

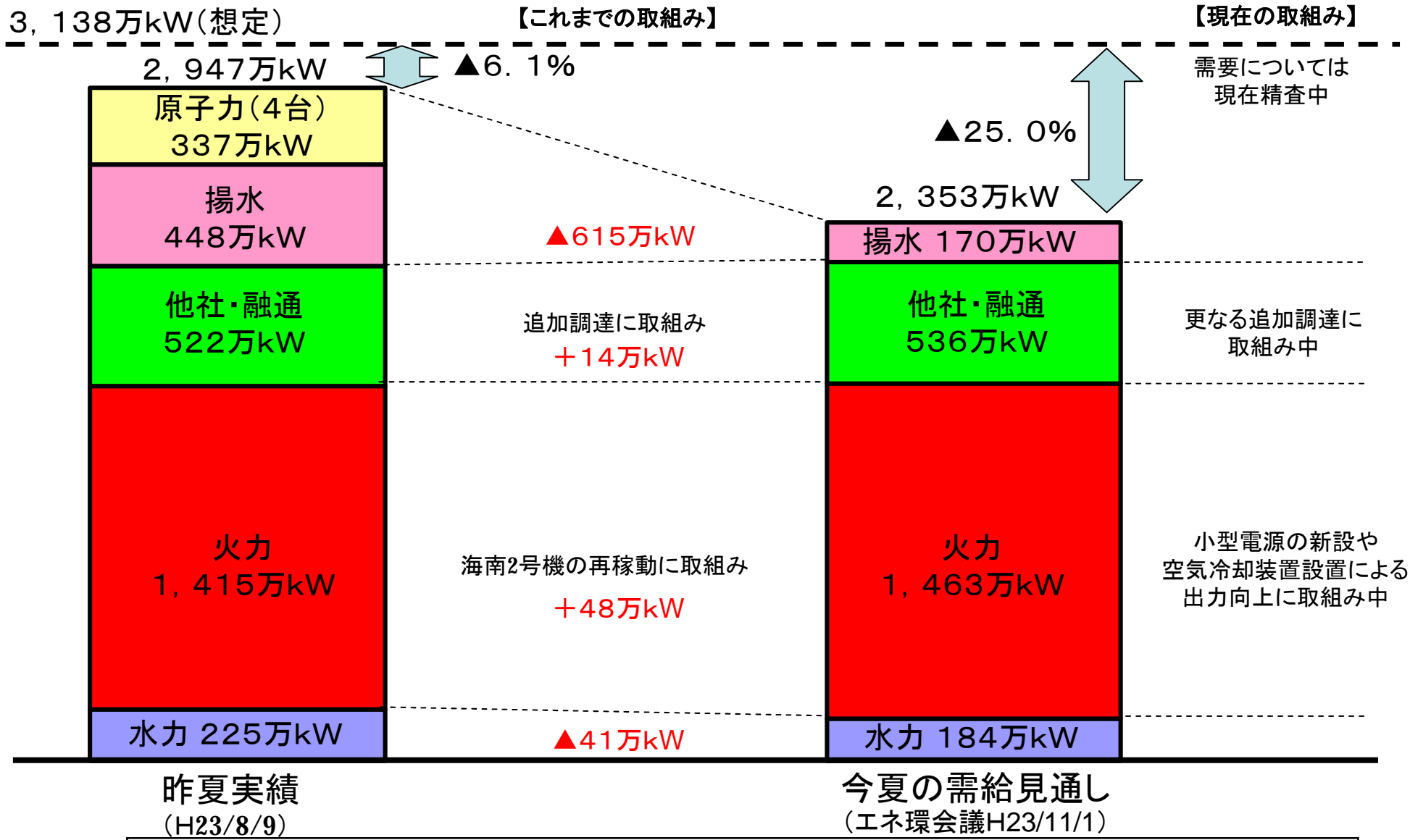
# 第2回 大阪府市エネルギー戦略会議 ご説明資料

平成24年3月12日  
関西電力株式会社

1. 今夏の需給について .....	2	~	15
2. 原子力停止の影響 .....	16	~	24
3. 当社の効率化 .....	25	~	38
4. 原子力発電所の安全性向上対策 .....	39	~	60
5. おわりに .....	61	~	62

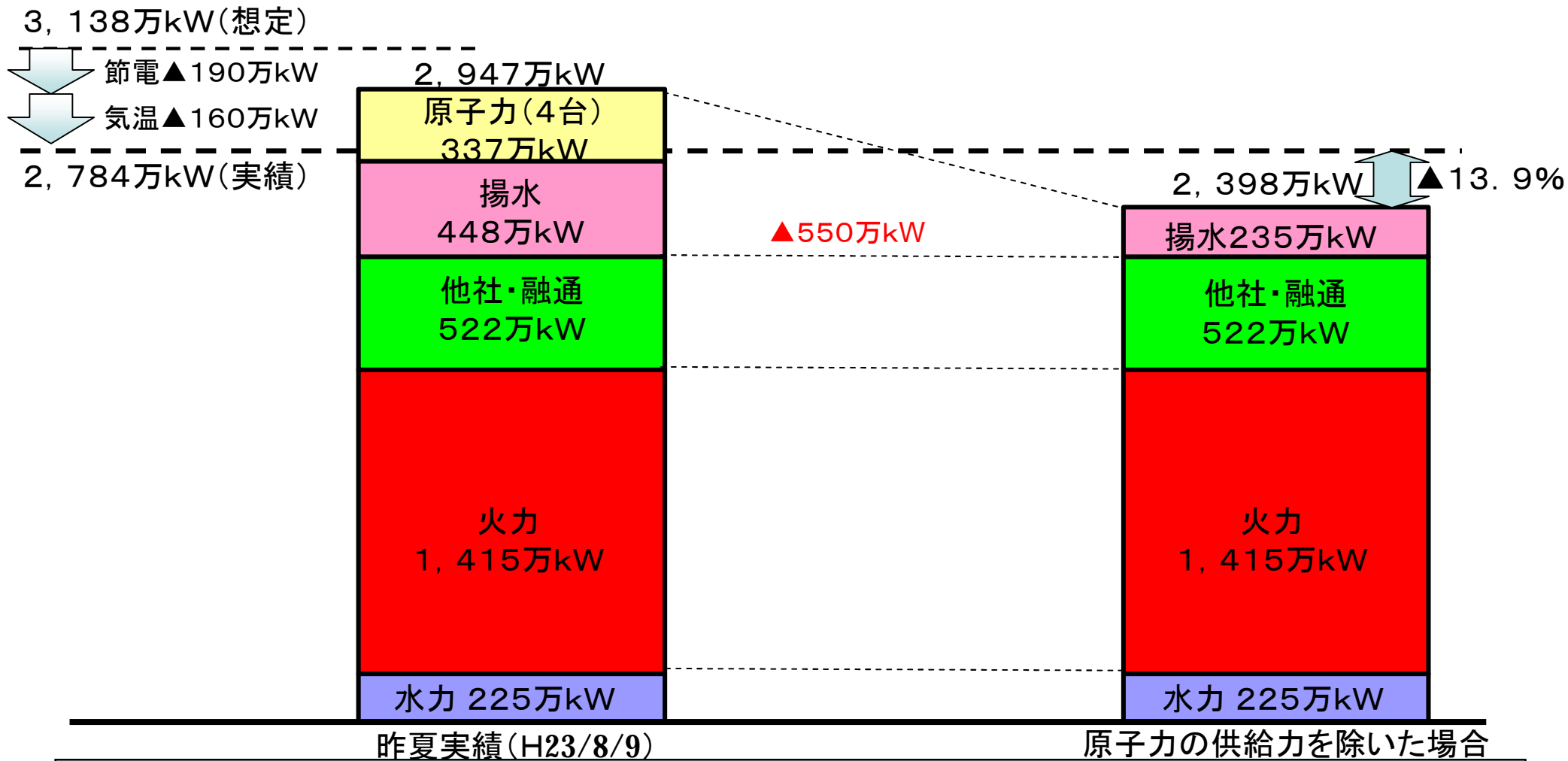
# 1. 今夏の需給について

# 昨年のエネルギー環境会議(H23/11/1)による今夏の需給見通し



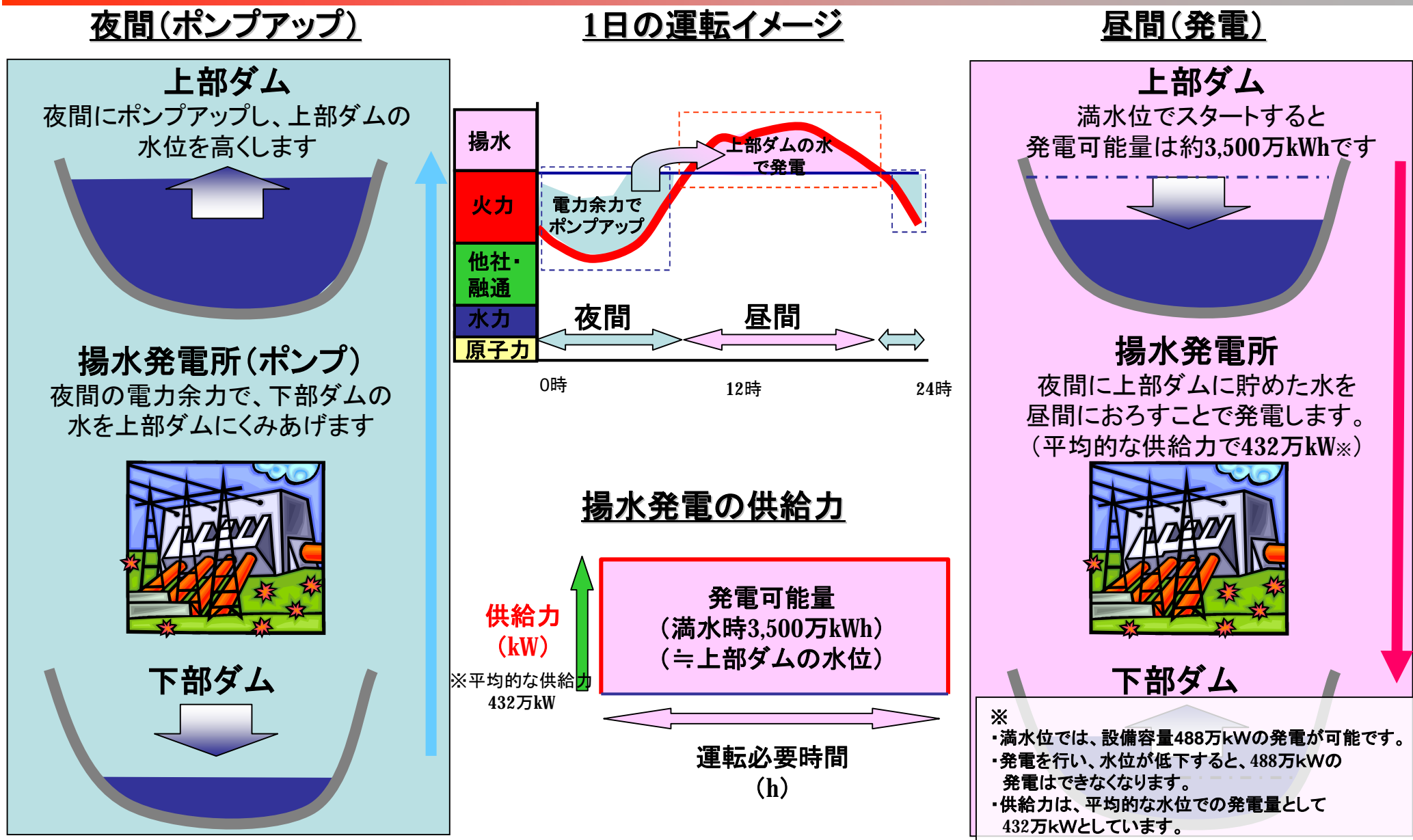
エネルギー環境会議では、昨夏に想定した需要(3,138万kW)で、原子力の再稼動見通しが立たないと、今夏の需給状況は▲25.0%の見通し。  
 今夏の需給見通しについては、需要想定、供給力の追加を含めて検討中。

# 昨夏最大電力発生日の実績から原子力を除いた場合の試算



昨夏の最大電力発生日の供給力から原子力(337万kW)を除いた試算を行うと、揚水の供給力も減少し、供給力は550万kW減少。昨夏の最大電力2,784万kWに対しては▲13.9%の需給ギャップ。今年度の計画は策定中ですが、供給力では、火力で海南2号機の起動等60万kWの上積み計画しており、他社・融通の更なる追加調達についても調整中です。需要は、節電の見極めは必要ですが、昨夏の気温による減少分(160万kW)の考慮は必要です。

端数処理の関係で合計と一致しない場合があります。

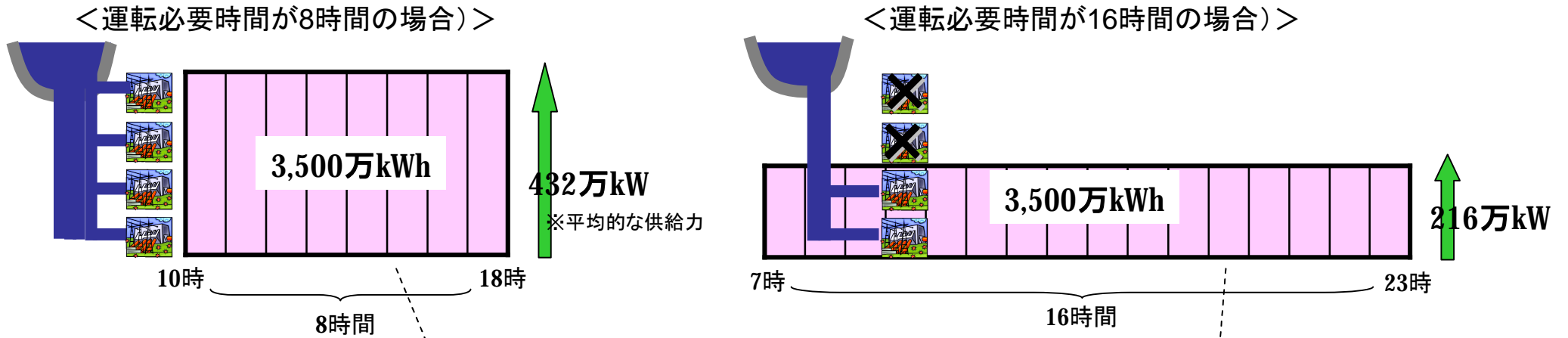


揚水発電所の供給力(kW)は、「揚水発電の運転必要時間」と「発電可能量(≒上部ダムの水位)」で算定

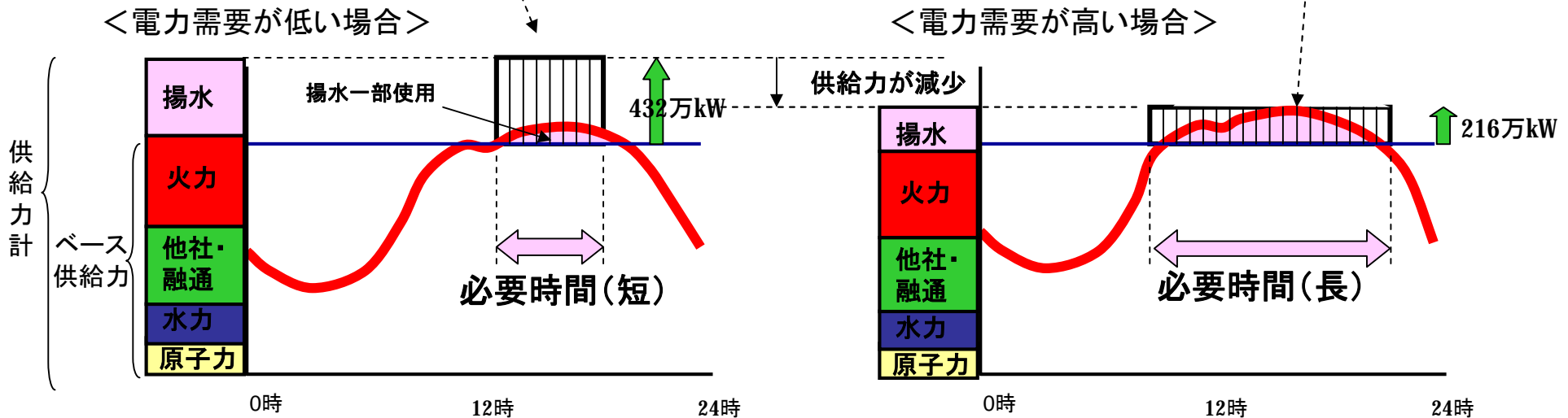
# 揚水発電所の運転必要時間と供給力の関係

○揚水発電所の供給力は、「発電可能量(kWh)」を「運転必要時間(h)」で除して算定します。  
従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。

