

7. エネルギー需給の変化に係る調査

7.1 目的

東日本大震災を機に、国内のエネルギー需給には変化が見られ、平成 24 年度に環境省で実施した調査では、東京 23 区を対象とし震災後の夏季におけるエネルギー需給の変化を調査した。

今年度は、関西地域を対象とし、エネルギーの使用状況等に係る統計データを収集し、現時点でのエネルギー需給の変化が人工排熱量の変化にもたらしている影響について、現段階で入手可能なデータに基づき、定量的に推定した。

7.2 東日本大震災後の人工排熱の推計

7.2.1 対象地域

本検討の対象地域は、大阪府が発表している「大阪府域における 2011 年度の温室効果ガス排出量について」（以下、「大阪府資料」）において部門別、燃料別のエネルギー消費量が調査されている大阪府を対象とした。

7.2.2 調査概要

大阪府を含む地域におけるエネルギー供給事業者等が公表しているエネルギー使用量データ等から、震災前の過去数年間と震災後の各年度のデータを比較することにより、用途別・エネルギー種別ごとの震災後の夏のエネルギー消費量の変化率を求めた。その際、エネルギー消費量が年々の夏季の気温の変動に影響されることを考慮しつつ変化率を求めた。次に用途別・エネルギー種別ごとの各年の夏のエネルギー消費量の変化率と「大阪府資料」の中の 2010 年度のエネルギー消費量の結果をもとにして 2011、2012、2013 年の大阪府における人工排熱量を推計した。

なお、本調査では、消費した電力やガス等のエネルギーが全量熱となって環境中に排出されると考え、エネルギー消費量と排熱量がほぼ等しいものとする。ただし、火力発電所については、使用したエネルギーの大部分が電気エネルギーと温排水等になるため、既往の調査¹を参考に、大気への顕熱量のみを推定した。

その後、平成 24 年度業務において東京 23 区で検討した結果との比較検討を行った。

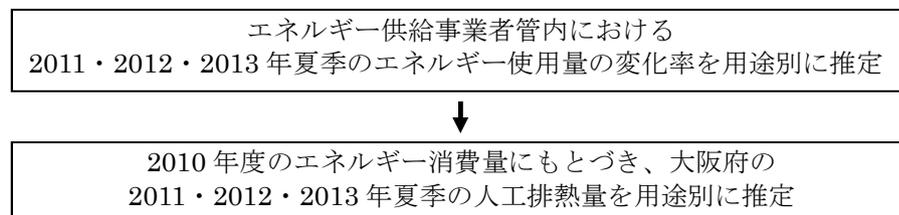


図 7.1 人工排熱の変化量の推定の流れ

¹国土交通省・環境省、平成 15 年度 都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査報告書、平成 16 年 3 月

7.2.3 エネルギー使用量の変化率の推定

1) 人工排熱に係るエネルギー種別

表 7.1 に平成 24 年度調査で検討した人工排熱の種別に対する使用エネルギーの対応を示す。平成 24 年度に調査した東京 23 区で震災前と比べ人工排熱が削減されていたのは、電力全般と業務ビルのガス使用による人工排熱である。ただ、業務ビルのガス使用による人工排熱以外は 2011 年に比べ 2012 年の人工排熱の削減幅は減少した。

今年度の調査では大阪府における 2011、2012、2013 年の電気、ガス、燃料の使用量の変化量を用途別に把握した。

表 7.1 人工排熱の種別と使用エネルギーの対応表

人工排熱の種別		使用エネルギー		
		電気	ガス	燃料
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	○	○	
	住宅（戸建住宅、集合住宅）	○	○	
交通	鉄道	○		
事業所	工場	○		○
	清掃工場		○	○
	火力発電所		○	

2) 電気使用量の変化率の推定

「大阪府資料」に基づき人工排熱の推計を行う場合、電気使用量のデータは、用途別に把握する必要があることから、電気事業連合会が提供する契約形態別の電力販売量のデータを用いた。なお、当該データは月単位のデータとなる。この他、関西電力が管内合計値ではあるものの、時刻別の電力販売量データを提供している。概要を表 7.2 に記した。

