

里山：身近な森林生態系



環境科学概論 第4回 生物圏

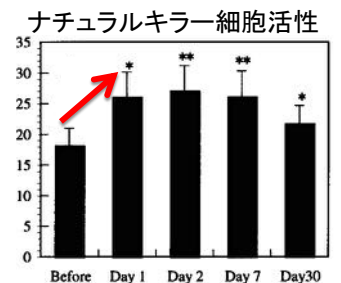


1

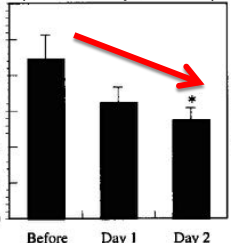
森はヒトを癒やす：森林浴効果



森林セラピーの基地 篠栗

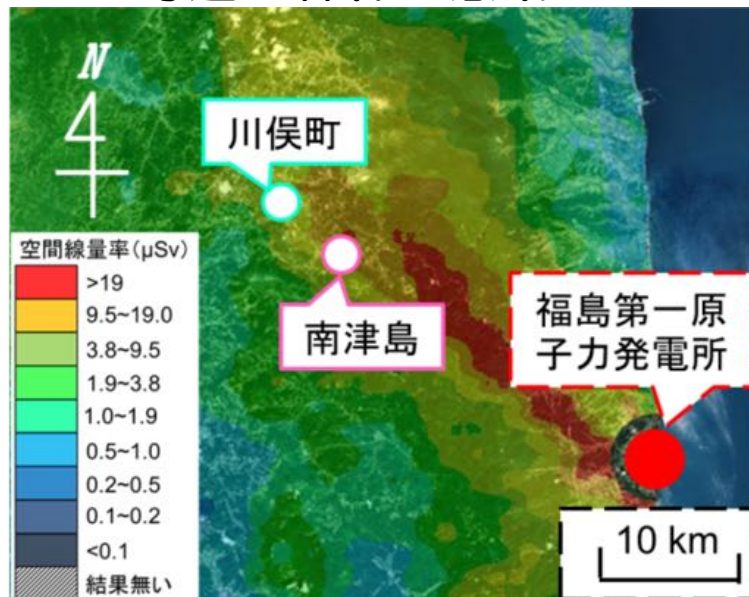


尿中アドレナリン
(ストレスホルモン)



- フィトンチッド (phytoncide): 樹木の放出物質(BVOC)
「Phyto」: 植物, 「cide」: 殺す
- ・アドレナリン: 減少 → ストレス: 軽減
 - ・ナチュラルキラー細胞活性: 増加 → 免疫力: 増加
- がんに対する
抵抗力: 増強!

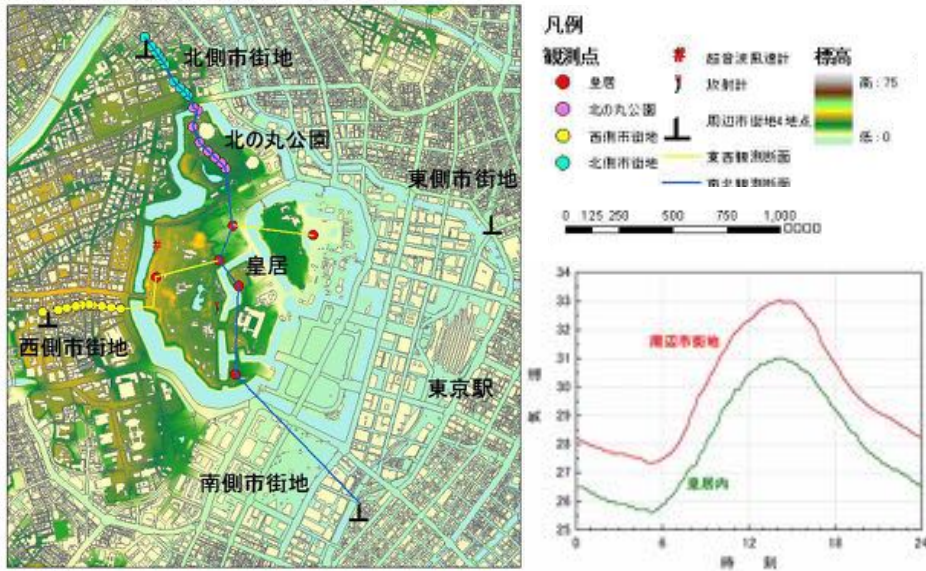
里山：身近な森林生態系





森は気温を下げる：冷温効果

皇居・周辺市街地の観測位置図

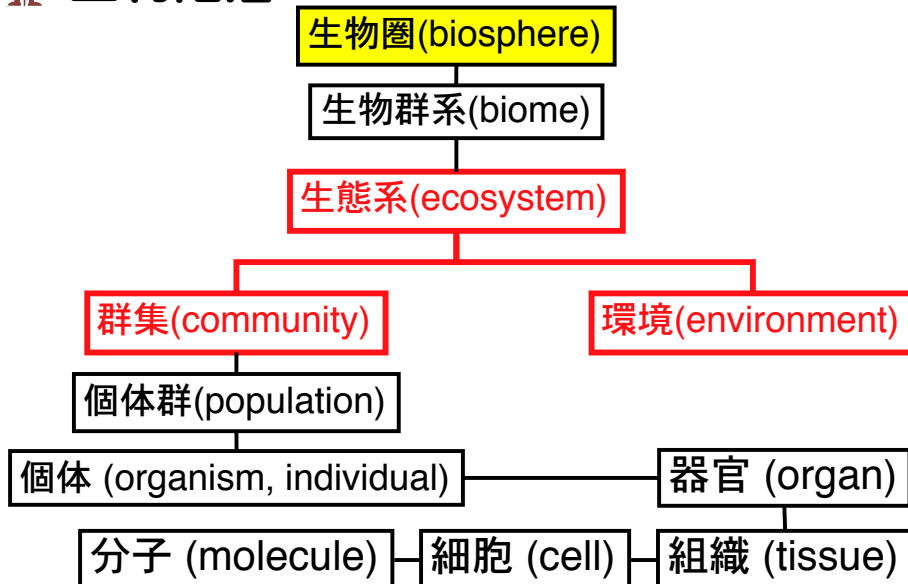


6

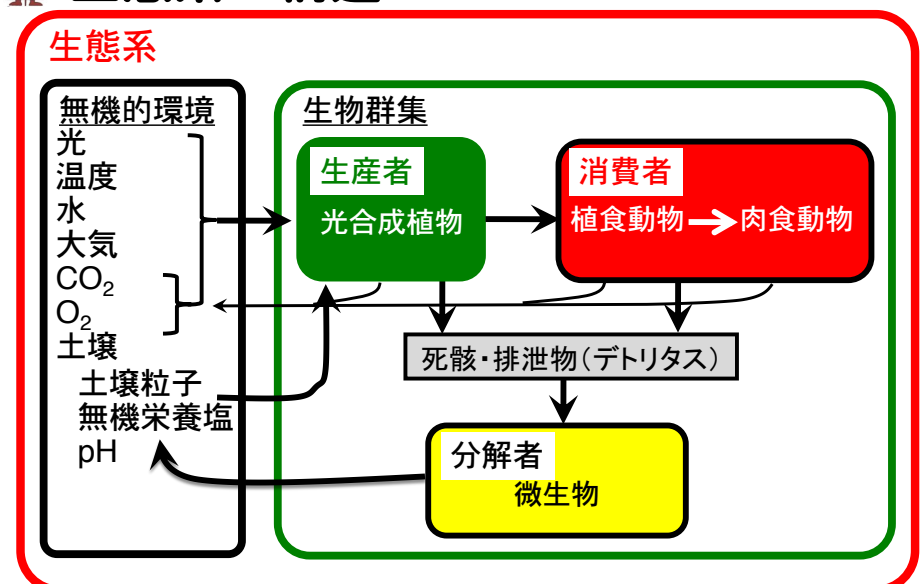
生物圏と生態系



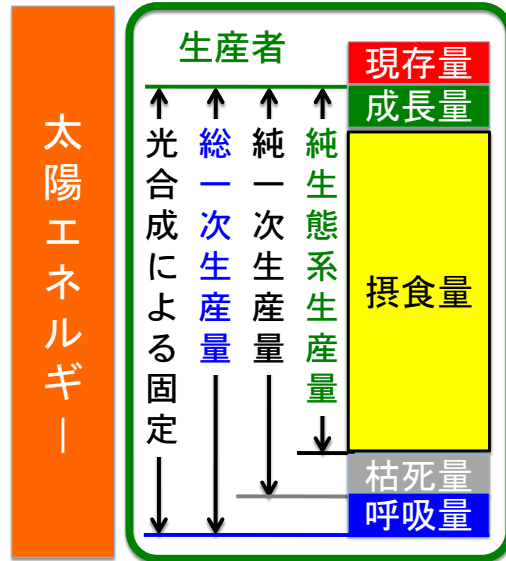
生物階層



生態系の構造



生物の現存量と生産量



対象地域の生物体量
= 現存量(バイオマス)

