

- 欧州の原子力情勢 -



University of Fukui



講義内容



University of Fukui

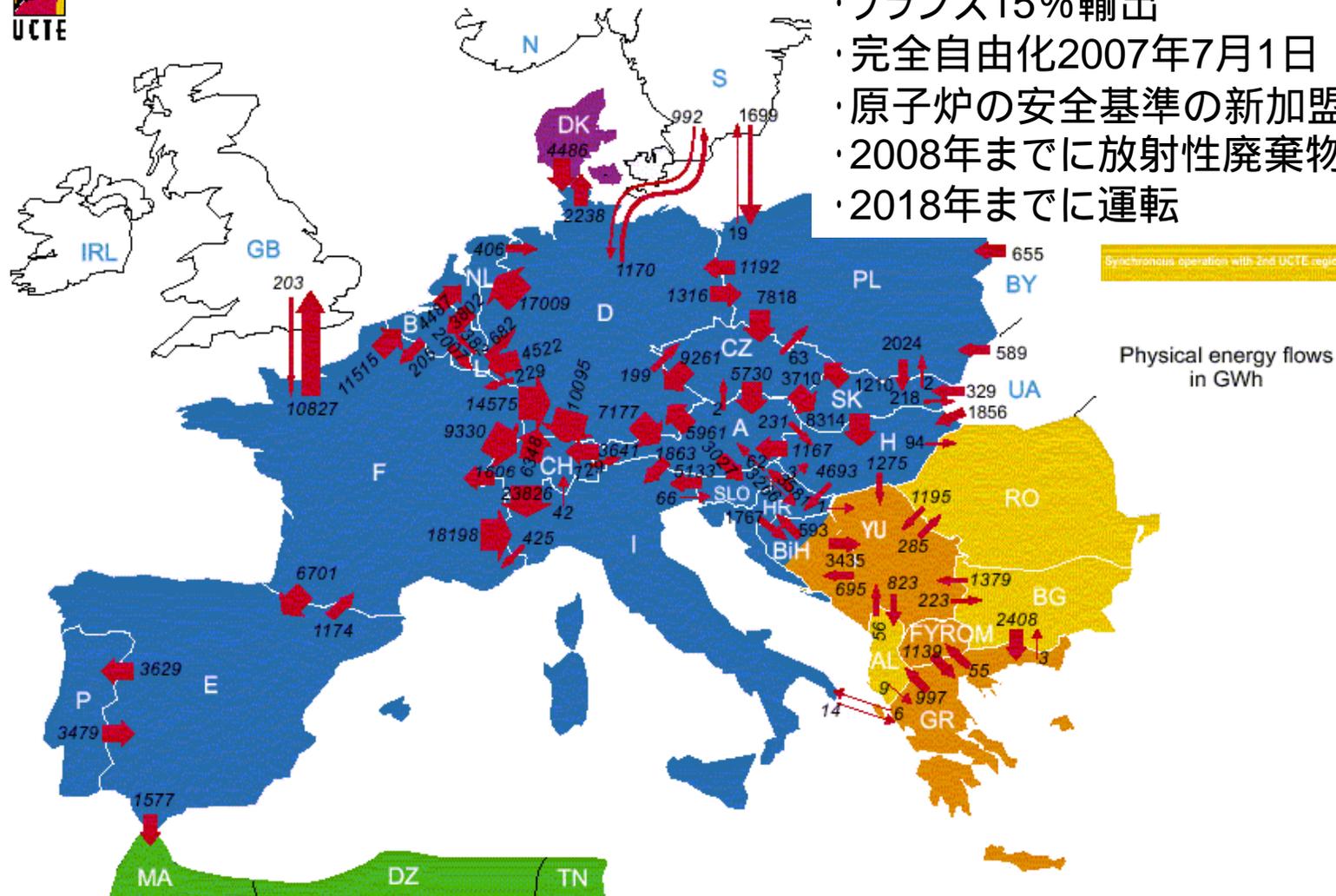
- フランスに関して
- ヨーロッパの原子力
- エネルギー事情
- 高速増殖炉
- MOX製造と再処理
- 放射性廃棄物の問題



欧州の電力



Physical electricity exchanges 2001 *



- ・フランス15%輸出
- ・完全自由化2007年7月1日
- ・原子炉の安全基準の新加盟国への適用
- ・2008年までに放射性廃棄物のサイト
- ・2018年までに運転

フランスと日本の比較



University of Fukui

	日本	フランス
面積 (km ²)	374,744	545,630
人口 (人)	127,463,611	60,876,136
電力 (TWh)	1,037	520
エネルギー自給率	4%+ 16%(原子力)	9%+ 42%(原子力)
原子力発電割合	35%	77%

<https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html>のデータより

フランス政治

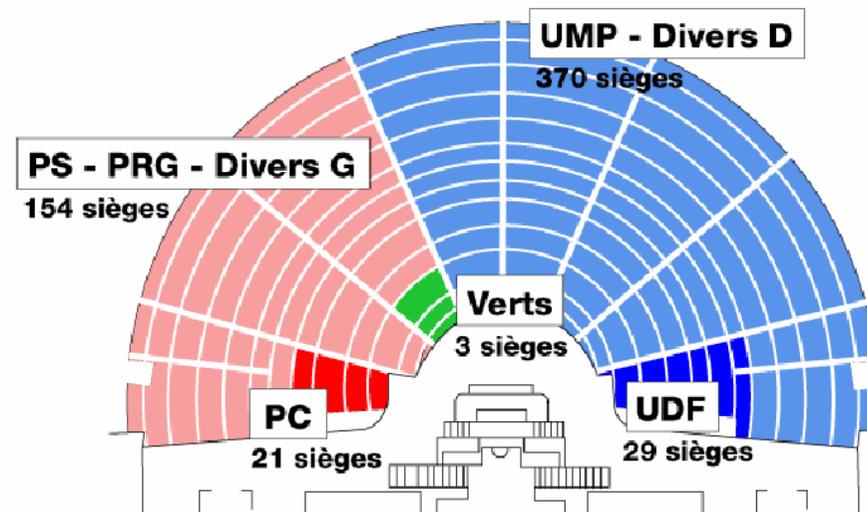


University of Fukui

Final 2^e tour

Elections législatives 2002

Final **Ministère de l'Intérieur** (en nombre de sièges)



- ・UMP (Union Mouvement Populaire)
- ・国民は原子力が独立を保つ上で重要と考えている

CEA Headquarters



University of Fukui

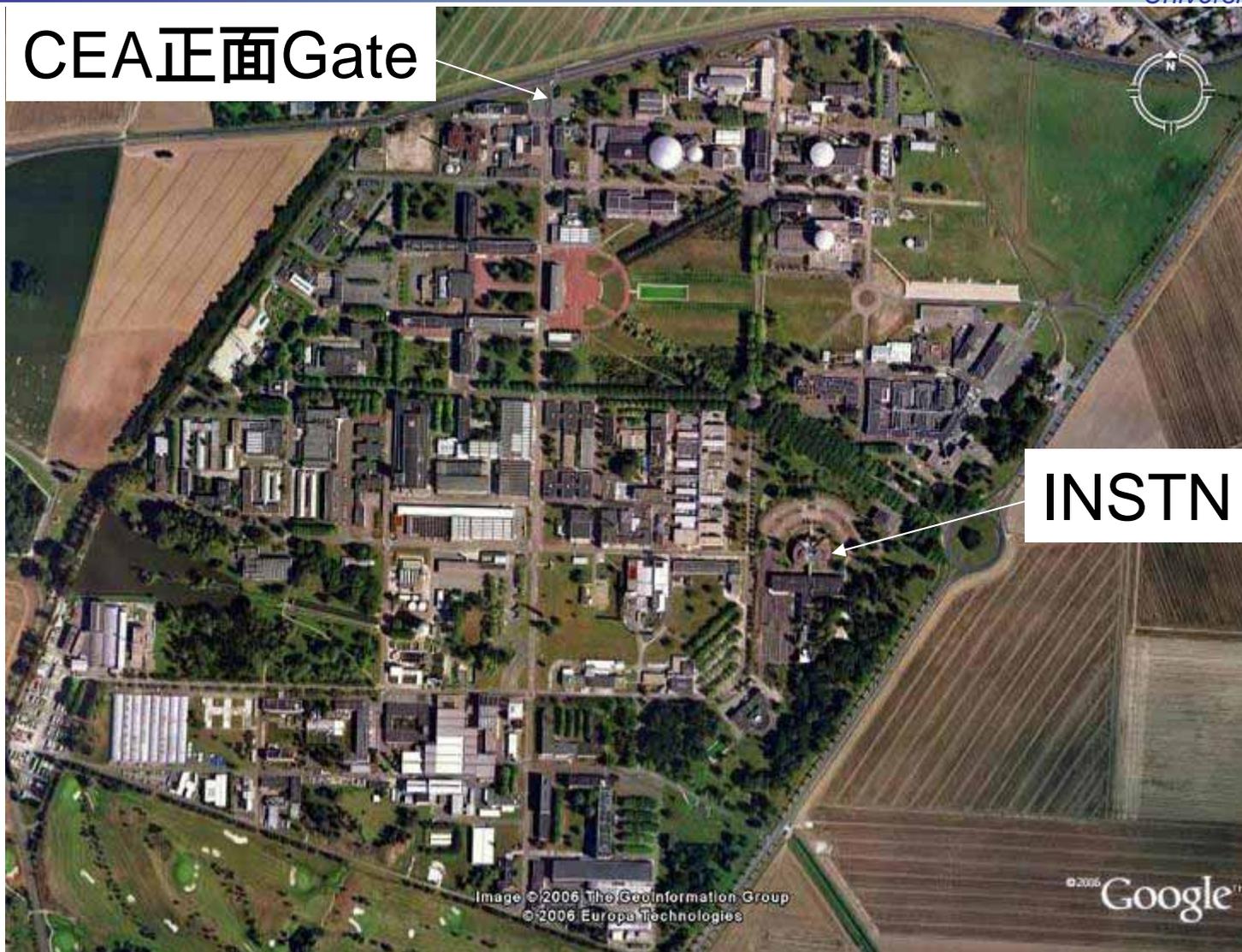


日本文化会館

Centre de Saclay, CEA



University of Fukui



INSTN(国立原子力科学技術学院)



