

第6回部会での指摘事項等について

(1) ピーク対策としての揚水発電の役割と節電との関係

(揚水発電の仕組み)

揚水発電は、主として地下に造られる発電所とその上部、下部に位置する2つの池から構成される。昼間のピーク時には上池に貯められた水を下池に落として発電を行い、下池に貯まった水は電力消費の少ない夜間に上池に汲み上げられ、再び昼間の発電に備える(図1)。

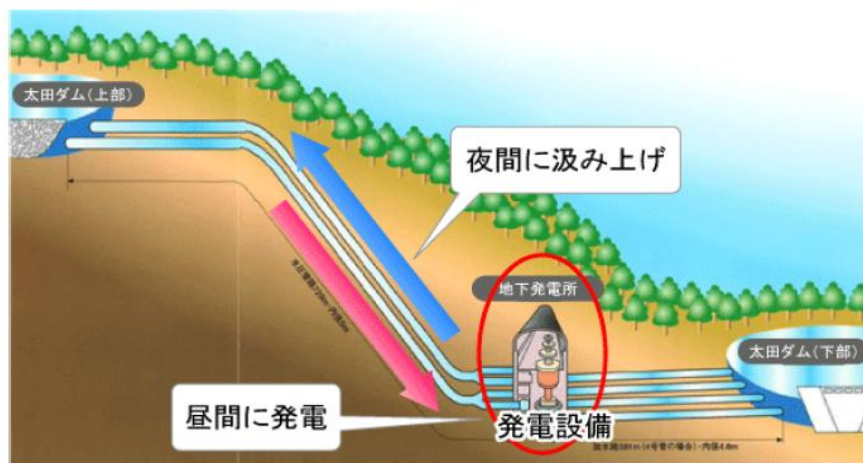


図1 揚水発電の仕組み

資料：首相官邸ホームページ資料

(揚水発電の供給力)

揚水発電は、主にピーク時に対応する発電方式であるため、発電能力は、フル出力で8時間程度であり、長時間の発電を行う場合は低い出力でしか発電できない。

ピーク時における揚水発電の供給力(kW)は、

- ・ 運転必要時間(≒電力需要が揚水発電を除く供給力(ベース供給力)を上回り、発電する必要がある時間)：h)

- ・ 発電可能量(≒夜間電力を使って汲み上げられる水量によって決定：kWh)

の2つの要素で決まる(図2)。なお、揚水時等にエネルギーロスがあるため、発電可能量は、汲み上げに使用する電力量の7割程度となる。

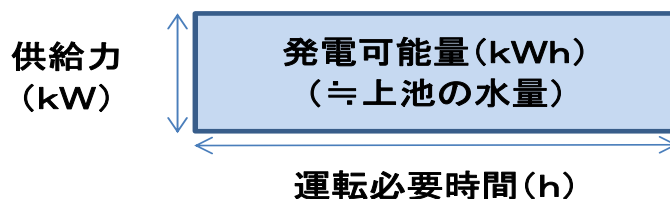
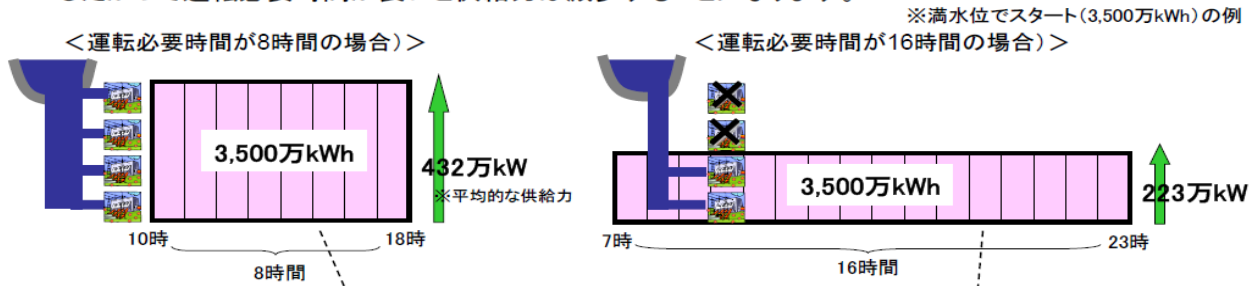


