



目次

1. スイスの段階的な原子力発電からの撤退と新エネルギー政策

1. スイスの段階的な原子力発電からの撤退と新エネルギー政策

2011年3月11日に発生したマグニチュード9.0の地震に続く世界最大級の津波による福島第一原子力発電所の事故を受けて、2011年3月14日、連邦内閣は3基の新規原子力発電所の設置許可申請の審査停止を決定し、2007年に発表した原子力発電が電源構成の一部を担うエネルギー政策の見直しを連邦環境・運輸・エネルギー・通信省(DETEC: Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications)に命じた。

2011年5月25日、DETECが検討した原子力発電利用に関する3つのオプションの中から連邦内閣は既存の5基の原子力発電所を安全運転期間の50年を過ぎたものから順次停止し、更新のための新たな原子力発電所は建設しない2050年までの新しいエネルギー政策を発表し、ドイツに先駆けて(ドイツ連邦内閣は2011年6月7日に決定)脱原子力政策を決定した。

以下に、スイスの原子力政策の経緯と、新エネルギー政策に関する調査結果を報告する。

1)原子力開発の経緯

(1)原子力発電導入(表1及び図1参照)

スイスにおける原子力開発推進の動きは第二次世界大戦終了の翌年の1946年に連邦議会が原子力推進の決議を承認したことから始まり、1957年には憲法に原子力利用を規定する条文が明記され、1959年12月23日に連邦内閣が原子力法を承認し、商業用原子力発電の導入体制が整った。¹⁾

研究開発では、既に 1957 年に最初の研究炉(熱出力 10MW)が稼働し、1960 年には 2 基目の研究炉(熱出力 30MW)が稼働するとともに、1962 年には電気出力 7MW の動力炉実験炉が稼働している。²⁾

1960 年代になり、将来の電力需要が水力発電の供給能力を越えることが明らかになり、電力会社は石炭火力と石油火力を建設することを提案したが、それまでのクリーンエネルギーを損なう点から環境団体等による激しい反対に遭ったことから、連邦内閣は電力会社に原子力発電所建設を奨励した。その結果、1969年から1984年にかけて 5 基の原子力発電所が稼働した。最初に稼働したのはベツナウ(Beznau)原子力発電所 1 号(1969 年商業運転開始、現在の出力 365MW、Westinghouse 製 PWR)で、続いてベツナウ原子力発電所 2 号(1972 年商業運転開始、現在の出力 365MW、Westinghouse 製 PWR)、ミュールベルグ(Mühleberg)原子力発電所 1 号(1972 年商業運転開始、現在の出力 372MW、GE 製 BWR)、ゴスゲン(Gösgen)原子力発電所 1 号(1979 年商業運転開始、現在の出力 985MW、Siemens 製 PWR)、ライプシュタット(Leibstadt)原子力発電所 1 号(1984 年商業運転開始、現在の出力 1165MW、GE 製 BWR)の順に稼働した。現在の発電容量は 3.252GW で過去 10 年間の原子力発電の総発電量に占める割合は平均で約 39%(10 月～3 月までの冬期では約 45%)、年間の稼働率は約 90%と安定した運転を続けてきた。^{1),2)}

表 1 スイスの原子力発電所²⁾

発電所名	炉型	電気出力 (Net)	発電開始 時期	発電停止 予定
ベツナウ 1 号 (Beznau I)	PWR (Westinghouse)	365MW	1969 年 12 月	2019 年
ベツナウ 2 号 (Beznau II)	PWR (Westinghouse)	365MW	1972 年 3 月	2022 年
ミュールベルグ 1 号 (Mühleberg)	BWR (GE)	372MW	1972 年 11 月	2022 年
ゴスゲン 1 号 (Gösgen)	PWR (Siemens)	985MW	1979 年 11 月	2029 年
ライプシュタット 1 号 (Leibstadt)	BWR (GE)	1165MW	1984 年 5 月	2034 年
合計		3.252GW		

(2)使用済み燃料の再処理と MOX 燃料

使用済み燃料について再処理するか直接処分するか、連邦政府の政策としては定められておらず、電力会社は独自にフランスと英国の再処理事業者と使用済み燃

料の再処理委託契約を結び再処理して回収したプルトニウムを MOX 燃料として利用してきている。MOX 燃料の使用は、1978 年にベツナウ 1 号機で始まり、その後ベツナウ 2 号機及びゴスゲン 1 号機でも使用されている。³⁾2008 年末までの使用実績は燃料集合体 392 体でフランス、ドイツに続いて世界第 3 位である。⁴⁾なお、2005 年 2 月 1 日に施行された原子力法(2003 年 3 月に議会承認)に規定された再処理のための使用済み燃料の海外輸送を 2006 年 7 月 1 日から 10 年間禁止する規定により、現在、海外再処理委託は行われていない。⁵⁾(これまでの使用済み燃料の海外輸送実績は 1139tHM である。⁶⁾)

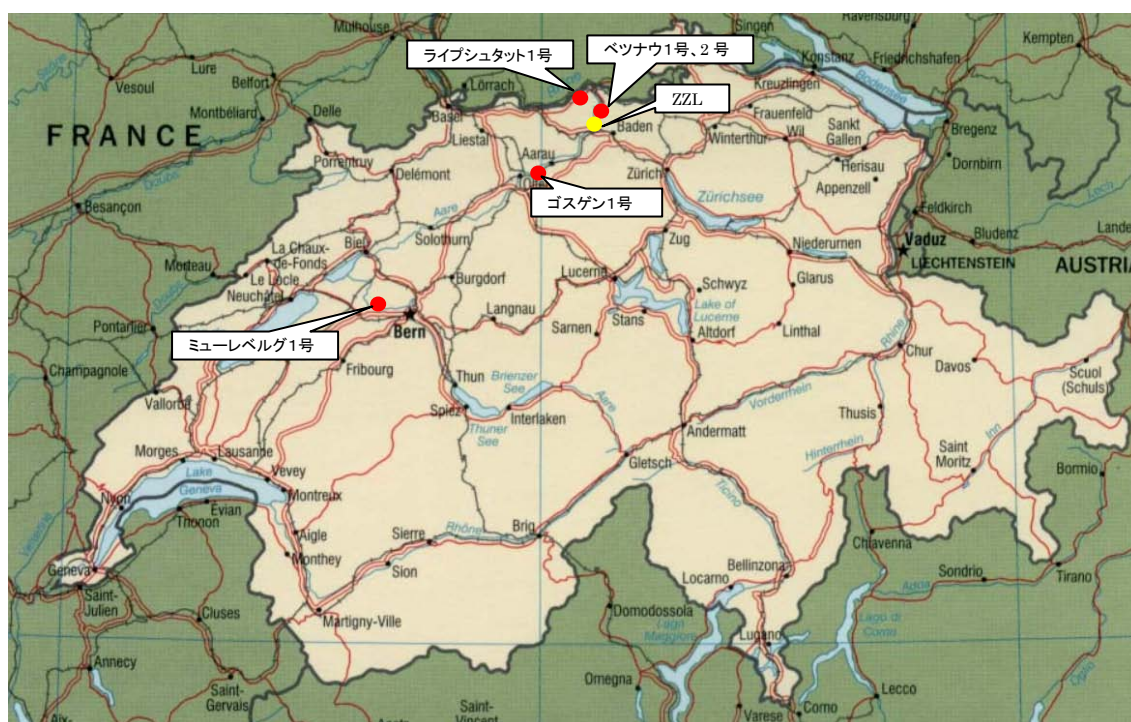


図 1 スイスの原子力発電所と中間貯蔵施設の位置

(3)放射性廃棄物管理政策

①中間貯蔵

スイスの法律上の放射性廃棄物の区分は 3 区分で、高レベル放射性廃棄物としては使用済み燃料と再処理により発生した高レベル放射性廃棄物ガラス固化体、 α 放射性廃棄物としては α 線を放出する放射性核種の濃度が 20000Bq/g を越える物、そしてその他の放射性廃棄物として低中レベル放射性廃棄物に分類されている。⁷⁾全ての利用分野からの放射性廃棄物の発生量としては、現在稼働中の 5 基の原子力発電所の運転寿命を 50 年(医療用、産業用及び研究用の発生量は処分場の運転計画に基づいている)とすると、低中レベル放射性廃棄物が 89410m³、 α 放射性廃棄物が 2280m³、高レベル放射性廃棄物が 7325m³(全て処分体での容量)発生すると

