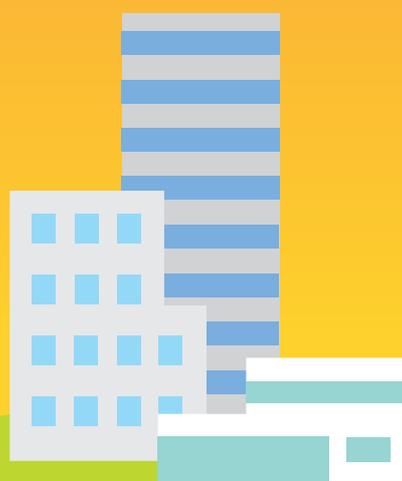


施設における エネルギー環境保全マネジメント ハンドブック

2016

Energy environment
protection management
in building



JFMA

エネルギー環境保全マネジメント研究部会

はじめに

2013 年秋に IPCC 第 5 次評価報告書が発表され、気候変動に人為的な活動が影響しているのは明らかとした。京都議定書に代わる温室効果ガスの削減に向けた新たな国際的取り決めに向けた交渉が進められている。

東日本大震災後、発電の化石燃料への依存が高まり、円安と相まってエネルギーコストが上昇している。一方、電力の自由化が進み、電力料金を低減するため、新電力からの電力を購入する施設も増えている。

このような状況の中、2013 年には省エネ法が改正され、電力ピーク対策が盛り込まれると共に、トップランナー制度に建築材料が加えられた。建築物に関しては省エネ基準が見直され、建築物全体として総合的に評価するように改められた。今後段階的に省エネ基準への適合「義務化」が進められていく。不動産の環境配慮を促すしくみとして国内外で環境認証制度も普及している。

施設の省エネルギーに向けた取り組みも活発に行われている。年間での一次エネルギー消費量が正味(ネット)でゼロとなるネットゼロエネルギービル (nZEB) の実現に向けた取り組みや、省エネルギーのための運用上の改善、施設の改修、外部資金の利用、専門家へのアウトソーシングなどである。

一方、大震災後、温熱環境や光環境の見直しも行われ、それに伴って課題も生じた。

JFMA エネルギー環境保全マネジメント研究部会では、このようなエネルギー環境問題を取り巻く情勢と、施設等における取組み事例、これに伴って発生した課題等に関する調査研究を行い、JFMA フォーラム、公開セミナー、同ジャーナルなどで発表を行ってきた。

本報告書は、これらの活動をまとめたもので、ファシリティマネジャーが机上(デスクトップ)において、エネルギー環境問題に取り組む上で参考となるように作成したものである。本ハンドブックがファシリティマネジメントの一助になれば幸いである。

なお本ハンドブックは 2015 年 12 月 1 日までのデータに基づきまとめたものである。

目次

はじめに

1章 エネルギー環境保全をとりまく状況.....	1
1.1 エネルギー消費とコスト	1
レポート1 エネルギー消費量評価.....	5
1.2 地球温暖化（IPCC 第5次報告書）	6
1.3 法規制	8
1.4 環境認証制度.....	17
レポート2 環境マネジメントの経済性分析.....	21
2章 省エネルギー技術	22
3章 エネルギー環境保全マネジメント取り組み事例	30
3.1 運用改善事例.....	30
3.2 改修事例.....	33
レポート3 黒龍堂ビルの取り組み	35
3.3 新築事例.....	42
3.4 アウトソーシング	45
3.5 エネルギーデータ（ビックデータ）の活用	48
3.6 省エネルギーマネジメントチェックリスト	52
3.7 東日本大震災後の電力不足への対応	56
レポート4 震災後の節電対策の継続状況	62
4章 省エネルギーの課題	64
Appendix 1 JFMA フォーラムでの部会発表アンケート結果	69
Appendix 2 サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量の把握	72
Appendix 3 エネルギー事情と温室効果ガス	75
Appendix 4 事業所系廃棄物処理の動向と課題（2005～2006年度調査）	81
おわりに ～参考になる省エネルギーの事例～	91
あとがき	94

1 章 エネルギー環境保全をとりまく状況

1.1 エネルギー消費とコスト

吉田 淳 (株)ザイマックス不動産総合研究所

1.1.1 日本のエネルギー消費

温暖化をはじめとする地球環境問題の顕在化や、東日本大震災を契機とした電力需給の逼迫などによって、エネルギー問題への関心が高まってきた。

エネルギー問題を企業活動の観点からとらえた場合、低炭素・資源循環型社会の実現といった地球レベルの課題に対する各種法令の遵守（コンプライアンス）や企業の社会的責任（CSR）といった側面と、より身近な問題として、エネルギーコストが企業活動や不動産の収益に及ぼす影響といった経済的な側面が挙げられる。

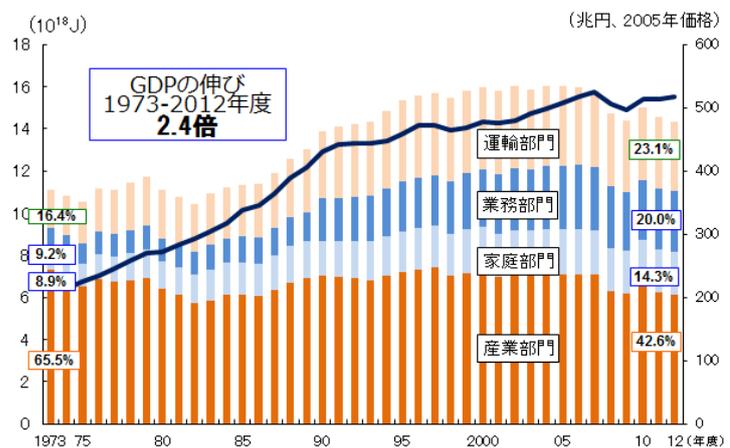
まず前者であるが、これまでの我が国のエネルギー消費量は GDP の伸びに概ね比例する形で拡大してきており（図 1.1.1）、中でもオフィスや商業施設等を含む業務部門は、2012 年時点で 1973 年比 2.8 倍と増大し、国内消費エネルギー全体の 2 割を占める状況となっている。

政府が 2030 年度に温室効果ガス排出量を 2013 年度比で 26%削減する温暖化対策目標を決定したこともあり、産業部門に比して増加が著しい業務部門は、一層の省エネ化が求められることになるであろう。

一方、後者の経済的な側面に目を転じると、ここ最近の円安基調や原子力発電の停止も相まって、

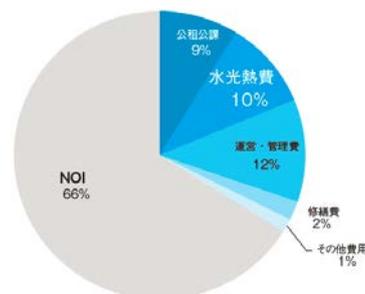
エネルギー生成の原価が上昇している。

不動産におけるエネルギーコストは、例えば上場 REIT のオフィスビルにおいて、概ね賃貸事業収入の 10%程度を占めている（図 1.1.2）。このコストの上昇は、不動産のキャッシュフローに大きな影響を及ぼすと考えられる。



出典 エネルギー白書 2014

図 1.1.1 日本国内におけるエネルギー消費の変遷



出典 ザイマックス不動産総合研究所

図 1.1.2 J-REIT の賃貸事業費用の割合

1.1.2 オフィスビルエネルギー消費量およびコスト

図 1.1.3 は、首都圏オフィスビルにおけるエネルギー消費量・単価・コストの推移を指数化し、12ヶ月移動平均の形でプロットしたものである。

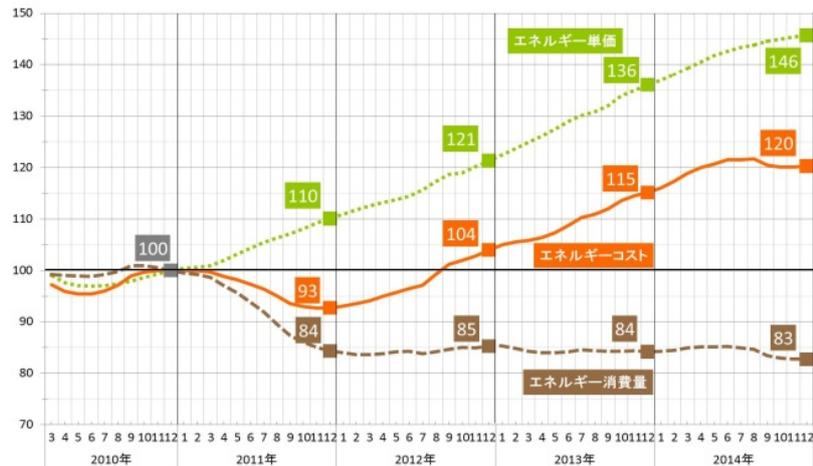
エネルギーコストは、2011年の急激なエネルギー消費量減少により一時的に下落したが、その後のエネルギー単価の上昇によって、2014年12月時点では対2010年比20%上昇となっている。

エネルギー消費量の推移であるが、2011年に発生した東日本大震災を契機に電力需給逼迫などの影響を受けて急激に減少し、その後、積極的な省エネが推進・実施され、その行動が定着し、以降はほぼ同程度の水準で推移している。2014年は138.0MJ/m²・月（年換算1,656MJ/m²・年）であった（図 1.1.4）。

エネルギー単価の動きとしては、月次単位では細かな増減が見られるものの、年平均値は一貫して上昇傾向にある。原油・LNGなど、その大部分を輸入に依存しているため、これら資源価格は為替レートが加味された形でエネルギー供給会社における原燃料費に影響を

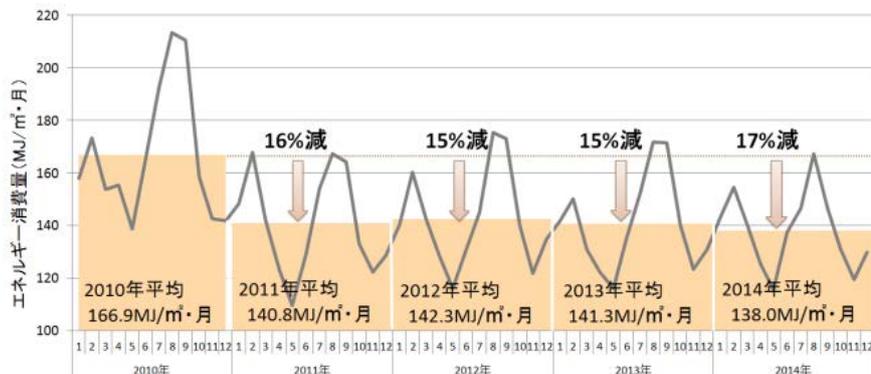
及ぼし、エネルギー単価を左右することとなる。

電気料金やガス料金には、原油・LNGの価格変動に応じて、基準となる平均原燃料価格との乖離額をもとにした原燃料費調整額が、電力やガス会社の請求単価に毎月自動的に反映される仕組みが作られている（図 1.1.5）。



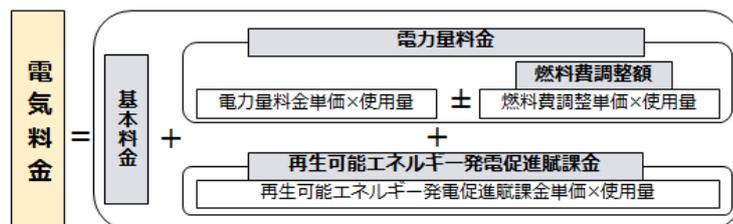
出典 ザイマックス不動産総合研究所

図 1.1.3 エネルギー消費量・単価・コストの過去12ヶ月平均値の推移



出典 ザイマックス不動産総合研究所

図 1.1.4 エネルギー消費量 (MJ/m²・月) の推移



出典 ザイマックス不動産総合研究所

図 1.1.5 電気料金の計算方法

また、再生可能エネルギーを拡大する目的で再生可能エネルギー発電促進賦課金が2012年8月から上乗せされている。賦課金の2015年度の単価は電力1kWhあたり1.58円で2014年度の0.75円から2倍以上に拡大し、今後も当面は上がり続ける見通しである。

1.1.3 用途別のエネルギー消費量

エネルギー消費量は、建物用途により大きく異なってくる。表1.1.1は、(一社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会「建築物エネルギー消費量調査報告書 第37報」による建物用途別エネルギー消費量原単位(調査期間2013年4月～2014年3月)である。当調査は1958年から継続して続けられている貴重な調査である。

これによると、年間の延床面積(m²)当たりのエネルギー消費量は、事務所の1,451MJに対して、デパートやスーパーなどの商業施設は2,263MJ、ホテルは2,570MJなどと大きな値を示している。また、サンプル数は少ないものの、電算・情報施設は6,762MJとなっている。

省エネルギー対策を行う上で、これらのデータをベンチマークとして比較し活用することが有用である。

1.1.4 電力の自由化

規制緩和、競争原理の導入という流れを受けて、電気事業法が改正され、東京電力、関西電力といった既存大手10電力会社以外の、特定規模電気事業者(PPS:Power Producer and Supplier)による小売が認められるようになった。

自由化範囲は2000年3月に使用規模(契約電力)2,000kW以上が対象だったが順次拡大し、

表 1.1.1 建物用途別エネルギー消費量原単位
(調査期間 2013年4月～2014年3月)

建物用途	MJ/m ² ・年	有効資料数
事務所	1,451	356
デパート・スーパー	2,263	23
店舗・飲食店	2,025	35
ホテル	2,570	45
病院	2,860	56
学校	1,456	22
マンション	1,505	7
集会場	1,138	14
教育・研究施設	2,470	19
文化施設	1,196	37
スポーツ施設	3,786	12
福祉施設	1,249	9
電算・情報	6,762	10
分類外施設	1,725	70
その他	2,088	171
全建物	1,919	715

出典 日本ビルエネルギー総合管理技術協会
「建築物エネルギー消費量調査報告書 第37報」

表 1.1.2 新電力供給量ランキング

順位	社名	2014年度通期供給実績		2013年度通期供給実績	
		供給量(MWh)	シェア	順位	供給量(MWh)
1	エネット	11,594,125	41.15%	1	10,634,242
2	F-Power	2,627,121	9.33%	2	2,211,000
3	丸紅	2,439,229	8.66%	3	1,594,911
4	JX日鉱日石エネルギー	1,523,543	5.41%	4	1,351,516
5	日本テクノ	1,302,710	4.62%	5	1,154,263
6	日本ロジテック協同組合	1,070,364	3.80%	9	439,237
7	オリックス	1,021,833	3.63%	8	511,971
8	新日鉄住金エンジニアリング	1,019,616	3.62%	7	870,094
9	サミットエナジー	1,001,131	3.55%	6	953,103
10	ミツウロコグリーンエネルギー	606,714	2.15%	13	348,978
11	昭和シェル石油	480,988	1.71%	11	380,928
12	イーレックス	442,671	1.57%	14	326,040
13	エネサーブ	424,546	1.51%	10	404,736
14	ダイヤモンドパワー	410,012	1.46%	12	380,607
15	伊藤忠エネクス	408,797	1.45%	16	230,669

出典 資源エネルギー庁「電力調査統計」より、ザイマックス不動産総合研究所作成

2016年4月からは家庭・小規模店舗などの低圧需要も含めた完全自由化が予定されている。

約20兆円ある電力市場の中で、契約電力50kW以上の需要家（全体の約62%）における新電力の割合は5.2%（2014年度実績）と小さいものの、年々確実に増加しており、登録事業者は2015年5月時点で658社に及ぶ。ただし、実際に電力供給を行っている事業者は71社となっている。

一般電気事業者は、供給エリア内の需要家から電気の供給を求められた場合、現時点では一定の条件で全ての要請に応えることが義務付けられているが、PPSは自社の供給能力や経済条件で供給先を選択することが可能で、負荷率^{注1)}が低いなど、一定の条件が整った需要家に対して割安な電力を供給することが可能となっている。

主なPPSを表1.1.2に示す。電力事業参入にあたって各社様々な戦略があり、2016年の完全自由化に向けて目が離せない動きとなっている。

1.1.5 地球温暖化対策税

石油・天然ガス・石炭といったすべての化石燃料の利用に対し、環境負荷（CO₂排出量）に応じて広く公平に負担を求めるものとして、2012年10月から「地球温暖化対策のための税」が施行された。化石燃料ごとのCO₂排出原単位を用いて、税負担がCO₂排出量1t当たり289円に等しくな



出典 環境省

図 1.1.6 地球温暖化対策税

るよう、単体量（kL 又は t）当たりの税率が設定されており、急激な負担増を避けるため、3段階に分けて引き上げられ、3段階目の税率は2016年から適用される。

地球温暖化対策税は、図1.1.6のように現行の石油石炭税に上乗せする形で課税され、2016年以降の平年度税収は2,623億円で、税がすべて消費者に転嫁されると、ガソリンや灯油は0.76円/L、都市ガス0.647円/Nm³、電気0.11円/kWhの上昇となり、平均的な世帯の家計負担は年1,200円程度になると見込まれている。

課税を通じたCO₂排出抑制効果、税収を排出抑制の施策に活用することによる削減効果、国民各層に意識や行動変革を促すアナウンスメント効果などが期待されている。

注1) 負荷率：ある期間の最大電力に対する同期間における平均電力の割合。期間の取り方により、日負荷率、年負荷率がある。

レポート1

「エネルギー消費量評価」

原 邦夫 大星ビル管理(株)

ビルのエネルギー消費削減への取り組みは、個別にビルの消費実態を把握・分析し目標を設定、これに向かって諸策を講ずることで関係者の理解も得やすく、成果が期待できる。

今回、当社が管理業務を所管する都内テナント(オフィス)ビル80棟について年間電力消費量を調査し、図R1.1にプロットしたところ、延床面積当たりの年間消費電力量が最大のビルは最小のビルの約4倍になり、各ビルは広範囲に分散している。一方で竣工年代やビル規模に因る顕著な傾向は見られないことが読み取れる。

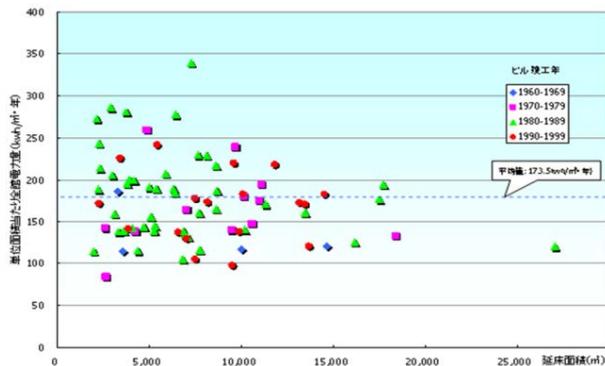


図 R1.1 オフィスビルの単位面積当たり電力消費量

消費量の違いの背景を確認すると、消費量最小値のビルは主テナントが生保営業拠点のオフィスで、朝礼後は社員が営業に出かけ夕刻帰社する、いわば朝夕在席型オフィスであった。最大値のビルは繁華街に立地の、主に飲食物販テナントビルで、飲食店は終夜営業しており、ある意味オフィスビルの呼称は相応しくない、エネルギー多消費テナントビルであった。しかしながら、この最大値のビル以外のビルは全てオフィスビルであり、オフィスと云えども単位面積当たりの電力消費量は大小変化に富んでいる。

先程のビル80棟について、ビル全体に占める

テナントの電力消費割合を調査した。テナントの電力消費量とは、テナント室内で使用する主として照明コンセントなどの消費分で、テナント室内への電源供給系統に設置の積算電力計で計量したものである。ここで、テナント室内空調用エアコンの電力を含む場合と、当該分をオーナーが共益費原価として負担するケースがあり、ビル入居時の契約により決まるが、これを含むか否かで割合は大きく変化する。平均値は56.5%であったが、80%を超えるビルもあれば20%程度のビルもあり、これらの事情を無視してのテナント電力消費の割合の単純比較・考察は不毛であると言える。

オフィスビルの個別事例として、都内に実在する5テナント入居のXビルの事例を表R1.1に示す。テナントD(銀行支店)とE(情報系企業)の入居面積は、ほぼ同等ながら年間消費電力は約4倍にもなっている。

同ビルでの省エネにあたって、お客様であるテナントに節電をお願いすることは、政策的に依頼し難く、共用部のみで20%の削減を計画したが、全館削減率への寄与は7.6%程度に留まった。

共用部での大きな省エネは、共用部照度やエレベータ間引きなど、ビル品質への支障は避けられず、ビルオーナーとしては難しい側面を持つテーマである。

表 R1.1 Xビルのテナントエネルギー消費

テナント	年間電力消費量		入居面積		原単位 kWh/m ² 年	業種
	kWh	%	m ²	%		
A	810,005	60	2,622	47	309	情報機器センター
B	113,136	8	750	14	151	事務所
C	31,503	2	375	7	84	事務所
D	306,910	23	898	16	342	情報
E	79,786	6	896	16	89	銀行支店

新省エネ法では、ピークシフトなど新たな規制が追加された。今後は、オーナー、テナント、管理担当が一体となった新たな課題への挑戦が強く求められるであろう。

注：図表の出所は全て大星ビル管理

1 章 エネルギー環境保全をとりまく状況

1.2 地球温暖化(IPCC 第5次報告書)

大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所

1.2.1 IPCC

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) は、人為起源による気候変化、影響、適応および緩和の方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)により設立された組織である。

IPCCは、以下の三つの作業部会およびタスクフォースにより構成されている。

第1作業部会：

気候システム及び気候変化の自然科学的根拠についての評価

第2作業部会：

気候変化に対する社会経済及び自然システムの脆弱性、気候変化がもたらす好影響・悪影響、並びに気候変化への適応のオプションについての評価

第3作業部会：

温室効果ガスの排出削減など気候変化の緩和のオプションについての評価

温室効果ガス目録に関するタスクフォース：

温室効果ガスの国別排出目録作成手法の策定、普及および改定

1.2.2 IPCC 第5次報告書

2013年に、IPCC第5次評価報告書第1作業部会報告書(自然科学的根拠)が発表された。

本報告書は、2007年の第4次評価報告書以来6年ぶりとなるもので、この間に発表された新たな研究成果に基づく、地球温暖化に関する自然科学的根拠の最新の知見がとりまとめられている。この報告書の抜粋を以下に示す。

(1) 観測事実

- 1880～2012年において、世界平均地上気温は0.85[0.65～1.06]℃上昇しており、最近30年の各10年間の世界平均地上気温は、1850年以降のどの10年間よりも高温である。
- 世界平均地上気温は数十年にわたって明確な温暖化を示しているが、その中には、概ね十年程度の周期での変動や年々の変動もかなり含まれている。過去15年(1998～2012年)の世界平均地上気温の上昇率は1951～2012年の上昇率より小さい。

(2) 温暖化の要因

- 人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主な要因であった可能性が極めて高い。
- 1750年以降の二酸化炭素の大気中濃度の増加は、地球のエネルギー収支の不均衡に最も大きく寄与している。

(3) 将来予測

- 1986～2005年を基準とした、2016～2035年の世界平均地上気温の変化は、0.3～0.7℃の間である可能性が高い(確信度が中程度)。
- 世界平均地上気温の上昇に伴って、ほとんどの陸上で極端な高温の頻度が増加することはほぼ確実である。中緯度の大陸のほとんどと湿潤な熱帯域において、今世紀末までに極端な降水がより強く、頻繁となる可能性が非常に高い。
- 二酸化炭素の累積排出量と世界平均地上気温の上昇量は、ほぼ比例関係にある(新見解)。
- 1986～2005年を基準とした、2081～2100年における世界平均地上気温の変化は、RCP2.6シナリオでは0.3～1.7℃、RCP^{注4)}4.5シナリオでは1.1～2.6℃、RCP6.0シナリオでは1.4～3.1℃、RCP8.5シナリオでは2.6～4.8℃の範囲

に入る可能性が高い。

注 1) IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

注 2) WMO : World Meteorological Organization

注 3) UNEP : United Nations Environment Programme

注 4) RCP (代表的濃度経路) シナリオ :

第 4 次報告書では、複数用意した社会的・経済的な将来像による排出シナリオ SRES (Special Report on Emission Scenarios) に基づき将来の気候を予測していた。

これに対し、第 5 次報告書で用いた RCP (Representative Concentration Pathways) シナリオは、放射強制力^{注 5)}の経路を複数用意し、それぞれの将来の気候を予測するとともに、その放射強制力経路を実現する多様な社会経済シナリオを策定できるので、緩和策の効果やその結果現れる気候変化による影響を反映させることができる。

これにより、例えば「気温上昇を 2°C に抑えるためには」と言った目標主導型の社会経済シナリ

オを複数作成して検討することが可能となる。

RCP シナリオでは、シナリオ相互の放射強制力が明確に離れていることなどを考慮して、2100 年以降も放射強制力の上昇が続く「高位参照シナリオ」(RCP8.5)、2100 年までにピークを迎えその後減少する「低位安定化シナリオ」(RCP2.6)、これらの間に位置して 2100 年以降に安定化する「高位安定化シナリオ」(RCP6.0)と「中位安定化シナリオ」(RCP4.5)の 4 シナリオが選択された。” RCP”に続く数値が大きいほど 2100 年における放射強制力が大きい。

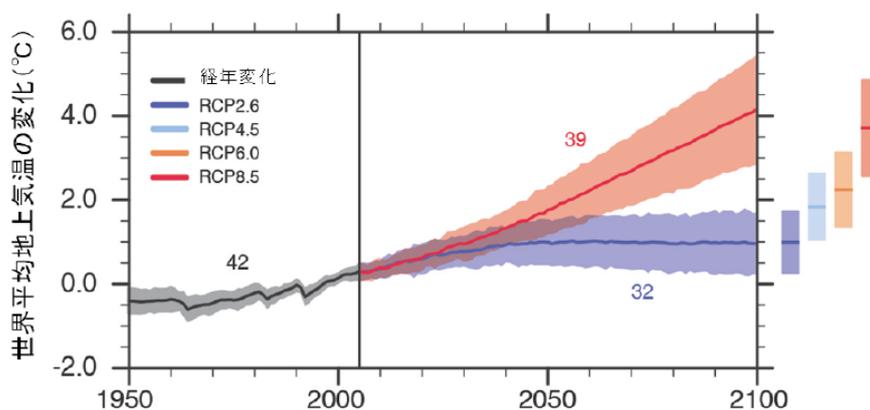
注 5) 放射強制力 :

地球温暖化を引き起こす効果

引用・参考文献

1) 文部科学省、経済産業省、気象庁、環境省 : 「気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 5 次評価報告書 第 1 作業部会報告書 (自然科学的根拠) の公表について」、報道発表資料 (2013 年 9 月 27 日)

<http://www.env.go.jp/press/files/jp/23096.pdf>
アクセス 2015. 7. 2



「全ての RCP シナリオに対して、2081~2100 年の平均が取る可能性が高い範囲を縦カラーバーで、対応する中央値を水平線で示している。

出典 : 文献 1)

図 1.2.1 複数の気候予測モデルに基づく 1950~2100 年の世界平均地上気温の経年変化

1章 エネルギー環境保全をとりまく状況

1.3 法規制

吉田 淳 (株)ザイマックス不動産総合研究所

1.3.1 省エネ法

「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」は、1979年に二度のオイルショックを契機として化石燃料（石炭や石油など）の消費量低減という課題を、経済活動を阻害しない形で実現することを目指して制定された。

その時々々のエネルギー事情を反映して、繰り返し改正が行われている。2013年（平成25年）改正省エネ法では、2011年の東日本大震災以降、電力需給の安定化が重要な課題となったことから、電力ピーク対策という新たな目的が盛り込まれ、法律名も従前の「エネルギーの使用の合理化に関する法律」に「等」が加わった。

主務官庁は経済産業省と国土交通省で、法文上の目的には地球環境問題や温暖化に関する事項は無く、環境省は主務官庁となっていない。

(1) 省エネ法が規制する分野

省エネ法が規制するのは、「工場・事業場」「輸送」「住宅・建築物」「機械器具」の4つの事業分野である。工場・事業場分野では、工場を設置して事業を行なう者、及び事業場（オフィス、小売店、飲食店、病院、ホテル、学校、サービス施設などすべての事業所）を設置して事業を行う者が規制の対象とされている。

輸送分野では、輸送事業者や荷主が、住宅・建築物分野では、住宅・建築物の建築主・所有者・管理者・住宅供給事業者（住宅事業建築主）が、機械器具分野では、エネルギーを消費する機械器具の製造事業者及び輸入事業者が対象になっている。

省エネ法におけるエネルギーは、燃料（燃焼用途に供する原油、ガソリン、重油、天然ガス、石炭など）、熱（燃料を熱源とする冷水、温水、蒸

気など）、電気（燃料を起源とするもの）であり、廃棄物からの回収エネルギーや風力、太陽光などの非化石エネルギーは対象となっていない。

(2) 工場・事業場分野にかかわる措置

2008年改正で、従来の工場・事業場単位のエネルギー管理から、事業者単位の規制体系が変更された。事業者は、全社（本社、工場、支店、営業所など、賃貸や所有を問わない）のエネルギー使用量を合計し、原油換算で年1,500kL以上であれば、そのエネルギー使用量を事業者単位で国へ届出し、特定事業者の指定を受ける。また、フランチャイズチェーン事業等を行っている事業者も、本部とその加盟店との間の約款等の内容が、一定の条件に該当すれば、その本部が連鎖化事業者となり、加盟店を含む事業全体で年1,500kL以上の場合には、特定連鎖化事業者の指定を受けることになる。

年1,500kLとなる目安としては、小売店舗の延床面積で3万m²程度、オフィスの電力使用量で年間600万kWh程度、ホテル客室数300～400室、病院の病床数で500～600床、コンビニ店舗数30～40店舗程度、ファーストフード店舗数25店舗程度、ファミリーレストラン店舗15店舗程度、フィットネスクラブ8店舗程度といわれている。

(3) エネルギー使用量の把握

省エネ法でのエネルギー使用量は、①燃料の使用量 ②他人から供給された熱の量 ③他人から供給された電気の量を合算し、原油換算したものとなる。まず使用したエネルギーの種別ごとに集計し、一次エネルギーの熱量（GJ、ギガジュール）に換算する。

一次エネルギーとは、化石燃料、原子力燃料、水力・太陽光など自然から得られるエネルギーを

いい、これらを使いやすいエネルギーに変換・加工した電気、都市ガスなどを二次エネルギーという。また、一次エネルギーから二次エネルギーに変換される過程をエネルギー転換といい、変換そのものに要するエネルギーや発電および送電に伴うロスが発生する。本来 1,000kWh の電気は 3.6GJ に相当するが、需要家が電気を使用すると、昼間は 9.97GJ、夜間は 9.28GJ 相当の燃料を使っていることに相当するとされ、省エネ法ではこの一次エネルギーの数値を用いる。建物では二次エネルギーが多く使われ、電気は kWh、油は L など、それぞれ異なる計量単位で使用されている。それを一次エネルギーへ換算することにより、建築物の総エネルギー消費量（使用量）を同じ単位で求

めることができるようになる。使用量の集計にあたっての注意点であるが、電気の「夜間買電」は、電力会社から請求される夜間電力の値とは異なり、電気使用量のお知らせに記載されている有効電力量（力率測定用有効電力）が「昼間買電」の値なので、全買電量から有効電力量を差し引いた量が「夜間買電」になる。

都市ガスは、ガス会社や地域によって単位当たりの発熱量がさまざまなので、供給を受けているガス会社に発熱量を確認する。また、請求書記載の量である「Sm³ (standard cubic meter)」を、標準状態（温度 0℃、圧力 101.325kPa）である「Nm³ (normal cubic meter)」へ換算する必要がある。

こうして集めたエネルギー使用の合計量を GJ あたり原油 0.0258kL として原油の量に換算する。

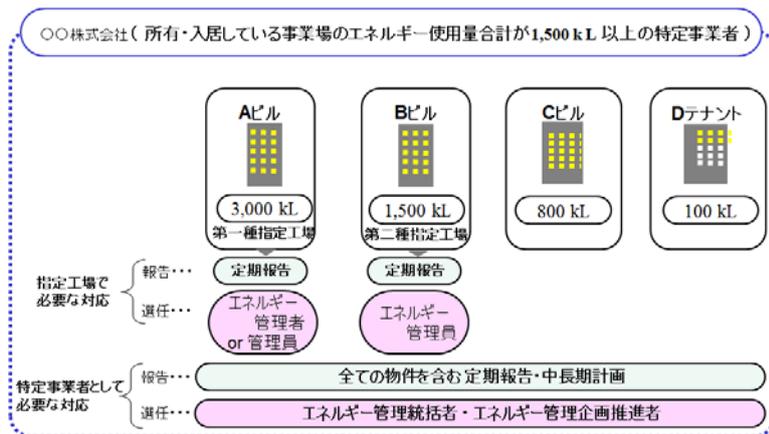
表 1.3.1 エネルギー使用量簡易計算表

エネルギーの種類	使用量			換算係数			
	単位	数値	熱量GJ	数値	単位		
燃料 及び 熱	原油	kℓ	0	38.2	GJ/kℓ		
	原油のうちコンデンサート(NGL)	kℓ	0	35.3	GJ/kℓ		
	揮発油(ガソリン)	kℓ	0	34.6	GJ/kℓ		
	ナフサ	kℓ	0	34.1	GJ/kℓ		
	灯油	kℓ	0	36.7	GJ/kℓ		
	軽油	kℓ	0	38.2	GJ/kℓ		
	A重油	kℓ	0	39.1	GJ/kℓ		
	B・C重油	kℓ	0	41.7	GJ/kℓ		
	石油アスファルト	t	0	41.9	GJ/t		
	石油コークス	t	0	35.6	GJ/t		
	石油ガス	液化石油ガス(LPG)	t	0	50.2	GJ/t	
		石油系炭化水素ガス	千m ³	0	44.9	GJ/千m ³	
	可燃性天然ガス	液化天然ガス(LNG)	t	0	54.5	GJ/t	
		その他可燃性天然ガス	千m ³	0	40.9	GJ/千m ³	
	石炭	原料炭	t	0	28.9	GJ/t	
		一般炭	t	0	26.6	GJ/t	
		無煙炭	t	0	27.2	GJ/t	
	石炭コークス	t	0	30.1	GJ/t		
	コールタール	t	0	37.3	GJ/t		
	コークス炉ガス	千m ³	0	21.1	GJ/千m ³		
	高炉ガス	千m ³	0	3.41	GJ/千m ³		
	転炉ガス	千m ³	0	8.41	GJ/千m ³		
	その他の燃料	都市ガス〇〇	千m ³	0	(B)	GJ/千m ³	
		*	0	(C)	GJ/*		
	**	0		GJ/**			
	産業用蒸気	GJ	0	1.02	(換算係数)		
産業用以外の蒸気	GJ	0	1.36				
温水	GJ	0	1.36				
冷水	GJ	0	1.36				
小計①							
電気	一般電気事業者	昼間買電	千kWh	0	(A)	9.97	GJ/千kWh
		夜間買電	千kWh	0		9.28	GJ/千kWh
	その他	上記以外の買電	千kWh	0		9.76	GJ/千kWh
		自家発電	千kWh	()			GJ/千kWh
小計②		千kWh					
合計 GJ (③=①+②)							
原油換算 kℓ					0.0258	kℓ/GJ	

(4) 特定事業者・特定連鎖化事業者の義務

特定事業者等は、エネルギー管理統括者とエネルギー管理企画推進者を選任し、届け出た上で、管理標準の設定や省エネ措置の実施を通じて判断基準を遵守し、中長期的に見て年平均 1%以上、自ら設定した原単位を低減させる。特定事業者等は、「中長期計画書」及び「定期報告書」を毎年度 7 月末日までに、経済産業局と工場・事業場が行う事業の所管省庁に提出する。また、エネルギー使用量の内訳として、事業場単体で年 1,500kL 以上を使用していると、その使用量に応じて、第一種、第二種エネルギー管理指定工場に指定され、それぞれ選任や報告が求められる。

出典 資源エネルギー庁



出典 ザイマックス不動産総合研究所

図 1.3.1 特定事業者の義務

(5) 判断基準

特定事業者は定期報告書の項目で、判断基準の遵守状況を報告する。国が示す最新の判断基準は、2009年（平成21年）経済産業省告示第66号「工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準」で、この新しい基準の特徴は、従来は工場向けに「燃料の燃焼」や「廃熱の回収利用」など省エネ手法を技術や工程で示していたのに対し、業務部門のビル向けに「空調設備」や「照明設備」などの設備単位で、より分かりやすい基準として示されたことである。

判断基準は、事業者全体として取り組むべき事項として、（ア）設置している工場等について、全体として効率的かつ効果的なエネルギーの使用の合理化を図るための管理体制を整備（イ）アで整備された管理体制には責任者を配置（ウ）設置している工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する取組方針を定め、取組方針にはエネルギーの使用の合理化に関する目標、設備の新設及び更新に対する方針を含む（エ）設置している工場等における取組方針の遵守状況を確認するとともに、その評価を行い、その評価結果が不十分である場合には改善を行う（オ）取

組方針及び遵守状況の評価手法は、定期的に精査を行い必要に応じ変更する（カ）設置している工場等に係る名称、所在地及びエネルギー使用量を記載した書面を作成、更新、保管することにより状況を把握する、という6項目を規定している。

事業者は、これに従って管理標準（自らが事業所ごとに定める省エネのためのマニュアル）を作成し、省エネを推進する。

(6) 電気需要平準化評価原単位

電力ピーク対策を目的とした「電気の需要の平準化の推進」が2013年省エネ法に盛り込まれたことにより、エネルギー消費量の削減を目的とした評価指標である「エネルギー消費原単位」に加え、「電気需要平準化評価原単位（以下、平準化原単位）」という指標が新たに策定され、今後は両方の指標を管理し、どちらか一方を年平均1%以上低減していくことが目標となった。平準化原単位は、エネルギー使用量のうち、平準化時間帯（夏期7月1日から9月30日、冬期12月1日から3月31日の土日祝を含む8時から22時）の電気使用量を1.3倍して算出する。これにより、平準化時間帯の使用量変動が、エネルギー消費原単

表 1.3.2 消費原単位と平準化評価原単位

<p style="text-align: center;">エネルギー消費原単位 = (A - B) / C</p> <p>A = エネルギー使用量（燃料の使用量、他人から供給された熱の使用量、他人から供給された電気の使用量） B = 外販したエネルギー量 C = エネルギーの使用量と密接な関係を持つ値 （例：生産数量、売上高、建物床面積、入場者数、外来者数、ベッド数×稼働率 等） ※「A」、「B」は原油換算値kLとして計算。</p>
<p style="text-align: center;">電気需要平準化評価原単位 = [A + a × (評価係数 a - 1) - B] / C</p> <p>A = エネルギー使用量（燃料の使用量、他人から供給された熱の使用量、他人から供給された電気の使用量） a = 電気需要平準化時間帯の買電量 評価係数 a = 1.3 B = 外販したエネルギー量 C = エネルギーの使用量と密接な関係を持つ値 （例：生産数量、売上高、建物床面積、入場者数、外来者数、ベッド数×稼働率 等） ※「A」、「a」、「B」は原油換算値kLとして計算。</p>