※満水位でスタート(3,500万kWh)の例



○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。

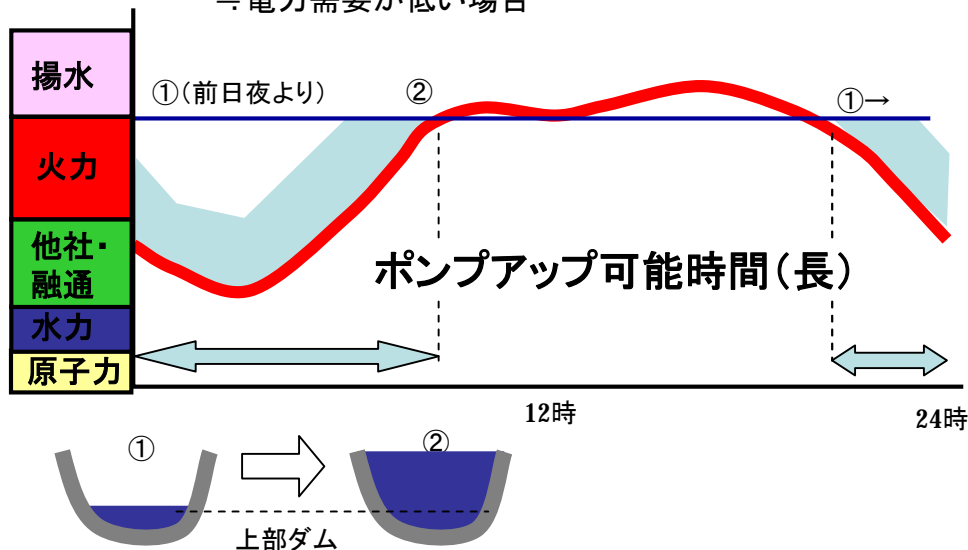


# 揚水発電所の発電可能量(上部ダム水位)と供給力の関係

○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。

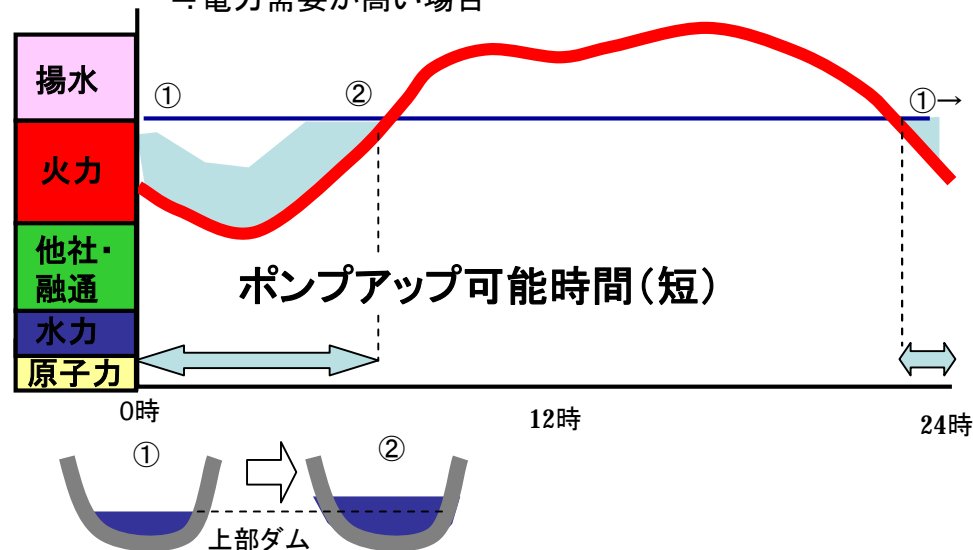
＜上部ダムの水位を満水位にできる場合＞

≒電力需要が低い場合



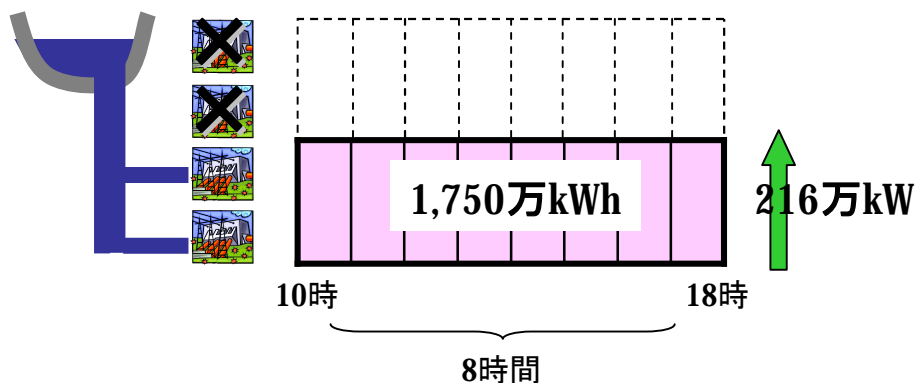
＜上部ダムの水位を満水位に回復できない場合＞

≒電力需要が高い場合

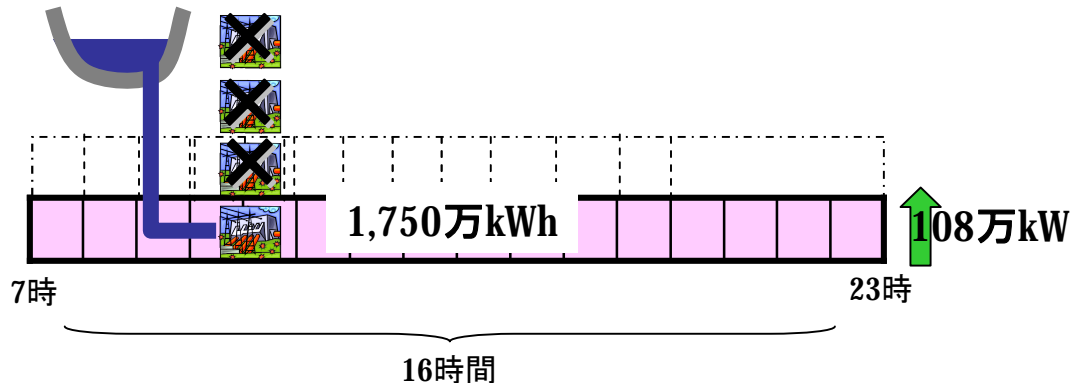


○従って、発電可能量が満水位の半分(1,750万kWh)の場合は、供給力も半分となります。

＜電力需要が低い(必要時間8時間)場合＞

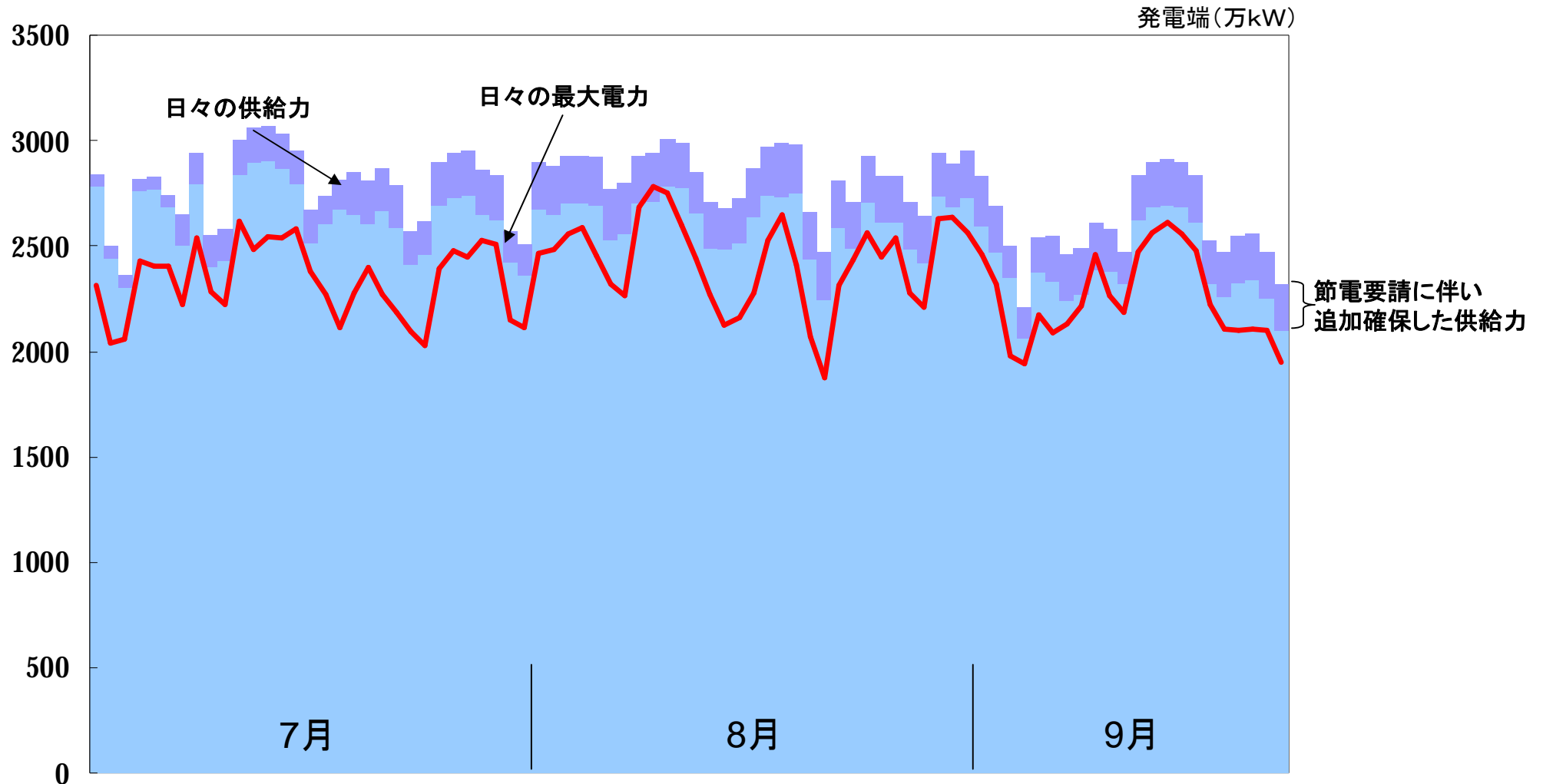


＜電力需要が高い(必要時間16時間)場合＞





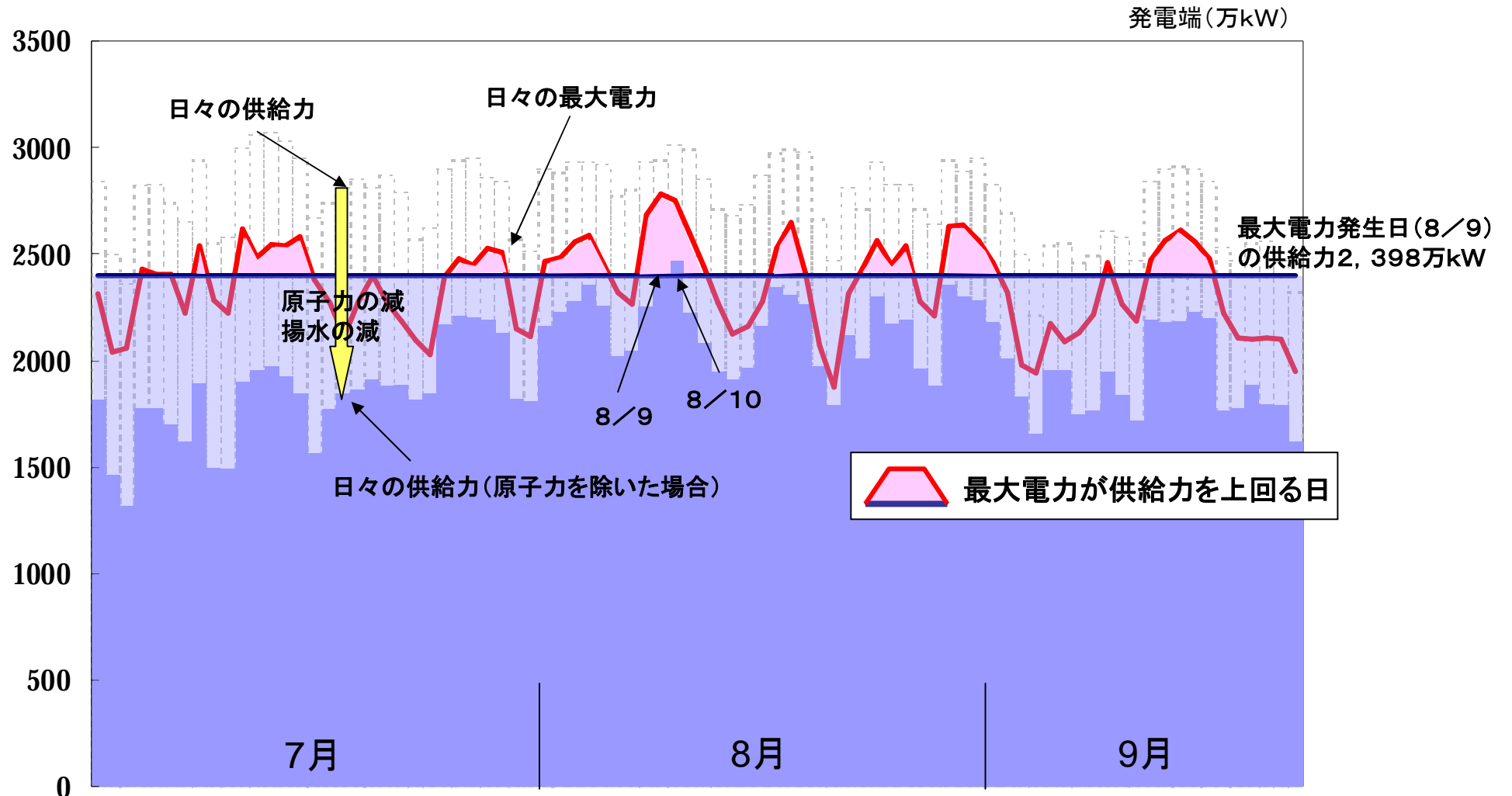
# 昨夏の日々の需給状況



供給力は、需要動向にあわせた、他社・融通からの受電量や火力発電の運転状況、また、出水状況に応じた水力発電の運転状況などにより、日々異なります。  
昨夏は、供給力確保の追加調達に努め、日々の最大電力が供給力を上回ることはありませんでした。

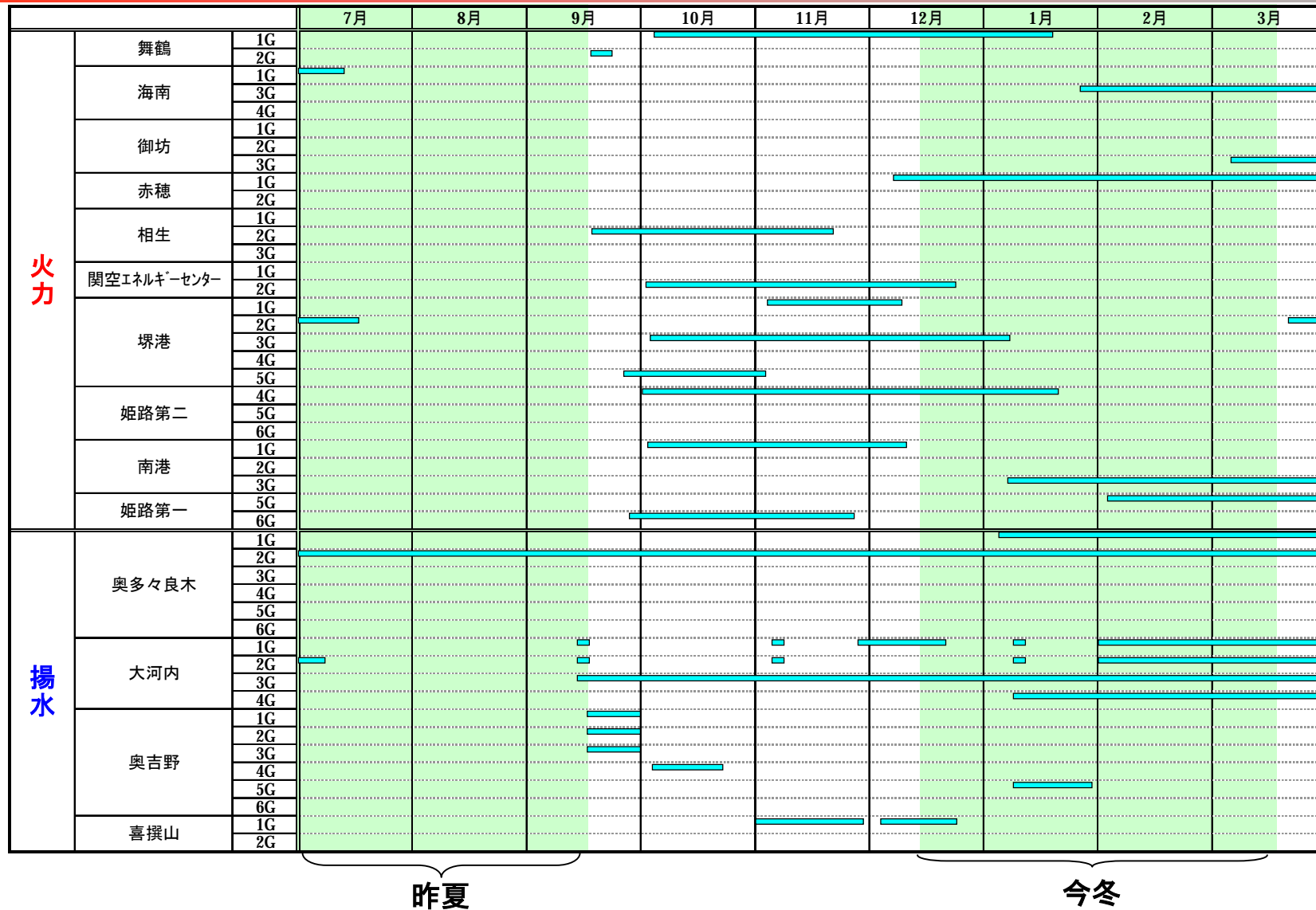
# 昨夏の日々の需給状況(原子力の供給力を除いた場合の試算)

【4ページの試算(原子力を除いた供給力)を日々実施した結果】



仮に毎日の供給力が8/9の2,398万kWであっても、7月から9月で41日、283時間は、需要が供給力を上回ることとなります。  
また、8/9では、9時から21時までの12時間が需要が供給力を上回ることとなります。  
※なお、試算での最大供給力は2,457万kW(8/10)となり、この場合、30日、174時間で、需要が供給力を上回ることとなります。

# 昨夏から今冬の火力・揚水の作業停止量(年初の計画)



作業停止(計画)



昨夏

今冬

○火力や揚水は、定期的に検査や補修が必要で、火力だけでも年間で平均すると毎月200万kW相当の作業停止を実施。  
 (定期検査: 火力: ボイラー点検2年に1回、タービン点検4年に1回、揚水: 3年に1回)  
 ○年初の計画では、夏はできるだけ作業停止を回避しますが、秋や冬には一定量の作業停止を計画していました。

# 昨夏から今冬の火力・揚水の作業停止量(実績)

			7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
火力	舞鶴	1G									
		2G									
	海南	1G									
		3G									
		4G									
	御坊	1G									
		2G									
		3G									
	赤穂	1G									
		2G									
	相生	1G									
		2G									
		3G									
	関空エネルギーセンター	1G									
		2G									
	堺港	1G									
		2G									
		3G									
		4G									
		5G									
姫路第二	4G										
	5G										
	6G										
南港	1G										
	2G										
	3G										
姫路第一	5G										
	6G										
揚水	奥多々良木	1G									
		2G									
		3G									
		4G									
		5G									
		6G									
	大河内	1G									
		2G									
		3G									
		4G									
	奥吉野	1G									
		2G									
		3G									
		4G									
		5G									
	喜撰山	6G									
		1G									
			2G								

作業停止(実績)



○実績では、昨夏・今冬は、年初に計画していた火力や揚水の作業停止は行わず、前倒しや春以降への延期を行っています。

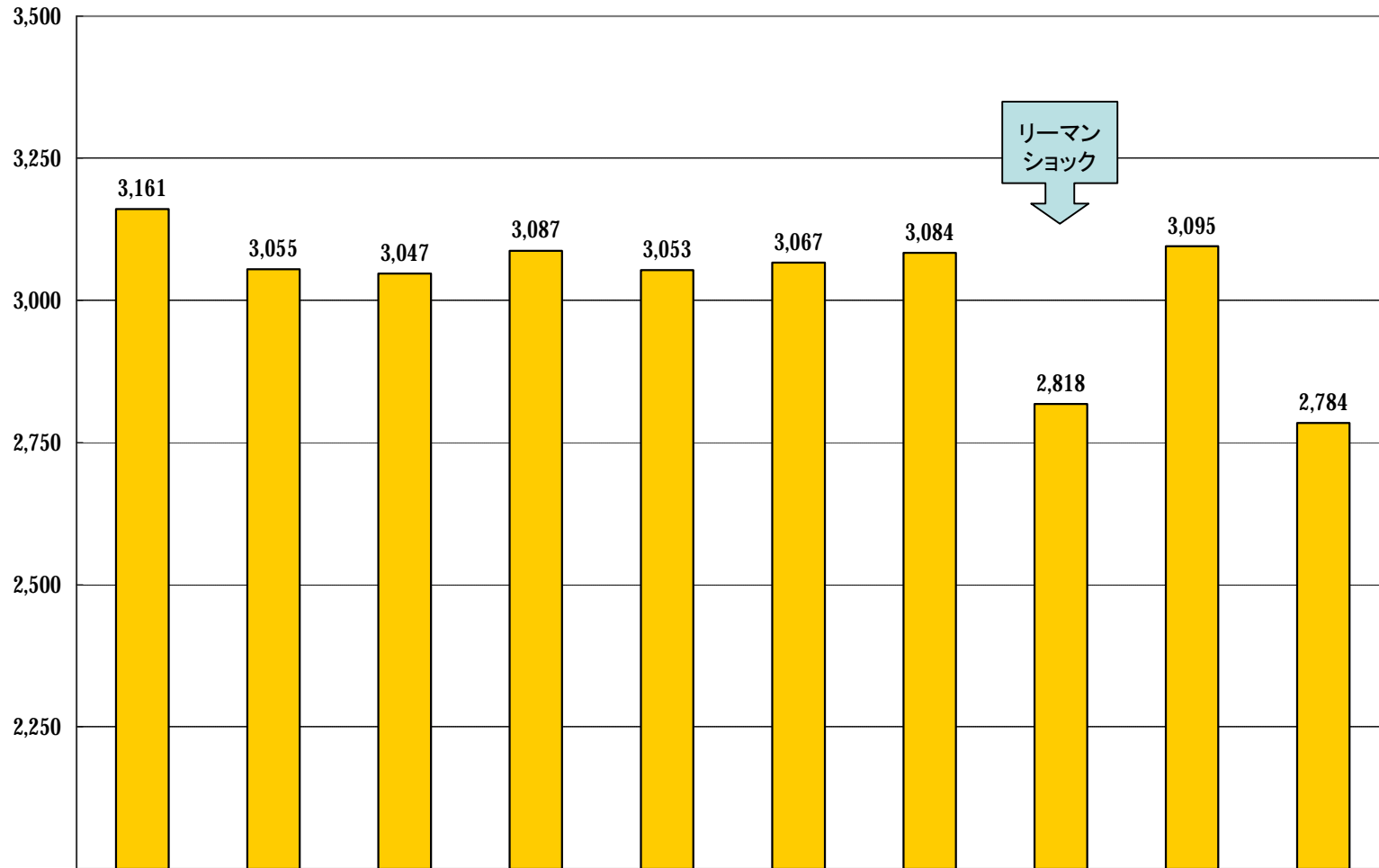
(秋への前倒し:舞鶴1号他3機:175万kW※) (春以降への延期:火力:姫一5号他8機:400万kW※、揚水:全ての大型作業) ※発電所出力の単純合計

○このような定期検査の延期は緊急的な対応であり、長期的に継続することは困難です。

○なお、昨秋は原子力が4台(337万kW)稼動していたため、需給状況に余裕があり、1ヶ月以上の作業も7台(326万kW※)実施しています。平成24年度は、恒常的な定期検査よりも多くの定検が必要になることが考えられます。

# これまでの最大電力の推移

(単位: 万kW, °C)



	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23
(a)最高気温	36.1	35.3	35.9	37.0	36.0	35.7	36.4	34.8	36.6	35.6
(b)過去20年の最大電力 発生日における最高気温平均	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9	35.9
(a)-(b)	0.2	▲ 0.6	0.0	1.1	0.1	▲ 0.2	0.5	▲ 1.1	0.7	▲ 0.3

# 需給調整契約(随時および計画)の現状

※数値についてはすべて2/19時点現在の概数で、四捨五入の関係上小計が合わない場合があります

		概要	H22年. 夏季	H23. 夏季	<参考>H23. 冬季
随時調整契約	瞬時調整特約	<ul style="list-style-type: none"> <li>当社の供給設備の事故、予想外の需要の急増による電力需給逼迫時に強制的、もしくは当社からの通告で負荷を遮断することに対し電気料金を割引。</li> </ul> <p>20回上限×5時間/回</p>	26口 約38万kW ※年度単位での契約	24口 約37万kW ※年度単位での契約	24口 約37万kW ※年度単位での契約
	通告調整特約	<ul style="list-style-type: none"> <li>当社からの通告により、翌日に実施される大幅な負荷抑制に対し電気料金を割引。</li> </ul> <p>20回上限×5時間/回</p>	---	新たに設定 4口 約1万kW	新たに設定 8口 約1万kW
	随時調整契約の合計 ※随時調整契約kWは契約値			26口, 約38万kW	28口, 約37万kW
計画調整特約	休日特約	<ul style="list-style-type: none"> <li>休日の振替や新たな休日の設定など、1日単位での負荷調整。</li> </ul>		拡充	新たに設定
	操業調整特約	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラントの補修や長期休日の設定など、週単位での負荷調整。</li> </ul>	約240口 約10万kW	約1,700口 約16万~約100万kW	約2,000口 約23万~約84万kW
	ピーク時間調整特約	<ul style="list-style-type: none"> <li>空調機器の一部停止や自家発の発電増加など月単位での負荷調整。</li> </ul>	※H22年度夏季最大電力発生日(8/19)における値	※計画調整特約kWは、日毎の契約調整電力合計値の最小値~最大値	※計画調整特約kWは、日毎の契約調整電力合計値の最小値~最大値
需給調整	需給調整特約S	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大需要電力が前年同月の最大需要電力を下回る場合に、それに相当する電気料金を割引。</li> </ul>	---	新たに設定 約61,000口 約53万kW	新たに設定 約66,000口 約28万kW
			※前年同月の最大需要電力と、当月の最大需要電力との差の合計		※前年同月の最大需要電力と、当月の最大需要電力との差の合計

## 需給調整契約の加入推奨

- 当社からの通告等により負荷遮断していただく随時調整契約と、お客さまの負荷シフト等により調整いただく計画調整特約に加え、前年との最大電力差を評価する需給調整契約をラインナップ。
- 自由化分野のお客さま(約12万口)の全数に対し、複数回アプローチし(訪問,DM送付,架電等)、加入を推奨。  
⇒生産工程や業務上支障がある等調整が難しいお客さまについてはやむを得ないが、可能な限り調整いただくことを交渉し、昨夏で約6万3千口、今冬で約6万8千口のお客さまに加入していただいた。

## 計画調整特約について

- お客さまに休日シフトや空調抑制等をお願いした結果、昨夏で最大約100万kWの調整力を確保できたが、調整日や調整時間により調整電力は大幅に異なる結果となり、常に一定の調整力が期待できるものではない。  
⇒日や時間帯により、約16万kW～約100万kW
- また、お客さまにできる限りの調整をお願いした結果、以下のお声もいただいております、これ以上の調整力確保は困難な状況。

- ・これ以上の調整は、生産量を大幅に落とす必要がある。〔印刷〕
- ・他の地域や関連企業などのサプライチェーンとの結びつきがあり、自社のみでの生産シフトは難しい。〔機械〕
- ・操業シフトを行った結果、休日勤務等が増え従業員からの不平、不満、反発が大きいため、今後の実施は難しい。〔食品〕
- ・昨夏も室温UPで顧客クレームが発生しており、これ以上の調整は営業するなというに等しい。〔飲食〕
- ・冷凍機の設定温度の変更や間引きは商品劣化を招き、企業の信用に関わる問題となる。〔食品〕
- ・休日やシフトの変更となれば、路線バスや電鉄のダイヤ変更がないと通勤が困難。また物流関係のコストも増加。〔機械〕
- ・自家発電導入により3億円近くコストがかかった。電気料金の割引だけでは全く割に合わない。〔食品〕

## これまでの需要面での対策

- ・以下のこれまでの取組みは、一定の効果を挙げている
- ・特に昨夏の需給逼迫時における最大電力の抑制にも効果が現れている

### ■ 予め定められた時間帯別単価や割引単価によるデマンドレスポンスメニュー

「時間帯別料金メニュー」、「需給調整メニュー」

### ■ ご使用状況の「見える化」

「はぴeみる電」（ご加入件数：約10万件（H24.2現在））  
「でんき予報」

### ■ 細やかな計量が可能なスマートメーターの導入

お客さまサービスの向上と業務運営の効率化を目指し、スマートメーターを導入

		現在（H24年1月末）
低圧部門		約114万台（1割弱）
高圧部門	a. 概ね500kW未満	約9万台（約8割）
	b. 概ね500kW以上	約1.2万台（9割超）
総需要に対する割合		約6割

## 今後の需要面での対策の強化

これまでの取組みに加え、さらに今後は、需給状況、お客さまの受容性や実運用面などを考慮しつつ、以下について取り組みます

### ■ その時々々の需給に応じた柔軟なデマンドレスポンスメニュー

### ■ ご使用状況の「見える化」の普及拡大

「はぴeみる電」のさらなる加入件数拡大

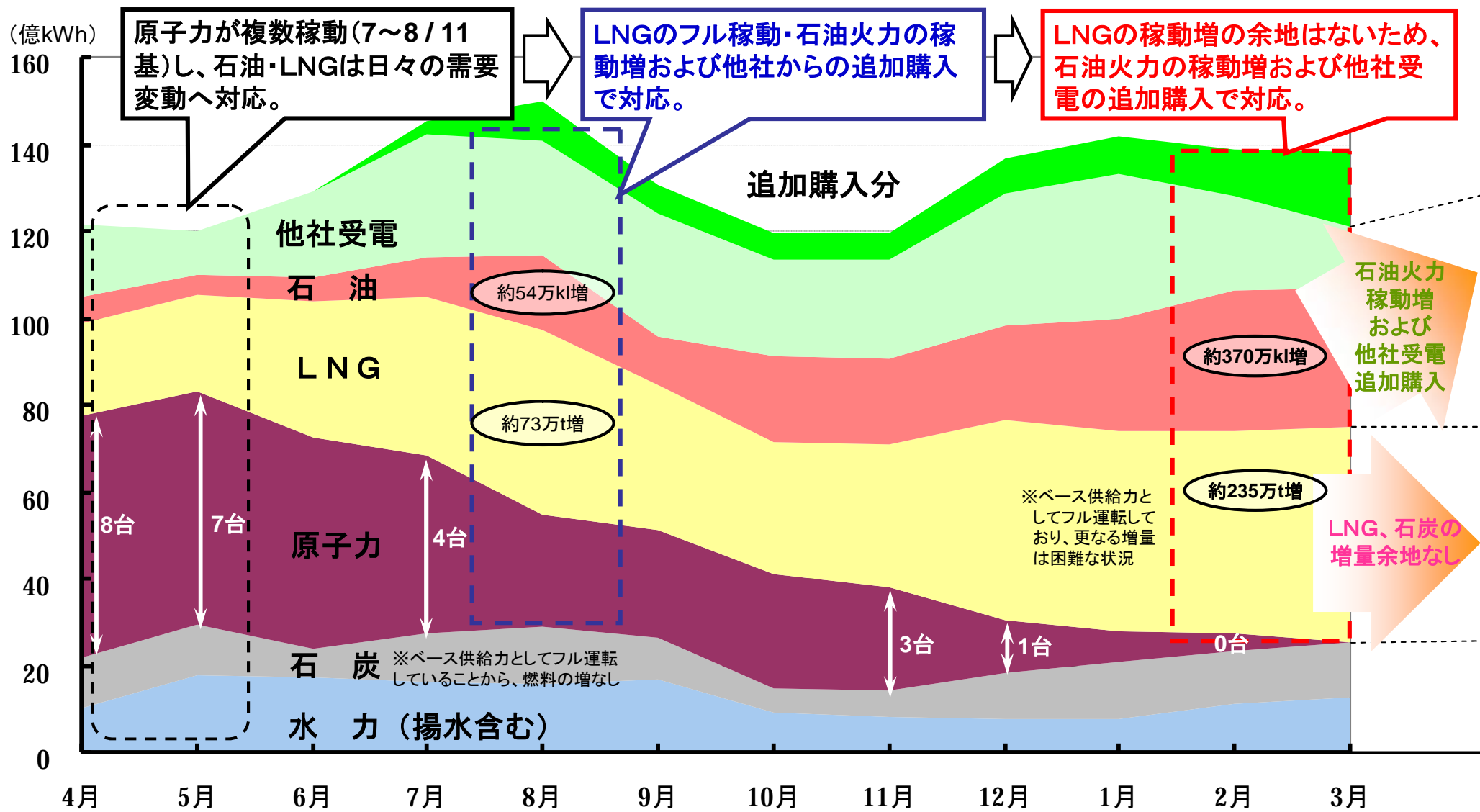
### ■ 上記の環境整備として、スマートメーターの普及拡大

5年後（H28年度）	約10年後
約650万台（約5割）	約1,300万台（全数）
約11万台（全数）	約11万台（全数）
約1.3万台（全数）	約1.3万台（全数）
約8割	全数



