建築設備の建物用途別ライフサイクル環境負荷原単位 LCI DATA ON ELECTRICAL AND MECHANICAL FACILITIES FOR VARIOUS KINDS OF BUILDINGS

伊香賀 俊治*, 外岡 豊**
Toshiharu IKAGA and Yutaka TONOOKA

Environmental burdens through building life cycle are induced by almost all industries such as raw material manufacturers, fabricators, traders and other service industries. Better way to carry out LCA of building practically is to develop LCI data based on the 1990 input-output table and other statistical data. This paper describes LCCO₂, LCCSO_x, LCCNO_x, LCE and LCC data on electrical and mechanical facilities for 12 kinds of buildings such as offices, hotels, hospitals, stores, schools, universities, complex buildings, halls, logistics, factories, dormitories and apartments.

Keywords: Input-Output Table, Life Cycle Assessment, Environmental Burden, Building Facility
産業連関表、ライフサイクルアセスメント、環境負荷、建築設備

1. はじめに

建築物は、多種多様な製品とサービスによって建設・運用される一品生産品であり、設計初期段階に使える実用的な LCA 手法と環境負荷原単位の整備が求められている。そのための有力な手法のひとつとして、産業連関表¹³⁾等の統計データを応用した研究が、岡^{9)~8)}、酒井⁹⁾らにより取り組まれてきた。筆者らも 1990 年度より始まった日本建築学会 建築と地球環境特別研究委員会での活動を契機として、1985 年および 1990 年産業連関表等を利用した環境負荷原単位の整備に取り組んできたところである^{2~4)}。

筆者らは、既報⁹⁾において、建物規模別工事実績統計¹⁷⁾、1990 年産業連関表等の各種統計データを利用して、1995 年中に竣工した事務所ビルの電気・空調・衛生・昇降機設備のライフサイクル各段階における環境負荷原単位 (CO₂、SO_x、NO_x、一次エネルギー) およびコスト原単位の分析結果を報告した。本報では、分析対象を 1994~1996 年の 3 ヶ年中に竣工した 12 用途の建物 (事務所、ホテル、病院、店舗、小中高校、大学、複合ビル、集会施設、流通施設、工場、独身寮、集合住宅) に拡大した結果を報告する。

2. 環境負荷原単位の作成方法

2.1 環境負荷原単位の分析境界

環境負荷原単位の境界条件は、既報と同様に、日本国内及び海外までの波及効果を含み、固定資本形成成分を含むものとした。1990 年の 405 産業部門別直接環境負荷 (CO₂、SO_x、NO_x、エネルギー) データには、本藤・外岡・内山のデータ¹¹⁾を利用し、国産品に置き換えると誤差が大きい 5 品目 (原油、LNG、石炭、アルミ地金、鉄鉱石) の直接環境負荷を積上げ法で計上し、それ以外の輸入品は国産品に置き換えて算出した。また、固定資本マトリックスを利用して、便宜的に製品・サービスの生産に必要な固定資本 (耐用年数 1 年以上かつ購入価格 20 万円以上の建物、生産設備等) 分を含めた。さらに、流通段階産業連関表取引基本表の需要合計欄に記載された各品目毎の各流通産業への投入金額に、当該部門の生産者価格あたりの環境負荷原単位を乗じて集計することにより、流通段階の環境負荷原単位を算出した。使用した購入者価格あたり環境負荷原単位には、既報⁹⁾の表 1 と同様である。

2.2 建築設備の新築時における環境負荷

既報⁹⁾では、工事原価分析情報 (平成 7 年版)¹⁷⁾に記載されている 1995 年中に竣工した事務所ビル (111 件) について分析を行

* 東京大学生産技術研究所 助教授・工博
** 埼玉大学経済学部社会環境設計学科 教授・工博

Assoc. Prof., Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr. Eng.
Prof., Dept. of Social Environment Planning, Faculty of Economics, Saitama University, Dr. Eng.

ったが、本報では、表1に示すように、1994～1996年の3か年中に竣工した12用途の建物に分析対象を拡大した。これらの電気・空調・衛生・昇降機設備の延床面積あたり工事費（1990年価格、消費税別）を表2に示す。

規模別の電気・空調・衛生・昇降機の各設備工事細目金額に基づき、建築工事標準部掛等^{19),20)}を用いて、産業連関表の部門分類に合うように細々目の割合を定め、産業連関表の行部門に割り付けた。さらに、同統計資料に記載されている工期データに基づき着工年を算出し、設備資機材等単価指数表¹⁹⁾を利用して1990年価格に補正した。また、建設部門分析用産業連関表を利用して、27細目の建物用途別・構造別、排出起原別内訳付き環境負荷原単位を算出し、資機材製造および流通段階までの環境負荷を1とした時の、それ以外の環境負荷の割合を求め、工事現場段階における環境負荷を共通費分という工事細目に簡易計上した。

2.3 建築設備の改修・修繕・廃棄処分時の環境負荷

各種設備機器及び資材の更新周期（年）および修繕率（%/年）をライフサイクルコスト分析手法に関する文献^{15),16)}より設定した。また、改修工事・修繕・廃棄処分時に撤去される設備機器・資材・廃材の片道輸送距離を30kmとし、車両積載率（最大積載重量に対する実際の積載重量の比率）を、容積が大きい割に重量が少ないものを0.6、重量が多いものを0.8と設定した。

評価対象期間を100年とし、建替周期を35年、50年、100年等を設定して、新築工事、建替工事、修繕、改修工事、廃棄処分段階別の環境負荷原単位を算出した。なお、廃棄処分については、修繕時、更新時、解体時に発生する廃材重量を基に、搬送分のみを計上し、廃材処理（再生、焼却、埋立等）については検討対象外とした。また、建築設備の運転（エネルギー消費）段階の環境負荷も検討対象外とした。その他、計算条件は既報¹⁾の表2～5と同様である。

表1 分析対象とした建築物の件数と平均延床面積

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
件数(件)	1000㎡未満	88	3	20	23	2	6	63	4	13	8	16	114
	1000㎡以上	150	10	30	32	7	15	95	19	24	52	45	424
	3000㎡以上	60		41	17	4	6	38	3	22	21	8	250
	5000㎡以上	48	1	15	13	4	8	32	7	19	25	11	158
	10000㎡以上	35		2	10	2		27		11	12	1	58
	30000㎡以上	7						11					5
	合計	388	58	133	122	46	56	266	68	129	142	86	1015
平均面積(㎡/件)		4568	3943	3326	5242	4540	4091	5866	3050	7911	5519	2859	4017