出典 資源エネルギー庁

位よりも大きく評価されるため、平準化時間帯の電気使用量削減を促す狙いとなっている。

また、この変更に合わせて定期報告書の書式も変更されており、電気の需要平準化のために実施した取り組みや、平準化原単位を1%以上低減できなかった理由などを記入する箇所が設けられた。また、どちらか一方の原単位が改善していたとしても、改善できなかった原単位について、その理由を記載することが必要となる。

(7)住宅・建築物分野にかかわる措置

建築物の省エネを図るには、新築や改築・大規模改修時など、新たに建物や設備をつくる際に省エネ性能を高めることが必須である。建物ユーザーの省エネ意識が高く、エネルギー使用量の削減に努めたくとも、そもそもの建物本体の省エネレベルが低ければ省エネは実現しない。法は建築物に対しても省エネルギーのための判断基準(通称「省エネ基準」)を示し、一定規模以上の建築物の新築・増改築時の届出と報告を義務化している。

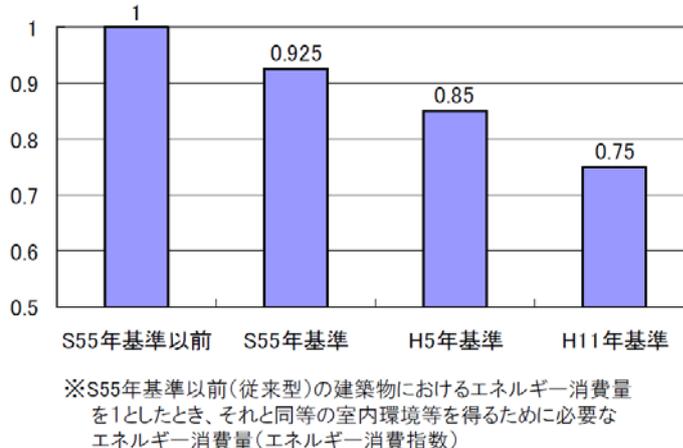
2003年には新築・増改築時の特定建築物(2000m²以上の非住宅)の建築主に対し、省エネルギー措置(外壁や窓などを通じての熱の損失防止、及び設備にかかわるエネルギーの効率的利用のための措置)の届出を義務付け、2006年改正では大規模修繕時を追加したうえで、2000m²以上の住宅も対象に加わった。2010年には、第二種特定建築物として300m²以上2,000m²未満の住宅の新築・増改築時にも届出が義務化された。

2013年には、告示「エネルギーの使用の合理



出典 国土交通省

図 1.3.2 一次エネルギー消費量基準の導入



出典 国土交通省

図 1.3.3 省エネ基準の順次強化

化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準」によって、一次エネルギー消費量を指標とする新しい基準が示された。従前は、外皮の断熱性及び個別設備の性能を別々に評価する基準となっており、建物全体で省エネ効果の高い取組を適切に評価できないことや、基準が「事務所」、「ホテル」など建物用途ごとに設定されているため、複合建築物の省エネ性能を適切に評価できないなどの課題があった。

新たな基準は、一次エネルギー消費量を指標とし、断熱性能、設備性能を総合的に評価できる基準で、室用途や床面積に応じて省エネルギー性能を評価できる計算方法となっている。なお、非住宅の外皮基準がPALからPAL*(パルスター)に見直しされている。これは、現状のPALの考え方

を踏襲しつつ計算条件を統一し、一次エネルギー消費量基準と整合がとれた外皮基準としたものである。

省エネ基準は 1980 年基準（旧基準・昭和 55 年基準）以来、1993 年基準（新基準・平成 5 年基準）、1999 年基準（次世代基準・平成 11 年基準）と順次強化され、今回の 2013 年基準は、改正省エネ基準または一次エネルギー消費量基準と呼ばれている。

(8) トップランナー

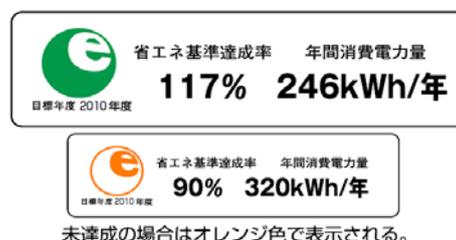
省エネ法の「機械器具」分野の施策として「トップランナー制度」がある。省エネ法では制定当初より機器のエネルギー消費効率に基準を設け、その達成を促している。当初の規定では、電気冷蔵庫、エアコン、乗用自動車の 3 品目で、基準値は目標年度に技術的改善により達成可能と判断される値とし、製造事業者の自主努力を促すものであった。

1999 年の改正で、基準設定時に商品化されている製品のうち「最も省エネ性能が優れている機器（トップランナー）」の性能以上に設定するトップランナー制度が導入され、初年度の対象機器は自動車やエアコンなど 11 品目であったが、2002 年には 7 品目、2006 年には 3 品目、2009 年に 2 品目と増加している。また、2013 年改正では、自らはエネルギーを消費しないが住宅・ビルの省エネに寄与する建築材料（外壁等に使用される断熱材、窓に使用されるガラス及びサッシ）が対象に追加され、合計 31 品目になっている。

達成の評価方法として、出荷台数による加重平均として基準値を超えれば良いとする方式がとられ、基準に達しないとペナルティーとして社名等を公表、罰金を科される。

事業者の努力により、トップランナー基準を達成した機器の普及促進には、消費者への情報提供が重要であり、2000 年に省エネルギーラベリング制度が、JIS 規格として制定された。当初はエアコン、テレビ、冷蔵庫など 5 品目であったが、

2013 年に交流電動機、電気温水機器、電球型 LED ランプの 3 品目が追加され 21 品目が対象になっている。JIS に基づく任意の制度ではあるが、カタログや本体の表示に、活用されている。



未達成の場合はオレンジ色で表示される。

出典 資源エネルギー庁

図 1.3.4 省エネルギーラベルの表示例

1.3.2 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律

「日本再興戦略（2013 年）」において、2020 年までに新築建物について、段階的に省エネ基準適合を義務化することが閣議決定され、それを受けて 2015 年「建築物省エネ法」が成立した。従来から、省エネ法により省エネ措置の届出は義務化され、適合率も向上していたが、これ以上の適合率向上は望めないとして、強化される。

2017 年 4 月より適合義務が生ずる特定建築物は、2,000m²以上の非住宅建築物で、新築・増築・改築等をする場合、工事着手前に「建築物エネルギー消費性能確保計画」を提出し、所管行政庁（または、登録判定機関）の建築物エネルギー消費性能適合性判定を受ける。適合判定通知書の写しを、建築確認申請の手続きにおいて提出することで、実効性を確保している。また、省エネ性能向上のための設備について通常の建築物の床面積を超える部分を不算入とする容積率の特例や、エネルギー消費性能の表示などの誘導措置が盛り込まれている。

特定建築物を除く 300m²以上の建築物は、届出が義務で、従来の省エネ法では著しく不十分な場合に勧告できるとしていたが、新法では適合しない場合に指示や命令ができるようになった。また建築

物のエネルギー消費性能に係る認定や、販売・賃貸事業者の表示の努力義務も設けられている。

1.3.3 都市の低炭素化の促進に関する法律

社会経済活動に伴って発生するCO₂の相当部分が都市で発生していることから、低炭素・循環型社会を構築し都市の低炭素化を促進することを目的とした「都市の低炭素化の促進に関する法律（エコまち法）」が2012年に施行された。

エコまち法では、「低炭素街づくり計画の策定」や「低炭素建築物の認定」について定められ、「市街化区域等における民間投資の促進を通じて、都市・交通の低炭素化・エネルギー利用の合理化などの成功事例を蓄積し、その普及を図るとともに、住宅市場・地域経済の活性化を図ることが重要」とされている。

低炭素建築物は、所管行政庁（都道府県、市又は区）が認定を行ったCO₂排出抑制に資する建築物をいう。認定の必須項目（定量的評価項目）は、外皮の熱性能が省エネ法レベルの断熱性を有し、一次エネルギー消費量が省エネ基準に対して10%以上削減できることである。

必須項目に加え、選択的項目のうち2項目が講じられるか、標準的な建築物と比べ低炭素化に資する建築物（CASBEE評価Aランク以上など）として所管行政庁が認めると、低炭素建築物の認定を受けることができる。

選択項目には、①HEMSまたはBEMSの設置 ②再生可能エネルギーと連携した蓄電池の設置 ③節水に資する機器の設置 ④雨水、井戸水又は雑排水利用のための設備の設置 ⑤住宅の劣化の軽減に資する措置 ⑥木造住宅または木造建築物である ⑦高炉セメント又はフライアッシュセメントの使用 ⑧一定のヒートアイランド

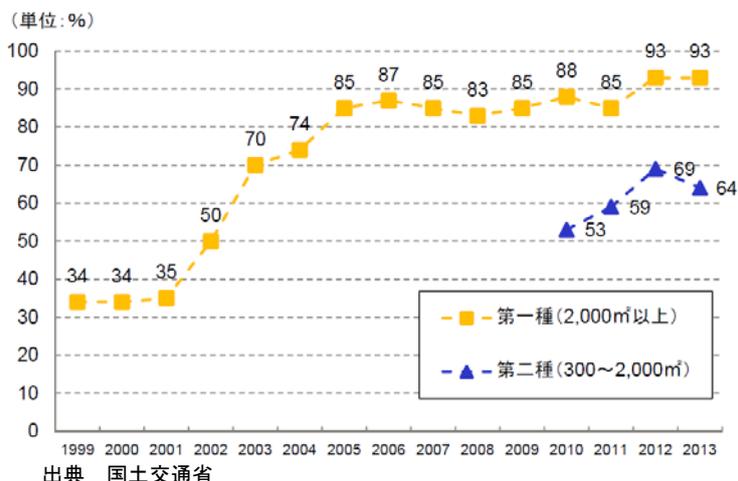


図 1.3.5 省エネ判断基準適合率の推移

対策の実施、の8つの措置がある。

また、認定によるメリットとしては、認定基準に適合させるため蓄電池や蓄熱槽などの設置により通常の建築物の床面積を超える場合に、延床面積の1/20を限度とした容積率への不算入がある。所得税や登録免許税について一定の緩和措置が受けられる。

1.3.4 温対法

1998年に温室効果ガスの排出量を削減するための「地球温暖化対策推進法（温対法）」が施行され、国、地方自治体、企業などの責任と取組が定められた。2002年に日本は京都議定書を批准し、同年改正された温対法は、わが国の地球温暖化対策の基本法律となっている。所管は環境省である。

2006年に、温室効果ガスを多量に排出する者（特定排出者）が、自らの温室効果ガスの排出量を算定し国に報告することを義務付ける、算定・報告・公表制度が開始された。国は報告された情報を集計し公表する。

対象となる温室効果ガスと事業者であるが、エネルギー起源CO₂については、全社（すべての事業所）のエネルギー使用量合計が、年1,500kL以上となる事業者（特定事業所排出者）、省エネ法で特定荷主及び特定輸送事業者指定されて

いる事業者（特定輸送排出者）、上記以外の温室効果ガスで、温室効果ガスの種類ごとに全社での排出量合計がCO₂換算で3,000t以上の事業者（特定事業所排出者）が該当する。

報告は、エネルギー起源CO₂であれば省エネ法の定期報告書によって、それ以外の温室効果ガスは、温対法の温室効果ガス算定排出量等の報告書によって行う。報告の期限は、特定事業所排出者については毎年7月末日、特定輸送排出者は毎年6月末日である。また、算定対象期間は、代替フロン等3ガス（HFC、PFC、SF6）以外の温室効果ガスは年度ごと、代替フロン等3ガスは暦年ごとになっている。

1.3.5 グリーン購入法と環境配慮契約法

2000年に「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）」、2007年に「国等における温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進に関する法律（環境配慮契約法）」が、制定された。

グリーン購入法は、表1.3.3のとおり、国などの公的機関が率先して一定の環境性能を満足した商品・サービスの調達を推進するもので、グリーン購入とは「購入の必要性を十分に考慮し、品質や価格だけでなく環境のことを考え、環境負荷ができるだけ小さい製品やサービスを、環境負荷の低減に努める事業者から優先して購入すること」とされている。

表1.3.3 グリーン購入法と環境配慮契約法の対比

項目	グリーン購入法	環境配慮契約法
性格	物品・サービスの環境性能を規律 一般競争入札の範囲内で環境配慮	契約の方法などの仕組みを規律 契約類型ごとに、総合評価落札方式、プロポーザル方式など推奨する契約方式を規定
趣旨	一定の環境性能を満足した物品・サービスの調達を推進	国等が契約を結ぶ場合に、価格等を含め総合的にみて、最善の環境性能を有する物品・サービスを選択
内容など	環境物品等の判断の基準を閣議決定 基本方針に従い、環境に配慮 各府省庁・独法等が調達結果を公表	環境配慮契約の方法等を閣議決定 基本方針に従い、環境に配慮 各府省庁・独法等が契約実績を公表

出典 環境省

国及び独立行政法人等が重点的に調達を推進すべき環境物品である特定調達品目は、2001年度に14分野101品目でスタートしたが、2015年度には21分野270品目まで拡大している。

一方、環境配慮契約法は、国等（地方公共団体は努力義務）が契約を結ぶ場合に、価格等を含め総合的に見て、最善の環境性能を有する物品・サービスを供給するものを選択するというもので、グリーン契約（環境配慮契約）の対象契約は、①電力の購入 ②自動車の購入及び賃貸借 ③船舶の調達 ④ESCO事業 ⑤建築設計 ⑥産業廃棄物処理の6つの契約類型となっている。

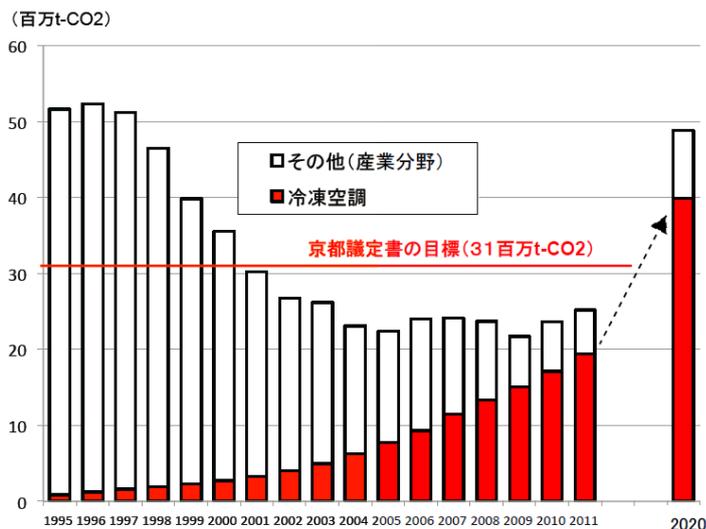
グリーン購入とグリーン契約は、調達者自身の環境負荷を下げるだけでなく、供給側の企業に環境負荷の少ない製品やサービスの提供を促すことで、経済・社会全体を、環境負荷の少ない持続的発展が可能なものに変えていく可能性を持っている。

1.3.6 フロン排出抑制法

フロン回収・破壊法が改正され、「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（略称「フロン排出抑制法）」が2015年4月に施行された。

空調機器や冷凍冷蔵機器の冷媒として使われてきたフロンガス（CFC、HCFC）は、オゾン層破壊の原因といわれ、1987年のモントリオール議定書の採択によって国際的に生産・使用が規制され、代替フロン（HFC）を使用する機器へと転換されてきた。一方で代替フロンは、オゾン層は破壊しないものの、地球温暖化係数（CO₂=1とした場合の温暖化への影響）が、HFC-134aで1,430、HFC-410aでは2,090と温暖化への影響が極めて大きく、1997年の京都議定書で国際的な削減対象となっている。

従前は、機器の廃棄の際に回収し



出典 経済産業省

図 1.3.6 代替フロン等の排出量推移

ていたが回収率は低迷し、また機器の使用時に大量の漏えいをしていることが判明し(冷ケースで年間 13~17%が漏えい)、これらフロン類(CFC、HCFC、HFC)の大気中への排出抑制が今回の改正で強化され、製造から廃棄までのフロン類のライフサイクル全体での管理を行うこととなった。

所有者(管理者)が守るべき事項として、①機器の適切な場所への設置、適正な使用環境の維持・保全 ②整備の記録と保管 ③簡易点検の実施(外観目視による点検、全ての機器に対し3ヶ月に1回以上) ④定期点検の実施(十分な知見を有する者=資格者による点検) ⑤フロン類の漏えい時の適切な処置(機器の修理をせずに充填することは原則禁止) ⑥算定漏えい量の報告、などの事項が定められている。

義務を負うのが、④は一定の出力以上の機器の場合、⑥が漏えい量の合計が年間 1,000t-CO₂以上であるが、それ以外の項目は、業務用エアコンが1台でもあれば該当するので、ほとんど全ての事業者は、法対応が必要になる。

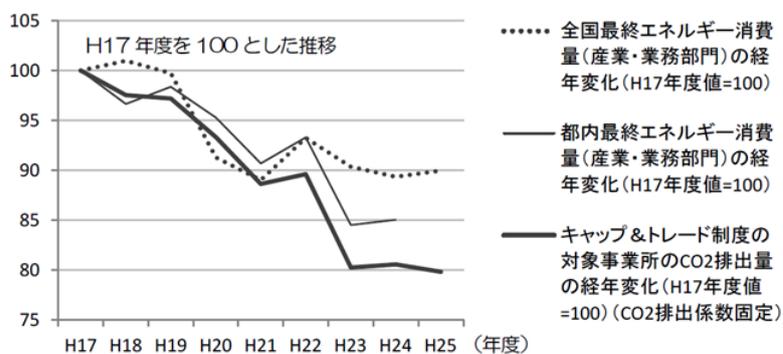
なお、報告が必要な算定漏え

い量 1,000t-CO₂の目安として、商業ビル(床面積 10,000m²程度のビル)であれば 28 棟以上、食品スーパー(同 1,500m²程度の店舗)で 8 店舗以上、総合スーパーなどの大型小売店舗(同 10,000m²) 6 店舗以上、コンビニ(同 200m²)は 80 店舗以上であれば該当するとされている。

1.3.7 東京都 総量削減義務と排出量取引制度

東京都の「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例(環境確保条例)」による、オフィスビルも対象とする世界初の都市型のキャップ・アンド・トレード制度である。東京都は 2002 年から、大規模事業所を対象とし温室効果ガスの排出量の算定・報告、目標設定を求める「地球温暖化対策計画書制度」を実施するなど、都内の CO₂ 排出総量の削減に向けた施策を実施してきたが、2010 年から削減義務を課した本制度をスタートさせた。

前年度の燃料、熱及び電気の使用量が原油換算値で年 1,500kL 以上の事業所が「指定地球温暖化対策事業所」に指定され、3 年連続して原油換算値 1,500kL を超過した場合に、「特定地球温暖



出典 東京都

図 1.3.7 全国(産業・業務)と制度対象事業所の削減の比較

化対策事業所」の指定を受け、温室効果ガス排出総量の削減義務が発生する。基準排出量（2002年から2007年度のうち、連続する3ヶ年度の平均値で算定されたもの）に対する削減率は、2010年から2014年度の第1計画期間は8%（地域冷暖房を利用している事業所は6%）、2015から19年度の第2計画期間は17%（同15%）となっている。

また、高効率の省エネ対策が実施されていると認定された「優良特定地球温暖化対策事業所」に認定された場合、トップレベル事業所は削減義務率が1/2に、準トップレベル事業所は3/4に減じられる優遇処置が受けられる。

都によると図のように、第1計画期間は順調に削減が進んでいるが、自らの削減策だけでは目標が達成できない事業所は、排出量取引での削減量の調達により、経済合理的に対策を推進することが出来る仕組みとなっているのが、本制度の特徴である。排出量取引の方法として、超過削減量(他

の削減義務対象事業所が義務量を超えて削減した量)、都内中小クレジット（都内中小規模事業所の省エネ対策による削減量）、再エネクレジット（再生可能エネルギーの環境価値。なお、太陽光、太陽熱、風力、地熱、小規模水力などは、削減量を1.5倍に換算可能）、都外クレジット（都外大規模事業所の省エネ対策による削減量）、埼玉連携クレジット（埼玉県の超過削減量及び県内中小クレジット）が、用意されている。

1.3.8 東京都地球温暖化対策報告書制度

東京都の環境確保条例による、中小規模事業所の地球温暖化の対策を推進する制度で、2010年度にスタートした。同一事業者が、都内に設置している中小規模事業所（前年度の原油換算エネルギー使用量が30kL以上1,500kL未満事業所。1,500kL以上の大規模事業所は除く）の使用量の合計が、年間3,000kL以上になると、この事業者

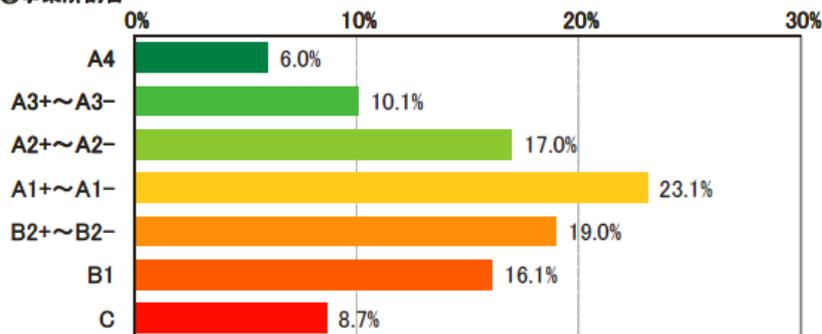
は、事業所等の地球温暖化対策報告書を取りまとめ、都へ提出する義務と公表する義務が課せられる。

東京都では、報告書のデータを元にしたCO₂排出原単位の平均値を算出し、排出レベルを自己評価する指標として「低炭素ベンチマーク」を公表している。

①自己評価指標(ベンチマーク)

レンジ	平均値に対する比率	CO ₂ 排出原単位(kg-CO ₂ /㎡)の範囲	事業所数	事業所数の割合	平均延床面積(㎡)	
A4	0.55以下	32.9 以下	46	6.0%	5530	
A3+	0.55超-0.60以下	32.9 超 35.9 以下	19	10.1%	4823	
A3	0.60超-0.65以下	35.9 超 38.9 以下	28		5718	
A3-	0.65超-0.70以下	38.9 超 41.8 以下	30		5657	
A2+	0.70超-0.75以下	41.8 超 44.8 以下	36	17.0%	5117	
A2	0.75超-0.80以下	44.8 超 47.8 以下	50		6048	
A2-	0.80超-0.85以下	47.8 超 50.8 以下	44		5242	
A1+	0.85超-0.90以下	50.8 超 53.8 以下	69	23.1%	5424	
A1	0.90超-0.95以下	53.8 超 56.8 以下	62		5855	
A1-	0.95超-1.00以下	56.8 超 平均値 59.7 以下	45		5195	
B2+	1.00超-1.05以下	平均値 59.7 超 62.7 以下	55		5864	
B2	1.05超-1.10以下	62.7 超 65.7 以下	54	19.0%	5822	
B2-	1.10超-1.15以下	65.7 超 68.7 以下	36		6088	
B1	1.15超-1.50以下	68.7 超 89.6 以下	123	16.1%	5519	
C	1.50超	89.6 超	66	8.7%	5853	
			合計	763	平均	5616

②事業所割合



出典 東京都

図 1.3.8 ベンチマークの例（2012年実績版、オフィスビル・中規模）

1章 エネルギー環境保全をとりまく状況

1.4 環境認証制度

吉田 淳 (株)ザイマックス不動産総合研究所

1.4.1 環境認証制度

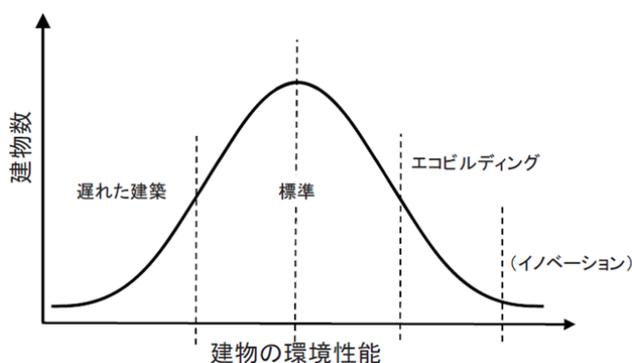
不動産の環境配慮を促す仕掛けとして、政策に

2014年9月現在、8兆9,000億米ドルの資金をもつ130以上の機関投資家などが運用機関のメン

基づく規制や支援制度の他に、一定の環境性能を有する不動産を評価するラベリング制度が挙げられる。環境性能に応じた建物数の分布を模式化すると図1.4.1のようなイメージとなり、標準的な性能の建物群は中央に、それよりも性能の高い建物は右側に位置する。

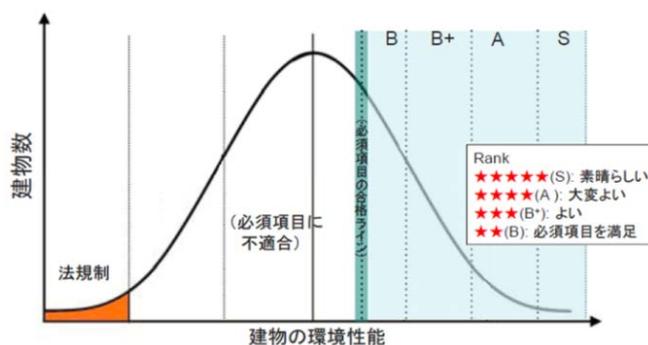
環境性能のレベルについて、法は最低限の性能が求め、ガイドラインは法規制のレベルよりも高いレベルへと誘導する。また、標準よりも環境性能の高いグリーンビルディングに対して格付けを行うものが、環境性能評価であり、不動産のブランディングツールとして位置付けられるものである(図1.4.2)。

民間主導の制度も含め、様々なラベリング制度が環境性能評価の認証制度として普及している。これらは、大きく分けると、表1.4.1にまとめたように大きく3つのタイプに類型化される。



出典 CASBEE 不動産評価マニュアル

図 1.4.1 環境性能に応じた建物数分布イメージ



出典 CASBEE 不動産評価マニュアル

図 1.4.2 評価の位置づけ

1.4.2 不動産を所有、運用する企業やファンドなどによる評価

欧州の年金基金グループが中心となって創設されたGRESB(The Global Real Estate Sustainability Benchmark)は、不動産ポートフォリオにおけるサステナビリティパフォーマンスを測定するベンチマークで、2009年より運用が開始されている。

表 1.4.1 主な環境性能評価制度

	総合的な環境性能の評価	省エネルギーに特化した評価
建物自体の性能を評価	<ul style="list-style-type: none"> CASBEE(新築・既存・改修) LEED BREEAM CASBEE不動産 DBJ Green Building認証 SMBCサステナブルビルディング評価 	<ul style="list-style-type: none"> BELS ENERGY STAR
所有・運用する企業等を評価	<ul style="list-style-type: none"> GRESB 	

出典 ザイマックス不動産総合研究所

バーとして名を連ねており、投資先の選定や投資先との対話に GRESB を活用することで、株主価値の向上を図ることを目的としている。2014 年調査には全世界で 637 者が参加し、日本市場からの参加者は 30 者であった。

GRESB の評価結果は「マネジメントと方針」と「実行と計測」の 2 軸により 4 象限（グリーンスター、グリーントーク、グリーンウォーク、グリーンスターター）に分類される。

1.4.3 建物の総合的な環境性能の評価

建物の総合的な環境性能評価としては、国内外で数多くの制度が創設されている。米国の LEED や英国の BREEAM、日本では CASBEE がある。

この他、民間主導で開発、運用されている評価・認証制度もあり、欧米では GreenRating、日本では DBJ グリーンビルディング認証や SMBC サステイナブルビルディング評価などが挙げられる。

(1) LEED

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) は 1996 年に建築の各分野の代表で構成される U.S. Green Building Council (米国グリーンビルディング協会) によって開発された環境認証である。グリーンビルの設計、建設、運用に関する評価基準の提供を目的としている。

2013 年 11 月にリリースされた最新版の LEED v4 では、評価項目の追加や要求基準の厳格化などの変更が行われた。LEED v4 は、5 つの評価システム群の中に用途ごとの評価システムが細分化される構成で、建物用途別の分類では、従来の LEED2009 では設定されていなかったデータセンター、宿泊施設、倉庫や物流センターなどが追加されている。

評価は必須項目をクリアした上で、評価項目毎のポイントを集計したスコアによって認証が与えられ、最上位の格付けはプラチナ、以下、ゴールド、シルバーの評価が与えられる。

(2) CASBEE

CASBEE (建築環境総合性能評価システム Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) は、2001 年から現在に至るまで、国土交通省の主導の下、(財) 建築環境・省エネルギー機構内に設置した委員会において、環境に配慮した建築物の普及を目的として開発が行われている、日本における建物の総合的環境性能評価ツールである。

事業段階に応じた企画、新築、既存、改修の 4 つの基本ツールと、個別目的に応じた建築、住宅、まちづくりなどの拡張ツールがある。①建築物のライフサイクルを通じた評価ができること ②「建築物の環境品質 (Q)」と「建築物の環境負荷 (L)」の両側面から評価すること ③「環境効率」の考え方をを用いて新たに開発された評価指標「BEE (建築物の環境効率)」で評価すること、の 3 つを理念としている。BEE のスコアによって、「S」「A」「B+」「B-」「C」の 5 段階で評価される。

(3) CASBEE 不動産

建物環境性能評価が不動産市場においても活用されることを意図して、2012 年に CASBEE 不動産マーケット普及版が開発された。開発当初はオフィスビル版のみであったが、2014 年に商業版も開発され、その名称を CASBEE 不動産に改称している。

評価項目は①エネルギー/温暖化ガス ②水 ③資源利用/安全 ④生物多様性/敷地 ⑤屋内環境の 5 つに分類され、必須項目 5 項目と加算項目 16 項目で構成される。評価項目の設定にあたっては、UNEP SBCI (国連環境計画 持続可能な建築物と気候変動イニシアチブ) などで検討されている国際的な共通項目を網羅するとともに、LEED などの海外の評価指標との読み替えを可能にすることも意図されている。

不動産評価関係者の使い勝手向上を目的として、評価項目数を抑え、評価点の加算合計は 100 点満点で、このスコアによって S ランク：★★★★

★★ (すばらしい)、A ランク : ★★★★★ (大変よい)、B+ランク : ★★★ (よい)、B ランク : ★★ (満足項目を満足) の格付けが行われる。

1.4.4 建物の省エネルギー性能に特化した評価

建物の省エネルギー性能に特化した評価としては、建築物省エネルギー性能表示制度 (BELS) や、米国において普及が進んでいる ENERGY STAR が挙げられる。BELS は建物のハード面から見たエネルギー効率を評価するものであるが、ENERGY STAR は運用時におけるエネルギー消費量を類似物件の実績データとの関係で評価するもので、評価要素が異なっている。

国土交通省より 2013 年 10 月に「非住宅建築物に係る省エネルギー性能の表示のための評価ガイドライン」が示され、これに基づく形で制度化されたものが、BELS (Building Energy-efficiency Labeling System) である。

2013 年の省エネ法改正に伴い新たな省エネルギー基準として用いられる「一次エネルギー消費量」を基に、対象建築物の「設計一次エネルギー消費量」を省エネ基準となる「基準一次エネルギー消費量」で除して算出する「BEI」という指標で省エネ性能を評価する。

BELS 開発の背景として、既存建築物を含めた省エネルギー性能の評価や表示が課題であったこともあり、図面が残っていない場合でも評価できるよう、配慮がなされている。このため、通常計算法 (標準入力法) およびこれを簡略化した主要室入力法の他に、面積

が 5,000 m²以下の個別分散型空調システムを採用している建物に適用可能なモデル建物法や、既存建築物評価法、1999 年基準からの読み替え法など、幅広い評価手法が整備されている。

評価体系としては、BEI が小さいほど省エネ性能が高いことを意味し、★★★★★ (BEI ≤ 0.5)、★★★★★ (0.5 < BEI ≤ 0.7)、★★★ (0.7 < BEI ≤ 0.9)、★★ (0.9 < BEI ≤ 1.0)、★ (1.0 < BEI ≤ 1.1) の 5 段階で評価される。

1.4.5 環境認証制度の評価項目が示すもの

環境性能という言葉からは、地球環境への配慮や省エネルギーといった要素がイメージされやすいが、環境認証制度の評価項目を見ていくと、建物を利用する立場に配慮した幅広い意味合いでの性能が評価対象になっている。

表 1.4.2 は、代表的な認証制度の評価項目を集計したものだが、建物内における利便性、快適性、防災などの安全性など、利用者にとって有用な要素が一定の割合を占めている。また、環境負荷の低減に分類される公共交通機関との接近性は、車通勤を抑制し、利用者にとって駅などに近く利便性に優れているという利点にもつながる。

利便性や快適性を評価する要素としては、執務

表 1.4.2 代表的な認証制度の評価項目分類

カテゴリー	評価項目
省エネルギー・節水	省エネルギー 節水
環境負荷の低減	立地・周辺環境への影響 (交通機関との近接性、公害防止など) 資材選定における環境配慮 (再生品利用、有害物質の使用抑制など) 廃棄物に関する環境配慮 生物多様性への配慮 清掃に際しての環境配慮
利用者にとっての有用性	建物内における利便性・快適性 (室内環境、防犯、高機能な設備の有無など) 防災等の安全性 環境配慮のためのステークホルダーとの関係構築
その他	LCC マネジメント (設備の延命性、冗長設計など) サステナビリティに配慮した運用方針等 他認証の取得状況、革新性

出典 ザイマックス不動産総合研究所

空間の眺望や、細かく制御可能な設備の設置などがあり、防災面でも、特に日本の認証制度では、耐震性能やバックアップ電源の有無など、BCPに直結する内容が項目に含まれている。また、ハードに関するものだけではなく、清掃を例にとっても、建物利用者の安全性に配慮しながら、清潔で衛生的な環境を維持するための対策が確立されているか否かが、評価のポイントになっている。

これらから見えてくるのは、環境認証の評価は単にエコロジーな建物を示すだけではなく、建物

のハード面とソフト面のレベルを多面的に可視化させ、ステークホルダー間のコミュニケーションを促し、不動産価値を高めていくことに重要な役割を果たす事ができるということである。

快適な執務環境によって知的生産性が向上するというワークプレースのあり方に対する企業の関心は強く、環境マネジメントを通じて、優良な建築物が適正に評価・選好される状況の整備が進めば、環境不動産の普及は、より進むと考える。

レポート2

「環境マネジメントの経済性分析」

吉田 淳 (株) ザイマックス不動産総合研究所

環境マネジメントの普及には、その経済性の裏付けが欠かせない。ザイマックス総研では、東京23区内に立地するオフィスビルのデータを用い、環境マネジメントの状態を表す「環境認証の有無」が、経済性(=マーケットでの評価)を表す「新規成約賃料」にプラスの影響を与えるかという点に関して分析を行った。

分析に用いたのは2013年度と2014年度における東京23区内の成約事例6,758賃料サンプル(2,689棟)で、環境認証(CASBEE新築・改修、CASBEE不動産、SMBCサステイナブルビルディング評価、DBJグリーンビルディング認証)取得の賃料サンプルは361件(97棟)であった。

賃料は、規模や新しさや立地の影響を強く受けており、単純に比較しただけでは、賃料の違いが環境認証の有無に起因しているとは言えず、これらの要素(共変量)を取り除く必要がある。そこで、品質と価格の対応関係を明らかにする「ヘドニック法」により、新規成約賃料をオフィスビルの所在エリア、延床面積、築年数、環境認証の有無などで説明する回帰モデル(表R2.1)を作成した。

結果、規模・新しさ・立地などの影響を考慮した上でも、「環境認証あり」の方が「なし」に比べ、4.4%程度成約賃料が高いとの、統計的にも有意な結果が得られた。

次にデータサンプルを、「傾向スコア(Propensity score)」を用いて似たような特徴をもつグループに層別化(5層)して、追加の分析を行ったところ、大規模ビルでの環境認証の効果については、はっきりとは確認できなかったが、中規模の標準的なビルでは環境ラベル取得の効果が大きく現れ、統計的にも有意であることが判明した(表R2.2)。これは、中小規模ビルの今後のマネ

ジメントを考えるにあたって、示唆に富む結果だと言えよう。

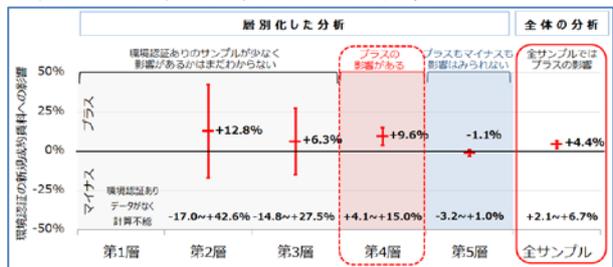
環境マネジメントの経済性が明らかになると、不動産オーナーは環境不動産の供給に積極的になる。CASBEE不動産などの環境認証制度は、ハードとソフトの両面からオフィスビルの環境マネジメントをサポートし、法規制を超えて、建築物の性能をより高いものへと誘導していく。環境認証を取得した、高いレベルで環境マネジメントが実践されているビルのクオリティが多く、オフィスビル利用者に認知され、オフィスビルに入居するにあたっての重要な判断材料となっていけば、環境不動産はより普及していく。高い品質の快適なワークプレイスで仕事を行うことは、オフィスの生産性向上につながり、それは日本の国際競争力の強化にもつながっていくと考えられる。

環境認証の経済性が明らかになった今回の研究が、環境マネジメント普及のきっかけとなると幸いである。

表 R2.1 ヘドニック法による分析モデル

$$\begin{aligned} \log(\text{新規成約賃料}) = & \beta_0 + \beta_1 \log(\text{延床面積}) + \beta_2 (\text{地上階数}) + \beta_3 \log(\text{基準階面積}) \quad \dots \text{規模} \\ & + \beta_4 (\text{築年数}) + \beta_5 (\text{リニューアルダミー}) \quad \dots \text{新しさ} \\ & + \beta_6 (\text{OAフロアダミー}) + \beta_7 (\text{個別空調ダミー}) \quad \dots \text{性能・設備} \\ & + \beta_8 (\text{機械警備ダミー}) + \beta_9 (\text{環境認証ダミー}) \\ & + \beta_{10} (\text{徒歩分数}) + \sum \beta_{11j} (\text{エリアダミー} < 59 \text{エリア} >)_j \quad \dots \text{立地} \\ & + \sum \beta_{12k} (\text{成約時期ダミー} < 8 \text{四半期} >)_k \quad \dots \text{成約時期} \\ & + \mu \quad \dots \text{誤差} \end{aligned}$$

表 R2.2 全体及び層ごとの分析結果



注) 表の出所は全てザイマックス不動産総合研究所
(研究内容は以下のURLでダウンロード可能)
ザイマックス不動産総合研究所の調査研究
<http://www.xymax.co.jp/report/>

