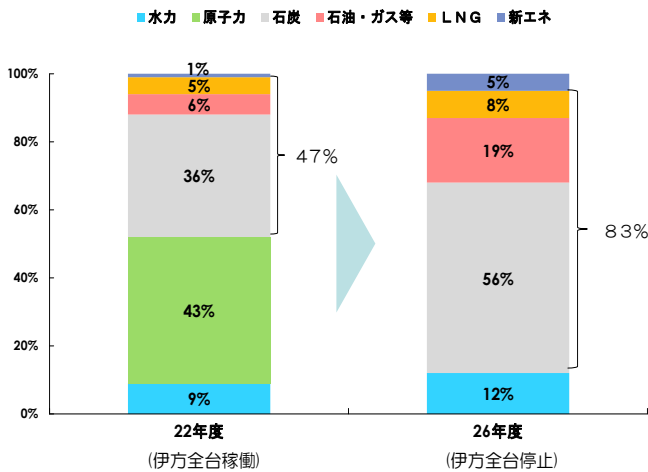


「原子力発電の再稼働の必要性」に関する回答要旨

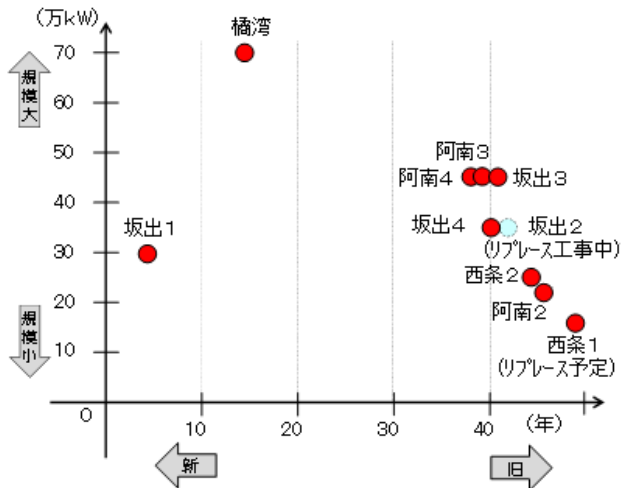
○四国電力の電源構成は、伊方発電所が3基とも通常稼働していた平成22年度は、原子力が約4割、火力(石炭、石油・ガス等、LNG)が約5割となっていたものの、伊方発電所全台停止後は火力発電が8割を上回る水準まで高まっています。

電力供給力の大部分を担っている火力発電所は、稼働している10基のうち6基(平成26年度末時点)が運転開始から40年以上経過するなど老朽化が進んでいます。

◇四国電力の発電電力量構成比



◇当社火力設備の経過年数と設備容量



[四国電力(株)提供資料]

また、電力需要が大幅に増加する夏季・冬季の電力需給の安定性を確保するため、法令で定められた火力発電所の定期検査の実施時期を特例的に繰り延べる措置を講じています。

◇火力発電所の定期検査状況(当社)

■ 夏季(7月・8月) ■ 冬季(12月～2月) — 定期検査実施 当初予定

発電所	機組	平成23年度		24年度		25年度		26年度		27年度(見通し)
		長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
阿南	1号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	2号機	長期計画停止中	☆平成23/9運転再開	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	3号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	4号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
橋湾	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	
西条	1号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	2号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
坂出	1号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	2号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	3号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中
	4号機	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中	長期計画停止中

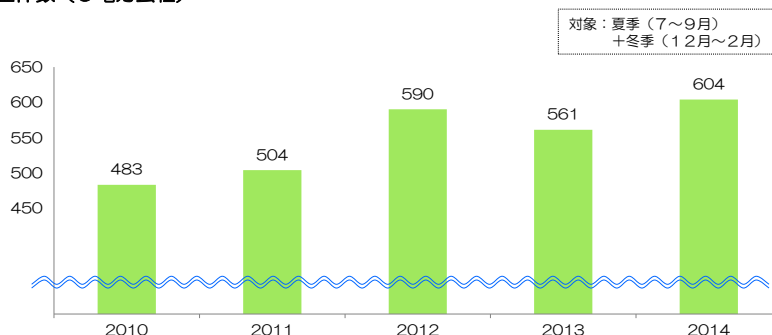
注()内は特例繰延の累積回数

<参考> 特例繰延とは、今般の原子力発電所停止に伴う需給逼迫のため、法令で定めるインターバルで定期検査を実施できないことから、経済産業大臣に「定期事業者検査時期変更承諾申請書」を提出し、定期検査の実施時期を変更すること。

[四国電力(株)提供資料]

こうした緊急避難的な措置により電力供給を確保していますが、本来実施すべき検査を先送りして運転を継続していることから、従前よりも不測のトラブルが起こるリスクは高まっており、計画していなかった発電所の停止（計画外停止）は増加傾向にあります。過去には、火力発電所でのトラブルや気象要因による電力需要の急増などにより厳しい需給状況となった事例もあります。

◇計画外停止件数（9電力会社）



出所：数値データは、2015.4.3「総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 電力需給検証小委員会（第9回）」資料より

◇計画外停止件数（当社）

2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
19件	23件	20件	30件	13件

[四国電力(株)提供資料]

このように、現在、老朽化している火力発電所を総動員して、何とか供給力を確保している状況であり、火力発電所に不測の事態が発生した場合には電力の供給力不足が生じ、大規模な停電となって、様々な深刻な影響を及ぼす可能性があることから、伊方発電所の再稼働が必要です。（詳細は問⑫-1【発電電力量の構成】）

○実際に、夏季・冬季の電力需要ピーク時における予備力（供給力ー最大需要）は、平成24年冬季から平成26年の冬季まで、27万kW～47万kWの間で推移しており、経過年数40年程度の老朽化した火力発電所（阿南3、4号機・坂出3号機（各45万kW）、坂出2、4号機（各35万kW））のうち1機がトラブルなどで停止すると供給力不足が懸念される状況となる可能性がありました。（詳細は問⑫-1【夏季・冬季の電力需要ピーク時における需給状況】）

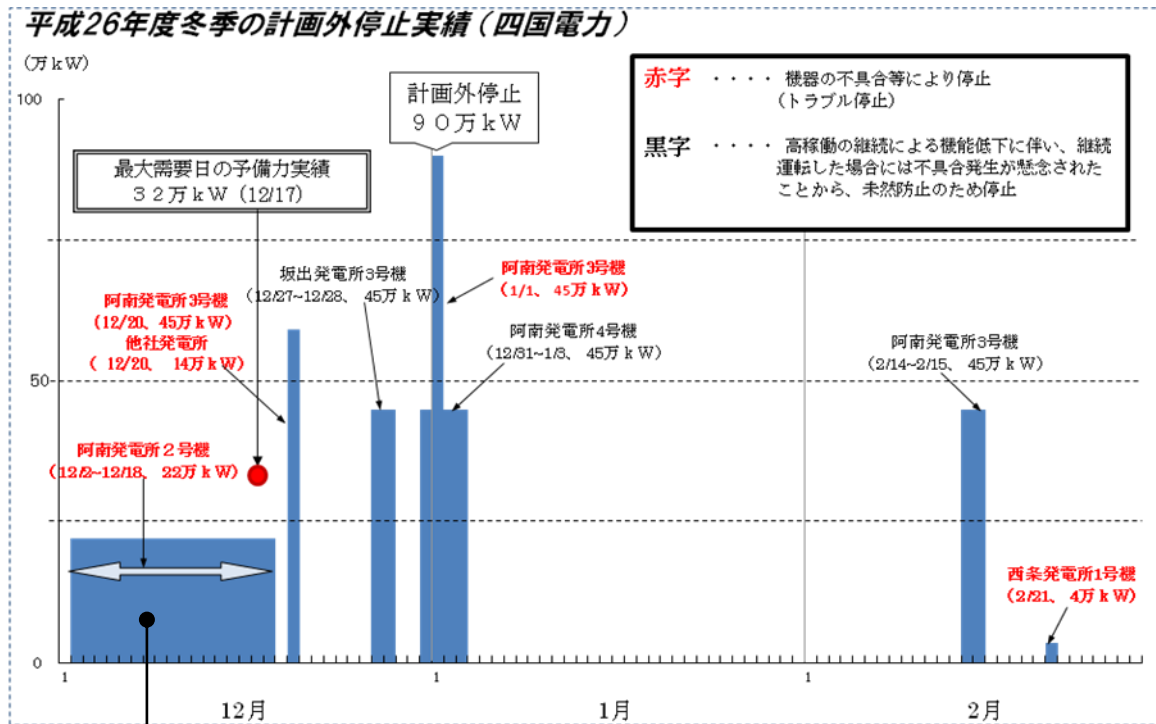
夏季・冬季の電力需要ピーク時における電力需給状況（四国電力）（単位：万kW）

	H24 夏季	H24 冬季	H25 夏季	H25 冬季	H26 夏季	H26 冬季	H27 夏季 (見込)
供給力	603	524	577	529	572	535	611
最大需要	526	477	549	487	526	503	549
予備力	77	<u>47</u>	<u>27</u>	<u>41</u>	<u>46</u>	<u>32</u>	62

[出典：資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 電力需給検証小委員会（第7回、第10回）資料より作成]

○平成26年度冬季の電力需要が最も大きかった12月17日の予備力は、阿南発電所2号機が停止していた影響もあり32万kWとなっており、この日に更なる計画外停止※が発生していれば、安定した電力供給に支障が出ていた可能性があります。

※例えば、3日後の12月20日には、阿南発電所3号機（45万kW）と他社発電所（14万kW）がトラブル停止したほか、15日後の1月1日にも阿南3号機（45万kW）がトラブル停止しました。



※青色の棒グラフの高さは、計画外停止により減少した供給力（万kW）を表す

〔四国電力（株）提供資料に加筆〕

○伊方発電所が停止してからは、その供給力を火力発電所によって賄っているため、火力発電所の燃料費が大幅に増加しており、その結果、平成25年には電気料金の値上げを実施しました。

値上げ率は、規制部門（家庭や商店など）で7.80%（+1.59円/kWh）※、自由化部門（工場やビルなど）で14.72%（+1.93円/kWh）となり、全体では11.15%となっていますが、この値上げは、伊方発電所3号機が再稼働していることを前提として料金原価を算定しています。

※家庭用の従量電灯A加入で、平均的な使用料（月間300kWh）の場合の値上げ幅：月額349円

なお、料金値上げ申請時点での試算では、伊方3号機の再稼働を織り込んだ申請原価の14%の値上げに対し、再稼働させなかった場合は、火力発電所の燃料費の増加により追加で650億円程度のコストが増加し29%の値上げとなり、値上げ幅は2倍程度になるとの試算結果となりました。※（詳細は問⑫-6）

※この試算結果は、あくまで平成25年6月時点に一定の前提を置いて試算したものであり、燃料原価価格や為替レートなどが現在の水準とは異なることから、絶対的な水準ではありません。

○地球温暖化対策として、CO₂（二酸化炭素）の排出量を削減することが世界的に求められています。

原子力発電は、発電時に燃料燃焼によるCO₂を排出しませんが、現在は、伊方発電所の停止に伴う火力発電の稼働増加により、CO₂の排出量は2010年度以前に比べ2倍程度まで上昇しています。（詳細は問⑫-7）

○日本は、エネルギー消費大国である一方、エネルギー資源に恵まれず、エネルギー自給率はわずか5%程度にとどまっており、大半を海外からの輸入に依存しています。

このため、特定のエネルギー源に過度に依存することなく、『S+3E』※の観点から、多様なエネルギーをバランス良く組み合わせて活用するエネルギーミックスを実現していく必要があります。

※Sは安全性（Safety）、3つのEは、エネルギーの安定供給確保（Energy Security）、経済性（Economy）、環境保全（Environmental conservation）を指す。