図2 揚水発電の供給力

資料：「需給検証委員会報告書」(2012年5月)から作成

一般に、「運転必要時間」については、短ければ短いほど供給力は上がる（図3）。

○揚水発電所の供給力は、「発電可能量(kWh)」を「運転必要時間(h)」で割ることで算定します。
したがって運転必要時間が長いと供給力は減少することになります。



○揚水発電所の運転必要時間は、電力需要がベース供給力を上回る時間となるため、日々の電力需要により運転必要時間が変化し、これに応じて揚水供給力が変化します。

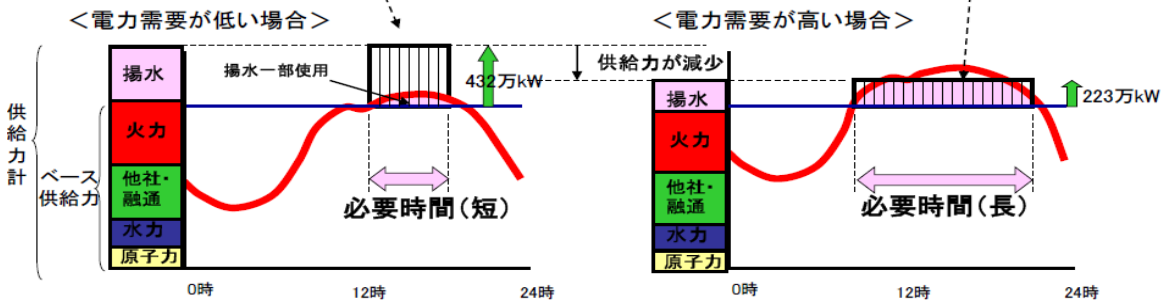
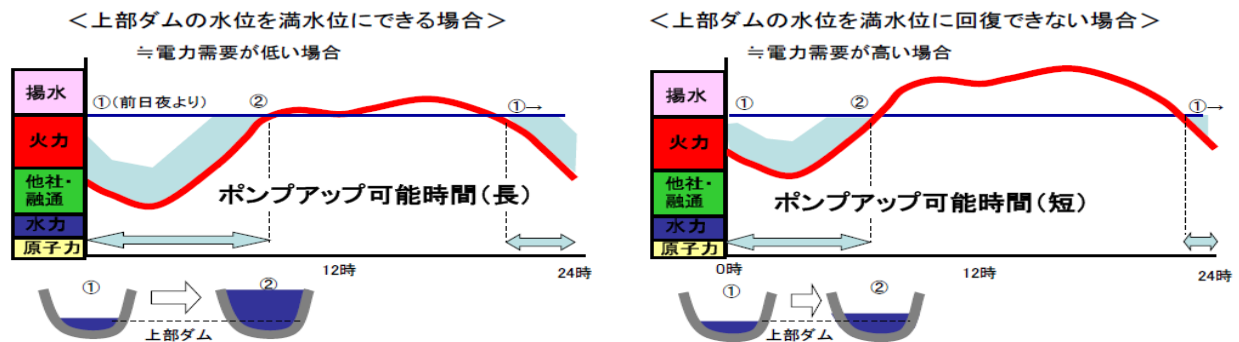


図3 揚水発電の必要運転時間と供給力の関係

資料：関西電力(株)資料

また、「発電可能量(≒上池の水量)」については、「ポンプの能力」、「汲み上げ可能な夜間の時間」、「夜間の余剰電力」によって制約を受け、夜間に汲み上げられる水量が多ければ多いほど供給力は上がる（図4）。

○揚水発電所の発電可能量は、夜間のポンプアップによる上部ダムの水位の回復で決まります。



○したがって、発電可能量が満水位の半分(1,750万kWh)の場合は、供給力も半分となります。

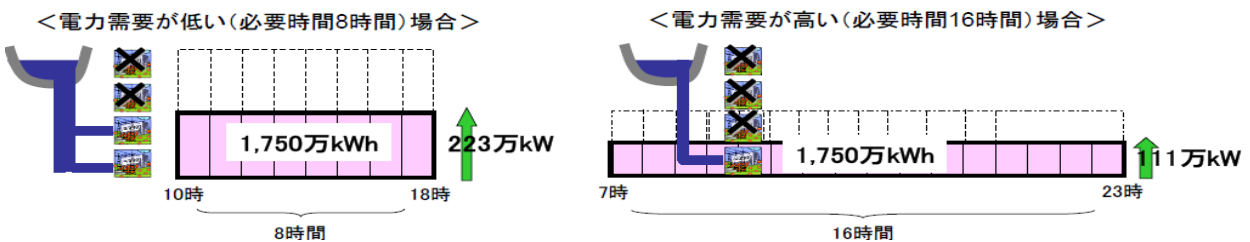


図4 揚水発電の発電可能量と供給力の関係

資料：関西電力(株)資料

関西広域連合エネルギー検討会電力需給等検証プロジェクトチームでは、揚水発電の最大出力や発電時間の検証を行っている（表1）。

表1 最大需要と供給力を変化させた場合の揚水発電の最大出力等の変化

No	最大需要 (万 kW)	揚水以外 の供給力 (万 kW)	揚水発電			供給力不足 の最大値 (万 kW)	汲み上げ	
			最大 必要量 (万 kW)	最大 出力 (万 kW)	発電 時間 (時間)		揚水 動力 (万 kWh)	揚水 時間 (時間)
①	3,015	2,319	696	223	14	473	3,995	10
②	2,894	2,319	575	271	12	304	4,299	12
③	2,793	2,319	485	336	11	149	4,650	13
④	2,714	2,319	394	394	11	0	5,014	13
⑤	3,015	2,439	576	284	12	292	4,442	12
⑥	3,015	2,559	456	425	11	31	5,012	13

※：ケース⑤、⑥は、ケース①～④の揚水以外の供給力からそれぞれ120万kW、240万kW増加。
資料：「関西電力管内における今夏の電力需給見通し等の検証結果」（関西広域連合エネルギー検討会電力需給等検証プロジェクトチーム、2012年5月）から作成

この検証結果によると、ケース①～④で、揚水以外の供給力を固定し、最大需要を低下させた場合、揚水発電の汲み上げ時間が増加し、揚水発電の最大出力が増加する。

ケース⑤、⑥で最大需要を固定し、揚水以外の供給力を増加させた場合、揚水発電の汲み上げ時間が増加し、揚水発電の最大出力が増加する。

この6ケースのうち、上池を満水にできる5,000万kWhの揚水動力を確保できるのは、汲み上げ時間が13時間となった3ケースのうち2ケースであり、汲み上げ時間を長くするためには、朝方（7～9時）や夜（20～25時）も汲み上げに使えることが必要である。

（揚水発電の供給力増加と節電の関係）

「需給検証委員会報告書」（2012年5月）によると、揚水発電の供給力増加と節電の関係について、次のとおり整理されている。

今夏の需給が厳しい関西電力の場合、「夜間の余剰電力」の制約要因よりは、「ポンプの能力」、「汲み上げ可能な夜間の時間」が制約要因となり、深夜帯は、これ以上節電を行っても、揚水発電の供給力は増えないとされている。

ピーク時間帯の節電による需要減は、揚水発電の供給力には影響しないが、需給バランスを改善し、供給力の確保につながる。

ピーク時間帯以外の時間帯（早朝や夜間）の節電による需要減は、この時間帯の揚水発電量を低減することができ、「運転必要時間」の低減につながる。その結果、この時間帯の余力分をピーク時間帯の揚水発電の供給力として活用することができる（図5）。