表 7.2 電気使用量のデータの整理

提供元	データの性質				更新時期	提供期間
	建物用途	規模	時刻	平休日		
関西電力 (以下、関電データ)	× (関電管内合計値)	×	○ (時間ごと)		1日遅れ	2011年6月～
電気事業連合会 (以下、電事連データ)	△ (契約形態別※)	×	×		2カ月遅れ	1963年～ (契約形態による)

※：大口産業別(鉄道、鉄鋼業等)の月別データも提供されている

以下に、電事連データにある契約形態を整理すると共に、対応する建物用途を整理した。

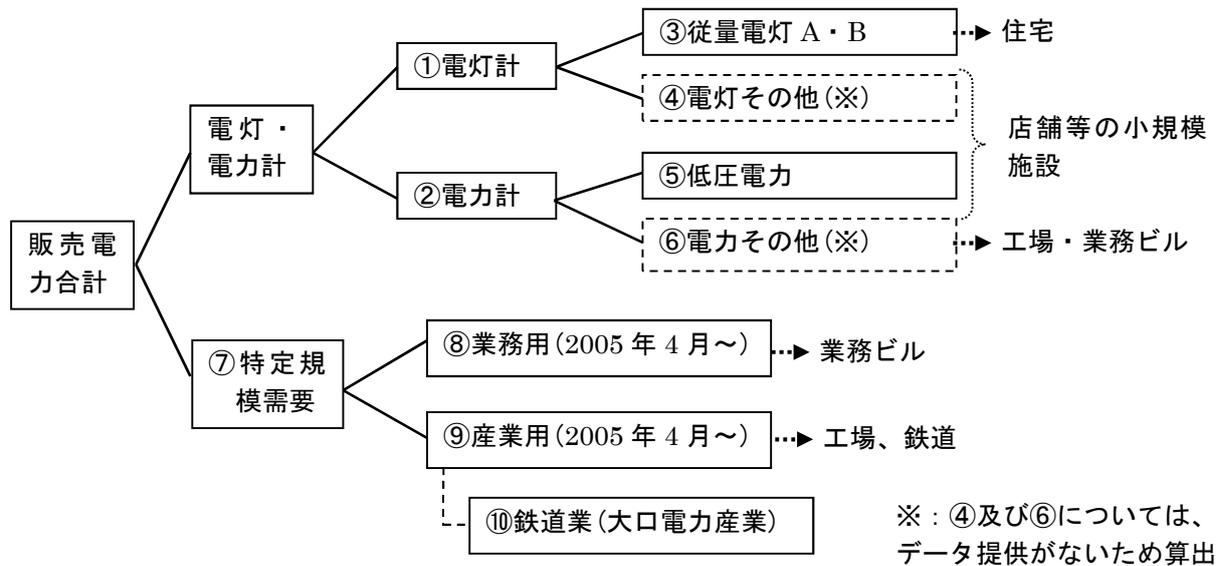


図 7.2 電気使用量データの用途別分類

本調査では表 7.3 に示した契約形態について、電力使用量の変化率を検討した。

表 7.3 本検討における電気使用量の用途分類

用途区分	販売区分	データ使用期間
住宅	③従量電灯 A・B	2001～2013 年
業務ビル	⑧特定規模需要（業務用）	2005～2013 年
工場	⑨特定規模需要（産業用）－⑩鉄道業	2005～2013 年
鉄道	⑩鉄道業(大口電力産業)	2001～2013 年

電気使用量はその日の気温に感応して変化することから、電気使用量の変化率を推定する際には、昨年度までと今夏の電気使用量を単純に比較するのではなく、気温との関係を踏まえて検討する必要がある。ただし、工場等の産業部門全体については既往調査²により、気温感応度が見られないことが指摘されている。

業務ビルおよび住宅における、2001～2010 年までと 2011、2012、2013 年の電力販売量（8 月）について、月平均気温との関係を示す。電気使用量の変化率は、業務ビルは 2005～2010 年のデータ、住宅は 2001～2010 年のデータで作成した気温感応度上のプロットを基準とした。その結果、業務ビルでは 2011、2012、2013 年で同じく－7%で、住宅では 2011 年は－19%、2012 年は－17%、2013 年は－18%であった。

