

建築分野における省エネルギー評価ツールの開発 Development of energy-saving Evaluation and Assessment Tool for Buildings

小栗 利夫*	大道 将史*
Toshio Oguri	Masafumi Daido
江口 保志**	中島 政太郎***
Yasushi Eguchi	Seitaro Nakajima

要 約

近年、地球温暖化対策の取組みとして、温室効果ガス排出量の削減など建物の省エネルギー化が求められている。当社の建築分野における取組みとして開発した省エネルギー評価ツールについて、CO₂排出量削減効果の高い建物の計画立案を支援する「CO₂削減計画支援ツール」および建築物の省エネルギー性能等を評価する「簡易版省エネ診断ツール/LCC・LCCO₂評価ツール」を紹介する。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 「CO₂削減計画支援ツール」について
- § 3. 「簡易版省エネ診断ツール/LCC・LCCO₂評価ツール」について
- § 4. おわりに

§ 1. はじめに

近年、地球温暖化対策の取組みとして、温室効果ガス排出量の削減など建物の省エネルギー化が求められている。2010年4月1日施行の改正省エネ法により、これまで2,000 m²以上の新築・増築および大規模修繕に義務づけられていた省エネ計画書の届出が、300 m²以上に引下げられた。省エネ計画書では、PAL値（Perimeter Annual Load：年間熱負荷係数）およびCEC値（Coefficient of Energy Consumption：エネルギー消費係数）を基準以下にすることが求められるため、基本計画段階からPAL値・CEC値を検討する必要がある。また、東京都では環境確保条例に基づく建築物に係る環境配慮制度（建築物環境計画書制度）を、気候変動対策の一環としてより高い省エネルギー性能を有する建築物が市場で高い評価を受けることで普及拡大していくよう、より一層強化し2010年1月から施行した。この改定により、改定前には延床面積10,000 m²を超える新築・増築

が対象であったものが、2010年10月以降は5,000 m²を超えるものに拡大される。

このような状況の中、顧客の省エネルギーに対する関心も高まってきており、当社においても、CO₂排出量削減など環境に配慮した企画、提案を推進していくため、省エネルギー評価ツールの開発に着手し、このたび2種類のツールが運用できる状況となり、本稿にてツールの内容を紹介する。

§ 2. 「CO₂削減計画支援ツール」について

2-1 ツールの概要

建物の省エネルギー化といったニーズに対して適切に応えるものであり、設計者が計画段階から環境に配慮した設計を取入れるための支援ツールである。簡易な入力で計画する建物の省エネルギー性能が評価できる。

本ツールの特長は、以下のとおりである。

- ①計画する建物の意匠・設備情報から、各種の省エネルギー性能などの指標値（PAL値、CEC値、年間CO₂排出量、年間消費エネルギー量、年間光熱費、費用対効果など）をグラフ表示させることができるので、顧客や設計者は視覚的・直感的に対策の効果を評価することができる。
- ②ツール内にCO₂排出量削減に有効な対策技術データベースを備え、設計者が選択した対策技術の各々の効果を比較評価する機能のほか、庇やルーバーの最適な形状を検討できるオプション機能などを内蔵することで、削減効果の高い最適な計画を提案することができる。

* 技術研究所地球環境グループ

** 建築設計部設計課

*** 建築部建築企画課

2-2 ツールの機能

本ツールは、設計者が計画段階において CO₂ 排出量削減効果の高い立案ができるよう支援することを目的とし、汎用ソフトを利用することでツール本体を簡便化し、操作性の向上を図っている (図-1)。

(1) 断熱性能と省エネルギー性能の検討

汎用ソフトでは、外壁・窓における断熱性能および設備機器 (空調 / 換気 / 照明 / 給湯 / 昇降機) における省エネルギー性能を評価できる。省エネルギー性能を評価する方法は、2,000 m² 未満は「簡易ポイント法」、5,000 m² 以下は「ポイント法」、5,000 m² を超えるものは「性能基準」を選択することが可能である (図-2)。

