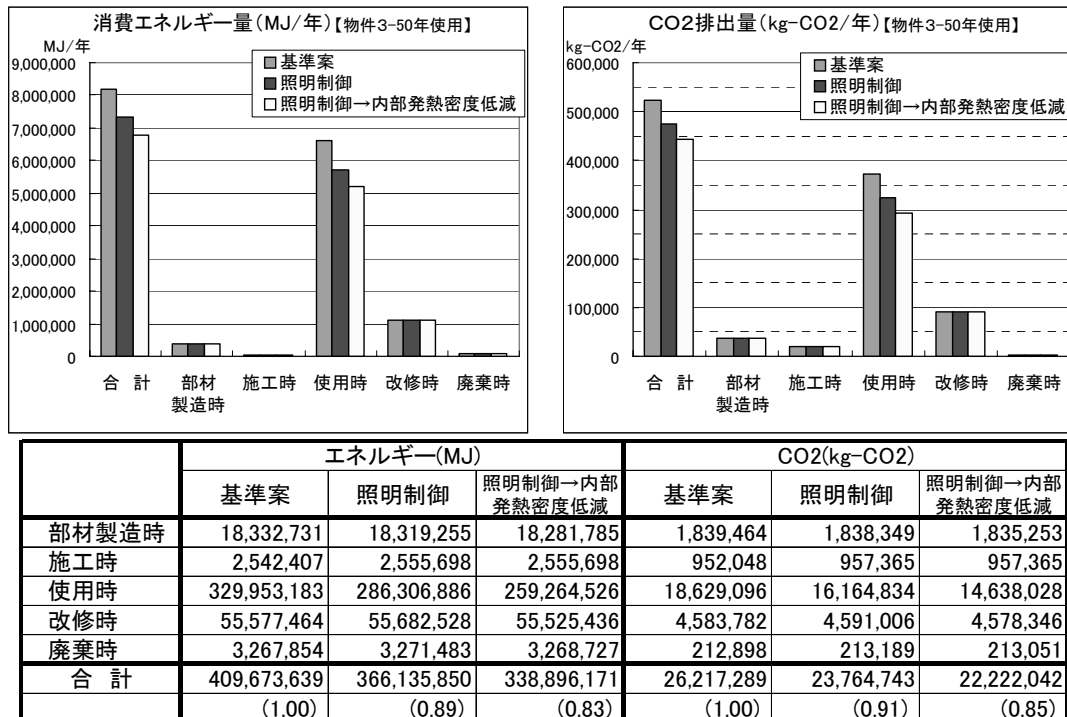


図 3.3.3 照明設備制御による消費エネルギー量、CO₂排出量の比較

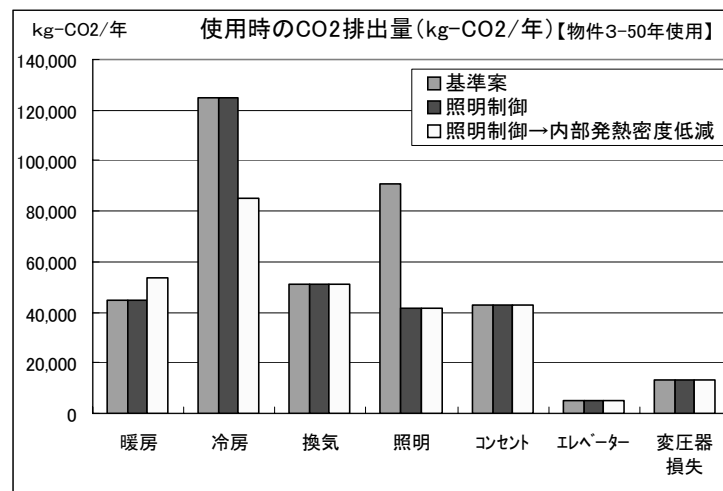


図 3.3.4 照明設備制御による使用時のCO₂排出量の比較

(2) 廃棄物シナリオによる違い

BEAT-Bldg では、廃棄物分別についてⅠ～Ⅳの4段階のシナリオが用意されている。シナリオを変えても廃棄物発生量の総量は変わらないが、再資源化量と最終処分量のバランスが変わってくる。

RC造である物件-1とS造の物件-2で50年使用した場合の床面積あたりの廃棄物発生量を比較すると、RC造である物件-1がやや多くなっている。また、建設リサイクル法で定められている再資源化が義務付けられている特定建設資材は、コンクリート、コンクリート及び鉄から成る建設資材、木材、アスファルト・コンクリートの4品目で、鉄骨は含まれていないことから、S造である物件-2の分別シナリオⅠ（建設リサイクル法で要求される程度の分別）の最終処分量の比率が、RC造である物件-1に比べて多くなっている。