²環境省：平成 16 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書，平成 17 年 3 月

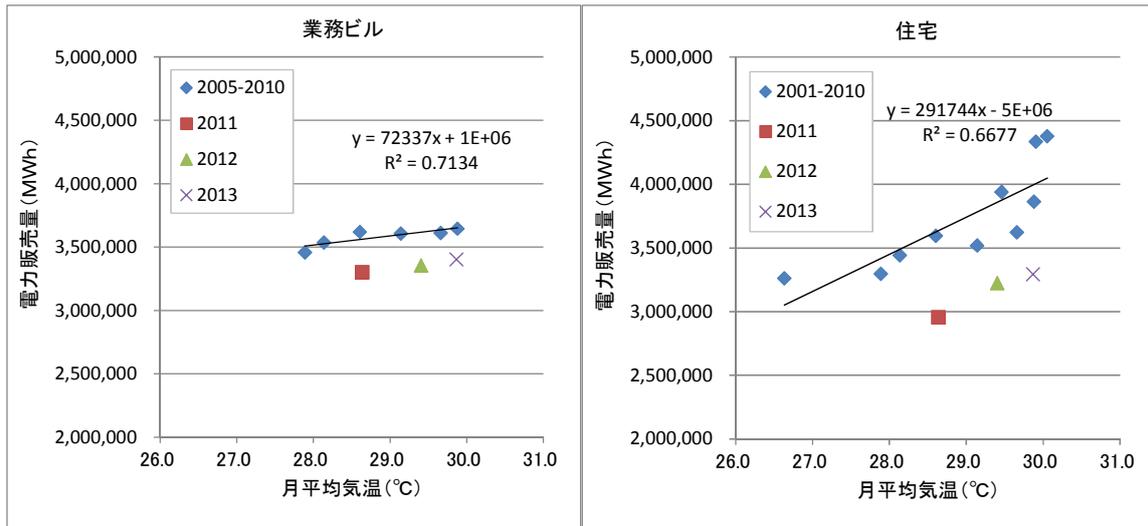


図 7.3 気温と電力販売量の関係（8月）

環境省の既往調査¹に基づき、月平均気温は各世帯等による電気使用量の検針日のバラつきによる影響を考慮し、半月ずらした値を用いた。例えば8月であれば、7/16～8/15の気象データを用いた。

鉄道及び工場については、本調査で取り扱ったデータにおいても気温感応度は見られなかったことから、過去5年間実績（8月）の平均値との比較を行った。その結果、鉄道の電気使用量の変化率は、2011年は-5%、2012年は-7%、2013年は-6%、工場の2011年は0%、2012年は-5%、2013年は-7%であった。