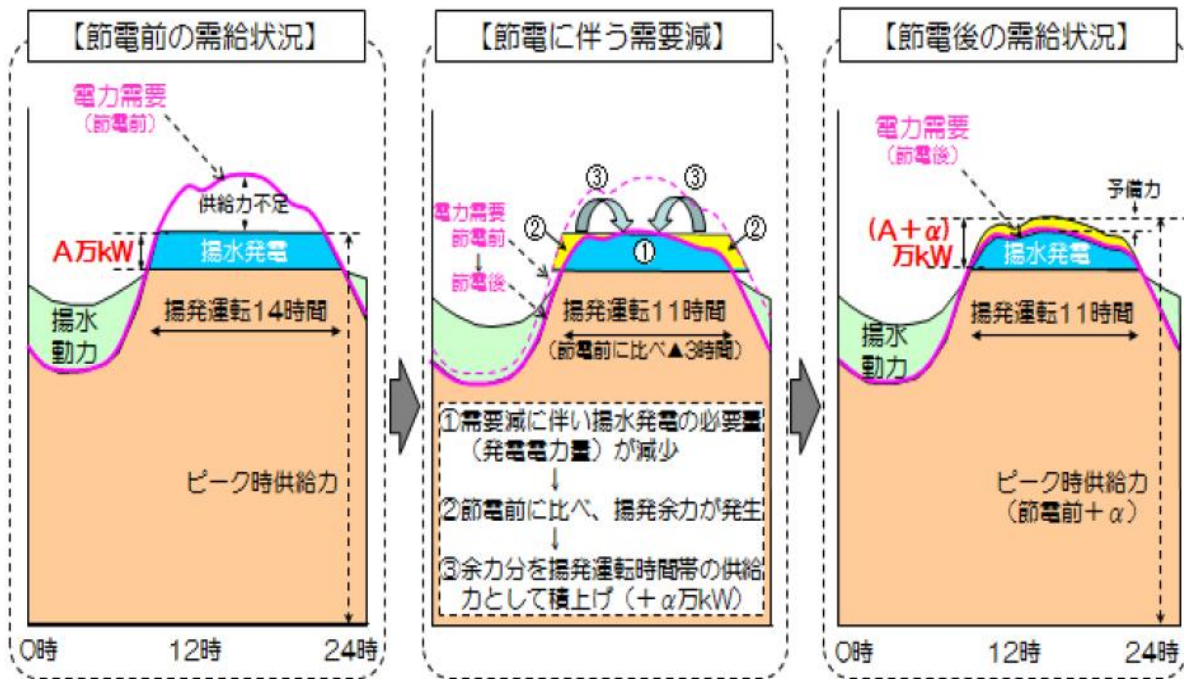


図5 ピーク時間帯以外の時間帯における節電の効果

資料：九州電力㈱ホームページ資料

(関西広域連合の今夏の節電目標等)

関西広域連合では、関西電力大飯発電所3号機の再稼動が確実となり、政府が7月10日から今夏の節電目標を改定すると決定したことを受け、今夏の節電目標を、平成22年度比で15%以上としていたものを、10%以上に引き下げることにしたが、引き続き、「揚水発電の供給量増のため、早朝（7時～9時）及び夜間（20時～25時）に、市民生活や経済活動に支障のない範囲での消費電力の抑制」を呼びかけている（表2）。

表2 関西広域連合の今夏の節電目標等

<p>今夏の節電目標等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目標 平成22年度比で10%以上の節電 ・期間 7月10日(火)から9月7日(金)までの平日（8月13日～15日除く。） ・時間 9時から20時まで ・加えて、上記節電に支障のない範囲で、揚水発電の供給量増のため、早朝（7時～9時）及び夜間（20時～25時）に、市民生活や経済活動に支障のない範囲での消費電力の抑制を要請する。

[参考] 今夏の節電目標等（7月9日まで）

<ul style="list-style-type: none"> ・目標 平成22年度比で15%以上の節電 ・期間 7月2日(月)から9月7日(金)までの平日（8月13日～15日除く。） ・時間 9時から20時まで ・加えて、上記節電に支障のない範囲で、揚水発電の供給量増のため、早朝（7時～9時）及び夜間（20時～25時）に、市民生活や経済活動に支障のない範囲での消費電力の抑制を要請する。
--

(2) 関西電力管内の今夏の需給状況

(日々の供給力)

関西電力が5月19日に公表した7月～8月の供給力見通しは、2,500万kW程度（火力：1,420～1,470万kW程度、水力：200～220万kW程度、揚水：220～280万kW程度、他社受電：600～640万kW程度）であったが、その後、大飯発電所3・4号機の再稼動、出水に恵まれたことによる水力の増加、節電などによる最大電力需要の減少、これら需給状況の改善による揚水発電の供給力の増加により、7月後半以降は、3,000万kW程度の供給力が確保されている（図6～図8）。