表2 延床面積あたり設備工事費（千円/㎡）共通費含む、消費税別、1990年価格

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
電気設備	全規模	42.39	39.00	31.22	19.41	27.00	29.98	34.11	34.77	11.01	19.68	28.09	14.92
	1000㎡未満	30.57	47.18	35.64	35.81	15.36	33.18	26.70	37.54	24.99	43.64	29.10	17.79
	1000㎡以上	31.43	39.67	34.38	24.64	31.85	33.29	27.12	31.20	13.92	19.00	27.39	15.10
	3000㎡以上	34.61		32.65	19.77	39.63	23.71	28.31	39.94	10.72	21.09	23.50	13.95
	5000㎡以上	37.96	22.70	28.80	11.92	26.54	30.94	28.03	27.87	10.41	19.83	31.13	12.86
	10000㎡以上	45.29		21.63	13.55	5.43		32.71		8.94	13.48	29.40	15.70
	30000㎡以上	53.41						38.33					20.28
空調設備	全規模	42.47	36.89	29.79	16.63	23.19	37.20	33.68	32.16	6.49	17.71	16.53	4.96
	1000㎡未満	22.07	41.48	31.76	23.59	7.55	26.40	18.17	46.46	27.11	17.03	10.91	9.97
	1000㎡以上	28.47	29.34	34.99	17.48	19.29	41.23	20.72	32.97	5.83	13.31	16.03	4.99
	3000㎡以上	36.68		32.91	17.92	40.40	36.75	23.52	50.16	5.44	16.91	13.35	4.50
	5000㎡以上	45.23	34.12	27.92	10.43	17.29	34.52	27.67	29.41	5.01	20.08	16.67	3.94
	10000㎡以上	49.18		26.87	10.42	10.23		33.64		6.88	8.92	21.88	4.89
	30000㎡以上	40.26						27.52					2.25
衛生設備	全規模	18.76	33.97	32.52	11.66	17.65	14.84	20.15	21.10	5.42	10.23	26.69	19.73
	1000㎡未満	18.67	37.04	33.71	16.76	2.77	16.39	21.26	19.37	10.77	21.69	33.91	24.70
	1000㎡以上	15.85	43.51	37.69	13.02	21.51	17.57	19.86	20.41	7.90	11.39	26.74	21.40
	3000㎡以上	15.08		31.28	12.87	4.70	11.07	20.91	33.22	4.28	8.19	26.58	19.85
	5000㎡以上	15.63	21.28	29.59	8.07	17.76	15.21	18.08	16.30	5.69	10.64	26.20	18.38
	10000㎡以上	18.96		24.47	6.88	4.98		17.48		4.80	4.80	25.97	18.19
	30000㎡以上	25.05						19.52					7.54
昇降機設備	全規模	9.40	2.62	1.96	4.04	0.64	1.54	2.71	1.07	2.62	1.35	1.13	3.76
	1000㎡未満	9.30	1.24	2.46	2.73		2.14	3.17	0.66	2.92	1.56	0.80	5.50
	1000㎡以上	7.10	1.26	2.11	2.99	0.62	0.85	2.80	0.74	2.43	1.57	0.93	4.85
	3000㎡以上	10.03		1.85	4.05	0.81	0.89	2.71	0.34	1.99	1.58	1.25	3.56
	5000㎡以上	10.19	1.93	1.59	1.64	0.51	0.73	2.82	0.52	1.69	1.02	1.38	2.89
	10000㎡以上	11.20		0.78	5.53	0.41		2.88		1.76	1.62	1.62	3.51
	30000㎡以上	5.86						2.43					4.50

3. 環境負荷原単位の算出結果と考察

3.1 建築設備の新築工事段階までの環境負荷原単位

電気設備の機器・資材製造から新築工事段階までの床面積あたり CO_2 原単位を表3に示す。全規模合計値では、最も小さい流通施設の $28.60\text{kg} - \text{CO}_2/\text{m}^2$ から最も大きい事務所の $116.14\text{kg} - \text{CO}_2/\text{m}^2$

m^2 まで約4倍の違いがある。事務所及び複合ビルの CO_2 排出量は、大規模になるほど大きくなっているが、その他の用途については規模による明確な傾向は読み取れない。工事細目に着目すると、共通費分に次いで、照明器具、盤類、配管材、変電設備が大きな割合を占めていることが全用途に共通している。

表3 電気設備の新築工事段階までの延床面積あたり CO_2 排出量 ($\text{kg} - \text{CO}_2/\text{m}^2$)

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
工事細目	1. 変電設備	15.61	10.00	8.16	7.63	5.65	9.39	9.24	9.66	3.59	7.56	4.12	0.50
	2. 自家発電装置	2.18	3.84	4.45	2.78	0.12	0.71	2.06	1.66	0.27	0.27	0.00	0.09
	3. 蓄電設備	0.67	0.29	0.21	0.21	0.08	0.46	0.29	0.29	0.08	0.21	0.00	0.00
	4. 盤類	15.56	10.52	8.26	5.39	6.71	8.26	11.54	9.44	2.83	5.99	7.99	3.42
	5. 弱電機器	4.29	7.64	7.37	1.83	6.89	3.93	4.96	7.56	0.70	0.85	6.06	3.77
	6. 防火機器	2.77	4.52	2.90	1.63	2.83	2.13	2.60	2.77	1.10	1.28	2.26	1.01
	7. 照明器具	17.39	15.21	11.36	9.02	9.90	11.50	11.74	16.37	3.54	6.60	7.79	4.05
	8. 配線材	6.50	7.89	5.68	4.96	5.51	6.28	6.97	6.45	2.57	5.64	5.91	3.97
	9. 配管材	11.04	9.40	7.31	4.20	5.96	8.63	9.51	7.73	3.71	6.16	8.35	5.41
	10. 配線器具	1.77	1.58	0.86	0.44	0.76	0.89	1.36	0.67	0.22	0.54	1.01	0.89
	11. 雑材	7.09	5.24	4.92	2.54	4.98	5.04	5.58	4.38	2.11	3.57	4.16	2.59
	12. コンクリート類	1.94	2.45	1.86	1.01	1.77	3.12	2.28	2.87	1.01	2.02	2.95	1.35
	13. 塗装	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00
	14. 労務費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15. 運搬費	2.25	1.87	1.48	0.99	1.04	1.43	1.70	1.43	0.55	1.10	1.32	0.71
	16. 現場費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	17. その他	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	18. 共通費分	26.87	24.22	19.51	12.83	14.80	17.48	21.04	21.47	6.26	11.71	15.63	7.94
合計	全規模	116.14	104.67	84.33	55.46	67.07	79.22	90.92	92.79	28.60	53.54	67.56	35.70
	1000 m^2 未満	79.60	113.90	82.59	96.29	46.37	87.58	69.23	91.08	57.08	108.22	67.68	41.54
	1000 m^2 以上	83.31	107.66	93.11	67.63	75.94	89.87	67.83	79.37	35.12	48.62	65.61	35.71
	3000 m^2 以上	90.72		90.06	57.25	97.56	65.20	71.15	111.46	27.52	59.86	51.97	32.95
	5000 m^2 以上	105.62	56.25	81.13	34.57	72.57	77.86	77.82	77.30	27.28	55.28	77.35	30.72
	10000 m^2 以上	132.09		56.44	39.82	12.55		85.66		23.24	35.64	70.77	38.75
	30000 m^2 以上	160.55						112.18					45.87

表4 空調設備の新築工事段階までの延床面積あたり CO_2 排出量 ($\text{kg} - \text{CO}_2/\text{m}^2$)

