

16. スイス

16.1. スイス NC8

16.1.1. 国別状況

16.1.1.1. 地理的プロフィール

スイスはヨーロッパの中央に位置し、国土面積 41,285 平方キロメートルのうち 25.1%が非生産的な地表 (unproductive surface)、31.8%が森林と木立 (forest and grove)、35.2%が農業利用地域、7.9%が建築地域 (built-up area) である。(p.29)

16.1.1.2. 森林

スイスの国土面積の約 32%が森林に覆われている。そのうちの 50%以上は、標高 1,000m 以上の高地に分布し、アルプス山脈は、最も森林被覆率が高く、特に亜高山帯の草原が放棄されたことにより、現在も森林面積が拡大している。

森林の利用は、高山地帯よりもアクセスが良く、伐採コストが低い中央低地に集中している (木材伐採総量の約 40%)。スイスの森林 (woodland) の 31%は私有地であり、69%は公有地 (public property) である。国有林の大部分は、ブルジョワの共同体や協同組合 (40%)、政治の共同体 (28%、市町村と Canton (州) から成る) に属しており、スイス連邦が所有しているのは、わずか 1%である。第 1 回国家森林インベントリ以降、森林面積は 11%増加。地域差はあるが、これは以前農業に使われていた土地が自然再生した結果である。一方、中央低地 central lowlands (0.9%増) とジュラ山脈の森林面積はわずかな変化に過ぎない (3.1%増)。

第 4 回国家森林インベントリ (NFI4/2009-2017) によると、スイスの森林は 4 億 2,100 万立方メートルの木材を生産。このうち 32%はブナなどの落葉樹 (18%)、68%はトウヒ (43%)、モミ (15%) などの針葉樹である。30 年間で生木の立木量 (standing volume of living trees 森林蓄積) は増加している。第 3 回全国森林インベントリ (NFI3/2004-2006) 以降、スイスの森林の立木量は平均 2.9%増加し、1 ヘクタールあたり 350 立方メートルになった。最も増加したのは、アクセスや開拓が困難な高山林であった。この増加は主に、伐採がわずかに減少したことと、枯死率が低下したことに起因する。

年間の伐採量と枯死率は、8.6 から、年間 8.0 立方メートル/ヘクタールへ減少している。これは主に、NFI2/1993-1995 と NFI3/2004-2006 の期間に、1999 年 12 月の嵐「Lothar」によってスイスの森林で大量のサルベージ伐採と高い枯死率が生じたことに起因している。年平均成長率は 8.9 (NFI2/1993-1995 および NFI3/2004-2006 の期間) から 9.0 立方メートル/ヘクタール (NFI3/2004-2006 から NFI4/2009-2017 の期間) にわずかに増加している。1998 年以降、散在するいくつかの森林地域が FSC システムまたは Q/PEFC システムの下で持続可能な森林経営の認証を取得した。2000 年以降、グループ認証により、より広い地域がこの制度に参加できるように

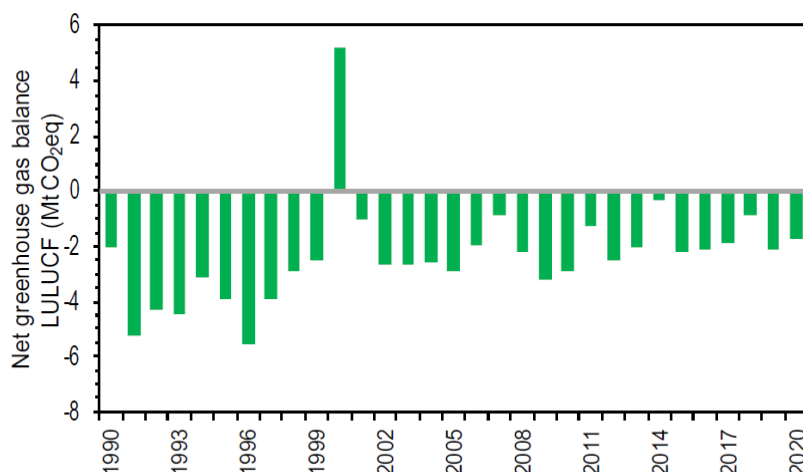
なり、認証林面積は毎年 10 万ヘクタールずつ増加している。2005 年からは、この流れが緩やかになってきた。現在、スイスの森林面積の 51%が 2 つの認証制度のいずれか、または両方の下で認証されている。(p.50)

16.1.2. GHG インベントリ情報

BR CTF の表 1(a)~(d)は、のデータは、1990 年から 2020 年までの期間を対象としており、報告表 (CRF) および 2022 年 4 月に提出された最新の年次インベントリ報告書と一致している。(p.62)

16.1.2.1. GHG 別排出量の推移

1990 年と 1999 年の大嵐 ('Lothar') やその他の要因が、森林の木材伐採と樹木の枯死率に大きな影響を与えたため、LULUCF からの純 CO₂ 排出量/吸収量も年によってかなりのばらつきが見られた。1990 年から 2020 年にかけて、木材伐採は概して増加したが、伐採と枯死による損失は依然として生きているバイオマスプールの成長によって上回っている。全体として、LULUCF セクターにおける純吸収量は、1990 年から 2020 年の間に減少している (図 58)。



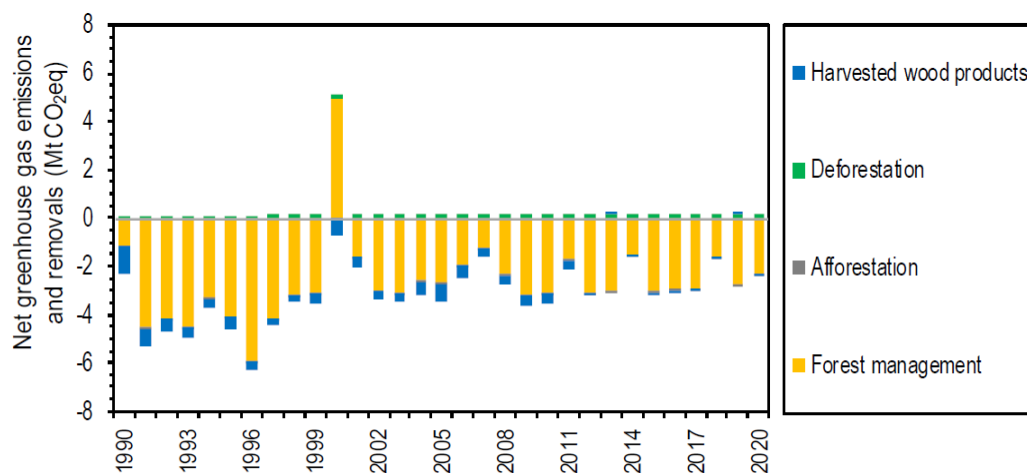
FOEN (2022a)

図 58 LULUCF セクターの GHG 収支 (1990-2020 年)

16.1.2.2. LULUCF の排出源・吸収源別の排出量推移

図 58 は、LULUCF の純排出量と純削減量を示しており、森林のバイオマス動態が主な要因であることがわかる。1990 年から 2020 年の期間を通じて、2000 年を除いて、LULUCF セクターの純量は純排出量を上回った。しかし、年ごとの変動が大きいことがわかる。面積の相対的な変化は比較的小さく、森林経営における年間の純炭素変化の変動は、主に生きているバイオマスプール、枯れ木プール、ごみプールからの炭素損失の変化で説明できる。2000 年の森林経営による純排出量が例外的に高く、翌年の 2001 年の純吸収量が少ないのは、1999 年末の冬の嵐「Lothar」

に由来する。この嵐は森林に大規模な被害をもたらし、引き揚げ伐採による生きたバイオマスの損失を増加させた。伐採済み木材製品プールの変動は、主に製材とパネルの生産量の変動に起因している。紙・板紙の伐採量への寄与は年ごとに変動しているが、製材やパネルの寄与に比べれば小さいものである。排出削減の約束に関して、スイスは京都議定書 3.3 条で新規植林と再植林、森林減少を、3.4 条で森林経営（伐採木材製品を含む）を計上している。それぞれの純排出量と純削減量は Tab.11 に記載されており、図 59 に表示されている。なお、正の値は純排出量、負の値は純吸収量を意味する。CH₄ と N₂O の寄与は、CO₂ の寄与に比べ非常に小さい。(p.72)



FOEN (2022a)

図 59 京都議定書第 3 条第 3 項（植林と再植林）に基づく活動に関する GHG の純排出量と吸収量

京都議定書第 3 条第 3 項（森林減少）及び第 4 項（森林経営、伐採木材製品）の活動に関する温室効果ガス（GHG）の純排出量及び純削減量（1990-2020 年）。正の値は純排出量、負の値は純吸収量を意味する。LULUCF セクターと KP-LULUCF からの排出量と吸収量は、スイス連邦環境局森林課によって計算されている。

16.1.2.3. キーカテゴリー分析

キーカテゴリー分析は、GHG 国別インベントリのための 2006 年 IPCC ガイドラインに従って毎年実施される。レベル評価と傾向評価は、アプローチ 1 とアプローチ 2 の両方について、基準年である 1990 年と報告された最新の年の排出量を考慮して実施される。LULUCF からの排出量と間接的な CO₂ 排出量は、主要なカテゴリー分析に含まれる。アプローチ 2 では、排出量に不確実性を加味している。(p.79)

16.1.3. 政策・対策

16.1.3.1. 排出量取引制度

スイスは、2008年に排出権取引制度を導入した。この制度は、特に、暖房用燃料やセメント製造によるCO₂排出量が多い企業に対して、国際的な競争相手と同じルールでCO₂削減目標に貢献する機会を与えるものである（同時に暖房用燃料やプロセス燃料に対するCO₂課税が免除される）。排出権取引制度は、キャップ・アンド・トレードの原則に基づいている。排出権取引制度の参加者は毎年、実際のGHG排出量を排出権で賄わなければならない（排出権は連邦政府に引き渡されることになっている）。排出量が比較的少ない場合、参加者は、余った排出枠を売却することができ、逆に、排出枠を追加で購入する必要がある。

