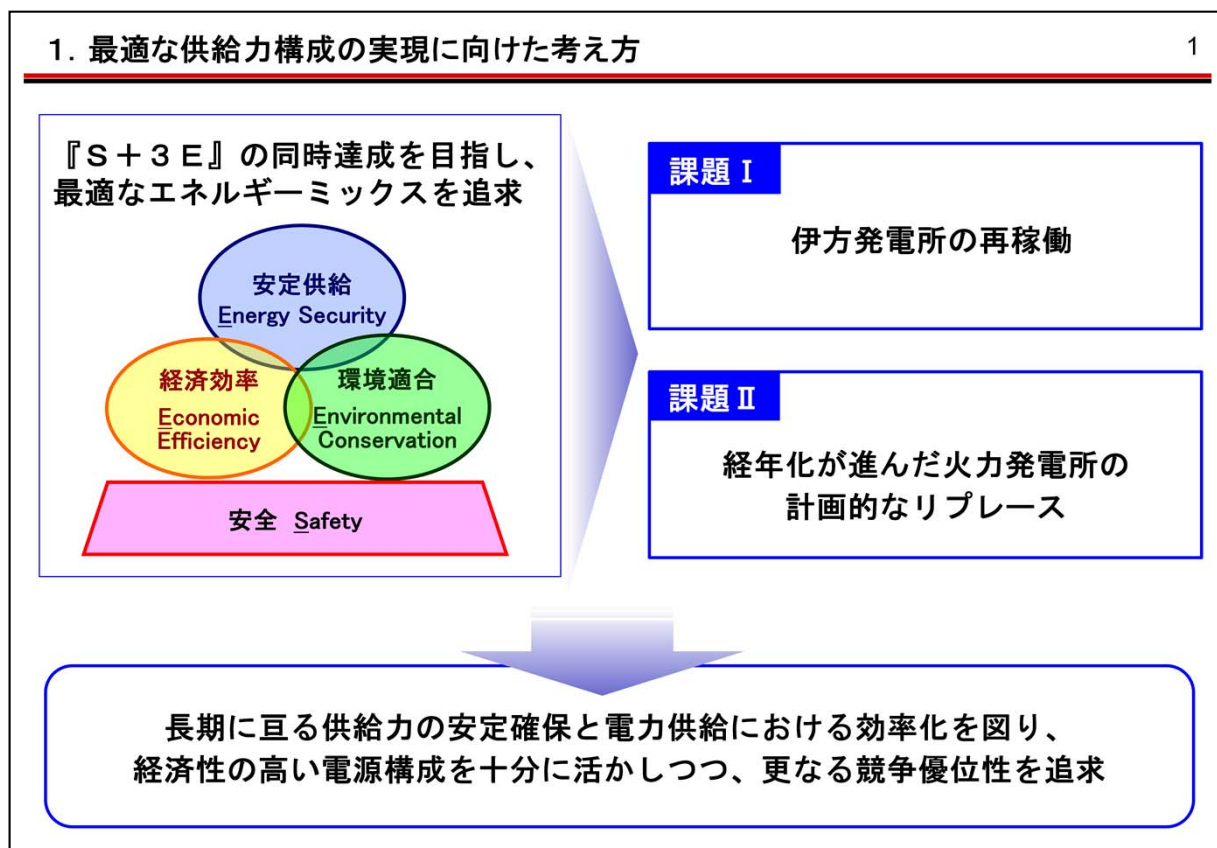


最適な供給力構成の実現に向けて

2015年5月8日
四国電力株式会社

お手元の資料に沿って、最適な供給力構成の実現に向けた考え方とその取り組みについてご説明いたします。



1 ページをご覧ください。

現在、長期エネルギー需給見通し小委員会において、エネルギー基本計画の方針にもとづき、現実的かつバランスのとれたエネルギー需給構造の将来像、いわゆるエネルギーミックスの検討が進められております。