## 2. 原子力停止の影響

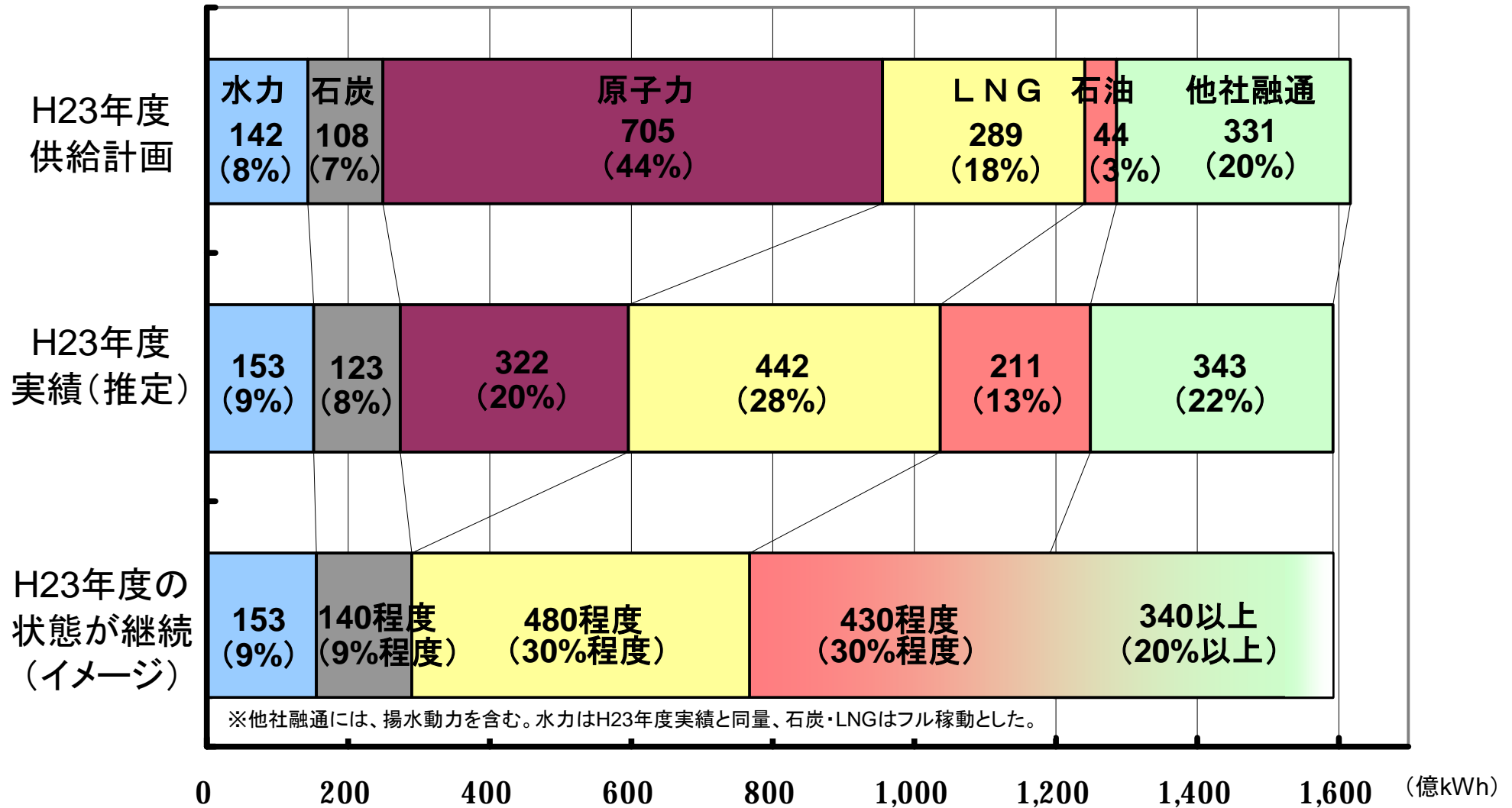
# 平成23年度の発電電力量推移



原子力が順次停止したことにより、火力発電所の負担が増大する現状では、石油火力の稼動増および他社からの追加購入に頼らざるを得ない状況。

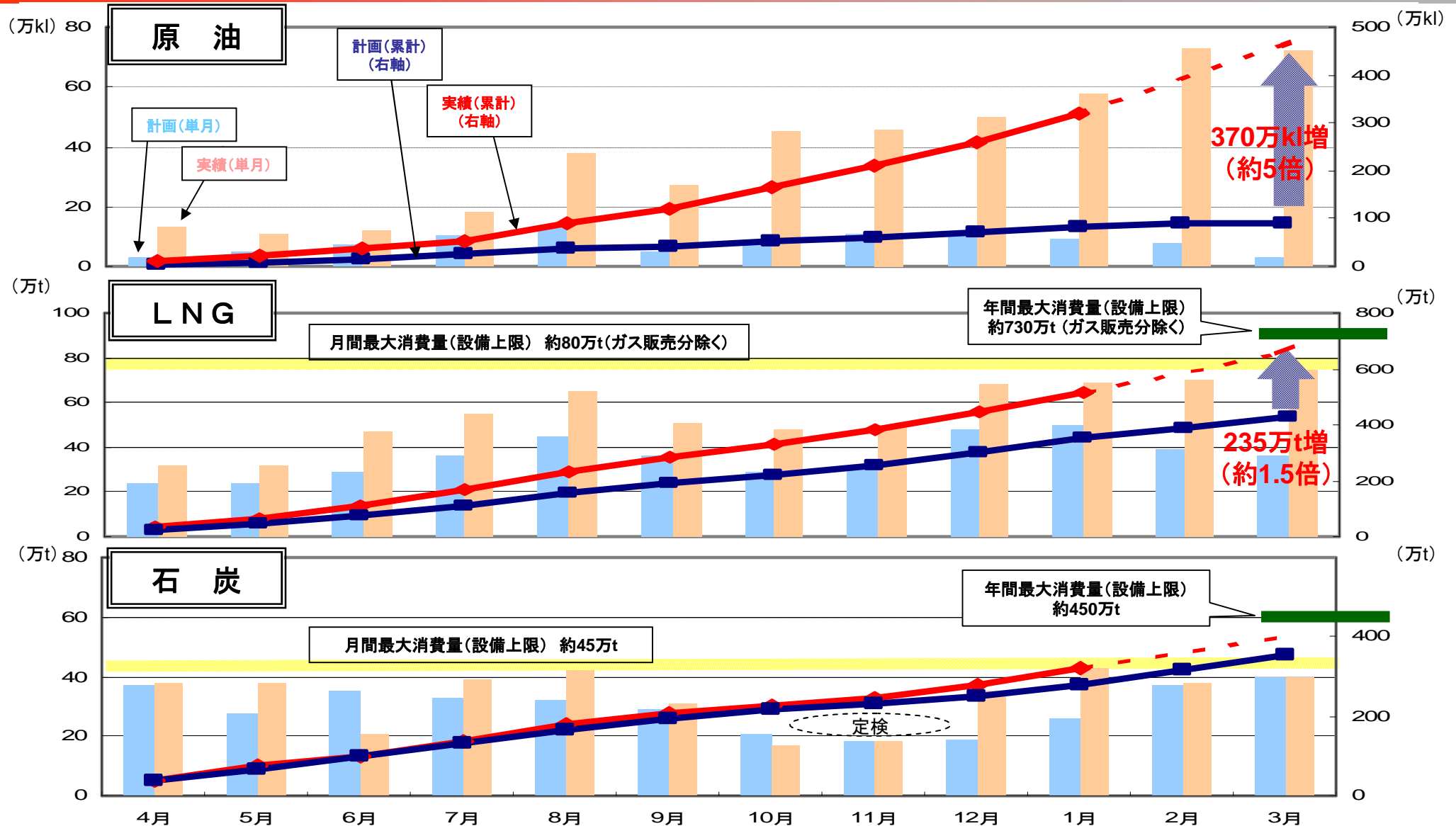
# 発電電力量の変化

[発電端]



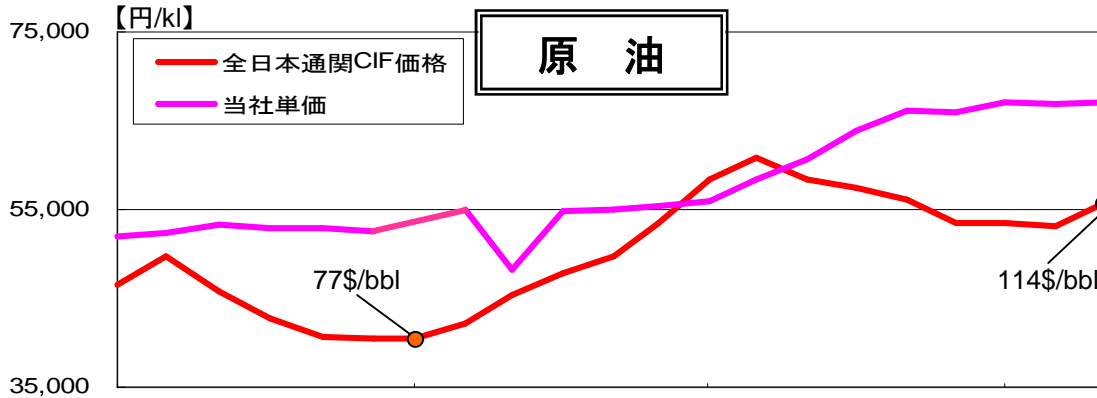
原子力が停止することに伴う発電電力量の減少分を、石炭・LNGのフル稼働および他社からの購入増および石油火力により補うものの、そのほとんどは石油火力で代替することとなる。

# 平成23年度火力燃料消費量の推移

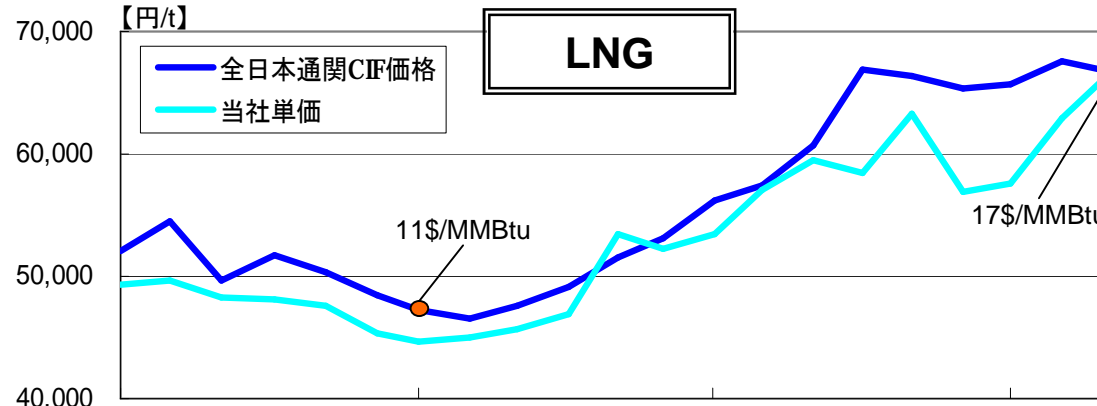


原子力発電所の停止により、平成23年度火力燃料消費量(推定)は当初計画と比べ、石油が約5倍、LNGが約1.5倍に増加。石炭・LNGは設備上限に。

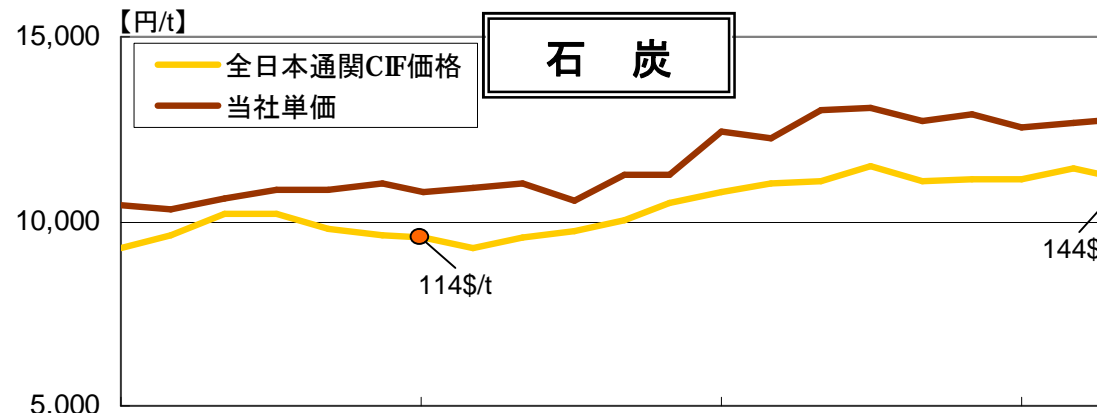
# 燃料単価の推移



○厳しい環境規制に対応した超低硫黄原油を使用するため、当社単価は、中東原油が大半を占める通関価格より割高に  
○さらに当社単価には、石油石炭税(2,040円/kl)や基地・内航経費等を含む



○当社単価には、石油石炭税(1,080円/t)等を含むが、全日本通関CIF価格より割安に推移



○当社単価に含まれる石油石炭税(700円/t)等を除けば、全日本通関CIF価格並みに推移

2010/4月      2010/10月      2011/4月      2011/10月

注: 当社単価は、統計上の異常値発生時(消費量ゼロの月等)は補正している

## 日本

### ○LNGのみのマーケット

・石油価格リンクが主流、自国産他資源や、パイプラインでのガス輸入による代替といった**売主に対する牽制材料が少ない**ため、石油価格・スポット需要の影響を直接的に受けやすい

## 欧州

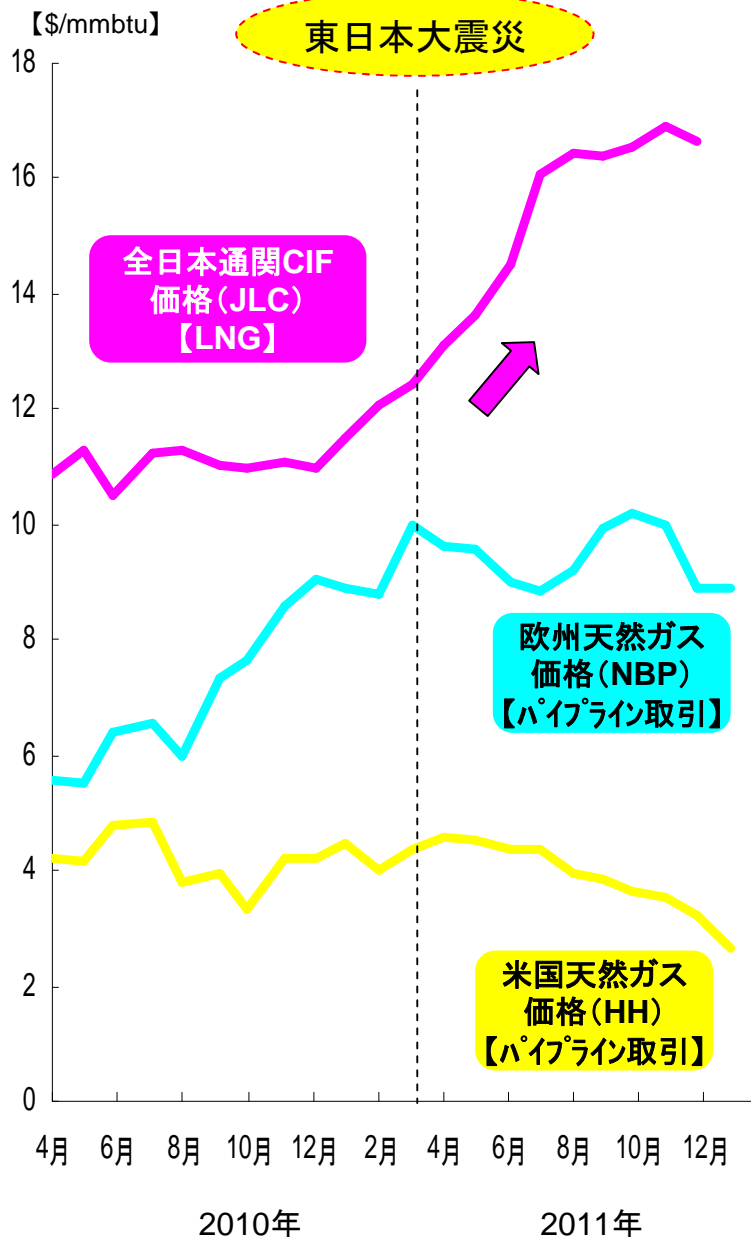
### ○LNG・パイプライン取引並存のマーケット

・パイプラインガスが牽制材料となり、LNG価格も石油価格リンク→NBPリンクとなるものも出現、日本マーケットとの乖離が拡大

## 米国

### ○パイプライン取引のみのマーケット

・シェールガス開発進展により、米国のLNG輸入は商業的に成立しなくなった  
 ・ガス需給は緩和、マーケットは低位安定



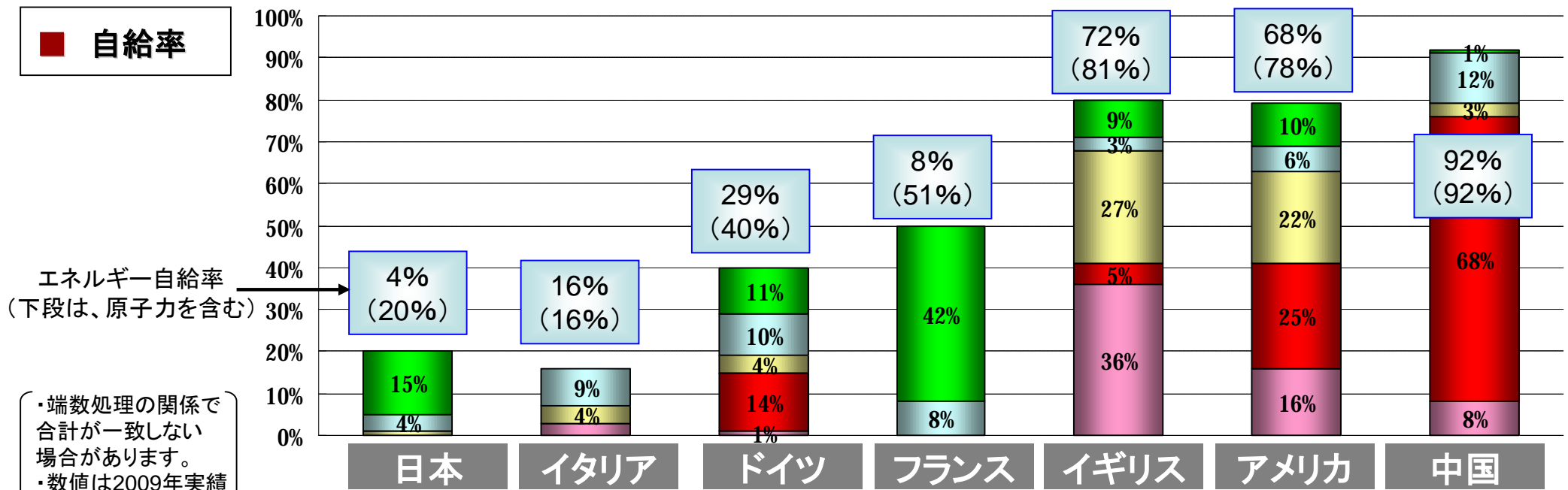
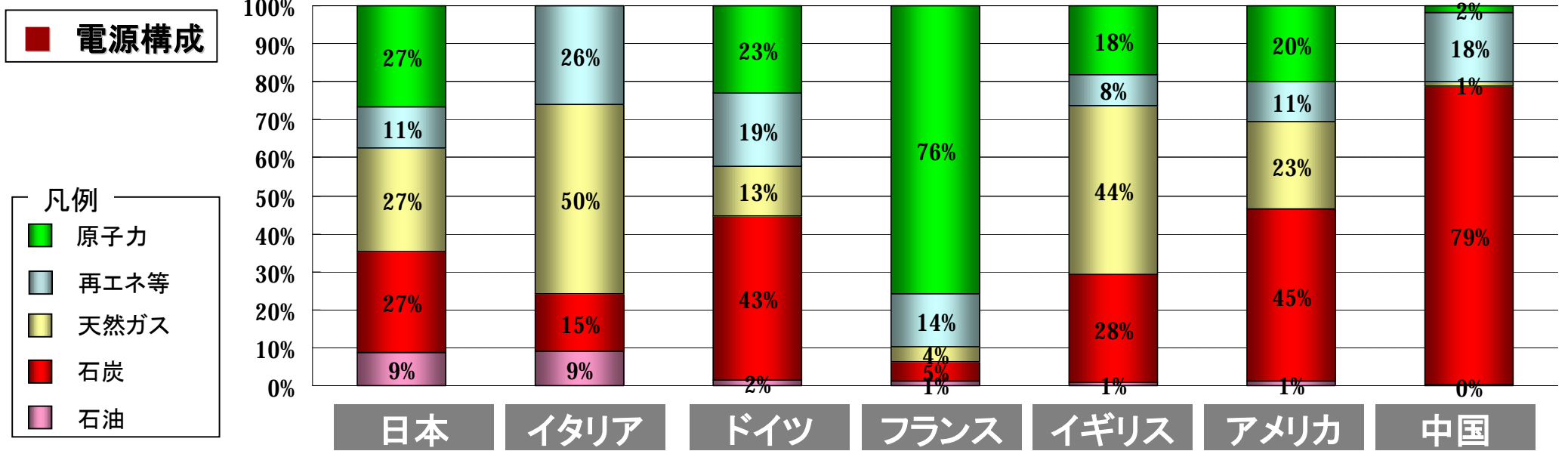
## 日本の価格動向

○**原油価格上昇**に加え**震災後の需給逼迫懸念によるスポット価格高騰**により、**日本のLNG価格は急騰**。今後も高水準のLNG需要が継続すれば、引き続き高値で推移する可能性が高い

・中長期的にアジア新興国の大幅需要増も背景に、新規契約・価格改定を迎えるLNG契約についても、**売主主導での価格交渉を余儀なくされ、高値で契約せざるを得ない可能性も**

・加えて、**イランによるホルムズ海峡封鎖**が現実のものとなった場合、世界のLNG輸出の1/3を占めるカタール・UAEからの供給が途絶することとなり、**更なる価格高や、供給不安が発生するリスクもあり**