総一次生産量 : GPP

純一次生産量 : NPP

純生態系生産量 : NEP

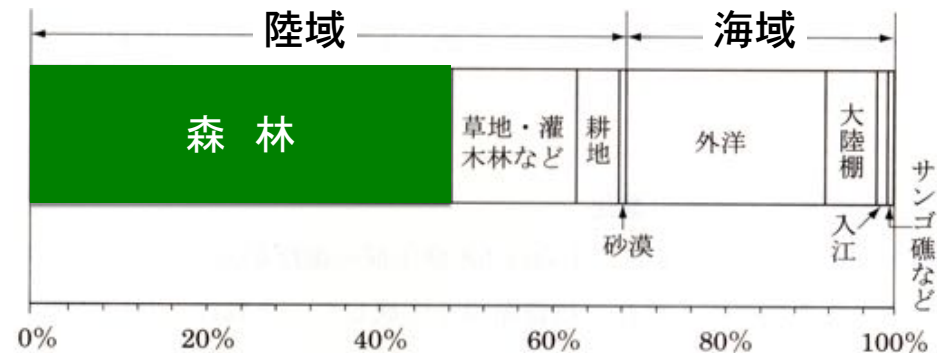
生産者の現存量と一次生産量

生態系の タイプ	面積 10 ⁶ km ²	1年間当たりの 1次生産量 10 ⁹ トン/年	単位面積当た りの平均生物量 kg/m ²	全生物量 10 ⁹ トン
熱帯多雨林	17.0	37.4	45	765
熱帯季節林	7.5	12.0	35	260
温帯常緑樹林	5.0	6.5	35	175
温帯落葉樹林	7.0	8.4	30	210
北方針葉樹林	12.0	9.6	20	240
疎林と低木林	8.5	6.0	6	50
サバナ	15.0	13.5	4	60
温帯イネ科草原	9.0	5.4	1.6	14
ツンドラと高山荒原	8.0	1.1	0.6	5
砂漠と半砂漠	18.0	1.6	0.7	13
岩質および砂質砂漠と氷原	24.0	0.07	0.02	0.5
耕地	14.0	9.1	1	14
沼沢と湿地	2.0	4.0	15	30
湖沼と河川	2.0	0.5	0.02	0.05
陸地合計	149.	115	12.3	1837
外洋	332.0	41.5	0.003	1.0
湧昇流海域	0.4	0.2	0.02	0.008
大陸棚	26.6	9.6	0.01	0.27
藻場とサンゴ礁	0.6	1.6	2	1.2
入江	1.4	2.1	1	1.4
海洋合計	361	55.0	0.01	3.9
地球合計	510	170	3.6	1841

・地球の表面積
海洋: 70 %

・現存量
(陸上)
≒ 500x (海洋)
森林: 90 %

純一次生産量



陸域: 地球の 70 %

森林: 陸域の 70 %

12 森林生態系とは？

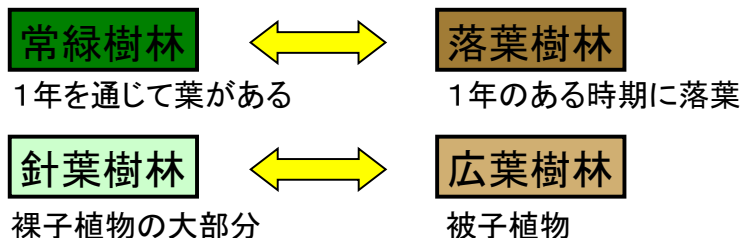
森林とは？

定義

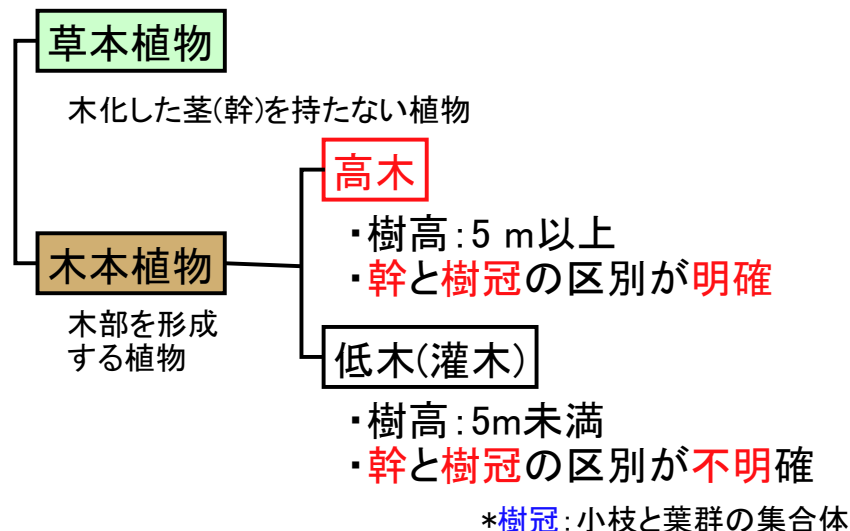
植生が相観によって区別された植生型の一つで、**高木が優勢している植物群落**

植生：ある土地に生育している植物の集団
相観：特定の植物で形作られた景色
植生型：一定の植生の単位

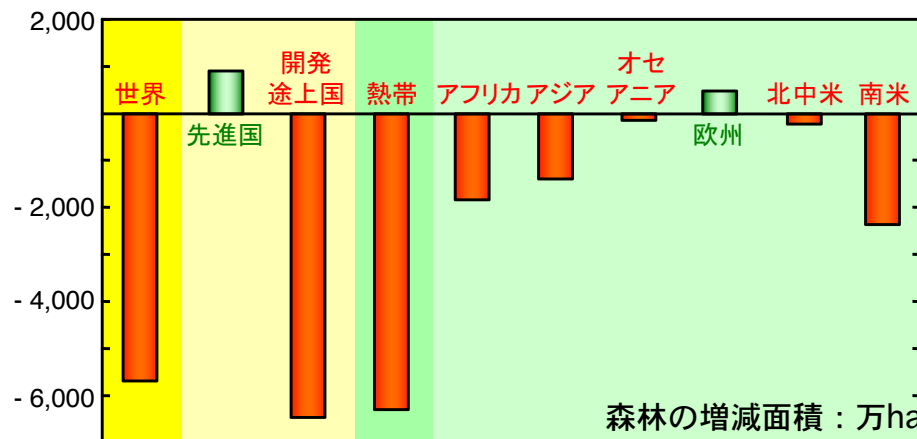
分類



高等植物の分類：高木と低木



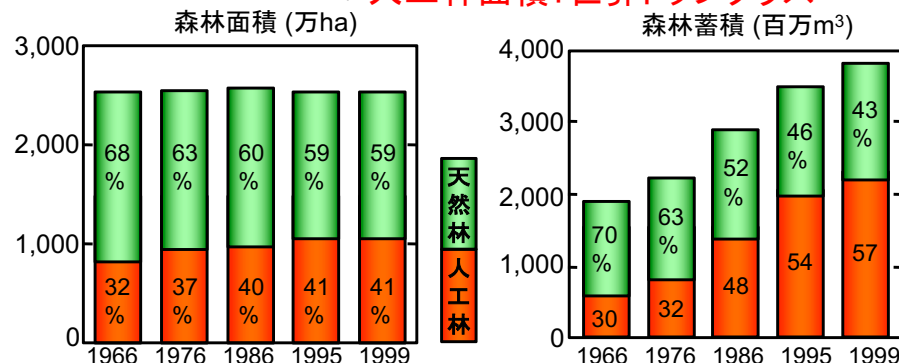
世界森林面積の増減



1990～1995年：熱帯林を中心に森林は減少

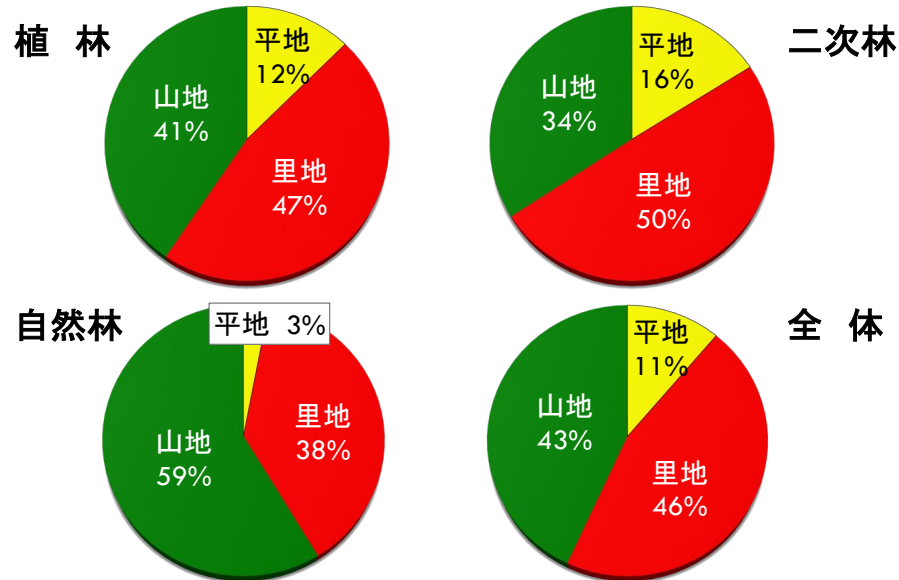
日本の森林面積と森林蓄積

- 森林面積：2,500万ha (国土面積の2/3)
→ 森林率：OECD諸国の中で世界3位
- 森林蓄積：38億1,000万m³ (年増加率：8,000万m³)
→ 人工林面積：世界トップクラス



国民一人当たりの森林面積：0.2 ha (世界平均の1/4)

