

# 中東欧諸国の原子力発電所

## ヒアリング・リポート

2008年3月

## 目次

はじめに.....	4
1. ルーマニア.....	5
1. 1. ニュークリアエレクトリ (SNN) .....	5
1. 2. 国家原子力規制委員会 (CNCAN) .....	8
1. 3. チェルナボード原子力発電所.....	10
2. チェコ.....	13
2. 1. 放射性廃棄物処分局 (SÚRAO、英語RAWRA) .....	13
2. 2. 産業通商省 (MPO) .....	15
2. 3. 原子力安全庁 (SUJB) .....	16
2. 4. テメリン原子力発電所.....	18
2. 5. UJPプラハ社 Ustav Jadernich Paliv.....	22
2. 6. シコダJS社 Skoda Jadrne Strojirenstvi.....	22
2. 7. 原子力研究所社 Ustav Jaderneho vyzkumu (UJV) .....	24
3. スロバキア.....	25
3. 1. 原子力規制庁 (UJD) .....	25
3. 2. 放射性廃棄物処理社 (JAVYS) .....	28
3. 3. VUJE & DECOM.....	29
3. 4. モホフチェ原子力発電所.....	30
4. ハンガリー.....	35
4. 1. ハンガリー電力 (MVM、電力ホールディング会社) .....	35
4. 2. エネルギー庁 (HEO) .....	37
4. 3. 原子力庁 (HAEA) .....	38
4. 4. パクシュ原子力発電所.....	40
5. スロベニア.....	44
5. 1. 原子力安全管理庁 (SNSA、現地語ではURSJV) .....	44
5. 2. 経済省エネルギー部.....	47
5. 3. ゲン・エネルギー (GEN) .....	50
5. 4. クルシュコ原子力発電所 (NEK) .....	52
6. ポーランド.....	56
6. 1. 国家原子力庁 (現地語でPAA) .....	56

6. 2. 経済省エネルギー部.....	58
7. ブルガリア.....	61
7. 1. 原子力規制庁（NRA）.....	61
7. 2. 国営電力会社（NEK）.....	64
7. 3. 経済エネルギー省（MEE）.....	67
7. 4. エネルゴプロジェクト.....	69
7. 5. コゾロドゥイ原子力発電所.....	70
8. リトアニア.....	74
8. 1. 経済省原子力部（現地略語：UKMIN）.....	74
8. 2. 経済省エネルギー部（現地略語：UKMIN）.....	77
8. 3. 原子力発電安全監督庁（現地語略語：VATESI）.....	78
8. 4. イグナリナ原子力発電所（INPP）.....	80
9. まとめ.....	85
参考資料、サイト.....	88

## はじめに

中東欧諸国では現在、各国で新規原子力発電所の建設に向けて積極的に検討が行われており、すでに原子力発電所を新設することで決定している国もある。これらの地域では、一部を除くほとんどの国において西側諸国とは異なる旧ソ連で開発された炉型の原子炉が存在し、西側諸国ではその安全性に関して懸念が広がっている。しかしながら、運転成績は西側諸国に比較しても遜色ないか、それ以上の実績を挙げている。ただ、中東欧諸国の原子力事業については、西側諸国において最新の情報を十分に入手できない状況にある。

こうした事情を踏まえ、文献調査や報道などでは知ることの出来ない中東欧諸国における原子力政策と事業の最新動向について、現地を訪問してヒアリングを行うことにした。

ヒアリングに際しては、できるだけ各国で原子力政策を立案する省庁、原子力規制機関、原子力事業を展開する電力会社、原子力発電所などでヒアリングを行い、原子力政策と事業の動向ばかりでなく、原子力規制や発電所運転サイクル、バックエンドの動向などについても質問した。それによって、中東欧諸国における原子力事業の全体をできるだけ網羅するよう心がけた。

訪問に際しては、事前に各国の事情に合わせた質問事項を訪問先に提出しておいた。だが訪問先の対応はまちまちで、プレゼンテーションの形で説明のあったものから、口頭の簡単な概要説明の後、質疑応答で内容を深めていったもの、はじめから質疑応答だけのものなど、いろいろであった。さらに、同じ国であっても訪問先の間で発言に微妙な差が見られるケースもあった。

レポートは、ヒアリングで得られた情報を資料で補足しながらまとめる形で作成してある。中には、数値などに関して訪問先間で若干の食い違いが見られるところもあったが、入手した資料等から見て明らかに違っていると判断できるもの以外は、訪問先で得た情報をそのまま利用している。

ヒアリングを実施するに当たっては、訪問先の方々から快く受け入れていただき、忙しいにもかかわらず、かなり長い時間お付き合いいただいた。心から感謝申し上げたい。

また、現地で訪問先とのアポイント取りでいろいろご苦勞をかけた方々にも感謝申し上げます。

2008年3月

## 1. ルーマニア

ルーマニアでは、1960年代半ばから原子力の導入が検討されはじめ、1980年前後に原子力発電所の建設に着手した。当時は、ルーマニア東部、黒海近くに位置するドナウ川沿いのチェルナボダにカナダ製加圧重水炉PHWR (CANDU-6型炉) を5基建設する予定であった。

しかし、資金難から1982年7月に建設を開始した1号機の建設だけに集中し、1号機 (650MW) は1996年12月に商用運転を開始した。さらに2号機 (650MW) も、一時建設が中断されたものの、2007年9月26日になってようやく商用運転が開始された。

残りの3基は建設が中断されたままで、現在、3号機と4号機の建設を再開するため、資金を提供してくれる投資家を選択するための交渉が行われている。

ルーマニアは石油、天然ガス、ウランなどの資源国で、チェルナボダ原子力発電所に、国内に二酸化ウラン粉末工場 (ブラソフ) と核燃料製造工場 (ピテスチ) があるほか、CANDU-6型炉で減速材として利用される重水も国内で製造されている。

総発電量に占める原子力発電の割合は、2号機の稼働で約18%となった。

### 1. 1. ニュークリアエレクトリ (SNN)

ニュークリアエレクトリカは1998年7月、ルーマニア政府の決定によってエネルギー業界再編の一貫として、当時のルーマニア電力庁 (RENEL) から原子力に特化した企業として設置された。傘下に、チェルナボダ1号機と2号機の運転、メンテナンスなどを行うCNE-PROD、CANDU-6型炉用燃料を製造するFCNの3社を保有している。2号機の建設と3-5号機の保存を担当するCNE-INVESTがあったが、2号機が稼働すると同時に、3号機、4号機については建設を完了させるため、投資家を探しているところであるため、CNE INVESTの任務はまもなく終了する。

同社は、90.72%が国の所有で、残りの9.28%が国の基金の所有となっている。従業員数はグループ全体で約1600人 (2006年)。

### チェルボダ1号機の運転状況

1号機は2006年12月で運転10周年を迎え、2006年の稼働率は90%超となった。重水使用の原子炉で過去10年間を比較すると、世界で5番目の好成績となる。

通常、定期検査が年1回行われるので、その時に原子炉が停止されるが、2007年の状態がよいので、2007年には原子炉を停止しないことで、規制機関のCNCANと交渉した。法的には定期検査が年1回必要だが、CNCANが承認すれば問題ない。CANDU-6は原子炉を停止しないまま燃料を交換できるので、定期検査はカナダで2年毎、韓国で5年毎、中国で6年毎に行われている。

運転が好調なのは、ひとつに燃料の品質がよいからだ。過去6年で不具合のあった燃料集合体はなかった。2006年まで4600本の燃料集合体が納入されたが、不具合のあったのは、第1年目に4本、第4年目に1本あっただけ。不具合といってもリークの疑いで、不具合の疑いがある燃料は使用せずに、分離貯蔵されている。

むしろ、2号機が稼働したことで（2007年9月26日にフル稼働開始）、燃料の需要をカバーするほうが問題となっている。

1号機だけが稼働していた時期は、原子力発電が総発電量に占める割合は10%であったが、2号機の稼働で、ルーマニアでの原子力のシェアは18-20%となる。

2号機の稼働で従業員数が40%増となったが、今後は、コスト削減を徹底して効率を上げる必要があるので、長期的には人員削減は止むを得ない見込みだ。コスト削減については、米国のコンサルタントからコンサルを受けながら実施しているところということだった。コスト面でいうと、チェルナボダ原子力発電所は、石炭型火力発電より効率がいいが、水力発電より効率が悪いとの説明があった。

## 2号機の建設

2号機は1983年7月に工事が開始されたが、資金難で工事が1号機の建設に集中されたことから、1992年に工事進捗度17%の段階で工事が中断された。工事が再開されたのは1996年後半だが、その間、建設された部分を維持、保存するため、定期的に点検、維持作業（ガスケットの交換、必要に応じ油の交換など）が行われていた。工事再開に当たっては、老朽化したもの、標準を満たさないものなどが交換されたが、80%は流用できたという。

2号機の初臨界は2007年5月6日で、同年9月26日にフル稼働を開始、同28日に引き渡され、10月5日に竣工式典が開催された。

## 3-5号機の工事再開問題

ルーマニア政府は2007年に、3号機と4号機の建設を民間資本によって再開することを決定した。ここでルーマニア政府は、建設を最後まで完了させるために資金を提供してくれる投資家を選定し、投資家が原子炉稼働後に電力販売益を得て、投資額を回収する方式を考えている。

建設を最後まで完了させてくれる投資家を決定するため、2007年10月にその候補者が政府委託のコンサルタントによって提案され、現在、ArcelorMittal（ベルギー／インド系製鉄会社）、CEZ（チェコ）、Electrabel（ベルギー）、Enel（イタリア）、Iberdola（スペイン）、RWE Power（ドイツ）の6社と最終交渉に入っている。ニュークリアエレクトリカのプレスリリースによると、2008年5月には3号機と4号機の建設プロジェクトを実現する新会社が政府の承認を得て、登記されることになるだろうという。

前述6社との交渉後、選出された投資家を中心にコンソーシアムが設立される予定で、2008年末までに、どういう契約形態で工事が再開されるか、決定される見込みだ。ルーマニア側はCANDU-6型炉をそのままフルターンキーで完成させることを希望している。ただ、タービンなどは別途、新会社で入札を行う見込みだ。

3号機と4号機の建設には、まだ22億ユーロ（約3400億円）の投資が必要と見積られている。3号機と4号機が稼働するのは、早くて2015年頃になる見込みだ。

3号機、4号機が稼働すると、ルーマニア国内で産出されているウランでは不十分で、国内だけで燃料を供給することができなくなる。ウランの輸入が必要だが、まだその対策は

講じられていない。地理的な問題を考えると、ウランさえ輸入できれば、イエローケーキの製造、燃料の製造は国内で行ったほうが安く上がるという。

5号機については、1980年代前半に建設が決定されたが、物理的に建設に十分な敷地がない上、冷却水を十分に取水できない心配がある。それは、原子炉4基の運転によってドナウ川の水温が上がって周辺地域の環境に影響を与える心配があるからで、まず3号機、4号機の稼働後に影響を調査して判断することになるだろうという。

### ニュークリアエレクトリカの民営化

政府内では、ニュークリアエレクトリカを民営化する話はまだされていないが、ニュークリアエレクトリカ側では、同社を次第に民営化することが考えられている。まず国と国の基金の持ち株率を88%、12%に変更して株式会社を設立し、2008年中に株式市場に上場し、資本の10%を民間に開放したいという。

ニュークリアエレクトリカは今後10年間で南欧に国境を超えた大きな電力市場が成立すると予測しており、ルーマニア中心に南欧地域で電力事業を展開していくには、民間資本が必要となると予測しているからだ。

3号機と4号機は新会社ができると、ニュークリアエレクトリカから離れ、稼働後は、ニュークリアエレクトリカの1号機、2号機の競争相手となる。ただ、ルーマニアでの電力需要を考えると、3号機と4号機で発電された電力は輸出向けと考えられる。そのため、ニュークリアエレクトリカはルーマニアとトルコ間の海底ケーブル建設など送電線事業にも関心を持ち始め、新しい市場、事業を開拓しようとしている。

### 耐震性

ルーマニアでは、マグニチュード8を超える地震が起こる確率は10%にも上るといわれる。そのため、チェルナボダ原子力発電所はマグニチュード8超の地震に耐えるだけの耐震設計となっている。

### CANDU-6型炉固有の問題

CANDU-6型炉には、特別これといった問題はないという。PWRやBWRと同様、配管の腐食が問題となっている。この問題に対処するため、2号機では、ケミカルコントロールが拡充されるほか、配管には腐食対策として新しい材料が使用されている。

### 規制機関との関係

安全についていうと、内部コミュニケーションをしっかりとらせ、事故が起こった場合にどのように処理すべきかについて、従業員を教育していくのが一番大切だとの説明があった。

そうすれば、規制機関との間に大きな問題は発生しないし、小さな事故でも隠さず、規制機関に届け出る体質が確立されるということだった。

規制機関CNCANについては、官僚的だが、技術的な問題ではオープンに話し合いができ、

パートナーとの意識を持っているとの説明があった。

## 国民のアクセプタンス、広報活動

ルーマニア国民は全体的に原子力発電に好意的で、2006年に全国で行われた世論調査では、国民の55%が原子力を支持した。チェルナボダ原子力発電所周辺地域では、原子力の支持率は65%に上がるという。また、発電所周辺地域の住民は、サイト内で放射性廃棄物を貯蔵することに対しても好意的だ。

チェルナボダでは、1991年から住民の生活向上と発電所工事で働く作業員の福祉厚生を目的に、社会福祉施設、文化施設などが建設されてきた。その後も、町の支援措置は継続され、2006年には下水施設が完成し、青少年ハウスの建設もスタートした。なお、町へは発電所から地域暖房熱源が供給されている。

チェルナボダ原子力発電所では、一般市民用に見学プログラムを設けており、学校などからグループ単位でたくさんの人が発電所の見学にきている。

ルーマニアでは、メディアが原子力をセンセーショナルに取り上げる傾向があることから、メディアにできるだけ透明感も持ってもらうために、積極的にインタビューなどの取材に応じているほか、国民が誤解しないように、できるだけ正確な情報をメディアに提供するように心がけているという。

事故が起こった場合は、無理に隠さず、技術的に正しい情報を提供するとともに、きちんとした説明をして、正しい報道が行われ、国民に安心感を持ってもらえるように配慮しているという。

### 1. 2. 国家原子力規制委員会（CNCAN）

国家原子力規制委員会は現在、1996年制定の原子力活動安全運用規制許可検査法に基づいて、ルーマニアにおける原子力平和利用に関する規定の立案、許認可の供与、検査などを行っている。同法に基づき、ルーマニアの原子力安全規制に関する法規、標準、実務において、まず国際原子力機関（IAEA）の規則、標準との摺り合わせが行われた。さらに2007年1月のEU加盟を機に、EUの規制方法との調和が図られている。

CNCANは2000年12月以降、政府の独立機関となっており、水環境保護大臣に報告義務だけを負い、CNCAN総裁はその決定に際し、内閣の大臣から干渉されない。

現在、職員数は160人で、そのうち110人が検査など規制に関係する人材となっている（組織図は古いものしかないということなので、掲載しなかった）。

## 国際調和

CNCANは2003年に西欧原子力規制者会議（WENRA）に加盟し、西欧原子力規制との調和が図られている。ルーマニアの規制制度は米国／カナダの規制をベースにしているので、まず、西欧規制と国内規制の比較が行われ、調整、調和が必要な点に関してベンチマーキングが実施された。特に変更が必要だったのは、燃料輸送、原料管理、従業員の被爆線量などに関する規制で、CNCANによると、現在は、設計の検証、改善要求、防災体制／ガイドラ



イン、確率論的安全評価（PSA）などについて、まだ調整、調和を図る必要があるだけとなっている。それ以外は、ほとんど調和された。2010年までには、すべての分野で調和作業が完了する見込みという。

また、2006年1月、国際原子力機関（IAEA）の総合的規制評価サービス（IRRS）を受入れ、フランス、イギリス、スイス、パキスタン、スロバキアの専門家も参加して、ルーマニアの原子力規制に関する法制度、組織等に関して、総合的な評価が行われた。その結果、14件に関していい評価を得たが、66の勧告、14の提案を受けた。

## **規制、検査**

産業、研究、医療の分野も含め、原子力に関係するすべての設備、施設がCNCANの規制対象で、規制、対象を行う機関、施設、企業は18カ所、362社に上る。

チェルナボダ原子力発電所には、検査官4人が常駐し、常時検査を行っているが、原子炉を停止して行う定期検査は原則、年1回となっている。

CNCANには検査後、改善要求、警告、停止処分を行う権限があり、2000年12月には1号機を2日間、強制的に停止させたことがある。CNCANには一旦供与された許認可を剥奪する権限もあり、その場合、それに対して提訴することはできない。

## **1号機の運転状況**

2006年では、1号機の稼働率は91.37%で、同9月8日から10月4日までの間、定期検査のために原子炉が停止された。

その他、2006年4月に、蒸気発生器の水供給系統でナトリウム分が上昇したことから、148時間原子炉が停止された。同10月には、蒸気発生器の水量制御弁の操作に不具合があり、原子炉が5時間停止されている。

## **2号機の運転開始**

2号機の運転に向け、3段階で検査が行われた。A段階で、各設備、システムのスタートアップ試験、機能試験、B段階で、初臨界に向けたアプローチと低出力での原子炉フィジカル試験、C段階でフル出力までの各出力レベルでの機能試験が行われ、安全性に問題ないか検査された。

## **3号機、4号機の工事再開**

CNCANによると、国外からの民間資本で3号機、4号機の工事を再開するとの判断は政治決定であるが、国民は工事再開には反対していないと思うという。

## **放射性廃棄物管理**

チェルナボダ原子力発電所の運転で発生する低中レベル放射性廃棄物と使用済み燃料は、それぞれサイト内の施設で保管、中間貯蔵されている。核燃料製造工場内にも放射性廃棄物を保管する施設が設置されている。

使用済み燃料の最終処分については、使用済み燃料をロシアに輸送して、そのための研究開発を行い、ルーマニア国内で最終処分を行う予定となっている。しかしCNCANは、最終的にはヨーロッパ全体の枠組みでその解決方法を見つけるべきだとした。

## 防災体制

災害時には、関連省庁、地方政府の代表によって国家緊急責任委員会が設置される。実際の防災措置は主に内務省管轄だが、CNCANはその緊急センターを通して、技術面で国家委員会をサポートする。

## 人材育成

ブカレスト大学物理学部に原子力学科があり、毎年50人の学生を受入れている。CNCANは、テーマ毎に原子力関係者を専門的に教育するためのセミナーを開催している。CNCAN職員については、内部教育するほか、教育目的で国際的なセミナーに参加させている。

CNCAN内では、各部門に3世代の人材を均等に配分するようにして、世代交代が順調に行われるよう配慮されている。ただ、国家機関であるCNCANの給与レベルがそれほど魅力的でないだけに、頭脳流出の危険を抱えているという。

チェルナボダ原子力発電所にCANDU-6型炉を納入したカナダ原子力公社（AECL）が1号機の運転を前に、たくさんのルーマニア人をカナダで教育した。その後も、チェルナボダ原子力発電所内にトレーニングセンターができるまで、オペレータなどの技術者はカナダで訓練された。そうした関係から、ルーマニアには英語が堪能な原子力技術者が多い。なお、CNCANからは、若い人材の育成のため、日本と協力したいのだがとの要望があった。

### 1. 3. チェルナボダ原子力発電所

ルーマニア東部、黒海近くに位置するドナウ川沿いに、カナダ製加圧重水炉PHWR（CANDU-6型炉）が2基（650MW）稼働している。タービンは米国GE製。

1号機は1982年7月に着工し、2号機はその1年後に着工した。だが、資金難が原因で、1号機は1996年12月に商用運転を開始したものの、2号機では1992年に工事が一時中断された。その後1996年後半に工事が再開され、2007年9月26日によりやうく商用運転が開始されたばかり。

当初建設が予定されていた3-5号機については、現在、3号機と4号機を国外の民間資本で建設を再開するため、交渉が行われている。5号機についてはまだ建設の目処がたっていない。

重水と燃料は国内で製造されたものが使われている。

なお、同発電所からは、近郊の町チェルナボダに地域暖房熱源が供給されている。

従業員数は約1300人。

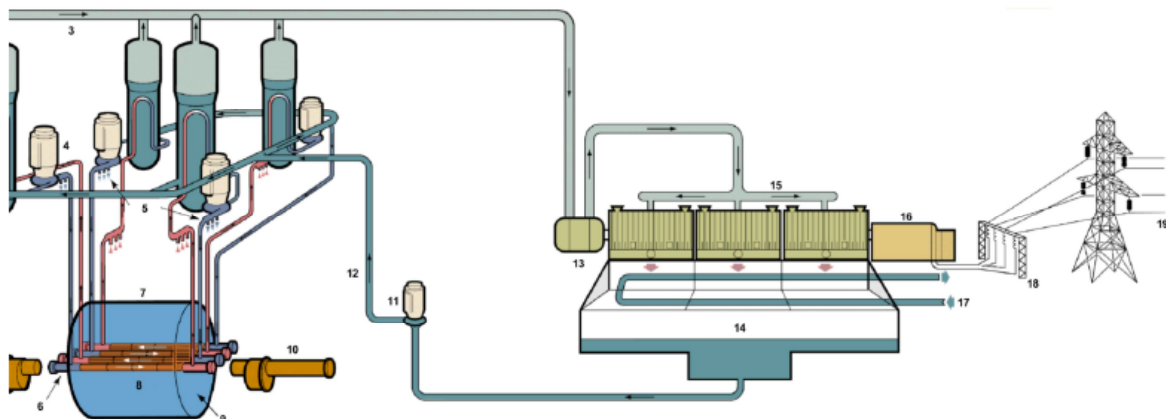
チェルナボダ原子力発電所の概念図を示すと、以下の図のようになる。原子炉本体は横置圧力管型で、380の燃料チャンネル（圧力管）がある。炉心直径、長さともに約6m。減

速材として260tの重水が使用される。炉心の圧力管群は2群に分けられ、それぞれ独立した閉鎖型2ループシステムとなっており、高圧タービン1基と低圧タービン3基が配置されている。

燃料集合体は、50cm長の燃料棒38本を同心円状に配列した構造となっている（約23.5kg）。燃料チャンネル毎に燃料集合体12本が直列に装荷されている。燃料交換は、炉心の一端から燃料集合体を押し出して他端で受け取るような形で行われ、1回の燃料交換で12本のうち8本交換される。同時に、隣の燃料チャンネルでは、燃料の挿入、受取方向が逆になっているので、炉心では新燃料、燃焼中期の燃料、末期の燃料が万遍なく分布された状態となる。そうすることによって、運転中に燃料交換ができるようになっており、軽水炉のように原子炉を停止して燃料交換しなければならない炉型と異なり、稼働率を高く維持できるという利点がある。

そのため、チェルナボダ原子力発電所の稼働率は、2000年88.30%、2001年88.25%、2002年89.37%、2003年79.52%、2004年89.71%、2005年90.08%、2006年91.37%と、発電所の稼働率が高い。

チェルナボダ原子力発電所概念図



（出所：チェルナボダ原子力発電所プレゼンテーション）

## 定期検査

定期検査のため、年1回運転が停止される。停止期間は平均25日から27日である。2007年は、9月後半時点でこれまでに最高の350日連続運転を続けており、今後の目標は運転停止を2年に1回にすることだという。それで、1号機と2号機を交互に停止させて、発電所の運転効率をさらに上げることが計画されている。

## 運転体制

1シフト12時間の2シフト体制となっている。コントロールルームは、シフト長とコントロールルームオペレータがそれぞれ1名の体制。いずれも国家資格が必要な職である。コントロールルームでは、運転マニュアル、パネス表示、コンピュータの画面表示を含め、運転言語はすべて英語が使用される。そのため、シミュレーションセンターでのトレーニング

グでも、英語以外は使用されない。

### メンテナンス体制

メンテナンス部門は機械部、電気部、一般サービス部に分かれ、それに委託メンテナンスが加わる。下請け業者に委託されるのは、清掃や照明などの電気設備のメンテナンスで、それ以外は自社従業員で行われる。メンテナンスの80%が各設備の予防メンテナンスである。

1号機の場合、機械部に6チーム（各10人）、電気部に9チーム（各8-10人）、一般サービス部に7チーム（各4人、下請け業者が入る場合もあり）の体制となっている。2号機が稼働したのに伴い、全体で4チーム増員した体制で、2基のメンテナンスを行うことになる。

メンテナンスを実施するため、22週メンテナンス計画が13週間前に立案され、3週間前に毎日のスケジュール計画が立案される。

### 3号機、4号機の状況

3号機、4号機の工事は1992年に中断されたままとなっている。その時点では、タービン建屋、原子炉格納容器を含めた主なシビル工事が終わった状態で、それぞれの進捗度はそれぞれ15%、12%であった。

現在、保守作業員が工事現場で現場を監督しているが、資材置き場として利用されている場所もあり、単に保管しているという印象であった。

工事再開に向け、現在、国外の民間投資家と交渉中だが、発電所内部では、3号機、4号機の運転は最終的に、1号機、2号機を運転しているCNE-PRODが請け負うことになるだろうと推測されていた。

### 放射性廃棄物管理

低中レベル放射性廃棄物はドラム缶に入れて、サイト内の保管施設に貯蔵される。使用済み燃料は炉心横の貯蔵プールで6年間保管された後、キャスクに入れてサイト内に設置された乾式中間貯蔵施設内で50年間貯蔵される。

### 人材育成

発電所内に設置されたトレーニングセンター、フルスコープ・シミュレーションセンターで、従業員教育が行われる。トレーニングの対象となるのは、燃料を取り扱う従業員、化学技術者、物理技術者、放射線防護技術者、トレーニング教官など。トレーニングプログラムは、これまで10年間の運転で蓄積された経験、他の原子力発電所の運転者との情報交換で得た知見などに基づいて、更新されている。

CANDUオーナーズ・グループ会議、米国EPRI、世界原子力発電事業者協会（WANO）などとの国際交流も貴重な情報源になっているという。

また、組織文化・企業風土診断（OPECS）が導入され、毎週継続調査されている。その結果が、組織改革、人材の意識改革を図る基盤となっている。

## 2. チェコ

チェコの前進であるチェコスロバキアでは、石炭産出国として石炭依存度が高かった。しかし、1970年代後半から原子力発電の導入が積極的に計画、展開された。しかし、東欧諸国の民主化で、1993年1月にスロバキアが分離、独立したことで、分割直後、チェコ側には南部のドゥコヴァニに原子炉が4基残るだけとなってしまった。炉型は旧ソ連型PWRのVVER-440/V213（発電出力440MW）である。

その後、チェコ南西部のテメリンで建設中であったVVER-1000/V320（発電出力1000MW）2基が米国WH製の燃料や制御系統など西側の技術を導入しながら完成し、1号機が2002年6月に、2号機が2003年5月に商用運転を開始した。たが、隣国オーストリアが安全性を懸念して運転に反対するなど、運転開始までに数々の問題を解決しなければならなかった。

旧チェコスロバキアは伝統的に機械産業国で、原子力の分野でも旧ソ連の技術をベースに、原子力発電所を主に自国で設計、建設していた。そのため、ドゥコヴァニ原子力発電所、テメリン原子力発電所の圧力容器やタービン、蒸気発生器など1次系統の主な設備は、シコダなど同国の製造メーカによるものだ。

2つの原子力発電所は、欧州第8位のチェコ電力（CEZ）の所有となっており、総発電量に占める原子力発電の割合は現在、約33%。火力発電、水力発電の割合は、それぞれ45%、9%である。

なお、ドゥコヴァニ（原子力発電所内）、リチャード、ブラツィテヴィの3カ所に低中レベル放射性廃棄物貯蔵施設がある。

### 2. 1. 放射性廃棄物処分局（SÚRAO、英語RAWRA）

チェコで発生する放射性廃棄物を安全に処分することに責任を持つ国家機関で、他国の同様な機関であるスウェーデンのSKB、フィンランドのポジヴァ、フランスのANDRAなどと提携している。現在、チェコで低中レベル放射性廃棄物貯蔵場3カ所を運用している。

高レベル放射性廃棄物については、それに適した処分場候補地6カ所を選出したが、いずれも地元の反対で数年前から調査、選出作業はストップしている。現在、住民の合意を得るため、住民と対話する環境造りに専念しているという。

