

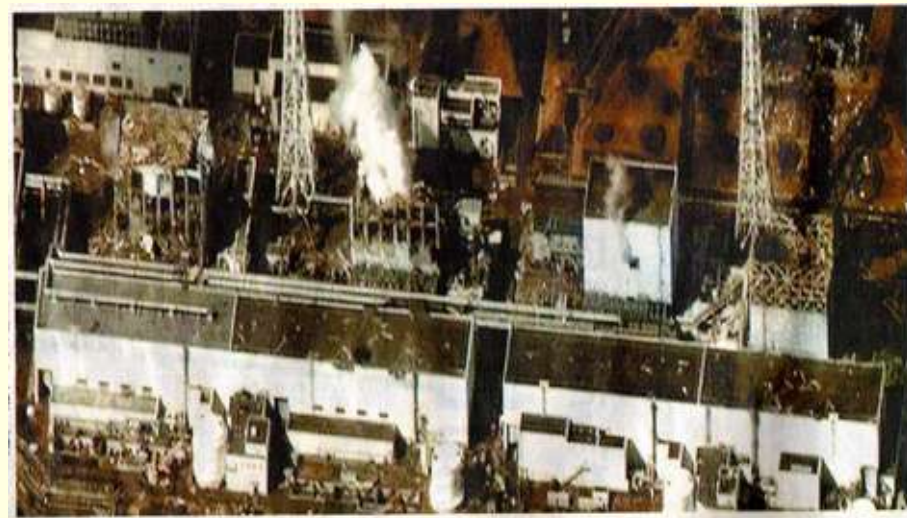
2015.5.16 IISORA首都圏シンポジウム
日本大学湘南キャンパス

原発事故と放射能被害

～チェルノブイリと福島調査より～



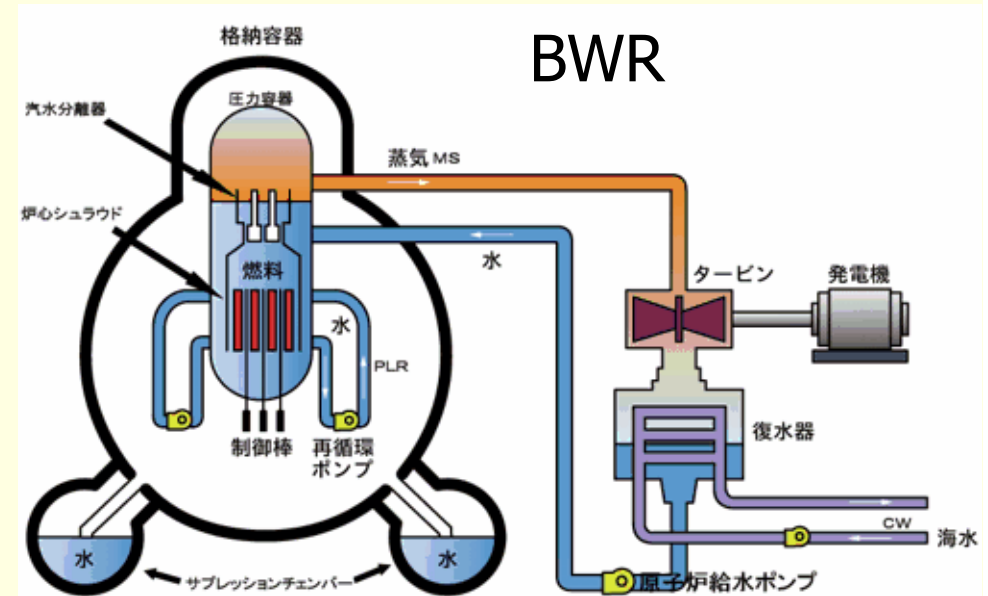
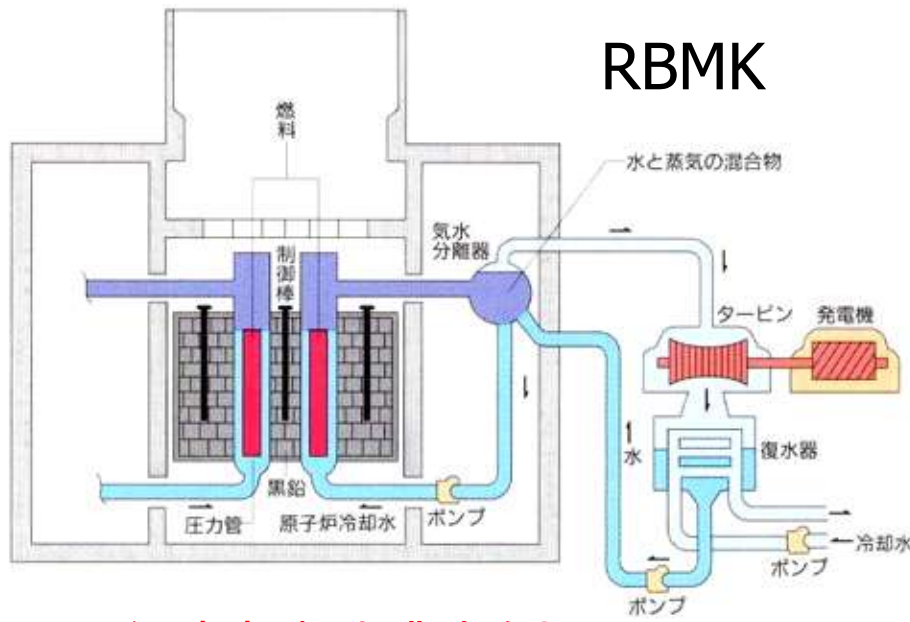
チェルノブイリ 1986年4月



福島 2011年3月

今中哲二
京都大学原子炉実験所

チェルノブイリ型（左）と福島型（右）



<黒鉛減速・軽水沸騰冷却・チャンネル型>

<原子力発電をはじめたときから心配された2つの事故>

◆核分裂連鎖反応のコントロールに失敗して出力が急上昇する '出力暴走事故'

◆炉心冷却に失敗して炉心が融けて（メルトダウン）してしまう '冷却失敗事故'

チェルノブイリの位置



(2) 原子炉数・出力

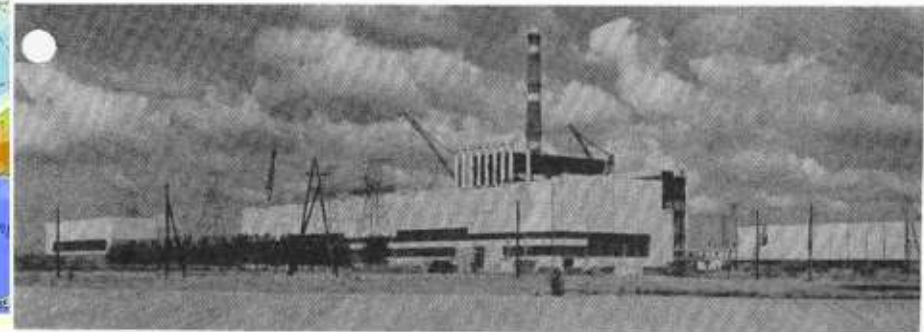
事故は4号機で発生。

運転中 4基 (各 100 万 kW)
建設中 2基 (各 100 万 kW)

	着工	臨界	運転
1号機	1971	1977. 8	1978. 5
2号機	1971	1978.11	1979. 5
3号機	1975	1981. 6	1982. 5
4号機	1975	1983.12	1984. 3
5号機	1981		
6号機	1982		

(3) 所有者・運転者

発電電化省 (Ministry of Power and Electrification)



建設中のチェルノブイ原子力発電所

RBMK炉の特徴

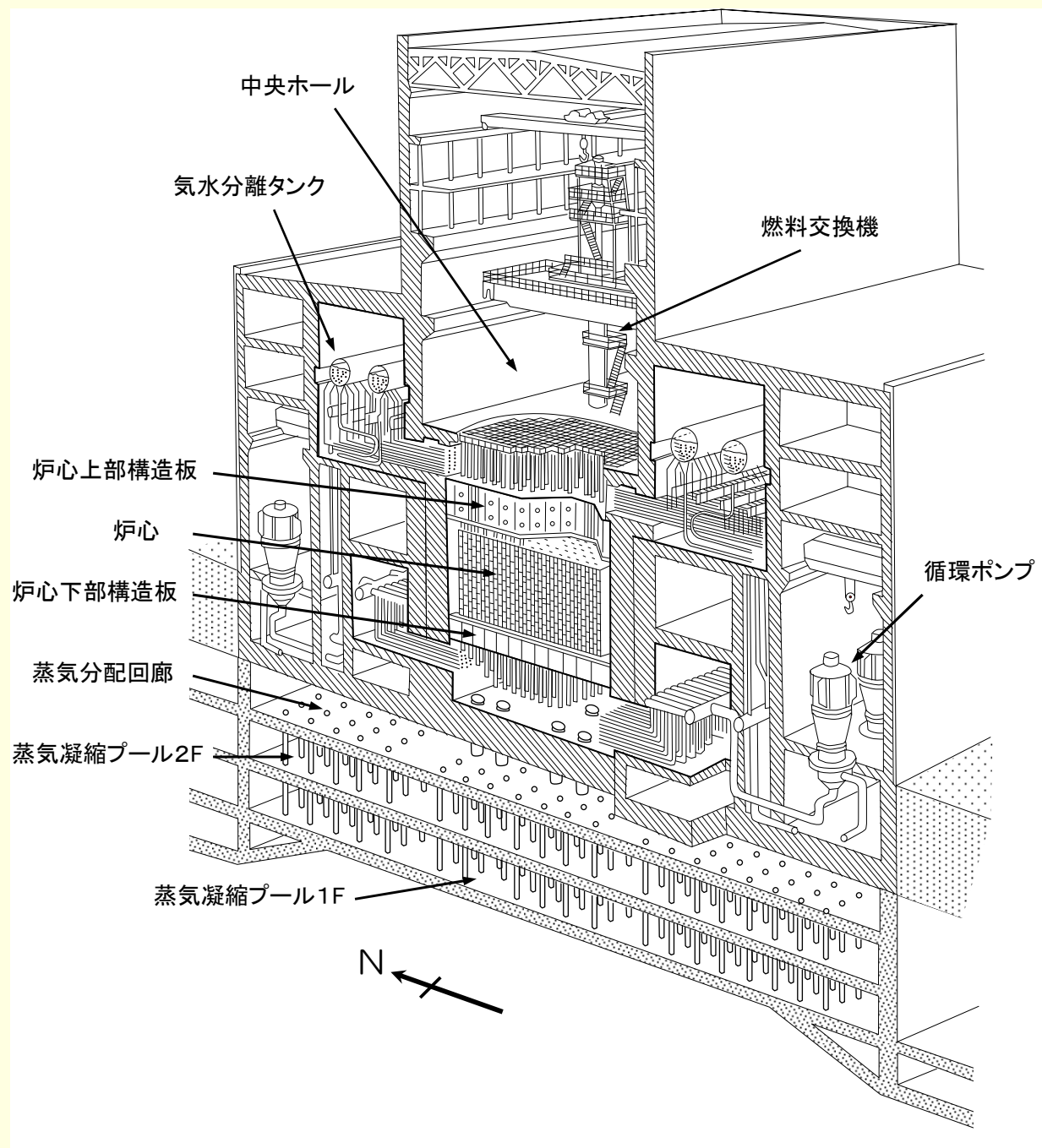
<長所>

- 運転しながら燃料交換が可能（原爆用プルトニウムを製造できる）
- 圧力管の数を増やし大出力化が容易
- 軽水炉圧力容器のような大重量機器がなく、内陸立地が容易

<欠点>

- 炉心が大きく、出力制御が複雑
- ボイド反応度係数がプラス（炉心で泡が増えたと出力が上昇する）
- 制御棒の構造に欠陥（極端な条件のときに制御棒を入れると出力が上昇する）

RBMK炉 断面図



RBMK炉中央ホール

イグナリーナ2号炉



燃料交換機



ついに起きた原発最悪の事態

**1986年
4月26日
午前1時23分49秒**

**チェルノブイリ
原発4号炉
が爆発炎上**

Чернобыльский репортаж (1988)