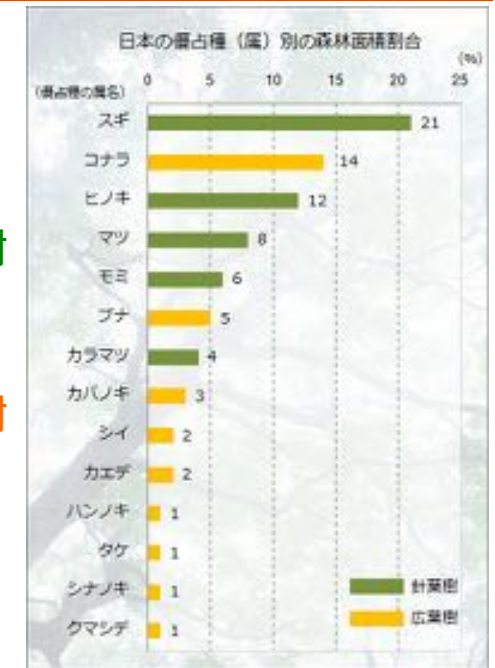
日本の森林構成



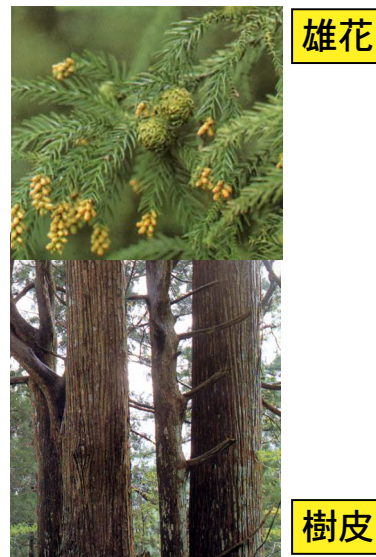
日本の主要樹種

- ・全体
針葉樹 ≒ 広葉樹
(1245万ha) (1150万ha)
- ・人工林: 98%が針葉樹
針葉樹 > 広葉樹
(1007万ha) (25万ha)
- ・天然林: 82%が広葉樹
針葉樹 < 広葉樹
(238万ha) (1080万ha)

データ出所:
森林資源モニタリング調査
(平成11年~15年)



日本の代表的な針葉樹：スギ



日本の代表的な針葉樹：ヒノキ





日本の代表的な針葉樹：モミ



球果



葉

樹皮



代表的な広葉樹：コナラ



雄花

実

ブナ科コナラ族

- ・落葉高木
：15 – 20m
- ・葉の長さ
：5 – 15 cm
- ・用途：公園樹
, 建築・器具

どんぐり



日本の代表的な広葉樹：ブナ



実



葉



若木10cm

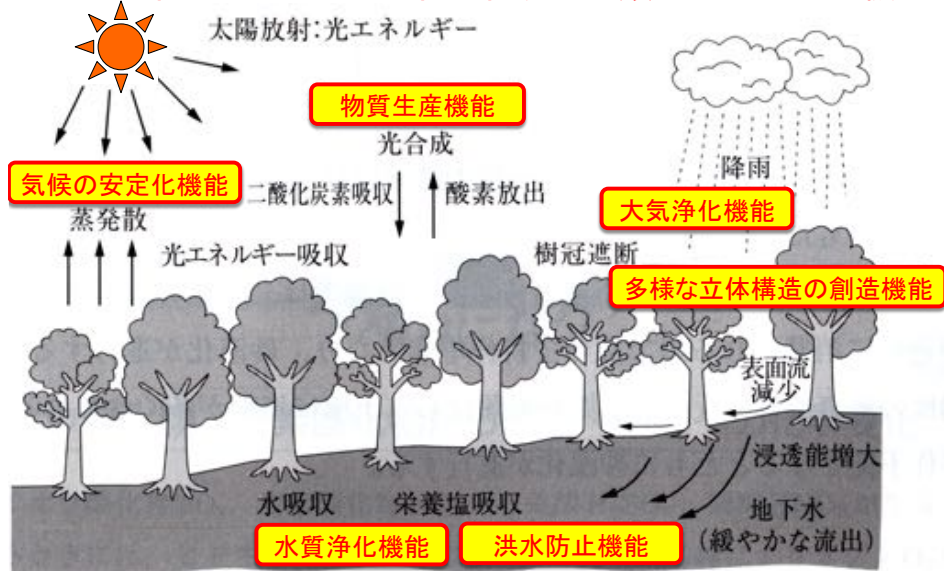
成木30cm

樹皮

森林生態系の機能と構造

森林生態系の公益的機能

生態系サービス: 生態系が有する人類の利益になる機能

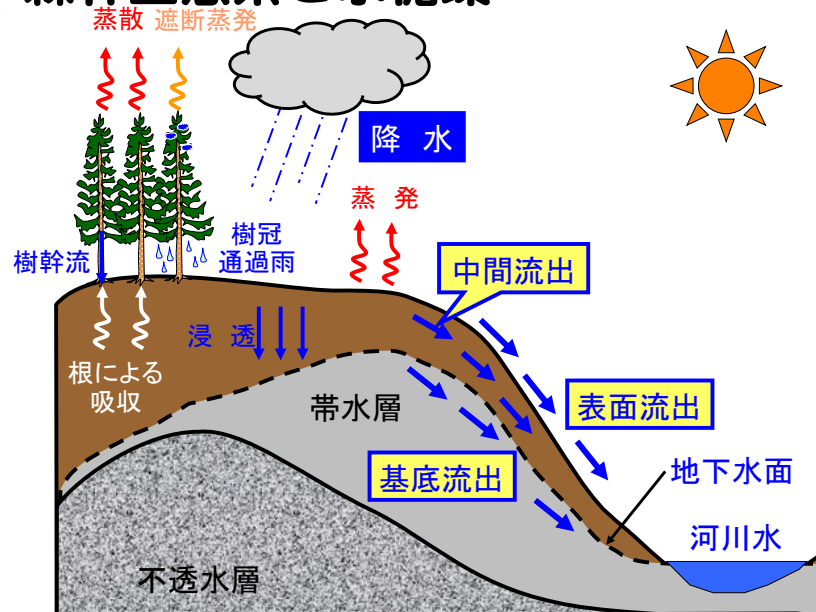


森林の生態系サービスと経済価値

森林の機能	評価額(年)
土壌浸食防止	282,565億円
水質浄化	146,361億円
水資源貯留	87,407億円
表面崩壊防止	84,421億円
洪水緩和	64,686億円
保健・レクリエーション	22,546億円
二酸化炭素吸収	12,391億円
化石燃料代替	2,261億円
合計	702,638億円

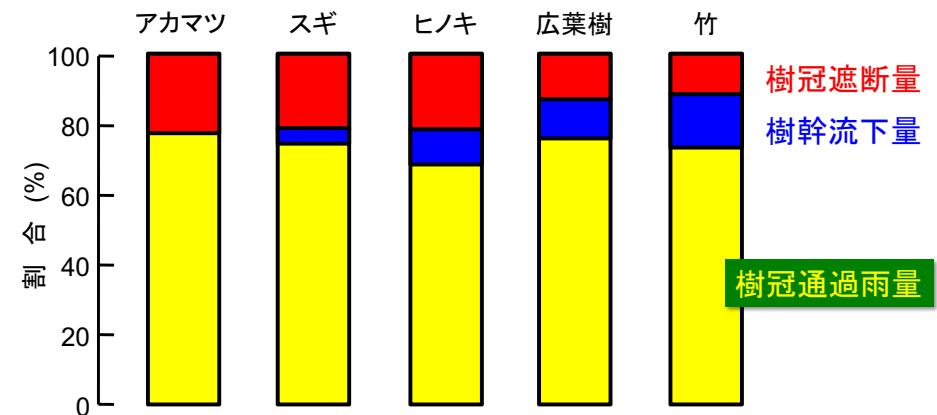
日本の森林の価値: 年間70兆円 (日本学術会議)