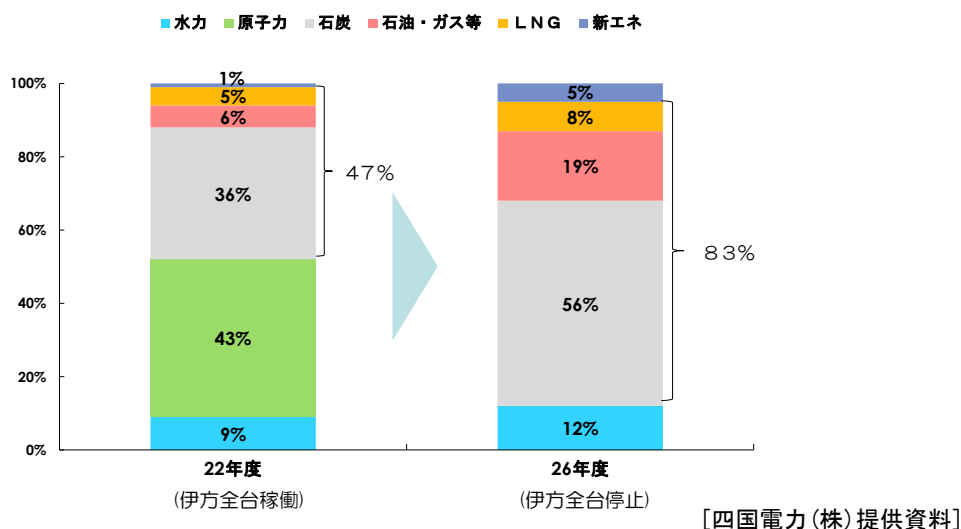
問⑫ なぜ原子力発電所の再稼働が必要なのか。

【エネルギーの安定供給】（図⑫-1、図⑫-2）

伊方発電所が3基とも通常稼働していた平成22年度は、原子力が約4割、火力（石炭、石油・ガス等、LNG）が約5割となっていたものの、伊方発電所全台停止後は、石炭・石油火力が急増し、火力発電は8割を上回る水準まで高まっています。

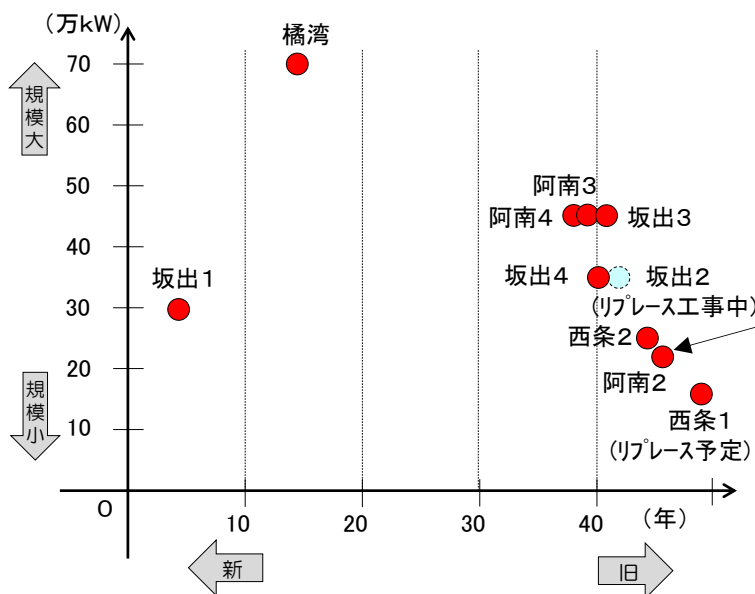
発電量の大部分は老朽化した火力発電所で賄っていることから、不測のトラブルにより安定的な電力供給ができなくなるおそれがあり、安定的な供給力として原子力発電の再稼働が必要です。

図⑫-1 四国電力の電源別発電電力量構成比



図⑫-2 四国電力の火力発電設備の状況

◇ 当社火力設備の経過年数と設備容量



[四国電力(株)提供資料]

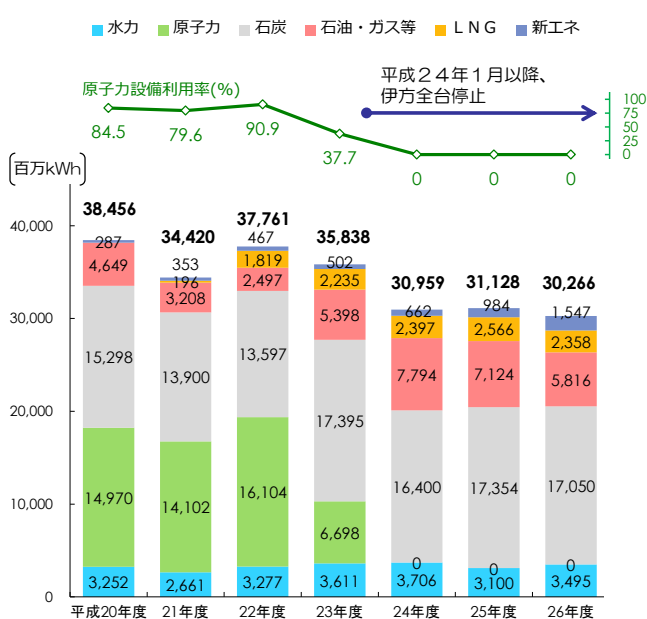
【経済性】(図⑫-2、表⑫-1)

伊方発電所が停止してからは、その供給力を火力発電所によって賄っているため、火力発電所の燃料費が大幅に増加し、四国電力の業績・財務状況は著しく悪化しました。その状況が継続した場合には、資金調達が困難になるなど、電力の安定供給に支障をきたしかねない事態を招くおそれがあったことから、やむを得ず、平成25年に電気料金の値上げを実施することとなりました。

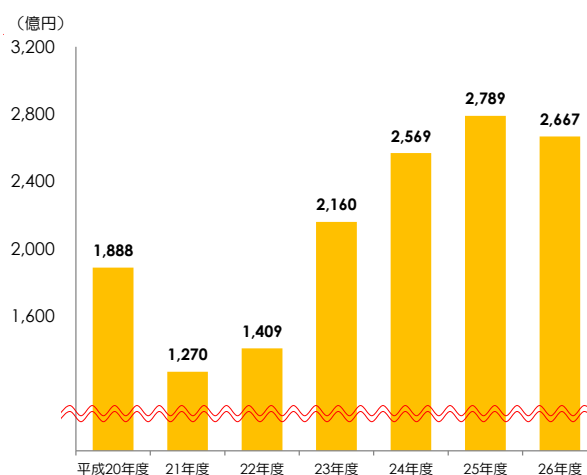
電気料金原価の算定にあたっては、料金の値上げを少しでも軽減する観点から、平成25年7月から伊方発電所3号機が再稼働していることを前提とし、原価コストの削減に努めています。

図⑫-2 伊方発電所停止に伴う燃料費等への影響

◇ 発電電力量の推移



◇ 需給関連費(燃料費+購入電力料)の推移



原油通関 CIF(\$/b)	91	69	84	114	114	110	90
石炭通関 CIF(\$/t)	134	98	113	144	127	108	93
LNG通関 CIF(\$/t)	655	465	587	825	863	836	800
為替レート (円/\$)	101	93	86	79	83	100	110

[四国電力(株)提供資料]

表⑫-1 四国電力の電気料金値上げ(平成25年)

	値上げ率	値上げ幅	実施日
規制部門	+7.80%	+1.59円/kWh	平成25年9月1日
自由化部門	+14.72%	+1.93円/kWh	平成25年7月1日
合計	+11.15%	+1.80円/kWh	

※規制部門：家庭や商店など

※自由化部門：工場やビルなど

[四国電力(株)提供資料]

【環境への適合】(図⑫-3)

地球温暖化対策として、CO₂（二酸化炭素）の排出量を削減することが世界的に求められています。原子力発電は、太陽光発電などと同様に、発電時に燃料燃焼によるCO₂を排出しません。

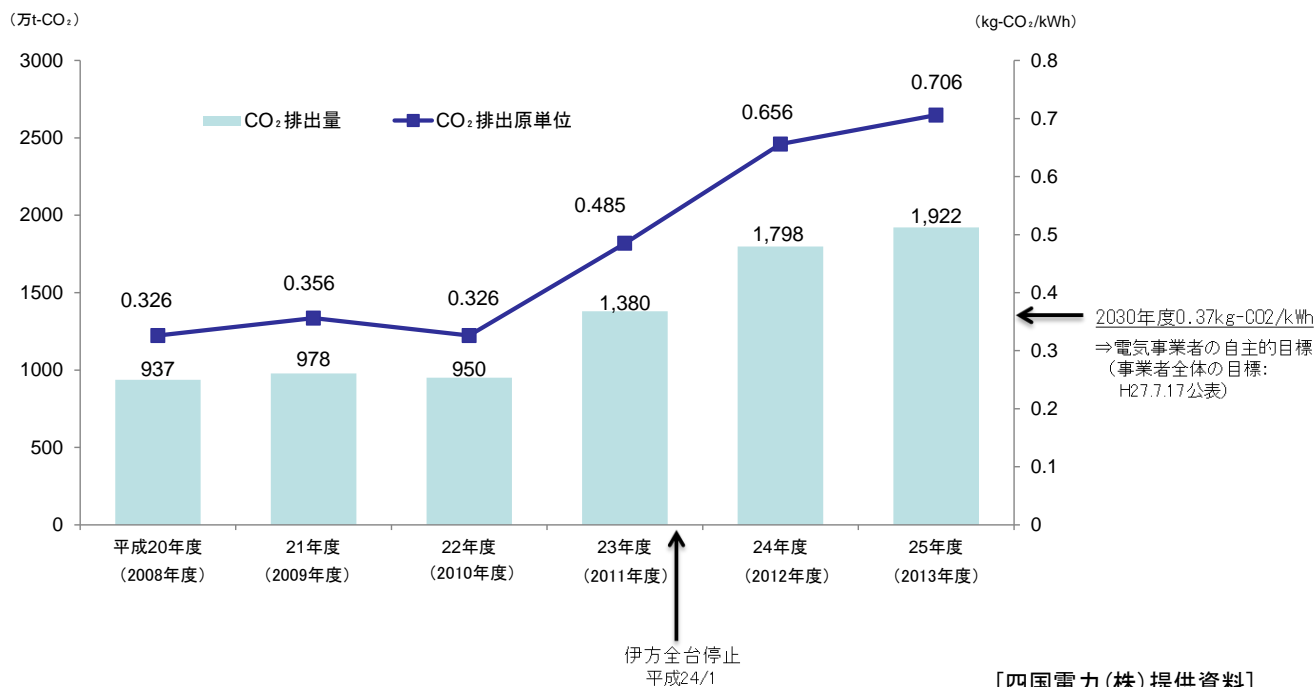
しかしながら、四国電力においては、伊方発電所の停止に伴う火力発電の稼働増加により、CO₂の排出量は2010年度以前に比べ2倍程度まで上昇しています。

一方、国が2030年時点の温室効果ガス排出量を2013年度比で26%削減する目標を決定したことを受け、電気事業者は共同で、「2030年度に排出係数※0.37kg-CO₂/kWhを目指す（排出係数0.37kg-CO₂/kWhは、2013年度比▲35%程度相当）」旨の目標を公表しました。

目標達成のためには、原子力も含めて各電源をバランス良く組み合わせて活用することが必要です。

※CO₂排出係数：1kWhの電気を発電する際に発生するCO₂排出量

図⑫-3 四国電力のCO₂排出量の推移



[四国電力(株)提供資料]