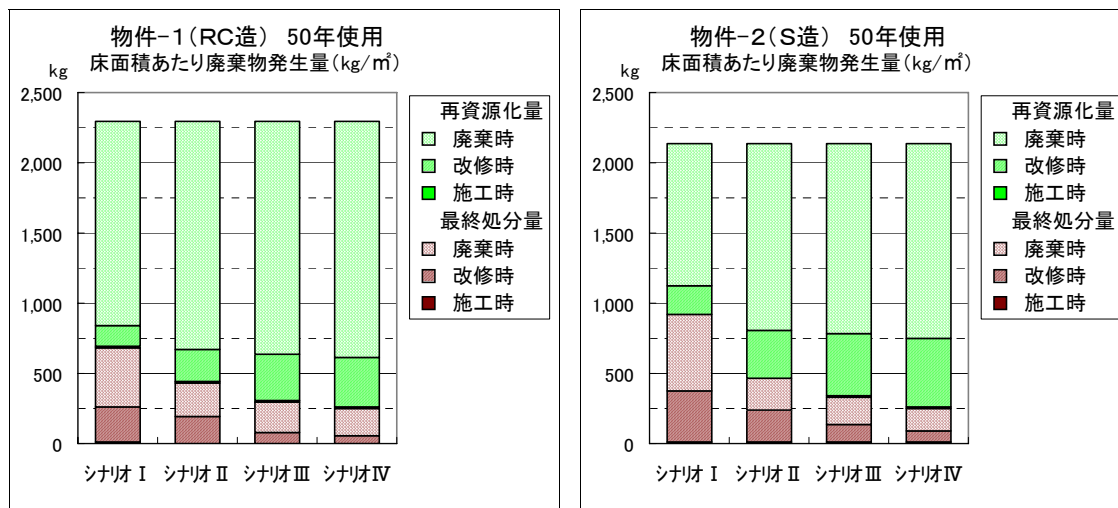


図 3.3.5 廃棄物分別の違いによる廃棄物発生量の比較

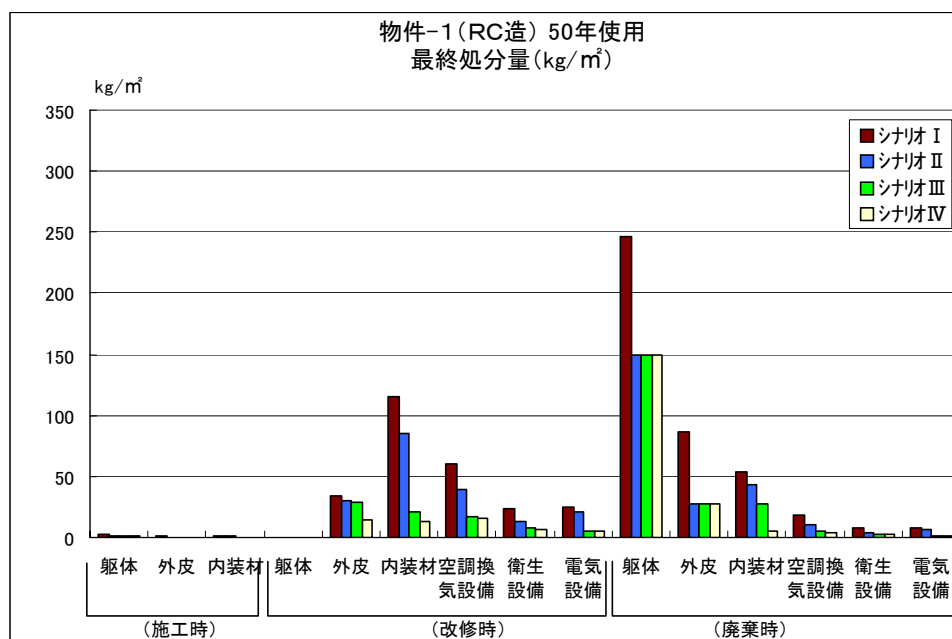


図 3.3.6 物件-1 (RC造) 最終処分量の内訳

再資源化と最終処分では、廃棄時に係るエネルギー消費量が異なるため、再資源化-最終処分のバランスが変わると、廃棄物処理に係るエネルギー消費量及びCO₂排出量が変わる。建設リサイクル法で要求される程度の分別しかおこなわないシナリオⅠが廃棄時のエネルギー消費量及びCO₂排出量が最も多く、50年使用した場合の総CO₂排出量をシナリオⅣと比較すると、RC造である物件-1で0.5%、S造である物件-2で約2%である。