森林生態系と水循環

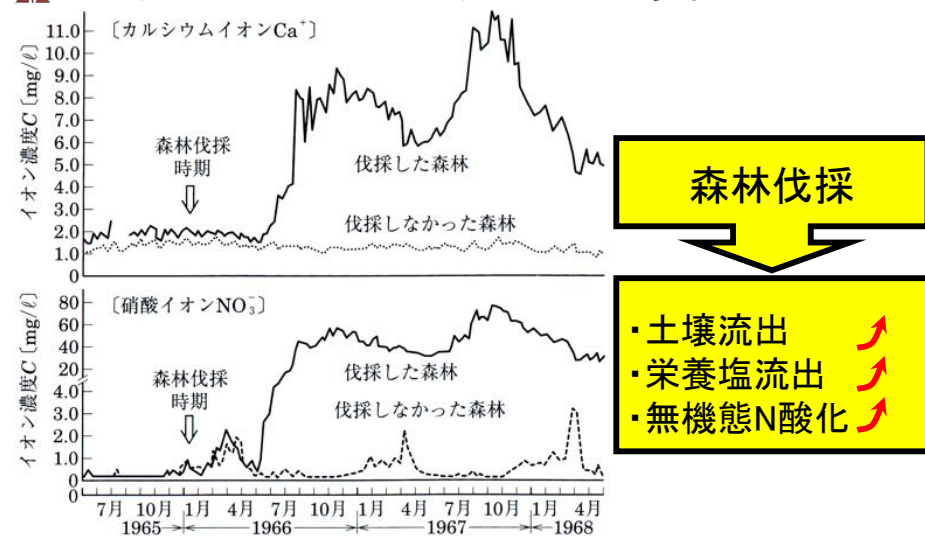


樹冠による降水保持

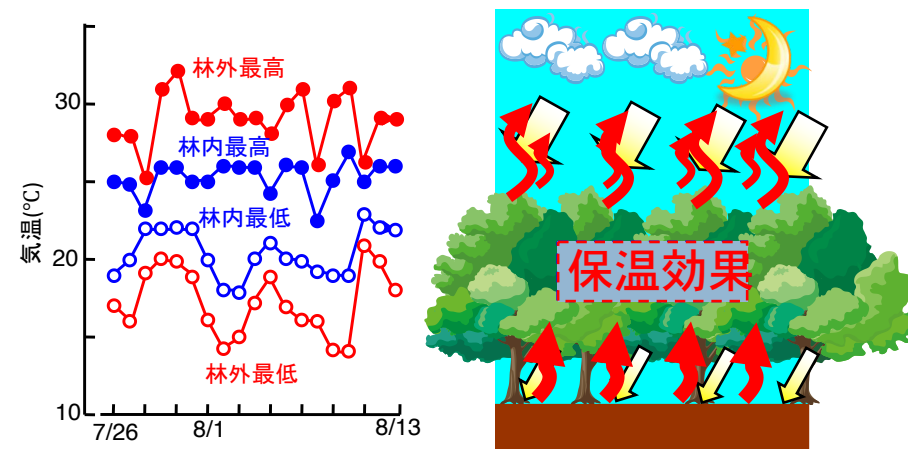
樹冠遮断: 降水量を約80%



森林の土壌浸食防止&水質浄化能

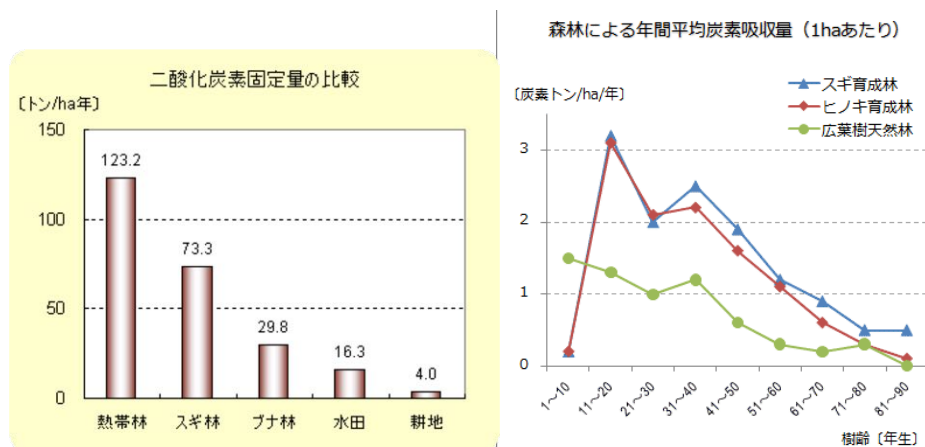


森林の気候安定化能：冷却&保温効果



→林内の方が日中は涼しく、気温差が小さくなる

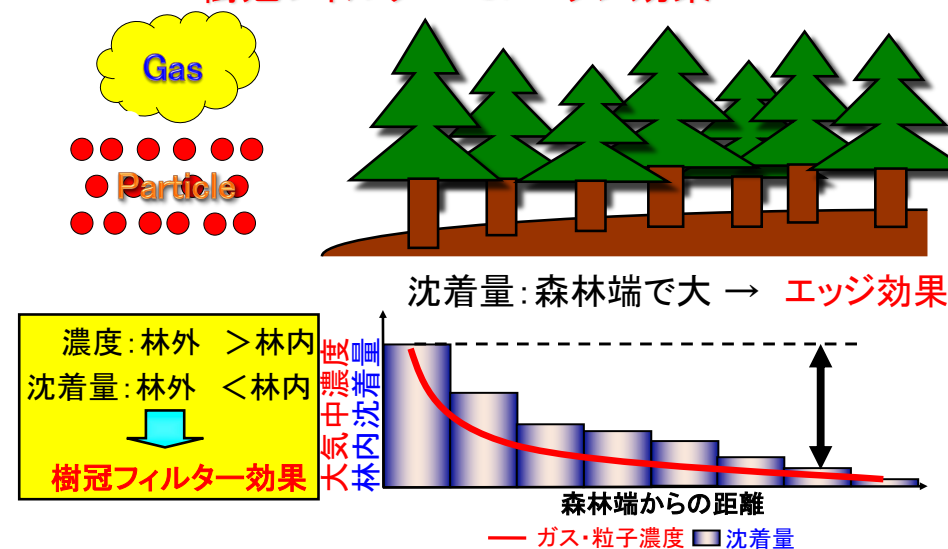
森林の二酸化炭素吸収能



日本：若いスギでCO₂吸収大

森林は空気を綺麗にする！

～樹冠フィルター & エッジ効果～





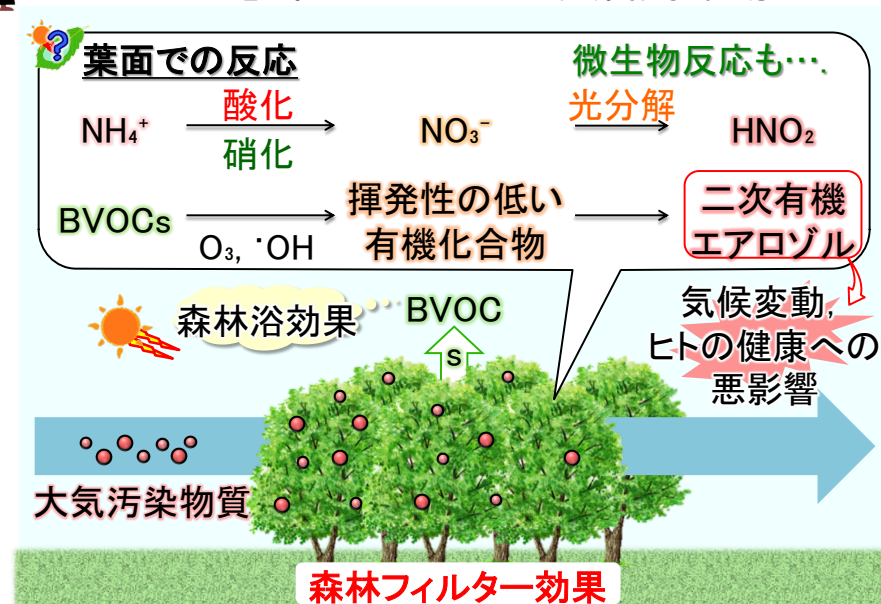
里山の生態系サービス：大気浄化能



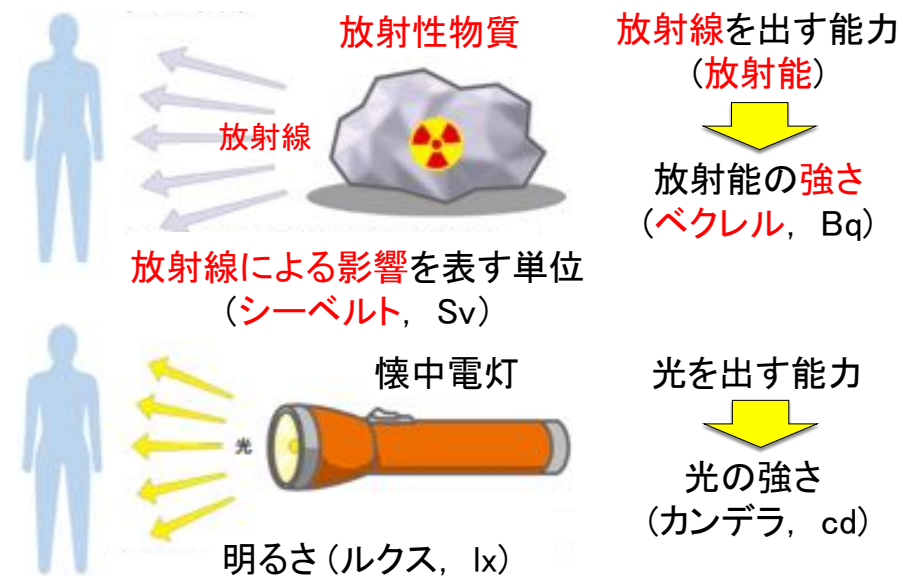
日本女子大学 西生田キャンパス
里山の気浄化能解明のため、
宮崎研究室と共同研究を行っています。



