

<概要>

スイスの原子力発電は、5基の発電所によって総発電電力量の約40%の電力を供給し、水力（約6割）に次ぐ主要な電源と位置付けられている。原子力発電所は1960年代後半～70年代前半にターンキー（完成品引渡し）方式により外国メーカーに発注された。同国のブラウンボveri社（BBC）は、原子炉の建設技術で国際的な評価も高かったが、スウェーデンのアセア社との合併を経て、2000年5月に英国BNFLに買収され、同じく1999年にBNFLに買収されたウェスチングハウス（WH）社の原子力事業部門と統合、ウェスチングハウス・エレクトリック・カンパニーとして成立した。現在、東芝グループの一翼を担う。

<更新年月>

2010年10月

<本文>

1. 電源開発

アルプス山系を抱えるスイスは、水力発電が重要な電源として開発されたが、ほとんど頭打ちとなり、近年、新規の水力開発は国民投票によって禁止されている。大型の火力発電も燃料輸送、環境汚染等の問題のため導入が難しいことから、1960年代半ば以降、原子力発電が導入された。1970年後半から1980年代前半にかけて準国産エネルギーである原子力発電は国民大半の支持を得ていた。しかし、5基の原子力発電所が完成した1970年初期ごろから、反対運動が強くなり、カイザーアウグスト発電所の立地は頓挫した。チェルノブイリ事故を受け1990年に行われた国民投票の結果、原子力発電所の建設は10年間凍結となった。

2001年1月、連邦政府は「スイス・エネルギー」を発表し、化石燃料消費の削減と二酸化炭素排出量の削減を目標に、エネルギー効率と再生可能エネルギーの開発をエネルギー戦略としていたが、原子力発電所が運転寿命を迎える2020年以降、深刻な電力供給不足が心配されることから、2007年2月には大容量発電所の建設がエネルギー戦略に加わった。移行的措置としてコンバインド・サイクル・ガスタービン（CCGT）が推奨され、長期エネルギーとしては原子力オプションの堅持が盛り込まれている。なお、2003年の原子力法の改正で、原子力発電所の運転期間に制限を設けないことや、新規発電所建設の凍結は解除されている。

2. スイスの電気事業

2.1 スイスの電気事業の概要

スイス国内で消費した2007年のエネルギーの総量は、2,703万石油換算トン（toe）で1990年に比べ約8.2%増加している（図1参照）。その内訳は石油42%、原子力27%、水力11.2%、天然ガス9.7%、石炭0.6%で、化石燃料は全て輸入されており、エネルギー全消費量の約55%～60%を海外からの輸入に依存している。また、2008年のスイスの電力消費量は、575億kWhである。消費電力量の分野別内訳は、家庭用31.2%、工業用31.7%、サービス用27.2%、輸送用8.2%、農業用1.7%となっている（図2参照）。一方、2009年のスイスの総発電電力量は665億kWhとなっている。総消費量との差は約90億kWhと大きくなっているが、これには送変電ロスと、スイスと周辺諸国との電力輸出入の差分でスイスからの出超となった量約21億kWhが含まれる（図3参照）。総発電電力量の内訳は、原子力39.3%、貯水式水力31.6%、流込式水力24.2%、火力その他4.9%で、発電電力量の約96%を国産エネルギーである原子力と水力で賄っているのが特長である。特に氷河からの融水を利用した水力発電は55.8%と高く、気象条件等に絡んだ発電量の変動が、スイスと周辺諸国との電力融通規模に拍車をかけることになる。

2.2 スイスの電力輸出入の状況

スイスは、欧州最大の融通電力調整機関UCTE（Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity）に加盟している。UCTE参加国はベルギー、ボスニア・ヘルツェゴビナ、ドイツ、ルクセンブルグ、スペイン、オランダ、フランス、オーストリア、ギリシャ、ポルトガル、イタリア、スイス、スロベニア、チェコ、クロアチア、ハンガリー、ユーゴスラビア、ポーランド、マケドニア、スロバキアなど20ヶ国にのぼり、UCTEは電力融通だけでなく、EC指令「電力自由化」を円滑実施するための機能も担う。欧州には、その他に北欧諸国で構成されるNORDEL、英国のUKTSOA、アイルランドのATSOI等の電力融通組織があり、さらに欧州内の電力取引の円滑化、電力市場の形成のため1999年6月にはETSO（European Transmission System Operator）が組織された。

スイスの2009年の電力輸出入量を図4に示す。電力輸出量は541.6億kWh、電力輸入量は520億kWhで、この中にはフランス・イタリア間の通過電力も含まれ、融通電力量はUCTE諸国全体の約20%を占める。スイスの送電系統は8電気事業者所有の380kVと220kVの送電線により構成され、2004年12月からスイスグリッド（Swissgrid）により運用されている。スイスグリッドは2008年1月からスイス送電系統運用者（TSO）の地位を獲得し、電気事業者は送電事業を分離・独立させ、2013年1月までに送電資産をスイスグリッドの株式と交換することになっている。また、隣接国連系線の混雑緩和のため、送電網の整備が順次行われている。

