

気候と電力消費量

Climate and Energy Consumption

立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科
 Ritsumeikan University, Dept. of Architecture and Urban Design
 近本 智行、西 哲平
 Tomoyuki CHIKAMOTO, Teppei NISHI

キーワード：電力消費量 (Energy Consumption)、節電 (Power Saving)、温熱環境 (Thermal Environment)
 熱中症 (Heat Injury)

1. はじめに

2011年は東日本大震災による原子力発電所事故に伴い、電力需給が逼迫し、各地で節電及び電力ピークを抑制する対策が推進された。本報では過去最も暑かった2010年夏と平年値との比較を交え、2011年夏の気候と電力使用量の実態を振り返る。

2. 2011年の気候

気象庁発表^{文1)}によると、2011年は太平洋高気圧が強まり猛暑日となる時期があった一方で、太平洋高気圧が弱まり気温が平年を下回る時期もあるなど気温の変動が全国的に大きく、夏全体を通すと平均気温は全国的に高かった(図1)。

今年の気温を、記録的な猛暑に見舞われた2010年の気温、拡張アメダス気象データにより算出した平年値と比較する(表1、表2)。大阪においては、2011年7月の平均気温は27.9℃、2011年8月の平均気温は28.9℃であった。また東京においては、7月は27.3℃、8月は27.5℃であった。大阪、東京ともに7月の気温は非常に高く、8月は2010年ほど高い値ではないものの平年値よりは高い値となった。

今年は熱中症の発生件数も多い(図2)。7月～8月では35,519人、特に7月においては17,963人が熱中症で救急搬送された。これは2010年の同時期の1.01倍、2009年の3.39倍である。

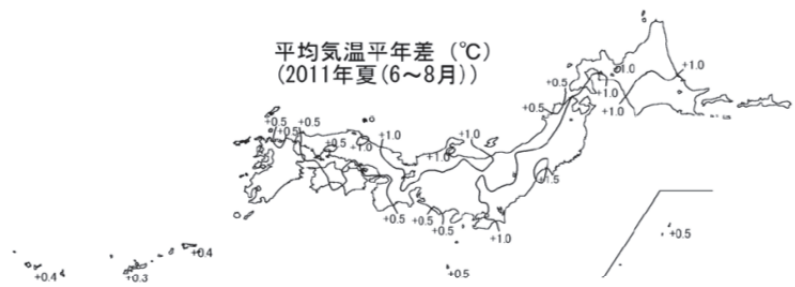


図1 平均気温平年差(2011年夏(6~8月))
 (気象庁^{文2)})

表1 大阪7月・8月の外気温(左:7月、右:8月)

7月				8月			
	2011年	2010年	平年値		2011年	2010年	平年値
日平均	27.9℃	27.9℃	27.5℃	日平均	28.9℃	30.5℃	28.3℃
日最高	31.7℃	32.0℃	31.1℃	日最高	33.4℃	35.2℃	32.5℃
日最低	25.0℃	24.8℃	24.6℃	日最低	25.8℃	27.2℃	25.0℃
猛暑日	2日	4日	0日	猛暑日	4日	20日	2日
熱帯夜	16日	23日	15日	熱帯夜	19日	31日	17日

表2 東京7月・8月の外気温(左:7月、右:8月)

7月				8月			
	2011年	2010年	平年値		2011年	2010年	平年値
日平均	27.3℃	28.0℃	26.2℃	日平均	27.5℃	29.6℃	27.0℃
日最高	30.9℃	31.6℃	29.5	日最高	31.2℃	33.5℃	30.2℃
日最低	24.5℃	25.0℃	23.2	日最低	24.6℃	27.0℃	24.1℃
猛暑日	0日	2日	0日	猛暑日	1日	3日	0日
熱帯夜	19日	20日	9日	熱帯夜	16日	30日	10日

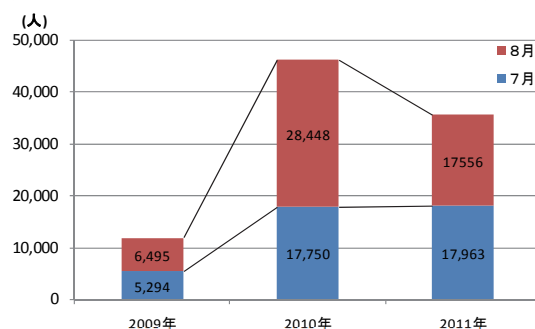


図2 熱中症による救急搬送人員
 (総務省^{文2~文7)})

3. 気温と電力消費量

7月～8月の平日における関西電力の1時間当たりの電力消費量を表3に、東京電力の1時間当たりの電力消費量を表4に示す。昨年に比べると、関西電力・東京電力ともにピーク時間帯にばらつきが見られる。これは電力消費が特に高くなる13時～15時の間に節電対策が重点的に行われ、その結果ピークシフトが行われたためであると推測できる。