「建築物の省エネルギー基準と計算の手引き ((財) 建築環境・省エネルギー機構)」に準じ、簡易な入力でリアルタイムに PAL 値、CEC 値の算出が可能で、設計者が計画段階で PAL 値、CEC 値の分析が行える。また、所管行政庁へ提出が必要な「省エネルギー計画書」を EXCEL データで自動作成することができる (表-1)。

建築物の省エネルギー性能評価では、評価対象を建築の躯体が有する性能と設備が有する性能に分け、前者を評価する指標が PAL であり、建築の計画や外皮設計に関わる省エネルギー性を評価する指標である。一方、後者を評価する指標が CEC であり、設備設計に関わる省エネルギー性を評価する指標である。CEC は、設備の種類ごとに、空調用 (CEC/AC)、換気用 (CEC/V)、照明用 (CEC/L)、給湯用 (CEC/HW)、エレベーター用 (CEC/EV) の 5 指標に分かれている。ここで、「外皮」とは建築物の屋根・壁・床・開口部などの躯体部位の総称である。

(2) CO₂ 排出量削減対策の検討

ツール本体では、作成した省エネルギー計画書の EXCEL データ読み込み、「年間 CO₂ 排出量」・「年間消費エネルギー」・「年間光熱費」を算出する (図-3)。また、対策技術データベースから選択した対策案別にコストを入力すれば、費用対効果や寄与率などデータを整理しグラフ化できる (図-4、図-5、図-6)。これにより、設計者は視覚的・直感的に対策の効果の評価し、さまざまな対策案を比較検討できる。

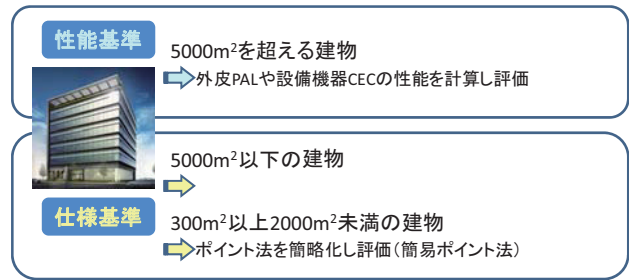


図-2 建築物 (非住宅) の省エネルギー基準

表-1 「省エネルギー計画書」の出力内容

■ 建築外皮の省エネルギー性能の評価 (PAL)	
①	建物概要, 建築計画
②	基準階プラン
③	平面図+ベリメーターゾーン図
④	平面図+外皮性能
⑤	平面図+開口性能
⑥	ベリメーターゾーン面積表
⑦	立面図 (各方位)
⑧	外皮面積表
⑨	PAL 計算表-1 熱貫流率, 日射侵入率
⑩	PAL 計算表-2 日除けによる η 値の補正
⑪	PAL 計算表-3 PAL 計算表
■ 設備の省エネルギー性能の評価 (CEC)	
CEC/AC	
①	年間仮想空調和負荷計算表
②	相当平衡温度差計算表
③	定格入力値の一次エネルギー換算計算
④	年間空調一次エネルギー消費量及び CEC 計算表
CEC/V	
①	給気・排気送風量, 動力計算表
②	換算動力・風量計算表
③	CEC/V 計算表
CEC/L	
①	CEC/L 計算表
CEC/HW	
①	仮想給湯負荷の計算
②	先止まり配管損失の計算
③	給湯配管・熱交換器一次側配管, 貯湯槽熱損失係数, 間欠運転に伴う損失の計算
④	一次エネルギー換算及び CEC/HW 計算表
CEC/EV	
①	1周時間計算表
②	CEC/EV 計算表