里山の生態系サービス：大気浄化能



放射線と放射能

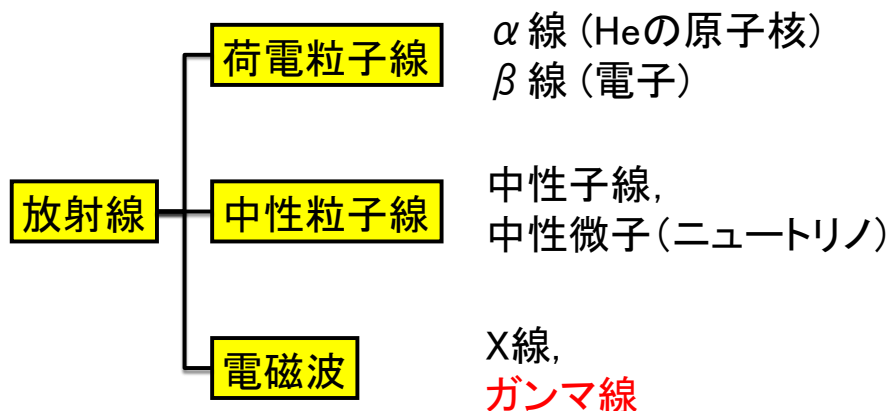


放射性物質による生物圏の汚染

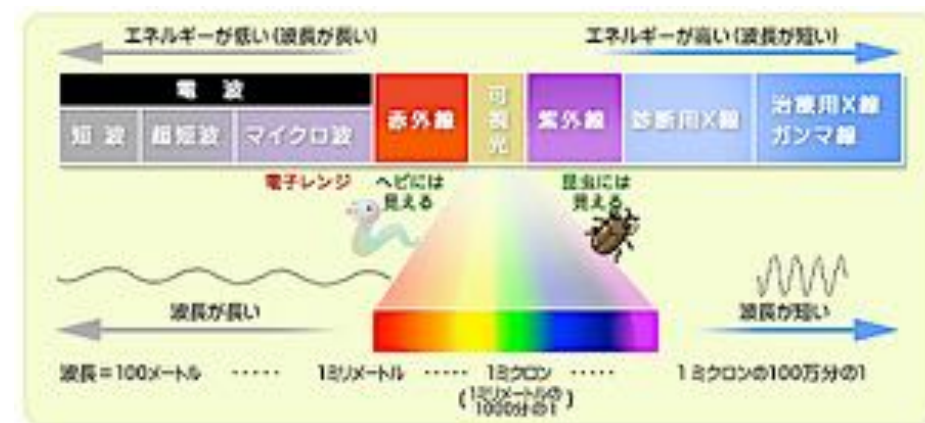


放射線

放射線: 物質を **電離** することができる **高エネルギー** を有する **粒子** または **電磁波の流れ**



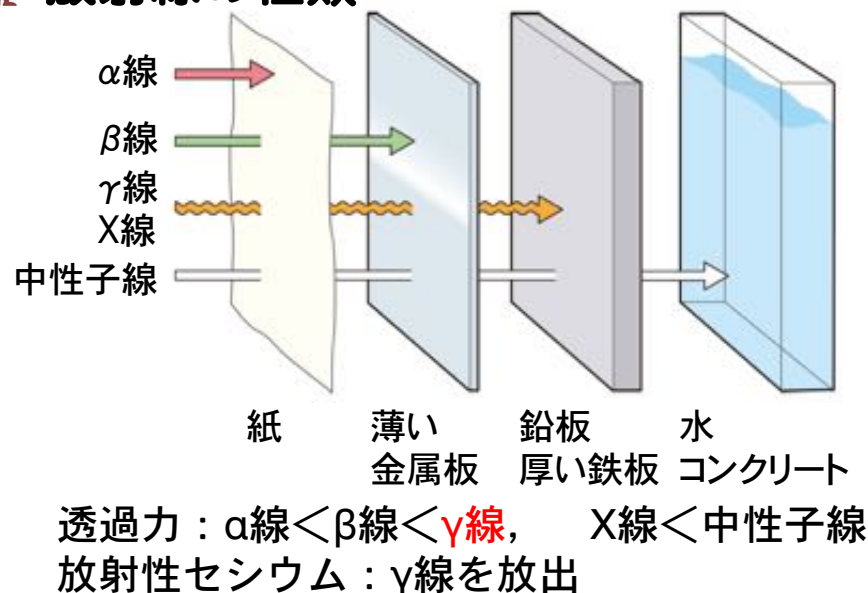
電磁波の種類



出典：放射線影響研究所web



放射線の種類



放射能

放射能: いろいろな使われた方をする用語

- ① 放射線を出す **能力** または **性質**
例) ウランには放射能がある。
- ② 放射線を出す **物質**
放射性物質, **放射性同位体**, **放射性核種** と同義
例) 施設から放射能が漏れた。
『美しい村に放射能が降った
～飯館村長・決断と覚悟の120日～』
- ③ 物理的な定義: **単位時間あたりの壊変数**
例) この試料の放射能は約3700 ベクレルである

放射能および放射線量の単位

ベクレル (Bq) 放射能の強さを表す単位

1 Bq = 1秒間に1回の放射線を出す能力

Ex. 1 μg のヨウ素131は1秒間に46億個の原子核が崩壊
 \therefore 1 μg のヨウ素131の放射能は46億ベクレル

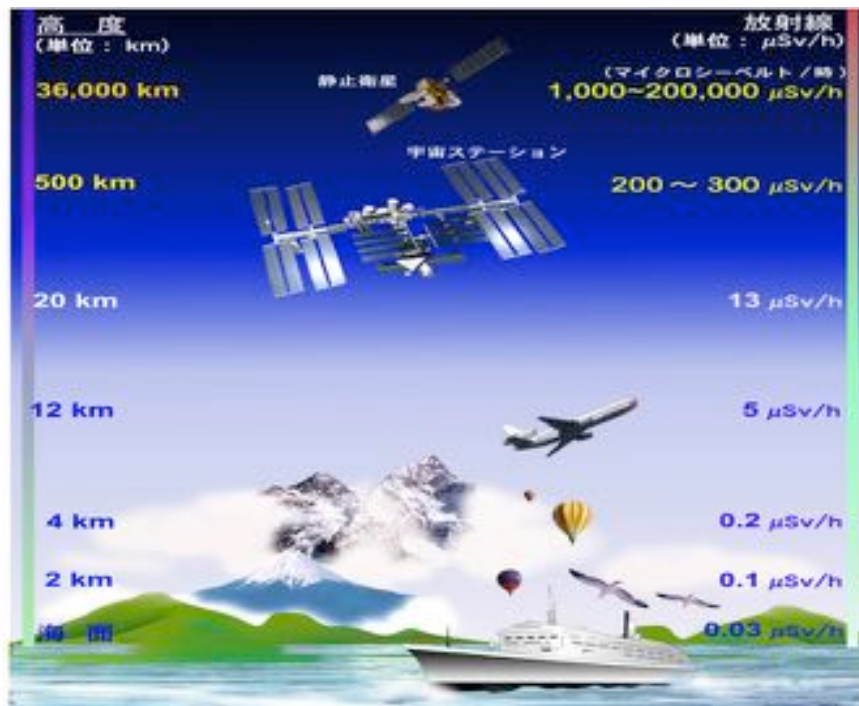
$$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Ci: 1 gのラジウム226のもつ放射能

グレイ (Gy) 物質が吸収した放射線量(吸収線量)

1 Gy = 物質1 kgが1 Jのエネルギーを吸収(J/kg)

シーベルト (Sv) 人体への影響度合いを表す単位



自然界の放射線



Ref. 日本原子力研究開発機構 小林泰彦氏 講演スライド

体内・食物中の自然放射性物質

●体内の放射性物質の量

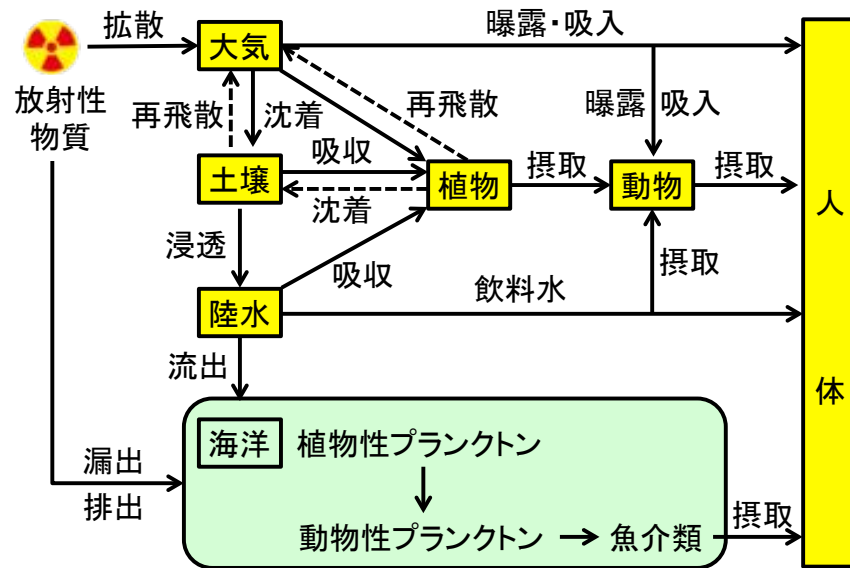
(体重60kgの日本人の場合)

カリウム40	4,000 ベクレル
炭素14	2,500 ベクレル
ルビジウム87	500 ベクレル
鉛210・ポロニウム210	20 ベクレル

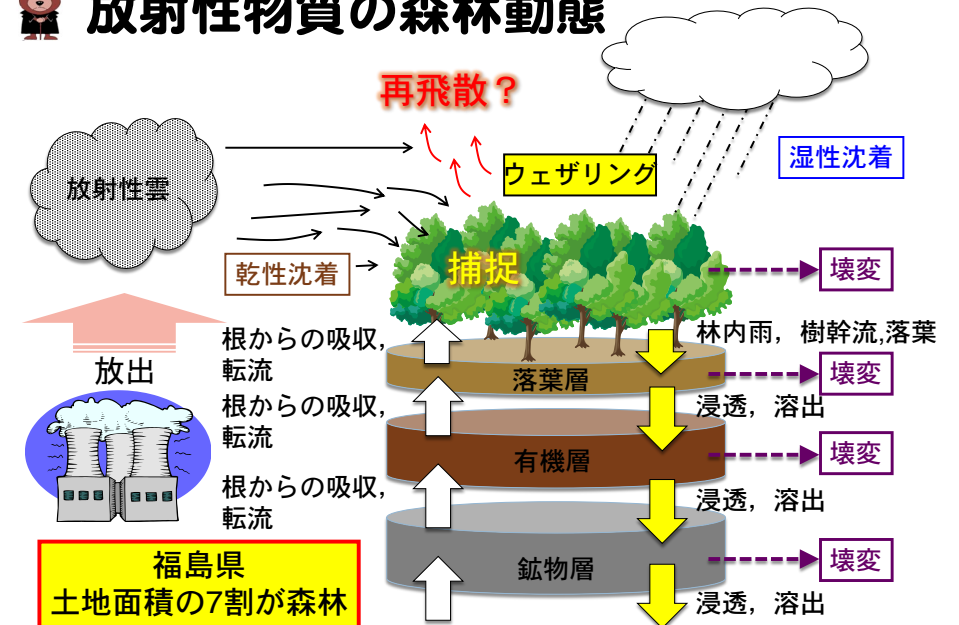
●食物中のカリウム40の放射能量(日本) (単位: ベクレル/kg)