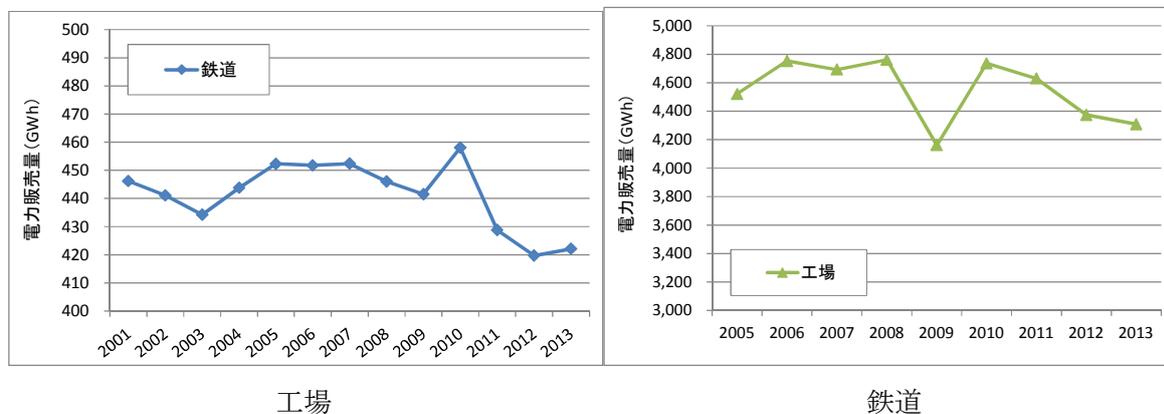


図 7.4 工場及び鉄道における電力販売量の経年変化（8月）

表 7.4 に、これまで求めた電気使用量の変化率について整理した。

表 7.4 用途区分別電気使用量の変化率

用途区分	電力販売量 (MWh)						比較基準
	2011年8月		2012年8月		2013年8月		
業務ビル	3,300,741	-7%	3,354,880	-7%	3,400,904	-7%	気温感応度 より推定
住宅	2,955,132	-19%	3,221,133	-17%	3,290,352	-18%	
鉄道	428,784	-5%	419,680	-7%	422,117	-6%	2006~2010年 8月(5年平均)
工場	4,629,450	0%	4,373,761	-5%	4,308,879	-7%	

3) ガス使用量の変化率の推定

「大阪府資料」に基づき消費熱量の推計を行う場合、ガス使用量のデータは、用途別に把握する必要があることから、大阪ガスが提供する販売区分別のガス販売量のデータを用いた。なお、当該データは月単位のデータであり、2003年からデータを入手することができた。表 7.5 には大阪ガスにおける用途区分の一覧を示した。コージェネレーションによるガス使用量は、各用途に分類されていることが分かる。なお、業務ビルでの使用量は、工業用を含む業務用から工業用を除き計算した。

表 7.5 大阪ガスの用途区分一覧

用途分類	販売区分	データ使用期間
業務ビル、業務ビルにおけるコージェネレーション	業務用(工業用を除く)	2003~2013年
住宅、住宅におけるコージェネレーション	家庭用	2003~2013年
工場、工場におけるコージェネレーション	工業用	2003~2013年

2003~2010年までと2011、2012、2013年のガス販売量(8月)について、月平均気温との関係を示す。電気と同様にガス使用量の変化率を求めると、業務ビルでは2011年は-5%、2012年は-12%、2013年は-13%、住宅では2011年は-12%、2012年は-4%、2013年は-8%であった。

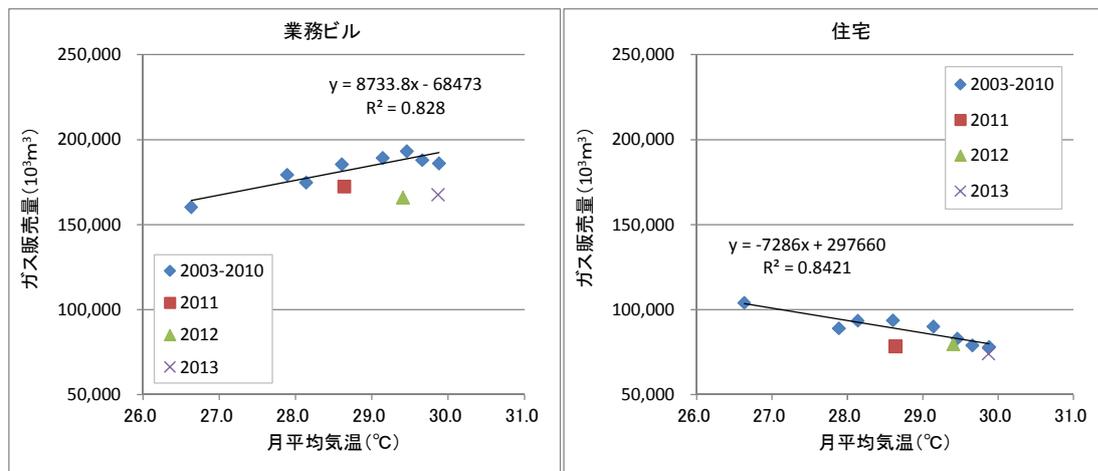


図 7.5 気温とガス販売量の関係(8月)

環境省の既往調査¹⁾に基づき、月平均気温は各世帯等によるガス使用量の検針日のバラつきによる影響を考慮し、半月ずらした値を用いた。例えば8月であれば、7/16~8/15の気象データを用いた。

工場については、電力と同様に気温感応度は見られないため、過去5年間実績（8月）の平均値との比較を行った結果、2011年は+4%、2012、2013年は0%であった。