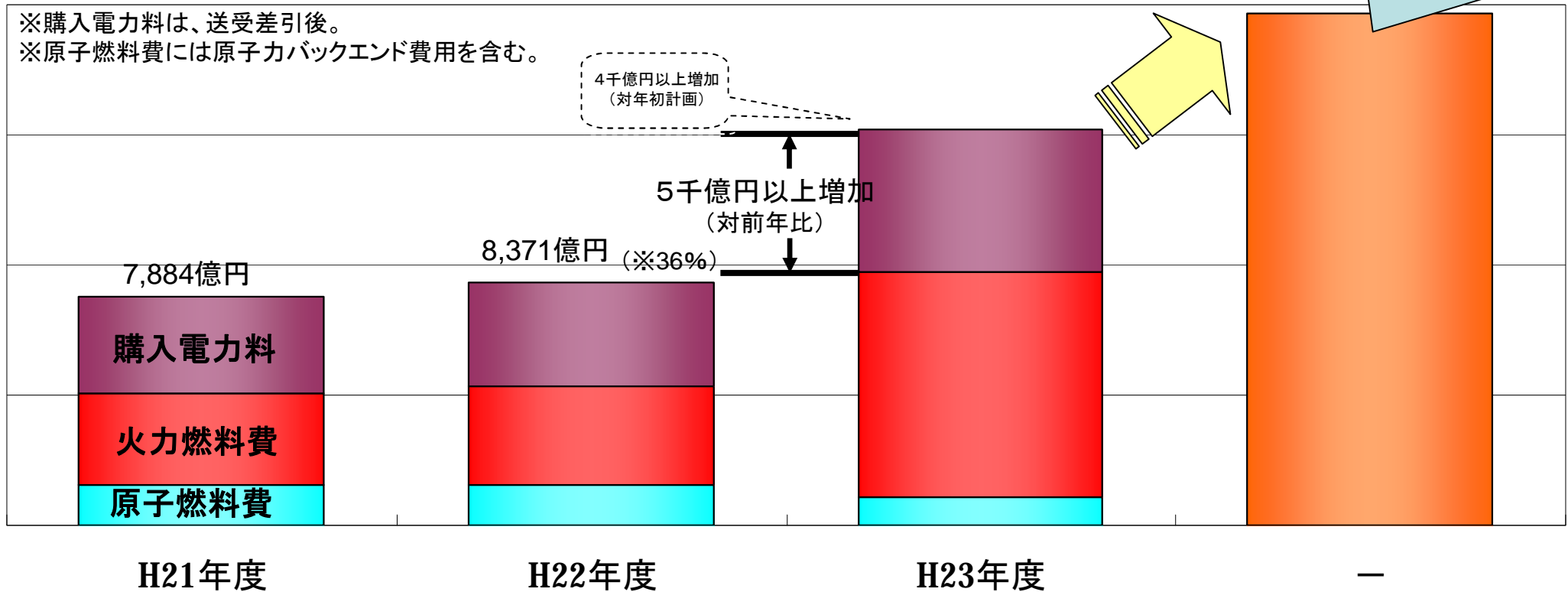
# エネルギー自給率と電源構成の国際比較



# 火力燃料費等の推移

仮にH23年度の原子力1%変動影響額95億円\*を基に試算すると、H23年度より約4千億円の燃料費増影響となる。  
 (38% × 95億円\* = 4,000億円)  
 ※原子力の代替電源をLNG:石油=1:1と仮定。実際には、石油火力中心の運用となるが、実際の収支影響は算定困難。

※購入電力料は、送受差引後。  
 ※原子燃料費には原子力バックエンド費用を含む。



(※)H22年度の経常費用(2兆3,031億円)に占める割合

原子力利用率

H21年度	H22年度	H23年度
77%	78%	約38% (H24/2原子力全停止)

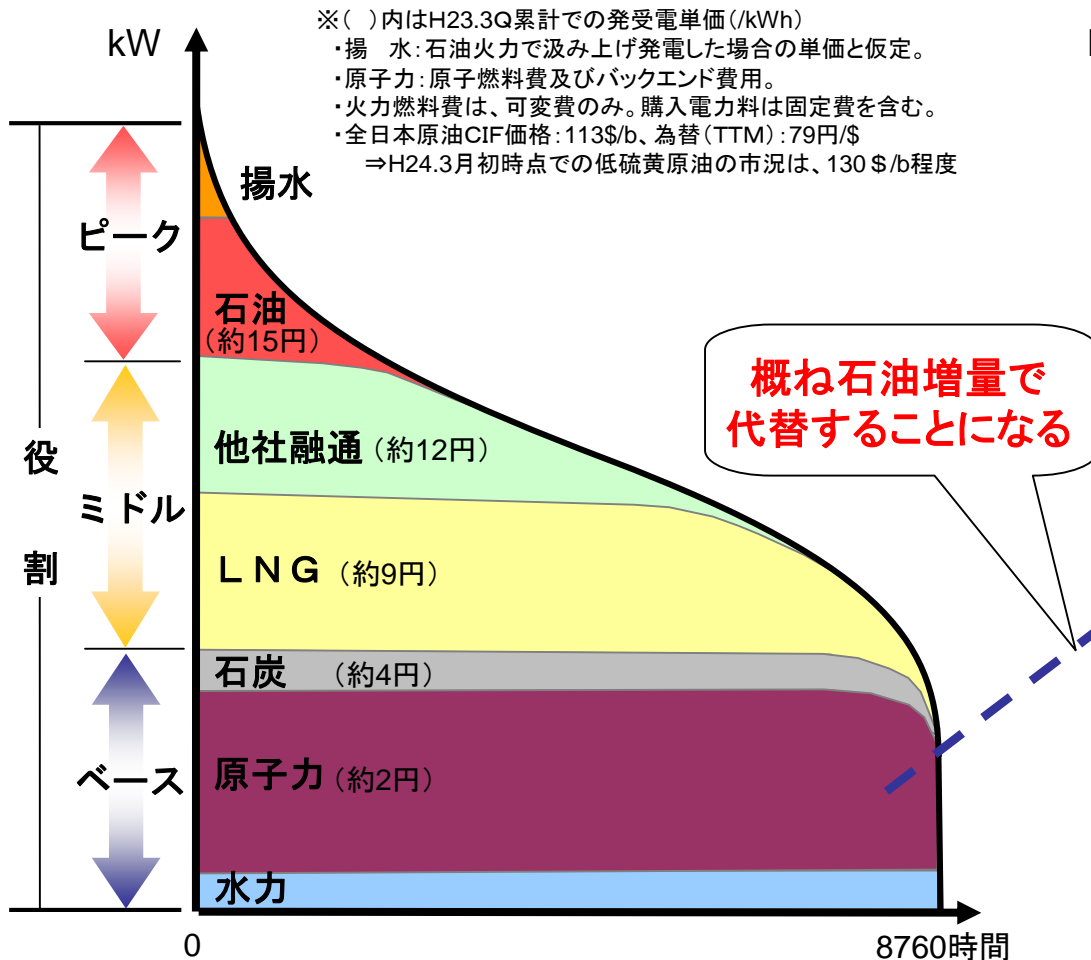
〔仮にH23年度の状態が継続した場合。〕

原子力発電所停止の代替として、震災影響などにより高騰するLNG・石油火力の稼動が増え、火力燃料費が大幅に増大(他社からの購入電力料も増大)。

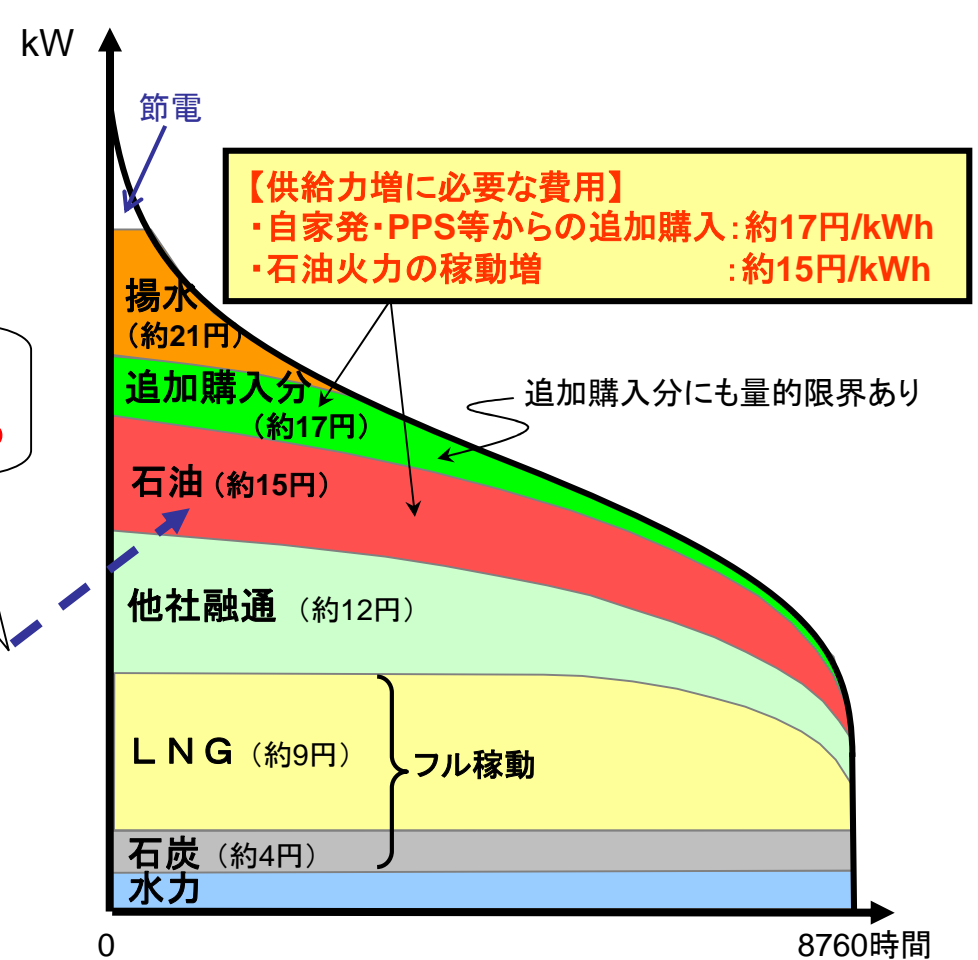


# 原子力停止の他電源による代替影響

## H23年度供給計画時のイメージ



## 原子力を除いた場合のイメージ

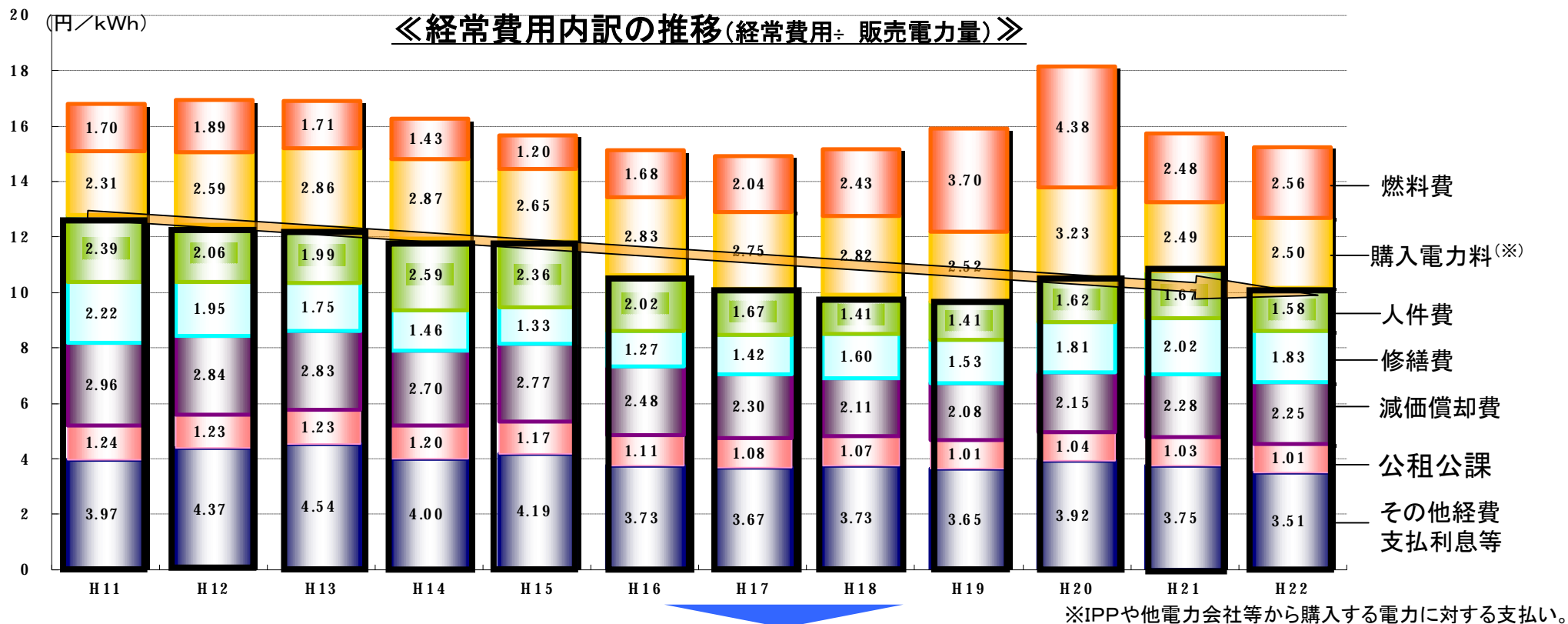


原子力が停止することで、ベース部分はLNGのフル稼働および一部の石油で対応することになる。ミドル部分は他社からの購入を増やすものの、概ね石油火力で代替することになる。また、ピーク対応は石油、他社追加購入に加え、揚水で補うため、燃料費・購入電力料が増大する。

## 3. 当社の効率化

# 電気料金の低減について(費用構造の変化)

**n** 人件費・減価償却費・修繕費といった事業者の経営努力が及ぶコストについては低減。



効率化の成果として、過去10年間で5回にわたり、単純累計で17.33%の電気料金引下げを実施。

<参考: 当社の料金改定実績(届出制開始以降)>

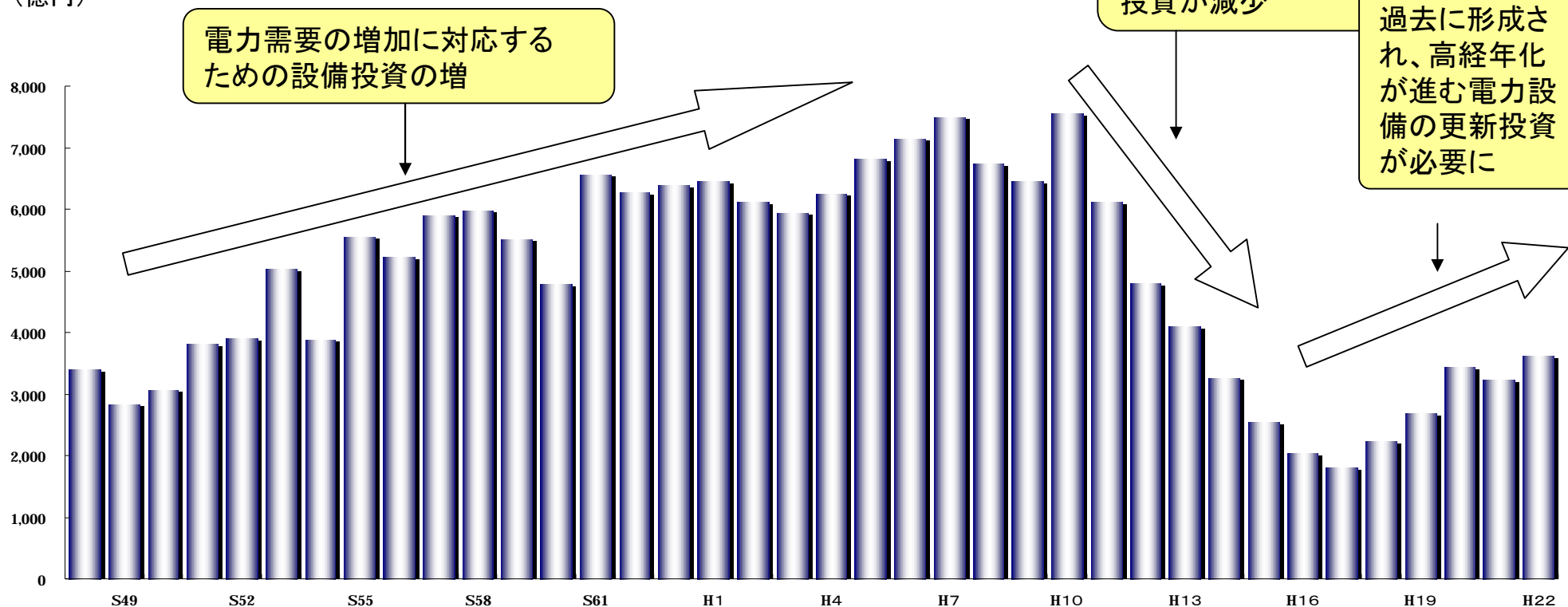
実施年月	H12. 10	H14. 10	H17. 4	H18. 4	H20. 9
改定率 (規制分野※)	▲4. 20%	▲5. 35%	▲4. 53%	▲2. 91%	▲0. 34%

※規制分野の範囲は以下のとおり。  
 ・平成12年10月1日～: 電灯、低圧・高圧電力 ・平成17年4月1日～: 電灯、低圧電力

- n 近年の電気事業者による効率化の推進、電力需要の伸びの鈍化に伴い、新たな設備の拡充に係る設備投資は減少。
- n 今後、過去に建設してきた設備の更新時期を迎えることとなるが、建設費の抑制に努めつつ、電力設備の更新を着実に推進。

## 《 設備投資額の推移 》

(億円)



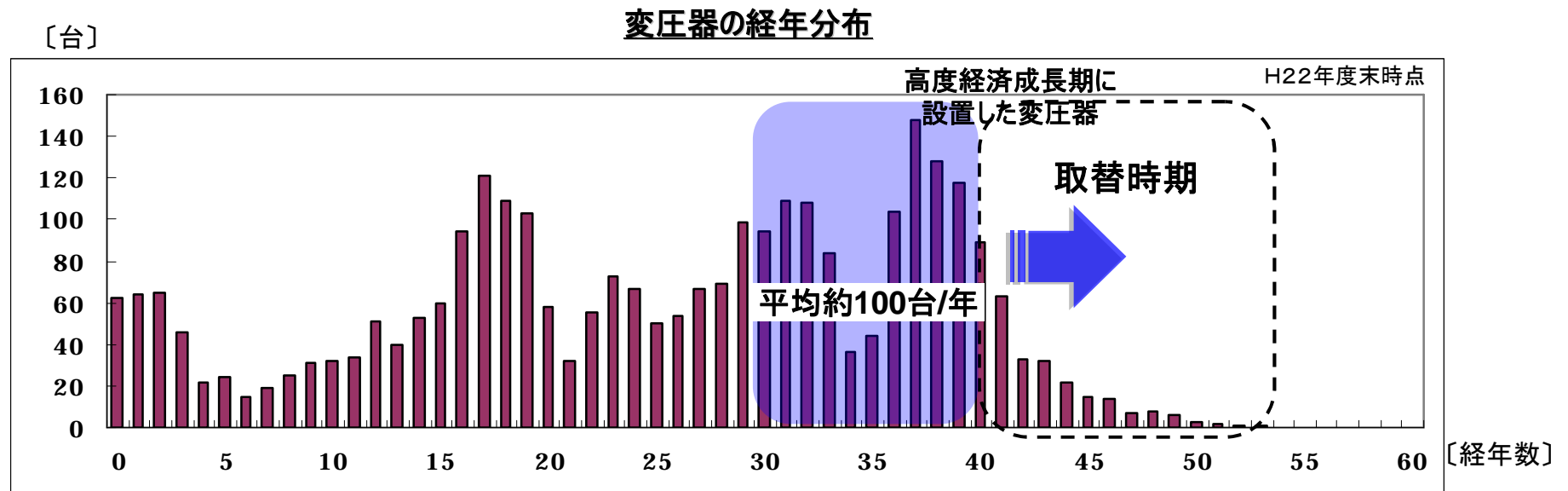
- n 電源設備については、姫路第二火力発電所や黒部川第二水力発電所等における更新工事や発電所の主要機器の取替工事など、高経年化対策工事の増加を見込んでいる。
- n 流通設備についても、高度経済成長期に建設した設備を中心に改修時期を迎えてきており、設備の経年や使用環境等により優先順位をつけて、順次改修工事を実施していく必要がある。

## 《主な電力設備の更新投資》

(変電設備) 変圧器は約3千台あり、現在、年間60台程度の取替を実施している。今後、取替時期(設置後40~50年)を迎える変圧器数が増加する見込みである(設置後30~40年の台数 平均約100台/年)。

(送電設備) 鉄塔は約3万基あり、現在、年間30基程度の建替を実施している。今後も信頼度を維持していくためには、従来ペースにも増して計画的に建替を実施していく必要がある。

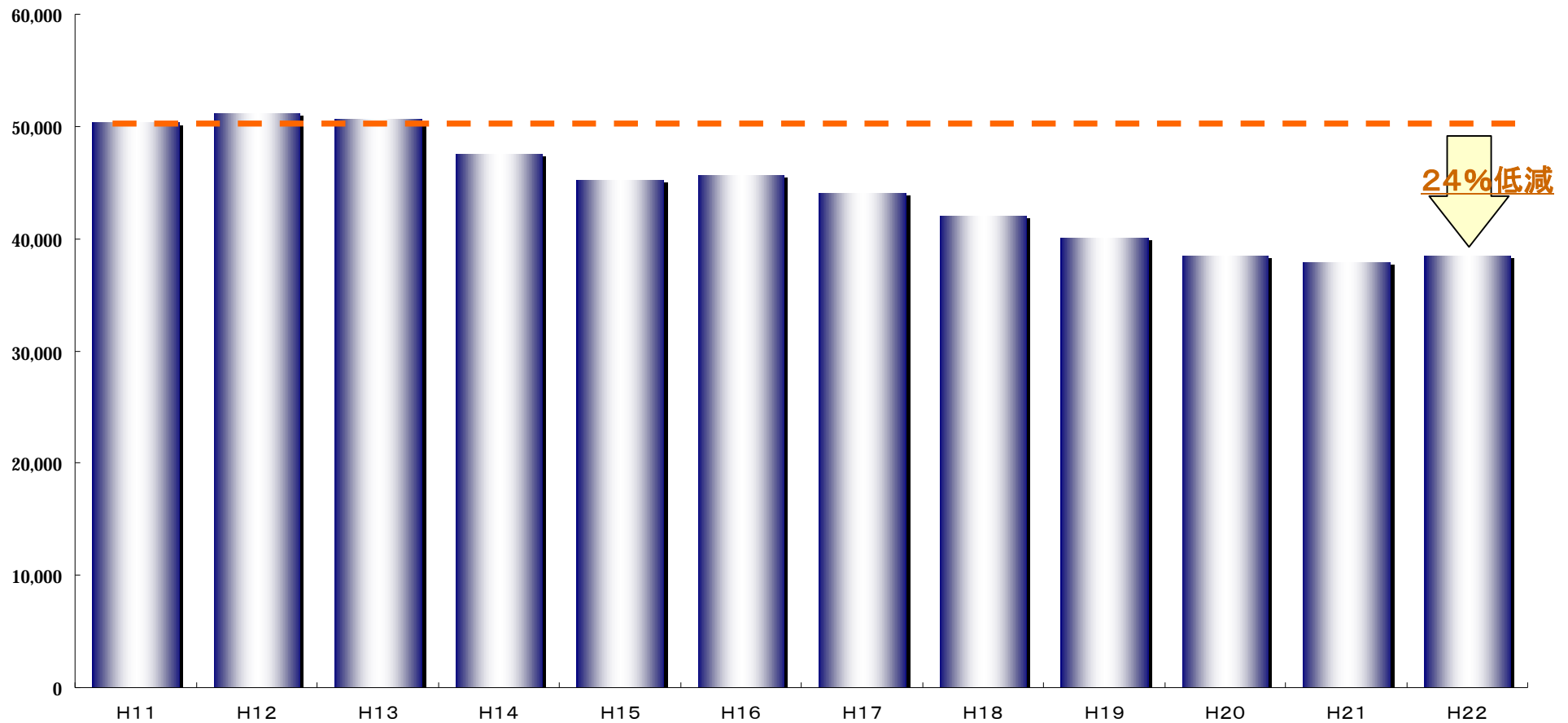
(配電設備) 電柱は約260万本あり、現在、年間2万本程度の取替を実施している。今後、劣化設備が増加していく見込みであり、劣化度合いを見極めつつ効率的かつ効果的に改修を進める必要がある。



n 設備投資の効率化等により、電気事業固定資産は、24%低減。(平成11年度末比)