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
工事細目	1. ボイラ類	0.08	4.53	0.89	0.00	0.16	0.36	0.04	1.46	0.00	0.24	0.00	0.04
	2. 冷凍機	1.47	6.22	3.44	0.73	3.02	4.25	0.74	1.66	0.19	1.24	0.00	0.00
	3. 冷却塔	0.23	1.16	0.50	0.19	0.19	1.01	0.23	0.16	0.04	0.19	0.00	0.00
	4. 空調機類	50.39	25.55	33.31	18.71	20.33	41.24	35.94	28.95	6.92	15.34	18.63	2.47
	5. ボンブ類	0.25	1.14	0.35	0.15	0.30	0.40	0.50	0.40	0.05	0.15	0.05	0.05
	6. ファン類	5.18	4.48	3.52	2.82	3.17	2.86	7.00	6.07	2.20	6.38	4.52	2.36
	7. 製氷類	0.75	2.83	1.33	0.23	1.79	0.87	0.29	0.81	0.06	0.75	0.06	0.06
	8. ダクト類	5.46	3.99	2.52	2.33	3.00	4.66	4.66	5.52	0.67	2.66	1.80	1.14
	9. 配管材	11.17	12.06	9.17	5.33	8.41	12.38	8.27	9.84	2.16	4.21	3.87	1.00
	10. 自動制御	6.57	9.74	6.41	1.32	5.74	8.44	3.40	6.05	0.52	2.60	1.06	0.00
	11. 制気口類	6.52	4.96	3.60	2.48	2.63	4.77	5.35	5.06	1.27	2.34	2.14	1.12
	12. 弁・計器・雑金物類	2.63	4.58	2.39	1.07	1.85	3.55	1.75	2.00	0.20	1.22	0.49	0.29
	13. 雑材	1.71	1.36	1.51	0.91	2.62	1.66	1.51	1.36	0.25	0.91	0.66	0.25
	14. コンクリート類	1.10	2.95	0.68	0.84	0.68	0.51	0.51	0.34	0.17	0.25	0.42	0.17
	15. 保温・塗装	4.14	4.14	2.49	1.66	2.07	3.73	3.31	3.31	0.42	1.66	1.66	0.42
	16. 労務費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	17. 運搬費	2.09	1.92	1.26	0.93	0.93	1.70	1.65	1.15	0.38	1.04	0.99	0.28
	18. 現場費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19. その他	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20. 共通費分	30.17	27.58	22.08	11.95	16.09	26.14	22.62	22.31	4.34	11.53	10.94	2.76
合計	全規模	130.39	119.19	95.43	51.66	72.96	118.53	97.75	96.43	19.83	52.70	47.28	12.39
	1000 m^2 未満	65.65	129.34	93.21	72.57	22.77	77.84	52.04	160.86	74.31	45.35	30.79	27.51
	1000 m^2 以上	86.24	100.28	111.04	51.88	54.64	130.33	57.32	94.56	17.70	38.68	44.18	12.25
	3000 m^2 以上	107.16		108.68	57.42	121.74	115.81	64.40	142.25	15.42	51.26	37.57	10.63
	5000 m^2 以上	136.44	97.39	93.01	35.17	53.02	113.21	81.64	84.13	14.60	60.21	46.71	9.19
	10000 m^2 以上	148.36		80.43	33.45	34.36		97.87		20.37	26.75	70.25	11.51
	30000 m^2 以上	124.51						88.48					6.85

空調設備の機器・資材製造から新築工事段階までの床面積あたり CO₂ 原単位を表 4 に示す。全規模合計値では集合住宅が 12.39kg - CO₂/㎡と最小であるが、これは住戸内のルームエアコンや暖房器具などが一般的に備品であるためと考えられる。最も大きいのは事務所の 130.39kg - CO₂/㎡であり、CO₂ 原単位に約 10 倍の差がある。工事細目に着目すると空調機類の比率が最も大きい、これは空調機だけでなく、ルームエアコン、パッケージエアコン、ファンコイルユニット、可変風量装置などがここに分類されていることによる。

衛生設備の機器・資材製造から新築工事段階までの床面積あたり CO₂ 原単位を表 5 に示す。全規模合計値で最も大きいのはホテルの 138.40kg - CO₂/㎡であり、それに次いで、病院・診療所、独身寮、集合住宅が大きくなっている。最も小さいのは流通施設の 19.94kg - CO₂/㎡であり、CO₂ 原単位に約 7 倍の差がある。工事細

目別には、銅管・鉄管類（給水・給湯・排水・消火配管）が共通費分と並んで最も大きい。

昇降機設備の機器・資材製造から新築工事段階までの床面積あたり CO₂ 原単位を表 6 に示す。全規模合計値では、最も小さい小中高校の 0.76kg - CO₂/㎡から最も大きい事務所の 11.34kg - CO₂/㎡まで約 15 倍の違いがあり、規模による明確な傾向も読み取れない。昇降機については階数による影響が大きいものと考えられる。

全 12 建物用途・全規模のデータを対象として、床面積あたりの工事単価（消費税別・1990 年価格）と新築工事段階までの環境負荷原単位の回帰分析を行った結果を表 7 に示す。確実度係数 r^2 値（ピアソンの積率相関係数を 2 乗した値）は、いずれの場合も 0.96 以上であり、建築設備の新築工事段階までの環境負荷原単位は、建物用途・建物規模によらず、各設備工事単価に比例することを示している。

表 5 衛生設備の新築工事段階までの延床面積あたり CO₂ 排出量 (kg-CO₂/㎡)

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
工事細目	1. 水栓類	5.96	9.60	6.76	3.11	3.17	3.06	5.39	4.97	1.06	3.04	5.70	4.40
	2. 製氷機	0.29	6.36	3.18	0.23	0.35	0.41	0.35	1.97	0.06	0.52	1.45	0.12
	3. ボンプ類	3.51	4.50	3.96	1.53	2.92	1.78	3.07	4.06	0.84	1.73	2.77	1.98
	4. ボイラ類	2.88	6.78	5.62	0.77	1.30	1.10	3.98	1.83	0.48	0.92	9.60	7.33
	5. 衛生器具	6.54	8.33	9.82	2.78	5.04	4.44	5.51	5.30	1.11	1.88	5.25	5.12
	6. 消火栓	1.31	2.24	0.63	0.68	1.36	1.31	1.46	1.27	1.02	1.41	0.88	0.83
	7. 特殊消火設備	3.31	7.40	12.75	6.04	0.29	0.93	3.70	3.55	1.02	1.22	0.44	0.78
	8. 銅管・鉄管類	16.44	37.16	30.36	9.93	18.37	17.42	18.59	16.93	5.11	11.01	27.86	22.81
	9. 弁・計器・雑金物類	2.82	6.33	4.43	1.75	2.58	2.29	3.26	3.85	0.68	1.51	5.35	3.60
	10. 雑材	1.16	1.61	1.97	0.71	1.97	1.01	1.21	1.61	0.30	0.71	1.26	1.16
	11. コンクリート類	3.80	5.40	8.43	3.12	4.89	4.22	3.63	6.33	2.11	3.46	6.66	3.88
	12. 保風・塗装	1.24	3.31	2.49	0.42	1.24	1.24	1.24	1.66	0.42	0.83	2.07	1.24
	13. ガス工事	1.92	3.90	4.71	1.67	3.58	3.18	4.53	2.18	0.27	0.58	6.31	6.58
	14. 労務費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	15. 運搬費	0.99	1.70	1.48	0.60	0.93	0.82	0.99	1.48	0.28	0.55	1.81	0.99
	16. 現場費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	17. 引込工事費	2.04	1.77	1.77	1.15	0.45	0.63	2.22	1.28	0.83	0.50	2.74	1.41
	18. その他	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19. 共通費分	16.40	32.02	29.61	10.38	13.71	12.40	17.80	17.53	4.36	8.36	24.13	17.80
合計	全規模	70.90	138.40	127.97	44.85	62.15	56.23	76.92	75.78	19.94	38.20	104.28	80.01
	1000㎡未満	68.29	128.45	116.05	59.89	11.32	59.32	76.54	72.43	31.73	83.16	132.64	92.68
	1000㎡以上	60.46	181.25	140.03	50.01	63.69	62.89	73.29	71.37	30.31	40.76	100.82	85.33
	3000㎡以上	54.97		128.78	52.66	14.67	42.87	81.38	129.17	15.88	31.94	105.16	81.21
	5000㎡以上	58.65	75.23	122.46	30.72	65.65	57.29	70.31	57.72	19.92	40.16	105.20	75.94
	10000㎡以上	68.31		117.79	26.75	20.36		64.65		17.75	18.57	86.61	74.92
	30000㎡以上	94.77						76.01					31.99

