

THE  
NETHERLANDS

BELGIUM

LUXEMBOURG

GERMANY

## スイスにおける 高レベル放射性廃棄物の処分について



スイスの基本データ

面積	4.1万平方キロ
人口	770万人
首都	ベルン
言語	ドイツ、フランス、イタリア、レート・ロマンシュ語
通貨	スイスフラン (1 スイスフラン= 86円)

# I. 高レベル放射性廃棄物の発生状況と処分方針

## ポイント

高レベル放射性廃棄物を含む全ての放射性廃棄物を、長期安全性と回収可能性を融合させた「監視付き長期地層処分」の概念に基づいて設計する処分場で処分することを法律で定めています。

### ◎原子力エネルギー政策の動向

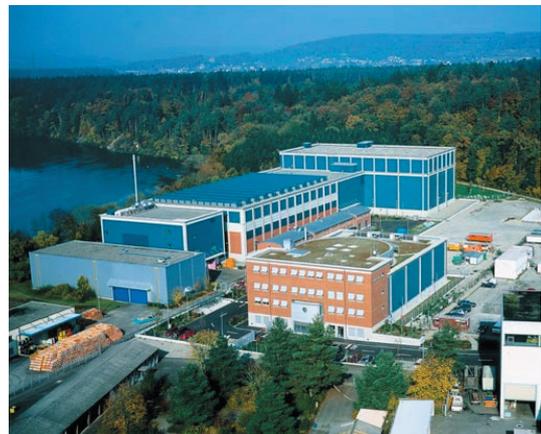
全国4カ所の原子力発電所に建設された5基の原子炉は、1969年から1984年にかけて運転を開始しました。その内訳は沸騰水型原子炉（BWR）が2基、加圧水型原子炉（PWR）が3基です。2003年に制定された原子力法（2005年2月施行）は、新規原子炉の導入凍結を解除するとともに、原子炉の運転期限の制限を撤廃していました。しかし、2011年3月の東京電力（株）福島第一原子力発電所の事故後に連邦評議会<sup>[1]</sup>は政策を転換し、原子炉が安全に運転可能な期間を50年とし、その期間が到達した原子炉を順次停止する方針を示しています。

#### 【1】連邦評議会とは？

連邦における最高の指導的、執行的官庁で、連邦参事会とも呼ばれており、7人の大臣から構成され、合議制をとります。位置づけとしては内閣に相当しますが、議院内閣制ではないため、議会による不信任、連邦評議会による議会の解散などはありません。大統領は輪番制で主席閣僚が就任します。

### ◎使用済燃料の発生と貯蔵（処分前管理）

スイスでは、原子力発電から発生する使用済燃料は、各発電会社が個別に国外（フランスと英国）の会社と委託契約を結ぶことにより、再処理を実施してきました。しかし、原子力法により、2006年7月以降10年間にわたり新規の再処理契約の締結は凍結されています。この凍結以前に外国に委託した再処理に伴って返還されるガラス固化体は、スイス北部にあるヴェレンリンゲン中間貯蔵施設（ZWILAG）で貯蔵されています。

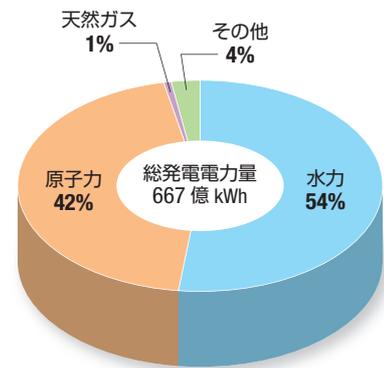
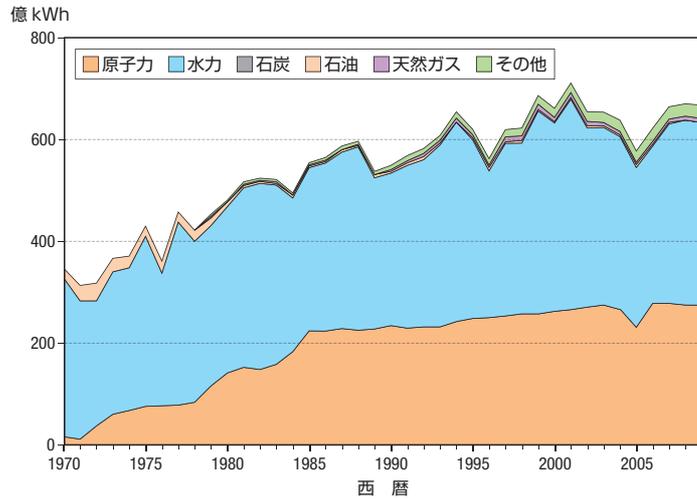


ヴェレンリンゲン中間貯蔵施設（ZWILAG）  
（NAGRA 提供資料より引用）

処分対象となる廃棄物の量について、2008年に放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）が公表した見積りでは、国内5基の原子炉を50年間運転すると、累積で約3,600トン（ウラン換算、以下同じ）の使用済燃料が発生する見込みです。このうち、約1,100トンが外国に委託して再処理され、ガラス固化体の形で115m<sup>3</sup>が返還されることになっています。

 参考資料

◎原子力発電の利用・導入状況



スイスの電力供給構成(発電量-2009年)  
(Electricity Information 2011, IEAより作成)

- 稼働中の原子炉がある原子力発電所は4カ所(合計5基、発電設備容量 約324万kW)。
- 総発電電力量 667億kWh、うち原子力は42%(2009年、IEA統計)
- 総電力消費量 575億kWh(2009年、IEA統計)

◎原子力発電所及びその他の原子力関連施設の所在地



	原子力発電所(商業用、運転中)
	地下研究所
	集中中間貯蔵施設

◎処分方針

スイスでは、すべての放射性廃棄物を自国内で地層処分する方針です。しかし、その一方で、国際共同処分場への処分も可能としています<sup>[2]</sup>。2005年施行の原子力令において、国外での再処理委託に伴って返還されるガラス固化体に加えて、再処理しない使用済燃料も高レベル放射性廃棄物と定めています。また、地層処分場の構成として、主となる処分施設とは別に、少量の代表的な放射性廃棄物を収納して一定期間にわたりモニタリングする「パイロット施設」の設置を定めているのが特徴です。このような処分概念は「監視付き長期地層処分」と呼ばれています。

**[2] 放射性廃棄物の管理義務の履行**

原子力法は、次のいずれかが満たされた場合、放射性廃棄物の管理義務が履行されたものとする規定しています。

- 廃棄物が地層処分場に搬入され、モニタリング期間と将来の閉鎖のための資金が確保されている。
- 廃棄物が外国の放射性廃棄物管理施設に搬入されている。

事業段階	地層処分 (GEL)	監視付き長期地層処分 (KGL)	無期限地層貯蔵 (TDL)
探査及び計画	サイト調査	サイト調査	サイト調査
建設	施設建設	施設建設	施設建設
操業及びモニタリング	廃棄物の試験的定置	廃棄物の試験的定置	廃棄物の試験的定置
	定置	定置	定置
閉鎖後	処分	主要施設のモニタリング	モニタリング、保守、修繕を伴う無期限の貯蔵
		処分	

**【回収可能性とは？】**

回収可能性とは、処分場に定置された放射性廃棄物を、処分場の閉鎖後も含めたさまざまな段階で回収できるようにする考えです。

各段階での回収可能性について

- 廃棄物は存在しない
- 回収が容易
- 回収が非常に容易
- 回収がより困難

EKRA が比較検討を行った処分概念

(EKRA 放射性廃棄物の処分概念より引用)

### ◎処分方針が決定されるまでの経緯

スイスでは、原子力分野における規制が、数多くの法令に分散していたことなどを理由として、原子力分野の法制度の刷新の必要性が認識されていました。1998年に連邦評議会は「エネルギー対話」ワーキンググループを設置し、新しい原子力法の制定に向けた検討を開始しました。このワーキンググループには、関係官庁やNAGRAに加えて、原子力発電事業者や環境団体も参加し、原子力発電の継続や再処理の実施についての議論が行われました。同ワーキンググループは、放射性廃棄物管理の問題に関して、廃棄物の回収可能性に関する検討を継続することを勧告しました。その後、連邦の環境・運輸・エネルギー・通信省(UVEK)は、1999年に「放射性廃棄物の処分概念に関する専門家グループ」(EKRA)を設置し、技術と社会の両面から問題を検討・勧告するよう依頼しました。EKRAは2000年に最終報告書をまとめ、「監視付き長期地層処分」という概念を提案し、この概念で放射性廃棄物を処分することを法律で明確化するよう勧告しました<sup>[3]</sup>。