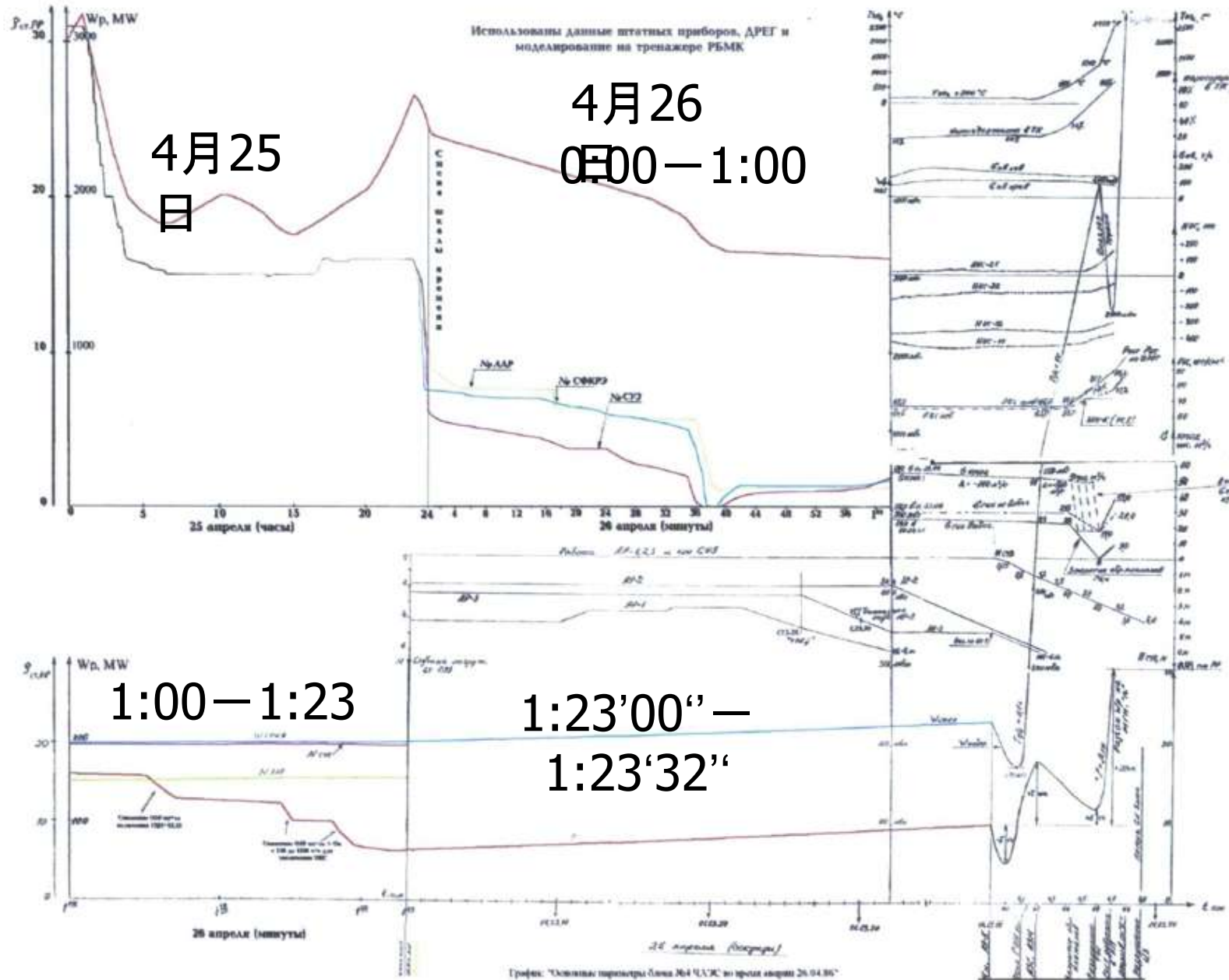


その前日

- 4月25日午前1時、保守点検のため運転開始（'83.12）以来はじめての原子炉停止作業に入った。
 - 原子炉停止に合わせて、タービン振動測定などいくつかの試験が予定されていた。
 - その中のひとつに、原子炉停止後のタービン慣性回転を非常用電源に用いる「電源テスト」があった。
- 4月25日午前3時47分、出力1600MW（定格の50%）
- 4月25日午後2時、キエフの給電司令所の要請により」、50%運転を継続
- 4月25日午後11時、出力降下作業を再開
- 4月26日午前0時、運転班交代

事故経過：炉心パラメータ

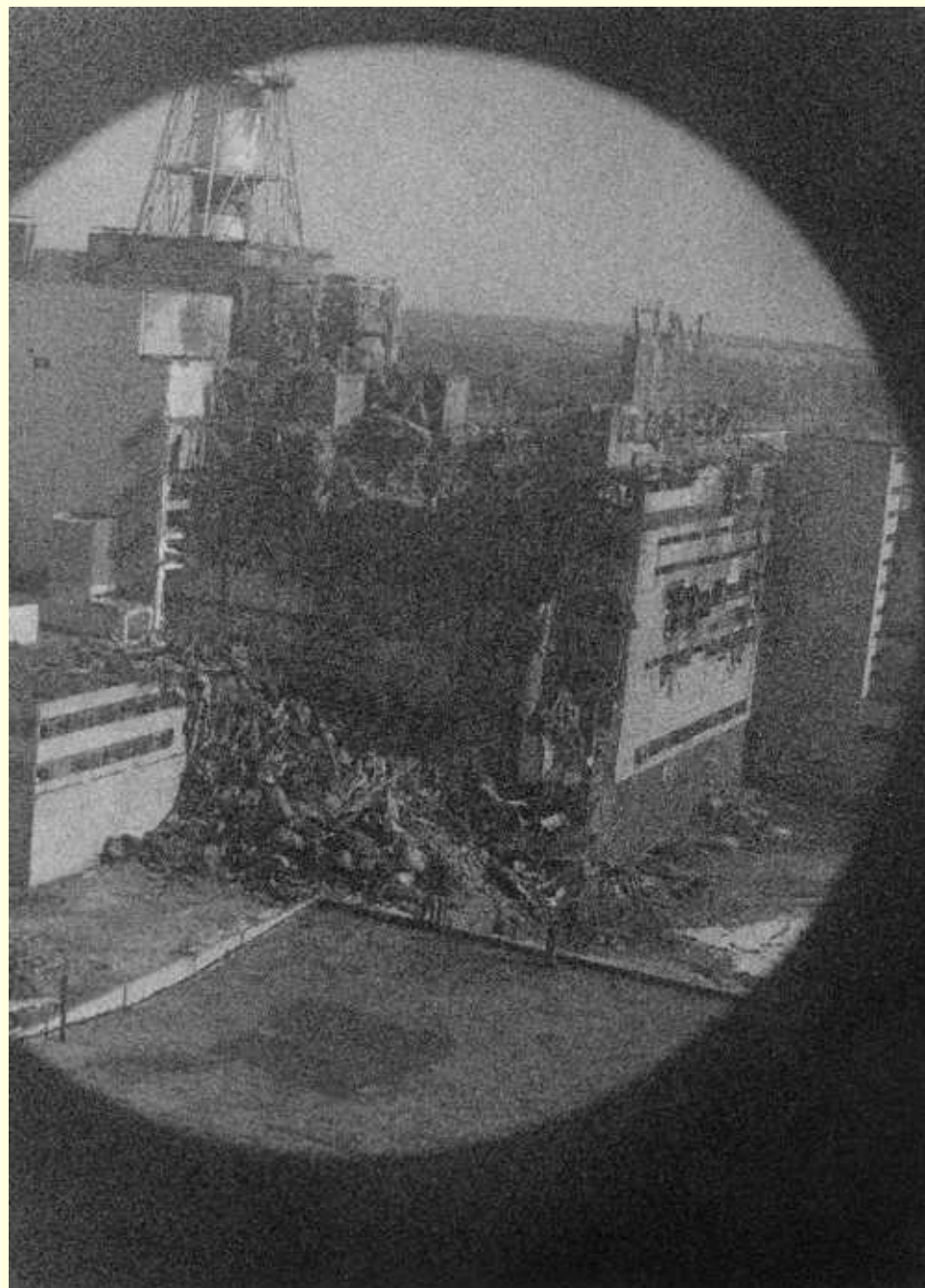
N. Karpan 2005



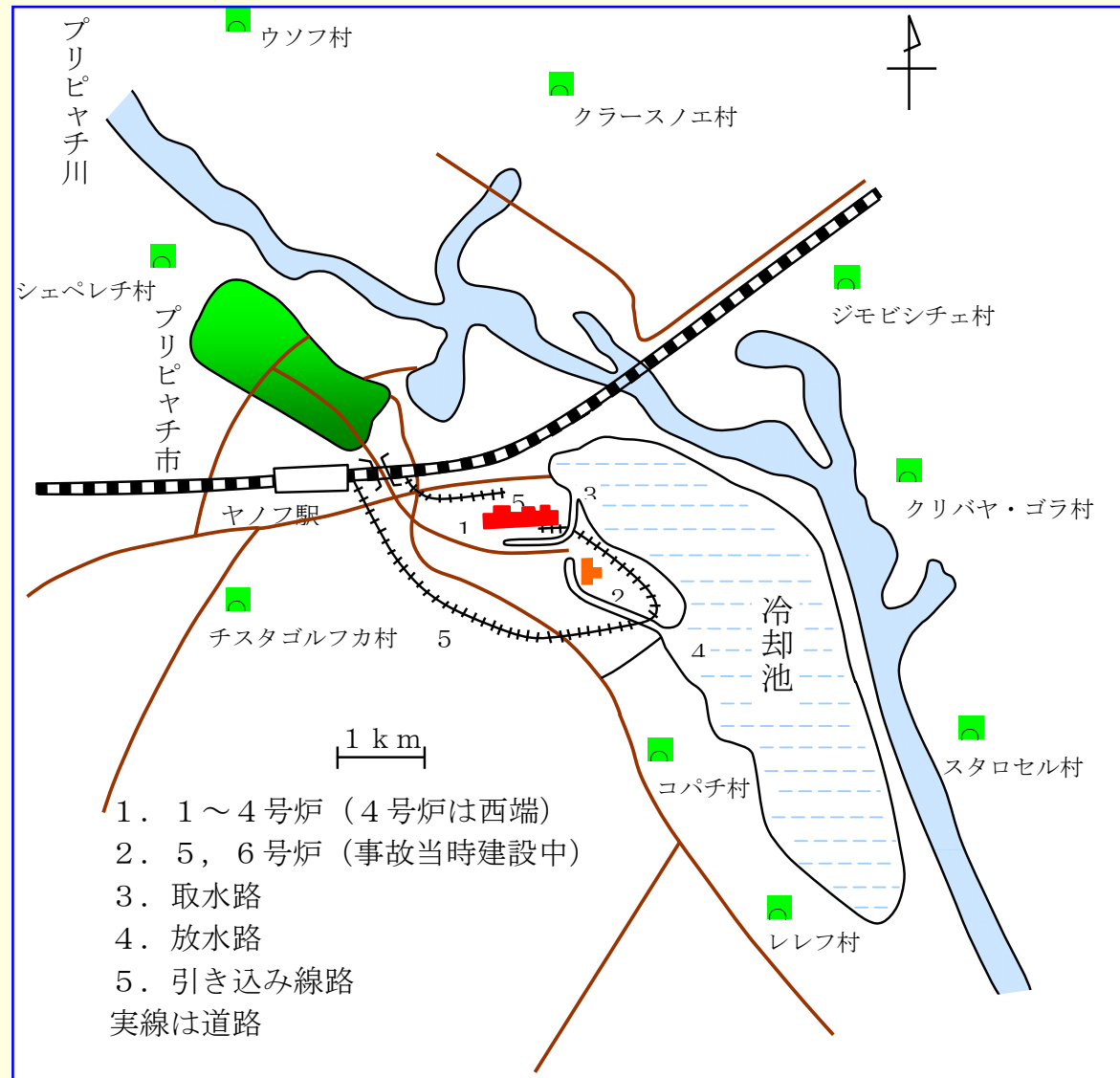
事故当日

「この写真は事故発生の11時間後に撮ったものである。残念なことに、フィルムが放射線によって“処理”を受けてしまって、画像が砂を振り撒かれたような状態になった。私が5枚ないし10枚の写真を撮影した後、カメラは作動しなくなった。」