(億円)

## 《 電気事業固定資産の推移 》



# 人件費の効率化

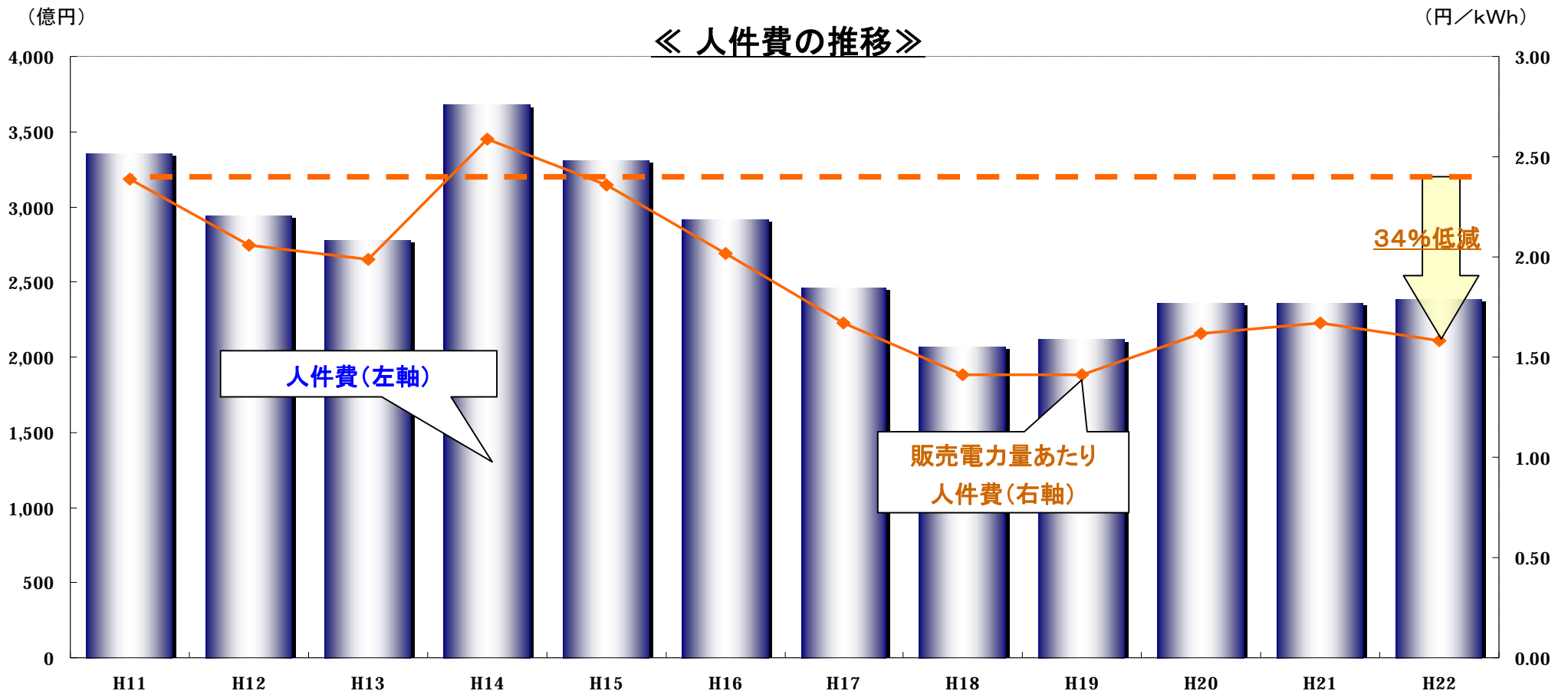
■ 要員の効率化(※)や諸制度の見直しなど、不断の努力により人件費を削減。



**販売電力量あたり人件費: 34%低減**(平成11年度比)

※ 従業員数 : H11年度末 26,248名 → H22年度末 22,207名 (▲4,041名)

《 人件費の推移 》



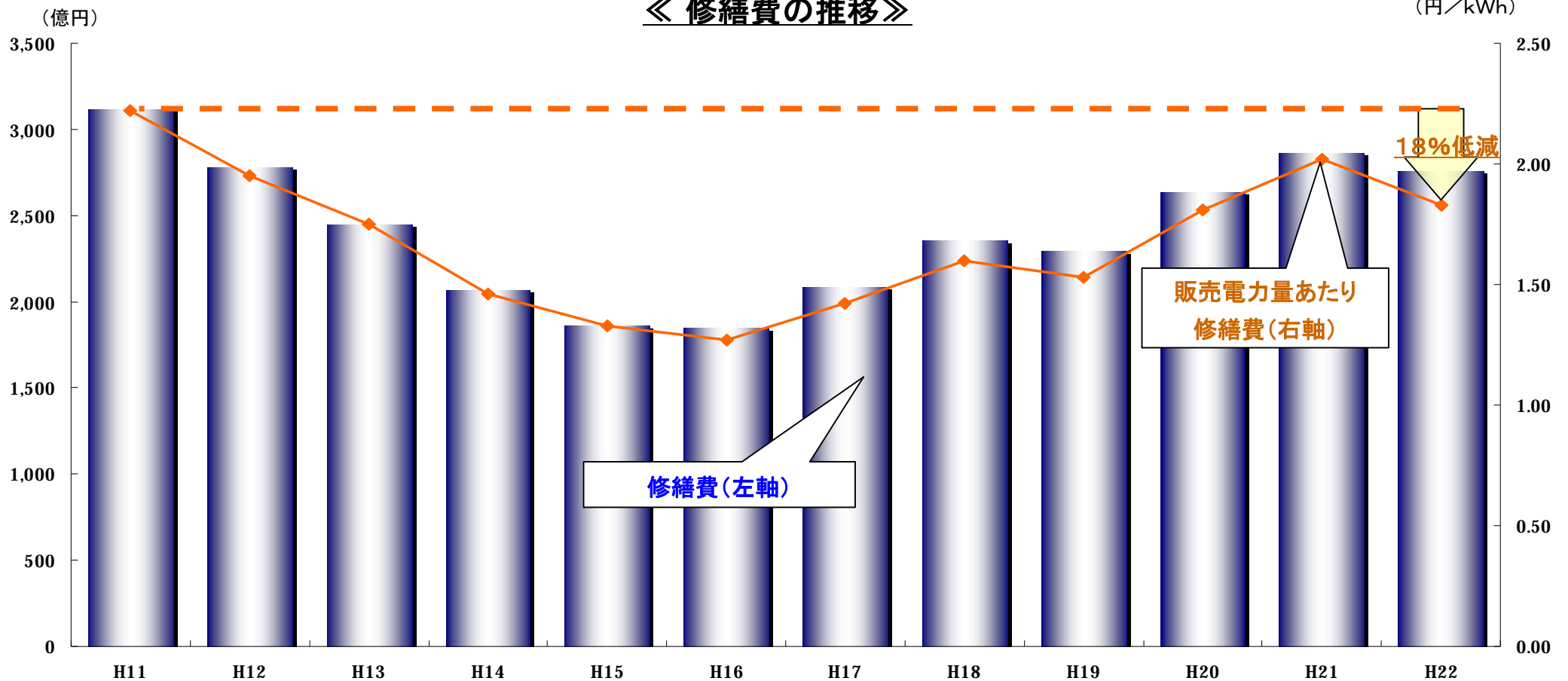
人件費の内訳: 役員給与、給料手当、給料手当振替額、退職給与金、厚生費、委託検針費、委託集金費、雑給

n 近年は、電力設備の高経年化対策等による負担が増加しているものの、設備保全の効率化により修繕費を削減。



**販売電力量あたり修繕費: 18%低減** (平成11年度比)

《 修繕費の推移 》



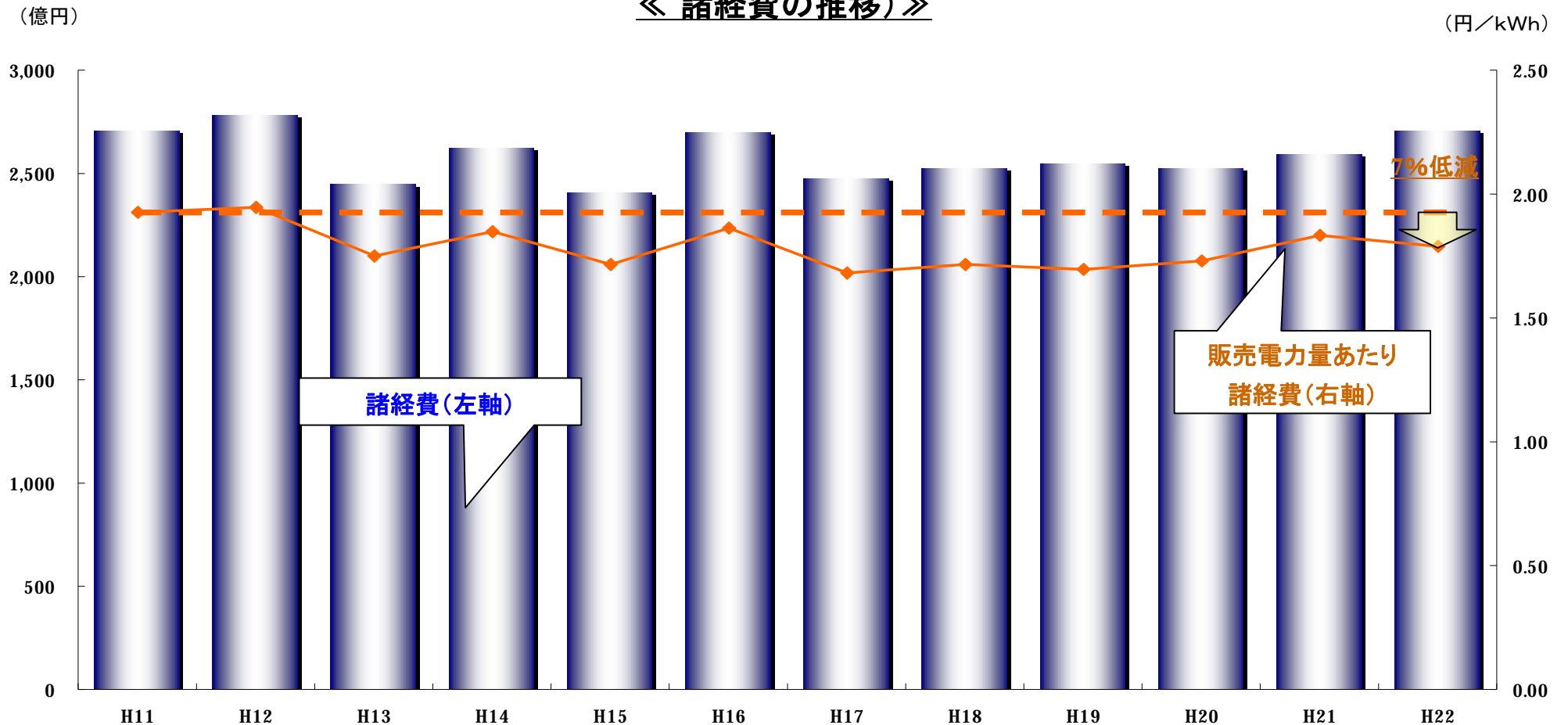


n 業務運営の効率化やITの活用などにより諸経費を削減。



販売電力量あたり諸経費:7%低減(平成11年度比)

## 《 諸経費の推移 》



諸経費の内訳: 消耗品費、賃借料、委託費、普及開発関係費、養成費、研究費、諸費(排出権償却費除く)

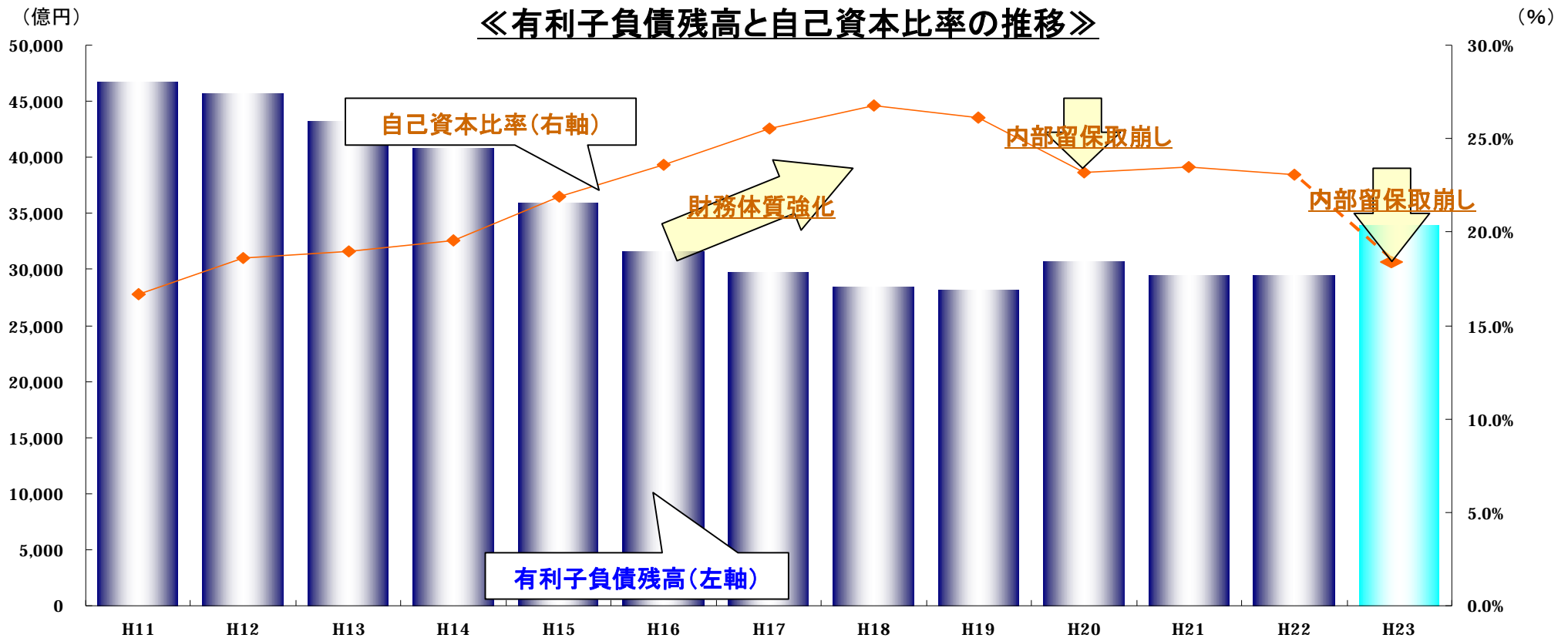
# 業務運営効率化の主な具体例(1)

項目		取組み内容	
組織・事業運営 の効率化	制御所の廃止	《H13→H20年度》 <b>▲60箇所</b> [60→0箇所]	・制御所の運転機能を8支店2支社の給電制御所へ移管
	営業所の統廃合	《H15年度》 <b>▲21箇所</b> [38→17箇所]	—
	電力所の再編	《H15年度》 <b>▲9箇所</b> [17→8箇所]	—
人事労務諸制度 の見直し	人員の削減 (期末在籍人員)	《H11→H22年度末》 <b>▲4,041名</b> [26,248→22,207名]	・組織、業務運営の見直し ・採用の抑制 ・期間を限定した早期退職の実施等
	確定拠出年金制度 の導入	(収支の安定化)	・年金資産の運用結果が、収支に影響を与えない仕組みに変更
	保養所の廃止	《H17年度》 <b>▲8箇所</b> [10→2箇所]	—

## 業務運営効率化の主な具体例(2)

項目		取組み内容	
土地の有効活用		《H12→H22年度》 約3,500件、 400万㎡の土地を 594億円で売却	<ul style="list-style-type: none"> <li>・H12年に宅地建物取引業免許を取得し土地の有効活用を開始</li> <li>・鉄塔跡地等の不要資産を積極的に売却</li> <li>・事業所の統廃合や社宅・寮の効率化などにより生み出された土地についても売却や貸与を推進</li> </ul>
グループ事業の再編	関係会社の整理・統合	《H16→H17年度末》 ▲17社 [29→12社]	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電保全や発電エンジニアリング等の関係会社を、分野・機能別に特化</li> </ul>
	労働条件の見直し	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・賃金等労働条件を業界並み水準に</li> </ul>
	間接業務の集約化	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グループの間接業務を「関電オフィスワーク」に一元化</li> </ul>

- n 効率化成果の一部を内部留保することで財務体質を強化し、資金調達コストを抑制することで、電気料金を中長期的に安定化・低廉化。
- n また、収支悪化のタイミングにおいても内部留保を取り崩すことにより、値上げを回避。



<参考: 当社支払い利息の推移(億円)>

※H23年度は見通し

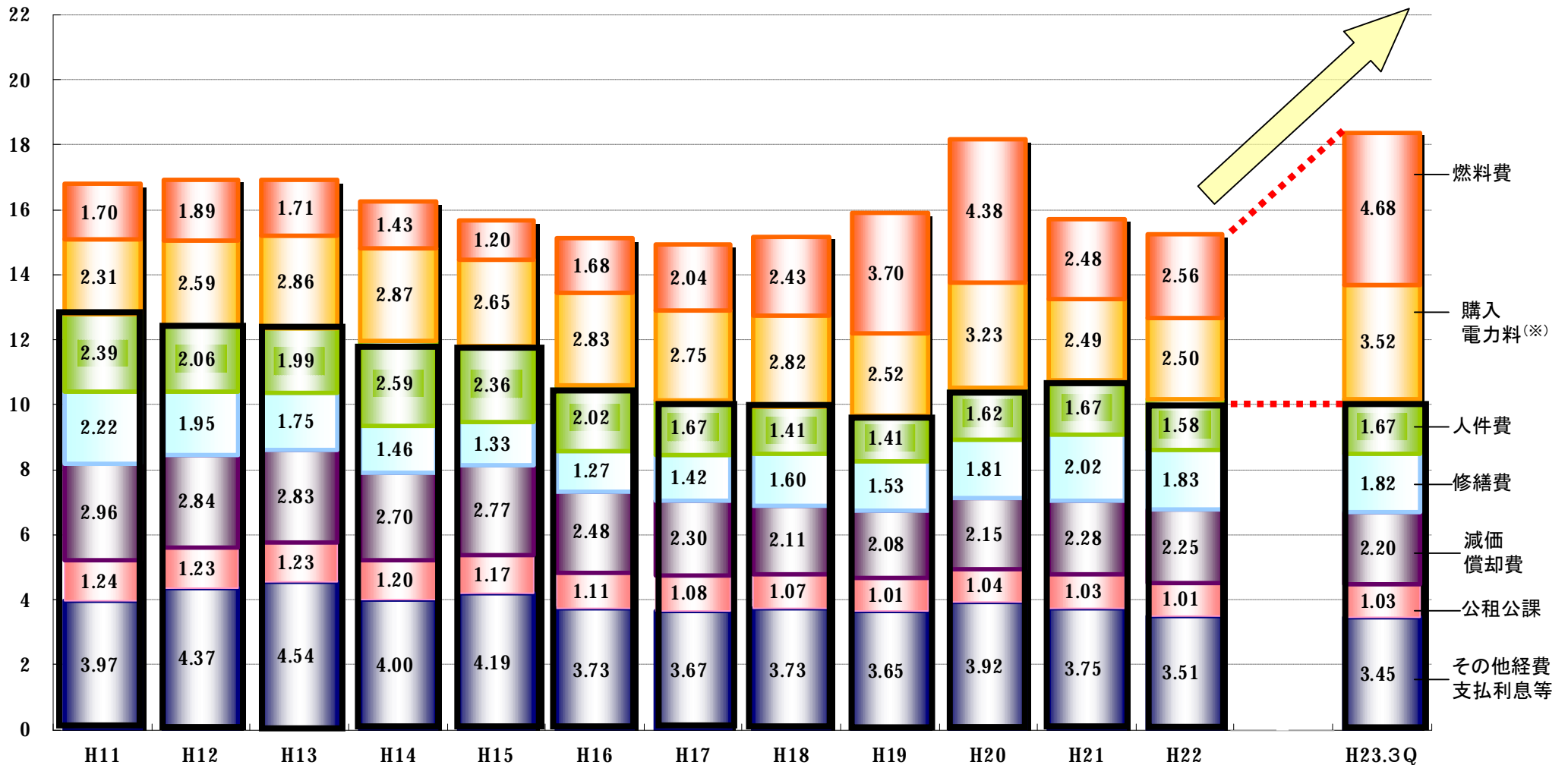
H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22
1,467	1,476	1,259	1,110	985	778	626	565	526	514	497	469

# 至近の費用構造の変化について

n 平成23年度については、原子力発電所不稼動の影響により燃料費や購入電力料が著しく増加

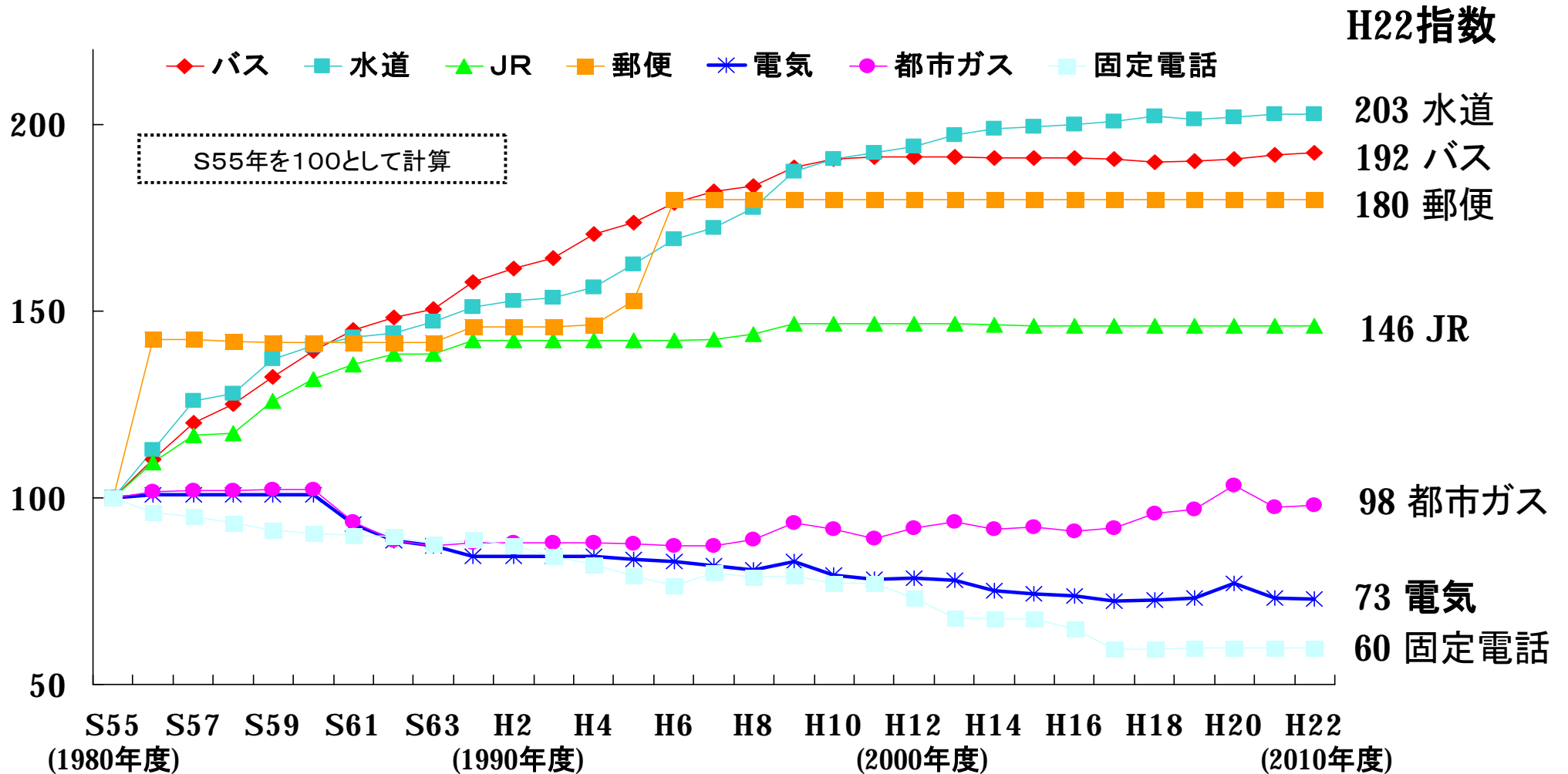
(円/kWh)