EKRAは、従来の地層処分(GEL)一保守を行わず、回収の意志を持たずに、放射性廃棄物を生物圏から永久に隔離一する概念のほか、無期限の地層貯蔵(TDL)といった概念を比較検討しました。この結果、長期安全性と処分場からの廃棄物の回収可能性の観点を融合させ、モニタリングを積極的に組み込んだ「監視付き長期地層処分」概念(KGL)を考案しました。

EKRAの勧告を受け、処分実施主体であるNAGRAもKGL概念に基づく処分場システムの検討と安全評価を実施しました。2002年に取りまとめた「処分の実現可能性実証プロジェクト<sup>[4]</sup>」報告書において、KGL概念に基づいた高レベル放射性廃棄物の地層処分により長期安全性が確保できる見通しを明らかにしました。

連邦評議会は、原子力法制の改正準備を進め、新しい原子力法が2003年に制定され、2005年の同法の施行に合わせて、新しい原子力令を制定し、「監視付き長期地層処分」の方針が法律で明確化されました。

### [3] EKRAの勧告

2000年のEKRAの報告書の主な勧告は、次の通りです。

- 放射性廃棄物の管理に関する公衆の議論を奨励すべきである。
- 全ての放射性廃棄物の処分概念として、地層処分を原子力法で規定すべきである。処分事業の実施者に対して、「監視付き長期地層処分」概念の具体化を要求すべきである。
- 廃棄物管理が発電事業者から財政的に独立して行われるようにすべきである。
- オパリナス粘土(89ページ参照)は、監視付き長期地層処分にも適している。
- 国際共同処分は、スイス自身で処分の問題を解決するための選択肢とはならない。
- 処分プロジェクトのスケジュールを設定し、定期的にチェックすべきである。

### [4] 処分の実現可能性実証プロジェクト

スイスでは、法律等によって、国内における放射性廃棄物の処分の実現可能性の実証が求められていました。NAGRAは、結晶質岩と堆積岩に関する調査・研究を行った後、2002年12月にチュルヒャー・ヴァインラントのオパリナス粘土を対象とする「処分の実現可能性実証プロジェクト」報告書を公表しました。処分の実現可能性が実証されたことは、2006年6月に連邦評議会によって承認されています。ただし、今後の調査の対象を、チュルヒャー・ヴァインラントのオパリナス粘土に絞るというNAGRAの要求については、連邦評議会は返却しています。

## II. 地層処分計画と技術開発

### 1. 処分計画

#### ポイント

スイスでは、多重バリアシステムにより長期間にわたって放射性廃棄物を人間環境から隔離するという通常の地層処分概念に、回収可能性の考え方を取り入れた処分概念である「監視付き長期地層処分」が、2005年2月に施行された原子力法及び原子力令で採用されています。また、国内での処分を原則としていますが、他の国との国際共同処分も可能とされています。2008年から国内での処分場サイトの選定が開始されています。

#### ◎地層処分対象の放射性廃棄物

スイスでは、高レベル放射性廃棄物用と低中レベル放射性廃棄物用の2カ所の処分場を建設する予定ですが、地質条件等によっては、全ての放射性廃棄物を対象とした処分場を1カ所に建設する可能性もあります。

高レベル放射性廃棄物用の地層処分場では、外国（英国とフランス）に委託した再処理に伴って返還されるガラス固化体とともに、残りの使用済燃料を処分します。また、ガラス固化体とともに返還される長寿命中レベル放射性廃棄物（TRU廃棄物<sup>[5]</sup>）も、高レベル放射性廃棄物用の処分場で処分する予定です。

ガラス固化体は、鋼鉄製の容器（オーバーパック）に封入して処分する計画です。スイスでは、ガラス固化体を収納している容器をフラスコと呼び（日本では、これをキャニスタと呼んでいます）、それをオーバーパックした容器全体をキャニスタと呼んでいます。

使用済燃料の場合は、燃料集合体の形状のまま、鋼鉄製の容器に収納・封入して処分する計画です。

NAGRAが2008年に公表した見積りによると、国内5基の原子炉を50年間運転した場合、約3,600トンの使用済燃料が発生し、このうち、再処理されるのが約1,100トンであり、残りの2,435トンは直接処分することになっています。NAGRAは、処分することになるキャニスタの量について、ガラス固化体を収納したものが730体（730m<sup>3</sup>）、使用済燃料を収納したものが1,225体（6,595m<sup>3</sup>）と評価しています。



ガラス固化体の処分のためのキャニスタ



BWRの使用済燃料処分用キャニスタ

#### [5] TRU廃棄物

TRU廃棄物は、再処理施設やMOX燃料加工施設などから発生する長半減期の超ウラン元素（ウランより大きな原子番号を持つ元素）を含む廃棄物のことです。「超ウラン」の英語「Trans-uranic」の頭文字を取った名前が付いています。その管理については高レベル放射性廃棄物に準じた扱いが必要となります。

### ◎処分場の概要 (処分概念)

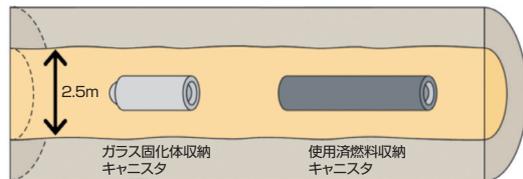
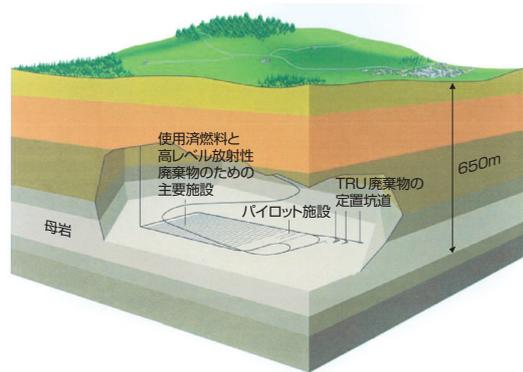
NAGRAは、高レベル放射性廃棄物用の地層処分場は、スイス北部の地下に分布する堆積岩「オパリナス粘土」<sup>[6]</sup>を母岩とする地層がある、深さ400～900mの場所に設置することを検討しています。

NAGRAが「処分の実現可能性実証プロジェクト」で検討した地層処分場の概念を右図に示します。スイスでは「監視付き長期地層処分」概念に基づく処分場で処分する方針です。このため、地下には、使用済燃料またはガラス固化体を収納したキャニスタの処分エリア、長寿命中レベル放射性廃棄物の処分エリアに加えて、パイロット施設が設けられます。パイロット施設は、少量の廃棄物を処分することにより、処分後に生じる変化や挙動をモニタリングし、予測モデルの正しさを確認したり、想定外の悪影響を早期に検出できるようにする目的で設置します。パイロット施設の設置は法律（原子力法及び同令）での要求事項となっています。

ガラス固化体または使用済燃料を収納したキャニスタは、坑道内で、ベントナイトブロック製の台座の上に横置きに定置します。残った空間を、粒状化したベントナイトで埋め戻す方法を検討しています。

#### [6] オパリナス粘土とは…

オパリナス粘土は、約180億年前のジュラ紀に形成された堆積岩の一種です。「オパリナス」という言葉は、この地層から発掘されるアンモナイトの殻が、オパールのように光彩を放つことから採られています。



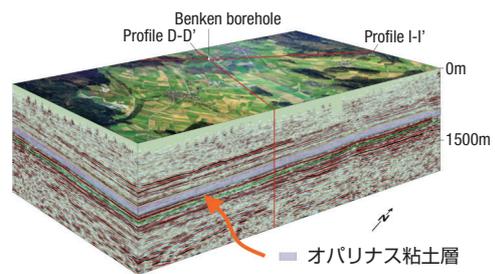
オパリナス粘土層内での高レベル放射性廃棄物の処分場とキャニスタの定置イメージ

(出典：Nagra NTB-02-05 (2002))

### ◎処分場の建設予定地の地質構造

スイスでは、原子力令に基づき、地層処分場の建設地の選定は、都市計画法で制度化されている特別計画（ドイツ語でザッハプランといいます）というプロジェクト確定手続きで進められています。この手続きは2008年から開始されており、2011年11月に、高レベル放射性廃棄物の地層処分場のための候補地として、3カ所の候補サイト区域が確定しました。いずれの場所も、地下にオパリナス粘土の地層の存在が確認されています。