スイスと欧州連合の排出権取引制度は、2020年1月1日から連動している。GHGを多量に排出する大企業に対する排出権取引制度の義務化や排出権の一部オークションなど、特筆すべき改正が行われ、排出枠の無償割当のルールも統一された。また、排出権の連結には、セクターごとの適用範囲を同一にすることが求められた。そのため、スイスでは、航空機の運航会社とガス焼きコンバインドサイクル発電所を新たに排出権取引制度に組み入れた。スイスで将来稼働する可能性のあるガス焼きコンバインドサイクル発電所は、排出権取引制度で排出枠を購入し、化石燃料の排出量をまかなわなければならない。さらに、CO₂価格は、現在、CO₂税の還付に充てられる1トン当たり121.50スイスフランの外部費用をカバーしなければならない。この制度により、ガス焼きコンバインドサイクル発電所からの排出を相殺する義務はなくなった。

2013年から2020年の間に、排出権取引制度の参加者は、限られた量の国際炭素クレジットをスイス政府に引き渡せるようになった。スイスの排出権取引制度の計画的強化は、欧州連合の関連規定を参考に行われる予定である。排出権取引制度の対象となる産業施設は、2013年から2020年の間に約60万トン（CO₂換算）の排出を削減した。2030年までの強化計画による緩和効果は、まだ推定できない。（p.92）

16.1.3.2. 交渉による削減約束（CO₂賦課金免除のため）

CO₂条例の附属書7に記載されたCO₂集約的な活動を行う企業は、現場でのGHG排出量を削減することを約束すれば、排出権取引制度に参加せずにCO₂賦課金の免除を申請できる（交渉による削減約束）。この場合、技術的に実現可能で経済的に実行可能な、投資回収が4年以内の対策をすべて実施しなければならない。

2020年までの目標は、2013年から2020年までの直線的な削減軌跡に沿って算出された。2021年については、これらの削減目標を直線的に外挿した。2022年から2024年にかけては、2021年比で年間2%のGHG排出量の削減が求められている。

年間1,500トン未満のCO₂排出量の小規模企業は、一定の排出経路をたどる必要はなく、あらかじめ定義された経済的に実行可能な対策（対策目標）をとることにより、CO₂賦課金の免除を

申請することができる。2020年以降の延長は、これまでの措置目標の単純な乗算に基づく（2021年は1.125倍、2024年までは2倍）。

2021年までは、削減目標を達成した企業には国内クレジット（認証）が発行され、これを売却することができるが、その認証は自社や他社の交渉による削減約束にカウントされることはない。（p.99）

16.1.3.3. LULUCF セクターの政策と施策

スイスには、森林保護に関する長い伝統がある。最初の森林法は、1876年に施行された。この法律は、アルプス山脈を対象としており、森林減少を食い止め、残された森林面積を確保し、持続可能な方法で管理し、植林を促進することを目的としていた。1902年に制定された森林法は、国土全体を対象とした。森林法の施行により、19世紀半ばに70万ヘクタールだったスイスの森林面積は、現在130万ヘクタール以上に拡大した。スイスの総森林面積は増え続けているが、森林面積の変化は地域によって大きく異なる。森林面積の増加が最も顕著なのは、アルプス地方と南アルプス地方。中央高原の森林面積は比較的安定している。

樹齢構成により、スイスの森林の大部分は伐採可能な状態にあるため近い将来伐採量は増加するはずである。一方、干ばつ、火災、暴風雨、虫害などによって炭素蓄積量が過剰になった場合、腐敗に起因する大量のGHG排出を回避することができる。一方、森林やその生産物、サービスは気候変動の影響を広範囲に受けるため、森林の気候変動への適応を支援する必要がある。森林の適応プロセスは、再生によって最もよく誘導される。

スイスの森林政策の気候変動に関する目標は、気候変動への耐性を高めることで森林を適応させること、そして高い成長ストックを考慮し、森林の吸収能力を高めるのではなく、他の材料や化石燃料の代替によりCO₂排出を削減することである。可能な限り高い代替効果は、木材のカスケード利用の原則によって達成される。原子力エネルギーの段階的な廃止が計画されており、再生可能エネルギー源が全国のエネルギー供給において重要な役割を果たすことになる（エネルギー戦略2050を参照）。この発展により、エネルギー用木材の利用がより集中し、木材の伐採が増加すると思われる。

森林に関する連邦法（2017年1月1日より施行）の最新の改正は、上記の目標を追求し、気候変動への適応と緩和に関する措置を強化するものである。さらに、最新の改正では、有害生物の防止と軽減のための新たな手段が定義されている。特に、気候変動の緩和は、森林法と森林政策の主要な目的であり、立法措置と行政手続きの一部を形成している。同時に、スイスの森林で持続可能な森林経営を行うことで、木材収穫の可能性を完全に利用し、生物多様性を保全することが想定されている。気候変動緩和の目的には、スイスの森林が持つ気候保護機能の最適化も含まれる。これらの気候保護サービスには、(i)森林への炭素固定、(ii)長寿命の伐採木材製品への炭素固定、(iii)燃料木材の使用による化石燃料の代替（エネルギー的代替）、鉄などのエネルギー集約型

建設資材の木材への代替（材料的代替）などが含まれる。気候保護サービスは、天然資源である「木材」の持続可能な利用を保証するもの。（p.125）

表 22 LULUCF セクターに関する政策・施策の概要

Name of policy or measure ^a	Greenhouse gas(es) affected	Objective and/or activity affected	Type of instrument	Status of implementation	Brief description	Start year of implementation	Implementing entity or entities	Estimate of mitigation impact (not cumulative, in kt CO ₂ eq)	
								2020	2025
Forest Act (sustainable forest management and forest area conservation) *	CO ₂	Limiting harvest to size of growth increment in forests, obligation to compensate for any deforestation.	Regulatory	Implemented	Ban on clearcutting, no deforestation unless it is replaced by an equal area of afforested land or an equivalent measure to improve biodiversity.	First implemented in 1876, main revisions/extensions in 1902 and 1993	FOEN, cantons	NE ^b	NE ^b
Wood Action Plan (implementation of Swiss Wood Resource Policy) *	CO ₂	Ecologically and economically effective use of wood.	Information, education, research	Implemented	Policy package implementing Forest Policy in the area of better use of the wood harvest potential. Primary fields of action are 'Swiss wood value added' and 'climate-appropriate buildings', and the cross-cutting themes communication and innovation.	2009	FOEN	IE ^c	IE ^c
Measures within Forest Policy (objectives and implementation) *	CO ₂	Promote the use of wood and the substitution of carbon-intensive resources.	Information	Implemented	Improvement of conditions for an efficient and innovative forestry and wood industry. Targets for the consumption of sawn timber and timber products and for CO ₂ emission reductions through enhanced use of wood. Long-term target of a CO ₂ balance between forest sink, wood use and wood substitution effects. Given the current age structure of Swiss forests, this implies aiming at increased harvesting rates over the coming years.	2011	FOEN, cantons	1 200	1 200

前回提出時と比較して、政策と措置の「木材行動計画」と「森林政策 2020 内の措置」は、それぞれ「木材行動計画（スイス木材資源政策の実施）」と「森林策内の措置（目標と実施）」に名が変更された。

森林法（持続可能な森林経営と森林地域の保全）（p.127）

1993 年に改正された森林法は、森林面積と自然生態系としての森林を保護するというスイスの長年の伝統を再確認するものである。持続可能な森林経営を規定し、皆伐を禁止し、同面積の植林地または生物多様性を向上させる同等の措置に置き換ええない限り、森林伐採を禁止している。平均して年間 1080 万立方メートルが増加し、平均して年間 920 立方メートルの伐採と枯死が発生すると、年間 160 万立方メートルが未伐採となる（NFI3/2004-2006 と NFI4/2009-2017 の調査期間の値；Brändli et al.連邦政府はスイスの年間木材収穫量を増やしたいと考えている。国内の建築・エネルギー用材を供給するための森林の持続可能性が完全に活用されていないからである。

緩和効果の見積もりについて定量的な推定値はないが、その影響はプラスであると想定される。「自然攪乱の回避」や「森林の適応」といった要素を含むシナリオを定義することは困難であり、ほぼ不可能である。なぜなら、そのようなシナリオには多くの推測が含まれるためである。さら

に、これらの要素の緩和効果は森林生態系の機能にとって非常に重要であるが、スイスの現在の国家 CO2 予算にとってはわずかな重要性に過ぎない。したがって、定量的な情報は提供されていない。木材の積極的な普及は、伐採された木材製品のプールにはプラスの影響を与えるが（より多くの炭素が貯蔵される）、森林に貯蔵される炭素には逆の影響を与えるだろう。現在、様々な森林経営・木材利用シナリオの CO2 効果を定量化する研究が行われている（2023 年に結果が出る予定）。

ウッド・アクション・プラン（スイスの木材資源政策の実施） (p.127)