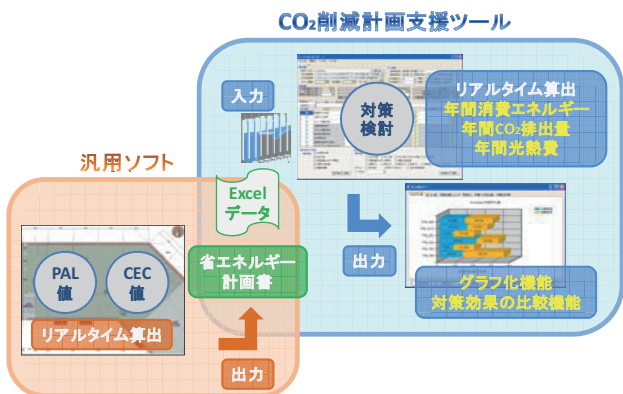


図-1 ツールの構成



図-3 入力画面イメージ

さらに、オプション機能として、以下の機能を内蔵している。

① 庇やルーバーの最適値検討機能

建物の方位・場所・壁面に対し、庇やルーバーの仕様等による影響を計算し寸法設定の判断基準を提供する機能であり、設計者は短時間で庇やルーバーの最適化を検討することができる(図-7)。

② 省エネルギー性能の評価機能

エネルギー利用効率化設備(エネルギーの効率的利用を図ることのできる設備または器具)を採用することにより、建物全体としての省エネルギーが図れ、エネルギーの効率的利用が期待される。本機能では、熱源システムの利用(氷蓄熱空調など)、再生可能エネルギーの利用(太陽光発電)、高効率機器の利用(デシカント空調、高効率給湯器など)、省エネルギー運転(自動調光制御方式、タスク・アンビエント照明方式、BEMS導入による最適運転管理など)の категорияに分類し、採用する対策技術の省エネルギー性能(エネルギー効率)を評価する機能である(図-8)。

これらの機能により、設計者はより効果の高い対策技術を効率的に計画することができる。対策技術データベースやオプション機能については、環境配慮技術の進歩に合わせて随時更新・拡張していく予定である。

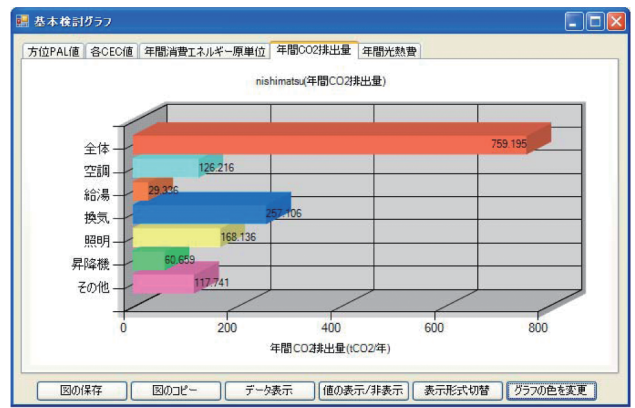


図-6 グラフ表示イメージ (CO₂ 排出量)