堆積岩の一種であるオパリナス粘土は、安定性や低い透水性といった特性から地層処分場の母岩としての適性が高いとされています。



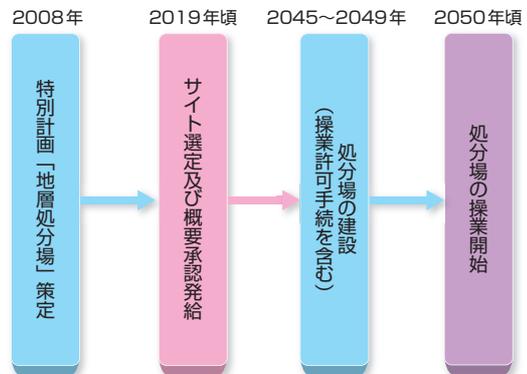
オパリナス粘土層の分布 (例)



高レベル放射性廃棄物の処分場の3カ所の候補サイト区域

### ◎処分事業の実施計画

2005年2月に施行された原子力法及び同令において、原子力発電事業者は「放射性廃棄物管理プログラム」を5年ごとに作成し、規制機関の承認を受けることが義務づけられています。このプログラムは、廃棄物の種類や量、処分場建設の実施計画等を記述するものです。放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）は、放射性廃棄物管理プログラムを2008年10月に連邦政府へ提出しています。この計画によると、現在進行中のプロジェクト確定手続きが予定通り2019年頃に完了（この時点で処分場の建設地が決定）した場合、地下特性調査施設の建設及び調査を行い、処分場の建設を2045年に開始し、2050年頃に操業を開始する予定です。



## 2. 研究開発・技術開発

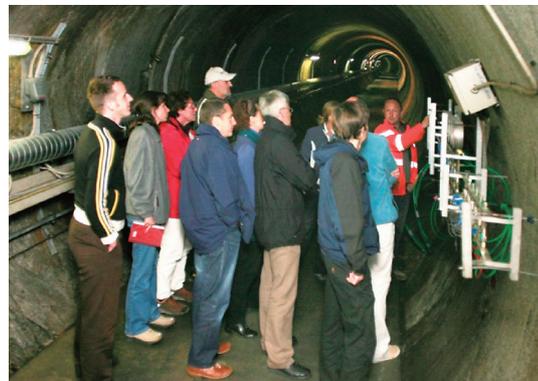
### ポイント

全ての放射性廃棄物の処分責任を有する放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）は、高レベル放射性廃棄物処分の国内における実現可能性及び安全性を実証することを目的として、国内外の研究機関、大学、コンサルタント会社等の外部機関との協力により、地下研究所における地質調査、安全評価等の研究を進めています。

### ◎研究機関

スイスにおける高レベル放射性廃棄物処分に関する研究は、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）が中心となり実施されています。NAGRAは、地表調査、ボーリング調査、地下研究所での研究活動などを通して、処分場のサイト選定、安全評価、処分プロジェクトに必要なデータの収集及び評価、処分場及び人工バリアの設計、操業過程の計画立案、性能評価用のデータ及びモデルの検証などを行っています。またこの他に、処分プロジェクトの計画の基盤となる放射性廃棄物の特性評価及びインベントリの作成なども行っています。NAGRAの研究は、スイスの国立研究機関であるパウル・シェラー研究所（PSI）との緊密な協力をはじめとして、大学、研究機関及び民間機関との協力により進められています。

なお、NAGRAによる、2カ所の地下研究所での研究を含めた、高レベル放射性廃棄物の管理・処分に  
関する研究開発費用は、1972年の設立以来の累計



NAGRAが実施しているグリムゼル試験サイトのツアーの様子

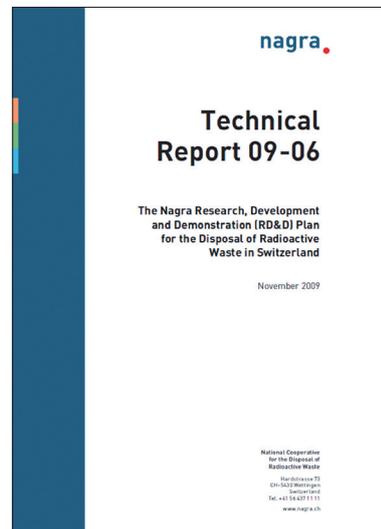
(NAGRAウェブサイトより引用)

で、約5億4,000万スイスフラン（約460億円、1スイスフラン=86円として換算）となっています。

◎研究計画

原子力令（2005年制定）において5年毎の策定が義務づけられている「放射性廃棄物管理プログラム」について、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）は2008年に、第1回目のプログラムを公表しました。このプログラムの中で、処分事業の進捗の各段階で必要となる研究・開発事項などをまとめています。

原子力令の制定以前にも、NAGRAは、高レベル放射性廃棄物の処分に関する計画書を作成しています。1995年にNAGRAは、地質調査計画及びその実施スケジュール等も含めた「高レベル放射性廃棄物処分：目的、戦略及びタイムスケール」を公表しました。NAGRAのこれまでの研究成果は、2002年末に連邦評議会に提出された「処分の実現可能性実証プロジェクト」報告書に反映されています。またNAGRAは、2009年には放射性廃棄物の処分に関する研究、開発及び実証活動について取りまとめた報告書を作成しています。



NAGRAが2009年に作成した、研究、開発及び実証活動に関する報告書



NAGRAの研究報告書  
(写真提供：NAGRA)



モン・テリ岩盤研究所での調査の様子  
(写真提供：NAGRA)

スイス

◎地下研究所

スイスにおける地下研究所は、結晶質岩を対象としたグリムゼル試験サイトと堆積岩のオパリナス粘土を対象としたモン・テリ岩盤研究所の2カ所があります。これらの地下研究所では、高レベル放射性廃棄物の安全な処分を実施するために岩盤特性の研究などが進められています。

[グリムゼル試験サイト]

この研究所は、1984年に放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）によって設置されました。同サイトでの調査活動には、ドイツ、フランス、日本、スペイン、スウェーデン、台湾、米国、欧州連合等の機関が参加しています。現在は長期的な実験が中心となっており、実スケールでの高レベル放射性廃棄物の定置概念の実証、及び人工バリアや周囲の岩盤における放射性核種の移行に関する実験など、処分場と同様の条件下での定置概念の現実的な実証に主眼が置かれています。

[モン・テリ岩盤研究所]

この研究所は、1996年に各国関係機関による国際共同プロジェクトとして、スイス国立水文学・地質調査所が中心となる形で設置されました。NAGRAは、オパリナス粘土に関する理解を深めるためのデータを得るために、モン・テリ岩盤研究所で研究を行っています。NAGRAが参加している主な研究としては、オパリナス粘土での放射性核種やガスの拡散、微生物の活動、母岩への熱の影響を調べる研究などがあります。



グリムゼル試験サイト  
(NAGRA 提供資料及び  
広報素材集より引用)



モン・テリ  
岩盤研究所周辺  
(NAGRA ウェブサイト  
より引用)

モン・テリ岩盤研究所の地下坑道  
(NAGRA 提供資料より引用)

# III. 処分事業に係わる制度／実施体制

## 1. 実施体制

### ポイント

スイスにおける高レベル放射性廃棄物の処分に係る行政機関は、連邦評議会、環境・運輸・エネルギー・通信省（UVEK）、UVEKが所轄する連邦エネルギー庁（BFE）、及び連邦原子力安全検査局（ENSI）です。高レベル放射性廃棄物の処分場に関する事業許可は、UVEKが発給します。BFE及びENSIは放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）に対し、原子力安全及び放射線防護の観点から直接的な規制・監督を行います。ENSIは処分の安全性確保のための指針を策定しています。NAGRAは、電力会社及び連邦政府などの共同出資によって設立されています。