表 6 昇降機設備の新築工事段階までの延床面積あたり CO₂ 排出量 (kg-CO₂/㎡)

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
工事細目	1. 機器	8.71	2.37	1.77	3.71	0.59	1.38	2.48	0.95	2.41	1.22	1.03	3.43
	2. 労務費	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3. 共通費分	2.62	0.71	0.53	1.12	0.17	0.39	0.75	0.29	0.67	0.34	0.31	0.98
合計	全規模	11.34	3.08	2.31	4.82	0.76	1.77	3.23	1.23	3.08	1.56	1.33	4.41
	1000㎡未満	10.93	1.44	2.87	3.23	0.00	2.48	3.74	0.77	3.38	1.77	0.92	6.39
	1000㎡以上	8.41	1.49	2.46	3.49	0.71	0.96	3.28	0.87	2.83	1.82	1.08	5.68
	3000㎡以上	12.11		2.21	4.82	0.96	1.01	3.18	0.41	2.32	1.82	1.49	4.16
	5000㎡以上	12.41	2.26	1.90	1.95	0.61	0.86	3.33	0.62	1.97	1.16	1.64	3.40
	10000㎡以上	13.85		0.92	6.77	0.46		3.49		2.07	1.92	1.95	4.21
	30000㎡以上	7.28						2.98					5.48

表 7 建築設備工事費あたりの新築工事段階までの環境負荷原単位の回帰係数 a と確実度係数 r^2

	CO ₂ 原単位 (kg - CO ₂ /千円)		SO _x 原単位 (g - SO ₂ /千円)		NO _x 原単位 (g - NO ₂ /千円)		エネルギー原単位 (MJ/千円)	
	傾き a	r^2 値	傾き a	r^2 値	傾き a	r^2 値	傾き a	r^2 値
電気設備	2.633	0.963	4.630	0.964	7.008	0.970	43.551	0.960
空調設備	3.053	0.986	5.671	0.980	8.381	0.986	50.264	0.986
衛生設備	3.823	0.972	6.258	0.966	10.865	0.970	60.300	0.973
昇降機設備	5.118	1.000	8.139	1.000	14.197	1.000	83.166	1.000
設備合計	3.101	0.979	5.420	0.980	8.519	0.977	50.433	0.980

注 1: 1990 年産業連関表による資本形成分を含み・海外波及分を含む環境負荷原単位

注 2: 直線回帰式 y (kg - CO₂/m²) = 傾き a · x (消費税別 1990 年価格の千円/m²)注 3: 確実度係数 r^2 値 (ピアソンの積率相関係数を 2 乗した値)

3.2 建築設備のライフサイクル環境負荷原単位

建築設備の運転に伴う CO₂ 排出量を除く、新築工事から建替工事、修繕、改修工事、廃棄処分に至るライフサイクル各段階での CO₂ (LCCO₂) 原単位を表 8 に示す。評価対象期間を 100 年とし、その間の年平均値を延床面積あたりで記載している。詳細な内訳を表示しているのは、建替周期を 50 年とした場合であり、50 年目に建築物自体が建替えられる際の建築設備の更新が 1 回分計上されている。建物用途による LCCO₂ 原単位の違いは、表 3~6 に示した建築設備の新築工事段階までの CO₂ 原単位の違いを反映し

ている。

建替周期が 35 年と 100 年の場合については、誌面の制約上、表の最下欄に全建築設備の総合計のみを記載したが、建替周期と設備細目毎の更新周期の微妙なバランスが計算結果に影響しているものの、総合計としては極端な違いは見られない。

同様にして、建築設備のライフサイクル各段階での SO_x 原単位、NO_x 原単位、エネルギー原単位、コスト原単位を、各々、表 9~12 に示す。建物用途・規模による原単位の違いは、ライフサイクル CO₂ の場合と同様の傾向を示している。

表 8 建築設備の延床面積あたり年平均ライフサイクル CO₂ 排出量 (kg-CO₂/年m²) [1990 年産業連関表による資本形成・海外波及含む値]