2.3 スイスの電気事業の形態

スイスの電気事業は、発送配電を受け持つ大規模な電気事業者と、小規模の発電事業者、州レベルまたは地域レベルの送配電会社、小規模の地方配電会社が混在する自然発生的な形態となっているが、今後電力自由化が進展するにつれ、電力会社の統合化がさらに進むと見られている。具体的には、発送配電の一貫会社が6社、独立系発電会社が約80社、州営広域送配電会社が約30社、小規模地域配電会社が約900社となっている。主要な電力会社はAlpiq（Atel Aare-Tessin AG + Energie Ouest Suisse EOS）、Axpo（Centralschweizerische Kraftwerke + Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg EGL AG + Nordoestschweizerische Kraftwerke NOK）、BKW FMB Energy Ltd、Stadt Zurich（Elektrizitätswerk der Stadt Zurich - EWZ）である。電気事業者のほとんどが州政府または地方自治体の管理下にある公的独占企業で、フランスEDF、ドイツE.ON、EnBWなどの外国資本の比率は10%未満である。

2.4 電力市場の自由化

スイス政府は、世界的な自由化の流れに呼応し、1999年12月に電力市場法案（EMG法案）を可決し、段階的な市場開放をめざした。しかし、労働組合や左翼、環境保護団体は失業者の増大や国外企業の参入などを理由にEMG法に反対。電力業界も移行に伴うコスト抑制のため、期間を延長すべきと主張してきた。そうした中で、電力市場自由化法の賛否をめぐる国民投票が2002年9月22日実施され、賛成97万1775票（47%）、反対107万8112票（53%）となり、同法は否決された。EMG法案によると、自由化の対象は最初の3年間で年間2000万kWh以上（約110社）、4～6年間で年間1000万kWh以上の需要家（約250件）、7年目の2009年に完全自由化となる見通しだった。

その後、連邦政府はEU加盟諸国で電力の自由化が進む一方、スイスで市場開放を遅らせるのは不利益と判断し、2004年6月に電力供給法（Stromversorgungsgesetz）を作成し、2008年1月発効した。同法では独立の規制機関として電力委員会（ElCom : Elektrizitätskommission）と独立送電系統運用者（TSO）の設立、系統への公平で非差別的なアクセス、配電部門のその他事業部門からの会計分離などが規定されるとともに、安定供給や料金の上昇に対する国民の不安に対処するために、需要家保護や公共サービス義務に対する規定も含まれている。政府は2013年から全面自由化実施の政令を公布する予定であるが、移行に先立ち再度国民投票が実施される可能性もある。

3. 原子力産業

スイスの原子力発電所は、[ターンキー契約](#)（完成品引渡し方式）で外国メーカーに発注され、以後の燃料供給その他も国外のメーカーに発注されている。しかし、スイスには従来からブラウンボveri社（BBC : Brown Boveri et Cie）やズルフアー社等の重機器メーカーや精密計器メーカー等があり、主契約原子力メーカーとの技術協力、下請等で原子力産業に進出している。アーキテクト・エンジニアリング関係にもモーターコロンバス社（現コレンコ・パワー社）やエレクトロワット社等が実績を積んでおり、国際的に高い評価を受けている。

なお、BBCは1988年1月、スウェーデンのアセア社と合併し、欧州最大規模の重電気メーカーであるアセア・ブラウンボveri（ABB）社が誕生した。ABB社の原子力部門は、PWRとBWRの燃料、原子力エンジニアリングと運転支援サービスを全世界にわたって供給し、ABB社はBWRのサービスと燃料で世界市場の約11%を、PWRでは市場の6%を占めていた。しかし、世界的な原子

力産業界再編の流れの中で、英国原子力燃料会社（BNFL）がABBの原子力部門を2000年5月に買収し、同じく1999年に買収したウェスチングハウス（WH）社の原子力事業部門と統合してウェスチングハウス・エレクトリック・カンパニーとなった。2006年10月以降、BNFLから離れ、東芝グループの一翼を担う。

2010年10月現在、スイスで運転中の原子力発電所は5基、340.5万kW（[図5](#) 参照）。発電のほか、熱供給源としても利用されている。[表1](#) にスイスの原子力発電所5基の炉系統供給、タービン・発電機（TG）等の供給者およびアーキテクト・エンジニアを示す。ゲスゲンのKWUを除き、炉系統供給の主契約者は、PWRはWH社、BWRはゼネラルエレクトリック（GE）社。タービン・発電機供給の契約者はBBC。さらに、アーキテクト・エンジニアは、BBCの他、ギップス&ヒル社（G&H）が主契約者となっている。

（前回更新：2003年1月）

<関連タイトル>

[スイスのエネルギー政策と原子力政策・計画 \(14-05-09-01\)](#)

[スイスの原子力発電開発と開発体制 \(14-05-09-02\)](#)

[スイスの原子力安全規制体制 \(14-05-09-03\)](#)

[スイスの核燃料サイクル \(14-05-09-04\)](#)

[スイスのPA動向 \(14-05-09-06\)](#)