《経常費用内訳の推移(経常費用÷販売電力量)》

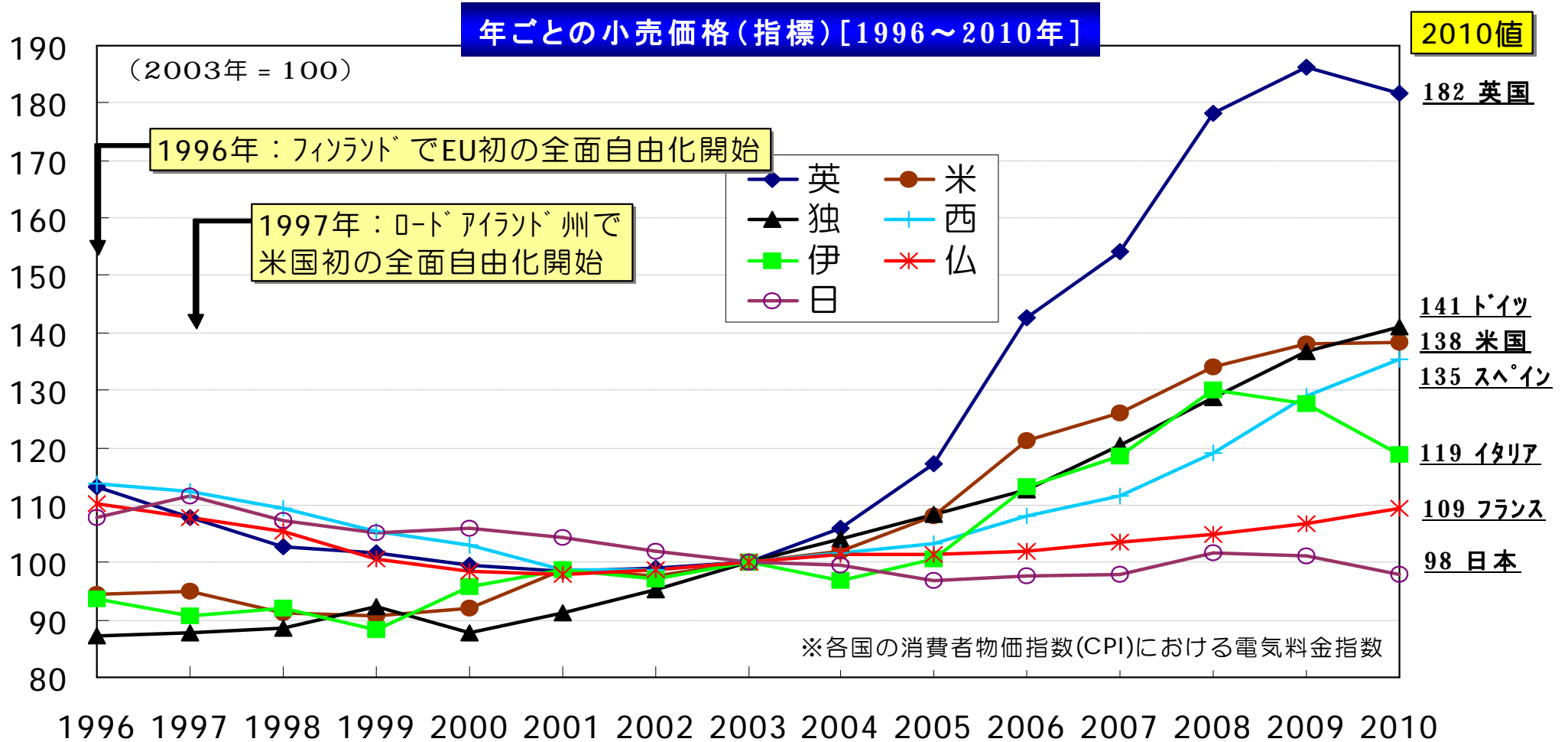


※IPPや他電力会社等から購入する電力に対する支払い。

**n** 化石燃料価格が高騰している状況の中、他の公共料金に比べて、電気料金は引下げに取組んできた。



出典:「消費者物価指数」総務省統計局



出所: 国際エネルギー機関(IEA)資料に基づき作成

## 4. 原子力発電所の安全性向上対策



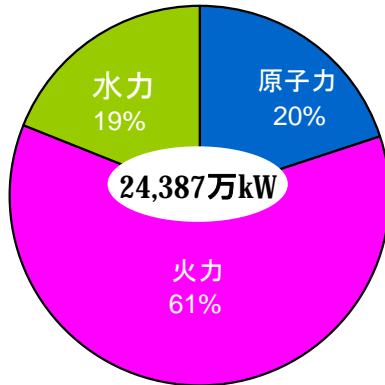
## 4-1. 原子力発電の状況

# 発電電力における原子力の割合

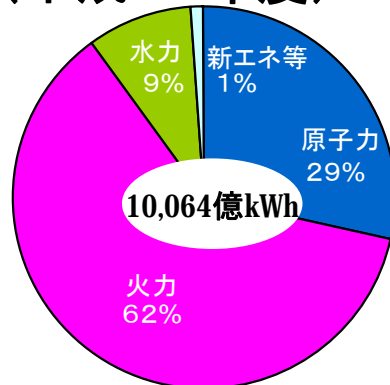
端数処理の関係で合計が一致しない場合があります。

## 全国

○発電設備  
:24,387万kW  
(平成22年度末)

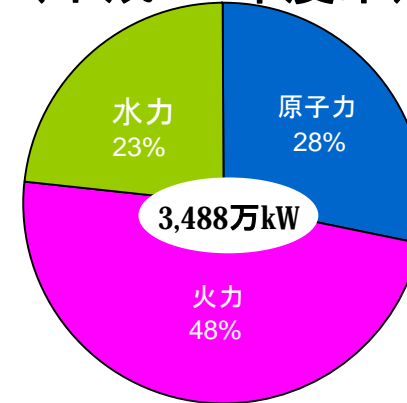


○発電電力量  
:10,064億kWh  
(平成22年度)

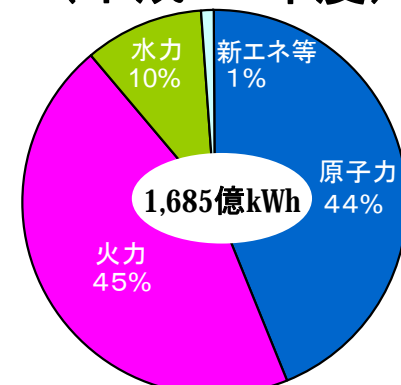


## 関西電力

○発電設備  
:3,488万kW  
(平成22年度末)



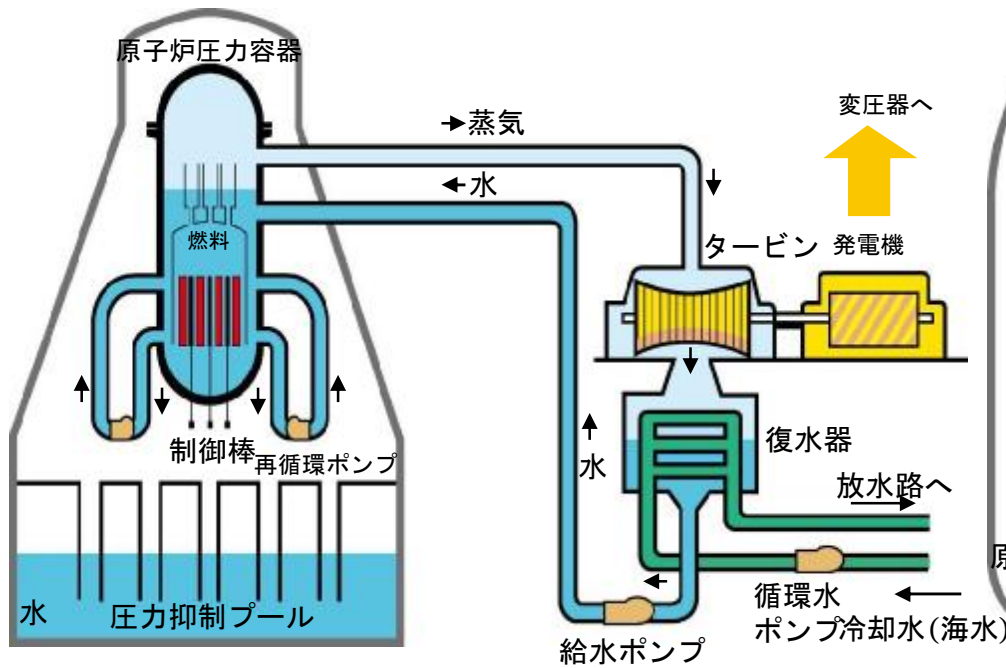
○発電電力量  
:1,685億kWh  
(平成22年度)



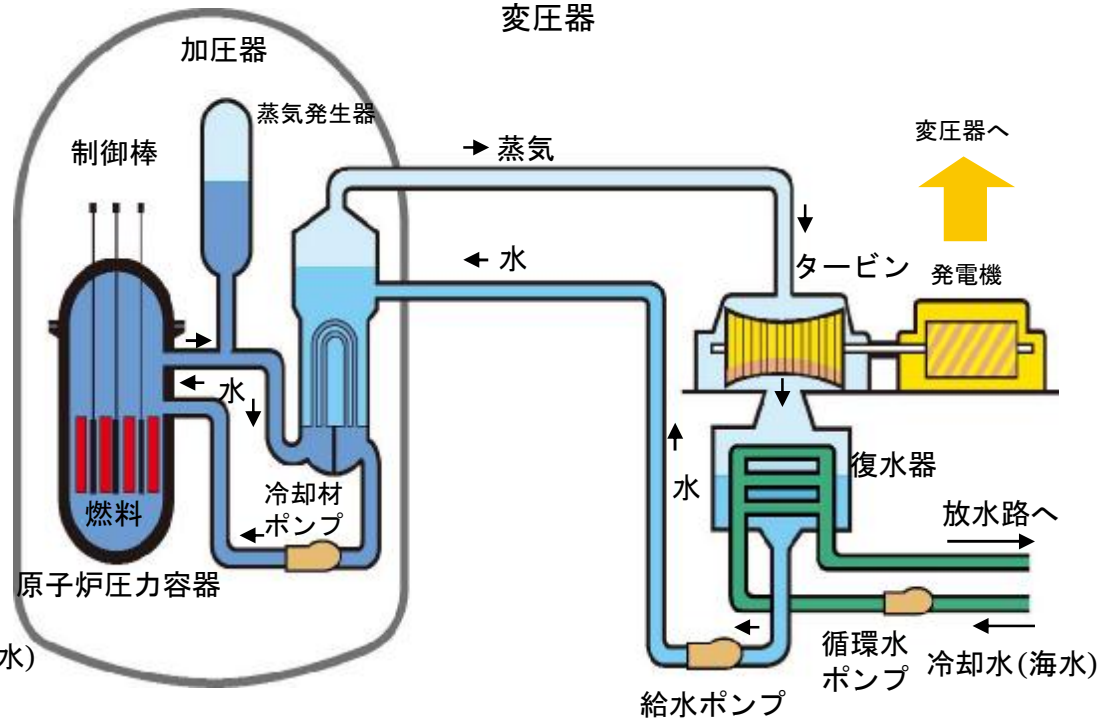
# 原子力発電所の型式の違い



原子炉格納容器



原子炉格納容器



## 沸騰水型炉 (BWR)

- 原子炉の中で蒸気を発生させ、それを直接タービンに送る。
- 東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、中国電力  
日本原子力発電が採用

## 加圧水型炉 (PWR)

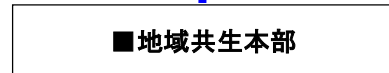
- 原子炉の中で発生した高圧高温の熱水を蒸気発生器へ送り、そこで別系統を流れている水を蒸気に変えてタービンへ送る。
- 北海道電力、関西電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電が採用

# 関西電力の原子力発電所の概要

■原子力事業本部



■地域共生本部



■高浜発電所



ユニット	出力 (MW)	営業運転開始
1	826	1974.11
2	826	1975.11
3	870	1985. 1
4	870	1985. 6

■大飯発電所



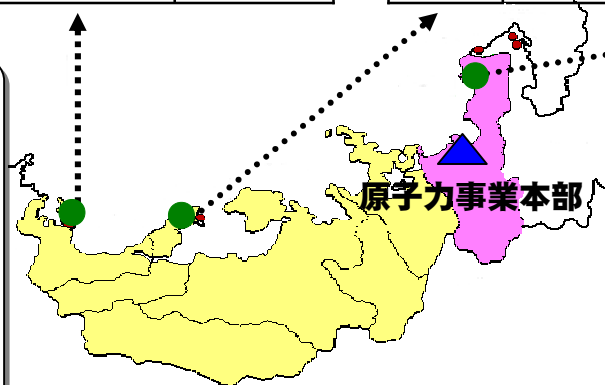
ユニット	出力 (MW)	営業運転開始
1	1175	1979. 3
2	1175	1979.12
3	1180	1991.12
4	1180	1993. 2

■美浜発電所



ユニット	出力 (MW)	営業運転開始
1	340	1970.11
2	500	1972. 7
3	826	1976.12

- ・ 全社員約22,000人のうち、約1800人が福井県の原子力発電に従事
- ・ そのうち約40%は福井県出身



- ・ 美浜1号機はわが国における最初の加圧水型原子炉として1970年11月に運転開始

## **4－2．当社原子力発電所の取組状況 安全確保対策について**

## 【地震による影響】

- 地震発生により原子炉は正常に自動停止
- × 地すべりによる送電鉄塔の倒壊等により外部電源が喪失
- 非常用ディーゼル発電機は全て正常に自動起動
- 原子炉の冷却に必要な機器は正常に動作

## 【津波による影響】

- × 非常用ディーゼル発電機、配電盤、バッテリー等の重要な設備が被水
- × 海水ポンプが損壊し、最終ヒートシンクが喪失(原子炉冷却機能喪失)  
(最終ヒートシンクとは:最終的な熱の逃し場、あるいは逃し機能)
- × 全交流電源(外部電源+非常用ディーゼル発電機)が喪失

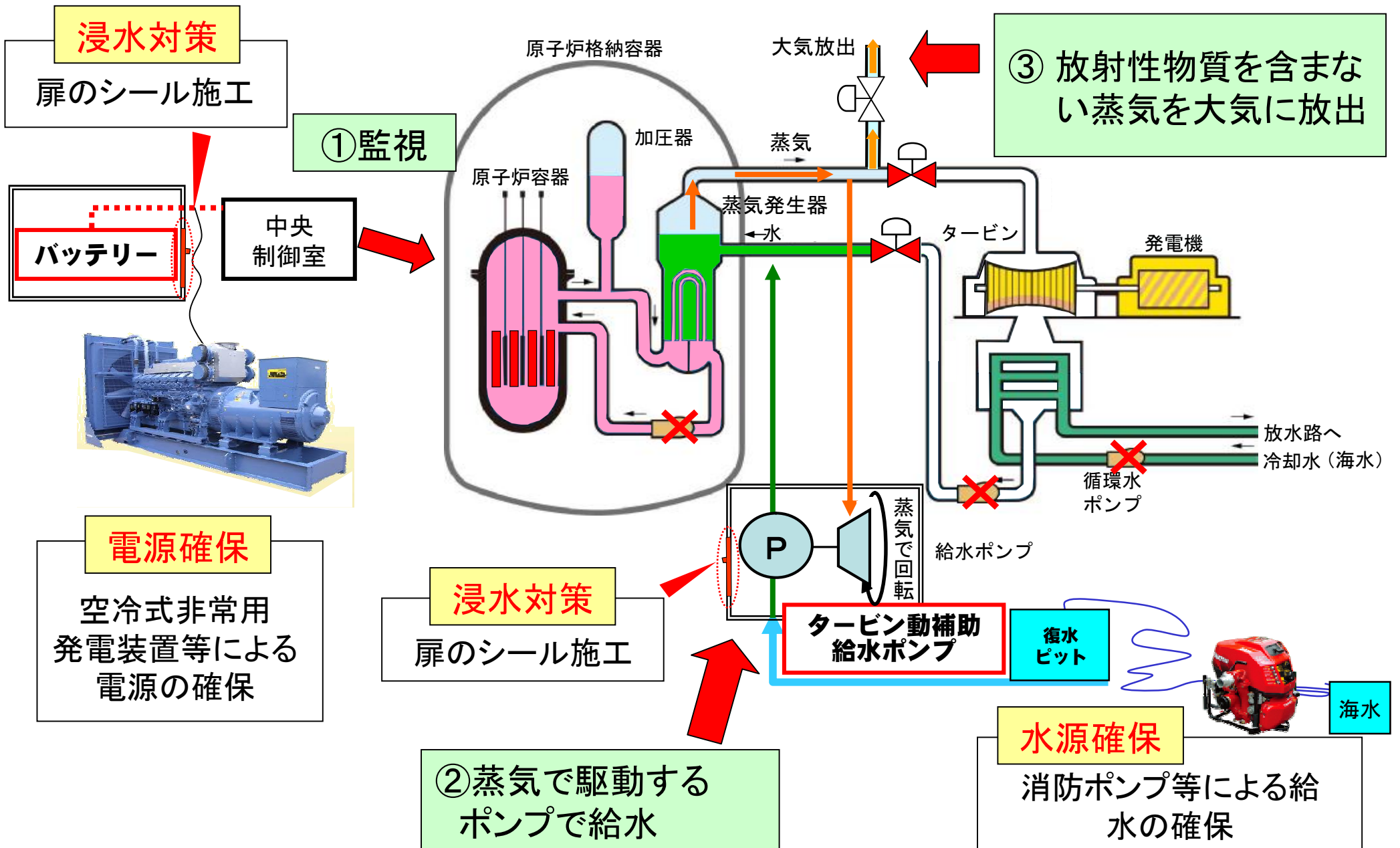
全交流電源喪失、最終ヒートシンク喪失が長期に亘り継続し、  
燃料の重大な損傷、格納容器の破損など深刻な事態に陥った

## 【安全確保対策】

- 全交流電源喪失の対策  
⇒プラント監視をするために必要な電源設備を確保
- 最終ヒートシンクの喪失の対応  
⇒蒸気発生器への給水設備を確保
- 重要機器の被水防止  
⇒建屋の浸水対策を実施