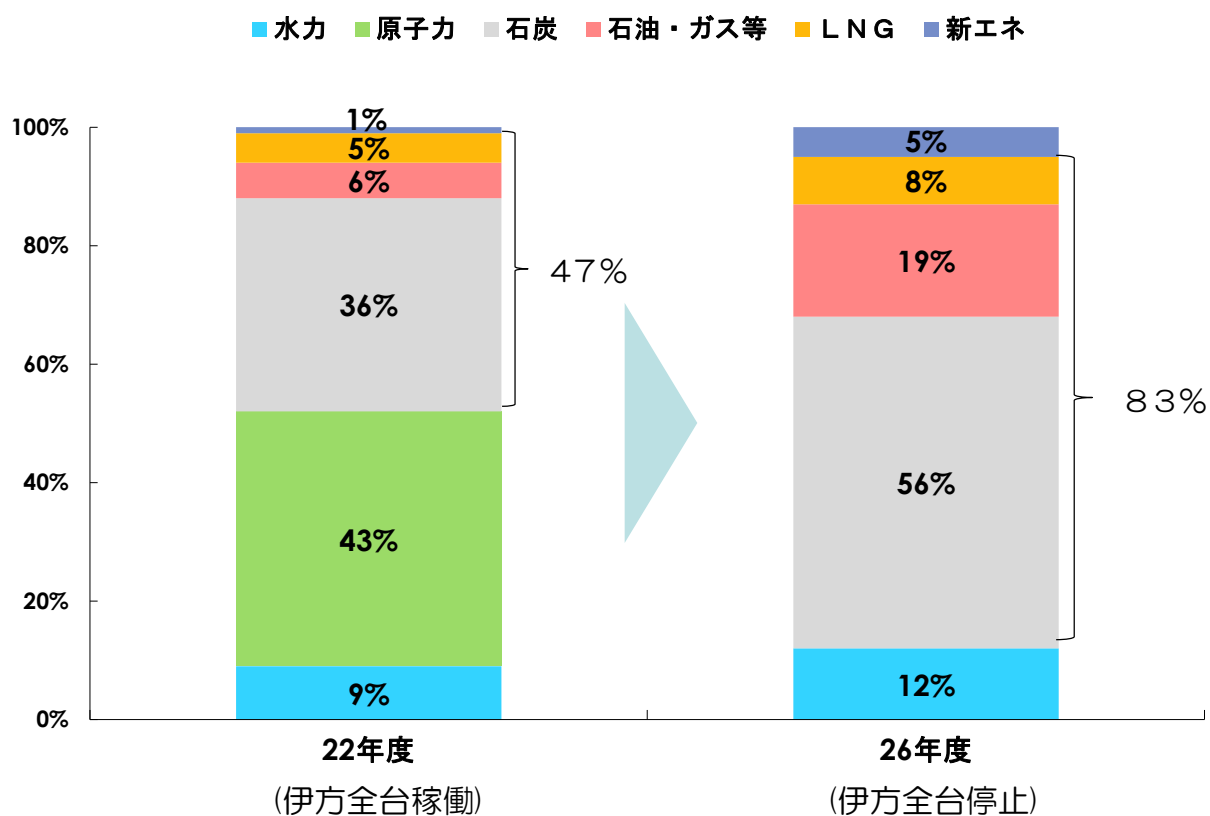
問⑫-1 電力は足りているのではないですか。なぜ、今、再稼働が必要なのですか。
電力供給面から詳しく教えてください。

【発電電力量の構成】(図⑫-1-1)

四国電力では、エネルギーミックスの実現に向けて、長期的な観点から水力、火力、原子力、新エネルギーをバランスよく組み合わせ、計画的に設備を形成し、活用してきています。

こうしたなか、福島第一原子力発電所の重大事故に伴う伊方発電所の全台停止により、発電電力量の構成は様変わりし、石炭・石油を中心とする火力発電(石炭、石油・ガス等、LNG)に大きく依存した状況となっています。

図⑫-1-1 四国電力の発電電力量構成比



[四国電力(株)提供資料]

【火力発電所の状況】(表⑫-1-1、図⑫-1-2)

電力供給力の大部分を担っている火力発電所は、長期計画停止中の阿南発電所1号機を除くと10基となりますが、そのうちの6基(平成26年度末時点)は運転開始から40年以上経過するなど老朽化が進んでいます。

とりわけ、阿南発電所2号機は、経年劣化により長期計画停止中であったものを、伊方発電所の停止に伴い、修繕を行って、運転を再開させており、こうした老朽化した火力発電所を総動員してなんとか供給力を確保している状況です。

表⑫-1-1 四国電力の火力発電所一覧

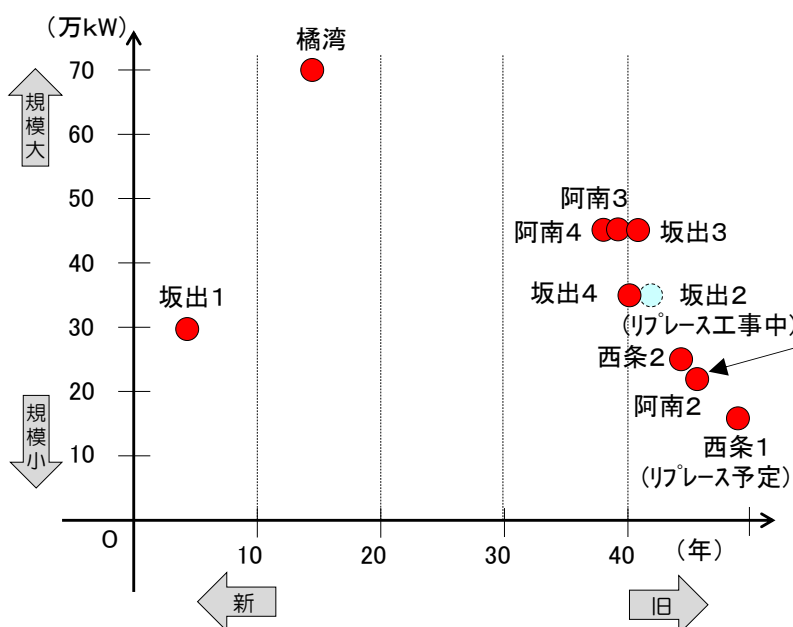
名称	号機	出力 (万kW)	主な 燃料	運転開始 年月	経過年数 (H26年度末)	備考
阿南	1	12.5	石油	S38.7	51	長期計画停止中 (H14.4~)
	2	22	石油	S44.1	46	長期計画停止から 運転再開 (H23.9)
	3	45	石油	S50.8	39	
	4	45	石油	S51.12	38	
橘湾		70	石炭	H12.6	14	
西条	1	15.6	石炭	S40.11	49	高効率石炭に転換予定 (H34)
	2	25	石炭	S45.6	44	ボイラ更新 (S59.1)
坂出	1	29.6	LNGCC	H22.8	4	
	2	35	石油	S47.5	42	LNGCCに転換予定 (H28.8)
	3	45	石油	S48.4	41	
	4	35	LNG	S49.5	40	

※LNGCC：LNG コンバインドサイクル

[四国電力(株)提供データより作成]

図⑫-1-2 四国電力の火力発電設備の状況

◇ 当社火力設備の経過年数と設備容量



[四国電力(株)提供資料]

【火力発電所の定期検査の特例繰り延べ】（図⑫-1-3、図⑫-1-4）

火力発電所を総動員して、電力需要が大幅に増加する夏季・冬季の電力需給の安定性を確保するため、法令で定められた火力発電所の定期検査の実施時期を特例的に繰り延べる措置を講じています。

図⑫-1-3 四国電力の火力発電所の定期検査状況

◇ 火力発電所の定期検査状況（当社）

: 夏季(7月・8月) — : 定期検査実施
 : 冬季(12月～2月) ⋯ : 当初予定

		平成23年度	24年度	25年度	26年度	27年度(見通し)
阿南	1号機	長期計画 停止中				
	2号機	長期計画 停止中	★平成23/9 運転再開		..... 特例繰延	..... 特例繰延(2回目)
	3号機				..... 特例繰延	
	4号機			..... 特例繰延		
橋湾			..... 特例繰延		..... 特例繰延(2回目)	..... 特例繰延(3回目)
西条	1号機					
	2号機		..... 特例繰延			..... 特例繰延(2回目)
坂出	1号機					
	2号機	..... 特例繰延	..... 特例繰延(2回目)			
	3号機			..... 特例繰延		
	4号機				..... 特例繰延	

注 ()内は特例繰延の累積回数

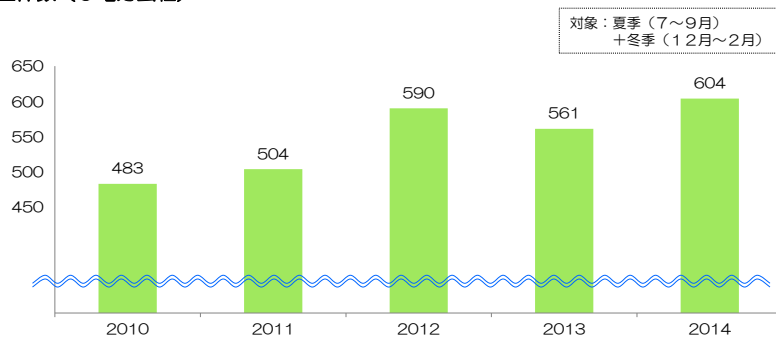
<参考> 特例繰延とは、一般の原子力発電所停止に伴う需給逼迫のため、法令で定めるインターバルで定期検査を実施できないことから、経済産業大臣に「定期事業者検査時期変更承諾申請書」を提出し、定期検査の実施時期を変更すること。

[四国電力(株)提供資料]

こうした緊急避難的な措置により、これまでのところ供給力を確保できていますが、火力発電所10基のうち8基が繰り延べを行っており、本来実施すべき検査を先送りして運転を継続している状況です。このため、従前よりも不測のトラブルが起こるリスクが高まっており、計画していなかった発電所の停止（計画外停止）は増加傾向にあります。

図⑫-1-4 計画外停止件数の推移

◇ 計画外停止件数（9電力会社）



出所：数値データは、2015.4.3「総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会 電力需給検証小委員会（第9回）」資料より

◇ 計画外停止件数（当社）

年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
件数	19件	23件	20件	30件	13件

[四国電力(株)提供資料]

【夏季・冬季の電力需要ピーク時における需給状況】（表⑫-1-2、表⑫-1-3）

夏季・冬季の電力需要ピーク時における予備力（供給力ー最大需要）は、平成 24 年冬季から平成 26 年の冬季まで、27 万 kW～47 万 kW の間で推移しました。

予備力が 27 万 kW～47 万 kW ですので、この需要ピーク時に、経過年数 40 年程度の老朽化した火力発電所（阿南 3、4 号機・坂出 3 号機（各 45 万 kW）、坂出 2、4 号機（各 35 万 kW））のうち 1 機がトラブルなどで停止すると供給力不足が懸念される状況となる可能性があります。

実際に、需要ピーク時ではありませんが、トラブルによる火力発電所の停止は、平成 26 年度は以下のような事例がありました。

- ・H26. 4. 10 坂出 2 号機（35 万 kW） 停止 ・H26. 12. 20 阿南 3 号機（45 万 kW） 停止
- ・H26. 12. 2 阿南 2 号機（22 万 kW） 停止 ・H27. 1. 1 阿南 3 号機（45 万 kW） 停止

なお、平成 27 年夏季は、猛暑気温なら 8 月の予備力は 62 万 kW となる見込みでしたが、万一、出力 70 万 kW の橘湾発電所が不測の事態により運転停止となれば供給力不足が懸念される状況となる可能性があります。

このように、夏・冬の電力需要ピーク時においては、トラブル停止などの不測の事態が生じた場合、安定的な電力供給体制が確保されているとはいえない状況です。

また、今後さらに火力発電所の老朽化が進んでいくことも考えれば、長期にわたって持続可能な需給状況ではありません。

表⑫-1-2 夏季・冬季の電力需給状況(四国電力)

	H24 夏季	H24 冬季	H25 夏季	H25 冬季	H26 夏季	H26 冬季	H27 夏季 (見込)
供給力 (万 kW)	603	524	577	529	572	535	611
最大需要 (万 kW)	526	477	549	487	526	503	549
予備力 (万 kW)	77	47	27	41	46	32	62

[出典：資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会電力需給検証小委員会（第 7 回、第 10 回）資料より作成]

表⑫-1-3 四国電力の火力発電所(抜粋)

名称	号機	出力 (万 kW)	経過年数 (H26 年度末)
阿南	3	45	39
	4	45	38
橘湾		70	14
坂出	2	35	42
	3	45	41
	4	35	40