			事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
建替周期50年・工事種別・段階別・全規模平均値	電気設備	新築工事	1.16	1.05	0.84	0.55	0.67	0.79	0.91	0.93	0.29	0.54	0.68	0.36
		建替工事	1.16	1.05	0.84	0.55	0.67	0.79	0.91	0.93	0.29	0.54	0.68	0.36
		修繕	2.16	1.96	1.58	1.10	1.24	1.45	1.63	1.85	0.49	0.95	1.17	0.57
		改修工事	3.07	2.86	2.29	1.47	1.87	2.10	2.37	2.60	0.72	1.32	1.78	0.95
		廃棄処分	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	合計	7.57	6.94	5.56	3.68	4.46	5.15	5.84	6.33	1.80	3.36	4.32	2.25	
	空調設備	新築工事	1.30	1.19	0.95	0.52	0.73	1.19	0.98	0.96	0.20	0.53	0.47	0.12
		建替工事	1.30	1.19	0.95	0.52	0.73	1.19	0.98	0.96	0.20	0.53	0.47	0.12
		修繕	3.05	2.82	2.17	1.21	1.68	2.76	2.31	2.28	0.44	1.23	1.12	0.29
		改修工事	4.90	4.39	3.65	1.92	2.75	4.50	3.67	3.61	0.76	1.98	1.78	0.45
		廃棄処分	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00
	合計	10.58	9.62	7.74	4.18	5.91	9.66	7.96	7.83	1.60	4.28	3.85	0.98	
	衛生設備	新築工事	0.71	1.38	1.28	0.45	0.62	0.56	0.77	0.76	0.20	0.38	1.04	0.80
		建替工事	0.71	1.38	1.28	0.45	0.62	0.56	0.77	0.76	0.20	0.38	1.04	0.80
		修繕	1.55	3.12	2.82	0.94	1.37	1.25	1.67	1.69	0.44	0.85	2.31	1.73
		改修工事	2.65	5.24	4.66	1.61	2.19	1.99	2.97	2.66	0.69	1.35	4.11	3.26
		廃棄処分	0.03	0.06	0.06	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.01	0.02	0.05	0.04
	合計	5.65	11.18	10.10	3.47	4.83	4.39	6.22	5.91	1.54	2.98	8.55	6.63	
昇降機設備	新築工事	0.11	0.03	0.02	0.05	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	
	建替工事	0.11	0.03	0.02	0.05	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	
	修繕	0.23	0.06	0.05	0.10	0.02	0.04	0.06	0.02	0.06	0.03	0.03	0.09	
	改修工事	0.23	0.06	0.05	0.10	0.02	0.04	0.06	0.02	0.06	0.03	0.03	0.09	
	廃棄処分	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
合計	0.68	0.18	0.14	0.30	0.06	0.12	0.18	0.06	0.18	0.10	0.08	0.26		
建替周期50年・規模合計	1000㎡未満	16.55	28.57	21.95	17.05	5.49	16.34	15.05	25.24	11.89	16.49	17.58	12.86	
	1000㎡以上	17.72	29.64	26.36	12.75	14.16	21.37	15.13	18.73	6.13	9.53	16.02	10.63	
	3000㎡以上	19.81		25.03	12.91	17.74	17.03	16.48	28.34	4.34	10.61	15.34	9.92	
	5000㎡以上	23.62	18.09	22.85	7.71	14.47	18.90	17.63	17.02	4.59	11.57	17.95	9.19	
	10000㎡以上	27.02		19.07	7.92	5.18		19.06		4.59	5.95	18.47	9.85	
	30000㎡以上	28.58						21.02					6.42	
全規模・合計	建替周期 50年	24.48	27.92	23.54	11.63	15.26	19.32	20.20	20.13	5.12	10.72	16.80	10.12	
	建替周期 35年	23.44	27.16	22.99	11.17	14.81	18.64	19.45	19.49	4.87	10.26	16.44	9.91	
	建替周期 100年	24.09	26.82	22.82	11.27	14.80	18.90	19.73	19.60	4.98	10.38	16.31	9.61	

※建築設備の運転 (エネルギー消費) に伴う CO₂ 排出量を除く。また、廃棄処分には片道 30km の搬出に伴う CO₂ 排出量のみを計上。

表9 建築設備の延床面積あたり年平均ライフサイクル SOx 排出量 (g-SO_x/年m²) [1990年産業連関表による資本形成・海外波及含む値]

			事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
建替周期50年・工事種別・段階別・全規模平均値	電気設備	新築工事	2.03	1.82	1.47	0.97	1.20	1.41	1.60	1.59	0.53	0.99	1.19	0.66
		建替工事	2.03	1.82	1.47	0.97	1.20	1.41	1.60	1.59	0.53	0.99	1.19	0.66
		修繕	3.34	3.06	2.46	1.75	1.95	2.26	2.55	2.83	0.79	1.55	1.80	0.91
		改修工事	5.16	4.75	3.81	2.47	3.18	3.58	4.01	4.27	1.29	2.37	3.00	1.66
		廃棄処分	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02
	空調設備	合計	12.60	11.49	9.24	6.18	7.56	8.70	9.79	10.32	3.15	5.93	7.21	3.91
		新築工事	2.42	2.14	1.74	0.97	1.37	2.20	1.83	1.81	0.38	1.00	0.88	0.24
		建替工事	2.42	2.14	1.74	0.97	1.37	2.20	1.83	1.81	0.38	1.00	0.88	0.24
		修繕	6.11	5.54	4.23	2.44	3.37	5.54	4.66	4.63	0.89	2.52	2.28	0.60
		改修工事	9.02	7.87	6.59	3.58	5.13	8.25	6.78	6.68	1.45	3.72	3.29	0.84
	衛生設備	廃棄処分	0.06	0.07	0.04	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.01	0.02	0.02	0.01
		合計	20.03	17.76	14.34	7.98	11.28	18.24	15.14	14.97	3.11	8.26	7.35	1.93
		新築工事	1.14	2.31	2.09	0.72	1.00	0.90	1.26	1.21	0.33	0.63	1.72	1.35
		建替工事	1.14	2.31	2.09	0.72	1.00	0.90	1.26	1.21	0.33	0.63	1.72	1.35
		修繕	2.65	5.62	4.93	1.56	2.38	2.18	2.90	2.94	0.78	1.51	4.08	3.08
	昇降機設備	改修工事	4.46	9.04	8.04	2.71	3.74	3.38	5.08	4.54	1.21	2.37	7.14	5.74
		廃棄処分	0.07	0.13	0.14	0.05	0.08	0.07	0.08	0.09	0.02	0.05	0.12	0.10
		合計	9.46	19.41	17.29	5.76	8.20	7.43	10.58	9.99	2.67	5.19	14.78	11.62
		新築工事	0.18	0.05	0.04	0.08	0.01	0.03	0.05	0.02	0.05	0.03	0.02	0.07
		建替工事	0.18	0.05	0.04	0.08	0.01	0.03	0.05	0.02	0.05	0.03	0.02	0.07
建替周期50年・規模別・模別合計		修繕	0.36	0.10	0.07	0.15	0.02	0.06	0.10	0.04	0.10	0.05	0.04	0.14
		改修工事	0.36	0.10	0.07	0.15	0.02	0.06	0.10	0.04	0.10	0.05	0.04	0.14
		廃棄処分	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		合計	1.08	0.30	0.22	0.46	0.06	0.18	0.30	0.12	0.30	0.16	0.12	0.42
		1000㎡未満	28.77	49.71	37.52	29.53	10.25	29.30	26.42	47.99	22.04	28.45	30.50	22.58
		1000㎡以上	31.15	50.99	46.01	22.20	25.21	38.04	26.35	33.11	10.95	17.19	27.97	18.71
		3000㎡以上	35.13		43.66	22.93	31.76	30.31	29.28	49.63	7.80	19.24	26.97	17.45
		5000㎡以上	41.97	32.90	40.00	13.82	25.51	33.88	31.38	30.25	8.29	21.32	32.13	16.21
		10000㎡以上	47.85		32.99	14.03	9.60		33.76		8.29	10.85	31.70	17.59
		30000㎡以上	50.69						37.36					11.43
全規模・合計		建替周期 50年	43.17	48.96	41.09	20.38	27.10	34.55	35.81	35.40	9.23	19.54	29.46	17.88
		建替周期 35年	41.18	47.41	39.91	19.48	26.14	33.22	34.35	34.08	8.77	18.58	28.65	17.41
		建替周期 100年	42.30	46.83	39.59	19.67	26.15	33.71	34.81	34.25	8.96	18.83	28.45	16.91