表3 関西電力における8月の1時間当たりの電力消費量（上：2011年、下：2010年）

8月	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	(時)
2011/8/1(月)	1557	1439	1426	1437	1419	1380	1458	1662	1979	2254	2372	2430	2338	2447	2466	2449	2431	2337	2273	2259	2134	2018	1919	1785	■ ピーク ■ 2番目のピーク ■ 3番目のピーク
2011/8/2(火)	1617	1515	1490	1506	1488	1439	1518	1707	2036	2292	2387	2432	2337	2452	2486	2475	2474	2379	2324	2300	2184	2058	1951	1818	
2011/8/3(水)	1652	1548	1523	1533	1514	1468	1541	1746	2071	2338	2445	2504	2416	2529	2555	2546	2541	2438	2369	2360	2247	2118	2015	1870	
2011/8/4(木)	1682	1558	1530	1526	1508	1451	1523	1721	2046	2320	2435	2507	2427	2547	2575	2577	2583	2495	2422	2408	2286	2159	2050	1893	
2011/8/5(金)	1702	1585	1558	1556	1530	1489	1570	1762	2067	2308	2405	2445	2339	2432	2455	2419	2396	2313	2260	2234	2152	2069	1993	1878	
2011/8/8(月)	1667	1547	1522	1522	1499	1466	1560	1798	2141	2416	2539	2612	2533	2662	2688	2676	2682	2574	2499	2494	2363	2250	2156	2011	
2011/8/9(火)	1809	1674	1643	1628	1594	1551	1637	1850	2207	2500	2622	2695	2623	2753	2785	2780	2780	2672	2612	2598	2463	2340	2225	2057	
2011/8/10(水)	1853	1724	1672	1652	1621	1576	1655	1862	2222	2487	2608	2671	2609	2723	2748	2743	2742	2628	2560	2555	2435	2319	2127	2063	
2011/8/11(木)	1867	1726	1684	1664	1634	1585	1658	1865	2212	2420	2522	2572	2490	2588	2599	2577	2566	2472	2432	2434	2310	2199	2106	1956	
2011/8/12(金)	1760	1634	1589	1576	1539	1497	1552	1721	1997	2222	2326	2391	2356	2424	2443	2419	2388	2321	2306	2315	2215	2115	2038	1901	
2011/8/15(月)	1591	1488	1459	1446	1415	1372	1415	1537	1723	1886	1969	2022	2060	2067	2077	2093	2100	2094	2106	2157	2076	1996	1911	1789	
2011/8/16(火)	1613	1495	1469	1456	1426	1391	1436	1581	1796	1973	2075	2125	2150	2179	2196	2214	2225	2206	2228	2278	2191	2087	1982	1835	
2011/8/17(水)	1654	1538	1513	1505	1466	1436	1509	1704	2015	2286	2411	2473	2412	2504	2528	2514	2504	2426	2402	2406	2296	2179	2086	1939	
2011/8/18(木)	1742	1606	1568	1559	1518	1483	1570	1798	2157	2436	2565	2636	2557	2637	2649	2620	2604	2530	2500	2463	2328	2205	2100	1948	
2011/8/19(金)	1752	1630	1597	1587	1546	1525	1595	1778	2072	2287	2356	2402	2313	2400	2411	2402	2379	2288	2281	2201	2069	1950	1868	1754	
2011/8/22(月)	1400	1331	1340	1370	1369	1347	1404	1565	1852	2100	2205	2264	2186	2300	2317	2293	2295	2229	2216	2189	2062	1944	1870	1755	
2011/8/23(火)	1593	1503	1489	1504	1482	1446	1500	1679	1994	2255	2370	2426	2332	2436	2435	2387	2378	2322	2312	2261	2131	2020	1929	1816	
2011/8/24(水)	1647	1536	1524	1534	1508	1482	1537	1733	2053	2323	2438	2499	2429	2546	2561	2541	2525	2440	2426	2401	2269	2144	2052	1912	
2011/8/25(木)	1732	1608	1582	1578	1549	1510	1572	1748	2047	2294	2395	2420	2313	2422	2447	2424	2411	2343	2341	2299	2171	2045	1957	1835	
2011/8/26(金)	1667	1561	1539	1543	1525	1491	1553	1736	2047	2318	2436	2500	2411	2504	2540	2541	2533	2422	2385	2343	2202	2085	2006	1882	
2011/8/29(月)	1608	1507	1483	1482	1464	1434	1503	1709	2053	2324	2452	2529	2462	2594	2628	2619	2618	2525	2489	2444	2284	2166	2062	1909	
2011/8/30(火)	1709	1587	1553	1555	1529	1488	1559	1755	2087	2354	2472	2547	2475	2612	2637	2624	2607	2520	2498	2450	2296	2148	2060	1915	