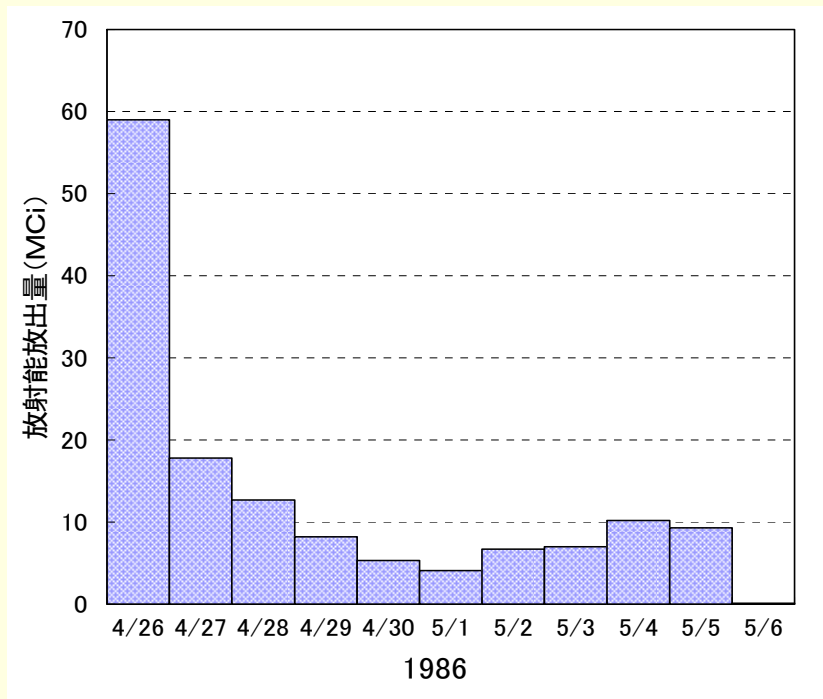
イーゴリ・コスティン



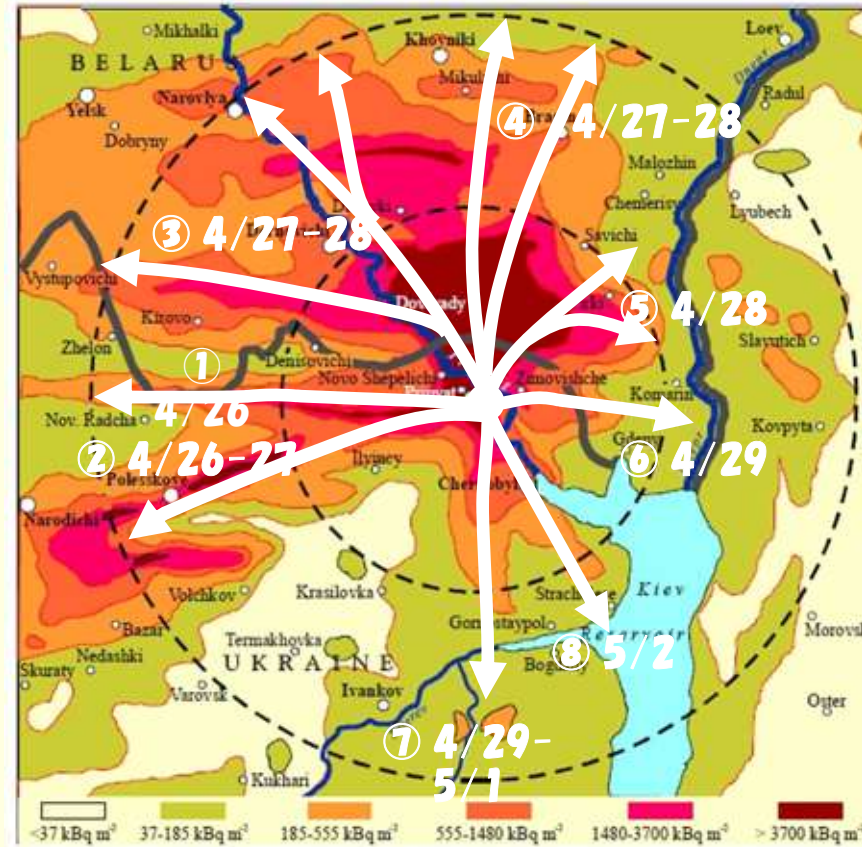
チェルノブイリ原発周辺10km



放射能放出パターン

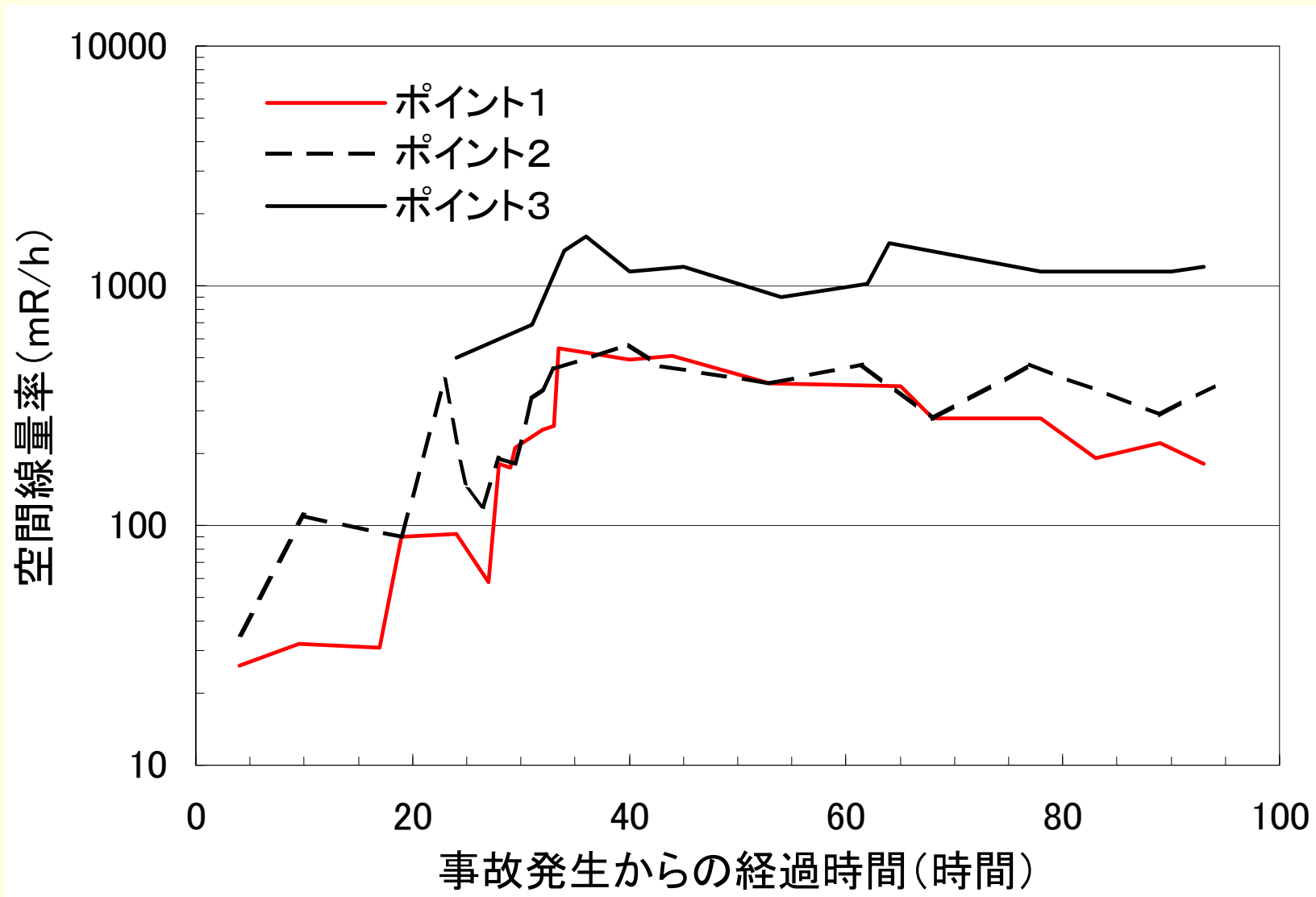


放射能放出量の日変化(希ガスを除く).
1986年ソ連政府報告を基に作成.



放射能雲の流れた方向. 内側円が半径30km
で外側60km. 下地は¹³⁷Cs汚染地図.
Israelの報告(2005.12モスクワ)を基に作成.