2章 省エネルギー技術

染谷博行 アズビル(株)
棚町正彦 清水建設(株)
川本 誠 新日本空調(株)

2.1 空調・照明設備

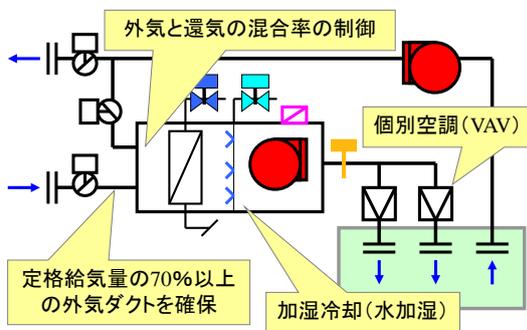
2.1.1 外気冷房

(1) 外気冷房とは

中間期や冬期などの、室内の温度よりも外気温度が低い時に取込み外気量を増やすことにより、冷却のためのエネルギー消費を削減する手法である。最近では、建築物の断熱性能の向上や ICT 機器からの発熱の増加により、年間冷房要求のビルが増えたといわれている。一般に、年間を通じて冷房が必要な建物には常に冷凍機を稼働して冷水を供給している事例が多い。しかし、以下の条件を備えた空調設備を設けた場合は、外気冷房により中間期や冬期の冷凍機の稼働を低減できる。

(2) 冷凍機運転が不要な外気冷房システム

外気取入ダクトが大きく設計されており、還気と外気の混合比率を制御するモータダンパが設置されている。ダンパにより給気温度を変化させて冷房の強弱を制御する。また、加湿器を気化式加湿器とすることで、加湿冷却による空気冷却効果で、外気湿度が低いときの冷却能力を高めることができる (図 2.1)。



出典 参考文献 1)

図 2.1 冷凍機運転が不要な外気冷房可能な空調機例

(3) 外気冷房有効活用の課題とその評価

既存ビルではダクトスペースの制約から外気導入比を高めることができず、冷涼な外気を用いた室内負荷処理に限界があり、中間期・冬期に熱源を運転させている建物も少なくない。

今後は、外気という自然エネルギーを、より多く活用しその評価方法を確立することが、業務用ビルの CO₂ 排出量削減を進める上で重要である。そのためには、年間を通して冷房が必要な業務用ビルにおいて、外気冷房の余地があるにもかかわらず、熱源高効率運転だけに頼っていてエネルギー消費量が多いビルを、効率のよいビルだと評価するだけでなく、外気冷房の有効活用によるエネルギー消費量の少ないビルを評価する発想の転換が必要である。

2.1.2 外気取入量の適正化

(1) 外気取入量の基準

建築基準法では、室内の空気清浄度を確保するために 1 人当り 20m³/h 以上の外気取入が義務付けられ、建築物における衛生的環境の確保に関する法律 (建築物衛生法) では特定建築物の室内 CO₂ 濃度は、1,000ppm 以下に保つことが要求されている。

(2) 外気取入量の適正化による省エネルギー

実際には 500ppm 程度の空気環境が多く、過剰に外気が導入されエネルギーロスが発生している。取入れ外気の負荷は、通常、冷房・暖房負荷の 20~30% であり、室内環境管理基準が確保できる程度に外気量を減らすことで、省エネが図れる。外気導入量を削減する方法には、外気導入ダンパの適正開度調整、空調機起動時のダンパ閉止、

CO₂濃度によるダンパ制御がある。

(3) CO₂濃度によるダンパ制御

室内のCO₂濃度が設定値を超えないように外気導入量をダンパで制御する方式である。電力ピーク時間帯や電力供給の逼迫の際に一時的にCO₂濃度設定を緩和することで電力ピークカットや節電に寄与する可能性がある。CO₂センサーは調整や定期的な校正が必要である点を考慮しないと、環境悪化やエネルギーの増加を招く場合がある。

(4) 外気取入に関する留意点

セントラル空調方式では、外気取入れダクト内のダンパ調節により外気量を調節するが、ダンパの設置および管理状況などから操作が困難なことも多く、注意が必要である。

個別空調方式では、換気ファンや全熱交換器が設置されるが、その設置目的や正しい使用方法が理解されていない場合が多い。店舗等においては、室内にほとんど人がいない場合でも、換気ファンや全熱交換器を運転しており、これらを停止することにより空調機の負荷を削減することが可能である。設備管理者による使用状況の点検や適正な使用方法の啓蒙等が必要である。

2.1.3 個別分散空調システム

ビル空調では、中央熱源による空調に代って、必要な個所に機器を配して空調を行う個別分散空調を導入するビルが増加している。

(1) 個別分散空調システムの特徴²⁾

近年、賃貸オフィスでは、比較的大規模なビルでも個別分散空調が採用されるようになっていく。個別分散空調は、

- ① 時間外空調が自由になる
 - ② テナント独自で温度設定が可能になる
 - ③ 空調系統が細分化されているためトラブル発生時も影響が限定的で済む
 - ④ メーカーソフトなどの利用によりテナント課金計算が容易になる
- などのメリットがある。

(2) ビル用マルチパッケージ型空調機（ビル用マルチエアコン）

個別分散空調が普及してきた背景には、1980年代頃から出現した空冷ビル用マルチエアコンの影響がある。空冷ビル用マルチエアコンは大別すると電気を利用する方式とガスを利用する方式がある。ガスを利用する方式は、暖房の立ち上がりが良いことから寒冷地、学校などで普及している。また、電力ピークカットに対応できる。一方、初期コストのメリット、メンテナンスの容易性から電気式の方が多く市場に出回っている。空冷ビル用マルチエアコンは、機器性能もアップし現在では、APF(通年エネルギー消費効率)4.5~6.0程度になっている。最近は消し忘れ防止機構、オプションとしてエネルギー量の監視、デマンド制御等が追加できるようになっており予算に合わせて採用すると一層省エネ効果が出る。

(3) 個別分散空調システムの留意点

ペリメータは、季節、時刻で冷暖房が変化し、インテリア側は通年冷房になることが多い。このような場合は、ペリメータ側の空調機とインテリア側空調機の設定温度を十分離すことにより冷房と暖房を同時に行うことが避けられる。また、室外機排熱のショートサーキットを防ぐため、設置スペースを適正にし、室外機廻りに塀などを設けず、排熱の外気開放を十分出来るようにする必要がある。このような配慮を行わないと無駄にエネルギーを費やし、運転トラブルを引き起こす原因になる。

2.1.4 潜熱顕熱分離空調

モノを暖めたり冷やしたりするときや、水から水蒸気、水から氷など相変化するとき、熱エネルギーを必要とする。前者を顕熱、後者を潜熱という。空調では、空気を暖めたり、冷やしたりする熱エネルギーを顕熱といい、人間の汗を蒸発させる熱、外気に含まれる水分を取り除いたり、加湿したりする熱エネルギーを潜熱という。

一般的なオフィス空間を冷房するときには、外気、日射、人間、照明、パソコンなどの熱負荷を除去することで室内が冷える。ただし、空調機では顕熱が先に除去され次に潜熱が除去される。この時必要以上に室温を下げ、そののち湿度を下げる現象が起きる。そこで、顕熱、潜熱別々に除去することでその無駄を省くことができる。この考え方を基にした空調方式が潜熱顕熱分離空調である。この潜熱顕熱分離空調のひとつにデシカント空調³⁾がある。

デシカント空調は、潜熱分を除去する空調方式で除湿方法により吸着式と吸収式がある。それぞれシリカゲルやゼオライト等の固体の吸着剤または、塩化リチウム等の液体の吸収剤に水分を吸わせて除湿する。そして、水分を含んだ吸着剤、吸収剤に再度熱を加え乾燥させ外部へ水分を放散させることで除湿する。工場などでは、生産工程で出る高温排熱をこの再加熱に利用することができ、また、2000年頃より低温再生可能なデシカント製品が商品化されヒートポンプエアコンの凝縮熱、コジェネレーションシステムの排熱、太陽熱などで再加熱することができるようになってきている。ただ、システムの認知度が低く、標準化が十分でない、コスト的に高くつくなどで急速な普及が進んでいない。そのため、補助金制度の拡大などが望まれている。

2.1.5 省エネルギー技術指針

(公社) 空気調和・衛生工学会の省エネルギー技術指針が2008年に改定された。本改定は、1994年版刊行より10年以上経過してのものであり、その間の時代背景に即した見直しをして、より高いレベルの省エネルギーの推進に資すること目的としている。

(1) 技術指針の概要⁴⁾

本技術指針は、5つの章で構成されている。以下にその概要を示す。

① エネルギー計画：

建築と設備両面にまたがる内容で、機器選定は、時間・季節・年間の負荷挙動をみて決定する。評価はシミュレーション等により精度の高いものとし、システムとしてのエネルギー評価にする必要があるとしている。設計時は設計要件書を作成し運用時は継続的コミッションングを行い、適切な評価をする必要があるとしている。

② 環境および設計条件：

環境基準、設計条件、法基準、快適な環境になる基準での設計指針を示している。また、気象データの活用についても示している。

③ エネルギーから見た建築計画：

建築にかかわる省エネルギー指針をまとめたもので、建築計画、ファサードエンジニアリング、自然エネルギー利用についての指針を示している。

④ エネルギーから見た設備計画：

空調・衛生・電気・照明・昇降機など一般的設備に係る省エネルギー指針をまとめたもので、高性能機器・器具の採用、最適効率での運転・運用、空気・水・氷の搬送システム、外気制御、年間運転による効率改善等の指針を示している。

⑤ BEMSと運転保守管理：

計測計量計画、制御、遠隔監視、運転制御の最適化、保守管理の改善を示している。

(2) 省エネルギー性能評価指標⁵⁾

本技術指針から機器やシステムの省エネルギー性能評価指数の一例を示す。

① 通年エネルギー消費効率 (APF: Annual Performance Factor)：

年間を通してエアコンを使用した時、年間に必要な冷暖房能力を年間にエアコンが消費する電力量(期間消費電力量)で除した数値⁵⁾。

② 期間成績係数 (IPLV: Integrated Part Load Value)：

熱源機器の冷房期間を通じて運転したときの冷房総出力と総入力エネルギーの比に準じるものとして米国で考案された。ピーク負荷時のCOPから部分負荷時のCOPを段階的に分け、それぞれ負荷係数を掛けて算出する。これにより、冷凍機の部分負荷特性を考慮した効率がわかる⁶⁾。

- ③ 空気搬送システム成績係数 (ATF: Air Transportation Factor) :
搬送できる冷温顕熱量を搬送に要するファン動力で除した値。ピーク負荷時での機器選定における省エネルギー化と、年間負荷変動を考慮した部分負荷時における省エネルギー化で検討しなければいけない。ピーク負荷時の値は6以上にする⁶⁾。
- ④ 水搬送システム成績係数 (WTF: Water Transportation Factor) :
搬送できる空調冷温全熱量を搬送に要するポンプ動力で除した値。ピーク負荷時での機器選定における省エネルギー化と、年間負荷変動を考慮した、部分負荷時における省エネルギー化で検討しなければいけない。ピーク負荷時の値は開放系 20 以上、密閉系 35 以上にする⁶⁾。

本技術指針の項は、広範囲のため抜粋に留まった。また、2013 年に追補版が発行され、指針の効果推定、事例調査を記載している。詳しくは指針の内容を参照していただきたい。

2.1.6 LED

LED が実用化し照明の省エネルギーが急速に進んでいる。普及の理由としては、初期投資は高いが寿命が長く省エネ効果があること。照明器具の交換工事が比較的単純などが考えられる。

LED の特長としては、

- ① 長寿命
- ② 小型、軽量
- ③ 点滅性に優れている

- ④ 可視光以外の放射がほとんどない
- ⑤ 衝撃に強い
- ⑥ 環境に有害な物質を含まない
- ⑦ 発熱が少ないため空調負荷が減る等がある⁷⁾。

2.2 タスク&アンビエント

タスク&アンビエント空調は、パーソナル(タスク)空調で在室者に必要な温熱環境の快適性を確保し、建物全体(アンビエント)の空調温度設定を緩和することで省エネルギー化を図るものである。個人用の風量調整が可能な吹き出し口を床やデスクに設置し個人の快適性を確保しながら、室内全体の空調温度を冷房時は高めに、暖房時は低めに調整するものなどがある。

タスク&アンビエント照明は、知的生産性の向上と省エネルギー化の両立を図る照明手法である。室内全てを明るくする必要は無いことから、作業する机上に卓上(タスク)ライトを設置し、室内全体(アンビエント域)については、300lx程度まで暗くする照明方法で、照明の大幅な省エネルギー化が図れ、新築や照明改修で採用される事例が増えている。従来の照明では、JIS規格を参考に室内全体での照度下限が設定され、事務室は750lxを基準にそれ以上の明るさを確保するように設計されている建物が多い。タスク&アンビエント照明を活用しタスク照明の色温度をアンビエント域より高める「集中度向上照明」で従来照明より知的生産性と省エネ性が高まることも報告されている⁸⁾。

2.3 BEMS

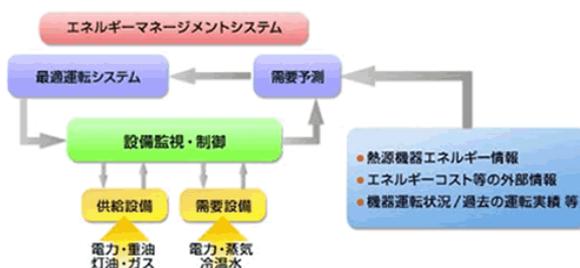
2.3.1 BEMSによるエネルギー管理

(1)BEMSとは

BEMSはBuilding Energy Management System(ビル・エネルギー管理システム)の頭文字をとったもので、ベンダー各社により機能は様々だが、2011年度経産省の補助金事業の公募資料において、「ビル等の建物内で使用する電力使用量等を

計測蓄積し、導入拠点や遠隔での「見える化」を図り、空調・照明設備等の接続機器の制御やデマンドピークを抑制・制御する機能を有するエネルギー管理システム」と定義している。

BEMS によるビルのエネルギー使用状況、設備機器の運転状況を一元的に把握、需要予測に基づいた最適な運転計画を立案・実行し、監視制御によって建物全体のエネルギー消費の最小化を実現する。



出典 省エネルギーセンター

図 2.2 BEMS の概念図⁹⁾

空調衛生工学会では中央監視（BAS: Building Automation System）を基本機能にエネルギー環境管理機能（EMS: Energy Management System）、設備管理支援機能、施設管理支援機能までを含めた範囲を BEMS と定義しており、この内、BAS と EMS のシステムで構成されているものが多くのベンダーから提供されている。

BAS は、建物内の各設備機器、センサー、計測・計量装置（メーター類）等を中央監視システム

に接続し、監視・操作・制御および管理を集中・自動化し、ビルの設備運転管理を支援する。

EMS は、BAS より各設備の運転データや計測・計量データを受けて、各設備機器の最適運転制御方法を分析・診断し、BAS の制御方法にフィードバックさせ、ビルの効率的な運用を支援する。

最近の BEMS は、建物内の LAN に接続し、LAN に接続する PC から Web ブラウザーでエネルギー使用状況を表示する「見える化」機能、遠隔から設備運転を監視・制御する機能を標準やオプションで用意している。BEMS ベンダーはクラウド活用による設備機器の遠隔運転監視、データの収集・分析、省エネ化提案を実施するサービスを展開している。

(2) エネルギー管理

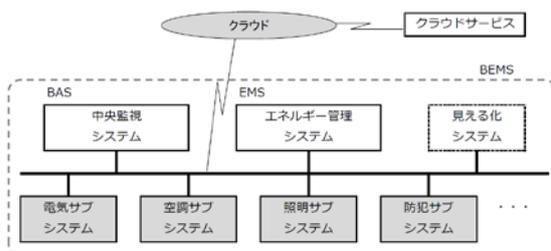
ビルのエネルギー管理では、季節毎・時間毎のエネルギー使用状況を分析し、その使用傾向に合わせ建築設備の最適制御を行うことが必要である。データをきめ細かく見ることで、より最適なエネルギー管理が実施できるが、人手による分析作業では時間と費用を要する。

BEMS は収集する膨大な計測・計量データを分析・評価し、最適な設備制御に必要な情報をリアルタイムで出力、効率的・効果的にビルのエネルギー管理をサポートしてくれるシステムである。エネルギー管理に対するニーズは時間の経過とともに変化するため、BEMS の設定条件等は変化に合わせて定期的に見直していく必要がある。

2.3.2 エネルギー消費量の可視化

(1) 可視化の意義

ビルのエネルギー管理と省エネ化推進にはエネルギー消費量の可視化が不可欠である。可視化においては、データを数値で表示するのではなく、直感的に状況を認識・把握できるよう比較データと合わせてグラフ化することが有効である。比較対象があることで現在の状況が明確になり、行動の動機付けになる。



出典 清水建設

図 2.3 BEMS の構成（例）



出典 清水建設

図 2.4 エネルギー消費量の比較対象と合わせた表示例

(2) 可視化のポイント

エネルギー消費量の可視化は、その目的と対象者を明確にしておかなければ、ただ見ただけになってしまい省エネ効果などが得られない。誰に何をしてもらいたいのか、どのような状況の時のように行動してもらおうのか、それを実行することで誰がどのように得をするのかが明確になっているほど、実効性が高く大きな効果が得られる。

たとえば電力デマンドのピーク抑制のためと、省エネルギー推進のためでは、見せ方も見せるものも異なり、また見せる（行動してもらおう）対象が誰かも異なる。

目的とそれに必要な表示内容、目的を実行するための手段を明確にしておくことが重要で、これを充分考慮しないと、導入当初は「見て」くれるが「行動」に至らず、そのうち見向きもされなくなるケースがある。クラウドサービスが標準で用意する「見える化」画面はユーザーニーズに当てはまるとは限らない。導入時にコンサルティングを実施しユーザーの要望に合わせてカスタマイズしてくれる業者もある。メール配信や天気予報に基づく予測を行うサービスも増えており、業者選定時にはこれらの考慮も重要である。

(3) 可視化（見える化・見せる化）のツール

可視化のツールとしては、専用の計測装置と表示装置から構成されるもの（太陽光発電の現在発電量表示など）、BEMS データを活用した専用表示装置、ビル内の Web サーバにデータを取り込み Web 上で表示するシステム、クラウドサービスを

活用して Web 上で表示するシステムなどがある。

BEMS を導入していないビルでは、通信装置を内蔵した簡易なエネルギー計測装置を設置しクラウド上でデータ管理・表示する製品とサービスが普及している。比較的安価な導入費と維持費でエネルギーデータの管理と可視化が可能で、エネルギー管理を積極的に実施したい中小規模事業者・ビルにお勧めである。受電点 1 箇所の計測で電力デマンドと消費電力量のみを計測・計量するものから、デマンド制御機能による設備制御を実施するもの、高度な EMS 機能を有するものなど、様々なサービスがあり、事業者の目的に合わせた選択ができる。

2.4 デマンドレスポンス¹⁰⁾

2.4.1 デマンドレスポンスとは

デマンドレスポンス（DR: Demand Response、需要応答）とは、米国エネルギー規制委員会（FERC: Federal Energy Regulatory Commission）による定義では、「需給が逼迫している時、あるいは系統の信頼性が危ういときに、電力使用量の抑制を誘導するために、時間帯により異なる電力価格やインセンティブの支払いによって喚起される需要家側の機器の停止や分散発電などによる通常の電力使用パターンからの系統電力消費量の変化」をいう。

国内では、東日本大震災の影響による原子力発電所の運転停止により電力需給が逼迫し、その需給調整、需要抑制のための手段として脚光を浴びている。この中で特に DR は需要抑制のための有効な手法であると認識され、経済産業省の補助事業などの追い風もあり注目されている。

2.4.2 米国の現状

米国では主として送電事業者が需給調整を管轄し、需給逼迫時の DR 発動に対応して、DR 事業者/アグリゲータ、需要家が契約に基づき需要抑制を誘導、実施する。

米国 DR 市場の成長は続き、市場が 2020 年には 8,000 億円程度に達するとの調査もある。大手 DR 会社 EnerNOC は、2011 年時点において大口需要家を中心に売上 287 億円、4,900 顧客 11,400 施設の顧客と契約し、7,100MW の需要抑制能力を有している。

2.4.3 オフィスビル対象の実証試験¹¹⁾

BEMS が設置されたオフィスビルを対象にした ADR（自動化デマンドレスポンス）実証試験の実施例を紹介する。

DR 制御実施を判断する試験担当者から指令信号を BEMS に送り、空調設定温度と天井照明照度の遠隔制御を実施した。実証試験の結果から確実な需要削減を期待できる反面、執務者の作業効率を低下させるため、執務者の受容性を高める工夫が必要である。また冬期試験における需要削減効果は明確でなく、今後の研究の余地がある。

2.4.4 今後の展望

電力自由化の進展に伴い、日本においても今後、DR の需要は高まり、米国のようなアグリゲータ事業が発展すると予想される。今後の政策、取組に注目する必要がある。

2.5 ZEB 化

2.5.1 ZEB (net Zero Energy Building) とは

建築物における一次エネルギー消費量を、

- ① 建築物・設備の省エネ性能の向上
- ② エネルギーの面的利用、
- ③ オンサイトでの再生可能エネルギー

の活用等より削減し、年間での一次エネルギー消費量が正味（ネット）でゼロとなる建築物のことをいう。

国内では、2020 年までに新築公共建築物で ZEB を実現し、2030 年までに新築建築物（民間を含む）の平均で ZEB を実現することを目指している。

2.5.2 ZEB 化実現の技術

建物内で消費されるエネルギーの最小化を図り、その最小化された消費エネルギーを再生可能エネルギーでまかなうことで実現を図る（図 2.5）。

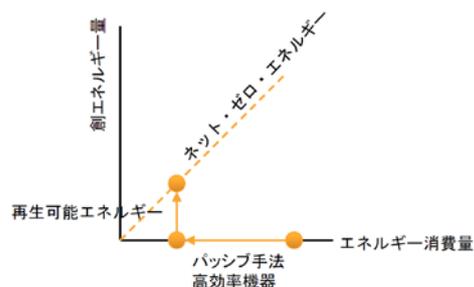
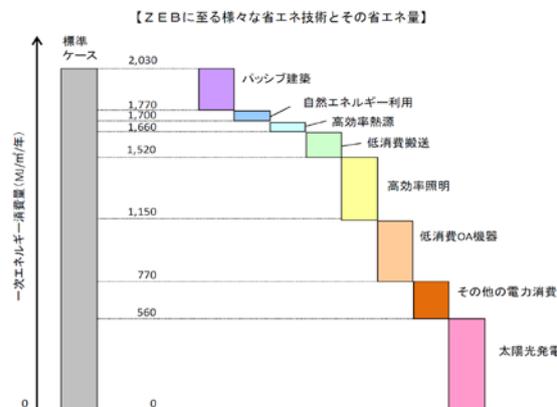


図 2.5 ZEB の概念図

図 2.6 は事務所ビルにおける ZEB 化のための技術活用を概念を示したもので、各項目では以下の技術がある。



出典 ZEB の実現と展望に関する研究会

図 2.6 ZEB 化技術のイメージ¹²⁾

- ① パッシブ建築：建物の外部から入る日射や温熱負荷を建物外皮性能の向上で削減
- ② 自然エネルギー利用：外気冷房、自然通風利用等より空調・換気動力を削減、自然採光により照明電力を削減、太陽熱・地中熱利用空調により空調動力の削減など
- ③ 高効率熱源、低消費搬送：高効率設備機器により使用電力等を削減

- ④ 高効率照明：LED 照明、センサー制御による必要箇所の点灯により電力を削減
- ⑤ 低消費 OA 機器：建物内で使用する機器類の省電力機器採用、シンククライアント、サーバのアウトソース化などで電力を削減
- ⑥ その他の電力消費：待機電力の削減、直流送電による電力ロスの削減など
- ⑦ 再生可能エネルギー：①～⑥により削減された消費エネルギーを賄う太陽光発電、太陽熱、地中熱利用システム等の再生可能エネルギー導入

2.5.3 ZEB 化実現のポイント

ZEB 化実現には再生可能エネルギーの活用が重要なポイントとなる。太陽光・太陽熱・地中熱利用に加え、未利用エネルギーである下水道の熱利用が注目されている。公共下水道の熱利用に向けた規制緩和も進められている。

参考文献

- 1) 太宰龍太ほか：外気冷房の特徴を生かした 2 管式配管設計方法に関する研究、空気調和衛生工学会、論文、2014 年 9 月
- 2) 吉田淳：賃貸用オフィスビルにおける個別分散型空調方式の普及状況、空気調和衛生工学、vol. 82、no. 1、p. 30、2008 年 1 月
- 3) 新晃工業：デシカント空調システムの快適技術 省エネルギー性、メーカー資料
- 4) 空気調和・衛生工学会：建築・設備の省エネルギー技術指針 非住宅編、初版、2010 年
- 5) 空気調和・衛生工学会：建築・設備の省エネルギー技術指針 住宅編、初版、1-2-1 p. 139、2010 年
- 6) 空気調和・衛生工学会：建築・設備の省エネルギー技術指針 非住宅編、初版、4-1-4 p. 111、4-1-5 p. 124、4-4-2 p. 146、2010 年
- 7) 東芝ライテック：
http://www.tlt.co.jp/tlt/lighting_design/proposal/led_basics/led_strongpoints.htm
2015. 6. 21
- 8) パナソニック：快適性・知的生産性を考慮した照明・空調の省エネ制御の実証評価、環境省シンポジウム、2014 年 3 月
- 9) 省エネルギーセンター技術部：2004 年度（平成 16 年度）省エネルギー技術普及促進事業調査報告書、p. 66、2005 年 3 月
- 10) 甘利健：BEMS 最新動向とアズビルの取り組み、第 3 回エコハウス&エコビルディング EXPO 専門技術セミナー、2013 年 3 月
- 11) 黒崎淳、小柳隆、オフィスビルを対象にした自動化デマンドレスポンスの実証試験：Azbil Technical Review、2014 年 4 月
- 12) ZEB の実現と展開に関する研究会：ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の実現と展開について、p. 21、2009 年 11 月

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.1 運用改善事例

大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所

3.1.1 公共施設

(1)庁舎¹⁾

I 庁舎（延床面積：約 101,000m²、地上 25 階、地下 2 階、竣工 1998 年、所在地：茨城県）では、竣工年が新しく、設備更新・リニューアルにはまだしばらく時間があるため、運用面での改善を図っている。

エネルギー消費の無駄を無くすため、職員に対する省エネの周知・徹底を第一に心掛けている。そのためパソコン掲示板で年 2 回、省エネの要請を行うとともに、各フロアに省エネ担当責任者、各課に省エネ担当者を設置して、省エネ活動を推進し、四半期ごとに実施状況のフォローを行っている。クールビズ・ウォームビズ（従前より実施）を実施している。

セントラル空調については、中央制御により室温をコントロールしているほか、空調時間も限定している。窓際に設置している個別空調は 1 日に 6 回強制停止させ、無駄な空調を抑えている。空き会議室の空調を停止させている。100 箇所以上の手動ダンパによる外気取入量の適正化を行っている。

照明については 1 日 4 回の一斉消灯、共用部照明の間引きを行っている。

EV は、夜間に間引き運転を実施している。

この他運用改善ではないが、1 次 2 次冷水ポンプのインバータ化、冷却塔を 2 台から 1 台に削減する改修を行っている。

1999～2006 年度にかけて機器等の運転方法を見直したことによりエネルギー消費量を 2 割削減している。

(2)図書館²⁾

F 市図書館（公共図書館、延床面積：約 24,000

m²、空調運転時間：357 日／年、地域熱供給利用、所在地：福岡県）では、「良好な建物内環境を維持した上で設備投資ゼロの省エネを続ける。」という目標のもと、1998 年度を基準年として、8 年連続平均 5%低減の省エネを行っている。「もう省エネすることがない」と思うのではなく、「まだ出来る」と思って新しい省エネ対策の発見に努めた結果だとしている。

主な省エネ対策として、季節、日射に関係なくブラインドを下げたままスラットを水平にして窓の気流（ドラフト）を抑制する、中間期は自動ドアを開放停止しドアの節電と外気冷房を行う、ファンコイルの温度設定を自由に行えないようにロックする、朝の清掃開始時間を 30 分遅くして照明の点灯時間を短縮する、点灯が必要な廊下の照明スイッチに色付シールを貼るなどである。

(3)複合施設¹⁾

Nビル（延床面積：約 8,500m²、地上 5 階地下なし、竣工：2003 年、所在地：大分県）は、PFI 事業により建設されたビルで、1～2 階は主に公共用途に使用され、3～5 階に民間企業が入居している。

本ビルでは、省エネルギーのためにテナント会議（1 回／2 ヶ月）を開催し、日常の啓蒙活動として、数的根拠で具体的な効果を広報している。テナント会議で電気料金などの具体的な数値を報告するこれにより、テナントの意識が変わったとしている。

空調では、空調機リモコンへの冷暖房設定温度表示、一部設定温度操作の制限、デマンドの状況をチェックし必要に応じて共用部の空調を停止するなどしている。

照明では、デマンドの状況をチェックし、照

明を消灯すると共に、始業前・昼休み時間の室内消灯を実施している。共用部照明の点灯数は管理人が天気によって調節し、例えば廊下の照明は、晴天時にはほとんど消灯し、曇天時には点灯本数を減らし、夜間や雨天時には点灯するようにしている。

この他、エレベータ前、トイレ窓へブラインドを設置している。

課題としては、建物利用者の異動が多く、人が入れ替わると啓蒙活動はまた振り出しに戻ってしまうので、意識の維持・向上を図るため、根気よく継続的に活動を続けることが必要となる。個別空調では、温度設定・運転についてテナントの意識に任せざるを得ず、スケジュールタイマー設備はあるが、現実的には利用できていないなどがある。

2006年度は前年度と比較し一部を除きエネルギー消費量を約14%削減している。

(4) 公共施設ベンチマーク³⁾

S市では、一元化した光熱水費に関するファシリティーデータをもとに各施設の状況を分析し、

その原因を探り改善する事業（インハウスエスコ事業）を行い、光熱水費の異常を発見し、削減をはかっている。

このようなベンチマークによる評価は、客観的な評価が可能となり、複数施設を管理していく上で有効である。施設開設当初から光熱水費が大きい場合には、その原因が不具合による場合でも正常値であると誤認識しやすいが、ベンチマークによりこの不具合の発見が可能になる。

(5) PPS 利用⁴⁾

S市では、市内公共施設54施設にPPS（特定規模電気事業者、Power Producer and Supplier）を導入し、1年間で、およそ13.7%の光熱費を削減できる見込みである。

(6) 50:50(フィフティ・フィフティ)事業⁵⁾

公立学校において生徒や教職員の運営上の努力により、削減した光熱水費の半分をその学校に

還元する「50:50(フィフティ・フィフティ)事業」と呼ばれる仕組みがあり、全国的に取り組みされている。この仕組みは、ドイツから輸入されたプログラムで形を変えながら全国に広まっている。

N市においても、小中学校において設備更新を行わず運営上の努力によって光熱水費を削減し、削減費用の半額を各学校に還元し、環境学習を中心とした使途に自由に活用する50:50事業を行っている。対象となるのは、燃料費（灯油、液化石油ガス、都市ガス等）、電気代、水道代である。

還元額の使途は、児童生徒の環境学習につながるもの、環境負荷の低減ができ、児童の環境学習につながるもの、その他管理する上で高い合理性を有するもの、教育委員会が別に定めるものとしている。また実際の還元額は教育委員会で算定され、必ずしも50:50にはなっていないようである。

3.1.2 オフィスビル¹⁾

0ビル（延床面積：約11,000m²、地上8階 地下なし、竣工：1971年、所在地：大分県）は、66テナントを有する商業ビルで、省エネの推進が大きな課題である。

このため、省エネルギーを目標に、オーナー・管理会社による定例会議を開催（1回/月）し、状況報告・打ち合わせ、半年単位での効果を提示している。

具体的な省エネルギーへの取組みとしては、駐車場照明のスケジュール制御、不要箇所消灯、エレベータ休止（4から3基へ（1基休止））などである。この他、電力契約種別の変更（業務用Aから負荷率別へ変更）、契約電力の変更（600kWから520kWへ変更）を行っている。改修も行って、廊下照明や避難誘導灯のHf化、電気室変圧器の更新（アモルファス化）を実施している。

3.1.3 医療施設

(1) 病院¹⁾

N病院（許可病床数：665床、所在地：東京都）

では、FM 業務全般をアウトソーシングする中で、FM の一環としての省エネルギーを目標とし、病院長を委員長とする省エネ推進会議を設置し、1 回/月以上の頻度で会議を開催している。また省エネセミナーの開催、病院職員が協力した省エネ効果の情報共有などをはかっている。

省エネのための取組みとして、温湿度条件の緩和、空調時間の短縮、ボイラーの運転制御変更などを行っている。また運用改善ではないが、設備付加や改善のための改修も行っている。そして原単位管理ツールによる実施評価、データ蓄積に取り組んでいる。

これらにより、2004～2006 年度までの 3 年間で、エネルギー消費原単位を 10%削減の成果を上げている。第 3 回 JFMA 賞を受賞している。

(2) 病院 2⁶⁾

Y 医療センター（許可病床数：355 床、延床面積：42,000m²、所在地：千葉県）では、FM 業務をアウトソーシングする中で、省エネルギー目標を設定して、取り組みを行っている。この中で、シミュレーションによる検証、運用によるデータの収集、BEMS による削減量の検証を行っている。シミュレーションによる検証のための入力項目は、建築データ、設備データ、建物使用状況データ（使用時間・在室人員等）、実気象データ（気温・湿度・日射量・風向・風速等（気象庁データ））である。第 2 回 JFMA 賞を受賞している。

3.1.4 研究施設

A 社テクノセンター（所在地：神奈川県）では 2011 年度にピーク電力を 2010 年度の 40%以上削減を目標とし、熱源運用の変更による電力ピークシフト、居住者の意識を利用した「節電」と「知的生産性の維持」の両立を図った。

居住者に対して行った居心地調査（アンケート）の結果、「 airflow がほしい」との意見に対し、USB 扇風機の導入、「書類を見る業務で文字判別が困

難」との意見に対し、タスクライトの導入を行っている。

2011 年夏の電力使用制限令時間帯（9 時～20 時）に冷凍機を全停止するため、9 時前に過冷却躯体蓄熱を実施している。この結果、「涼しくて快適だった」という意見が 56%、「寒かった」「時間がたつと寒くなった」の意見が計 30%あったため、予冷を緩和する運用を行った。この結果日中、冷凍機を 1 台程度運転が必要になった。

3.1.5 その他の事例

省エネルギーのために下記のような取組みも行われている。

- ・ 残業時集まって仕事を行い、省エネルギーをはかる。
- ・ 昼休み消灯の実施状況を管理簿に記録
- ・ 夜間の全館空調停止（水・金：18 時、それ以外の平日：20 時）

参考文献

- 1) 日本ビルエネルギー総合管理技術協会 HP をもとに作成
- 2) 福岡市総合図書館、東洋ビル管理：8 年連続 5%低減をめざす、設備投資ゼロ円の省エネルギー、省エネルギー、59-2、51/54（2007 年）
- 3) http://www.city.sakura.lg.jp/cmsfiles/contents/0000002/2905/in_esco.pdf、アクセス 2015.7.14
- 4) <http://www.city.sakura.lg.jp/0000011363.html>、アクセス 2015.7.15
- 5) http://www.city.nagareyama.chiba.jp/dbps_data/_material/_files/000/000/016/758/h2_5_dai3_shiryoul.pdf、アクセス 2015.7.15
- 6) <http://www.jfma.or.jp/award/index.html>、アクセス 2015.7.15

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.2 改修事例

大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所

3.2.1 庁舎

Y市の区総合庁舎(竣工1988年、延床面積:約15,000m²)では、ESCO事業による改修を実施した。主な改修項目を以下に示す。

熱源では熱交換器を導入し、2次側冷水温水系配管のクローズ化(1次側は蓄熱槽利用)、冷水温水温度差拡大、二次ポンプへのIPMモータ^{*1}の導入、変流量制御を導入すると共に、蓄熱槽の増強、効率向上をはかっている。一次ポンプにはインバータを導入している。熱源コントローラを導入し、熱源最適運転を実施している。

加湿は、蒸気加湿をとりやめ、自然気化式加湿を導入している。これによりボイラー用のガスと薬剤を削減し、合わせてボイラー室の送風機と排風機も停止している。

ファンコイルユニットには、高効率なDCモータと低水量コイルを採用して省エネをはかっている。

空調機(AHU)では、大温度差コイル、高効率ファンの採用、定風量から変風量制御への変更、制御には間欠運転制御、最適起動制御を採用している。外気導入は、常時定風量からCO₂制御に変更し、一方、外気冷房を行えるようにしている。

空冷パッケージ空調機ではCOP^{*2}、APF^{*3}が高く、オゾン層を破壊しない冷媒を使用する機器の導入を行った。

照明には高効率蛍光灯を導入して40%の省エネをはかっている。

エネルギーマネジメントでは、既設の中央監視システムと連携し、各設備の最適制御(間欠運転、最適起動、デマンド監視制御等)、負荷制御(蓄熱システムと熱源システムの運転制御、外気温度による冷温水送水温度制御)、CO₂制御を行うと共

に、運用時のチューニングを行っている。

これらの効果を検証した結果、一次エネルギーの削減量は、運用の変化、外気条件の変化を考慮した補正後で、約30%を達成している。

3.2.2 図書館

E市図書館(1992年竣工、延床面積:約2,800m²)では、照明設備の省エネ改修により、年間電力消費量(26万kWh/2009年実績)を約12%低減し、温室効果ガスの排出量を約20t削減する効果が見込まれている。

具体的には閲覧室の柱・壁に設置されていた水銀灯の主照明を、LED照明に更新し、7.2kWh/hの電力削減している。また書架のFLR型蛍光灯を、Hf型蛍光灯に改修し、1.6kWh/hの消費電力削減を行っている。照明色をナチュラルホワイトカラー(5000K/色温度)から、ウォームカラー(2800K~3000K/色温度)に変更したことにより、純白のLED灯との相乗効果から、明るさの明暗がはっきりとした雰囲気の良い空間になったとしている。併せて発電容量3kWの太陽光発電パネルを設置し、図書館入口付近に発電モニターを設置している。発電量は1~2.4kWh/hを見込んでいる。

なおこの改修は北海道グリーンニューディール基金事業補助金(地球温暖化対策事業(市町村))公共施設省エネ・グリーン化推進事業の補助を受けている。

表 3.2.1 省エネ改修事例

施設名 (改修年)	延床面積 (m ²)	省エネルギー 効果
Y 市 区総合庁舎 (2003～ 2004 年)	約 15,000	一次エネルギー 【改修前】 約 15,000GJ/年 【改修後】 約 10,000GJ/年
E 市図書館 (2009～ 2010 年)	約 2,800	電力消費量 【改修前】 約 260MWh/年 【改修後】 12%削減