2011/8/31(水)	1720	1594	1563	1558	1535	1502	1561	1758	2095	2387	2501	2580	2469	2559	2553	2510	2487	2403	2390	2349	2224	2109	2019	1873	
8月	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
2010/8/2(月)	1719	1588	1552	1544	1516	1486	1614	1902	2324	2669	2810	2891	2818	2965	2989	2981	2978	2861	2775	2748	2602	2455	2313	2128	
2010/8/3(火)	1891	1750	1701	1675	1638	1595	1711	1991	2423	2755	2883	2955	2868	2980	2984	2939	2910	2787	2720	2683	2544	2399	2271	2089	
2010/8/4(水)	1864	1722	1675	1657	1619	1577	1704	1970	2390	2711	2834	2901	2817	2950	2960	2925	2901	2779	2702	2683	2553	2406	2274	2094	
2010/8/5(木)	1861	1724	1680	1660	1628	1586	1715	2001	2431	2758	2874	2928	2828	2962	2978	2952	2937	2804	2725	2700	2559	2416	2281	2102	
2010/8/6(金)	1872	1724	1668	1645	1608	1567	1694	1967	2401	2716	2841	2911	2834	2970	2979	2938	2870	2706	2600	2565	2435	2299	2166	2015	
2010/8/9(月)	1649	1538	1513	1501	1473	1450	1571	1822	2215	2522	2643	2695	2597	2657	2628	2565	2547	2454	2416	2393	2266	2151	2045	1898	
2010/8/10(火)	1708	1595	1569	1561	1532	1503	1600	1809	2170	2447	2569	2651	2586	2677	2677	2641	2603	2488	2432	2397	2259	2142	2023	1869	
2010/8/11(水)	1678	1562	1533	1523	1491	1457	1550	1785	2133	2398	2518	2580	2526	2619	2629	2601	2571	2470	2421	2418	2301	2186	2078	1929	
2010/8/12(木)	1730	1596	1551	1536	1501	1468	1532	1699	1930	2118	2193	2243	2159	2179	2180	2187	2186	2166	2121	2187	2085	1997	1902	1769	
2010/8/13(金)	1595	1495	1469	1462	1432	1385	1423	1575	1798	2001	2108	2182	2216	2243	2230	2204	2202	2207	2240	2250	2166	2050	1956	1831	
2010/8/16(月)	1654	1532	1506	1495	1467	1419	1492	1712	2041	2290	2412	2486	2486	2534	2551	2553	2571	2499	2491	2512	2408	2287	2154	1983	
2010/8/17(火)	1775	1639	1603	1588	1551	1510	1614	1891	2298	2618	2758	2832	2772	2889	2899	2887	2876	2764	2703	2681	2531	2396	2251	2060	
2010/8/18(水)	1831	1688	1637	1620	1576	1538	1642	1920	2339	2679	2820	2912	2836	2978	2999	3000	2996	2873	2814	2787	2642	2499	2361	2175	
2010/8/19(木)	1928	1772	1716	1692	1647	1613	1728	2003	2445	2788	2928	3017	2943	3080	3095	3075	3052	2922	2866	2826	2668	2527	2393	2198	
2010/8/20(金)	1955	1808	1752	1730	1679	1649	1753	2024	2451	2780	2922	3005	2941	3080	3090	3066	3040	2899	2841	2791	2634	2488	2356	2185	
2010/8/23(月)	1788	1656	1623	1606	1576	1555	1670	1963	2411	2760	2907	2994	2928	3072	3083	3034	2992	2875	2837	2790	2632	2486	2358	2172	
2010/8/24(火)	1945	1792	1741	1717	1670	1641	1744	2010	2448	2776	2907	2989	2917	3061	3075	3050	3029	2888	2817	2770	2600	2465	2349	2167	
2010/8/25(水)	1938	1783	1740	1712	1670	1655	1758	2018	2418	2731	2853	2925	2849	2990	3003	2966	2926	2767	2704	2662	2509	2364	2239	2072	
2010/8/26(木)	1847	1707	1667	1646	1604	1581	1688	1953	2361	2675	2799	2873	2800	2943	2964	2951	2939	2811	2751	2709	2542	2395	2268	2094	
2010/8/27(金)	1871	1728	1667	1649	1616	1592	1698	1978	2402	2740	2865	2948	2882	3001	3018	2984	2927	2768	2711	2659	2498	2351	2245	2089	
2010/8/30(月)	1749	1622	1591	1568	1538	1519	1649	1947	2394	2710	2834	2898	2810	2957	2971	2949	2922	2793	2764	2707	2547	2401	2274	2110	
2010/8/31(火)	1887	1741	1699	1673	1635	1609	1719	2001	2421	2743	2871	2951	2880	3008	3031	3018	3002	2878	2844	2788	2626	2485	2355	2170	