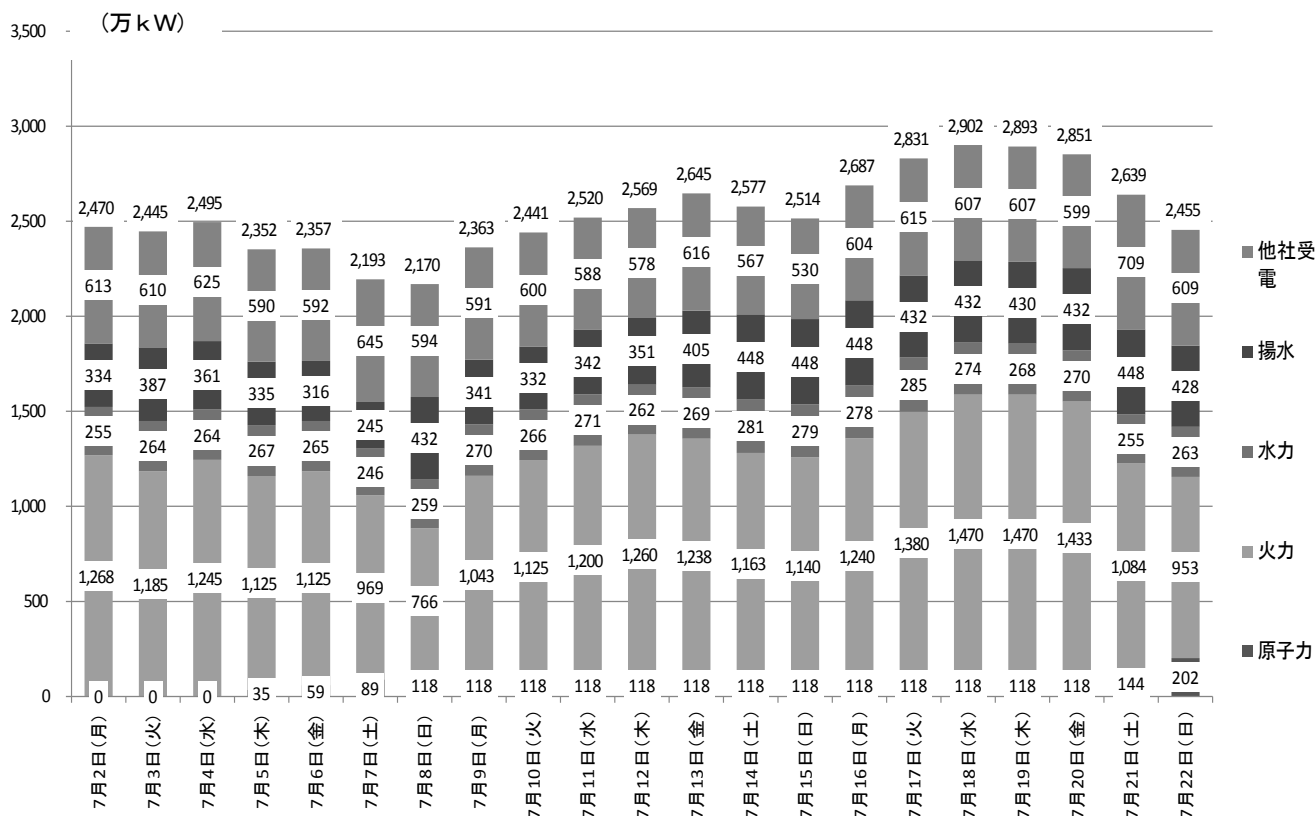


図6 2012年7月2日～8月19日の供給力(1)

※：大飯発電所3号機は、7月9日に定格熱出力一定運転を開始。

資料：関西電力㈱資料から作成

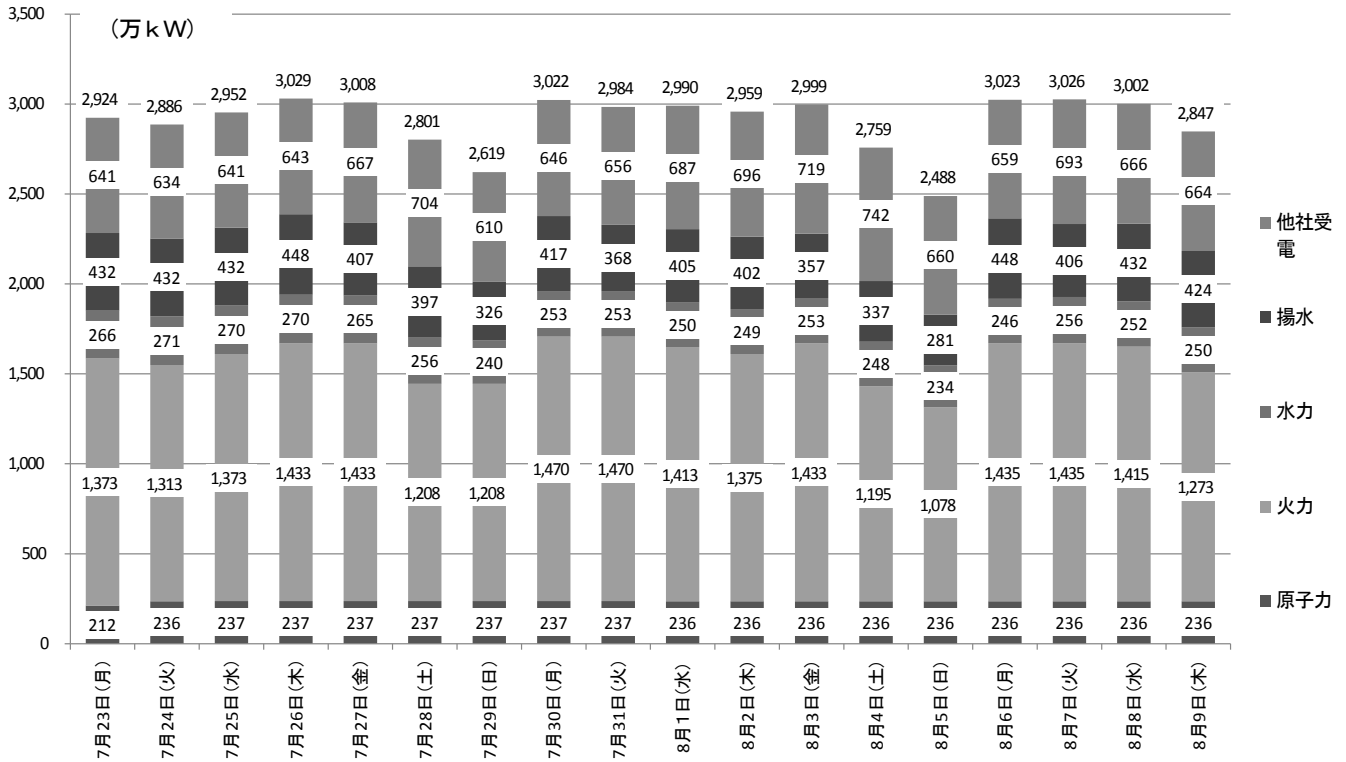


図7 2012年7月2日～8月19日の供給力(2)