※1 IPM モーター：磁石埋込式 (Interior Permanent Magnet) モーターは銅損等が少なく高効率になる。

※2 COP: エネルギー消費効率 (Coefficient of Performance)、定められた温度条件でのエアコンの運転効率を評価する方法

※3 APF : 通年エネルギー消費効率 (Annual Performance Factor)、建物用途や使用期間を設定し、使用状態に近いエアコンの運転効率を示す値

参考文献

- 1) http://www.city.eniwa.hokkaido.jp/www/contents/1370320253451/files/2010_GND_HP.pdf、
2015.6.29

レポート3

「黒龍芝公園ビルの取組み」

間中昭司 (株)黒龍堂

(株)黒龍堂が所有・運営する黒龍芝公園ビル(写真1)は、東京都の環境確保条例に基づく「地球温暖化対策計画書制度」に任意で参加し、2008年に優秀事業所として認められて以来、「省エネ」というキーワードで認知してもらえる機会が増えた。

当ビルにおける「省エネ」とは、元をただせば経年劣化に悩むオフィスビルの「リニューアル(改修工事)」の成果の一つであり、テナントビルとしての生き残りをかけた戦略の一部であった。

以下では、このリニューアルの企画から竣工、検証に至る一連の期間について、オフィスビル(テナントビル)における省エネへの取り組みと共に紹介する。



写真 R3.1 黒龍芝公園ビル外観

R3.1 事業所の概要

黒龍芝公園ビル

(1) 建築概要

建築面積：1,151 m²

延床面積：9,506 m²

基準階契約面積：851 m²

天井高：2,700 mm (うち 0A 床 70 mm)

地下1階、地上9階、塔屋1階

竣工：1970年(西館) RC造

増築：1978年(東館) SRC造

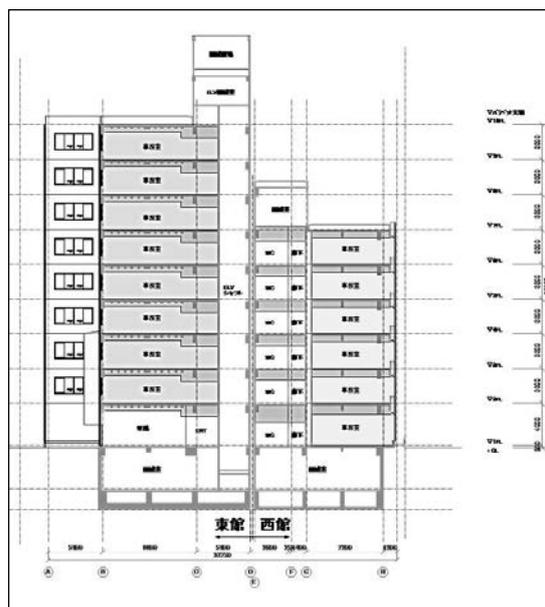


図 R3.1 建物断面図

(2) 設備概要 (リニューアル後)

空調設備

- ・熱源方式：電気・ガスの併用。全館2管方式(ヘッダーは冷温水切り替えと冷水専用の2系統で冷暖房の共存が可能)
- ・熱源容量：360RT (リニューアル前の305RTから20%増)
- ・空調方式：単一ダクトファン付VAV (インテリアゾーン) + ファンコイルユニット (ペリメーターゾーン)
- ・空調制御：ファン付VAVはインバータ制御による風量制御、大温度差空調、専用部スパン毎のゾーニングで温湿制御

電気設備

- ・受電方式：高圧業務用電力1回線 引込み
- ・トランス容量：1,050kVA
- ・専用部0A用電源容量：40VA/m²
- ・照明設備：Hf32W2 灯式埋込深型高効率蛍光灯
- 中央監視設備：Savic-Net FX（管理点数630点）
- 昇降機設備：4基（15人乗×2、6人乗×2）

R3.2 リニューアル

(1) リニューアル1（「空調改修Ⅰ期」、「Ⅱ期」他）

当ビルのリニューアルとは、テナントへ提供する価値を高め、適正な賃料と高い稼働率を継続的に獲得することで、自らの資産価値を高めようという考えに基づいている。

最初のリニューアル計画の検討に着手したのは1994年のことであるが、当時、当ビルでは空調に対するクレームが非常に多かった（図R3.2）。そもそも6台のAHU（空調機）で、延べ15フロア（西館1～6階、東館1～9階）をカバーしていたこともあり、制御において、あるいは増大する室内負荷に対して、能力が不足していた。そこで、竣工後25年という節目を迎えた翌年から、施設の経年劣化や社会環境の変化やオフィスニーズの多様化への対応も考慮した、抜本的なリニューアル計画の企画立案に入った。

その後、2003年からのリニューアルは「資産価値向上計画」と名付け、その目的をより一層明確にした。

立案に際しては、建物管理データ、工事履歴といった日常の記録の検討に加え、1995年夏に空調設備系/衛生設備系の配管約50本を調査対象とした配管診断を実施した。翌夏には、テナントへの聞き取りを含む室内環境調査（表R3.1）を実施して、より細やかに現状把握にも努めた。

さらに、この過程で、既存テナントのクレームのみならず、新規テナント誘致（空室募集）に際しても空調設備に対する問合せが最も多かつ

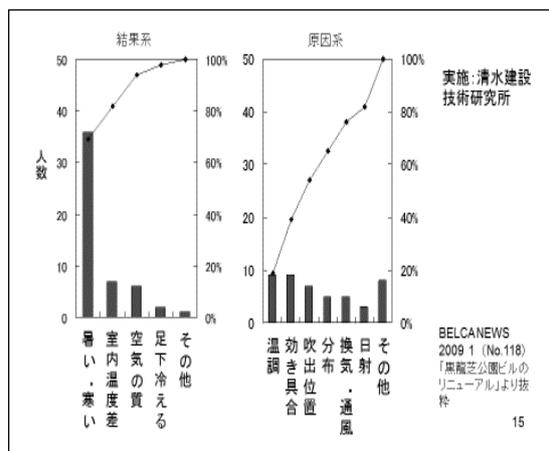


図 R3.2 執務室の空調に関するクレーム（パレート図）

表 R3.1 「室内環境調査」の概要

（1996年8月実施。配布60、回収数58、回収率97%。実施：清水建設技術研究所）

- ・ 居住者アンケート調査
- ・ 室内物理環境調査
 - 温熱環境（温湿度、 airflow、等）
 - 空気環境（粉塵、CO2濃度、等）
 - 光環境（照度、色彩、等）
 - 音環境（騒音、等）
- ・ オフィス空間複合環境調査
- ・ トイレ複合環境調査、等

たこともあり、工期、工費の試算結果等を総合的に考慮して、空調の改善により重きを置いたリニューアル計画とした。

空調設備の改修は全3期の対応とし、熱源、空調機の更新をⅠ、Ⅱ期に、VAV導入による個別制御化をⅢ期に、それぞれ予定した（表R3.2）。この他に、前述の配管診断で余命7年未満と判断された冷温水配管の更新や周辺機器の更新を計画したが、いずれの設備もバックヤードに配置され、「居ながら工事」で大きな迷惑をかける割に、テナントが直接的または直感的に感じられる成果が少ないと判断し、水廻り・トイレおよび給湯室の全面更新工事を加えて、テナントの満足度の低下を防ぐ「見える化」の工夫をした。

表 R3.2 空調設備の更新計画

設備	改修内容	I期	II期	III期	IV期
熱源	冷温水発生機の更新		●		
	空冷ヒートポンプチラーの更新	●			
	冷却塔の更新		●		
	冷温水ポンプの更新(インバーター化)	●	●		
	冷却水ポンプの更新		●		
空調機	AHUの更新	●	●		
	OAダンパーの遠隔操作機能追加				●
配管	冷温水配管(AHU系統)の更新	▲			
ダクト	ファン付VAVの新設			●	
自動制御	熱源廻り自動制御の更新	●	●		
	空調機廻り自動制御の更新	●	●		
	中央監視設備の新設		●		
	BEMS 機能追加、総合性能検証				●
電気設備	照明設備 Hf型(高効率)照明器具への更新			●	
	受変電設備 トランス(高効率)の更新				●

凡例 ●:実施 ▲:一部実施

リニューアル1の内容を下記に示す。

①空調改修I期(1997年)

- ・熱源改修(ターボ冷凍機撤去、空冷ヒートポンプチラー新設)
- ・空調機更新(AHU1) … I期その1
- ・空調機更新(AHU2、4、6) … I期その2

②空調改修II期(1998年)

- ・熱源改修(ガス焚冷温水発生機、冷却塔更新)
- ・空調機更新(AHU3、5)

③その他

- ・全館トイレ・給湯室、衛生配管更新(1996年)
- ・西館エレベータ設備2基更新(1997年)

(2)リニューアル2(「空調改修III期」→「資産価値向上計画」)

「空調改修III期」の着手を「I期」「II期」の効果検証後として、1998年暮れに一旦リニューアル工事を終えた。2000年になると、大規模事務所の大量供給とその後に予想される空室の増大、いわゆる「2003年問題」が現在の課題となっていた。「近・新・大」に象徴される駅近一等地での大型ビルの大量供給は、同時に、情報化・グローバル化に対応する施設の高機能標準化など、オフィス需要の質的变化をもたらすと言われていた。予測される変化に照らして検証したとこ

ろ、「築30年」、「新耐震前の施工」、「セントラル空調」、「情報化未対応」など、当ビルの市場価値は相対的に低下傾向にあり、予定していた「空調III期」を、市場競争力の確保を目的とした「資産価値向上計画」(図R3.3)として再企画し、将来における生き残りを目指すところとなった。

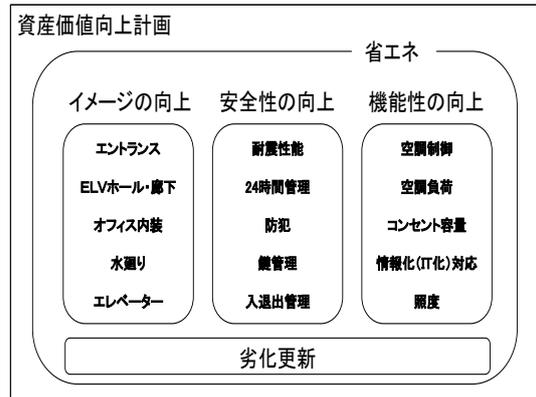


図 R3.3 「資産価値向上計画」概要図

「資産価値向上計画」が、「築30年の老朽化ビルの生き残り戦略」である以上、市場におけるポジションの確認と、目指すべき方向の再定義が重要であった。「空調改修I期」「II期」の効果検証報告を土台にして、現テナントに向けては「他へ移らない/他から引き抜かれない…弱点をつかれない対策」を、今後誘致する新規テナントに対しては「長くあかない/すぐにうめられる…築30年のビルをいかにして移転先候補リストに載せるか」をテーマに、総じて、「マイナスを減らし、魅力を付加する」ことをリニューアル2の全体コンセプトとした。

図 R3.4 は、立案の際に当ビルを診断したリーダーチャートで、当時の最新(最高グレードの)ビルのスペックを満点の4点に設定して、相対的に評価したものである。一例として、表 R3.3 にその評価基準を示した。なお、リニューアル計画においては、立地、建物規模、想定賃料等の事業性を総合的に勘案して、各項目3点を目標値とした(なお、工事完了後の達成状況は図 R3.5 のと

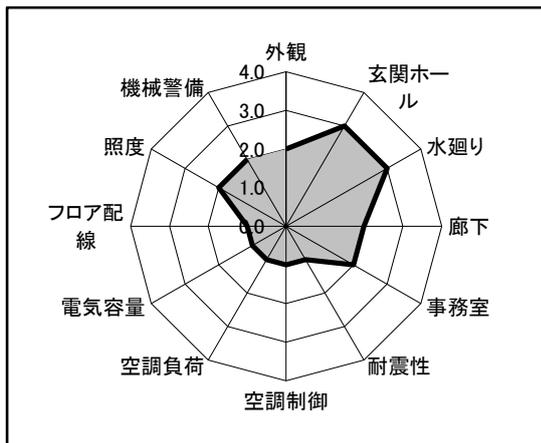


図 R3.4 改修前評価

表 R3.3 評価の判定基準の例：照度（照明設備）

評価	定義
4	700ルクス超
3	700～500ルクス
2	500ルクス
1	500ルクス未満

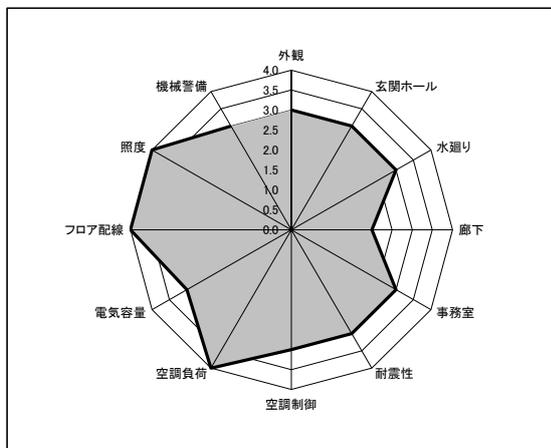


図 R3.5 改修後評価

おりである)。

これら内部評価に加え、一般に入手可能な各種の外部公表データを活用してまとめた基本方針が、図 R3.3 に示した「資産価値向上計画」の概要図である。結果的に、現テナントにとっては「期待項目」であり、新規テナントに向けては移転先

選定の際の「重要チェック項目」を網羅したものとなった。

リニューアル2の内容を下記に示す。

- ①「資産価値向上計画」(2003～2006年)
 - ・空調改修Ⅲ期(ファン付VAVユニットの導入)
 - ・耐震補強(現行法規並みの強度の確保)
 - ・専用部照明設備更新(高効率Hf型器具の導入)
 - ・セキュリティ(鍵管理自動化・24時間対応)
- ②その他
 - ・東館エレベータ設備2基更新(2002年)

R3.3 リニューアルの評価

従来、工事の評価は竣工検査と、その後、半年および一年程度を経て実施する点検によるものであった。しかしこうした評価は、そもそも設置した設備機器の能力を検証することに重点が置かれており、運用者(管理会社)の手に委ねられた建物環境が、当初の企画どおり(設計者の意図どおり)のものになっているかどうかの判断は難しいと感じていた。そこで竣工検査後、工事の実効性を実際の施設の稼働状況を眺めながら、アドバイザー、管理会社、設計者、施工者を交えて検証・評価することにした。性能検証である。なお、省エネについては、この内部検証の他に、外部検証として、「東京都地球温暖化対策計画書制度」に参加しその指標に準じて評価することとした。

2006年4月に竣工検査を終えて、以後、約1年間にわたる性能検証を開始した。エネルギー消費量、熱源運転状況、室内環境、テナントヒアリング、空調課金といった検証を、前記の4者と共に取り組んだ。この検証と実務へのフィードバックという連続した作業を通じて、即ちデータ蓄積→検証→運転手法の改善→再実行/データ蓄積→仕組化といったPDCAサイクルを繰り返すことで、ともすれば経験則に偏りがちだった設備運転が、検証から導かれた仮説に基づく、学習管理運転へと進化した。これによって、例えば、2011年には1994年比一次エネルギー消費量は

37%、契約電力は 35%削減された (図 R3. 6、R3. 7)

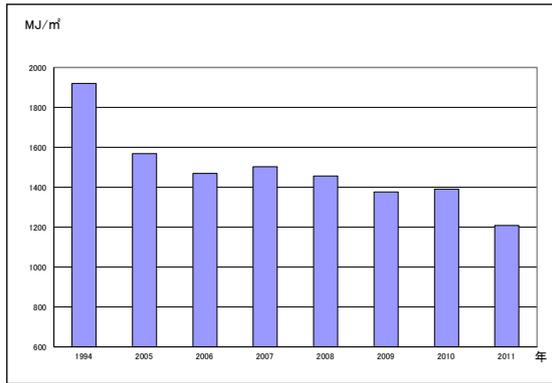


図 R3. 6 一次エネルギー消費量削減の推移

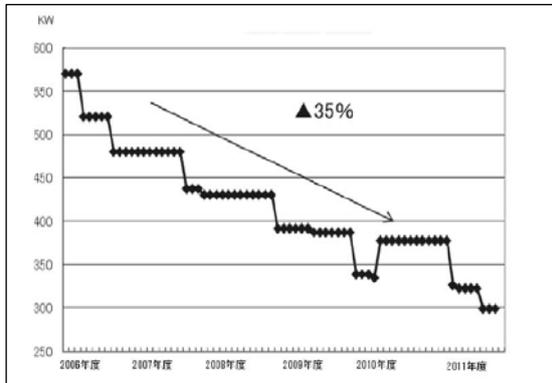


図 R3. 7 契約電力の推移

性能検証で得た知見を下に、補足的な工事も含めて以下を実施した。

- ①トランス更新 (2009年)
- ②BEMS 更新 I 期 (2012年)
- ③BEMS 更新 II 期、OA ダンパの自動制御との連動 (2013年)

BEMS の更新においては、BEMS に求める機能 (「管理項目」「管理目的」)を一から洗い出し、それに必要な入出力点数 (「管理場所」)を拾い出す、という準備作業に時間を費やした。この「機能と入出力の紐付け」により、BEMS を活用して何をするのか、という目的と活動の再確認ができたばかりでなく、不要な入出力点数を割愛し、改修費用の適正化という効果も生み出した。

R3. 4 リニューアルの成果の定着

(1) 運用者に対する設計意図の伝達

改修工事の効果を最大化するためには、性能検証によって工事の成果を確認するだけでなく、運用者 (管理会社) に対する設計意図の的確な伝達も重要と考えた。そこで従来の竣工図に、運転方法等を添え書きすることを設計者に依頼した (表 R3. 4、図 R3. 8)。これは、設備運転において支援ツールとなっただけでなく、どこか微妙なさじ加減、といった感もあった管理者の暗黙知を形式知へ表出化する役目も果たした。

表 R3. 4 竣工図記載事項 (添え書き)

熱源機器の最適な運転方法	季節・時間帯毎の最適な熱源運転方法を明記した。
熱源配管系等の切替方法	ファンコイルと空調機系統で冷暖房混在運転を行う際の切替方法を明記した。
空調運転フロー	VAVと空調機、熱源機器の連動条件、連動方法を明記した。
各種設定値	熱源の送水温度、空調機の室温設定等の設定値を明記した。
メンテナンス項目	各種機器に必要なメンテナンス項目、メンテナンス頻度を明記した。

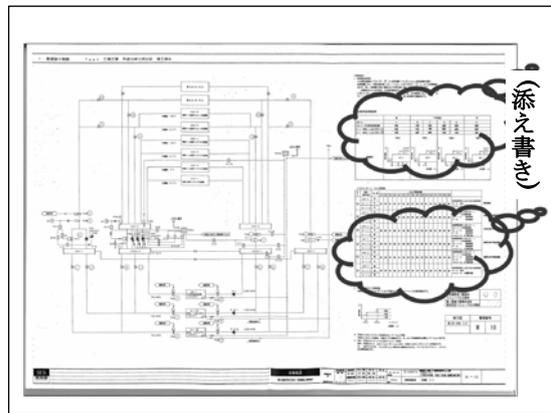


図 R3. 8 竣工図

(2) LCC 計算書の改善

竣工後の維持管理指針となる LCC 計算書については、改修前から既に導入していたが、日常のツールとなるべく進化を図った。そもそもこの LCC 計算書は竣工当時の見積書を元に各管理項

目を抽出しており、それらはいずれも職種別に明細化されていた（例えば「壁面塗装」は、ビル内の全壁面の総㎡数で一括計上）。しかし、実際の運営（管理）上では、階毎あるいは部位毎に管理していた。加えて、帳票上、実績を盛り込める体裁になっておらず、結果として、5年程度経つと、計画に対する運用状況が把握しづらくなるなど、実用的とは言えなかった。

そこで、抽出項目（管理対象）を職種別表記から部位別表記に変更して（図 R3.9）、実際の管理単位に即した体裁にした他、設備投資を必要としない汎用ソフトの MS エクセルを利用し、実績データの反映を可能にし、関係者間のデータ共有も容易にした。

(3) テナントとの協働

当ビルの試算では、(CO₂換算で) エネルギー消費の8割がテナントの事業活動に起因するが、テナントビルである以上、それを強制的に規制する

ことは困難である。そこで、全てのテナントに参加して頂く温暖化対策推進委員会を年に1回開催し、情報共有、事例紹介などを通じて価値の共有（これを「ベクトル合わせ」と呼んでいる）をはかった。

(4) 継続性を担保する仕組み

省エネを継続的な取り組みにするために関係者の自主的な取組みが欠かせないことは明らかであった。そこで、省エネによって削減できたエネルギーコストを、関係者（エネルギーの主たる使用者であるテナント、設備機器の運転等を通じて主たる運用者である管理会社）と当社で分け合うインセンティブの仕組みを導入した（表 R3.5）。

R3.5 リニューアルの効果

不動産賃貸事業は装置産業という側面もあり、施設の稼働率は極めて重要である。2006年のリニューアル完了直後に満室稼働となって以降、現在

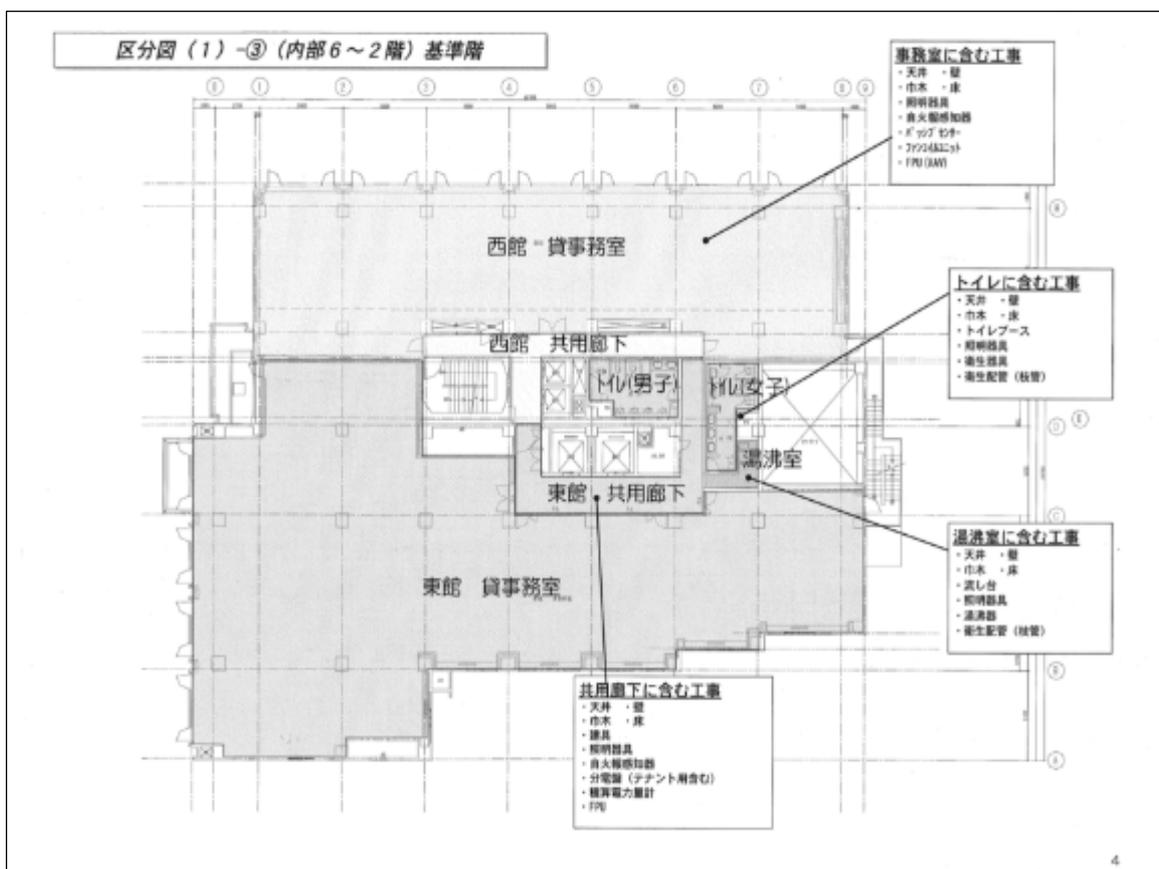


図 R3.9 LCC の管理単位（部位別表記）

表 R3.5 インセンティブの一覧

関係者	主な活動	還元内容(利得/インセンティブ)
オーナー	制度の立案・導入	テナント満足度の向上 ⇒高稼働率、適正な賃料
テナント	推進委員会への参画 個々の省エネ(小まめな消灯、等)	光熱費の低減
管理会社	効率的な運転の継続的な実施	削減率に応じたボーナス

に至るまで、市場データや地域相場と比較して、相対的に高い水準での運営ができています。リニューアルに際しては、適正な賃料および継続的かつ高い稼働率の獲得を目標としていたが、その点で、効果を実感できた。

他方、多くの賞を頂き、少なからず注目を集めた省エネ性能に関しては、テナント募集において、ほとんど問合せを受けることが無かった。情報発信の更なる工夫や、ビルのエネルギーマネジメントの巧拙が、結果としてテナントにどのような恩恵をもたらすのかという点について説得力ある説明ができることなどが今後の課題である。

オフィスを提供するテナントビルである以上、テナントの企業戦略上のインフラとして資する

ものでありたいと考えて来た。しかし、今日のビジネス環境にあって、テナントニーズは多様化、高度化し、求められるスピードは増す一方である。こうした状況下で、進化し続けるテナント企業へ継続的に付加価値を提供していくためには、優れた事業協力者の存在が欠かせない。幸い、このリニューアルにおいても、一貫して、清水建設の部門横断的かつ積極的な協力を得ることができた。加えて、この関係をより実効あるものに導いてくれた外部アドバイザー/コンサルタントの存在も特記しなければならない。当ビルはこうした外部の知恵を有効に活用しながら、テナントにとって常に価値ある快適な空間であり続けたい。

参考文献

- 1) 神山進、矢花吉治他：“黒龍芝公園ビル”リニューアル計画、空気調和衛生工学、第 87 巻第 7 号、p. 69-72、2013 年 7 月
- 2) 大島一夫：FM 領域における省エネルギー・CO₂ 排出量削減対策、JFMA Current、no. 158、p. 12-15、2010 年 7 月
- 3) 間中昭司：黒龍芝公園ビルのリニューアル、BELCA NEWS、118 号、p. 21-26、2009 年 1 月

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.3 新築事例

小木曾清則 日本メックス(株)

3.3.1 公共施設¹⁾

A庁舎(延床面積:253,493 m²)は都市再生、環境共生、歴史再生をコンセプトとする、省エネルギー等環境に配慮した超高層ビルで下記の技術を採用している。

①自然エネルギーの直接利用

・昼光利用照明制御

事務室内に設置したセンサーで昼光を検知し、照明器具の照度補正により消費電力を削減している。

・ナイトパージ

吹抜の煙突効果を利用した夜間の自然通風により、躯体を冷却して昼間の冷房負荷を低減している。

②自然エネルギーの間接利用

・太陽光発電・風力発電

高層棟の屋上に多結晶シリコン型太陽光発電パネル、風力発電装置を設置している。

③各種省エネルギー・省環境負荷対策

・コージェネレーションシステム

ガスエンジン発電機や燃料電池で発電を行い、その排熱を空調や給湯に利用して、エネルギー効率の向上を図っている。

・高効率な冷水蓄熱システム

夜間に熱源機器を高効率運転して冷水を蓄熱槽に蓄え昼間の空調に利用している。蓄熱槽は高効率な温度成層型を採用している。

・簡易型エアフローウィンドウ

事務室の窓際は、夏は天井付近の熱気を排出し、冬は窓下から冷気を排出して空調負荷を低減している。

・中水・雨水利用

雑排水・厨房排水等の中水と雨水をトイレ洗

浄水や植栽散水に利用している。

・屋上緑化

低層部分の屋上を緑化して空調負荷を低減している。

3.3.2 オフィスビル¹⁾

(1)オフィスビル1

Bビル(延床面積:117,000 m²)は熱負荷抑制、省エネ対策、BEMS、再生可能エネルギーを導入した複合用途ビルである。

①外装

本建物は、建物全周の大庇により、日射を遮蔽し、大開口とすることで眺望を確保して、自然光を取り込んでいる。大庇は外壁のメンテナンス歩廊を兼ねており、メンテナンスし易く、建物の長寿命化に寄与している。

熱負荷低減のために、窓面ではLow-e複層ガラスを採用し、太陽光追尾電動ブラインドを設置している。

エコボイドによる外壁面での自然換気の導入、人感センサー・明るさセンサーによる照明負荷低減等、省CO₂技術を複合させた外装を構成している。

②省CO₂型熱源・設備システム

外装の高遮熱高断熱化、蓄熱槽や外気量制御、照明のLED化等により、ピーク負荷を削減、熱源機器をコンパクト化している。

年間を通じてフラットな熱負荷により高効率運転をしている。

③再生可能エネルギー活用システム

都市の未利用エネルギーとして、地下躯体による地中熱をビルの冷暖房に利用している。

屋上スペースに太陽光発電を設置している。

(2) オフィスビル2

Cビル（延床面積：212,000 m²）は環境負荷低減、自然エネルギー利用、地域冷暖房施設の連携利用を導入した超高層ビルである。

①事務所フロアの快適性と省エネルギーの両立
高層事務所は、日射遮蔽ルーバーと高性能遮熱断熱ガラスによるエアフローウィンドウを組み合わせることで、眺望の確保と外皮負荷削減の両立を行っている。

LED照明器具の採用、昼光利用、外気冷房等の省エネルギーシステムを採用している。

事務所フロアでの徹底した省エネルギーで、年間約4,700 tのCO₂削減を目指し、事務所部分のCO₂排出量原単位は、東京都省エネ事務所基準より約36%の削減を目指している。

②自然エネルギー利用によるアトリウム環境
光、風、水等の自然エネルギーを活用し、アトリウム空間の省エネルギーを目指している。

・光の活用： トップライトにシースルー型太陽光発電パネルを設置している。

・風の活用： アトリウムのトップライト窓を開閉することにより自然換気を行っている。

・水の活用： 地中熱エネルギーを利用した冷暖房を導入し、未利用エネルギー利用とヒートアイランド現象の緩和に努めている。

自然エネルギーの活用で年間約110 tのCO₂削減を目指している。

③地域冷暖房施設の連携利用によるCO₂削減
施設の冷熱源となるDHC冷熱源プラントは、隣接ビルDHCプラントとの連携運転を行うことで、年間約850 tのCO₂削減を目指している。

3.3.3 医療施設¹⁾

D病院（延床面積：約55,000 m²）は病院改革により再編整備を行い、機能性の向上、集約立体化による利便性の向上等を図り、医療施設の拠点としての役割を果たすことを目的としている。敷地周辺は、歴史的に豊かな自然環境が形成されて

いる。豊かな自然環境を保全し、さらに地球環境を守るために、省エネ、低炭素排出をする等、環境保全への取り組みを行っている。

①自然環境の保全

- ・建物の平面形をコンパクトに計画
- ・立体的な緑の連続による屋上庭園の配置
- ・計画地の持つ緑を顕在化させる外構計画

②省エネ、低炭素排出への取り組み

- ・全熱交換機、外気冷房等による空調負荷低減
- ・局所換気、換気量制御による電力削減
- ・高効率機器、照明器具による電力削減
- ・人感センサー、調光システムによる電力削減
- ・中央照明制御盤タイムスケジュールによる電力削減
- ・ヒートポンプ給湯機による高効率エネルギー利用
- ・雨水、厨房排水利用による中水設備の採用

3.3.4 教育施設

(1) 教育施設1²⁾

T大学（延床面積：約72,600 m²、収容学生数：約5,000名）は、創立記念事業の一環で、2012年移転キャンパスが竣工した。既設校舎の施設が老朽化していたため、大学校舎を移転しこれからの100年間を見据え、教育・研究の充実、強化を図ることが目的である。ここでは下記の省エネルギー技術が採用されている。

窓際にエアフローウィンドウを設置し、外皮負荷を低減している。ペアガラス内に太陽光追尾型自動調光ブラインドを内蔵し日射による熱負荷を低減している。また、自然換気口ガラリを設置している。

空調方式として、中央熱源と個別空調方式を採用している。中央熱源＋縦型蓄熱槽＋分散ポンプの組み合わせ方式である。また、1号館では、スラリー蓄熱方式を設置している。

未利用エネルギーの活用として、建物入口前の敷地を使用して、地中熱利用ヒートポンプ設備を

設けている。

エントランスホールや廊下、トイレ等の共用部、教室や研究室等にLED照明を行っている。明るさセンサー、人感センサーにより制御している。

各棟の屋上に太陽光パネル（25kw）を設置し、発電した電力の内 5kw をLED照明の電源としている。

(2) 教育施設 2¹⁾

E 学校（延床面積：約 12,000 m²）は先進的なエコスクールとして、環境教育の実践的な教材になることを目指し、環境配慮型モデル校としてCO₂排出を削減している。

① 環境負荷低減・エコ体験

- ・太陽光発電、地熱利用、自然換気システム等の自然エネルギーの活用を最大限に行い、都心部の環境負荷を低減
- ・生徒にとって「水・光・空気（熱）・土・水」等の自然環境を身近に体験できるエコロジーな教材となる「体験できる学び舎」とする。

② 省エネ

- ・LED照明、調湿外気処理機、水蓄熱システム床放射冷暖房等の高効率機器・システムの採用
- ・停電時も発電が可能なマイクロコジェネレーションシステムを用いた熱電併給。

(3) 教育施設 3¹⁾

F 学校・児童施設（延床面積：約 13,500 m²）

は小学校、幼保一元のこども園、児童健全育成機能、地域交流室からなる0歳から18歳までの児童を対象とした総合こども施設である。PFI事業により整備された。

目に見える環境施策とすることにより、児童の環境学習教材に利用することで都心部において、様々な自然環境と触れ合える都心型エコスクールを実現している。

① 緑に親しめる施設

通りの緑と連続する壁面緑化によって街並みとの調和を行い、天然芝グラウンド整備と教室前の児童が育てる緑化フェンスや屋上菜園等、都心の限られた敷地で緑に親しめる施設としている。

② 再生エネルギー利用

太陽光発電、風力発電、太陽熱集熱外壁パネル地中熱利用換気システム等の自然エネルギーを有効活用し、CO₂排出削減やヒートアイランドの抑制に努めている。

参考文献

- 1) 東京都環境局: Low Emission Buildings TOP30 in Tokyo 東京の低炭素ビル TOP30、2011年9月
- 2) 原田公明ほか: 東京電機大学 東京千住キャンパスの最新設備、OHM社、2012年4月号(vol. 99、no. 4)、別紙 p. 16~21

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.4 アウトソーシング

染谷博行 アズビル(株)

3.4.1 省エネルギー診断

(1) 省エネルギー診断とは

エネルギー消費に関して、運用上の改善および設備改修や新規設備導入による改善のために、現状の把握、問題点の抽出、対策の提案の実施することをいう。

省エネルギー診断には、目的や方法に応じて以下の2つに大きく分類できる。

①簡易診断

過去から現在までのエネルギー種別毎のエネルギー消費量を把握し、対象ビルや対象設備毎に大まかな消費傾向を把握する。

(一財)省エネルギーセンター等での集計データを利用した同一用途ビルのエネルギー消費原単位とのベンチマーキングにより、問題点の抽出、省エネ対策の候補の洗出しと実施による想定省エネルギー効果を推定する。

②詳細診断

簡易診断を実施した結果に基づいて、より詳細なデータ計測や記録を行うことにより、適切かつ有効な省エネ対策の選定、想定省エネルギー効果の精度を向上させる。

省エネルギー対策には、実施し易さにより以下の3つに分類することができる。

①運用や設定の見直し等で実現可能な対策

②小規模投資で実現可能な対策

③設備更新・大規模改修が必要な対策

省エネルギー診断は、専門家の知見や経験をベースにした業務であるため、ビルオーナーや管理者が自ら実施する場合と比較して、客観的に行われる。また、新たな省エネ手法の指摘を受けること、省エネルギー効果が削減金額として算出され

ることで、省エネを推進するモチベーションを高める効果もある。

(2) 無料省エネ診断¹⁾

(一財)省エネルギーセンターの2015年度(平成27年度)無料省エネ診断は、以下のいずれかに該当する場合に対象となる。

- ・中小企業(中小企業基本法で規定される事業者)
- ・年間のエネルギー使用量(原油換算値)が、原則として100kL以上1,500kL未満の工場・ビル等

工場・ビルの各々のエネルギー使用特性等に応じた具体的な提案(診断報告書)の作成とその内容に基づいて個別のアドバイスや説明を行う。

3.4.2 ESCO事業の有効性と運用支援型ESCO

(1) ESCO事業とは

ESCOとは、Energy Service Companyの略で、ESCO事業は、設計、施工、運用、保守に至るまで包括的なサービスを提供することにより、省エネルギーを実現し、光熱水費の削減を図るものである。工事費用、費用調達にかかる金利、ESCO事業者の利益を除いた部分は顧客の利益となる。光熱水費の削減量は、ESCO事業者との契約により保証され、それを下回った場合でも顧客に不利益が及ばない仕組みが特徴である。

契約方式には2つの方式があり、工事資金の調達者により、区別される。ギャランティードセイビングス方式は顧客が、シェアードセイビングス方式はESCO事業者が資金調達を行い、顧客の初期投資が不要になる。

(2) ESCO事業の有効性²⁾

従来から、ESCO事業は一般省エネ工事を比べて

割高である等の認識があった。経済産業省による『業務部門における ESCO 事業の省エネ効果と普及課題に関する調査』の結果から、以下のことが報告された。

- ・ ESCO 事業は一般省エネ工事に比較して 6 ポイント以上省エネ効果が高い。
- ・ ESCO 事業による高い省エネ効果は、限界設計効果（設備容量のダウンサイジング）と限界運用効果（チューニング）に起因する。

ESCO 事業は包括的なサービス事業であり、設計・施工・運用・保守の一括契約の採用により顧客のリスク低減できる。

(3) ESCO 事業普及の課題³⁾⁴⁾

2010～13 年（東日本大震災の影響がある 2012 年度除く）の業務用 ESCO 事業の受注金額は、約 140 億円/年である。2000 年代に市場が急成長したが、経済環境の変動にも影響され、近年では、その市場規模の伸びは停滞傾向にある。なお業務用とは、オフィスビル、小売店舗、病院、学校等をいう。

ESCO の普及拡大にあたり、主な課題は以下の 3 点である。

- ・ ESCO の低認知度
- ・ 金融機関の ESCO 対象顧客の特定困難
- ・ 補助金申請手続きの煩雑さ

公共施設では省エネルギーの取り組みが進んでいる施設が多く、事業者側にとっては利益が出にくい状況があり、応募事業者が減少している。このため、Y 市では、機器更新の場合、年間補修委託契約を別途契約する等発注者側の努力が必要と考えている⁵⁾。