職員数は30-31人で、バックエンドのために蓄えられている国家資金も管理している。

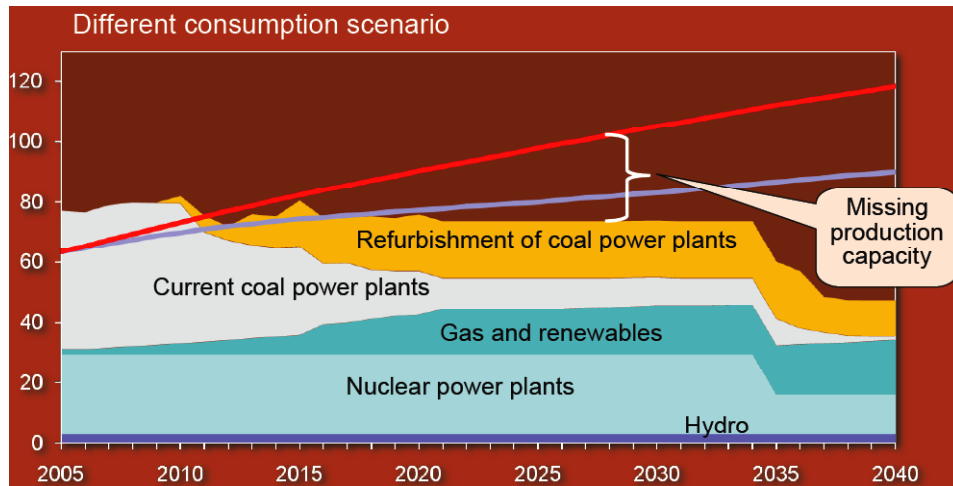
### チェコの原子力発電

チェコでは、産業通商省がエネルギー政策と放射性廃棄物処分政策を管轄し、原子力安全庁が安全問題を管轄している。放射性廃棄物を排出しているのは、ドゥコヴァニとテメリンの2つの原子力発電所を有するチェコ電力CEZで、CEZは廃棄物の管理に関して安全を保証することに責任がある。

チェコ政府は以前、原子炉新設の将来構想を持っていたが、現政府の下では原子炉新設の計画はない。ただCEZの分析では、2020年までに2000MW分の発電容量を拡大する必要があるとしており（以下の図参照）、そのためにはできるだけ早い段階で準備する必要がある。

新設される原子炉は加圧水型炉であると見られるが、旧ソ連型になるか、西側タイプになるかは未定。その場合、新設の立地候補としては、テメリンが最適（現在、原子炉2基が稼働しているが（2000MW）、元々4基建設する予定だった）。ドゥコヴァニでは、冷却水の供給に問題が出る可能性があり、新設には適していないという。

チェコの電力消費予測



（出所：チェコ電力プレゼンテーション資料）

### 放射性廃棄物管理

原子力法は、放射性廃棄物の処分を国家の責務としているが、そのコスト負担は廃棄物排出者負担であるとしている。放射性廃棄物処分構想は政府によって決定され、廃棄物は深層貯蔵される予定だ。これまで挙げた最終処分場の立地候補地の地層は、すべて花崗岩である。候補地は安全基準に応じて選定された。候補地では地元住民の反対が強いが、今後、地元とは補助金給付などについて交渉していきながら、最終処分場を2025年までに最終選定することになる。

最終処分候補地については、6つの候補地の他に、オプションとして5つの追加候補地があるが、追加候補についてはまだ十分な調査が行われていない。6つの候補地では、まだ調査坑はない。SÚRAOは年間、処分場の調査に4000万コルナ（2億4500万円に相当）の予算を計上している。

廃棄物の再処理を行うことも検討中である。

最終処分場は、2065年までに建設されておればよいとの考えだ。現在の構想では、今後原子炉が新設されたとしても、構想されている処分場で十分な収納能力があるという。

中間貯蔵については廃棄物排出者であるCEZに責任があり、すでにドゥコヴァニ原子力発電所内において使用済み燃料中間貯蔵施設と低中レベル放射性廃棄物貯蔵施設が運転されている。テメリン原子力発電所については、使用済み燃料の中間貯蔵施設の許認可手続きが開始された。

最終処分に関連するコストについては、SÚRAOの活動分も含めて、CEZが毎年、政府口座

に資金を支払っている。現在、1MWh当たり50コルナ（約305円相当）で、年間約15億コルナ（約92億円に相当）蓄えられる。この資金は最終処分に関するものだけで、廃止措置のための資金はCEZが独自に積み立てており、その集金状況がSÚRAOによって管理されている。CEZの資本は67%国家によって保有されているので、こうした積立金が民営化や破産などによって失われてしまう心配はないと、説明があった。

最終処分場の建設には、スウェーデンないし日本で開発された技術を採用することで検討しているという。ただ具体的には、まだ何も確定していないとのことだった。

国外からの放射性廃棄物の受入れは法的に禁止されており、チェコで他国の放射性廃棄物を処分することはできない。処分技術については、他国と情報交換、技術提携している。なお、チェコはすでに、放射性廃棄物処分に関して十分な技術ノウハウを蓄積してきたと、説明された。

### 低中レベル放射性廃棄物処理技術

廃棄物量がまだ少ないので、焼却、圧縮するなどの技術はまだ使っておらず、当分その需要はないという。低中レベル放射性廃棄物は現在、ビチューメンで固化されている。低中レベル放射性廃棄物の処理技術では、スイスの焼却技術の動向などを注視しているが、現段階ではビチューメン固化法で十分であるということだった。

その他では、水処理などに利用されている合成樹脂系イオン交換繊維（IONEX）強化マトリックス材に注目している。この材料は、放射性物質を吸収するという。

低中レベル放射性廃棄物処分場は、医療機関、研究開発機関から排出された廃棄物も処分され、SÚRAOが運転、管理している。低中レベル放射性廃棄物処分場が立地している自治体には、年間150万コルナ（約920万円に相当）が給付されている。これまで地元住民の反対はないという。

### 人材育成

放射性廃棄物処分施設で働く人材は、原子力発電所など原子力関連施設で働く人材と同じレベルの資格が必要で、将来的には原子力発電所などで働いていた人などを中心に採用して、資格を与えていくことになるという。

## 2. 2. 産業通商省（MPO）

1997年の新しい原子力平和利用法（原子力法）の下で、ドゥコヴァニ原子力発電所とテメリン原子力発電所の原子炉6基、研究炉3基、放射性廃棄物貯蔵施設、ウラン採鉱などが規制、管理されている。同法の下で、原子力安全利用と放射線防護の責任分野が分配されている。安全については、政府の管轄として、政府の独立機関として原子力安全庁（SUJB）が、放射性廃棄物については、産業通商省監督の下に放射性廃棄物処分局（SÚRAO）が設置されている。ただ、廃棄物に対する実際の責任は、運転者である電力会社にある。原子力を含めたエネルギー政策は、産業通商省の管轄となっている。

## 原子力発電の状況

ドゥコヴァニ原子力発電所は1985-1987年の間に稼働を開始したが、1988年から制御系統の改良、出力増強のための改造が続けられている。これらは、EU加盟目的の改造ではない。現在は、制御系統のデジタル化が2009年までの予定で実施されている。

テメリン原子力発電所は、民主化後、燃料と制御系統をWH製とすることで完成させた。

現政権は緑の党と連立しており、連立協定に原子力発電所を新設しないと明記されている。そのため、現政権の任期中に、原子炉増設の決定はない。ただ2020年頃には、増加する電力需要を満たすため、新しい原子炉が必要になると予想されている。

チェコ政府は、エネルギーの安定供給を確保するため、エネルギーミックス政策を取っている。ただ、石油はロシアから輸入されており、自国産の石炭も埋蔵量からして今後20年程度しか供給できない。さらに、石炭型火力発電所が老朽化し、まもなく寿命に達するので、たくさんの火力発電所を閉鎖しなければならない。

また、送電線網が容量不足となっており、電力部門で課題が多いのも事実。

こうした事情から、10年後にチェコが電力輸入国に転じてしまう危険もある。

チェコ政府は、2000年に2030年までのエネルギー政策を策定し、3年毎に実情を評価して、政策を更新している。現在、長期的なエネルギー需要を予測しながら、政府が設置した専門委員会で新しいエネルギー政策案が検討されている。その結果が、2008年半ばに提示される予定だ。問題はその中で、原子力発電がどう位置付けされるかだが、Hubacekエネルギー一部原子力担当課長は、何ともいえない状況だと回答した。

## 防災体制

原子力発電所の事故に関する情報公開責任は、チェコ電力にある。そのため、事故はチェコ電力が国に届け出なければならない。届け出に関しては、事故の度合いに応じて法的に規定がある。

防災計画は、発電所（運転許可の条件）、自治体、国のレベルで作成され、その縦のつながりが原子力安全庁によって監督される。

周辺住民に影響のある大きな事故の場合、内務省の下で防災対策が講じられる。

原子力発電所は、汚染が発電所敷地外に拡大する事故については、周辺自治体にも事故について報告しなければならない。その場合、国が周辺国に事故について報告する。

原子力発電所と自治体は、発電所に隣接する自治体とは年1回、隣接自治体周辺の自治体とは2年に1回、防災訓練を行っている。

## 2. 3. 原子力安全庁（SUJB）

原子力安全庁は、原子力平和利用、放射線防護に責任を有する政府の独立規制機関で、国家予算においても独立して予算が計上される。長官は首相によって任命される。さらに2000年からは、生物化学兵器（BC兵器）の拡大を阻止することにも責任を負うことになった。



職員数は197人で（原子力安全約50人、放射線防護約100人）、そのうち3分の2が検査官である。2007年の予算は3億5000万コルナ（約21億円相当）。

## 法体系

原子力安全規制の基盤となるのは、1997年の原子力平和利用法で、その下に具体的な要求を規定した、強制力のあるSUJBの法令が制定されている。

チェコでは、10年毎に確率論的安全評価（PSA）がすでに実施されているものの、法的にその規定がないなど、まだ法的にEU規制体系に調和させなければならない点が多い。SUJBは西欧原子力規制者会議（WENRA）のメンバーとなっており、その規制内容を国内でマッチングしていかなければならない。現在、法的には50%しか調和していないが、原子力発電所での実施状況では90%が調和しているという。そのため、チェコの原子力安全遵守体制には問題ないとの説明があった。

現在、安全、許認可、運転など18の点で、WENRA規制との調和進捗状況が評価され、2009年ないし2010年までにはその調和作業を終える予定という。

許認可については、建設許認可と運転許認可が供与される。運転許可に関しては、PSAの結果に応じ、10年毎に更新される。

## 検査状況

検査は、現場での通常検査と、原子炉を停止して実施される定期検査などの特別検査に分かれる。通常検査は、原子力発電所内において現場常駐の検査官が日常的に行う検査である。検査項目に関しては、半年毎に検査項目計画が作成される。

定期検査は、12ヶ月に1回、原子炉が停止される燃料交換時に実施される。運転者側からは、運転中の検査項目を増やすなどして、この定期検査の実施間隔を延長してほしいとの要望が出ている。ただSUJBは、そのためには使用サイクルの長い新しい燃料を使用するなどの対策が必要と見ており、現段階では無理との立場を取っている。

また、運転者側からは、検査期間を短縮してほしい、オンライン検査を導入してほしいなどの要望も出ているが、SUJBは新しいPSAの結果を見て判断するなど、今後検討する意向だという。

## ドゥコヴァニ原子力発電所

ドゥコヴァニ原子力発電所では、タービンの改造などで2次系統の流量を増大させる、燃料の濃縮度を上げるなど燃料の品質を上げることによって、発電出力を500MWに引き上げたい意向だ。SUJBは、それによって温度が上がるなどの問題があると見ており、今後2年間で安全性に問題がないか、検討する予定となっている。

ドゥコヴァニ原子力発電所の原子炉は1985-1987年稼働しており、最初に稼働した1号機は2015年に設計寿命の30年に達する。発電所側は10年ほど前から、その寿命を20年延ばして50年とする意向を示している。

なおドゥコヴァニ原子力発電所では、国際原子力機関（IAEA）の規制に従って、高経年

化管理が実施されている。

### テメリン原子力発電所

テメリン原子力発電所の運転を巡っては、チェコのEU加盟に関連して、隣国のオーストリアがテメリン原子力発電所の安全性について懸念を抱き、両国が政治的に対するまでに発展した。両国は2001年11月のメルク協議で合意に達したが、安全性証明問題では、チェコが8件について証明済みとしているのに対して、オーストリアが5件しか証明されていないとするなど、依然として両国の間には意見の食い違いがある。また、オーストリアの環境団体などが依然として、テメリン原子力発電所の運転に反対するなど、両国関係はぎくしゃくしたままの状態となっている。

この問題について、SUJBは技術的というよりは政治的な問題とした。根本的な問題は、安全性に関係ないものまでかなり細かい情報の提供が要求されるなど、オーストリア側に原子力専門家いないことから、提供した情報を誰もの確に評価できなかったことにあると指摘した。

テメリン原子力発電所のように、旧ソ連の技術に西側の技術を導入するのは、フィンランドにあるようにはじめてではなく、WH製の制御系統を導入することで制御系統がフルデジタル化されたことは、安全性強化につながっている。実際、IAEAや国際専門家グループのミッションもテメリン原子力発電所の安全性を確認しており、同発電所の安全性には問題ないとした。むしろ、ブルガリアのコゾロドゥイ原子力発電所においてテメリン原子力発電所と同型炉のVVER-1000/V320が旧ソ連製の制御系統で運転されているが、SUJBは、そのほうが安全性から見て問題だと指摘した。

なお、テメリン原子力発電所ではこれまで、タービンの振動問題、羽根の亀裂、WH製燃料の問題などが発生している。

## 2. 4. テメリン原子力発電所

テメリン原子力発電所は、チェコ南西部のオーストリア国境近くに立地している。現在、旧ソ連型PWRの4ループ式VVER-1000/V320（発電出力1000MW）が2基稼働中だ。建設の開始は1987年2月で、1号機が2002年6月に、2号機が2003年5月に商用運転を開始した。両機は、旧ソ連の技術をベースにシコダなどチェコ企業を中心に建設された。

その間、資金難で1990年には、当初予定されていた3号機と4号機の建設を断念した。1993年には、安全性を向上させるため、米国WH製の燃料と制御系統を導入することが決定された。ただ、建設費高騰と電力需要の減少で、1995年に政府内で建設継続を再決議しなければならないなど、数々の問題を乗り越えてきた。

また、チェコのEU加盟に際し、隣国オーストリアがテメリン原子力発電所の安全性に懸念を表明したことで、両国の関係が悪化した。その後、両国は2001年11月に、チェコが発電所の安全性向上に努力すること、原子力問題で両国の信頼関係を築くために対話を続けることなどで合意したが（メルク協議）、依然として両国の間には、発電所の安全性の問題に関して意見の食い違いがある。

そうした事情から、世界で最も国際的なミッションによって検査されると同時に、メディアの世界でも最も安全性問題について報道されてきた原子力発電所のひとつとなっている。

テメリン原子力発電所はチェコ電力の所有で、チェコ電力は将来的に3号機、4号機を建設することを念頭に置いている。

## 運転状況

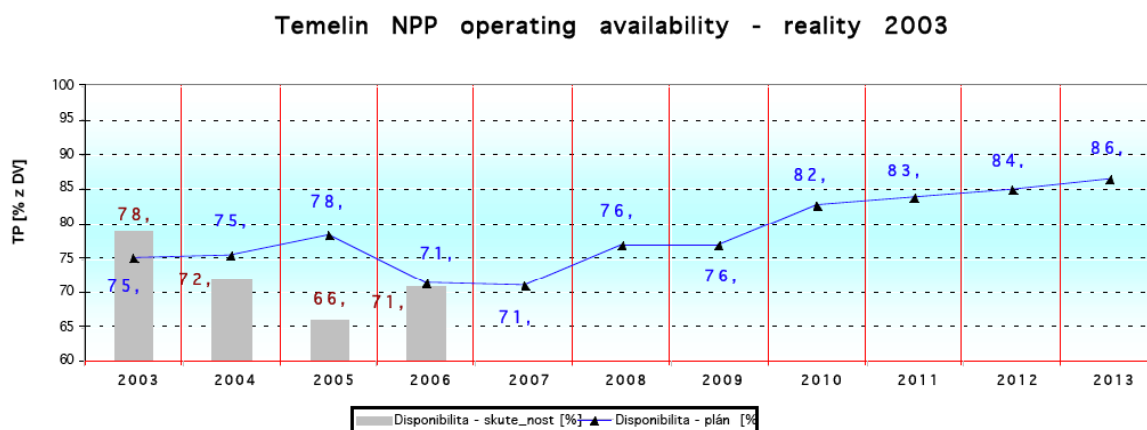
運転開始当初から、タービンの振動、発電機、その他2次系統設備に不具合が発生した。さらに、2004年12月からWH製の燃料に、燃料棒の挿入が不完全な燃料集合体が出たり、燃料集合体に幾何学的変化が出るなどの問題が発生し、2006年と2007年には改良された新しい燃料が使用された。

また、2005年3月には高圧タービンの羽根に亀裂が見つかり、タービンの出力が上がらないという問題が発生した。

こうした問題が原因で、以下のグラフからわかるように、これまでの発電所の稼働率は70%代に止まっており、東欧諸国の他のVVER型炉と比較すると、稼働率は高くない。

また、原子炉の停止期間も現在1基当たり年間約60日間と長くなっており、まずはそれを50日に短縮するのが目標である。

### テメリン原子力発電所の稼働率推移



(出所：テメリン原子力発電所プレゼンテーション)

これら問題は徐々に解決されてきているほか、原子炉の運転も安定してきており、2005年と2006年では緊急停止が1回もなく、2007年に1回あった程度だった。

## 改善措置

2007年の総発電量は2基で9TWhと、当初の設計目標の年間15TWhにはまだ程遠い状態となっている。そのため、2007年7月から「Safely 15 TERA」計画が開始されている。これは、テメリン原子力発電所の安全指数を世界のトップクラスに引き上げると同時に、年間発電

量を2012-2013年頃までに15TWhとすることを目標としている。

「Safely 15 TERA」計画の実施措置は、主に以下の通り。

- ・これまで問題のあったWH製の燃料がロシアTVEL製の燃料に交換される。
  - ・高圧タービンでロータを交換するなどの改造が行われた。
  - ・蒸気弁の交換など主蒸気系が改造された。
  - ・運転停止期間を短縮するため、メンテナンス機器、器具などの改良によって作業の効率化が促進される。
  - ・安全性の向上、主設備の不具合発生率の削減を目的として、点検、メンテナンスの効率化、不具合発生の分析が促進される。
  - ・下請け業者とより良い関係を維持することで努力される。
- など。

### 3号機、4号機の建設

チェコでは石炭型火力発電所が老朽化しており、ここ数年で寿命に達する発電所が多い。そうなった場合、年間8TWhの電力を輸入しなければならず可能性があるという。また、スロバキアで原子力発電所が閉鎖されることから、スロバキアで電力が不足する可能性もある。そうしたことから、チェコ電力はすでに、3号機、4号機（それぞれ1000MW）の建設を検討している。チェコ電力には資金力もあり、資金調達には問題ないという。そのためには、政治決断が必要だが、現段階では、政府の委員会が今後のエネルギー政策についてどのような決定を下すか次第となっている。委員会の決定は、2008年半ばに出るのではないかという。政府が原子炉新設の必要性がないと判断した場合は、チェコ電力が国外の原子力発電所建設に参加する可能性もあるという。

建設される可能性のある炉型候補だが、A-PWRやEPRなど西側の炉型にもチャンスがあるとの見解も聞かれた。

### コントロールルーム

コントロールルームのオペレータは、原子炉担当、タービン担当、ユニット担当、シフト長の4人で、6時-14時-22時の3交代となっている。オペレータの資格を得るには、2年間教育を受けた後、7週間シミュレーションセンター（約180のシナリオ）で訓練し、その後に国家試験を受ける。合格した後、1年間試験採用された後、オペレータとして働くことができる。ただその後も、2年毎に試験を受ける必要がある。

### 使用済み燃料

現在、燃料の使用サイクルは4年となっている。そのため、年1回の燃料交換時には燃料全体の4分の1が交換される。使用済み燃料はまず原子炉横の貯蔵プールに入れられるが、貯蔵プールの容量は前述のサイクルの下では12年間分の収納能力がある。発電所側は今後、使用サイクル5年の燃料を使用する計画だが、現在の状況からして、使用済み燃料の中間貯蔵施設は、2010-2013年頃に完成しておればよいという。

計画されているのは乾式中間貯蔵施設で、テメリン原子力発電所内に建設される。すでに環境アセスメントを2005年に終了し、現在、許認可手続きが実施されている。

### 緊急防災対策センター

テメリン原子力発電所内には核シェルターがあり、その中に緊急事故時の防災対策センターが設置されている。センターには、事故発生後20分以内に、発電所所長をトップにシフト長、広報部部長など幹部8人が集まる。センター内には同時に、技術的な問題に対処するため、安全技術者など5人で構成される技術支援部も設置される。センターからは、規制機関SUJB、周辺自治体などへの直通回線が設置されており、30人の職員が3日間活動するのに必要な食糧が常備されている。

発電所周辺地域は、半径5km以内の黒ゾーンと、半径13km以内の青ゾーンに分別され、黒ゾーンは緊急時に避難対象地域となる。青ゾーン地域の住民には、毎年、事故時の対応の仕方が記入されたカレンダーとヨード剤4個が支給される。

なお毎年1回、規制機関SUJBの立会の下、地元自治体、医療機関、消防署、警察署などの機関とともに防災訓練が実施される。

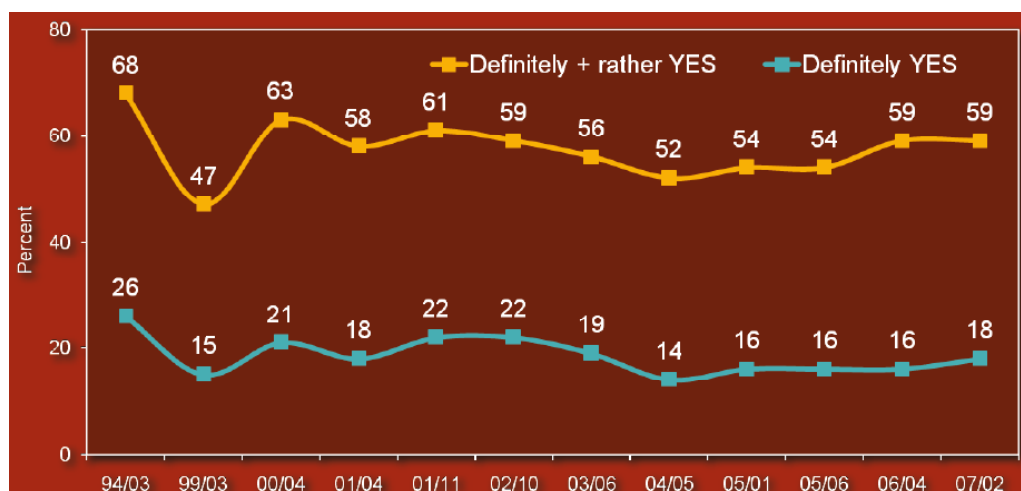
### 広報活動、国民のアクセプタンス

テメリン原子力発電所内には、情報センターが設置されており、年間約2万5000人の訪問者があり、毎年増える傾向にあるという。そのうちの約5分の1が発電所近郊の住民だ。

発電所では、周辺地域に対して、道路、文化スポーツ施設などのインフラ整備やスポーツや文化の催し物に、全体で毎年約130万ユーロ（約2億円に相当）を補助してきた。

チェコにおける原子力発電に対する支持は、以下のグラフのように高い。ただ、テメリン原子力発電所に対する支持率は約50%であるのに対し、ドゥコヴァニ原子力発電所に対する支持率は約80%と、ドゥコヴァニに対する支持のほうが格段に高くなっているという。

チェコにおける原子力発電支持率の推移



(出所：チェコ電力プレゼンテーション資料)

## 2. 5. UJPプラハ社 Ustav Jadernich Paliv

UJPプラハは、1966年に旧チェコスロバキア国営企業DIAMOの核燃料研究所として設立された。1990年代はじめの民主化後、1996年にシコダUJPの名前で民営化され、2002年にシコダから独立して、現在の社名に変更された。

民営化においては、それまでの研究開発を生かして、核燃料部門ばかりでなく、放射性廃棄物輸送貯蔵容器の設計と製造、放射線医療機器（コバルト60やX線、タングステンなどを使用するもの）の開発、材料検査（特に合金）などへと拡大された。

主な顧客はチェコ企業で、チェコ電力、シコダJS（次項）などと密接な提携関係を結んでいる。また、EUの材料検査研究開発事業にも参加している。

従業員は約100人で、年間売上は約1000万米ドル（約9億9200万円に相当）。

原子力発電では、加圧水型炉だけを対象として、燃料のモニタリングでコンサルティングサービスを提供したり（チェコのテメリン、スロバキアのボフニチェ、英国のセラフィールドなど）、運転中の燃料損傷モニタリングシステムを納入した（チェコのテメリン、スロバキアのボフニチェとモホフチェなど）。

### テメリン原子力発電所

テメリン原子力発電所の燃料問題では、問題のあった燃料の分析を行い、不具合とその原因についてガンマ線スペクトロメータなどで検査した。テメリン原子力発電所燃料の不具合率については具体的なデータがないが、1号機と2号機で燃料の状況に差があったという。

最終的に、WH製の燃料からロシアTVEL製の燃料に交換することが決定されたが、交換には5年必要だという。ロシア製の燃料はたいへん品質がよくなっており、それによってテメリン原子力発電所の燃料問題は解決されるだろうとコメントした。

### ドゥコヴァニ原子力発電所

3号機、4号機では、燃焼度を5%上げて、パワーアップさせる計画である。そのための許可は1年後くらいに出るだろうということだった。

また、燃料はこれまで3年サイクルで使用されてきたが、燃料の最適化で4年サイクルに延ばし、さらに5年サイクルにする予定という。

## 2. 6. シコダJS社 Skoda Jadrne Strojirenstvi

シコダJSは原子力に特化した機械製造メーカーで、原子力で50年の実績を誇る。旧チェコスロバキアのシコダグループに属していたが、1990年代はじめの民主化後、シコダグループ（自動車はその一部にすぎなかったので注意）が分割民営化される過程で、原子力機械製造メーカーとして分離民営化された。しかし2004年4月、ロシアのガスプロムを親会社とするロシア最大の重機械グループOMZに買収された。

2006年の売上は約7700万ユーロ（約120億円に相当）で、そのうちの約35%がVVER設備の

製造、26%がエンジニアリング、23%がキャスク等製造で、西側PWRないしBWRの設備の製造の割合は5%と少ない。主な輸出先は、ハンガリー（33.7%）、ウクライナ（30.6%）、ドイツ（12.4%）、リトアニア（10.9%）となっている。

従業員数は約760人。

なお、チェコ訪問時に、原子力部門のエンジニアリング会社であるシコダ・プラハ（チェコ電力が買収）が、会社首脳部の交代を期に、原子力事業から撤退する意向だとの情報を得た。

シコダJSはこれまで、VVER-440/V213型炉を21基、VVER-1000/V320型炉を3基製造、取付けた。

これまで、シコダJSが手がけた主なプロジェクトは以下の通り。

- ・ボフニチェ3号機、4号機VVER-440/V213（スロバキア）：  
圧力容器を含む1次系統、燃料交換機的设计、製造、取付け
- ・ドゥコヴァニ1-4号機VVER-440/V213（チェコ）：  
圧力容器を含む1次系統、燃料交換機的设计、製造、取付け
- ・パクシュ1-4号機VVER-440/V213（ハンガリー）：  
圧力容器等原子炉設備の製造
- ・モホフチェ1号機、2号機VVER-440/V213（スロバキア）：  
圧力容器を含む1次系統、燃料交換機的设计、製造、取付け
- ・テメリン1号機、2号機VVER-1000/V320（チェコ）：  
圧力容器を含む1次系統、燃料交換機的设计、製造、取付け（シコダ・プラハの下請け）
- ・ドゥコヴァニ1-4号機VVER-440/V213（チェコ）：  
I&Cシステム改造、2001-2009年、主契約者として、アレバ等と下請け契約  
I&Cシステム第2期改造、2007-2015年、主契約者として
- ・モホフチェ3号機、4号機VVER-440/V213（スロバキア）：  
アトムストロイエクスポート（ロシア）、その他スロバキアの業者とコンソーシアムを形成して、建設再開工事の主契約者として

その他、PWR圧力容器の支持リング、BWR原子炉内部部品、BWR蒸気乾燥機、EPR原子炉コンポーネント（フィンランド向け）、貯蔵プール用ラック、独GNS製キャスク（CASTOR、KONSTOR）、同バスケット、シコダ製キャスクの製造など。