※：大飯発電所4号機は、7月25日に定格熱出力一定運転を開始。

資料：関西電力㈱資料から作成

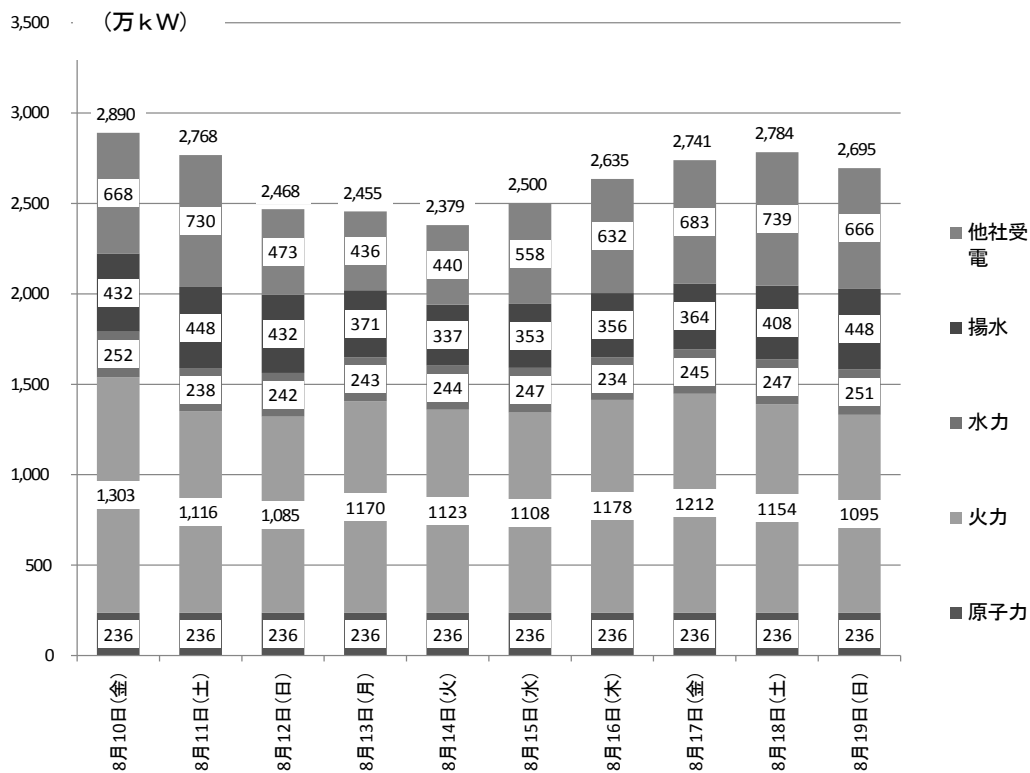


図8 2012年7月2日～8月19日の供給力(3)

資料：関西電力㈱資料から作成

(日々の最大電力需要)

今夏（7月2日～8月19日）の最大電力需要は、平日は2,000～2,700万kW程度で推移し、使用率（供給力に対する最大電力需要の割合）は、7月上旬の2日と8月中旬の1日を除き、90%未満の安定な状況で推移している（図9～図11）。