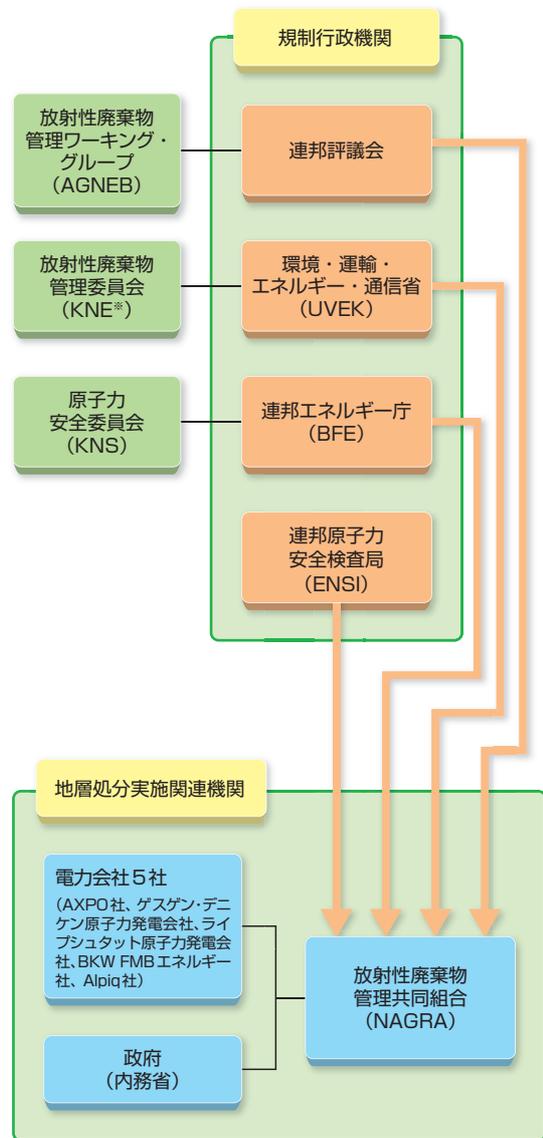
### ◎実施体制の枠組み

スイスにおける処分に係る実施体制は、上図のようになります。処分に関わる行政機関には、連邦評議会、環境・運輸・エネルギー・通信省（UVEK）とUVEKが所轄する行政機関である連邦エネルギー庁（BFE）、連邦原子力安全検査局（ENSI）があります。ENSIは、前身の監督機関の原子力施設安全本部（HSK）がBFEから独立し、2009年1月に発足しました。高レベル放射性廃棄物の処分場の建設及び操業許可については、UVEKが発給します。UVEKは、エネルギーや環境に関する連邦省であり、UVEKの所轄する行政機関であるBFE及びENSIが、原子力安全と放射線防護の観点から直接的な規制・監督を行います。またENSIは、放射性廃棄物処分の安全確保のための指針を策定しています。

放射性廃棄物管理委員会（KNE）、原子力安全委員会（KNS）、放射性廃棄物管理ワーキンググループ（AGNEB）は、連邦評議会、UVEK、BFEなどに対する諮問機関として放射性廃棄物処分に対するレビューなどを行う役割を担っています。なお、KNEは、2011年末をもって解散され、その業務は、新たに設置される「地層処分場専門家グループ」が、2012年から引き継ぐことになっています。

### ◎実施主体

1959年の旧原子力法は、原子力施設の所有者に、操業許可が取り消された原子力施設におけるすべての危険物の除去を義務づけていました。この責務を果たすために、スイスの電力会社、並びに医療・産業・研究分野から発生する廃棄物に対して責任を有する連邦政府は、1972年に放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）を設立しました。2005年2月に施行



直接的な規制・監督の流れ

### 処分事業の実施体制

※ KNEは、2011年末に解散し、新たに設置される「地層処分場専門家グループ」に業務が継承される予定です。

スイス

された原子力法でも、放射性廃棄物処分の責任は発生者が負うことが規定されています。

### ◎安全規則…処分安全性確保のための指針

原子力安全に関する規制機関である連邦原子力安全検査局（ENSI）は、2009年4月に、処分の安全性についてENSI-G03「地層処分場の設計原則とセーフティケースに関する要件」という指針を定めています。この指針では、地層処分場においては、将来の世代に過大な負担や義務を負わせることなく、放射性廃棄物から放出される放射線から人間及び環境が長期的に保護される方法で、放射性廃棄物を処分しなければならないという防護目標が設定されています。そして、右の表の2つの定量的な防護基準が設定されており、安全評価においてこの防護基準が100万年までの期間にわたって遵守されなければならないとされています。

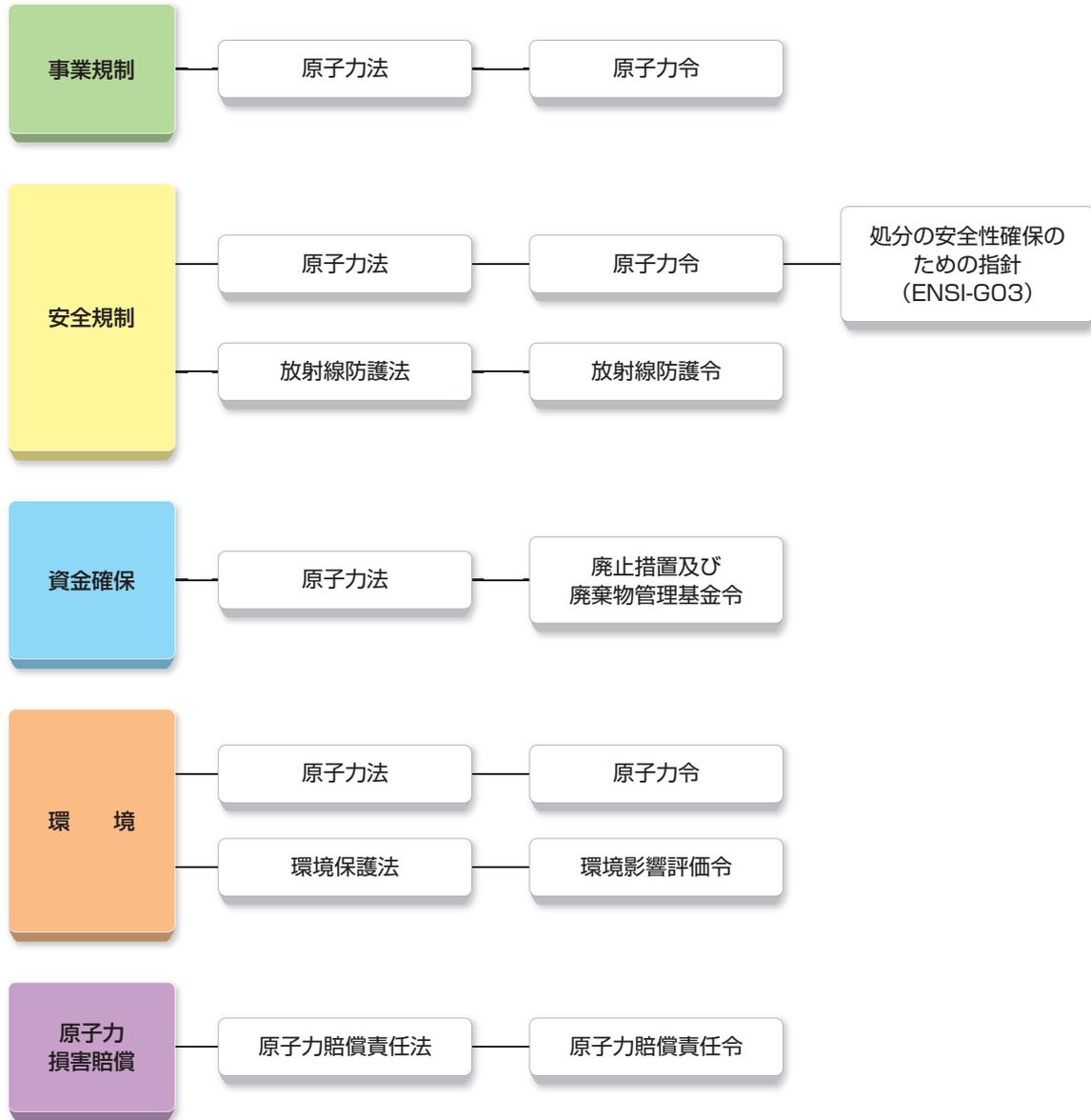
また、地層処分場のセーフティケース<sup>[7]</sup>については、概要承認及び建設、操業、閉鎖の許可手続の各段階において、許可申請者が地層処分場の操業段階、閉鎖後段階のそれぞれに対応するセーフティケースを提出することが求められています。

防護基準 1	将来の変遷のうち、発生確率が高いと分類されたものについては、放射性核種の放出による個人線量が年間0.1 mSvを上回ってはならない。
防護基準 2	将来の変遷のうち、発生確率が低いと分類されたものについては、放射線による追加的な健康リスクが年間100万分の1を上回ってはならない。

#### [7] セーフティケース

ENSI-G03「地層処分場の設計原則とセーフティケースに関する要件」では、セーフティケースとは、地層処分場の長期的な挙動とその放射線学的影響に関する安全評価に依拠した、閉鎖後の地層処分場の長期安全性に関する総合的な評価のことと定義されています。