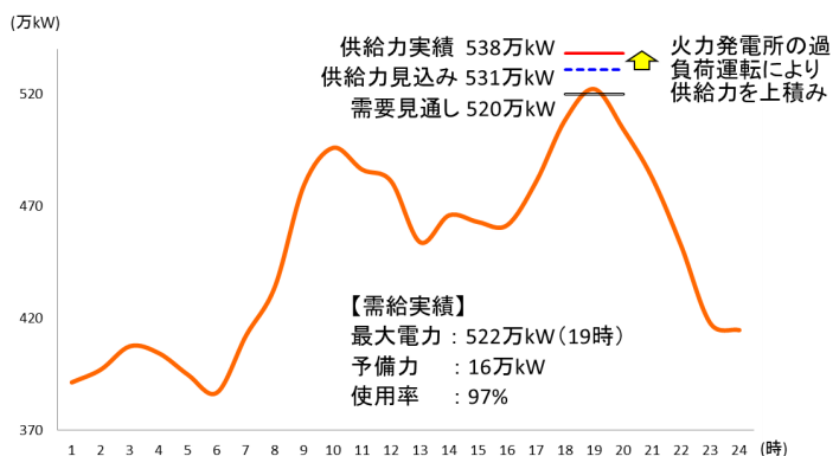
[四国電力(株)提供データより作成]

【電力需給がひっ迫した事例】（図⑫-1-5、図⑫-1-6、図⑫-1-7）

四国電力では、火力発電所の定期検査の繰り延べや、需給ひっ迫時の発電所の過負荷運転（出力向上運転）の実施などにより、電力需給の安定の確保に努めていますが、過去には火力発電所でのトラブルや気象要因による電力需要の急増などにより厳しい需給状況となった事例もあります。

例えば、平成 24 年 2 月 2 日には、気温の低下に伴い、暖房需要が増加したことなどから、冬季の過去最大電力を記録し、想定していた需要量を上回りました。その際には、需要の急増を受けて、火力発電所の過負荷運転などの供給力対策を講じ、何とか電力需給の安定性を確保しました。（予備力の最小値 16 万 kW）

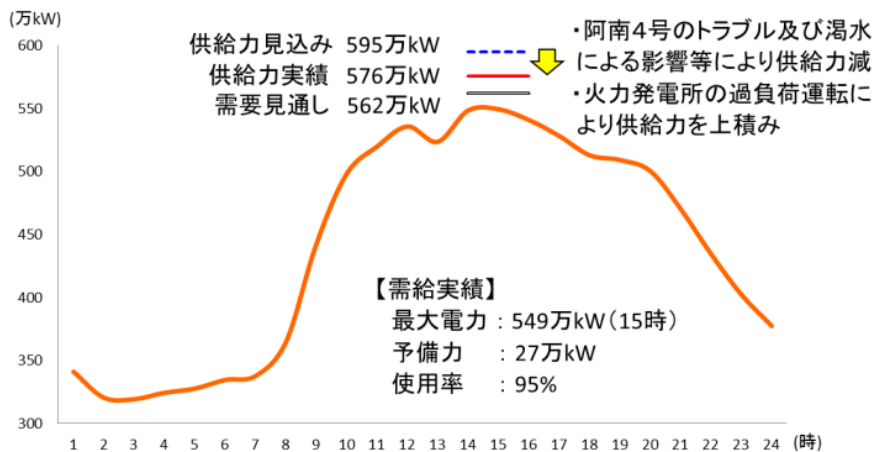
図⑫-1-5 平成 24 年 2 月 2 日の電力需給状況



[四国電力(株)提供資料]

また、平成 25 年 8 月 22 日には、火力発電所の高稼働が続く中、阿南発電所 4 号機のトラブルによる停止や濁水による水力発電量の減少などの影響により、供給力が想定していた水準を下回る事態が生じましたが、自家発電からの電力調達や火力発電所の過負荷運転などの対策を講じ、何とか電力需給の安定性を確保しました。（予備力の最小値 27 万 kW）

図⑫-1-6 平成 25 年 8 月 22 日の電力需給状況



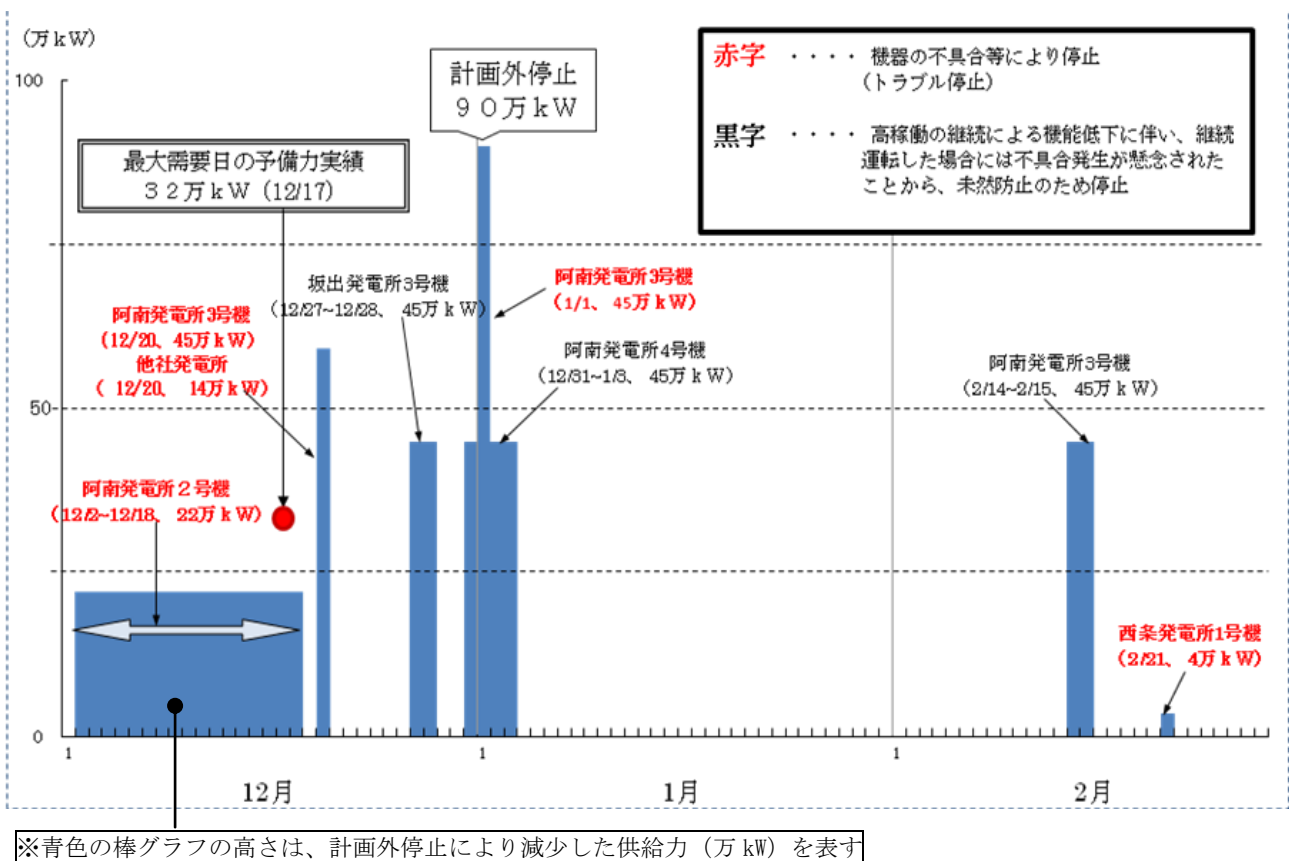
[四国電力(株)提供資料]

このほか、平成 26 年の 12 月に阿南発電所 2 号機において、腐食により減肉していた補助蒸気配管が破損したため、発電所を緊急停止したことがあります。

平成 26 年度冬季の電力需要が最も大きかった 12 月 17 日の予備力（供給力－需要）は、阿南発電所 2 号機が停止していた影響もあり 32 万 kW となっており、この日に更なる計画外停止が発生していれば、安定した電力供給に支障が出ていた可能性もあるなど、電力需給は綱渡りの状況が続いています。

※例えば、12 月 17 日の 3 日後の 12 月 20 日には、阿南発電所 3 号機（45 万 kW）と他社発電所（14 万 kW）がトラブル停止となったほか、15 日後の 1 月 1 日にも阿南 3 号機（45 万 kW）がトラブル停止となっています。

図⑫-1-7 四国電力の計画外停止実績（平成 26 年度冬季）



[四国電力(株)提供資料に加筆]

<参考>他の電力会社において電力需給がひっ迫した事例

○九州電力における事例

平成24年2月3日の午前3時55分から4時19分にかけて、新大分発電所1～3号系列(LNG、229.5万kW)が燃料供給設備の不具合により全号順次停止しました。

これを受け、九州電力では他の電力会社からの電力融通240万kWを確保するとともに、緊急時の需要調整を予め契約している需要家46社(37万kW)に需要抑制を要請しました。

その後、不具合の生じた箇所の修復を行い、午前6時6分以降、1号機系列第6軸から順次復旧し、16時34分までに全13軸が復旧しました。

[出典：資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 総合部会 電力システム改革専門委員会 地域間連携線等の強化に関するマスタープラン研究会第1回(H24.2.16)からの情報より作成]

なお、この前日(平成24年2月2日)は気温低下により四国電力の電力需要が増加しており、冬季の最大電力の過去最高記録となりました(522.2万kW、19時)。

上記の対応で、四国電力からも九州電力に対して緊急の電力融通を行いましたが、この時期は四国電力も厳しい需給状況でした。

○東京電力における事例(表⑫-1-4)

平成27年4月8日、気温の低下による暖房需要の増加などから厳しい電力需給状況となり、自社の供給力だけでは予備率3.1%が見込まれたため、他の電力会社へ電力融通を要請しました。

電力会社2社から合計100万kWの受電を行い、需要ピーク時の予備率は5.6%となりました。

表⑫-1-4 東京電力の電力需給見通し(H27.4.8) (単位：万kW)

	応援融通前	応援融通後
予想最大電力(A)	4,030	4,030
供給力(B)	4,157	4,257
予備力(C=B-A)	127	227
予備率(C/A*100)	3.1%	5.6%

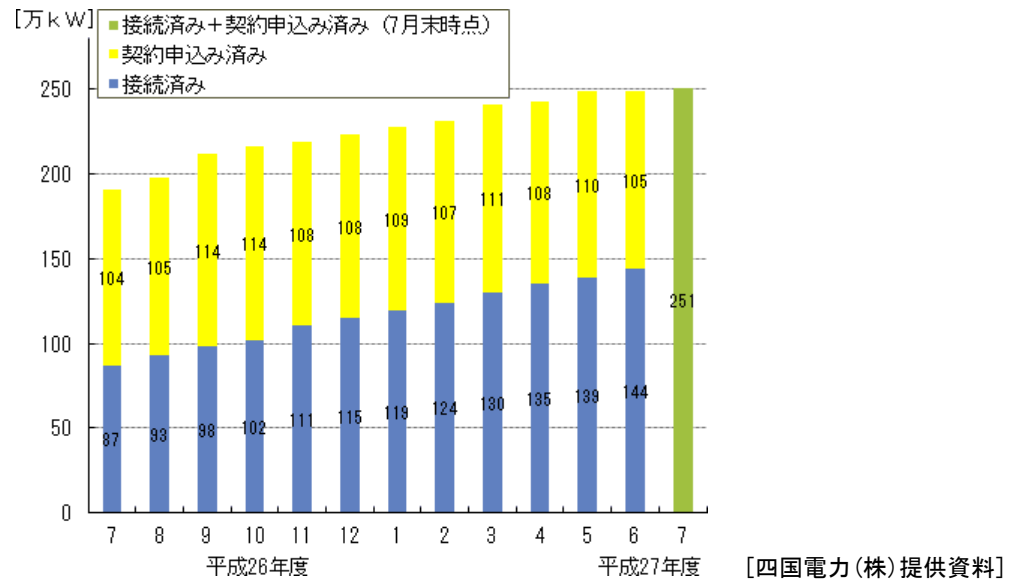
[東京電力(株)プレスリリース(H27.4.8)より作成]

