# 福島土壌放射能汚染調査と処分案

RCNP研究会：核変換技術の展開ー医用RI製造と核廃棄物処分　12月3日（土）

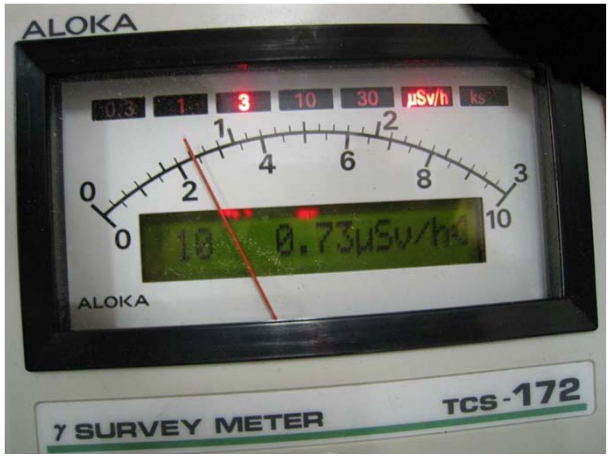
大阪大学核物理研究センター
藤原　守

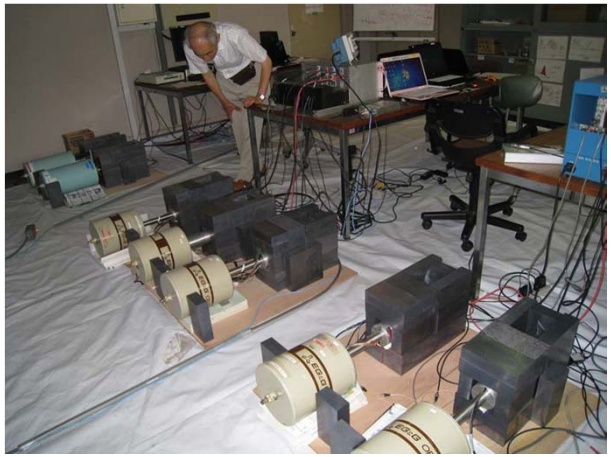
**放射能汚染調査**

**山を削り、谷を埋め**

測定済
（箱の外）

24N22
2011.6.12


ALOKA
0.3
1
3
10
30
μSv/h
ks
0
1
2
3
4
6
8
10
0.73μSv/h
ALOKA
γ SURVEY METER
TCS-172



# 土壌放射能測定

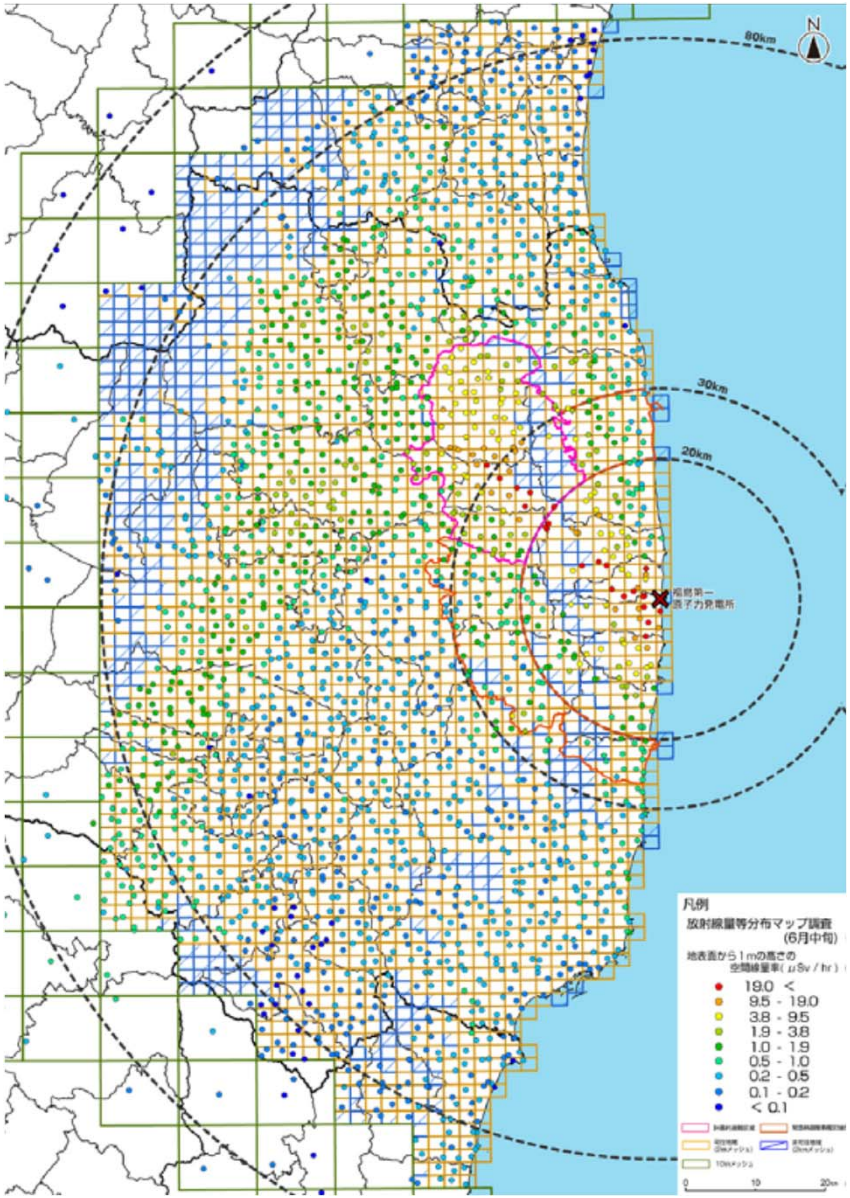
1. 80 km圏内は２ｋｍｘ２ｋｍメッシュ
2. それ以外の１００ｋｍ圏内は１０ｋｍｘ１０ｋｍメッシュ
3. 会津地方は１０ｋｍｘ１０ｋｍメッシュ
4. 約１２０００サンプル採取
5. ３０ｃｍ鉄パイプによる土壌放射能浸透データサンプル　約３００本

**土壌採取：　90の大学・研究機関、3民間企業から延べ858人**

**ガンマ線測定：　21の機関で340人**

文科省、JAEA、全国の大学、研究機関が協力、（核物理、放射線化学、医学、環境科学、工学、民間企業・・・）

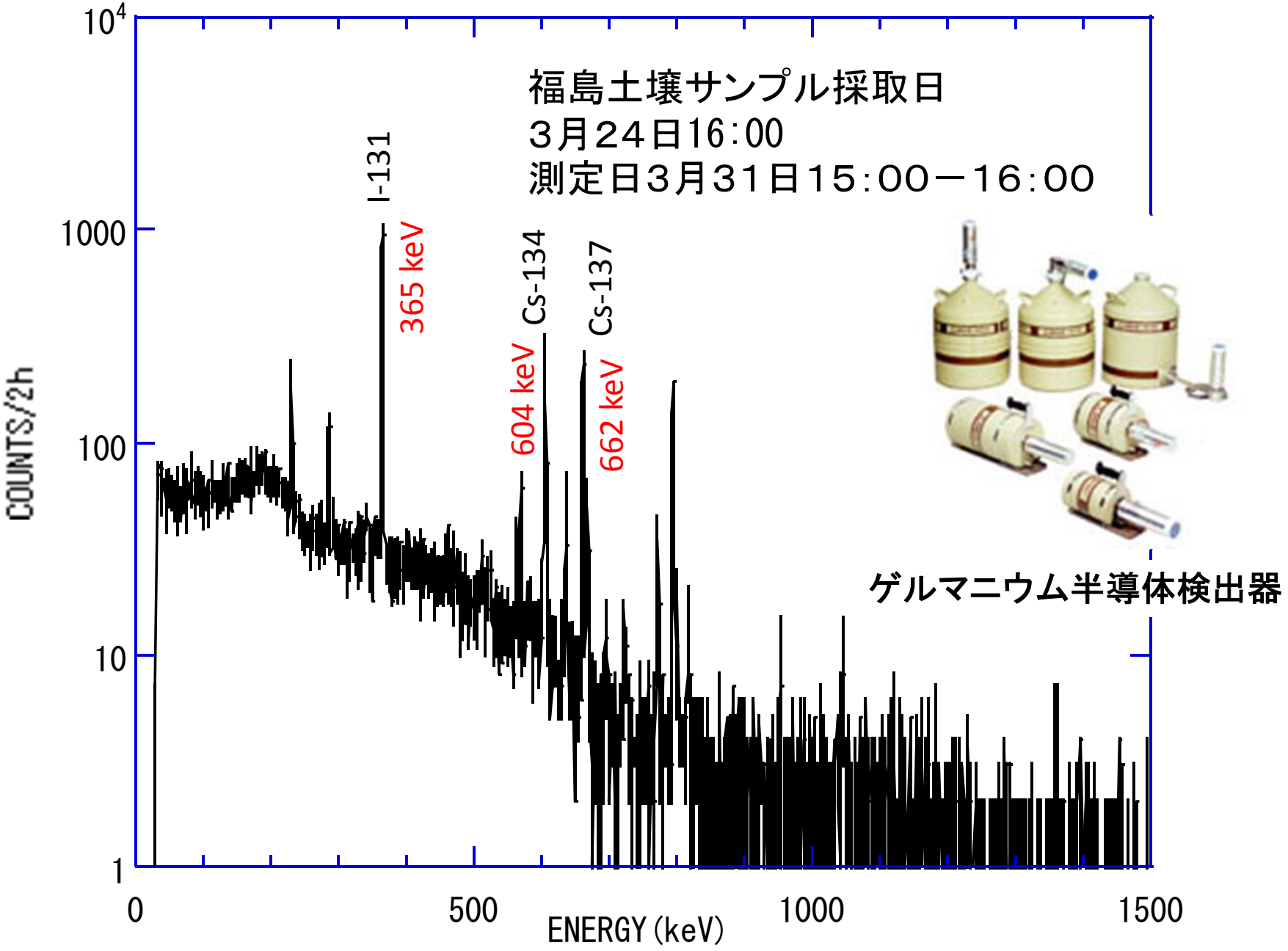
文科省の人たちは各自治体の合意取り付けで奮闘。



# 土壌試料の放射性核種分析の協力組織一覧

1. 大阪大学　核物理研究センター
   大学院理学研究科・理学部
   大学院工学研究科・工学部
   大学院薬学研究科
   安全衛生管理部
2. 大阪電気通信大学
   工学部基礎理工学科・大学院工学研究科
3. 金沢大学　理工研究域物質化学系
   自然科学研究科・理工学域物質化学類
   医薬保健研究域保健学系
   医学系研究科・医薬保健学域保健学類
   学際科学実験センター
4. 九州大学　大学院理学研究院
5. 京都大学　原子炉実験所
   大学院工学研究科
   理学部
6. 高エネルギー加速器研究機構
   素粒子原子核研究所
   加速器研究施設
7. 甲南大学　理学部
8. 佐賀大学　文化教育学部
9. 首都大学
   大学院理工学研究科・都市教養学部理工学系
10. 信州大学　教育学部（理数科学教育講座）
11. 筑波大学　大学院理学研究科
12. 東京工業大学　大学院理工学研究科・理学部
    バイオ研究基盤支援総合センター
13. 東京大学
    大学院理学系研究科附属原子核科学研究センター
14. 東北大学　大学院理学研究科・理学部
    電子光理学研究センター
15. 徳島大学
    大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部
    大学院ヘルスバイオサイエンス研究部
    総合科学部総合理数学科物質総合コース
    医学部保健学科放射線技術科学専攻
16. 新潟大学　理学部・大学院自然科学研究学科
    機器分析センター
17. 日本大学　文理学部・大学院総合基礎科学研究科
18. 日本分析センター　放射能分析業務部
19. 宮崎大学　工学部・大学院工学研究科
20. 理化学研究所　仁科加速器研究センター
    基礎基盤研究推進部
21. 立教大学　理学部・大学院理学研究科