- 電源確保
- 水源確保
- 浸水対策

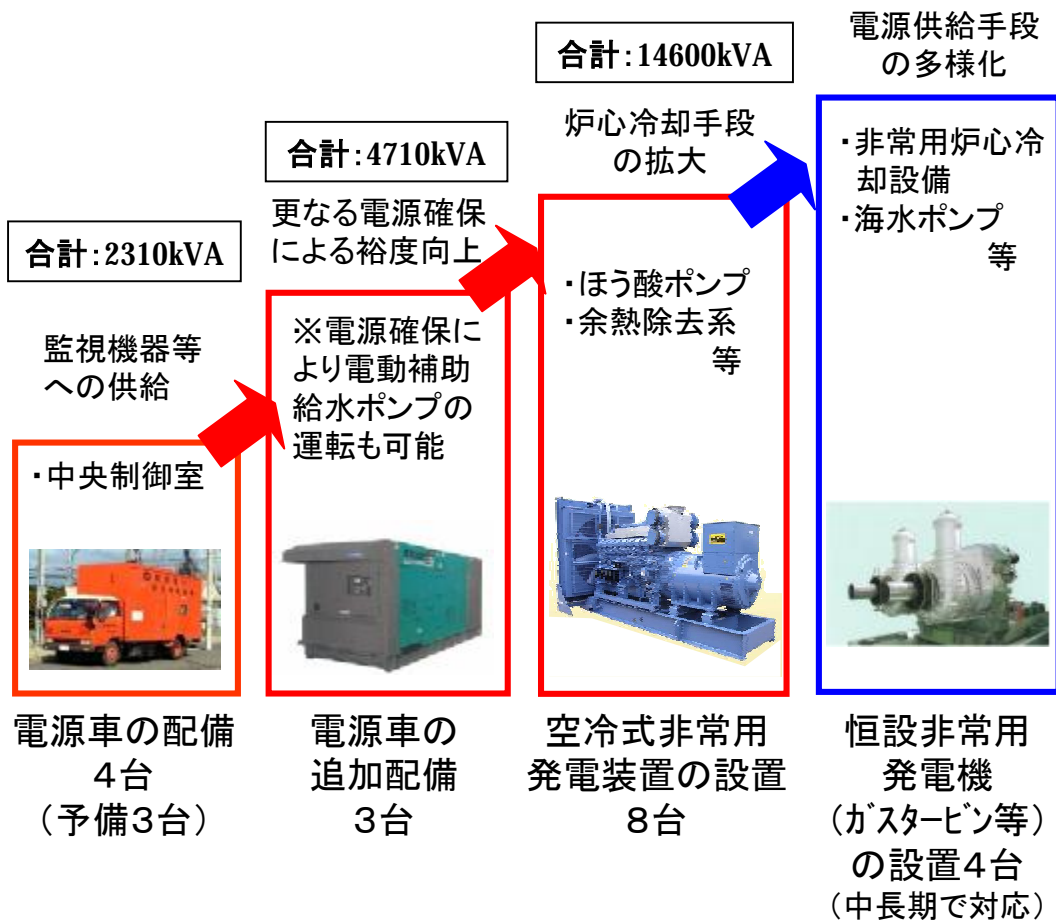
**「多様化」と「多重化」**





## ハード対策 (海拔30m以上に配備)

燃料：重油（発電所外からの支援なしで約85日間給電可能）  
さらに発電所外からタンクローリーで補給可能



空冷式非常用発電装置から効率的に中央制御室や炉心冷却設備等に給電できるようにあらかじめケーブルを敷設

## ソフト対策

配備した電源車や空冷式非常用発電装置をすみやかに必要な箇所に接続するための対策

### ○体制の確立

休日・夜間	常に8名確保
-------	--------

### ○マニュアルの整備

### ○訓練の実施

- (訓練項目)
- ・電源車の配置
  - ・電源ケーブル接続
  - ・電源車の運転
  - ・電源車への給油

平日昼間訓練	22回
平日夜間訓練	1回
休日訓練	6回

平成24年2月9日時点の実施回数



電源車の接続訓練



夜間訓練

### ○訓練の反映

- ・夜間のヘッドランプの配備
- ・作業性向上のため接続端子形状の改善 他

### ○接続時間の短縮

- ・電源車:135分 ⇒ 空冷式非常用発電装置:78分  
(全号機への給電が完了するまでの訓練実績)
- ・接続部の改造により、接続を簡略化

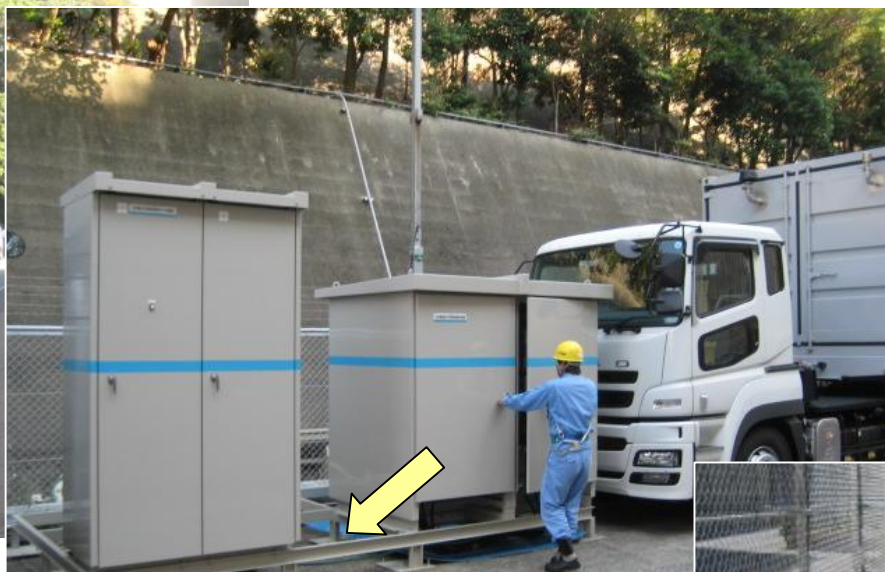


# 空冷式非常用発電装置の設置状況

## 空冷式非常用発電装置

海拔30m以上の地点に配置  
接続盤、ケーブルの敷設により迅速な接続

## 接続盤



## ケーブルの敷設

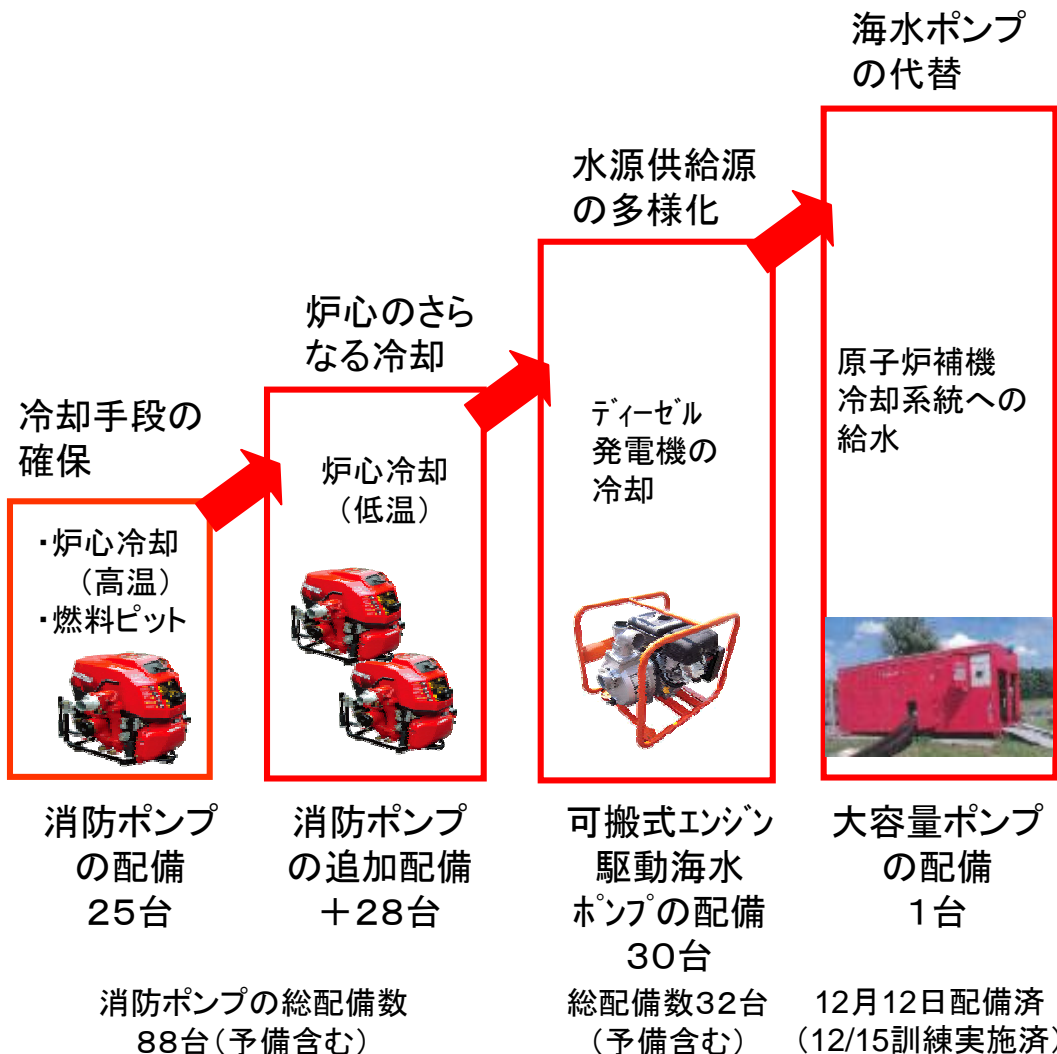


# 水源確保への対応状況 (大飯発電所の例)

## ハード対策

燃料：ガソリン（発電所外からの支援なしで約16日間給水可能）  
さらに発電所外からヘリコプター等で補給可能

冷却水の供給能力



## ソフト対策

配備した消防ポンプ等をすみやかに必要な箇所に敷設するための対策

- 体制の確立
- マニュアルの整備
- 訓練の実施

(訓練項目)

- ・ポンプの配置
- ・ホースの敷設
- ・ポンプの運転
- ・ポンプへの給油

SG給水訓練	26回
SFP給水訓練	21回
CSD訓練	17回

平成24年2月9日時点の実施回数



SG:蒸気発生器  
SFP:使用済燃料ピット  
CSD:冷温停止



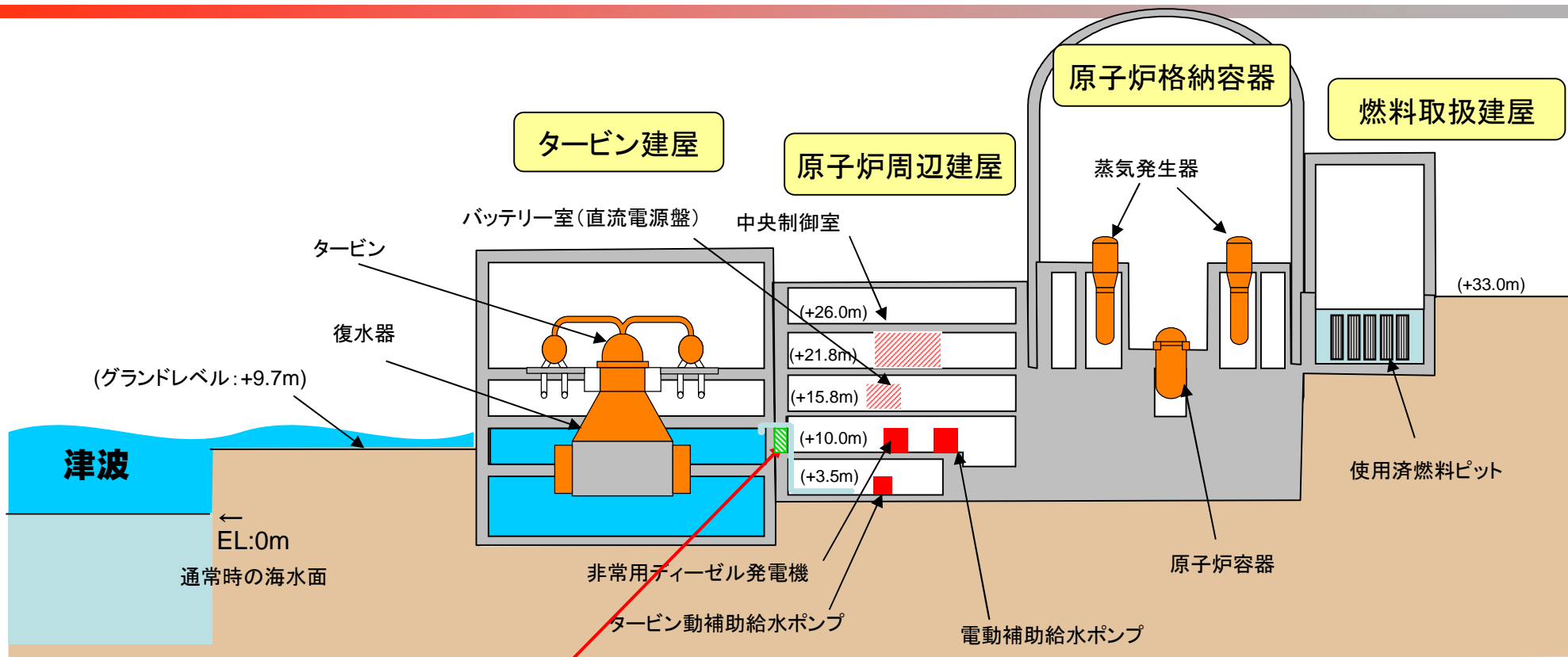
### ○訓練の反映

- ・ポンプ配置箇所へのマーキング
- ・連絡を密とするため無線機を配備 他

### ○資機材の予備

- ・消防ポンプ 必要台数53台／総数88台
- ・ホース 必要本数631本／総数670本

# 浸水対策への対応状況






津波から守るため浸水対策を実施



中央制御室に給電するために必要な設備  
(バッテリー室／高電圧用開閉装置室)

蒸気発生器に給水するために必要な設備  
(ポンプ室／高電圧用開閉装置室)

安全確保対策の効果を確実なものとするため、福島事故を経験した方々の生の声を反映して、着実な作業遂行に必要な各種措置を講じている。

作業環境	所内通信手段	放射線管理	水素爆発防止	がれき撤去
<ul style="list-style-type: none"> <li>事故時の中央制御室換気系（再循環系）の着実な運用手順を整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トランシーバ</li> <li>携行型通話装置</li> <li>衛星電話</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高線量対応防護服</li> <li>事業者の資機材相互融通</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故時のアニュラス※1からの着実な排気手順を整備</li> </ul> <p>大飯1, 2号は、イグナイタ※2への電源確保を確認</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配備済</li> <li>ホイールローダ</li> </ul> 
<p>↓ ↓</p> <p><b>更なる緊急時ソフト面の強化</b></p>		<p>ブルドーザー</p> 	<p>クローラーキャリア</p> 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急時対応体制、支援体制の強化</li> <li>通信手段の強化 他</li> </ul>				

※1:格納容器を取り囲む空間、※2:水素燃焼装置



## 要員召集ルート



- Ⅰ 想定外の事象に対応する運転員の支援および複数プラント同時作業が実施できるよう要員を増強(運転員他15名増強)
- Ⅰ 緊急時(平日夜間・休日等)には寮(社宅)・自宅から2時間以内に100名以上の技術系社員を召集可能
- Ⅰ 緊急時呼出しシステムの強化
- Ⅰ 要員・資機材運搬のためのヘリポート(空路)、夜間航行装備(海路)を検討

### 要員の所在

技術系(関西電力): 247人

	寮	自宅	社宅	合計
おおい町	132	31	23	186
高浜町	0	17	0	17
小浜町	0	29	0	29
舞鶴市	0	15	0	15

単位:(人)



## 情報のやりとり

プラントメーカーとの衛星通信  
を利用した確実な通信手段の  
構築を検討する。

## 【常時】

三菱若狭原子力統括センターの設置

## 【緊急時】

三菱緊急時原子力安全対策センターの整備

- 緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に得られるよう、プラントメーカー（三菱重工、三菱電機）の体制を強化
- 2月1日、三菱若狭原子力統括センターを設置し、常時10名程度の技術者を配置
- 緊急時には技術者400～500人の総力体制を整備

# 大飯3号機ストレステスト一次評価結果概要 (10月28日報告書提出)

	クリフエッジ 評価の指標	クリフエッジ 下段: 対象となる設備	緊急安全対策前 下段: 対象となる設備	安全確保対策の 効果*1	
地震 (津波との重畳も同じ)	基準地震動Ss (700gal)との比較	<b>1.80倍 (1260gal相当)</b> 高電圧用開閉装置	<b>1.75倍 (1225gal相当)</b> 原子炉補機冷却水ポンプ	約3%向上	
津波 (地震との重畳も同じ)	想定津波高さ (2.85m)との比較	<b>約4.0倍 (11.4m)</b> タービン動補助給水ポンプ	<b>約1.6倍 (4.65m)</b> 海水ポンプ	約145%向上 (+6.75m)	
全交流電源喪失 (SBO)	外部からの支援がない条件で、燃料の冷却手段が確保できなくなるまでの時間	炉心	<b>約16日後*2</b> 水源補給用消防ポンプガソリン	約5時間後*1 蓄電池	約76倍向上
		使用済燃料	<b>約10日後 (停止中)*2</b> ピット水補給用消防ポンプガソリン	約12時間後*1 (停止中) (水温が100°C到達時点)	約20倍向上
炉心		<b>約16日後*2</b> 水源補給用消防ポンプガソリン	約6日後 蒸気発生器給水用水源	約2.6倍向上	
使用済燃料		<b>約10日後 (停止中)*2</b> ピット水補給用消防ポンプガソリン	約12時間後*1 (停止中) (水温が100°C到達時点)	約20倍向上	
最終ヒートシンク 喪失 (LUHS)					

\*1: 手順が整備されていない対策などについては、実行できる可能性があるものでも期待しないこととし、極めて保守的な条件で評価した。

\*2: 外部からの支援なしとした評価結果。外部からの支援を期待するに十分な時間余裕であり、クリフエッジは回避できる。

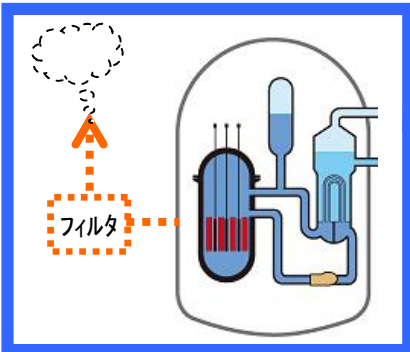
**安全確保対策により、炉心の冷却手段が「多様化」「多重化」され、プラントの安全性が向上したことが確認できた**



# 今後の更なる各種対策

## 【フィルタベントの設置】

長期的避難区域の極小化(中長期)



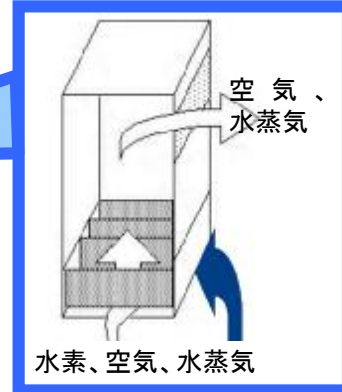
## 【免震事務棟の新設】

(平成28年度中運用開始)



## 【水素爆発防止対策】

・静的触媒式水素再結合装置の設置 (中長期)



## 【送電線の強化】

(建替など中長期で対応)

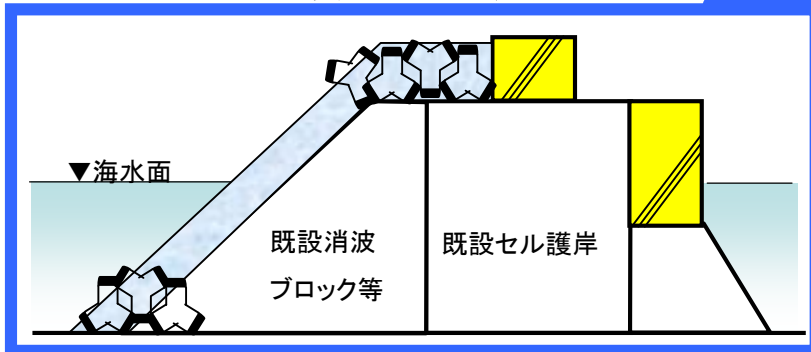


## 【発電所アクセス道路の整備】

(中長期)

## 【防波堤のかさ上げ(大飯発電所)】

(平成25年度末竣工予定)



### 防潮堤他高さ(大飯発電所)

- ・放水路ピット: T.P.+15m
- ・防波堤: T.P.+8m
- ・取水設備周り: T.P.+6m



## **4－3．さらなる安全性向上の取組み (電気事業連合会)**

## これまでの取組み

～緊急安全対策による安全確保～

### 対策の視点

決して二度と「福島事故」を起こさない

### 「多重化」と「多様化」

#### ● 電源確保

〔電源車等の配備による中央制御室等の電源の確保〕

#### ● 冷却確保

〔消防ポンプ等の配備による原子炉や蒸気発生器等への供給水の確保〕

#### ● 浸水対策

〔配電盤、バッテリー、ポンプの浸水対策〕

↑  
ストレステストで評価・確認

## さらなる取組み

～世界トップレベルの安全性を目指して～

### 目指すべき目標

世界トップレベルの安全性を確保

#### ① 組織的取組み

- ・安全性向上対策を継続的に推進するための仕組みとして新組織を設立

#### ② 継続的な設備改善

- ・炉心損傷防止対策
- ・格納容器破損防止対策
- ・土地汚染による長期避難区域の極小化対策

安全性向上対策を継続的に推進するための仕組みとして、  
2012年内に新組織を設立

## 新組織の概要

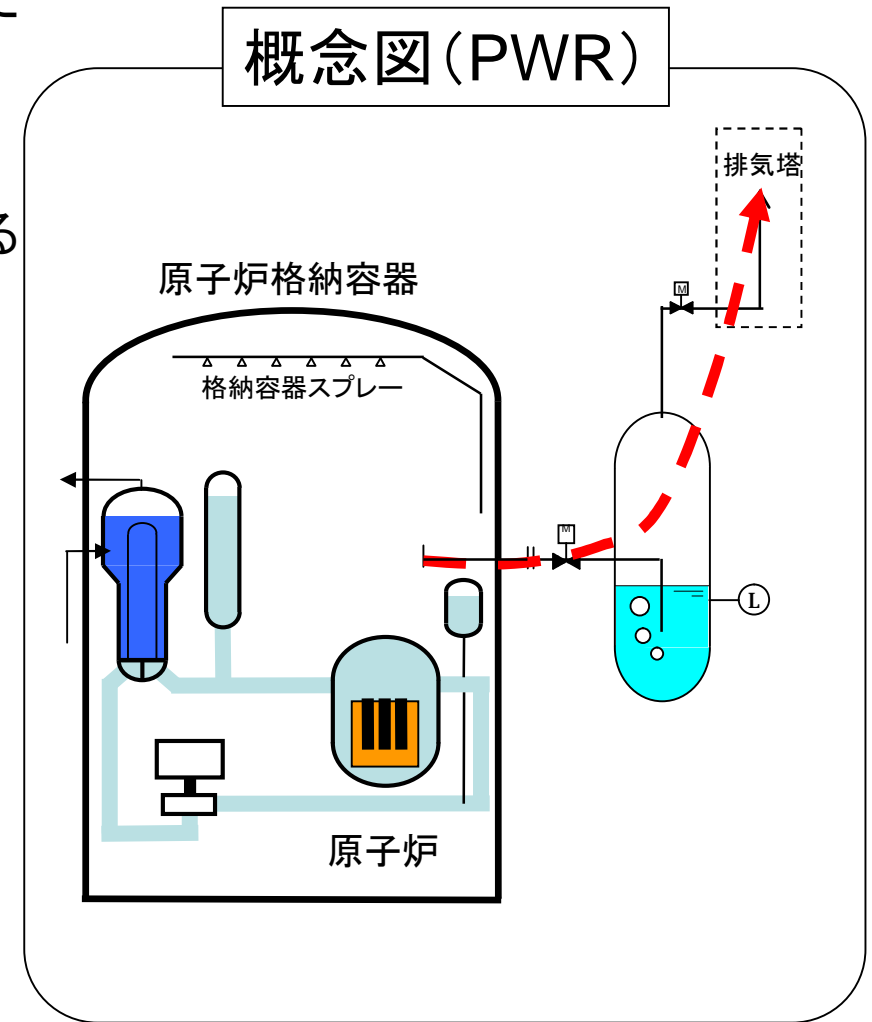
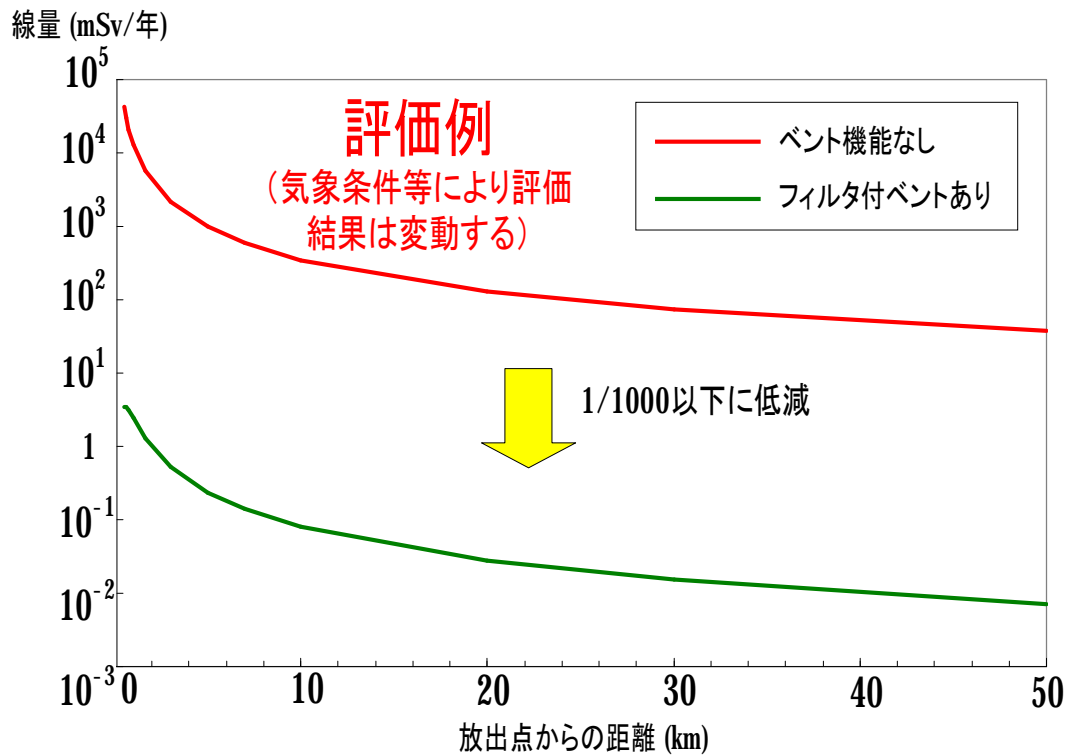
- U 諸外国の動向も踏まえた最先端の安全対策の推進
  - Ø 海外機関 (INPO※<sup>1</sup>、WANO※<sup>2</sup>等) との密接な連携
  - Ø 諸外国の情報等を収集・分析し、最新知見を各発電所の安全性向上へ展開
  
- U 各事業者トップのコミットメントに基づく体制
  - Ø 独立性と強い権限を有し、事業者に提言、指導、勧告
  
- U 高度な技術力を有する人材を確保
  - Ø 産業界の技術力を結集

※1: 米国の原子力発電運転協会: Institute of Nuclear Power Operations

※2: 世界原子力発電事業者協会: World Association of Nuclear Operators

# フィルタ付ベント設備の設置

- 福島事故では50km付近まで約20mSv/年の土地汚染
- 万一の場合であっても、放射性物質の放出量を劇的に低減するためにフィルタ付ベント設備を設置
- フィルタ付ベント設備により放出量を1/1000以下にし、土地汚染による長期避難区域を極小化
- 駆動源喪失等様々な状況でも確実にベントが作動するよう考慮



- Ⅰ 今回の福島第一原子力発電所事故については、同じ原子力事業に携わるものとして、決して起こしてはならない事故として重く受け止めております。
- Ⅰ 事故発生を受け、発電所におきましては、直ちに安全確保対策に取り組み、安全性を確認してまいりました。当社は、現在、5つのプラントに対する総合的な安全評価(ストレステスト)を取りまとめ、大飯3・4号機につきましては、原子力安全委員会においてご審議いただいております。
- Ⅰ また、電気事業連合会においては、世界トップレベルの安全性の確保を目標に、新組織を設立し、取り組んでまいります。
- Ⅰ 今後も、安全性向上対策を着実に推進し、そうした取組みを皆さまに丁寧にご説明することで、原子力発電に対する信頼回復に全力を尽くしてまいります。