University of Fukui



フランスでは、École(学校)が試験が難しいエリート養成学校であり、国を動かす人を輩出している。

大学は、研究者を育てるところである。

- École normale supérieure
- École polytechnique
- École Nationale d'Administration
- École des mines

- ・原子力に関する高等研究者・技術者養成学校(フランス唯一の原子力に関する工学を教える学校(グロン・ゼコール))
- ・学校を出たらすぐ管理職

被ばく医療



University of Fukui



IRSN
SPRA:
軍放射線防護センター
Percy病院
Curie病院

- 東欧、グルジアのRI事故での患者治療
- 火事での全身やけど治療

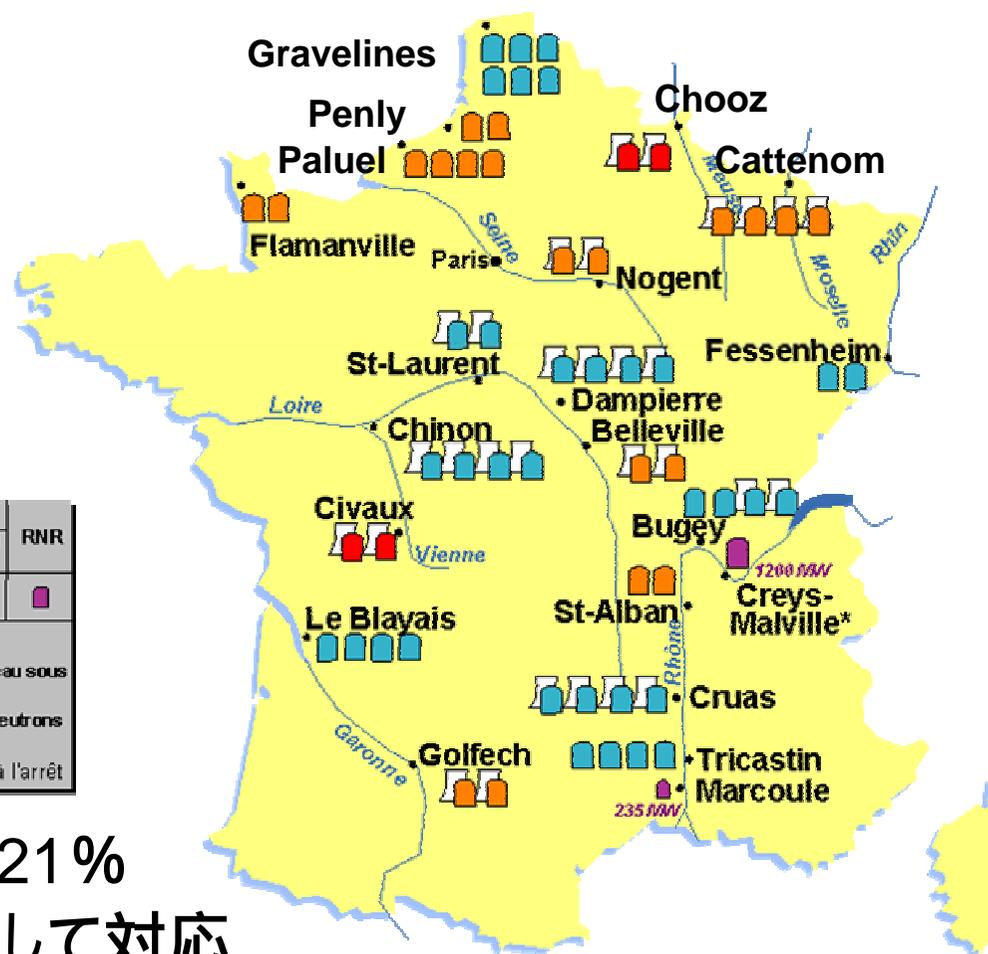
フランスの原子力発電



University of Fukui

900MWe: 34基
 1300MWe: 20基
 1450MWe: 4基
 Total 58基

総発電量511TWhの約85%



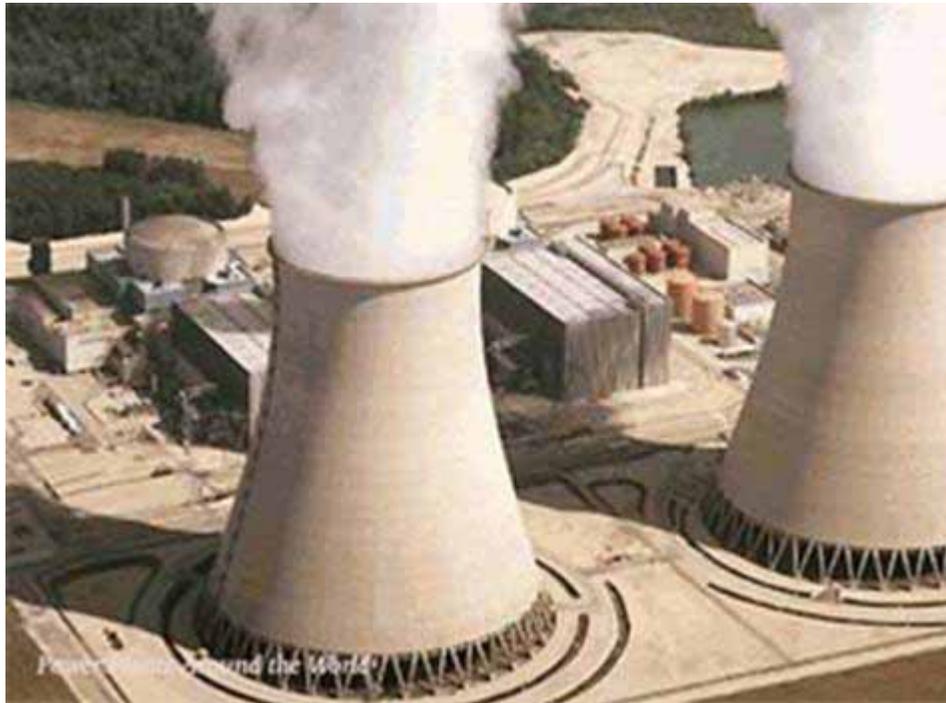
TRANCHES	REP			RNR
	900 MW	1300 MW	1400 MW	
en exploitation				
refroidissement	REP : réacteur à eau sous pression			
	circuit ouvert			
	RNR : réacteur à neutrons rapides			
	* à l'arrêt			

- ・再生可能エネルギー: 15 21%
- ・電力需要増加: 輸出を減らして対応
- ・EPR

フランスの原子力発電所



University of Fukui



Nogent

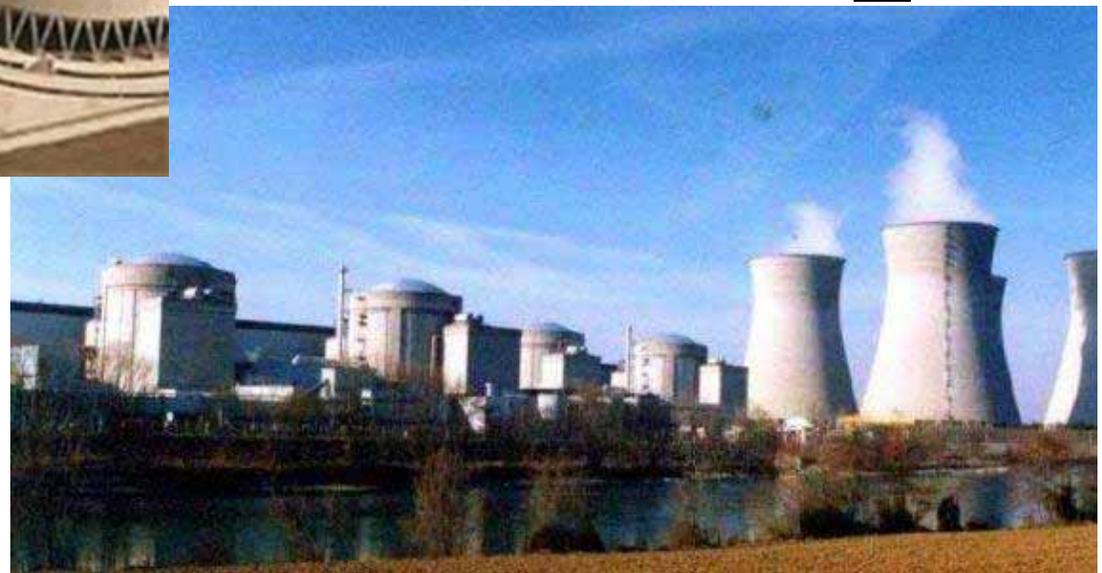
1300MWe 2基

Bugey

900MWe 4基

特徴

- 内陸
- 川のそば
- 巨大な冷却塔



英国の原子力発電



University of Fukui



- ・ Sellafieldのコルダールホール
2003年3月に3基停止
- ・ AP600/1000が次期導入型
- ・ PBMR
- ・ SizewellへのGreenの乱入