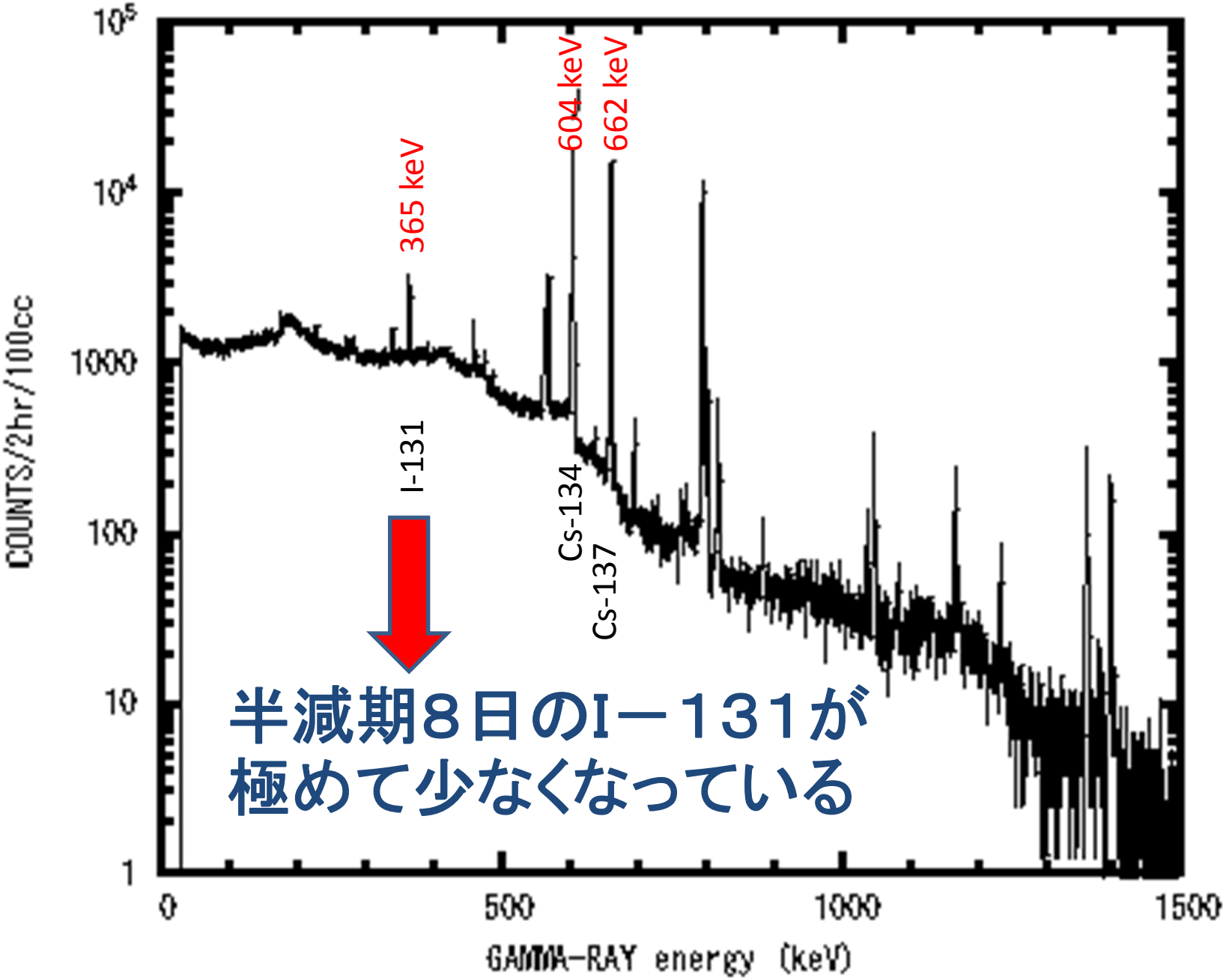
# 高分解能ゲルマニウム検出器での測定結果





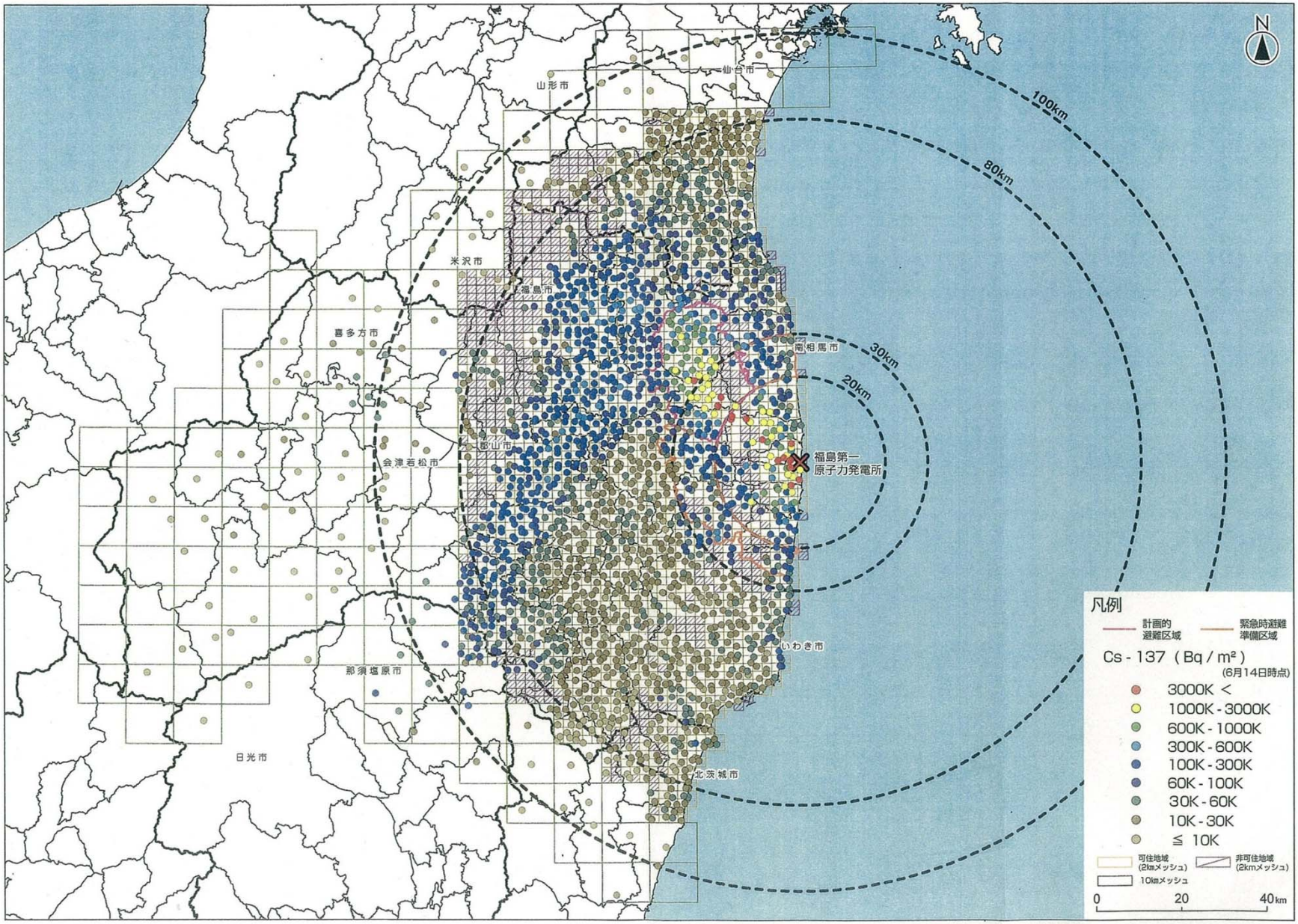

ゲルマニウム半導体検出器

# ４月１６日


COUNTS/2hr/100cc
10^5
10^4
1000
100
10
1
0
500
1000
1500
GAMMA-RAY energy (keV)
365 keV
604 keV
662 keV
I-131
Cs-134
Cs-137
半減期８日のI－１３１が
極めて少なくなっている