小委員会での検討は、まだ進行中ではありますが、当社におきましては、エネルギー政策の方向性を踏まえつつ、従前から指向してきた、『安全性 (Safety)』を大前提としたうえで、『エネルギーの安定供給 (Energy security)』と『経済効率性の向上 (Economic Efficiency)』、さらには『環境への適合 (Environmental Conservation)』の同時達成を、引き続き目指していくこととしています。

その実現に向けては、

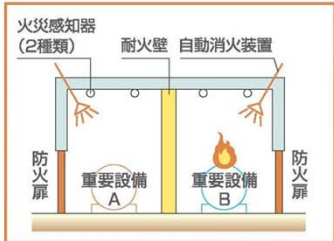
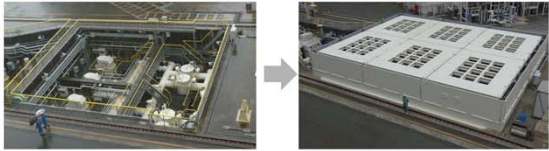
- ・ 伊方発電所の再稼働とその後の安定的な稼働
- ・ 経年化が進んだ火力発電所の計画的なリプレイス

の2点が重要課題と認識しており、その達成を通じて、電力システム改革の進展に伴う競争の加速など事業環境の変化にも適応してまいりたいと考えております。

- 今後とも、ベースロード電源として伊方発電所全号機を有効活用することが基本。
- 長期的な活用にあたっては、40年運転制限の具体的な基準等も見定めつつ、技術面、経済性、立地地域の理解など、幅広い観点から詳細検討を進める予定。
- 伊方発電所3号機については、原子力規制委員会での審査が継続中。
耐震設計の基準となる地震動（基準地震動）評価等が固まったことを受け、本年4月に原子炉設置変更許可申請の補正書を同委員会に提出。

補正申請における主な変更・追加内容（設計基準対応）

※下線は、変更・追加内容を示す。

| 内部火災対策 | 竜巻対策 |
|--|---|
| <p>○火災感知設備の追加設置や耐火壁による系統分離により、火災の早期感知および影響軽減対策を実施。</p> <p>○早期消火のために、ほぼ建屋全体に対して自動消火設備（ハロン消火設備）を設置。</p>  <p>火災対策強化のため、異なる種類の火災感知器や自動消火装置の追加設置、耐火壁による重要設備の系統分離</p> | <p>○設計竜巻の最大風速について、国内最大の竜巻を考慮し、69m/sから100m/sに変更し、飛来物発生防止対策の実施や、飛来物から重要設備を保護するための防護板や緩衝材を設置。</p>  <p>海水ピットポンプを竜巻による飛来物から防護する（溢水対策も兼ねる）ため、海水ピットポンプ室防護壁を海水ポンプエリア上部に設置</p> |

2 ページをご覧ください。

まず、1つ目の課題である「伊方発電所の再稼働」に向けた取り組み状況についてご説明いたします。

当社では、基幹電源である伊方発電所について、今後とも、ベースロード電源として極力長期に亘り最大限有効活用してまいりたいと考えています。

ただ、その実現に向けては、40年運転制限への対応など越えなければならないハードルがあることから、技術面はもとより、経済性や立地地域との関係性など幅広い観点から、詳細検討を進めてまいりたいと考えています。

こうしたなか、伊方3号機については、新規制基準への適合性確認に向けて、原子力規制委員会による審査が続いておりますが、これまで審査に時間を要してきた基準地震動が昨年末までに固まり、先月には設置変更許可の補正申請を行うなど、ようやくプロセスの進捗が皆さまの目にも見える形となってまいりました。

これまでの審査を踏まえて、より安全性を高める観点から見直し・追加した対策の主な内容につきましては、資料の2～4ページにかけてご紹介していますので、後ほどご覧いただければと思います。