表4 東京電力における8月の1時間当たりの電力消費量（上：2011年、下：2010年）

8月	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	(時)
2011/8/1(月)	2631	2495	2419	2396	2406	2428	2590	2830	3124	3399	3510	3571	3453	3557	3578	3561	3586	3546	3556	3543	3407	3253	3226	3034	
2011/8/2(火)	2802	2637	2545	2524	2504	2496	2650	2882	3227	3520	3656	3712	3594	3715	3736	3717	3750	3707	3712	3676	3551	3383	3333	3126	
2011/8/3(水)	2881	2706	2610	2570	2565	2563	2721	2																	

図3に関西電力・東京電力それぞれの8月の時刻別電力消費量平均を示す。関西電力の2011年の分散値は125,033であるのに対し、2010年の分散値は189,162となっており、やはり今年は電力使用が増える昼間の重点的な節電により変動幅が緩和されていることがわかる。また東京電力も同様に2011年の分散値は293,817であるのに対し2010年の分散値は698,681と、2011年の値が低くなった。

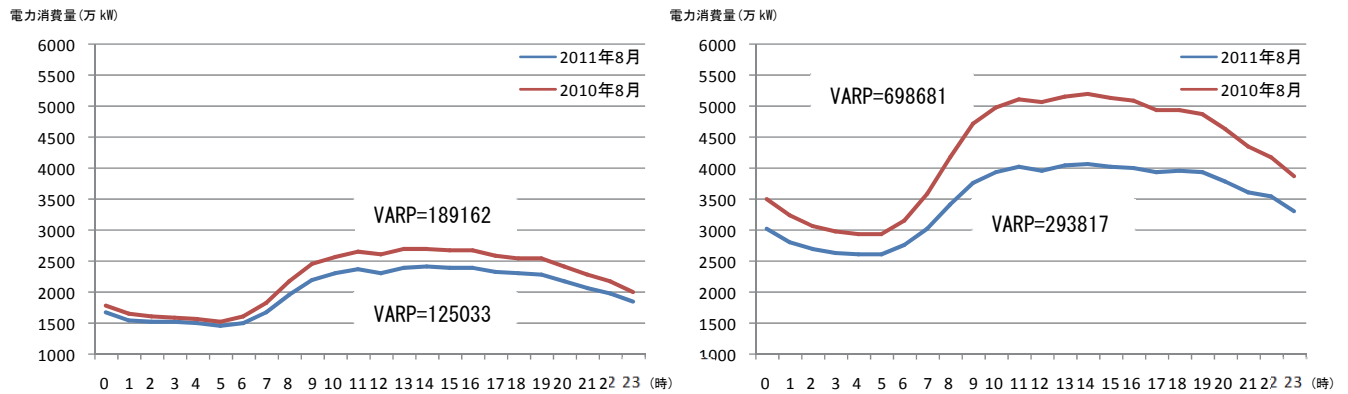


図3 8月の時刻別電力消費量平均（左：関西電力、右：東京電力）

関西電力・東京電力ともに2011年の電力消費量は2010年と比較するとかなりの削減効果が確認できる（図4、図5）。関西電力の2010年7～8月の最大電力は3100万kWであったのに対し、2011年は2790万kWとなっており、昨年から10%の削減となった。一方、東京電力の2010年7～8月の最大電力は6000万kWであったのに対し、2011年は4920万kWとなっており、昨年から18%の削減となった。また関西電力・東京電力がともに高い値を示した8/8(月)～8/10(水)、8/18(木)はそれぞれ猛暑日もしくは熱帯夜となっており、気温が高いことが電力消費量の増加に影響を及ぼしていたことが分かった。