表 3.3.1 物件-1 部材の設定（エンボディ）入力用部材リスト

物件-1(RC造) 50年使用

	面積あたりの消費エネルギー量 (MJ/m ²)				面積あたりのCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /m ²)			
	シナリオⅠ	シナリオⅡ	シナリオⅢ	シナリオⅣ	シナリオⅠ	シナリオⅡ	シナリオⅢ	シナリオⅣ
部材製造時	3,714	3,714	3,714	3,714	406	406	406	406
施工時	653	645	645	645	233	233	233	233
使用時	56,282	56,282	56,282	56,282	3,178	3,178	3,178	3,178
改修時	12,089	11,966	12,127	12,095	909	907	924	924
廃棄時	1,464	858	786	717	88	58	54	51
合 計	74,203	73,465	73,554	73,453	4,815	4,782	4,795	4,791
	(1.000)	(0.990)	(0.991)	(0.990)	(1.000)	(0.993)	(0.996)	(0.995)

物件-2(S造) 50年使用

	面積あたりの消費エネルギー量 (MJ/m ²)				面積あたりのCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /m ²)			
	シナリオⅠ	シナリオⅡ	シナリオⅢ	シナリオⅣ	シナリオⅠ	シナリオⅡ	シナリオⅢ	シナリオⅣ
部材製造時	7,019	7,019	7,019	7,019	660	660	660	660
施工時	547	542	538	538	199	199	199	199
使用時	48,324	48,324	48,324	48,324	2,728	2,728	2,728	2,728
改修時	12,457	12,088	11,936	11,889	1,018	1,002	997	997
廃棄時	1,845	774	714	601	105	51	48	42
合 計	70,193	68,747	68,532	68,370	4,710	4,641	4,632	4,626
	(1.000)	(0.979)	(0.976)	(0.974)	(1.000)	(0.985)	(0.983)	(0.982)

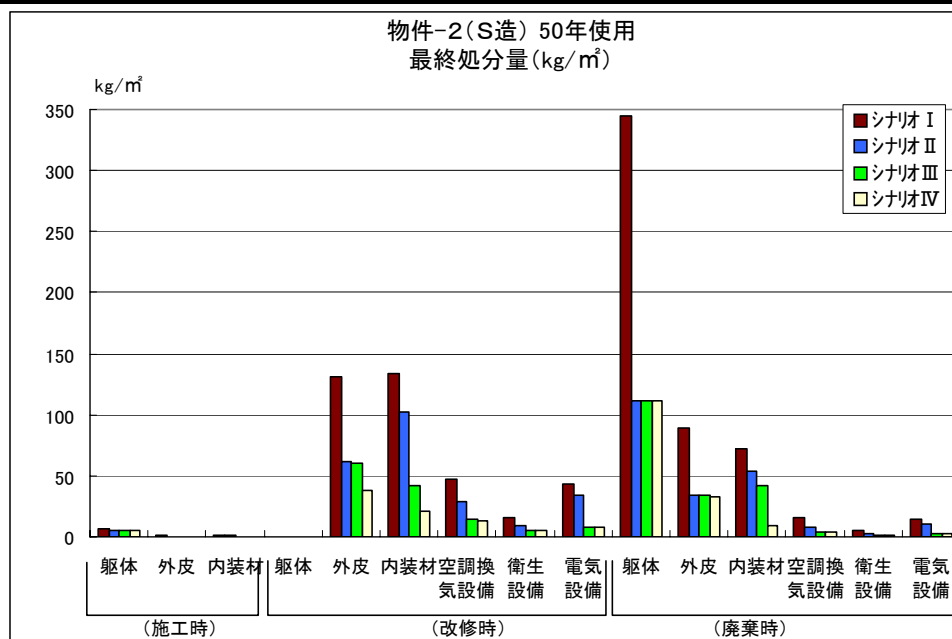


図 3.3.6 物件-2 (S造) 最終処分量の内訳

(3) 長寿命化の効果

建物を構成する部材は、大きく分けて、躯体、外皮、内装、設備に分類される。そのうち、躯体以外の部材は、躯体に比べて耐用年数が短いため、修繕や更新を行いながら建物を使用していく。したがって、建設時および解体時に発生する廃棄物の量は使用年数によらず一定であるが、改修時に発生する廃棄物量は使用年数が長くなるほど増加していく。