補正申請における主な変更・追加内容（重大事故対応）

※下線は、変更・追加内容を示す。

| 溶融炉心冷却策 | 水素爆発防止策 | 放射性物質放出抑制策 |
|---|--|--|
| <p>○代替格納容器スプレイポンプの設置等による格納容器下部への注水手段確保に係る追加策として、原子炉容器下部へ注水するための流路（連通口）を設置。</p> <div data-bbox="347 369 454 398" data-label="Caption"> <p>連通口</p> </div>  <p>○格納容器下部の水位を確認するための原子炉下部キャビティ水位計を設置。</p> <div data-bbox="295 660 502 705" data-label="Caption"> <p>原子炉下部キャビティ水位計(イメージ)</p> </div>  | <p>○静的触媒式水素再結合装置のほか、追加策として、<u>イグナイタ</u>（電気式水素燃焼装置）を設置。</p> <div data-bbox="694 353 949 385" data-label="Caption"> <p>静的触媒式水素再結合装置</p> </div>  <div data-bbox="758 705 869 734" data-label="Caption"> <p>イグナイタ</p> </div>  <p>イグナイタは、申請時は自主的な対応として設置。さらに、申請時の台数に加えて格納容器頂部に2台設置。</p> | <p>○格納容器や使用済燃料ピットが破損した場合に備えて配備した大型ポンプ車、大型放水砲に加え、<u>海洋への拡散を抑制するためのシルトフェンス</u>、<u>放射性物質吸着剤</u>を配備。</p> <div data-bbox="1077 430 1316 459" data-label="Caption"> <p>シルトフェンス(イメージ)</p> </div>  <div data-bbox="1109 654 1284 705" data-label="Caption"> <p>放射性物質吸着剤(ゼオライト)</p> </div>  |

補正申請における主な変更・追加内容（地震・津波関係）

※下線は、変更・追加内容を示す。

| 基準地震動 | | 基準津波 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|----------------|--|----------------|--------|--------|------|------------------|-----|-----|---|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|--|---------------|--|--|--|
| <p>【震源を特定して策定する地震動】</p> <p>○敷地前面海域断層群による地震については、断層長さ54kmに480km、130kmも基本ケースに加え、あらゆる前提条件について不確かさを考慮して評価し、その結果にさらに余裕を見て基準地震動を設定。</p> <p>【震源を特定せず策定する地震動】</p> <p>○不確かさを伴う自然現象に対する評価であることを踏まえ、「2004年北海道留萌支庁南部地震」と「2000年鳥取県西部地震」を対象として選定し、基準地震動を設定。</p> | | <p>○中央構造線断層帯～九州側断層帯130kmの連動を考慮したモデルとし、津波評価に用いる前提条件や地震・地すべり津波の重量のタイミングを考慮した評価を行い、基準津波を設定。これにより、最大津波高さを、海拔約4.1mから約8.1mに変更。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">震源を特定して策定する地震動</th> <th>震源を特定せず策定する地震動</th> </tr> <tr> <th>Ss-1※1</th> <th>Ss-2※2</th> <th>Ss-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>当初申請時 (単位：ガル)</td> <td>570</td> <td>413</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">補正申請時 (同上)</td> <td rowspan="4">650</td> <td>579</td> <td>478</td> </tr> <tr> <td>418</td> <td>494</td> </tr> <tr> <td>452</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>458</td> <td>478</td> </tr> <tr> <td colspan="2">※1 応答スペクトルによる評価</td> <td colspan="2">※2 断層モデルによる評価</td> </tr> </tbody> </table> | | 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 | Ss-1※1 | Ss-2※2 | Ss-3 | 当初申請時 (単位：ガル) | 570 | 413 | — | 補正申請時 (同上) | 650 | 579 | 478 | 418 | 494 | 452 | 360 | 458 | 478 | ※1 応答スペクトルによる評価 | | ※2 断層モデルによる評価 | | <p>3号機補機冷却海水取水口 T.P. +5.46m 3号機タービン建屋復水器取水先端 T.P. +4.21m (下降側：T.P. -4.60m)</p> <p>3号機敷地前面 T.P. +8.12m 3号機放水口 T.P. +4.69m</p> <p>注1 各地点において最も厳しくなるケースにおける最高水位を記載 注2 T.P.とは、東京湾平均海面の略であり、全国の標高基準となる海水面高さ</p> | |
| | 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ss-1※1 | Ss-2※2 | Ss-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 当初申請時 (単位：ガル) | 570 | 413 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 補正申請時 (同上) | 650 | 579 | 478 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 418 | 494 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 452 | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 458 | 478 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ※1 応答スペクトルによる評価 | | ※2 断層モデルによる評価 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- 基準地震動の見直しに伴い必要となる追加工事を実施。