PWR: 1基
ガス炉: 34基
総発電量: 364TWhの約23%

ドイツの原子力発電



University of Fukui



BWR: 6基

PWR: 13基

総発電量: 537TWhの約30%

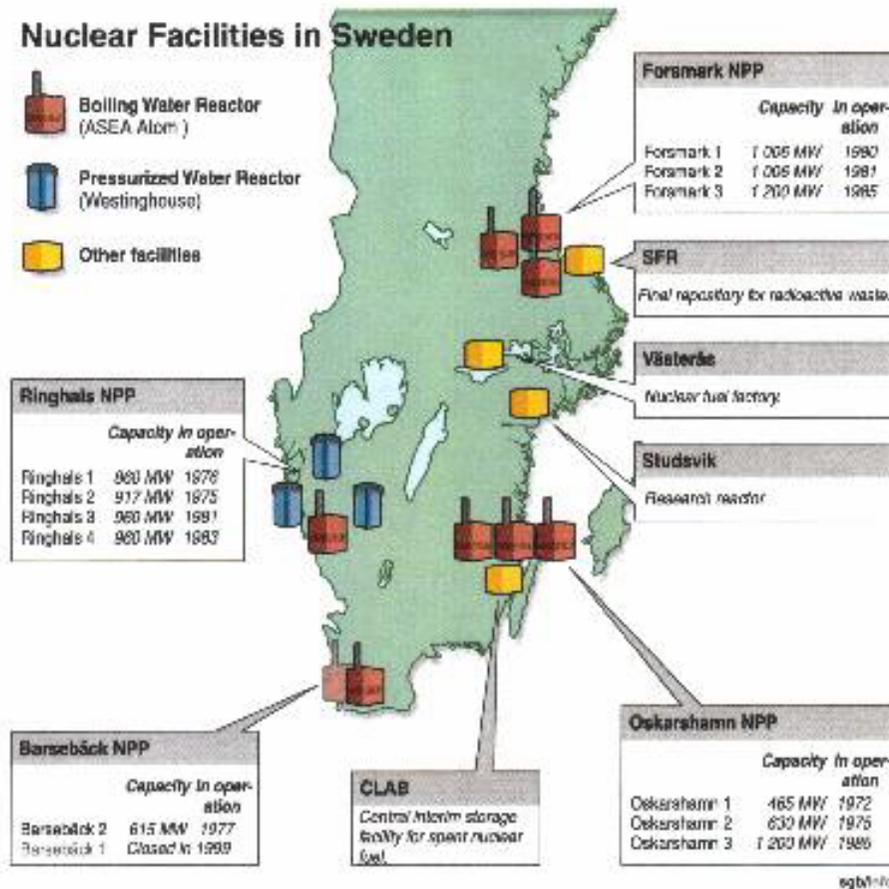
- ・フェーズアウトは間違いだと考える人が多い
- ・政権が変われば方針変更と言っているが、電力会社は簡単には原子力には戻れないと考えている。

スウェーデンの原子力発電



University of Fukui

Nuclear Facilities in Sweden



1980年に原子力発電を撤廃するとの国民投票が行われて、2010年までに閉鎖するはずであった。しかし、現在は国民の80%近くが、原子力で発電する必要があると考えている。

Oskarshamnの原子力発電所は、古い原子炉容器などを取り外し、新しいものと入れ替える工事を行った。

フィンランドの原子力発電



University of Fukui



Eurajoki: 840MWe BWR 2基
Loviisa : 488MWe VVER 2基

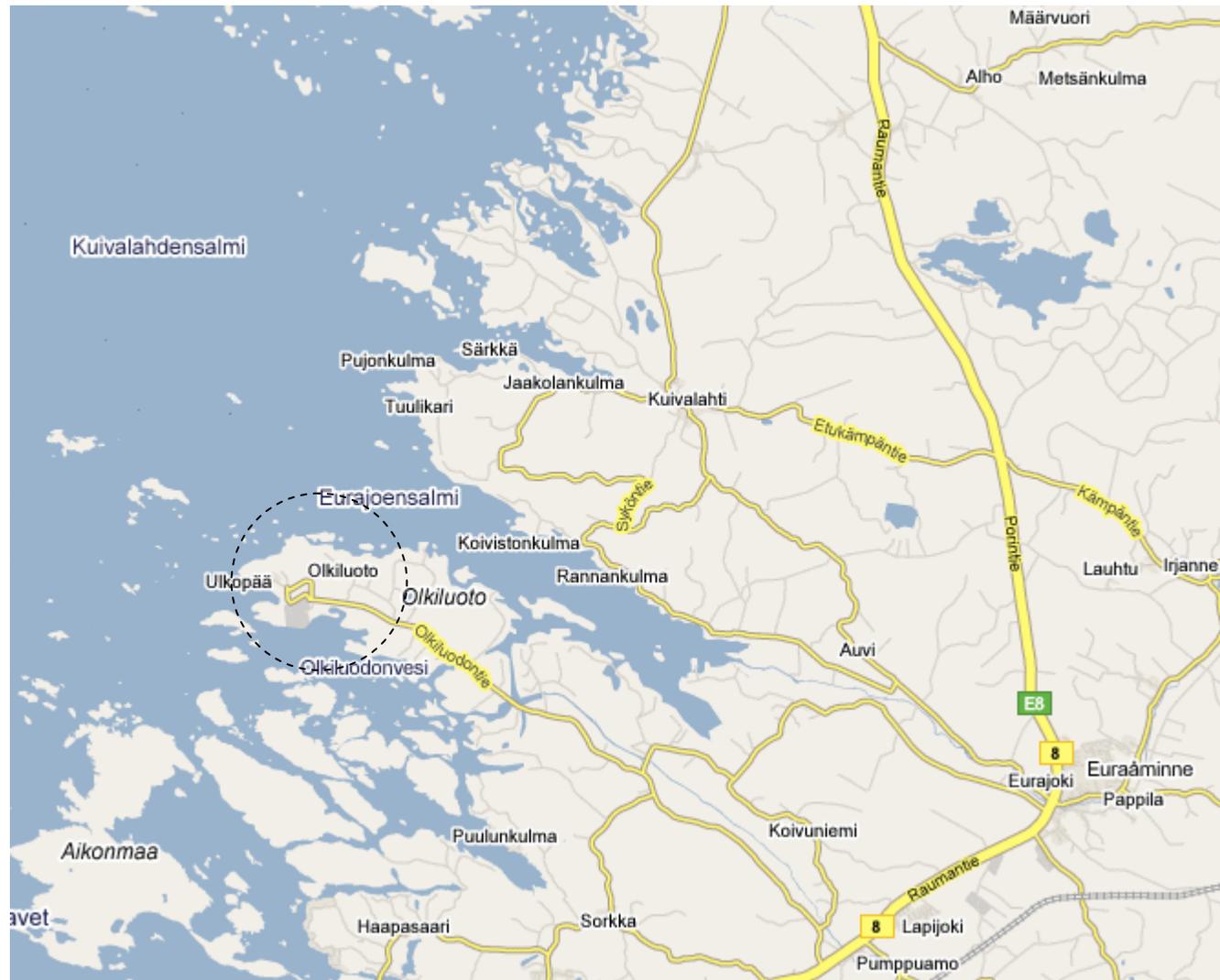
総発電量81.6TWhの27%

- ・常識を理解する国民性
- ・国民は、原子力の賛成が多数を占めるが、原子力施設地域以外では、相対的に反対割合が高い

Olkiluoto, Finland



University of Fukui



フィンランドの原子力発電



University of Fukui



EURAJOKIの
Olkiluotoサイト

EPR建設地

廃棄物処分サイト

- ・政府による先を読んだ住民への情報提供
- ・5基目の原子力発電所(国内需要と輸出)