◎処分に関わる法令の体系



スイス

◎処分の法制度

	内 容
事業規制	<p>2005年2月に施行された原子力法では、地層処分場の立地場所及びプロジェクトの基本事項などに関する概要承認、地層処分場設置に向けて実施される立地の可能性のある地域での地質などの調査、及び建設、操業、閉鎖について、連邦政府のみが許可発給を行うこととしてその手続等を規定しています。また同法では、原子力施設を操業または廃止する者は、施設から生じた放射性廃棄物を自らの費用で安全に管理する義務を負うこと、この管理義務には、処分に関する研究、地球科学的調査及び地層処分場の設置などの準備作業なども含むことが規定されています。さらに、廃棄物の管理義務を負う者は、廃棄物管理プログラムを作成・提出することが求められています。</p>
安全規制	<p>原子力法及び原子力令では、原子力安全に関する監督官庁は連邦原子力安全検査局（ENSI）であると規定されています。また、同法では、特に規定がない限りにおいて、放射線防護法の規定を適用すると規定しています。放射線防護法は、電離放射線による危険から人及び環境を保護する目的で制定された法律で、連邦評議会が個人の被ばく線量限度を設定できることが規定されています。放射性廃棄物に関しては、適切な方法で保管、密封、固化処理、集積などを行い、処分施設などへの引き渡しなどを行うまでは監督官庁の許可を受けた場所に貯蔵することが義務づけられています。</p> <p>また、原子力令では、地層処分場のための特別設計原則をガイドラインとして定める責任を有することが規定されており、放射性廃棄物処分場の安全性について、ENSIが安全性の確保のために適用される目標を定めた指針を策定しています。</p>
資金確保	<p>放射性廃棄物管理のための資金確保については、原子力法において、廃棄物発生者が処分に必要な資金を負担しなければならないと規定されています。また、放射性廃棄物管理基金の設立を含めた資金確保の方法などを細かく規定した廃止措置及び廃棄物管理基金令が制定されています。この基金では、原子力発電所の閉鎖後に必要となる運転廃棄物及び使用済燃料の管理を賄う費用が対象とされています。この基金の管理は、連邦評議会によって任命された委員で構成される管理委員会が行うこととなっています。なお、原子力発電所の閉鎖前に発生する放射性廃棄物管理に関する費用は、廃棄物発生者である電力会社等によって、放射性廃棄物管理に責任を有する放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）などに支払われています。</p>
環境	<p>原子力法及び原子力令では、放射性廃棄物の処分場の概要承認及び建設許可申請時に環境影響評価報告書を提出することが規定されています。</p> <p>環境保護法は、人間、動物、植物、これらの生活共同体及び生活圏の保護、肥沃な大地の維持、そして予防の観点から有害または負担となりうる影響を早期に抑制することを目的として制定されています。環境に著しい負担がかかるおそれのある施設の計画、建設、または変更を決定する前に、提出される報告書に基づいて環境影響評価を行うことが規定されています。環境保護法は、放射線学的な影響については、放射線防護法が適用されると規定しています。</p> <p>環境影響評価令では、環境影響評価を行う必要のある施設、複数段階における調査の実施、予備調査の実施などについての規定がなされています。</p>
原子力責任	<p>原子力損害賠償に関する法令として、原子力賠償責任法及び原子力賠償責任令が制定されています。原子力賠償責任法において、原子力損害に対する30年間の補償期間の設定など、原子力施設の所有者の原子力損害に関する責任、及び連邦政府による原子力損害基金の設立などについての規定がなされています。原子力賠償責任令では、連邦政府が賠償義務者の義務を超える損害などのためにかかる保険に関し、賠償義務者から徴収する保険料金額などが規定されています。なお、原子力賠償責任法では、原子力法による規制の対象ではなくなった閉鎖後の地層処分場から損害がもたらされた場合、連邦政府が損害を補償することが規定されています。</p>

# IV. 処分地選定の進め方と地域振興

## 1. 処分地の選定手続き・経緯

### ポイント

スイスにおける放射性廃棄物処分場のサイト選定は、連邦政府が策定した特別計画「地層処分場」に従い、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）がサイトを提案し、連邦政府が審査する3段階の手続きで行われています。2011年12月には、第1段階の完了と第2段階の開始が公表されています。選定されたサイトは、プロジェクトの基本的事項などを定める連邦評議会による許可である概要承認の発給を受けて確定されますが、概要承認は一定数の国民の発案があった場合には国民投票の対象となります。

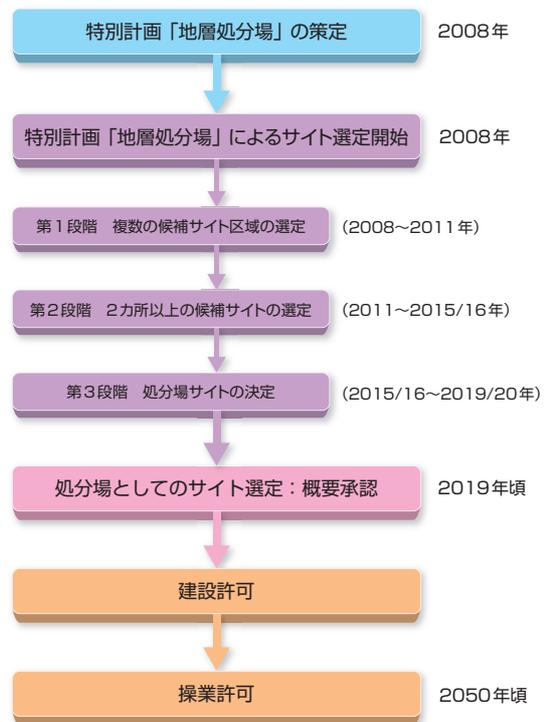
### ◎処分地選定の進め方…都市計画法に基づくプロジェクト確定手続き

スイスでは、連邦評議会が定めた原子力令（2005年2月施行）において、地層処分場のサイト選定を、都市計画法が定めるプロジェクト確定手続きで行うことが明記されました。都市計画法では、地域と環境に重大な影響を及ぼすプロジェクト—例えばエネルギーインフラや交通網など—について、「特別計画」（ドイツ語でザッハプランといいます）を策定してプロジェクト確定手続きを行うことが制度化されています。

地層処分場のサイト選定の段階的な手順とスケジュールは、右の図に示すように、特別計画の形で事前に取り決められます。この特別計画で設定された最後の第3段階では、特定のサイトについて、原子力法に基づく許認可手続きの最初のものとなる「概要承認」が組み込まれています。これによって、都市計画法と原子力法の2つの法律に基づく形で、地層処分場のサイトが確定することになります。

「概要承認」は、地層処分場を含む原子力施設の導入プロジェクトについて、その建設許可申請の時点よりも早期に、連邦評議会がプロジェクトの必要性・重要性を承認し、この承認を連邦議会議が認める行為です。この手続きは、1978年に連邦議会の「原子力法に関する連邦決議」で制度化されました。

2005年2月に施行された原子力法及び同令には、概要承認に関する手続きが正式に盛り込まれました。連邦評議会が行う概要承認には、連邦議会議での承認が必要です。改正前の制度では、原子力施設に関する一部の許可発給権限が州にも付与されていましたが、新たな原子力法に基づく制度では、連邦に一元化されました。連邦評議会が概要承認を発給する際には、関係する州の懸念をプロジェクトが極度に制限



処分場のサイト選定から操業に至る流れ  
(NAGRA 提供資料、特別計画「地層処分場」、BFE ウェブサイト及びプレスリリース(2010年11月25日付)より作成)

スイス

を受けない範囲で考慮するよう規定されています。

### ◎特別計画「地層処分場」の策定

原子力法では、特別計画の策定は連邦政府が行うことになっています。地層処分場に関する特別計画の策定は、2006年3月から連邦エネルギー庁（BFE）を中心として進められ、州などに対する意見聴取の結果も踏まえて、2008年4月に特別計画「地層処分場」が策定されました。

特別計画「地層処分場」では、サイト選定に関わる連邦政府や州と自治体、隣接諸国及び実施主体の役割についても規定されています。主な組織の役割は右の表に示す通りです。

サイト選定の進め方について、以下の優先順位で進めることも規定しています。

- 安全性を最優先する。人間と環境の持続的な保護を確保しなければならない。そのためには、放射性毒性が崩壊によって十分に減衰するまで放射性物質の閉じ込めを確保しなければならない。
- 安全に次いで、地域開発、生態学、経済及び社会の側面を検討する。