※建築設備の運転（エネルギー消費）に伴う SOx 排出量を除く。また、廃棄処分には片道 30km の搬出に伴う SOx 排出量のみを計上。

表10 建築設備の延床面積あたり年平均ライフサイクル NOx 排出量 (g-NO_x/年m²) [1990年産業連関表による資本形成・海外波及含む値]

		事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅	
建替周期50年・工事種別・段階別・全規模平均値	電気設備	新築工事	3.11	2.76	2.23	1.46	1.77	2.12	2.43	2.43	0.78	1.45	1.80	0.97
		建替工事	3.11	2.76	2.23	1.46	1.77	2.12	2.43	2.43	0.78	1.45	1.80	0.97
		修繕	5.35	4.84	3.90	2.73	3.03	3.56	4.03	4.53	1.22	2.36	2.85	1.39
		改修工事	8.02	7.38	5.92	3.81	4.83	5.49	6.19	6.69	1.93	3.52	4.65	2.52
		廃棄処分	0.09	0.09	0.07	0.04	0.06	0.08	0.08	0.09	0.03	0.06	0.07	0.04
	小計	19.68	17.83	14.35	9.50	11.46	13.37	15.16	16.17	4.74	8.84	11.17	5.89	
	空調設備	新築工事	3.56	3.30	2.60	1.41	2.02	3.26	2.67	2.66	0.54	1.46	1.28	0.35
		建替工事	3.56	3.30	2.60	1.41	2.02	3.26	2.67	2.66	0.54	1.46	1.28	0.35
		修繕	8.47	7.96	6.00	3.36	4.71	7.72	6.41	6.38	1.22	3.45	3.12	0.83
		改修工事	13.25	12.13	9.87	5.19	7.58	12.27	9.90	9.82	2.05	5.42	4.78	1.24
		廃棄処分	0.13	0.15	0.09	0.05	0.08	0.12	0.09	0.10	0.02	0.05	0.04	0.01
	小計	28.97	26.84	21.16	11.42	16.41	26.63	21.74	21.62	4.37	11.84	10.50	2.78	
	衛生設備	新築工事	1.99	3.97	3.59	1.25	1.78	1.62	2.19	2.13	0.56	1.09	3.01	2.32
		建替工事	1.99	3.97	3.59	1.25	1.78	1.62	2.19	2.13	0.56	1.09	3.01	2.32
		修繕	4.39	9.01	7.99	2.64	3.95	3.63	4.77	4.80	1.26	2.44	6.69	5.04
		改修工事	7.64	15.33	13.46	4.61	6.46	5.89	8.65	7.69	2.00	3.97	12.17	9.70
		廃棄処分	0.17	0.29	0.31	0.10	0.17	0.16	0.18	0.20	0.05	0.10	0.27	0.22
	小計	16.18	32.57	28.94	9.85	14.14	12.92	17.98	16.95	4.43	8.69	25.15	19.60	
	昇降機設備	新築工事	0.31	0.09	0.06	0.13	0.02	0.05	0.09	0.03	0.09	0.04	0.04	0.12
		建替工事	0.31	0.09	0.06	0.13	0.02	0.05	0.09	0.03	0.09	0.04	0.04	0.12
修繕		0.63	0.17	0.13	0.27	0.04	0.10	0.18	0.07	0.17	0.09	0.07	0.25	
改修工事		0.63	0.17	0.13	0.27	0.04	0.10	0.18	0.07	0.17	0.09	0.07	0.25	
廃棄処分		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
小計	1.89	0.52	0.38	0.80	0.12	0.30	0.54	0.20	0.52	0.26	0.22	0.74		
建替周期50年・規模別・合計	1000㎡未満	45.38	78.75	59.70	46.26	14.64	44.81	41.59	68.48	32.88	45.60	50.26	36.62	
	1000㎡以上	48.36	82.76	72.85	34.71	39.13	58.63	41.76	50.96	17.02	26.37	44.72	30.45	
	3000㎡以上	54.04		68.53	34.79	48.15	46.74	45.82	78.91	11.87	29.09	43.22	28.43	
	5000㎡以上	64.19	50.83	63.79	20.89	39.91	52.33	48.42	46.34	12.52	32.17	50.04	26.34	
	10000㎡以上	73.37		52.65	21.42	14.18		51.63		12.51	16.27	51.45	28.09	
	30000㎡以上	78.02						56.97					17.97	
全規模・合計	建替周期 50年	66.72	77.76	64.83	31.57	42.13	53.22	55.42	54.94	14.06	29.63	47.04	29.01	
	建替周期 35年	63.82	75.69	63.27	30.35	40.87	51.36	53.35	53.11	13.37	28.36	46.00	28.42	
	建替周期100年	65.35	74.26	62.46	30.51	40.61	51.81	53.85	53.12	13.66	28.53	45.42	27.42	

※建築設備の運転（エネルギー消費）に伴う NOx 排出量を除く。また、廃棄処分には片道 30km の搬出に伴う NOx 排出量のみを計上。

表 11 建築設備の延床面積あたり年平均ライフサイクルエネルギー消費量 (MJ/年㎡) [1990 年産業連関表による資本形成・海外波及含む値]