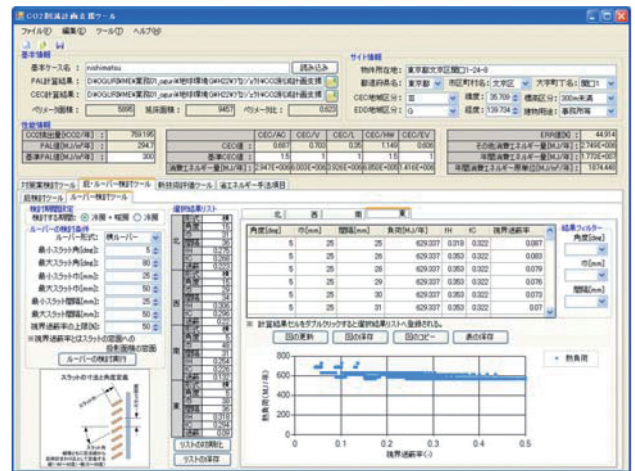


図-7 入力画面イメージ

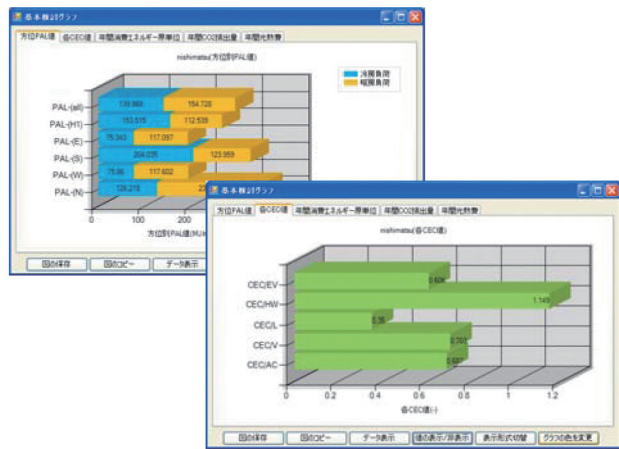


図-4 グラフ表示イメージ (PAL値・CEC値)

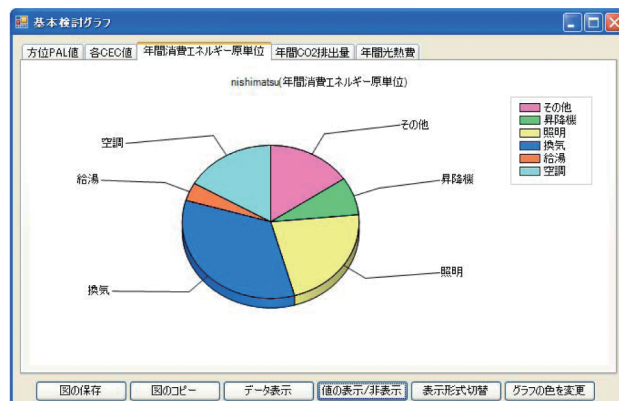


図-5 グラフ表示イメージ (消費エネルギー量)

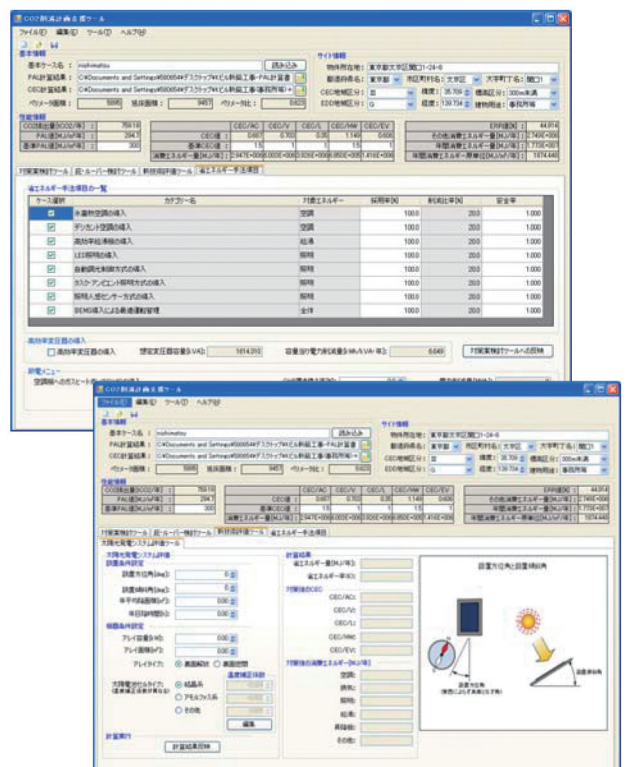


図-8 入力画面イメージ

§3. 「簡易版 省エネ診断ツール /LCC・LCCO₂ 評価ツール」について

3-1 ツールの概要

改正省エネ法によって、より広範囲の事業者がエネルギー管理の義務を負うことになった。さらに経済不況、燃料の高騰、東日本大震災を経て、より多くの事業者の省エネルギーに対する意識が高まっている。多くの事業者にとって省エネルギーは、地球環境問題対策やエネルギー枯渇対策といった社会的貢献であると同時に、建物運用時のコスト削減を図ることが大きな目的である。