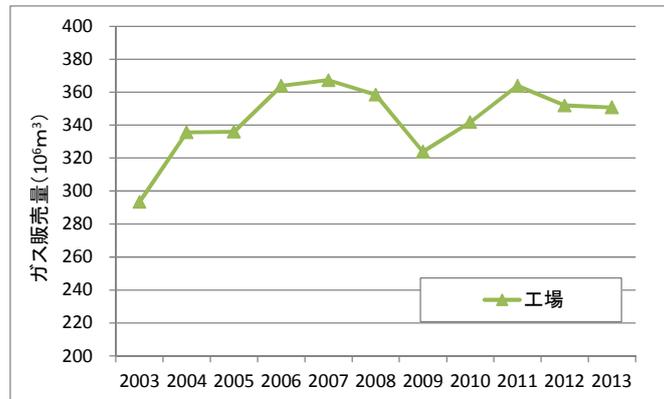


図 7.6 工場等におけるガス販売量の経年変化 (8月)

電力事業者が発電に用いたガスの変化について把握するために、経済産業省資源エネルギー庁電力調査統計から表 7.6 に示す火力発電所におけるガスを含む燃料消費量のデータを得た。

表 7.6 火力発電所におけるガスを含む燃料消費量のデータの整理

発電方式区分	燃料種別	事業者区分	データの性質	データ使用期間
汽力発電 ガスタービン 内燃力	LNG 都市ガス 灯油 重油 原油 石炭など	電力会社ごと 一般電気事業者ごと 特定電気事業者ごと 特定規模電気事業者ごと	月ごと	2006~2013年

関西電力圏内と大阪府内の火力発電所の定格出力の割合から、大阪府内の発電所（南港発電所、堺港発電所、泉北天然ガス発電所）のガス消費量の推移を求めた。表 7.7 に大阪府内の発電所について整理した。

表 7.7 大阪府内の火力発電所

発電所名	使用燃料	発電方式区分	総出力 (万 kW)
南港発電所	LNG	汽力	180
堺港発電所	LNG	汽力	200
泉北天然ガス発電所	LNG	汽力	110

火力発電所のガス使用量については、気温感応度は見られない。2010年に複数の火力発電所が稼働したため、2010年実績（8月）との比較を行った結果、2011、2012年は+13%、2013年は+17%であった。



図 7.7 工場等におけるガス販売量の経年変化（8月）

表 7.8 に、これまで求めたガス使用量の変化率について整理した。

表 7.8 用途区分別ガス使用量の変化率

用途区分	ガス販売量 (千 m ³)						比較基準
	2011年8月		2012年8月		2013年8月		
業務ビル、業務ビルにおけるコージェネレーション	172,397	-5%	165,917	-12%	167,620	-13%	気温感応度より推定
住宅	78,436	-12%	79,673	-4%	73,942	-8%	
工場、工場におけるコージェネレーション	363,857	+4%	351,920	0%	350,794	0%	2006~2010年8月(5年平均)
火力発電所	404,979	+13%	406,504	+13%	418,736	+17%	

4) 燃料使用量の変化率の推定

燃料使用量のデータは、経済産業省特定業種石油等消費統計の近畿経済産業局管内の全産業における2006年~2013年の8月のA重油、B・C重油の消費量データを用いた。ただし、統計に含まれる産業は、「パルプ・紙・板紙製品」、「化学工業製品」、「化学繊維製品」、「石油製品」、「窯業・土石製品」、「ガラス製品」、「鉄鋼製品」、「非鉄金属地金製品」及び「機械器具製品」を製造する9業種のうち、経済産業省特定業種石油等消費統計調査規則（昭和55年通商産業省令第30号）別表の生産品目別に定める調査の範囲に属する事業所に限られており、電力事業者が発電に用いた燃料の変化については把握できない。

5) エネルギー使用量の変化率のまとめ

以上を整理すると、2011、2012、2013年（8月）の電気、ガス、燃料使用量の変化率及び使用段階の熱量は表7.10のように整理される。

電気使用量では、業務ビル、住宅、鉄道の各用途において、2011年から2013年にかけて使用量はほぼ横ばいである。工場においては震災直後の2011年よりも2012、2013年の削減量が大きくなっている。なかでも、住宅の削減量が約2割ともっとも大きかった。