木材資源政策は、スイスの持続可能な開発戦略を支えている。森林、気候、エネルギー、地域政策などの分野別政策や、国連の持続可能な開発目標に大きく貢献している。この政策は、スイス連邦環境局が主導している。(i) 「スイスの木材付加価値」(スイスの林業と木材付加価値ネットワークおよびスイスの森林からの木材市場の活性化と発展) と「気候に適した建物」の 2 つの優先分野、(ii) 「コミュニケーションとイノベーション」の横断的テーマで、主に木材行動計画を通じて関連パートナーと共に実施されている。2021 年、ウッド・アクション・プランの新しいプログラム・フェーズが始まった（2021-2026 年）。緩和効果の見積もりについて定量的な試算はないが、木材アクションプランの全体的な緩和効果はプラスであると想定される。気候変動に適応した建築物」の推進は、伐採された木材製品のプールに蓄えられる炭素を増加させる。気候変動に適応した建築物 "という目標を含むシナリオを定義し、モデル化することは、多くの推測を含むため、困難である。そのため、定量的な推計ではなく、説明的な推計のみを行った。木材を材料として使用し、その後エネルギーとして使用することを目指すことにより、長寿命の伐採木材製品に蓄えられる炭素が増加するため、全体の緩和効果はプラスになると推定される。LULUCF セクターでは、伐採された木材製品の緩和効果のみを計上することができる。代替効果による緩和影響は、間接的にエネルギーセクターに反映される。

森林政策における施策（目的と実施方法） (p.128)

2011 年にスイス連邦議会で承認された「森林政策 2020」は、1993 年の森林法と 1992 年の森林条例を基礎に、その改善のきっかけを作るための戦略文書である。その結果、森林政策 2020 の中間評価に基づき、2017 年に森林法および森林条例が更新された。2020 年以降の期間については、「森林政策」(旧追加「2020」は明記されなくなった) は 2021~2024 年の期間について更新・補完され、「森林政策：目的と対策 2021~2024」として定義され、継続される。

森林政策は、効率的で革新的な林業と木材産業のための有利な条件を作りながら、持続可能な森林経営を保証するものである。この政策では 11 の戦略的目標を掲げている。その中で最も大きな課題となっているのは、(i) 潜在的な持続可能な木材供給の開発、(ii) 気候変動の緩和と回復力の強化への貢献、(iii) 保護林サービスの維持、(iv) 近自然生態系としての森林保全による生物多様性の増加、そして (v) 空間分布における森林面積の保存の 5 つの目標であると特定されている。

森林政策には、すべての目標に付随する戦略的かつ具体的な手段、指標、目標値が包括的に盛り込まれている。緩和に関する例としては、(i) 森林政策の下、2030年までに製材と木材製品の消費を2008年比で20%増加させること、(ii) 同時に、木材の利用強化による代替効果を1990年比で年間120万トン（二酸化炭素換算）の増加を図ること、(iii) 長期的に、森林吸収、木材利用、木材代替効果間の持続的均衡を図ることなどがある。

森林政策によれば、代替による緩和効果はCO₂等価物120万トンと見積もられている。定性的評価については、4.7.3節と4.7.5節を参照。120万トンのCO₂等価物の推定削減効果は、材料とエネルギーへの木材の使用によるもので、他のセクターで達成された削減効果を含む。例えば、エネルギー産業、建築・住宅、工業プロセスなどにおいて、化石燃料やCO₂を多く含む材料（セメントや鉄など）を木材に置き換える場合などである。このため、これらの他のセクターに影響を与える政策や施策の緩和効果の個別推計と重複する場合があるが、予測や政策・施策の総合効果の推計においては、二重計上を慎重に避ける（材料や化石燃料の代替による緩和効果は、LULUCFセクターのWEM及びWAMシナリオでは計上されていないため）。想定される製材及び木材製品の消費量の増加は、森林に蓄積される炭素の減少をもたらすが、その代わりに、長寿命の伐採木材製品に蓄積される炭素の量を増加させるであろう。さらなる情報がないため、スイス連邦環境局（FOEN）によれば、2020年と2025年について120万トンのCO₂換算の緩和効果が報告されている。現在、木材の材料やエネルギーへの代替効果をより詳細に分析するフォローアップ研究が進行中。

森林法（2017年改正による変更点）（p.128）

2017年、改正版森林法が施行された。改正森林法では、持続可能で自然に近い造林方式で生産された木材を普及させるための措置がうたわれている。これらの木材振興策の目的は、伐採された木材製品の使用によるCO₂排出量の削減である。2017年以降、スイス政府は、自国の建築プロジェクトにおいて、適切であれば、上記の基準に適合した国産材を使用することを義務付けている。さらに、改正森林法の第28a条（「気候変動に対する予防措置」と題する）は、連邦セクターの法律で初めて、気候変動への適応の問題を明確に取り上げた法規定である。改正森林法により、スイス政府は、スイスの森林の適応能力を高める目的で、適応策を財政的に支援している。さらに、改正森林法では、保護林以外での外来種対策も認めている。外来種の害虫、例えば最近数が増えているアジアオオカブトの駆除も行われる予定である。定量的な試算はないが、全体として森林法（改正2017年による変更）の緩和効果はプラスと想定している。

- 中長期的には、気候変動の緩和努力は適応なくしては維持できない。スイスの適応型森林経営は、気候変動に適応していない森林の崩壊による大きな排出を回避することを目的としている。森林法は、適応策によってスイスの森林を将来の気候条件に備えることを定めている。この目標を達成するためには、短期的には、森林経営による排出量の増加が予想されるが、

長期的には、吸収によってそれを補うことが必要である。スイスの森林は、炭素蓄積量が多いことが特徴である。このような古い森林をより安定した若い森林に転換するには、バイオマスの減少が必要であり、伐採したバイオマスが完全に伐採木材製品に転換されないと、純排出量が発生することになる。さらに、気候の変化とそれに伴う林分特性の変化により、特定の林分では樹種構成の変化が必要となる場合がある。この樹種構成の交換は、通常 10 年単位で行われる。これらの措置による CO2 排出量は、中程度か少ないと予想される。

- 外来種の対策により、虫害による樹木の枯死による CO2 排出を回避することができる。
- 木材の利用をより積極的に促進すること（例えば、連邦ビルの建設に対するコミットメント）は、伐採された木材製品のプールが増加するため、プラスの緩和効果を持つ。

16.1.3.4. 対応策の経済的・社会的影響（悪影響の最小化）

一般的に、スイスは、化石燃料に補助金を出していない。しかし、定義によっては、化石燃料の補助金とみなされる政策もあるが、これらの政策は、スイスで消費される少量の化石燃料にのみ適用される。連邦レベルでは、林業従事者や農民を含む化石燃料の使用者にいくつかの免税や減税が限定的な支援を行っている。これらの特定分野における鉱物油税の免税措置は、スイス連邦議会の補助金報告書の付録 3 に記載されている（スイス連邦議会、2008 年）。(p.136)

16.1.4. 政策・施策の予測および総合効果

16.1.4.1. 予測シナリオ

スイスでは、以下 3 つのシナリオに基づき GHG 排出量が予測されている。

- 「既存の対策あり」(With Existing Measures: WEM) シナリオは、現在実施・採択されている政策・対策を包含している。WEM シナリオは、(2022 年夏時点の) 法律の現状を反映し、既存の政策・措置の強化（現行法の下で予見される強化）を考慮したものである。
- 「対策なし」(Without Measures: WOM) シナリオは、実施済み、採択済み、および計画中のすべての政策・施策を可能な限り除外したもののだが、WOM シナリオでも技術進歩の自律的な普及は行われ、エネルギー効率は徐々に改善される (WEM シナリオよりも明らかに遅い)。
- 「追加的措置あり」(With Additional Measures: WAM) シナリオは、実施済み、採択済み、および計画中の政策や措置を含むもの。WAM シナリオは、WEM シナリオで検討されたすべての政策と措置に加え、既存の政策と措置の強化計画、およびまだ具体化されていないがスイスの気候緩和への貢献をさらに前進させるために計画されている新しい政策と措置を考慮したものである。

LULUCF に関しては、他のすべてのパラメータはすべてのシナリオで同じであるため、WEM シナリオと WOM シナリオの違いは、森林経営慣行の異なる仮定から生じる。WEM シナリオでは、伐採が増加し、LULUCF セクターが純発生すると仮定し、2021 年から 2035 年までの期間で WEM

シナリオと WOM シナリオの差は 150 万トンから 230 万トンの CO₂ 相当量となる。WOM シナリオで想定される伐採率は、1990 年から 2006 年の間に観察された最近の森林経営の継続から導かれるもので、長期的には持続不可能な森林立地につながり、とりわけ、気候変動に対する森林の適応能力を危うくする可能性がある。したがって、炭素貯留に関して（短期的には）プラスの効果があるにもかかわらず、WOM シナリオは、望ましい政策オプションとは考えられない。より詳細には、土地利用、土地利用変化及び林業セクターからの以下の排出と吸収が、異なるシナリオの下で予測されている。

- WEM シナリオでは、林地における森林経営によって、2021 年から 2035 年の間に、年間-290 万トンから-110 万トンの CO₂ 換算の吸収量が正味で発生することになる。LULUCF セクターの合計では、2021 年から 2035 年の間に、年間-230 万トンから-50 万トンの CO₂ 換算の正味吸収量が発生する。
- WOM シナリオでは、林地での森林経営により、2021 年から 2035 年の間に-440 万トンから-340 万トンの CO₂ 換算の吸収量が正味で発生することになる。LULUCF セクターの合計では、2021 年から 2035 年の間に-380 万トンから-280 万トンの CO₂ 等価物の純削減が行われる。
- WAM シナリオでは、林地における森林経営の実施により、2021 年から 2035 年の間に 0.6 百万トンから 1.1 百万トンの CO₂ 等価物の純排出量が発生する。LULUCF セクターの合計では、2021 年から 2035 年の間に 110 万トンから 170 万トンの CO₂ 等価物の純排出量が発生する。(p.142-148)