建築の省エネを促進するためには、概略の省エネ診断方法を開発して省エネ診断が受けやすくすることが有効である。簡易に建物の省エネ診断ができ、さらにコストと効果を考慮した対策の概略検討ができるツールが必要である。

また、地球温暖化対策の観点からライフサイクル CO₂ (LCCO₂) が少ない建物が求められている。これに対応した建築を提案して低炭素化社会を推進するためには、まず営業・企画段階で簡易に LCCO₂ を算定する必要がある。また、概略のライフサイクルコスト (LCC) も同時に算定してコスト的にも有利であることを把握することが求められる。

これらの背景から「簡易版 省エネ診断ツール /LCC・LCCO₂ 評価ツール」の新規開発を行った。営業・企画段階で使用するツールとするため、営業職員が特別に専門知識がなくとも顧客に簡易に情報提供、新築・改修提案が行えるような簡便な仕様とした。なお、愛称は「NICO-Support[®] (ニコ・サポート)」とした (図-9)。

3-2 ツールの機能

NICO-Support[®] (ニコ・サポート) は図-10 に示すように、簡易省エネ診断ツールと簡易 LCC・LCCO₂ 評価ツールの2つの機能がある。それぞれの機能を以下に示す。

(1) 省エネ診断ツール

簡単な入力で既存建物の簡易省エネ診断を行うことが省エネ診断ツールの目的である。現況評価と省エネルギー対策プランの検討・提案の2段階の構成となっている。

① 現況評価

図-11, 12 に示すように建築概要と水光熱使用量、水光熱費を入力したうえで、現況での省エネ対策をメニューから選択することで現況での簡易省エネ診断を行う。

診断結果は図-13 のように出力する。算出したエネルギー使用量を標準的な使用量と比較して、客観的にエネルギー使用状態を評価する。また、現況の取組み状況を分野別に評価し、今後の取組みの方向性を示唆する。診断結果は提出用レポートとして出力可能である。

② 省エネルギー対策プランの検討

現況評価の後、省エネルギー対策プランの提案・検討を行う機能である。



図-9 初期メニュー画面

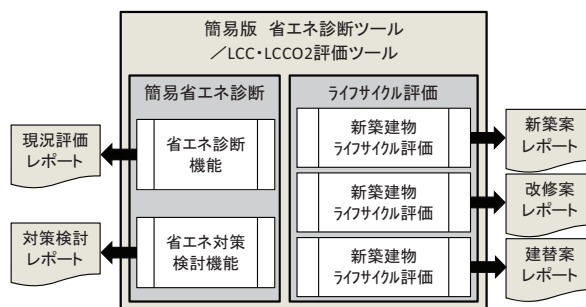


図-10 ツール機能の構成

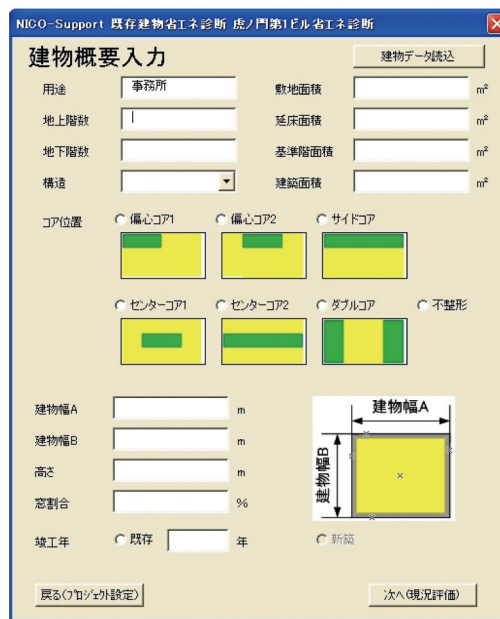


図-11 建物概要入力画面

使用量とコスト

		4月	5月	6月	7月
電気	使用量(kWh)	119,976	107,232	131,088	158,424
	コスト(円)	1,755,753	1,652,170	1,875,133	2,194,694
水道	使用量(m ³)	342	342	283	283
	コスト(円)	116,328	116,328	93,088	93,088
ガス	使用量(m ³)				
	コスト(円)				
その他(油)	使用量(L)				
	コスト(円)				
合計コスト(円)		1,872,081	1,768,498	1,968,221	2,287,776