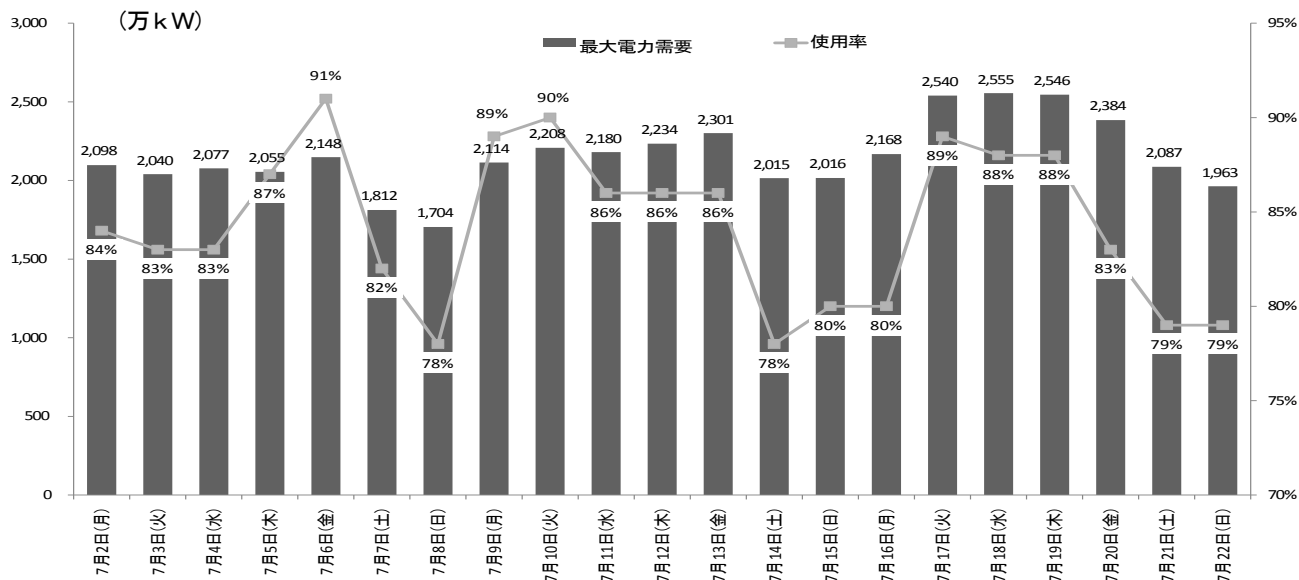


図9 2012年7月2日～8月19日の最大電力需要と使用率（1）

資料：関西電力㈱資料から作成

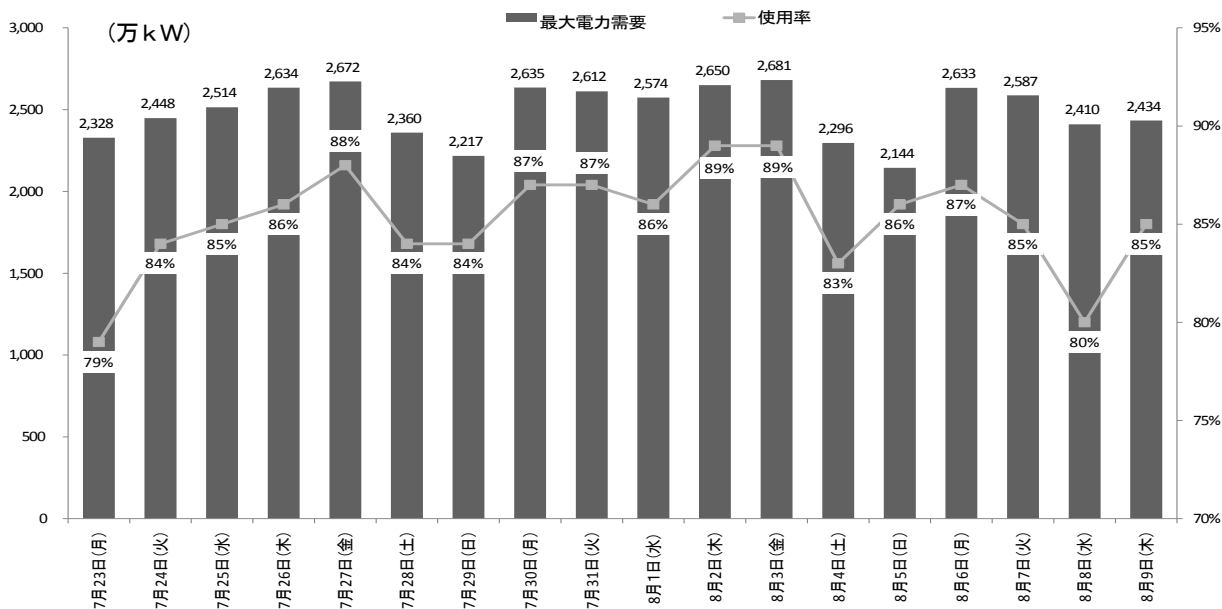


図10 2012年7月2日～8月19日の最大電力需要と使用率（2）

資料：関西電力㈱資料から作成

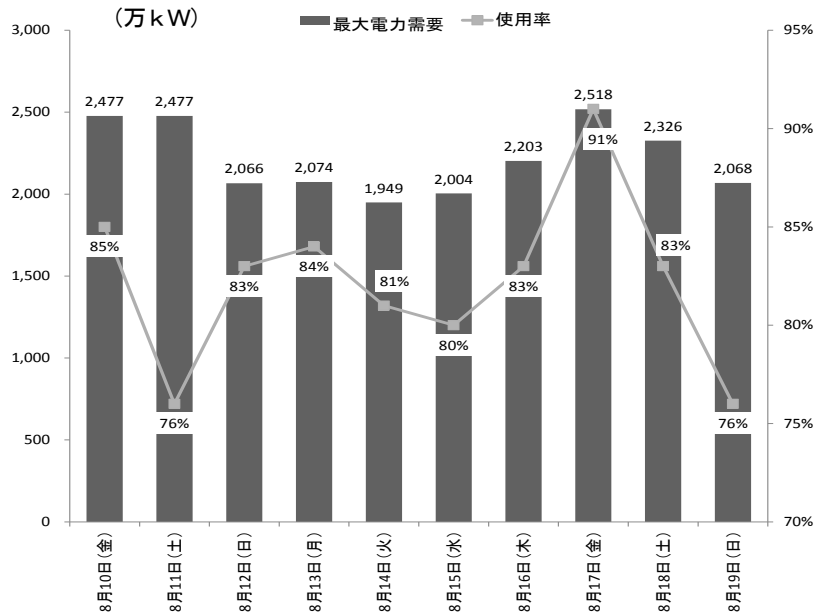


図 11 2012年7月2日～8月19日の最大電力需要と使用率（3）

資料：関西電力株資料から作成

（使用電力の減少（節電）実績）

今夏の節電期間（7月2日（月）～9月7日（金））開始後8月17日までの14時～15時の使用電力の実績は、2010年と比べ、平均で約310万kW（約11%）減少している（図12）。