予想されている。⁸⁾

スイスの放射性廃棄物管理は、地層処分の実施前の期間は放射性廃棄物を極力減容処理し金属容器に封入するなど処分可能な状態にして中間貯蔵するのが原則としている。

原子力発電所から発生する放射性廃棄物については各原子力発電所サイトと中間貯蔵施設の ZWIBEZ(ベツナウ原子力発電所に併設されていて 1993 年から運転を開始し、低中レベル放射性廃棄物貯蔵と使用済み燃料の乾式貯蔵を行っている。)及び国立の科学技術研究所のポール・シェラー研究所(Paul Scherrer Institut、ヴュレンリンゲン(Würenlingen)、アールガウ州)内に建設された大規模集中中間貯蔵施設の ZZL(Central Storage Facility、図 1 参照)に貯蔵されている。²⁾

ZZL は原子力発電会社が出資して設立した ZWILAG (Zwischenlager Würenlingen AG: 出資会社は、BKW FMB Beteiligungen AG (10.7%)、Kernkraftwerk Gösigen-Däniken AG(31.2%)、Kernkraftwerk Leibstadt AG (33.8%)、Axpo AG(24.9%))によって建設され、2001 年中旬から運転が開始され、プラズマ焼却熔融設備(可燃物、難燃物、無機物、有機物、コンクリート、金属などを加熱熔融し固化)、大型廃棄物の解体設備、コンクリート混連固化処理設備等の処理設備を備え、低中レベル放射性廃棄物、 α 放射性廃棄物、高レベル放射性廃棄物ガラス固化体及び使用済み燃料(乾式貯蔵)の貯蔵が可能である。^{9),10)}

医療、産業及び研究関係から発生した放射性廃棄物の管理は連邦政府が責任を持つことから、ポール・シェラー研究所の附属施設として集中中間貯蔵施設 BZL (National Collection Centre and Federal Storage Facility)が 1992 年から稼働していて低中レベル放射性廃棄物及び α 放射性廃棄物を貯蔵している。¹¹⁾

②最終処分

スイスは放射性廃棄物の最終処分問題に早くから取り組んでいる。原子力法では放射性廃棄物の管理責任は発生者と定められており、スイスで最初の原子力発電所であるベツナウ 1 号機が稼働した 1969 年の 3 年後の 1972 年、原子力発電会社と連邦政府(医療、産業、研究で発生した廃棄物に対して責任を持つ)が共同で廃棄物の処分を行うための放射性廃棄物管理共同組合 Nagra(National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste)を設立した。構成メンバーは、連邦政府、BKW FMB Energie AG(ミューレベルグ原子力発電所の所有会社)、Kernkraftwerk Gösigen-Däniken AG(ゴスゲン原子力発電所の所有会社)で出資会社は Alpiq Group が 40%、Axpo AG が 25%、チューリッヒ市が 15%、Centralschweizerischen kraftwerke AG(CKW)が 12.5%、Energie Wasser Bern(ベルン市所有)が 7.5%、Kernkraftwerk Leibstadt AG(ライプシュタット原子力発電所の所有会社)で出資者は Alpiq が 27%、Northeast power stations AG

(NOK)が23%、CKWが14%、Electricity company running castle AGが16%、BKW FMB Energieが10%、Aargauer of power stationsが5%)、Axpo AG(ベツナウ原子力発電所の所有会社)、Alpiq Suisse SAである。¹²⁾

Nagraは2つ地下研究所において、スイス国内で安全に地層処分が実施できるか研究を重ねて、2002年に連邦政府に放射性廃棄物の処分の可能性の実現性に関する報告書を提出した。連邦政府は、複数の専門機関で報告書の内容検討を行い、2006年に連邦内閣は法的に必要な処分の可能性の実証が成功裏に行われたと結論した。連邦内閣は、2005年に施行された原子力法及び原子力規則に従い2008年4月2日、低中レベル放射性廃棄物及び高レベル放射性廃棄物の処分場選定に関して3段階から成る選定手順を定め、第1段階の選定作業を開始した。^{2),13)}

第1段階は、Nagraが科学的及び技術的観点から安全な地層処分場を建設できる立地地域を提案し、連邦政府がその提案を再検討するもので、2008年11月6日、Nagraの提案した高レベル放射性廃棄物処分場候補地3箇所(チューリッヒ北東(Zürich Nordost:チューリッヒ州とトゥールガウ州にまたがる)、レゲレン北部(North of Lägern:チューリッヒ州とアールガウ州にまたがる)、ジュラ東(Jura Ost:アールガウ州))の3箇所で全てオパリナス粘土の堆積岩地帯と低中レベル放射性廃棄物処分場候補地6箇所(シュートランデン(Südranden:シャフハウゼン州)、Zürich Nordost、North of Lägern、Jura Ost、ジュラ南麓(Jura-Südfuss:ゾロトゥルン州とアールガウ州にまたがる)、ヴェレンベルク(Wellenberg:ニトバルデン準州とオブヴァルデン準州にまたがる)で高レベル放射性廃棄物処分場候補地と3箇所が重複する。安全上問題がなければ低中レベル放射性廃棄物と高レベル放射性廃棄物を同じ処分場に処分することも可能としている。スイス中央部のルツェルン湖南部に位置するヴェレンベルク以外は全てスイス北部に位置する。)が発表された。連邦原子力安全検査局(ENSI:Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate、独立した原子力施設の安全規制機関)と連邦原子力安全委員会(KNS:Federal Commission for Nuclear Safety)はNagraの提案したサイト候補地についての検討結果を2010年に公表し、パブリックコメントの意見募集を経て、2011年11月30日に第1段階の選定作業が完了し、連邦内閣は2011年12月1日、提案された候補地全てについて第2段階の選定作業に組み入れることを発表し、DETECに対して第2段階の選定作業を開始するよう指示した。^{13),14),15),16)}

第2段階は、立地候補地の州政府も加え、社会・経済及び環境に関する影響評価を行い、地域の持続的発展のための政策、方法等の検討を行うのが中心で、地上部分の施設の設計等も実施し、約4年かけて両クラスの放射性廃棄物処分場候補地を2箇所に絞り込む計画である。その後第3段階の選定作業に入り、詳細な検討を行って候補地を最終決定し概要承認を申請する予定で、今後約10年を費やす予定である。¹⁷⁾