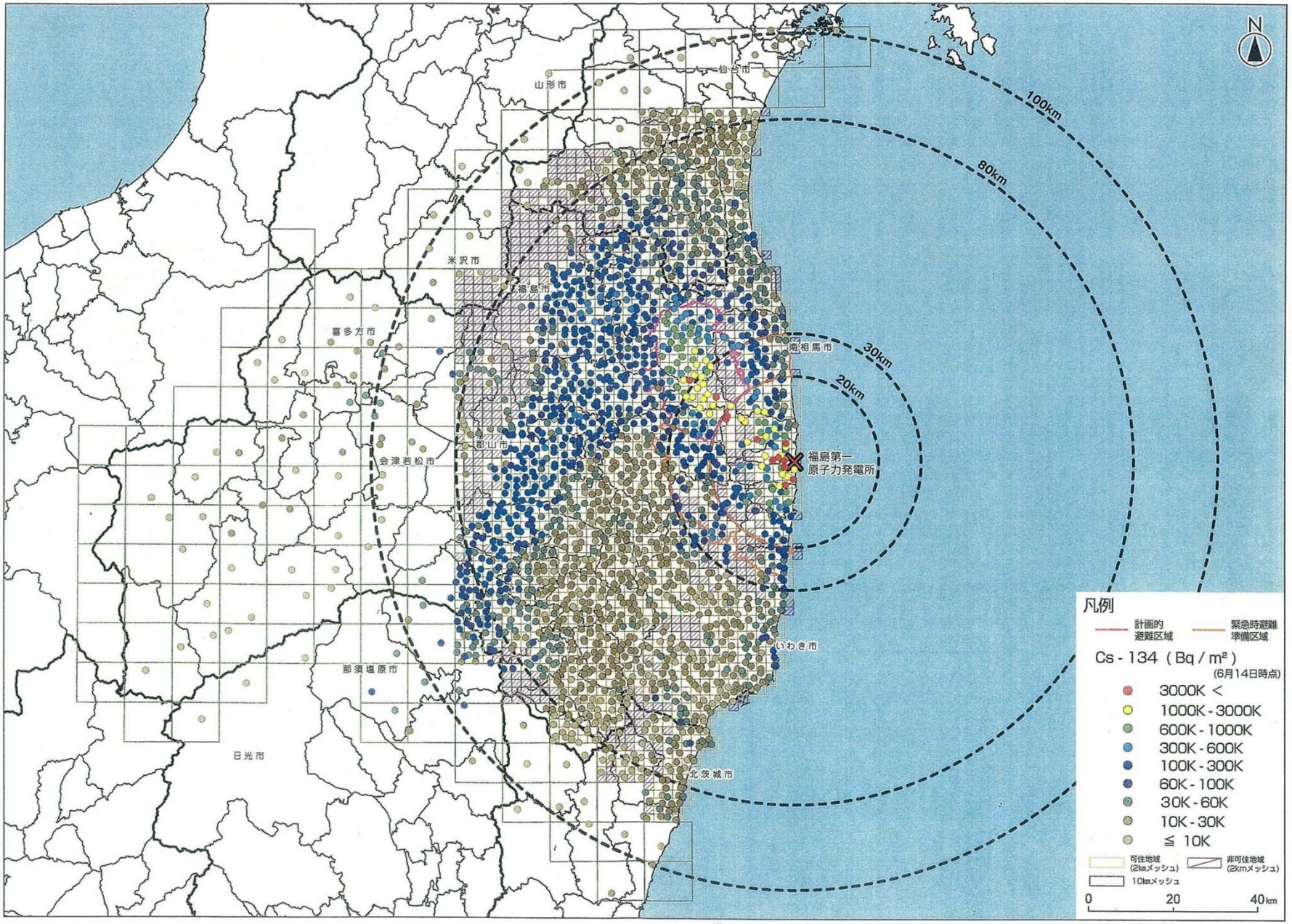
# セシウム137の土壌濃度マップ

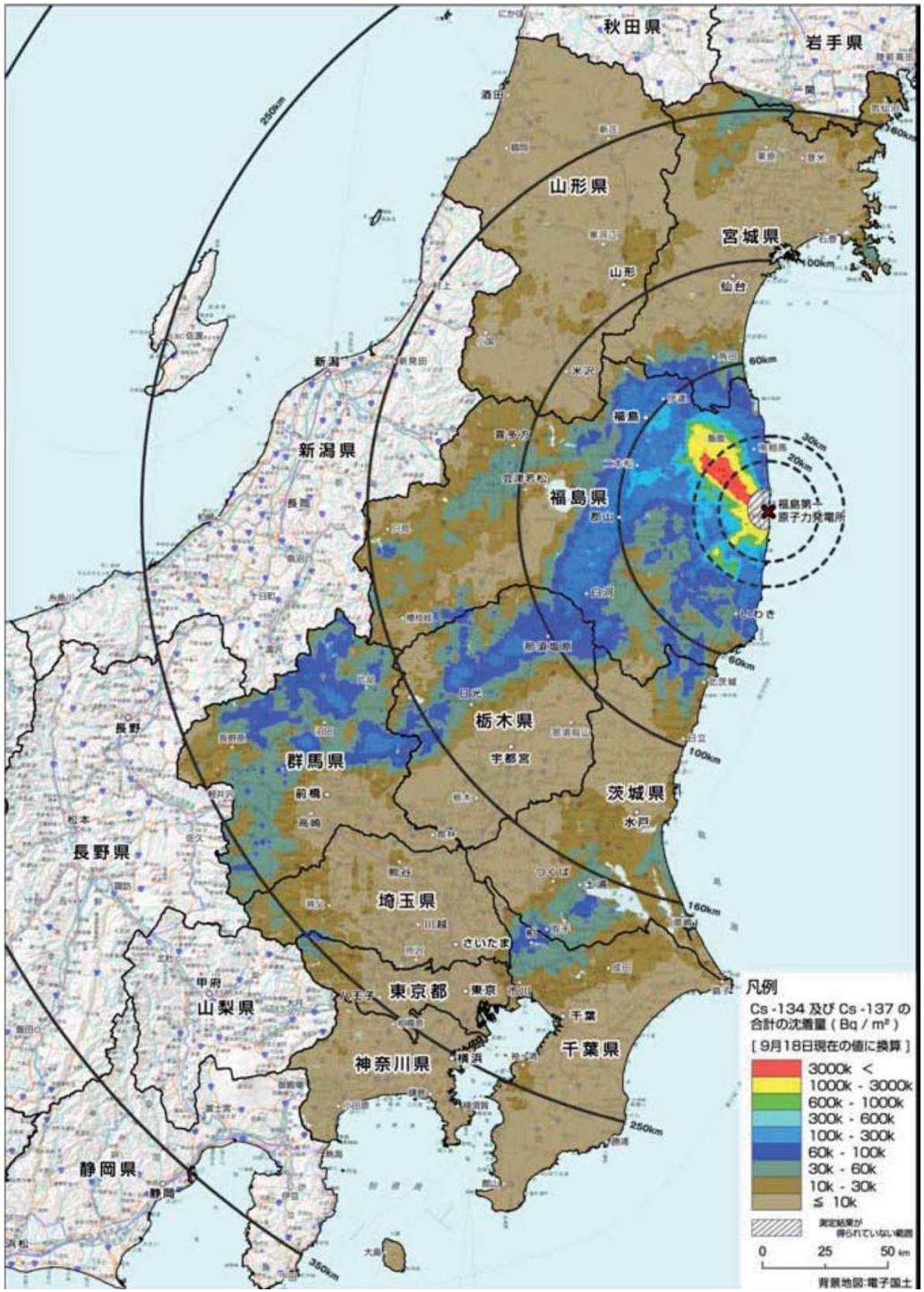
別紙4－2



# セシウム134の土壌濃度マップ

別紙4－1

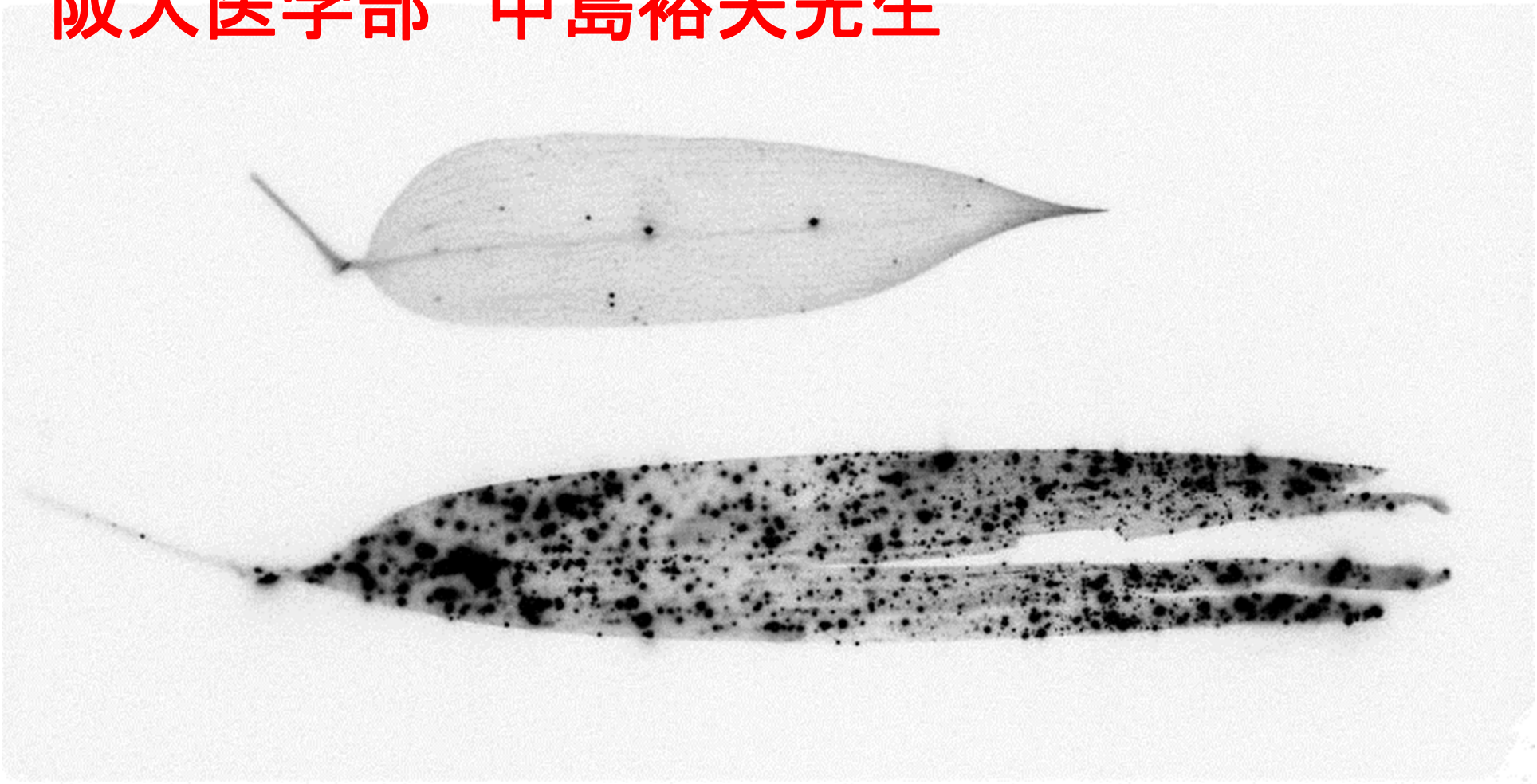





# 文部科学省による航空機モニタリングの測定結果(10月6日発表)

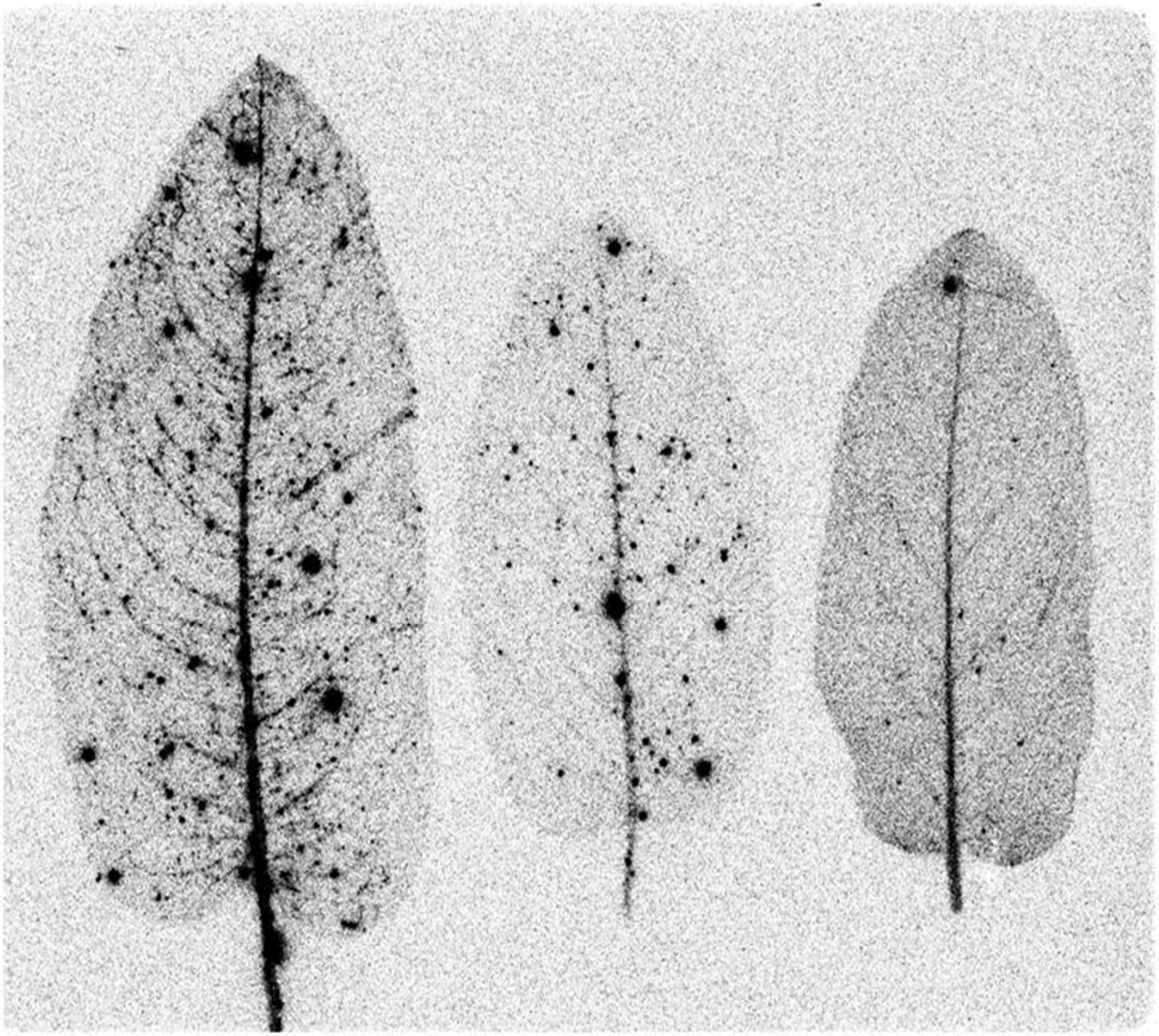
詳細については
http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/dojo/

# 阪大医学部　中島裕夫先生



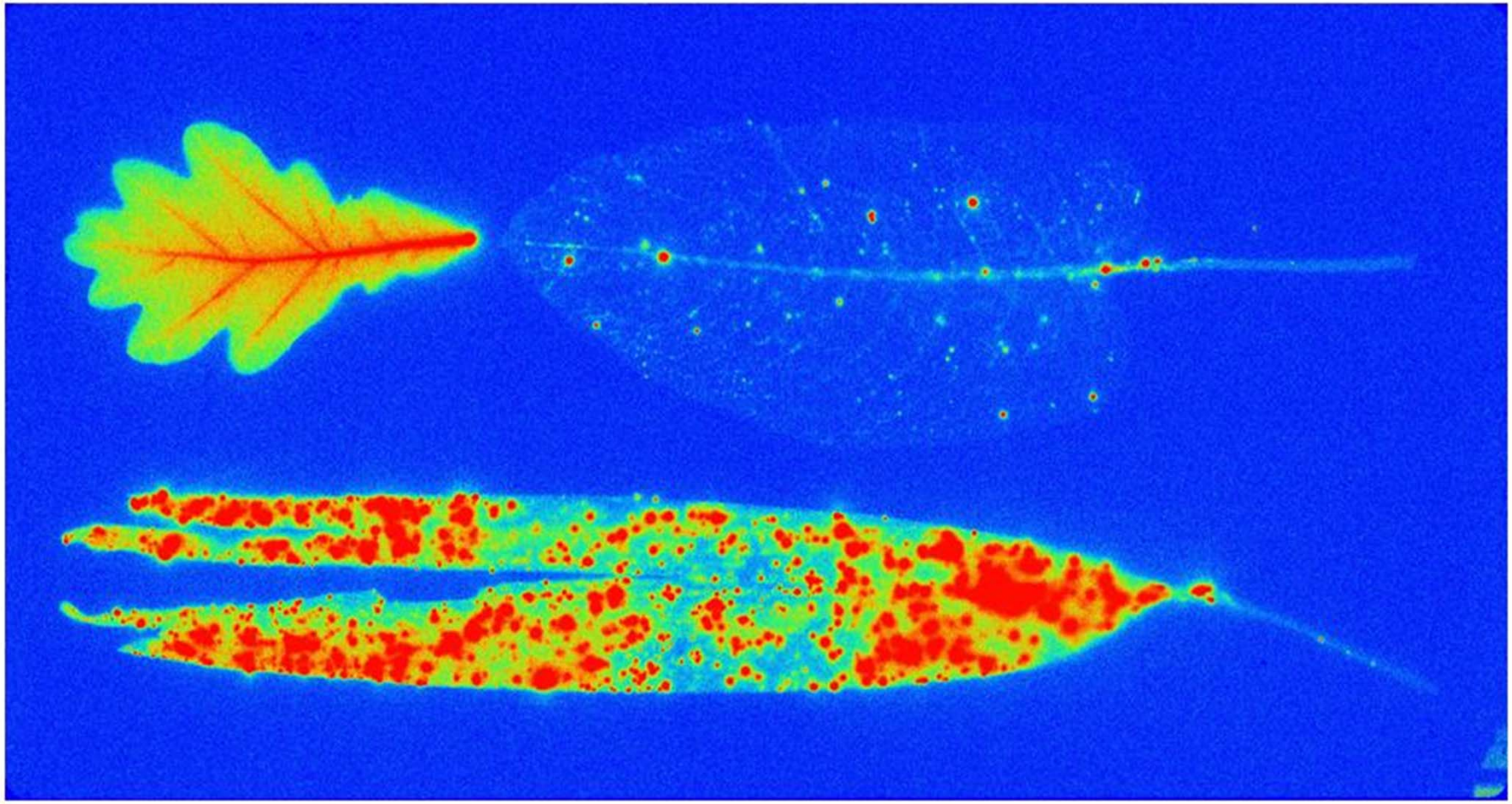