ガス使用量では、業務ビルは2011年よりも2012、2013年の削減量が大きかった。一方、住宅の使用量は2011年に比べ2012、2013年の使用量が大きかった。工場では2011年には震災前よりも増加したが、2012、2013年にはほぼ震災前と同水準になった。火力発電所は、2011、2012年は震災前に比べて13%の増加となったが、2013年は唯一稼働中であった原子力発電所である大飯発電所が停止した影響か、+17%とさらに増加した。

燃料使用量は、工場では2011、2012年は震災前より微減に留まったが、2013年は約2割の減少になった。

表 7.10 震災後の電気及びガス使用量の変化（8月）

建物種別		エネルギー使用量の変化（%）								
		電気			ガス			燃料		
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
建物	業務ビル（事務所、商業施設、ホテル、学校、その他）、地域冷暖房	-7 ※1	-7 ※1	-7 ※1	-5 ※1	-12 ※1	-13 ※1	—	—	—
	住宅（戸建、集合）	-19 ※1	-17 ※1	-18 ※1	-12 ※1	-4 ※1	-8 ※1	—	—	—
交通	鉄道	-5 ※2	-7 ※2	-6 ※2	—	—	—	—	—	—
事業所	工場	0 ※2	-5 ※2	-7 ※2	+4 ※2	0 ※2	0 ※2	-3 ※3	-2 ※3	-19 ※3
	火力発電所	—	—	—	+13 ※3	+13 ※3	+17 ※3	—	—	—

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

7.2.4 大阪府内の人工排熱の削減量の推定

これまでに求めた用途別の電力、ガス、燃料使用量の変化率を用い、平成24年度調査で人工排熱を計算した手法を用い、大阪府内の人工排熱の変化量を推定した。

ここで、用途別のエネルギー使用量の変化率は、関西電力管内、大阪ガス管内の平均と大阪府内平均で変わらないものと仮定した。また、「大阪府資料」の中の2010年度のエネルギー消費量については、季節別の変動は考慮されておらず、年間のエネルギー消費量から1日当たりの人工排熱を計算していることには留意が必要である。

1) 業務ビル

「大阪府資料」では、業務ビルのエネルギー消費を電力とガス使用量などから算出している。ここで、業務ビルにおける節電下の電気・ガス使用量の変化率を、「大阪府資料」の中の2010年度のエネルギー消費量に乗じることで、大阪府内業務ビルの人工排熱を推計した。

表 7.11 大阪府内業務ビルにおける人工排熱の変化量

		2010年度	2011	2012	2013
業務ビル	人工排熱(TJ/day)	360.5	337.9	330.5	330.3
	変化率(%)	—	-6.3	-8.3	-8.4
	変化量(TJ/day)	—	-22.6	-30.1	-30.2

2) 住宅

「大阪府資料」では、住宅のエネルギー消費を電力とガス使用量などから算出している。ここで、住宅における節電下の電気・ガス使用量の変化率を、「大阪府資料」の中の2010年度のエネルギー消費量に乗じることで、大阪府内住宅の人工排熱を推計した。

表 7.12 大阪府内住宅における人工排熱の変化量

		2010年度	2011	2012	2013
住宅	人工排熱(TJ/day)	364.4	312.8	328.0	321.3
	変化率(%)	—	-14.1	-10.0	-11.8
	変化量(TJ/day)	—	-51.6	-36.3	-43.1

3) 鉄道

「大阪府資料」では、鉄道のエネルギーを電力のみとしている。そのため、電力使用量の変化量がそのまま、人工排熱の削減量になると考えられる。

表 7.13 大阪府内鉄道交通における人工排熱の変化量

		2010年度	2011	2012	2013
鉄道	人工排熱(TJ/day)	20.8	19.9	19.4	19.5
	変化率(%)	—	-4.7	-6.7	-6.2
	変化量(TJ/day)	—	-1.0	-1.4	-1.3

4) 工場

「大阪府資料」では、工場のエネルギー消費を電力、ガス、燃料などの使用量から算出している。ここで、工場における電気・ガス使用量の変化率を、「大阪府資料」における2010年度のエネルギー消費量に乗じることで、大阪府内工場の人工排熱を推計した。