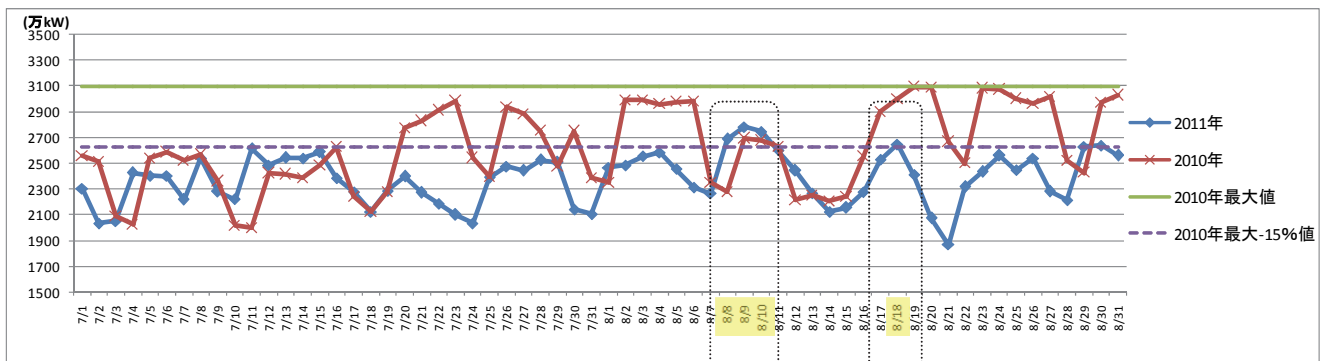


図4 関西電力における7月～8月の日最大電力の推移

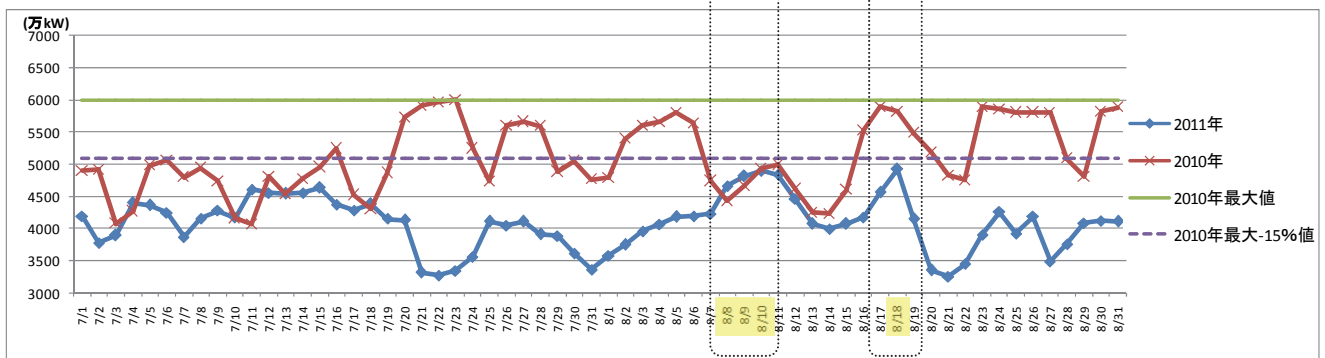


図5 東京電力における7月～8月の日最大電力の推移

関西電力・東京電力のそれぞれの1時間ごとの気温と電力消費量の関係を示す(図6、図7)。サンプルのうち土・日・祝日を削除し、全日(0時~23時)、昼間(9時~20時)、夜間(21時~翌日8時)のそれぞれの分析を行った。近似線の傾きに注目すると、今年は昨年に比べ傾きが緩やかになっていることがわかり、これは電力不足に対する節電努力による効果が大いだと推測される。さらに関西電力・東京電力ともに夜間での勾配の緩和も大きく、昼間の産業・業務での節電努力の効果と共に、家庭での節電効果もあると推測される。