			事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
建替周期 50 年・工事種別・段階別・全規模平均値	電気設備	新築工事	19.26	17.33	13.97	9.18	11.20	13.09	15.03	15.32	4.76	8.89	11.09	5.88
		建替工事	19.26	17.33	13.97	9.18	11.20	13.09	15.03	15.32	4.76	8.89	11.09	5.88
		修繕	35.98	32.68	26.37	18.39	20.83	23.97	27.10	30.74	8.21	15.84	19.19	9.38
		改修工事	51.04	47.62	38.13	24.44	31.38	34.90	39.35	43.31	12.10	22.09	29.50	15.74
		廃棄処分	0.28	0.27	0.21	0.13	0.18	0.27	0.25	0.27	0.09	0.18	0.24	0.12
	空調設備	小計	125.82	115.23	92.65	61.32	74.79	85.32	96.76	104.96	29.92	55.89	71.11	37.00
		新築工事	21.43	19.39	15.69	8.46	12.07	19.63	16.09	15.88	3.30	8.79	7.77	2.03
		建替工事	21.43	19.39	15.69	8.46	12.07	19.63	16.09	15.88	3.30	8.79	7.77	2.03
		修繕	50.41	46.30	35.87	19.94	27.86	45.96	38.21	37.74	7.35	20.58	18.57	4.81
		改修工事	80.85	72.33	60.18	31.62	45.72	74.57	60.58	59.47	12.63	33.10	29.31	7.36
	衛生設備	廃棄処分	0.41	0.48	0.30	0.17	0.25	0.37	0.29	0.30	0.06	0.16	0.14	0.04
		小計	174.53	157.89	127.73	68.65	97.97	160.16	131.26	129.27	26.64	71.42	63.56	16.27
		新築工事	11.25	22.17	20.23	7.08	9.78	8.85	12.21	11.83	3.13	6.03	16.41	12.59
		建替工事	11.25	22.17	20.23	7.08	9.78	8.85	12.21	11.83	3.13	6.03	16.41	12.59
		修繕	24.76	50.33	44.94	14.92	21.80	19.94	26.68	26.69	7.00	13.55	36.60	27.39
	昇降機設備	改修工事	43.08	85.54	76.07	26.27	35.77	32.42	48.22	43.26	11.35	22.32	66.83	52.61
		廃棄処分	0.53	0.93	0.99	0.33	0.55	0.50	0.59	0.64	0.17	0.33	0.85	0.70
		小計	90.87	181.14	162.46	55.68	77.68	70.56	99.91	94.25	24.78	48.26	137.10	105.88
		新築工事	1.84	0.50	0.37	0.78	0.12	0.29	0.52	0.20	0.51	0.26	0.22	0.72
		建替工事	1.84	0.50	0.37	0.78	0.12	0.29	0.52	0.20	0.51	0.26	0.22	0.72
建替周期 50 年・規模別合計	昇降機設備	修繕	3.68	1.00	0.75	1.57	0.25	0.58	1.05	0.40	1.01	0.51	0.43	1.43
		改修工事	3.68	1.00	0.75	1.57	0.25	0.58	1.05	0.40	1.01	0.51	0.43	1.43
		廃棄処分	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
		小計	11.06	3.01	2.24	4.71	0.74	1.74	3.15	1.20	3.05	1.54	1.30	4.31
		1000㎡未満	270.23	466.86	357.64	279.56	89.18	268.26	245.97	418.13	196.75	265.52	282.83	207.85
	昇降機設備	1000㎡以上	291.58	481.92	429.93	208.76	235.24	350.88	247.40	306.57	100.32	156.90	260.22	171.64
		3000㎡以上	325.97		409.29	211.27	294.92	281.08	270.25	457.98	71.38	175.27	250.54	159.88
		5000㎡以上	388.60	297.39	373.92	126.62	237.89	311.57	289.30	279.75	75.72	191.97	294.66	159.89
		10000㎡以上	443.45		308.07	129.87	84.12		313.31		75.46	98.41	303.65	159.00
		30000㎡以上	470.31						346.68					105.27
全規模・合計	昇降機設備	建替周期 50 年	402.28	457.27	385.08	190.36	251.18	317.78	331.08	329.68	84.39	177.11	273.07	163.46
		建替周期 35 年	384.86	444.28	374.93	182.62	243.35	306.68	318.62	318.62	80.33	169.36	266.40	159.71
		建替周期 100 年	395.62	438.52	372.49	184.39	243.37	310.97	323.16	320.17	82.11	171.12	264.76	155.13

※ 建築設備の運転に伴うエネルギー消費量を除く。また、廃棄処分には片道 30km の搬出に伴うエネルギー消費量のみを計上。

表 12 建築設備の延床面積あたり年平均ライフサイクルコスト (千円/年㎡) [消費税別・1990 年価格]

			事務所	ホテル・旅館	病院・診療所	店舗・量販店	小中高校	大学・高専	複合ビル	集会施設	流通施設	工場	独身寮	集合住宅
建替周期 50 年・工事種別・段階別・全規模平均値	電気設備	新築工事	0.42	0.39	0.31	0.19	0.27	0.30	0.34	0.35	0.11	0.20	0.28	0.15
		建替工事	0.42	0.39	0.31	0.19	0.27	0.30	0.34	0.35	0.11	0.20	0.28	0.15
		修繕	0.61	0.55	0.45	0.31	0.37	0.41	0.46	0.53	0.15	0.29	0.33	0.17
		改修工事	0.80	0.76	0.61	0.39	0.51	0.55	0.61	0.70	0.19	0.34	0.47	0.25
		廃棄処分	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	空調設備	小計	2.25	2.09	1.68	1.08	1.42	1.56	1.75	1.93	0.56	1.03	1.36	0.72
		新築工事	0.42	0.37	0.30	0.17	0.23	0.37	0.34	0.32	0.06	0.18	0.17	0.05
		建替工事	0.42	0.37	0.30	0.17	0.23	0.37	0.34	0.32	0.06	0.18	0.17	0.05
		修繕	0.88	0.78	0.60	0.35	0.46	0.80	0.67	0.68	0.13	0.36	0.33	0.10
		改修工事	1.20	1.03	0.88	0.47	0.66	1.09	0.90	0.89	0.19	0.50	0.45	0.12
	衛生設備	廃棄処分	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		小計	2.92	2.56	2.08	1.16	1.58	2.63	2.25	2.21	0.44	1.22	1.10	0.32
		新築工事	0.19	0.34	0.33	0.12	0.18	0.15	0.20	0.21	0.05	0.10	0.27	0.20
		建替工事	0.19	0.34	0.33	0.12	0.18	0.15	0.20	0.21	0.05	0.10	0.27	0.20
		修繕	0.32	0.63	0.57	0.19	0.28	0.26	0.34	0.35	0.09	0.17	0.47	0.34
	昇降機設備	改修工事	0.47	0.90	0.83	0.29	0.38	0.34	0.54	0.48	0.13	0.24	0.75	0.60
		廃棄処分	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
		小計	1.18	2.22	2.07	0.72	1.03	0.91	1.29	1.26	0.32	0.61	1.77	1.35
		新築工事	0.09	0.03	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04
		建替工事	0.09	0.03	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04
建替周期 50 年・規模別合計	昇降機設備	修繕	0.19	0.05	0.04	0.08	0.01	0.03	0.05	0.02	0.05	0.03	0.02	0.08
		改修工事	0.19	0.05	0.04	0.08	0.01	0.03	0.05	0.02	0.05	0.03	0.02	0.08
		廃棄処分	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		小計	0.56	0.16	0.12	0.24	0.04	0.10	0.16	0.06	0.16	0.08	0.06	0.24
		1000㎡未満	4.90	7.72	6.15	4.88	1.55	4.57	4.20	6.78	3.67	4.67	4.40	3.55
	昇降機設備	1000㎡以上	5.06	7.23	6.74	3.52	4.00	5.84	4.19	5.18	1.76	2.66	4.18	2.80
		3000㎡以上	5.85		6.22	3.48	5.23	4.59	4.45	7.48	1.28	2.92	3.88	2.56
		5000㎡以上	6.82	4.82	5.57	2.00	3.85	4.97	4.74	4.61	1.30	3.11	4.67	2.29
		10000㎡以上	7.63		4.53	2.26	1.28		5.20		1.33	1.67	4.92	2.52
		30000㎡以上	7.53						5.44					1.85
全規模・合計	昇降機設備	建替周期 50 年	6.91	7.03	5.95	3.20	4.07	5.20	5.45	5.46	1.48	2.94	4.31	2.63
		建替周期 35 年	6.86	7.10	6.02	3.16	4.13	5.23	5.47	5.52	1.47	2.92	4.41	2.66
		建替周期 100 年	6.57	6.53	5.57	3.00	3.78	4.91	5.11	5.10	1.38	2.73	3.99	2.39