表 7.14 大阪府内工場における人工排熱の変化量

		2010年度	2011	2012	2013
工場	人工排熱(TJ/day)	712.3	722.0	702.9	695.3
	変化率(%)	—	+1.4	-1.3	-2.4
	変化量(TJ/day)	—	+9.7	-9.4	-17.1

5) 火力発電所

「大阪府資料」では、大阪府内火力発電所における発電量を計算している。火力発電所については、使用したエネルギーの大部分が電気エネルギーと温排水等になるため、既往の調査¹を参考に、発電量から大気への顕熱量を推定した。

表 7.15 大阪府区内火力発電所における排出段階の排熱変化量

		2010年度	2011	2012	2013
火力発電所	発電量(TJ/day)	171.0	—	—	—
	大気への顕熱量(TJ/day)	50.2	56.8	56.9	58.6
	変化率(%)	—	+13.0	+13.3	+16.7
	変化量(TJ/day)	—	+6.6	+6.7	+8.4

7.2.5 大阪府内における人工排熱削減量の推定結果と東京23区内との比較

1) 大阪府内の人工排熱削減量

2011、2012、2013年夏季における大阪府の人工排熱を、エネルギー供給事業者等が公表している統計データを用い、「大阪府資料」で用いた計算手法に基づき推計した。

建物の人工排熱を見ると、業務ビルでは、電気使用量は2011～2013年で変わらなかったものの、ガス使用量は2011年で-5%だったが、2012、2013年では-12%、-13%とさらに減少しており、その結果、人工排熱量は合計で2011年度の-6.3%から、2012、2013年の-8.3%、-8.4%と減少した。一方住宅は、電気使用量は業務ビルと同じく大きな変化はないが、ガス使用量は震災直後の2011年が-12%だったが、2012、2013年は-4%、-8%と削減幅が小さくなった。人工排熱量は合計では2011年の-14.1%から、2012、2013年では-10.0%、-11.8%となっている。

交通の人工排熱としては、鉄道の電気使用量は、2011、2012、2013年でそれぞれ-5%、-7%、-6%で同程度の削減量であった。

事業所の人工排熱としては、工場の電気使用量は2011年で0%で変化がなかったが、2012、

2013年はそれぞれ-5%、-7%と減少した。ガス使用量は2011年で+4%と増加したが、2012、2013年では0%となった。燃料は2011、2012年で-3%、-2%の削減量だったが、2013年に-19%とさらに減少しており、人工排熱量は合計では2011年の+1.4%から、2012、2013年は-1.3%、-2.4%と減少した。

火力発電所を除く人工排熱量の合計では2011年は4.5%、2012年は5.3%、2013年は6.3%の削減となっていた。

なお、火力発電所からの顕熱排熱量は、震災前にくらべて2011、2012、2013年はそれぞれ13.0%、13.3%、16.7%増加していた。これは、原子力発電所の停止等によって火力発電の稼働率が上昇したことが影響していると推察されるが、火力発電所の排熱量の増加を含めても大阪府内の人工排熱量は、震災前にくらべて減少していると推定された。

2) 大阪府と東京 23 区の削減量の比較

大阪府と東京 23 区の火力発電以外の人工排熱を比較すると、住宅を除き、大阪府にくらべて東京 23 区の削減率が大きくなっていった。特に東京 23 区の 2011 年における業務ビル、鉄道、工場の電力の削減率が大きく、電力使用制限が発令されたことなどが影響していると推察された。2012 年以降、大阪府では削減率が徐々に増加し、節電が定着もしくはより一層、促進されているものと考えられた。一方で、東京 23 区では特に住宅における削減率が 2011 年にくらべて 2012、2013 年には半分程度になっており、全体の削減率が 2012 年には若干少なくなった。しかし、2013 年には建物、交通、事業所の全ての種別で 2012 年より削減率が増加しており、無理のない節電が根付いている状況が伺われる。

火力発電所からの顕熱排熱量については、大阪府で震災前に比べると平均 14.3%増加したのに対し、東京 23 区ではほとんど変化が見られなかった。これは東京 23 区の火力発電所が最新の高効率施設を有しており、震災前からの稼働率が高く、震災後の稼働率の上昇余地が多くなかったためと推察される。