フリピャチ市の放射線量率



1週間後から30km圏住民の 避難がはじまった



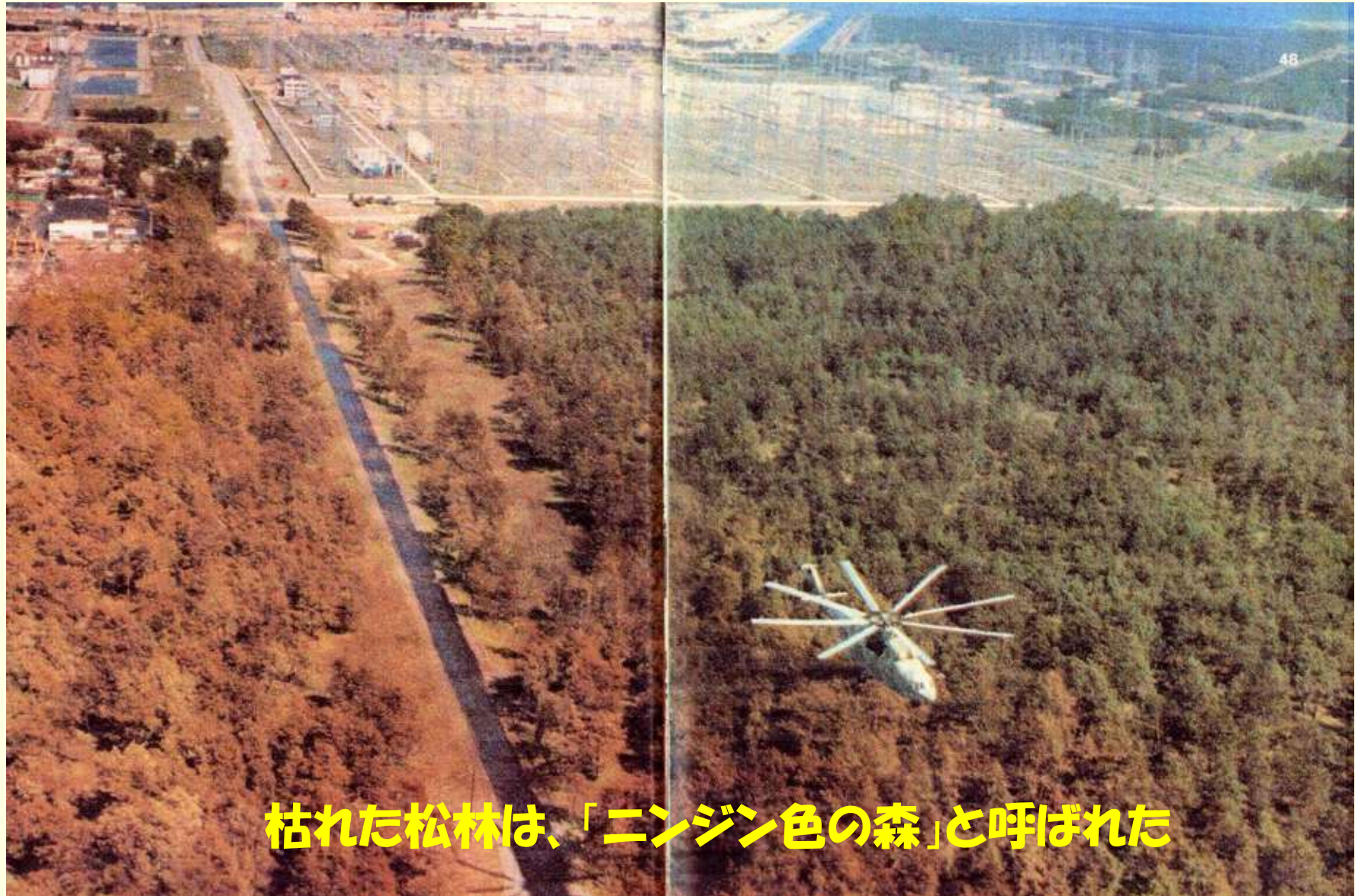
1週間から2週間後にかけて原発周辺
30km圏からさらに7万人が避難

事故処理作業：ソ連陸軍化学部隊



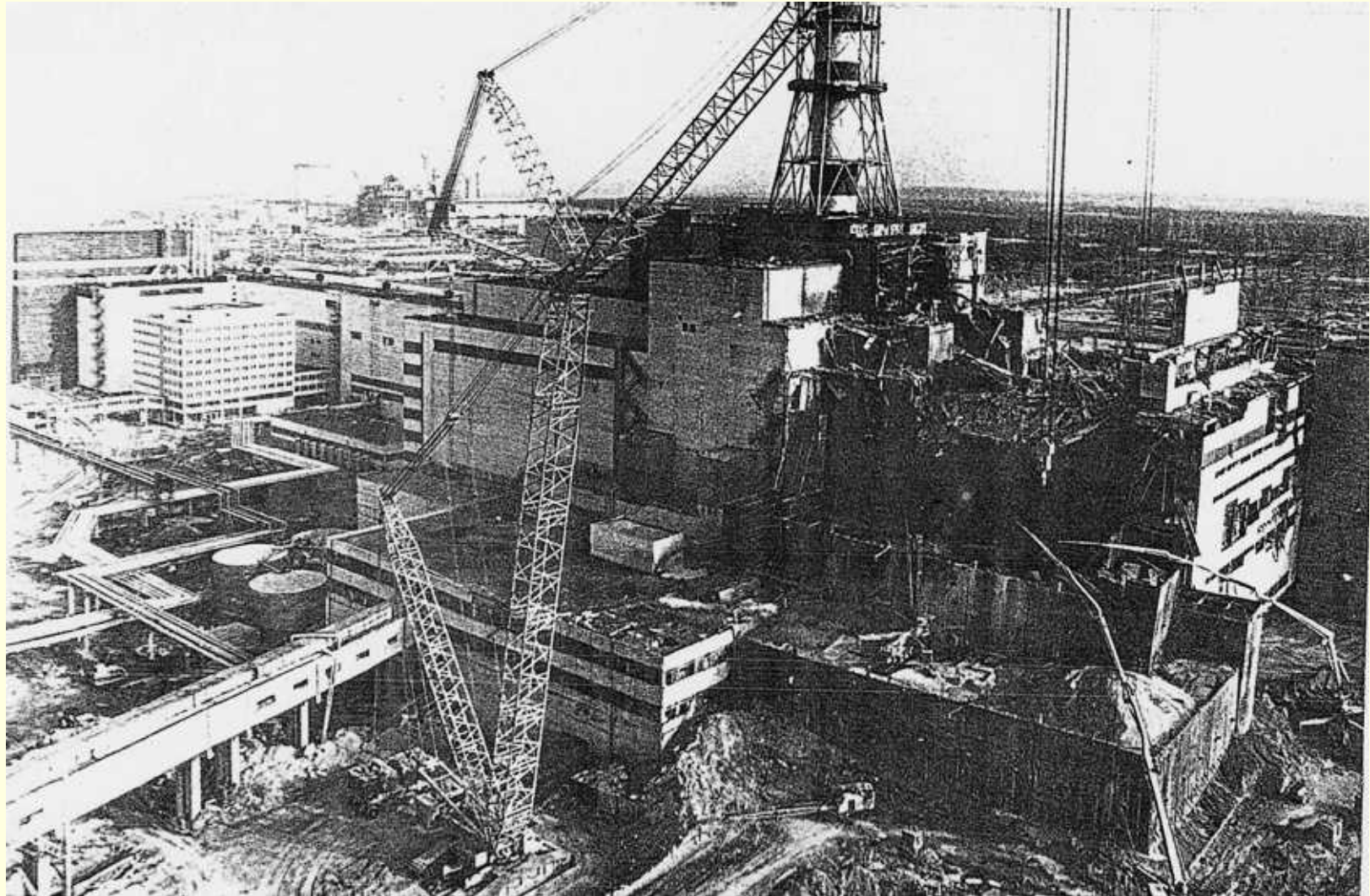
最初に現場に動員されたのは、核戦争に備えていた
陸軍化学部隊だった

事故処理：放射能で枯れた森



枯れた松林は、「ニンジン色の森」と呼ばれた

石棺の建設



石棺の建設



私たちは屋上を片付けた
石棺を作らねばならぬ
ということだったから

We cleaned the roof, because
you needed to cover the sarcophagus,

ビデオ「ザ・サクリファイス」より

バイオロボット：飛び散った原子炉の片づけ



チェルノブイリ4号炉の「石棺」



チェルノブイリ4号炉『石棺』内部 2002年11月



4号炉制御室



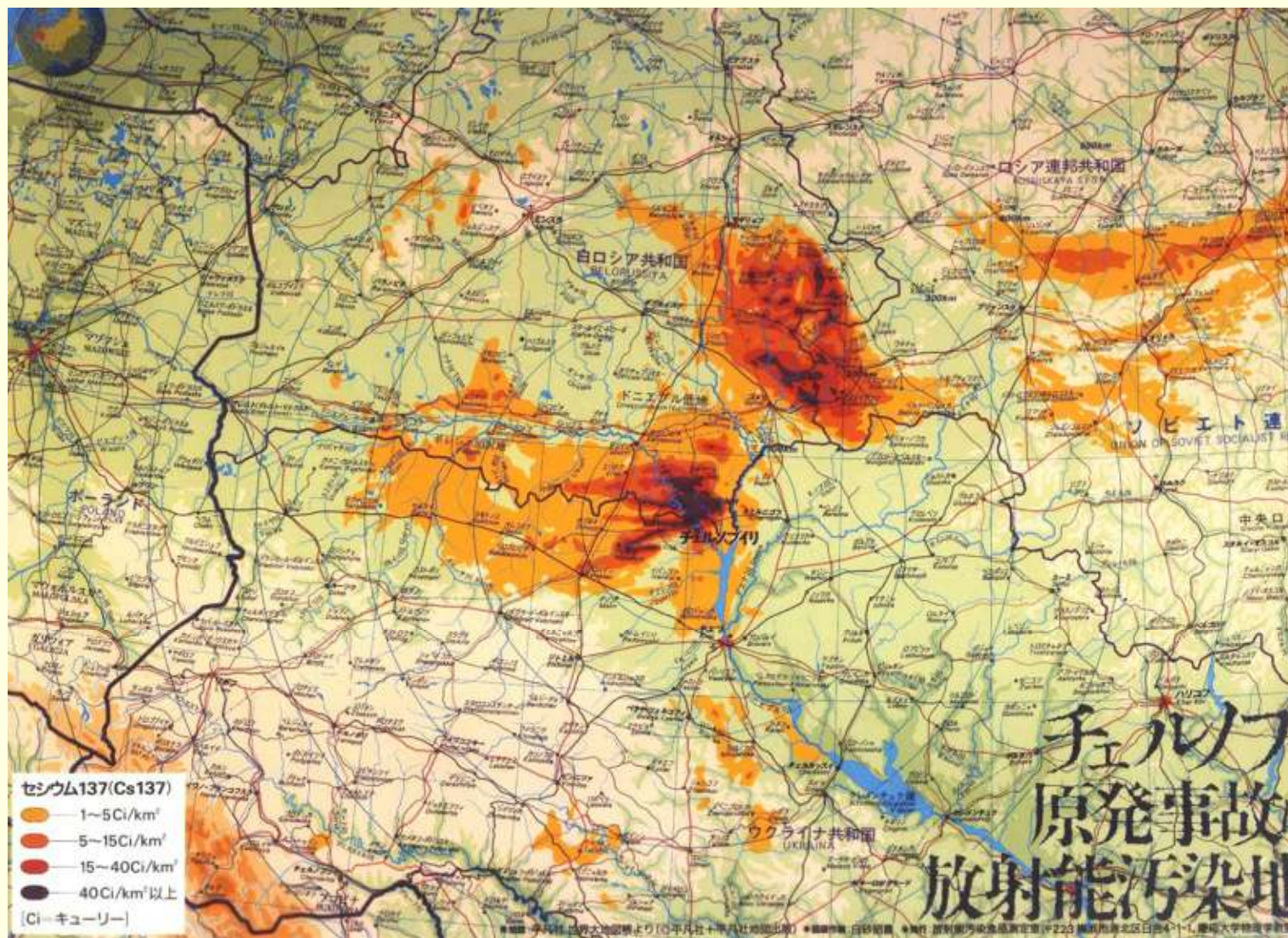
循環ポンプ室

忘れがたい光景：30km圏廃材置き場

2000年3月 毎日新聞大島記者撮影



3年たって明るみに出た放射能汚染 —チェルノブイリ周辺セシウム137汚染地図—



セシウム137による汚染面積

被災3カ国の法令によると：

- 148万ベクレル/m²以上：強制避難ゾーン。
- 55.5万～148万ベクレル/m²：強制（義務的）移住ゾーン。
- 18.5万～55.5万ベクレル/m²：希望すれば移住が認められるゾーン。
- 3.7万～18.5万ベクレル/m²：放射能管理が必要なゾーン。

国名	セシウム137の汚染レベル、ベクレル/m ²				
	3.7万～18.5万	18.5万～55.5万	55.5万～148万	148万以上	3.7万以上合計
ロシア	48,800	5,720	2,100	300	56,920
ベラルーシ	29,900	10,200	4,200	2,200	46,500
ウクライナ	37,200	3,200	900	600	41,900
合計	115,900	19,120	7,200	3,100	145,320

汚染地域面積：14.5万平方km（本州の約6割）

移住対象地域面積：約1万km²（福井県＋京都府＋大阪府）

一般の人々に多くの放射線障害があった － 1992年に暴露されたソ連共産党秘密文書－

ソ連共産党中央委員会に報告されていた病院収容者の数

1986年5月4日 病院に収容された者1882人。検査した人数全体は3万8000人。さまざまなレベルの放射線障害が現れた者204人、うち幼児64人。18人重症。

・
・
・

5月7日 この1日で病院収容者1821人を追加。入院治療中は、7日10時現在、幼児1351人を含め4301人。放射線障害と診断されたもの520人、ただし内務省関係者を含む。重症は34人。