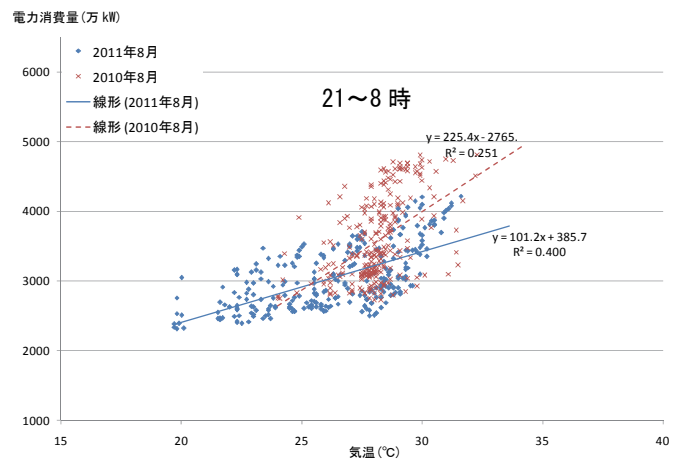
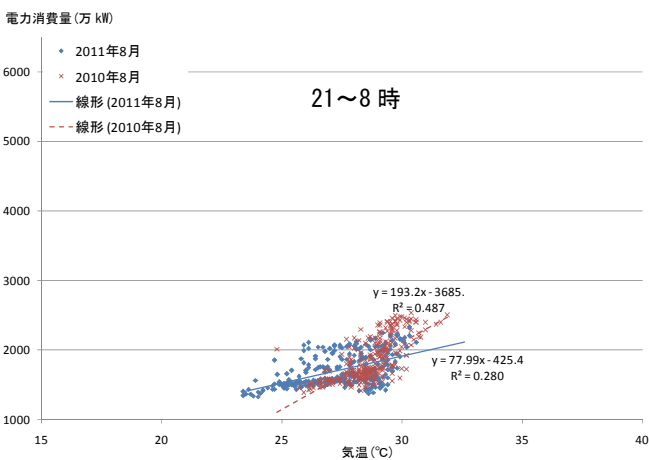
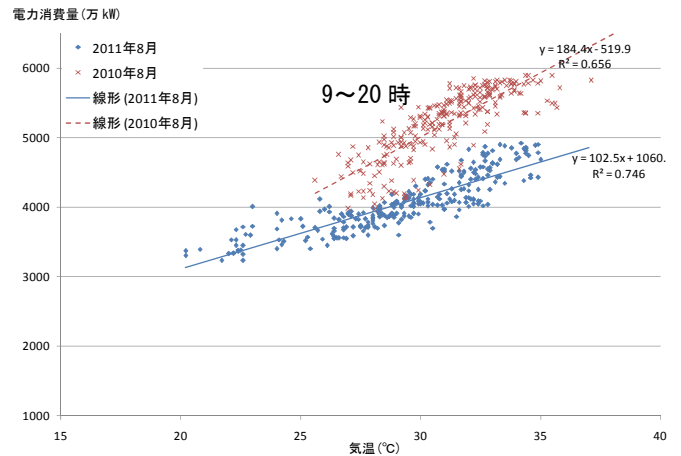
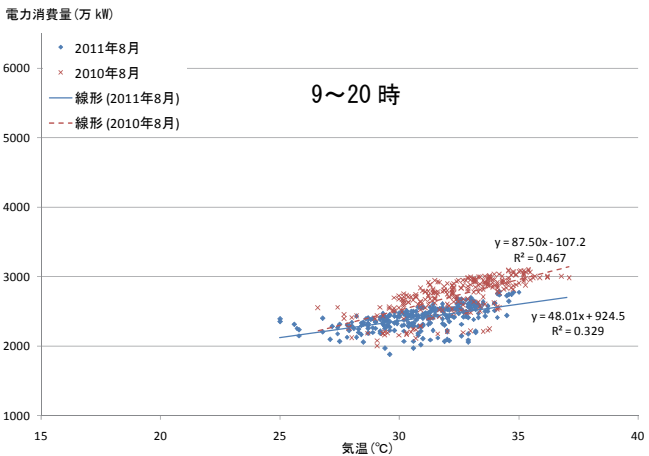
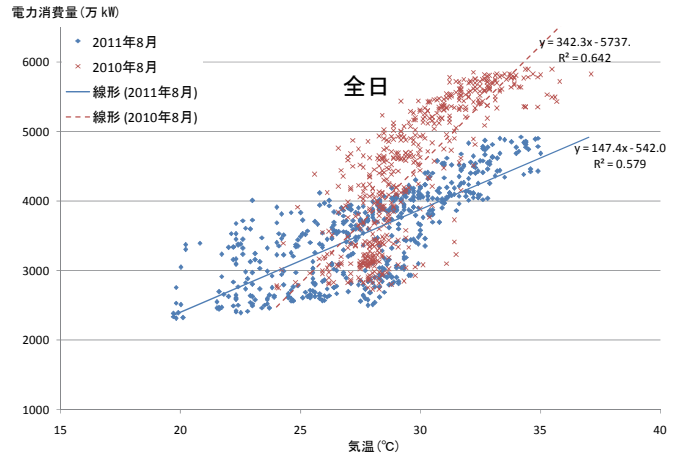
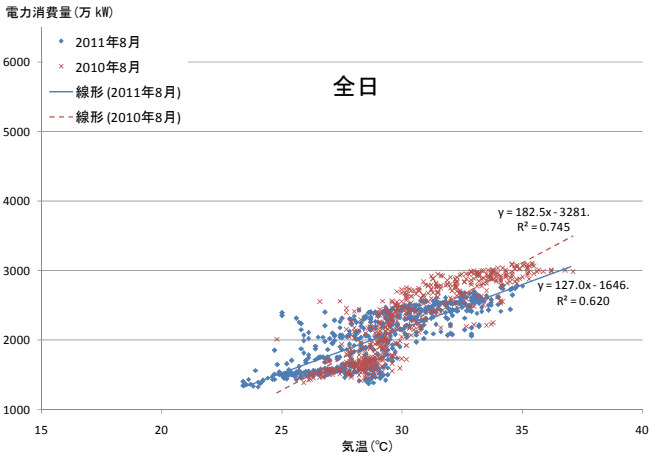


図6 関西電力の電力使用量と大阪の気温の関係
(上:全日、中:昼間、下:夜間~明方)

図7 東京電力の電力使用量と大阪の気温の関係
(上:全日、中:昼間、下:夜間~明方)

4. 大学における節電対策

図8～図11に立命館大学各キャンパスの最大電力の推移を示す。朱雀キャンパスは昨年の最大電力を概ね下回っており、昨夏の最大電力の-15%を達成している。しかし他のキャンパスにおいては、気温が高く、また節電要請に対する学内の緊急対策が十分浸透していなかった7月上旬で目標達成には届かなかった。反面、電力会社管内でピークを迎える8月には最大電力は低くなる。

びわこ・くさつキャンパス（以下BKC）における最大電力の推移を昨年と比較すると（図9）、土日や、お盆を含む夏期一斉休暇中でも、ベース電力が他のキャンパスに対してもかなり大きい。BKCは理系キャンパスのため、研究施設の稼働・研究活動によるものと考えられる。