3) 今後の課題

東日本大震災以降、本調査でも明らかとなったように、各セクターで節電が進んでいる状況が確認できたが、節電の詳細については把握できておらず、熱環境への影響の観点で重要となる地域的な分布や時間的な分布については不明である。また火力発電所からの排熱量が増加している状況が見られ、全体的には排熱が減る傾向にあるものの、局所的には排熱が増加している状況が示唆され、熱環境にも影響を及ぼしている可能性が考えられる。また、スマートコミュニティなどの新たな電力需要の形態が社会に形成されつつあり、局所的に排熱量が変化する可能性もある。

そこで今後は、東京や大阪における節電の状況をさらに追いかけるとともに、節電の中身の把握やスマートコミュニティ等の新たなエネルギー利用の排熱特性などを整理し、地方公共団体の担当者などがまちづくりの際に把握しておくべき情報として提供していくことが考えられる。

表 7.16 大阪府内における 2011、2012、2013 年のエネルギー及び人工排熱の変化量（8 月）

建物種別		エネルギー使用量の変化									人工排熱の変化 (括弧内：TJ/day)		
		電気			ガス			燃料			2011	2012	2013
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013			
建物	業務ビル、地域冷暖房	-7% ※1	-7% ※1	-7% ※1	-5% ※1	-12% ※1	-13% ※1	-	-	-	-6.3% (-22.6)	-8.3% (-30.1)	-8.4% (-30.2)
	住宅（戸建、集合）	-19% ※1	-17% ※1	-18% ※1	-12% ※1	-4% ※1	-8% ※1	-	-	-	-14.1% (-51.6)	-10.0% (-36.3)	-11.8% (-43.1)
交通	鉄道	-5% ※2	-7% ※2	-6% ※2	-	-	-	-	-	-	-4.7% (-1.0)	-6.7% (-1.4)	-6.2% (-1.3)
事業所	工場	0% ※2	-5% ※2	-7% ※2	+4% ※2	0% ※2	0% ※2	-3% ※3	-2% ※3	-19% ※3	+1.4% (+9.7)	-1.3% (-9.4)	-2.4% (-17.1)
合計											-4.5% (-65.5)	-5.3% (-77.2)	-6.3% (-91.7)
事業所	火力発電所	-	-	-	+13% ※3	+13% ※3	+17% ※3	-	-	-	+13.0% (+6.6) ※4	+13.3% (+6.7) ※4	+16.7% (+8.4) ※4

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準

表 7.17 東京 23 区における 2011、2012、2013 年のエネルギー及び人工排熱の変化量（8 月）

建物種別		エネルギー使用量の変化									人工排熱の変化 (括弧内：TJ/day)		
		電気			ガス			燃料			2011	2012	2013
		2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013			
建物	業務ビル、地域冷暖房	-18% ※1	-11% ※1	-12% ※1	-9% ※1	-9% ※1	-10% ※1	-	-	-	-13.8% (-77.8)	-9.8% (-55.1)	-10.8% (-61.1)
	住宅（戸建、集合）	-14% ※1	-9% ※1	-6% ※1	-8% ※1	0% ※1	-7% ※1	-	-	-	-10.2% (-26.2)	-4.5% (-11.4)	-5.6% (-14.2)
交通	鉄道	-18% ※2	-9% ※2	-11% ※2	-	-	-	-	-	-	-17.8% (-5.6)	-9.0% (-2.8)	-10.7% (-3.4)
事業所	工場	-12% ※2	-10% ※2	-10% ※2	-	-	-	+13% ※3	-7% ※3	-16% ※3	-0.4% (-0.5)	-8.8% (-10.9)	-13.0% (-15.9)
合計											-11.3% (-110.1)	-8.2% (-80.1)	-9.7% (-94.6)
事業所	火力発電所	-	-	-	-2% ※2	+2% ※2	+2% ※2	-	-	-	-2.0% (-0.8) ※4	+2.2% (+0.9) ※4	+1.5 (+0.6) ※4

※1：気温感応度より推定

※2：5年平均基準（2006～2010年）

※3：2010年基準