<参考文献>

- (1) (社) 海外電力調査会：海外諸国の電気事業 第2編 2010（2010年3月）、p.65-75
 - (2) (社) 日本原子力産業会議：世界の原子力発電開発の動向 2001年次報告（2002年5月）、p.4-7、52-53
 - (3) (社) 日本原子力産業会議：原子力年鑑 平成2003年版（2002年11月）、p.396-398
 - (4) (社) 日本原子力産業協会：原子力年鑑 平成2010年版（2009年11月）、p.242-246
 - (5) (社) 日本原子力産業協会：世界の原子力発電開発の動向 2010年(2010年5月)
 - (6) 国際エネルギー機関（IEA：International Energy Agency）、Switzerland Statistics
 - (7) スイス連邦政府エネルギー局（BFE）：Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2009（2010年6月）
 - (8) Kernkraftwerk Gosgen、
http://www.kkg.ch/upload/cms/user/110_Kernkraftwerke_der_Schweiz.pdf
-

表1 スイスの原子力発電所の主契約者等

(2010年1月1日現在)

発電所名	炉型	所有者 /運転者	主契約者	アーキテクト エンジニア	供給者						
					原子炉系統	圧力容器	炉心	燃料	蒸気系統	タービン	土工工事
BEZNAU-1 (ベツナウ)	PWR	NOK /NOK	WH/BBC	G&H/BBC	WH	SFAC	WH	FANP	FRAMATOME	BBC	ZSCHOKKE
BEZNAU-2 (ベツナウ)	PWR	NOK /NOK	WH/BBC	G&H/BBC	WH	SFAC	WH	FANP	FRAMATOME	BBC	ZSCHOKKE
GOESGEN (ガスゲン)	PWR	KKG /KKG	SIEMENS (KWU)	SIEMENS (KWU)	SIEMENS (KWU)	SULZER	SULZER	FANP	SIEMENS (KWU)	SIEMENS (KWU)	SIEMENS (KWU)/ARGE
LEIBSTADT (ライプシュタット)	BWR	KKL /KKL	BBC/ GETSCO	BBC/EW	GETSCO	SULZER/ RDM	GETSCO	GE/ABB	-	BBC	BBC/EW
MUEHLEBERG (ミューレベルク)	BWR	BKW /BKW	BBC/ GETSCO	BBC/E&B/ GETSCO	GETSCO	RDM/ SULZER	GETSCO	GETSCO	BBC	BBC	E&B

NOK: NORDOSTSCHWEIZERISCHE KRAFTWERKE

KKL: KERNKRAFTWERK LEIBSTADT

KKG: KERNKRAFTWERK GOESGEN-DAENIKEN AG

BKW: BKW ENERGIE AG

WH: Westinghouse Electric Corp.(US) BBC: Brown Boveri et Cie(CH) G&H: Gibbs & Hill, Inc.(US)

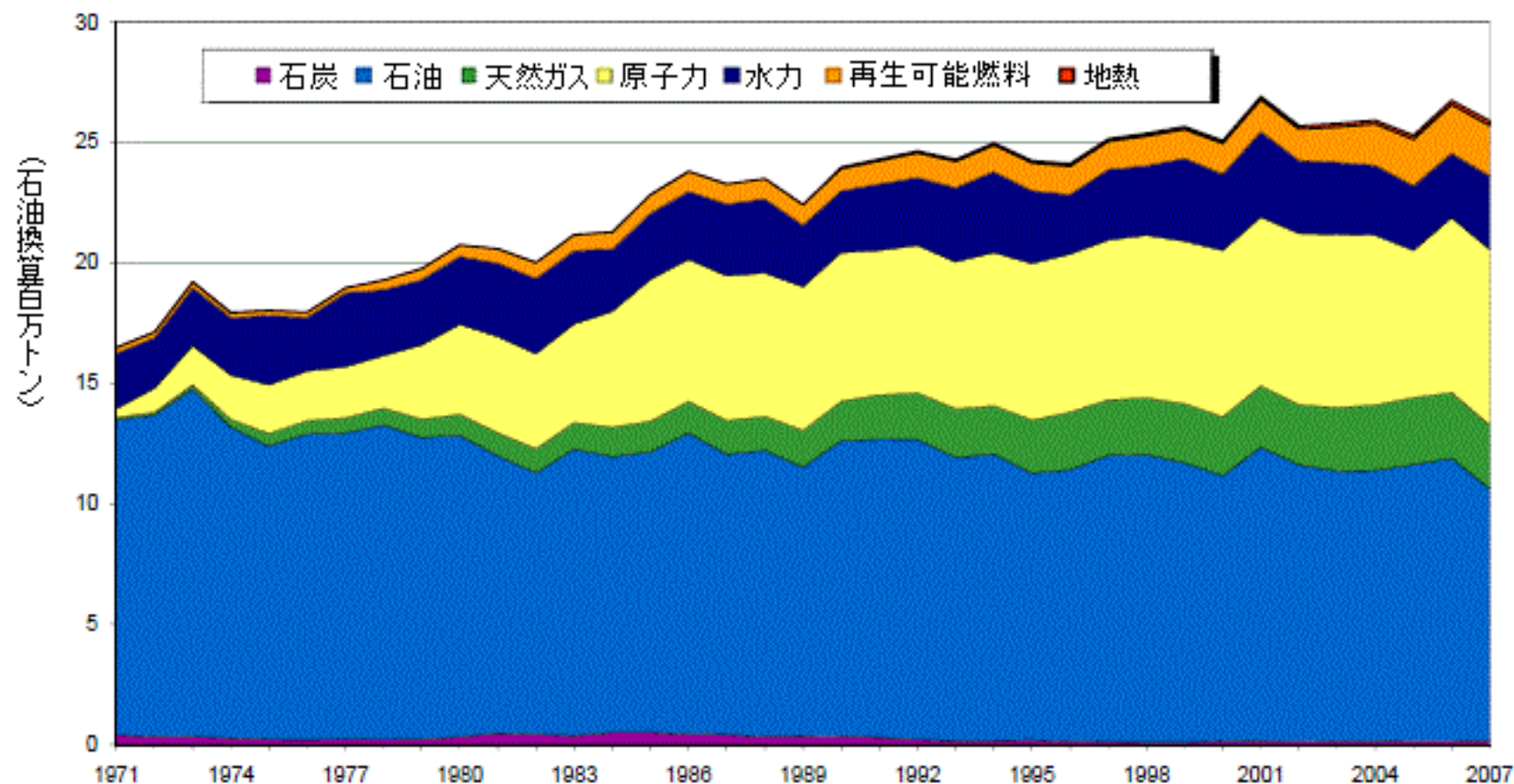
GETSCO: General Electric Technical Services Co.(US) SFAC: Societe des Forges et Ateliers du Creusot(Usines Schneider)(FR)