### ◎特別計画で取り決められたサイト選定段階

特別計画「地層処分場」では、サイトの評価基準を設定するとともに、以下に示す3段階で構成されるサイト選定手続きを定めています。

- 第1段階：複数の候補サイト区域の選定  
スイス全土から、地質学的な基準に基づき、地下施設を設置できる可能性がある“候補サイト区域”を選定する。
- 第2段階：2カ所以上の候補サイトの選定  
候補サイト区域の中から“候補サイト”を少なくとも2カ所選定する。
- 第3段階：処分サイトの決定と概要承認  
候補サイトの中から処分サイトを決定し、概要承認手続きを実施する。必要な場合、地球科学的調査を実施して、サイトに関する知見を補完する。

### サイト選定における各組織の役割

連邦の機関	連邦エネルギー庁 (BFE)	特別計画及び概要承認手続の担当官庁
	連邦国土計画庁 (ARE)	地域開発計画の面で事業を検証、BFEを支援
	連邦原子力安全検査局 (ENSI)	特別計画におけるサイトの安全性の評価基準の策定、及び安全規制
	原子力安全委員会 (KNS)	安全性の問題に関する諮問機関として、ENSIの評価に対する見解を表明
	放射性廃棄物管理委員会 (KNE)	地球科学的問題でENSIに助言
実施主体	放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA)	特別計画の基準に従って候補サイト区域・サイトを提案、概要承認の申請書を提出
州・自治体	州	事業の段階毎に成果報告書に対する見解を表明
	地域参加プロセスに参加する自治体*の所在州	連邦政府と協力し、サイト選定手続において連邦政府を支援、州の土地利用計画との調整を実施、並びに自治体と協力
	地域参加プロセスに参加する自治体*	地域参加の組織化・実現においてBFEと協力、地域利益を代表

※地域参加プロセスに参加するのは、候補サイト区域及び「計画範囲」を一部でも含む自治体と、それらに隣接し観光などで特別な関係を有する自治体

### 特別計画が規定する安全性と技術的実現可能性に関するサイトの評価基準

基準グループ	基準項目
1. 母岩ないし有効な閉じ込めエリアの特性	1.1 サイト規模 1.2 水力学的バリア機能 1.3 地球化学的条件 1.4 放出経路
2. 長期安定性	2.1 サイト・岩盤特性の安定性 2.2 侵食 2.3 処分場による影響 2.4 地下資源の利用による影響
3. 地質学的知見の信頼性	3.1 岩盤の特性の評価可能性 3.2 空間的な条件の調査可能性 3.3 長期的変化の予測可能性
4. 建設上の適性	4.1 岩盤力学的特性と条件 4.2 地下坑道の掘削と排水

◎**サイト選定の第1段階の進捗**  
(2008～2011年)

特別計画に基づくサイト選定の第1段階は、2008年10月に、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）が処分場の候補サイト区域を提案したことを受けて始まりました。NAGRAは、スイス全土を、右に示したプロセスによって、地質学的な特性のみに基づいて絞り込むことで、高レベル放射性廃棄物の地層処分場の候補サイト区域を3カ所提案しました。

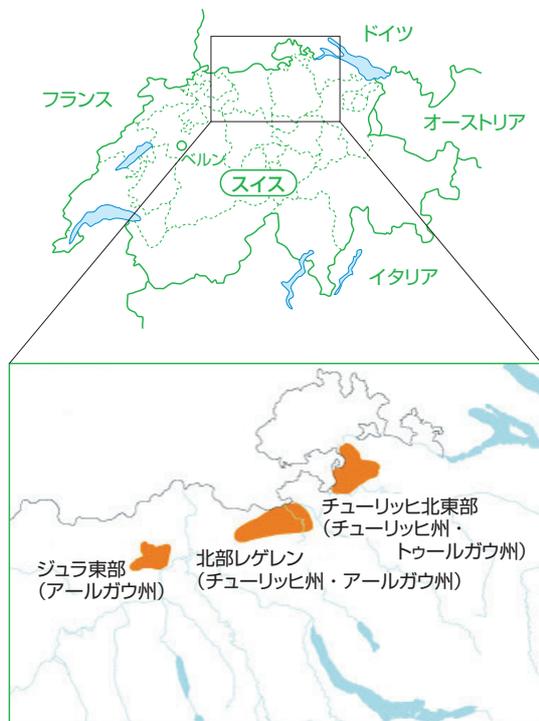
第1段階では、NAGRAの提案に対する規制機関等による審査、及び連邦エネルギー庁（BFE）が作成する成果報告書の草案に対する意見聴取などが行われました。これらの成果に基づき、2011年11月に、連邦評議会が、NAGRAが提案した3カ所の候補サイト区域を承認したことにより、候補サイト区域が確定しました。高レベル放射性廃棄物の地層処分場の候補サイト区域3カ所は、いずれも地下400～900mの範囲に、地層処分場の母岩となるオパリナス粘土が十分な厚さで存在していると評価されています。

第1段階では候補サイト区域の確定作業と並行して、第2段階での“候補サイト”の選定作業に必要な検討が行われています。これらの主要な成果として、BFEは次の点を示しています。

- 地層処分場による環境的・経済的・社会的影響調査のために第2段階で使用する「地域開発面の評価手法」の開発
- 処分場の地上施設が建設される可能性のある「計画範囲」の確定
- 候補サイト区域の安全性に関する安全規制当局の審査
- 第2段階以降で実施される地域参加プロセスに参加する自治体の確定

**NAGRAが候補サイト区域を提案する際に採用した絞り込みプロセス**

1. スイス全土を、地質学的な特性に基づいていくつかの広域地帯に区分し、その中から処分場の建設に適した広域地帯を選定
2. 選定された広域地帯に存在する岩種について、処分場の母岩として適切な岩種を選定
3. 選定された母岩となる岩種が、適切な深度に存在している区域を選定
4. 選定された区域の中から、擾乱の有無や母岩の厚さ等を考慮して、候補サイト区域を選定



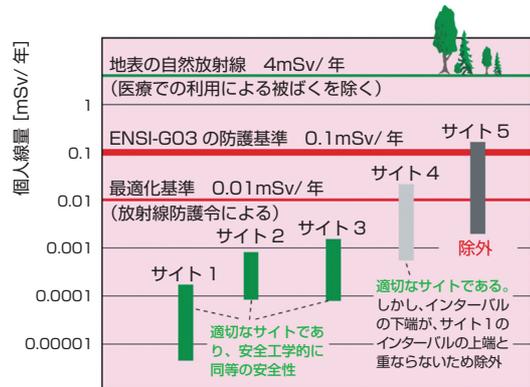
特別計画「地層処分場」の第1段階で確定した3カ所の候補サイト区域（高レベル放射性廃棄物の処分場の候補サイト区域）

候補サイト区域名	面積
チューリッヒ北東部	約50km <sup>2</sup>
北部レゲレン	約64km <sup>2</sup>
ジュラ東部	約27km <sup>2</sup>

### ◎サイト選定の第2段階の作業予定

2011年12月には、サイト選定手続きの第2段階の開始が公表されており、完了までに4年の期間が必要と見込まれています。第2段階では、NAGRAが、候補サイト区域ごとに最低でも1カ所の候補サイトを抽出します。これらを予備的安全評価の結果に基づいて比較し、最低2カ所の候補サイトを提案することになっています。安全性と技術的実現可能性の側面についての評価に基づくNAGRAの提案は、ENSI等の機関により審査され、最終的に連邦評議会が候補サイトを確定します。

一方、第2段階では、連邦エネルギー庁（BFE）が主導する形で、地層処分場の立地によって生じる社会経済的な面に関する情報収集と土地利用の評価が行われます。地元の州と関係する自治体がBFEに協力する形で、地域参加プロセスが本格的に進められます。第2段階における地域参加プロセスでは、関係する自治体が右に示す点について取り組みを進めることになっています。



安全性の観点からのサイトの比較のイメージ

(出典：Nagra, sachplan geologische tiefenlager bewertung der datenlage für den sicherheitstechnischen vergleich der standorte in etappe 2, (2010))

#### 第2段階の地域参加プロセスにおける自治体の取り組み事項

1. 地上施設の構成及びレイアウトに関するNAGRAの提案の検討と、設計、配置及びアクセスに関する見解の表明
2. 環境的・経済的・社会的影響に関する評価の実施におけるBFEに対する支援
3. 地域の持続可能な開発に関する戦略、措置及びプロジェクトの取りまとめ、並びに既存の戦略とプロジェクトの更新

## 2. 地域振興方策

### ポイント

地層処分場プロジェクトに関する確定手続きである特別計画において、その手続きが完了して地層処分場の建設地が確定した後に、地元への交付金について検討することを明記しています。

### ◎制度の現状

スイスでは、現時点では地域振興を目的とした法的な枠組みはありませんが、地層処分場プロジェクトに関する特別計画の確定手続きにおいて、サイト確定後に交付金について検討することを明文化しています。