最終処分場立地についての難問は住民の反対運動である。

1994年、低中レベル放射性廃棄物の地層処分場候補地の1つであるニドヴァルデン準州(Nidwald、人口は41024人)のヴェレンベルク(Wellenberg)において、Nagraは地元自治体も参加する放射性廃棄物管理ヴェレンベルク共同組合(GNW)を設立し地下利用の許可申請を行ったが、1995年住民投票によって拒絶された。その後、連邦政府と州政府の合同委員会を設立し技術及び経済面での影響に関する検討を行い調査のための試掘坑の掘削に関する州政府の許可を得たが、再度2002年に住民投票で拒絶された。^{13),18)}

2005年2月1日施行の原子力法で住民投票によって地層処分場の立地は拒絶できなくなったが、2011年2月13日に行われた低中レベル放射性廃棄物処分場選定プロセスの一つとして行われた住民投票では約80%(11602人)の人が反対で、賛成は20%(2948人)と過去の2回の住民投票と同じ結果となった。¹⁹⁾

処分場の最終決定後に行われる概要許可申請に対し連邦内閣の承認及び議会の承認後国民投票の発議があればその投票結果に従うことになり2020年前後に最終処分場立地の最大の山場を迎えることになると予想される。

③放射性廃棄物管理費用

2011年11月24日に発表された5基の原子力発電所に関する最終処分までに掛かる放射性廃棄物管理費用の評価額は206.54億フラン(約1.673兆円、1フラン81円とした場合)で2006年の評価額(5年毎に見直しをしている)より約10%増加している。中間貯蔵施設の建設や処分研究等に既に約48億フラン(約3900億円)を支出していて、処分関係ではNagraの2010年末までの累積支出額は約11億フラン(891億円)である。206.54億フランの内訳は、放射性廃棄物の処理、貯蔵関係及び処分関係費用が159.7億フラン(1.294兆円)、原子力発電所停止後の廃止措置開始までにかかる準備費用が17.09億フラン(1384億円)、廃止措置費用が29.74億フラン(2410億円)となっている。^{20),21)}

日本、米国等と同様に最終処分に備えて電気料金に約0.01フランkWhを上乗せして準備基金を積み立てており、2010年末までの基金の累積額は41.52億フラン(3363億円)である。²²⁾

(4)反原子力運動²⁾

スイスにおける反原子力運動は活発で、これまでに原子力反対派による国民投票の発議で原子力発電所建設の禁止や段階的な原子力発電からの撤退等に関する4回の国民投票(1979年2月18日、1984年9月23日、1990年9月23日、2003年5月18日)が実施された。結果はいずれの場合も拮抗していて、最初の2回の国民投票では原子力反対派の提案が退けられたが、1986年のチェルノブイリ原子力発

電所の事故を受けて行われた1990年9月23日の国民投票では、稼働中の原子力発電所の早期廃止の提案は否決されたものの、10年間の新規原子力発電所建設禁止の提案は賛成54.6%、反対45.4%で可決された。

2000年9月で新規原子力発電所建設禁止期間が終了するのに備えて、2つの反原子力グループから脱原子力政策の国民投票の発議があり、2003年5月18日、国民投票が行われた。二つの提案は、一つは更なる10年間の新規原子力発電所建設の禁止、医療用以外の研究炉の許可禁止、40年以上の原子力発電所運転に際しての国民投票の実施等の提案で、もう一つの提案は、2年以内のベツナウ原子力発電所とミューレベルグ原子力発電所の停止、ゴスゲン原子力発電所とライプシュタット原子力発電所の運転期間30年での停止、海外からの原子力発電電力の輸入禁止等のより厳しい脱原子力政策であったが、前者は反対58.4%、後者は反対66.3%で否決され、新規原子力発電所建設に向けての状況が整いつつあった。

(5)2007年発表の新規原子力発電所建設を含む長期エネルギー政策²³⁾

連邦内閣は、2003年5月18日の国民投票での脱原子力政策の否決を受けて、2004年から気候変動対策と新規原子力発電所建設を含む長期エネルギー政策の検討に着手し、2007年2月に長期エネルギー見通しに基づくエネルギー基本政策を発表した。

エネルギー基本政策は、エネルギー効率、再生可能エネルギー、既存の大規模発電所の更新と新規プラントの建設及び海外エネルギー政策の4つの分野に集中するもので、経済成長と人口増加により予想されるエネルギー消費の増加をエネルギー効率の改善で低減するとともに、温室効果ガス排出低減のために再生可能エネルギーの利用を拡大し、一方では、2034年までに運転寿命を迎える5基の原子力発電所に代わる新規の大型原子力発電所の導入、高効率天然ガスコンバインドサイクル発電及び天然ガスコジェネ発電の導入、ヨーロッパ送電網との連携強化等で電力需要の増加に対応し電力供給保障を確保する計画であった。

これ等の政策を実行するために、エネルギー効率と再生可能エネルギーに関する行動計画が2008年2月20日に連邦内閣によって承認され、具体的目標として、2020年までに化石燃料の消費量を20%削減すること、2010年から2020年間に全消費エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を50%増やし24%にするとともに電力消費の増加を最大5%に抑えること、そして2020年以降は電力消費量を一定に抑えることなどを決定した。この目標を達成するための方策としては、税制の優遇措置などの刺激策国家プロジェクトによる推進、法規制による制限等を組み合わせることを提案していて、具体的な対象項目としては、建物、自動車、電化製品等のエネルギー利用効率の改善、バイオマスの熱利用、水力利用等の再生可能エネルギー利用促進が掲げられていた。

(6)新規原子力発電所建設計画

2007年2月発表の連邦内閣のエネルギー政策を受けて、電力会社は既存の原子力発電所更新のための準備を開始した。

2008年6月9日、ゴスゲン原子力発電所の40%の資本を所有するAtel AG (Atel AGは2009年にスイスの電力会社EOS AGと合併し現在はAlpiq AG。フランスのEDFがAlpiqの25%の資本を所有している)の子会社Kernkraftwerk Niederramt AGがスイス連邦エネルギー庁(SFOE: Swiss Federal Office of Energy、DETECの下部機関)に対して出力1100MW~1600MWの原子力発電所建設に関する概要許可申請を行った。建設サイトは、既存のゴスゲン発電所の近くのニーダーアムト(Niederramt、ゾロトゥルン(Solothurn)州)であった。²⁴⁾

続いて、2008年12月4日、ベツナウ原子力発電所(ドッティンゲン(Dottingen)、アールガウ(Aargau)州)を所有するAxpo AG(チューリッヒ州、アーガウ州等の複数の州政府が資本の100%所有)の子会社Kernkraftwerk Beznau AGとミューレベルグ原子力発電所(ミューレベルグ、ベルン(Bern)州)を所有するBKW FMB Energie AG(ベルン州が52.54%の資本を所有)の子会社Kernkraftwerk Mühleberg AGがSFOEに対して各々出力1100MW~1600MWの原子力発電所1基ずつの建設に関する概要許可申請を行った。建設サイトは各々既存の原子力発電所サイト内であった。²⁴⁾

2010年11月15日には、安全審査を担当するスイス連邦原子力安全検査局(ENSI: Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate、独立した原子力施設の安全規制機関)が、3つの新規原子力発電所の安全性は計画を進めるのに十分であり、建設サイト選定のための国際基準を技術的に完全に満足しているとの報告書を発表した。²⁵⁾