ベルギーの原子力発電



University of Fukui



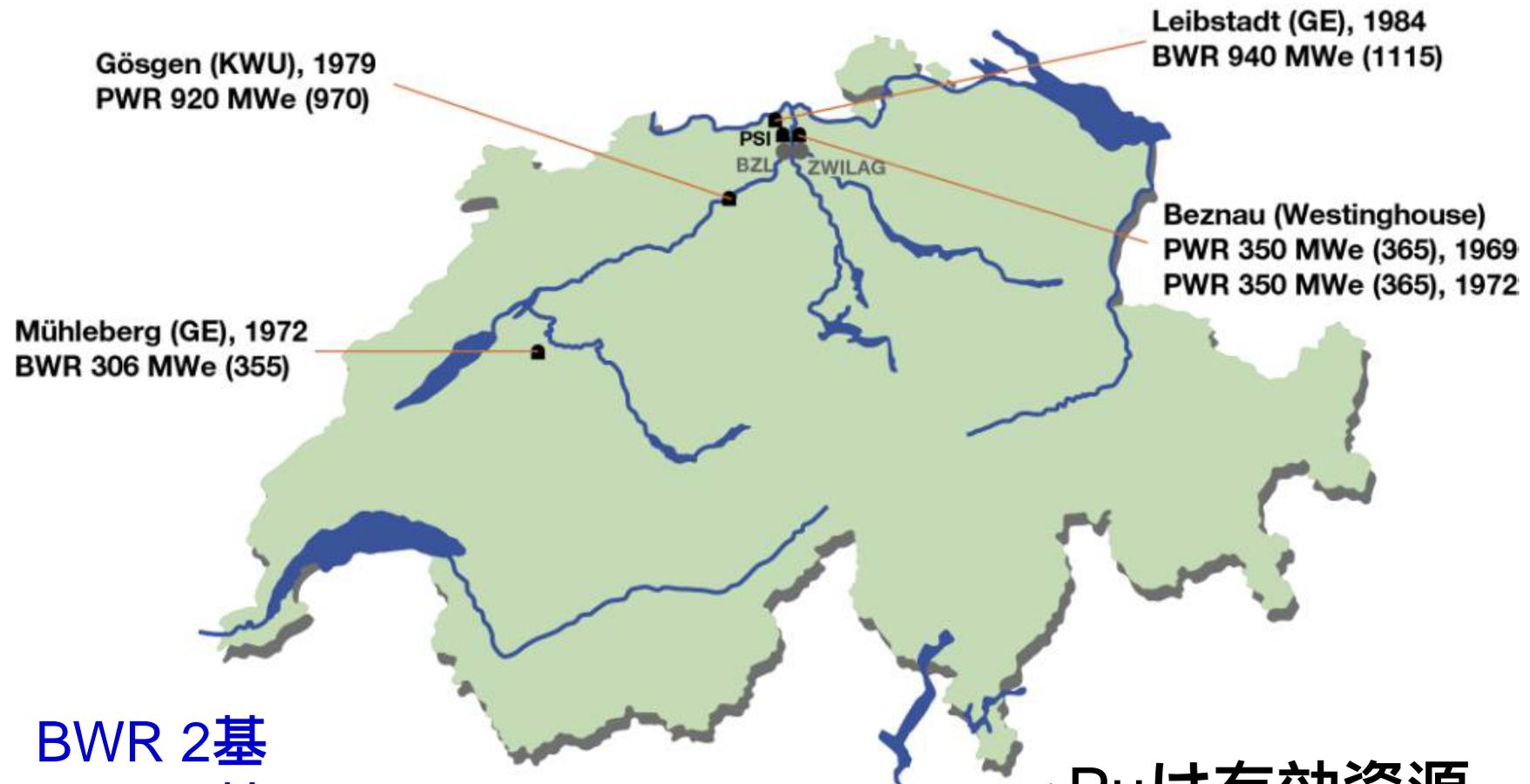
PWR 7基
総発電量76TWhの
58%

・フェーズアウト法案が
2003年1月に上院通過

スイスの原子力発電



University of Fukui



BWR 2基
PWR 3基
総発電量70TWhの36%

- ・Puは有効資源
- ・3基にMOX装荷

Super Phénix (SPX)