緊急時対策所の追加設置

- ・ 震源を特定せず策定する地震動評価において、2004年北海道留萌支庁南部地震を620ガルとして基準地震動に追加したことを受けて、既設の緊急時対策所の建物基礎の一部において、新規制基準への適合が難しいことが判明。
- ・ 新たに緊急時対策所の追加設置工事を進め、本年3月に竣工。

◇追加設置した緊急時対策所

【外観】



【内部】



続いて、5ページおよび6ページをご覧ください。

ここでは、基準地震動を見直したことに伴い必要となった追加工事の概要を示しております。

5ページの緊急時対策所につきましては、震源を特定せず策定する地震動評価を見直したことに伴い、追加設置することとしたものでありますが、本年3月に工事を完了しております。

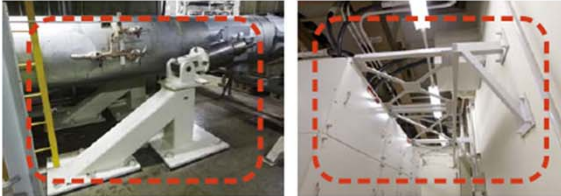
耐震性向上工事

- ・震源を特定して策定する地震動評価において、基準地震動を650ガルに引き上げたことに伴い、地震により設備に加わる力が増加し、設計上の基準値を超える恐れがある一部の設備について、耐震性向上工事を実施中。
- ・なお、安全上重要な設備※については、概ね1,000ガル程度の地震に対して実カベースで耐震性を有することを確認済み。

※安全上重要な設備：原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」といった安全上重要な機能を有する設備。

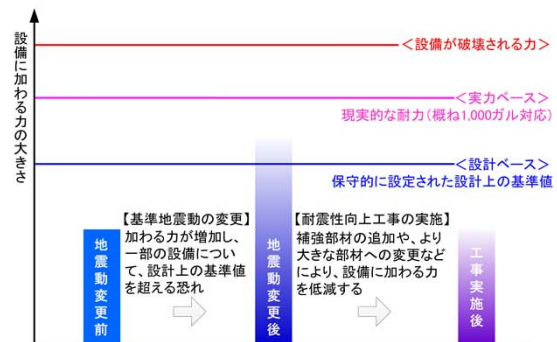
- ・「止める」 …… 炉内構造物、制御棒
- ・「冷やす」 …… 蒸気発生器、一次冷却材管、余熱除去ポンプ、余熱除去設備配管
- ・「閉じ込める」 …… 原子炉容器、原子炉格納容器

◇耐震性向上対策の例



- ・安全上重要な設備や、水素処理施設などの重大事故等対処設備について、新たに策定した基準地震動に対する耐震性評価を行い、必要なものについては、耐震性向上工事を実施。
- ・当社独自の対策として、概ね1,000ガルの揺れにおいても機能するかについて確認を行い、必要性に応じて耐震性向上工事を実施。