SULZER: Sulzer Brothers, Ltd.(CH) RDM: Rotterdamsche Droogdok Mij NV(NL) ABB: Asea Brown Boveri(CH・SE)

FRAMATOME: Framatome et Compagnie(FR) EW: Electrowatt Engineering Ltd. E&B: Emch&Berger(CH) ARGE: Arge Strahlenschutz(DE)

SIEMENS(KWU): Siemens AG KWU Group(DE) ZSCHOKKE: Zschokke, Contrad, Ltd.(CH) GE: General Electric Co.(US)

FANP: Framatome ANP a joint venture company owned by Framatome(66%)and Siemens(34%),which has Framatome ANP SAS(FR), Framatome ANP GmbH(DE) and Framatome ANP Inc(US)(since 2006 AREVA NP)



(単位: 石油換算百万トン)

		1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
国内生産	石炭	-	-	-	-	-	-	-	-
	石油	-	-	-	-	-	-	-	-
	天然ガス	-	-	-	-	-	-	-	-
	原子力	6.18	6.91	7.12	7.19	7.05	6.11	7.28	7.31
	水力	2.56	3.17	3.03	2.99	2.90	2.69	2.66	3.03
	その他	0.97	1.72	1.79	1.61	1.87	2.08	2.20	2.28
合計		9.72	11.79	11.94	11.79	11.82	10.88	12.15	12.62
準輸入	石炭	0.34	0.19	0.11	0.08	0.13	0.10	0.15	0.21
	石油	13.36	12.26	13.04	12.50	12.57	12.84	13.04	11.46
	天然ガス	1.97	2.43	2.49	2.63	2.71	2.78	2.71	2.63
	電気	-0.18	-0.61	-0.39	-0.26	-0.06	0.55	0.24	-0.18
合計		15.16	14.27	15.24	14.94	15.34	16.27	16.13	14.14
在庫変動		0.12	0.43	-0.04	0.15	-0.03	-0.14	-0.05	0.27
国内供給	石炭	0.36	0.14	0.14	0.14	0.13	0.15	0.17	0.17
	石油	13.46	12.72	12.97	12.58	12.53	12.64	12.97	11.37
	天然ガス	1.63	2.43	2.49	2.63	2.71	2.78	2.71	2.63
	原子力	6.18	6.91	7.12	7.19	7.05	6.11	7.28	7.31
	水力	2.56	3.17	3.03	2.99	2.90	2.69	2.66	3.03
	その他*1	0.81	1.11	1.40	1.34	1.80	2.63	2.43	2.11
合計		24.99	26.48	27.14	26.87	27.13	27.00	28.22	27.03

(注) 電力輸出入差引きを含む

[資料] OECD/IEA (2008)