図-12 水光熱使用量入力画面

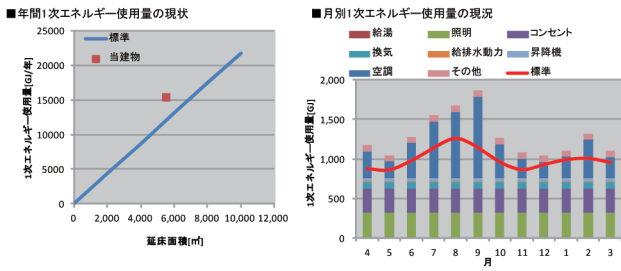


図-13 現況評価画面

分類	対象	内容	現況	比較対象		
				プラン1 クリア	プラン2 クリア	プラン3 クリア
1	空調	冷暖房の設定温度を変更する	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	照明	昼休みに全面消灯する	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	電気	土休日・夜間の電気を調整する(EI・自販機等)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	建蔽	ブラインドを管理し空調負荷を軽減する	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	空調	空調区画の最適化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	空調	空調管理システムの導入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	換気	換気設備の最適化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	電気	トイレ・階段室等に人感センサーを設置	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	全般	見える化の導入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	照明	点灯区画の再設定	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	照明	昼光センサー利用による照明制御	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	照明	LED照明器具に更新	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

図-14 省エネルギー対策プラン入力画面

図-14に示すようなメニューから選択することで、複数の省エネルギー対策プランを設定して比較検討ができる。省エネルギー対策は運営上の項目から、調整作業、改修工事が必要な項目まであり、自由に選択を行う。また、工事コスト情報を利用して投資額が表示されるので、コストも加味して選択ができる。

省エネルギー対策プランの効果算定の出力例を図-15に示す。年間エネルギーコストと年間CO₂排出量の算定値を現況と比較したグラフに、削減量と削減割合を表示して効果を分かりやすく提示する。

その他、省エネルギー対策プランの投資回収年数も算出することができる。なお、以上の検討結果は図-16に示すような提出用の提案書として出力可能である。

(2) LCC・LCCO₂ 評価ツール

簡単な入力で建物のLCC・LCCO₂を算定することができる。このLCC・LCCO₂評価ツールの目的である。さらに複数の省エネルギー計画プランを比較検討し、ライフサイクルで有利な新築計画の提案や改修計画の提案を行うことができるツールとなっている。

① 新築検討

新築建物を計画し、そのライフサイクル評価を行う。省エネ診断と同様に建築物の概要を入力し、新築用の省エネルギー対策プランをメニューから選択することで、複数の新築プランを比較検討することができる。

異なる省エネルギー対策プランによる新築建物のLCC比較例を図-17に、LCCO₂比較例を図-18に示す。LCCとLCCO₂を同時に検討することで、ライフサイクルでコスト的に有利な低環境負荷の建物を計画・提案することができる。