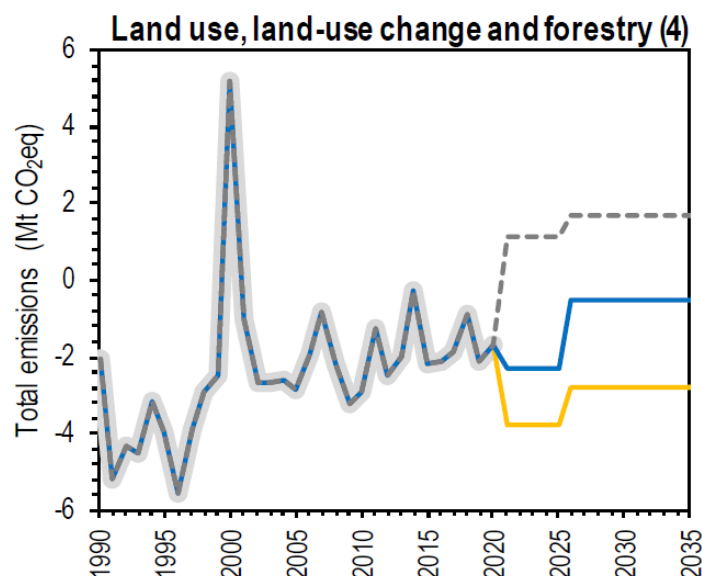


図 66 セクター別の WEM、WOM、WAM シナリオに基づく GHG 排出量
(LULUCF のみを抜粋)

- スイスの最新の GHG インベントリで報告されているインベントリデータには、1990 年から 2020 年までが含まれている。2021 年以降は、3 つのシナリオのシミュレーション結果が示されている。ただし、森林セクターでは、モデル Massimo によるシナリオとシミュレーションは 2006 年から開始されるため、2006 年から始まるシナリオ間で経路が異なり、2006-2020 年の観測値とも異なっている。モデル Massimo は、10 年間隔で計算を行い、その間はデータを一定に保つことで、段階的な出力を実現している（2006 年、2016 年、2026 年、2036 年の値が利用可能である）。
- WEM シナリオは、現実を完全に反映したものではない。本報告書で使用したシナリオは、もともと森林開発目的で作成されたものであり、UNFCCC の下での報告用ではない。WEM シナリオの基となったスイスの森林政策では、達成すべき目標が定められているが、目標未達時の「罰則」を含まないという意味で、その対策は厳しいものではない。最近の管理手法を反映した WOM シナリオは、計測に基づくシナリオではなく、確率的なシナリオである。現実に適用されている森林経営は、WOM シナリオと WEM シナリオで想定される森林経営の中間に位置する。
- さらに、モデル推定値と観測値とのずれにつながる方法論的な課題もある。その一つは、モデルが第 2 次全国森林インベントリ（NF12/1994-1996）と第 3 次全国森林インベントリ（NF13/2004-2006）に共通の森林プロットで実行されるのに対し、実際のインベントリデータは、インベントリの時点で森林であるすべてのプロットに対して有効である点である。また、シミュレーションと（より詳細な）インベントリ推定では、若干異なるアロメトリック関数が使用されている。

16.1.4.2. 方法論

スイスの GHG 排出シナリオを設定するために適用された手法は、GHG インベントリの実データとの整合性を常に確保しつつ、各セクターの特性に合わせたものである。各セクターで使用されたモデルと手法を表 33 に示す。（p.158）

表 33 スイスの様々なセクターからの GHG 排出量を予測するために使用されるモデルやアプローチの概要

	Gases	Type and characteristics of approach or model	Original purpose of approach or model	Strengths and weaknesses	Accounting of overlaps and synergies
1 Energy ⁶⁶ (including international transport)	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Model network of various energy system models. The resulting energy demand is transferred to the national air pollution database EMIS to calculate emissions of greenhouse gases.	Energy perspectives 2050+ of the Swiss Confederation to develop an energy system that is compatible with the long-term climate goal of net-zero greenhouse gas emissions by 2050 and, at the same time, ensures a secure energy supply.	Comprehensive simulation of Switzerland's energy system (due to the level of detail, development takes several years), simultaneously taking into account the medium to long-term climate and energy policy targets.	Accounts implicitly for the overall interactions between the effects of different policies and measures, direct and indirect rebound effects, as well as spill-over effects in all economic sectors.
2 Industrial processes and product use	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ , NF ₃	Bottom-up estimates according to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.	Greenhouse gas inventory (no fundamental adjustments needed).	Calculations at the level of single processes, requiring a full set of projections of activity data and emission factors.	Policies and measures are assumed to target distinct sources of greenhouse gases, i.e. overlaps and synergies are considered negligible.
3 Agriculture		Stochastic empirical single tree forest management scenario model (Massimo) for CO ₂ , simple assumptions for CH ₄ and N ₂ O.	Projections of the development of forest resources.	Specifically designed to reflect the characteristics of Swiss forests, based on data from the national forest inventories.	
4 Land use, land-use change and forestry		Bottom-up estimates according to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.	Greenhouse gas inventory (no fundamental adjustments needed).	Calculations at the level of single processes, requiring a full set of projections of activity data and emission factors.	
5 Waste					
Indirect CO ₂	Indirect CO ₂				

LULUCF (p. 169-171)

LULUCF セクターの GHG 排出量を予測するために、連続する 3 回の国家森林インベントリのデータに基づく確率的経験的単木森林経営シナリオモデル (Massimo) を使用。このモデルは、スイスの森林の特徴を反映するように特別に設計されている。Massimo は、京都議定書の第二約束期間 (2013-2020 年) の森林経営に関するスイスの森林経営参照レベル、およびパリ協定の林地に関するスイスの森林参照レベル (FRL) の算出にも使用されている。このモデルは主に、単木の成長コンポーネント、木材伐採コンポーネント、生長に関するコンポーネントで構成されている。これらのモデル構成要素と枯死率は、以下に詳述するように、森林インベントリのデータから経験的に導出されている。

- 単木の成長：単木モデルを用いて単木成長を推定する。これは、胸高直径、対象樹種の胸高断面積、競争指数、立地肥沃度、標高、樹齢に依存する。樹齢の推定は、国有林インベントリのサンプルプロットの樹木の年輪分析から導き出されたモデルに基づいている。成長速度も考慮されている。
- 木材伐採の構成要素：均質林 (森林面積の 80% を占める) の年間皆伐面積を算出するため、以下の輪伐期間を想定している。高山地帯では、非常に良い場所では 90~110 年、良い場所では 110~130 年、中程度の場所では 130~150 年、悪い場所では 180 年である。成熟した森林は、天然更新を促進するために 20~30 年の期間で伐採される。これはスイスの林業の常

識であり、国の森林インベントリのデータにも反映されている。間伐は、前回の間伐から胸高断面積合計が 10%増加した時点で行われる。この基準により、森林が輪伐期間中に成熟した木材の育成段階に到達することが保証される。モデルで実行される間伐技術は、国有林インベントリから導き出されたものである。

- 参入量：更新プールをシミュレートせず、参入量（スイス国有林インベントリの 12 センチメートルの直径尺の閾値を超えて成長した樹木）を直接シミュレートすることで、林分、サイト、環境特性にもとづき、本数、直径、主要樹種をシミュレートする。
- 枯死率：アップデートされた枯死率モデルは、樹種、胸高断面積合計、胸高直径に依存する枯死率を二次項として定式化している。枯死率モデルは、密度依存性（すなわち、胸高断面積合計の増加により枯死率が増加する）と齢依存性枯死率（すなわち、胸高直径への U 字型依存性は、森林の自己間引き期と老木の両方で大きな枯死率を示す）を考慮している。

Massimo は、2006 年から 10 年ごとに、スイスの森林の炭素蓄積量、伐採率、総成長量の時系列データを生成する。このモデルは、生産的な森林に蓄積された炭素の変化に関する情報を提供する。CO₂ 以外のガスの排出量や吸収量の変化は、このモデルでは計算されない。山火事の発生に変化はないと想定している。また、植林・伐採面積の推移についても想定していない。したがって、2035 年まで、生産林からの非 CO₂ 排出量、植林・伐採による排出量・吸収量は、1990 年から 2020 年までの排出量・吸収量の平均値と等しいと仮定する。

LULUCF セクターについては、上記の通り、林業セクターの詳細な予測のみが利用可能である。LULUCF セクターにおける GHG の純排出・吸収は、カテゴリ 4A1「林地残材」の GHG フラックスによって支配されているので、このセクターの他の全てのカテゴリがそれぞれ純排出・吸収の現在のレベル、すなわち 1990 年から 2020 年の期間の平均を維持すると仮定して、このカテゴリに焦点を当てた予測がなされている。カテゴリ 4A1 は、パリ協定における管理林地 (MFL)（土地利用型計上）を直接表しており、京都議定書における森林経営活動と密接に関連している。Massimo を使用し、将来の伐採率を定義して森林経営シナリオを導き出し、WEM、WOM、WAM シナリオでの GHG 収支を計算した。このシナリオは、UNFCCC で報告された全てのプールからの純排出量と純削減量を含んでいる。計上上、森林経営による純排出・吸収は、京都議定書の森林経営参照水準 (FMRL) およびパリ協定の森林参照水準 (FRL) との関連で考慮されなければならない。

WEM は、スイスの森林における潜在的な持続可能な木材供給量のレベルまで伐採率を明確に増加させることを定義している。政治的措置 (WOM) がなければ、スイスの森林の立木量はさらに増加するため、スイスの森林はかなりの CO₂ 吸収源として機能し、気候変動の将来の課題に関して不安定な森林構造につながり、持続可能な森林経営の目的は達成されない。追加対策シナリオ (WAM) は、FOEN の目標 2 に基づいており、スイスの森林の回復力を向上させ、気候変動への

適応と緩和の可能性を最適化する条件を備えた森林立地を目指すものである。森林政策には、森林適応に関する一般的な記述があるが、モデリングに使用する具体的な方策はまだ詳細に定義されてはいない。