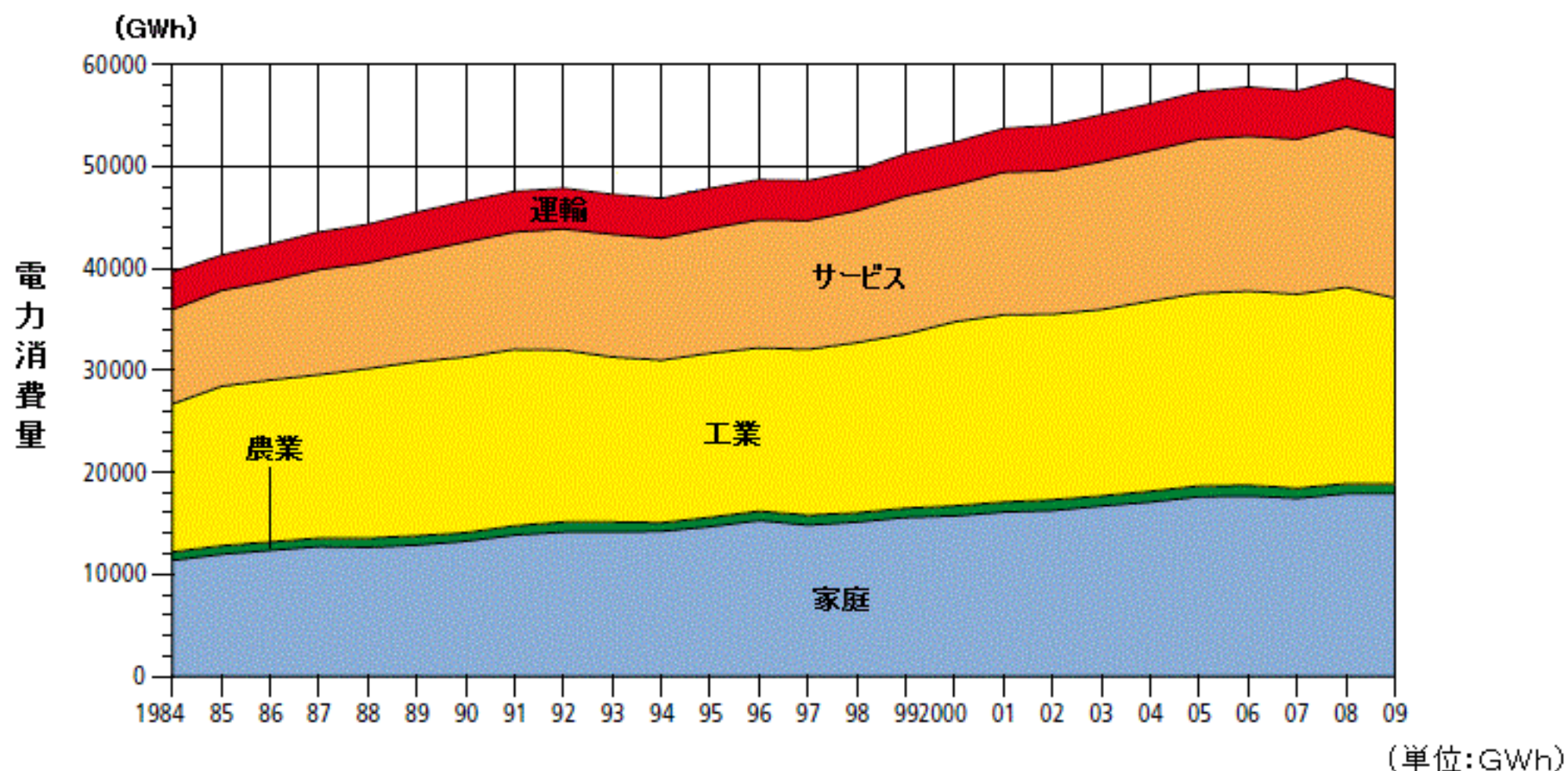
図1 スイスの一次エネルギー供給バランスの推移

下記の出典等を参考にして作成した

[出典] (1) (社) 海外電力調査会: 海外諸国の電気事業 第2編 2010(2010年3月)、p.66

(2) 国際エネルギー機関 (IEA: International Energy Agency)、

Switzerland Statistics、http://www.iea.org/stats/pdf_graphs/CHTPES.pdf

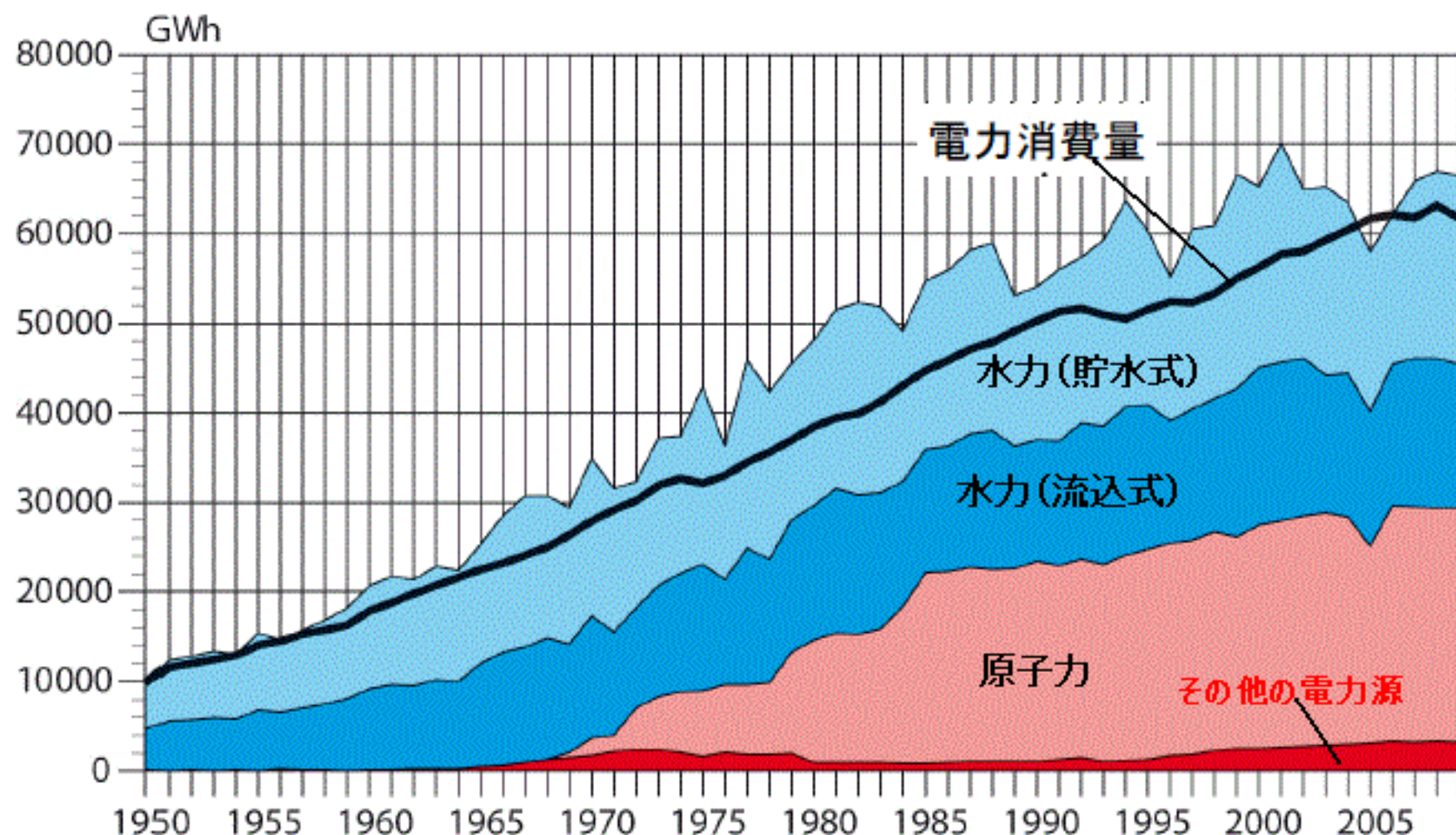


用途	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
家庭	13213	14680	15727	17624	17702	17472	17897	17938
農業	881	912	991	1027	1051	1004	1013	977
工業	17237	16093	18079	18898	18998	18995	19280	18226
サービス	11242	12280	13405	15101	15254	15219	15730	15638