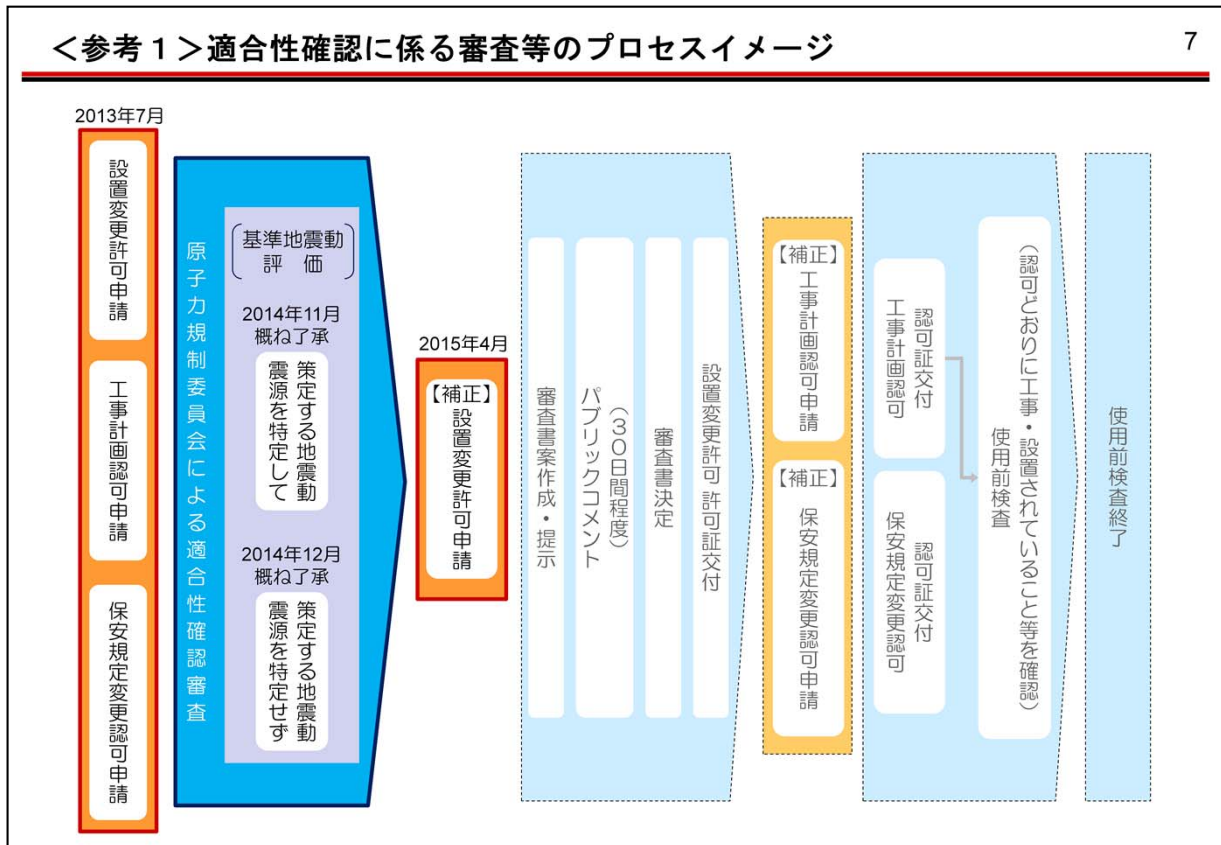
◇1,000ガルの地震への対応



6ページには、震源を特定して策定する地震動評価において、基準地震動を650ガルに引き上げたことに伴い、必要となった耐震性向上工事の概要を示しております。

主には、写真にありますように、発電所内に張り巡らされているさまざまな配管類を支える支持物の補強工事を行っております。

なお、当社は、愛媛県との間での取り決めに基づき、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」といった安全上重要な機能を有する設備については、概ね1,000ガル程度の地震に対して、実カベースで耐震性を有することを確認済みです。



7 ページには、適合性確認審査に係るプロセスのイメージを示しています。

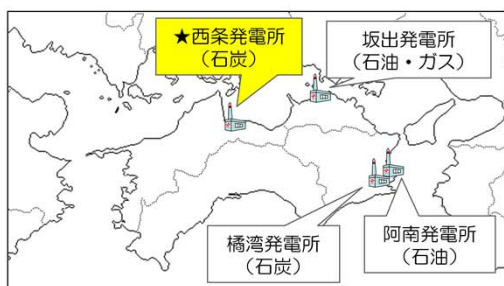
4月14日の設置変更許可の補正申請を受けて、今後は規制委員会による審査書案の作成・提示、パブリックコメントなどを経て、許可証が交付される運びとなる見込みです。