表 36 WEM、WOM、WAM シナリオで LULUCF セクターからの排出量予測に使用した仮定

	WEM	WOM	WAM
Forest area, afforestation, deforestation	The forest area as well as the changes in forest area (afforestation, deforestation) are calculated using an extrapolation of the trend 1990–2009 (values derived from the Swiss land use statistics AREA, SFSO, 2021).	Identical assumptions for all scenarios.	Identical assumptions for all scenarios.
Forest management, political measures	In order to reach the optimal combination of the objectives identified in Switzerland's Forest Policy (section 4.7.4), it is important that Swiss forests are managed in a sustainable way. The WEM scenario reflects all policies and measures adopted until 2009.	Policies and measures are not explicitly considered in this scenario.	In the WAM scenario, a steep decline decrease in carbon stocks is established through increased harvesting rates, to create forest stands with optimal conditions for adaptation to climate change and improving the resilience through natural regeneration or planting. This long-term objective is generally described in objective 2 in FOEN (2021). Further, all climate services of the forest (sequestration in forest biomass, carbon storage in wood products and substitution effects) are optimised.
Harvesting rates	Objective 1 in FOEN (2021) aims at exploiting the potential sustainable wood supply: harvesting rates have to further increase to 8.2 million cubic metres in 2030. Afterwards, harvesting rates are assumed to stay at this level (Stadelmann et al., 2021). This aim is also based on Switzerland's wood policy: increase wood production by 2025 (FOEN/SFOE/SECO, 2021).	Under the WOM scenario, it is assumed that the management practices observed between 1990–2009 (periods of NFI1/1983–1985, NFI2/1993–1995 and NFI3/2004–2006) are continued. The harvesting rates correspond to the continuation of these recent management practices and are strongly related to the age class distribution. This scenario is also used for calculation of Switzerland's forest reference level for accounting for forest land under the Paris Agreement (Stadelmann et al., 2021).	Under the WAM scenario, harvesting rates are strongly increased until 2035 in order to lower growing stock to 300 cubic metres (Stadelmann et al., 2021).
Other categories and greenhouse gases	As greenhouse gas net emissions and removals in the land use, land-use change and forestry sector are dominated by greenhouse gas fluxes in category 4A1 'Forest land remaining forest land', projections are focussing on this category, assuming that emissions by sources and removals by sinks from all other land uses (including emissions of CH ₄ and N ₂ O) remain constant (at the level of the respective mean over the years 1990–2020).	Identical assumptions for all scenarios.	Identical assumptions for all scenarios.

前回の提出資料と比較した主な相違点

スイスが前回提出した GHG 排出シナリオと比べ、異なるセクターの計算において、方法論と仮定に関する以下の最も重要な変更と改善がなされた。LULUCF セクターでは、3 つのシナリオすべてについて最新の結果が利用可能になったため、前回提出されたものと比較していくつかの再計算（改善）が行われた。第一に、スイスの森林経営基準レベルの技術的修正と同じ方法論的

改善が実施された。第二に、スイスの森林参照レベル（FRL）策定との関連で、いくつかのシナリオを定義し、テストした、その中から3つを本報告書に使用した（表 36 参照）。シナリオの定義は、前回提出された課題とは異なる。

16.1.5. 脆弱性評価、気候変動の影響と適応策

16.1.5.1. リスクと機会の評価

2060年の時間地平における気候変動のリスクと機会を文書化し、今日の視点からその相対的重要性を評価している統合報告書の主な結果は、スイスに影響を及ぼす可能性のあるすべてのリスクと機会のリストと、適応の取り組みが重視されるべき主要なリスクと機会の短いリストである。これらの主要なリスクと機会には、森林火災の危険性も含まれる。（p.189）

16.1.5.2. 生物多様性

スイスに豊富にある多様な生息地の半数近くが脅威にさらされている。評価された167種類の生息地のうち、59%が国家的優先度を持つ生息地である。国家優先生息地のリストには、8つの異なる生態系タイプから98の生息地タイプが含まれ、そのうち39パーセントは優先度が高いか非常に高く、81パーセントは国のレッドリストに掲載され、28パーセントについてはスイスが国際レベルで中程度から高い責任を負っている。優先的な生息地タイプの割合が平均以上である生態系には、湿地（隆起湿地を含む）、水域（そのうち主に水路）、および荒地、農地、林地に広範囲に利用されている生息地が含まれる。国家的に重要なビオトープ（国営湿地、沖積地帯、両生類産卵場、乾燥草地、牧草地）を保護下に置くことで、これらの特に貴重な生息地の面積損失は遅くなっている。しかし、窒素の投入、水の流れの変化、放棄、不適切な管理、その他の圧力により、質の低下が続いている。現在の評価では、隆起した湿地は著しく乾燥し、その結果、炭素貯蔵機能を失い、CO₂ 排出源となっている。また、乾燥した草地や牧草地、フェンスでは木質化が進み、生物学的品質が低下している。気候指標値（平均気温と湿度）の変化は、特に居住区で顕著に見られる。今日、この生息地の植生は、熱や干ばつの指標となる種で構成されることが多くなっている。居住区は、森林や農業地域よりも早く加熱している。（p.197）

遺伝子の多様性

スイス・ストーン・パインは、樹齢500年にもなる、樹木の香りが漂う高木の「女王」である。しかし、このまま温暖化と乾燥化が進めば、低地のトウヒ、モミ、マツ、落葉樹などの成長の早い樹木に駆逐される恐れがある。研究調査によると、標高の高い場所にある若木は、現在と将来の気候に対応する遺伝子を備えていること、また一方で低標高の若木の大半は「間違った」遺伝子変異を持っており、温暖で乾燥した気候ではもはや有利ではないことがわかった。さらに、狩猟やスキーによる被害、温暖な気候がもたらす病気の原因となる菌類などの問題が重なり、スイス・ストーン・パインは、ある地域では、局所的に絶滅してしまう可能性がある。さらに、スイス

ハイマツでは、近親交配が進み、個体間の交流が難しくなっている。スイスハイマツは、カラムツと共に、高木林帯の典型的な森林生態系を形成しているため、生物多様性全体のバランスが崩れてしまう。マツカケスに加え、これらの森林に自生する多くの菌類、地衣類、昆虫類にも影響が及ぶだろう。

生物多様性の予測

既存の観測結果とモデルの結果に基づき、気候変動がスイスの生物多様性に及ぼす将来的な影響について、いくつかの予測を立てることができる。地球の気温が平均 2.2 度上昇すると、樹木の並びが高度で 400 メートルほど上に移動する。多くの種が、急速に進む気候変動についていけなくなる。

スイスの生物多様性は、保護区、優先地域、エコロジカルネットワーク、持続可能な土地利用によって成り立っている。連邦政府と州は、生物多様性を保全し、促進するために、すでにいくつかの具体的な対策を講じている。例えば、国家的に重要なビオトープの調査、農業地域における森林保護区や生物多様性優先地域の設立、水域の再活性化への参画などが挙げられる。生物多様性のための指定地域は過去 25 年間で増加したが、絶滅危惧種の個体数の減少や希少な生息地の減少を食い止めるにはまだ十分な規模ではない。スイス連邦議会は、対策と資金調達の必要性を認識し、2012 年に「スイス生物多様性戦略」(Swiss Confederation, 2012) を採択した。すべての保護地域と連結地域からなる生態系インフラの整備は、関連する行動計画の主要施策の一つである。そのためには、保護区を強化・改善し、面積の損失と断片化の傾向を逆転させ、生息地の機能性を高める必要がある。

16.1.5.3. 森林・林業

森林生態系とそれが提供する商品とサービスは、干ばつ、熱波、森林火災、嵐、またはキクイムシの蔓延のような生物学的災害を通じて、気候変動によって大きな影響を受ける可能性がある。森林で起こるゆっくりとしたプロセス（木の成長、種の散布、遺伝的適応など）に比べ、気候変動は森林の潜在的な自然適応プロセスを圧倒する速度で起こっている。その結果、木材生産や自然災害からの保護など、重要な森林製品およびサービスが減少する可能性がある。このことは、現在 8 万人近くを雇用しているスイスの林業や木材産業にも影響を与える。

樹木の成長、枯死率、植生の変化 気候変動は、樹木の種類や森林の構成に様々な形で作用する。気候変動は、干ばつに弱い種の樹勢を弱め、干ばつに強い種の競争力を高める。樹林帯は主に夏の気温によって決まるため)、温暖化によって上方へ移動する。しかし、1900 年以降に観察された樹木限界線の上方への移動は、気候の変化だけでなく、高地での牧草地の放棄によっても引き起こされている。春の最低気温の変化（極端な寒冷現象の減少）により、ヨーロッパトネリコ (*Fraxinus excelsior*)、シルバーファー (*Abies alba* Mill.)、ワイルドチェリー (*Prunus avium* L.)、

シカモア (*Acer pseudoplatanus* L.)、セジロガシ (*Quercus petraea*)、ヨーロッパブナ (*Fagus sylvatica* L.) が成虫個体の高度上限で再生に成功しつつあり、さらにそれを越えた高度にあるブナは再生が進んでいる。しかしこれは遅霜現象によるリスク増大を意味する。

内アルプス乾燥谷では、気候変動が植生変化の主な原動力となっている。スコツツマツ (*Pinus sylvestris* L.) が現在、乾燥現象の強化に関連して高い枯死率を示しているのに対し、亜地中海性パブセントのオーク (*Quercus pubescens* Willd) は局所的に生息数が増加している。干ばつ現象における松の成長は低下するだけでなく、水力特性が干ばつに弱いため、水ストレス下で造られた木材の品質も低くなる。

干ばつが樹木に与える影響を高める重要な要因は、森林の窒素の沈着である。評価により、干ばつストレスと窒素の沈着が重なると、干ばつの樹木への影響が増幅されることが明らかになった。スイスの森林における年間平均窒素沈着量は約 20 キログラムであり、低地の農業地帯でははるかに高い割合である。