**図－１　福島第一原発事故の放射性降下物による汚染**

福島第一原発から42km離れた飯館村で原発事故後109日(2011年6月29日)に採取した笹の葉である。上の葉が事故後に生えた若葉で、下の葉が事故以前から生育していた古い葉である。下の古い葉では、放射性降下物が、おびただしい点状となって葉の表面に付着しているのがよくわかる。



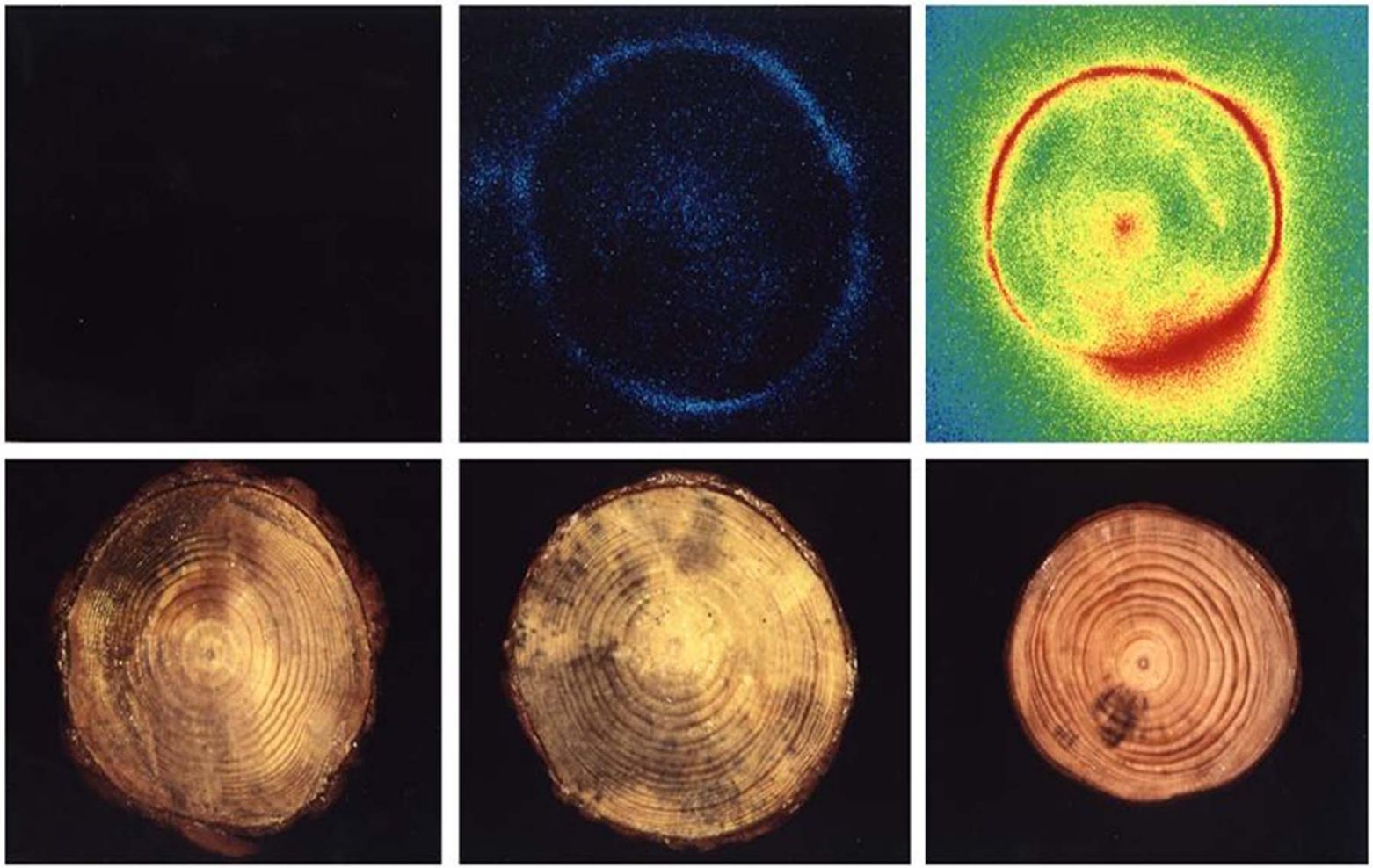
**図－2　福島第一原発事故の放射性降下物による汚染**

福島第一原発から62km離れたJR福島駅前で採取したスイバの葉である。図－1の笹の葉よりさらに弱い放射能を検出するために増感処理を行って描画したもので、左から事故後78日（5月29日）、119日(7月9日)、133日(7月23日)にそれぞれ同じ場所で採取したものである。