また、運転中の圧力容器検査などのサービスも提供している。

ブルガリアのベレネ原子力発電所建設計画では、シコダ・プラハ、UJV（次項）とともにシコダ・コンソーシウムを形成し、VVER-1000/V320型炉で応札したが、受注できなかった（7. 2項参照）。

同社はすでに、ロシア規格ばかりでなく、米国規格、ドイツ規格、英国規格での製造を行っている。ただ、ロシア企業OMZグループの傘下に入ったことで、傘下に原子力事業を展開するロシア企業もあることから、同社がロシアに進出するのは無理との指摘があった。

## 2. 7. 原子力研究所社 Ustav Jaderneho vyzkumu (UJV)

プラハから北西40km離れたモルダウ川沿いにある。1955年に、国の原子力研究機関として設置された。その後、1992年末にチェコ電力（52.46%）、スロバキア電力（27.77%）、シコダJS（17.39%）などによって民営化され、原子力部門、電力部門で研究開発、設計／エンジニアリング、特殊部品の製造、研究炉を利用したガン治療などを行う原子力研究開発サービス会社となった。従業員数は約1000人で、2006年の収入は約3500万ユーロ（約54億円に相当）。その内訳は、チェコ政府機関31%、チェコ電力30%、シコダJS2%、その他チェコ企業20%、スロバキア電力2%、国外15%となる。傘下に6つの子会社を有する。

なお、EUの研究開発事業であるフレームワーク事業にも参加している。

研究開発の中心テーマは、原子力発電所の安全、寿命管理、新原子炉、核融合、燃料開発、放射性廃棄物管理、材料検査など。エンジニアリングでは、安全評価、PSAの実施と図書の作成、設備診断、材料検査、蒸気発生器のメンテナンス、修理などを行っている。

原子力部門における過去の実績として、

- ・モホフチェ1号機、2号機VVER-440/V213（スロバキア）の基本設計
  - ・テメリン1号機、2号機VVER-1000/V320（チェコ）の基本設計
  - ・ベレネ原子力発電所VVER-1000/V320（ブルガリア）の入札のための設計
  - ・モホフチェ3号機、4号機VVER-440/V213（スロバキア）の設計図書作成
  - ・テメリン原子炉新設（チェコ）のためのフィージビリティスタディの作成
- などがある。



### 3. スロバキア

スロバキアは1993年1月、チェコスロバキアから分離独立し、原子炉6基を引き継ぐことになった。原子炉が立地しているのは、スロバキア西部のボフニチェ原子力発電所（4基）と西南部のモホフチェ原子力発電所（2基）で、いずれも旧ソ連型PWRのVVER-440（440MW）である。ボフニチェ原子力発電所の2基（1号機、2号機）だけが古いV230モデルで、圧力容器は旧ソ連製。他の原子炉はV213モデルで、圧力容器は旧チェコスロバキアのシコダ製である。

ボフニチェ原子力発電所の4基は1970年代半ばに着工し、1980-1985年に運転を開始した。モホフチェ原子力発電所の2基はチェコのシコダを主契約者として、独仏企業も参加して1998年と2000年に運転を開始した。

ただ、スロバキアのEU加盟交渉において（スロバキアは2004年5月EU加盟）、隣国オーストリアが首都ウィーンに近いボフニチェ原子力発電所で稼働している旧型の1号機と2号機の早期閉鎖を決定することを要求し、それをスロバキアのEU加盟条件とした。そのため、スロバキア政府は政治判断で、1号機を2006年末に、2号機を2008年末に最終停止することを決定した。

その代わり、閉鎖されるボフニチェ原子力発電所の2基の代替として、資金難で建設がストップしていたモホフチェ原子力発電所の3号機、4号機の建設を再開することが決まった。ただ、モホフチェ原子力発電所の3号機、4号機で発電できるようになるのは、2012年以降と見られるだけに、ボフニチェ原子力発電所1号機と2号機の停止によって、それまで電力の10%を輸出していたスロバキアも、一転して電力輸入国に転じてしまう可能性が高い。

ボフニチェ原子力発電所1号機と2号機の廃止措置後に、その跡地に新しい原子炉を建設することも検討されている。

なお同国では、1976年と1977年に大きな事故を発生させ、1979年に閉鎖された重水減速ガス冷却炉ボフニチェA-1（HWGCR）の廃止措置が実施されている。

総発電量に占める原子力発電の割合は現在、58%である。

#### 3. 1. 原子力規制庁（UJD）

原子力規制庁はスロバキアの原子力規制機関で、1993年1月に旧チェコスロバキアの原子力委員会の後継機関として設置された。政府直属の国家独立機関で、政府への報告義務を有する以外は、独自の決定権限がある。規制対象は、原子力関連施設での安全、放射性廃棄物の管理、放射性物質の輸送と管理など。職員数は現在、約90人。そのうち60人が検査官である。ブラチスラバ（安全、国際関係部門）とトルナバ（検査部門）に事務局がある（組織図は本項末尾に掲載）。

#### 法体系

原子力規制の中心となるのは、2004年の原子力平和利用法（原子力法）で、その他に、エネルギー法、原子力基金法（2006年）などの関連法が加わる。これら法律の下に、安全

規制を具体化した規則が13制定されている。UJDの決定には強制力があるが、法規以外に作成されているUJDのガイドラインには強制力がない。

規制体系は、旧チェコスロバキアの法規を基盤に形成されてきたもので、まず米国の基準に沿って立案されてきた。しかしEU加盟に当たり、規制方式は欧州原子力共同体（EURATOM）の基準に調和されている。現在、原子力技術の最新の状況を原子力法に反映させるため、原子力法の改正作業が行われている。改正法では、安全がより重要視され、UJDの権限がより強化されるという。

原子力関連施設の許認可は、1）敷地、2）建設、3）試運転、4）運転、5）廃止措置に対して供与される。敷地の認可は環境アセスメントによって行われるものであるので、環境省が管轄し、それ以外はUJDの管轄である。

運転許可は確率論的安全評価（PSA）の結果に応じ、10年毎に更新される。

### 検査体制

検査官は全職員の3分の2に上り、ボフニチェ原子力発電所に3人、モホフチェ原子力発電所に2人の検査官が常駐している。

年間、約100-150件の検査が行われる。検査の重点は、法規定が遵守されているかどうかとなる。検査結果に応じ、検査間隔を短くすることもあるという。

### 原子炉新設

モホフチェ原子力発電所3号機と4号機は、VVER/-440/V213の建設を目的に1987年に着工した。しかし、資金難で1992年に建設を中断、その後、将来の建設再開のために保護措置が講じられ、維持、管理されてきた。

UJDは2006年、将来の建設再開を前提に3号機と4号機の検査を実施し、建設再開に向けて必要となる技術図書を提示した。技術図書は、現在有効な新しい安全基準をベースとして作成されなければならない。

所有者のスロバキア電力は、2007年にフィージブルスタディを作成した後、その結果によって工事再開を決定した。

3号機と4号機は、当初の計画通りVVER/-440/V213が設置されるが、安全系統などで西側の新しい技術が導入される。スロバキア電力は2008年に工事を再開し、3号機を2012年に、4号機を2013年に運転を開始させたいとしている。

またスロバキア電力は、温暖化問題で老朽化した火力発電所が閉鎖される可能性が高いほか、電力需要が増大することが予測されるので、2015年頃を目処にさらに新しい原子炉を建設したい意向だ。発電容量としては、1000-1500MWが考えられている。インフラが整備され、技術者も豊富なことから、ボフニチェがその有力な立地候補に挙がっている。

モホフチェ原子力発電所3号機と4号機の設置に向け、UJDでは2010年までに職員を5-10人増員する計画だという。さらに、政府は今後、UJDの権限をより強化することを考えており、そのためにUJDの予算を倍増することを検討している。

## 放射性廃棄物管理

使用済み燃料の中間貯蔵施設（湿式）が、ボフニチェ原子力発電所内に設置され、1988年から運転されている。当時は、使用済み燃料を10年間貯蔵した後、再処理のために旧ソ連に移送することを前提としていた。民主化後、ロシアへの移送が無理となったことで、使用済み燃料を50年間貯蔵することを目的に（30年延長可能）、中間貯蔵施設の拡張工事が1997年から2000年の間に行われた。中間貯蔵施設は、ボフニチェ原子力発電所とモホフチェ原子力発電所からの使用済み燃料に使用されているが、2015年までで一杯になる見込み。そのため、新しい中間貯蔵施設がモホフチェ原子力発電所近郊に設置される予定だ。

1979年に閉鎖されたボフニチェA-1号機（HWGCR）の使用済み燃料は、ロシアに引き渡された。

ボフニチェ原子力発電所から排出される低中レベル放射性廃棄物とA-1号機（HWGCR）の廃止措置によって発生する廃棄物を処理するため、ボフニチェ原子力発電所内に放射性廃棄物処理コンディショニング施設が1999年に設置された。同施設では、廃棄物がセメントと混合された後コンクリート容器に入れられる。廃棄物の入ったコンクリート容器はその後、1999年にモホフチェ原子力発電所近郊に設置された地表貯蔵場で保管される。

最終処分場は地下層に設置することを前提に現在候補地が選定されている。国内処分を前提とするが、コストを削減するため、ハンガリーと共同で最終処分する可能性もあるという。

廃止措置も含め、放射性廃棄物の管理は国家機関である放射性廃棄物処理局（JAVYS）によって行われる。そのための資金は、原子力発電所から供給された電力の電力料金の10%を電力会社が基金に支払うことで調達される。基金は、財務省によって管理されている。

ボフニチェ原子力発電所1号機と2号機の廃止措置に対しては、EUが2013年まで20億スロバキアコルナ（約4億2000万円に相当）の補助を給付することになっている。

なお、経済省が現在、放射性廃棄物処分に関して新しいコンセプトを作成しており、まもなくそのコンセプトが公表される予定だ。

## 人材育成

スロバキアでは、原子力関連の専門家の多くは中年世代となっている。若い世代が原子力に関心を示さず、原子力を勉強したいとする学生が出てこないのが問題となっている。そのため、若い人材をいかに確保するかが、今後の重要な課題だと認識されており、スロバキア電力が大学と一緒に、奨学金制度を導入するなど対策を協議している。

政府は今のところ、電力業界の対応を見守っているところという。

## 防災体制

UJD内には、緊急防災センターが設置されている。センターは1995年から活動している。設置に当たっては、英国の支援を受けながら、フィンランドの緊急防災センターをモデルとされた。センターの主な目的は、事故時に現場の状況、放射線レベル、天気予報などの情報を把握し、政府の対策委員会を支援することにある。

全国29ヵ所に設置された測定装置からは、常時、放射線データが送信されてくる。緊急時には、事故地周辺の汚染状況を把握するため、可動式測定装置を携帯する調査団が派遣される。

なお定期的に、3シフトで24時間の防災訓練が行われる。

### 3. 2. 放射性廃棄物処理社（JAVYS）

スロバキア電力が民営化の過程で2005年2月にイタリア電力公社ENELに買収（66%）された。しかし、ENEL側が閉鎖されたボフニチェA-1号機を含めた放射性廃棄物管理と閉鎖される予定のボフニチェ原子力発電所1号機、2号機に関心を示さなかった。そのため、スロバキア電力の廃止措置を含む放射性廃棄物管理部門とボフニチェ1号機、2号機を引き受ける形で 放射性廃棄物処理社が2006年4月に設置された。その後、国が公益を考え、国営企業として運営している。

そのため、スロバキア電力が現在、ボフニチェ原子力発電所3号機と4号機、モホフチェ原子力発電所1号機と2号機を所有しているのに対し、JAVYSは、ボフニチェ原子力発電所1号機と2号機、放射性廃棄物処理コンディショニング施設、使用済み燃料中間貯蔵施設、モホフチェ原子力発電所内放射性廃棄物処理施設（ビチューメン、セメントを利用）、同近郊の低中レベル放射性廃棄物貯蔵施設などを所有し、現在、ボフニチェ原子力発電所2号機の運転の他、廃止措置を含む放射性廃棄物の管理を行っている。

こうした事情から、現在、スロバキアの電力の65%がスロバキア電力によって、20%がJAVYSによって発電されている。

同社はボフニチェ原子力発電所内に設置され、従業員は全体で1285人である（組織を本項末尾に掲載）。なお、ボフニチェ原子力発電所からは、近郊の3つの町に暖房熱源が供給されている。

#### ボフニチェ1号機、2号機の廃止措置

ボフニチェ1号機と2号機を廃止する方法に関しては、即時解体する方法が選択された。安全封鎖する場合とのコスト比較では、即時解体のほうが安全封鎖よりも10%超割高になるとの結果が出た。しかし、人材の有効利用（現従業員のノウハウを流用）、跡地の有効利用（廃止後の原子炉新設の可能性）などの利点を考慮し、即時解体が選択された。廃止措置は、2025年に終了する予定だ。

廃止措置実施に向け、2002年10月から環境省が主体となって環境アセスメントが実施され、2007年3月に最終コメントが提示された。

今後、2008年10月までに現場の汚染データ等が把握され、2010年8月までに廃止措置計画図書が作成され、規制機関であるUJDに廃止措置実施のための許認可の申請が提出される。

#### ボフニチェA-1号機の廃止措置

重水減速ガス冷却炉ボフニチェA-1（HWGCR）はチェコスロバキア初の原子力発電所で、実証プラントとして1972年に運転を開始した。しかし1976年、燃料交換時に炉心から新し

い燃料集合体が飛び出し、その時に放出された冷却材の炭酸ガスの影響で作業員2人が酸欠で死亡した。翌1977年には、燃料集合体中に放置されたシリカゲルの袋が原因で、燃料の温度が上昇して燃料溶融事故が発生、その結果、1次系、2次系ともに汚染されてしまった。そのため、1979年に閉鎖が決定された。

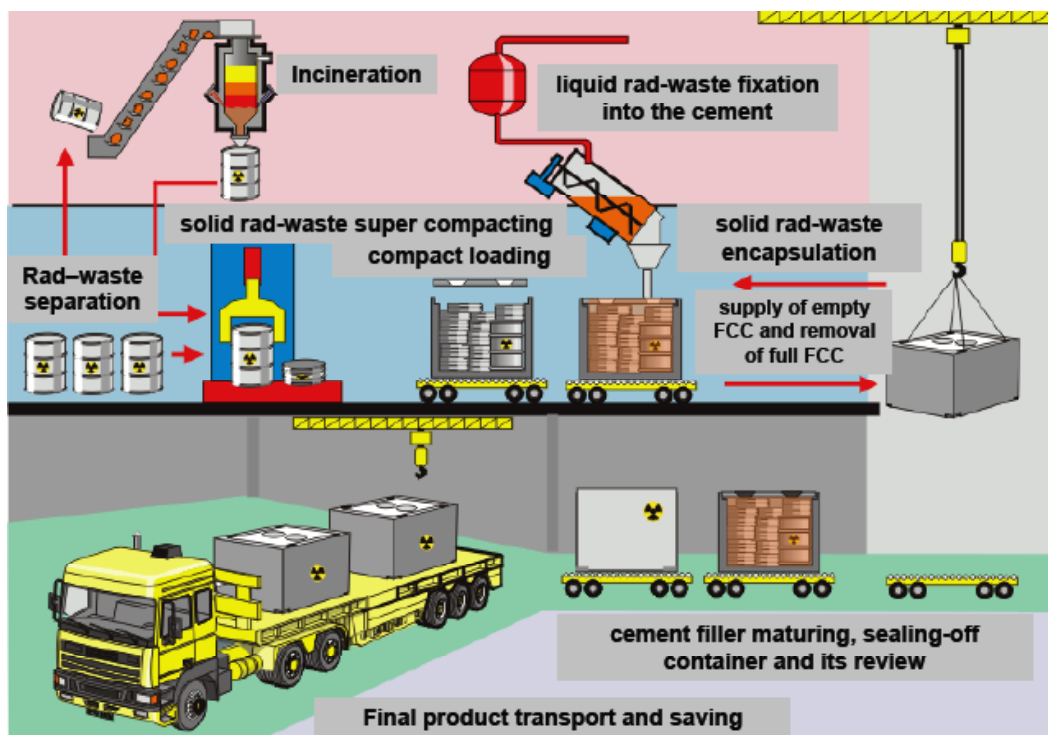
プラントでは1999年まで、原子炉の最終停止作業、廃止措置準備作業が行われ、それ以降、5段階に分かれて廃止措置が実施され、廃止措置が終了するのは2033年となる見込みである。

これまで、廃止措置プロジェクトの一貫でボフニツェ原子力発電所内に低中レベル放射性廃棄物処理コンディショニング施設、ビチューメンプラントなどが設置された。1999年から2007年の間、これらのインフラを整備するため、JAVYSとVUJE(次項参照)によってプロジェクトが実施され、主な技術はVUJEによって提供された。

### 低中レベル放射性廃棄物処理コンディショニング施設

低中レベル放射性廃棄物処理コンディショニング施設の基本概念は、以下の図の通り。

低中レベル放射性廃棄物処理コンディショニング施設概念図



(出所：JAVYSプレゼンテーション)

### 3. 3. VUJE & DECOM

#### VUJE

VUJEは1977年、旧チェコスロバキアの原子力発電研究所として設立された。当時は、燃

料電力省の管轄の下に置かれていた。特に、旧ソ連で開発された加圧水型炉VVERが国内で普及するのに貢献していた。その後、原子力発電所で働く従業員のトレーニングセンターとしての役割も果たしていた。民主化直前の1989年には、職員も約760人に達し、原子力発電所の運転効率向上に関する研究開発では、チェコスロバキアにおいて中心的な役割を果たしていた。

その後の民主化で、研究所の経営が行き詰まり、1994年に従業員の一部が国から研究所を買取り、原子力を中心とした電力部門の設計、エンジニアリング、研究開発、人材育成を専門とする企業として、株式会社化された。

現在、従業員は約700人で、原子力発電所従業員の教育、放射性廃棄物管理、安全分析、ヒューマンファクター研究などの分野で活躍している。

手がけたプロジェクトには、ボフニチェ原子力発電所（3号機、4号機）とドゥコヴァニ原子力発電所の安全性強化、ボフニチェ原子力発電所貯蔵プールの耐震設計、スロバキア送電線網の改修、ボフニチェA-1号機の最終停止、廃止措置第1ステージ、モホフチェ原子力発電所の放射性廃棄物処理施設などがある。

原子力発電所従業員のトレーニングも行われており、資格を取得するためには、VUJEで理論を学ぶと同時に、発電所で実地訓練を受ける2年間のデュアルシステム教育を受けた後、VUJEで実施される国家試験に合格しなければならない。トレーニングには、ハンガリー、ブルガリア、チェコ、フランスなどの国外からも受講生があるという。

## DECOM

DECOMは1993年、放射性廃棄物管理、廃止措置などバックエンドに特化した設計、エンジニアリング会社として、スロバキア電力、エネルゴプロジェクト（チェコ）、VUJEによって設立された。その後、スロバキア電力がイタリア電力公社ENELに買収されたが、ENELがDECOMの事業に関心を示さなかったことから、2007年にVUJEの100%子会社として株式会社化された。

現在、廃止措置計画図書の作成、廃止措置コスト分析、廃止措置安全分析などを行っている。ボフニチェA-1号機の廃止措置では、日本企業と提携したこともあるという。

スロバキアの原子力発電所ばかりでなく、チェコ、ハンガリー、ルーマニア、スウェーデンの発電所向けに廃止措置計画図書などを作成している。

今後は、廃止措置コスト計算プログラムなどの開発で、廃止措置ビジネスをより拡大させていきたい意向だ。

### 3. 4. モホフチェ原子力発電所

モホフチェ原子力発電所は首都ブラチスラバの西に位置し、現在、旧ソ連型PWRのVVER-440/V213（440MW）が2基稼働している。いずれも、圧力容器、タービンはシコダ製（チェコ）で、制御システムは独ジーメンス製となっている。

旧チェコスロバキアは、1981年にモホフチェにVVER-440/V213を4基設置することで、作業を開始し、1号機と2号機が1983年に、3号機と4号機が1985年に着工した。1980年代末ま



でに完成する予定であったが、当初予定されていた制御システムが最新の技術水準に達していないことが判明し、独ジーメンスのシステムに変更することが決定された。しかしその後、1990年代に入って資金難に陥り、1991年には工事の中断を余儀なくされた。

その後、スロバキア政府は1995年、政府の銀行保証付きで国外資本によって1号機と2号機を完成させることを決定した。それによって、1996年4月、チェコのシコダを主契約者として、エネルゴプロジェクト（チェコ）、EdF、フラマトム（いずれもフランス）、ジーメンス（ドイツ）、アトムエネルゴエクスポート（ロシア）からなるコンソーシアムとの間で、建設再開の契約が締結された。

その結果、1号機が1998年10月に、2号機が2000年4月に商用運転を開始した。モホフチェ原子力発電所は、旧ソ連型原子炉をベースとしながらも、西側の安全標準で設置された原子炉であることから、国際原子力機関（IAEA）や安全評価組織RISKAUDITは、モホフチェ原子力発電所の安全性は西側レベルに達していると評価している。

建設が中断されたままの3号機、4号機についても、2006年12月に工事再開が決定された。

発電所が立地している敷地の地盤は石で、地震の心配はないという

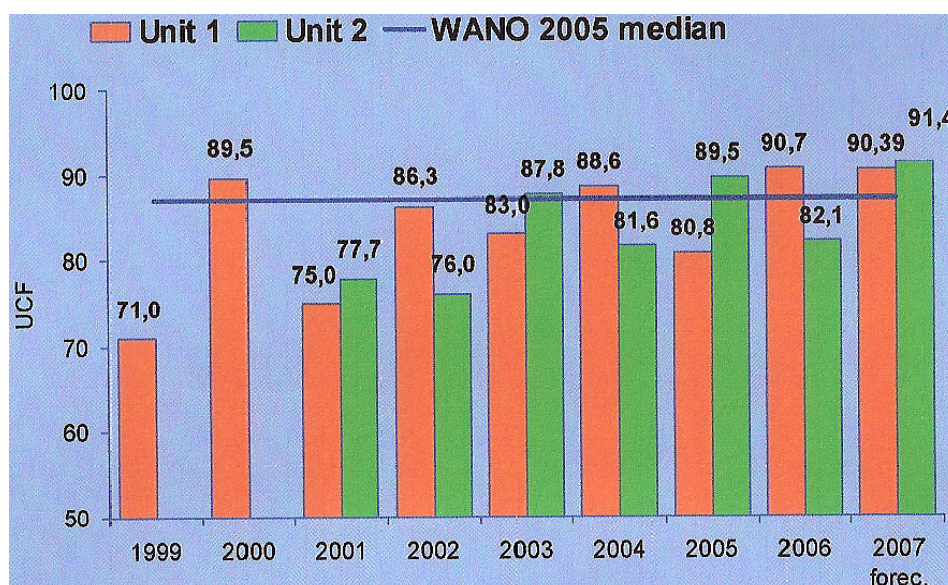
発電所の従業員数は1000-1100人（組織図を本項末尾に掲載）。なお、モホフチェ原子力発電所からは暖房熱源は供給されていない。

## 運転状況

3シフトで、交代時間は6時、14時、22時である。オペレータは、シフトスーパーバイザー、1次系統オペレータ、2次系統オペレータの3人で、6チームとなっている。なお、スロバキア電力がENELに買収された後、従業員の労働効率が上向く傾向が出ているという。

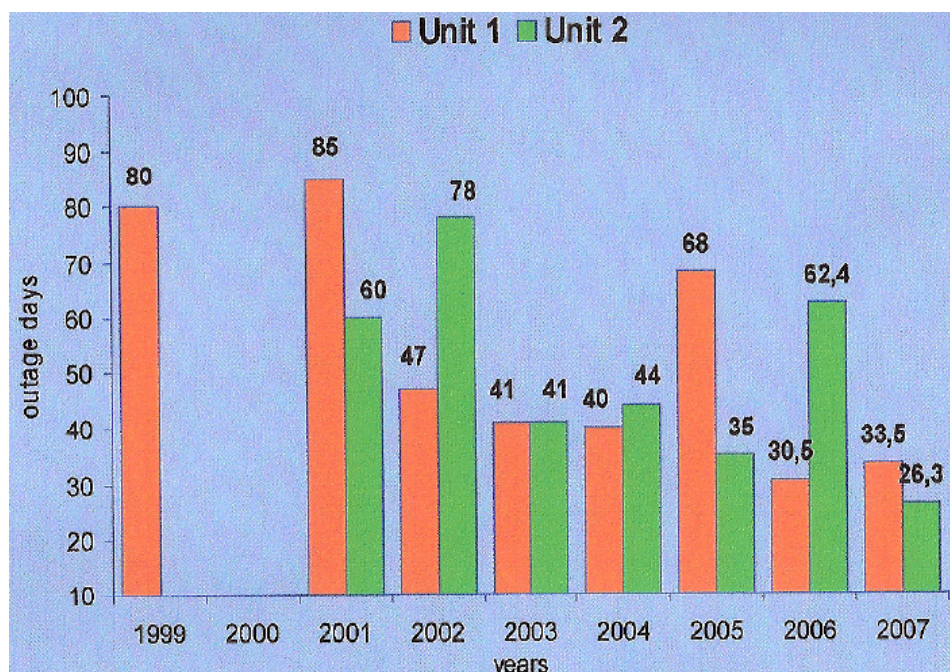
2007年の稼働率は1号機、2号機ともに90%を超え、発電所全体としては、これまでの最高を記録した（以下の図参照）。

モホフチェ原子力発電所の稼働率



（出所：モホフチェ原子力発電所プレゼンテーション）

## モホフチェ原子力発電所の運転停止期間



(出所：モホフチェ原子力発電所プレゼンテーション)

原子炉は燃料交換のため、現在、1年以上連続運転することはできない。同時に定期検査が実施されることから、停止期間が長くなっている。定期検査がなければ、停止期間は16日程度で済むということだった。ただ、モホフチェ原子力発電所では定期検査が義務付けられているので、停止期間はどんなに短縮しても23日以下は無理だと説明された。

稼働率を上げるには、停止間隔を引き延ばすこと、運転中に検査、点検できる項目を増やすことなどが考えられるが、法的な問題があるとのことだった。

なお、2007年4月に1号機の安全システムで漏れがあり、原子炉が停止している。

### 検査頻度の延長

圧力容器の検査（超音波）は4年に1回となっているが、米国などでは10年に1回となっていることから、現在、8年に1回とすることで、規制機関UJDと交渉中である。ただ、金属劣化の問題があるので、圧力容器からテストピースを採取して、定期的に分析することを考えているという。

蒸気発生器（6ループ）は、これまで毎年2基検査されていたが、過去の経験から検査間隔を6年とすることになり、2007年から年に1基検査することになった。

1次システムの検査も、これまで4年毎に実施されてきたが、6年毎となった。

安全システムは3系統一緒に検査されることになっているが、過去の実績から、年1系統ずつ検査することで、法律を改正できないか、規制機関UJDと交渉する予定という。



## 燃料

燃料はロシアTVEL製で、濃縮度は、3.3%、3.6%、4.0%のものが使用されている。TVEL側からは、燃料の改良提案もあるが、現在の燃料で満足しているという説明があった。燃料を変えるためには、法律の改正が必要だからだという。

## 3号機、4号機の建設再開

2006年12月、ENELによって3号機、4号機の工事を再開することが決定された。当初の計画通りVVER/-440/V213が設置される。

2007年中にまず、シビル工事などが開始したいという。3号機は2012年、4号機は2013年に完成させたい意向だ。

圧力容器、タービンなど主要設備はシコダ（チェコ）が納入する。制御系統がどのメーカーとなるかは、未定という。

## 広報活動

モホフチェ原子力発電所では、90年代はじめの民主化後、情報センターを設置して、積極的に情報キャンペーンを展開してきた。情報センターには、スロバキア電力の本社従業員が派遣されている。それ以前の旧社会主義体制下では、原子力発電に関して国民に情報を提供するのタブーであった。

発電所では、一般市民の見学を受入れており、年間約1万人の見学者がある。見学できるのは、タービンホール、シミュレーションセンターなど。見学者の95%は学校からの集団見学で、発電所側が学校側に見学のオファーを出して、青少年に見学にきてもらっている。バスも発電所側が用意するという。

最新の世論調査では、スロバキア国民の3分の2が、3号機、4号機の工事再開に賛成した。発電所周辺の住民では、その90%が工事再開に賛成だという。

## 人材育成

フルスコープシミュレーションセンターが発電所内にあるが、基本的な教育はVUJEで行われる。期間は1年半。その後、発電所のシミュレータで訓練を行った後、国家試験を受けて資格を取得する。ただし、国家試験は2年毎に受験して、資格を更新する必要がある。