気候変動は、新生植物が森林に侵入する能力を高め、「侵略的エイリアン」として機能するケースもある。スイスの南アルプス地方(ティチーノ州、グリソン州)では、ツリーオブヘブン (*Ailanthus altissima*) が侵略的な植物となった。北部地域では、ツリーオブヘブンは主に暖かいフェーン風の影響を受ける地域や町で見られる。特に、他の樹種の競争力が低い、浅い岩場や乾燥した場所で成功する。ツリーオブヘブンの葉には毒性があり、狩猟動物はそれを食べることを避けるので、森林に侵入して広がるには有利である。

報告された知見は、樹木の生態生理学に関する現在の知識と一致している。しかし、気候変動が森林に与える影響は、地方や地域の立地条件、害虫、病気、昆虫の影響、特に高地では農業慣行の変化など、他の多くの要因によって変化するため、将来の森林構成を予測することは難しい。スイスでは、森林経営計画のために、高度植生帯のために開発されたサイトタイプが使用されている。現在、高度植生帯は気候変動シナリオに基づいてモデル化され、実現可能な将来の樹種を選択する際に実務者の指針となっている。気候モデルで観測・予測されたとおりに開発が進めば、樹種構成に大幅なシフトが起こりオーク種のような乾燥に強い樹木が好まれる一方、ノルウェー・スプルースのように寒冷湿潤気候に適応する樹木は標高の高い場所に限定されるだろう。(p.202)

16.1.5.4. 適応策の実施を支援する措置

国立気候サービスセンター(NCCS)

スイスは 2015 年に気候サービスのための国家センターを設立した。このセンターは、9 つの連邦政府機関や研究所、学术界のパートナーで構成される国家的な取り組みである。NCCS は、国の適応戦略とそれに関連する行動計画に基づき、全国的なネットワークとバーチャルセンターとして組織されている。NCCS は、純粋な気候データから、適応策や緩和策に携わる様々なアクターに対する個別支援まで、気候サービスのバリューチェーン全体を扱う。NCCS はその目標を達

成するために、主要なステークホルダーを巻き込み、さまざまなプロバイダーや利益団体の要求を収集し、それに応じて優先順位を設定している。具体的な研究では、人間と動物の健康、自然災害とリスク管理、害虫の蔓延、森林機能などの問題を扱っている。(p.210)

気候変動の影響を最も受けるセクターにおける適応に関する最新情報 (p. 214)

自然災害の管理

スイス連邦議会の適応戦略において、自然災害管理セクターの5つの行動分野が特定されている。これらの活動分野は、アルプス、中央高原、ジュラ山脈での洪水、集中豪雨と重力過程、アルプス地域の保護林への影響に対処するものである。統合リスク管理戦略の実施は、大きな課題となっている。現在進行中の対策に加え、気候変動による被害の可能性を減らすための新たな対策がますます重要になってきている。スイスの適応戦略によると、対策は以下の分野に重点を置くことになっている。

- ・ 過大な負荷に対応するために設計された防護構造物。防護構造物の計画段階で過負荷のケースを考慮し、常にメンテナンスを行い、その機能を確保する必要がある。また、保護林は常に再生される必要があり、気候の変化を考慮し、樹種の選択に反映させる必要がある。

Plant Health Network (2021年に設立)は、新しい病害虫の導入や蔓延からスイスの栽培植物や森林植物の健康をよりよく守ることを目的とする。

森林と林業 (p.218)

スイス連邦議会の適応戦略とその行動計画 2020-2025 および行動計画 2021-2024 の森林政策は、気候変動によるリスクが高いとされる3種類の森林に焦点を合わせている。(i) 再生が不十分で安定性が低下している保護林(約68,000ヘクタール)、(ii) 干ばつや風害、キクイムシの侵入に弱いスイス低地の針葉樹が多い森林(約50,000ヘクタール)、(iii) 中央アルプスやその他のスイスで特に乾燥しやすい気候に敏感な森林や、森林火災の危険性がある地域に大量の乾燥材を持つ場所、例：ティチーノ州、ヴァルキート州など、である。

適応策では、適切かつ十分な再生を通じて、将来のリスクを低減し、森林の適応能力を高めることを目的として、若い森林立木の手入れに重点を置いている。これには、将来起こりうる気候を考慮し、高い適応能力を持つ可能性のある樹種の促進も含まれる。これらの対策は、連邦政府と州からの技術的・財政的支援を受け、公共および民間の森林所有者が実施する(環境プログラム協定 2020-2024、FOEN、2018b に規定されている)。ウェブ上のツールは、特定の森林の場所で最も気候に適した樹種の技術的ガイダンスを提供する。さらに、スイス連邦環境局および州は、55,000本以上の樹木を用いた科学的実証プロジェクトを支援している。このプロジェクトは、スイス連邦森林・雪・景観研究所が、スイス国内の59カ所で実験的な植林を行いながら進めているものである。その際、7つの異なる産地の18種類の樹木が長期的なテストにかけられる。

16.1.6. 資金源及び技術移転

スイスは、多国間および二国間協力や、様々な多国間機関（特に多国間開発銀行、緑の気候基金（GCF）、地球環境ファシリティ（GEF）、適応基金（AF）、国連機関）の運営組織への参加を通じて、その任務における有効性と一貫性の向上を非常に重要視している。さらに、あらゆる政策レベルで戦略的パートナーシップを確立し、民間企業や市民団体を含むすべてのステークホルダーとの対話を強化することが、スイスの気候変動に関する国際的な取り組みの基本方針である。（p.230）

16.1.6.1. 多国間活動

GCF の目的は、国際社会が合意した地球温暖化を 2 度以下に抑えるという目標の達成に向け、1.5 度に抑える努力を進めながら、世界的な努力に大きく、意欲的に貢献することである。持続可能な開発から最も脆弱な国に焦点を当て、低排出技術や気候変動に強い開発へのパラダイムシフトを推進している。2015 年から 2018 年にかけて、スイスは GCF に合計 1 億米ドルを拠出した。第 1 回公式補充期間（First Formal Replenishment Period）に 1 億 5 千万米ドルを拠出し、初期資金動員期間 Initial Resource Mobilisation Period（2019～2022 年）と比較して 50%増額している。（p.232）

グローバル環境ファシリティ（GEF）

GEF は、気候変動、生物多様性、土地劣化、森林、オゾン層、残留性有機汚染物質、国際水域に関するプロジェクトに支援を提供しており、スイスは、1991 年の設立以来支援している。2014～2018 年の第 6 次増資におよそ 1 億 3500 万米ドルを拠出したが、2018 年～2022 年の第 7 次増資にはおよそ 1 億 1900 万米ドルを拠出。GEF-7 に対するスイスの拠出は 10 年間にわたって支払われる。

後発開発途上国基金（LDCF）と気候変動対策特別基金（SCCF）

GEF の下に設立され、LDCF は、気候条約の下で唯一国家適応行動計画（NAPA）の作成と実施に資金を提供することを目的とする。SCCF は全ての途上国締約国に開かれており、適応策と技術移転を支援する基金。スイスは、2019 年、2020 年に両基金へ約 760 万米ドルを拠出した。

適応基金 Adaptation Fund（AF）

適応基金は、京都議定書の締約国であり、気候変動の悪影響に特に脆弱な開発途上国における具体的な適応プロジェクトやプログラムに資金を提供するために設立された。さらに 2019 年 1 月 1 日からは、パリ協定にも対応している。2013 年、スイスは AF に 1,079 万米ドルの補助金を提供。その後 2019-2021 年には 15 百万スイスフラン、2022-2024 年には 10 百万スイスフランの更なる任意拠出を行った。

世界銀行防災グローバルファシリティ（GFDRR）

GFDRR は、2006 年以來、世界銀行が主催し、貢献国、受益国、いくつかの国際機関の間で拡大しているグローバルなパートナーシップである。災害リスク管理および気候変動への適応を開発戦略の主流とすることを使命としている。スイスは 2006 年から 2025 年までの間に GFDRR に対して中核的なものから特定のプログラムまで、さまざまな貢献を行っており、現段階では、特に気候変動に対する回復力に焦点を当てた 6660 万スイスフランの貢献を予定している。

16.1.6.2. 二国間活動

適応 (p.234)

スイスは、気候変動の影響に対する途上国の脆弱性を軽減し、社会的・経済的コストを最小限に抑えるために、土地（森林、農業）の生産性を維持または向上させ、地域レベルで水の利用可能性を維持または向上させる活動等を実施している。

スイスは、二国間および多国間開発協力を通じて、インドヒマラヤ気候適応計画や以下のプロジェクトのような気候変動適応関連のプロジェクトを支援した。

- ・ モンゴルにおけるグリーン・ゴールド・プロジェクト地域気候モデル：グリーン・ゴールド・プロジェクトは、牧草地の紛争を減らし、牧草地の劣化を防ぐこと、また、牧畜の社会経済・環境システムの自己調整機能を強化することにより、牧民の回復力と気候変動適応能力を高めることを目的として、コミュニティを基盤とした牧草地管理活動を支援した。このプロジェクトは、モンゴルの牧民の能力強化に貢献し、牧草地管理に関する共同ルールを新しい団体を通じて地方政府と協議している。このような自治団体は、モンゴル当局から牧草地管理の許可を得ており、技術的なアドバイスや財政的な支援も提供されている。さらに、このプロジェクトは以下のような成果にも貢献した。モンゴルの牧畜家族の半数以上（9 万世帯）が、持続可能な放牧地管理の手法を取り入れ、生活を向上させた。
- ・ マイクロ保険とマイクロクレジットで零細農家の食料安全保障を確保する。農村レジリエンス・イニシアティブは、4 つの気候リスク管理ツールを組み合わせたもので、灌漑システムの修復、土壌保水力の向上、畑での持続可能な農法の推進、アクセス道路の建設など、気候変動による住民への影響を防止または軽減することを目的としている。スイス開発協力庁は、マラウイ、ザンビア、ジンバブエの 3 カ国において、プロジェクト活動を支援している。このプロジェクトでは、干ばつや洪水で最もリスクの高い小農に農業小口保険を提供している。農民がコミュニティ活動に参加することで、保険料を支払うことができるようにした点が画期的である。また、このプロジェクトでは、ザンビアとマラウイに新しい気象観測所を設置している。これは、保険料の価格を計算し、不作を予測するための重要な前提条件となるものである。並行して、マイクロクレジット会社の債務リスク軽減のためのトレーニングも行っている。マイクロインシュアランスとマイクロクレジットを組み合わせることで、農民が