原子力施設設置の概要許可はENSIとSFOEが包括的な審査をした後、連邦内閣が許可を決定するが、議会の承認が必要であり、また国民投票の発議があった場合には、国民投票の結果に従わなければならない。(2005年2月1日に施行された原子力法に明記された。)予想では、2012年の初めに連邦内閣が許可の決定を下し、連邦議会での審議審査で約1年、国民投票の発議があれば2013年に国民投票が行われると言われていた。²⁴⁾

将来の国民投票を占うものと見られていた2011年2月13日に行われたベルン州でのミューレベルグ原子力発電所の更新のための新規原子力発電所の建設を巡る住民投票では、投票者の51%が建設を支持し、49%が建設反対と小差ではあったが賛成票が上回る結果となった。(ベルン州はスイスで人口が2番目(1番はチューリッヒ州、137.3万人)に多い州でスイスの全人口約787.0万人の約12.5%を占め、人口は約98.0万人)¹⁹⁾

上記のように、新規原子力発電所建設計画は順調に推移していた。

2)原子力発電からの撤退にともなう新エネルギー政策

(1)スイスの電力事情²⁶⁾

2010年の発電量は66.252TWhで電源別では水力発電が56.5%を占め37.45TWh、原子力発電が38.1%を占め25.205TWh、火力発電その他が5.4%で3.597TWhであった。スイスの稼働中の5基の原子力発電所の中で最も遅れて稼働したライブシュタット1号機が通年で稼働しだした1985年以降、水力発電と原子力発電の発電割合はほとんど変わっていない。

季節別に見ると、水力発電は夏季に比べて冬季は水量が減少するため発電量が減少し、2010年における季節別の水力発電の発電量は夏季(4月～9月)21.256TWh(全発電量33.994TWhの62.5%)であるのに対して冬季(1月～3月、10月～12月)が14.159TWh(全発電量30.107TWhの47.1%)であった。

発電設備容量としては原子力発電が3.253GWで稼働率は2010年が88.7%、過去10年では2005年の78.3%を除いて90%以上と安定している。水力発電については季節によって変動し、2009年12月16日で7.45GW、2010年6月16日で8.618GWで1GW以上の変動がある。

スイスは他の欧州諸国と同様に隣国と電力の輸出入を行っていて、2010年における輸出電力量は66.314TWh、輸入電力量は66.834TWhで0.52TWhの輸入超過となったが、1960年以降輸入超過になったのは2005年(6.35TWh)と2006年(2.703TWh)を含めて3回だけで、通年では国内の電力需要を満たしている。しかし、季節別で見ると、冬季の水力発電の発電量の減少により、冬季は輸入超過となり、水量が増加する夏季は輸出超過になるのが通例である。2009年10月から2010年9月までの期間で見ると、冬季は5.136TWhの輸入超過、夏季は3.225TWhの輸出超過になっていて、電力輸出入の主な相手国はドイツ、フランス、イタリアで、電力輸出入量は、ドイツについては輸入が28.635TWh、輸出が26.359TWhでほぼ均衡しているが、フランスについては輸入が29.371TWh、輸出が9.81TWhで大幅な輸入超過、イタリアについては輸入が2.808TWh、輸出が24.236TWhと大幅な輸出超過になっている。フランスの原子力発電による電力を長期契約で安価に輸入し、自国の電力をイタリアなどへ高い価格で輸出し利益を得ている。2010年における電力輸出入の貿易黒字は13.28億フラン(1フラン81円とすると約1076億円)であった。(輸出額は50.64億フラン(0.0765フラン/kWh)。輸入額は37.36億フラン(0.056フラン/kWh))

最終消費電力量は、1950年以来直線的に増加していて1990年は46.578TWh、2000年は1990年に比べて12.4%増加の52.373TWh、2010年は2000年に比べて14.2%増加の59.785TWhで、人口の増加(2010年末の人口は787万人で、

2009年末に比べて1.1%増加し、2050年には900万人に達すると予想されている。)と経済成長(2010年は2.6%増加)により、このままの政策であれば最終消費電力量増え続けると予想されている。

発電に関する温室効果ガスの排出量は、水力発電と原子力発電で発電量の約95%を占めているため非常に少なく、2000年の排出量38.07MtCO₂に対して発電による寄与は0.82MtCO₂である。排出源は、暖房、産業用の加熱プロセス、自動車などで使用する化石燃料がほとんどを占めている。京都議定書で定められた温室効果ガスの削減目標は2012年までに1990年の排出量(40.9MtCO₂)の8%減まで削減するものであるが独自に掲げた目標では2001年～2010年で1990年の排出量の10%減まで排出量を削減する(36.81MtCO₂)ことである。²⁷⁾

これにともなう再生可能エネルギー(水力発電を除く)の導入目標は、2010年までに発電で0.5TWh、熱利用で3.0TWhの増加を達成するもので積極的な導入政策ではなく、発電で0.548TWh、熱利用で4.431TWhの増加を達成し、目標をクリアした。この結果、2010年末での発電に占める再生可能エネルギーの割合は2.19%で1.3946TWhとまだ非常に少なく、特に世界的に開発が進められている太陽光発電(太陽電池)は0.083TWh、風力発電は0.0366TWh(発電設備容量は42.6MW)とほとんど開発が行われていないのが現状でほとんどは廃棄物発電等によるものである。(熱利用関係は13.3TWhとなった。なお、2010年の最終消費エネルギーは911.95PJ(253.34TWh)。)²⁸⁾

スイスの電力は約850の企業(小規模な水力発電所が多い)によって供給されていて、ほとんどは州市町村が経営し水道及びガスの供給も行っている。発電設備の資本所有割合は州市町村などが85.1%、民間企業が27.7%、海外企業が7.2%となっている。

(2)連邦内閣の決断

福島第一原子力発電所の事故を受けて、2011年3月14日、連邦内閣は3基の新規原子力発電所建設のための概略許可申請に関する審査手続きを停止すると発表した。²⁹⁾また2011年3月23日には、DETECに対して2011年5月末までに原子力発電利用の三つのオプションに関して2007年に発表した長期エネルギー見通しの見直しも含めて電力供給シナリオを検討するよう指示した。三つのオプションは、以下のとおりである。³⁰⁾

・オプション1

3基の古い原子力発電所(ベツナウ1号機及び2号機並びにミューレベルグ1号機)を更新し、現在の電源構成を維持するもので、2007年に策定した長期エネルギー政策どおり大型原子力発電所の導入、高効率の天然ガスコンバインドサイクル発電及び天然ガスコジェネ発電の導入、温室効果ガス排出低減のための再

生可能エネルギー（水力発電を含む）利用の拡大、電力輸入などで電力需要を賄う。

なお、原子力発電の停止年は、ベツナウ 1 号機が 2019 年、ベツナウ 2 号機及びミュールベルグ 1 号機が 2022 年、ゴスゲン 1 号機が 2029 年、ライブシュタット 1 号機が 2034 年である。

・オプション 2

原子力発電所の安全運転可能な寿命を 50 年として運転を継続する（原子力発電所の停止時期はオプション 1 と同じである）が、停止する原子力発電所の更新用の大型原子力発電所の建設は行わず、天然ガスコンバインドサイクル発電及び天然ガスコジェネ発電の導入、温室効果ガス排出低減のための再生可能エネルギー（水力発電を含む）利用の拡大、電力輸入などにより電力需要を賄う。