② 改修検討、改修・建替検討

既存建物の今後のライフサイクル評価を行う。省エネ

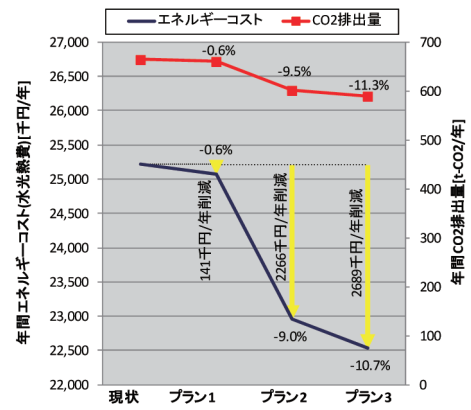


図-15 省エネルギー対策プラン効果例

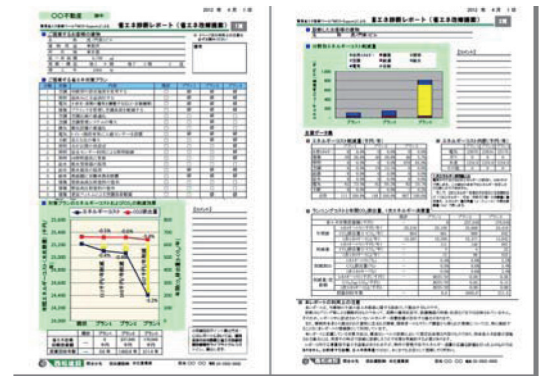


図-16 省エネルギー対策プラン提案書例

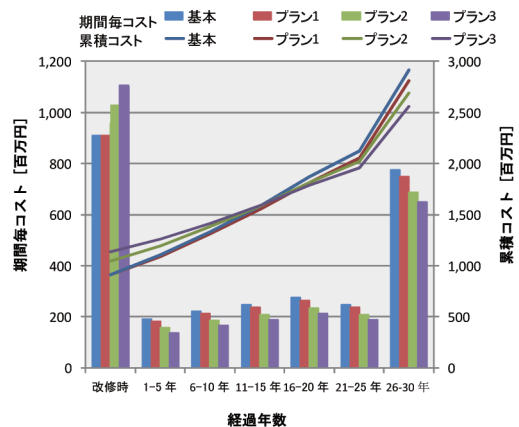


図-17 新築建物ライフサイクルコスト算定例

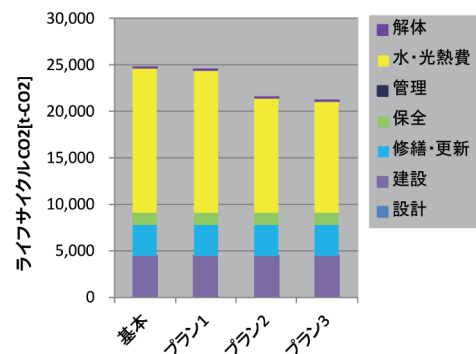


図-18 新築建物ライフサイクルCO₂算定例

ルギー対策として、改修工事もしくは建替えを計画する。省エネルギー効果の高い改修工事または建替え工事を検討し、ライフサイクルで有利な低LCCO₂の建物を計画・提案することができる(図-19, 20, 21)。

§4. おわりに

昨今のエネルギー事情の激変により、建築物に関わる顧客の省エネルギー指向が益々高まると考えられる。今回開発した2種類の省エネルギー評価ツールを積極的に活用することで、CO₂排出量削減など環境に配慮した企画、提案を推進していき、環境負荷低減への貢献、顧客満足度の向上を図っていく。また、今後においても、ネット・ゼロ・エネルギー(ZEBなど)、ライフサイクルカーボンマイナスなどをキーワードとして、建築物の省エネルギー化に貢献できる技術開発に取り組む所存である。

参考文献

- 1) 建築物の省エネルギー基準と計算の手引 新築・増改築の性能基準(PAL/CEC), 財団法人 建築環境・省エネルギー機構, 2010.
- 2) CASBEE - 新築 評価マニュアル(2010年版), 財団法人 建築環境・省エネルギー機構, 2010.
- 3) DECC 非住宅建築物の環境関連データベース, 一般社団法人 日本サステナブル建築協会, 2011.