翌年の農地の損失を心配することなく農業活動（投入資材や設備）に投資できるよう促すことを目的としている。2020 年末までに、プロジェクトは 46,000 世帯の生計維持を支援し、80,000 人の零細農家（うち 50%が女性）に天候保険へのアクセスを提供した。

緩和 (p.236-237)

スイスの緩和活動に対する二国間支援は、2019 年に 9900 万米ドル、2020 年には 9400 万米ドルとやや減少している。スイスは開発途上国における気候変動緩和のための活動を、さまざまなセクターや関係者を巻き込みながら、横断的に支援している。スイスは、再生可能エネルギーを含む近代的なエネルギーインフラへのアクセス、農村部の電化、産業および建築・建設セクターにおけるエネルギー効率化、よりクリーンな工業生産、天然資源（森林や草原）の持続的利用を中心に活動を展開している。さらに、スイスは、排出権取引制度や炭素税など、気候保護に関する革新的な資金調達や市場メカニズムの開発・利用において、パートナー国を支援している。さらにスイスは、大気浄化政策や黒色炭素排出抑制政策など、気候変動を緩和するための野心的な政策の立案と実施において、発展途上国を支援している。

- ・ 気候変動投資基金 Climate Investment Funds は、途上国において、民間セクターや多国籍開発銀行からの多額の共同出資を活用し、気候変動と開発に大きな成果をもたらす可能性のある、変革的であるケールの大きな気候変動対策を支援する。気候投資基金は、緩和、適応、技術移転の活動を支援し、クリーンテクノロジー基金と戦略的気候基金からなり、3 つのターゲットプログラム、(i) 森林投資プログラム、(ii) 気候回復力のためのパイロットプログラム、(iii) 低所得国における再生可能エネルギーのスケールアップ・プログラム、で構成されている。スイスは、低所得国における再生可能エネルギーの拡大プログラムに対し、2600 万米ドルを拠出した。このプログラムの使命は、低所得国における再生可能エネルギーソリューションの展開を拡大し、エネルギーアクセスと経済機会を増大させることである。現在、1 つの地域プログラムを含む 27 のパイロット国を支援している。

16.1.6.3. 林業の様々な効用

農業、林業、その他の土地利用は、世界の GHG 総排出量の 24%に寄与している。世界の総排出量の 9.5~10.0%は、土地利用変化と森林被覆の喪失によるものである（IPCC, 2014）。大気中の CO₂ を吸収・貯蔵することにより、熱帯林は気候変動を緩和する上で極めて重要である。また、生態系の強化は、生活や危険回避のための重要な気候適応効果をもたらすことが多い。しかし、スイスの森林、草原、土壌の持続可能な管理の分野での活動は、緩和と適応の効果にとどまらず、環境、経済、社会のさまざまな利益をもたらすことを目的としている。特に、森林、草原、土壌が保護され、地域社会の持続可能な収入源として利用されている場合、天然資源は貧困との戦いの鍵となる。

スイスは、二国間、地域間、多国間の開発協力を通じて、持続可能な森林経営や気候変動関連のプロジェクトを多数支援している。

- 森林炭素パートナーシップ・ファシリティ (FCPF)

世界銀行の森林炭素パートナーシップ・ファシリティを通じて、スイスは、REDD+の開発と試行を支援し、重要な炭素貯蔵・吸収源である森林を持続的に管理・保護するための成果ベースの支払い制度の準備を進めている。資金的な貢献とは別に、スイスは炭素基金活動の発展を専門的な知識で支援。

- アンデス森林プログラム ('Bosques Andinos')

アンデスの森林生態系は壊れやすく、気候変動、森林減少、森林劣化の複合的な影響に特に脆弱である。同時に、森林生態系は気候変動の緩和、主要な生態系機能の回復、森林地帯に住む人々の脆弱性の軽減に貢献する可能性がある。人類の発展と生態系の安定の両方にとって最も重要であるにもかかわらず、アンデスの森林は国内外の政策プロセスにおいて必要な注目と認識を受けていないのが現状である。この状況を変えることがアンデスの森林プログラムの目標であり、気候変動への適応と緩和のためのアンデス山脈の森林の役割を強調し、山林の持続可能な管理と保全を確実にするための一連の政策がより強固になることを妨げる情報格差に取り組むための知識開発を推進する。このプログラムは、アンデスの森林保全に対する地域の政治的関心を喚起し、世界レベルで得られた経験を共有することを目的としている。

- マケドニア自然保護プログラム

マケドニアに対し、地域保護区やブレガルニツァ地域の統合森林経営などの保全策の実践を通じて、自然資源の持続可能な管理を支援。さらに、国内法および自然に関する戦略の実施において、枠組み条件の改善と支援が行われている。生態系に配慮し、持続可能な方法で生産された製品やサービスを普及させることで、地元住民に経済的利益をもたらす。このプロジェクトの目的は、自然価値を保護し、ブレガルニツァ地域の持続可能で包括的な社会経済開発を促進することである。

- カンボジアの林業と漁業のコミュニティへの支援

スイスは、WWF カンボジアを中心とする4つの非政府組織のコンソーシアムが実施する「林業と漁業のためのパートナーシップ」に貢献。このプログラムは、カンボジア北東部の開発が遅れている4つの州で、林業・漁業資源へのアクセスを確保し、生産活動の強化を通じて収入と食料安全保障を改善し、持続可能な自然資源管理に関する市民対話を進めるために、農村コミュニティを支援するものである。プロジェクトの目的は、農村や先住民族のコミュニティや世帯の収入を増やし、生態系を保護し、共同体の自然資源基盤への圧力を軽減する持続可能なコミュニティベースの生計アプローチに取り組むことで、経済や自然のショックに対する回復力を向上させることである。2014年以降、他の活動の中で、このプロジェ

クトは、370 のコミュニティベースの自然資源管理グループの能力開発を支援し、借地権の正式化と持続可能な自然資源管理に従事し、5 万世帯に到達。(p.237-238)

16.1.6.4. 対応策の経済的、社会的影響に対する資金援助

スイスは、途上国の経済の多様化と変革、雇用の創出、持続可能な代替生計を支援する。スイス連邦経済省経済事務局 (State Secretariat for Economic Affairs) の SECO 17 イニシアティブは、技術支援助成金を通じてインパクト投資ファンドを支援することを目的としている。活動には、再生可能エネルギー発電 (太陽光、水力、風力) の促進、送電網の強化、流域保護や森林再生活動などが含まれる。(p.239)

16.1.7. 研究と組織的観察

16.1.7.1. 森林研究

スイスの森林研究は、主に「スイス連邦森林・雪氷・景観研究所」とチューリッヒの「スイス連邦工科大学陸上生態系研究所」で行われている。応用的な森林研究活動は、いくつかの応用科学大学や主に連邦政府や州政府の委任を受けた少数の民間機関によって行われている。気候による影響の研究は 1990 年代前半に始まり、適応策を重視する傾向が強まっている。2017 年、スイス連邦森林・雪・景観研究所は、アウトリーチと応用研究に焦点を当てたインフラネットワークと研究プラットフォームである「SwissForestLab」を開始した。(p.254)

16.1.7.2. 組織的観察

大気気候の観測システム (p.254)

従来の CO₂ 測定ネットワークに加え、6 つの生態系サイトと 2 つの都市サイトで CO₂ フラックスを測定している。6 つの生態系サイトは、スイス連邦工科大学チューリッヒ校によって維持されているスイス FluxNet ネットワークの一部で、森林、草地、農地が含まれている。スイスのすべての FluxNet ステーションは、世界の FluxNet の一部となっている。第三者機関のプロジェクトに基づき、生態系の CH₄ と N₂O フラックスも測定されている。

陸域気候観測システム (p.263)

陸域の気候観測は、水圏 (河川流量・水温、地下水、同位体、湖沼、土壌水分)、生物圏 (アルベド、土地利用、森林生態系、土壌炭素、森林火災、地表温度、フェノロジー) および雪氷圏に細分化されている。河川水温、同位体、フェノロジーは、GCOS 実施計画において Essential Climate Variables として挙げられていない。しかし、スイスではその測定に長い伝統があるため、国の気候観測システム (GCOS スイス) の重要な一部となっている。

スイス連邦環境局は、様々な水文監視ネットワークを運営し、流量、水温、水位、水流に関する監視情報を提供している。河川、湖沼、地下水の水質は、スイス連邦環境局が州、スイス連邦

水圏科学技術研究所 (Eawag)、スイス連邦森林・雪・景観研究所の協力を得て監視している。78 の観測所から得られる毎日の河川流量データは、河川流出のための世界陸上ネットワーク (GTN-R) を支援するため、世界流出データセンター (GRDC) に提出されている。

森林生態系のモニタリング活動は、スイスの森林の現状と変化を登録する全国森林インベントリ調査で行われている。第 4 次連続調査期間 (2009 年～2017 年) を終え、現在、スイス連邦森林・雪・景観研究所とスイス連邦環境局の共同による第 5 次全国森林インベントリ (NFI5/2018～2026 年) の連続調査が行われている。