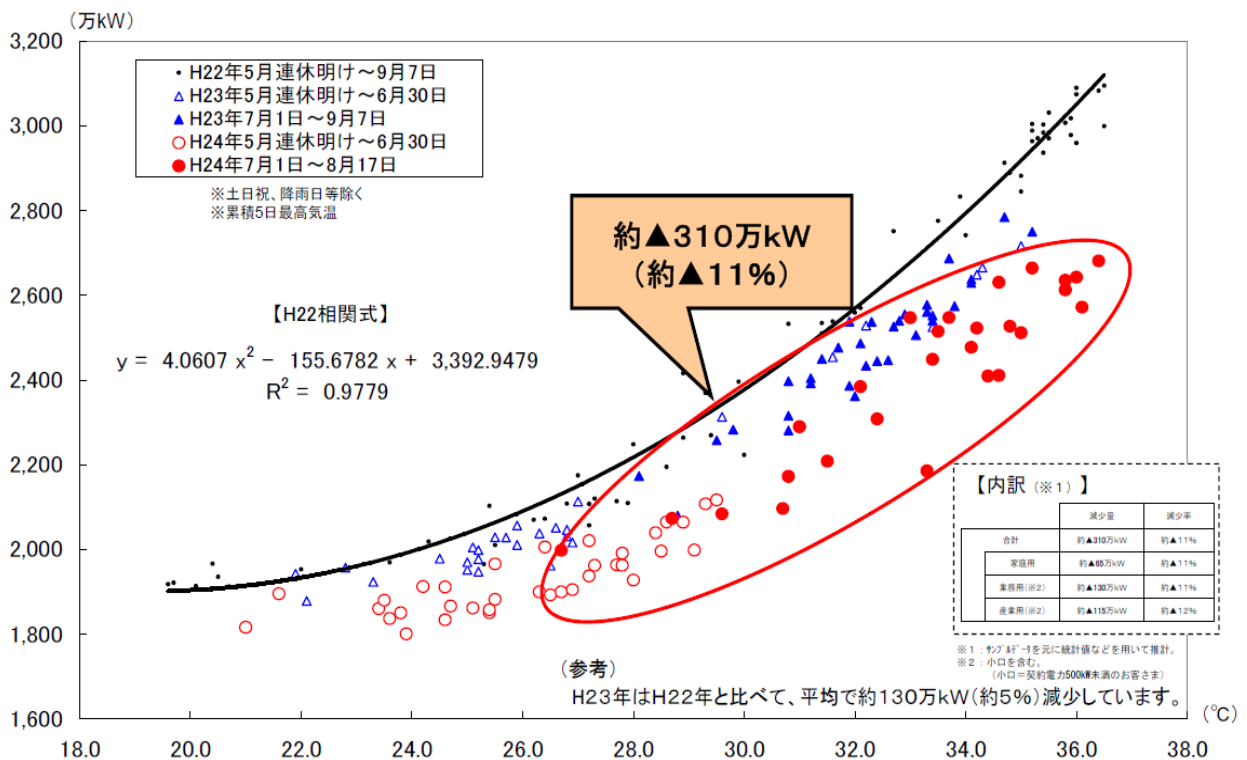


図 12 14～15時の使用電力の比較（対2010年）

資料：関西電力株資料

また、8月9日まで（2010年度は8月12日まで）の間で、最大需要が上位3日の平均需要曲線をみると、最大需要は、2010年度と比べ320万kW（10%）程度減少している（図13）。

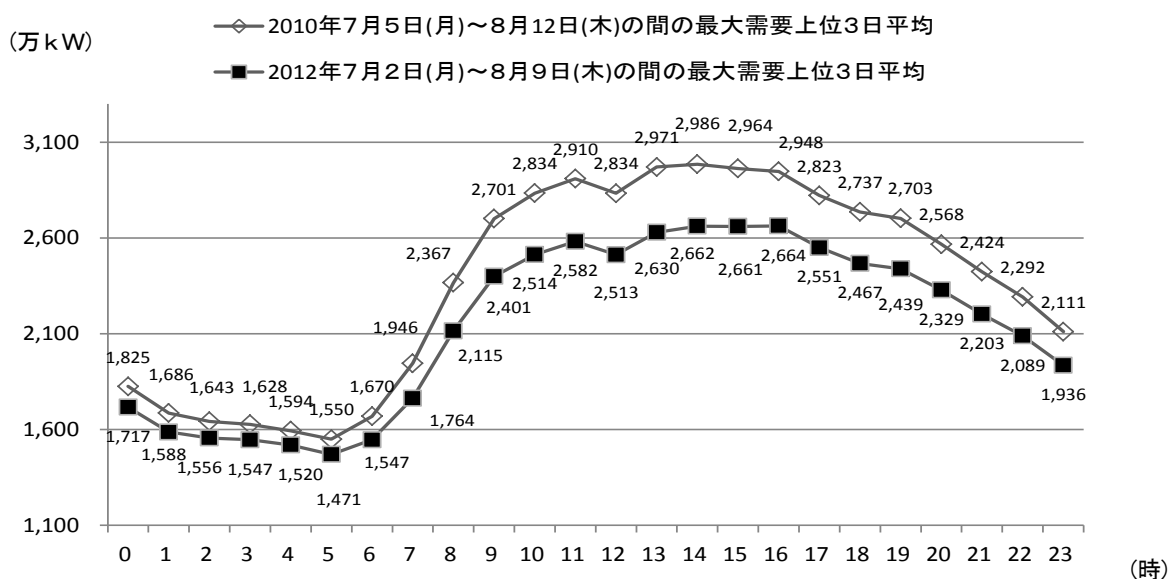


図13 夏期（2012年は8月9日まで、2010年は8月12日まで）の最大電力需要上位3日の平均電力需要曲線

※：2010年度は、8月3日、8月2日、7月23日の平均（最高気温の平均は36.0℃）、
2012年度は、8月3日、7月27日、8月2日の平均（最高気温の平均は36.4℃）。
資料：関西電力㈱資料から作成

電力需要の減少率を時間別にみると、各時間の電力需要が最大需要の90%以上となっている9時～19時の時間帯で10%～11%、0時～8時の時間帯で5%～9%、20時～23時の時間帯で8%～9%となっている。

一方、一日の電力量は5,250万kWh（9%）程度減少しており、電力量の減少率は、最大電力需要の減少率とほぼ同等となっている。

なお、2012年7月の用途別の電力量実績（速報値）は、2010年比で家庭用は84.4%、商業用は87.6%、産業用は92.8%となっている（表3）。

表3 2012年7月の電力量実績（速報値）

（単位：千kWh）

	H22.7月	H24.7月	対H22年比
家庭用	3,318,406	2,802,282	84.4%
業務用	4,335,153	3,799,634	87.6%
産業用	5,140,277	4,767,668	92.8%
その他	136,781	125,055	91.4%
合計	12,930,617	11,494,639	88.9%

※ 「その他」は、公衆街路灯、農事用電力、その他電力など

資料：関西電力㈱資料から作成

(3) kWとkWhとの関係

(kWとkWhの削減の意義等)