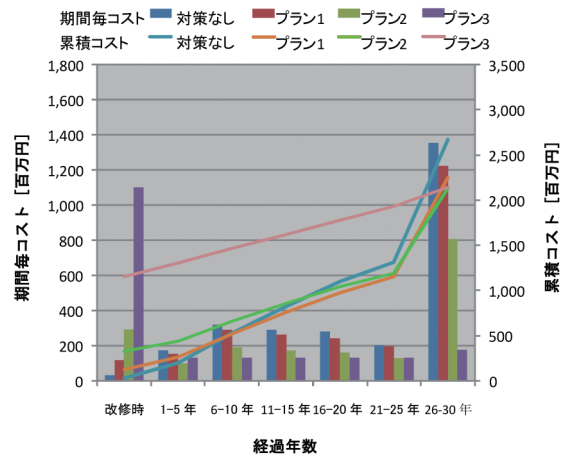


図-19 改修・建替ライフサイクルコスト算定例

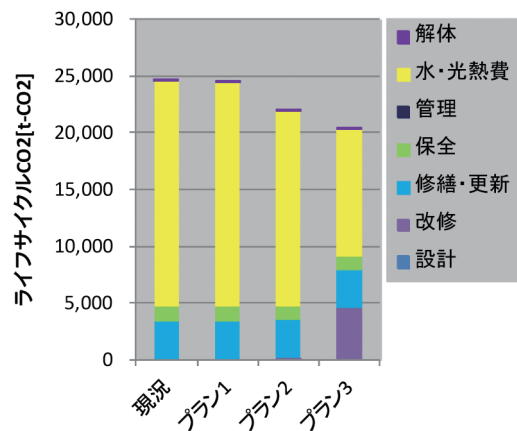


図-20 改修・建替ライフサイクル CO₂ 算定例

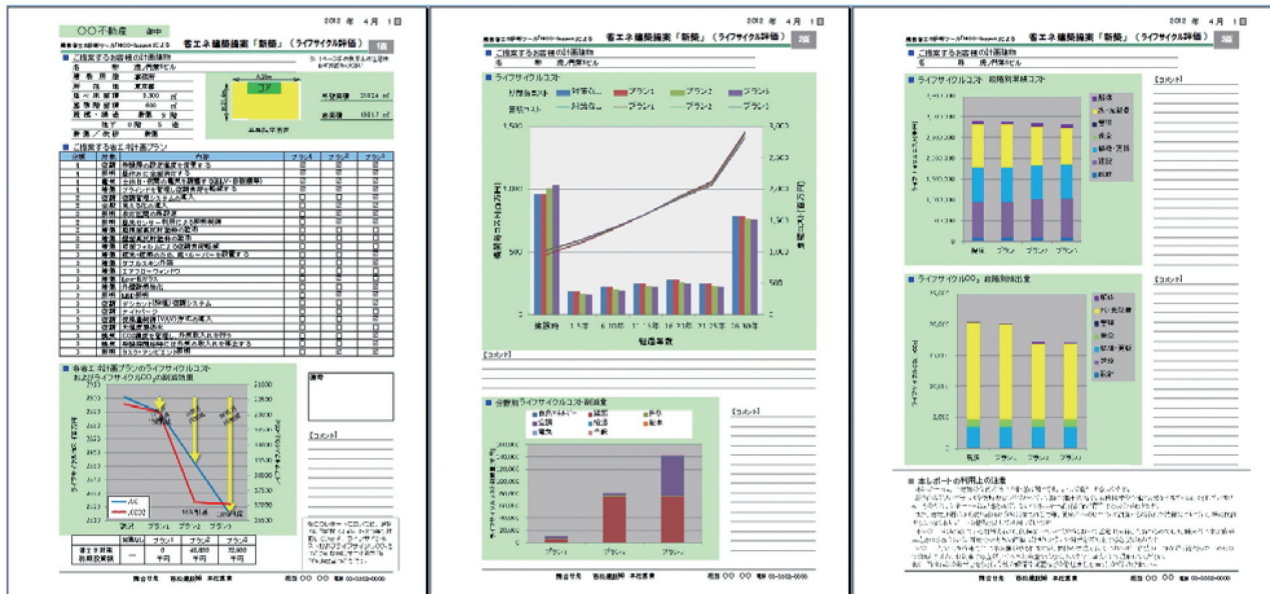


図-21 省エネルギー対策新築プラン提案書