(4) 運用支援型 ESCO

運用支援型 ESCO とは、初期投資を必要とせずに設備運転スケジュールや自動制御の設定値等の運用を改善することで省エネルギー、光熱水費の削減を図るものである。初期投資が必要な従来 ESCO と比べて設備更新時期、建物の規模、エネルギー消費量の大小に関係なく、導入が可能である。

従来型 ESCO において、導入メリットが見込まれるのは大規模・エネルギー多消費・設備老朽化施設等であった。運用支援型 ESCO により、ESCO 導入施設は拡大する可能性があり、上記の課題はあるものの、ファシリティマネジャーは運用支援型 ESCO も視野入れた導入検討を行うべきである。

(一社)ESCO 推進協議会では、セミナーの開催、ESCO 説明会の講師派遣等を行っている。

3.4.3 ネットワークサービス

(1) ICT 技術の進展とネットワークサービス

企業活動に必要な情報システムは、1970 年代メインフレームと呼ばれる大型電子計算機の導入の時代から、1990 年代のワークステーションの登場によるクライアント・サーバシステムへ発展した。その後、インターネットの普及に伴い、データセンターの時代が始まり、現在では、『情報インフラの所有から利用へ』の時代へ移行の過程にあり、ネットワーク（またはクラウド）を利用したサービスの普及へと発展し、FM 領域では、資産管理、エネルギー管理、設備管理、テナント情報管理等のサービス利用の機会が増加しつつある。

(2) BEMS アグリゲータ

経済産業省は、エネルギー管理のアウトソース活用を推進している。東日本大震災後の 2011 年度には『エネルギー管理システム導入促進事業費補助金』制度を契機に「BEMS アグリゲーションサービス」導入を、2014 年度からは「エネマネ事業者」活用に対する補助を実施している。ビルのエネルギー管理による省エネ推進には専門的な知識を有する者の活用が有効で、BEMS の導入と BEMS を活用したエネルギー管理サービスを提供するビジネスの普及を図っている。

当事業における BEMS アグリゲータとは、中小ビル等に BEMS を導入し、クラウド等を利用して自ら集中管理システムを設置し、エネルギー管理支援サービス（電力消費量を把握し節電を支援す

るコンサルティングサービス)を行う(一社)環境共創イニシアチブ(SII)に登録された事業者をいう。

2011～2012年度のBEMS導入事業の成果は、導入件数6,471件、契約電力合計1,091,726kWである。建物用途としては、スーパーマーケット、ドラッグストア、飲食店の件数が多い。

(3) ネットワークサービスのメリットと課題

サーバ、OS、アプリケーションの運用管理が不要(バージョンアップ、保守等)であるメリットの反面、課題としてネットワーク断により、業務や事業の停止、さらにはデータ喪失、顧客情報が失われる等のリスクもある。

クラウドであっても、ファシリティマネジャーは、情報システム部門と連携して上記のメリット、課題等を考慮して、クラウド化すべきデータやサービス、事業者を慎重に選定する必要がある。

参考文献

- 1) 省エネルギーセンター：
<http://www.shindan-net.jp/service/shindan.html>
- 2) 住環境計画研究所：2013年度(平成25年度)エネルギー使用合理化促進基盤整備事業 業務部門におけるESCO事業の省エネ効果と普及課題に関する調査報告書、p.31、2014年2月
- 3) ESCO推進協議会：ESCO事業の市場動向(市場規模・対象施設・採用技術)、2015年3月
- 4) 住環境計画研究所：2013年度(平成25年度)エネルギー使用合理化促進基盤整備事業 業務部門におけるESCO事業の省エネ効果と普及課題に関する調査報告書、p.89～90、2014年2月
- 5) ESCO推進協議会：ニュースレター、p.2～3、2008年

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.5 エネルギーデータ(ビックデータ)の活用

横山健児 (株)NTT ファシリティーズ

2016年4月からの電力完全自由化に先立ち、一般電力事業社がスマートメータの設置を開始した。設置されれば、各家庭の電力量が30分単位でほぼリアルタイムで計測することが可能となる。また、BAS/BEMSにおいても低価格化とビルを群管理するニーズに応えるためクラウド型のシステムが現れ、複数ビルの電力情報をリアルタイムで収集することが可能となってきた。こんな中、最近のビックデータ分析のブームと相俟って、これら多量のエネルギーデータを活用したサービスや業務改善を目指した試みが注目され始めている¹⁻²⁾。ビックデータ分析の市場は2020年で3000億円を越えると言われている³⁾。これに伴って技術レベルも飛躍的に進歩してきていることから、エネルギーデータを活用したサービスが今後幅広い分野で進展していくものと考えられる。本項では、最近のエネルギーデータ(ビックデータ)の活用事例について簡単に紹介する。

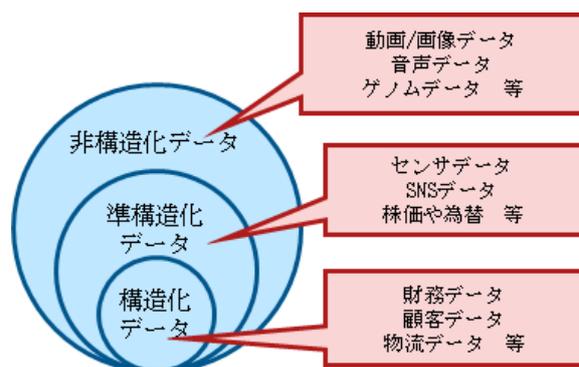
3.5.1 エネルギーデータ活用事例の分類

一般的にビックデータには「3つのV」(Volume、Variety、Velocity)の特徴があると言われている⁴⁾。その特徴を表3.5.1にまとめた。また、データの種類としては、財務データのような構造化データ、センサーデータやテキストのような準構造化データ、動画のような非構造化データがある(図3.5.1)。エネルギーデータを活用する場合は、これらビックデータの特徴と各種データを組み合わせた分析を行い、新たなサービスや業務改善を生み出すことになる。

図3.5.2には、エネルギーデータ活用事例の分類を示す。現状、電力に関する事例が多いことから、電力に絞って取りまとめた。対象データとし

表 3.5.1 ビックデータの特徴

ビックデータの特徴		特徴となる背景
Volume	容量が大きいデータ	情報処理技術の進歩により、大量のデータを処理することが容易となった。
Variety	種類が多いデータ	非構造化データも含めた、多様なデータを取り扱うこととなった。
Velocity	頻度が高いデータ	ビックデータにおいてリアルタイム処理のニーズが顕在化した。



形式	概要
非構造化データ	リレーショナル・データベースのテーブルのカラム構造ではない形式のデータ
準構造化データ	平易なテキストデータで、テキスト内の記号(カンマ区切り、タブ区切り、改行)を用いて値や行を区切りリレーショナル・データベース上のテーブルとして格納できるデータ
構造化データ	リレーショナル・データベース上のテーブルとして格納できるデータ

図 3.5.1 ビックデータの種類の種類

ては電力量データと電力設備データに分類される。データの活用目的としては、データ分析による各種診断とデータを見守りサービス等の他の目的に利活用することがあげられる。次項から各々についての事例を紹介する。

	データ分析による 診断	データ利活用
電力量 データ	発電診断 省エネ診断 デマンドレスポンス	見守りサービス 営業戦略策定
電力設備 データ	故障予測	部品在庫管理 交換計画 修理作業員効率化

図 3.5.2 電力データ活用事例の分類

3.5.2 電力量 x データ分析による診断

表 3.5.2 には電力量データを各種診断に用いた事例を示す。サービスとしては大きく再生可能エネルギー等の発電診断と省エネ診断に分けられる。発電診断では日射量や地形データ等を実際の発電量と比較して将来の発電量の予測や故障の有無を判断する。また、発電設備の構築前に発電量を予測する試みもある。一方、省エネでは家庭の電力消費量を一般的な家庭と比較して使いすぎかどうかのレポートをお知らせする事例が多く見られる。また、ビルや店舗では、快適性や利便性を損なわない範囲で機器の自動制御を行

う事例が多くある。これら省エネ手法は電力会社向けに電量使用のピークカット/シフトにも活用されている。分析手法としては一般的な統計分析や機械学習等が用いられる。

3.5.3 電力量 x データ利活用

電力量データを多目的に利活用する事例を表 3.5.3 に示す。データの利活用についてはその有用性を期待されているが、実際にはその事例は多くない。よく言及されるのが「見守りサービス」であるが、収益性の面から疑問視する声もある。対して、営業戦略を策定する上で電力量データを活用する事例がある。これは全く別のサービスや物品販売に電力量データを利活用するものである。ここでは電力量データを気象データ、国勢調査、SNS 等の幅広いデータと一緒にマッピングし販売戦力を策定するものであるが、個人情報保護の問題が解決されれば有用な利活用方法といえる。

表 3.5.2 電力量データ分析による診断事例（電力量 x データ分析による診断）

サービス概要	データ種類	分析手法
【発電：PV】各発電状況のデータの収集・分析により発電量予測・故障分析	発電量 天気予報	数値予報モデル
【発電：風力】風力発電の発電量を予測し、最適な設置場所やメンテナンススケジュールを作成	天候、地形、塩の満ち引き 衛星写真、森林地図、気象モデル	(不明)
【省エネ：家庭】「使い過ぎか、平均的か、優秀な節約家か」の通知表を提供するサービス	電力使用量	各ユーザー世帯間でのエネルギー消費量の比較
【省エネ：ビル】自動制御により快適性と省エネを実現	電力使用量、温度、照度 照明・空調機器からの設備データ	機械学習ソフトウェア 「Microsoft Azure Machine Learning」
【省エネ：店舗】標準的な電力使用モデルを作成し、自動制御による省エネを実現	空調機器、調理器具の電力使用量 店舗ごとの特徴(店舗サイズ、使用機器の種類・台数、来店者数等)	標準モデルとの比較
【省エネ：ビル】独自指標に基づく自動制御により省エネを実現	電力使用量 温湿度、照度、天候、外気の温湿度	独自快適指標との比較
【DR：ビル・家庭】デマンドレスポンスを含めてエネルギーを「いっとう買うか」「どう使うか」のコンサルサービス	電力使用量	料金計算
【DR：ビル】デマンドレスポンス発動時、需要予測に基づいて機器の自動制御を実施	過去の電力使用量 気象予報、設備の設定値	多変量解析 LCEM ツール

表 3.5.3 電力量データの利活用事例（電力量 x データ利活用）

サービス概要	データ種類	分析手法
【家庭】 電力データを活用した見守りサービス	電力消費量	使用または不使用の判断
【家庭・ビル】 需要を予測し、営業戦略を策定	電力使用量 国勢調査や所得・貯蓄等のデータ、 エリア毎社内販売実績データ SNS データ	(不明)

3.5.4 電力設備データ x データ分析による診断

最新の発電機や照明・空調装置には様々なセンサーが取付けられており、これらデータも遠隔で収集可能な状態となっている。表 3.5.4 には電力設備データを各種診断に用いた事例を示す。電力設備データとは発電量、温度、流量、アラーム情報等のセンサー情報と日々の点検から得られるテキスト情報を含む種類 (Variety) の多いデータであり、これらを用いて故障予知が行われている。この場合も気象データ等の幅広いデータと一緒に分析されることが多い。分析手法としては、多数のパラメータを扱うことから、多変量解析や

クラスタリングなど高度分析が用いられる。

3.5.5 電力設備データ x データ利活用

電力設備データの利活用事例を表 3.5.5 に示す。基本的には故障予知から部品の在庫管理や修理作業員の最適配置を目的としたものである。これらの事例では、電力設備データが全く違うサービスではなく、業務プロセスの一貫として利活用されていることが特徴である。この考えは最近注目されている Industry4.0 や Industrial Internet におけるビジネスプロセスマネジメントと同様な考え方⁵⁾ であり、これら技術動向

表 3.5.4 電力設備データ分析による診断事例（電力設備データ x データ分析による診断）

サービス概要	データ種類	分析手法
ガスタービンコンバインドサイクル (GTCC) の異常予知検知： マハラノビス距離 (MD) の単一指数で判断	多岐にわたる監視パラメータ	Mahalanobis-Taguchi Method (MT 法)
インフラ製品の異常検出： 複数のセンサーデータの正常時の動作をクラスタとして学習し、現在の状態を正常時のクラスタと比較	複数のセンサーデータ	Vector Quantization Clustering (VQC) 法
事故・トラブルの予兆発見	センサーデータ 運転・引継日誌の中の言葉 ヒヤリハット情報 事故・トラブル情報	テキスト・マイニング

表 3.5.5 電力設備データの利活用事例（電力設備データ x データ利活用）

サービス概要	データ種類	分析手法
設備の型番、類似の型番の故障実績にもとづく稼働時間ベースで、故障可能性を予測し、部品在庫や交換計画を最適化	故障情報 (部品名、メーカー名、製造年度、地域)	故障情報の多次元分析 時間ベースによる故障可能性の予測 (Time Based Maintenance)
交換が必要となりそうな部品を自動で割り出し、修理作業員の業務を効率化	修理履歴 コールセンタ情報	(不明)

も新しいファシリティマネジメント技術を検討する上で、今後注視していく必要があると考えられる。もし故障予知に基づく設備運用が可能となれば、より高度なファシリティマネジメントが実現されるものと期待される。

エネルギーデータの活用事例を示したが、ビッグデータ分析技術や IoT (Internet of Things) 技術、Industry4.0 技術の進歩により、今後ますますデータ活用サービスが拡大していくものと考えられる。さらには、今回の事例では見られなかったが、頻度が高い (Velocity) データを処理できる大規模リアルタイム分析基盤の開発も進んでおり⁴⁾、非構造化データをリアルタイムで処理するサービスも出現する。また、政府も「電子行政オープンデータ戦略」に基づき積極的に公共データを公開しており⁶⁾、データの種類 (Variety) も増大する傾向にある。

ファシリティマネジメントもこの大きな潮流に影響され、より高度化されていくものと予想さ

れる。

参考文献

- 1) 横山健児、中島壮平、川上公一郎、川上遊亀、松下 傑、辻本昌弘、正代尊久：
「エネルギーデータを活用したスマートサービス」、2014 年 (平成 26 年) 電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集 TC3-4
- 2) 山崎正宏、松岡辰郎、辻川知伸、中島壮平：
「建物・設備データの活用技術」、NTT 技術ジャーナル、26-7、p. 35-40、2014 年
- 3) 矢野経済研究所：ビッグデータアナリティクス市場に関する調査結果 2013
- 4) 中川慶一郎、小林佑輔：データサイエンティストの基礎知識、第 1 版、2014 年、リックテレコム
- 5) 日経 BP 社：まるわかりインダストリー4.0 第 4 次産業革命、2015 年
- 6) オープンデータに係る情報ポータルサイト：<http://www.data.go.jp/>

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.6 省エネルギーマネジメントチェックリスト

大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所

3.6.1 省エネルギーマネジメントチェック リスト

省エネルギーのための様々な技術・手法が開発されている。これらの技術・手法を実際の省エネルギーに活用するには、そのマネジメントが重要となり、このためには、PDCA (Plan<計画>→Do<実行>→Check<評価>→Action<改善>)を繰り返す必要がある。そこでエネルギー環境保全マネジメント研究部会では、これらが行われているか評価するための省エネルギーマネジメントチェックリスト (以下、チェックリスト) を作成した(表 3.6.1)。本チェックリストは、省エネルギーで成果をあげている組織で実践されている項目を参考に作成を行った。そして JFMA FORUM 2012 と同 2013 のエネルギー環境保全マネジメント研究部会発表の参加者に、チェックリストへの記入をしてもらった。

A(Action)については、チェックリスト記入に

併せて JFMA FORUM 2012 の参加者に、2011 年夏期にどのようなピーク電力カットや省エネルギーのための取組み (以下、省エネルギー取組み項目数) を行ったか選択式で質問した(表 3.6.2)。選択肢は、“その他 (自由記入欄)”を含む 15 種類である。

チェックリストへの記入数は、2012 年は 56 件(テナントビル: 25 件、自社ビル: 31 件)、2013 年は 44 件、省エネルギー取組み項目数(2011 年夏期)への記入数は 71 件(テナントビル: 31 件、自社ビル: 35 件、その他 5 件) である。

3.6.2 省エネルギーマネジメント実施率

(1)省エネルギー取組み項目数と省エネルギーマネジメント実施率

省エネルギー取組み項目数を図 3.6.1 に示す。取組みは、「照明等の消灯・間引き」、「空調の設定温度引上げ」の順に多い。また省エネルギー取

表 3.6.1 省エネルギーマネジメントチェックリスト

	項目	細目			
P	目標設定	1 省エネ目標が設定されている			
D	体制	1 省エネの責任者が経営層から選任されている	2 総務等省エネ推進部門の責任者が選任されている	3 部門またはフロアの責任者が選任されている	4 省エネに関する委員会が開催されている
	省エネ知識	1 社内にエネルギー管理士等エネルギーの専門家がいる	2 省エネ参考資料がある	3 省エネに熱心な人がいる	4 省エネに関する社員向け講習会を行っている
	情報共有	1 テナント会議に参加している	2 省エネ取組みが周知されている	3 省エネに関する問い合わせ先が明確になっている	
	省エネ活動	1 クールビズ・ウォームビズが実施されている	2 昼休み消灯を行っている	3 ヒトのいないゾーンの空調・照明は停止されている	4 ノー残業デーが実施されている
C	見える化	1 エネルギー使用量を把握している	2 部門間、フロア間のエネルギー消費量比較を行っている	3 エネルギー使用量の前年度比較を行っている	
	環境把握	1 温湿度を確認している	2 照度を確認している	3 CO2濃度を確認している	

組み項目数と省エネルギーマネジメント実施率の関係を図 3.6.2 に示す。省エネルギー取組み項目数が増加するに従って省エネルギーマネジメント実施率が増加する傾向にある。省エネルギー取組み項目数（平均値）は、自社ビルとテナントビルで大きな差はない（図 3.6.3）。

(2) 省エネルギー取組み項目数別の省エネルギーマネジメント実施率

省エネルギーマネジメントPDCの“目標設定”、“体制”、“省エネ知識”、“情報共有”、“省エネ活動”、“見える化”、“環境把握”の各項目別の実施率について、省エネルギー取組み項目数別に評価を行った。本来は省エネルギー率等で評価すべきであるが、この数値を会場で求めることは困難なので、省エネルギー取組み項目数別とした。結果を図 3.6.4 に示す。なお省エネルギー取組み項目数は、9~11 項目(平均 9.6 項目)、7~8 項目(同 7.4 項目)、5~6 項目(同 5.7 項目)、3~4 項目(同 3.5 項目)、1~2 項目(同 1.7 項目)で分類した。

省エネルギー取組み項目数が多い組織では、省エネルギーマネジメントPDC各項目の実施率もまんべんなく高くなっているが、省エネルギー取組み項目数が少ないビルでは、“体制”、“省エネ知識”、“情報共有”、“見える化”、“環境把握”の実施率が少なくなっている。

表 3.6.2 ピーク電力カット・省エネルギーのための取組みに関する質問項目

①照明等の消灯・間引き
②照明設備の交換（LED化等）
③卓上スタンドの購入
④ブラインドの調節
⑤空調の設定温度引上げ
⑥空調運転時間調整
⑦扇風機の購入
⑧待機電力の削減
⑨OA機器の省エネモード設定
⑩デマンド監視装置等の導入
⑪従業員への啓発実施
⑫就業・操業調整（輪番休業・サマータイム等）
⑬専門家への相談
⑭何もしなかった
⑮その他

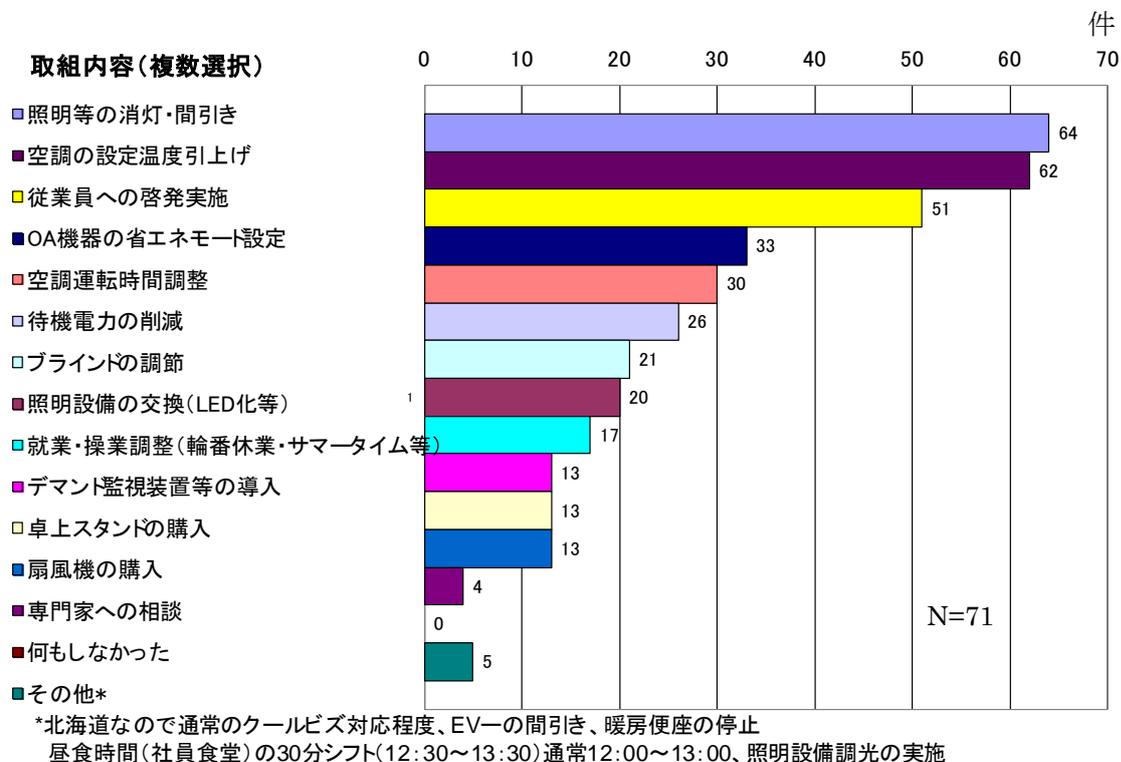


図 3.6.1 ピーク電力カット・省エネルギー取組み項目数

(3) 自社ビル・テナントビル別の省エネルギー マネジメント実施率

テナントビルと自社ビルの、省エネルギーマネジメント項目別実施率を図 3.6.5 に示す。テナントビルと自社ビルでは大きな差はないが、自社ビルの方が省エネルギーマネジメント実施率は高い。自社ビルでは、“目標設定”や“情報共有”がやや高い実施率になっている。

(4) 省エネルギーマネジメント細目別実施率

省エネルギー取組みが 9 項目以上のテナントビル・自社ビルの省エネルギーマネジメント細目別の実施率を図 3.6.6 に示す。実施率が 100% の細目は、“体制 No2 (総務等省エネ推進部門の責任者が選任されている)”、“情報共有 No2 (省エネ取組みが周知されている)”、“省エネ活動 No1 (クールビズ・ウォームビズが実施されている)”、“見える化 No1 (エネルギー使用量を把握している)”、“見える化 No3 (エネルギー使用量の前年度比較を行っている)”、“環境把握 No1 (温湿度を確認している)”、“環境把握 No3 (CO₂濃度を確認している)”である。一方、実施率が少ない細目は、“省エネ知識 No4 (省エネに関する社員向け講習会を行っている)”、“情報共有 No1 (テナント会議に参加している)”である。

3.6.3 省エネルギーマネジメント実施率比較 (2012 年 vs 2013 年)

JFMA FORUM 2013 エネルギー環境保全マネジメント研究会発表の参加者に、前年と同様に本チェックリストへの記入をしてもらった。結果を図 3.6.7 に示す。2012 年と 2013 年はほとんど同じ実施率になったが、“環境把握”は 2013 年の方が低下している。“体制” “省エネ知識” “情報共有” は 2013 年になっても 2012 年と同様に相変わらず実施率が低い。

省エネマネジメントの実施細目別にみると、

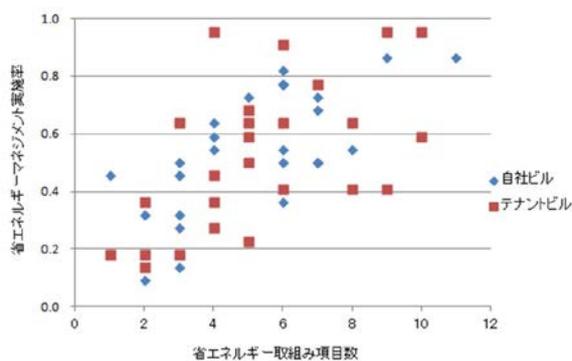


図 3.6.2 省エネルギー取組み項目数と省エネルギーマネジメント実施率

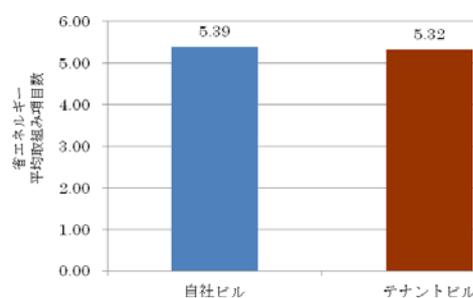


図 3.6.3 省エネルギー取組み項目数

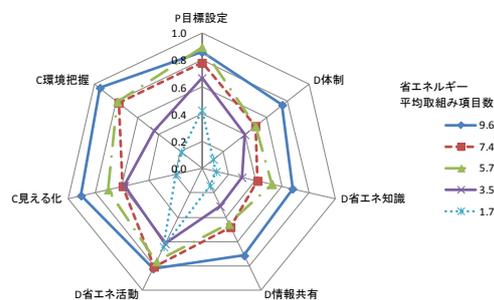


図 3.6.4 省エネルギーマネジメント実施率 (項目別)

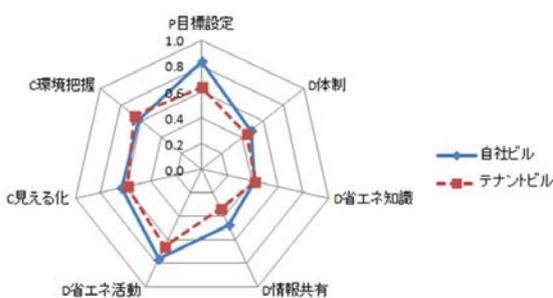
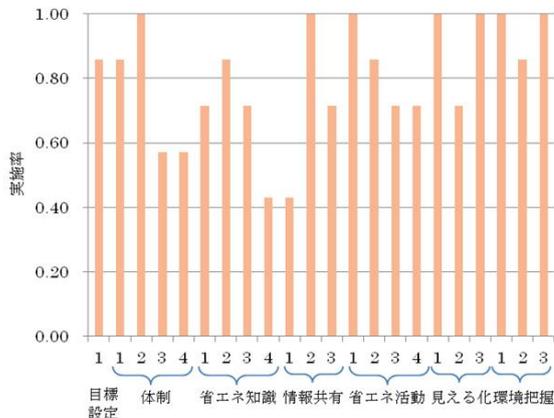


図 3.6.5 省エネルギーマネジメント実施率 (テナントビル・自社ビル別)

体制 No.1(省エネの責任者が経営層から選任されている)”、“環境把握 No.2(照度を確認している)”、“環境把握 No.3(CO₂濃度を確認してい

る)”の実施率が2013年は2012年に比較して大きく低下している(図3.6.8)。



省エネルギー取組みが9項目以上のテナントビル・自社ビル

図 3.6.6 省エネルギーマネジメント細目別実施率

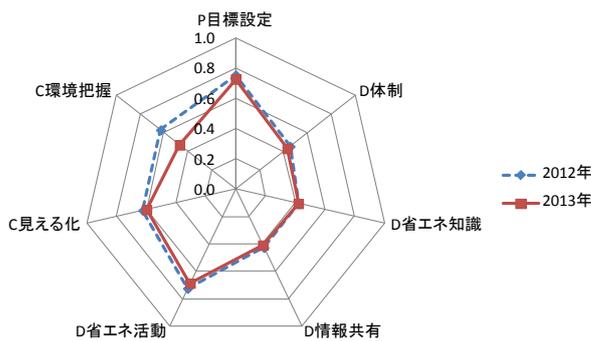


図 3.6.7 省エネマネジメント実施率比較(2012年 vs2013年)

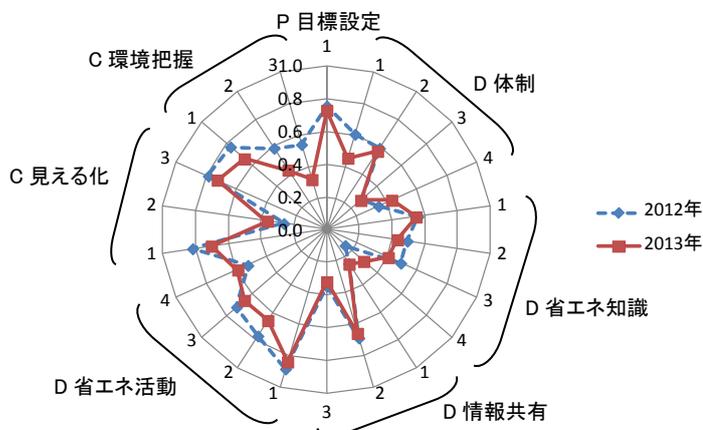


図 3.6.8 省エネマネジメント実施細目別比較 (2012年 vs2013年)

3章 エネルギー環境保全マネジメント取組み事例

3.7 東日本大震災後の電力不足への対応

大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所
高橋忠幸 (株)イトーキ

3.7.1 計画停電^{1)、2)}

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災、以下「震災」と記述）直後に、東北電力管内、東京電力管内で大規模な停電が発生した。そしてその後の電力不足による予測不能な広範囲にわたる停電を回避するため、3月14日以降、東京電力管内で計画停電が計10日間（延べ32回）実施された。東北電力管内でも計画停電の可能性があったが実施されなかった。同時に石油製品やガスの供給にも大きな影響が出た。計画停電の実施状況を図3.7.1に示す。



出典 エネルギー白書 2011

図3.7.1 計画停電の実施（東京電力管内）

(1) 経緯

震災による電力供給力不足に対する方策として、以下の理由により、いわゆる総量規制（一定期間の電気の消費総量を制限するという方法）では、ピーク時の需要量が供給力を上回らないようにする手段たりえないと判断された。

- ・電気は、その性質上貯蔵できないため、瞬間・瞬間の需要量に供給側が対応しなければなら

ない。電力ネットワーク（系統）は、ピーク時の需要量に対応できる供給力を備えておく必要がある。一方、総量規制は、一定期間の電気の消費総量をコントロールするものであって、瞬間・瞬間の需要の高さを確実にコントロールできない。このため、総量規制の方法では、ピーク時に需要量が供給力を上回り、系統全体が不安定となって広い範囲にわたり電力供給が止まる事態（大規模停電）を回避できない。

- ・今回の需給ギャップが大幅であるため、その解消には、産業界のみならず、業務部門や家庭部門の消費抑制が不可欠であるが、総量規制ではとりわけ一般家庭の消費を確実にコントロールすることができない。

このため、ピーク時における電力の需給バランスを適切に保ち、予測不能な大規模停電を回避するため、系統の変電所に則した需要のかたまり毎に順次停電させる計画停電による対応が行われることとなった。

(2) 計画停電の内容と実施状況

計画停電はその実施地域、スケジュールを巡る混乱があった。また東京電力管内におけるその後のピーク電力カットへの取組みが真剣に行われたのは、電力使用制限令によることもあるが、この計画停電を経験したことも影響していると考えられる。以下に計画停電の実施状況を示す。

東京電力管内の計画停電は、管内需要家を5グループに分け、グループごとに、あらかじめ定められた時間割（6:20～22:00の間を5コマに分け、一回につき最大3時間）に従い、各グループに属する地域に対する電力供給を順次停止するもの

である。東京 23 区（一部例外あり）および被災地である茨城県および千葉県の一部は対象外となった。

計画停電は、2011 年 3 月 14 日から始まり、初日は、夕方のみ一部地域で実施された。その後、日ごとに電力需要が拡大するのにあわせ、停電実施地域も拡大した。

3 月 17 日には、気温の低下等から電力需要が朝から急拡大した結果、需給バランスがギリギリの状態になり、このままの状態が続けば夕方から夜にかけてのピーク時に需給バランスが崩れる恐れがあったため、午後に経済産業大臣他から一層の節電を呼び掛けた。結果的に、国民や産業界の節電努力により電力需要は抑制され、大規模停電に至る事態は回避された。

3.7.2 ピーク電力カット^{3) 4)}

(1) 電力使用制限

2011 年夏期の電力需給対策として、東京電力、東北電力管内では電気事業法第 27 条に基づく電力の使用制限が行われた。対象は大口需要家（契約電力 500kW 以上）の事業所で、削減率は、使用制限期間・時間帯における 1 時間当たりの使用最大電力を、前年夏の使用最大電力等（基準電力）の 85%以内（削減率 15%）に制限するものであった。期間・時間は、計画では東京電力管内は 2011 年 7 月 1 日～9 月 22 日の 9:00～20:00（平日のみ）、（実際は 9 月 9 日で終了）、東北電力管内では 2011 年 7 月 1 日～9 月 9 日の 9:00～20:00（平日のみ）であった。

電力使用制限の対象者は、使用制限が行われた期間における電気の使用状況について、所定の報告書様式に必要事項を記載し、経済産業大臣に提出することが求められている。報告書提出の期限は検針日から 15 日以内としており、提出先は経済産業局（関東もしくは東北）である。

この電力使用制限の適用が緩和された施設等には、医療施設、老人福祉・介護施設、データセ

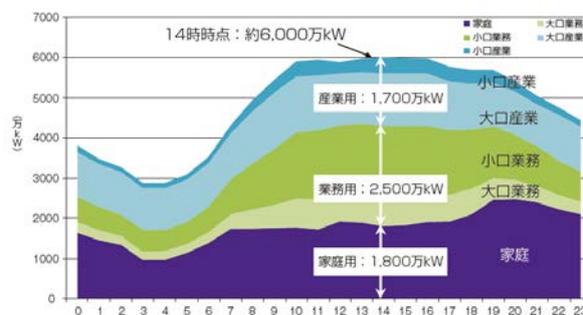
ンター・クリーンルーム、鉄道、冷蔵倉庫、港湾などがある。

電力業大口需要家ばかりでなく、小口需要家（契約電力 500kW 未満の事業者）や家庭に対しても、使用制限は行われなかったが、節電の要請がされた。

夏期ピーク日の電力需要カーブ推計（東電管内・震災前）を図 3.7.2 に、同日の業務用電力業種別需要推計（東電管内・震災前）を図 3.7.3 に示す。

オフィスビルが平日 14 時の電力需要に占める割合は 40%であり（図 3.7.3）、床面積当りの最大需要電力は 55W/m²と推定された（表 3.7.1）。夏期ピーク日のオフィスビルの用途別電力需要推計（東電管内・震災前）を図 3.7.4 に示す。14 時の電力需要のうち、空調が 48%、照明が 24%を占めている。

2011 年の冬期電力需給対策としては、電気事業法第 27 条に基づく電気の使用制限は行われなかったが、関西電力管内、九州電力管内では節電要請がされた。関西電力管内の節電目標は▲10%以上、節電期間は 2011 年 12 月 19 日～2012 年 3 月 23 日の平日 9:00～21:00（除く 12 月 29 日～1 月 4 日）であった。九州電力管内の節電目標は▲5%以上、節電期間は 2011 年 12 月 19 日～2012 年 2 月 3 日の平日 8:00～21:00（除く 12 月 29 日～1 月 4 日）である。



注1：送電ロス分約 10%を含む
注2：ここで「14時」とは、14～15時の平均値を指す。以下同じ。

出典 エネルギー白書 2011

図 3.7.2 夏期ピーク日の電力需要カーブ推計 (東京電力管内・震災前)

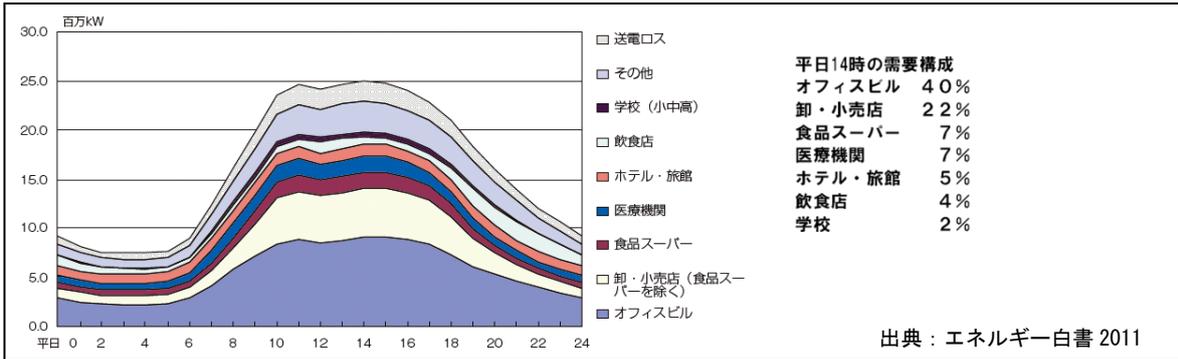


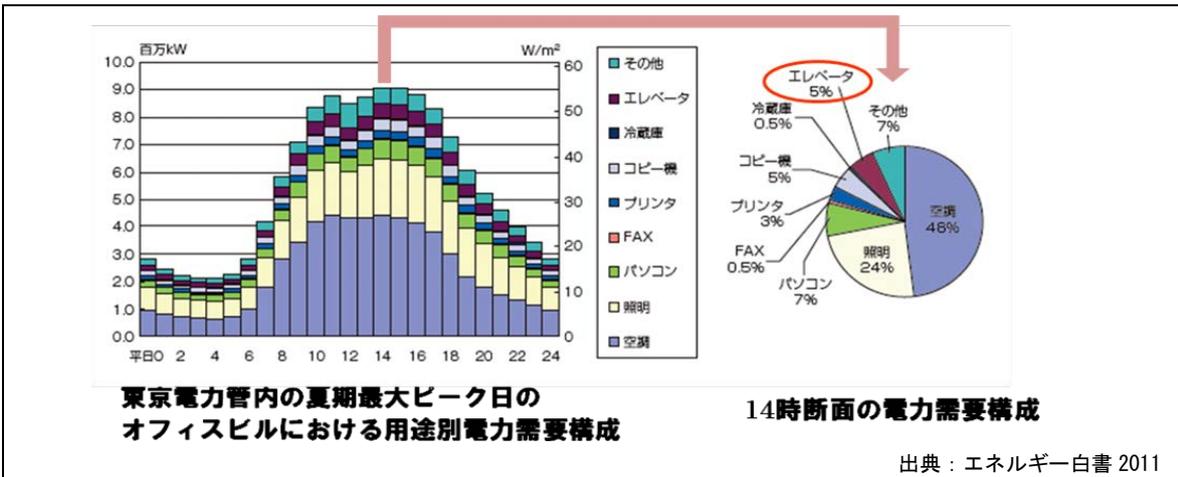
図 3.7.3 夏期ピーク日業務用電力業種別需要推計(東電管内・震災前)