※ 建築設備の運転に伴うエネルギー費を除く。また、廃棄処分には片道 30km の搬出費用のみを計上。

表 13 建築設備工事費あたりのライフサイクル環境負荷原単位の回帰係数 a と確実度係数 r^2

	LCCO ₂ 原単位 (kg - CO ₂ /年・千円)		LCSO _x 原単位 (g - SO ₂ /年・千円)		LCNO _x 原単位 (g - NO ₂ /年・千円)		LCE原単位 (MJ/年・千円)	
	傾き a	r^2 値	傾き a	r^2 値	傾き a	r^2 値	傾き a	r^2 値
電気設備	0.165	0.936	0.275	0.935	0.425	0.942	2.732	0.934
空調設備	0.247	0.936	0.466	0.977	0.678	0.984	4.076	0.983
衛生設備	0.300	0.936	0.513	0.953	0.869	0.956	4.801	0.960
昇降機設備	0.290	0.985	0.461	0.985	0.808	0.985	4.722	0.985
設備合計	0.229	0.971	0.402	0.970	0.629	0.966	3.740	0.972

注 1：1990 年産業連関表による資本形成分を含み・海外波及分を含む環境負荷原単位

注 2：直線回帰式 y (kg - CO₂/年・㎡) = 傾き a ・ x (消費税別 1990 年価格の千円/㎡)

注 3：確実度係数 r^2 値 (ピアソンの積率相関係数を 2 乗した値)

全 12 建物用途・全規模・建替周期 (30 年、50 年、100 年) のデータを対象として、延床面積あたりの設備工事費 (消費税別・1990 年価格) とライフサイクル環境負荷原単位 (ただし、設備運用段階を除く) の回帰分析を行った結果を表 13 に示す。確実度係数 r^2 値 (ピアソンの積率相関係数を 2 乗した値) は、いずれの場合も 0.93 以上であり、建築設備のライフサイクル環境負荷原単位は、建物用途・建物規模・建替周期によらず、各設備工事費に比例することを示している。

4. まとめ

建築物は、多種多様な製品とサービスによって建設・運用される一品生産品であり、設計初期段階に使える実用的な LCA 手法と環境負荷原単位の整備が求められている。本報では、建物規模別工事実績統計、1990 年産業連関表等の各種統計データを利用して、12 種類の建物用途 (事務所、ホテル、病院、店舗、小中高校、大学、複合ビル、集会施設、流通施設、工場、独身寮、集合住宅) について、電気・空調・衛生・昇降機設備の LCCO₂、LCSO_x、LCNO_x、LCC、LCE 原単位の分析結果を示した。今後、建築工事の原単位を整備してゆく予定である。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、(財)電力中央研究所の内山洋司氏、本藤祐樹氏より産業部門別直接環境負荷データの提供をはじめ、さまざまなご協力を頂いた。また、(社)日本建築学会地球環境委員会 LCA 指針策定小委員会(石福 昭主査)、(社)空気調和・衛生工学会地球環境委員会(鎌田元康委員長)、建設大臣官庁官庁営繕部環境負荷の少ない官庁施設の整備手法の検討委員会(松尾 陽委員長、坂本雄三専門委員長)、(財)住宅・建築省エネルギー機構 IEA/Annex31 国内委員会(岡 建雄委員長)、(社)産業環境管理協会 LCA 実務入門編集委員会(稲葉 敦委員長)では、委員の方々より多くの示唆を頂いた。

参考文献

- 1) 伊香賀俊治、外岡 豊：事務所ビルの設備のライフサイクル環境負荷原単位、日本建築学会計画系論文集 No.529、2000.3 (掲載予定)
- 2) 日本建築学会建築と地球環境委員会特別研究委員会：建築が地球環境に与える影響、1992.6
- 3) 日本建築学会地球環境委員会ライフサイクル CO₂ 小委員会：ライフサイクル CO₂ で建物を測る、1996.3
- 4) 日本建築学会地球環境委員会 LCA 指針策定小委員会：建物の LCA 指針 (案)、1998.11
- 5) 日本建築学会地球環境委員会 LCA 指針策定小委員会：建物の LCA 指針 (案)、CD-ROM 付、1999.11
- 6) 竹林芳久、岡 建雄、紺矢哲夫：産業連関表による建築物の評価、その 2 事務所建築の建設による環境への影響、日本建築学会計画系論文報告集 No.431、1992.1
- 7) 鈴木道哉、岡 建雄、岡田圭史、矢野謙植：産業連関表による建築物の評価、その 4 事務所ビルの建設・運用に関わるエネルギー消費量、二酸化炭素排出量、日本建築学会計画系論文報告集 No.476、pp.37~43、1994.9
- 8) 林英明、岡 建雄、小玉祐一郎：1990 年表によるエネルギー消費量と炭素排出量の原単位、産業連関表による建築物の評価 (その 5)、日本建築学会計画系論文報告集 No.511、pp.75~81、1998.9
- 9) 酒井寛二、漆崎 昇、相賀 洋、下山真人：建築物のライフサイクル二酸化炭素排出量とその抑制方策に関する研究、日本建築学会計画系論文報告集 No.484、pp.105~112、1996.6
- 10) 佐藤正章、岡田幸雄：基本設計段階でのライフサイクル評価システムに関する研究、その 1. 概算見積システムと建設分の CO₂ 排出量の評価システムの連携、日本建築学会大会学術講演梗概集 (環境系)、pp.885~886、1996.9
- 11) 本藤祐樹、外岡 豊、内山洋二：産業連関表を用いた我が国の生産活動に伴う環境負荷の実態分析、電力中央研究所報告 Y97017、1998.6
- 12) 伊香賀俊治、外岡 豊、本藤祐樹、内山洋司：建築物の LCA—CO₂ と大気汚染排出評価、第 15 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集、pp.425~430、1999.1
- 13) 総務庁：平成 2 年産業連関表、(財) 全国統計協会連合会、1994.3
- 14) 建設省建設経済局監修：平成 2 年建設部門分析用産業連関表、(財)建設物価調査会、1995.1
- 15) 建設大臣官庁官庁営繕部監修：建築物のライフサイクルコスト、(財) 経済調査会、1993
- 16) (社)建築・設備維持保全推進協会編著：ビルディング LC ビジネス百科、オーム社、1996.6
- 17) 建設工業経営研究会編著：建築工事原価分析情報、大成出版社、1996.4、1997.4、1998.4
- 18) 建設工業経営研究会編著：標準建築費指数及び施工単価月報、大成出版社、1991.1~1996.1
- 19) (財)建設物価調査会積算委員会編：改訂 34 版 建設工事標準歩掛、(財) 建設物価調査会、1997.9
- 20) 建設大臣官庁官庁営繕部監修：[平成 9 年基準]建設省建築工事積算基準の解説、(財)建築コスト管理システム研究所、1998.2
- 21) 建設大臣官庁官庁営繕部監修、グリーン庁舎計画指針及び同解説 平成 11 年、(社) 公共建築協会、1999.4
- 22) 空気調和・衛生工学会地球環境委員会：建築設備と地球環境に関する研究、1999.3
- 23) (社) 産業環境管理協会 LCA 実務入門編集委員会編：LCA 実務入門、丸善、1998.8

(2000 年 1 月 10 日原稿受理、2000 年 2 月 17 日採用決定)