運輸	4005	3917	4171	4680	4777	4742	4809	4715
計	46578	47882	52373	57330	57782	57432	58729	57494

図2 用途別消費電力量の推移

下記出所を参考に作成した

[出所]スイス連邦政府エネルギー局(BFE): Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2009 (2010年6月)、
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_610377815.pdf&endung=Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2009、p.6およびp.26/56](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_610377815.pdf&endung=Schweizerische%20Elektrizitätsstatistik%202009、p.6およびp.26/56)



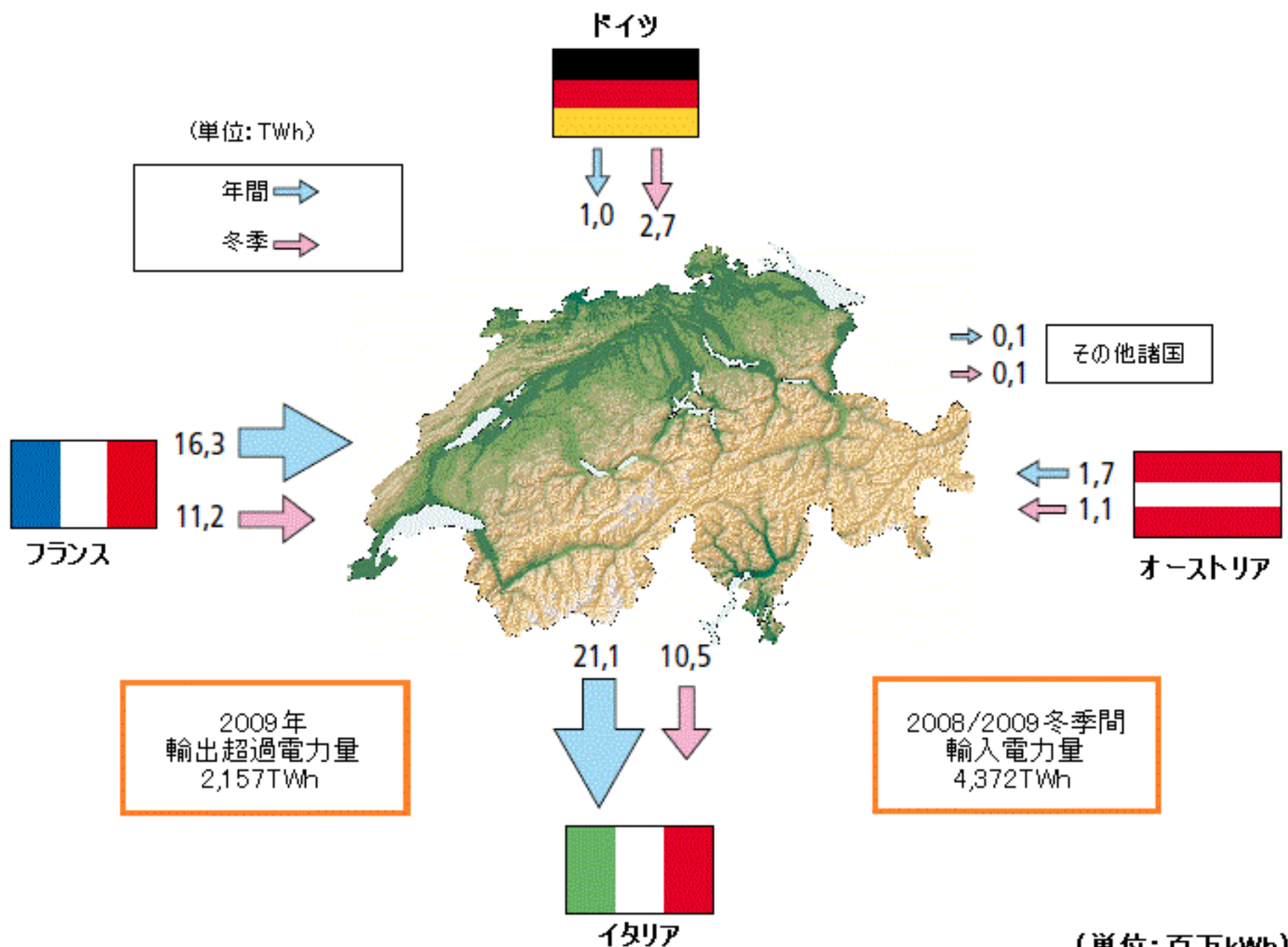
(単位:100万kWh)