・オプション 3

原子力発電所を安全運転寿命の 50 年より前倒しの 40 年で停止し、原子力発電利用から早期に撤退する。代替えの電源としては高効率の天然ガスコンバインドサイクル発電及び天然ガスコジェネ発電の導入、温室効果ガス排出低減のための再生可能エネルギー（水力発電を含む）利用の拡大、電力輸入などで対応し電力需要を賄う。原子力発電所の停止年は、ベツナウ 1 号機、2 号機及びミュールベルグ 1 号機が 2012 年、ゴスゲン 1 号機が 2019 年、ライブシュタット 1 号機が 2024 年である。

DETEC は上記の 3 つのオプションについて、2050 年までの 2 ケースのエネルギー需要見通しに対する電力供給シナリオ、温室効果ガスの排出量、投資コスト、電力料金等について評価を行い連邦内閣に提出した。

表 2 原子力発電所の停止時期

発電所名	停止時期	
	オプション 1 及びオプション 2	オプション 3
ベツナウ 1 号	2019 年	2012 年
ベツナウ 2 号	2022 年	2012 年
ミュールベルグ 1 号	2022 年	2012 年
ゴスゲン 1 号	2029 年	2019 年
ライブシュタット 1 号	2034 年	2024 年

(3)DETEC の検討結果 ^{31),32),33)}

電力供給シナリオの検討は、2 ケースの 2050 年までの消費エネルギー予測に対して行われた。

一つは、2007 年に発表されたエネルギー政策のもとになった長期エネルギー予測

で、エネルギー効率の改善や省エネ政策により長期的には消費エネルギーは徐々に減少し、2035年には2009年比で4%減、2050年には8.5%減になるが、人口増加や経済発展に伴う電化製品の使用増大、プラグインハイブリッド車や電気自動車の普及等により消費電力はこれまでと同様に増加を続け、2035年には2009年比で25%増、2050年では37.7%増になる従来ケースである。

もう一つのケースは、今回の検討で想定されたもので、更なるエネルギー効率の改善や省エネ政策により消費エネルギーを大幅に減らすもので、2035年には2009年比で29%、2050年には39.4%減少し、それにともない消費電力も2018年からゆっくりと減少に転じ、2035年には2009年比で1.9%の増加、2050年には1.9%減する新ケースである。

なお、電力供給シナリオは、冬季の水力発電減少時期でも電力需要を賄えるように設定された。

①オプション1の評価結果(表3参照)

消費エネルギー予測の従来ケースに対して、AケースとBケースの2つの電力供給シナリオが考えられた。

Aケースは、停止する5基の原子力発電所(ベツナウ1号機が2019年、ベツナウ2号機及びミュレベルグ1号機が2022年、ゴスゲン1号機が2029年、ライプシュタット1号機が2034年に停止)と電力需要の増加に対応するために、1.6GWの原子力発電所を4基建設し、不足する分は水力発電の増設、天然ガスコジェネ発電の導入、再生可能エネルギーによる発電の拡大によって電力需要を満たすもので、2050年における発電供給量は水力発電が45.69TWh(43%)、原子力発電が47.22TWh(44.5%)、天然ガスコジェネ発電が3.77TWh(3.6%)、再生可能エネルギーによる発電が9.48TWh(8.9%)で、水力発電と原子力発電で発電量のほとんど(87.5%)を賄う現在の電源構成を維持するものである。技術的実現性、経済性、地球温暖化対策の全ての点において最も優れた電力供給シナリオで、2050年までの投資コスト累積額は1975億フラン(約16.0兆円)で全ての検討シナリオ中最も少なく、2050年における温室効果ガスの排出量は1.08MtCO₂と現在とほとんど変わらず、発電コストは2010年の約1.3倍と最も増加が少ない。

Bケースは、1.6GWの原子力発電所の建設は3基で、その代替えとして天然ガスコンバインドサイクル発電を導入するもので、2050年における発電量は原子力発電が35.41TWh、天然ガスコンバインドサイクル発電が7.7TWhでその他はAケースと同じである。2050年までの投資コスト累積額は2155億フラン(約17.5兆円)、2050年における温室効果ガスの排出量は3.48MtCO₂と2009年比で約4.2倍、発電コストは2010年の約1.4倍となる。

表 3 オプション 1 の評価例

	A ケース	B ケース
エネルギー予測	従来ケース	従来ケース
水力発電	45.69 TWh	45.69 TWh
原子力発電	47.22 TWh	35.41 TWh
天然ガスコンバインドサイクル発電	0.0	7.7 TWh
天然ガスコジェネ発電	3.77 TWh	3.77 TWh
再生可能エネルギー発電	9.48 TWh	9.48 TWh
合計	106.16 TWh	102.06 TWh
電力輸入	0.0	0.0
CO ₂ 排出量	1.08 MtCO ₂	3.48 MtCO ₂
累積投資額	1975 億フラン	2115 億フラン
平均発電コスト(2010 年年比)	1.3 倍	1.4 倍

なお、両ケースとも 2050 年では冬季においても電力供給量は十分であり電力輸入は必要ない設定になっている。

②オプション 2 の評価結果(表 4 参照)

消費エネルギー予測の従来ケースと新ケースの両方に対して、C&E ケース、D&E ケース、E ケースの 3 つ電力供給シナリオが考えられた。

原子力発電から撤退(ベツナウ 1 号機が 2019 年、ベツナウ 2 号機及びミューレベルグ 1 号機が 2022 年、ゴスゲン 1 号機が 2029 年、ライプシュタット 1 号機が 2034 年に停止)して不足する発電量を補うために、全ケースとも再生可能エネルギーによる発電量をシナリオ 1 の 2.35 倍の 22.61TWh と拡大し、残りの不足する発電量を C&E ケースでは主に天然ガスコンバインドサイクル発電により供給し、D&E ケースでは天然ガスコジェネ発電と電力輸入で賄い(消費エネルギー予測の新ケースの場合従来ケースより消費電力が少ないため電力輸入は必要ない)、E ケースでは主に電力輸入で賄うものである。

消費エネルギー予測の従来ケースの場合、C&E ケースについての電力供給シナリオは 2050 年における発電供給量は、水力発電が 47.57TWh、天然ガスコンバインドサイクル発電が 34.65TWh、天然ガスコジェネ発電が 3.81TWh、再生可能エネルギーによる発電が 22.61TWh である。2050 年までの投資コスト累積額は 2348 億フラン(約 19.0 兆円)、2050 年における温室効果ガスの排出量は 11.9MtCO₂と 2009 年比で約 14.5 倍と大幅に増加し、発電コストは 2010 年の約 1.7 倍となる。

D&E ケースについては、2050 年における発電供給量は水力発電が 47.57TWh、天然ガスコジェネ発電が 11.53TWh、再生可能エネルギーによる発電が 22.61TWh、

電力輸入が 17.17TWh である。2050 年までの投資コスト累積額は 2267 億フラン(約 18.4 兆円)、2050 年における温室効果ガスの排出量は 3.29MtCO₂ と 2009 年比で約 4 倍に増加し、発電コストは 2010 年の約 1.9 倍となる。