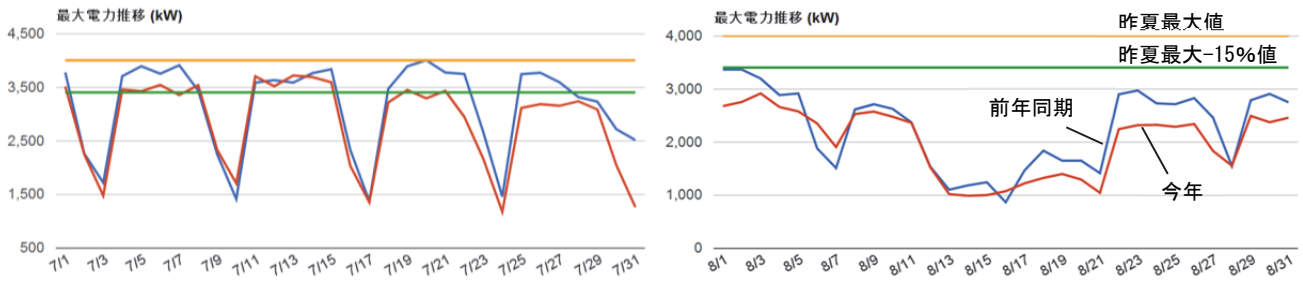


図8 衣笠キャンパスの最大電力の推移（左：7月、右：8月）

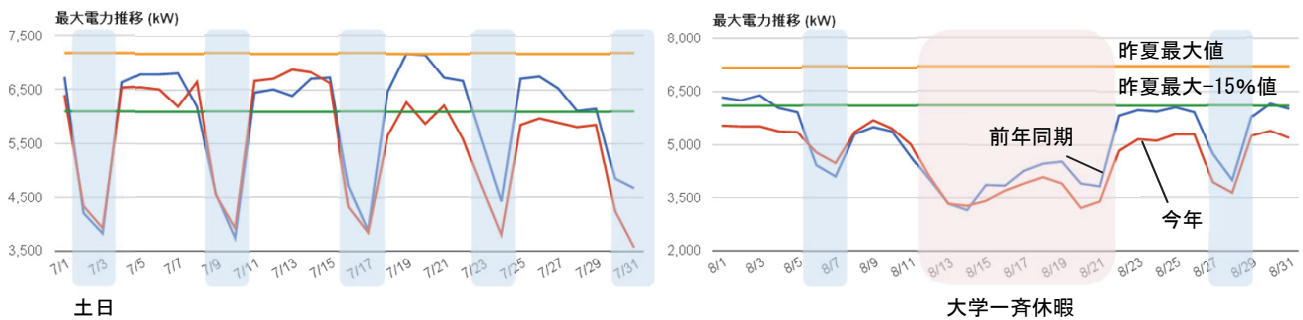


図9 びわこ・くさつキャンパスの最大電力の推移（左：7月、右：8月）

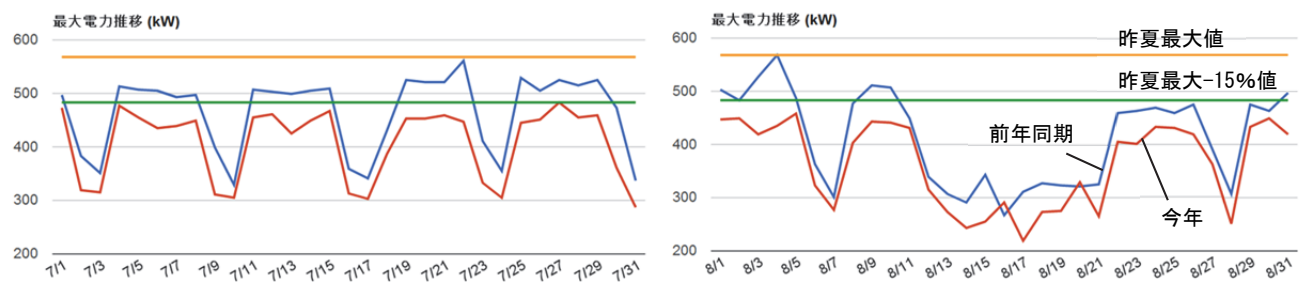


図10 朱雀キャンパスの最大電力の推移（左：7月、右：8月）

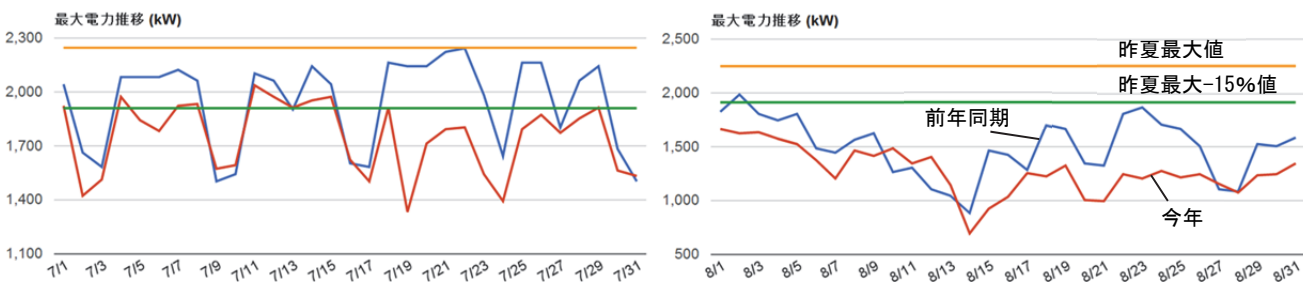


図11 立命館アジア太平洋大学の最大電力の推移（左：7月、右：8月）

図 12 に日最高気温（大津）と BKC の最大電力の関係を示す。気温と電力使用量の相関はあまり見られず、休日でも電力使用が大きいことがわかる。例えば外気温が 32℃ の場合、平日の最大電力の予測値は 6004kW であるのに対し、休日は 4365kW となり、平日の最大電力に対する休日の最大電力の割合は 73% と非常に高くなっている。教室・オフィス部分での一般的な節電メニューに加え、理系の研究・教育機関の特殊性を考慮した対策が必要となる。

立命館学園は 2008 年のエネルギー消費量を基準とし、中長期目標として 2020 年に 25% 削減、長期目標として 2050 年に 65% 削減をそれぞれ環境負荷削減目標として掲げている。また 2010 年 2 月に立命館地球環境委員会を設置し、地球環境問題改善に向けた活動を行っている。施設面では建物断熱性能の向上、老朽空調機の更新、太陽光・風力発電の取り入れなどハード面での取り組みによりエネルギー使用量の低減を進めている（表 5）。また東日本大震災に関連した電力供給量不足に対応し、電力運用方法の見直しや使い方の工夫などソフト面での取り組みを学生に向けて発信している。

更に構成員である学生・教職員の自発的な行動を促す仕組みづくりが必要となっている。