干しこんぶ 2,000	干しいたけ 700	ポテトチップ 400	生わかめ 200
ほうれん草 200	魚 100	牛肉 100	食パン 30
		米 30	牛乳 50
			ビール 10

放射性物質の生物圏における動態



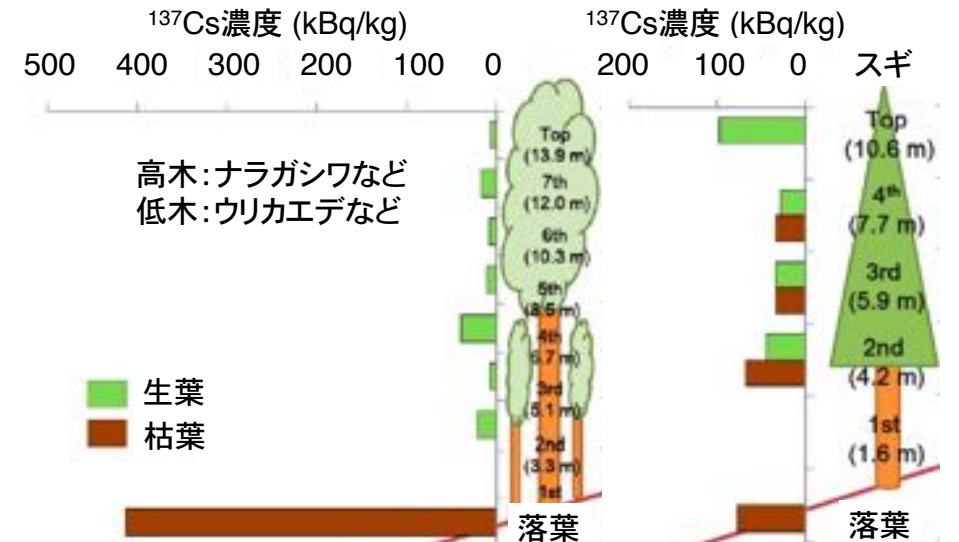
放射性物質の森林動態



放射性物質の動態調査 IN 浪江町

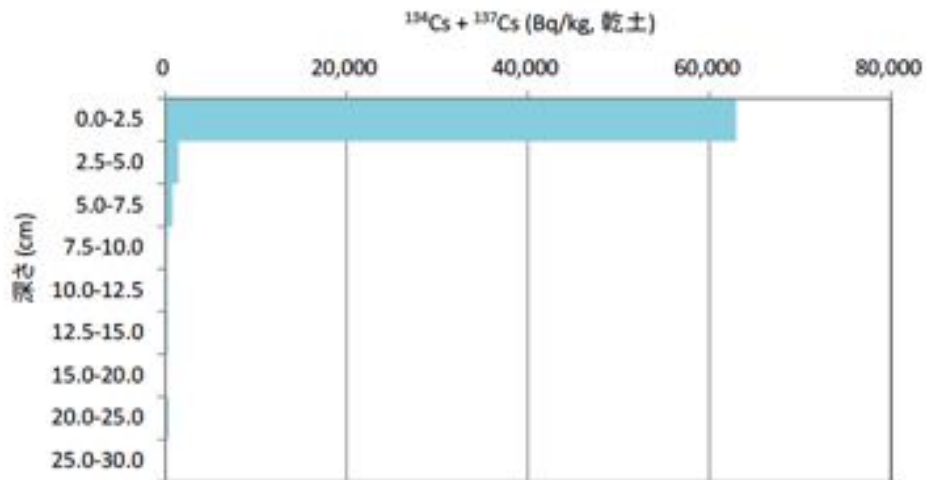


放射性セシウムの森林内分布：初期





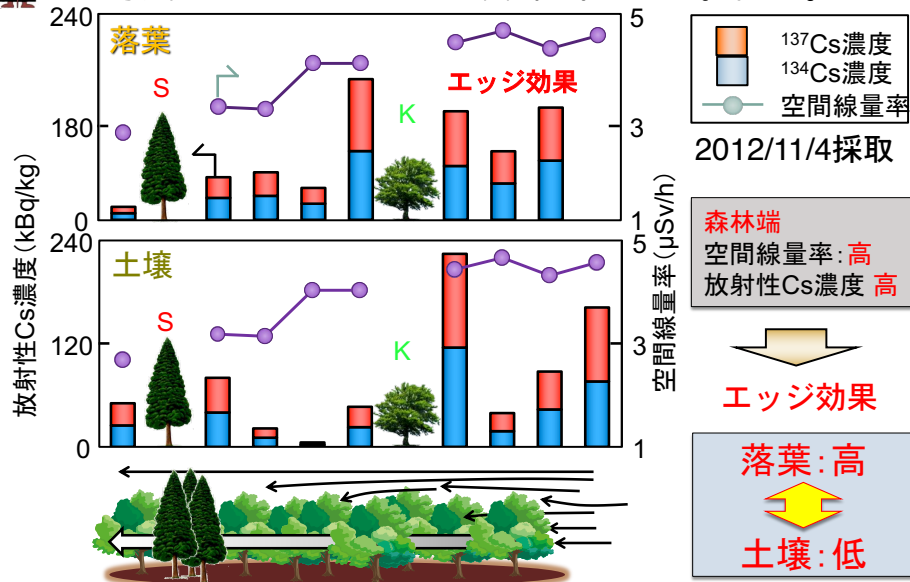
土壌中放射性セシウムの分布：初期



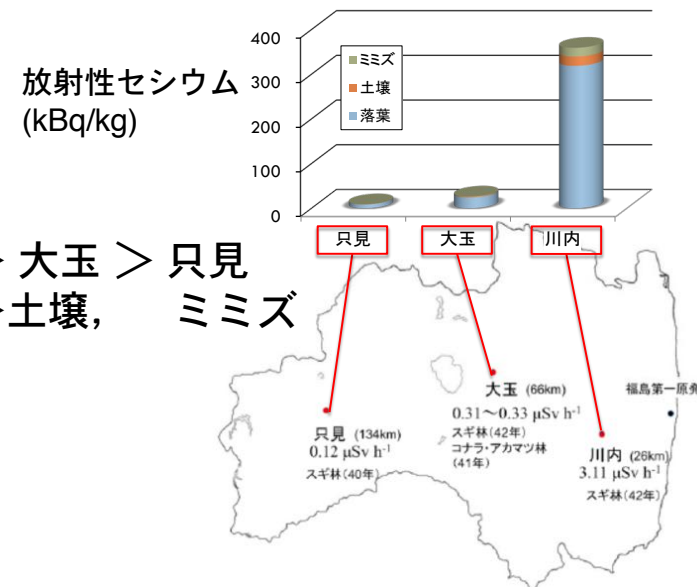
飯舘村伊丹沢の水田土壌の放射性セシウム濃度



放射性セシウム：森林内水平分布



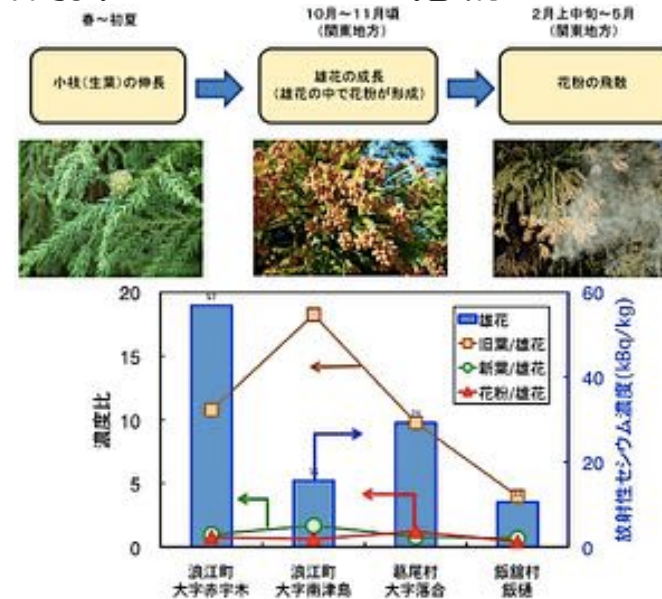
放射性セシウムはミミズにも！



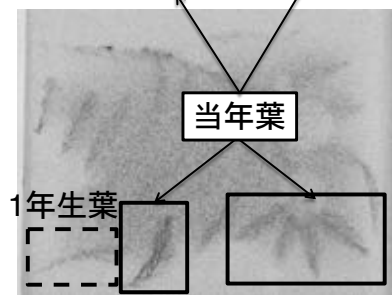
- ・ 川内 > 大玉 > 只見
- ・ 落葉 > 土壌, ミミズ



放射性セシウムの花粉による飛散



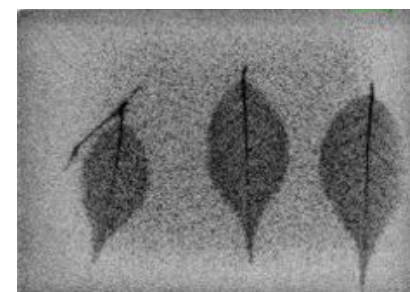
スギ：生葉中の放射性Cs分布