表 4 オプション 2 の評価例

	C&E ケース		D&E ケース		E ケース	
	従来 ケース	新ケース	従来 ケース	新ケース	従来 ケース	新ケース
エネルギー 予測						
水力発電	47.57 TWh	47.57 TWh	47.57 TWh	47.57 TWh	47.57 TWh	47.57 TWh
原子力発電	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
天然ガスコ ンバインドサ イクル発電	34.65 TWh	15.40 TWh	0.0	0.0	0.0	0.0
天然ガスコ ジェネ発電	3.81 TWh	3.81 TWh	11.53 TWh	11.53 TWh	3.81 TWh	3.81 TWh
再生可能エ ネルギー発 電	22.61 TWh	22.61 TWh	22.61 TWh	22.61 TWh	22.61 TWh	22.61 TWh
合計	108.64 TWh	89.39 TWh	81.71 TWh	81.71 TWh	73.99 TWh	73.99 TWh
電力輸入	0.0	0.0	17.17 TWh	0.0	25.85 TWh	0.0
CO ₂ 排出量	11.9 MtCO ₂	5.09 MtCO ₂	3.29 MtCO ₂	3.29 MtCO ₂	1.09 MtCO ₂	1.09 MtCO ₂
累積投資額	2348 億フラン	2106 億フラン	2297 億フラン	2034 億フラン	2213 億フラン	1973 億フラン
平均発電コ スト(2010 年比)	1.7 倍	1.6 倍	1.9 倍	1.8 倍	1.8 倍	1.6 倍

E ケースについては、2050 年における発電供給量は水力発電が 47.57TWh、天然ガスコジェネ発電が 3.81TWh、再生可能エネルギーによる発電が 22.61TWh、電力輸入が 25.85TWh である。2050 年までの投資コスト累積額は 2213 億フラン(約 17.9 兆円)、2050 年における温室効果ガスの排出量は 1.09MtCO₂ と 2009 年比で

約 1.3 倍とほぼ同じで、発電コストは 2010 年の約 1.8 倍となる。

消費エネルギー予測の新ケースの場合は、C&E ケースについての電力供給シナリオは、2050 年における発電供給量は水力発電が 47.57TWh、ガスコンバインドサイクル発電が 15.40TWh、天然ガスコジェネ発電が 3.81TWh、再生可能エネルギーによる発電が 22.61TWh である。2050 年までの投資コスト累積額は 2106 億フラン（約 17.1 兆円）、2050 年における温室効果ガスの排出量は 5.90MtCO₂と 2009 年比で約 7.2 倍と大幅に増加し、発電コストは 2010 年の約 1.6 倍となる。

D&E ケースについては、2050 年における発電供給量は、水力発電が 47.57TWh、天然ガスコジェネ発電が 11.53TWh、再生可能エネルギーによる発電が 22.61TWh である。2050 年までの投資コスト累積額は 2034 億フラン（約 16.5 兆円）、2050 年における温室効果ガスの排出量は 3.29MtCO₂と 2009 年比で約 4 倍に増加し、発電コストは 2010 年の約 1.8 倍となる。

E ケースについては、2050 年における発電供給量は、水力発電が 47.57TWh、天然ガスコジェネ発電が 3.81TWh、再生可能エネルギーによる発電が 22.61TWh、電力輸入が 5.58TWh である。2050 年までの投資コスト累積額は 1973 億フラン（約 16.0 兆円）、2050 年における温室効果ガスの排出量は 1.09MtCO₂と 2009 年比で約 1.3 倍とほぼ同じで、発電コストは 2010 年の約 1.6 倍となる。

③オプション 3 の評価結果

消費エネルギー予測の新ケースの場合について、C&E ケース、D&E ケース、E ケースについて電力供給シナリオの検討が行われた。オプション 3 は、原子力発電所の停止までの運転期間が 40 年（ベツナウ 1 号機、2 号機及びミュレベルグ 1 号機が 2012 年、ゴスゲン 1 号機が 2019 年、ライプシュタット 1 号機が 2034 年に停止）とオプション 2 より約 10 年早いだけで、2050 年における各電源の発電供給割合はオプション 2 とほぼ同じであり、温室効果ガスの排出量もほぼ同じである。累積投資額はオプション 2 より若干高く、C&E ケースで 2211 億フラン、D&E ケースで 2087 億フラン、E ケースで 2035 億フランである。オプション 2 と大きく異なる点は、原子力発電所 5 基の内 4 基が 2020 年までに停止するため、オプション 2 より早い時期に天然ガス火力発電や電力輸入に頼ることになり発電設備の建設、送電網の建設、天然ガスの輸入量の増加などにより電力料金の上昇スピードがオプション 2 より早くスイス経済に与える影響が大きいと評価している。

(4) 連邦内閣の原子力発電からの撤退政策の決定と議会の承認

連邦内閣は、2011 年 5 月 25 日、これ等の検討結果をもとに、国民の原子力発電に対するリスク低減の要望、電力供給保障、温暖化ガスの排出削減、スイス経済に与える影響等を考慮して、エネルギー消費量を従来の政策より削減する新エネルギ

一政策のもとに原子力発電から段階的に撤退するオプション 2 を原則とする基本方針を決定した。段階的な原子力発電の廃止は、スイスに新しいエネルギー政策の実行とエネルギーシステムを作り直すために必要な時間を与えてくれ、スイス経済の国際競争力に与える影響を和らげ、そして、技術的にも経済的にも可能であると判断している。ただし、再生可能エネルギーの導入拡大のためには、電力貯蔵設備、送電網、配電網、スマート・グリッドシステムなどへの投資と、EU 諸国との送電網の連携の強化が必要不可欠であり、また、国内及び国際的なエネルギー研究開発への投資と民間への技術移転の支援が必要であり、必要な政策を行うとしている。また、エネルギー効率の改善や再生可能エネルギーへの投資は雇用を創出するとともに国内の中小企業に利益をもたらし、クリーンエネルギー技術はスイスの強みになるとメリットについても強調している。さらには、再生可能エネルギーの発電コストについては、福島第一原子力発電所事故対応のための新しい安全基準や設備の改良、事故債務リスクの改定、金融コストの上昇などにより原子力発電コストが上昇し、長期的には再生可能エネルギーに対する競争力の有利さが減少するとしている。なお、既存の原子力発電所の安全性については、安全規制当局の ENSI の検査の結果、運転の安全性は確保されておりオプション 3 のような原子力発電所を早期に廃止する理由は見当たらないと結論している。³⁴⁾

2011 年 5 月 29 日 Sonntags Zeitung newspaper が発表した世論調査結果(調査は、5 月 25 日政府の決定のすぐ後で 500 人以上に対して Isopublic によって行われた。)では、連邦内閣の原子力発電からの段階的撤退の決定について、80%の人が支持している。³⁵⁾

2011 年 6 月 8 日、国民議会(スイスの連邦議会は、国民議会(議員数 200 名)と全州議会(議員数 46 名)の二院制で、国民議会は、各州の人口に応じて比例代表制で各州(全 26 州)から選出され、全州議会は、各州(20 州)から 2 名ずつ、各準州(6 州)から 1 名ずつ選出される。)は連邦内閣の原子力発電からの撤退政策を承認した。投票の内訳は、200 人の議員の内 101 人が賛成、54 人が反対、36 人が棄権した。³⁶⁾

続いて 2011 年 9 月 28 日、全州議会においても、産業界寄りの第 1 党の国民党などが原子力研究の継続を明記する修正を加えることで賛成にまわり承認されたが、修正案について再度国民会議で審議されることになっている。修正を加えた全州議会のエネルギー委員会の議長は、将来、新技術が利用できるようになったばあいにはドアは開けてあると述べている。^{37),38)}

今後は DETEC が 2012 年の春までに具体的なエネルギー政策案を作成し連邦内閣に提出し、2012 年夏に公表して国民に意見を求めるコンサルテーションを行い、