Sanasilva インベントリを通じて、約 50 カ所で長期的な樹木の健康状態 (1985 年以降) の記録が保証されている。連邦政府の長期森林生態系研究プログラム (LWF) のもと、森林モニタリングの統合的アプローチの一環として、19 カ所でより詳細かつ広範な調査が進められている (図 106)。19 世紀までさかのぼる森林火災の情報と統計を含むデータベースは、スイス連邦森林雪氷景観研究所で一元管理されている。LWF サイトのうち 2 つはスイス FluxNet サイトでもあり、LWF サイトのうち 1 つは ICOS-CH クラス 1 生態系ステーションである。

16.1.8. 教育、研修及び普及啓発

16.1.8.1. 資料・情報センター

再生可能エネルギーと効率的なエネルギー利用の分野におけるパートナー組織の一つとして、木材をエネルギー源として利用することを推進する「Wood Energy Switzerland」がある。

16.2. スイス BR5

16.2.1. 排出削減目標

第 2 次 CO₂ 法 (Second CO₂ Act) に基づく国家目標、UNFCCC に基づくスイスの経済全体の排出削減目標、京都議定書第 2 約束期間に基づくスイスの排出制限・削減の定量的約束は一致し、その結果、整合性が保たれた。(p.290)

16.2.1.1. 国家が決定する貢献 (NDC)

スイスは 2020 年 12 月 9 日に最初の「国家が決定する貢献」(NDC) の改訂版を UNFCCC 事務局に提出した。そこでは、以下の内容が含まれる。

- ・ スイスは、温暖化を 1.5℃に抑えるため、科学的勧告に従うことにコミットする。
- ・ 2050 年までの目標を考慮し、スイスは、2030 年までに GHG 排出量を 1990 年比で少なくとも 50%削減し、2021 年から 2030 年の平均で少なくとも 35%の GHG 排出量削減に相当する NDC を行う。
- ・ 2025 年までには、1990 年比で少なくとも 35%の GHG の削減が見込まれる。
- ・ パリ協定第 6 条に基づく協力により国際的に移転された緩和の成果が一部利用される。

スイスは 2050 年までに GHG 排出量をゼロにすることを目標としており、この目標は、2050 年までのスイスの長期気候戦略の基礎となるもので、2021 年 1 月 28 日に UNFCCC 事務局に提出された。(p.290)

16.2.1.2. 基準年と対象となるガス及びセクター

全てのセクターと GHG について 1990 年を基準年としている。また、対象となる GHG とセクターについてスイスの定量化された経済全体の排出削減目標および京都議定書における排出制限・削減約束は、報告されている GHG (CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆、NF₃) 一式を対象としている。全ての目標は、間接的な CO₂ 排出も含むが、間接的な CO₂ 排出が化石起源であり、直接 CO₂ 排出で考慮されていない場合に限られる。また、排出削減の対象となるセクターは、エネルギー、工業プロセスおよび製品使用、農業、廃棄物で、LULUCF は、活動ベースアプローチで計上される。その他のセクターについては、すべての排出量（特に間接的な CO₂ 排出量）は含まれていない。第 2 次 CO₂ 法は、国際的な削減約束と同じ温室ガスとセクターを対象としている。(p.291)

16.2.1.3. LULUCF からの排出量と吸収量の算定方法

京都議定書第 3 条 7 項に基づきスイスでは、LULUCF 分野は 1990 年に純吸収源であったため、基準年の水準と目標から除外されている。また、活動ベースのアプローチで計上されている LULUCF は京都議定書 3.3 条に基づき、スイスは森林減少だけでなく新規植林、再植林についても計上し、京都議定書 3.4 条では森林経営についても計上している。重要なのは、森林経営の排出量/吸収量の合計は、スイスの森林経営参照レベルと森林経営参照レベルの技術的補正に対してオフセットする必要がある。したがって、スイスは、京都議定書で定められた LULUCF 分野からの排出量と吸収量の算定規則を一貫して適用している。

2022 年 4 月に提出されたスイスの最新の年次インベントリによると、技術的な修正を含むスイスの森林経営参照レベルは、年間-1,801,440 トンの CO₂ 換算量となる。京都議定書の第二約束期間全体では、第 3.4 条に基づく森林経営による吸収量と技術的修正を含むスイスの森林経営参照レベルとの差は、-5,894,857 トンの CO₂ 相当量となる。この値は森林経営の上限を下回っており、上限によって第 3.4 条の下でのスイスの森林経営の計算量が減少することはない。森林経営に加え、新規植林、再植林、森林減少を考慮すると京都議定書第二約束期間全体で、スイスは合計-450 万 8318 トン（年間約 56 万トンの CO₂ 相当量）相当を計上。これらの値は暫定的な推定値であり、最終的な値は、2022 年に提出されるスイスの GHG インベントリの個別レビューが終了した後に入手可能となる。(p.291)

16.2.1.4. 市場ベースの国際的メカニズムの利用

スイスの気候政策は、一般的に国内の GHG 排出量削減を目的としている。しかし、スイスは 2013 年から 2020 年の間に、京都議定書メカニズムから生まれた国際的な炭素クレジットを排出量の一部を補うために使用することを計画している。スイスは、調整期間中に国際的な炭素クレジットの補完的使用に関する最終的な方法を決定する。現段階では以下の情報を提供する。

- スイスは、国際炭素クレジットの適格性を判断するために品質要件を適用している。これらの品質要件は、CO2 条例の附属書 II に規定され、スイス連邦環境局が発行するファクトシートに詳述されている。
- 決定書 2/CMP.8 の附属書 II において、スイスは京都議定書の第一約束期間から繰り越された初期割当量 (Assigned Amount Units : AAU) に関連する明確な政治宣言を行った。従って、第二約束期間に適用されるスイスの国内法に基づき、スイスは、第二約束期間において、京都議定書 3 条に基づく遵守のため、他の締約国から移転された繰越 AAUs を使用しない。スイスは、スイスの排出量取引制度と他国の排出量取引制度を結びつける可能性のある取り決めのもと、AAU の移転に関連する他国の取り決めに遵守する予定である。スイスは、自国の繰り越し AAU を使用する意向である。
- 第 2 次 CO2 法では、スイスの 20%削減目標 (2020 年、1990 年比) を国内と定めている。しかし、国際的な炭素クレジットは、制裁措置の仕組み (表 15 参照) や個々の政策・措置の実施において重要な役割を担っている。(i) 排出量取引制度 (4.2.6 項)、(ii) 交渉による削減約束 (CO2 課税の免除のため、4.2.7 項)、(iii) 自動車燃料使用による CO2 排出の一部補償 (4.4.5 項)。しかし、スイスは、それぞれの国際炭素クレジット (認証排出削減量 : CER) を任意解約口座に移し、第二約束期間の排出削減目標達成には計上しない意向である。
- スイスは、国内法 (2020 年の排出削減目標) と京都議定書 (2013 年から 2020 年の排出制限・削減義務の算定に用いられる「炭素収支」アプローチ) の間の差異を埋めるため、京都議定書で認められた追加の国際炭素クレジットを使用する意向である。この目的に使用される国際炭素クレジットは、Climate Cent Foundation から入手できる。同財団は、2005 年から 2012 年の超過収益を国際炭素クレジットの取得に使用し、これをスイス政府に (2022 年のうちに) 譲渡することを義務づけられている。

第 2 約束期間の排出削減目標を達成するためにスイスが必要とする国際炭素クレジットの拠出規模は、2022 年に提出されるスイスの GHG インベントリに基づき、暫定的に推定することができ、スイスの GHG 総排出量は、京都議定書の第二約束期間全体で、CO2 換算で約 382.8 百万トンに達する。BR CTF 表 2(e)I で報告されているように、以下の貢献が期待される。

- CERs : Climate Cent Foundation からスイス政府に引き渡された CER を使用する予定である。最新情報によるとこれらの CER は、CO2 換算で約 1800 万トンに相当すると思われる。

- ERUs : スイスは、現在、ERU を使用する予定はない。
- AAUs : スイスは、割り当て量である 3 億 6,180 万トンの CO₂ 換算量に相当する AAU を使用する予定。
- Carry-over Units : スイスは、独自の carry-over units を使用する予定。スイスの前期余剰備蓄アカウントでは、約 580 万トン (CO₂ 換算) の AAU が利用可能。
- RMU: スイスは、京都議定書 3.3 条と 3.4 条に基づく活動のための暫定的算定量に基づき、約 450 万トンの CO₂ 等価物の RMU を使用する予定である。

スイスは京都議定書の第二約束期間において、定量化された排出制限・削減の約束を超過達成することを確信している。最終的な数値は、2022 年に提出されるスイスの GHG インベントリの個別審査が終了し、その次の調整期間後に明らかになる予定である。(p.292)

16.2.2. 進捗・達成状況

16.2.2.1. 市場ベースのメカニズム及び LULUCF 活動からの排出削減と吸収量の見積もり及び単位の利用

定量化された経済全体の排出削減目標の達成状況についての詳細情報は、BR CTF 表 4 に記載されている。以下の点が注目される。

- 基準年排出量 (LULUCF なし) は、スイスの京都議定書第二約束期間の割り当て量の計算を容易にするための報告書レビューに従って BR CTF 表 4 で示されている。再計算のため、関連する基準年の排出量は、スイスの最新の GHG インベントリ (BR CTF 表 1 など) で提供されたそれぞれの値とは若干異なる。
- 基準年排出量には、エネルギー、工業プロセスおよび製品使用、農業、廃棄物のセクターからの全ての GHG (CO₂ の間接排出を含む) の排出が含まれる。
- LULUCF からの寄与 (スイスの KP-LULUCF) は、3.3 条と 3.4 条の活動による排出/吸収の合計であり、スイスの森林経営参照レベルと森林経営参照レベルの技術補正に対してオフセットされている。森林経営キャップは、約束期間終了時の最終計上で考慮されるが、スイスの 3 条 4 項の森林経営の計上量を減らすことはない。(p.293)