【再生可能エネルギーの活用】(図⑫-1-8)

太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーは、高い環境性を有していることに加え、エネルギー自給率の向上にもつながることから、最大限活用していく方針です。また、国の固定価格買取制度により、特に太陽光発電の導入量は着実に拡大しています。

しかし、再生可能エネルギーは、例えば太陽光発電では夜間や雨天時に発電ができないなど、気象条件により時々刻々と発電出力が変動しますので、単独では安定した電力供給が果たせません。その影響を抑えるために、火力発電など既存の発電設備により、再生可能エネルギーの出力が低い時間帯の供給力を調整する必要があります。

図⑫-1-8 四国エリアにおける太陽光発電の導入量



【供給面からの再稼働の必要性】

以上のように、現在、老朽化している火力発電所を総動員して、何とか供給力を確保している状況であり、火力発電所に不測の事態が発生した場合には供給力不足となる可能性もあるため、伊方発電所の再稼働による電力供給が必要です。

問⑫-2 火力発電施設のトラブルとはどのようなトラブルなのでしょうか。

【火力発電所の計画外停止事例】（図⑫-2-1、図⑫-2-2、図⑫-2-3）

四国電力の火力発電所においては、過去に以下のような突発的に起こったトラブルがあります。

○補助蒸気配管の破損（平成 26 年 12 月 阿南発電所 2 号機）

発電所を起動した際、腐食により減肉していた補助蒸気配管が破損したため、ユニットを緊急停止し、配管の修理を行い、復旧には 2 週間程度を要しました。



図⑫-2-1 蒸気配管の破損

[四国電力(株)提供資料]

○すす吹き装置噴破による蒸気漏れ（平成 26 年 1 月 阿南発電所 3 号機）

空気予熱器（排ガスで燃焼用空気を予熱する）に付着する“すす”を清掃する装置のチューブが噴破し、清掃ができなくなることにより空気予熱器内にすすが堆積し、燃焼空気が十分に供給できなくなるなど、空気系統に悪影響が生じるため、ユニットを停止して修理を行いました。



図⑫-2-2 チューブの噴破

○一次通風機軸受点検（平成 25 年 7 月 西条発電所 1 号機）

微粉炭をボイラーへ送り込むファン（一次通風機）の軸受に剥離傷（及びこれを原因とするファンの振動）が発生しました。

そのままの状態での運転を継続すると、ファンが損傷し、長期にわたって微粉炭の供給量が減少することによる出力低下のおそれがあったことから、ユニットの出力を抑制し、該当のファンを停止して、分解点検を実施しました。



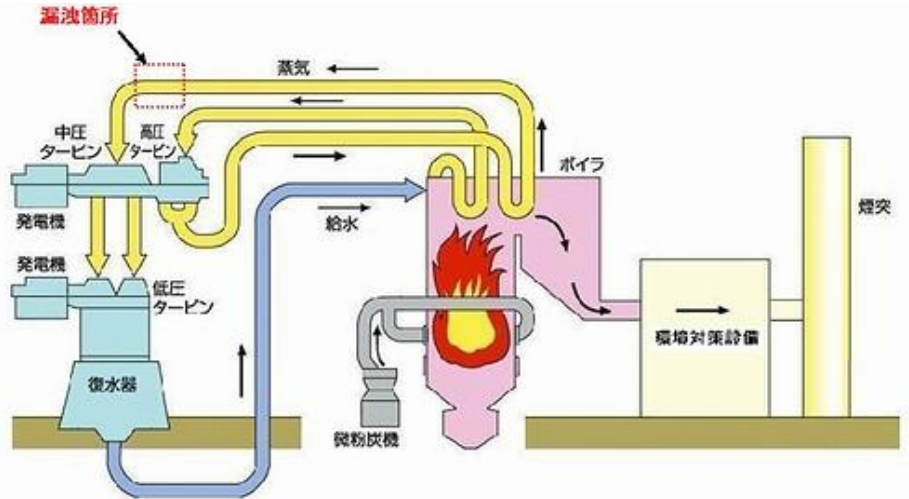
図⑫-2-3 軸受の剥離

[四国電力(株)提供資料]

<参考>他の電力会社の火力発電所における計画外停止実績

○中国電力（株） 三隅発電所 1号機

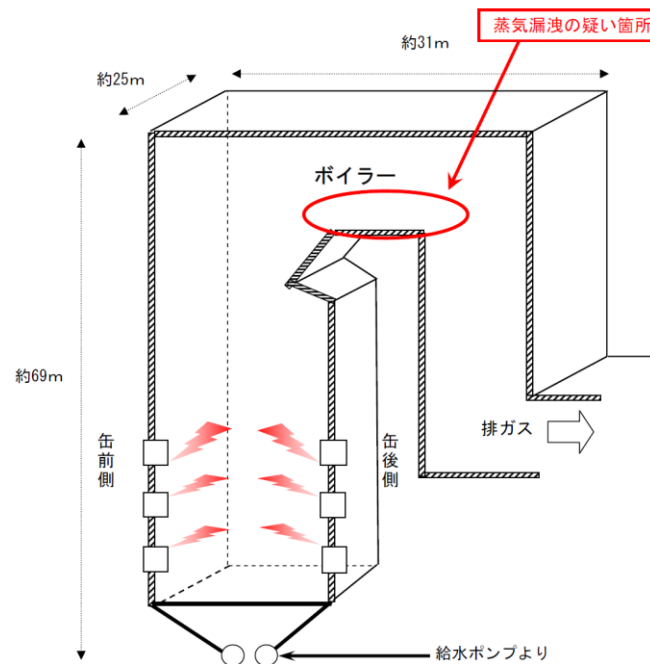
- ・石炭火力、定格出力 100 万 kW
- ・停止期間：平成 25 年 10 月 23 日～12 月 15 日
- ・内容：ボイラーで発生した蒸気をタービンへ送る配管が損傷したため、運転を停止し、当該配管を取替。



[出典：中国電力（株）ホームページ]

○九州電力（株） 峯北発電所 1号機

- ・石炭火力、定格出力 70 万 kW
- ・停止期間：平成 27 年 6 月 18 日～7 月 6 日
- ・内容：ボイラーの蒸気漏えいのため、運転を停止し点検修理を実施。



[出典：九州電力（株）ホームページ]

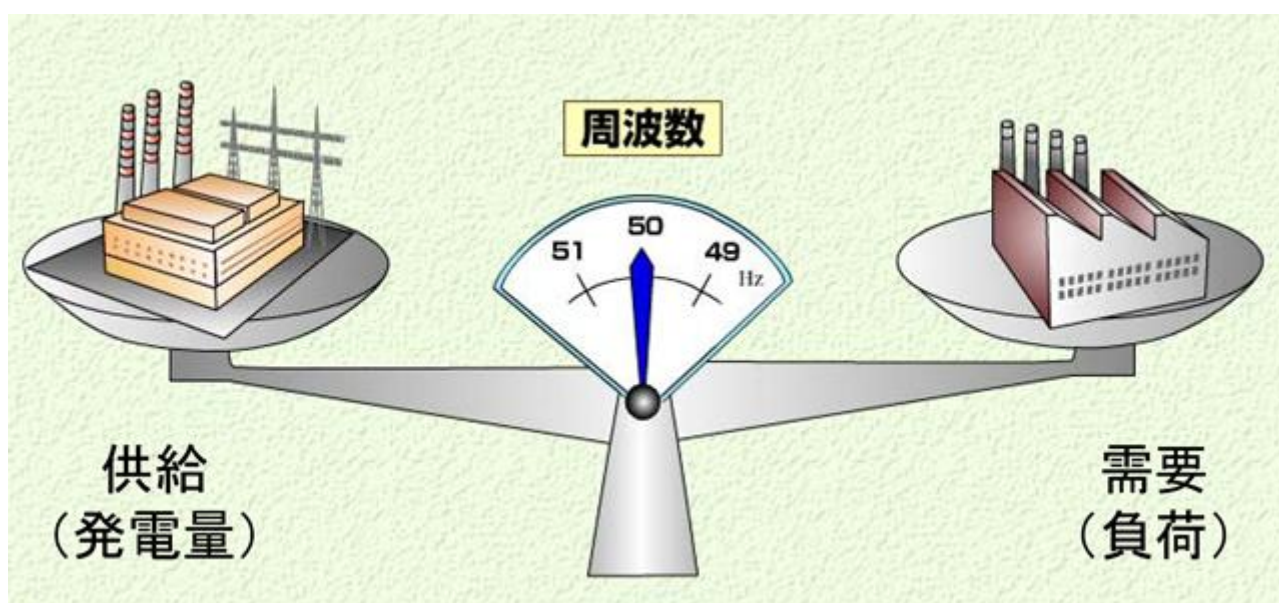
問⑫-3 停電が起こった場合、どういう深刻な影響が想定されるのですか。

【電力需給バランス】(図⑫-3-1)

四国電力では、適正な予備力を持った上で、周波数を監視しながら発電機の出力を制御することで、電力需給のバランスを保っています。

需給のバランスが維持できなかつた場合、周波数に乱れが生じ、お客さまの機器に影響を与えるとともに、周波数変動が大きくなり数%を超えると、発電機を停止せざるを得なくなることもあります。

図⑫-3-1 電力需給バランスのイメージ



[出典：資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 基本問題小委員会 系統利用制度ワーキンググループ第1回 (H14.10.22) 関西電力提出資料]

【停電の影響】(図⑫-3-2)

四国電力では、電力を安定して供給できるよう、最大限の努力をしており、発電所のトラブル等により、電力需要が供給力を上回ると、周波数は低下するものの、自社の発電機の出力を上げることに加えて、他社からの応援によりなんとか需給バランスを維持することとなります。しかしながら、他社との連系線の事故や発電所単位の大規模な電源脱落が重なり、周波数が大きく低下し、周波数が許容範囲を超えると、他の電源も発電機の継続運転が困難となり系統から次々と切り離され、最悪の場合、大規模な停電となる可能性があります。

マレーシアでは、わずか16秒の間に複数の発電機が次々と脱落するようなトラブルが発生し、全停電に至った事例があります。この時の全停電の規模は、四国全体とほぼ同じ規模である576万kWでした。

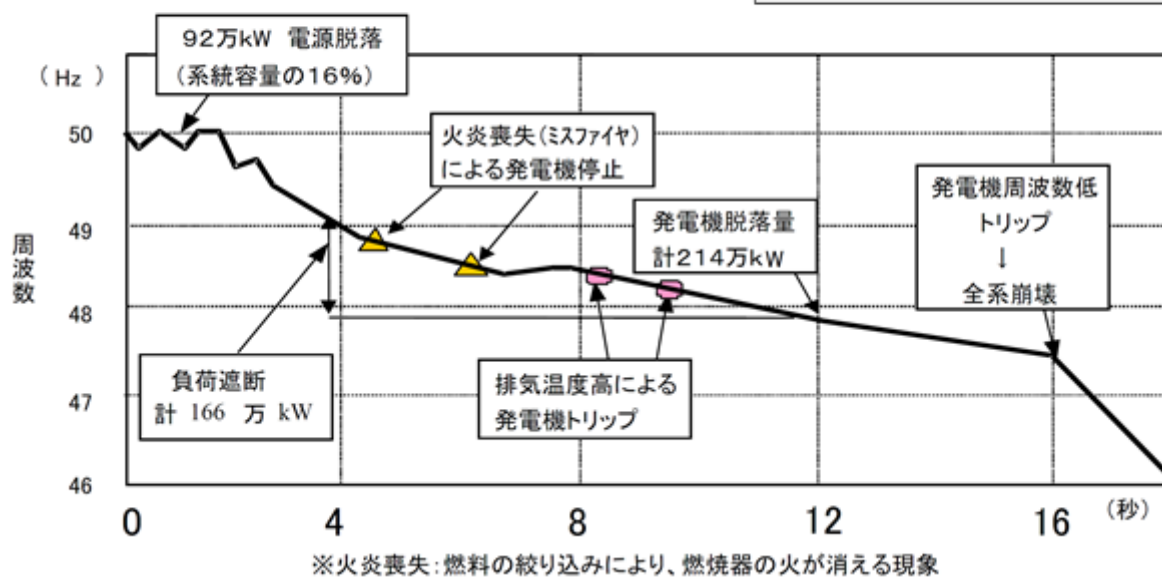
図⑫-3-2 マレーシアでの停電事故

日 時: 1996年8月3日

供給支障: 576万kW(全停電)