2012年から2013年の冬にかけて議会で審議する予定である。これには原子力法の改正も行われる予定であり、国民投票の発議により原子力発電からの撤退政策が否決される可能性も残されている。³⁹⁾

3) 新エネルギー策定のガイドライン⁴⁰⁾

連邦内閣は、2011年12月1日、新エネルギー政策に基づくエネルギーシステムの再構築に必要な方策、コスト、財源等の検討を含む具体的計画策定のためのガイドラインを示した。これ等は、2011年5月25日に連邦内閣が決定したエネルギー消費量を従来の政策より削減する新エネルギー政策のもとに原子力発電から段階的に撤退するオプション2を原則とする基本方針に基づくもので、オプション2の原子力発電の代替電源として再生可能エネルギーによる発電と天然ガスコジェネ発電を導入するD&Eケースを基本に想定したものであるが、目標とする消費エネルギーと消費電力量の削減量は、2011年5月25日の発表のもとになったDETECの検討結果の想定値より大幅な削減となっている。

(1) 消費エネルギーの削減

2010年のスイス国内最終消費エネルギーは821.8PJ(228.3TWh)であり、ガイドラインでは2020年までと2035年までの主な削減目標を示している。

- ・建屋関係のエネルギー効率の改善では、2020年までに13TWh(2010年の国内最終消費エネルギーの5.7%)、2035年までに28TWh(同12.3%)を削減し、このうち暖房関係では2020年までに2TWh、2035年までに7TWh削減する。
- ・家電製品の省エネでは2020年までに0.5TWh、2035年までに1TWh削減する。
- ・産業分野とサービス分野については、2020年までに16TWh(同7.0%)、2035年までに33TWh(14.5%)削減する。
- ・輸送分野については、2020年までに4TWh(同1.8%)、2035年までに11TWh(同4.8%)削減する。
- ・電力については、2010年の最終消費電力量は59.785TWhで2020年までに5TWh(2010年最終消費電力量の8.4%)、2035年までに13TWh(同21.7%)低減する。

削減量の合計は、2020年で33.5TWh(2010年の国内最終消費エネルギーの14.7%)、2035年で73TWh(同32.0%)で大幅な削減量であり、これらは2000年(国内最終消費エネルギーは767.5PJ(213.2TWh))から2010年までの国内最終消費エネルギーの増加量15.1TWhの各々約2.2倍と約4.8倍であり実現には補助金や奨励制度による国等の支援のほか生活形態の改善等国民の意識改革が必要になる

と思われる。

なお、連邦行政機関、関連企業は 2006 年ベースで 2020 年までにエネルギー消費を 20%削減する目標が示されている。

(2)再生可能エネルギー発電の促進

再生可能エネルギーによる発電については、2007 年 3 月のエネルギー法の改正で、2030 年までに再生可能エネルギーからの発電で少なくとも 5.4TWh を達成することが明記されるとともに、再生可能エネルギーで発電した電力(対象は、10MW までの小規模水力発電、太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電、廃棄物バイオマス発電)の固定価格買取制度も制定され 2009 年 1 月 1 日から施行されている。スイスの制度は、電気料金に 0.0045 フラン/kWh の課徴金を上乗せして得た財源(2010 年で約 2.65 億フラン(約 215 億円))で再生可能エネルギー発電設備設置者に対して市場の電力価格と実際の発電コストとの差を長期間(20 年~25 年で発電の種類により異なる)補てんするものであり、ドイツなどの固定価格買取制度のように対象となる全ての再生可能エネルギー発電者から電力の固定価格での買い取りを送電会社に義務付け、最終的に売電価格に上乗せする方式とは異なる。このため、再生可能エネルギー発電設備の設置は財源によって限定されており、更なる再生可能エネルギー発電の促進を図るため、2010 年に法律が改正され 2013 年からは連邦政府は最大 0.009 フラン/kWh まで課徴金を増やせるようになっている。^{41),42)}

今回の新エネルギー政策のガイドラインでは、2010 年の 0.548TWh に対して 2020 年までに 4TWh、2035 年までに 13TWh(ガイドラインどおり最終消費電力が 13TWh 削減された場合は最終消費電力の約 28%に相当)拡大するもので、これまでの 2030 年までに 5.4TWh の目標を大幅に上回る展開速度である。このため、これまでの固定価格買取制度見直し、さらなる財源の拡大、設置許可審査の簡素化とスピードアップについて検討するよう求めている。また、地熱発電開発の支援策として無利子借款などの支援策の検討を挙げている。

(3)天然ガス火力発電

天然ガスコジェネ発電(熱併給発電)については 2035 年までに 7TWh を目指し太陽光発電と風力発電の発電量が低下する冬に利用し、通年利用のベースロード電源としてガスコンバインドサイクル発電の導入も掲げている。

また、電力インフラ整備として、ヨーロッパ送電網との統合、国内送電網の整備、インテリジェントネットワーク(スマートグリッド)の整備など電力ネットワーク構築政策の検討を挙げている。

4)原子力発電からの段階的撤退政策への反応⁴³⁾

スイスの原子力発電からの撤退政策について電力会社、産業界、エネルギー経済の専門家等から危惧する発言が発信されている。

心配しているのはスイスの経済成長に与える影響で、米国のシンクタンク American Council for Capital Formation の主席エコノミストの Margo Thorning は、スイスにおける原子力発電の廃止は電気料金の大幅な上昇をもたらす、経済成長と雇用拡大に残酷な結果を与えるだろうと述べていて、スイスの場合原子力発電の全発電に占める割合は約 40%であり、ドイツの約 25%に比べて大きくより大きな影響を与えると予想している。

ドイツの州立コンサルタント機関の Centre for European Economic Research による研究では、20 年間での比較的早い廃止（計画では 2034 年で全停止）では、電気料金の高騰のためスイスの GDP は 30 年以上にわたって年間 0.4%低下すると予測している。また、スイスを代表するスイス連邦工科大学チューリッヒ校（Swiss Federal Institute of Technology Zurich）の研究者は、もしも原子力発電が再生可能エネルギーに置き換えられた場合は、電気料金は次の 15 年以内で 77%上昇すると評価している。また、太陽光発電、風力発電及び地熱発電の導入並びに水力発電の拡大について環境問題などから立地は困難で再生可能エネルギーの拡大を疑問視し、結局、原子力発電の運転期間延長と天然ガス火力発電に頼ることになると発言する企業や研究者もいる。

原子力発電所を所有する大手電力会社の Axpo Holding AG の最高経営者である Heinz Karrer は、原子力発電からの撤退により電力不足に直面し、電気料金の上昇と停電をもたらすかもしれず、スイスのエネルギーの独立性は危うくなると警告している。

これ等の心配する発言とは反対に、ビジネスチャンスととらえる発言もある。コンサルタント会社の McKinsey の研究では、再生可能エネルギー分野で 16000 人の雇用を生み出すと予測していて、エンジニアリング巨大企業の ABB の電力システム部門は、これ等の要因は我々がより知的な製品とシステムを供給する機会を与えてくれると発言している。また、原子力発電会社も、連邦政府の政策変更警告を発しながら、再生可能エネルギーの導入に備えている。

電力供給保障を満足し、かつ、気候変動対策にも対応しながら原子力発電から撤退するためには、現状技術では、再生可能エネルギー発電を大幅に導入し、不足分と再生可能エネルギーの間欠発電への対応策としてある程度の天然ガス火力発電を導入するのがスイスにとって最善の選択である。このためには、導入する天然ガス火力発電からの CO₂ 排出量の増加分を打ち消すために、大幅に消費エネルギー全体を削減することが必要不可欠であり、新エネルギー政策実現の鍵であることは明白である。