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
水力	30,675	35,597	37,851	32,759	32,557	36,373	37,559	37,136
流込式	13,561	16,148	17,566	14,998	15,819	16,547	16,686	16,110
貯水式	17,114	19,449	20,285	17,761	16,738	19,826	20,873	21,026
原子力	22,298	23,486	24,949	22,020	26,244	26,344	26,132	26,119
火力他	1,101	1,275	2,548	3,139	3,340	3,199	3,276	3,239
発電電力量合計	54,074	60,358	65,348	57,918	62,141	65,916	66,967	66,494
揚水用	1,695	1,520	1,974	2,631	2,720	2,104	2,685	2,523
電力輸出	24,907	36,219	46,990	40,734	46,085	50,630	51,408	54,159
電力輸入	22,799	28,948	39,920	47,084	48,788	48,568	50,273	52,002
正味輸出力	2,108	7,271	7,070	-6,350	-2,703	2,062	1,135	2,157
国内供給電力量	50,271	51,567	56,304	61,637	62,124	61,750	63,147	61,814
送配電損失	3,693	3,685	3,931	4,307	4,342	4,318	4,418	4,320
最終電力消費量	46,578	47,882	52,373	57,330	57,782	57,432	58,729	57,494

図3 スイスの電源別発電電力量の推移

下記出所を参考に作成した

[出所]スイス連邦政府エネルギー局(BFE):Schweizerische Elektrizitätsstatistik2009(2010年6月)、
[http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_610377815.pdf&endung=Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2009](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_610377815.pdf&endung=Schweizerische%20Elektrizitätsstatistik%202009)、p.13およびp.15/56



(単位: 百万kWh)