□ 当年葉 □ 2年生葉
 □ 1年生葉 □ 3年生葉
 2014/7/2に約5 mで採取

- ◇ 生葉
全体的に分布
黒点が存在
- ◇ 葉齢別
当年葉が最も高い
→ 成長に伴い移行

落葉広葉樹：生葉中の放射性Cs分布

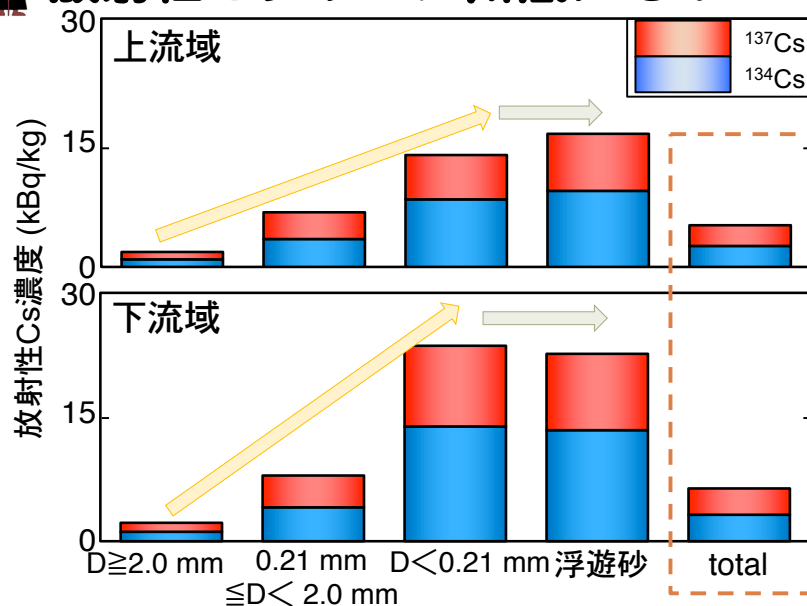


2014/7/2に約1.5 mで採取

- ◇ 生葉
全体的に分布
葉脈に沿って濃度：高
- ◇ 枝
全体的に分布
葉脈と同程度に濃度：高

経根吸収によって、根から
幹、枝を通り、生葉に移動

放射性セシウムは川底にも！



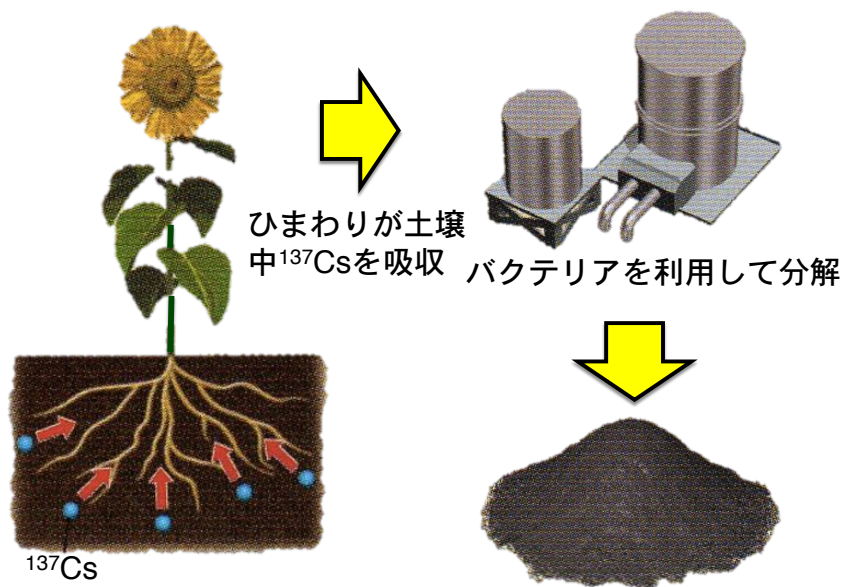
放射性物質の除染

土壌中放射性物質の処理：除染

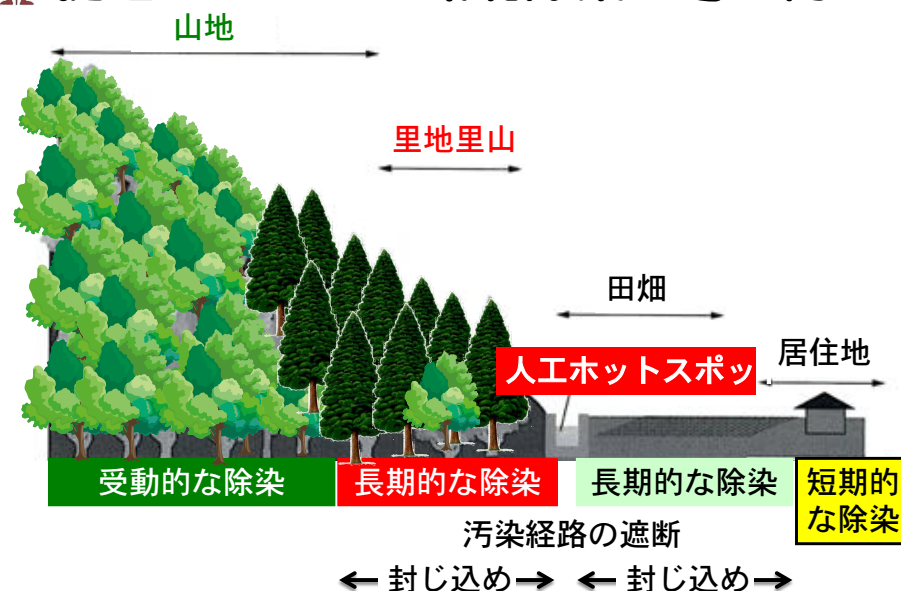
処理法	詳細	メリット	デメリット
表土を取り去る	放射性物質が多く含まれる表土を削り取る	すぐに効果が出る	土砂の処分を検討する必要
表土を入れ替える	表土と汚染されていない下部土壌の入れ替え	すぐに効果が出る	放射性物質は地中で減少するため掘り返さない
土壌の洗浄	土壌を水と混ぜ、放射性物質を水に溶かす	大部分の放射性物質を除去できる	水処理が必要 経費がかかる
特定の植物を植える	植物に土壌中放射性物質を吸収させて刈り取る	広い範囲に適用可能	植物の成長を待つため、時間がかかる