表 3.7.1 オフィスビルの電力消費

- 東京電力管内の床面積：1億5,600万m²
- 事業所数：89万事業所
オフィスワーカー人数：750万人
- 床面積当たりの最大電力需要：55W/m²
- 主な機器・設備の想定

照明	: 13W/m ²	(事務所)、8 W/m ² (共用部)
パソコン	: 59W/台	(オフィスワーカー1人あたり1台)
FAX	: 58W/台	(オフィスワーカー30人あたり1台)
プリンタ	: 90W/台	(オフィスワーカー10人あたり1台)
コピー機	: 398W/台	(オフィスワーカー13人あたり1台)
冷蔵庫	: 140W/台	(1事業所当たり0.5台)
エレベータ	: 3,000W/台	(10事業所当たり1台)

出典：エネルギー白書 2011

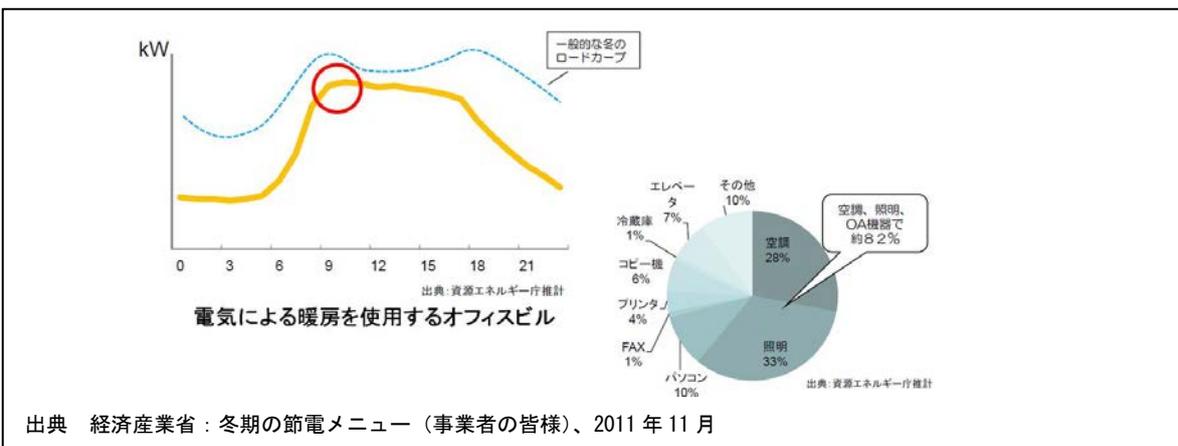


東京電力管内の夏期最大ピーク日の
オフィスビルにおける用途別電力需要構成

14時断面の電力需要構成

出典：エネルギー白書 2011

図 3.7.4 夏期ピーク日オフィスビル用途別電力需要推計(東電管内・震災前)



出典 経済産業省：冬の節電メニュー（事業者の皆様）、2011年11月

図 3.7.5 冬期ピーク日オフィスビル用途別電力需要イメージ

なお節電の際の基準となる電力（基準電力）は、前年同月の使用最大電力の値（kW）を目安とした。その他の電力会社管内（前述の期間以外の関西電力・九州電力を含む）の節電目標は国民生活・経済活動に支障を生じない範囲での使用最大電力の抑制（照明・空調機器等の節電など）が求められ、節電期間は2011年12月1日～2012年3月30日の平日9:00～21:00とされた。

冬期ピーク日オフィスビル用途別電力需要イメージを図3.7.5に示す。

(2) ピーク電力カットと省エネルギー

ピーク電力カットと省エネルギーは似て非なるものであり、それまでの省エネルギーとは異なった対応が必要になる。ピーク電力カットになるが省エネルギーになる対策、その両方を満足する対策、省エネルギーにはなるがピーク電力カットにならない対策を図3.7.6に示す。

(3) 取組み結果

電気事業法第27条に基づく電力の使用制限が要請された2011年の夏期ピーク電力（東京電力管内）を表3.7.2に示す。大口契約で29%、小口契約で19%、家庭で6%の削減となった。また、さまざまな組織から2011年夏期のピーク電力カットへの取組み結果が発表になっている（表3.7.3～4）。（一社）日本ビルディング協会連合会会員企業では約23%の、（一社）日本建設業連合会の

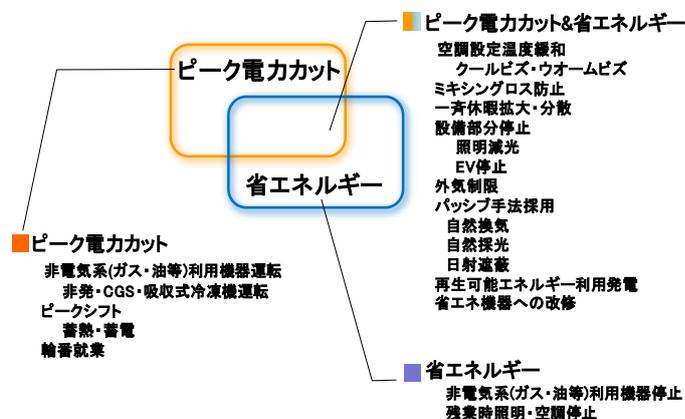


図3.7.6 ピーク電力カットと省エネルギー

常設事業所では21%と、削減目標を大きく上回るピーク電力カットを行っている。

ピーク電力カットのために採用された手法を表3.7.5、図3.7.7に示す。

(4) 取組み事例

A事業所（東京都大田区 製造業事業所）は、敷地内に4つのオフィス棟と食堂を含む管理棟から構成されている。生産設備はなく、従業員は約500名である。主な使用電力は、オフィス棟の照明、空調、PCと管理棟の食堂で使用する空調の電源である。ファシリティマネジャーがピーク電力15%削減対策案を作成し、総務部門を通じて、社内の承認を得た。削減対策は、以下の4項目である。

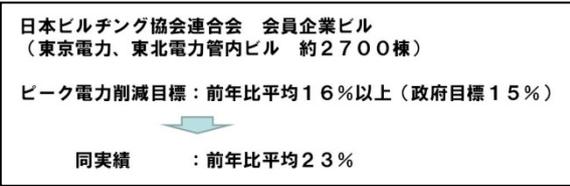
- ・照明用蛍光灯の間引き：LEDへの交換を検討したが、納期と費用面から既設照明の蛍光灯の間引くこととした。机上照度は、社内管理値がJIS基準に準拠するため、間引き後もJIS基準の推奨照度500lxを概ね確保した。
- ・空調機室外機の熱交換器への散水：熱交換器を散水による気化熱で冷却し、冷媒管から放熱しやすくした。気化熱により、コンプレッサーの負担を減らすことで、電力削減を行った。散水は、簡易なスプリンクラー設備を設置し、タイマーによる自動制御とした。
- ・食堂の閉鎖：食堂は南面が窓側のため、昼食時に日射が最大となる。空調機の電力使用が大きいため、食堂を閉鎖した。数年前より、カフェテリアから弁当販売へ変更していたため、弁当販売を1階で行い、食事は自席とした。
- ・オフィス棟の人員配置見直し：人員が少ないフロアがいくつかあり、空調機が分散使用されていた。人員密度を鑑み、人員配置を見直し、1棟を閉鎖、もう一つの棟では、1フロアを閉鎖した。また、ピーク時間帯のみ、外調機を停止させた。

表 3.7.2 夏期ピーク電力の削減状況

	2010年	削減率	削減量	2011年
大口	2050万kW	▲29%	▲600万kW	1450万kW
小口	2150万kW	▲19%	▲400万kW	1750万kW
家庭用	1800万kW	▲6%	▲100万kW	1700万kW
合計	5999万kW	▲18%	▲1077万kW	4922万kW

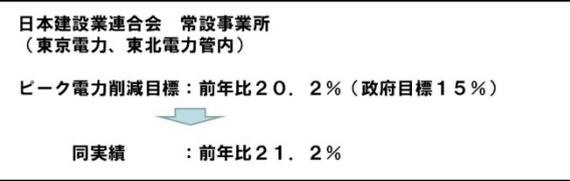
出典 東京電力 HP より作成

表 3.7.3 節電取組み状況 (1)



出典 日本ビルディング協会連合会プレスリリース、
2011年10月25日をもとに作成

表 3.7.4 節電取組み状況 (2)



出典 日本建設業連合会ニュースリリース、
2011年11月16日をもとに作成

表 3.7.5 2011年夏期のピーク電力カットへの
取組み結果

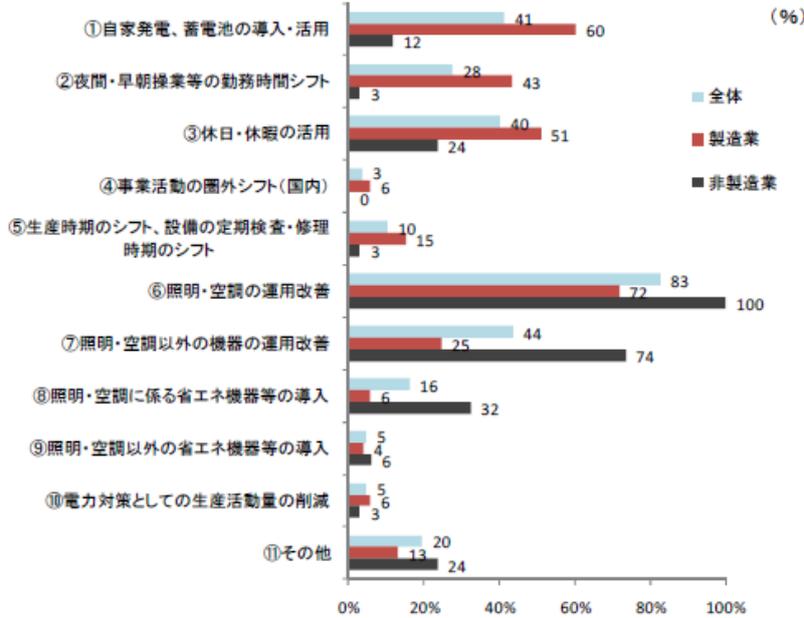
取組の内容	実施率(%)	取組の詳細
共用部(EVホール、廊下等)における照明の間引きあるいは減灯	98	減灯率:46%
専用部における照明の間引きあるいは減灯	92	減灯率:30%
空調設定温度の調整	91	調整前26°C→調整後28°C
エレベータ運転台数の制御	67	停止率:32%
省エネ設備の新規導入または既存設備の省エネ更新	55	

省エネ設備名	導入率(%)
LED照明	74
人感センサー	24
遮熱フィルム	14
その他	17

その他:空調機の運転制御装置、高断熱ガラス、屋上の遮熱塗料、自動販売機の省エネ化

出典 日本ビルディング協会連合会プレスリリース、
2011年10月25日をもとに作成

効果のあった取組み



出典 日本経済団体連合会：今夏の電力需給対策に関するアンケート結果について、2011年10月21日

図 3.7.7 ピーク電力カットの手法

参考・引用文献

- 1) 電気事業連合会、計画停電
http://www.fepc.or.jp/library/words/keiei/jukyuhinpaku/1225646_4547.html
- 2) 経済産業省、「計画停電」の実施状況等について、2011年3月25日
http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1621320/www.meti.go.jp/earthquake/electricity_supply/0325_electricity_supply_01_01.pdf
- 3) 電気事業連合会、電力使用制限令
http://www.fepc.or.jp/library/words/keiei/jukyuhinpaku/1225645_4547.html
- 4) 夏期の電力使用制限に関する経済産業省からのお願い
<http://www.meti.go.jp/earthquake/shiyoseigen/pdf/gaiyo110601-01.pdf>

レポート4

「震災後の節電対策の継続状況」

木村 幸 (一財)電力中央研究所

電力中央研究所では、東日本大震災後4年間にわたって節電実態に関するアンケート調査を実施してきた。これは、沖縄を除く全国の事業所を対象にしたものであり、約1,000事業所から4ヶ年を通じて回答をいただいた。この調査からは、震災後の大幅な需要削減の要因や対策の継続状況を把握する上で多くの貴重な分析結果が得られている。詳細は参考文献に挙げた報告書をご覧ください。ここでは特に興味深い点について紹介したい。

それは、読者諸氏もお気づきの通り、震災直後と比べると節電意識は確実に低下しており、節電対策の実施率も低下しているにもかかわらず、10%前後の需要抑制が継続している点である。

節電対策の実施率の低下傾向について述べると、例えば空調設定温度変更の実施率は、2011年夏には関東圏では80%を超えるオフィスが実施していたが、2014年夏には50%程度まで低下した(図R4.1)。また、大口事業所で広く実施された時間シフト対策や自家発電対策といった負担の大きい対策の実施率は、10%程度まで低下した。これに伴い、節電に負担を感じる事業所も10%未満まで低下してきた。

一方で、節電の実績は震災前と比べると依然高い節電率を維持している。調査対象事業所における2014年夏の使用電力量の削減率(2010年比)は、産業部門で5~10%、業務部門で10~15%程度であった。これは東北電力・東京電力管内15%削減の電力使用制限令が発令された2011年夏と比べると低いものの、依然高い削減率である。

このように、節電対策の実施率が低下しているにもかかわらず、10%前後の需要抑制が継続しているのはなぜだろうか? 調査結果からは、以下の2つがその理由として考えられる。

1つ目は高効率設備の導入効果である。特にLED照明は、ここ数年の急速な価格低下・性能向上とも相まって普及が進んでおり、震災後4年間で約60%の事業所が導入した。また、空調設備の高効率機への更新も毎年着実に実施されており、実施率は4年間累計で約30%に及んだ。これら設備更新による節電効果は、今後も老朽設備の更新が進められる中で一層増大していくだろう。

2つ目の理由は、意識されない形で定着した節電対策の存在である。冷房緩和を例にとると、設定温度を節電のために変更したとする事業所は上述の通り大きく減少したが、設定温度自体は震災前より高い27℃前後で収束している(図R4.2左)。同様に、照明間引きを実施したとする事業所は減少したものの、調査対象事業所における平均照度は震災前より10%以上低い600ルクス程度で落ち着いている(図R4.2右)。震災直後のような無理な節電がなくなった一方で、以前よく見られた過剰冷房や過剰照明もまた少なくなった。そういった過剰使用は無理なく削減できたため、あまり意識されずに対策が引き継がれているものと考えられる。

したがって、今後も節電意識は次第に低下していくと思われるが、高効率設備導入の累積的な効果や定着した節電による需要抑制は中長期的に継続していくと思われる。

なお、本調査結果報告書はインターネット上で公表しており(参考文献のURL参照)、詳細に関心ある方はご覧いただきたい。

参考文献

木村幸: 事業所における2011~2014年夏の節電の実態—東日本大震災以降の定点調査—、電力中央研究所研究報告、Y14013、2015年4月
<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y14013.html>

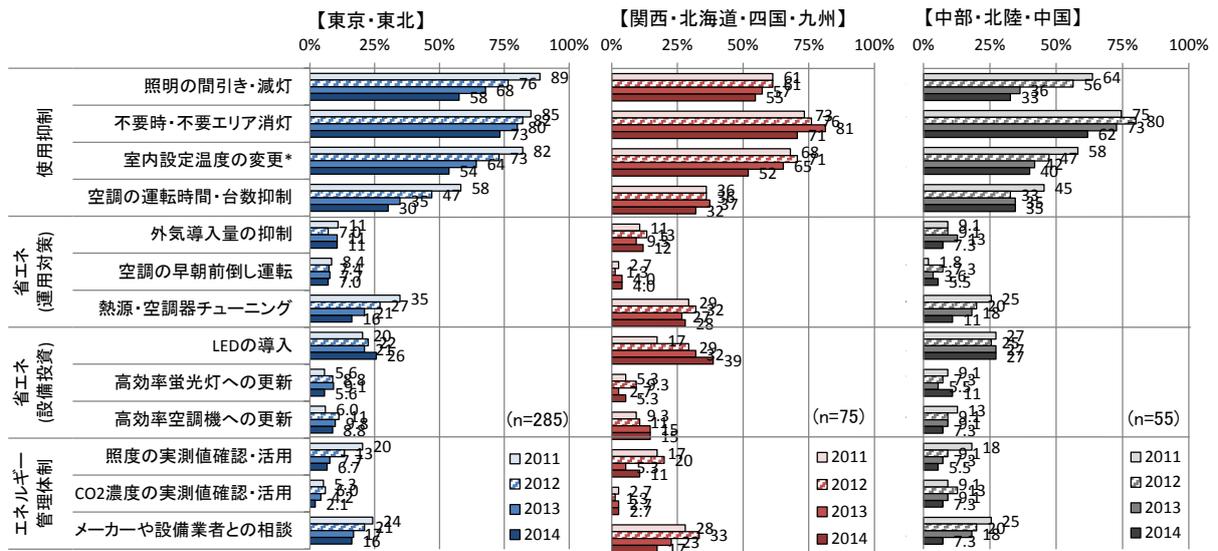


図 R4.1 オフィスにおける主な節電対策の実施率の推移（2011年～2014年）

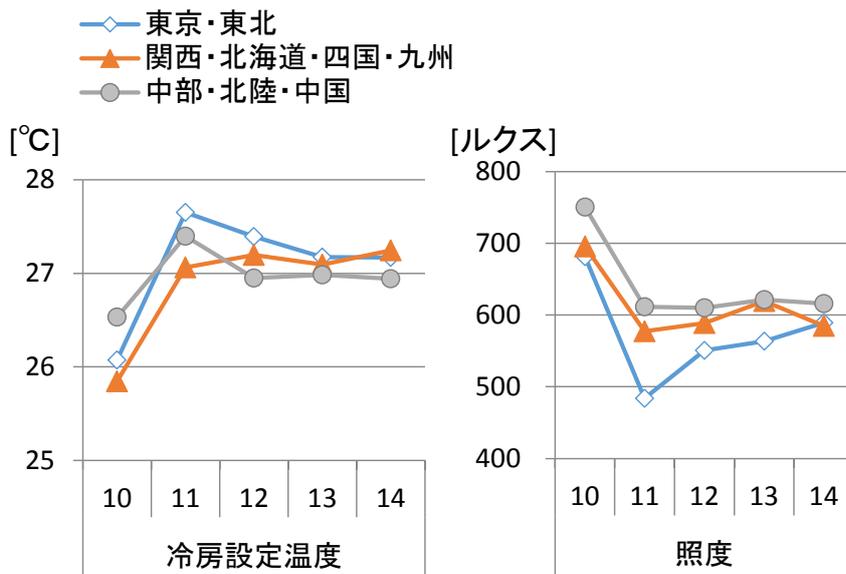


図 R4.2 オフィスにおける冷房設定温度と照度の平均値の推移（2010年～2014年）

4章 省エネルギーの課題

川田 勝 (株)イトーキ

4.1 光環境

東日本大震災以降、人工照明による光環境の構築が一番考え方を変えたと言っても過言ではない。震災以降、各業界で行われた省エネセミナーの中心的な話題が照明の明るさに関する内容であった。一般的なオフィスビルにおいて、照明によるエネルギー消費は熱源機器に次ぐ割合で約21%である。またこの割合は占有部のエネルギー消費の40%に当る。光環境においては幾つかの設計基準、規格、法規が存在する。

①JIS 基準

1979年に標準規格として規定され、2010年に改訂、2011年に震災後の電力需要ギャップを埋めるために照度の範囲（上限、加減の表示）を規定している。

表 4.1 JIS Z9110 : 2011¹⁾

主な作業領域・活動領域の照度範囲

JIS Z9110:2011		
単位:lx		
領域、作業又は活動の種類	推奨照度	照度範囲
設計、製図	750	1000~500
キーボード操作、計算	500	750~300
事務室	750	1000~500
電子計算機室	500	750~300
集中監視室、制御室	500	750~300
受付	300	500~200
会議室、集会室	500	750~300
宿直室	300	500~200
食堂	300	500~200
書庫	200	300~150
倉庫	100	150~ 75
更衣室	200	300~150
便所、洗面所	200	300~150
電気室、機械室、電気・機械室などの配電盤及び計器盤	200	300~150
階段	150	200~100
廊下、エレベータ	100	150~ 75
玄関ホール(昼間)	750	1000~500
玄関ホール(夜間)、玄関(車寄せ)	100	150~ 75

照度設定の課題は、照明器具は新品から使用して行く過程で徐々に劣化していくが（保守率と言う）その過程の状況の平均値＝平均照度が JIS 基準に合致するように設計されることが多く（新品の状態は初期照度）、初期照度では JIS 基準をはるかに超えた明るい環境が造られる傾向にある。

最近では調光機能により器具劣化に合わせて調光を行うことで JIS 規格を満たすような設計も行われている。

②労働衛生安全法

労働環境の明るさの基準には、1972年に規定された「労働衛生安全法・事務所衛生基準規則」に定める照度の基準もあり、室の作業面の照度について事業所の責務を規定している(表 2)。最近の改定等により明るさだけでなくグレア（眩しさ）や明暗差（均斉度）にも配慮することがうたわれ、照明環境の改善が照度アップのみでない内容となっている。

表 4.2 労働安全衛生法・事務所衛生基準規則

作業面の照度基準

作業の種類	作業面の照度
精密な作業	300lx以上
普通の作業	150lx以上
粗な作業	70lx以上

③VDT (Visual Display Terminals) 作業における労働衛生管理のためのガイドライン

執務環境の照度では「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」が策定されており、主に情報系端末使用者の増加により、VDT 作業に

における安全衛生管理のあり方について端末画面と室内照度について表 4.3 によい規定している。また、ディスプレイ画面の明るさ、書類およびキーボード面における明るさと周辺の明るさの差はなるべく小さくすることとしている²⁾。

表 4.3 VDT 作業環境管理内容

作業の種類	作業面の照度
垂直(ディスプレイ)面照度	500lx以下
キーボード照度	300lx以上

これら 3つの光環境の規格、法規、ガイドラインが存在することで、それぞれに若干の明るさの差があることから節電要請時には各事業所がそれぞれの判断で照明の間引きや消灯を行い、作業員への負担を強いられた場合も見受けられた。ただし、快適性を損なわず従来照度以下でも業務に支障の無い場合も多く、また、照明方法への工夫により明るい方が良くとされて来た日本の事業所の光環境に変化をもたらす要因となった。

光環境の設計、評価においては作業面等の照度が基準とされてきたが、人が感じる光の量は光源から発せられる光が様々な場所に当たり反射等も加わった輝度に配慮すべきと照明設計の考え方も変化してきた。

明るく作業に支障の無い何処でも同じ明るさの光環境（エネルギー消費も大きい）から業務、作業に適した照度、グレア（眩しさ）の無い快適な視環境への変化が始まっている。

4.2 温熱環境

「労働衛生安全法・事務所衛生基準規則」では空調による室温設定においても規定があり、「空気調和設備を設けている場合は、室の気温が 17 度以上 28 度以下、及び相対湿度が 40%以上 70% 以下になるように努めなければならない。」「室の

気温が 10 度以下の場合は、暖房する等適当な温度調節の措置を講じなければならない。」前者は努力義務、後者は罰則付き規定である。

オフィスビルでテナントの苦情の多くは空調に集中されると言われ働き方の違い等による体感温度の違いを満足させることが課題であり、それによって発生する過度な冷房、暖房を抑制することが温熱環境の省エネルギーに繋がると言える。

表 4.4 労働安全衛生法・事務所衛生基準規則における事務室の環境の基準

項目	衛生基準	
気温	空気調和 有	17～28℃
気流	空気調和 有	0.5m/s以下
湿度	空気調和 有	40～70%
二酸化炭素	空気調和 有	1000ppm以下
	空気調和 無	500ppm以下
一酸化炭素	空気調和 有	10ppm以下
	空気調和 無	50ppm以下
浮遊粉塵	空気調和 有	0.15mg/m ³
気積(室内空気容積、床上4m以上の高さを除く、労働者1人あたり)	10m ³ 以上	

①温熱快適性指標

温熱環境設定の基準は「予測平均温冷感 (PMV)」値の設定により大多数の人が感じる温冷感の平均値により求められている。これは気温、湿度、気流、放射熱、(人の)代謝量、着衣量をもとに計算した値で、暑い寒い予測の基準となる。また、より生活実感に近い快適性を求める標準新有効温度 (SET) での設定も行われている。

②「クールビズ」「ウォームビズ」の普及

2005年に始まった「クールビズ」(COOL BIZ)「ウォームビズ」(WARM BIZ)は温室効果ガス削減のための行動としてかなりの定着率となっている。

「クールビズ」はオフィスで夏季の冷房温度を

「事務所衛生基準規則」で定める 28℃に設定にして男性はノーネクタイでオフィスでの服装を軽装化して働きやすくし、省エネルギーに寄与する環境づくりを目指し、「ウォームビズ」は冬の暖房温度を 20℃に設定して過度な暖房に頼らず、服装で調整して執務することを環境省が主体となり提唱してきている。

③室内熱中症への注意

夏季の室温設定では外気温や湿度とのバランスを考慮して温度設定をする必要があり、気温・湿度ともに高い梅雨時期は室内での熱中症の発症に注意が必要となる。熱中症の発症は屋外と捉えがちだが、屋内での発症は 2013 年 6 月～9 月 4463 人、うち会社・公共施設内での発症 3.9% (123 人) である。熱中症に掛かりやすい環境を以下に示す。

- ・ 前日より急に温度・湿度が上昇した日
- ・ 涼しい室内から急に暑い屋外へ出た場合
- ・ 睡眠不足
- ・ 部屋内の直射日光の当る場所
- ・ パソコン、プリンターが集中している場所

室温が低くても、湿度が高い場合は要注意である。特に体が暑さに慣れていない時期は発汗が上手くできず、熱が体内にこもり発症する。

熱中症を回避するために天気予報などでも情報を発信しているが、気温、湿度、輻射熱の値を元に算出する「暑さ指数＝WBGT (Wet Bulb Globe Temperature、湿球黒球温度) 値」が基準となる。

熱中症の注意喚起に環境省では「熱中症予防情報サイト」を立ち上げ、地点を決め WBGT 値を確認することが可能である。

④知的生産性への影響

温熱環境については温湿度の調整が省エネルギーに寄与すると共に、知的生産性への影響が大変大きく、様々な研究が行われている。

冷暖房の温度設定は空調機器の省エネルギーに対して大きな効果を上げることが一般的にも理

解されているが、温度上昇に伴い、室内環境への不満が生産性の低下を生むと言われており、着衣や代謝量、冷房に対する体質の違いに起因し個人差の大きさが課題である。先述の「PMV」「SET」で温冷感を設定して全てのワーカー個人に快適な温熱環境を提供し、満足感を得ることは大変難しい。

4.3 空気質

建築物衛生法（建築物における衛生的環境の確保に関する法律）では、空調設備による空気環境基準として表 4.5 に示す規定がある。このうち二酸化炭素濃度は、全般的な室内空気汚染を評価する 1 つの指標としても用いられていることから 1000ppm 以下と定められている。

表 4.5 建築物衛生法の空気環境基準

浮遊粉じんの量	空気 1 m ³ につき 0.15mg 以下
一酸化炭素の含有率	10ppm 以下
二酸化炭素の含有率	1000ppm 以下
温度	17～28℃ 居室における温度を 外気の温度より低く する場合は、その差を 著しくしないこと。
相対湿度	40%以上 70%以下
気流	0.5m/秒以下
ホルムアルデヒドの量	空気 1 m ³ につき 0.1mg 以下

労働安全衛生法・事務所衛生基準規則では

- ・ 気積（床面積×天井高）＝一人当たり 10 m³以上、とされている。

①室内 CO₂濃度

有害化学物質やウィルスなどは機能性建材や空気清浄機などで除外することも可能であるが、室内 CO₂ は外気導入で希釈を行う。室内 CO₂ を

1000ppm 以下に保つためには概ね 1 人当たり 30m³/h 以上の換気量を確保することが必要である。

室内の人員が増加すれば CO₂ 濃度も上昇するが空調設備の調整不足や人員増、外気取入量不足などで法規が守られていないケースが増加している。主な原因として中央管理方式の空調設備から個別空調への変化、夏場の節電での換気ファンの停止や間欠運転なども一因とされている。

②感染症対応

2009 年に新型インフルエンザの世界的流行が起こり、感染による被害が広がったが、インフルエンザウィルスを室内に滞留させないためにも換気量の確保は重要である。

4.4 啓蒙、人材育成

環境負荷低減（省エネルギー、CO₂削減）は FM 領域の運営・管理には欠かせない分野であり、施設の従業員やスタッフに省エネ意識の醸成、喚起することは小さな事でも全員参加で活動の啓蒙や人材の育成を行う必要がある。ファシリティコスト面でも省エネルギー対策が有効な効果の打ち手となり、FM 目標の財務面、品質面に有効に作用する手段である。FM 業務の流れの中で有効事例などを経営層へアピールして理解いただき、継続的な FM 業務として推進して行くことが重要である。

ある事業所では排出される紙ごみの分別や計測を行い、従業員全員参加の当番制で行うことで省エネルギー、環境配慮への意識付けをしている。

省エネ機器に頼るだけの環境配慮ではなく如何に社員、従業員、スタッフの方々の省エネルギー意識を上げて行くかがファシリティマネジャーの課題と言える。その意味でファシリティマネジャーは省エネルギーについての制度や法を理解して自ら取り組み、施設の状況を理解して専門家と協力しながら省エネルギーに取り組む必要がある。

環境社会検定試験（東京商工会議所主催）は総合的な省エネ知識の取得に役立つ入門編と言え幅広い知識を得るために有効である。

4.5 省エネルギーの課題、阻害要因

省エネルギーに取り組む上での課題や阻害要因について、運営、計画・設計、制度の項目ごとに部会で議論を行った。

①運営上の課題

- ・ファシリティマネジャーの仕事の範囲が広くなり、エネルギー環境の課題に割ける時間が減少している。
- ・中小ビルでは、ビル管理者不在のビルが増加している。
- ・トップダウンでないと省エネルギー施策の選択肢が限られる。
- ・自社ビルと賃貸ビルでは省エネルギーへの取り組み方が異なる。賃貸ビルでは環境を売っているためエネルギーの節約はしにくい。テナントに省エネルギーの仕方が説明されていない。
- ・サーバルームを持つ企業、残業の多い企業が入るビルは、省エネルギーでは不利になる。
- ・エネルギーの計量ができない。このためエネルギーを使い過ぎているのかどうかわからない。可視化は重要である。工場ではエネルギーを 1 ラインごとに監視している。太陽光発電では小規模でも発電量を表示しているが、空調・照明では行われていない。
- ・マルチ型空調システムの操作方法が理解されていない。このため隣接する空調機が、冷房と暖房を同時に行っている。ウォームビズで冷房を行っているケースもある。

②計画・設計上の課題

- ・ガラス建築が増加しているが、省エネルギー・室内環境に配慮した設計が必要である
- ・マルチ型空調システムでは、空調システムが独立しており、連動制御・スケジュール制御

などが導入されていない。温度設定がユーザーにオープンになっている。

- ・計量センサーを計画するが VE で削減される場合が多い。
- ・エネルギーの問題点を容易に発見できるように BEMS の画面の工夫が必要である。
- ・小規模ビルでは BEMS が導入されていない。
- ・設計者がクレームを心配して、過大な設計になっている。快適性が優先されている。

③制度に関わる課題

- ・各種温暖化対策制度、補助事業制度が理解されていない。
- ・ビルにもテンモード燃費のような、ビル運営状態での省エネルギー指標が必要である。
- ・耐震性がないとテナントが入らなくなっているように、省エネルギーについても同様になるとよい。
- ・トップランナー制度の機器があるが、理解が進んでいない。

環境省が調査を行った省エネルギーの阻害要因を以下に引用する³⁾。

- ・意識不足：通常業務が優先し現場での省エネルギーの推進や対策実施の意識が充分でない。
- ・情報不足：新しい技術の導入効果や導入コスト、具体的な設備仕様に関して十分な情報が得られず、判断を行うことが難しい。
- ・人員不足：社内で省エネ対策の検討や実施のための人材確保ができない。
- ・投資の優先度：生産および開発などの他の投資

案件との兼ね合いなどから、省エネ対策への投資資金を十分に確保できない。

- ・社内影響力：エネルギー管理担当者の社内ポジションの影響により、省エネ対策の実施に関する提案が通りにくい状況にある。
- ・課題優先度：省エネ対策よりも優先度の高い課題が存在し、新しい技術オプション導入の検討に時間を割くのが難しい。
- ・将来の不確実性：経済や経営の行く先が不透明なため、新しい技術に関する長期的な投資判断を行うことが難しくなっている。
- ・操業への影響：新しい技術を導入するために既存の生産ラインを停止させる必要が生じるほか、人件費などのコストが発生することがある。
- ・技術の適用可能性：新しい技術が既存の製造工程や設備に適合できず、生産性や品質面への悪影響が懸念される。

参考・引用文献

- 1) 経済産業省産業技術環境局環境生活標準化推進室：JIS Z9110（照明基準総則）の改正について（周知）、2011年6月1日
- 2) 厚生労働省労働基準局：新しい「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について、2002年4月5日
- 3) 環境省排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討会：排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討について、2013年5月

Appendix1 JFMAフォーラムでの部会発表アンケート結果

藤原雅仁 (株)エネシヨウ

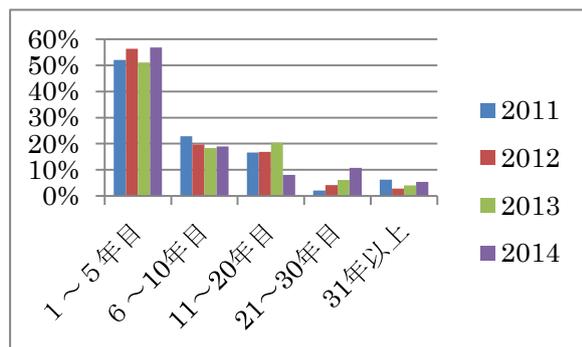
A1.1 2011～2014年アンケート結果の比較

エネルギー環境保全マネジメント研究部会では、2011年のJFMAフォーラムから当部会発表の出席者を対象にアンケート調査をおこなってきた。ここでは、2014年までの4年間における結果をまとめたものを以下に紹介する。なお、同じ設問がある場合は年ごとの比較ができるよう、ひとつのグラフにまとめた。

※各年サンプル数

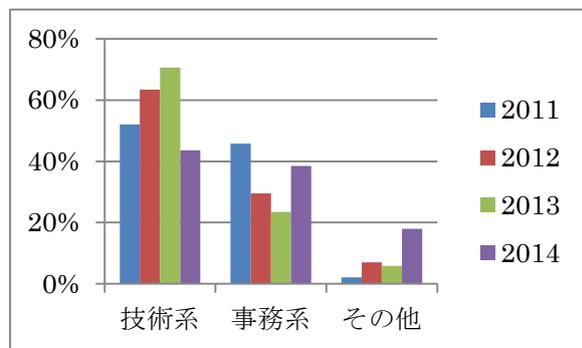
- ・2011年 n=48
- ・2012年 n=71
- ・2013年 n=52
- ・2014年 n=39

Q. FM領域での経験年数について



図A1.1 FM領域での経験年数

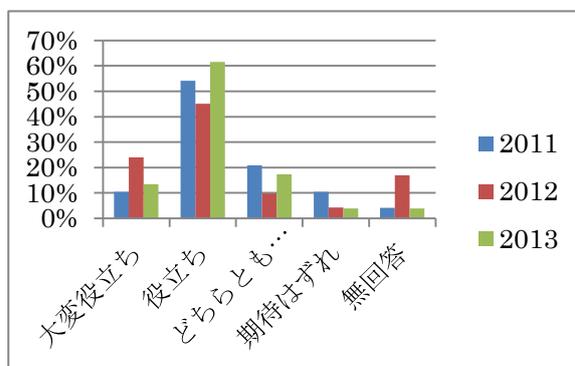
Q. 専門について



図A1.2 専門

当部会発表の出席者はFM領域での職歴については、1～5年目がどの年においても50%以上である。専門については、技術系が事務系に比べて多い傾向がある。つまり、当部会発表にはFM領域において比較的経験の浅い、技術系の方に興味を持たれて出席されているということがうかがわれる。

Q. 部会報告はいかがだったでしょうか



図A1.3 部会報告の満足度

「大変役に立った」「役に立った」と満足したと思われる回答はいずれも全体の70%以上を占めた。それでは、どのような内容に満足したのかわかる質問に対して得られた回答の抜粋を以下に記す。

- ・省エネ成果の見える化、金額提示による実感化などで理解が得られ易くなったということ
- ・情報共有が大切だということ
- ・簡易計測手法の紹介
- ・ピークカットと省エネの違い、その具体例。
- ・具体的省エネ事例。省エネ法改定動向、補助金の動向
- ・照度推奨と作業効率・バランス・インセンティブの例
- ・照明を消すほど、空調が強くなる制御方法とい

うのがおもしろかった。

- ・夏と冬の節電のポイントが異なる点がデータで示された。
- ・省エネに関する社内マネジメント状況の確認。

A1.2 東日本大震災後の取組み

東日本大震災後のアンケートには、職場での電力需給対策など、具体的な実態調査につながる質問が追加された。実際に取組んでみた結果や影響などについて2012年の結果を紹介する。

Q. 取組んだことによる効果を把握していたか

A：ピーク電力 B：日別のエネルギー使用量
C：月別のエネルギー使用量

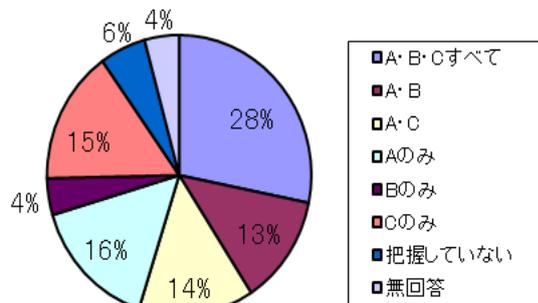


図 A1.4 取組み効果の把握

ピーク電力を把握している職場が約 70%あった。

Q. 職場は取組に対して協力的でしたか

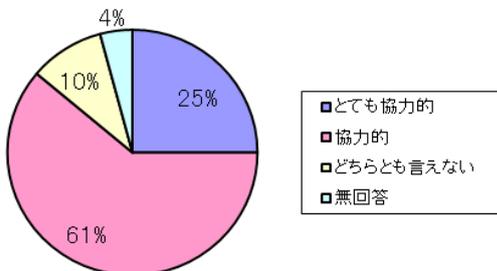


図 A1.5 取組みへの協力度

電力需給対策に、「とても協力的」、「協力的」な職場が 86%あった。

Q. 職場の生産性に及ぼす影響はどうでしたか

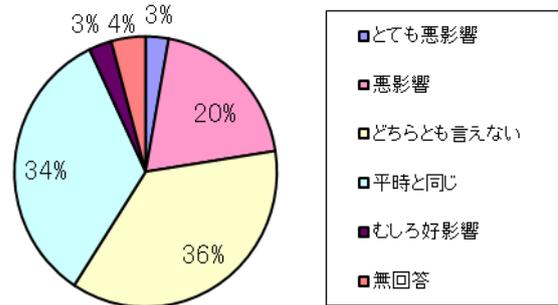


図 A1.6 生産性への影響

電力需給対策が、「とても悪影響」、「悪影響」とする職場は 23%、一方「平時と同じ」「どちらとも言えない」とする職場は 70%を占めた。

2年後の2014年の質問結果によると、継続されている取組の多いものを上から順にあげると「クールビズ・ウォームビズの実施」、「室温設定の緩和」、「照明の間引き」といった比較的取組みやすい施策が上位をしめた。また、それにより職場での自身の生産性が下がったと思うかという質問に対し、下がったという回答は 15%であるが、それは室温設定によるものがほとんどで、照度不足によるものは少なかった。それに関連し、「震災前の照明が明るすぎた。暖房を効かせすぎていた」といった記入回答もあった。