University of Fukui



電気出力
1200MWe
実証炉

- ・1998年2月2日、緑の党の協力を必要とする社会
党ジョスパン首相の方針で、生費にされ解体中
- ・安全局は、原子炉の運転に何ら問題なしとコメント

SPX内部



University of Fukui



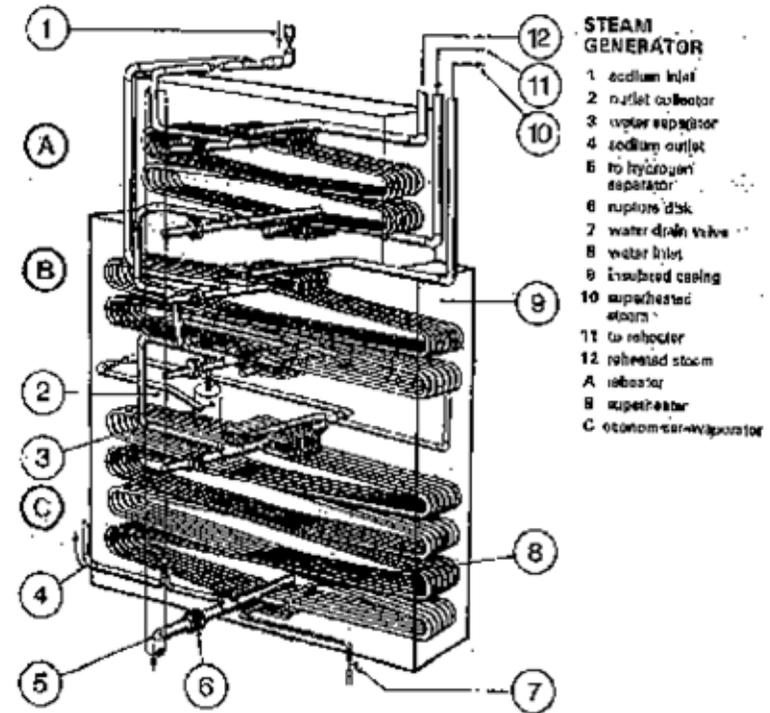
SPX最初で最後の撮影許可



Phénix



University of Fukui

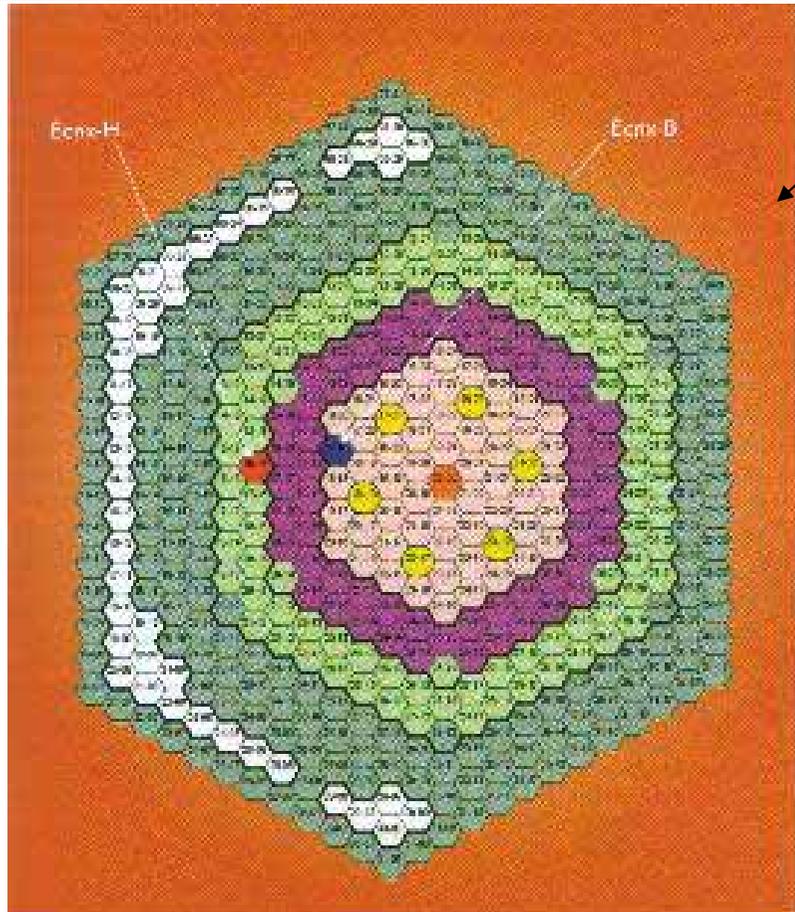


- ・耐震性バックフィット
- ・SG修理
- ・2003年3月より6サイクル5.5年の運転
- ・MA燃焼試験

Minor Actinide 燃烧

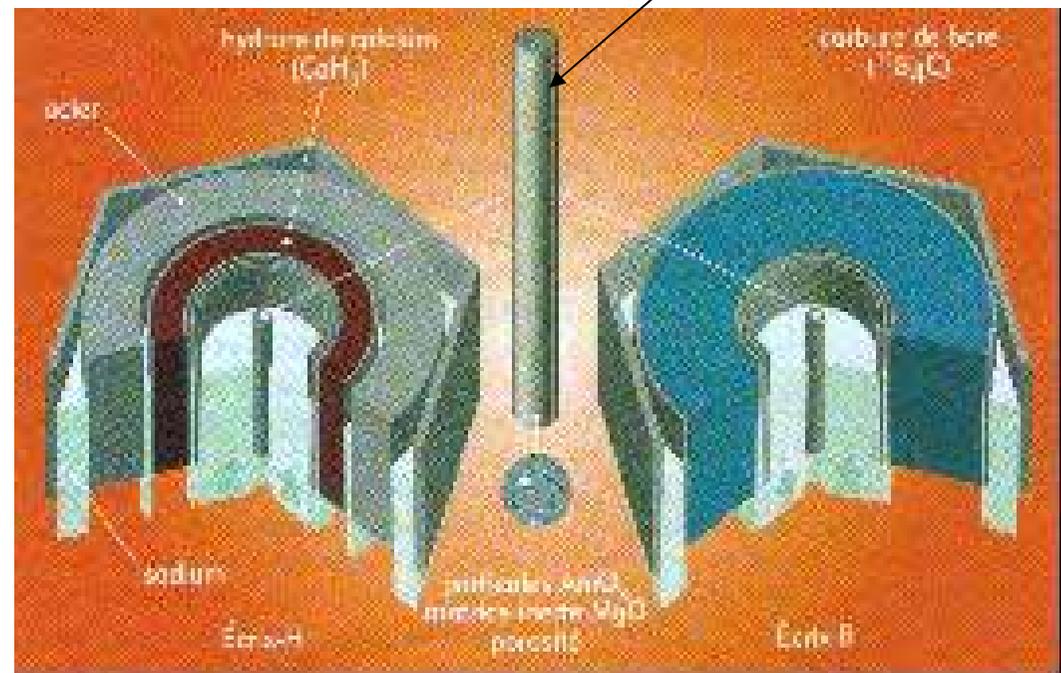


University of Fukui



Phénixの炉心

Minor Actinide 入り燃料

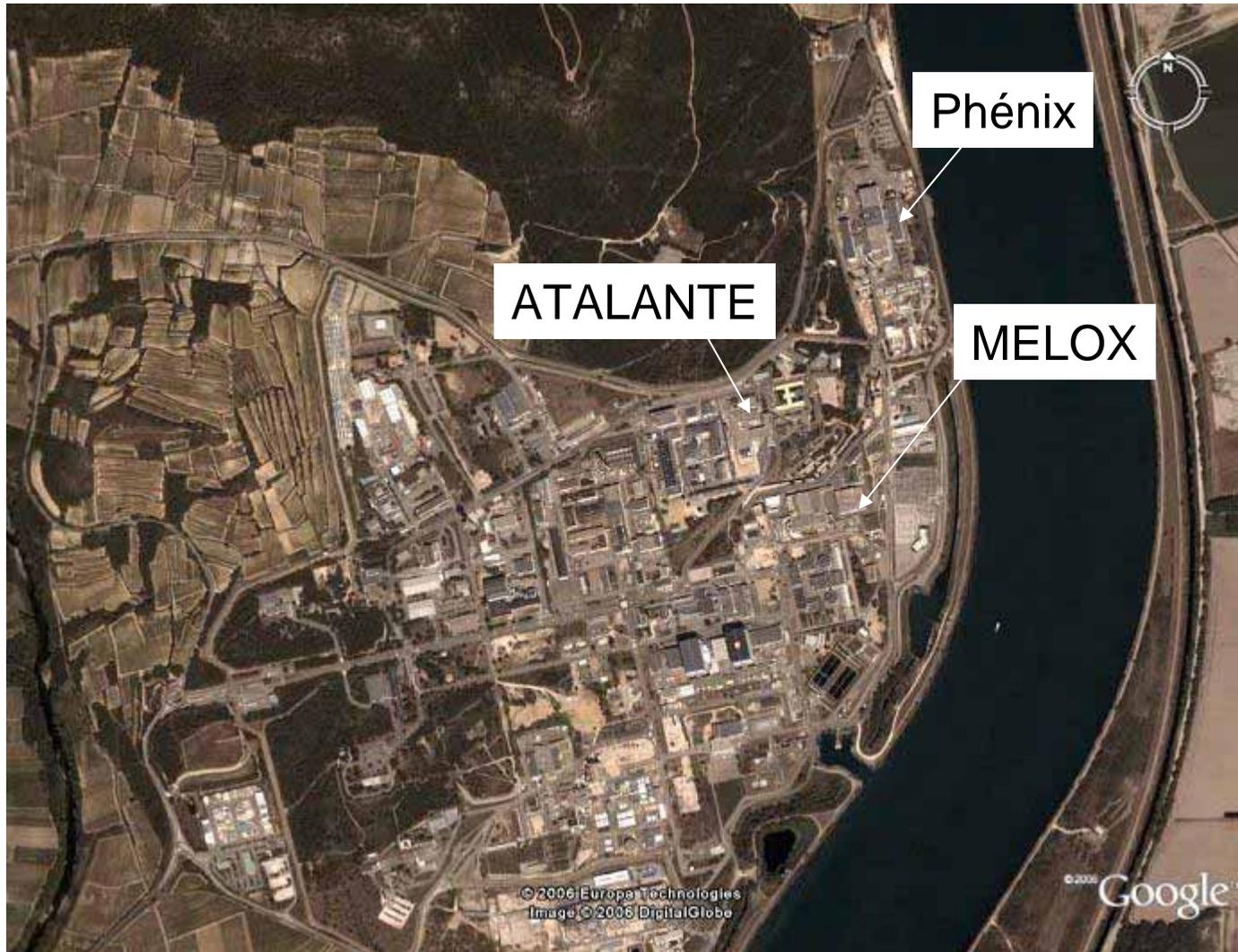


2009年にはPhénixが閉鎖されるため、常陽、「もんじゅ」を用いて照射する計画

Marcouleサイト



University of Fukui



フランスにおける高速炉開発



University of Fukui

- 自国でプログラムを計画しても認められないためGeneration-IVに参加
- フランス政府は、1999年6月1日、サステーナブル・エネルギー開発の一環として、長期的に研究する必要がある3つの項目に対応するようCEAに要求
 1. 廃棄物減量原子炉、燃料サイクルの開発
 2. リンデュアブルエネルギーの開発
 3. 従来型炉の研究の強化

フランスにおける高速炉開発



University of Fukui

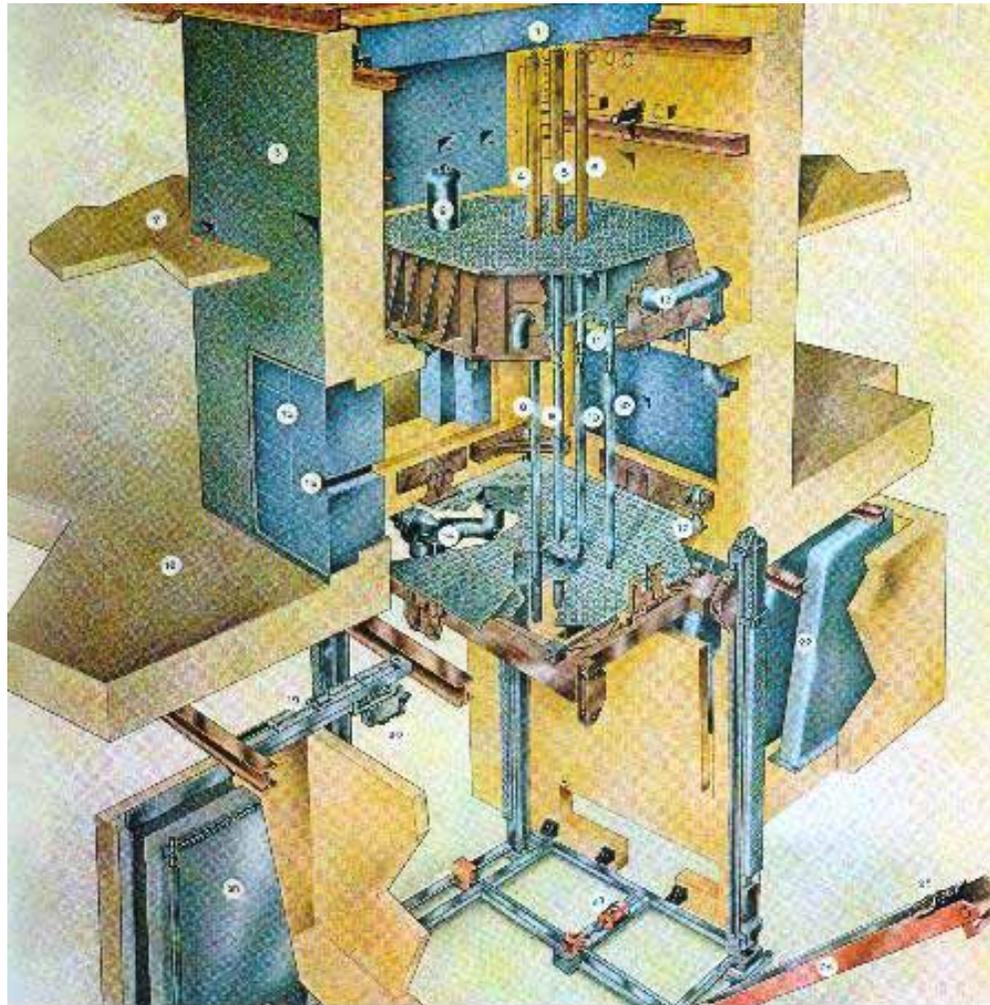
- 廃棄物を燃焼させるため、高速中性子でなければならない
- 50年後の燃料電池用水素を発生できる装置
- Puが余っているため、増殖比は1近傍でよい
- 2015年に、20から30MWtの小さなガス冷却高速炉をCadaracheに作る予定（2003年頃は2012年と言っていた）
- オシリスリアクターでセラミックス-セラミックスの燃料を照射

高速炉研究炉 MASURCA



University of Fukui

Maquette Surgénérateur Cadarache



- ・ガス炉、ADSの試験
- ・2004年より寿命延長
15年延長
- ・2020～2030年は
Generation-IV対応
の試験

MOX製造と再処理



University of Fukui

MOX燃料製造(MELOX)



University of Fukui



- UとPuのMetal量で 100t/year
- 3 ~ 11%のPu含有率

SMP (Sellafield MOX Plant)