植物による除染：ファイトレメディエーション



提唱されている環境除染の考え方



提唱されている森林除染の考え方

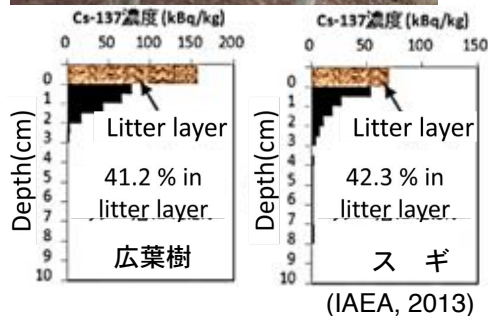


林端から5-20 mの落葉除去

問題点

- ・ 大量の落葉除去
→ 栄養類の除去
→ 表土流出
- ・ 急斜面で作業効率悪い
- ・ 高コスト
- ・ 保存スペース確保困難

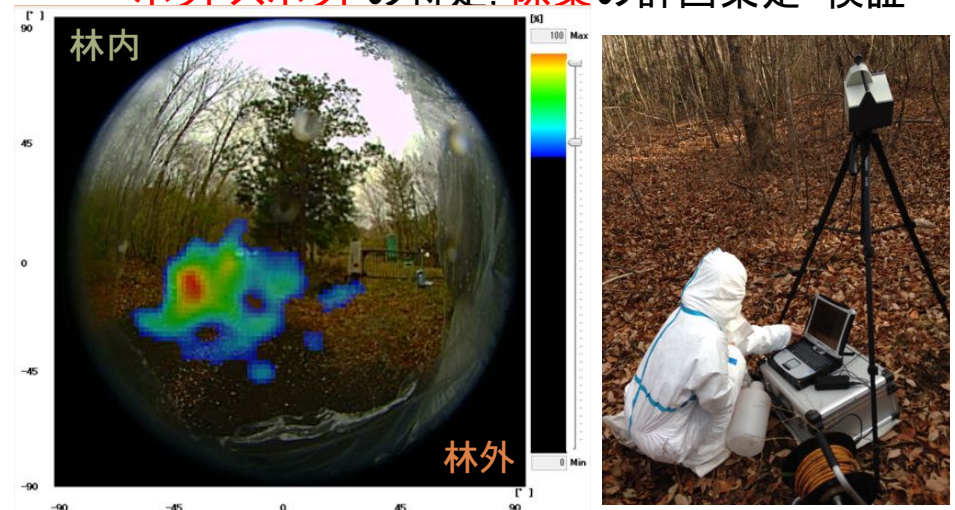
現場での除染が必要



放射性物質の可視化 with 応物・片岡研

γ線カメラを用いた放射性物質の動態調査

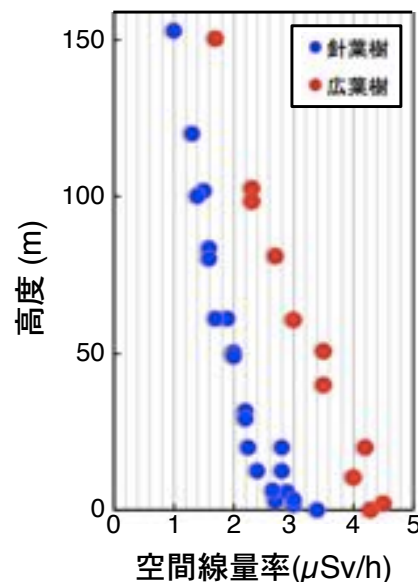
→ ホットスポットの特定、除染の計画策定・検証



空間線量率の鉛直分布 with 応物・片岡研

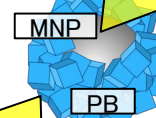


福島県浪江町南津島

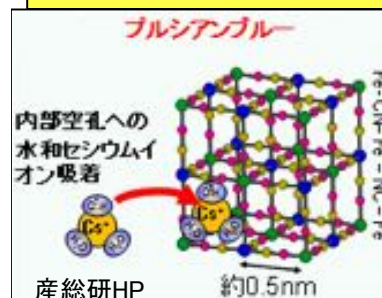


環境調和型除染技術：PB皮膜磁性ナノ粒子

磁性ナノ粒子 (MNP) Fe_3O_4
超常磁性 粒径: 約 10 nm

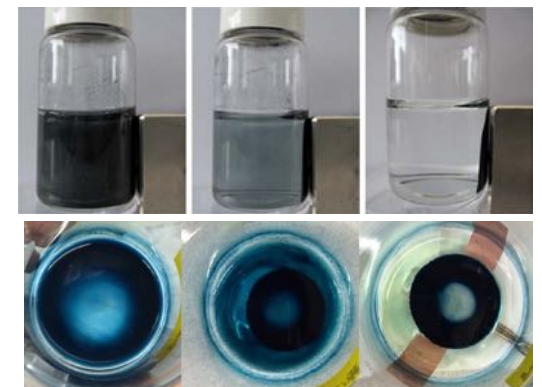


プルシアンブルー (PB)
 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ Cs吸着能: 高



Thammawong et. al. (2013)

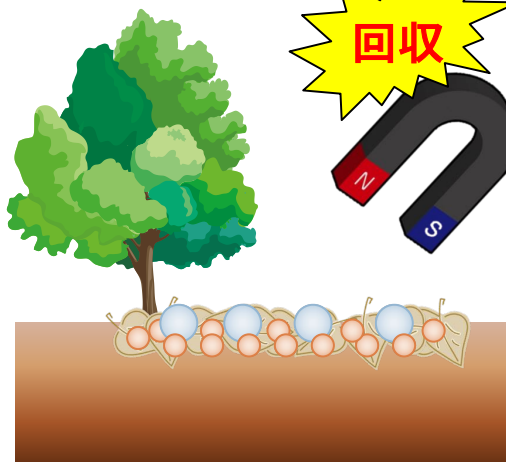
・ Fe_3O_4 ナノ粒子 (MNP) に PB をコーティング





環境調和型除染技術

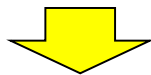
□PB-MNP



PB-MNP

強磁性の四酸化三鉄
ナノ粒子 (MNP) の表面に
吸着材のプルシアン
ブルー (PB) を被膜
した二次粒子

実現すれば・・・



- ・現場での除染：○
- ・減容：◎

○：放射性セシウム ●：PB-MNP

66

参考：放射線の測り方



放射線測定器：サーベイメーター

測定器	測定線種	測定範囲	備考
GM式	β線, γ線	0 ~ 999,999 cpm	主に 表面汚染 *を測定. 放射性物質を扱う施設. *表面がどれだけ汚染されているのか
シンチレーション式	γ線	0.01 ~ 30 μSv/h	主に 空間線量率 *を測定. 放射性物質を取り扱い 施設外の環境測定. *どれくらい被ばくするか
電離箱式	β線, γ線, X線	1 μSv/h ~ 300 mSv/h	空間線量率 を測定. 施設内での照射線量の監視や漏洩線量の測定.
半導体式(個人線量計)	γ線	1 μSv/h ~ 10 Sv/h	放射性物質を扱う施設での個人の被ばく量を測定



放射線測定器：GMサーベイメーター

放射線が検出に飛び込む回数を計測：**物体表面の汚染**検出



計測数 (cpm) → **ベクレル (Bq)**

陽極
放射線で電離・増幅された**電子**が集まる

マイカ窓
β線を透過する薄いマイカ (雲母) が表面に貼られている

アルゴンガス
測定器に入った放射線は内部の**アルゴンガス**をイオン化

陰極
放射線で電離・増幅された**陽イオン**が集まる



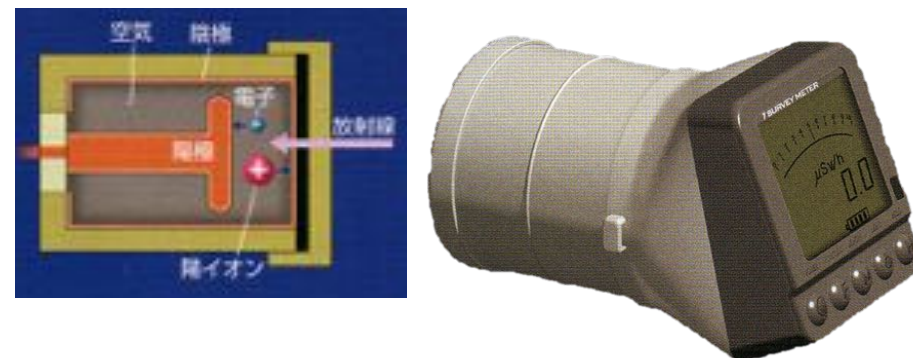
放射線測定器：シンチレーションサーベイメーター

電離量(イオン化 → 発光 → 電子放出)を測定
空間線量率(Sv/h)の測定に利用



放射線測定器：電離箱式サーベイメーター

放射線によりイオン化された空気を電流として検出
空間線量率そのものを測定：高線量用，精度がよい



放射線測定器：モニタリングポスト

屋外：検出器

・ガンマ線を連続測定

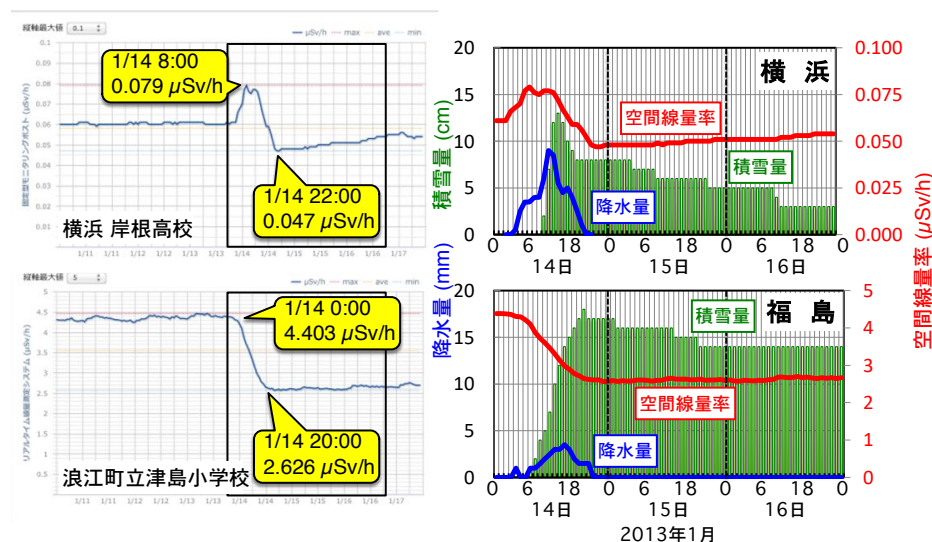


ヨウ化ナトリウム タリウム(NaI(Tl))シンチレータ

写真：東京都健康安全研究センター

モニタリングポストの測定例

関東地方大雪の事例

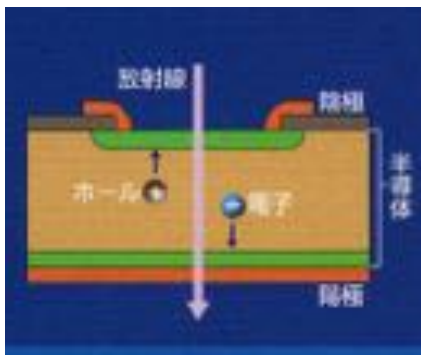




放射線測定器：個人線量計

放射線性が**半導体**を通過すると、**プラス**を帯びた「**ホール**」と**電子**が出来る。

→ 電子の移動量を**電流**として検出。



特徴：小型化できるが、感度はよくない



放射線核種の分析

- ガンマ線のエネルギースペクトルを分析：
ゲルマニウム半導体検出器→核種の同定



産総研の高純度ゲルマニウム半導体検出器とその計測システム

Ref. 日本原子力研究開発機構 小林泰彦氏 講演スライド