**図－３　チェルノブイリ原発と福島第一原発事故による葉の汚染の比較画像**

左上：チェルノブイリ原発事故後11年(1997年)に高濃度汚染地域(Masani村、ベラルーシ)で採取された柏の葉
右上：飯館村の笹の葉(図－１下と同じ葉)
下：JR福島駅前のスイバの葉(図－２左と同じ葉)
全ての葉を同じ描画処理にて比較したものである。青、緑、黄、赤の順に放射能が強くなることを示している。




**図－4　1997年にベラルーシの高濃度、中等度、非汚染地域に生育していた松の放射能**

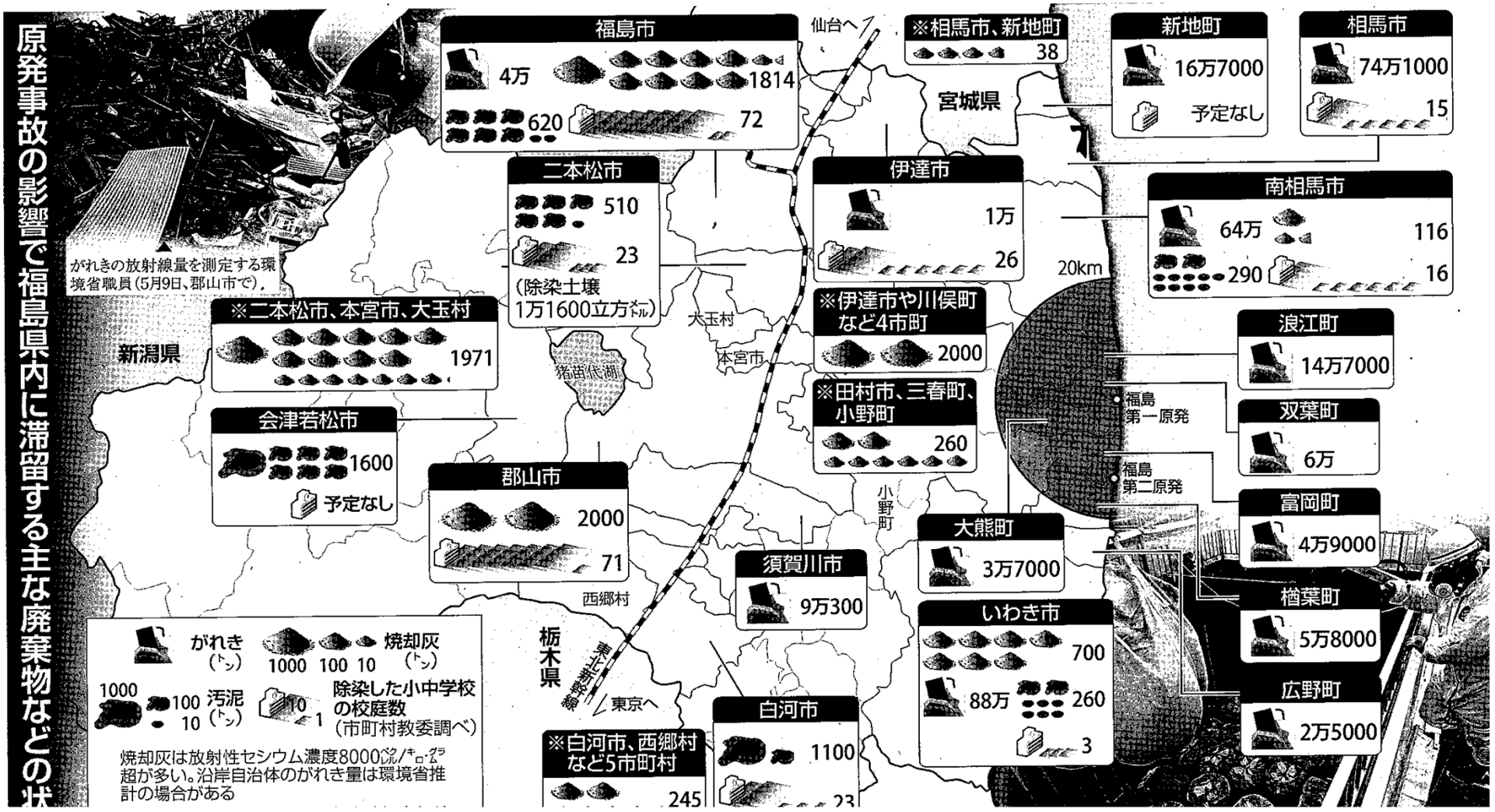
高度(Msani村)、中等度(Babchin村)、非汚染地域(Ribzy村)で1997年に伐採された松の木の放射能汚染状況を比較した画像である。セシウム－137は、事故当時(1986年)の年輪ではなく導篩管の多い樹皮部に多く存在している。

（第3種郵便物認可）　2011年(平成23年)10月10日（月曜日）　讀賣新聞

# 放射性ゴミ 仮置き続く

東

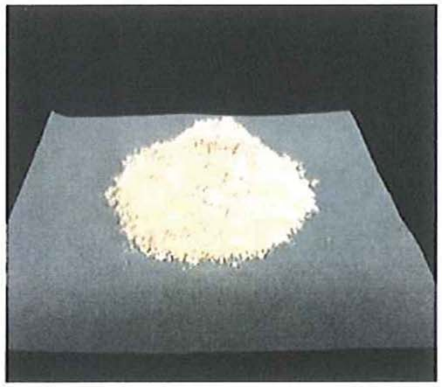
原発事故の影響で福島県内に滞留する主な廃棄物などの状



# １兆円を超える除染ビジネス！

# 似非科学が頻繁に！

## 放射線汚染物質除染剤（Ｋ５２５）について



### Ｋ５２５洗浄剤

除染対象物より放射線汚染物質を分離することができる処理剤です。

### Ｋ５２５吸着剤

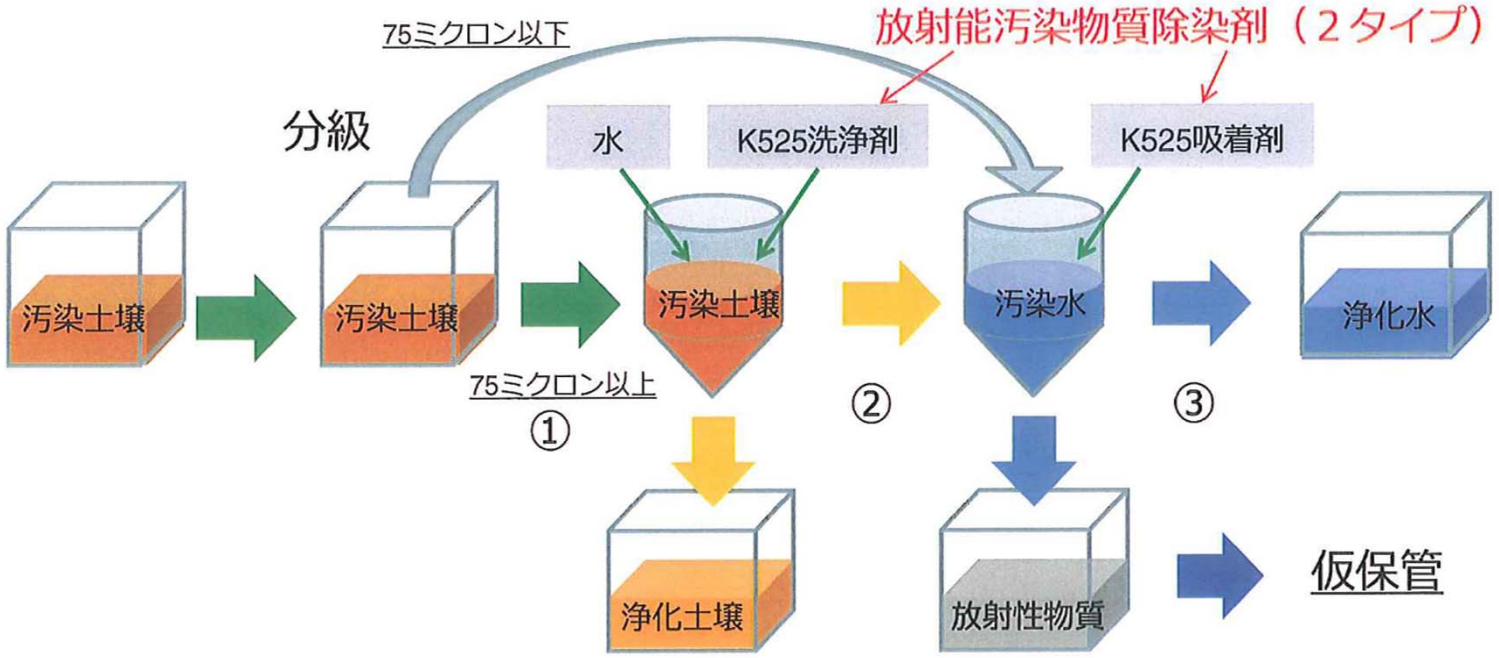
水中に存在する放射線汚染物質と化学反応または吸着し、沈殿させることができる処理剤です。