原因: ①変電所事故による電源脱落
②周波数低下による連鎖的電源脱落

周波数が維持されなければ、
発電機の連鎖トリップによる
系統崩壊の恐れあり



[出典: 資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 基本問題小委員会 系統利用制度ワーキンググループ第1回 (H14.10.22) 関西電力提出資料]

停電が発生すると、様々な影響が想定されます。

例えば、東日本大震災後の東京電力管内で行われた計画停電の際には、

- ・ 交通機関や信号機が使えるなくなるおそれ
- ・ 浄水場に影響が出て水道が使えるなくなるおそれ
- ・ 家電製品が使えるなくなるおそれ
- ・ エレベーターが使用できなくなるおそれ
- ・ 人工呼吸器や人工透析などが使用できなくなることで、在宅患者の命に関わるおそれ

などが想定されました。

このような事態を避けるため、電気事業者としては、万が一にも供給力を不足させてはいけな
と考えています。

問⑫-4 電力供給面に問題があるのなら、火力発電所の更新を進めていけばいいのではないですか。あるいは他の電力会社からの融通で対応できるのではないですか。

【火力発電設備のリブレース計画】(図⑫-4-1)

四国電力では、経年化の進んだ火力発電設備を対象に、計画的に設備の更新(リブレース)を進めています。

坂出發電所1号機は、平成22年8月にLNGコンバインドサイクルへ転換を行い、坂出發電所2号機については、平成28年8月にLNGコンバインドサイクルへ転換すべく、工事を進めています。また、西条發電所1号機については、平成34年度に高効率な超々臨界圧機の石炭火力へリブレースする計画となっています。

しかし、リブレースにあたっては、環境アセスメントや建設工事などの工程に時間を要することから、計画公表から営業運転の開始までには7～8年程度の期間が必要であり、急激に火力発電所の供給力を増強することは困難です。また、新規地点での新設の場合は、土地の取得や送電設備の整備なども必要となることから、15年以上の期間を要することが見込まれます。

図⑫-4-1 四国電力の火力発電リブレース計画

◇ 火力発電設備のリブレース計画

・対象ユニット等

発電所名	燃種・リブレース概要	出力 (リブレース後)
坂出2号	石油・コークス炉ガスからLNGコンバインドサイクルへのリブレース	28.9万kW
西条1号	石炭火力 (高効率な超々臨界圧機 (USC)へのリブレース)	50万kW

西条1号のリブレースにあたり、
自社応札を前提に、火力入札募集を実施

募集規模	50万kW
供給開始時期	2022年4月～2024年6月までに供給を開始するもの
運転条件	年間基準利用率が65%～75%
受給期間	15年間を基本とし、10年～20年の範囲で選択可能
入札説明会	2015年7月28日
入札募集期間	2015年7月28日～11月27日
落札者決定	2016年2月頃
契約締結	2016年4月頃

・概略スケジュール

	H21年度	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
坂出2号	リブレース公表 H22/1	環境アセスメント H22/4		環境アセスメント H25/2	用地整備他 H25/8	建設工事		運開予定 H28/8							
西条1号						リブレース公表 H27/3	入札手続き	環境アセスメント			アセス終了 後着工!	建設工事		運開予定 H34年度	

[四国電力(株)提供資料]

【他の電力会社からの融通】

トラブルの発生時期、およびその影響量については予期できるものではなく、そうした事象が発生した場合に、必要な融通を他のエリアから常に確実に受電できるとは限りません。このため、自エリアの需給に関しては極力自エリアで対応することを基本として、各電力会社が予備力を確保して備えることとしております。

万が一、不測の事態により自社だけで電力需要を賄えない場合には、他の電力会社から応援融通を受けて供給力を確保することもあります。他社の需給状況によっては、十分に応援融通が受けられる保証はありません。また、現在、電力需給状況が厳しいのは四国電力だけでなく、全国的に厳しい状況にあります。

安定的な電力供給のため、四国電力管内の電力需要は四国内の供給力で確保する必要があります。

問⑫-5 さらに節電を行えば、原子力発電所の再稼働は必要ないのではないですか。

【四国電力管内の節電による影響】

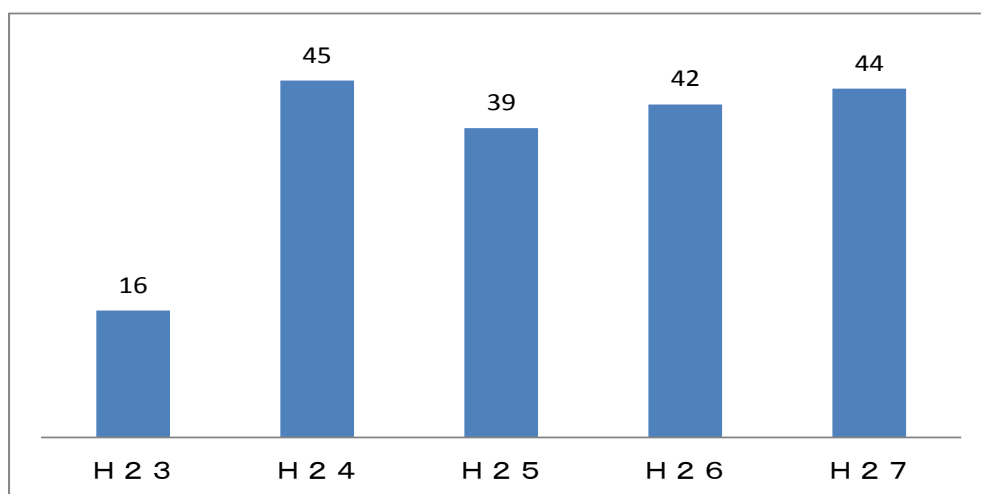
四国電力では、毎年の電力需給実績に関して、気温や経済の状況を考慮して、節電による影響がどの程度であったかを分析しています。

例えば、需要の多い夏季の最大需要時における節電による影響を比較すると平成 27 年度は前年度に比べて+2 万 kW の節電効果があり、東日本大震災前の平成 22 年度との比較では 44 万 kW の節電効果があったと分析しています。

近年の夏季の最大需要時における節電効果は、平成 22 年度と比較すると 40 万 kW 程度で推移しており、これは、家庭での省エネ機器の普及拡大など、節電意識が定着してきている結果によるものと認識しています。

図⑫-5-1 四国電力管内における夏季の節電による影響の推移
(平成 22 年度と比較した数字)

(単位：万 kW)



[四国電力（株）提供データより作成]

【原子力発電所の再稼働の必要性】

以上のとおり、震災以降の節電の取り組みにより、40 万 kW 程度の節電が定着しておりますが、一方で、伊方発電所の停止により、供給力が大幅に減少しており、老朽化した火力発電所の運転再開（阿南 2 号）、火力の定期検査の実施時期の特例的な繰り延べ等、火力設備に負担がかかる運用をすることで、なんとか供給力を確保している状況です。

こうした供給力の不安を、節電だけで解消しようとする、お客さまに過度な負担が生じ、社会活動や経済活動に支障を及ぼす可能性があることから、節電だけでなく、原子力の再稼働等も組み合わせ対応していく必要があると考えております。

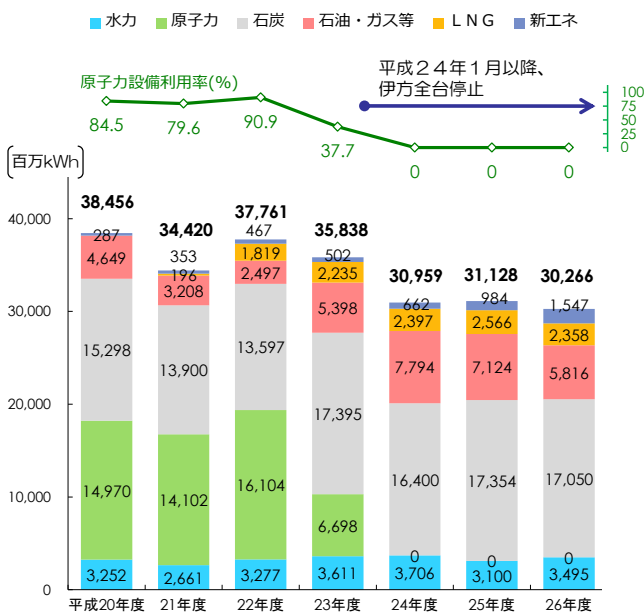
問⑫-6 現在の電気料金は、伊方発電所3号機の再稼働が前提になっていると聞いていますが、再稼働しない場合、電気料金はどうなるのですか。

【燃料費の増加】(図⑫-6-1、図⑫-6-2)

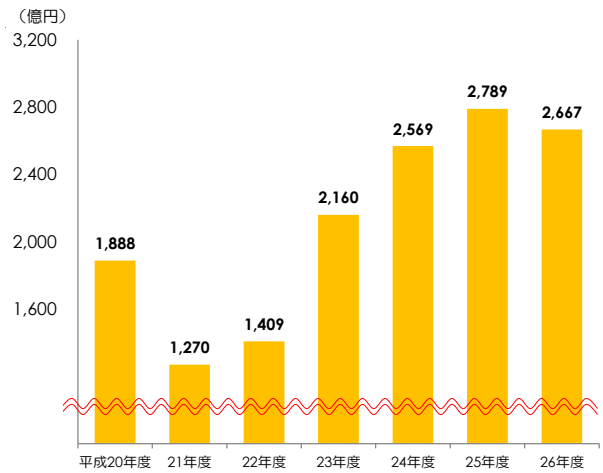
原子力発電所が停止してからは、その分の供給力を火力発電所によって賄っているため、火力発電所の燃料費が増加しています。

その結果、四国電力の需給関連費(燃料費+購入電力量)は大幅に増加しており、平成22年度には1,409億円であった需給関連費は、原子力発電所が全台停止した平成24年度以降は2,500億円以上となっており、1,000億円以上も費用が増加している状況が続いています。

図⑫-6-1 四国電力の発電電力量の推移



図⑫-6-2 四国電力の需給関連費の推移



原油通関CIF(\$/b)	91	69	84	114	114	110	90
石炭通関CIF(\$/t)	134	98	113	144	127	108	93
LNG通関CIF(\$/t)	655	465	587	825	863	836	800
為替レート(円/\$)	101	93	86	79	83	100	110

[四国電力(株)提供資料]

【電気料金の値上げ】（図⑫-6-3）

伊方発電所の長期停止により火力発電の燃料費などが大幅に増加し、業績・財務状況は著しく悪化しました。その状況が継続した場合は、資金調達が困難になるなど、電力の安定供給に支障をきたしかねない事態を招くおそれがあったことから、四国電力では、やむを得ず、平成25年に電気料金の値上げを実施しました。

値上げ率は、規制部門（家庭や商店など）で7.80%、自由化部門（工場やビルなど）で14.72%の値上げとなり、全体では11.15%の値上げとなっています。電気料金原価の算定にあたっては、料金の値上げを少しでも軽減する観点から、「伊方発電所3号機がH25年7月から稼働している」ことを前提としています。

図⑫-6-3 四国電力の電気料金値上げ（平成25年）

	値上げ率	値上げ幅	実施日
規制部門	+7.80% *	+1.59円/kWh	平成25年9月1日
自由化部門	+14.72% **	+1.93円/kWh	平成25年7月1日
合計	+11.15%	+1.80円/kWh	

* 規制部門のうち家庭用の従量電灯Aにご加入のお客さまで、平均的なご使用量（月間300kWh）の場合の値上げ幅 …… 月額 349円

** 自由化部門のうち

- ・中規模施設等、法人のお客さまの値上げ幅 …… 月額 約 54万円（業務用電力：契約電力 900kW、使用量 261,000kWh）
- ・中規模工場等、法人のお客さまの値上げ幅 …… 月額 約 67万円（高圧電力A：契約電力1,060kW、使用量 329,000kWh）