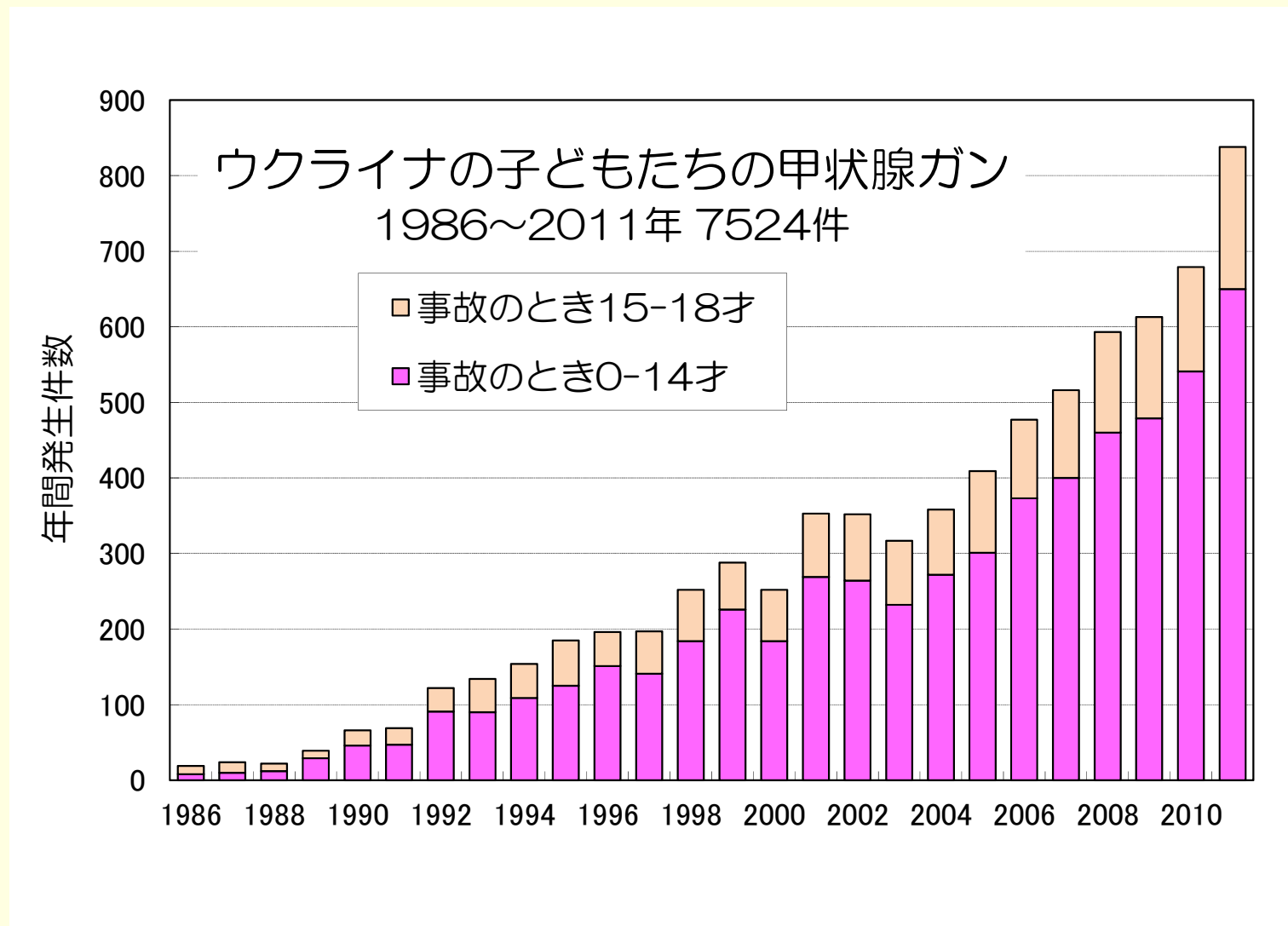
・
・
・

5月13日 この1日で443人病院収容。908人が退院。入院中は9733人で、うち子供4200人。放射線障害の診断は、子供37人を含む299人。

・
・
・

5月28日 入院中5172人で、放射線障害は182人（うち幼児1人）。この1週間で1人死亡。これまでの死亡者は22人。

ウクライナの子どもたちの甲状腺ガン



チェルノブイリ事故の被災者

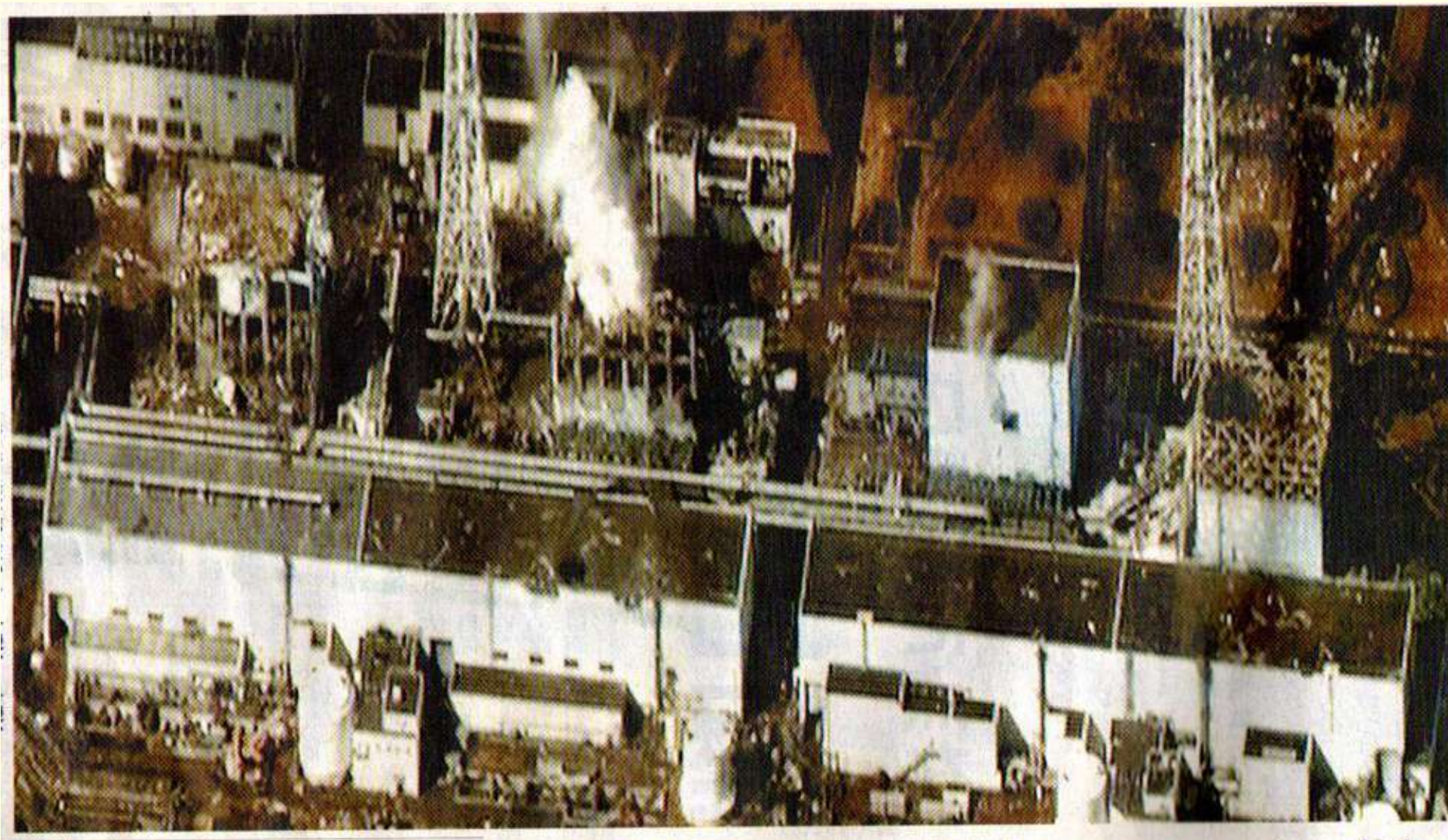
◇ 運転員と消防士たち	1000~2000人
◇ 事故処理作業従事者	60~80万人
◇ 事故直後の避難住民	約12万人
◇ 高汚染地から移住者	約25万人
◇ 汚染地域居住者	約600万人

チェルノブイリの調査から 学んだこと

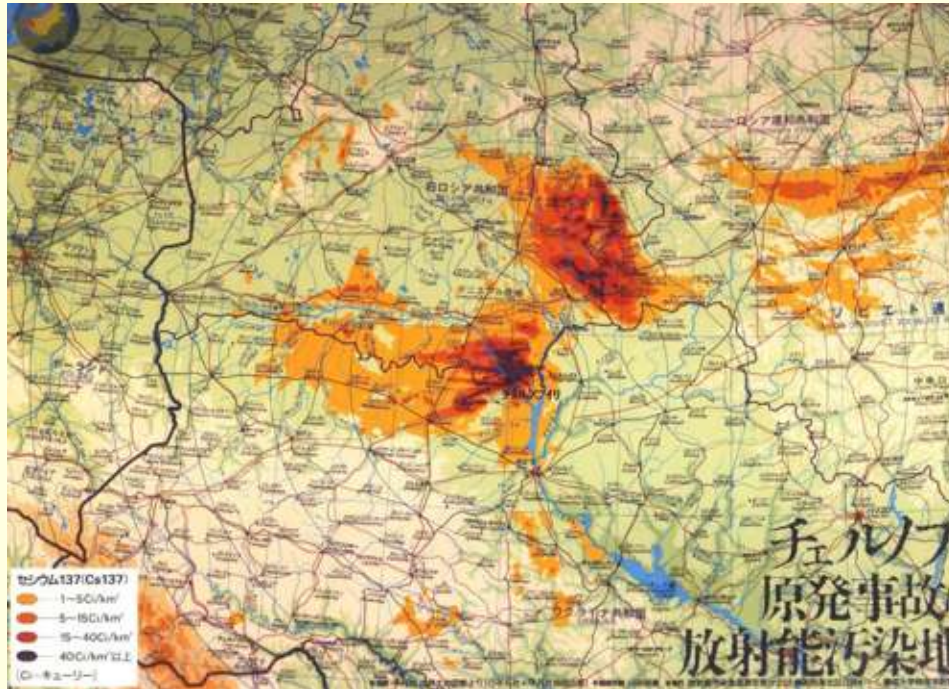
- 原発で大事故がおきると周辺の人々が突然に家を追われ、村や町がなくなり地域社会が丸ごと消滅する
- 原子力の専門家として私に解明できることは、事故被害全体のほんの一側面に過ぎず、解明できないことの方が圧倒的に大きい