＜特徴＞

汚染対象物の状況に応じ、処理剤の配合で処理能力をコントロールできる事です。

これにより作業員の安全性を考慮した除染処理スピード、放射性廃棄物の濃度に調整できます。

## 2．放射性物質除染技術の基本メカニズムと除染剤




①．汚染土壌にK525洗浄剤・水を投入・攪拌（かくはん）

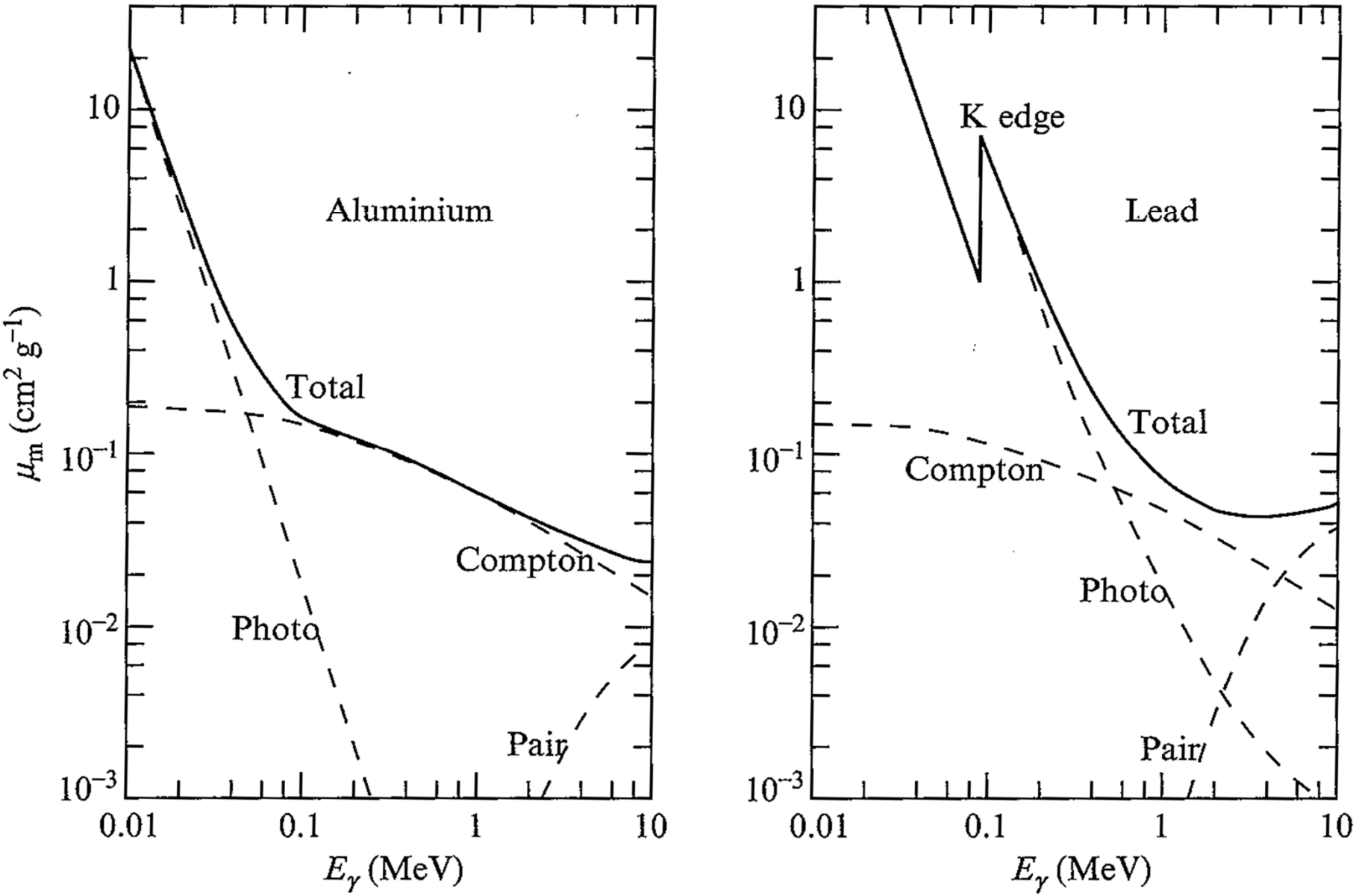
②．浄化土壌と汚染水に分離

③．汚染水をK525吸着剤で放射性物質と浄化水に分離

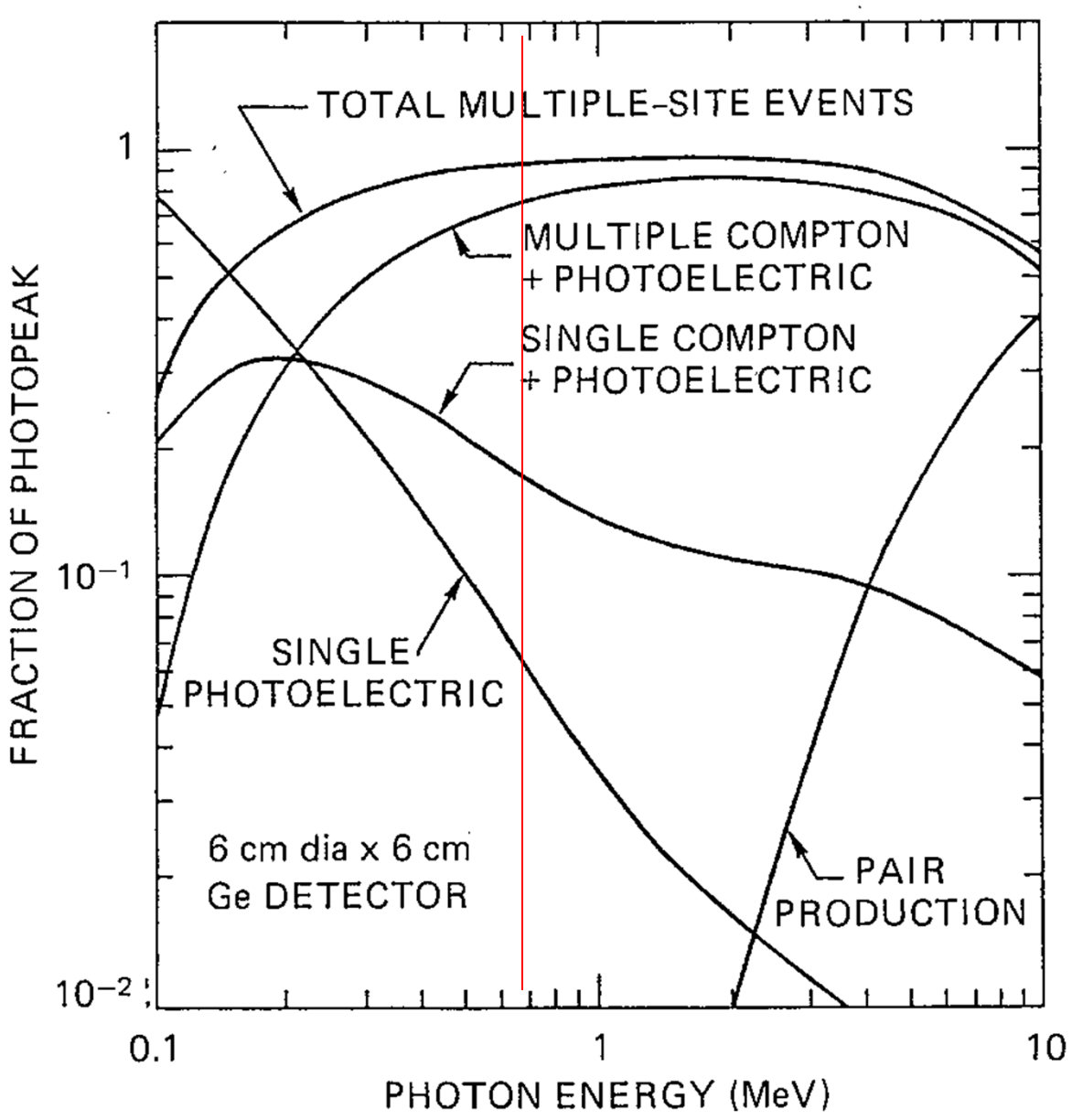
- 個々の住居の放射能被曝低減
- 屋根などに付着しているセシウムなど放射性物質を洗い流す。
- 常緑樹などの古い葉を除去
- 雨樋を掃除し、雨樋の下の地面など、家屋周辺の土壌5cm程度を撤去する。
- 家屋周辺を15cm程度の厚さのコンクリート壁で囲う。セシウムからのガンマ線は15cm程度のコンクリートで10分の1以下に減少する。

  （セシウムからの662 keVガンマ線は空気中100mを飛んでやっと40%に減少、200m飛んでも16%にしか減少しない。）
- 丁寧な対策で生活物資さえ安定に供給されれば、放射線被爆の問題はある程度無くなりお年寄りは生活だけは続けて行けるでしょう。