University of Fukui



•UとPuのMetal量で 100t/year

ベルギーのMOXプラント



University of Fukui



Belgonucléaire工場

La Hague再処理工場



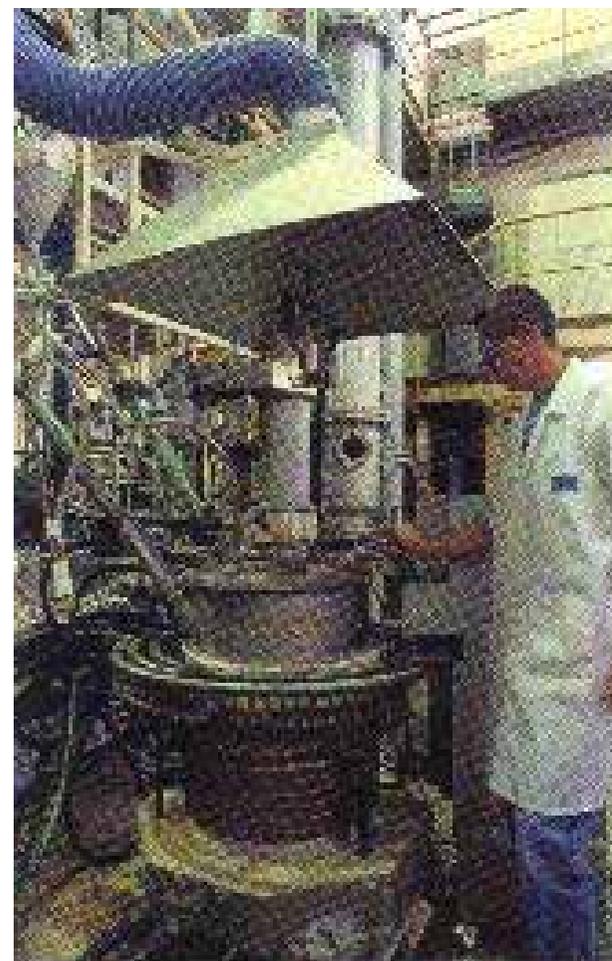
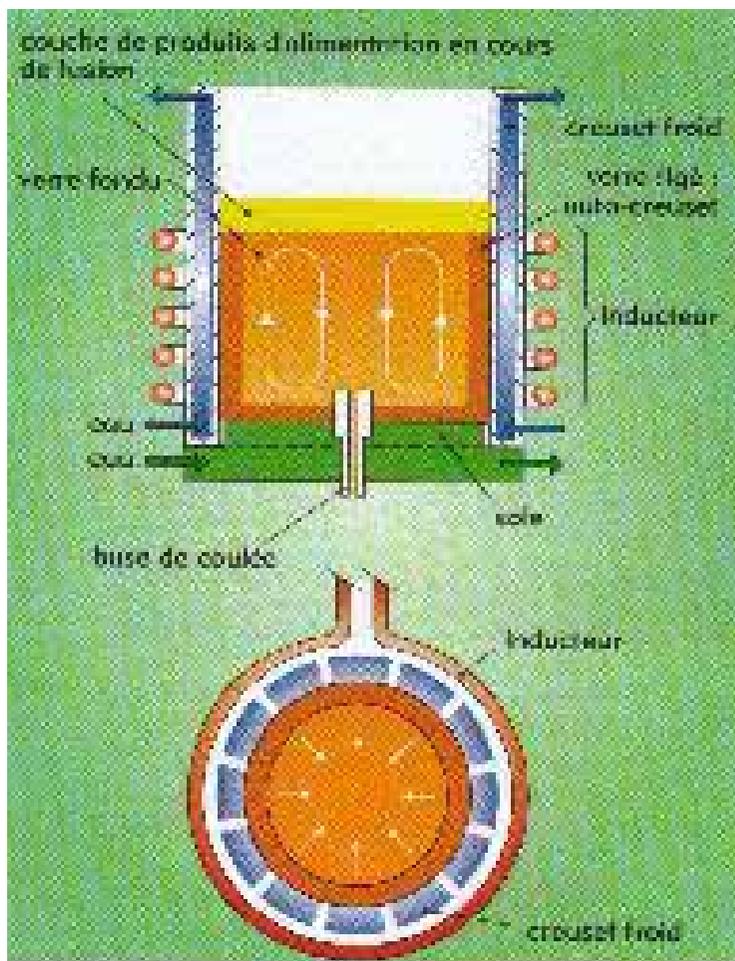
University of Fukui



写真3-1 La HagueとUP-3の使用済み燃料冷却プール（COGEMA情報より）

・2003年1月7日の法律で、UP-2, UP-3各々の施設が年間1000トン処理可能に改正

低温るつぼ



BNFL Sellafield



University of Fukui



放射性廃棄物



University of Fukui

廃棄物法とANDRA誕生



University of Fukui

La loi n ° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs

署名:

François Mitterrand (フランス共和国大統領)、Edith Cresson (フランス共和国首相) ほか5名の政府関係者

ANDRA (Agence nationale pour gestion des déchets radioactifs) **フランス放射性廃棄物管理庁**、フランスの放射性廃棄物を一括管理する組織

ANDRAは、1979年にCEAの中に誕生し、1991年12月30日の法律によって独立

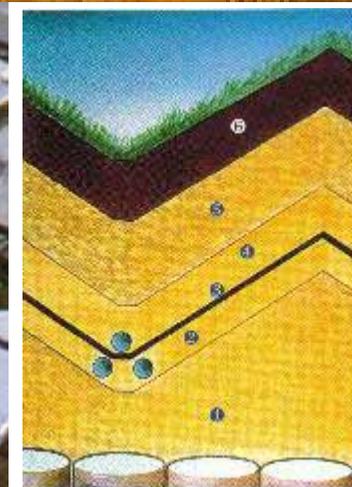
ANDRAは、低レベル、極低レベル廃棄物処分施設の運営と、高レベル廃棄物の地層処分に関する研究を行うための研究施設の建設を行っている。

La Manche低レベル放射性廃棄物貯蔵施設



University of Fukui

- 1994年閉鎖
- 現在は、施設から流出する水を管理
- 異常値が出た場合には、警報を発する



La Manche et La Hague



University of Fukui



Aubeにおける低レベル放射性廃棄物貯蔵施設

University of Fukui



- 放射性廃棄物のほとんどは、極低レベルのもの
- 極低レベル専用の廃棄物施設を建設し、管理費を低減している

放射性廃棄物France



University of Fukui



Bureサイト

- 住民との対話を十分に実施
- 地域に貢献できるものを提供
- 大学を誘致



放射性廃棄物に関する国民討論会



University of Fukui



2003年3月24日
国民議会議事室

2003年4月30日
研究省内会議室



フィンランドでの状況



University of Fukui

- 廃棄物処分場建設に関し住民が参加しての環境影響評価を実施した。
50%の住民が参加し、結果に満足した。
- 住民が原子力を理解
特に若い世代ほど二酸化炭素の問題と結びつけて解決しなければと考えている。
- 自分のごみは自分で処分との良識を有する
- 建設主体が協力
- 規制側からの情報提供の適切さ