ただし、実際にプラントを稼働できるようになるまでには、地元の皆さまからご了解をいただくとともに、工事計画認可の審査や使用前検査といったプロセスを経る必要があることから、現時点において、再稼働時期を明確に見通すことは難しいものの、引き続き全力を挙げて取り組み、一日も早い再稼働の実現を目指してまいります。

- 自社火力発電設備については、長期計画停止中のプラントを除く全10基中6基が、運転開始後40年以上経過。
- 西条発電所1号機については、石炭火力のベース電源として将来に亘り活用していくことを念頭に、高効率な超々臨界圧機（USC）へのリプレースを計画。
- 西条発電所1号機のリプレースにあたり、自社応札を前提に、火力入札募集を実施予定。

◇西条発電所1号機リプレース計画の概要

| | 現行1号機 | 新1号機 |
|------|---------|------------|
| 運転開始 | 1965年 | 2022年度(予定) |
| 所在地 | 愛媛県西条市 | |
| 出力 | 15.6万kW | 50万kW |
| 燃料種別 | 石炭 | |



◇火力入札募集の概要

| | | |
|--------|--------|-----------------------------|
| 募集内容 | 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 |
| スケジュール | 入札募集期間 | 2015年7月上旬～10月下旬 |
| | 落札者決定 | 2016年1月頃 |
| | 契約締結 | 2016年4月頃 |

◆入札実施スケジュールは、進捗に応じて変更される場合があります。
最新の情報は、当社ホームページをご参照ください。

8ページをご覧ください。

ここからは、2つ目の課題である「火力発電所のリプレース計画」について、ご説明いたします。

当社では、従来から、主要機器の計画的な取替や設備補修、日常的な巡視点検・機器の監視等を通じて、トラブルの未然防止と設備の長寿命化による有効活用に努めてきています。

こうしたなか、石炭火力の西条発電所1号機については、営業運転開始後49年と、最も経年化が進んでいますが、引き続きベース電源として将来に亘り活用していくことが必要と判断し、リプレースすることとし、本年3月末に公表しました。

リプレースにあたっては、出力をこれまでの15.6万kWから50万kWにアップするとともに、高効率な超々臨界圧機（USC）の導入を計画しており、2022年度の営業運転開始を目指しています。

なお、リプレースにあたっては、火力入札募集を実施する必要があることから、自社で確実に応札できるよう対応を進めてまいります。

- 既設火力発電設備の経年化対策やCO₂排出量の削減、さらには総合エネルギー企業としての基盤整備をはかる観点から、坂出發電所において、石油火力発電からLNG発電への転換を推進。
- これまでに4号機は石油からLNGへ燃料転換、1号機は発電効率の高いLNGコンバインドサイクル発電へのリプレースを実施。
- 現在、2号機を対象に、2016年8月の営業運転開始を目指し、LNGコンバインドサイクル発電へのリプレースを実施中。
- 坂出發電所全4基中2基がLNGコンバインドサイクル発電設備となり、発電効率の向上とCO₂排出量の低減が可能となる見込み。

◇坂出發電所へのLNG導入状況

| | 4号機 | 1号機 | 新2号機 |
|----------------|---------|------------------|------------------|
| 運 転 開 始 年 月 | 2010年3月 | 2010年8月 | 2016年8月 (予定) |
| 定 格 出 力 | 35.0万kW | 29.6万kW | 28.9万kW |
| 発 電 方 式 | 汽力発電 | コンバインド サイクル発電 | コンバインド サイクル発電 |
| 熱 効 率 ※ | 約44% | 約57% | 約58% |