Q. 東日本大震災後、省エネ・節電のための改修を行いましたか

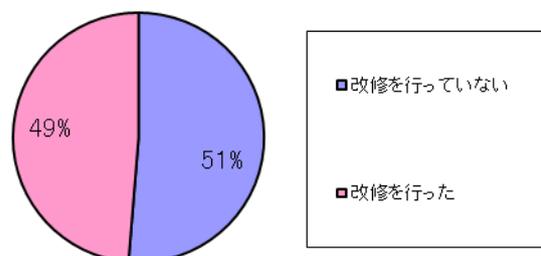


図 A1.7 改修の有無

Q. 「改修を行った」と回答された方、どのような改修を行いましたか（複数回答可）

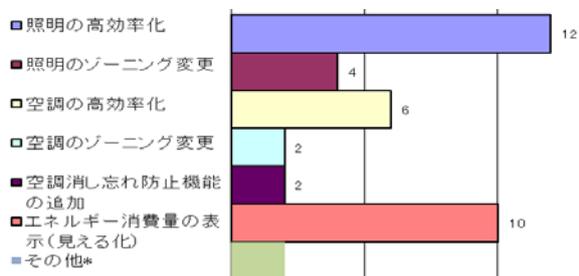


図 A1.8 改修の内容

2014 年の時点で改修をおこなったというのは全体の約半数であり、その内容としては LED などへの「照明の高効率化」が最も多かった。

Q. その他、省エネ・節電のために実施されていること課題などがありましたらご記入ください

- ・削減率を設定し、年々節電に取り組んでいるが、限界を感じる。
- ・改修コストが値上がりしている。エネルギー単価（ガス・電気）の値上がり（サブコンが忙しく、細かな既築改修に対応できない）。
- ・テナントとして入居しているビルにおいて、ベース照明を減灯しづらい点。賃貸ビル建設計画において、ベース照明照度を下げづらい点。→リーシング上、不利になる。
- ・社員各人の意識

Appendix2 サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量の把握

大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所

川田 勝 (株)イトーキ

省エネ法や東京都の環境確保条例では、企業が直接使用したエネルギー量やこれに伴って排出した温室効果ガス排出量が管理の対象になっている。

一方、企業のサプライチェーンでの温室効果ガス排出量の把握・管理・情報開示を求める動きが活発になっている。これらには GHG プロトコル、ISO14064、CDP などがある。

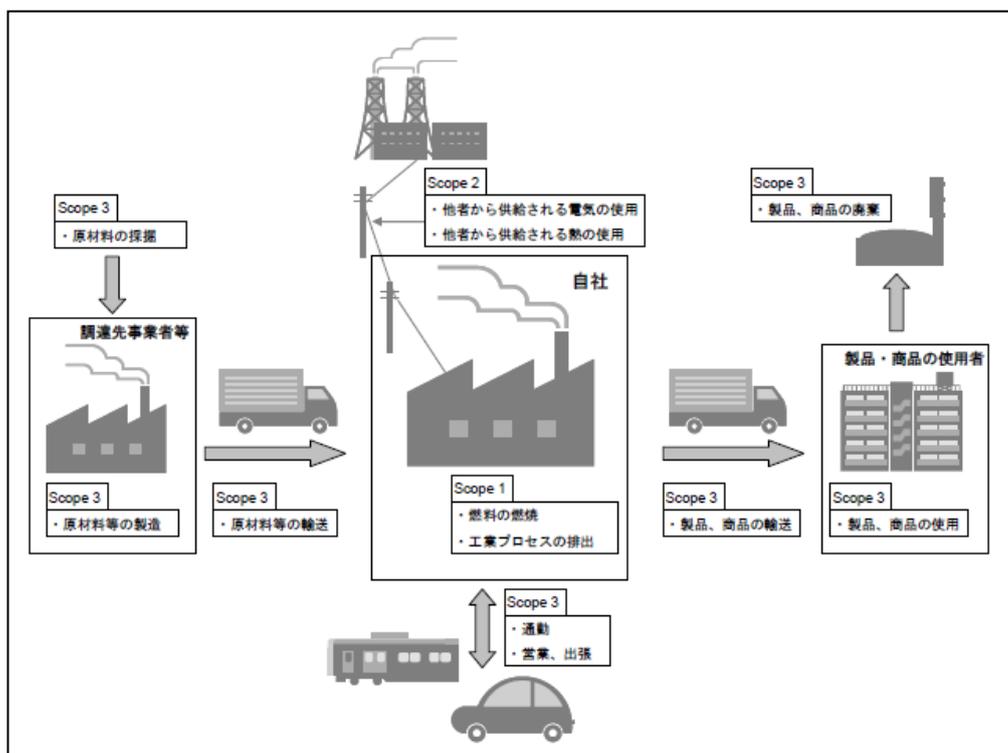
グローバル展開を加速させている日本企業においてもこれらへの取り組みが拡大している。海外の機関投資家などを意識して、サプライチェーンにおける温室効果ガスなどによる環境インパクトを把握すべきだと考えるようになってきたことが、その背景にある。

世界的な温室効果ガスの算定基準に準拠しつつ、日本の企業に使いづらい部分や解釈が難しい部分を整理したガイドラインを環境省が整備している。

A2.1 GHG プロトコル

GHG プロトコルは、米国の環境シンクタンク WRI (World Resources Institute 世界資源研究所) と、持続可能な発展を目指す企業連合体である WBCSD (World Business Council on Sustainable Development 持続可能な開発のための世界経済人会議) が共催する「GHG プロトコル」が、開発・発行の主体となっている。

この中で企業のバリューチェーンにおける排



出典 経済産業省：サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン Ver1.0 (案) I-9、2012年3月

図 A2.1 GHG プロトコルの SCOPE1、2、3

出量や算定の報告の方法を示す「GHG プロトコル SCOPE3 算定報告基準」が 2011 年に策定された。SCOPE3 の算定では、表 A2.1 に示す 15 個のカテゴリに分解・体系化して、原則として全ての排出量の算定・報告が求められる。なお「SCOPE1・2・3」とは GHG プロトコルで定義された以下に示す排出量の呼び方である。

- ・SCOPE1 事業所が所有、管理する施設からの直接排出量
- ・SCOPE2 他社から供給を受けた電気、熱などの使用に伴い発生する排出量
- ・SCOPE3 その他の排出量、メーカーでの部品調達の製造過程や活動での排出量。サプライヤーが多いと排出量も増加する。

排出量データの収集は、他の事業者と連携して行うことが望ましいが、困難な場合も想定され、サプライチェーンを自社と上流、下流に区分し比較的把握し易いデータから算定できるように以下の様な定義をしている。

- ・自社 自社における燃料使用量などの活動量データに排出量の排出原単位を乗じて算定
- ・上流 自社への原材料・廃棄物などの入力データ（物量データ、金額データ）に、資源採取段階まで遡及した排出量の原単位を乗じて算出。主に取引単位での算出を想定
- ・下流 製品については、製品ごとに応じてシナリオを活用し流通・使用・廃棄段階での活動量や排出量の原単位などに関するデータを取得し、これらを積み上げることで算定

A2.2 ISO

ISO では、ISO/TR14069「温室効果ガス—組織の GHG 排出量の定量化及び報告—ISO 14064-1 に対する技術的手引」が検討され、2013 年に ISO/TR 14069 として発行された。この ISO/TR14069 は、組織の直接および間接排出量の定量化、ならびに報告方法に関する指針を示すものであり、SCOPE3 との整合性を図るように検討されている。

A2.3 カーボンディスクロージャープロジェクト

カーボンディスクロージャープロジェクト (Carbon Disclosure Project、CDP) は、欧米を中心とした機関投資家によって、2000 年に設立された非営利団体である。ビジネスや政策、投資における意思決定に必要な情報を提供することで、企業の気候変動問題の解決を促進することを目指している。2003 年からは毎年、世界の有力企業に対して気候変動に対する戦略や温室効果ガス排出量の実績に関する質問状を送り、その回答を分析・評価し、投資家に提供・公開を行っている。CDP の気候変動に関する調査は 2014 年でグローバルでは 12 回目、日本企業を対象としたものは 9 回目になる。日本企業を対象とした調査は、2006 年から 2008 年は 150 社を対象として質問書を送付していたが、2009 年より対象を 500 社に拡大した。

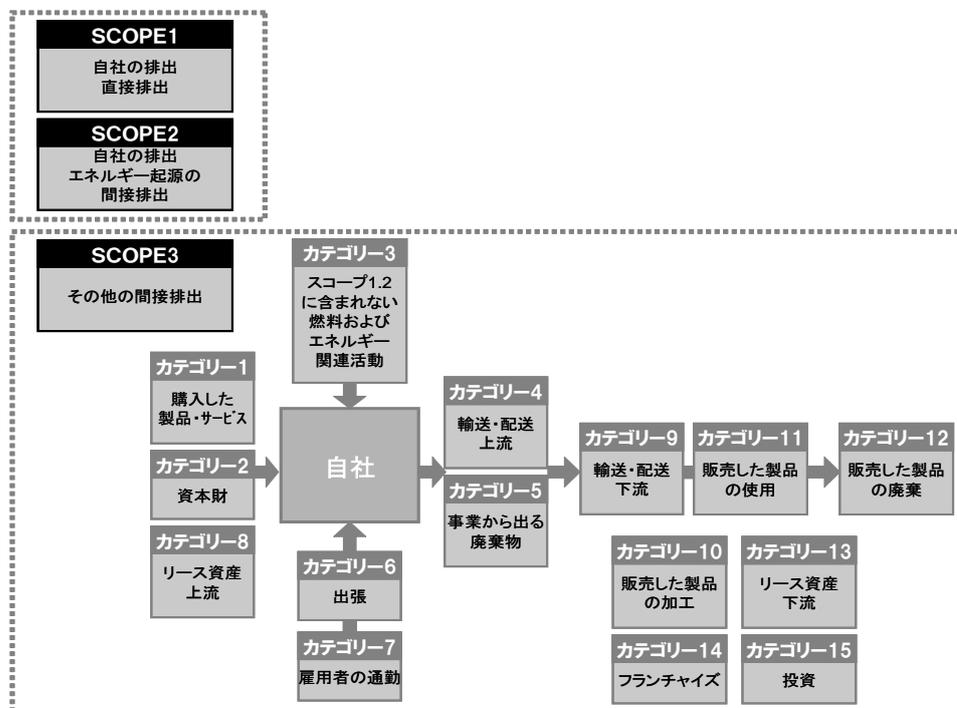
参考文献

- 1) 環境省、経済産業省：グリーン・バリューチェーンプラットフォーム、
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/index.html、アクセス 2015. 7. 24

表 A2.1 GHG プロトコルの SCOPE1、2、3 カテゴリと算定対象

区分	カテゴリー	算定対象
自社の排出		
	直接排出 (SCOPE1)	自社での燃料の使用や工業プロセスによる直接排出
	エネルギー起源の間接排出 (SCOPE2)	自社が購入した電気・熱の使用に伴う間接排出
その他の間接排出 (SCOPE3)		
上流	1 購入した製品・サービス	原材料・部品、仕入商品・販売に係る資材等が製造されるまでの活動に伴う排出
	2 資本財	自社の資本財の建設・製造から発生する排出
	3 Scope1,2 に含まれない燃料及びエネルギー関連活動	他者から調達している燃料の調達、電気や熱等の発電等に必要燃料の調達に伴う排出
	4 輸送、配送 (上流)	原材料・部品、仕入商品・販売に係る資材等が自社に届くまでの物流に伴う排出
	5 事業から出る廃棄物	自社で発生した廃棄物の輸送、処理に伴う排出
	6 出張	従業員の出張に伴う排出
	7 雇用者の通勤	従業員が事業所に通勤する際の移動に伴う排出
	8 リース資産 (上流)	自社が賃借しているリース資産の操業に伴う排出 (Scope1,2 で算定する場合を除く)
下流	9 輸送、配送 (下流)	製品の輸送、保管、荷役、小売に伴う排出
	10 販売した製品の加工	事業者による中間製品の加工に伴う排出
	11 販売した製品の使用	使用者 (消費者・事業者) による製品の使用に伴う排出
	12 販売した製品の廃棄	使用者 (消費者・事業者) による製品の廃棄時の輸送、処理に伴う排出
	13 リース資産 (下流)	賃貸しているリース資産の運用に伴う排出
	14 フランチャイズ	フランチャイズ加盟者における排出
	15 投資	投資の運用に関連する排出
	その他	従業員や消費者の日常生活に関する排出等

出典 経済産業省：サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン Ver1.0 (案) 1-10、2012年3月



出典 ㈱イトーキ社会環境報告書 (HP)

図 A2.2 GHG プロトコルの SCOPE1、2、3 カテゴリ

Appendix3 エネルギー事情と温室効果ガス

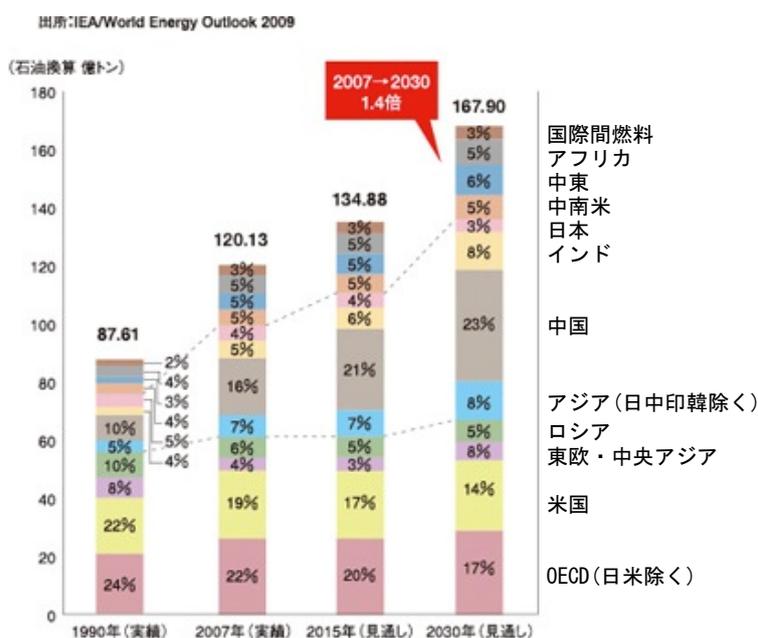
大島一夫 (株)NTT ファシリティーズ総合研究所

A3.1 世界・日本のエネルギー事情

(1) 世界のエネルギー消費量 (見通し)

2030年には世界のエネルギー消費量は2007年の1.4倍、石油換算167億tに達する見込みで、

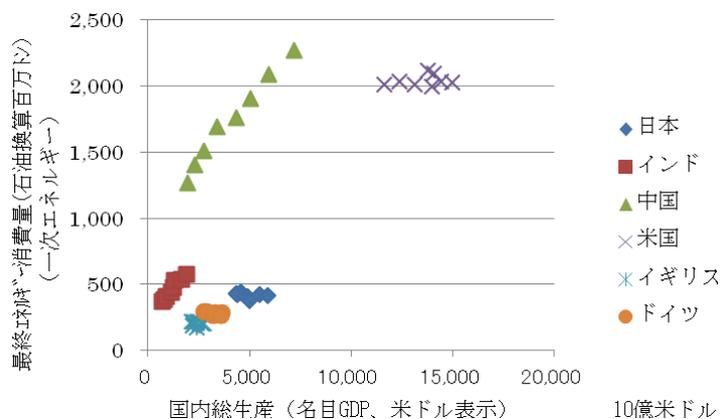
その増加分の約半分はアジアによるものとされている。特に中国、インドなどの発展途上国では、今後の経済成長に伴いエネルギーの需要がますます大きくなると予想されている(図A3.1)。



※ 国際間海運・航空用燃料は、国際間の輸送に係るもので、国内間の輸送は除く。

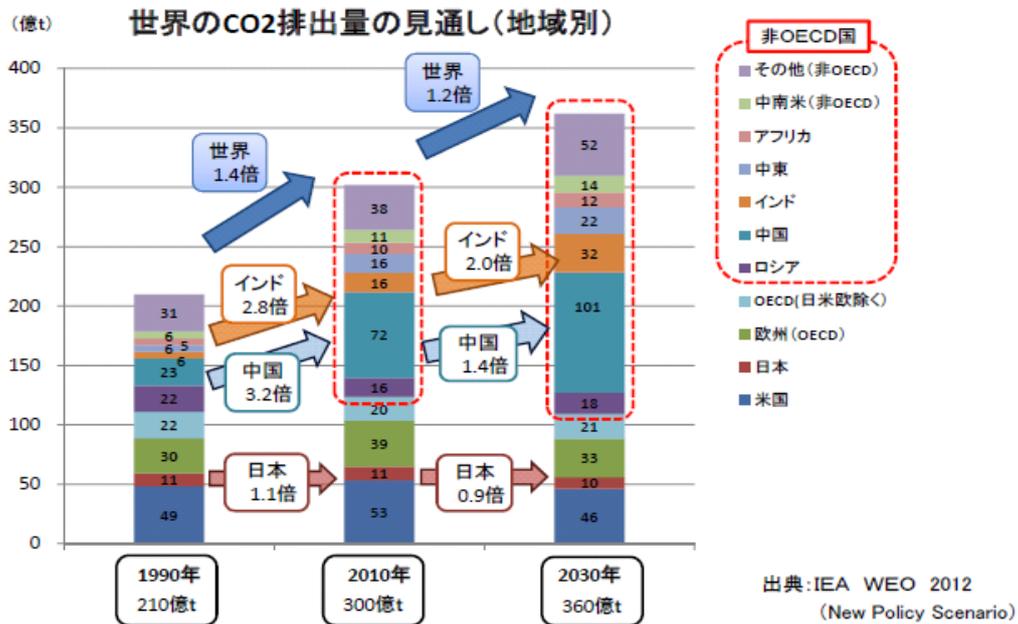
出典 資源エネルギー庁：日本のエネルギー2010

図 A3.1 世界のエネルギー消費量の伸び



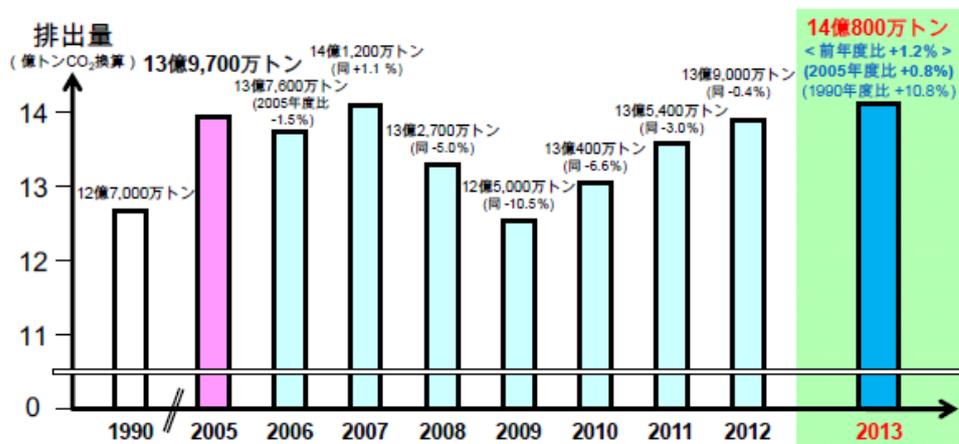
出典 総務省統計局：世界の統計 2009～2015 を元に作成

図 A3.2 GDP とエネルギー消費量(2004～2011年)



出典 総合資源エネルギー調査会：地球温暖化を巡る動向について、2013年8月

図 A3.3 世界のエネルギー起源 CO₂ 排出量



出典 環境省：2013年度（平成25年度）の温室効果ガス排出量（確報値）

図 A3.4 日本の温室効果ガス排出量

(2) GDP（国内総生産）とエネルギー消費量

図 A3.2 に、各国の 2004～2011 年の GDP と一次エネルギー消費量の関係を示す。GDP の伸びは、中国、インドなどで大きく、米国、EU、日本の伸びは小さい。GDP の伸びに従って中国、インドなどでのエネルギー消費量は大きく増加する一方、先進国では GDP が伸びてもエネルギー消費量はそれほど変化していない。

A3.2 温室効果ガス排出量

(1) 世界の CO₂ 排出量

世界の CO₂ 排出量は 2010 年に 300 億 t だったものが 2030 年には 360 億 t までに増加すると予想されている。また世界の CO₂ 排出量の 7 割は非 OECD 諸国が占める(図 A3.3)。

(2) 日本の温室効果ガス排出量

日本の温室効果ガス排出量は、2013 年度は 14 億 800 万 t (CO₂ 換算) で、前年度比 1.2% 増、2005 年度比 0.8% 増、1990 年度比 10.8% 増になっている(図 A3.4)。前年度と比べて温室効果ガス排出量が増加した要因としては、火力発電における石炭の消費量の増加や、業務その他部門における消費量の増加によりエネルギー起源 CO₂ の排出量が増加したことなどが挙げられている。2005 年度と比べて温室効果ガス排出量が増加した要因としては、HFCs の排出量の増加、火力発電所からのエネルギー起源 CO₂ の排出量が増加したことなどが挙げられている(表 A3.1～2)。

(3) ポスト京都議定書

地球温暖化対策の新たな国際枠組み(ポスト京都議定書)に向けた交渉も行われている。日本は温室効果ガスの排出量を、2030 年に 2013 年比 26% 削減する目標を決め、国連に提出している。各国が国連に提出した 2020 年以降に削減目標を表 A3.3 に示す。

A3.3 日本のエネルギー自給率

2013 年の日本のエネルギー自給率はわずか 6% (推計値) である(図 A3.5)。エネルギー安全保障の観点からも、再生可能エネルギーの利用、省エネルギーへの取り組みが重要となる

A3.4 日本の貿易収支

輸出額から輸入額を差し引いた日本の貿易収支は、2011 年に 2.5 兆円の赤字になり、その後 2014 年は 12 兆円の赤字になっている(図 A3.6)。輸出の不振もあるが、燃料輸入が増加したことも原因である。

A3.5 日本のエネルギーバランス・フロー

2013 年の日本のエネルギーバランス・フローを図 A3.7 に示す。一次エネルギー国内供給に占める石油の割合は 43%、石炭 25%、天然ガス 24% となる。一方水力・地熱・新エネは 8% 弱にとどまる。最終エネルギー消費に占める電力の割合は 25% である。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁：日本のエネルギー 2010、
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2010html/world/>
アクセス 2015.9.17
- 2) <https://www.env.go.jp/press/100862.html>、
アクセス 2015.7.30
- 3) 資源エネルギー庁：2014 年度（平成 26 年度）エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2015）、
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015pdf/whitepaper2015pdf_2_1.pdf
アクセス 2015.7.30
- 4) 財務省：貿易統計、
<http://www.customs.go.jp/toukei/shinbun/happyou.htm>、アクセス 2015.7.30

表 A3.1 2011 年度の温室効果ガス排出量の 2005 年度および前年度との比較

	1990年度 [シェア]	2005年度 [シェア]	2012年度 [シェア]	前年度からの 変化率	2013年度 (2005年度比) [シェア]
合計	1,270 [100%]	1,397 [100%]	1,390 [100%]	→ <+1.2%> →	1,408 (+0.8%) [100%]
二酸化炭素 (CO ₂)	1,154 [90.9%]	1,304 [93.4%]	1,296 [93.2%]	→ <+1.2%> →	1,311 (+0.5%) [93.1%]
エネルギー起源	1,067 [84.0%]	1,219 [87.3%]	1,221 [87.8%]	→ <+1.1%> →	1,235 (+1.3%) [87.7%]
非エネルギー起源	87.6 [6.9%]	85.4 [6.1%]	74.6 [5.4%]	→ <+1.8%> →	75.9 (-11.1%) [5.4%]
メタン (CH ₄)	48.6 [3.8%]	39.0 [2.8%]	36.4 [2.6%]	→ <-1.0%> →	36.0 (-7.5%) [2.6%]
一酸化二窒素 (N ₂ O)	31.9 [2.5%]	25.5 [1.8%]	22.5 [1.6%]	→ <-0.1%> →	22.5 (-12.0%) [1.6%]
代替フロン等4ガス	35.4 [2.8%]	27.7 [2.0%]	36.1 [2.6%]	→ <+6.9%> →	38.6 (+39.5%) [2.7%]
ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)	15.9 [1.3%]	12.7 [0.9%]	29.1 [2.1%]	→ <+9.2%> →	31.8 (+148.7%) [2.3%]
パーフルオロカーボン類 (PFCs)	6.5 [0.5%]	8.6 [0.6%]	3.4 [0.2%]	→ <-4.5%> →	3.3 (-82.0%) [0.2%]
六ふっ化硫黄 (SF ₆)	12.9 [1.0%]	5.1 [0.4%]	2.3 [0.2%]	→ <-5.8%> →	2.2 (-57.2%) [0.2%]
三ふっ化窒素 (NF ₃)	0.03 [0.003%]	1.2 [0.1%]	1.3 [0.1%]	→ <+8.4%> →	1.4 (+8.8%) [0.1%]

出典 環境省：2013年度の温室効果ガス排出量(確報値)

(単位:百万トンCO₂換算)

表 A3.2 2011年度の各部門のエネルギー起源二酸化炭素 (CO₂) 排出量
(電気・熱 配分後)

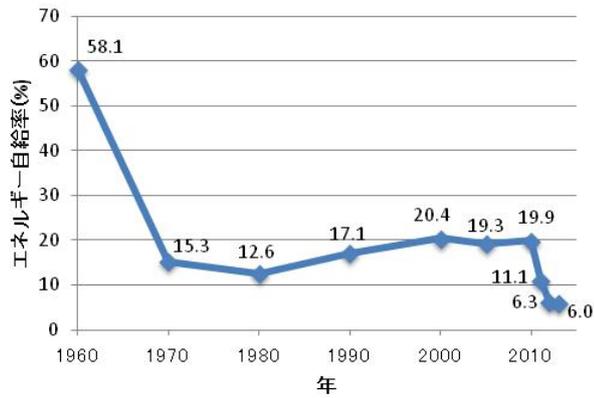
	1990年度 [シェア]	2005年度 [シェア]	2012年度 [シェア]	前年度からの 変化率	2013年度 (2005年度比) [シェア]
合計	1,067 [100%]	1,219 [100%]	1,221 [100%]	→ <+1.1%> →	1,235 (+1.3%) [100%]
産業部門 (工場等)	503 [47.2%]	457 [37.5%]	432 [35.4%]	→ <-0.7%> →	429 (-6.0%) [34.8%]
運輸部門 (自動車等)	206 [19.3%]	240 [19.7%]	226 [18.5%]	→ <-0.7%> →	225 (-6.3%) [18.2%]
業務その他部門 (商業・サービス・事務所等)	134 [12.5%]	239 [19.6%]	254 [20.8%]	→ <+9.9%> →	279 (+16.7%) [22.6%]
家庭部門	131 [12.3%]	180 [14.8%]	204 [16.7%]	→ <-1.3%> →	201 (+11.9%) [16.3%]
エネルギー転換部門 (発電所等)	92.4 [8.7%]	104 [8.5%]	105 [8.6%]	→ <-3.8%> →	101 (-2.9%) [8.2%]

出典 環境省：2013年度の温室効果ガス排出量(確報値)

(単位:百万トンCO₂)

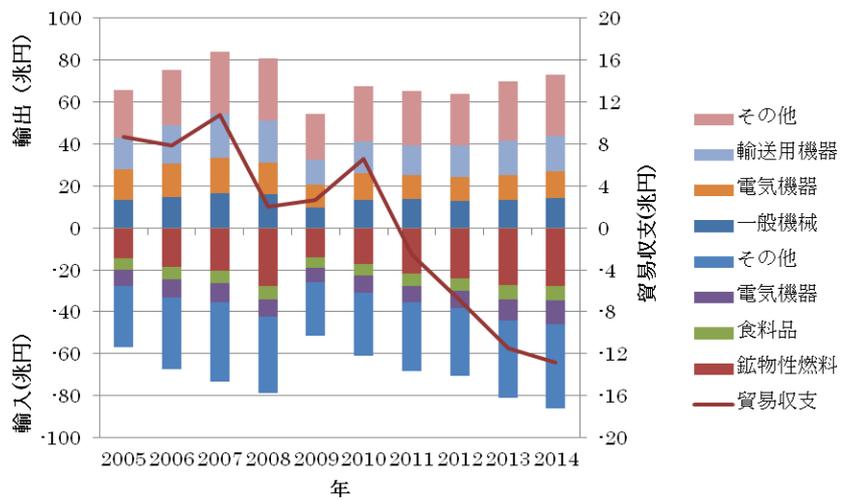
表 A3.3 各国の温室効果ガス削減目標

国名	目標年	基準年	削減率(%)
日本	30	13	26
米国	25	5	26~28
EU	30	90	40以上
中国	30	5	GDP単位当たり60~65
ロシア	30	90	25~30



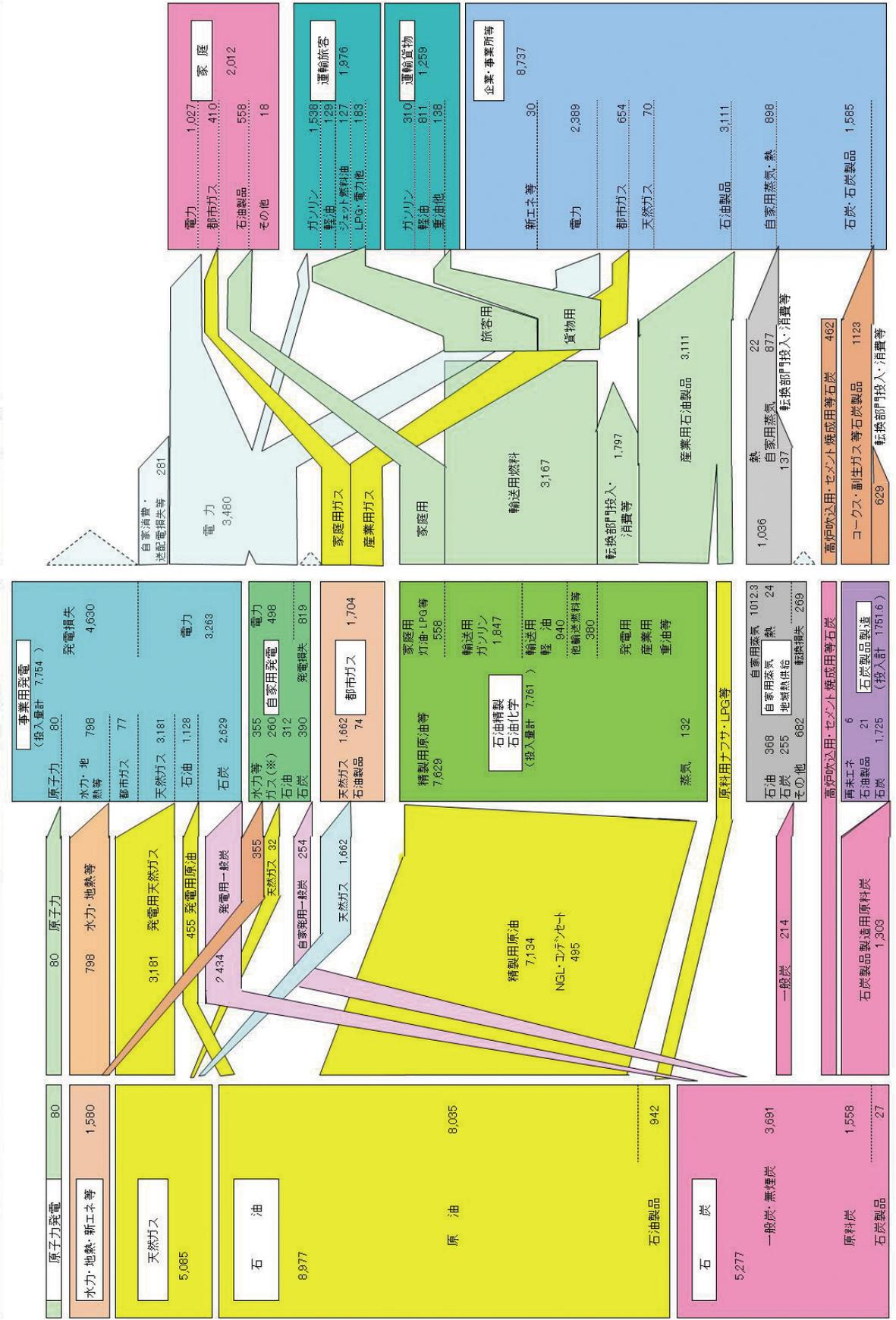
出典 エネルギー白書 2015 を元に作成

図 A3.5 日本のエネルギー自給率



出典 財務省：貿易統計を元に作成

図 A3.6 日本の貿易収支



出典 エネルギー白書 2015
 図 A3.7 日本のエネルギーバランス・フロー概要 (2013 年度)

Appendix4 事業所系廃棄物処理の動向と課題(2005～2006 年度調査)

エネルギー環境保全マネジメント研究部会では、2005～2006 年度に「事業所系廃棄物処理の動向と課題」をテーマに調査・研究活動を行なった。本 Appendix は、このときの調査結果をまとめたものである。なお※印を付した箇所は、2015 年度時点での情報を加筆したものである。

A4.1 廃棄物調査の目的

3R の誤解、アジア経済の急速な発展による工業生産原資源の逼迫化など静脈流通でも大きな

変化が現れつつある状況でこのテーマは意義あるものと理解する。

具体的には、参加メンバー（末尾記載）が関係する 14 事業所の事業系廃棄物処理の実態を調査分析し、抱える問題点、課題を明らかにしたうえで解決の糸口を見出すための環境活動への提言を行った。

併せて実態調査から導き出された各種データを環境保全活動、施設計画などへ有用できるように統計的にまとめている。

表 A4.1 調査対象事業所(14 事業所)の概要

調査事業所	有効面積 (m ²)	入居人員 (人)	用途			自社or賃貸		主な業態		
			オフィスビル	複合ビル	他用途	自社ビル	賃貸ビル	本社機構	営業	その他
1 BHQ	4,157	375	○				○	○		
2 CHT	55,200	4,400	○				○			○
3 NYK	41,280	2,704	○			○		○		
4 RSS	21,500	1,717		○	社宅		○		○	
5 JIB	7,634	275	○			○			○	
6 SSS	47,729	4,000	○				○	○	○	○
7 OTHQ	7,534	400	○			○		○	○	
8 OTOB	6,829	640		○	商業		○		○	
9 ESTN	5,288	480	○				○		○	
10 IHQ	22,291	1,200	○				○	○		
11 IHZ	78,063	10,000	○				○		○	
12 IMK	55,554	2,400	○				○		○	○
13 IOS	12,685	825	○			○			○	○
14 NFHQ	10,300	1,250	○				○	○	○	○

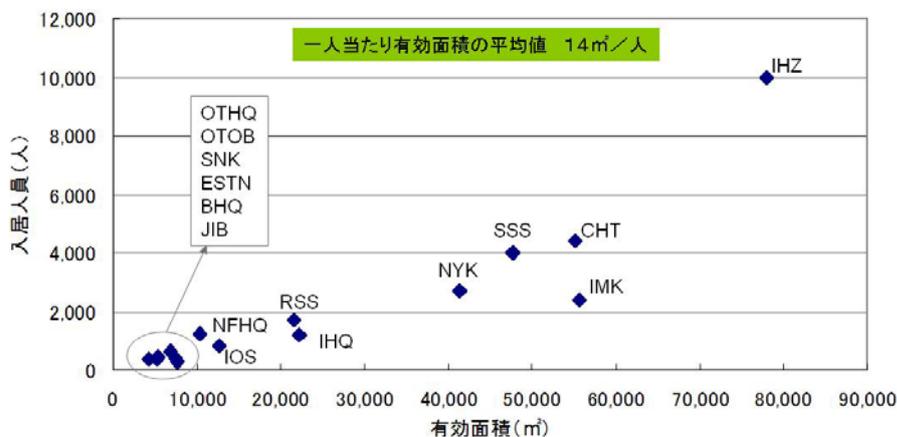


図 A4.1 有効面積と入居人員の関係

調査対象の14事業所の概要を表A4.1に、有効面積と入居人員の関係を図A4.1に示す。主に首都圏内のオフィス専用ビルが調査対象となっている。

いるかは企業に任せられている。

A4.2 法体系と環境マネジメントシステム

(1) 法体系

循環型社会形成推進のための法体系は図A4.2の①～④に区分された各法律で構成されている。またこれらの法規のほか事業所管轄の自治体の条例に従う必要がある。

(2) 環境マネジメントシステム

環境関連法規制を順守することのみでなく、どのような環境問題に対してどこまで取り組んで

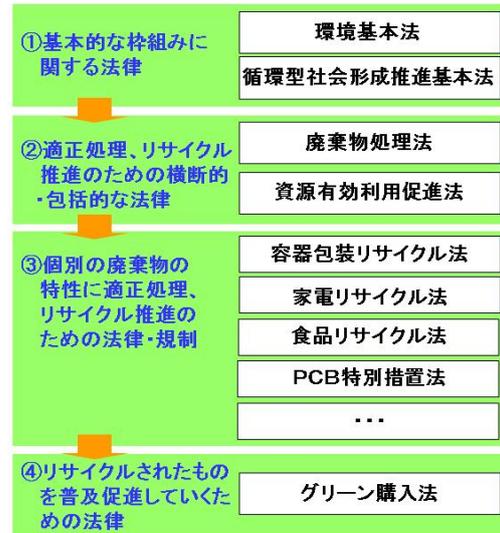


図 A4.2 法体系

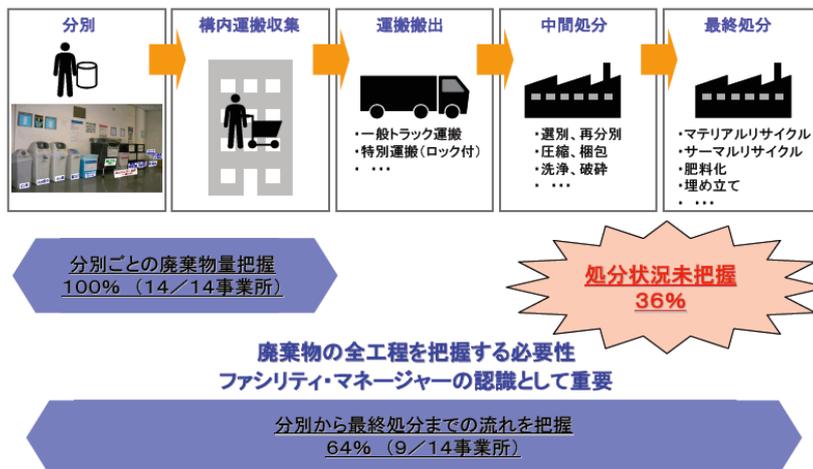


図 A4.3 分別から最終処分・リサイクルまでのフロー



図 A4.4 マニフェストの流れ

ISO14001 は社会に認められる環境への取組みの国際規格で、1996年に発効されて以来、多岐に渡る企業にて取得件数が増え、ISO14001は進展してきている。2015年6月時点で20,027件^{*}が認証を取得している。また参加メンバーの14事業所のうち11事業所が認定を取得している。