一方、廃棄物発生量の総量を建物の使用年数で割ると、使用年数の長短によらず改修時の廃棄物発生量は一定※となり、施工時・廃棄時の廃棄物発生量は使用年数で割られるため、1年あたりに換算した発生量は小さくなる。したがって、建物の超寿命化を図ることは廃棄物発生量を抑制するための有効な手段である。

※ 実際には、内装はテナントの入れ替わり等に対応して不定期に改修が行われ、外皮や共用部、設備は20～30年おきに大規模改修という形でまとめて行われることが一般的であるが、BEAT-Bldgにおいては、一般的な修繕・更新周期に基づいて設定された修繕・更新率（年間に修理する割合％）を用いて計算されるため、使用年数を何年で設定しても1年あたりの改修時の廃棄物発生量は一定となる。

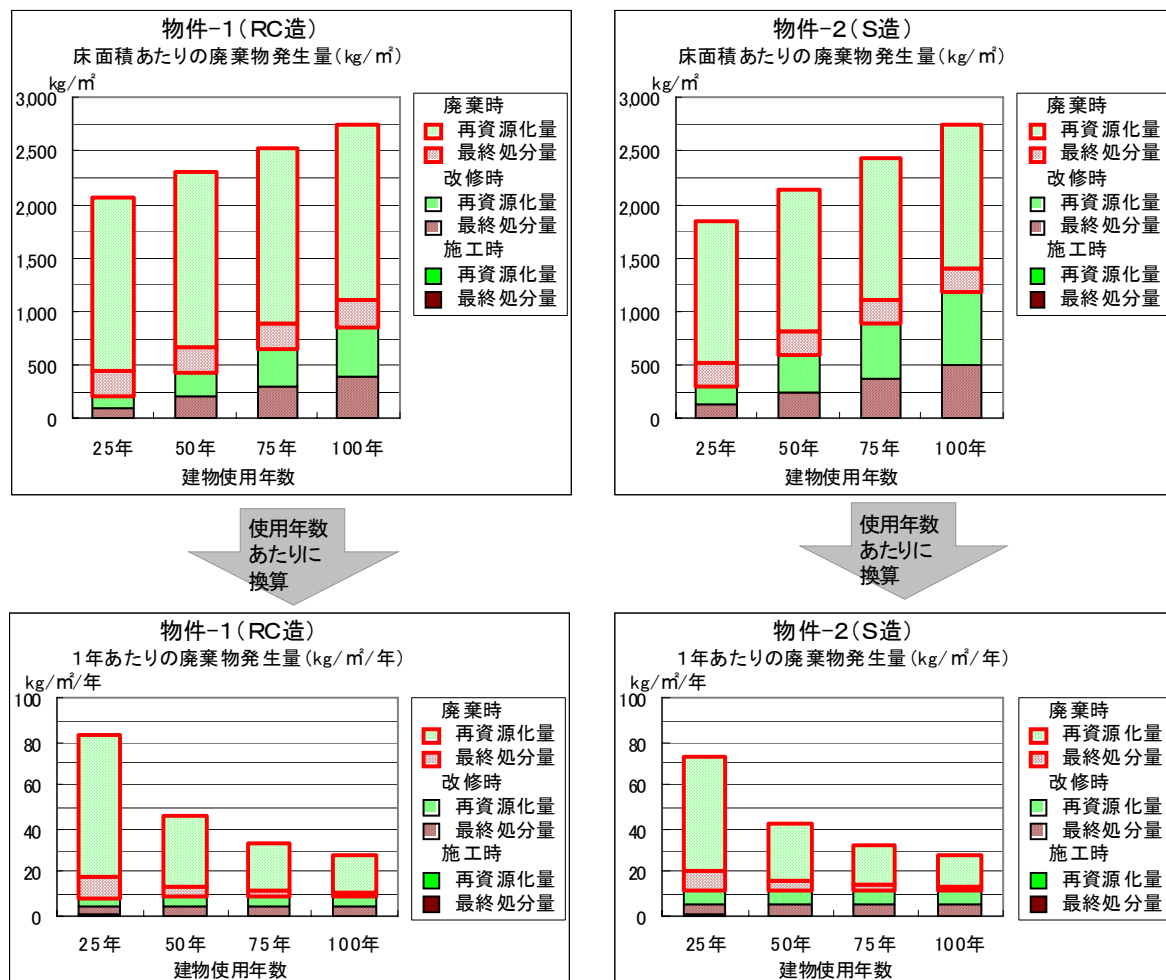


図 3.3.7 建物使用年数の違いによる1年あたりの廃棄物発生量の比較