また起きた原発最悪の事故

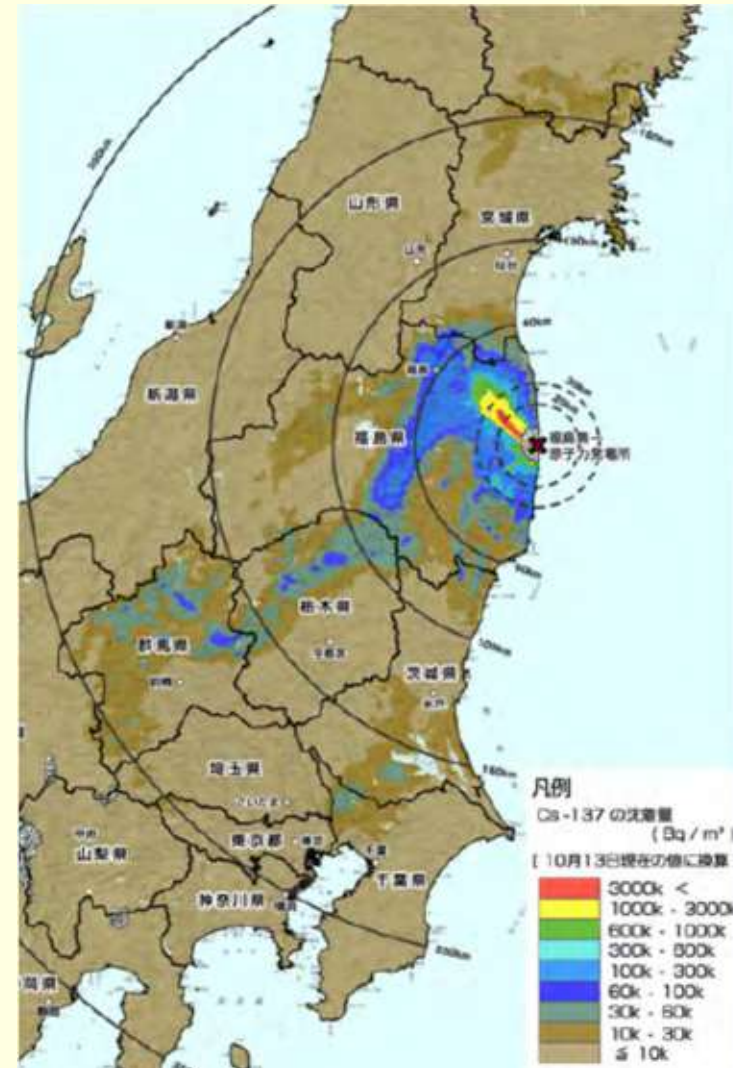
2011年3月11日東北太平洋沖地震発生



日本も“放射能汚染と向きあう時代”になった



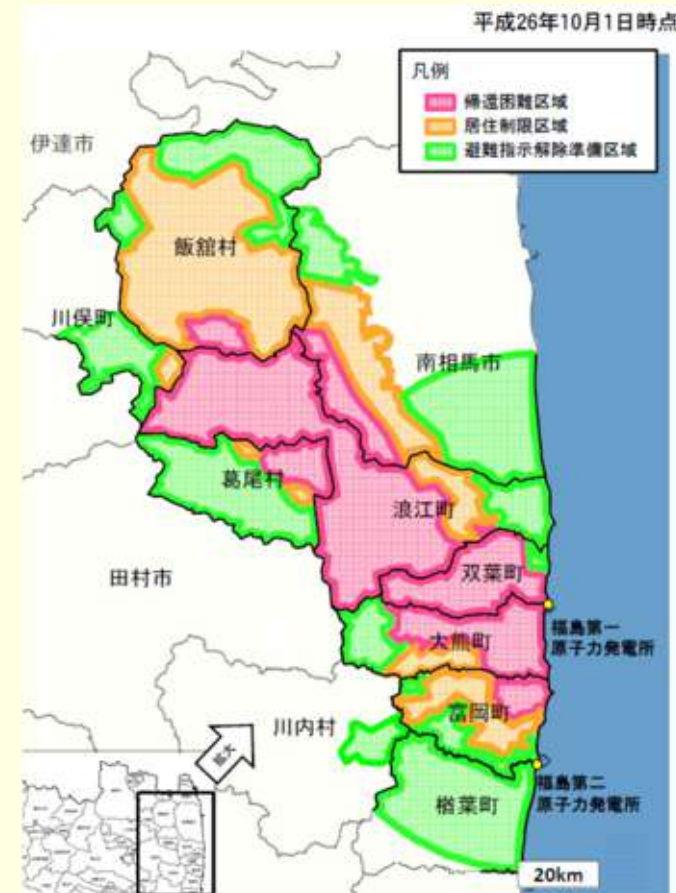
関東から岩手県までの本州太平洋側には“無視できないレベル”のセシウム137汚染が生じてしまった。



福島事故とチェルノブイリ事故

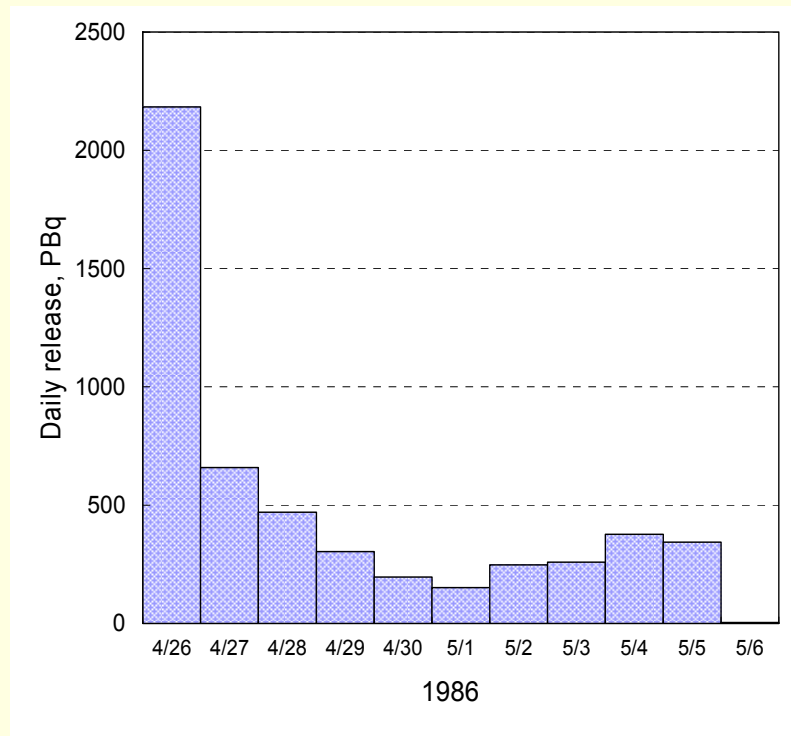


チェルノブイリ周辺立入禁止区域

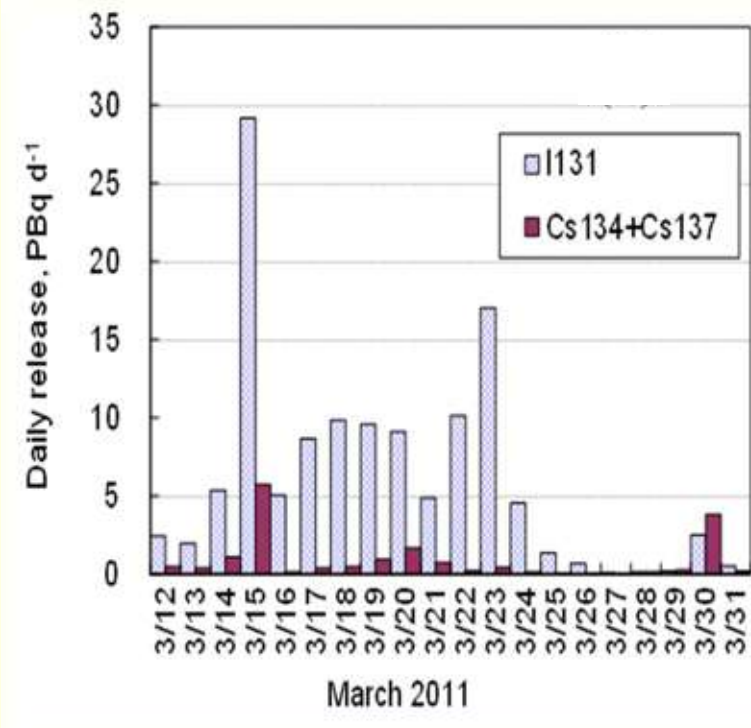


- 周辺30kmで、村や町がなくなり地域社会が消滅しようとしている。

大気中への放出放射エネルギー



チェルノブイリ事故での放射能放出量（希ガスを除く全放射能）。1986年のソ連政府報告書を基に作成。1 PBq（ペタベクレル）= 10^{15} Bq



福島第1原発事故によるヨウ素131とセシウム134+137の大気中放出量の推移。UNSCEAR2013報告を基に作成。

表 1. 大気中への主な放射能の放出量推定値：チェルノブイリとチェルノブイリ. 単位：PBq.

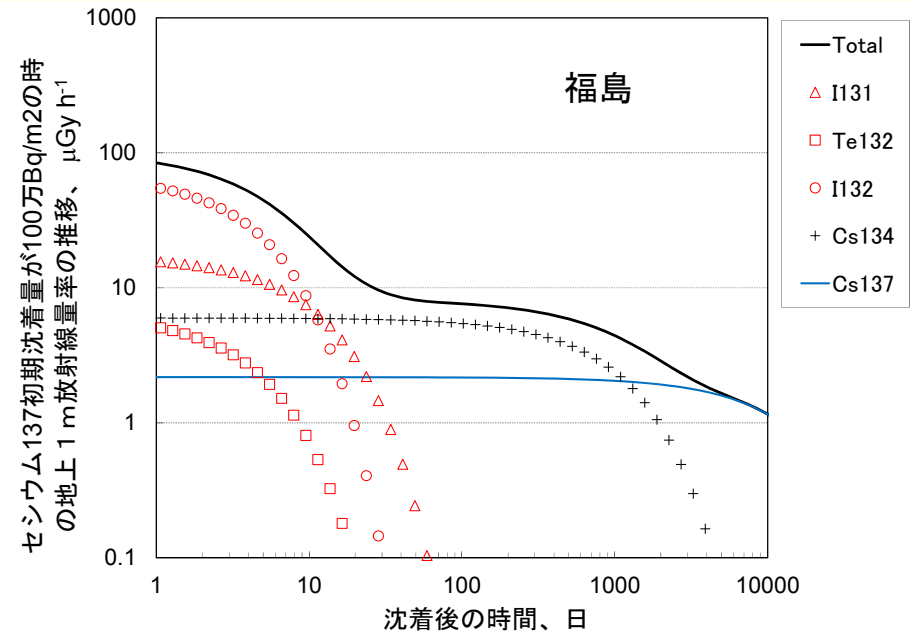
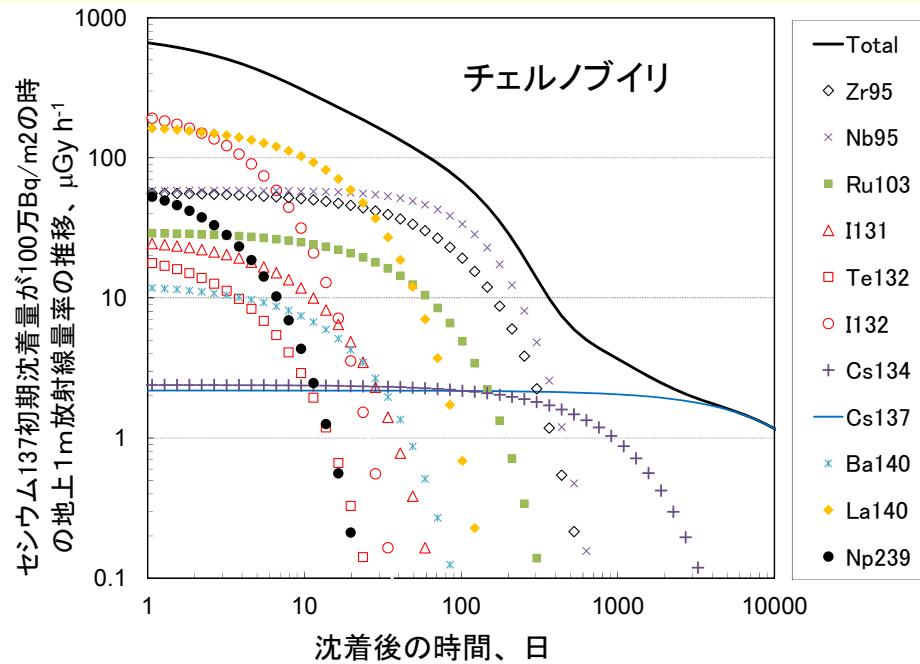
	チェルノブイリ事故			福島第1原発事故		
	1986年 ソ連報告	瀬尾ら 1988	チェルノブイ リ・フォーラム 2005	保安院 2011	Stohlら 2012	UNSCEAR 2013
¹³³ Xe	9,000	n.a.	6,500	11,000	15,300	7,300
¹³¹ I	760	2,600	1,760	160	n.a.	120
¹³⁴ Cs	21	110	47	18	n.a.	9.0
¹³⁷ Cs	37	160	85	15	36.6	8.8
⁹⁰ Sr	8.1	20	10	0.14	n.a.	n.a.
²³⁹ Pu	5.2	9.3	0.013	3.2×10^{-6}	n.a.	n.a.