さらに、ブラチスラバ大学と共同で専門的な安全トレーニングを実施しており、年に5人の従業員が派遣されている。

モホフチェ原子力発電所でも、人材確保が問題になってきているという。従業員には入社後20年経ったものが多く、従業員の平均年齢も42歳と高い。そのため、若い世代をいかに確保するかが、発電所にとって重要な問題となっている。さらに、3号機と4号機の運転に向け、人材を増員しなければならないという問題も抱えている。

昔は、原子力発電所で働く人材には高い給料が支給されていたが、経済成長に伴い、他分野での給与が上がって、原子力発電所で働くのは給与面から見ても、魅力がなくなっているもの事実。そのため、優秀な人材が給与のいいチェコなどに流出しているという。

EUレベルでは、原子力発電所で働く人材をたとえばウクライナなどからリクルートすることも検討されているが、西側諸国ばかりでなく、スロバキアでも原子力発電所で働く人材を確保するのが難しくなっているということだった。

## 4. ハンガリー

ハンガリーでは、同国南部のドナウ川沿いにパクシュ原子力発電所が立地している。炉型は旧ソ連型PWRのVVER-440/V213で、現在4基稼働している。いずれも、1970年代に建設が開始され、1980年代に商用運転が開始された。旧ソ連製だが、原子炉圧力容器はチェコスロバキア（当時）のシコダによるもの。西欧原子力規制者会議（WENRA）がすでに、パクシュ原子力発電所の安全レベルは西側並みとの結論を出している。

原子炉の設計寿命は30年だが、それを50年に延長させることが計画されているほか、2008年には各機の発電出力を510MWにパワーアップされる予定だ。

総発電量に占める原子力発電の割合（2006年）は37.6%だが、全体の57.2%を火力発電に依存している。他の東欧諸国と異なり、火力発電では天然ガス依存が強い。

### 4. 1. ハンガリー電力（MVM、電力ホールディング会社）

ハンガリー電力は国の民主化後、リストラ、民営化（1995年）された。現在、パクシュ原子力発電所と石炭型火力発電所の発電会社6社、送電／システムオペレータ1社、配電・販売会社3社、その他サービス会社など全体で15社を保有する。従業員数はホールディング会社には145人だが、グループ全体で8100人に上る。総発電量に占める同社の国内シェアは40.7%（2006年）である。

現在、国家資産管理会社AV（99.82%）と自治体（0.18%）の所有となっている。

### 電力市場の状況

ハンガリーでは、1995年にハンガリー電力が民営化され、EU加盟前の2003年にまず電力市場が開放され、2008年1月から完全自由化される。ただ法的には、現在はまだ65%しか自由化されていない。今後さらに、中長期的に電力関連企業の民営化が促進される。

それによって、ドイツ（RWE、E.ON、EnBW）、フランス（EdF）、日本（トーマン）などの外国資本が進出してきた。同時に、電力業界でリストラが進み、電力業界の雇用数は1990年の42000人（鉱業を含めると45000人）から現在18500人と、半分に減少した。

国は政治的に、パクシュ原子力発電所と石炭型火力発電所、送電線網を間接的に国の所有としているが、効率化が進んでいない。そのため、ハンガリーは発電量全体の1割をスロバキア、ウクライナ、ポーランド、チェコから輸入している。ただ現在、輸入電力価格のほうが高い。それは、ハンガリーはセルビアに電力を輸出しているが、それが国内の電力料金を引き上げる要因ともなっているからだ。

電力業界はこれまで、二酸化炭素の排出量を1990年比で35%削減してきた。ただ、EUがハンガリーに対してさらに15%削減することを要求している。政府は風力やバイオマスを中心として再生可能エネルギーを促進する計画だが、ハンガリーでは環境団体が風力発電と揚力発電に反対していることから再生可能エネルギーの普及にも限界がある上、電力料金が上がる要因ともなっている。

そうしたことから、国民に原子力アレルギーがないだけに、今後二酸化炭素排出量を削

減すると同時に、電力料金を安定させていくには、原子力発電を拡大することも1つの選択肢になるだろうという。

### 原子力発電の状況

パクシュ原子力発電所は稼働率が高いが、それはハンガリー国内での独自の努力によるものだ。旧ソ連製の機器、設備は国内に搬入された後、分解して再組立てされたほか、制御システムについても、西側（ジーメンス）のものに交換した。フィンランドと共同でシミュレーション体制を整備するほか、メンテナンスでの効率を上げるための努力を続けてきた。発電所の耐震性を強化するため、ハンガリー国内で補強措置も講じてきた。

MVMでは、1998年にパクシュ発電所に原子炉を新設するため、入札を行ったことがある。700MWクラスの原子炉で、2006年までに運転を開始することが考えられていた。米国WH製PWRのAP-600型炉、カナダ製CANDU-6型炉、ロシア・アトムstroイェクスポートのVVER-640型炉が応札されたが、いずれも入札期限の1998年10月9日までに応札されなかったという理由から、MVM側がいずれのオファーも受けなかった。

その後、2000年に技術、経済上のスタディが行われ、スタディでは、パクシュ原子力発電所4基すべての運転寿命を50年に延長するのは、技術的にも、安全性の上でも問題ないと結論が出された。そのための準備プロジェクトが2001年10月に開始され、許認可を取得するための計画が立案され、1号機についてはすでに許認可が申請された。同時に、発電出力が8%アップされる予定だ。

### 放射性廃棄物管理

ハンガリー北部にピュシュペクシラービ低中レベル放射性廃棄物最終処分場がある。ただここでは、原子力発電以外の産業、研究開発、医療活動から排出される廃棄物が処分されている（600年運用の予定）。パクシュ原子力発電所からの低中レベル放射性廃棄物を同処分場で処分するとの計画もあったが、地元住民の反対で、パクシュ原子力発電所からの廃棄物はサイト内で保管されている。

使用済み燃料は当初、ロシアに返還されていたが、ロシア側から国内処理してほしいとの依頼があったほか、国内で処理したほうが安く上がることから、パクシュ原子力発電所近郊に設置された中間貯蔵施設で保管されている。

原子力発電によって排出される放射性廃棄物は原則として発生者の責任となっているが、1998年1月に原子力法によって、中央原子力資金基金が設立され、放射性廃棄物の処分、使用済み燃料の中間貯蔵、原子力関連施設の廃止措置の資金を調達することになった。

基金のため、電力消費者から電力料金の3-4%、年間約240億フォリント（約143億円に相当）の資金が徴収される。

### 国民のアクセプタンス

パクシュ原子力発電所は、一部周辺自治体の所有となっており、地元自治体との密接な関係を維持することになっている。自治体との契約で、地元住民の発電所見学を実施する

ことになっているほか、発電所にエネルギー技術者を養成するための特別教育機関も設置されている。また、地元のスポーツ施設やスポーツの催し物に、発電所から資金が提供されている。

発電所の従業員のほとんどが周辺地域で生活していることから、パクシュ原子力発電所から30km圏内の住民の原子力支持率は、ほぼ100%となっている。

政治家に対しても、パクシュ原子力発電所に対する透明度を強化するため、現場視察などを企画して、原子力発電の安全性について知ってもらうようにしている。

一般国民に対しては、電力会社として、原子力発電によって安い電力が供給されていることを強調すると同時に、市場の自由化で原子力発電の重要性がより大きくなっていることを主張しているという。

また、事故等の問題があっても情報隠しをしないのが最も重要という。そのため、2002年と2003年に燃料問題が発生した時も、実際に講じられた措置については公表しなかったものの、測定値等、安全性に関する重要なデータはすべて公表された。

マスコミ対策についても、小さな事故でも情報を提供するほか、国際比較をしながら、冷静な報道が行われるよう配慮しているという。

#### 4. 2. エネルギー庁 (HEO)

ハンガリー・エネルギー庁は、1994年に設置されたエネルギー分野の独立管理機関で、経済交通省の管轄の下でエネルギー市場の監督、事業者の許可、監督を行う。政府機関だが、予算上、管理上、独立した組織となっている。

なお、お話を伺ったPataki副長官は、ハンガリーの再生可能エネルギーの専門家の一人。

#### 原子力の位置付け

パクシュ原子力発電所の発電容量は現在、2000MWを下回るが、ピーク時の電力需要を考えると、ハンガリー全体で最低でも4600MWの発電容量が必要という。現在、ハンガリー全体ではそれ以上の容量があるものの（なおMVMは、約9000MWの容量があり、6000MW必要だとしていた）、老朽化している発電所も多く、その意味からして、原子力発電所の重要性が高い。

市場の自由化で民間資本が入ってきていることを考え、現政権は、電力の安定供給を確保するためには、安定性の高い原子力発電を国家の手の元で管理すべきだと考えている。同時に、原子力発電の安全性を確保するため、国が規制、許認可の面で強く関与している。そのため、パクシュ原子力発電所は国が所有するハンガリー電力MVMの傘下に置かれている。ただ、この考えは政権が変われば、変わってしまう可能性も十分あるという。

ハンガリーの火力発電では天然ガス型の割合が3分の2と多く、暖房の90%以上が天然ガスに依存している（ただ、パクシュ原子力発電所周辺3.5km以内では、原子力発電所から暖房熱源が供給されている）。天然ガス市場は100%自由化され、天然ガスの80%がロシアから輸入されている。

ただ、ロシアからの天然ガスの輸入には常に政治的なリスクがあり、供給が不安定だ。

ハンガリーでは、石炭が産出されているが、品質が悪く、石炭産業では廃鉱が続いている。水力発電の割合はごくわずかだが、政界では水力発電が環境を破壊するとの意識が強く、現在、水力発電を拡大できる状態にない。再生可能エネルギーの利用ははじめて間もないと同時に、環境団体が風力発電に反対で、風力発電は現在、330MWまでしか拡大できないことになっている。副長官自身は、長期的には太陽光発電を拡大させたいということだが、まだ発電コストが高すぎ、ハンガリーで普及させるのは無理ということだった。

これらハンガリーの事情を考慮すると、残るのは原子力発電しかないことになる。

しかし、ハンガリー政府が将来の電力需要を考慮した中長期のエネルギー政策を持っていないのも事実。ベース電力を供給する基盤をどこに置くかも明確に決定していない。そのため、これまで政府は、中長期的に原子力発電所の新設が必要なのかどうかについても、明確な態度を表明していない。

パクシュ原子力発電所の建設が旧社会主義体制下で決定、建設されたこともあって、ハンガリー国民の中には反原発感情はあまりなく、世界でも反対が少ないほうだと思われるという。ただ、政府が原子力発電所新設で態度を明確にした場合、国民がどう反応するかは未知数の問題だ。

なお、パクシュ原子力発電所の利用で、ドナウ川の水温がこれまでに約4度C上昇したとの指摘があった。

#### 4. 3. 原子力庁 (HAEA)

ハンガリー原子力庁はハンガリーの原子力規制機関で、原子力関連法規に基づいて原子力平和利用における原子力関連施設と放射性廃棄物の管理、規制を行う。ただ、放射線防護など健康面の管理は、厚生省管轄となっている。

HAEAは、政府内の独立機関で法規の立案も行う。

なお、原子力政策の策定、HAEAを含めた原子力関連活動の監督を行っていたハンガリー原子力安全委員会 (HAEC) はEU加盟後廃止され、HAEAに統合された。そのためHAEAの監督は現在、法務大臣によって行われ、HAEAは毎年、その活動を法務大臣に報告するよう義務付けられている。

HAEAの職員数は現在、80人。そのうち検査官は40人である。

#### 法体系

現在、原子力規制の基盤になっているのは、1996年の原子力法だ。この法律は、旧社会主義体制時代に制定された1980年の原子力法が民主化後の改革に従って、大幅に改正されたものだ。その下に、政令、省令があるが、国会の承認を必要としない。HAEAが独自に発行できるのは、安全要求を実際に実施することに関して規定したガイドラインである。これら法規は、5年毎に見直される。

現在、西欧原子力規制者会議 (WENRA) の基準を取り入れているところで、2008年末までに国内規制にその内容が盛り込まれ、翌年から施行することになっている。それに伴い、法制度が西側のものと完全に調和される。今後、原子力発電所の運用規則なども、国内規

制に取り入れられる予定だ。

### 検査体制

パクシュ原子力発電所には、8人の検査官が常駐している。

原子炉を止めて行う定期検査は毎年1回行われる。まず、運転者が申請を出し、お互いに技術条件等について話し合いをして、停止期間が合意される。停止期間は平均30日間だが、通常、4年に1回、約60日停止して定期検査が実施される。

なお、運転許可は10年毎に更新されなければならない。

### 放射性廃棄物管理

放射性廃棄物管理を担当する機関として、放射性廃棄物管理庁（PURAM）が設置されている。これは、前進の原子力安全委員会（HAEC）のイニシアチブで開始された放射性廃棄物管理計画の一貫で設置されたもので、PURAMの長官はHAEAの長官が兼務する。

バックエンドのために設置された中央原子力資金基金は、HAEAの管理の下に置かれている。

使用済み燃料については、1966年の旧ソ連との合意で、ハンガリーが旧ソ連製の燃料の納入を受ける代わりに、旧ソ連が使用済み燃料を引き取り、それが再処理されてもハンガリーがそれによって発生する高レベル廃棄物を引き取らないとするバーター取引が成立した。ロシアは、1992年春に国外からの使用済み燃料の輸入を禁止する決議をしたが、ハンガリーは1995年2月までロシアに使用済み燃料を返還することができた。

ハンガリーは、国内で使用済み燃料を中間貯蔵するため、パクシュ原子力発電所近郊にモジュール型乾式中間貯蔵施設（英国GEC Alsthom製）を設置し、1997年から運用している。同施設は50年運転が想定されており、それまでに最終処分場が完成していなければならない。現在、粘土層のあるボダがその有力候補となっている。

パクシュ原子力発電所から排出される低中レベル放射性廃棄物は現在、サイト内に保管されているが、その容量が限界にきている。地質調査からバタアパチが最終処分候補地として選定され、2005年7月に行われて住民投票で、住民の91%が低中レベル放射性廃棄物の最終処分場の建設に賛成した。

### 原子炉運転寿命の延長

2001年に運転者側から、パクシュ原子力発電所の原子炉4基の寿命を20年延長して50年にしたいとの要望があった。

その後、環境アセスメントが実施され、20年延長を認めるとの結論が出た。それ以前には、隣国のオーストリア、クロアチア、ルーマニアも延長を容認した。まず1号機については、すでにハンガリー国会が寿命延長を決議し、運転者からHAEAに対して運転寿命延長の許認可が申請された。

ただ、ハンガリーの環境団体が環境アセスメントの結果に対して提訴しており、今後、裁判の場で争われる。

HAEAによると、4基すべての20年延長問題が最終決定されるのは、2011年頃になるだろうという。

なお、原子力発電所新設に関しては現在のところ具体的な計画はないが、HAEAは、新設計画が出てきた場合、その有無について国民投票が行われることになると推測している。新設の場合、建設に7年必要との見方を示した。

## 人材育成

パクシュ原子力発電所内に、原子力関連の専門家を養成する専門機関が設置されているほか、ブダペスト工科大学に原子力学科がある。また、博士号を取得したい学生は、原子力関連の研究機関で研究を続けることができるようになっている。

前述の運転寿命延長問題に関連して、国会が原子力学科の定員を3倍にする決議をした。

また、現行の原子力法では、HAEAに原子力に関して啓蒙活動を実施することが義務付けられているという。

## 広報活動

原子力発電に対する理解度を深めてもらうとともに、若い人材を確保するため、学生など若い人向けに大学などで原子力専門家の講演会などが頻繁に開催されている。この種の催し物は2007年9月だけでも、3回も開催された。

また文化の日には、パクシュ原子力発電所、研究炉、HAEAなど原子力関連施設においてオープンドアデーが開催され、関連施設が一般に公開される。

さらに健康見本市などに、HAEAや原子力関連メーカなどが招聘されることも多いという。

## 4. 4. パクシュ原子力発電所

パクシュ原子力発電所は、パクシュから5km離れたハンガリー南部のドナウ川沿いに立地している。旧ソ連製の加圧水型炉VVER-440/V213（6ループ、2タービン）が4基設置されている。なお、原子炉圧力容器はチェコスロバキア（当時）のシコダ製。

表：パクシュ原子力発電所の原子炉データ

原子炉	炉型	出力	建設開始	商用運転開始
1号機	VVER-440/V213	467MW	1974年8月1日	1983年8月10日
2号機	VVER-440/V213	468MW	1974年8月1日	1984年11月14日
3号機	VVER-440/V213	460MW	1979年10月1日	1986年12月1日
4号機	VVER-440/V213	471MW	1979年10月1日	1987年11月1日

原子炉は当初の440MWから出力アップされ、グロス出力は470MW前後となっている。今後さらに、510MWに引き上げる予定。また、運転寿命を30年から50年に延長させることも計画されている。

2号機では、2003年に燃料破損事故が起きている。

現在、99.99%がハンガリー電力MVMの所有で、残りが周辺自治体の所有となっている。

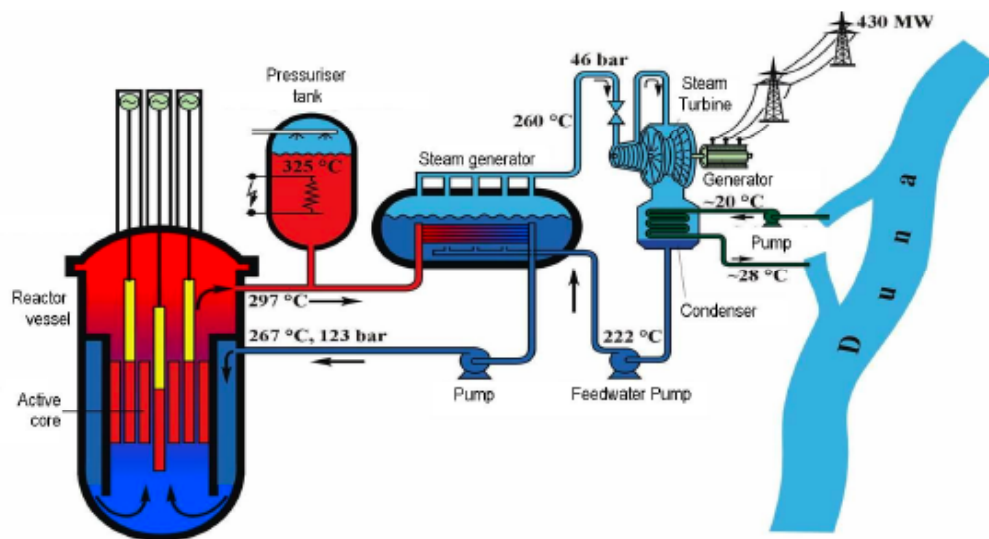


従業員数は現在、2500人。

発電所内の保守トレーニングセンターには、製造ミスで使用できなくなった原子炉圧力容器と蒸気発生器が購入されて設置されており（いずれも中国でのVVER-1000用）、メンテナンス要員のトレーニング用に利用されている。

パクシュ原子力発電所の概念図は、以下になる。旧ソ連型の加圧水型炉であることから、西側のPWRのように蒸気発生器が縦置きではなく、横置きとなっている。冷却水は直接ドナウ川から取水され、冷却塔はない。取水口入口の水温が22度C、出口での水温が28度Cとなっている。夏の流量が少ない時期でも、ドナウ川には十分な水量があるという。

パクシュ原子力発電所概念図



（出所：パクシュ原子力発電所プレゼンテーション）

### 出力アップ、運転寿命延長

パクシュ原子力発電所では、これまで1基当たりの出力が約8%アップされてきた。今後さらに8%出力アップして、2008年中に原子炉毎の出力を510MWにする予定だ。同発電所によると、150MW出力アップするのに必要なコストは、最新のガス型火力発電所を建設するコストの半分以下だという。さらにその場合、約3年半で減価償却できるという利点もある。

これまでのパワーアップは、主にタービンの効率を上げることで実現されてきた。今後510MWへパワーアップ（8%）する場合は、原子炉側がパワーアップされる。ただ、設計段階で保守的に設計されているので、大型機器の改造、交換は必要ない。8%のうち4%は、新しい燃料（ロシアTVEL製）を使うことによって実現される。新しい燃料では、濃縮率が平均3.6%から平均4.2%に引き上げられる。それに伴い、燃料の交換サイクルが3年から4年に延長される。また、燃料集合体でグリッドのピッチが変更されるほか、新開発されたシュラウドが使用される。英国BNFL製の燃料を採用することも検討されたが、価格的に折り合いが合わなかったという。

その他では、1次系統の流量がアップされる。すでに1号機、4号機では工事がほぼ完了している。

運転寿命を20年間延長して運転寿命50年を実現するため、まず、安全評価管理と高経年化管理が最適化されて、各機器、設備の安全性裕度が十分であることが確認される必要がある。交換が必要となるのは、2次系統、復水器、蒸気発生器、その他配管などで、タービン、発電機の交換は必要ない。

計画されている運転寿命の延長に必要な投資額は、2000MW分の発電所を新設するのに必要な額の3分の1で済むという。1号機の寿命延長に関しては、すでに規制機関HAEAに許認可の申請が出された。

### 安全評価

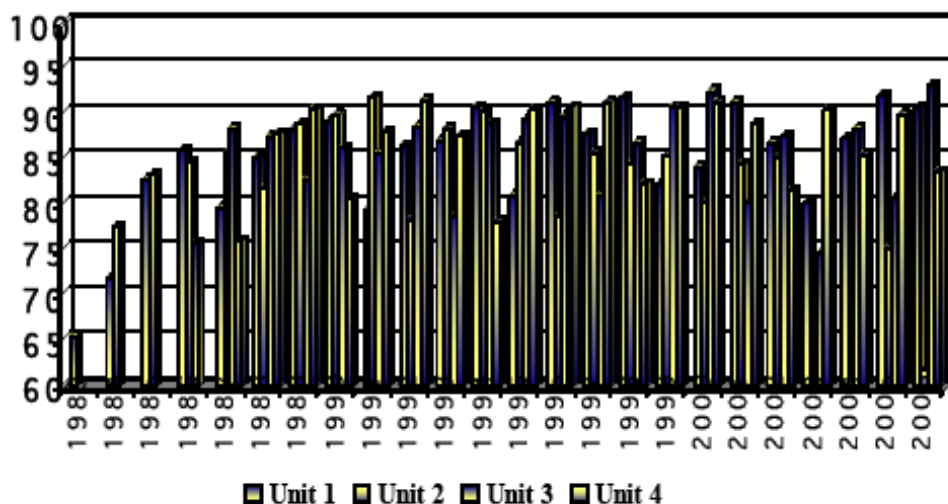
確率論的安全評価（PSA）は、92-93年頃まで運転許可の更新とはリンクしていなかった。だが、現在は10年毎にPSAを行う必要がある。また、総合的安全評価（FSA）もPSAに基づいて実施されており、最初のFSAが2年前にHAEAに提出された。今後は、2012年の運転許可更新に向け、PSAを実施する必要がある。

### 運転、メンテナンスの状況

2006年における稼働率は、1号機90.8%、2号機62.0%、3号機93.1%、4号機83.7%。2号機の稼働率が低いのは、同年10-12月に原子炉が燃料交換のために停止されたからだ。同機では、2003年に燃料破損事故が起こっており、その後の点検、検査のために停止期間が長くなった。同機の2007年の稼働率は80-90%となる見込みだ。

なお、現在の発電コストは8.69フォリント（約5円に相当）/kWhである。

パクシュ原子力発電所の稼働率推移



（出所：パクシュ原子力発電所プレゼンテーション）

燃料交換のため、毎年1回原子炉が停止される。交換される燃料は349本の燃料集合体の4

分の1に相当する80数本である。その間に定期検査も実施されるが、停止期間は、最短で25日、最長で28-30日である。ただ、4年に1回、圧力容器が解体されることになっており、その時の停止期間は約60日となる。圧力容器の検査に関しては、その検査方法が製造メーカーのシコダ（チェコ）と共同で開発された。

自社メンテナンス要員は400人、外部要員が400人となっている。自社メンテナンス要員には毎年、交代で1週間の再教育を受けることが義務付けられている。

## 2号機の燃料破損事故

2006年、2号機で燃料集合体30本が洗浄タンクで破損される事故が起こった。破損した燃料集合体やその他の部材を除去するとともに、洗浄タンクを除染するため、原子炉が2006年10月から12月まで停止された。

## 人材育成

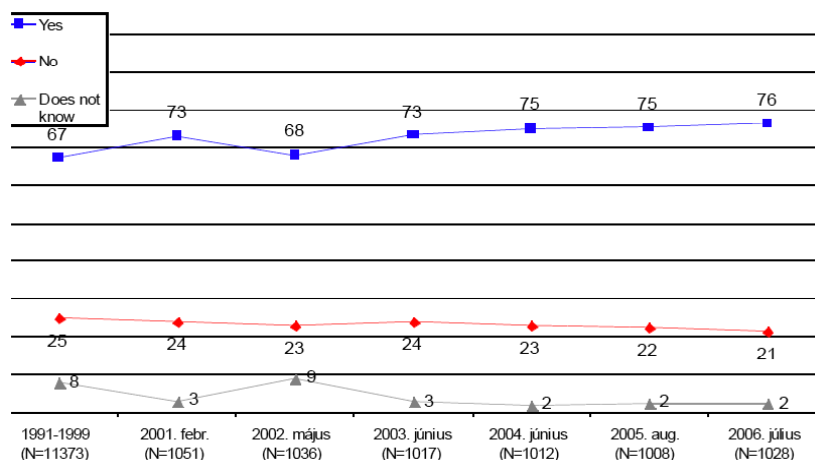
発電所内に、シミュレーション（1987年設置）や保守トレーニングセンターがあり、自社従業員が教育されている。専門分野に特化した専門教育も実施され、たとえばウクライナなど国外からの人材も教育されている。

## 広報活動

発電所敷地横に、エコパークが設置され、牛などが飼育されている。また、近郊の町パクシュの文化施設、スポーツ施設に発電所側が投資している。ただ、従業員の多くがパクシュ在住となっていることから、発電所側は、従業員自体が原子力発電の安全性に関して家族などを啓蒙するのが重要だとした。

なお、2006に行われた世論調査では、国民の76%が原子力発電に賛成と回答し、48%が新しい原子力発電所の建設に賛成だと回答した。以下のグラフからもわかるように、ハンガリーでは原子力の支持率が70%前後を推移しており、原子力発電に対する国民の支持は高い。

ハンガリー国民の原子力支持率の推移



(出所：パクシュ原子力発電所プレゼンテーション)

## 5. スロベニア

スロベニアは面積約2万km<sup>2</sup>、人口200万人余の小国だが、南西部のクロアチアとの国境近くにクルシュコ原子力発電所を有する。原子炉はWH製のPWR型炉で、発電出力は現在、727MWである。

発電所は当時のユーゴスラビア政府の決定で、1974年に建設が開始され、1983年1月に商用運転を開始した。

旧社会主義国でWH製の原子炉が選択されたのは、旧ユーゴスラビア政府が旧ソ連とは独自の路線を取っていたこともあるが、WHからのオファーが安かったからだともいわれる。

ただ、バルカン半島における民族紛争からユーゴスラビア北部のスロベニアとその南部のクロアチアが1991年6月に独立を宣言。その後、両国は発電所の帰属を巡って争っていたが、2001年12月、クルシュコ原子力発電所をそれぞれ半分半分所有して共同所有することで合意し、現在、発電された電力の半分が隣国クロアチアに供給されている。

なおスロベニアでは、火力（25.6%）、水力（20.3%）、原子力（29.9%）によって発電され、不足分は輸入（24.1%）されている（カッコ内の数字は、2006年の発電量に占める割合）。

### 5. 1. 原子力安全管理庁（SNSA、現地語ではURSJV）

原子力安全管理庁は環境省の下級官庁で、原子力安全、放射線防護などの分野で安全管理、規制を行う。許認可の供与では、上級省庁から独立した権限を有している。

同庁は4つの部門に分かれ（組織図は本項末尾に掲載）、職員数は47人。クルシュコ原子力発電所で働いたことのある人材が多いという。

規制対象となるクルシュコ原子力発電所の原子炉が米国WH製ということもあり、SNSAの規制は米国原子力規制委員会（NRC）の規則、要求を基盤としている。ただ、スロベニアがEUに加盟していることから、規制に関してその調和化が図られている。