A4.3 廃棄物の把握状況

調査対象の14事業所すべてが分別数および分別毎の廃棄物量を把握し、9事業所が分別～最終処分までの流れを把握していた(図A4.3)。

排出事業者が廃棄物の処理を委託するときは、マニフェスト(産業廃棄物管理表)に廃棄物の種類、数量、運搬業者名、処分業者名などを記入し、業者から業者へ、廃棄物とともにマニフェストを渡しなが、処理の流れを確認することによりトレーサビリティが図られている(図A4.4)。

マニフェストの電子化は、1998年より日本産業廃棄物処理振興センターがJWネットとして運用しているが、電子マニフェストの普及率は3.6%であった(2014年度には39%の普及率になっている^{*})。

A4.4 企業・事業所における環境目標設定

「循環型社会形成推進基本計画」(2003年3月に閣議決定)で廃棄物の減量化目標が設定され、2010年度の1日あたりの事業所から排出するごみ量を2000年度より20%削減する目標が設定さ

れた(その後「第三次循環型社会形成推進基本計画」(2013年5月)で新たな目標が設定され、2020年度に2000年度比で35%削減することが掲げられた^{*})。各企業・事業所において、どの程度目標を設定・活動しているか14事業所について調査を行った。この結果、図A4.5に示すように11事業所で目標設定がされ、その具体的な目標は表A4.2に示すようになっている。

A4.5 廃棄物処理・リサイクルフローの新たな傾向

(1) 有価引取りの導入事例

ごみの資源化が進むと、従来、廃棄物として処分していたものが有価物として扱われる方向性が強くなる。

アンケート調査を行った事業所においても、新聞・雑誌類を図A4.6に示すフローによる有価引取りの事例が見られた。

(2) 無償引取りの導入事例

有価引取りと類似の事例として、自販機の紙カップ、ペットボトル、缶類などをベンディングマシン業者が無償で引取っている事例が見られた(図A4.7)。

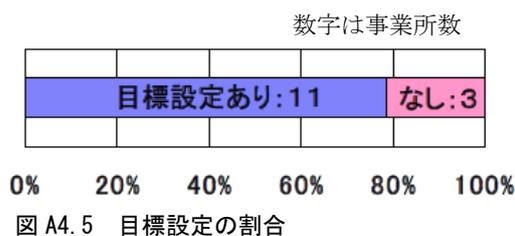


表 A4.2 具体的な目標

分類	設定項目	採用事業所数	具体的な目標の設定内容(※カッコ内は採用事業所数)
Reduce	総排出量削減	8	10%削減(2)、5%削減(3)、1%削減(1)、0.5%削減(1) 92Kg/年・人(1)
	コピー・OA紙削減	5	10%削減(2)、1%削減(1)、0.5%削減(1) 具体的数値なし(1)
Reuse	コピー・OA紙再利用	1	裏面使用奨励(1)
Recycle	リサイクル率向上	9	100%(1)、99%以上(1)、98%以上(2)、95%以上(2) 90%以上(1)、マテリアルリサイクル3%向上(1) モデル事業所を目指す(1)

(3) 導入事例による効果と懸念点

ものは廃棄物と有価物に分類され(図 A4.8)、有価物は廃棄物の扱いを受けない。これまで廃棄物として扱われていたものを有価引取り、無償引取りとすることにより、下記に示されるとおり、排出事業者、引取り業者ともメリットがあり、環境面ではリサイクルの活性化という効果があるが、一方で懸念点も見えてきている。

排出事業者のメリット

- ・ 廃棄物処分コストの削減
- ・ 廃棄物量の減少

引取り業者のメリット

- ・ 良質リサイクル原料の確保
- ・ 分別選別作業コストの削減
- ・ 廃棄物でなく免許関連不要

排出事業者のデメリット

- ・ 分別化徹底によるコスト負担

引取り業者のデメリット

- ・ 原料入手の価格競争激化
 - ・ 安定した入手市場の確保難
- 環境全体からの懸念
- ・ 一見して事業所排出量削減に見えるが資源使用削減には繋がらない

- ・ トレーサビリティの仕組みがなく、不正移動廃棄に繋がる可能性がある

調査活動を通じた認識

- ・ 委託先に依存しない、主体的な取組みと体制の構築
- ・ 目指す方向性と達成すべき目標の設定
- ・ 有価物に限らず、排出物全体の実態とプロセスを把握
- ・ 全社への情報のフィードバック

- ・ ルール、マニュアルの徹底と教育・啓蒙

資源有効利用を企業経営の課題と位置づけて、廃棄物の削減・適正処理・リサイクルへ主体的に取り組む、企業活動としての CSR の責務を果たす。



図 A4.6 有価取引きの事例



図 A4.7 無償引取りの事例

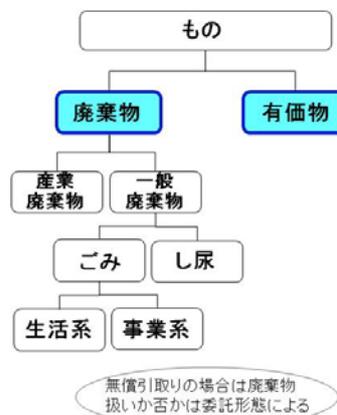


図 A4.8 有価物と廃棄物

A4.6 廃棄物量の調査結果

14 事業所の廃棄物量の調査結果を以下に示す。

事業所別の単位有効面積当りの年間廃棄物総量は図 A4.9 に示すとおりである。平均値は $9.3\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 、最大は $18.6\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ 、最小は $4.0\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ であった。

一人当り年間廃棄物総量は図 A4.10 に示すとおりである。平均は $135.6\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{年})$ 、最大は $249.1\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{年})$ 、最小は $47.0\text{kg}/(\text{人} \cdot \text{年})$ であった。

事業所別の廃棄物分別数は図 A4.11 に示すとおりである。平均は 13.6、最大が 20、最小が 7 分類であった。

有効面積と廃棄物総量の関係を図 A4.12 に、入居人員と廃棄物総量の関係を、図 A4.13 に、有効面積当り総廃棄物量と分別数の関係を図 A4.14 に、一人当たり総廃棄物量と分別数の関係を図 A4.15 に示す。

14 事業所の事業所系廃棄物の約 70% は紙系であることがわかった(図 A4.16)。紙系ごみの内訳を図 A4.17 に、紙以外のごみの内訳を図 A4.18 に示す。

14 事業所の事業系廃棄物を分類すると図 A4.19 のようになり、リサイクルごみが 86% を占める。

14 事業所の事業系廃棄物を、ごみ処理方法で分類すると図 A4.20 のようになる。マテリアルリサイクル率とサーマルリサイクル率はほぼ同数でマテリアルリサイクル率向上が課題である。

一般(市町村)のごみリサイクル率と本調査対象の 14 事業所のリサイクル率は、表 A4.3 に示すようになり、一般のごみリサイクル率は 22% であるが、14 事業所では 86% と高い数値になっている。ごみの分別数はリサイクル率に大きく寄与する。

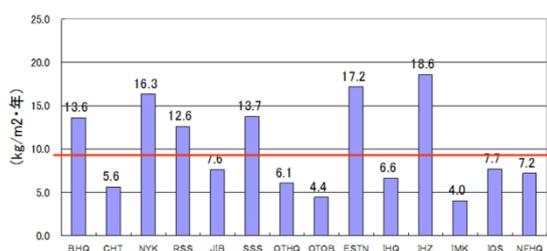


図 A4.9 単位有効面積当り廃棄物総量



図 A4.10 一人当り年間廃棄物総量



図 A4.11 廃棄物分別数

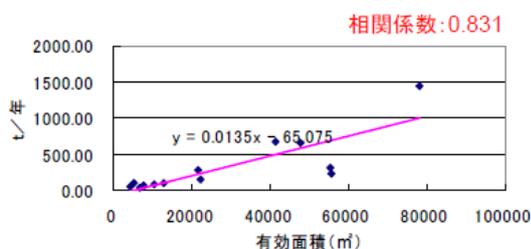


図 A4.12 有効面積と廃棄物総量

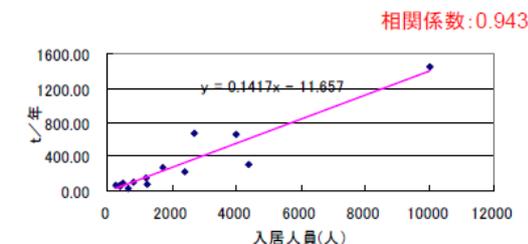


図 A4.13 入居人員と廃棄物総量

分別数とリサイクル率の関係を図 A4.21 に示す。廃棄物の分別の細分化は廃棄物削減に効果あり分別数が多くなるほどリサイクル率が向上する。

A4.7 リサイクル率 100%に向けて

前節の図 A4.21 のリサイクル率のデータ分析の中で、リサイクル率が高いグループと低いグループに分類された。

リサイクル率 100%を達成するには、16 分別以上、最低でも 14 分別必要であることがわかった。

リサイクル率の向上のためには分別を増やせば良いのであるが、コストとのトレードオフでもあるが 14 分別というのは一つの目安と言える。

今回の分析を通じ、廃棄物処理の課題は、①総量の削減、②リサイクル率の向上といえる。

分別数の多い事業所では、廃棄物の排出量が減少し、リサイクル率が高いことから一般的に分別できている紙類以外で、分別時に一定の労力をかけることによってリサイクル率を向上させることが可能か検討した。

以下は、一例であるが、廃棄物のリサイクルについては、分別の徹底が一番大事なことであり、排出者である一人一人の意識で、その後のリサイクルのレベルが決定されるといっても過言でないといえる。

1)分別時に汚れを落とすことによりリサイクル化させる。(弁当などの容器、歯磨き粉のチューブなど)

- ・汚れている状態であれば燃やすごみとなるためサーマルリサイクルとなる。
- ・分別時に清掃することによりマテリアルリサイクル可となる。

これらは、分別前の清掃や、洗って乾かす時間が必要となり、個人で行う作業としては時間がかかることが課題である。

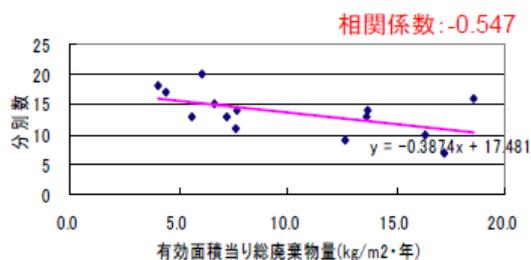


図 A4.14 有効面積当り総廃棄物量と分別数

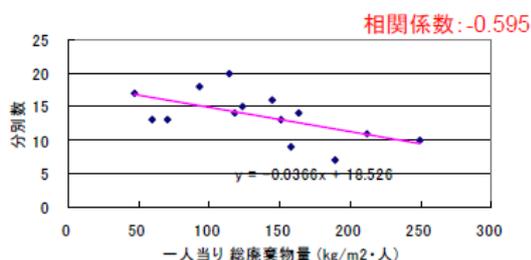


図 A4.15 一人当たり総廃棄物量と分別数

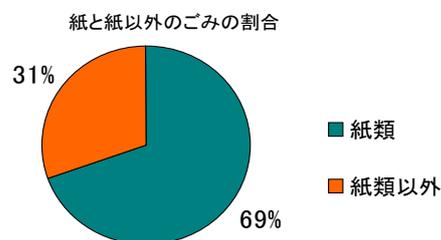


図 A4.16 事業所系は廃棄物の内訳

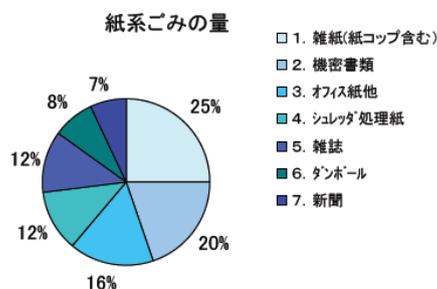


図 A4.17 紙系ごみの内訳

2)種別ごと更に細かく分別する(ビン、缶 など)

- ・ビン：色ごとの分別

缶：アルミ缶とスチール缶で分別

- ・各種材料になるためマテリアルリサイクル可となる。

これらは、分別時の手間としては特になく(色や表示で識別可能のために分別は容易)が、置き場のスペースは大きくなることが課題である。

3)プラスチックを細分別する(粗大ゴミ OA 機器 など)

- ・分別が多いほど材料別に分別されるためリサイクル率が高くなる。
- ・汚れの付着しているものや金属との混合体については【不燃ごみ】として扱われるケースが多い。
- ・分別数の少ない事業所では、不燃か可燃のどちらかに大別されて一緒に処理されている可能性がある。

これらは、分別時の手間としてはかかるが、プラスチックは廃棄物に占める割合は大きく、マテリアルリサイクルとしての効果は高い。

このように、少しの手間をかけるだけで、回収コストの削減が可能となり総廃棄物量が削減できる施策もあるが、ほとんどは環境意識を高くもち、それに伴う適正な分別を実施するために、ある程度の労力をかけないと効果が表れない状況下に置かれているのが、現状であるといえる。

このことが、事業所において、費用対効果として捉えるとマイナスな面であることは明白であり、実現が難しい状況を生み出していると思われる。

そのため、いかにプラスチック類をマテリアルリサイクルのサイクルに乗せることができるかということが、廃棄物による環境への影響に対するファシリティマネジャーの責務であるともいえる。

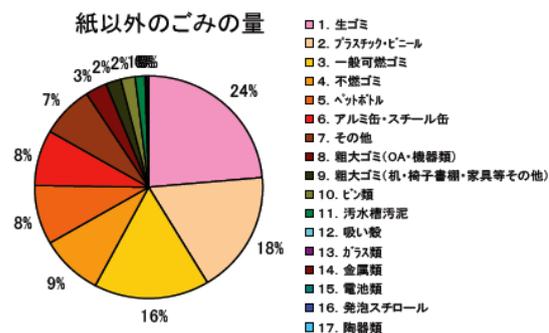


図 A4. 18 紙以外のごみの内訳

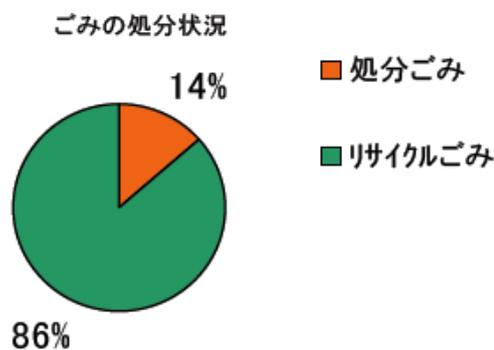


図 A4. 19 ごみの処分状況

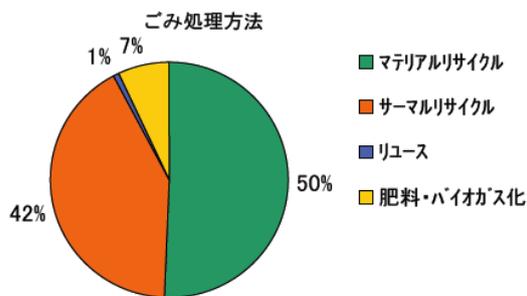


図 A4. 20 ごみ処理方法

表 A4. 3 ごみの分別数とリサイクル率

対象	ごみの分別数	リサイクル率
一般社会(市町村 平均)	5種10分別	22%
本調査事業所(14様平均)	13. 6分別	86%

もちろん、事業所の方針および執務者全員の意識向上と分別・清掃作業における協力が必要不可欠であることはいうまでもない。

A4.8 事業系廃棄物処理の実態から持続可能な社会形成環境への提言

(1) ごみ問題の解決は社会的価値観の変革

「ごみ」とはその社会的な定義によって分類された一方の結果と見ることができ、捨てれば「ごみ」、分ければ「資源」といわれるように捨てる行為の最終形が「ごみ」とみなされる。同時にこれらは社会や個々人の価値観に大きく依存し、同じものでも「ごみ」として捨てる場合もあれば、価値のあるものとして生かしている場合もある。

このように社会的行動に依存する「ごみ」は、当然ながらその処理についてもさまざまな「ごみ」問題へと展開し、深刻の度合を増してきている。「ごみ」問題の根幹は廃棄物の量的側面を除けば物質にあると言われている。自然界の中にもともと存在していない、人間が新たに創造した物質が自然循環を阻害しており、結果として地球上に生存しているあらゆる生物の持続性を脅かしているのである。自然循環の中で対処しきれない膨大な数の物質が大量生産されるだけでなく、しかも簡単に捨てられ、しかもその中身がプラスチックなどに代表される自然界にはなかった、つまり自然の循環に入りにくい性質のものであるという

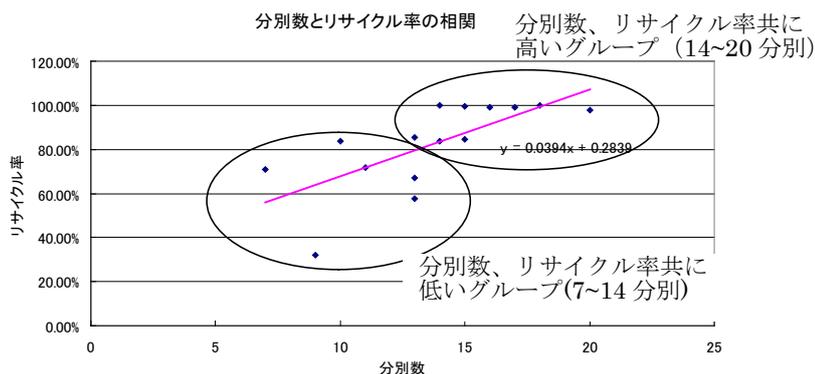


図 A4.21 分別数とリサイクル率

表 A4.4 分別数事例

1	OA・事務用紙
2	新聞
3	雑誌類
4	ダンボール
5	機密書類
6	雑がみ
7	紙コップ
8	ペットボトル
9	金属類/缶類
10	ガラス類/ビン類
11	プラスチック・ビニール
12	乾電池
13	PC関連・付属品
14	一般ゴミ
15	厨芥

ことが環境本質論としての「ごみ」問題を深刻にさせているのである。

「ごみ」問題の解決は自然循環のセオリーに立脚し、現代社会の価値観を見直すことに他ならない。

(2) 分別によるストック社会への転換

分別によるリサイクル率への寄与は先述の通りである。分別による廃棄物削減は一義的にはコストとのトレードオフにより判断されがちであるが、資源利用削減による地球資源の枯渇防止が本質にあることを忘れてはならない。近年、廃棄物を有価物として扱う傾向が見られる。処理コスト削減に始まった着目であるが大量消費社会からストック充足社会への意識変革へも通じ、徹底した分別による有価物転換の効果に着目する必要

が出てきた。そのためには排出事業者の社会的責務を追及するだけでは解決せず、廃棄に係わる管理会社、運搬会社、廃棄物処理会社との共通認識と協業が不可欠となる。

廃棄物を取り巻く環境はますます複雑化し、また廃棄物処理に関連する法規は難解でかつ、改正の頻発により理解しがたいのも事実である。このような環境に影響されずごみ問題の本質を見据えかつリーダーシップを発揮できる専門家の育成も急がれるところである。

(3) 3R の誤解とファシリティマネジャーの役割

ごみ問題は社会的価値観の変革なくしてはその解決は難しい。地球環境破壊への確かな認識と、人間社会の持続可能性への強い危機感が左右することは言うまでもない。3R は廃棄物に係わる基本的スタンスとして重要な行動指針であるが、バゼル会議 (図 A4.22) においても明らかな通り廃棄物削減のための発生抑制 (Reduce) が再使用 (Reuse)、再生利用 (Recycle) に優先されることは論を待たない。廃棄物における静脈流通の活性化はみかけの環境施策であり、本末転倒であることはこのことによる。

限りある資源への認識と廃棄物問題を考えると、施設経営に直接係わるファシリティマネジャーの役割は大きい。廃棄物はエネルギー問題と併せて施設デザインや使用建築資材からワークプレイス形態、清掃、衛生管理、総務系サービスの

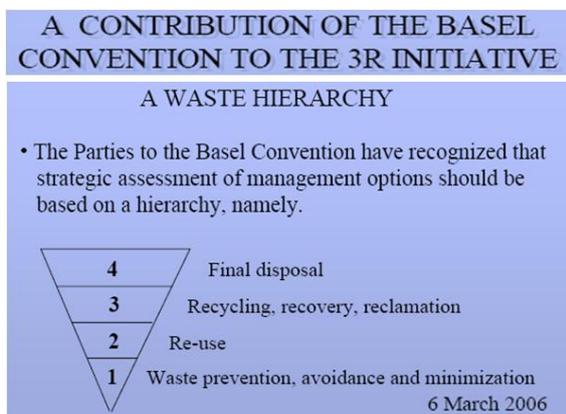


図 A4.22 3R (バゼル会議)

あり方、広報宣伝に至るまであらゆる事業活動と密接に関係しているからである。

環境問題は計測に始まり計測に終わるとも言われている。管理技術から固有技術に至るまでファシリティマネジャーの基本的責務であることは認識の通りである。

ファシリティマネジャーの知見と技術を駆使して、廃棄物問題への明確な戦略とビジョンを描くことはとりもなおさず持続可能な社会形成に向けた環境創りへの確かな布石となるのである。

(4) 環境が破壊されるという危機感と地球の持続可能性の認識

スウェーデンで組織された世界規模での環境 NGO ナチュラル・ステップでは、環境保護と経済発展双方を維持することが可能な社会の実現を目指し、人類の愚かな環境破壊行動を科学的視点で明確に指摘し、あるべき行動指針を示している。物質とエネルギーは、消失することも作り出すこともできないなどの基礎科学をベースに持続可能性社会の実現を目指した 4 つのシステム条件がそれである。

ナチュラル・ステップ 4 つのシステム条件

Step1 地殻からの採掘

- ・ 自然の中で地殻から掘出した物質の濃度が増え続けられない。
- ・ 具体的には、石油・石炭といった化石燃料、鉛・水銀・カドミウムといった重金属などを増やさない。

Step2 化学物質

- ・ 自然の中で人間社会の作り出した物質の濃度が増え続けられない。
- ・ 具体的には、PCB、フロン、一部の農薬、ダイオキシン、臭素系難燃剤、NOx、SOx などを増やさない

Step3 自然の基盤・多様性

- ・ 自然が物理的な方法で劣化しない。
- ・ 具体的には、無秩序な森林の伐採、肥沃な土地

の上に建設される道路や建物、海や湖沼での乱獲などを行わない。

そして、その社会においては

Step4. 効率と公平

- ・人々のニーズが世界中で満たされている。
- ・具体的には、国内外を問わず賃金・労働環境・安全衛生・福祉・若年労働者・人権・公平などについて十分配慮されている。

検討メンバー(所属は当時)

國井 孝昭 日本アイ・ビー・エム(株)
齊藤 夫美雄 環境整備(株)
佐々木 晃 (株)NTT ファシリティーズ

森口 毅 オムロン(株)
原 邦夫 大星ビル管理(株)
岩佐 義久 日本アイ・ビー・エム(株)
原 立蔵 日本郵政公社
笠原 直樹 (株)ビルコム
神林 修 アイビムス
棚町 正彦 清水建設(株)
白沢 至 (株)荏原製作所
川本 誠 新日本空調(株)

三枝 孝之 JFMA 事務局

※ 2015 年時点の情報を追記した部分

おわりに ～参考になる省エネルギーの事例～

エネルギー環境保全マネジメント研究部会では、省エネルギーへの取組みで参考となる事例を、文献あるいはヒアリングにより調査し、本ハンドブックやJFMA ジャーナに紹介してきた。これらをヒト（組織）、モノ（設備）、カネ（財務）、情報で分類して示す(図 C.1)。

(1)ひと（組織）

- ・ 施設のトップや役員の下に省エネルギー・環境管理体制を組織している。
- ・ 企業内の各組織に省エネルギー責任者を配置して、省エネルギー活動を推進し、定期的実施状況のフォローを行っている。
- ・ FM 業務全般あるいは省エネルギーに関する業務を専門会社（FM 支援企業、建設会社、計装会社、コンサルタントなど）にアウトソーシングしている。その際に、アウトソーシング先に任せ放しではなく、定例委員会を設けて、報告、指示などを行っている。
- ・ テナントの入れ替わりや、建物利用者の異動が多い場合には、省エネルギーの啓蒙活動が振り出しに戻ってしまうため、継続的に啓蒙活動を続けている。
- ・ テナント（ワーカー）の要求（苦情）を、ビル管理会社ではなくファシリティマネジャーが受けとめ必要な対策のみ実施する。このようにしないとビル管理会社はテナントの要求に応えようと、結果として省エネルギーに反する運営になる。

(2)もの（設備）

省エネルギーのためには、空調・照明等を行う①空間を小さくする、②時間を短くする、③過剰な品質を避ける、④自然エネルギー・再生可能エネルギーの利用、機器の効率向上をはかっていく必要がある（図 C.2）。照明で言われる「適所、適時、適光」に通じる対策である。

①空間を小さくする例

- ・ フリーアドレスの採用、資料保管スペースの縮小によって床面積を縮小し、これに伴ってエネルギー使用量を削減する。
- ・ 1フロアの面積が大きいビルに入居し、スペースの分割損を回避して、トータルの床面積を削減し、エネルギー使用量を削減する。
- ・ 残業時に一箇所に集まって業務を行う。シンクライアントや無線 LAN などの ICT の発展により、どこでも仕事ができるようになったため、このようなことが可能になる。

②時間を短くする例

始業前、残業時等のオフィスワーカーが少ないあるいは不在のゾーンや時間帯の空調・照明のエネルギーを削減する。

- ・ 空調・照明を1日に何回かスケジュール制御やタイマーを利用して強制停止させるようにし、引き続き空調・照明が必要な場合はワーカーが再起動するようにして無駄なエネルギーを抑える。
- ・ スケジュール制御等が行えないビルでは、管理簿で担当者を決め、空調や照明の停止を行う。

③過剰な品質を避ける例

- ・ クールビズやウォームビズによる空調設定温度の緩和は多くの施設で採用されている。
- ・ サーバルーム等 24 時間空調（冷却）が必要なスペースは、床面積に占める割合は小さいが多くのエネルギーを使用している。この設定温度を許容範囲内で見直して、光熱費を削減する。

④自然エネルギー・再生可能エネルギーの利用、機器の効率向上の例

- ・ 自然採光による窓際照明の消灯、春や秋の窓あけによる空調の停止などを行う。
- ・ ポンプのインバータ化、照明の LED 化・高効率化、外気取入れ量の適正化等を行う。
- ・ ノート型 PC や省エネ型複写機等を採用する。これらの台数を見直す

(3)かね（財務）

省エネルギーにより、光熱費の削減、基本料金の削減が可能になり、削減額はそのまま経常利益の増につながる。利益増であるので、売上げに換算すれば大きな金額になる。

- ・ 省エネルギーのためだけに大きな改修を行う事例は少ないが、建築設備の改修時期に併せて、専門家と協力して改修を行う。
- ・ 電力使用量が削減されて基本料が減った場合には、テナントやビル管理会社に基本料金低減分を還元しているケースもある。これらにより、テナントとビル管理者双方の意識が高まる。
- ・ 米国では、グリーンビルの賃料が周辺のビルに比較して数パーセント高くなり、空室率が減少しているという報告がある。これらは、グリーンビルであることの価値（イメージ）の向上と、エネルギー使用量の削減がもたらす価値の向上がもたらしている。国内においても特に中規模ビルでは「環境認証あり」の方が「なし」に比べ、成約賃料が高いという分析がされている。
- ・ LCC（ライフサイクルコスト）計算書を、一般的に行われている職種別ではなく、部位別に管理して、計画に対する改修状況を効果的に把握する。
- ・ 設計、施工、運用、保守にわたり包括的なサービスを提供する ESCO（Energy Service Company）を利用して、光熱水費を削減する。
- ・ PPS（特定規模電気事業者、Power Producer and Supplier）から、安価な電力を購入する。
- ・ 公立学校で、生徒や教職員の運営上の努力により、削減した光熱水費の半分をその学校に還元する。「50：50（フィフティ・フィフティ）事業」と呼ばれる。

(4)情報

- ・ 省エネルギー機器への改修や、ビル管理システム（BEMS）の導入にあたり、各種補助制度や優遇制度がある。これらを調べて利用する。
- ・ 省エネルギーに関して、設計・施工側からビル運営側に設計意図を伝達するため、竣工図に設定値や季節切り替え方法などを記載する。
- ・ BEMS などにより運転データを蓄積し、このデータを専門家がシミュレーション結果と対比して、目論んだ省エネルギー性能を達成しているか検証する。
- ・ 施設間、組織間、フロア間の単位面積あるいは単位生産量あたりの光熱水費を比較して、異常を発見し削減をはかる。当初から光熱水費が大きいと、その原因が不具合による場合でも正常値であると誤認識しやすいが、ベンチマークによりこの不具合の発見が可能になる。

- ・ エネルギー消費の無駄をなくすため、ワーカーに対する省エネルギーに関わる各種情報を Web 等で知らせる。

省エネルギービルに入居したり、省エネルギー機器の導入が進んだりすると、安心してしまって省エネルギーへの取組みがゆるんでしまうことも多い。イギリスの経済学者ジェヴォンズが 19 世紀なかばに著書「石炭問題」の中で、技術の進歩により資源利用の効率性が向上したにもかかわらず、資源の消費量は減らずにむしろ増加してしまうと唱えた。これを「ジェヴォンズのパラドックス」という。省エネルギーに関してこのようなことが起きないようにする取組みが重要である。

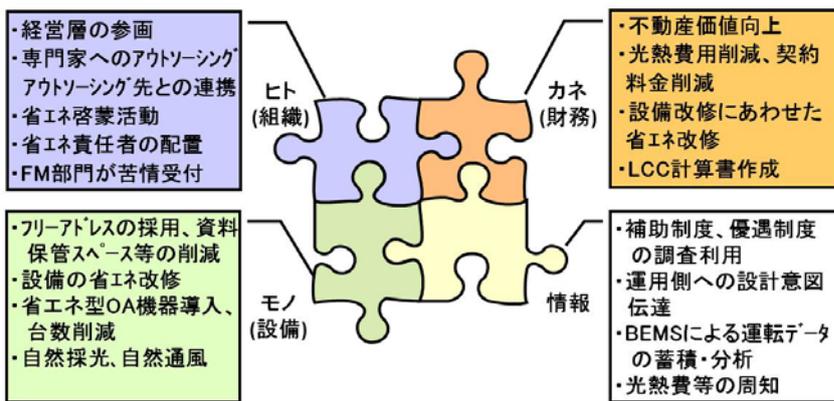


図 C.1 省エネルギーの事例

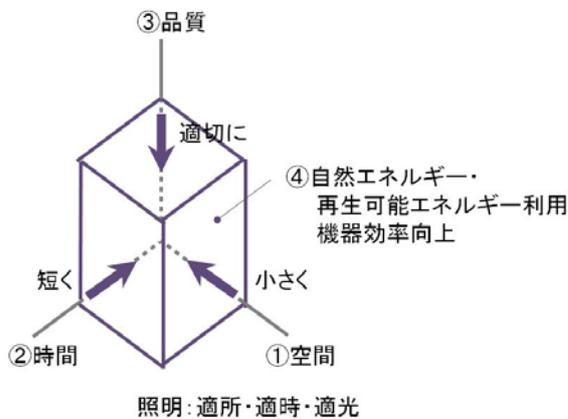


図 C.2 省エネルギーの方法

あとがき

2011年の東日本大震災後、それまで数パーセントの省エネも難しいと言われていた多くの施設で数十パーセントもの省エネが行われた。中には行き過ぎた省エネも見受けられたが、これまでが明るすぎ、冷え過ぎだという意見も多くあった。これらの大部分は運用段階で達成された省エネであることから、ファシリティマネジャーの取組が改めて重要であることが示された実例である。もちろん新築時や改修時に省エネの仕組みを導入しておかなければ、運用時の対策も限られたものになってしまう。

当部会の活動は長い歴史を持つが、前回の IPCC 報告書（第4次）が発表されて以降、下記に示すメンバーで主に省エネ、大震災後はピーク電力カットを加えた調査研究を行ってきた。そして活動成果を JFMA フォーラムなどで発表してきたが、発表会場に来られた方に、アンケートや省エネルギーマネジメントチェックリストに記入いただくという形で協力を頂いた。ここに記して感謝する次第である。

日本ではエネルギー分野で大変革が起きようとしている。政府からは2030年の望ましい電源構成（エネルギーミックス）と温暖化ガス排出削減目標が発表された。さらに電力とガスの完全自由化やネガワット取引を含む電力取引市場の整備が行われる。一方、技術面では自動車分野から新たな蓄電技術や水素活用技術が、情報通信分野から IoT（Internet of Things）技術、ビッグデータ技術が新たに創出されようとしている。これらに伴ってファシリティマネジメントも大きく変革していくものと考えられる。

そこで今後は、これまでの省エネ、節電、環境不動産などに加えて、上記のエネルギー市場・技術動向にも、さらには手薄であった緑化、木材利用、静脈系（廃棄物、汚泥産廃など）などの環境保全にも領域を広げた調査研究を行っていくつもりである。

部会メンバー

部会長： 大島 一夫 （～2015 NTT ファシリティーズ総合研究所）
横山 健児 （NTT ファシリティーズ）
副部長： 斉藤 夫美雄 （～2012 環境保全コンサルタント）
原 邦夫 （～2015 大星ビル管理）
部会員： 岩佐 義久 （～2008 日本アイ・ビー・エム）
氏家 徳治 （エコクリエイト）
江角 健治 （江角建築事務所）
大高 宣光 （KEN アソシエイト）
小木曾 清則 （日本メックス）
川畷 貴生 （日本郵政）
笠原 直樹 （～2010 スターツファシリティサービス）
川田 勝 （イトーキ）
川本 誠 （新日本空調）

神林 修 (オムロン フィールドエンジニアリング)
 國井 孝昭 (～2009 日本アイ・ビー・エム)
 今野 忠 (荏原製作所)
 申 東熙 (～2015 グローリー)
 関澤 充 (東京都市サービス)
 染谷 博行 (アズビル)
 高橋 忠幸 (イトーキ)
 田中 康弘 (スリーエムジャパン)
 棚町 正彦 (清水建設)
 永井 忠守 (エムケイ興産)
 谷 光明 (～2009 日本郵政)
 土田 真一郎 (～2014 日本郵政)
 友竹 園江 (～2008 ワンモスト・デザイン)
 中明 是泰 (2010 日本郵政)
 西島 拓二 (2008 富士通)
 野呂 弘子 (日本郵政)
 波多野 弘和 (日本郵政)
 廣部 光紀 (～2011 イオンディライト)
 福浦 敏昭 (～2010 富士通)
 藤原 雅仁 (エネショウ)
 御手洗 知陽 (～2010 岡村製作所)
 緑川 道正 (～2011 日本メックス)
 森本 康平 (～2013 イトーキ)
 山田 雄介 (～2014 岡村製作所)
 吉田 淳 (ザイマックス不動産総合研究所)
 オブザーバー：加藤 克己 (ソフトバンクテレコム)
 木村 宰 (電力中央研究所)
 嶋津 祐美子 (日本ビルエネルギー総合管理技術協会)
 中嶋 輝雄 (MID ファシリティマネジメント)
 西森 浩史 (～2012 国土交通省)
 深田 治男 (～2015 プロプラン)
 事務局：三枝 孝之 (2007～2009)
 藤沼 武 (2009～2010)
 竹澤 悌二 (2010～2012)
 稲田 祥 (2012～2013)
 三宅 玲子 (2013～)

編集統括		大島 一夫	(NTT ファシリティーズ総合研究所)
執筆者	はじめに	大島 一夫	(前出)
	1章 1. 1	吉田 淳	(ザイマックス不動産総合研究所)
	レポート1	原 邦夫	(大星ビル管理)
	1. 2	大島 一夫	(前出)
	1. 3	吉田 淳	(前出)
	1. 4	吉田 淳	(前出)
	レポート2	吉田 淳	(前出)
	2章	染谷 博行	(アズビル)
		棚町 正彦	(清水建設)
		川本 誠	(新日本空調)
	3章 3. 1	大島 一夫	(前出)
	3. 2	大島 一夫	(前出)
	レポート3	間中 昭司	(黒龍堂)
	3. 3	小木曾 清則	(日本メックス)
	3. 4	染谷 博行	(前出)
	3. 5	横山 健児	(NTT ファシリティーズ)
	3. 6	大島 一夫	(前出)
	3. 7	大島 一夫	(前出)
		高橋 忠幸	(イトーキ)
	レポート4	木村 幸	(電力中央研究所)
	4章	川田 勝	(イトーキ)
	Appendix 1	藤原 雅仁	(エネショウ)
	Appendix 2	大島 一夫	(前出)
		川田 勝	(前出)
	Appendix 3	大島 一夫	(前出)
	Appendix 4	大島 一夫	(前出)
	おわりに	大島 一夫	(前出)
	あとがき	大島 一夫	(前出)
		横山 健児	(前出)
事務局		成田 一郎	(日本ファシリティマネジメント協会)
		三宅 玲子	(日本ファシリティマネジメント協会)

施設における
エネルギー環境保全マネジメントハンドブック 2016

2016年2月1日 第1版第1刷発行

編 集 公益社団法人 日本ファシリティマネジメント協会
エネルギー環境保全マネジメント研究部会
発 行 公益社団法人 日本ファシリティマネジメント協会
東京都中央区日本橋浜町 2-13-6
TEL : 03-6912-1177
URL : <http://www.jfma.or.jp>
表紙デザイン 桑原 弘茂
印刷 日本印刷株式会社
ISBN コード 978-4-906857-26-5 C2434¥2500E

無断で複製、転載することを禁じます。

落丁、乱丁はお取替えします。

定価（本体 2,500 円 + 税）