n.a.; 評価なし

表 2. セシウム 137 高レベル汚染地域の面積の比較

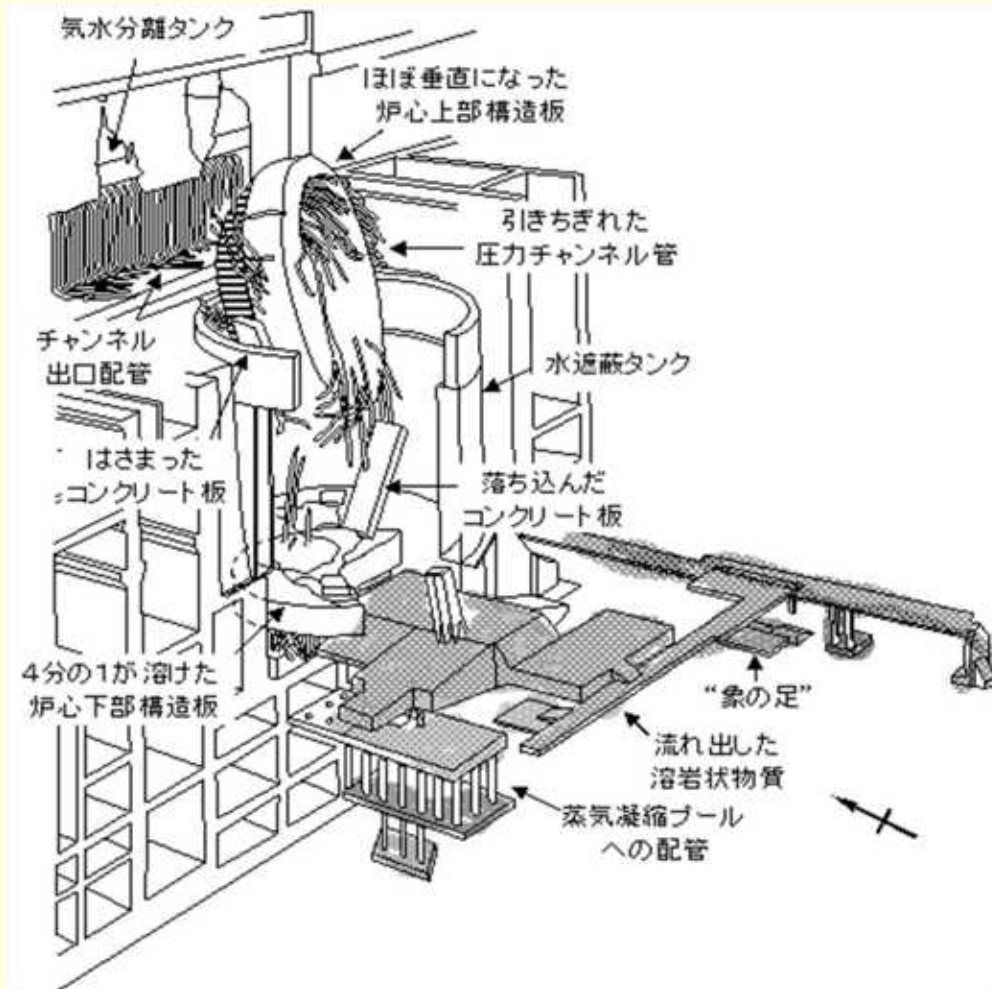
	¹³⁷ Cs 汚染レベル：Bq/m ²		
	18.5 万～55.5 万	55.5 万～148 万	148 万以上
チェルノブイリ事故	1 万 9120 km ²	7200 km ²	3100 km ²
福島事故	2173 km ²	767 km ²	272 km ²

チェルノブイリと福島： セシウム137初期沈着量が100万Bq/m²の ときの地上1m放射線量率の推移



チェルノブイリと福島： 原子炉の後始末はチェルノブイリの方が簡単

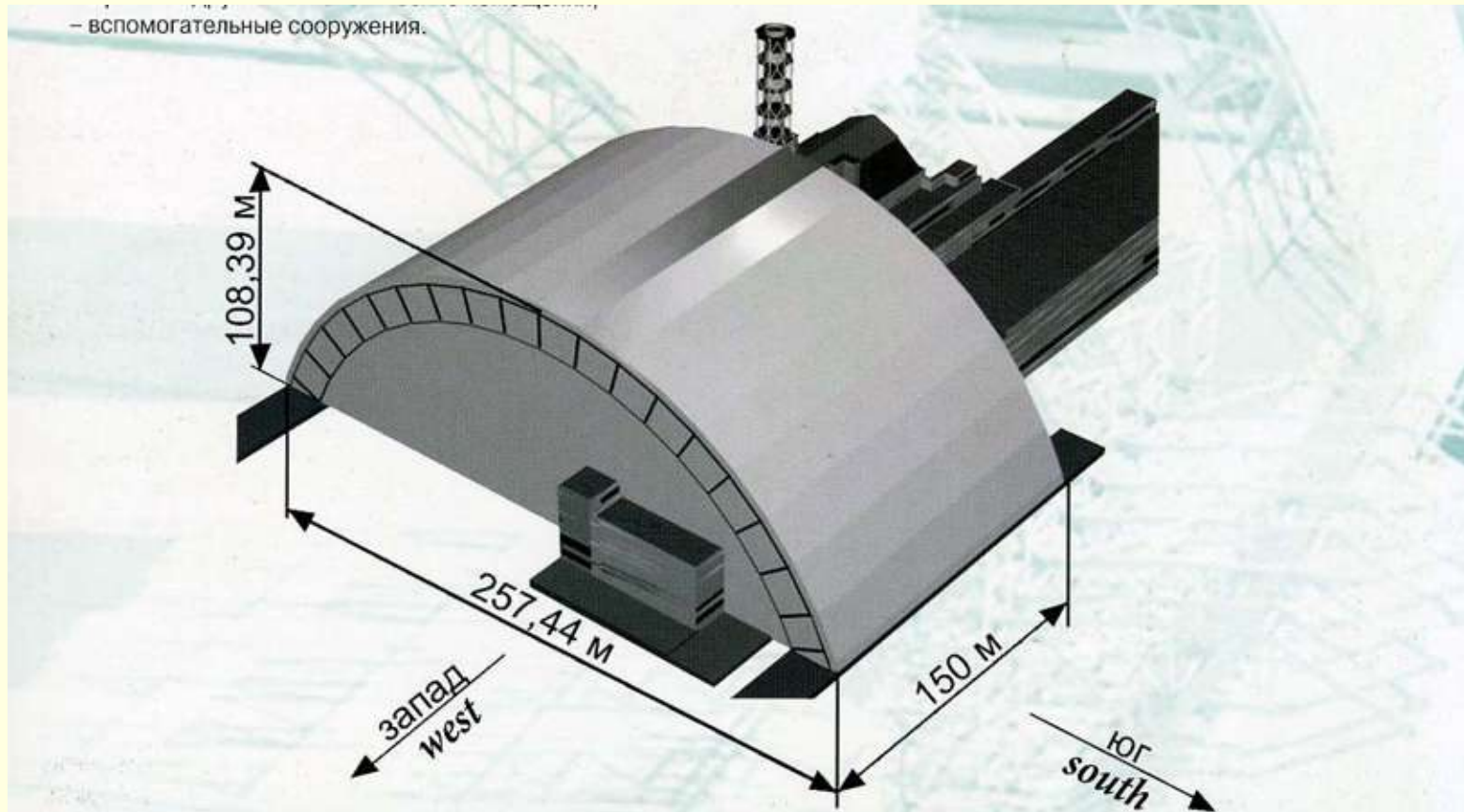
チェルノブイリは冷えて固まり、空冷状態になった





**チェルノブイリ新石棺建設現場
一昨年6月**

チェルノブイリの第2石棺建設



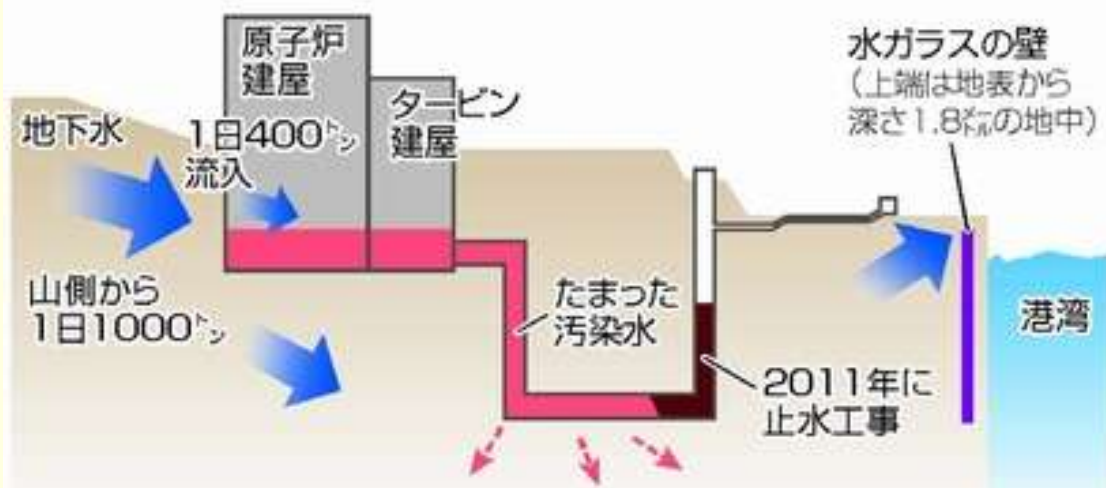
Работы по сооружению НБК выполняет консорциум НОВАРКА, в состав которого входят французские компании VINCI и Bouygues.

The NSC construction is implemented by NOVARKA Consortium comprised of two French companies «VINCI» and «Bouygues».

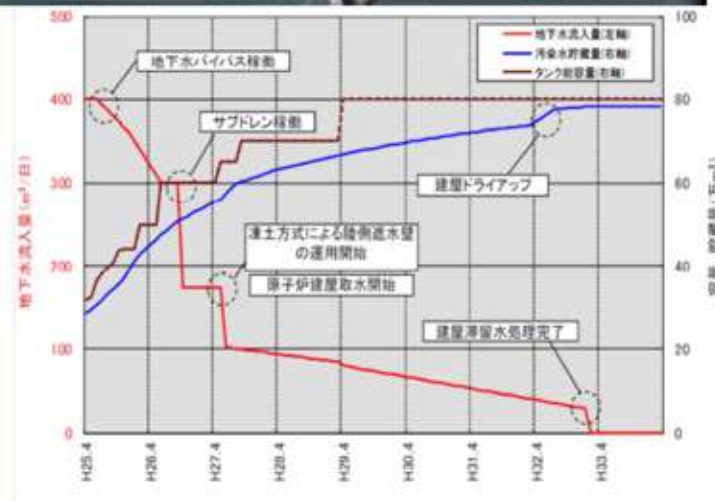
福島では：

毎日400トンの地下水が流れ込んで メドの立たない汚染水問題

推測される汚染水流出のしくみ



※東京電力の資料と経産省の説明にもとづいて作成



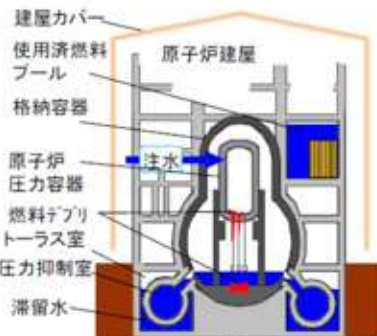
[原子炉建屋等の周囲への流入抑制策による効果の簡単な試算]

4年たっても “現場検証” すらできない事 故現場 3号機の作業計画

① 設備の現況

- 圧力容器底部温度 (約26℃)
- 格納容器内温度 (約27℃)
- 燃料プール温度 (約25℃)
- プール内燃料(392本)
- 格納容器内水位 (底部から+約2.8m)

※2013年6月9日現在

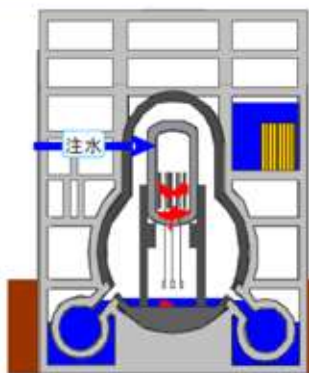


1号機

① 設備の現況

- 圧力容器底部温度 (約39℃)
- 格納容器内温度 (約40℃)
- 燃料プール温度 (約23℃)
- プール内燃料(615本)
- 格納容器内水位 (底部から+約0.6m)

※2013年6月9日現在

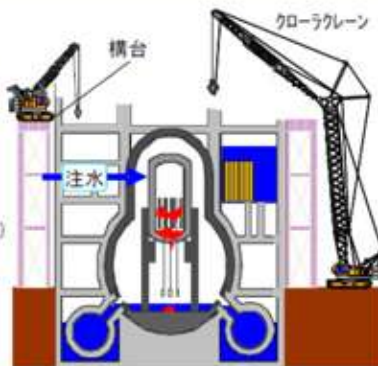


2号機

① 設備の現況

- 圧力容器底部温度 (約37℃)
- 格納容器内温度 (約35℃)
- 燃料プール温度 (約21℃)
- プール内燃料(566本)
- 格納容器内水位 (未確認)