### 寿命延長

クルシュコ原子力発電所では、2000年に蒸気発生器が交換されたのを皮切りに、低圧タービンの交換、主変圧器の交換、使用済み燃料貯蔵プールのリラッキング、復水器の交換などが実施されて、出力増強を図ると同時に、寿命延長措置が講じられてきている。それによって、本来の設計寿命である40年運転（2023年）を現実化させてきた。

発電所側はさらに、発電機主機ステータの交換、チラーユニットの交換、圧力容器ヘッドの交換、冷却塔の拡充などを予定し、寿命を60年に延長したい意向だ。

それについてSNSAは、米国で寿命を60年に延長するのは認められており、寿命を延長するかどうかは、運転者がその経済性を考えて計画する問題だとする。SNSAとしては、10年毎に確率論的安全評価（PSA）が行われており、その結果次第で判断するという。次のPSAは2013年の予定だ。

ただ、技術的な評価は同じだが、その判断プロセスは米国のものとは異なり、欧州的な

プロセスを経て許可するかどうか判断することになったとした。

## 耐震性

クルシュコ原子力発電所の立地場所は、地震の可能性がないところではなく、地域では以前にマグニチュード3.6の地震があったことがある。設計段階では、米国原子力規制委員会（NRC）の勧告に基づき、基本的に0.3Gで設計された。

1990年代、国内で緑の党が勢力を拡大してきたのに伴い、クルシュコ原子力発電所の耐震性が十分かどうかの問題が指摘され出した。そのため、2003年のPSAで耐震性についても十分評価され、米国、オーストリアの専門家によっても地震の可能性が分析された。

その結果、地震が発生する可能性が高まっており、0.3G以上の耐震性があったほうがいいと評価された。だが、発電所自体、それだけの耐震性を十分考慮して安全分析されていたことが判明し、一部のコンポーネントを改良すれば、発電所の耐震性には問題ないと判断された。なおその一貫で、非常電源設備が現在の2系統から3系統に増大される。

## 検査

年間の検査項目は、100項目に上る。発電所には6人の検査官が常駐し、検査を行い、日報、週報、月報、四半期報を本庁に提出している。

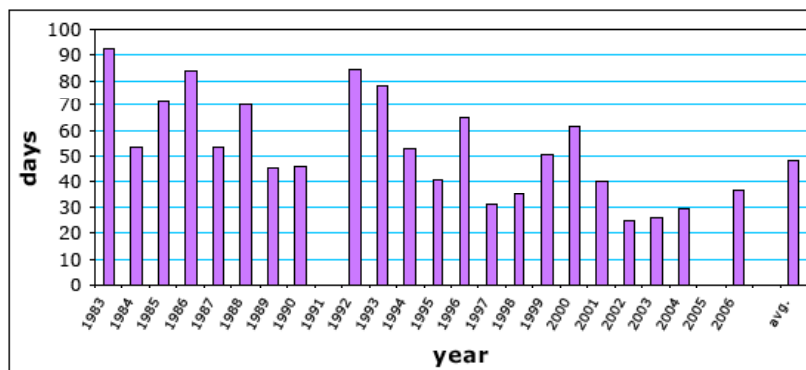
燃料交換時に行う定期検査は、現在18ヶ月毎に行われている。原子炉の停止期間は、改造工事次第だが、現在、平均約30日という（以下の図参照）。

当初、定期検査は12ヶ月毎に行われていたが、経済上の理由から発電所側から検査間隔を延ばしたいとの要望があった。SNSAは運転者側と協議するとともに、独自に分析し、まず15ヶ月間隔に延長してみた。ただ、電力需要からすると、原子炉を電力需要の少ない春ないし秋に停止したほうが都合がいいことから、15ヶ月間隔というのは不便であることが判明した。

そのため、安全を分析した結果、18ヶ月間隔でも問題ないことが判明し、現在18ヶ月間隔を採用しているという。

なお、SNSAによると、蒸気発生器を交換していなければ、定期検査の間隔を延ばすことはできなかったらうという。

クルシュコ原子力発電所の停止期間



（出所：SNSA年報2006）

## 資格

コントロールルームで働くオペレータは、SNSAの国家試験を受け、資格を取得しなければならない。国家試験を受けることができるのは、電力会社で働いている者だけで、その他の企業で働いているものは受験資格がない。なお、オペレータの資格は、5年毎に更新されなければならない。

クルシュコ原子力発電所では、スロベニア人、クロアチア人が働いているが、国家試験はすべてSNSAによる国家試験を受験しなければならない。こうした国家試験にかかわる予算はスロベニア政府が負担している。

なおクロアチア人は、基本的にスロベニア語を話せる必要はない。

コントロールルームでの会話は基本的に英語で、マニュアル等も英語が基本となっている。ただ、マニュアルに関しては次第にスロベニア語に翻訳されてきているほか、発電所内のコミュニケーションもスロベニア語が主流になってきている。

オペレーションにおいて英語を使用するのは、2000年に発電所内にシミュレーションセンターができるまで、シミュレーション訓練が米国で行われていたからだ。シミュレーション訓練が発電所で行われるようになってからは、スロベニア語を使用する範囲が拡大している。ただ、技術用語は依然、英語が主流という。

## 放射性廃棄物管理

使用済み燃料は、貯蔵プールのリラッキングで収納能力が828ヶ所から1694ヶ所に拡大され、2023年までの運転に十分な容量が確保された。

発電所から発生する低中レベル放射性廃棄物はサイト内の中間貯蔵施設で保管されている。ただ、収容能力に限界があり、2010年までで一杯になる可能性がある状態。クルシュコ原子力発電所以外から発生する低中レベル放射性廃棄物は、首都リュブリャナ近くのIJS原子炉研究センター敷地内の中間貯蔵施設で保管されている。

15年ほど前に、低中レベル放射性廃棄物の最終処分場を選定する計画が開始されたが、国民のアプセプタンスを得ることができず、10年前に中断された。しかし、低中レベル放射性廃棄物中間貯蔵施設の収納能力に限界が近づいていることから、政府は可能性のある候補地に財政支援を約束するなどして、まず8ヶ所を候補として選定し、その後の調査で現在、3ヶ所にまで絞られた。

SNSAによると、地域住民のアクセプタンスなどを考えると、低中レベル放射性廃棄物の最終処分場がクルシュコ原子力発電所から500mしか離れていない所に設置される可能性が高いという。問題は、クルシュコ原子力発電所横に川が流れている上、地質が砂利であることで、この問題に対処するため、最終処分場の設置では60m地下に掘り下げるなどして対応することになるだろうという。

使用済み燃料の最終処分場については、まだ何も決まっていない。これは、クルシュコ原子力発電所がスロベニアとクロアチアの共同所有になっているからで、実際には1ヶ所にまとめて処分したほうがいいのだが、スロベニアとクロアチアで半々に分けて処分しなけ

ればならなくことも十分考えられるという。

### 防災体制

緊急時には、SNSAが政府の緊急対策を支援すると同時に、クロアチアなど隣国にできるだけ早く正確な事故情報を提供するのが、SNSAの任務となっている。

現在、緊急時の防災対策は、スロベニアとクロアチアで独自に講じられることになっているが、今後は、防災体制を両国でできるだけ調和させ、改善させていく必要があると考えられている。

なお、クルシュコ原子力発電所は、スロベニアの首都リュブリャナよりも、クロアチアの首都ザグレブのほうに近い場所に立地している。

### 人材育成

スロベニアのような小国では、原子力分野に最も優秀な若い人材を獲得しようとするのは不可能。そのため、第二レベルの人材を確保するよう努力していかなければならないという。

若い人材を確保するには、政府が原子炉の新設を決定するなど、若い人材を原子力に引きつけるインパクトが必要となっている。かといって、SNSAのような規制機関に若くて優秀な人材がくるかどうかは疑問。そのため、SNSAでは、クルシュコ原子力発電所で就業経験のある人材や他の職業に従事していたことのある人材を獲得するよう努力しているという。

### 国民のアクセプタンス

SNSAは常に、客観的な情報を提供するよう心がけている。国民のアクセプタンスを得るための積極的な活動は、むしろ電力会社など産業界が行うべきものだ判断しているという。

## 5. 2. 経済省エネルギー部

### 原子力発電の位置付け

スロベニアでは、1994年以降、経済成長に伴って電力消費も増大してきた。政府はその国家エネルギー計画で、2000年から2020年までの間、電力消費が年間1-2%増大するものと予測していた。しかし、スロベニアの経済成長が早いテンポで進んでいることから、2006年の国内総生産（GDP）は前年比で5%上昇し、電力消費は3%超の伸びを示した。

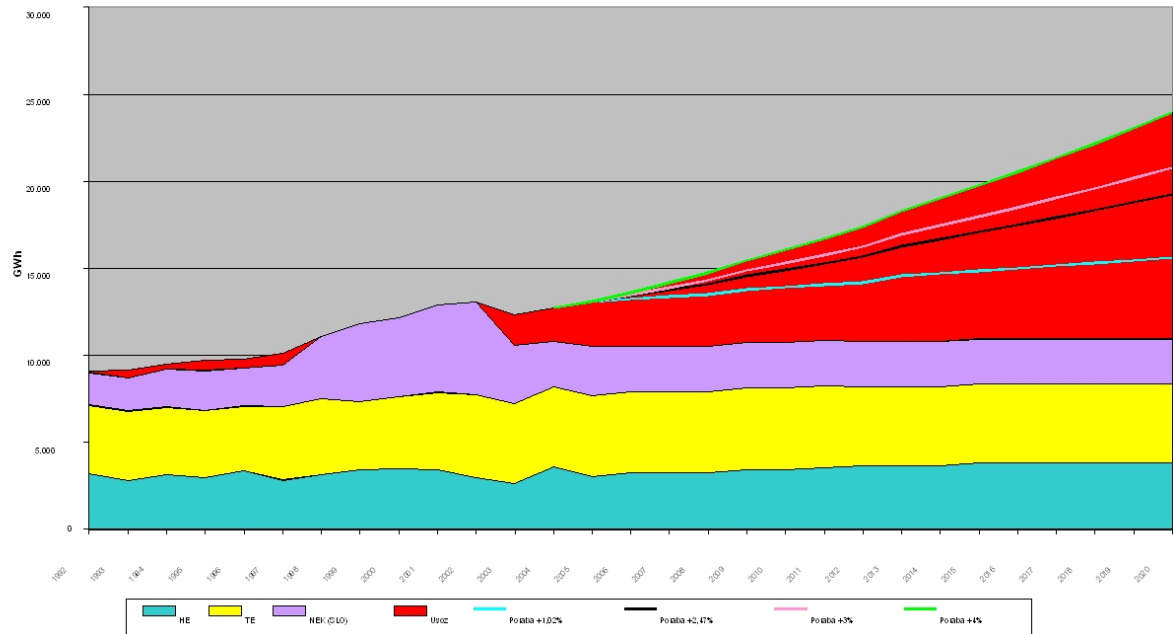
スロベニアは毎年、電力の国内需要を満たすため、その20%超を輸入でカバーしている。スロベニアがこれまで通りの経済成長を続け、電力消費も同様に増大してくと、電力は益々輸入に依存しなければならなくなる。経済界はこうした状況から、2013年以降、スロベニアでは電力の安定供給が難しくなると警告している。

以下の図は、2020年までの国内発電量（下から、水力、火力、原子力）と輸入量（一番



上の赤い部分) の予測を示している。

スロベニアの発電量、電力輸入量予測 (2020年まで)



(出所：経済省)

国内の電力需要を満たすには、国内の発電容量を増大させなければならない。水力発電では、現在、小型発電所しか建設できないことから、容量拡大にも限度がある。火力発電では、老朽化した発電所に代わって新しい発電所を建設していかなければならず、ここで容量を拡大させるのは難しい。再生可能性エネルギーの割合は現在16%だが、EU指令にしたがって2020年までに25%にまで増大させねばならないが、それにも限度がある。

さらに、電力市場では競争が激しくなっており、価格面からすると、原子力が有利であるほか、原子力には温暖化対策上、二酸化炭素を排出しないという利点がある。

こうした状況を鑑み、政府は2006年10月に公表した2007年から2023年の国家開発計画の中で、将来的にエネルギー・ミックスを実現していく上では、新しい原子力発電所を建設することが重要になると記述した。

さらに、クルシュコ原子力発電所を所有するゲン・エネルギーは2007年、国原子力機関(IAEA)とスロベニアの規制機関SNSAと共同開催したワークショップで、クルシュコ原子力発電所敷地内に1000MWクラスの新しい原子炉を設置する計画があると公表した。

ただ経済省によると、政府には明確な予定はなく、いつ頃新しい原子炉が運転を開始することになるのか、明言することはできないという。それよりも、既存原子炉の寿命をもう20年延ばし、2043年まで運転する計画のほうが先に実現されるとした。

## 原子炉新設の可能性



経済省は、原子炉を新設するには国民と隣国の合意が必要で、そう簡単に実現できるものではないとした。特に、隣国オーストリアが反対する可能性が高いという。対クロアチアでは、クルシュコ原子力発電所が動いている間のほうがクロアチアの理解を得やすいとした。

経済省は、原子炉を新設する場合、地元住民の合意を得ることを考えると、既存原子炉のあるクルシュコが適切だろうとする。炉型については、ゲン・エネルギーが決めることとしながらも、第3世代の炉型になることは間違いないとした。ただ、高温炉など小型原子炉にも関心を持っており、情報を収集しているという。

### 放射性廃棄物管理

低中レベル放射性廃棄物の最終処分地の選定では、候補地地元住民の強い反対に合い、候補地を選定できない状況が続いた。その後、地元に対して補助金を給付するなど、政府が具体的な支援策を提示したことでようやく、候補地をクルシュコとその近郊のブレジツェの2カ所に絞ることができるまでに至ったという。

問題は、放射性廃棄物を処理する負担をクロアチアとどう分担するのだが、クロアチア側はこの問題については話したがないという。

スロベニアでは、廃止措置も含め、バックエンドに必要な資金を調達するため、1994年に基金を設置した。基金は、電力1kW/h当たりの電力料金の約10%（2006年は0.003ユーロ（約0.35円に相当））を徴収することで資金を蓄えている。基金はクルシュコにある独立した組織によって管理されており、1998年からは、最終処分地の候補地を選定するための調査に必要な資金もこの基金から供与されている。

それに対し、クロアチアでは2007年に基金が設置されたばかりである。

使用済み燃料は、原子炉の貯蔵プールに十分な余裕があることから、原子炉が最終停止されるまで、貯蔵プールで保管される予定だ。2006年に公表された政府の計画では、その後の処理については原子炉が最終的に停止された段階で決定すると記述されている。その後、使用済み燃料を地上でさらに保管することになるのか、それとも再処理することになるのかも、まだ何も決定されていないという。ただ経済省側は、高速増殖炉など第4世代炉型の開発状況次第では再処理も十分可能性があるとした。

### 国民のアクセプタンス

経済省は、原子力に対する国民のアクセプタンスを得るには、正確な情報を提供すること、各ステークホルダーを取りまとめるようにすることなどが重要だとする。

現経済大臣は原子力発電所のあるクルシュコ出身だということだが、大臣が原子力発電の安全性をアピールするほか、温暖化対策に貢献する発言をすると、メディアの反響も大きく、宣伝効果も大きくなっているという。

クルシュコ原子力発電所では年1回、オープンドアデーが開催されており、それが国民に原子力発電の情報を伝えるいい機会となっている

ただ、イギリスで行われているように、政策側がホームページで政策に関する立場を明

確に表明すると同時に、住民などステークホルダーがそれに対する意見を書き込んで、それを政策に反映させていく方法が、原子力に対して国民の理解を得ていく上でいいのではないかと考えているという。

なお、スロベニアは原子力に関して国際的に情報交換するため、2007年9月、国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）に加入した。

### 送電線網の整備

電力消費の拡大、送電線網の老朽化などで、送電線網の整備が急務となっている。最悪の条件を想定して、送電線網の整備が計画されている。その一貫で現在、クルシュコから最短距離で首都リュブリャナに結ぶ送電線が設置されているところ。それによって、オーストリア・スロベニア・イタリアの送電連系線が誕生する。ただ、高圧線の環境問題で反対運動が大きく、計画通りには進んでいない状態という。

### 5. 3. ゲン・エネルギー（GEN）

ゲン・エネルギーは2001年に創立された電力部門のホールディング国営会社である。傘下に、クルシュコ原子力発電所（50%）、ブレスタニカ火力発電所（100%）、システムオペレータで天然ガス発電所を所有するSEL（79.5%）、販売会社GEN-I（50%）を保有し、エンジニアリングや工事を行う孫会社を含めると、傘下に10社を抱え、GEN-Iを通して、セルビア、クロアチア、ハンガリー、イタリアで電力販売事業も行っている。

クルシュコ原子力発電所は、スロベニアとクロアチアの半々の所有となっていることから、ゲン・エネルギーがスロベニアのシェアの100%を保有している。

会社の所在地として、意図的にクルシュコが選択されており、従業員数はホールディング会社だけでは9人となっている。

### クロアチアとの関係

ゲン・エネルギーのNovsak社長は、開口一番、クルシュコ原子力発電所のように2カ国で発電所を共同所有するのは推薦できない、と切り出した。

クルシュコ原子力発電所は、旧ユーゴスラビア時代に建設され、運転されてきたわけだが、1991年にスロベニアとクロアチアが独立を宣言してユーゴスラビアが分割されてから、クルシュコ原子力発電所を巡って政治的な問題ばかりが発生しているという。

1998年7月には、スロベニアがEU加盟を目的に電力市場を自由化して、採算性のないクロアチアへの送電を停止した。それが原因で、クロアチア側が発電所への投資資金回収訴訟を起こすなど、両国の関係が悪化。2001年12月によりやく、両国はクルシュコ原子力発電所を共同所有することで正式に合意した。それにより、1）発電された電力の半分をクロアチアに供給する、2）クロアチア国民を発電所で採用する、3）両国でバックエンド基金を設置する、4）放射性廃棄物の最終処分については発電所の最終停止後に決定することなどが決定された。

共同所有の条件下にあっても、原子力発電所の安全責任、規制責任、防災責任など原子

力発電所を巡るすべての責任をスロベニア側が追わなければならない。同時に、クロアチアに対して市場価格よりかなり安い価格で発電した電力の半分を引き渡さなければならない。両国の所有会社が毎月調整しているものの、両者それぞれに利害関係があることから、安全性、経済性、投資などの面で長期的な戦略を追求することができないという。

こうした事情から、Novsak社長はクロアチアの持ち分を買い取ってしまいたいくらいだ、と発言した。

### 共同所有構造

クルシュコ原子力発電所をスロベニアとクロアチアで共同運営するため、発電所の管理構造は、以下の図のように、上層の管理部門では両国で公平に分担されている。ただし、発電会社の取締役が両国から1人ずつ出ているが、会長役はゲン・エネルギーの社長が務めることになっている。発電所全体の従業員で見ると、クロアチア人の割合は20%程度にすぎないという。

### 負担分担

発電コストは両国で半々負担される。収益も両国で半々に分割される。まず毎月のコストを固定しておき、それを実際のコストが出た段階で調整する方式が採用されている。廃止措置、放射性廃棄物の処理に必要なコストも半々に分担される。しかし、安全責任がスロベニア側にあることから、安全に関するコストはスロベニアだけが負担する。

廃止措置と放射性廃棄物処理の資金を蓄えるため、スロベニアでは1994年から基金が運用されており、2003年まで発電されたすべての電力に対して、1MWh毎に電力料金の10%が基金のための資金として徴収されてきた。それによって、スロベニアは1億5000万ユーロ（約233億円に相当）の資金を蓄えた。しかし、その後の2004年から、2001年の合意に基づき、基金の負担をスロベニアとクロアチアで半々とするようになっていたが、クロアチアは2007年10月になってようやく基金を設置した。そのため、最終的にはクロアチア側が基金の資金不足を補う手立てを考えなければならなくなるだろうという。

### 原子炉の寿命延長と原子炉の新設

ゲン・エネルギーは、米国での状況を見ながら、原子炉の運転年数を現在の40年から60年に延ばすことで、経済性、技術的な可能性の面から検討に入った。クルシュコの安全性が優れている上、材料の状態もよく、発電所では従業員が技術に関して十分な知識、ノウハウを蓄積してきたことも利点になっているという。

周辺地域の市場状況を見ると、スロベニア、クロアチア、セルビアが電力の22-25%を輸入しているほか、イタリアとオーストリアも10%輸入している。隣国において自力で電力を供給できるのはハンガリーだけとなっている。こうした状況を見ると、周辺地域全体で2000MWの発電容量が不足しているという。

スロベニアでは、クルシュコ原子力発電所を改造することによって、当初の640MWから700MW以上にパワーアップしてきた。2000年の蒸気発生器の交換で約6.5%、2006年の低圧

タービンの交換で約3%パワーアップできた。現段階では、これ以上は無理と見られる。そのため、運転サイクル長さを12ヶ月から18ヶ月にすることで、稼働率を上げた。

しかし、これだけでは容量不足を補うことはできず、天然ガス、原子力、石炭などによって発電を拡大させていく必要がある。今後のバルカン半島における経済発展にもよるが、ゲン・エネルギーは今後10年の間に原子炉1基が必要になると予測している。

そのため、ゲン・エネルギーはクルシュコ原子力発電所内に1000MWクラスの原子炉を1基設置したい意向だ。PWRが希望されており、アレバ、三菱重工、WHなどの原子炉がその候補になるという。

そのための資金は、キャッシュフローが十分あることから、30%を自己資本で、残りを欧州復興開発銀行の補助と銀行からの融資で補いたいとしている。融資に関しては、日本の国際開発銀行（JBIC）がすでに「Letter of Intent」を発行しているほか、三菱重工が自社製原子炉と設置できるのであれば、ファイナンスしてもいいといってきたという。

ただ、原子炉新設で一番の問題になるのは、国民のアクセプタンスだという。そのため、原子炉の新設がいつ頃実現できるかは、まだ何ともいえない状況だ。原子力に対する国民の意識はすぐに変わるものではない。特に、スロベニアが脱原発政策を取っているドイツとの関係が深いだけに、スロベニア国民がドイツからの影響を受けているのも確かだ。国民のアクセプタンスを得るには、正確な情報を提供していくほか、廃棄物処分場の選択でも真剣に取り組んでいることを示していくしかないという。

こうした問題に配慮するため、ゲン・エネルギーは本社を原子力発電所のあるクルシュコに設置し、地元住民を従業員として採用するほか、積極的に地元企業に発注しているという。

#### 5. 4. クルシュコ原子力発電所（NEK）

クルシュコ原子力発電所はスロベニア南西部に位置するが、クロアチアの首都ザグレブからは40km程度しか離れていない。原子炉はWH製の2ループPWR型炉で、発電出力は現在、727MW。旧ユーゴスラビア時代の1983年1月に運転を開始し、スロベニアが1991年に独立したのに伴い、スロベニア領に位置することになった。同じく旧ユーゴスラビアに属していたクロアチアとの間で発電所の帰属問題で紛争があったが、2001年の合意で、両国が半分半分所有することになった（管理組織構造については前項参照、発電所自体の組織図は本項末尾に掲載）。

スワ川のすぐ辺りにあり、洪水の心配から、対岸に水が流れるようにするため、対岸一面が深く掘り下げた。

従業員数は現在、セキュリティも含め571人だが、2008年中に540人にまで削減する予定だという。なお、発電所からは周辺地域に暖房熱源は供給されていない。

#### 出力増強

2000年に蒸気発生器が交換されたことにより、発電出力が664MWから707MWにアップされた。ここでは、1次系の構造材600合金の腐食が原因となったもので、600合金から690合金

に変更された。

2006年には、三菱重工製の低圧タービンを導入したことで、発電出力が707MWから727MWにアップされた。

さらに、運転サイクル長さを2003年5月から12ヶ月から15ヶ月に延ばし、さらに2004年9月からは18ヶ月とすることで、稼働率が引き上げられた。

### 寿命延長措置

クルシュコ原子力発電所では、設計寿命の40年を実現するため、原子炉の製造元米国での規制状況や技術状況、国際的な流れ、自社内での経験などを総合的に判断して、順次改造工事を行っている。

改造計画を立案するに当たっては、電力市場の状況を見て投資する価値があるかどうか判断するほか、技術的、人材面で十分なノウハウがあるかなどが検討され、5年間かけて改造計画が立案され、年間平均で2000万ユーロ（約31億円に相当）を投入することが決定された。

これまで実施された改造工事は、以下の通り。

- ・ 蒸気発生器の交換
- ・ フルスコープシミュレータのサイト内設置
- ・ 低圧タービンの交換
- ・ 主変圧器の交換
- ・ 使用済み燃料プールのリラッキングと熱交換器の設置
- ・ 復水器の交換
- ・ プロセスコンピュータ情報システムの導入
- ・ 2次熱交換器排出制御システムの交換
- ・ 除湿機再熱器の交換

今後、さらに以下が実施される。

- ・ 発電機主機スタータの交換（2008年）
- ・ 復水加熱機の交換
- ・ チラーユニットの交換
- ・ デジタル電子油圧式タービン制御システムの交換
- ・ 圧力容器ヘッドの交換（2012年、PSAの前）
- ・ 非常交流電源供給システムの増設（2010年）
- ・ 冷却塔の拡充（2008年）
- ・ RCPモータの交換

今後さらに、運転寿命を60年に延長するための措置が検討されていく模様だ。

### 放射性廃棄物管理

放射性廃棄物をサイト内にある既存施設に貯蔵するのが、基本的な考えである。そのため、2003年に使用済み燃料貯蔵プールのリラッキングが行われ、828本分の収容能力が1694

本分に拡大された。これは、40年運転に十分な容量だといい、さらにリラッキングすれば、60年運転分の使用済み燃料を収納できるようになるという。

低中レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設は当初、5年間の運転用に設置された。しかし、廃棄物を焼却したり、圧縮してドラム缶に詰めることで、収納能力を拡大させた。それでも、2010年頃までには収納能力が限界に達するものと見られている。そのため、前述したように、クルシュコないしその近郊のブレジツェに最終処分場が設置される計画だ。2000年に除染用建屋が設置され、蒸気発生器など交換された機器、設備が除染された後、保管されている。

### 運転、メンテナンスの状況

オペレータは8時間勤務、3シフト交代となっている。全体で6チーム構成となっており、4チームが交代でシフトに付き、残りの2チームが休暇、トレーニングのための交代用チームとなっている。

1チーム5人体制で、常駐ではないが、状況に応じて24時間勤務体制でシフトアドバイザーが勤務する場合がある。

管理区域以外の危険の少ないメンテナンスは外注するが、それ以外は自社従業員によってメンテナンスが行われている。メンテナンス要員は約150人。メンテナンスの効率を上げるため、オンライン・メンテナンスも導入されている。

定期検査において原子炉が停止された期間は35日（2006年）、32日（2007年）。これまでの燃料交換にかかった最短期間は18日。燃料交換では、約3分の1の燃料が交換される。停止期間をもっと短縮する可能性もあるが、これまでの経験では、停止期間を短縮した翌年に停止期間を延ばすことになる可能性が高いという。なお、燃料の濃縮度は4.3%ないし4.95%である。

稼働率は、2000年82.34%、2001年88.45%、2002年91.75%、2003年91.35%、2004年91.15%、2005年98.55%、2006年89.59%と、2000年以降の稼働率は平均90%を超える。2007年には、稼働率が再び90%を超えた模様だ。2010年までの目標は、稼働率92%以上である。

### 高経年化対策

予防、予測法をベースにした高経年化管理プログラムが導入されている。プログラムは、ISIプログラム、汚染検査プログラム、腐食検査プログラム、SGプログラム、ホウ素酸検査プログラム、圧力容器検査プログラム、電子系統プログラムなどのプログラムで構成される。

### 発電コスト

発電コストは現在、24ユーロ（約3750円に相当）/MWh。その内訳は、燃料費16%、運転メンテナンス費28%、人件費21%、減価償却22%となっている。

### 冷却水

冷却水は発電所の脇にあるサワ川から取水し、再び返還される。環境への影響を少なくするため、サワ川の水温が3度C以上上がらないよう厳しく管理される。そのため、取水口の入口と出口で水温が厳しくコントロールされる。入口と出口で、水温が10度C以上の差があってはならないという（出口での水温は28度C）。サワ川の流量が100m<sup>3</sup>/s以下となると、冷却塔で一旦冷やしてからでないと、冷却水を川に戻すことができない。

ただ、サワ川上流に水力発電所が数基あることから、川の流量、流速が下がってきているのも事実。夏など川の流量の少ない時には、出力を下げなければならなくなることもあるという。