経済成長と人口増加の状況の中でこの難問が解決できるかどうかの答えは、最初の原子力発電所が停止する 2019 年までには明らかになると思われる。

参考資料

- 1) “ Nuclear Energy”, SFOE
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00511/index.html?lang=en>
- 2) “ Nuclear Power in Switzerland”, WNA, September, 2011
<http://www.world-nuclear.org/info/inf86.html>
- 3) “ Communication Received from Certain Member States Concerning their Policies Regarding the Management of Plutonium”, INFCIRC/549/Add. 4, IAEA, March 31, 1998
<http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/1998/infcirc549a4.pdf>
- 4) “世界の軽水炉における MOX 燃料の使用実績”, 電気事業連合会
http://www.fepc.or.jp/nuclear/cycle/pluthermal/jisseki/sw_index_01/index.html
- 5) “After the Nuclear Referendums in Switzerland: From Explicit to De-Facto Phase-Out”, WISE-Paris, June 12, 2003
http://www.wise-paris.org/index.html?/english/ournews/year_2003/ournews030612.html&/english/frame/menu.html&/english/frame/band.html
- 6) “スイスにおける使用済燃料貯蔵”, 資料(輸)28-12/資料(貯)22-12, 経済産業省
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g90915b15j.pdf>
- 7) “ Types of radioactive waste”, Nagra
http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/83830/s_name/typesofradioactivewaste

- 8) "Nagra Annual Report 2010", Nagra, 2011
[http://www.nagra.ch/documents/database/dokumente/\\$default/Default%20Folder/Publikationen/Geschaeftsberichte/e_GB2010.pdf](http://www.nagra.ch/documents/database/dokumente/$default/Default%20Folder/Publikationen/Geschaeftsberichte/e_GB2010.pdf)
- 9) "Purpose of the facilities", Zwilag
<http://www.zwilag.ch/project/purposeoffacility.asp>
- 10) "Who is ZWILAG", Zwilag
<http://www.zwilag.ch/project/sponsorship.asp>
- 11) "The history of PSI", Paul Scherrer Institute (PSI)
<http://www.psi.ch/history-of-psi>
- 12) "About Nagra ", Nagra
http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/77680/s_name/aboutnagra
- 13) "Developments since 2001", Nagra
http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/84020/s_name/developmentssince2001
- 14) "Disposal - where?", Nagra
http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/77780/s_name/locationareas
- 15) "Siting regions for the repository for L/ILW", Nagra
http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/84910/s_name/standortesmae
- 16) "Siting regions for the repository for HLW", Nagra
http://www.nagra.ch/g3.cms/s_page/84870/s_name/standortehaae
- 17) "Standortsuche für geologische Tiefenlager: Bundesrat legt sechs Gebiete fest und startet Etappe 2", DETEC, December 1, 2001
<http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&msg-id=42480>
- 18) "Developments from 1991 to 2000", Nagra
<http://www.uvek.admin.ch/dokumentation/00474/00492/index.html?lang=de&msg-id=42480>

- 19) “Local voters in favour of new Swiss plant”, WNA, February 14, 2011
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Local_voters_in_favour_of_new_Swiss_plant-1402118.html
- 20) “Kostenstudie 2011 (KS11) ”, SFOE, October 13, 2011
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00511/00518/index.html?lang=en>
- 21) “Rechtsgrundlagen, Organisation und allgemeine Informationen -Stilllegungsfonds für Kernanlagen, Entsorgungsfonds für Kernkraftwerke-”, SFOE, November 24, 2011
http://www.bfe.admin.ch/entsorgungsfonds/index.html?lang=de&dossier_id=05278
- 22) “Financing”, SFOE
<http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01278/01340/index.html?lang=en>
- 23) “Action Plans 2008 for energy efficiency and renewable energy”, SFOE
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/02577/index.html?lang=en>
- 24) “New Nuclear Power Plants”, SFOE
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00511/03820/index.html?lang=en>
- 25) “Neue Kernkraftwerke: Gemäss ENSI sind alle drei Standorte geeignet”, SFOE, November 15, 2011
<http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=36219>
- 26) “ Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010”, SFOE, June 1, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?lang=en&dossier_id=00765
- 27) “SwissEnergy 3rd Annual Report 2003/04”, SFOE, September 1, 2004
http://www.bfe.admin.ch/energie/00458/index.html?lang=en&dossier_id=00720

- 28) “Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien”, SFOE, November 18, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00543/index.html?lang=en&dossier_id=00772
- 29) “New Nuclear Power Station”, SFOE, March 14, 2011
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00511/03820/index.html?lang=en>
- 30) “Energy Perspectives 2050 - Federal Council's analysis of the options for provision of electricity”, Swiss Federal Council, May 25, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=en&dossier_id=05024
- 31) “Zwischenbericht I: Energieszenarien für die Schweiz bis 2050”, SFOE, May 18, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=en&dossier_id=05024
- 32) “Zwischenbericht II: Energieszenarien für die Schweiz bis 2050”, SFOE, May 18, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=en&dossier_id=05024
- 33) “Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates; Frühjahr 2011 (Résumé en français / Riassunto in italiano)-Aktualisierung der Energieperspektiven 2035 (energiewirtschaftliche Modelle)”, SFOE, May 25, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=en&dossier_id=05024
- 34) “Federal Council decides to gradually phase out nuclear energy as part of its new energy strategy”, SFOE, May 25, 2011
<http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=en&msg-id=39337>

- 35) “Popular support grows for nuclear opt-out”, worldradio.ch, May 30, 2011
<http://worldradio.ch/wrs/news/wrsnews/support-for-nuclear-opt-out-grows.shtml?24849>
- 36) “Swiss parliament cements decision to go non-nuclear in landslide vote, paving the way for renewable”, Bellona, June 9, 2011
http://www.bellona.org/articles/articles_2011/swiss_parliament_votes
- 37) “Swiss nuclear future could hinge on thorium”, SwissInfo.ch, September 2, 2011
http://www.swissinfo.ch/eng/swiss_news/Swiss_nuclear_future_could_hinge_on_thorium.html?cid=31038788
- 38) “Swiss parliament approves nuclear plant phase out”, AFP, September 28, 2011
http://www.google.com/hostednews/afp/article/ALeqM5j7Y1-pv71gFkFlgL_CvGxqFaMWGAg?docId=CNG.1df1059dafd2f113fff8be0b059fe958.b81
- 39) “Energiestrategie 2050 –1. Hearing -Teilprojekt Energiepolitische Instrumente-”, SFOE, September 29, 2011
http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?lang=en&dossier_id=05243
- 40) “Bundesrat konkretisiert Stossrichtung der Energiestrategie 2050”, SFOE, December 1, 2011
<http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=42478>
- 41) “kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)”, SFOE, March 23, 2007
<http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/02073/index.html?lang=de>
- 42) “Kostendeckende Einspeisevergütung: Anhörung zur revidierten Energieverordnung eröffnet”, SFOE, February 14, 2011
<http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=37640>

43) “Nuclear Exit Comes With Costs”, Wall Street Journal, November 29,
2011
[http://online.wsj.com/article/SB10001424052970204452104577057871857
381592.html](http://online.wsj.com/article/SB10001424052970204452104577057871857381592.html)