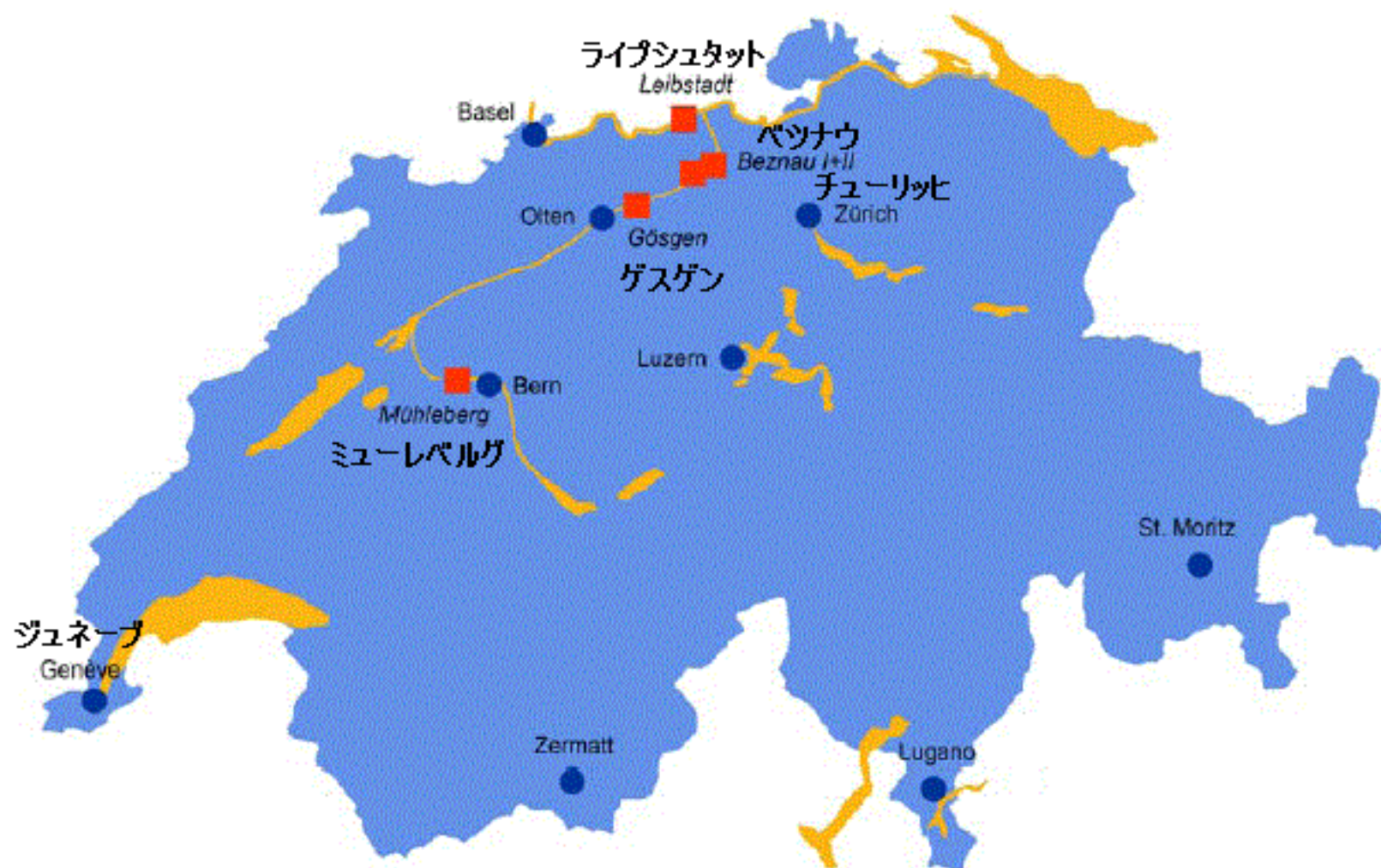
		1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009
フランス	輸入	14,495	23,508	26,654	28,914	30,102	30,546	29,434
	輸出	1,123	3,073	5,944	8,337	8,042	11,830	13,105
	差引	13,372	20,435	20,710	20,577	22,060	18,716	16,329
イタリア	輸入	653	505	2,877	1,899	1,670	3,099	2,580
	輸出	14,709	23,238	28,277	24,868	25,985	23,330	23,672
	差引	-14,056	-22,733	-25,400	-22,969	-24,315	-20,231	-21,092
ドイツ	輸入	3,856	11,176	13,394	14,728	14,182	14,292	17,798
	輸出	6,939	11,542	5,579	12,418	15,352	14,919	16,776
	差引	-3,083	-366	7,815	2,310	-1,170	-627	1,022
オーストリア	輸入	465	3,177	4,123	3,190	2,537	2,287	2,151
	輸出	436	5,566	606	95	879	964	481
	差引	29	-2,389	3,517	3,095	1,658	1,323	1,670
その他	輸入	3,330	1,554	36	57	77	49	39
	輸出	1,700	3,571	328	367	372	365	125
	差引	1,630	-2,017	-292	-310	-295	-316	-86
計	輸入	22,799	39,920	47,084	48,788	48,568	50,273	52,002
	輸出	24,907	46,990	40,734	46,085	50,630	51,408	54,159
	差引	-2,108	-7,070	6,350	2,703	-2,062	-1,135	-2,157

図4 スイスの電力輸出入バランス

下記出所等を参考にして作成した

[出所](1)スイス連邦政府エネルギー局(BFE): Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2009(2010年6月)、
http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=teaser&name=teaser_936744648.gif&endung=test, p.7/56

(2)(社)海外電力調査会: 海外諸国の電気事業 第2編2010年(2010年3月)、p.69



状況	発電所	電気出力(万kW)		炉型	着工	臨界	営業運転	所有者 /運転者	発電電力量 (2009年)
		ネット	グロス						
運転中	BEZNAU-1 (ベツナウ)	36.5	38.0	PWR	1965.9	1969.6.30	1969.9.1	NOK /NOK	3,025 (100万kWh)
運転中	BEZNAU-2 (ベツナウ)	36.5	38.0	PWR	1968.1	1971.10.16	1971.12.1	NOK /NOK	2,742 (100万kWh)
運転中	GOESGEN (ガスゲン)	97.0	103.5	PWR	1973.12	1979.1.20	1979.11.1	KKG /KKG	8,013 (100万kWh)
運転中	LEIBSTADT (ライプシュタット)	116.5	122.0	BWR	1974.1	1984.3.9	1984.12.15	KKL /KKL	9,385 (100万kWh)
運転中	MUEHLEBERG (ミュレベルグ)	37.3	39.0	BWR	1967.3	1971.3	1972.11.6	BKW /BKW	2,954 (100万kWh)

NOK: NORDOSTSCHWEIZERISCHE KRAFTWERKE
KKG: KERNKRAFTWERK GOESGEN-DAENIKEN AG

KKL: KERNKRAFTWERK LEIBSTADT
BKW: BKW ENERGIE AG

図5 スイスの原子力発電所

下記出典等を参考に作成した

[出典] (1)(社)日本原子力産業協会:世界の原子力発電開発の動向 2010年版(2010年4月)、p.102-105

(2) Kernkraftwerk Gösgen: Kernkraftwerke der Schweiz – BFE Nr. 8651 (2010年8月)、
http://www.kkg.ch/upload/cms/user/110_Kernkraftwerke_der_Schweiz.pdf