放射性廃棄物Finland



University of Fukui



フィンランドのCaféで



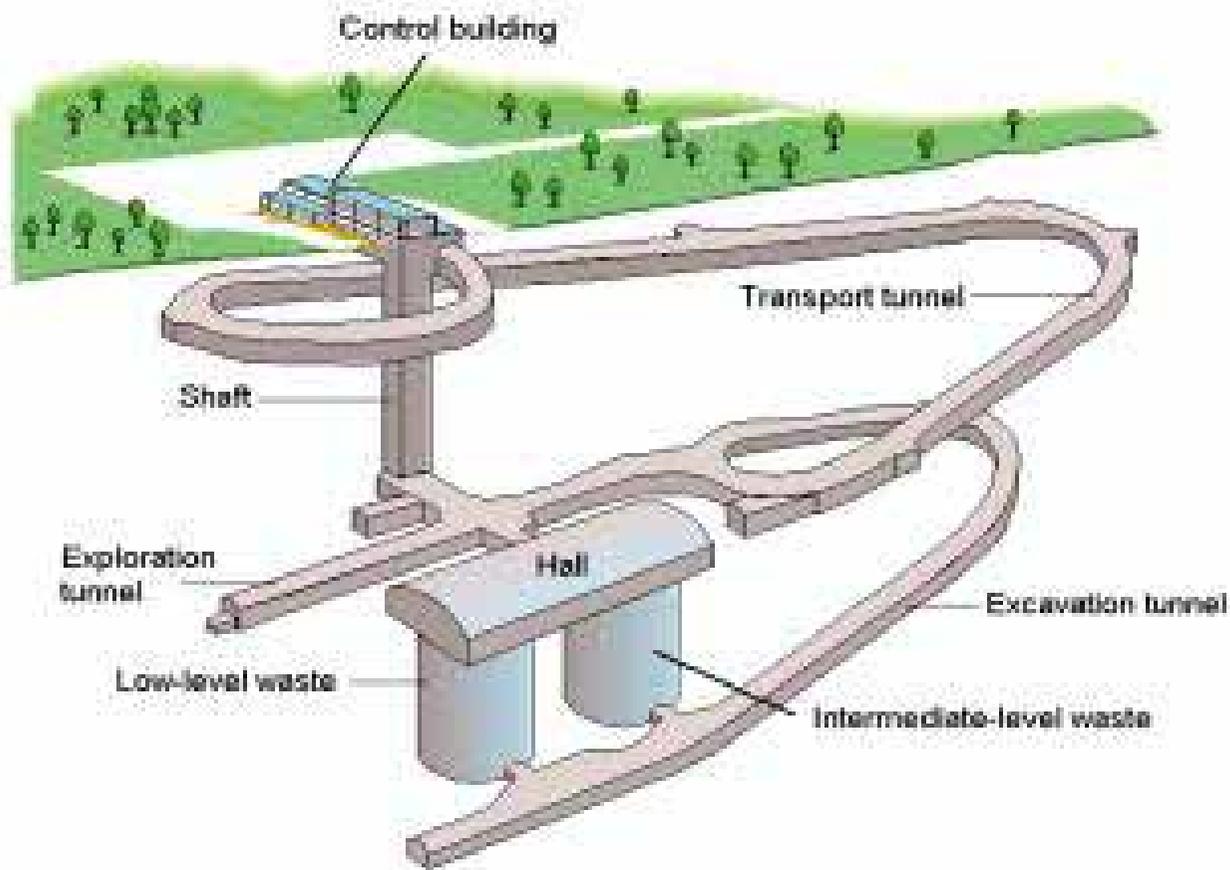
University of Fukui



フィンランド中レベル廃棄物施設



University of Fukui

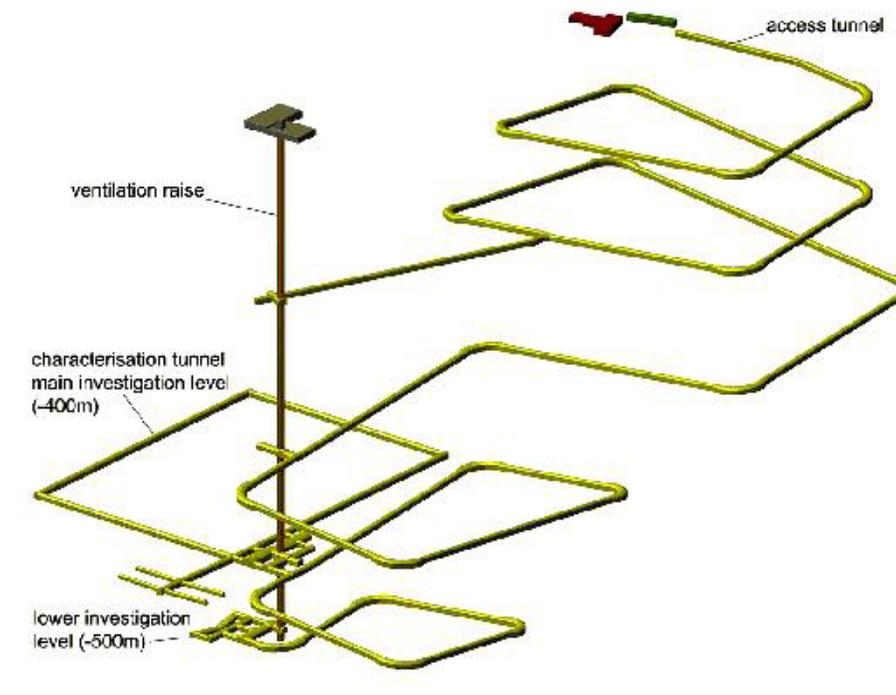


高レベル廃棄物処分施設



University of Fukui

First layout design for ONKALO



スウェーデンでの状況



University of Fukui

- フィンランドと同様な住民の見識の高さ
- 原子力と廃棄物を切り離して考えている
- 放射性廃棄物の危険性を冷静に判断して、
サイト誘致のメリットを判断(長期間の雇用問題の解決)
- 1980年、一旦は脱原子力を掲げたが、その後の状況変化を冷静に判断して、原子力が重要との世論となっている。

スウェーデンでのアンケート結果



University of Fukui

	2001年オスカー シャム			2001年11月 16 19歳の学 生			1999年のフィジビリ ティーに対して		
	Yes	No	?	Yes	No	?	Yes	No	?
SKBの方法 は安全？	53	29	15	49	27	24			
地下研の運 用は？	76	18	5	83	5	12	80	15	5
この町への 処分場 は？	70	21	8	73	10	16	79	15	6
何か影響が あるか？	42	33	24	32	30	38			

スウェーデンの地層処分研究施設



University of Fukui



Äspö

- 花崗岩
- 巨大な施設
- 国民に公開
- 専門のCommunicator



放射性廃棄物Sweden



University of Fukui



候補地 : Oskarshamn

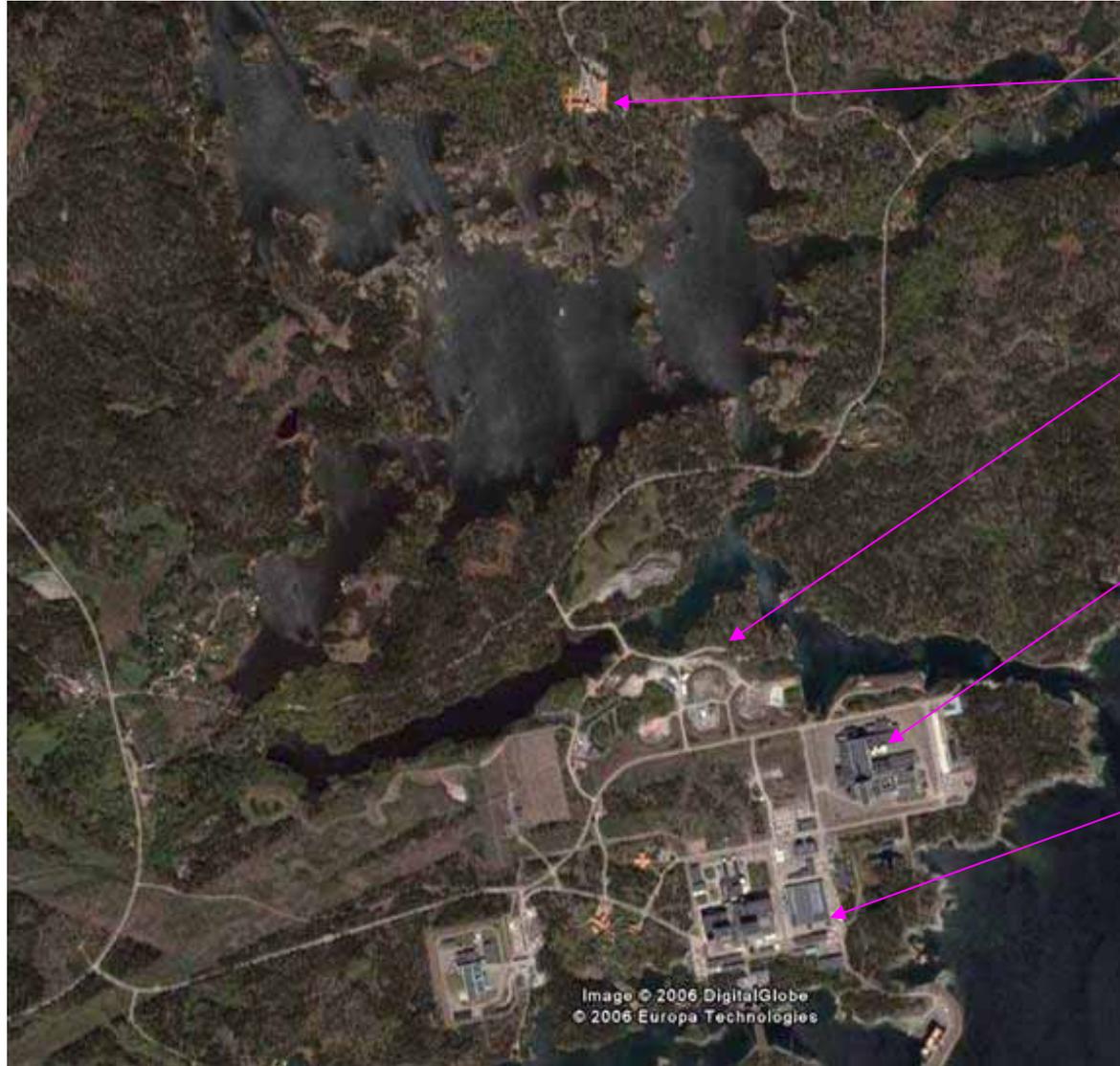
Oskarshamnの市長は、廃棄物処理場を町に誘致することによって、財政と雇用問題が永久的に解決すると考えている。



Oskarshamn



University of Fukui



Äspö
地上研究所

Äspö HRL入口

Oskarshamn
原子力発電所

CLAB施設

北欧での原子力教育



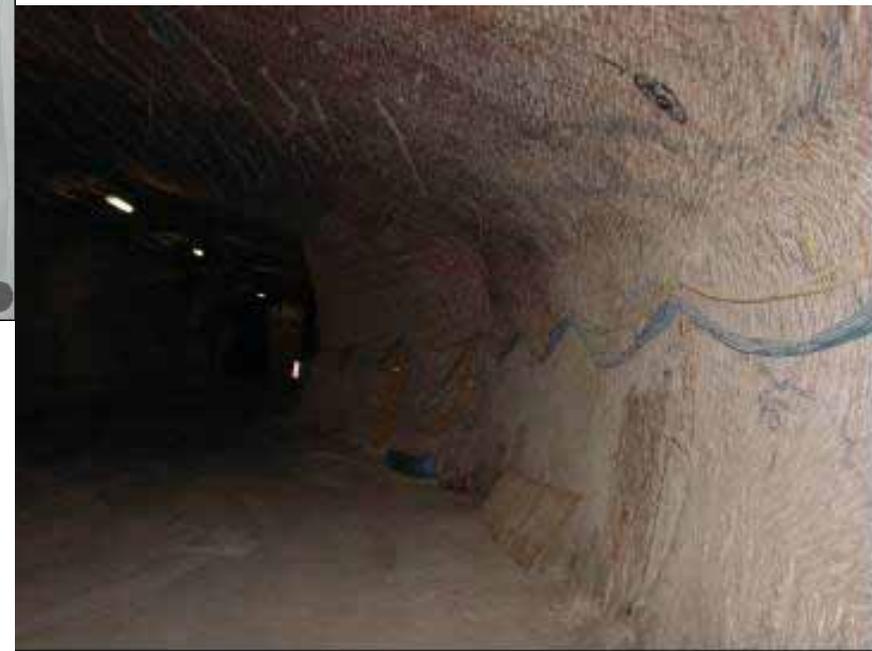
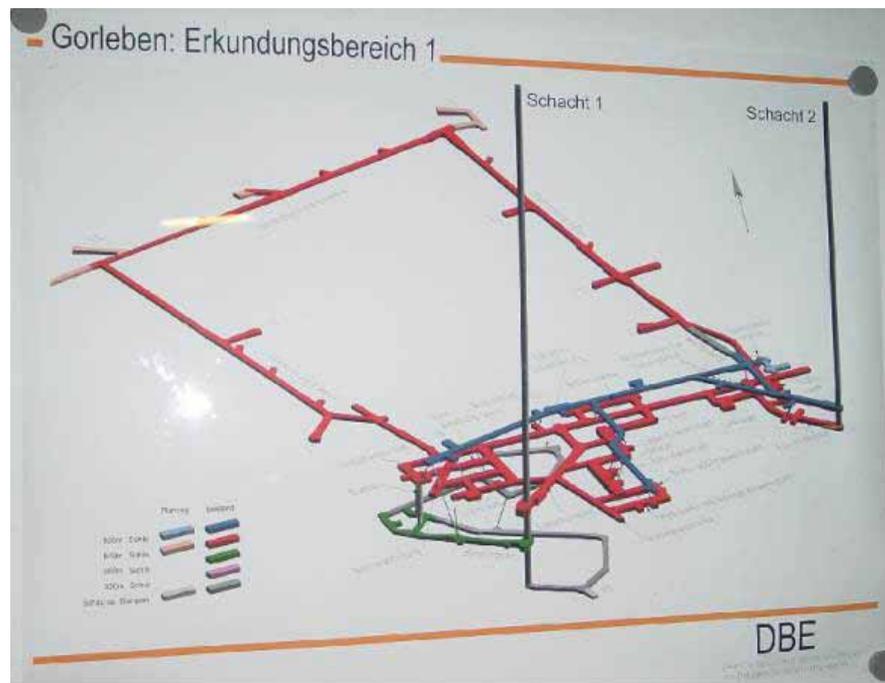
University of Fukui