※低位発熱量基準：燃料の発熱量から水分の蒸発量を予め差し引いた発熱量
(低位発熱量)を基準に算定した発熱量



坂出發電所新2号機の完成予想図

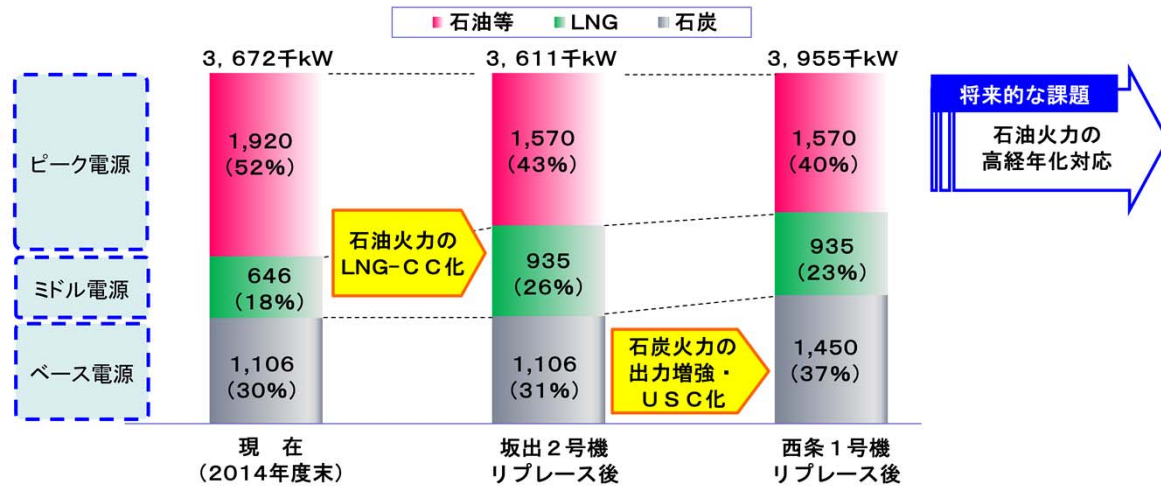
9ページをご覧ください。

LNG発電の導入については、これまでもさまざまな機会を捉えてご紹介してきておりますので、ご承知置きいただいている方も多数いらっしゃるかと思いますが、当社では、既設設備の経年化対策やCO₂排出量の削減、さらには総合エネルギー企業としての基盤整備をはかる観点から、坂出發電所において、石油火力発電からLNG発電への転換を段階的に進めております。

これまでに、4号機の石油からLNGへの燃料転換、1号機のLNGコンバインドサイクル発電設備へのリプレースを実施しており、現在は、2号機を対象に、2016年8月の営業運転開始を目指し、LNGコンバインドサイクル発電へのリプレースを実施しているところです。

■ 自社火力発電設備については、西条発電所1号機のリプレースや坂出發電所2号機へのLNGコンバインドサイクル発電の導入により、中長期的には、石炭（ベース電源）約4割、LNG（ミドル電源）約2割、石油等（ピーク電源）約4割の供給力構成となる見込み。

◇ 自社火力発電設備の供給力構成の見通し



※阿南発電所1号機(長期計画停止中)を除く。

10ページをご覧ください。

西条1号機のリプレース、および坂出2号機へのLNG導入による、自社火力電源の発電出力ベースの規模および構成の変化の見通しを示しています。

これを見ますと、段階的にベース・ミドル電源のウエイトが高まり、西条1号機リプレース後は合わせて6割を占めるようになる様子がお分かりいただけるかと思えます。

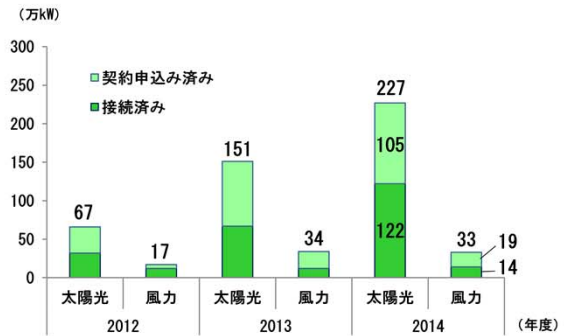
このように、ベースおよびミドル電源の拡充をはかるとともに、発電効率の高い設備への転換を進めることで、量と質の両面から改善をはかる予定としております。