- 空気からのコンプトン散乱もある。




Photon mass-attenuation coefficients

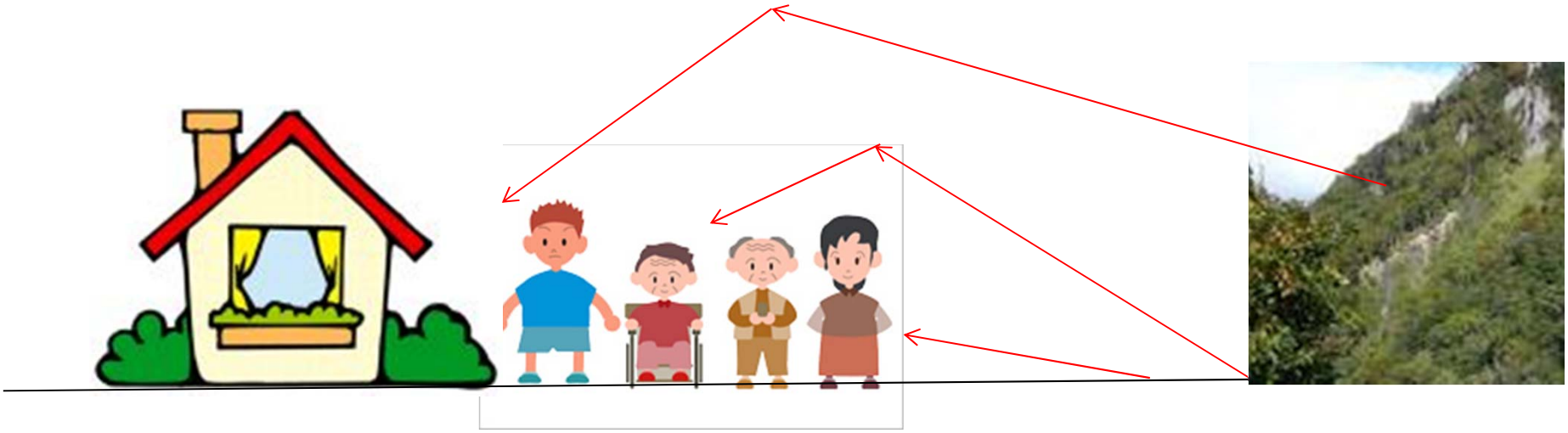



**Fraction of full energy peak for 6 cm x 6cm coaxial Ge detector**

# 福島では

200m直線で行って16%にしか減少しない
$^{137}$Csのガンマ線

ガンマ線の空気によるコンプトン散乱

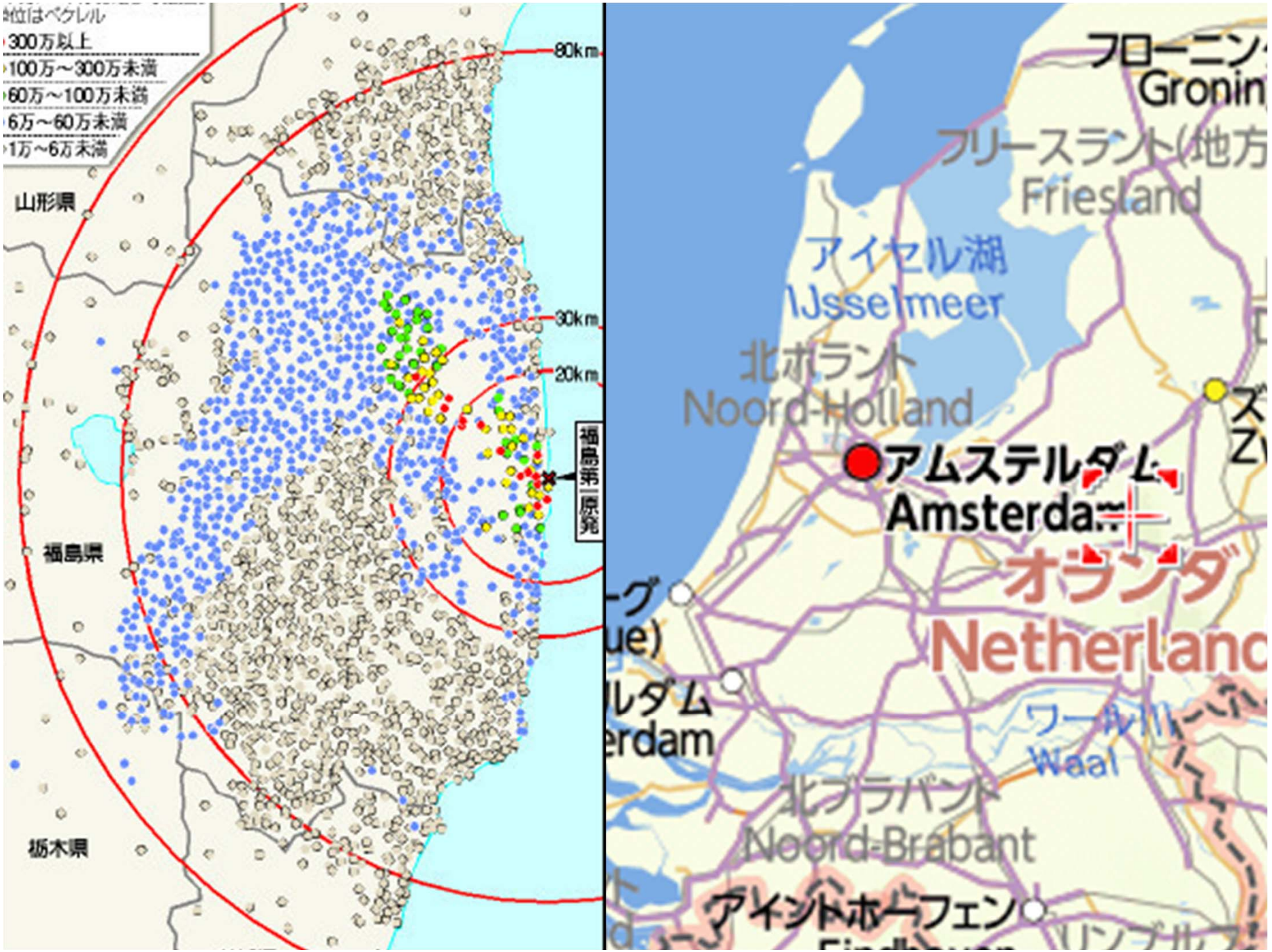


- 文明の廃墟になることを避ける
- １世代、２世代・・・と若者が住み続ける
- 経済的に自立し、人が集まり繁栄が見込める

- 子供たちに未来を託せる環境をつくる。
- そのためには？

# 山を削り、谷を埋め

- 放射能レベルを下げるためには、土壌を掘り下げ、天地返しをする以外には無いでしょう。しかし、これを個別な小さな個別地域で行っても、経済効果は少ないので、大規模に行う。
- 放射線レベルの高い周辺地域20 km x 40km領域の山谷を削り、埋め立てることによって広大な平地を作りだす。オランダでは長い年月をかけて広大な土地を開拓してきた歴史がある。オランダの例を見るならば、20kmx40kmはそれほど広大な土地ではない。
- 太陽パネルを敷き詰め、新たなエネルギー産業を創出し、雇用を確保する。日本のエネルギー重要を賄うには一万平方ｋｍに太陽パネルを設置する必要があるとのこと。福島原発周辺の20 km x 40 kmに敷きつめても800平方ｋｍであり、１０％程度である。
- 電気エネルギーを電気分解して蓄えておく蓄電施設や水素燃料施設も必要となる。
- 高等教育機関の設立、自然再生エネルギーや放射線に関しての研究機関、病院の設置。
- 大規模工業団地の設立。
- 港湾、飛行場など、物資輸送のハブ施設の設立
- 人々が集まるようになればアミューズメント施設や商店街なども出来る。
- 金融マネージメントセンター、ＩＴセンターの設立
- 水の放射能汚染などの問題はそんなに大きくはないだろう。


単位はベクレル
300万以上
100万～300万未満
60万～100万未満
6万～60万未満
1万～6万未満
80km
30km
20km
福島第一原発
山形県
福島県
栃木県
フローニンゲン
Groningen
フリースラント(地方)
Friesland
アイセル湖
IJsselmeer
北ホラント
Noord-Holland
アムステルダム
Amsterdam
オランダ
Netherlands
ワールハーフェン
Waal
北ブラバント
Noord-Brabant
アイントホーフェン

# ご静聴を感謝いたします

## 道程　　高村光太郎

僕の前に道はない
僕の後ろに道は出来る
ああ、自然よ
父よ
僕を一人立ちにさせた広大な父よ
僕から目を離さないで守る事をせよ
常に父の気魄を僕に充たせよ
この遠い道程のため
この遠い道程のため

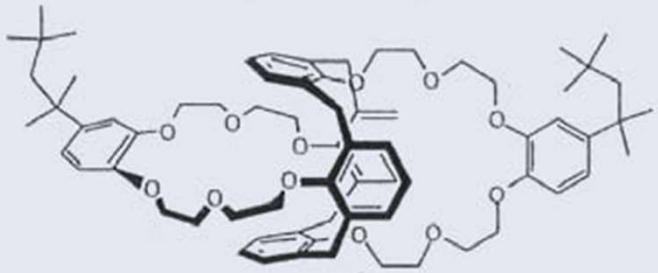
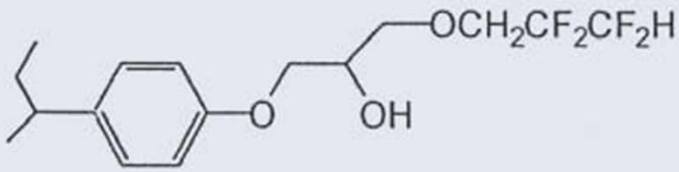
**USE OF MACROCYCLES IN NUCLEAR-WASTE CLEANUP: A REALWORLD APPLICATION OF A CALIXCROWN IN CESIUM SEPARATION TECHNOLOGY**

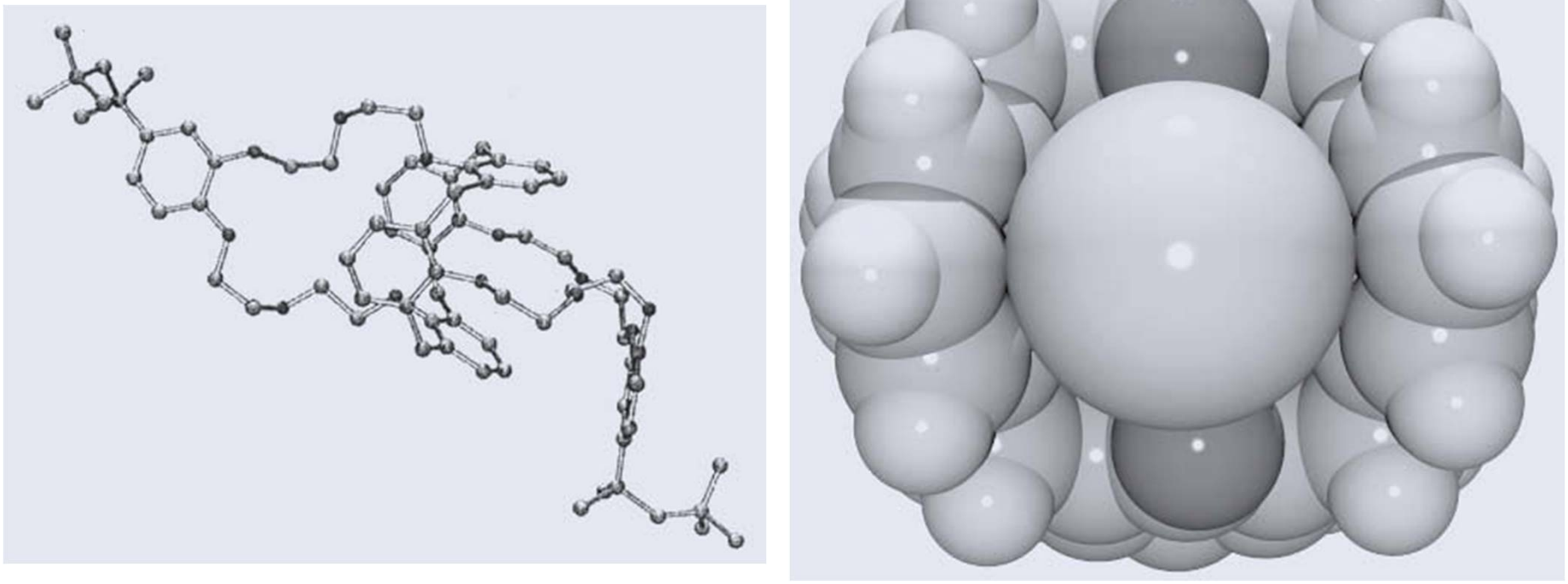
BRUCE A. MOYER, JOSEPH F. BIRDWELL, JR.,
PETER V. BONNESEN AND LAETITIA H. DELMAU
*Oak Ridge National Laboratory*
*P. O. Box 2008, Oak Ridge, TN 37831-6119, U.S.A.*