一般に、kWの削減は使用電力の削減、kWhの削減は使用電力量（総量）の削減を意味するが、電力需給のひっ迫に伴い、需給バランスの確保や停電の回避のため、kWの削減は、特に最大のkW値を下げることを意味するようになっている。

kWの削減とkWhの削減の意義等は、概ね次のように整理できると考えられる（表4）。

表4 kWとkWhの削減の意義等

	kWの削減	kWhの削減
意義	需給バランスの確保・停電の回避のため、使用電力の削減	省資源・省エネルギーのため、使用電力量の削減
実施する時期	全体の最大電力需要が発生する時間帯（夏期は平日昼間、冬期は平日夕方）を中心 →家庭、産業、業務の部門によっては、全体のピーク時間帯と一致しないことがある。	基本的にすべての時間
対策（需要側）	・使用電力のピークカット ・使用電力のピークシフト ・ガス・石油等への代替 →kWhの削減につながらないものもある。	基本的にすべての時間における使用電力量の削減 →ベース部分の削減は、kWの削減に寄与する。

資料：岩船由美子東京大学准教授の記事を参考に作成

(定着している節電)

国の需給検証委員会では、「定着している節電」として、「ストレスが小さく、かつ、コストが少ない、もしくは投資回収できるものと考えてはどうか。」として、次のような考え方を示している（表5～7）。

表5 節電の種類（産業）

○経団連アンケート調査 製造業53社（H23年10月実施）
 ●日商アンケート調査 306社（H23年10月実施）

		ストレス小	ストレス大
コスト小		○照明の運用改善（30社継続可能） ○空調の運用改善（18社継続可能） ○エレベーター・OA機器の運用改善（17社継続可能） ○省エネ診断 ○節電マニュアル作成・配布 ○節電実績の社員への開示 ●製造機器稼働の節電工夫	
コスト大	回収可	○●自家発/コジェネの導入（コスト次第） ○●蓄電池の導入 ○照明・空調に係る省エネ機器等の導入（LED、高効率空調など） ○デマンドコントローラーの設置	○生産ライン集約、生産拠点統合、事務所集約
	回収困難／継続的成本	○発電機レンタル ●電力以外の燃料による製造機器導入 ○●自家発の導入（コスト次第）	○●生産活動の削減 ○●勤務時間シフト（継続可能なし） ○●輪番休業、土日活用、夏季休暇の大型化・分散化（継続可能なし） ○●生産時期のシフト、設備の定期検査・修理時期のシフト（1/8が条件付継続） ○●生産拠点の移転

資料：需給検証委員会資料

表6 節電の種類（業務）

○経団連アンケート調査 非製造業38社（H23年10月実施）
 ◎東京都アンケート調査 1298事業所（H23年10月実施）

		ストレス小	ストレス大
コスト小		○照明の運用改善（経団連：26社継続可能） ◎500ルクスの徹底（都 大口：6割継続可能、小口：8割継続可能） ◎照明の間引き（都 大口：8割継続可能） ○空調の運用改善（経団連：9社継続可能）、◎28℃の徹底（都 大口：6割継続可能、小口：8割継続可能） ○エレベーター・OA機器の運用改善（経団連：10社継続可能） ○省エネ診断 ○節電マニュアル作成・配布 ○節電実績の社員への開示	※過度な照明の間引き、照度の引下げ ※28℃以上の空調設定
コスト大	回収可	○自家発/コジェネの導入（コスト次第） ○蓄電池の導入 ○照明・空調に係る省エネ機器等の導入（LED、高効率空調など）（経団連：5社継続可能） ○デマンドコントローラーの設置 ※BEMSの導入	
	回収困難／継続的成本	○自家発の導入（コスト次第）	○輪番休業、土日活用、夏季休暇の大型化・分散化

資料：需給検証委員会資料

表7 節電の種類（家庭）

○経済産業省 昨年夏期の電力需給対策フォローアップについて(H23年10月)などを参照

		ストレス小	ストレス大
コスト大	コスト小	<ul style="list-style-type: none"> ○照明をできるだけ消す ○エアコン28℃設定 ○エアコンフィルターの掃除 ○エアコンの代わりに扇風機を利用 ○コンセントをプラグから抜く ○冷蔵庫を強から中へ切替、開け閉めの回数を減らす。 ○洗濯機のまとめ洗い ○テレビの明るさ調整 ○便座・温水機能をタイマーに ○電気機器の主電源オフ ○すだれ等の活用 ○ごはんのまとめ炊き ○旅行・外出 	<ul style="list-style-type: none"> ○過度な照明の間引き ○エアコンを28℃以上に設定 ○過度な電気機器の使用制限
	回収可	<ul style="list-style-type: none"> ○高効率家電の買い替え（テレビ、エアコン、LED等） ○蓄電池の導入 ○HEMSの導入 ○住宅用太陽光発電の導入 ○家庭用燃料電池システムの導入 	
	回収困難／継続的コスト		

15

資料：需給検証委員会資料

このうち、特に「コスト大・回収可」に分類される対策の多く（蓄電池の導入を除く。）は、本来kWの削減対策であって、ベース部分の削減が図られることにより、kWの削減に寄与するものであると考えられる。

（供給側のkWとkWhの確保対策の例）

北海道電力では、kWを「各月の最大需要に見合う供給力の高さ」、kWhを「需要全体に見合う供給力の面積」として、今冬のkWとkWhの確保対策の検討状況を示している（「今冬の電力需給について」（2012年7月））。

- ・ 主な効果：kWの確保
火力発電機の増出力運転、需給調整契約の更なる加入拡大
- ・ 主な効果：kWとkWhの確保
緊急設置電源の追加、電力融通の受電、取引所取引の活用、自家発余剰電力の更なる購入
- ・ 主な効果：kWhの確保
燃料輸送（内航船、タンクローリー）の増加・・・荒天時等の燃料受入れの制約
公害防止協定値の緩和・・・年間稼働時間平均値の制約

火力発電機の増出力や需給調整契約の拡大といった主としてkWの確保に効果がある対策以外は、kWとkWhの両者の確保に効果がある対策が多い。燃料輸送の増加など主としてkWhの確保に効果がある対策は、当地の固有の事情によるものと考えられる。