- 低学年からの教育プログラムがある。
- 小中高の先生を対象にしたプログラムを準備している。
- 学校の先生が、原子力に対する偏見を持っていない。
- 化学物質と放射線の環境に対するインパクトを考え、柔軟に対応する素地を築いている。

ドイツGorleben地層処分研究施設



University of Fukui



スイスの地層処研究施設



University of Fukui



Grimsel

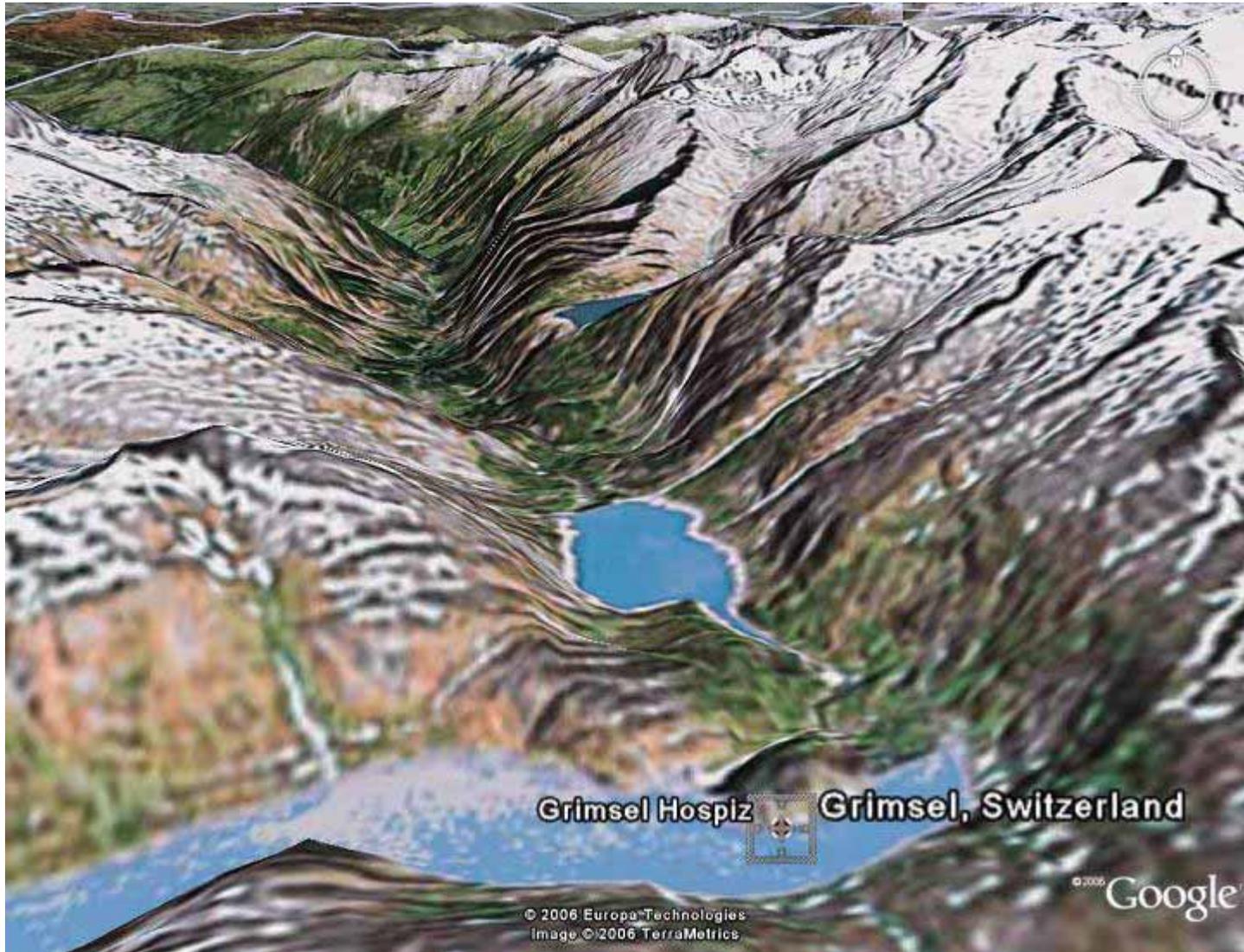
- 花崗岩
- 20年研究



Grimsel



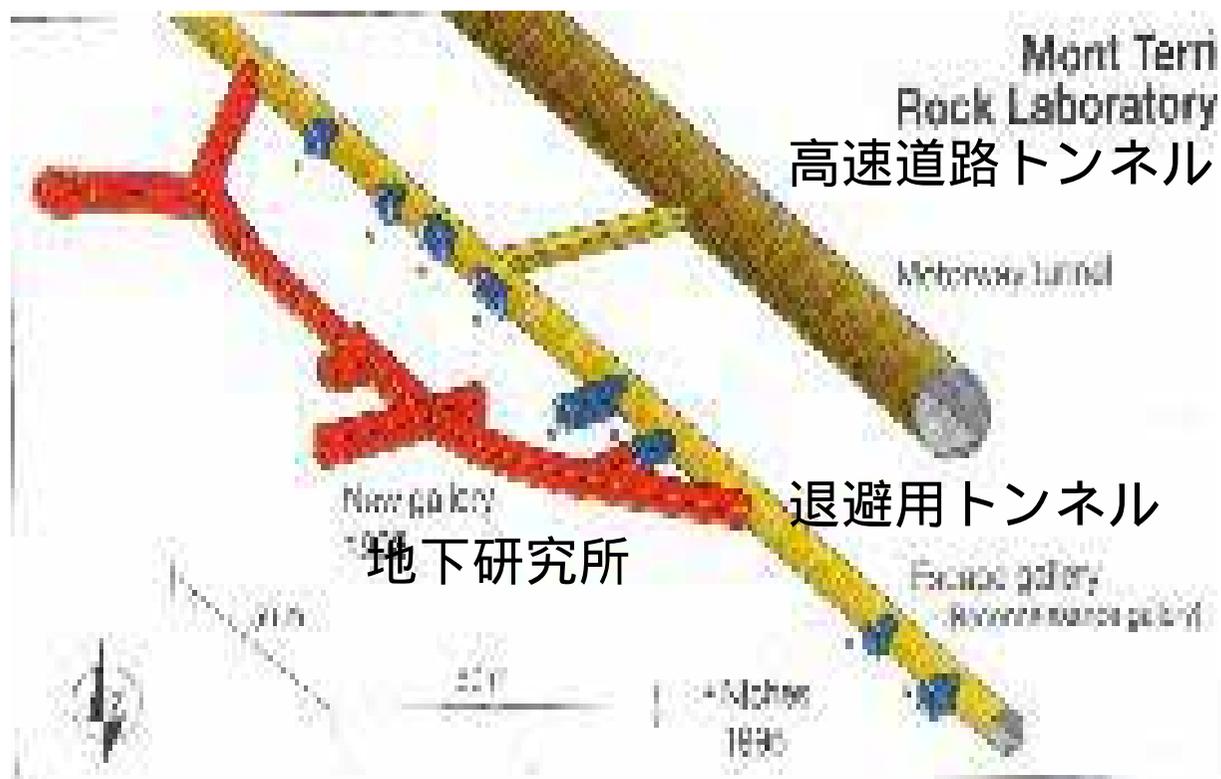
University of Fukui



スイスの地層処研究施設

Mont Terri

- 粘土層の研究所
- 10年間研究



放射性廃棄物研究Switzerland

University of Fukui

粘土層の研究所： Mont Terri
10年研究
優先順位が高い



放射性廃棄物Belgium



University of Fukui



- ・低中レベル中間貯蔵は、既に満杯
- ・ドラム缶の腐食の問題
- ・返還高レベル廃棄物

ベルギーの地層処分研究



University of Fukui



Mol研究所
•粘土層

Yucca Mountain, USA



University of Fukui



軽水炉の燃料を直接処分
すると、この規模の処分場
が2つも3つも必要になるこ
とが明白



2006年2月に
GNEP計画の発表

GNEP: Global Nuclear Energy Partnership

GNEP



University of Fukui

- 原子炉を提供する国と利用する国を分ける。
(USA, フランス、日本、ロシア、中国、インド
などがGen-IVの高速増殖炉を提供)
- 25基以上の新規プラントを建設する。
- 使用済み燃料の再利用を行う。
- Gen-IVを検討しているGIFは、GNEPの一部
とする。