そうしたことから、将来、原子炉を新設するようなことになれば、大型の冷却塔が必要不可欠だということだ。

### 広報活動

一般市民のサイト見学を受入れている。年間約180グループ、約5000人の見学者がある。見学できるのは、コントロールルーム、タービンホールなど。学生の見学者には2次系統エリアを見せる場合もある。また、スロベニア、クロアチアの学校から定期的に生徒を受入れるプログラムもある。

地元住民向けには、毎年オープンドアデーが開催されている。

## 6. ポーランド

ポーランドでは、1982年に北部の主要都市グダニス北のバルト海沿岸近くに位置するザルノヴィェクで旧ソ連製VVER-440/213型炉2基の建設が開始された。しかし、1986年のチェルノブイリ事故で世論が原子力発電に反対するほか、資金不足などの問題が出て、建設は臨界しないまま1991年に中止された。

だが、ポーランド政府は2005年1月、2025年までのエネルギー政策で、1次エネルギーを多様化させる必要性、温暖化問題を考慮すると、2021年頃までに原子力発電所を建設するのが適切だとの判断を下した。

さらにポーランドは、ポーランド北の隣国リトアニアとの間で2006年12月に国際連系線を設置することで合意したのに続き、2007年3月にはバルト3国で合意されていたリトアニア・イグナリナでの原子力発電所の建設に参入することが合意された。

なお、ポーランドは欧州最大の石炭産出国で、総発電量の98%を火力発電に依存する。火力発電のうち97%が石炭型（コージェネレーションを除く）である（2006年）。

### 6. 1. 国家原子力庁（現地語でPAA）

国家原子力庁は、環境大臣の管轄下に置かれ、原子力分野における国家安全規制機関として、原子力安全と放射線防護に責任を有している（組織図は本項末尾に掲載）。国の独立機関としてその事務を実施することができ、原子力関連法規などを立案し、内閣に提出する。予算上、PAAは独立した組織として取り扱われる。組織は現在、大きく7つの部門に分かれている（組織図は本項末尾に掲載）。

現在、職員数は95人で、そのうち検査官は25人。

原子力政策については、経済省が管轄する。

ポーランドには原子力発電所がないが、研究炉が2基（1基は廃止措置中）、研究炉使用済み燃料中間貯蔵施設が1基、研究開発、医療、産業活動などによって発生した放射性廃棄物貯蔵施設が1基ある。

原子力安全規制において管理しなければならないのは、現在これら国内の原子力関連施設だけだ。ポーランドの原子力規制の基盤になっているのは、2000年11月29日の原子力法である。原子力法は、原子力平和利用に関する活動、これら活動を規制する機関のトップの任務、規制機関の権限、EUを含む国際上の義務を果たす原則、汚染のモニタリング、非常時における国家活動の規則、医療時における放射線防護原則などについて規定している。

この法律の規定に基づき、ポーランドは2004年5月にEUに加盟するのに伴い、欧州原子力共同体（EURATOM）の指令などを国内で法制化してきた。

PAAはすでに、規制体制、規制インフラともに十分に整備され、緊急時の防災体制も確立されていると自己評価した。

なお、PAA長官には、原子力関連施設の停止権限、罰金を課金する権限、さらに違反行為があった場合に検察当局に届け出る権限が与えられている。



## 放射性廃棄物の管理

研究炉からの使用済み燃料は、濃縮度が20%以上のものはテロ対策として、米国の資金でロシアに返還されている。濃縮度がそれ以下のものだけが国内で中間貯蔵されている。

低中レベル放射性廃棄物、高レベル放射性廃棄物の最終処分方法については、まだ何も決まっていない。

なお、低中レベル放射性廃棄物貯蔵施設のあるロザンには、政府が財政的な支援をしている。

## 許認可

原子力関連施設の運転許認可は現在、許認可が供与されると、その後は単に、定期的に検査が行われているに過ぎない。ただPAAによると、今後は、ライセンスを供与した後、10年毎に安全評価などを行って、その結果によって運転許可を更新していくことになるという。

## 防災体制

PAA内に緊急対策センターが設置されている。ただPAAは、事故についてEU、その他の隣国に事故を通知する以外は、災害時には、内務大臣を支援しながら、政府の顧問的な役割を果たすことになる。国の緊急対策は内務省主導で行われる。

## 原子力発電所新設に向けて

今後、国内で原子力発電所が設置されるのは、PAAにとって大きな挑戦になるという。PAAとしては、それに備えるため、原子力発電所立地場所に対する要求、技術、組織上の要求などを今後より詳細に規則化していかなければならないとしている。設計の審査に当たっては、外部コンサルタントに委託することになるだろうとした。

## 立地場所候補

建設可能な候補地は国内にいくつもあると考えられるが、原子力発電所建設が中止された北部のザルノヴィエクが、地質的にも問題なく、インフラも整備されていることから、有力な候補になるとした。

## 人材問題

ザルノヴィエク原子力発電所の建設中止後、ポーランドの大学では原子力学科が廃止された。そのため、現在、若い人材が国内で原子力について勉強できる可能性は少ない。PAAは、原子力発電所新設に当たっては、物理、化学、技術などの自然科学系の学問を勉強した人材を採用して、原子力について教育していくしかないだろうと、推測する。

大学で原子力学科を復活させるには、政府ができるだけ早く原子力発電所新設について政治決定する必要があるとした。

## 国民のアクセプタンス

老朽化した石炭型火力発電所の多いポーランドでは、原子力発電がきれいな発電方法だとの認識が強い、そのため、原子力に対する大きな反発は薄れてきており、国民の半分以上が原子力を支持しているものと見られるという。

## 6. 2. 経済省エネルギー部

### 新しいエネルギー政策

ポーランド政府は、2005年1月に発表された2025年までのエネルギー政策で、2021年頃までに原子力発電所を建設するのが適切だとの判断を示していた。ただ、2007年10月に政権交代したことから、新政権の意向が注目された。新政権では現在、2030年までのエネルギー政策案について検討されているが、新しいエネルギー政策では、2021年までに原子力発電所を新設すると明記されることになるという。

### 深刻な人材不足

だが、ポーランドでは1991年に原子力発電所建設が中止されていることから、今後原子力発電所新設に向けて再出発するには、たくさんの難題があるのも事実だ。1) インフラの整備、2) 法規整備（特に許認可手続きに関して不備があるという）、3) 安全規制制度の拡充、4) 大学における原子力教育の再開、等々。

2021年というターゲットまでにはもうそれほど時間がないことから、できるだけ早くこれらの問題に対処していく必要がある。そのため、政府は原子力発電所保有国と国際協力関係を結びたい意向で（国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）への参加も検討）、すでに米国やフランスなどEU加盟国などが協力を表明している。

特に重要な課題は、人材教育、育成問題で、そのためには、原子力分野の教育者が100人程度必要だと見られる。同時に、インフラ整備や安全管理などの分野で管理者を養成していく必要があるという。1980年代はじめにポーランド北部で開始された原子力発電所の建設がチェルノブイリ事故を契機に1991年にストップされ、その後20年近く経った現在、人材不足が深刻な問題となっている。

### 原子力選択の背景

それでは、なぜ原子力発電が適切と判断されるのか。

石炭産出国ポーランドでは、伝統的に石炭型火力発電が主流で、発電量のほとんどを火力発電に依存している。ただ、火力発電所の多くは老朽化しており、発電所建設に多額の投資が必要となっている（年間、800-1000MWの新しい発電容量が必要。現在、石炭型火力発電所3基（全体で約1850MW）を建設中。同時に、石炭のガス化、液化、CCS技術の開発も行われている）。現在、ポーランド経済は年間5-6%の成長を続けており、このペースで経済成長が続けば、エネルギー需要も増加してくのは間違いなく、近い将来、エネルギー消費が現在の2倍になると見込まれる。

こうした問題に対処するための重要な手段のひとつは、まずエネルギーの効率利用、省

エネだが、同時にエネルギーの安定供給も整備していかなければならない。ポーランドには石炭が十分あることから、石炭利用は維持しながらも、エネルギー源を多様化させ、エネルギー・ミックスを実現する必要がある。ただ今後、石油、天然ガスの供給が不安定になることが予想されるだけに、原子力が重要なエネルギー源となると説明された。水力、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーも利用していかなければならないが（現在のEU指令では、ポーランドは2020年までに発電量に占める再生可能エネルギーの割合を15%としなければならないが、経済省側は難しい問題とした）、これらのエネルギーは増大する国内需要を満たすには不十分。そのため、石炭と原子力をベース電力として、水力、天然ガスをピーク電力用に利用することが、ポーランドの将来に向けたエネルギー構想である。

### 原子力で6000MW

具体的には、2030年までに石炭型火力発電の発電容量を維持しながら（褐炭の割合が増える見込みという）、経済成長によって増大するエネルギーの需要を原子力発電でカバーする考えだという。そのため、2030年までに原子力発電で6000MWの発電容量が必要になるという記述が新しいエネルギー政策に盛り込まれる模様という。つまり、将来原子炉数基必要になるわけだが、新規建設のターゲットとされる2021年までに、原子炉が何基設置されるのかについても、まだ確定していない。

経済省側は、新設する以上はできるだけ新しい原子炉を設置したいとしており、第3世代の原子炉が考えられている。軽水炉になるのか、CANDU型炉のように重水炉になるのかも未定だ。ただ、チェルノブイリ事故の体験があるだけに、ロシア製の原子炉には批判的な見方が感じられた。

ただ、新政府の新しいエネルギー政策が公表されるのは2008年前半になる見込みで、それまでは政府として、具体的な動きは一切取れないという。

そのため、これまでは現在の原子炉技術の状況を把握するため、民間レベルでフランスのEdFやアレバなどと接触してきただけだ。今後は、米国、日本のメーカーなどの技術についても把握していきたいとした。

原子力発電所建設に当たっては、送電会社PSEなど国内電力会社4社でコンソーシアムを造って資金調達することになろうという。すでに、ポーランドの配電会社GZEに出資しているスウェーデンのヴァッテンファルが参入の意思表示をしている。

なお、新しい原子力発電所の立地場所について、原子力発電所建設が試みられたザルノヴィエクも候補だが、冷却水を十分確保できるかどうかに関係があると指摘があった。

### 人材教育での協力

特に早急な課題として、経済省は人材教育を挙げた。そのため、経済省側からは、たとえば1) 大学での原子力教育、2) 安全管理者等の育成、3) 原子力発電所での研修などにおいて、二国間協力の形で日本から支援を得ることができないかとの要望が出された。

### リトアニアとの関係

リトアニアとは、

- 1) 2007年3月に、バルト3国で合意されていたリトアニア・イグナリナでの原子力発電所の建設で協力する（出資率22%）ことで合意され、
- 2) 2008年3月12日、ポーランドとリトアニアを結ぶ送電連系線（400kV）の設置契約が正式に締結された。

ポーランド側は、原子力発電所建設と送電連系線の設置はセットとの見方をしている。それは、リトアニア・イグナリナで建設される原子炉の数、出力はまだ確定していないが、1基の出力が1000MWとなる可能性が高く、1基目はバルト3国向けで、2基目が建設されれば、そこで発電される電力がポーランドに供給されるものと目論んでいるからだ。いずれにせよ、ポーランド側では1000-1200MWはポーランド向けとの期待が強い。

またポーランドは、自国での原子力発電所の建設、運転に向けて、リトアニアでそのノウハウを蓄積することも目論んでいる。

## 7. ブルガリア

ブルガリアでは現在、北部のドナウ川沿いのコゾロドゥイ原子力発電所において旧ソ連製PWRのVVER-1000/V320が2基稼働している。総発電量に占める原子力発電の割合は現在、34%（2007年）である。

コゾロドゥイ原子力発電所では元来、2002年末まで全体で6基の原子炉が稼働していた。だが、EU加盟交渉の結果、2002年末にVVER/440/V230の1号機と2号機が最終的に停止された。さらに、ブルガリアがEUに加盟する直前の2006年末には、VVER/440/V230の3号機と4号機も停止された。なお、3号機と4号機が稼働していた2006年の総発電量に占める原子力発電の割合は、42.66%であった。

いずれのケースも、EU側が旧ソ連製原子炉の安全性に懸念を抱いていたのが主な原因だが、原子炉の停止は最終的に、ブルガリア政府の政治判断によるものだった。

ブルガリアはまた、同じくドナウ側沿いのベレネでVVER-1000型炉を2基建設する計画を立て、1984年から建設が開始されていた。だが、地元住民の反対が激しくなったこと、地震の可能性が指摘されたこと、資金難になったことなどから、1991年にベレネ原子力発電所の建設が中止された。

ブルガリア政府は2004年5月、停止原子炉の代替として、ベレネ原子力発電所に1000MWクラスの原子炉を2基建設することを決定していた。そのため2008年1月には、ロシアのプーチン大統領立会の下、ロシアのアトムストロイエクスポートとの間でVVER-1000の最新鋭型炉を2基建設するための基本契約が締結された。

### 7. 1. 原子力規制庁（NRA）

原子力規制庁は1957年に設置された原子力平和利用委員会の後継機関で、2002年7月に新しい原子力安全利用法が制定されたのに伴い、原子力平和利用委員会の業務が同庁に移管された。原子力規制庁は政府の一部に属するのではなく、独自の権限を持つ独立した国家機関で、原子力の安全利用、放射性廃棄物と使用済み燃料の管理に関して国家規制を行う。そのため、規制に関してはもちろんのこと、予算上、人事上も政府の指示は受けない。国家予算上も、省庁と同等に扱われる。政府内では副首相が窓口となり、NRAで立案された法規案は副首相を通して内閣の了解を得、その後国会に提出される。

NRAは全体で5つの部門に分かれ（組織図は本項末尾に掲載）、職員数は現在107名。そのうち70名が検査官の資格を有する。

ベレネ原子力発電所の建設計画に向け、NRAでは政府に増員を申請中で、今後、大学や企業から新しい人材をリクルートすることになるという。

### ベレネ原子力発電所の建設

ブルガリア政府は2004年5月、建設が中止されていたベレネ原子力発電所に1000MWクラスの原子炉を2基建設することを決定した。ベレネ原子力発電所の建設計画はすでに実現段階に入っており、現在、設計条件の評価を終え、2007年5月、NRAによって設計開始許可が出

された。

建設計画に当たっては、建設済みの建物、設備の評価などが行われ、多くが解体すべきとの結論が出された。そのため、建設計画の再開というよりは、新しい原子炉を建設するのと変わらないという。入札の結果、建設されるのは、80年代の計画で予定されていた旧ソ連製VVER-1000/V320ではなく、その新世代型炉VVER-1000/V466型炉2基となった。

入札開始前には当初、EPRなど西側の炉型も含め7件の提案があったが、安全性、経済性などの点で、最終的にVVER-1000/V466型炉を提案したロシアのアトムストロイエクスポルトと改良型VVER-1000/V320型炉を提案したチェコのシコダだけが応札し、安全構想の新しいVVER-1000/V466型炉のほうが優れていると評価された。

ベレネ原子力発電所の建設が地震の可能性があることから中止されたと聞いているがとの質問に、NRAは地震の問題は存在しない、当時建設が中止されたのはむしろ資金上の問題、世論の反対が原因だと説明された。ベレネの敷地に関しては、すでに独自に敷地調査が行われたほか、国際原子力機関（IAEA）の調査団も調査しており、1996年の報告書では地震などの問題はないとの結論が出たという。耐震強度は0.24Gで設計されることになっている。

### コゾロドゥイ原子力発電所の状況

コゾロドゥイ原子力発電所はブルガリア北部のルーマニアとの国境近くのドナウ川沿いに位置し、旧ソ連製VVER-440/V230（発電出力440MW）が4基と、VVER-1000/V320（発電出力1000MW）が2基ある。だが現在稼働しているのは、VVER-1000/V320が2基だけである。VVER/440/V230については1991年以降、数々の安全性向上措置が実施されてきたが、VVER/440/V230の1号機と2号機が2002年末に、3号機と4号機はブルガリアのEU加盟直前の2006年末に最終停止された。

これら4基の閉鎖決定は、旧ソ連製原子炉の安全性に懸念を抱くEU側の要求に対して、ブルガリア政府が1999年11月にEUと政治的に合意し、応じたものだ。

#### 1号機と2号機

1号機と2号機に対しては、すでに廃止措置の準備作業に入るための許可が出された。この許可は、発電してはならず、燃料を貯蔵プールで保管しなければならないというもので、管理区域はそのままの状態で、放射性廃棄物には属さない保温材などが危険廃棄物として処理される。

今後、運転者によって廃止措置計画が作成され、それを審査後に許可を出すことになる。廃止措置計画では、工程毎に設備の解体計画が作成される。当初、35年間の安全封鎖後に解体する予定であったが、現在はその期間を短縮することが検討されている。廃止措置方法として、独グライフスヴァルト原子力発電所の廃止措置をお手本にしているが、現場の状況に合わせてコゾロドゥイ独自のものになるという。現在の計画では、2018年までに機械室など管理区域に属さないエリアが解体される予定だ。

廃止措置によって発生する廃棄物は、国際基準にしたがって、産業廃棄物と放射性廃棄物に区別される。使用済み燃料はサイト内で中間貯蔵される。

#### 3号機と4号機

3号機と4号機については、これまでたくさんの近代化措置が実施され、NRAは安全上問題ないと認識し、3号機に対しては2011年まで、4号機に対して2014年まで運転許可が供与されていた。

現在、両機は停止され、発電してはならない状況で維持されている。

#### **5号機、6号機**

5号機、6号機についても、燃料パイプ破損対策や圧力容器監視プログラムの改善などによって安全性が向上されてきた。現在、米国WHに委託して運転の効率化を上げるための計画が実施されているところである。これは、米国原子力規制委員会（NRC）の方法を盛り込むもので、原子炉を停止しないが、危険度が上がらない状態で、修理や金属検査などを実施できるように改善する措置である。

また、新しい燃料へ交換する準備も行われている。新しい燃料は濃縮度の高いロシア製TVSAで、エネルギー分散が均一化され、寿命の長い燃料であるという。次の燃料交換時にこの新しい燃料が使用される。ロシアのTVELが濃縮度5%の燃料を開発中との情報もあるということだが、この燃料についてはまだ運転者側から使用申請が出願されていない。

#### **検査の状況**

現場には、6人の検査官が常駐し、日々の検査などを行い、日報を本庁に提出している。原子炉を停止して行う定期検査は、燃料交換時に実施される。主要設備に対する露メーカー側のメンテナンス推奨頻度が4年毎となっており、主要配管、蒸気発生器、タービンなどはそれに合わせて、4年毎に金属検査などが実施される。停止期間は平均60日間で、大規模な近代化措置が行われた場合、90日に延長されたこともあったという。

停止期間は運転者側から申請されるが、NRAとしては期間よりは、修理等の内容を重視している。規制機関からすると、発電所内での3シフト体制をより効率的に利用すれば、停止期間はさらに短縮できると判断しているという。

運転再開前に、NRA内に委員会が設置され、修理が計画通り実施されたか、金属検査の結果はどうか、安全システムの検査結果はどうかなどが判断され、最終的にNRAの長官が運転再開を許可する。

#### **防災体制**

災害時には、防災省国民保護課内に緊急対策センターが設置される。同センターは事故に関する情報収集を行って、国民を保護するための防災対策を指示、発表する。センターは、同省の専門家グループで構成される。NRAも同様な組織を設置し、防災省緊急対策センターの活動を支援する。

なお防災省では、コゾロドゥイ原子力発電所での事故を想定した防災対策の研究計画を実施している。

#### **人材育成、確保の問題**

原子力分野では、国際的に人材不足が問題となっているが、ブルガリアでも事情は同じ

だ。特にブルガリアでは、コゾロドゥイで1 - 4号機が停止されたことから、若い世代に原子力は必要ないとの認識が広がっている。実際、大学では理工系学生が減り、情報工学系、経済学系学部の人気が高まっている。

ただ、ブルガリアでは今後ベレネ原子力発電所で原子炉が新設されるだけに、発電所ばかりでなく規制機関にとっても、人材を確保することが重要な課題となっている。

そのため、経済エネルギー省、NRA、原子力関連企業によって作業部会が設置された。ここでは、ベレネ原子力発電所の運転に向け、理工系学生を増やすための方策が検討されている。またNRAは、使用済み燃料の処分を考え、原子力人材の確保が将来大きな問題になると警告している。

### 国民のアクセプタンス

ブルガリアでは、チェルノブイリ事故後、90年代はじめに政治体制が変わって自由に発言することが可能となったことで原子力発電に対して強い反発が広がった。しかしその後、失業のなかった社会主義経済時代異なり、資本主義経済の下では国のインフラが整備されているか、物価が安いのか、仕事があるかなどが、国民の生活に直結する問題となった。それに伴い、原子力発電に対する国民の意識も変わり、最新の世論調査では、国民の70%が原子力を支持した。

原子力に対する国民のアクセプタンスを得るための活動は、規制機関であるNRAが行うことは法的に禁止されている。NRAは、それはむしろ、産業界が行うべき活動だとした。

ベレネ原子力発電所建設に向け、環境アセスメントが開始されているが、NRAは原子力発電の安全性について政府、国民に十分な情報を提供することが重要な役割だと認識している。

また、情報に透明度を持たせるため、INESの尺度にしたがった事故情報がNRAのホームページで公開されている。

### 7. 2. 国営電力会社 (NEK)

NEK EADは国営電力会社 (EADは株式会社の意) で、ブルガリア民主化後のエネルギー業界の再編で、2000年には原子力、火力の発電会社7社と配電会社7がNEKから独立した。さらに2006年にも火力発電所が分割されており、現在、NEKは送電線網、システムオペレータ (分割子会社)、火力発電所1基、すべての水力発電所を保有するだけとなっている。さらに、ベレネ原子力発電所の建設に向け、傘下にベレネ原子力発電所会社が設置された。

NEKでは、ベレネ原子力発電所建設計画を中心にヒアリングした。

### ベレネ原子力発電所建設計画

NEKはベレネ原子力発電所建設事業を行う事業会社として、ベレネ原子力発電所会社を設置した。現在は100%子会社だが、今後資本金の51%だけを保有し、残りの49%については出資してくれる民間投資家を探している。これまで10社ほどから投資提案があり、現在、そのうちの5社と交渉中ということだ。2008年中に交渉がまとまる見込みだ。それまではNEK



が資金調達することになるが、ベレネ原子力発電所が完成すると、ベレネ原子力発電所会社はNEKから分割独立される。

ベレネ原子力発電所建設は1980年に建設計画がスタートし、1984年に工事を開始した。しかし民主化後、国民内に環境意識が高まり、1991年に工事を中断した。用地の耐震性についても問題視されたが、ブルガリア、ドイツ、米国が共同で調査し、地震の心配はないとの結論が出た。その後、工事を再開する試みもあったが、建設では西側の標準を満たす必要があるとして、ブルガリア政府が2002年末に工事再開を拒否する決定を下していた。

その後、ベレネ原子力発電所建設に関して技術的分析、経済性調査が実施された。その間、西側の原子力産業とも協議している。日本の三菱重工にも問い合わせたが、単なる工事再開では関心がないということだったという。経済性調査では、2010年から2020年の間に2000MWの発電容量が必要になるとの結論が出され、そのためには経済的に原子力利用が有利と勧告された。調査では、600MW、700MW、1000MW、1500MW級の原子炉が比較され、送電線網の状況も考慮すると、1000MWクラスの原子炉2基が最も経済的と判断された。

ベレネを建設用地とすることで決定するまでには、25ヵ所の候補地について比較検討され、まずベレネが最適と判断された。環境アセスメントも実施されたが、2000MWまでであれば、環境に影響がないとの結論が出され、政府は2005年4月8日、ベレネ原子力発電所の建設を決定した。

その後に、公開入札が行われた。WHやプラマトム／アレバも関心を示したが、最終的にロシアのアトムストロイエクスポルトとチェコのシコダだけが応札し、両社が1年かけて最終見積を提出、2006年9月に最終的にロシアのアトムストロイエクスポルトと契約することが決定された。その後、2006年末に仮契約、2007年1月に具体的な技術条件が決定され、2008年1月18日にブルガリアとロシアの大統領立会の下で基本契約が調印された。

建設される炉型は、第3世代炉型となるVVER-1000/V466型炉（発電出力1000MW、VVER-AES92デザイン）2基で、1号機が2014年に、2号機が2015年に運転を開始する予定。同型炉は、西側のEPR型炉と同じく、格納容器が二重になっており、ジャンボ旅客機（B747-400）の墜落にも耐久性のある設計となっている（以下の図参照）。原子炉の設計寿命は60年である。ブルガリア側は、VVER-1000/V466型炉であれば、今後EUの安全基準がさらに厳しくなっても、まだ10-20年は改良する必要はなく、EPR型炉よりも安全性が高いと確信しているという。

故障率は $10^{-7}$ （マイナス7乗）と低く、技術条件はすでに欧州原子力共同体（EURATOM）によって承認されている。中国では、すでに1基完成している。原子炉1基に対して、タービン（ロシア製）と発電機がそれぞれ1基設置される予定。燃料はロシアTVEL製の二酸化ウラン燃料で、濃縮度は平均4.4%となる見込み。運転サイクル長さ（燃料交換間隔）は12-24ヶ月で、燃料交換サイクルは4年である。

すでに用地の承認、設計開始許可を終え、設計、建設は、アトムストロイエクスポルトを筆頭に、仏アレバと独ジーメンスのコンソーシアムが下請け業者となることが契約上決定されている。独仏コンソーシアムは、主に電気関係の設備を請け負う。

すでに基本設計が終了しており、詳細設計は2008年中に完了する予定。詳細設計は自社

でチェックした後、NRAに提出される。今後、立地場所に建設情報センターを設置する予定という。

ベレネ原子力発電所運転に向け、人材をどう確保するか問題となるが、1-4号機が停止したコゾロドゥイ原子力発電所やブルガリア国内の大学からリクルートすることになるという。コゾロドゥイ原子力発電所の技術者は国際的評価も高いが、それだけに1-4号機の停止で優秀な人材が欧州や米国に流出しているのも事実。大学でも、原子炉の停止で原子力に対する関心が下がってきたという。

こうした問題に対処するため、2008年はじめに経済エネルギー省内に作業部会が設置された。さらに、アトムストロイエクスポルトとの契約では、人材教育が義務化されており、ロシアないし同型炉で人材を研修しなければならないことになっている。さらに、人材教育において、国際協力することも期待されている。

### コゾロドゥイ原子力発電所停止問題

コゾロドゥイ原子力発電所は2000年までNEKに属し、それまではNEKが運用資金を調達していた。その後は、独立した組織となっているが、100%国の所有となっている。

1-4号機が最終的に停止したのは、政治判断だが、それによって国内の電力需要をどうカバーするかの問題が発生した。短期的には、既存発電所の負荷を上げることで対応できるが、2010年から電力を輸入する必要があるものと予測される。

ブルガリアは2006年までバルカン半島の電力需要の約80%をカバーしてきただけに、NEKにとっては特に3号機、4号機の停止によって電力輸出収入が激減し、2008年1月からは電力を輸出できない状態となっている。主な輸出先はセルビア、マケドニア、ギリシアなどだった。

その不足分をカバーするのが、新設されるベレネ原子力発電所になるわけだが、国内総生産（GDP）が年間3-5%の割合で成長すると、1号機は国内需要をカバーするだけとなる見込みだ。2号機の運転で輸出が再開できるようになるかどうかは、今後の経済成長次第だという。ただ、2020年までに老朽化した既存の石炭型火力発電所が閉鎖される計画であるので、その場合にはベレネ以外にも発電所が必要となる。今後、民営化の過程で火力発電所、水力発電所なども新設されることも考えられるが、ベレネ運転開始後10年間の間に、さらに原子力発電所が必要かどうか検討しなければならないだろうと推測されている。

3号機、4号機の停止で、バルカン半島で電力不足となる心配があるが、イタリアから輸入するか、自国で発電量を増加させるしかないと見られる。バルカン半島での電力不足に対応できるように、3号機と4号機はいつでも運転を再開できる状態で維持されているが、その場合、EU加盟国が満場一致で同意する必要がある。2004年のアテネオリンピックは、コゾロドゥイ原子力発電所からの電力のおかげで停電もなく無事終了したが、そのギリシアとオーストリアだけがこれまで、コゾロドゥイ原子力発電所の3号機、4号機の閉鎖を要求してきた。ギリシアは自国に原子力発電所を建設したい意向で、そのために3号機、4号機の閉鎖を主張した、とブルガリアでは推測されている。