- エネルギー自給率の向上やCO₂排出量抑制の観点から、太陽光発電、風力発電、水力発電など、再生可能エネルギーの有効利用を推進。

◇太陽光・風力発電の導入可能量見通しと導入状況

- ・2012年の再生可能エネルギー固定価格買取制度の開始以降、導入量が急拡大。
- ・系統への接続可能量については、以下のとおり。
 - >太陽光は、関係省令に基づく出力制御ルールや揚水発電、地域間連系線の活用を前提に、257万kW※
 - >風力は、地域間連系線を活用した調整力や発電実績の分析を踏まえ、約60万kW

※接続可能量を上回る太陽光発電設備については、年間360時間を超えて出力制御を行なった場合でも、無補償となることを受け入れていただくことを前提に、接続が可能となる。



◇水力発電所における高効率ランナの採用

- ・水力発電所の既設水車の設備更新時に、高効率ランナを採用することで、発電効率の向上と出力増強を実施。

| 実施年度 | 発電所名 | 最大出力(現在 → 更新後[計画]) |
|------|------|---------------------|
| 2015 | 出合 | 9,500kW → 9,600kW |
| 2016 | 伊尾木川 | 7,700kW → 7,900kW |
| 2017 | 分水第一 | 26,600kW → 29,900kW |

<中間羽根付ランナ>



水の流れのロスを低減させるため、流動解析によって羽根形状を最適化し、羽根(長翼)の間に短い羽根(短翼)を設置

最後に、11ページをご覧ください。

当社では、原子力・石炭といったベースロード電源、LNG・石油といったミドル・ピークの火力電源に加えて、エネルギー自給率の向上やCO₂の排出抑制が期待できる、太陽光、風力、水力などの再生可能エネルギーについても、有効利用していく方針であります。

再生可能エネルギーのうち、急増している太陽光については、当社系統への連系可能量は257万kWと設定しており、2014年度末時点で既に接続済みのもの、および契約申し込み済みのものを合わせると、概ね94%程度が埋まっている状況にあります。

このほか、当社独自の取り組みとしては、水力発電所の水車の設備更新の機会を捉えて、より効率の高いランナを採用することにより、発電効率の向上と出力増強を進めています。

以上、駆け足にはなりましたが、

私からは、以上でございます。

◇火力発電設備

| | ユニット | 燃料 | 出力 (千kW) | 運転開始時期 | 運転年数 | 備考 |
|---------------|------|---------------|-------------|----------|---------|------------------|
| 阿南 | 1号 | 重油 | 125 | 1963年7月 | 51 | 長期計画停止中 |
| | 2号 | 重油・原油 | 220 | 1969年1月 | 46 | |
| | 3号 | 重油・原油 | 450 | 1975年8月 | 39 | |
| | 4号 | 重油・原油 | 450 | 1976年12月 | 38 | |
| 橋湾 | | 石炭 | 700 | 2000年6月 | 14 | |
| 西条 | 1号 | 石炭・木質バイオマス・重油 | 156 | 1965年11月 | 49 | |
| | 2号 | 石炭・木質バイオマス・重油 | 250 | 1970年6月 | 44 | |
| 坂出 | 1号 | LNG | 296 | 2010年8月 | 4 | 2016年8月 LNGリプレイス |
| | 2号 | 重油・COG | 350 | 1972年5月 | 42 | |
| | 3号 | 重油・原油・COG | 450 | 1973年4月 | 41 | 2010年3月 燃料転換 |
| | 4号 | LNG・COG | 350 | 1974年5月 | 40 | |
| ※COG: コークス炉ガス | | | | | 平均運転年数→ | 37 |

◇原子力発電設備

| | ユニット | 出力 (千kW) | 運転開始日 | 運転年数 |
|----|------|-------------|----------|------|
| 伊方 | 1号 | 566 | 1977年9月 | 37 |
| | 2号 | 566 | 1982年3月 | 33 |
| | 3号 | 890 | 1994年12月 | 20 |

おことわり

本資料に含まれている将来の予測に関する記述は、現時点で入手可能な情報にもとづき、当社で判断したものであり、潜在的なリスクや不確実性が含まれています。

実際の業績等につきましては、様々な要素により、記載されている見通し等とは異なる場合があります。ご了承ください。