特別計画によると、「対価」と呼ばれる交付金につ

いて、法的根拠は定められていないものの、第3段階において概要承認が発給されてから、対価に関する検討が行われ、廃棄物発生者によって支払われることが規定されています。対価の配分と用途については、候補サイト区域や計画範囲に含まれる自治体等が検討し、州などに提案することになっています。

# V. 処分事業の資金確保

## 1. 処分費用の見積もり

### ポイント

廃棄物発生者である電力会社及び連邦政府は、処分実施主体の放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）の活動費用を負担しています。また、電力会社は原子力発電所の閉鎖後の廃棄物管理全般に必要な費用を賄うため、放射性廃棄物管理基金への拠出金も負担しています。

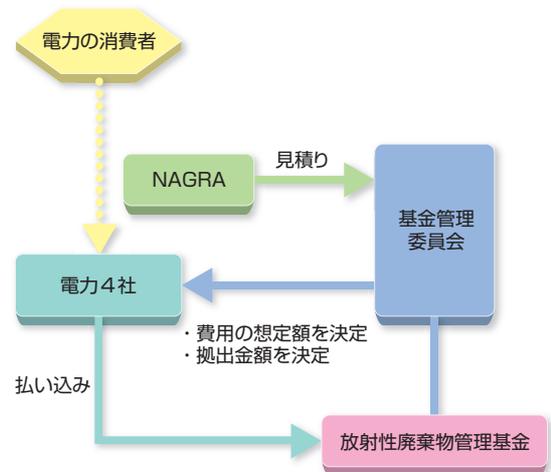
#### ◎処分費用の負担者

スイスでは、放射性廃棄物の発生者が処分費用を負担しなければならないことが2005年2月に施行された原子力法で定められています。廃棄物発生者である電力会社及び連邦政府は、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）の放射性廃棄物管理に関する調査・研究活動などに必要な費用を負担しています。また、電力会社は原子力発電所の閉鎖後の廃棄物管理に必要な費用を賄うために設立された放射性廃棄物管理基金に対しても、毎年拠出金を支払う義務を有しています。この基金の対象は、廃棄物の輸送・貯蔵・処分などを含めた放射性廃棄物管理全般に係る費用です。

#### ◎処分費用の確保制度

スイスでは、2000年3月に放射性廃棄物管理基金令が制定され、原子力発電所の閉鎖後の廃棄物管理活動全般に必要な費用を基金化する制度が確立しました。この政令は2007年12月に、原子力施設の廃止措置基金に関する政令と一本化されています。この政令で、放射性廃棄物管理のための基金の積立対象となるのは、原子力発電所の閉鎖後に必要となる右の費用です。

この基金は、連邦評議会により設立された管理委員会によって管理され、またこの委員会が費用の想定額についての決定も行います。基金への払い込みは、2001年末から始まり、2010年末における放射性廃棄物管理基金の残高は、約28億2,100万スイスフラン（約2,430億円）です。（1スイスフラン=86円として換算）

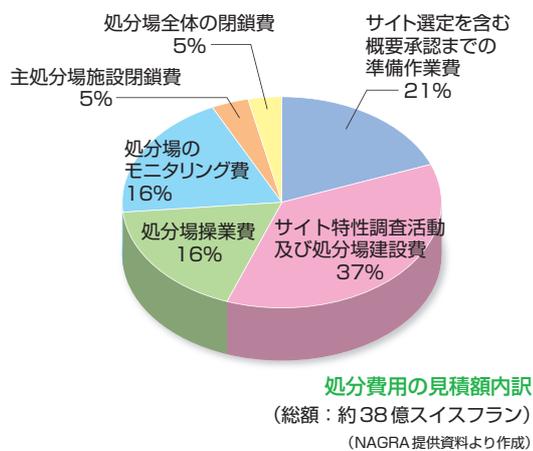


スイスにおける資金確保の仕組み

- a. 廃棄物の輸送及び処分
- b. 使用済燃料の輸送及び処分
- c. 処分場の50年間の監視段階
- d. 処分場の設計、計画、計画管理、建設、操業、閉鎖及び監視
- e. 放射線防護措置及び作業被ばく防止措置
- f. 官庁による許認可及び監督
- g. 保険
- h. 管理費用

◎処分費用の見積額

NAGRAは、スイスにおける高レベル放射性廃棄物の処分費用の総額は約38億スイスフラン（約3,270億円）になると2006年時点で見積っています。処分費用見積額の内訳は、サイト選定を含む概要承認までの準備作業費が約8億スイスフラン（約690億円）、サイト特性調査活動及び処分場建設費が14億スイスフラン（約1,200億円）、処分場操業費用6億スイスフラン（約520億円）、処分場モニタリング費用が約6億スイスフラン（約520億円）、主処分施設閉鎖費用が約2億スイスフラン（約170億円）、処分場全体の閉鎖費用が約2億スイスフラン（約170億円）などとなっています。（1スイスフラン=86円として換算）



# VI. 安全確保の取り組み・コミュニケーション

## 1. 地層処分の安全確保の取り組み

### ポイント

放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）は2002年に「処分の実現可能性実証プロジェクト」の報告書を取りまとめました。2006年に連邦評議会が実証結果を承認し、スイス国内に地層処分の実施が原則的に可能であることが確認されました。

### ◎安全性の確認と知見の蓄積

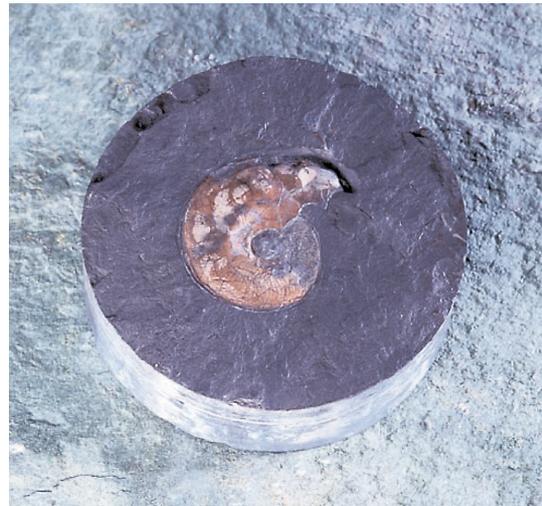
スイスでは、1978年に連邦議会の「原子力法に関する連邦決議」により、原子力施設の建設許可及び運転許可の前提条件として、施設を建設しようとする者に対して、連邦評議会（内閣に相当）が発給する概要承認の取得が義務付けられました。既存の原子力発電所の運転の継続や新規発電所の認可条件として、放射性廃棄物が確実に処分可能であることが条件とされました。

この「処分の実現可能性の実証」に向けて、連邦政府は1985年を期限として、実際の地質条件に基づいた、地層処分の実現可能性を評価する「保証プロジェクト」の実施をNAGRAに求めました。このプロジェクトではスイス北部の結晶質岩に注目して検討が進められました。このプロジェクト報告書を受けて、1988年に連邦評議会が示した評価では、地層処分場の建設可能性や安全性は確認されたものの、必要な大きさを備えた母岩を見つけ出せるかどうかについては立証できていないとし、堆積岩も調査対象とすることを要求しました。

NAGRAは、既存の地質情報に基づきスイス全土から絞り込む形で粘土質を多く含む岩種に着目し、現地調査を行う第一優先区域として、1994年にはチューリッヒ州北部を選定しました。連邦当局の承認を得て、選定区域での3次元反射法地震探査を行うとともに、1998年からは同区域にあるベンケンという場所でもボーリング調査も行われました。

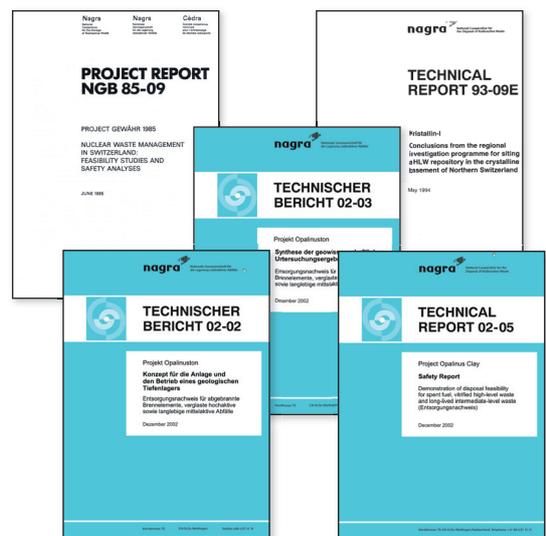
2000年になると、環境・運輸・エネルギー・通信省（UVEK）が設置した放射性廃棄物処分概念専門家グループ（EKRA）が「監視付き長期地層処分」という概念を提案します。