[四国電力（株）提供資料]

<参考> 電気料金値上げ時の四国内産業界等の声

◇ 当社料金値上げ申請（H25.2）後の各種業界団体様の声（値上げの影響関係）

電力多消費産業の業界団体①	<ul style="list-style-type: none"> ○電気料金値上げにより、利益がほぼなくなる。 ○雇用機会の喪失、国内産業の空洞化に拍車をかけ、我が国のものづくり体制が受ける影響は致命的になることは必至。 ○現に電力コスト上昇の緩和のための減産や、従業員の削減等を余儀なくされる企業もでてきており、国内で事業活動を維持していくことは極めて困難となる。 ○国際価格で取引される製品については価格転嫁が出来ないことに加え、海外勢との厳しい競争環境下でのコスト上昇は完全に国際競争力を失うことに等しい。 ○産業によっては中小企業が大多数を占めており、その多くが赤字に陥ることが予想されることから、転廃業につながるなど厳しい状況が予想される。
電力多消費産業の業界団体②	<ul style="list-style-type: none"> ○中小企業の中でもとりわけ製造業の電力購入費は原材料コストに占める割合が総じて高く、価格転嫁が容易でない中小企業の収益を大きく悪化させるため、事業の縮小や廃業の増加が大いに懸念される。
電力多消費産業の業界団体③	<ul style="list-style-type: none"> ○値上げについて原価に占める割合は小さいものではなく、企業収益を著しく悪化させる。 ○各用途とも国内外の競争が激しいために価格転嫁が難しく、仮に価格転嫁できたとしても川下製品への影響は甚大であり、長期化した場合には、日本国内産業の消失にもつながりかねない。
小売業の業界団体	<ul style="list-style-type: none"> ○家庭用電気料金の値上げは、家計への過重な負担が個人消費をさらに冷え込ませる可能性がある。
農業関係団体	<ul style="list-style-type: none"> ○他熱源を比べ省エネ効果が高い電気機器の導入を推奨している中、電気料金の値上げは既導入農家の経営を圧迫するほか、さらなる普及に水を差すことになる。

（H25.2～4月 各種業界団体様から当社への申し入れ内容より）

◇ 当社料金値上げについての四国内の経済団体意見

- 当面のエネルギー政策における最優先課題は、安価な電力の安定供給。
- 商工会議所等の調査では、今後、電気料金が上昇した場合の影響について、四国では、回答した企業の内、大口需要家の68%、小口需要家の40%が「販売価格に転嫁できないため利益が減少」、それぞれ15%、7%の企業が「給与や人員を削減」と回答している。大変厳しい経営環境の中、電気料金が値上げされ、負担が増えれば、特に、経営体力が弱い中小企業にとっては大きな負担で、事業の存続すら危うくなる状況である。
- 再稼働の手続きを早急に明らかに。停止中の伊方原子力発電所の安全性評価を早急に進め、安全性の確保を前提に、政府の責任のもと、早期の再稼働をしていただきたい。
- 大企業、中小企業を問わず、多くの経営者は、自社経営・従業員のことだけでなく、地域経済や日本経済の行く末を真剣に案じている。

（H25.3.5 総合資源エネルギー調査会 総合部会 第20回電気料金審査専門委員会資料（団体提出意見文書）より抜粋）

[四国電力（株）提供資料]

【伊方発電所3号機の再稼働を織り込まなかった場合の電気料金】(図⑫-6-4)

平成25年の電気料金値上げの際には、仮に、“伊方発電所3号機の稼働を電気料金原価に全く織り込まず、その分の発電を自社の火力発電の稼働により補うこととした場合”の試算も行いました。

試算では、伊方発電所3号機の再稼働を織り込んだ申請原価の14%の値上げに対し、再稼働させなかった場合は、火力発電の燃料費の増加により追加で650億円程度のコストが増加し29%の値上げとなり、値上げ幅は2倍程度になるとの結果となりました。

この数字は、あくまで平成25年6月時点に一定の前提を置いて試算した結果であり、燃料価格や為替レートなどが現在の水準とは異なることから、絶対的な水準ではなく、現在、伊方発電所3号機の再稼働がなければ同程度の値上げが必要になるというわけではありませんが、原子力発電所の停止が経済に与える影響の大きさを認識できると思います。

図⑫-6-4 伊方発電所の再稼働を織り込まない場合の電気料金原価への影響

- 今回の料金原価の算定にあたっては、値上げ率を抑制し、お客さまのご負担を少しでも軽減する観点から、伊方発電所3台のうち、旧原子力安全・保安院におけるストレステストにおいて、妥当との評価を受け、かつ、新規制基準への早期対応が可能と考えられる3号機について、原価算定上、平成25年7月からの再稼働を織り込んでいる。
- なお、仮に、伊方の再稼働を全く織り込まない場合、今回申請原価から更に650億円程度のコスト増となり、収入不足額はほぼ倍増する。

【原価織り込みとした原子力運転計画】

	H25年度 (利用率 30.8%)	H26年度 (利用率 30.7%)	H27年度 (利用率 39.7%)
伊方1号機	原価算定期間中に再稼働を織り込んでいない		
伊方2号機			
伊方3号機	H25/7 H26/9	H26/12 H28/2	

(注) H25/7 H26/9 は運転期間を示す。

【再稼働を織り込まない場合】

原子力発電分を自社火力の稼働増で補うとの前提で試算した場合、申請原価と比べ、

- ・火力燃料費：+750億円程度 ※1
- ・原子燃料費：▲50億円程度
- ・原子力バックエンド費用等：▲50億円程度

となり、収入不足額は倍増する。

(億円)			
	申請原価 (A)	再稼働なし (B)	差 (B-A)
収入不足額	625	1,275	+650
改定率	14% ※2	29%	+15%

※1 火力燃料費については、燃料価格の変動影響を大きく受ける ※2 認可原価の改定率は11%

問⑫-7 温室効果ガスの削減目標は、再稼働がなくても達成できるのではないですか。

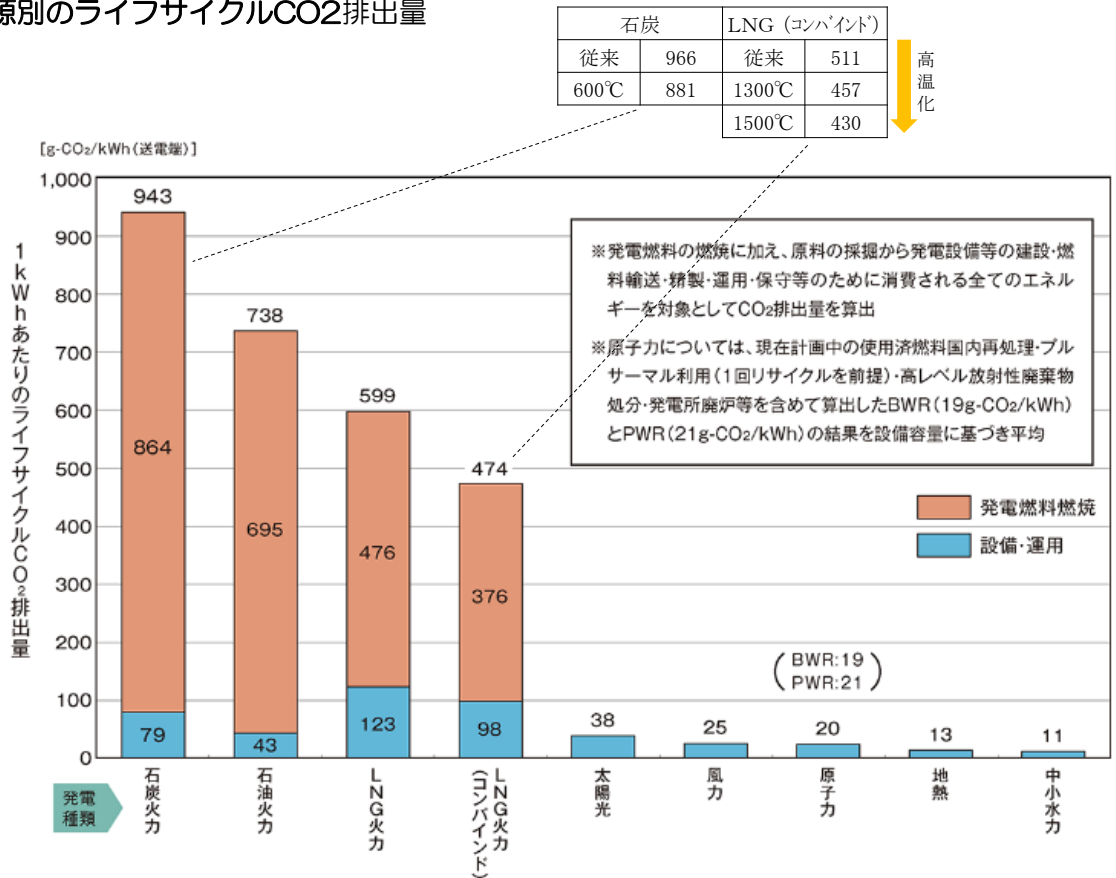
【環境への適合】(図⑫-7-1)

地球温暖化対策として、CO₂（二酸化炭素）の排出量を削減することが世界的に求められています。原子力発電は発電過程においてCO₂が発生せず、ライフサイクルCO₂排出量を見ても、太陽光発電などの再生可能エネルギーと同様にCO₂をほとんど排出しません。

最もCO₂の排出量が多いのは石炭火力発電であり、石油火力、LNG火力と続きます。火力発電はCO₂の排出量が多く、比較的排出量の少ないLNG火力でも石炭火力の半分程度の排出量があります。CO₂排出量を減らした高効率の石炭火力発電や、LNGコンバインドサイクル発電もありますが、原子力発電などと比べると桁違いに排出量が多くなっています。

図⑫-7-1 各電源別のライフサイクルCO₂排出量

◇ 各種電源別のライフサイクルCO₂排出量



出所：数値データは、一般財団法人 電力中央研究所「日本の発電技術のライフサイクルCO₂排出量評価」(2010.7)より (グラフは電気事業連合会HPより、上部の表は当社作成)

[四国電力(株)提供資料]

【日本全体の温室効果ガス排出量】（図⑫-7-2）

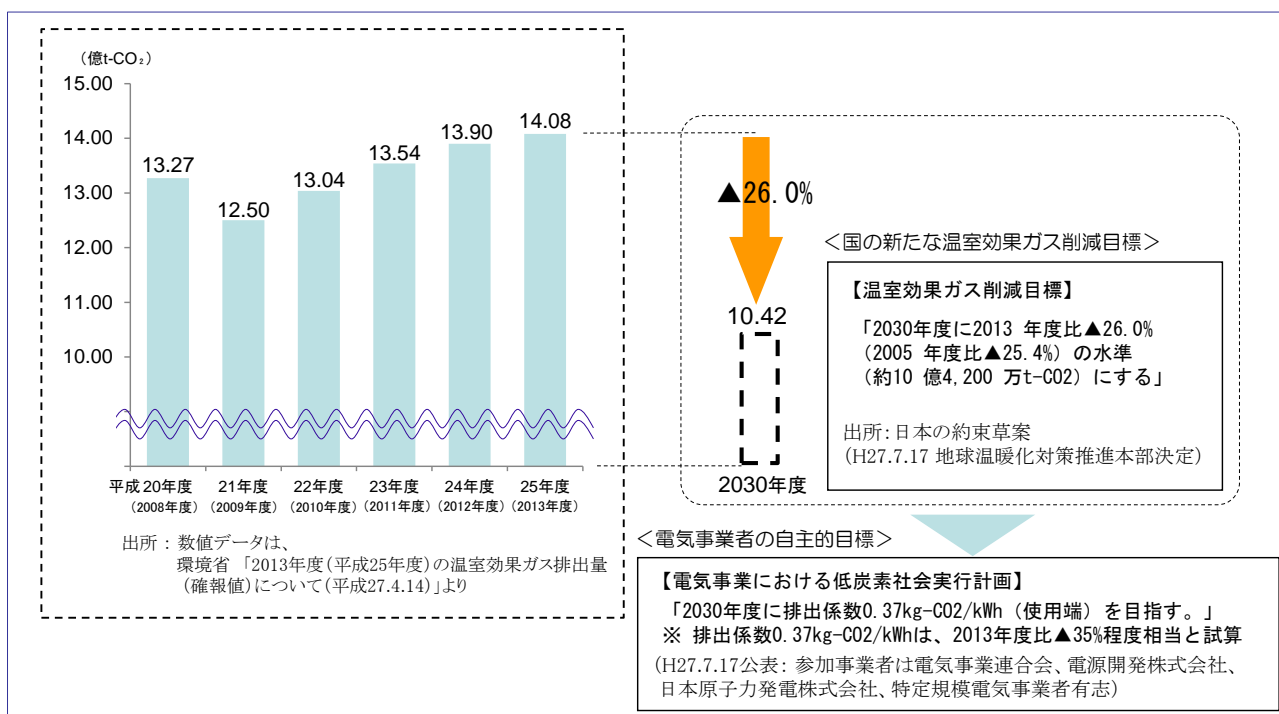
福島第一原子力発電所事故以降、日本全体で原子力発電所の停止により火力発電所の稼働が増加したことから、日本のCO₂排出量は増加しています。