*Karsten Gloe (ed.), Macrocyclic Chemistry: Current Trends and Future Perspectives, 383–405.*© 2005 *Springer. Printed in the Netherlands.*

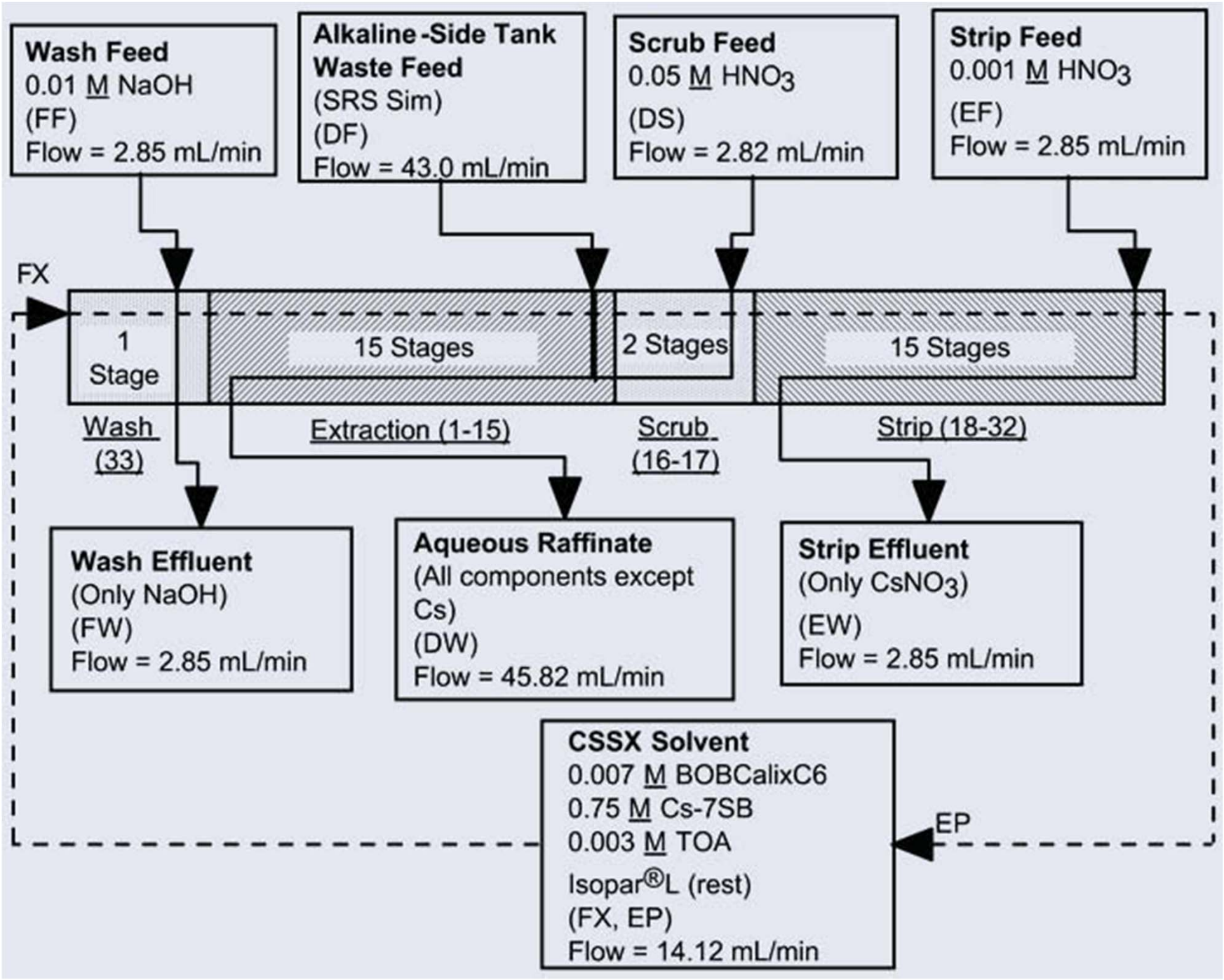
# 付録：　有機金属化学
# カリックスクラウン

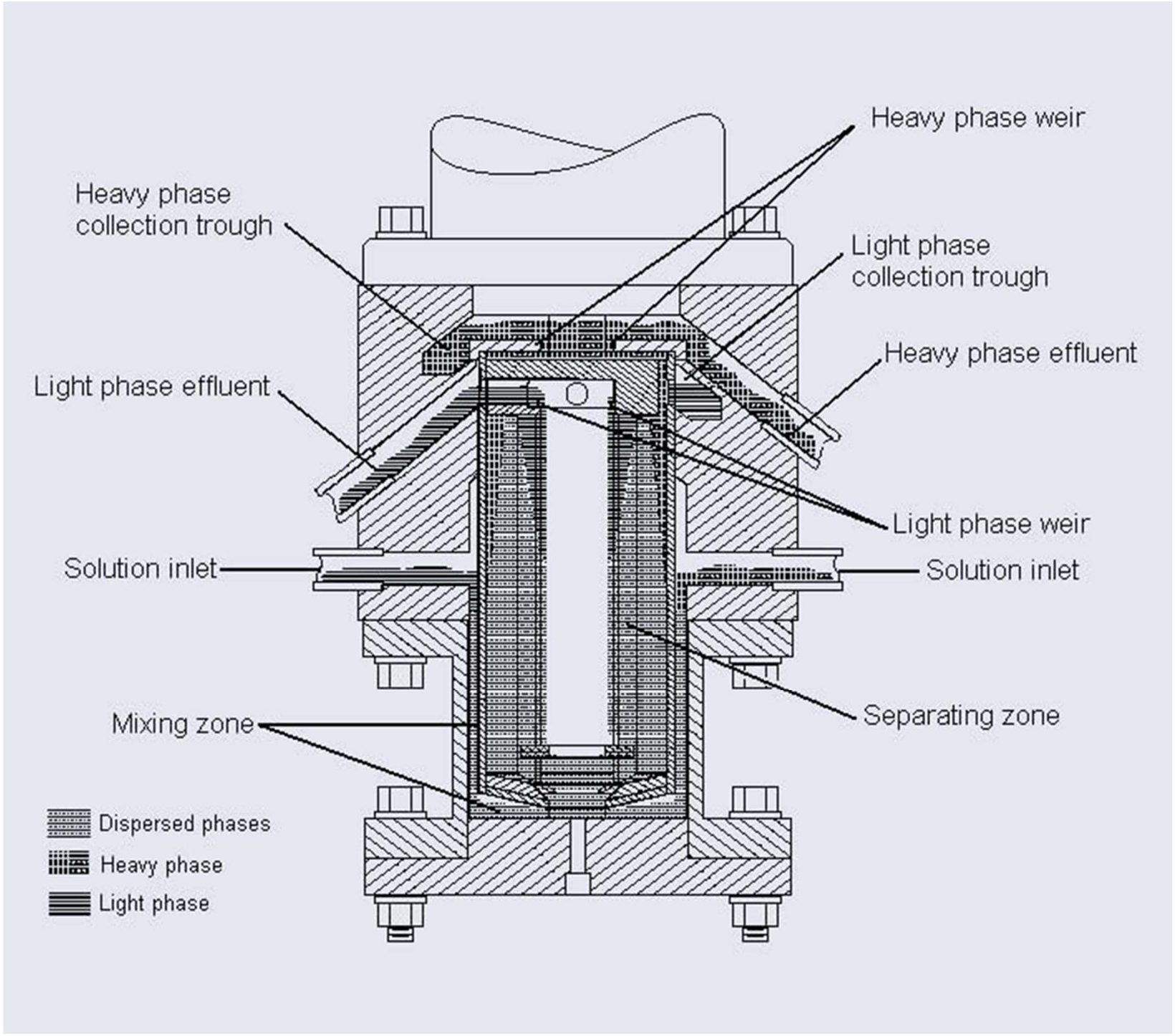
1973年 ジェフリー・ウィルキンソンとエルンスト・フィッシャー
がサンドイッチ構造を持つ有機金属化合物
（メタロセン）でノーベル化学賞を受賞

| | |
|---|---|
| ***Cesium Extractant***<br>***@ 0.007 M*** | ***BOBCalixC6***<br>**Calix[4]arene-bis(4-*tert*-octylbenzo-crown-6)** |
| • Economical synthesis<br>• Selective - rejects sodium<br>• Strong - effective at low concentration<br>• Good radiation and chemical stability |  |
| ***Diluent Modifier***<br>***@ 0.75 M*** | ***Cs-7SB***<br>**1-(2,2,3,3-Tetrafluoropropoxy)-3-(4-*sec*-butylphenoxy)-2-propanol** |
| • Increases Cs extraction<br>• Increases extractant solubility<br>• Excellent stability characteristics<br>• Benign degradation products wash out |  |
| ***Suppressor***<br>***@ 0.003 M*** | ***TOA***<br>**Tri-*n*-octylamine** |
| • Suppresses impurity effects<br>• Suppresses ion-pair dissociation<br>• Improves and stabilizes stripping | |
| ***Diluent*** | ***Isopar L*** |
| • Promotes good hydraulics | Branched avg. 12-carbon aliphatic |



Crystal structure of BOBCalixC6 [82].


Wash Feed
0.01 M NaOH
(FF)
Flow = 2.85 mL/min
Alkaline-Side Tank Waste Feed
(SRS Sim)
(DF)
Flow = 43.0 mL/min
Scrub Feed
0.05 M HNO3
(DS)
Flow = 2.82 mL/min
Strip Feed
0.001 M HNO3
(EF)
Flow = 2.85 mL/min
FX
1 Stage
15 Stages
2 Stages
15 Stages
Wash (33)
Extraction (1-15)
Scrub (16-17)
Strip (18-32)
Wash Effluent
(Only NaOH)
(FW)
Flow = 2.85 mL/min
Aqueous Raffinate
(All components except Cs)
(DW)
Flow = 45.82 mL/min
Strip Effluent
(Only CsNO3)
(EW)
Flow = 2.85 mL/min
CSSX Solvent
0.007 M BOBCalixC6
0.75 M Cs-7SB
0.003 M TOA
Isopar®L (rest)
(FX, EP)
Flow = 14.12 mL/min
EP


Heavy phase weir
Heavy phase collection trough
Light phase collection trough
Heavy phase effluent
Light phase effluent
Light phase weir
Solution inlet
Solution inlet
Separating zone
Mixing zone
Dispersed phases
Heavy phase
Light phase