※2013年6月9日現在



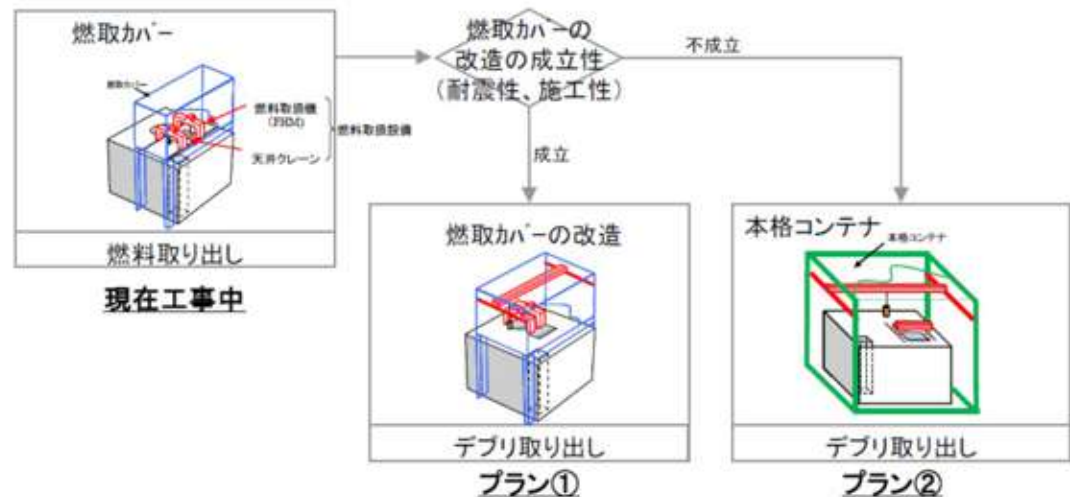
3号機

② 今後の計画

※: 定期検査時に原子炉上蓋を開放し、炉内構造物の点検等を行うフロア

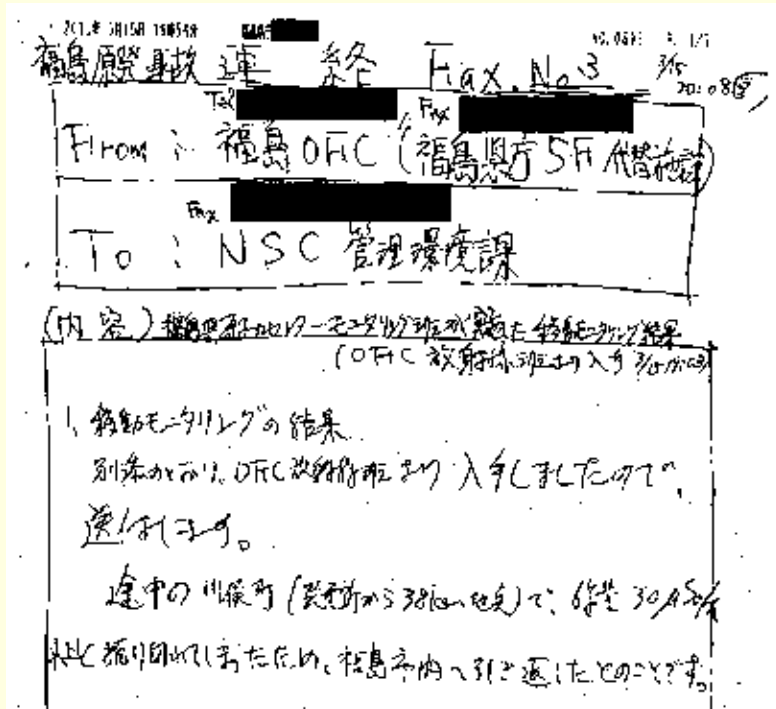


判断ポイント(HP3-1): 2015年度上半期における判断フロー



作業が順調に進んだとしても、メルトダウンした核燃料の取り出しがはじまるのは約10年後

最近、こんな資料をネットで見つけました



2011年 3月15日 19時54分

11-03-15:06:01PM: 福島県庁5F 階層

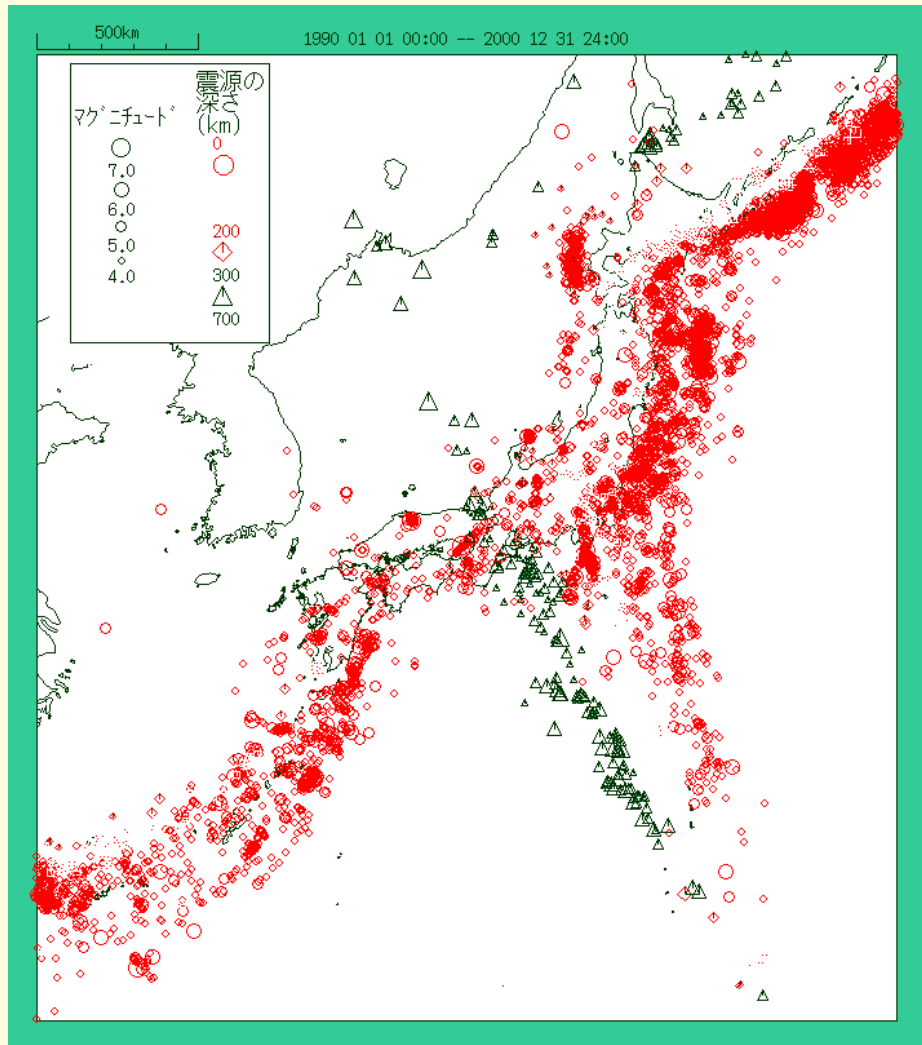
H23 3/15 モニタリング Cap. [redacted] 3/15 19:08

13:17	福島市出発 (自治会館)	0.06 μSv/h
13:26	南向台平入口	0.05 "
13:31	町中入口 (ニスタ)	0.04 "
13:35	飯沼町入口	0.06
13:41	土子山セメントトンネル	0.04
13:46	道の駅川俣	0.16
14:00	川俣ワラジマ (コンビニ)	0.12
14:06	川俣病院	0.30
14:08	川俣バスのりば	0.45
14:13	川俣小	0.46 ~ 0.9
14:16		3.1
14:17		5.7
14:18		10
14:18	聖徳幼稚園	11.2
14:20	川俣ワラジマ - 入口	15.0
14:22	山本屋郵便局	21.5
14:24	(1/2 倍音響)	30 < (OFC)
14:25	(1/2 倍音響)	30 < (OFC)
14:27	川俣小	28
14:30	飯沼町	23
14:32		19.3
14:38		16.5
14:38	川俣バスのりば	16.5
14:42	川俣病院	10.4
14:43	飯沼町 - 入口	9.7
14:44	川俣ワラジマ	8.6
14:46	道の駅	8.2
14:50	伊東橋郵便局	4.3
14:52	土子山セメントトンネル	4.0
15:03	南向台平	2.1
15:05	南向台平入口 (コンビニ)	1.1
15:09	飯沼町ワラジマ	1.6
15:12	飯沼町交差点	1.5
15:22	川俣小	1.2

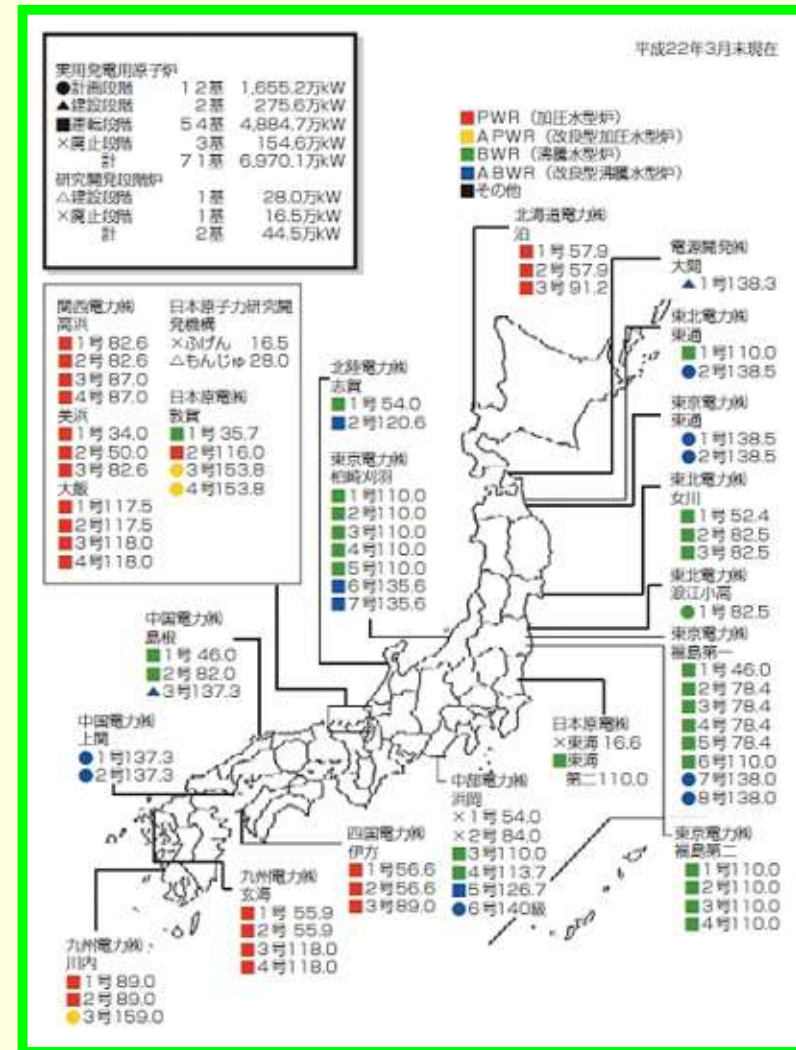
可搬MP (OFC)
 1/2 倍音響 (Fisoc)
 700MP, 0.053 μSv
 = 0.127 μSv (16.0)

↑ 川俣、飯沼

そもそもこんなに作ったのが 間違っていた!



M4以上の地震 1900年~2000年 気象庁HP



ご静聴ありがとうございました! 44

沢野伸浩さんを偲ぶ会のお知らせ



写真上・京大原子伊実験所で小出祐章・今中哲二両先生と／写真下・金沢星稜大学女子短期大学の教員と

2015年3月10日に急逝されました沢野伸浩さん（金沢星稜大学女子短期大学部教授）

を偲ぶ会を、6月13日（土）PM1：30より開催致します。

お通夜・お葬式に参列できなかった方々にもご参加頂けるよう、東京都内で開催します。

沢野さんの友人・知人関係があまりにも幅広いため、その全員とコンタクトをとれる方がおりません。

このお知らせをご自由にお使いいただき、沢野さんのことをご存じの皆様にお知らせ下さい。

日時：6月13日（土）PM1:30～4:00

会費：5,000円

会場：フォーレスト本郷 バンケットルーム

〒113-0033 東京都文京区本郷6-16-4