国は、日本の温室効果ガス排出量を2030年度に2013年度比で26%削減する目標を決定しました。これは、原子力発電所が稼働していた2010年度よりも排出量を抑えた水準となっています。

国の目標決定を受け、電気事業連合会をはじめとする国内の電気事業者は、共同で業界の自主的な目標を公表しました。目標は「2030年度に排出係数0.37kg-CO₂/kWhを目指す※」ものであり、これは2013年度比で35%相当の削減幅となります。

※排出係数：1kWhの電力を発電した時のCO₂排出量

図⑫-7-2 日本全体の温室効果ガス排出量の推移と国の新たな削減目標



[四国電力(株)提供資料]

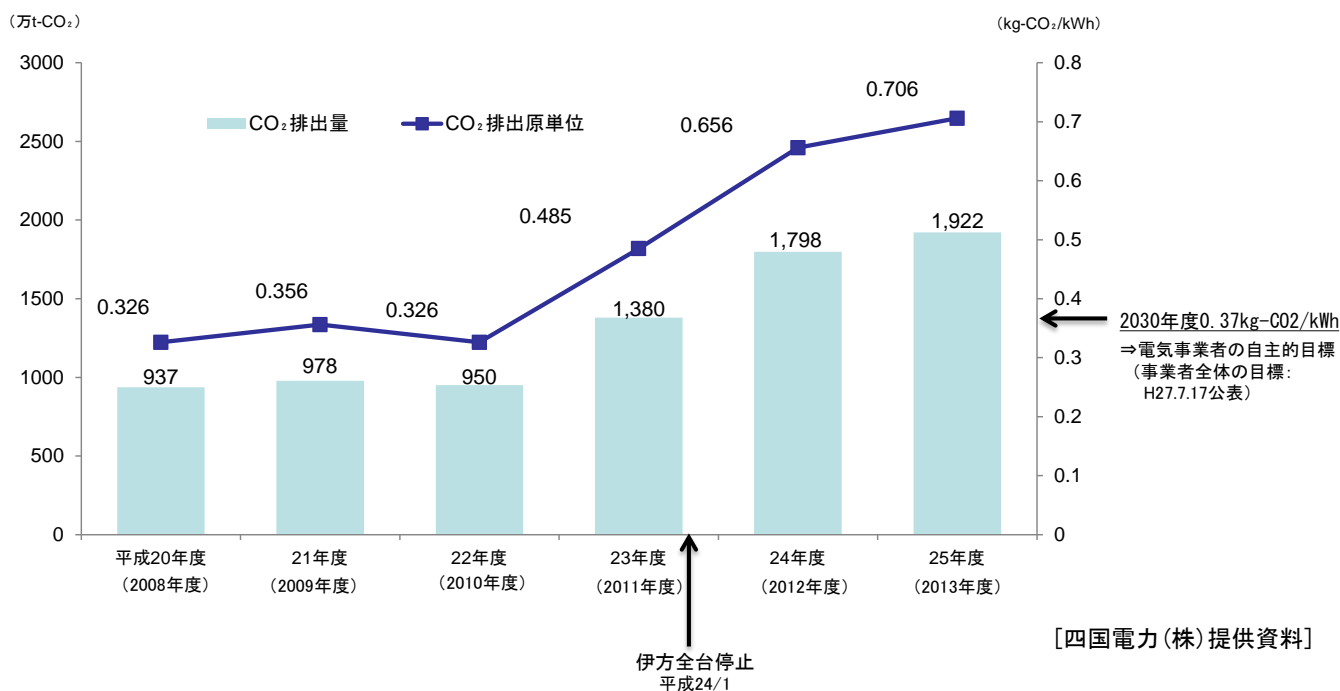
【四国電力のCO₂排出量】（図⑫-7-3）

四国電力においても、伊方発電所の停止に伴う火力発電の稼働増によりCO₂の排出量および排出係数（排出原単位）は、平成22年度以前と比べて2倍程度まで上昇しています。

仮に、伊方発電所が全く稼働しない前提で、排出量の多い石炭火力や石油火力をすべてLNG火力に変え、再生可能エネルギーを最大限活用したとしても、CO₂排出量の削減は650万トンにとどまります。これを2013年度の排出量（1,922万トン）から差し引いても1,272万トンとなることから、震災前の2010年度の水準（950万トン）には届かないと試算しており、電気事業者の共同目標である「排出係数0.37kg-CO₂/kWh」を達成するには原子力発電の活用が必要と考えています。

なお、既存の火力発電設備をすべてLNGに転換するのは、経済性の面から影響が大きく、また、設備の更新には長期間が必要であることから、現実的には困難と考えています。

図⑫-7-3 四国電力のCO₂排出量の推移



※CO₂排出原単位：1 kWh の電力を発電した時のCO₂排出量 (=排出係数)

問⑫-8 仮に、今、再稼働が必要だとしても、いつまで必要なのですか。
 国のエネルギー基本計画でも、原発依存度を可能な限り低減させると明記していますが、
 どんな具体的努力をしていくのですか。

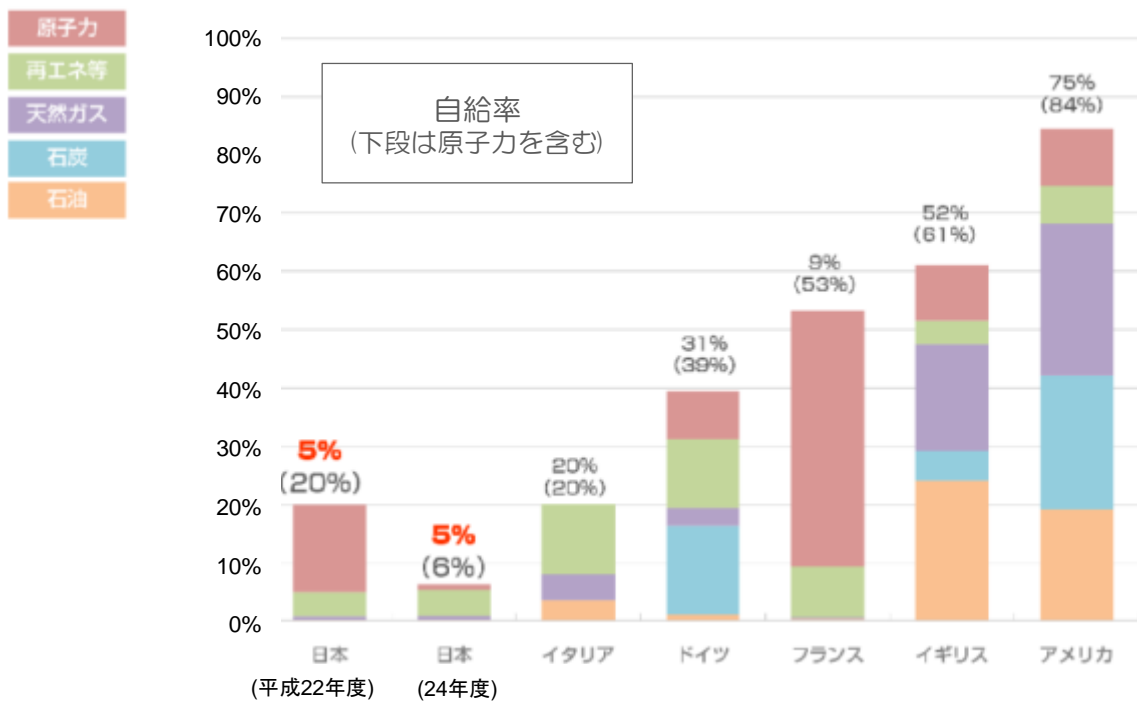
【エネルギーミックス】(図⑫-8-1)

日本はエネルギー資源に恵まれず、エネルギーの自給率はわずか5%程度しかないため、その大半を海外からの輸入に依存しています。

このため、特定のエネルギー源に過度に依存することなく、「S+3E」※の観点から、多様なエネルギーをバランス良く組み合わせて活用する、エネルギーミックスを実現していく必要があります。

※Sは安全性 (Safety)、3つのEは、エネルギーの安定供給確保 (Energy Security)、経済性 (Economy)、環境保全 (Environmental conservation) を指す。

図⑫-8-1 エネルギー自給率の各国比較



出所：「電気事業連合会HP資料」を当社にて一部加工

[四国電力(株)提供資料]

【将来の見通し】

原子力発電を将来的にどう活用していくかは、国のエネルギーミックスなどの政策と密接に関わっているため、現時点で明確なものはありません。

エネルギーを考える際には「S + 3 E」が基本であり、安全性を大前提に、いかに3 Eをバランス良くできるかが重要となりますので、再生可能エネルギー、火力、原子力などを組み合わせた電源構成を考えていかなければなりません。

また、現在の状況だけを見て判断するのではなく、10年、20年後など将来的にも持続可能な供給力を確保できるかといった、長期的な視点が必要となります。

今後も、安定供給の確保と経済性、環境適合性を勘案しながら、既存電源の活用と新規投資を総合的に判断していくこととなります。

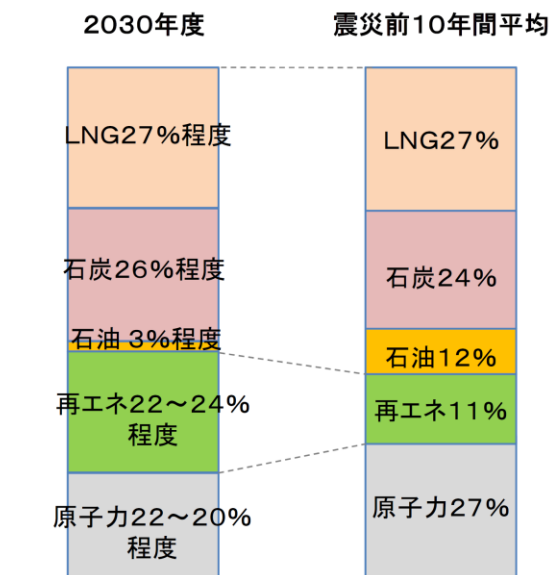
<参考>2030年度の電源構成（日本全体）

電源構成・発電電力量(億kWh)

	2030年度	
石油	315	3%
石炭	2,810	26%
LNG	2,845	27%
原子力	2,317~2,168	22~20%
再エネ	2,366~2,515	22~24%
合計	10,650	100%

	2030年度	
太陽光	749	7.0%
風力	182	1.7%
地熱	102~113	1.0~1.1%
水力	939~981	8.8~9.2%
バイオマス	394~490	3.7~4.6%

※各数値はいずれも概数。



[出典：資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会基本政策分科会長期エネルギー需給見通し小委員会（H27.7.16）]