## 5. おわりに

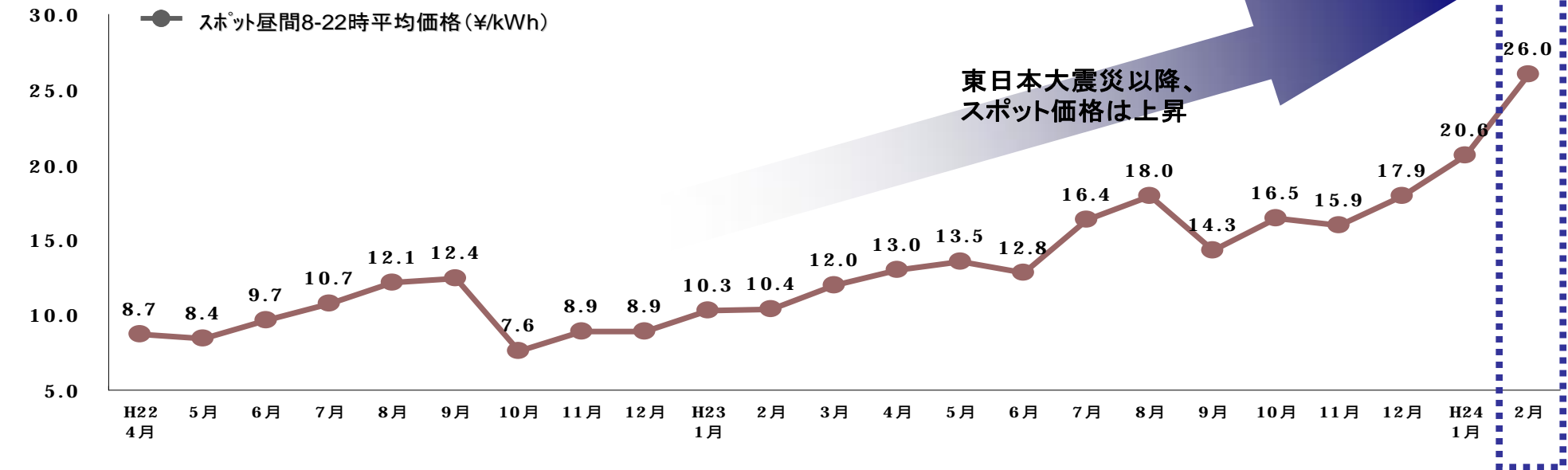
- n エネルギーを安定的に供給し、電気料金を安定させることは、関西経済の発展に不可欠であり、当社といたしましては、今後も電力需給の安定と収支の安定に全力を挙げてまいります。
- n そのためにも、安全確保を大前提に、原子力の再稼働が不可欠と考えております。
- n その上で、エネルギーの将来についても、国の大きな方向性を踏まえるとともに、自治体をはじめ、関係する皆さまと一緒に考えてまいります。
- n 引き続き当社事業にご理解を賜りますようお願いいたします。

# 参考

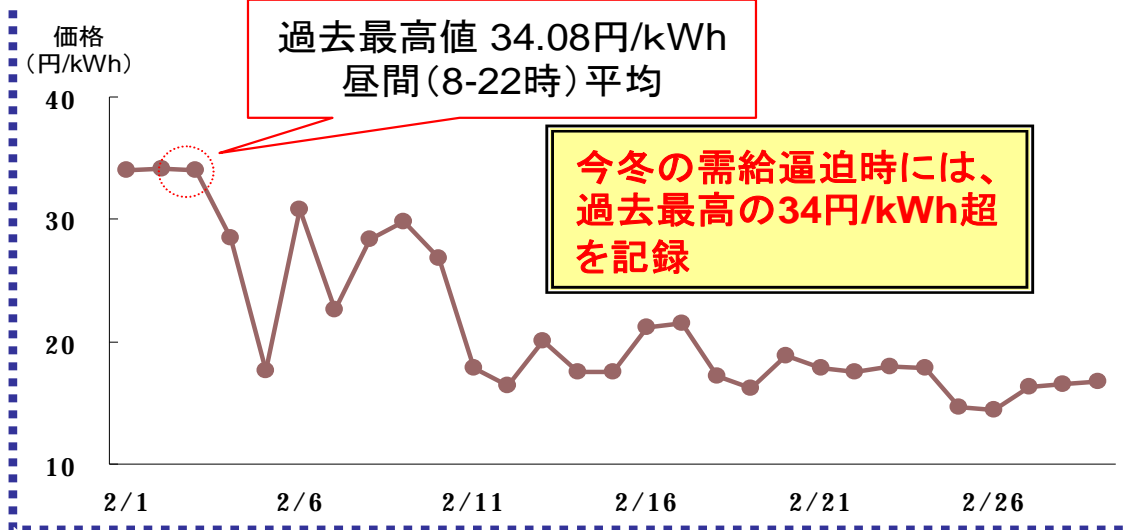


価格  
(円/kWh)

## 【月別実績】



## 【H24/2実績】



# 平成23年度 業績予想(対4月公表)

(単位:億円)	連結			個別		
	H24/2公表	H23/4公表	増減	H24/2公表	H23/4公表	増減
売上高	28,100	28,900	(△2.8%) △ 800	25,000	25,800	(△3.1%) △ 800
営業損益	△2,450	1,900	(-) △ 4,350	△ 2,900	1,400	(-) △ 4,300
経常損益	△2,850	1,600	(-) △ 4,450	△ 3,200	1,200	(-) △ 4,400
当期純損益	△2,530	1,000	(-) △ 3,530	△ 2,650	780	(-) △ 3,430

## <主要データ>

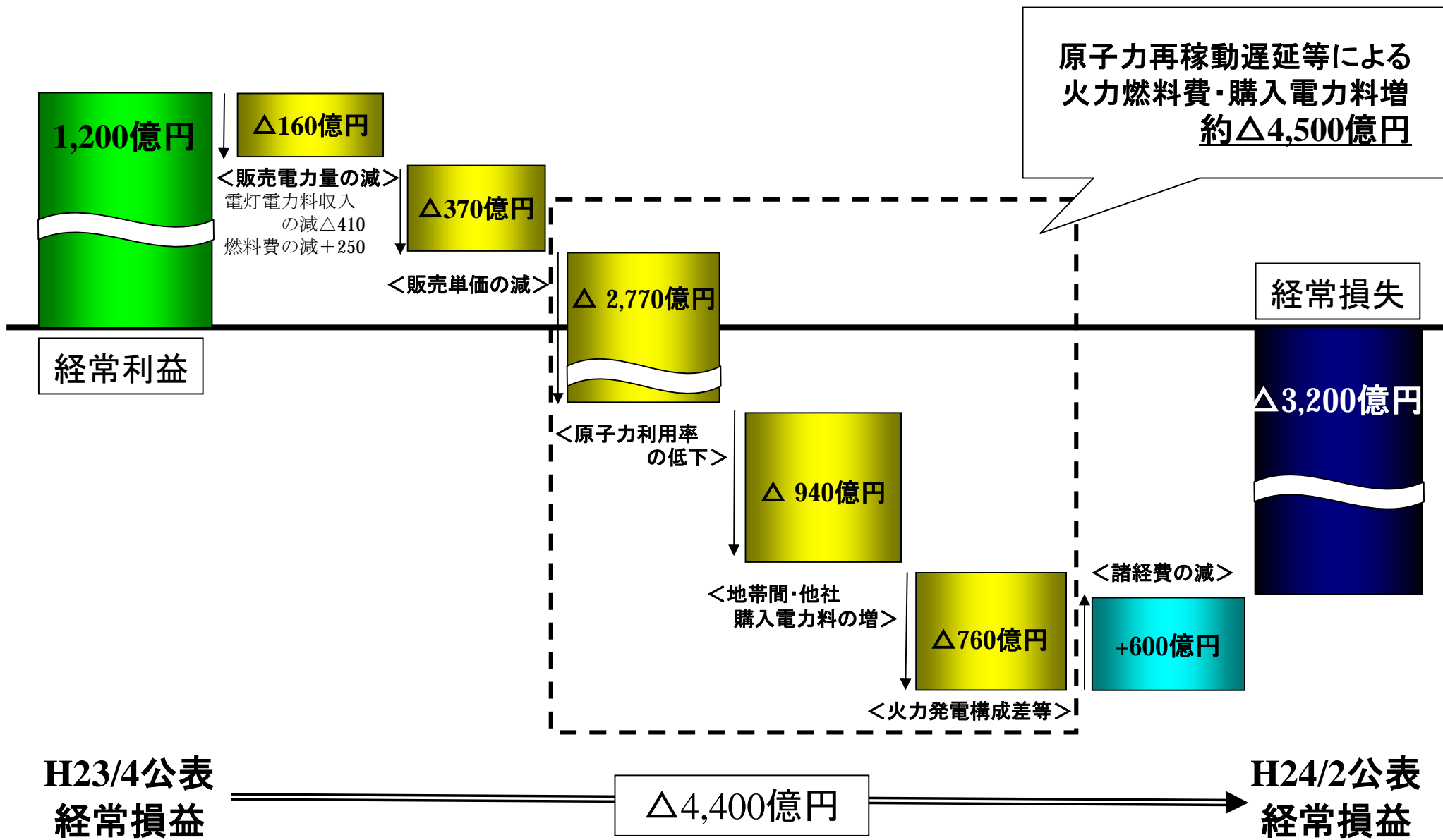
	H24/2 公表	H23/4 公表
販売電力量(億kWh)	1,459	1,485
電灯	500	508
電力	960	977
原子力利用率(%)	38程度	80程度
出水率(%)	106.9	100
全日本原油CIF価格(\$/b)	113程度	110程度
為替レート(インターバンク)(円/\$)	79程度	85程度
金利(長期プライムレート)(%)	1.5程度	1.5程度

## <影響額>

(単位:億円)	H24/2 公表	H23/4 公表
原子力利用率:1%	95	66
出水率:1%	15	11
全日本原油CIF価格:1\$/b	67	35
為替レート:1円/\$	127	69
金利:1%	57	48

\* 上記の「影響額」については、一定の前提に基づき算定した理論値であり、前提諸元が急激かつ大幅に変動する場合等には、上記の影響額により算出される変動影響が実際の費用変動と乖離する場合があります。

# H23年度 業績予想(経常損益)の増減説明(個別・対4月公表)



大きな地震があっても、発電所周辺に放射性物質の影響を及ぼさない

➡ 安全上重要な「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」機能が確保されるように設計

調査

活断層調査、過去の地震の調査等

基準地震動の策定

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動  
震源を特定せず策定する地震動  
(旧指針のM6.5直下地震に代わるもの)

重要度に応じた耐震設計

Sクラス(原子炉容器等)  
止める・冷やす・閉じ込める機能

基準地震動に対して  
安全機能維持  
建築基準法の3.0倍※

Bクラス(廃棄物処理設備等)

建築基準法の1.5倍※

Cクラス(発電機等)

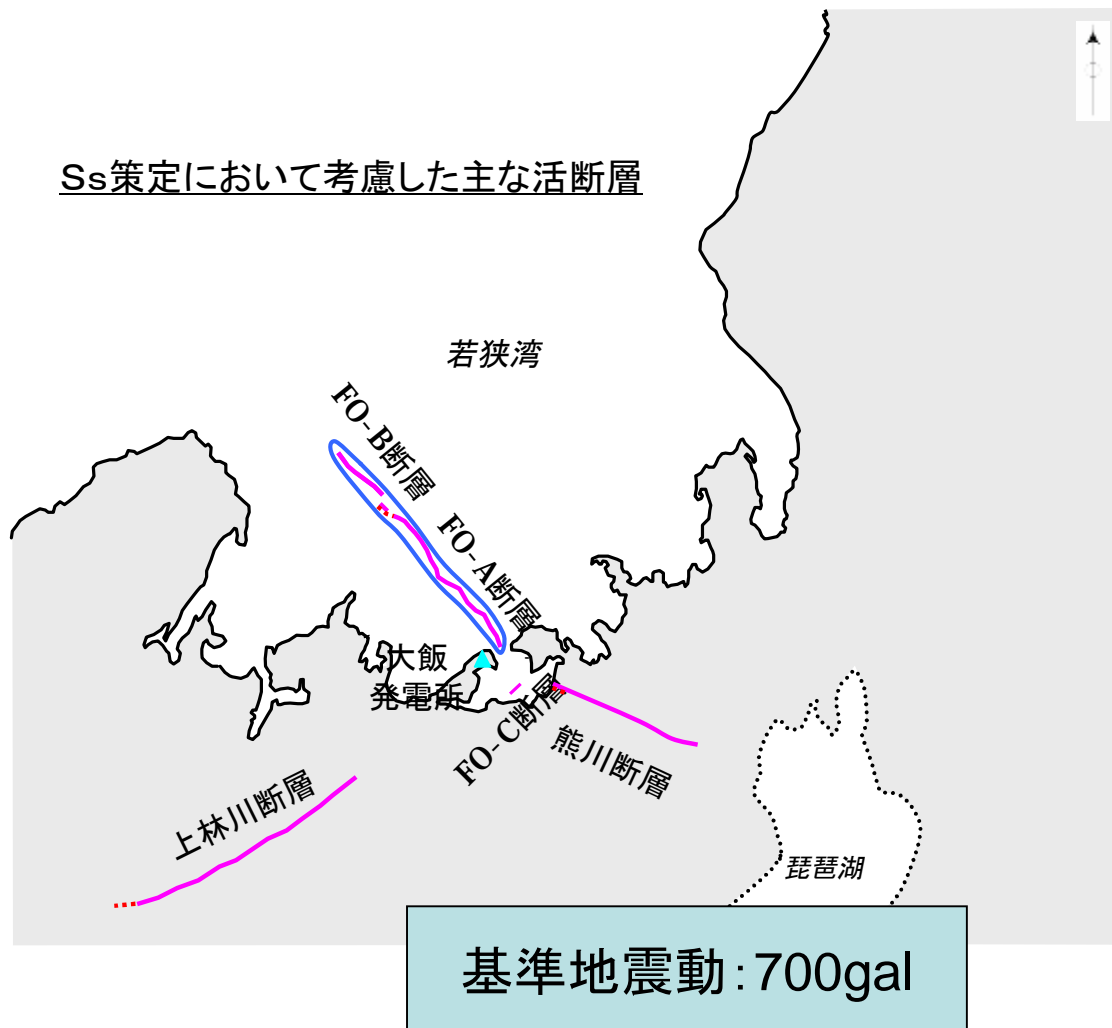
建築基準法の1.0倍※

※機器・配管は更に2割増し

自動停止機能

一定以上の大きな揺れに対し、自動停止

- 基準地震動Ssの策定においては、敷地周辺の過去の地震や活断層の中から最も影響の大きいものを考慮。
- 地震動を強く放出する部分を敷地近傍に配置したり、活断層の同時活動を考慮するなど、厳しい条件で断層モデルを設定し地震動評価を実施している。



○FO-A断層/FO-B断層(大飯発電所に最も近い断層)については、別々に活動するのではなく、同時に活動すると仮定した評価を実施



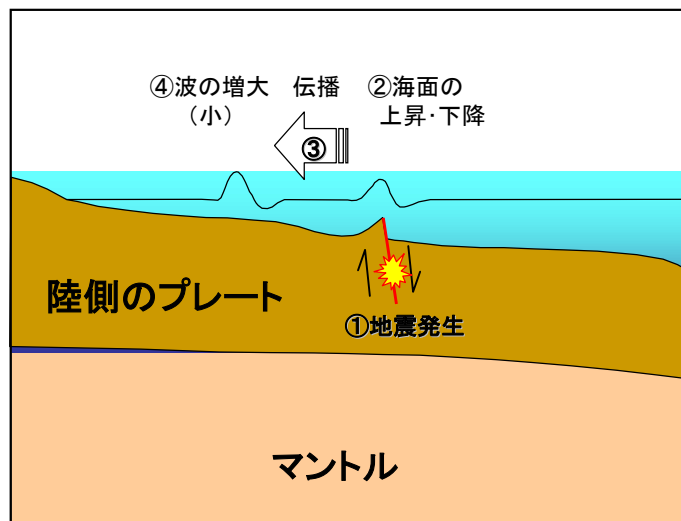
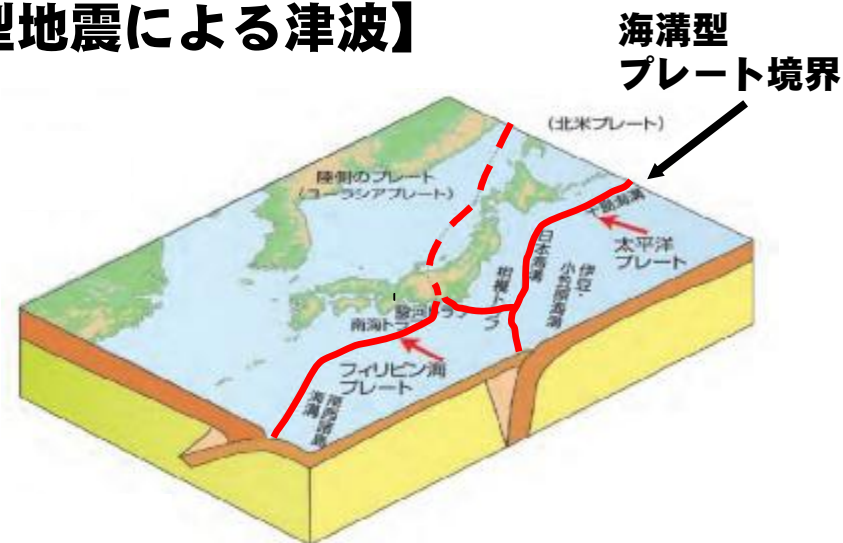
○FO-A断層/FO-B断層をつないだ断層長さ(35km)に基づき、マグニチュード7.4の地震を考慮

○断層モデルによる地震動の計算については、不確かさを考慮し、地震動を強く放出する部分(アスペリティ)を敷地近傍に配置した評価を実施。

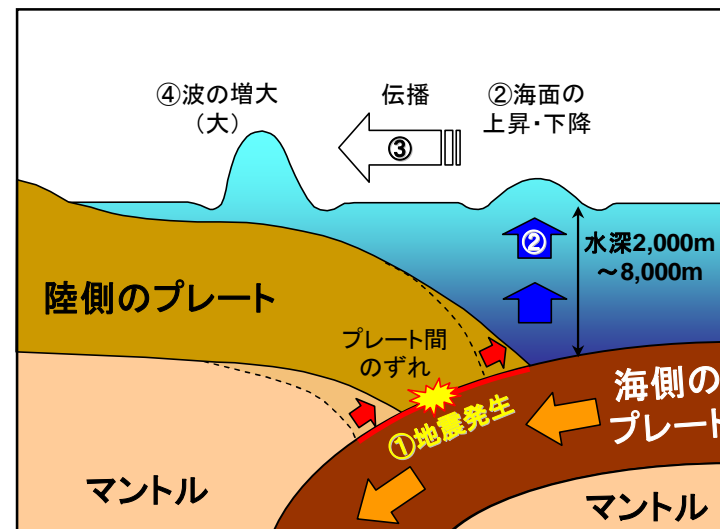
# 若狭湾周辺の津波の起こる可能性

## 【海溝型地震による津波と内陸型地震による津波】

今回の東北地方太平洋沖地震は、太平洋プレートと北アメリカプレートの境界域(日本海溝付近)における海溝型地震で、大規模な津波が発生したが、若狭湾周辺に海溝型プレート境界はない。



内陸型地震による津波



海溝型地震による津波

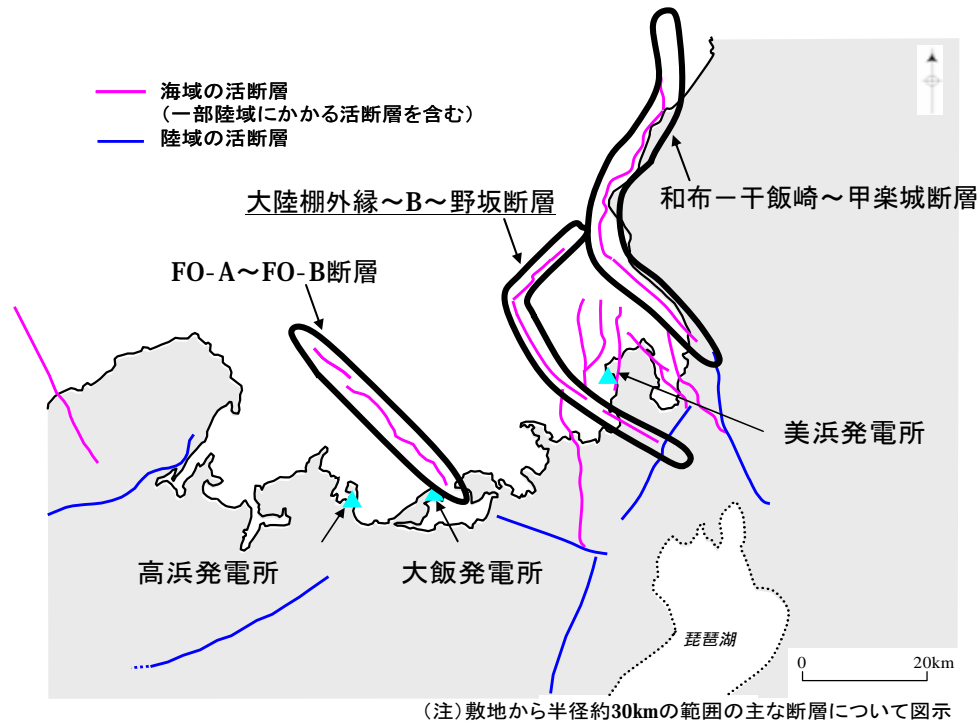
小さい ←

地震の規模  
津波の規模

→ 大きい

## 海域活断層に想定した津波波源(若狭湾周辺)

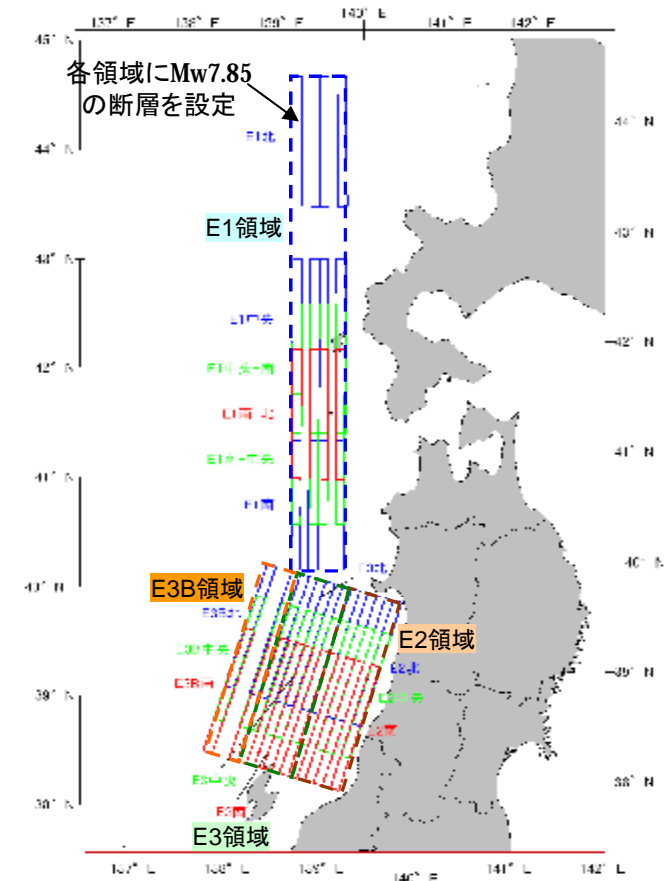
〇 別々に活動すると完全に言い切れないものについては、活断層の同時活動も考慮するなど厳しい条件で想定津波高さ評価を実施している。



想定津波高さ: 2.85m

## 日本海東縁部に想定した津波波源

〇 断層の位置、走向、傾斜等、不確かさを考慮して様々なパラメータスタディを百数十ケース実施するなど厳しい条件で想定津波高さ評価を実施している。

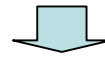


# 天正津波（1586年）に関する調査結果

(平成23年12月21日プレス発表)<sup>71</sup>

○ルイス・フロイス日本史(東大地震研究所「日本地震史料」)では、若狭の国に、高い山にも似た大波が襲いかかり、ほとんど痕跡を留めないまでに破壊してしまった・・と記載されている。

○一方、『日本被害地震総覧』では、天正地震の震源地は岐阜県北西部とされていることや天正地震による津波についての記述がないことから、若狭湾で大きな津波は発生していないと考えられる。



## <天正津波に関する調査結果>

### 1. 県市町村誌(史)の文献調査結果

・福井県および若狭湾沿岸の県市町村史誌(36文献)を対象に文献調査を実施したが、津波を示す文献はない。

### 2. 若狭湾沿岸の神社への聞き取り及び現地調査結果

・神社(13ヶ所)の聞き取り調査の結果、小浜市の八幡神社に天正地震以前の文書(もんじょ)、太刀が現存しており、天正地震によるものも含め、過去に津波がきたという災害記録はない。

### 3. ボーリング調査結果

・天正地震の時期に相当する地層を含む深度100cm以浅の地層には、津波堆積物の指標となり得る砂層は認められない。



1～3の結果により、若狭湾沿岸にわたる天正地震による大津波はなかったと考えられる。

なお、今回の調査結果については、現在、原子力安全・保安院の「地震・津波に関する意見聴取会」にて審議中であり、今後、審議結果を踏まえ、追加調査を行うなど適切に対応してまいります。