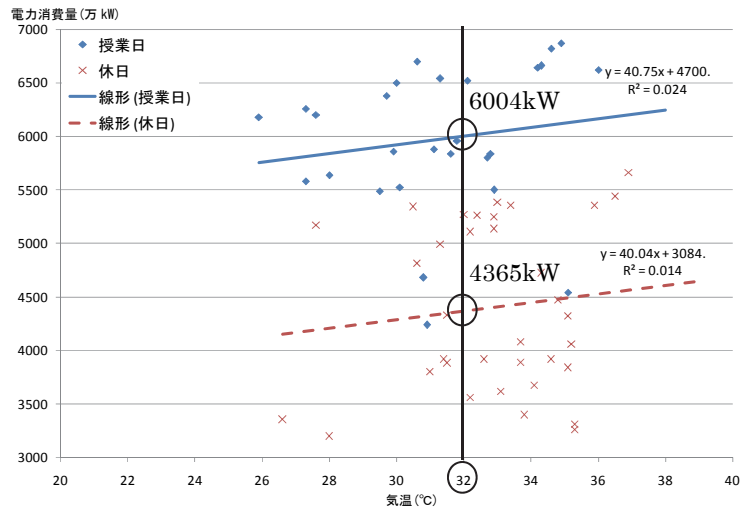


図 12 BKC における日最高気温と日最大電力の関係

表 5 立命館学園の環境に配慮した取り組み一覧

ハード面	建物断熱性能向上	遮光断熱フィルム貼り付け 遮熱塗装
	自然エネルギーの導入	太陽光発電設備の導入 風力&太陽光発電照明灯
	設備	湧水利用系統図 老朽空調機の更新 空調室外機への水噴霧装置取り付け
ソフト面	照明	部屋の必要な部分のみ点灯 教室に不在時の消灯 窓からの光の有効利用 昼休みの消灯
	空調	空調実施中の窓閉め 休暇明けは一旦換気してから空調 こまめな空調の停止 外気の有効利用 夜間は東窓のブラインド下し・カーテン閉め 扇風機の活用
	PC	クールビズによる空調設定温度(28℃)の徹底 PC、複合機、コピー機などの節電モード利用 使用していない機器のコンセント抜き
	給湯	湯沸かしの際の給湯器利用 給湯器の設定温度を40℃以下に設定 魔法瓶の保温を利用し電気ポットの設定温度の緩和 寮室内に設置された洗面台用電気温水器の夏期停止
	冷蔵・冷凍	冷蔵庫の温度を弱設定 実験用超低温冷蔵庫を必要温度に設定 実験用冷蔵冷凍設備の点検
	その他	教フロアの移動の階段利用

<参考文献>

- 1) 気象庁報道発表 「夏（6～8月）の天候」 2011.9.1
- 2) 総務省消防庁 「熱中症による救急搬送人数等(8月29日～9月4日 速報値)」
- 3) 総務省消防庁 「平成23年7月の熱中症による救急搬送の状況」
- 4) 総務省消防庁 「平成22年8月の熱中症による救急搬送の状況(平成22年9月16日)」
- 5) 総務省消防庁 「平成22年7月の熱中症による救急搬送の状況(平成22年8月20日)」
- 6) 総務省消防庁 「平成21年8月の熱中症による救急搬送の状況(平成21年10月2日)」
- 7) 総務省消防庁 「平成21年7月の熱中症による救急搬送の状況(平成21年8月26日)」