NEK側は、チェコ、スロバキア、ハンガリー、フィンランドで同型炉がまだ稼働している

ことを考えると、おかしいといわざるを得ないと発言した。

### 国民のアクセプタンス

1990年代はじめの民主化と市場の自由化で、国民の環境意識も高まり、それがベレネ原子力発電所の建設中止に結びついている。ただ、コゾロドゥイ原子力発電所1-4号機では、多額の投資で安全性が向上されたほか、積極的に原子力の安全キャンペーンも展開されており、現在、原子力は70-80%の国民に支持されている。

原子力の安全キャンペーンでは、新聞広告などのほか、原子力に関する記録映画も作成された。コゾロドゥイ原子力発電所では、オープンドアデーが開催されてきた。コゾロドゥイ原子力発電所では、週に200-300人の市民が発電所の見学にきている。また、コゾロドゥイ原子力発電所は安全だとして、コゾロドゥイ保護署名運動も行われ、5万以上の署名が集まったという。

ブルガリアではコゾロドゥイ原子力発電所から電力を輸出することで国内の電力料金が低く抑えられてきた。だが、3号機、4号機の停止で電力料金を引き上げざるを得なくなっているほか、2008年中に石炭型火力発電所では脱硫装置を設置しなければならないことになっており、電気料金は今後益々高騰していくものと予想される。

現在、ブルガリアの電力料金は欧州平均程度にまで上がってきている。それに対し、ブルガリアの所得レベルは欧州でも最低レベルなだけに、国民生活における電力料金の負担がかなり大きくなっている。そうした点からしても、国民が原子力発電を支持しているのだという。

### 7. 3. 経済エネルギー省 (MEE)

#### コゾロドゥイ原子力発電所停止問題

EU加盟条件として、コゾロドゥイ原子力発電所の1-4号機が停止されたわけだが、それによって総発電量に占める原子力発電の割合は30%代に減少してしまった。減少分は、自国の褐炭を利用する火力発電で補填している。また現在、660MWの新しい火力発電所が建設されており、2009年前半に完成する予定だ。ただ、二酸化炭素排出量削減のため、老朽化した石炭型火力発電所が2基停止している。

現在、ベース電力はコゾロドゥイ原子力発電所の5号機と6号機、それに水力発電所2基などでカバーされている。現在の見通しでは、電力消費量が増大しても、2009年まで国内の電力需要は自力でカバーできるという。

ただ、コゾロドゥイ原子力発電所3号機、4号機の停止によって2006年末までバルカン半島の電力需要の80%をカバーしていた輸出が減少した。2007年、その割合が25%に減少しており、2008年にはさらに減少するものと見られるという。輸出減少に伴い、電力料金も上がっている。

3号機と4号機については、現在運転再開できる状態で維持されている。これまで多額の資金を投入して安全性が向上しており、ブルガリア政府は安全性に問題ないとアピールし

てきた。2008年1月には、ブルガリアの首相、経済エネルギー大臣、電力業界の代表が参加して、EURATOMで3号機と4号機の問題（運転再開）でフォーラムが開催された。停止によって特にバルカン半島で電力不足が発生する可能性が心配されるが、3号機、4号機の運転を再開するかどうか判断するのは、ブルガリア政府ではなく、EU側が判断することだとした。原子炉閉鎖はEU加盟条件になっているだけに、ブルガリア政府の独自の判断できることではないと説明された。

## 廃止措置

最終的に停止された原子炉の廃止措置のため、基金が設立されている。そのための資金は電力料金に加算することで調達されている。さらに、EU加盟によってEUの基金の一部が1号機と2号機の廃止措置のために利用されることになっている。いずれも、経済エネルギー大臣の管轄下に置かれている。

## ベレネ原子力発電所の建設

ベレネ原子力発電所の建設については、2004年中に社会的な討論を終え、国民の支持も高いことから、2004年5月に建設決定の政府判断が下された。2008年1月に基本契約が締結された。建設されるのは、ロシア製第3世代加圧水型炉VVER-1000/V466型炉（VVER-AES92デザイン）2基で、炉心溶融などシビアアクシデントがあっても放射線漏れが発生しない炉型で、安全システムも独立4システムとなっており、政府としては新しい原子炉は最も安全性の高い炉型と確信しているという。

ベレネ原子力発電所建設決定の目的は、電力の国内需要をカバーすると同時に、EUによって規定された二酸化炭素の削減目的を達成するためである。ベレネ原子力発電所が運転を開始すれば、総発電量に占める原子力発電の割合は46-48%になると見込まれるが、ブルガリアの経済成長次第では、電力に余剰ができ、再び電力を輸出できるようになれることを期待している。

将来的には、ベレネ原子力発電所にさらにもう2基建設することも考えられるという。ただ、それによって石炭型火力発電から撤退するということではなく、褐炭利用は維持、拡大させる意向だという。ここでは、コージェネレーションシステムで発電された電力の買取りを義務化させるなど、環境にやさしい方法が積極的に導入されるという。

なお、ベレネ原子力発電所の建設基本契約の調印時に、ロシアからの天然ガス供給契約が締結されているが、その天然ガスはイタリア、ギリシア向けで、ブルガリアでのガス供給用ではないということだ。

## 人材育成

ブルガリアでも、原子力関係の専門家、原子力を勉強する学生が減少しているが、原子力発電を復活させるためには、そのための人材確保、育成が政府としても重要な課題となっている。

そのため、首相の指示で、大学、文部科学省、経済エネルギー省、電力業界の代表で構

成される作業部会が設置された。作業部会は最初の3ヶ月で状況把握と分析を行い、人材を確保する方法について検討し、2008年中頃までに報告書を作成する予定だ。

なお、政府は原則として介入しないが、ベレネ原子力発電所の建設でブルガリアの企業が下請け業者として工事全体の30%程度に参入してくれることが期待されている。

## 国民のアクセプタンス

原子力に対する国民の支持を得るための活動は、関連業界が行うもので、政府が積極的に行うべきものではないと考えられている。政府は実際には、原子力発電所の立地に向け、工事用に周辺道路などのインフラを整備するだけだという。

政府は、国内に資源がないこと、コゾロドゥイ原子力発電所が安全性なことを、国民が十分に自覚していると判断している。実際、ブルガリア全体で国民の76%が原子力を支持しており、原子力発電所のある地元では、その支持率が97%にもなるという。

確かに、1990年代はじめには国民の中に原子力に対する反発があった。ただ、これは民主化後資本主義経済への移行期で経済成長が停滞したことにも関係していたという。その後、コゾロドゥイ原子力発電所の安全性が多額の投資で大幅に向上されたこと、それにもかかわらずEU加盟で1-4号機を停止しなければならなくなったことで、原子力がむしろいい方向で国内で注目を浴びるようになり、それによって世論が原子力発電に有利に傾いていったと、政府は見ている。

## 7. 4. エネルゴプロジェクト

エネルゴプロジェクトは旧社会主義体制時代、3000人の従業員を有する国営企業として、水力、火力、原子力、暖房プラントの設計部門で絶大の力を有していた。ブルガリア国内のコゾロドゥイ原子力発電所、ベレネ原子力発電所の建設では、旧ソ連のアトムストロイエクスポートの下で、主にシビル、2次系統など管理区域外設備の設計などを請け負った。

しかし民主化後、市場の変化に適応できず、優秀な人材が流出し、現在は従業員60人程度の小設計事務所となっている。

現在は、再生可能エネルギー部門に活路を見出し、バイマス発電設備などの設計を行っている。

コゾロドゥイ原子力発電所、ベレネ原子力発電所の建設では、旧ソ連のアトムストロイエクスポートの下で、ブルガリア企業が下請け業者として参入した。エネルゴプロジェクトは主にシビル、2次系統など管理区域外設備の設計を行い、管理区域の設計は経験がない。ブルガリアには、その他エンプロコンサルト、リスクエンジニアリング、EQIなど、原子力関連施設の建設に関与できる企業が10社程度あるにすぎない。いずれも中小企業で、国外での経験はない。EQIだけに米国資本が70%入っているが、後は国内資本による企業という。

コゾロドゥイ原子力発電所1-4号機の安全評価は、リスクエンジニアリングなどブルガリア企業がやっている。

エネルゴプロジェクトは、ベレネ原子力発電所の新設では、シビル、2次系統部門の設計を担当したい意向だが、詳細は未定。おそらく、国内業者間で競争になるという。

コゾロドゥイ原子力発電所の廃止措置でも、2次系統の解体などに参加する意向だが、ブルガリア企業はこの分野でノウハウがないため、下請け業者として参入することになるだろうという。

コゾロドゥイ原子力発電所の廃止措置では、設計、設備調達、工程管理を行う事業者として、PMU（Project Management UNIT）が設置されている。これは英国BNFLなどが参加するコンソーシアムで、これら西欧企業のノウハウをコゾロドゥイ原子力発電所の廃止措置に利用するためのものだ。今後、廃止措置では、工程を分割してプロジェクト毎に欧州で入札が行われるという。応札できるのは、ドイツのNukemやスペインのインベルドロウラなど、この分野でノウハウのある欧州の大手企業になる模様だ。

エネルギープロジェクトの今後だが、今後の受注状況を見て、原子力ないし再生可能エネルギーの分野で活動していくことになるという。

## 7. 5. コゾロドゥイ原子力発電所

コゾロドゥイ原子力発電所はブルガリア北部のルーマニアとの国境近くのドナウ川沿いに位置し、旧ソ連型加圧水型炉が6基ある。ただ、現在稼働しているのは、5号機と6号機の2基だけである。原子炉毎の着工、商用運転開始、最終停止時期は、以下の表の通り。

表：コゾロドゥイ原子力発電所原子炉データ

原子炉	炉型	出力	着工	商用運転開始	最終停止
1号機	VVER-440/V230	440MW	1970年4月	1974年10月28日	2002年12月31日
2号機	VVER-440/V230	440MW	1970年4月	1975年11月10日	2002年12月31日
3号機	VVER-440/V230	440MW	1973年10月	1981年1月20日	2006年12月31日
4号機	VVER-440/V230	440MW	1973年10月	1982年6月20日	2006年12月31日
5号機	VVER-1000/V320	1000MW	1980年7月9日	1988年12月23日	
6号機	VVER-1000/V320	1000MW	1982年4月1日	1993年12月30日	

コゾロドゥイ原子力発電所は2000年まで国営電力会社NEKに属していたが、現在は独立した国営会社となっている。

1-4号機と5-6号機の安全性を向上させるため、1991年以降3億ユーロ（約465億円に相当）が投入されてきた。これは、ロシアの安全標準をベースに西側の安全標準を導入して近代化を図ったもので、ブルガリアの関係者は、安全性では西側原子炉と遜色ないとする。だが、ブルガリアがEUに加盟する条件として1-4号機の閉鎖が要求され、ブルガリア政府は1号機と2号機を2002年末に、3号機と4号機を2006年末に停止した。

1号機と2号機は現在、廃止措置の準備段階にあり、今後さらにそのために1億ユーロ（約155億円に相当）投入する必要があるという。3号機と4号機は停止されたが、現在いつでも運転を再開できる状態で維持されている。

### 原子炉停止に対する対策

1-2号機の最終停止後、3-4号機の負荷を拡大するほか、1-2号機の燃料で使用可能なもの

は、3-4号機で再使用された。流用されたのは、1号機から183燃料集合体、2号機から228燃料集合体である。3-4号機の停止後は、5-6号機の負荷を14.94%アップしたが、それでも2007年の原子力発電量は前年比で24.7%減少した。

3号機と4号機では、燃料が入った状態で、防食対策を講じ、安全系統を稼働させて燃料管理を行いながら、維持、管理することでNRAから認可された。

なお発電所側の説明では、電力不足となった場合、3号機、4号機の運転を再開してもいいとの条文が、EUとの合意にあるということだ。

## 運転の安全管理

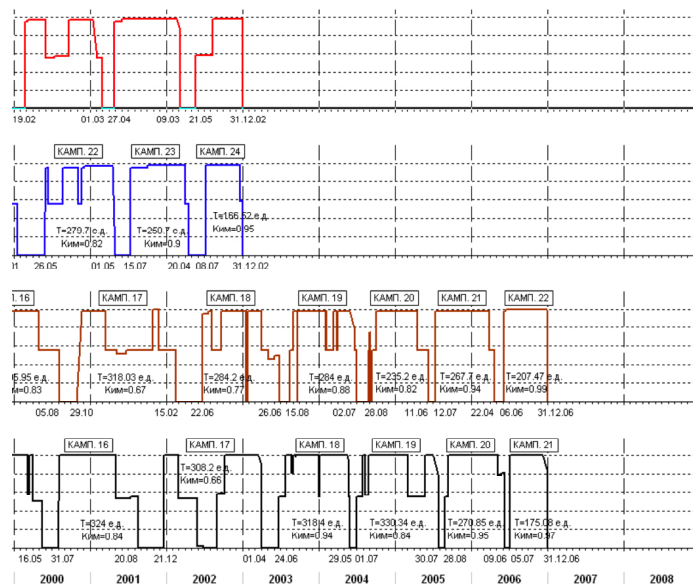
管理計画が作成されているが、それは計画通り安全が管理されているかどうかをチェックするためのもの。管理計画は主に、安全品質の管理と金属検査で構成され、常時管理計画の見直しも行われる。減速材については、化学的要素が常時監視される。

稼働中の5号機、6号機については、運転中は、設備状態の検査、振動解析などが行われる。安全系統は週1回簡単に点検され、月1回検査される。

燃料交換に伴う原子炉の停止時に定期検査が行われ、現在運転サイクル長さは250日となっている。それをさらに延ばす予定はないという。定期検査の期間は、安全性向上のための近代化対策が実施されていた時期は90日であったが、現在は51日。目標は45日だという。

規制機関NRAに対し、安全管理のため、日報、週報、月報、四半期報、年報、臨時報の6つの報告書を提出することが義務付けられている。

以下の図は、1-4号機（グラフ上からの順）の運転状況を示している。



(出所：コゾロドゥイ原子力発電所)

5号機、6号機については、2008年で安全性向上、近代化対策が終了する予定で、同年11月にその状況に関して国際原子力機関（IAEA）の検査がある。

コントロールルームのオペレータは、1-4号機の場合、シフトスーパーバイザー、原子炉

オペレータ、タービンオペレータの3人で、いずれも国家試験を受け、資格を有する者である。5号機、6号機の場合、それに緊急用の原子炉オペレータの4人に国家資格が要求される。シフトは0-8時、8-16時、16-24時の3シフトで、7チーム用意されている。シフトにつくのはそのうちの5チームで、残りの2チームは休暇とトレーニングのための交代用チームである。

メンテナンスは、燃料交換、1次系統においては自社従業員によって行われる。外部下請け業者に委託するのは、主に管理区域以外のメンテナンスだが、外部業者に委託する割合は少ないという。

## 燃料

5号機、6号機の燃料はロシアТВЕЛ製で、搬入後サイト内で保管される。炉心への挿入まで3ヶ月以内の場合は温度10-40度C、湿度70%以下で保管される。それ以上の場合は、別途コンテナに入れて保管される。挿入前に必ず初期検査される。

濃縮度は3.98%ないし4.3%で、燃料交換サイクルは4年。交換時に交換される燃料集合体は42本。以前は3年、55本であった。48本交換することも検討したが、経済的でないとの結論に達したという。

燃料交換サイクルを5年に延ばすことも検討している。すでに研究所の研究段階では5年も可能だとの結論が出ているが、まだ安全性について検討しなければならない。安全性に問題ないとの結論ができれば、5年に延ばす予定という。

使用済み燃料は1-4号機からのものは、これまでロシアに搬送されてきた。これらは再処理用となっている。原則として使用済み燃料の所有権は発電所側にあり、ロシアには管理権しかない。いずれ再処理後の高レベル放射性廃棄物をブルガリアに引き取らなければならない。

5号機、6号機については、使用済み燃料はまず貯蔵プールに保管される。その後、独GNS製のキャスクKONSTORに入れて、サイト内で中間貯蔵される。

## 冷却水

冷却水はドナウ川から運河を通して取水される。取水口入口と出口での水温の温度差は約10度C。ただ、運河が10kmもあることから、ドナウ川に戻されるまでに水温が下がり、ドナウ川の水温が3度C以上上がらないよう配慮されている。

ドナウ川は流量の多い川で、通常の流量は100,000m<sup>3</sup>/sである。これまでの最低流量は17,000m<sup>3</sup>/sで、水の量に関しては心配する必要はないという。

## 人材育成

独自にトレーニングセンターが設置されている。トレーニング中は、仕事には従事しない。トレーニングセンターでは、他国の人材のトレーニングも行われている。

ベレネ原子力発電所の建設に伴い、原子力関連技術者が不足することが懸念される。そのため、コゾロドゥイ原子力発電所側は同発電所の技術者が引き抜かれる危険もあるとす



る。ただ将来的には、コゾロドゥイ原子力発電所のトレーニングセンターでベレネ原子力発電所の人材を教育、育成することも可能だとの見方をしていた。

#### **地元対策**

発電所に属する従業員数は4600-4700人だが、実際に発電所内で働く従業員数は2500-2800人に過ぎない。残りは、コゾロドゥイの町（住民数1,5000人）で発電所が設置した文化会館、スポーツ設備、映画館、劇場、病院、レストランなどで働いている。また、道路の街灯などが壊れた場合、発電所側が率先して修理しているという。

## 8. リトアニア

リトアニアは1991年に独立した総人口約360万人の小国である。独立後、旧ソ連時代に建設されたイグナリナ原子力発電所を引き継ぐことになった。同発電所の原子炉は、1986年に事故を起こしたチェルノブイリ原子力発電所と同型の黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉（RBMK）だが、チェルノブイリと違って1基の発電出力が1500MWのRBMK-1500型炉が設置され、世界でも最大級となっている。チェルノブイリ事故後、3号機、4号機の建設が中止され、1号機と2号機の2機の運転によってバルト海沿岸のラトビア、エストニア、フィンランドなどに電力が輸出されていた。

だが、リトアニアが2004年5月にEUに加盟するに及んで、EU側が原子炉の安全性を懸念し、その条件として1号機と2号機の最終停止を要求した。その結果、リトアニア政府は1号機を2004年末に最終的に停止し、2号機も2009年末に最終停止することになっている。

その代替として、リトアニア政府は隣国のラトビア、エストニア、ポーランドの3国と共同で、2015年までに原子力発電所を新設する予定だ。

### 8. 1. 経済省原子力部（現地略語：UKMIN）

イグナリナ原子力発電所では、当初原子炉4基の建設が予定されていた。1号機は1978年に、2号機は1980年に、3号機は1985年に建設が開始された。1号機、2号機はそれぞれ1983年、1987年に運転を開始した。3号機はすでにシビル工事等が約80%完成していたが、チェルノブイリ事故後、1988年に建設中止が決定され、解体後、整地された状態となっている。

リトアニアは1991年に当時のロシアから独立し、イグナリナ原子力発電所を無償で譲り受けた形となった。その後、スウェーデン等の支援を受けて原子力規制機関である原子力発電安全監督庁（VATESI）を設置した。その他、経済省（当初はエネルギー省管轄）、健康省、環境省がイグナリナ原子力発電所の管轄省庁となっている。

経済省原子力部は、イグナリナの原子炉は国外からの援助で制御系統を改善するなどして安全性を格段にレベルアップしており、チェルノブイリのような事故が起こる可能性はないと説明した。

それにもかかわらず、原子炉を最終的に停止すると決定されたのは、EUに加盟するための政治判断で、EU加盟前に決定されたものである。

### 原子力発電所の新設

リトアニア政府は、2007年1月の最新のエネルギー戦略で、新しい原子力発電所を2015年までに建設し、運転を開始することを計画している。

現在、イグナリナ原子力発電所2号機だけでリトアニアの総発電量の80%をカバーしている。ただ、既存の火力発電所（主にクルードオイルを使用）と水力発電所の稼働率を引き上げて最大限に利用すれば、2号機が停止しても電力の国内需要を十分にカバーできる状況にあり、エネルギーの安定供給に問題はない。それにもかかわらず、リトアニアが原子力

発電所を新設するのは、一つにロシアに依存する石油と天然ガスの輸入を軽減するためだ。さらに、温暖化対策の上で原子力発電が有利だからだという。

経済省は、原子力発電所の新設には多大な資金が必要だが、現時点で新設しておいたほうが、原子力発電のほうが最終的に火力発電や水力発電よりも安くなるだろうと想定していた。

原子力発電所を新設するとしても、2号機が2009年末で最終的に停止される予定であるので、新しい原子炉が運転を開始するまでに隙間ができてしまう。そのため、リトアニア政府は、近いうちにEUと2号機の運転期限を延長することで交渉したい意向だ。だが経済省によると、その成功率は5%程度だろうという。

新設される原子炉については、炉型、発電出力など具体的なことはまだ決定されていない。ただ経済省は、周辺の環境に与える影響を考慮して、発電容量は800MWから3200MWの間になるのではないかとした。そのため、原子炉が1基建設されるのか、2基になるのかもまだ決定されていないという。炉型の候補については、独仏製のEPRやカナダ製のCANDUなど西側の原子炉が候補例として挙げられたが、ロシア製の原子炉が選択される可能性については、経済省側ははっきりと否定した。

建設予定地として、イグナリナ原子力発電所敷地内旧3号機の跡地ないしイグナリナ原子力発電所南西の敷地が候補として挙げられている。

なお、新設される原子力発電所で発電された電力は、主に隣国のエストニアやラトビアに輸出されることになるという。

リトアニアに原子力発電所を新設する計画は当初、リトアニア、ラトビア、エストニアのバルト3国で計画されていたが、後になってポーランドが参加し、資金提供パートナーとなるという。ポーランドとリトアニアの間に送電線網が設置されることが決定されているが、ポーランドに電力を輸出することはないだろうという。ポーランドがリトアニアでの原子力発電所新設に参加する目的はむしろ、自国で原子力発電所を建設するためのノウハウの蓄積ではないかと、リトアニア側は推測していた。

その他、フィンランドやロシアが原子力発電所新設に参加する可能性について、この点でも経済省側ははっきりと否定した。

問題は、新設計画が現在まだそれほど具体化していない状況において、国家戦略で規定されている2015年までというデッドラインを遵守できるかどうかだが、経済省側は2015年までに建設できる可能性は低いと発言した。

### 周辺地域の優遇措置

イグナリナ原子力発電所から周辺30-50km以内に居住する世帯に対して、電力料金が半額で供給される。なお、電力料金が半額となる地域（自治体）は法的に規定されている。

さらに、周辺地域で働く労働者（原子力発電所で働く者に限定されない）には放射線手当が給付される。放射線手当の資金を調達するため、イグナリナ原子力発電所で発電された電力を輸出して得られた収入を資金源として基金が設置されている。毎月の放射線手当の総給付額は、75万リタス（約3500万円に相当）に上る（年間約900万リタス、約4億2000

万円に相当)。

今後、イグナリナ原子力発電所2号機が最終停止されると、電力の輸出収入は得られなくなり、基金が資金不足となる可能性が高い。ただ現在のところ、いつまで放射線手当の給付が継続されるのか、まだ決定されていないという。

### 人材の問題、人材育成の問題

イグナリナ原子力発電所をロシアから引き継いだ後、オペレータ等の技術者のほか、その他の従業員も引き継いだことから、現在も原子力発電所の従業員の80-90%は、リトアニア国籍を取得したロシア人である。ただ、従業員が定年退職した場合、リトアニア人が採用されるケースが多くなっている。そのため、発電所内ではリトアニア語を使用するケースが増えてきているが、オペレーションでは依然としてロシア語が使用されている。

リトアニアでは、カナウス工科大学に原子力学部が設置され、原子力技術者が育成されている。同大で勉強した後、通常、ロシアに研修に出されるという。リトアニアでも技術系に進学する人材が少なくなっているものの、原子力学部への入学を希望する学生が多く、若い人材は不足していないということだ。

なお、原子力発電所新設に向け、必要な人材を確保するためのプログラムが現在、作成されている。

### 放射性廃棄物管理

使用済み燃料は、イグナリナ原子力発電所内で中間貯蔵されている。1号機、2号機は即時解体され、その廃棄物は原子力発電所敷地内に中間貯蔵される予定だ。ただ、最終処分については、まだどうするか、まだ検討中という。

### 国民のアクセプタンス

1990年にリトアニアが独立宣言した後、ロシアから一時、石油、天然ガスの供給がストップされ、ガソリン不足と暖房用燃料不足が深刻となった。それに対して、イグナリナ原子力発電所のおかげで電力不足は発生せず、原子力発電に対する国民の信頼は強いと見られる。また、イグナリナ原子力発電所は無償譲渡された形となっているので、減価償却も不要で、発電コストは5米ドルセント(約5円相当)/kWhと低いので、原子力発電によって電力料金が安くなっているのも国民にとって魅力となっている。

そのため経済省側は、国民が2号機の閉鎖と原子力発電所の新設によって、結果的に電力料金が引き上げられることになるのは望んでいないと推測する。ただ、1号機と2号機を閉鎖することについては、EU加盟に関して国民投票を実施した時に国民の過半数が賛成した以上、EU加盟条件であるイグナリナ原子力発電所の閉鎖にも国民は同意したものと見るべきだと、経済省は判断している。

いずれにせよ、イグナリナ原子力発電所ではこれまでこれといった大きな事故もなかったことから、経済省は、国民には原子力発電に対するアレルギーはないはずだと推測した。

## 8. 2. 経済省エネルギー部（現地略語：UKMIN）

リトアニアにおける原子力発電所の新設については、さらに担当の経済省エネルギー部で個別にヒアリングした。

### 原子力発電所の新設

2006年2月にバルト3国首脳が原子力発電所新設で合意したが、その後、ポーランドが新設計画に参加することを決定した。リトアニアでは、2007年7月10日に「原子力発電所に関する法」が施行し、それによってリトアニアで原子力発電所を新設することが法的に規定された。政府は、リトアニアで送電線網を所有するリトアニアエネルギー会社に対して、民間部門で原子力発電所新設のイニシアチブを取るよう委託した。

経済省エネルギー部によると、原子力発電所を新設するのは、経済的、政治的な理由からだという。特に、政治的には主にロシアから輸入されている石油、天然ガスの依存度を軽減する意味があるという。ロシアへの依存度の高い石油、天然ガスの場合、安定供給に不安がある。それに対して原子力の場合、燃料の供給も安定しているほか、これまで自国でノウハウを蓄積してきた実績がある。

現在、エネルギー戦略上は原子力発電所を2015年までに建設、運転を開始することになっている。しかし待ち合わない可能性が高く、現在のロードマップでは、2018年に商用運転を開始するスケジュールとなっている。その計画では、資金調達に3年、安全検査に3年、建設に4.5年計上されている。ただエネルギー部は、現在のロードマップ通りに計画が進まない可能性もあることを十分承知しているとした。

建設予定地は、既存のイグナリナ原子力発電所の周辺ないし敷地内で、現在、環境アセスメントが実施されており、今年夏に第一段階の報告書が提出され、最終報告書が2009年春に提出される予定。それに基づいて、新設原子力発電所が環境に与える影響、特に冷却水を取水する湖（リトアニア国立自然公園に位置し、同国最大のDruksiai湖）の水温への影響を評価して、新設する原子炉の発電出力、原子炉の数など、具体的なことが決定される。また、バルト海沿岸の港から内陸の立地場所に圧力容器など容大物を輸送しなければならないので、道路、橋梁などの既存条件についても考慮しなければならないという。

原子力発電所の新設に当たっては、国内電力3社によって今年3月に国内投資家コンソーシアムが結成される予定だ。国内電力3社は、送電線網を所有するリトアニアエネルギー（国96%、小株主4%）、リトアニア東部の配電会社VST（国97%、小株主3%）、リトアニア西部の配電会社RST（国71%、Eon20%、小株主9%）で、国が当初、コンソーシアム株の61.7%を所有する予定。

原子力発電所を建設するため、バルト3国とポーランドでプロジェクト実施会社が設立され、リトアニアが34%を出資し、他の3カ国が22%ずつ出資する。このリトアニアの34%分が国内投資家コンソーシアムによって出資される。

なお、コンソーシアム結成後に、国外から投資パートナーを探すことになるとの説明があったが、バルト3国がすでにNATOに属していることから、国益を考えると、ロシアなどNATOに属さない国からの参加（建設も含めて）は法的には認められていないという。

建設予定地は、イグナリナ原子力発電所敷地内旧3号機の跡地ないしイグナリナ原子力発電所南西の敷地とすることですでに決定されており、原子炉の炉型については入札を行って、価格、建設期間などを比較して決定される。すでに、西側の原子炉タイプが事前評価されているが、ロシア製の原子炉はその対象にはなっていないという。