EKRAの勧告を受け、処分実施主体であるNAGRAも監視付き長期地層処分に基づく処分場システムの検討と安全評価を実施し、2002年に「処分の実現可能性実証プロジェクト」報告書において、高



チューリッヒ北部のベンケンで採取されたオパリナス粘土のボーリングコアで見つかったアンモナイトの化石  
(写真提供：NAGRA)

### 「保証プロジェクト」報告書 「クリスタリン-I」報告書

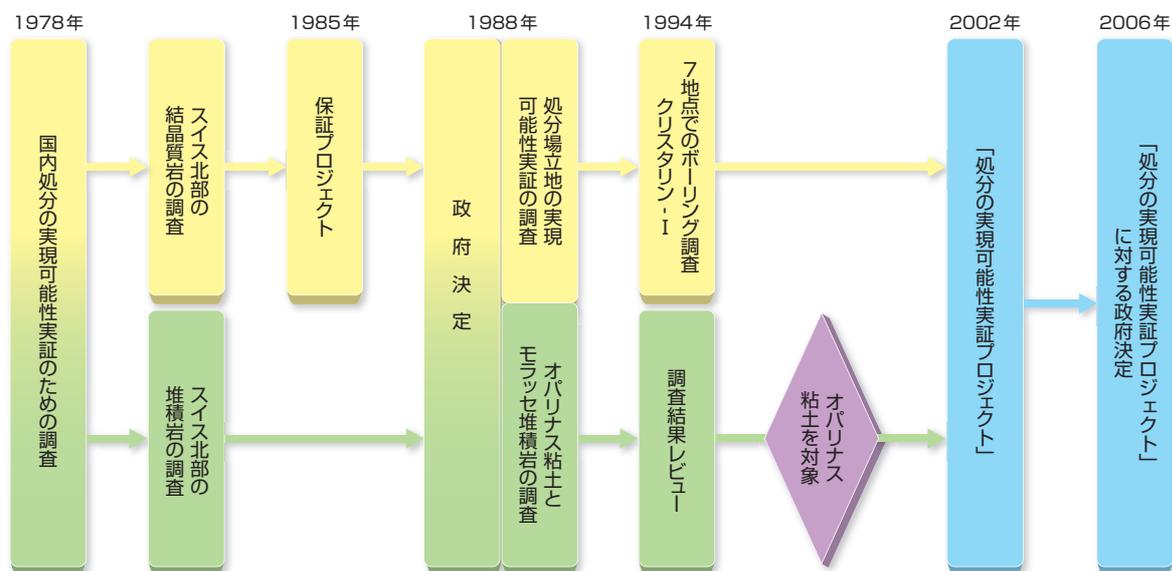


「処分の実現可能性実証プロジェクト」報告書

レベル放射性廃棄物の長期安全性が確保できる見通しを明らかにしました。規制当局の評価が行われた後、2006年に連邦評議会は処分の実現可能性の実証結果を承認する決定を行いました。

なお、NAGRAは上記の報告書において、今後の

調査対象をチュルヒャー・ヴァインラント（チューリッヒ州北東部）のオパリナス粘土に絞ることを提案していましたが、連邦評議会はその提案を退け、都市計画法に基づく特別計画を策定して地層処分場のサイト選定を進めることにしました。



処分の実現可能性実証プロジェクトに至る経緯

## 2. 処分事業の透明性確保とコミュニケーション

### ポイント

特別計画「地層処分場」は、放射性廃棄物処分場のサイト選定手続において、情報提供とコミュニケーションが重要であるとしています。サイト選定においては、連邦政府の担当官庁である連邦エネルギー庁（BFE）が中心となって、さまざまな方法で透明性の確保とコミュニケーションの実現が図られています。

#### ◎処分事業とコミュニケーション

処分事業を進めていくためには、住民の理解を得ることが重要となります。スイスにおいて放射性廃棄物処分に関し、住民との間に十分なコンセンサスが得られなかった例として、低中レベル放射性廃棄物処分場計画が挙げられます。この計画では、電力会社と地方自治体の共同出資によって設立されたヴェレンベルグ放射性廃棄物管理共同組合（GNW）が、1994年にスイス中部のニドヴァルデン州ヴェレンベルグにおける処分場建設計画を発表し、概要承認手続を開始しました。しかし、1995年6月の州民投票<sup>[8]</sup>で、処分場建設のための地下空間利用の州への許可申請等が否決され、GNWは連邦、州政府、放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）などの協力のもとに処分概念の見直しを実施しました。2002年にGNWは再び、処分場建設に向けた探査坑掘削のための地下空間利用の許可申請を州に提出しましたが、同年9月の州民投票で州の許可発給が再度否決されたため、ヴェレンベルグ・サイトを断念する決定がなされ、GNWは解散しました。

なお、2005年2月に施行された原子力法では、処分場などの原子力施設の立地などに関しては、州政府による許可が必要とされないことが規定されています。

#### ◎特別計画「地層処分場」における規定

サイト選定手続等を定めた特別計画「地層処分場」は、2006年3月の最初の草案の公表以降、国内や隣接諸国の当局や組織及び個人、スイスの州などから提出された意見を踏まえて、2008年4月に連邦評議会により承認されました。

同計画は、サイト選定の担当官庁である連邦エネルギー庁（BFE）の役割の一つとして、コミュニケーション方針の作成や公衆への情報提供、及び広報活動を定めています。また、放射性廃棄物管理共同組

合（NAGRA）には、関係者に対する専門的な知見の提供が求められています。



ヴェレンベルグ・サイト

(写真提供：GNW94-01, Technischer Bericht zum Rahmenbewilligungsgesuch, (1994))

#### [8] スイスにおける州民投票とは？

州民投票とは、州民による発案に対して一定数以上の有効署名が集まった場合に、発案の是非について住民が直接的に意思表示を行うことができる制度です。州レベルでの発案の権利は、広範囲にわたって認められており、州憲法の改正や州法の改正も対象となっています。なお、連邦レベルにおいても同様の国民投票制度が設けられています。

### 3. 意識把握と情報提供

#### ポイント

特別計画「地層処分場」は、サイト選定における地域参加プロセスの実施、及び州や自治体等のさまざまな関係者が参加する委員会などの設置を規定しています。また、連邦エネルギー庁（BFE）や放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）は、多様な媒体を通じて情報提供を行っています。

#### ◎広報活動（情報提供）

ここでは、放射性廃棄物処分場のサイト選定手続において実施されている意識把握のための活動や、情報提供活動を紹介します。

##### [地域参加プロセス]

特別計画「地層処分場」によるサイト選定手続においては、情報提供や関係する州、地域、自治体及び公衆の関与が重要と考えられており、地域参加はそのための主要な手段とされています。地域参加プロセスは、3段階のサイト選定の第2段階以降に、地層処分場の安全性や社会経済的影響、及び環境に対する影響などを検討するために実施されます。地域参加プロセスの詳細については、「III. 処分地選定の進め方と地域振興」の「1. 処分地の選定手続き・経緯」において説明しています。

##### [委員会などの設置]

特別計画「地層処分場」は、州や自治体からも代表者が参加して構成される、右の表のような委員会などの設置を規定しており、これらは既に活動を開始しています。

##### [情報提供の取り組み]

地層処分場の候補サイト区域の提案の公表後の2008年11月から12月にかけて、BFEの主催によりドイツを含めた9カ所で、情報提供イベントが開催されました。このイベントでは、連邦原子力安全検査局（ENSI）及びNAGRAもプレゼンテーションを行っています。

また、NAGRAは、独自に情報提供のためのイベントを実施する他、パンフレット等の作成や教育機関への情報提供、地下研究所を利用した情報提供活動などを行っています。



NAGRAが作成しているパンフレット等  
(NAGRAウェブサイトより引用)

名称	役割
処分場諮問委員会	地層処分場サイト選定手続の実施において環境・運輸・エネルギー・通信省（UVEK）をサポート
州委員会	サイト選定に関係する州や近隣州、近隣国の政府代表者間の協力を図り、選定手続の実施で連邦をサポート、連邦に勧告を提出
州安全専門家グループ	安全性に関する資料の評価時に州をサポート／アドバイス
安全技術フォーラム	住民、自治体、団体、州、関係近隣国で影響を受ける自治体の技術的な問い合わせへの対応



NAGRAによる情報提供活動の様子  
(NAGRAウェブサイトより引用)