### 8. 3. 原子力発電安全監督庁（現地語略語：VATESI）

原子力発電安全監督庁はリトアニア独立直後の1991年10月18日に、リトアニアの原子力規制機関として設置された。同庁の設立に当たっては、隣国スウェーデンの協力を得た。イグナリナ原子力発電所を含め、リトアニアにあるすべての原子力関連施設の安全規制、放射線関連機器の輸出入管理、放射性廃棄物の管理に責任がある。

政府内の独立した機関で、原子力に関連する法律を立案し、内閣に提出する。法案はその後、内閣によって国会に提出される。さらに、原子力に関連する規則や要求、勧告、標準なども作成する。

現在、職員は52人。緊急防災センターも設置されている。

### 許認可の供与

過去数年間において供与した許認可には、イグナリナ原子力発電所1号機の廃止措置準備に向けた許認可、2号機の運転許可、2号機緊急停止システムの改良許可、イグナリナ原子力発電所内使用済み燃料中間貯蔵場の設計許可、建設許可、運転許可、放射性廃棄物管理機関RATAの承認などがある。

原子力発電所が新設されるのに向け、新しい原子力発電所の安全管理を目的に、現在、原子力安全法に関連する法規を新しく作成するほか、その他関連法規を改正する準備をしている。そのため、庁内に作業部会を設置して、他国の法規との比較調査を行うほか、新しい標準を作成する目的で、国際原子力機関（IAEA）の研修に参加している。

すでに、原子力発電所新設のための環境アセスメントが開始されており、VATESIの報告書は2009年2月に提出される予定。

原子力発電所新設に向け、職員が2009年末までに少なくとも30人増員される予定で、そのための職員教育プロジェクトも開始された。

今後、原子力発電所新設が具体化すると、まず設計条件の検査を経て、設計許可が出され、設計図書の提出後、建設が許可される。建設が終わると、運転のライセンスが供与される。その後は10年毎に安全評価が行われ、その結果に応じて運転が許可される。なお、VATESIには、運転ライセンスを剥奪する権限もある。

新しい原子力発電所の許認可手続きにおいては、原子炉等の技術が国外から導入されるので、他国の規制機関の協力を仰ぐことになるという。

### 検査の状況

イグナリナ原子力発電所2号機の運転に関して、現在、年間約100回の検査が実施されている。検査官は全体で約30人おり、そのうち4人がイグナリナ原子力発電所に常駐している。

発電所内に常駐している検査官は、発電所職員のエスコートなしに自由に抜き打ち検査を行うことができる（2006年の場合、101件の検査のうち、57件が抜き打ち）。ただ、検査官一人で発電所内を移動することはないという。発電所職員が一緒であれば、その場で職員一人一人の能力も把握できるからだ。

RBMK型炉では、燃料交換時に原子炉を停止する必要はないが、修理、改造等の目的で、年に1ヶ月ないし2ヶ月間原子炉が停止される。通常は、その時に大掛かりな定期検査が行われる。ただ、検査のために原子炉を停止しなければならないとの法的な規定はない。原子炉停止時に検査を行う場合は、運転者側と3ヶ月前から調整している。

設備毎に製造メーカーが規定したメンテナンスの頻度基準があるので、VATESIがそれに合わせて検査を実施している。新設される原子力発電所の場合も、設計段階でVATESIが設備毎に検査項目を規定しながら、製造メーカー、運転者とその頻度を調整することになる。

なお、これまで、VATESIが原子炉の停止を要求したのは、1999年春に1回あっただけだということだ。

### 事故届け出の状況

VATESIによると、原則として事故発生者に対する責任は問わないことになっている。そのため、事故発生者が事故を届け出ないで、隠蔽することは考えられないという。VATESIは、事故はすぐに報告するものという文化が確立しているとした。VATESIからは、規制機関は管理機関であると同時に、協力者であることを運転者側に認識してもらうことが重要だとの発言があった。

### 廃止措置計画

政府決定により、2004年末に最終停止したイグナリナ原子力発電所1号機は即時解体されることになった。最終廃止措置計画は、2004年5月にVATESIによって承認された。まず、1号機から燃焼した使用済み燃料が除去される。まだ使用可能な燃料は、2号機で利用するため、1号機から除去され、2号機に回される。次に各システムを遮断し、実際の解体作業ははじまるのは、2009年終わらないし2010年はじめ頃になる模様だ。解体作業はまず、汚染度の低いエリアから開始される。次にタービンが解体された後、原子炉に近いエリアの解体が行われる。

ただ、黒鉛減速材の撤去、処理方法、RBMK型炉の解体方法についてはその経験がないことから、現在その方法が研究されている。原子炉の解体は2025年から2030年頃になる模様だという。

廃止措置によって発生する廃材、廃棄物のリサイクルについては、現在のところ想定されていない。

イグナリナ原子力発電所の廃止措置に関しては、リトアニア政府が1995年に基金を設置して資金を蓄えている。EUも廃止決定後、廃止措置の準備段階から資金を提供し、2004年から2006年の間に2億ユーロ（約310億円に相当）超の資金を提供した。さらに2007年から2013年の間に、8億1500万ユーロ（約1264億円に相当）の資金が提供される予定だ。これら

の資金は、欧州復興開発銀行が基金の形で管理している。

廃止措置に必要な資金は現段階では、13億ユーロ（約2015億円に相当）超に上るものと見積もられている。この額には、使用済み燃料、その他放射性廃棄物の処分にかかる費用は含まれていない。

廃止措置の許認可手続き等でVATESIを技術的にサポートするため、EUは2001年12月から2006年11月までの間、PHARE（東欧援助緊急計画）の枠内でプロジェクトが実施された。プロジェクトには、ベルギーのAVN、フランスのIRSN、ドイツのGRS、フィンランドのSTUK、イギリスのSerco Assurance、その他、リトアニア、スウェーデンの技術支援機関が参加した。

#### 8. 4. イグナリナ原子力発電所（INPP）

イグナリナ原子力発電所は、リトアニア東部にあるリトアニア最大のDruksiai湖を中心とする国立自然公園に立地し、ベラルーシ国境沿いに位置している。1号機は1978年に着工し、2号機と3号機はそれぞれ1980年と1985年に建設が開始された。いずれも旧ソ連時代であった。各機ともに、発電出力1500MWの黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉RBMK-1500が計画されていた。1号機は1983年、2号機は1987年に運転を開始し、世界でも最大級の原子力発電所であった。3号機ではすでにシビル工事等約80%が完成していたが、チェルノブイリ事故後、1988年に建設中止が決定され、その後解体された。

発電所は1991年にリトアニアが独立すると、ロシアからリトアニアに移譲され、リトアニア政府の管理の下に置かれた。その後、国際的な協力の下に、発電出力を1350MWに引き下げて、燃料濃縮度を2.0%から2.4%を引き上げるほか、制御棒挿入時間を短縮するなどして、安全性が改善された。

しかし、EUがチェルノブイリと同型の原子炉の安全性を懸念したことから、リトアニアのEU加盟条件として1号機と2号機の閉鎖を要求。それに従い、リトアニア政府は1号機を2004年末に最終的に停止し、2号機を2009年末に最終停止する予定である。

INPPは国営の独立会社で、現在は経済省の管轄下に置かれている（組織図は本項末尾に掲載）。現在、従業員は約3100人だが、そのうち技術者は約600人。500人が1号機の廃止措置に従事している。1号機が稼働していた時には、従業員数は5000人超に上った。作業服の洗濯も含め、メンテナンス等の作業はすべて自社の従業員で行っており、大きな改造工事等を除き、下請け業者は使っていない。発電所の従業員は通常、INPPの従業員のために特別に開発された近郊のヴィルサギナスという町で生活している。

#### 原子炉概要

炉心は直径11.8m、高さ7mで、長さ7mの1661本の燃料集合体の入った燃料チャンネル（圧力管）からなる。燃料集合体を形成する燃料棒の間には冷却水が流れ、その流量は約4万m<sup>3</sup>/hとなっている。蒸気の温度は燃料チャンネル出口で約270度Cで、圧力は68-70バールである。

燃料には二酸化ウランが使用され、ウランの濃縮度は現在、最高2.8%となっている。チェルノブイリ事故後、安全性の改善策のひとつとして、炉心の中性子吸収体の数が引き上



げられたが、それに対して燃料の燃焼度を落とさないようにするため、濃縮度が2.0%から2.4%に引き上げられていた。その後さらに、燃焼度を上げるため、濃縮度2.8%の燃料も使用されている。

現在、停止された1号機からまだ使用可能な燃料を2号機で使用するための作業が行われ、2008年末までに使用可能な燃料約1000本が1号機から取り出される予定だ。

制御棒は211本あり、制御棒のスクラム全挿入時間は12秒である。チェルノブイリ事故後、さらに24本の急速作動制御棒を挿入する急速作動制御棒設備を設置したが、それによって、原子炉は2.5秒で緊急停止できるようになった。

### 燃料交換と使用済み燃料の中間貯蔵

燃料交換は原子炉を運転しながら行われ、1日に2本交換できる。必要に応じて6本まで交換することも可能。燃料の交換周期は3-4年である。

使用済み燃料はまず、炉心横の貯蔵プールで約5年間保管される。その後、キャスクに入れられ、発電所敷地内に設置された中間貯蔵場に輸送されて50年間保管される。現在使用しているキャスクは、独GNS社のKONSTOR容器ないしCASTOR容器である。

使用済み燃料中間貯蔵場はオープンエア型で、1999年3月から利用されている。ただ、現在のところ、同貯蔵場は2011年までで満杯になる予定で、その後は廃止措置用に設置される廃棄物貯蔵場に、使用済み燃料の中間貯蔵スペースも設置される予定だ。

なお、使用済み燃料が最終処分されるのか、再処理されるのかは、まだ決定されていない。50年経った時点で最終処分地がまだ設置されていない場合は、中間貯蔵期間を延長する可能性もあるという。

### 原子炉の停止

毎年1回、メンテナンスないし修理の目的で原子炉が停止される。停止期間は1ヶ月ないし2ヶ月で、1ヶ月停止した場合、翌年に2ヶ月停止するなど、停止期間は短い期間と長い期間で交互になるよう配慮される。停止期間中、タービン（原子炉1基に対しタービン2基）は分解して、その状態が検査される。

なお、INPP全体の稼働率は、1997年（63.1%）、1998年（78.9%）、1999年（48.9%）、2000年（38.4%）、2001年（47.1%）、2002年（71.2%）、2003年（71.2%）、2004年（44.8%）、2005年（90.8%）、2006年（76.0%）と、東欧諸国の原子力発電所では一番低くなっている。

### 暖房熱供給

INPPからは、発電所従業員の住むヴィルサギナス（住民3万人）に暖房熱源が供給されている。2号機が最終停止されるのに備え、天然ガス型火力発電所がすでに設置されている。同天然ガス発電所は、廃止措置に必要となる熱も供給することになっている。

### 冷却水

INPPは、リトアニア最大のDruksiai湖（45km<sup>2</sup>）の辺りに設置されており、同湖から冷却

水が取水され、人工運河を経由させて水が湖に返還される。天候、運転状況にもよるが、取水口入口での水温は12度Cで、返還出口での水温は18度Cだという。ただ、水は人工運河を流れる間に冷却されるので、湖の水温はこれまで年間平均で1.5度C程度しか上昇していない。

湖の水が東方向に流れることから、水量を調整するため、湖の東に位置する川にダムが設置されている。ダムはベラルーシ領に位置するが、このダムにはINPPの従業員が配転されており、発電所からの指令に従って、湖の水量を調整している。

## 送電

INPPからは、ラトビアとベラルーシに向けて国際連系線が設置されており、ロシアの送電システムと接続されている。さらに、2006年12月の合意に基づき、ポーランドとリトアニアの間に国際連系線が設置される計画で、そうなると欧州の送電システムとも接続されることになる。

## 耐震性

マグニチュード6まで問題ないように耐震設計されているが、リトアニアでは100年以上に渡って大きな地震は発生していない。なお、原子炉は地震が起こっても自動停止しない。

スイス企業によってリトアニア各地に地震測定所が設置されており、測定値がINPPのコントロールルームに送信されるようになっている。基準値以上の地震が発生すると、コントロールルームで警報ランプが点灯するようになっており、その場合、オペレータが手動で原子炉を停止しなければならない。

## INPPの閉鎖問題

1号機が2004年末に最終的に停止され、2号機が2009年末に最終停止される予定なので、発電所では2号機の最終停止に向け、その準備に入っている。廃止措置によって発生する廃棄物のため、原子炉近くに廃棄物貯蔵場が設置される計画だ。

ただ、リトアニア政府が2号機の運転期限を延長するため、EUと交渉することになっており、その結果が出るのは2008年末頃になるのではないかという。

1号機、2号機の閉鎖によってINPPの従業員がどうなるか、大きな社会問題だが、リトアニア政府は法律の規定で、閉鎖によって職を失った者が次の仕事が見つかるまで援助することになっている。また、国外で就職口を見つけた場合、その移動費を政府が負担することになっている。

2号機の最終停止後、さらに約1000人退職することになると見られる。希望退職者を募集するなど、退職者はできるだけ公平で、民主的な方法で選択される。残った従業員は主に廃止措置などに従事することになり、新しく建設される予定の原子力発電所で働ける可能性があるのは、ぜひ若い技術者200人程度ではないかという。新しい発電所で就業するには、新しい技術に対する知識が必要なほか、英語が要求されるなど、INPPの現従業員では能力不足になる可能性が高いからだという。さらに、現従業員の平均年齢が47歳と高齢

なため、新しい原子力発電所が完成した時点においては、たくさんの従業員がすでに定年退職してしまっている可能性も高い。

### **廃止措置**

1号機、2号機の廃止措置は入札によって、解体工事を実施する業者が選定される。ただ、EUが供与している廃止措置基金に資金を提供している国の業者からだけ選択されることになっている。たとえば日本の業者が廃止措置に参入したい場合は、まず基金に資金を提供する必要がある。

1号機から燃料がすべて撤去されるのは2010年頃になる予定で、2号機からは2016年までにすべての燃料が撤去される模様だ。現段階では、廃止措置に全体で約25年かかると見積られている。

黒鉛減速材と炉心をどう処理すべきか、経験がないだけに、まだ技術的に解決されていない。炉心部分はコンクリートで密封してしまう可能性が高いという。

いずれにせよ、2008年中にどの部分まで解体し、どう解体するかについてコンセプトが作成される予定だ。

RBMK型炉の廃止措置に関してノウハウを蓄積している国がないので、ロシアがINPPの廃止措置に関心を持っているということだ。

### **原子力発電所の新設**

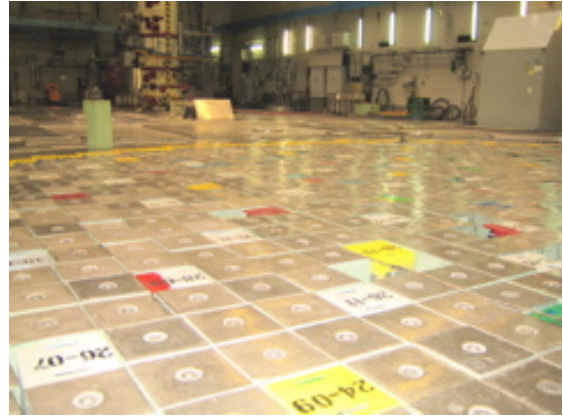
新しい原子力発電所は、旧3号機の跡地ないしINPPの南部に建設される予定だが、INPPとは全く別組織の会社となる。建設で合意した4カ国は原子炉2基を設置したい意向といわれているが、1300MWクラスの原子炉であれば、1基でも十分ではないかという。炉型については、まだ決まっておらず、今後入札後に選定されるという。たとえば、三菱重工が開発した新しい原子炉などもチャンスがあるはずだという。

### **住民のアクセプタンス**

リトアニアでは、20年以上に渡って原子力発電所の大きな事故が起こっていないので、国民の間では、原子力発電に対する信頼性が高い。そのため、国民の70%が原子力を支持しているという。



左から1号機、2号機



炉心上部



燃料交換機



コントロールルーム



タービンホール



使用済み燃料中間貯蔵場

## 9. まとめ

今回、ルーマニア、チェコ、スロバキア、ハンガリー、スロベニア、ポーランド、ブルガリア、リトアニアの中東欧8カ国、全体で32カ所を訪問した。

訪問を通して明らかとなったのは、民主化後低迷していた経済が復興して電力需要が増大し、それとともに原子力発電の重要度が増大しているということだ。リトアニアやスロバキア、ブルガリアでは、EU加盟条件として原子力発電所の閉鎖が要求され、その代替として再び原子力発電が選択された。また、スロバキアやルーマニアのように、経済復興とともに、資金難で頓挫していた原子力発電所建設が復活する傾向も見られる。

まず、訪問した8カ国の原子力発電の状況をまとめると、以下のようになる。

### ルーマニア

発電所	号機	炉型	出力	状況
チェルナボダ	1号機	CANDU-6	650MW	運転中
	2号機	CANDU-6	650MW	2007年9月運転開始
	3号機	CANDU-6	650MW	工事再開政治決定、投資家選択中
	4号機	CANDU-6	650MW	同上
	5号機	CANDU-6	650MW	建設中断

### チェコ

発電所	号機	炉型	出力	状況
ドゥコヴァニ	1号機	VVER-440/V213	440MW	運転中
	2号機	VVER-440/V213	440MW	同上
	3号機	VVER-440/V213	440MW	運転中、出力アップ計画
	4号機	VVER-440/V213	440MW	同上
テメリン	1号機	VVER-1000/V320	440MW	運転中
	2号機	VVER-1000/V320	440MW	同上
	3号機	?	1000MW?	電力会社希望?
	4号機	?	1000MW?	同上

### スロバキア

発電所	号機	炉型	出力	状況
ボフニチェ	1号機	VVER-440/V230	440MW	2006年12月31日停止、廃止
	2号機	VVER-440/V230	440MW	2008年12月31日停止、廃止
	3号機	VVER-440/V213	440MW	運転中
	4号機	VVER-440/V213	440MW	同上
ボフニチェ?		?	1000MW?	電力会社希望?
モホフチェ	1号機	VVER-440/V213	440MW	運転中
	2号機	VVER-440/V213	440MW	同上
	3号機	VVER-440/V213	440MW	工事再開契約済み、2012年運転
	4号機	VVER-440/V213	440MW	同上、2013年運転開始

## ハンガリー

発電所	号機	炉型	出力	状況
パクシュ	1号機	VVER-440/V213	467MW	運転中、510MWへ出力アップ計画、寿命50年計画
	2号機	VVER-440/V213	468MW	同上
	3号機	VVER-440/V213	460MW	同上
	4号機	VVER-440/V213	471MW	同上

## スロベニア

発電所	号機	炉型	出力	状況
クルシュコ	1号機	PWR	727MW	運転中、出力アップ済み、寿命60年検討中
クルシュコ？	1基？	？	1000MW	電力会社構想

## ポーランド

発電所	号機	炉型	出力	状況
ザルノヴィエク	1号機	VVER-440/V213	440MW	建設中止
	2号機	VVER-440/V213	440MW	同上
？	2基？	？	？	政治最終決定待ち、2021年運転開始 リトアニアの新設に参加

## ブルガリア

発電所	号機	炉型	出力	状況
コゾロドゥイ	1号機	VVER-440/V230	440MW	2002年12月31日停止、廃止
	2号機	VVER-440/V230	440MW	同上
	3号機	VVER-440/V230	440MW	2006年12月31日停止、廃止？
	4号機	VVER-440/V230	440MW	同上
	5号機	VVER-1000/V320	1000MW	運転中
	6号機	VVER-1000/V320	1000MW	運転中
ベレネ	1号機	VVER-1000/V460	1000MW	基本契約済み、2014年運転開始
	2号機	VVER-1000/V460	1000MW	基本契約済み、2015年運転開始

## リトアニア

発電所	号機	炉型	出力	状況
イグナリナ	1号機	RBMK-1500	1500MW	2004年12月31日停止、廃止
	2号機	RBMK-1500	1500MW	2009年12月31日停止予定、廃止
	3号機	RBMK-1500	1500MW	建設中止
	4号機	RBMK-1500	1500MW	同上
イグナリナ	3号機？	？	1000MW？	政治決定済み、2018年運転開始？
	4号機？	？	1000MW？	同上

上の表で、すでに閉鎖が確定しているものを濃い灰色で示し、原子炉建設が確定しているもの（炉型等具体化していないもの、最新稼働したものも含む）を薄い灰色でマーキング

グした。

こうして見ると、スロバキア、ブルガリア、リトアニアで原子炉新設が確定しているものの、これらはある意味で“強制的“に閉鎖される（た）原子炉の代替でしかなく、実際に中東欧地域で原子炉が増大しているのはルーマニアだけだということがわかる。

スロベニアやハンガリー、チェコでは出力アップや運転寿命の延長で、原子力発電の比重が拡大される傾向が見られるものの、発電容量が大幅に増大するのはルーマニアだけである。

その他、チェコ、スロバキア、スロベニア、ポーランドで原子炉を新設したい意向があるものの、政治決定されていないだけに、実際に実現できるかどうか、まだわからない状況となっている。

ここでわかるのは、原子力発電所の閉鎖にしろ、新設にしろ、いずれも政治判断に大きく左右されることで、特に政治の支援なくして原子力発電を拡大させることはできないということだ。その意味で、チェコを除くと、これら諸国の政府は原子力発電を支持する側に属していると見られる。ただ、原子力発電所の新設は隣国の意向にも多く左右されるのも事実。EU加盟国となった中東欧諸国では、その他のEU加盟国、特にオーストリア、ギリシアなどの意向に左右されやすい状況となっている。

経済的に見ると、中東欧諸国では、民主化直後の低迷時期を乗り越え、EU加盟前後を機に経済が順調に成長している。ただ、それとともに、これまで魅力のあった安い労働市場で賃金が上がっていくのも事実。その場合、中東欧諸国がこれまで通りの経済成長を続けていけるのかどうか、この点は将来の電力需要の成長に大きな影響を与えるだけに、原子力発電にとっても重要な問題だ。というのは、現在原子力発電の比重が増大しているひとつの大きな要因が、順調な経済成長で電力需要が早いテンポで増大する中、温暖化問題を考えながらも電力の安定供給を実現するには、原子力発電が最も適していると見られているからだ。

ただチェコなどで、すでに一端進出した企業が撤退する傾向が出始めているように、賃金が上がると、生産拠点が賃金の安いロシアやウクライナ、あるいは中国やインドに移転してしまうリスクがつきまとう。特に、旧社会主義体制の崩壊で地元産業も崩壊した中東欧諸国では、産業が外資に依存する度合いが高いだけに、そのリスクはそれだけ大きいといわざるを得ない。

そうしたリスクを考えると、原子力発電所の建設には運転までに時間がかかるだけに、政治側が早い段階で原子炉新設を決定しないと、運転開始した時点において期待されたほどの電力需要がないという事態にもなりかねない。ただその場合、ドイツなど西側諸国で電力不足が発生しておれば、中東欧諸国がその供給源となる可能性もあると見られるが。

こうした状況を総合的に分析すると、確かに中東欧諸国では原子力発電が拡大して、電力供給における原子力発電の比重が高まっているものの、まだいろいろな不安定要素があるだけに、原子力新設ラッシュといえるほどのダイナミックさが生まれない可能性もある。ただ、中東欧諸国が欧州大陸の中において最も原子力拡大の環境が整っている地域であるのも事実。そうした意味では、中東欧諸国における今後の動向は見逃せない。

## 参考資料、サイト

### 1. ルーマニア :

- ・ニュークリアエレクトリカ・サイト : [www.nuclearelectrica.ro](http://www.nuclearelectrica.ro)
- ・Corporate Report 2006、SNN
- ・国家原子力規制委員会サイト : [www.cncan.ro](http://www.cncan.ro)
- ・Updates on CNCAN Nuclear Safety Related Activities
- ・Annual Report 2006、CNCAN
- ・チェルナボダ原子力発電所サイト : [www.cne.ro](http://www.cne.ro)
- ・CANDU Szstem Short Presentation

### 2. チェコ :

- ・放射性廃棄物処分局サイト : [www.rawra.cz](http://www.rawra.cz)
- ・Annual Report 2006、RAWRA
- ・産業通商省サイト : [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz)
- ・原子力安全庁サイト : [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz)
- ・テメリン原子力発電所、チェコ電力サイト : [www.cez.cz](http://www.cez.cz)
- ・Annual Report 2006、CEZ
- ・UJPブラハ・サイト : [www.ujp.cz](http://www.ujp.cz)
- ・Company Profile、UJP
- ・シコダJSサイト : [www.skoda-js.cz](http://www.skoda-js.cz)
- ・SKODA JS a.s. in 2007
- ・Annual Report 2006、Skoda JS
- ・原子力研究所サイト : [www.ujv.cz](http://www.ujv.cz)
- ・Annual Report 2006、UJV
- ・UJVプレゼンテーション資料

### 3. スロバキア :

- ・原子力規制庁サイト : [www.ujd.gov.sk](http://www.ujd.gov.sk)
- ・Annual Report 2006、UJD
- ・放射性廃棄物処理社サイト : [www.javys.sk](http://www.javys.sk)
- ・Annual Report 2006、javys
- ・Bohunice NPP
- ・DECOM & VUJEサイト : [www.decom.sk](http://www.decom.sk)、[www.vuje.sk](http://www.vuje.sk)
- ・DECOM & VUJEプレゼンテーション資料
- ・モフニチェ原子力発電所、スロバニア電力サイト : [www.seas.sk](http://www.seas.sk)
- ・Mochovce NPP History and Present
- ・Mochovce Clean Energy



#### 4. ハンガリー :

- ハンガリー電力サイト : [www.mvm.hu](http://www.mvm.hu)
- Market Opening in Hungary、MVM
- Annual Report 2006、MVM
- エネルギー庁サイト : [www.eh.gov.hu](http://www.eh.gov.hu)
- Report 2006、HEO
- 原子力庁サイト : [www.haea.gov.hu](http://www.haea.gov.hu)
- Annual Report 2006、HAEA
- パクシュ原子力発電所サイト : [www.atomeromu.hu](http://www.atomeromu.hu)
- Introducing Paks Nuclear Power Plant
- Removal of the damaged fuel from Paks-2 pit
- Service Life Extension for Paks Nuclear Power Plant Ltd

#### 5. スロベニア :

- 原子力安全管理庁サイト : [www.ursjv.gov.si](http://www.ursjv.gov.si)
- Annual Report 2006 on the Radiation and Nuclear Safety in the Republic of Slovenia
- 経済省サイト : [www.mg.gov.si](http://www.mg.gov.si)
- Meeting with Japan Electric Power Information Center
- ゲン・エネルギー社サイト : [www.gen-energija.si](http://www.gen-energija.si)
- Gen Energija Annual Report 2006
- クルシュコ原子力発電所サイト : [www.nek.si](http://www.nek.si)
- Operation and Safety Status of the Krsko NPP (1991-2007)
- Annual Report 2006 Krsko NPP

#### 6. ポーランド :

- 国家原子力庁サイト : [www.paa.gov.pl](http://www.paa.gov.pl)
- Regulatory Approach to Nuclear Safety and Security in Poland
- The Legal System in the Nuclear Area in Poland
- 経済省サイト : [www.mg.gov.pl](http://www.mg.gov.pl)
- Polish Power Industry in 2006

#### 7. ブルガリア :

- 原子力規制庁サイト : [www.bnsa.bas.bg](http://www.bnsa.bas.bg)
- Nuclear Regulatory Agency, 2006 Report
- 経済エネルギー省サイト : [www.mee.government.bg](http://www.mee.government.bg)
- 国営電力会社サイト : [www.nek.bg](http://www.nek.bg)
- NEK Annual Report 2006

- ベレネ原子力発電所会社サイト : [www.belene-npp.com](http://www.belene-npp.com)
- Belene NPP - Energy for the future 2008
- Energoproekt Company Profile 2006
- コゾロドゥイ原子力発電所サイト : [www.kznpp.org](http://www.kznpp.org)
- Annual Report 2006 Kozloduy NPP

#### 8. リトアニア :

- 経済省サイト : [www.ukmin.lt](http://www.ukmin.lt)
- 原子力発電安全監督庁サイト : [www.vatesi.lt](http://www.vatesi.lt)
- Nuclear Energy in Lithuania: Nuclear Safety Annual Report 2006
- Decommissioning of the Ignalina Nuclear Power Plant: safety requirements, projects, management of radioactive waste
- イグナリナ原子力発電所サイト : [www.iae.lt](http://www.iae.lt)