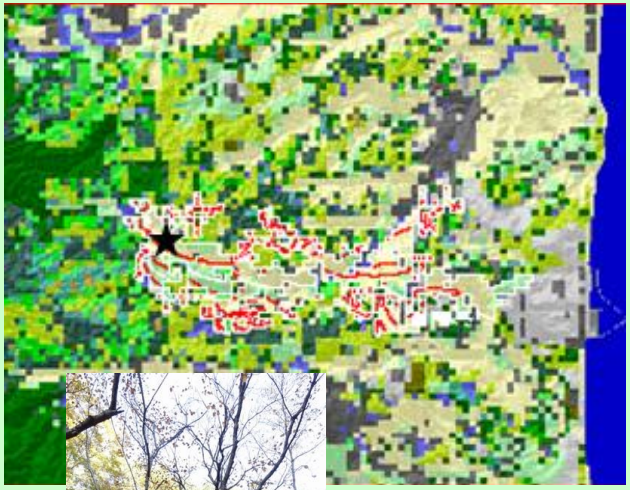
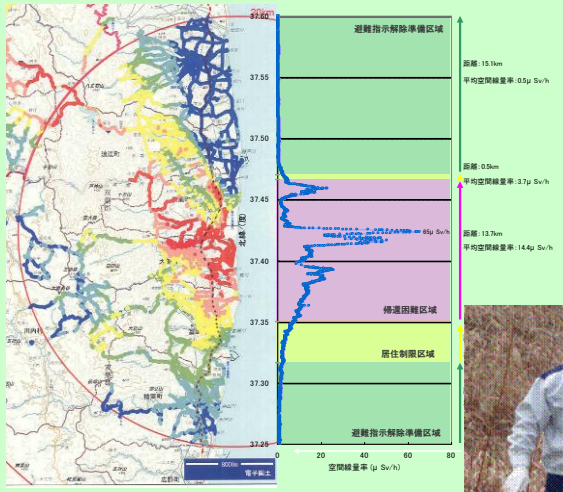
(一財)原子力学会バックエンド部会夏期セミナー

警戒区域内を通過する車両への影響

及び警戒区域内における大規模火災の影響について





平成24年8月22日

独立行政法人原子力安全基盤機構
核燃料廃棄物安全部　廃棄物処分グループ
山田　憲和

福島第一原子力発電所事故に関連するJNESの活動

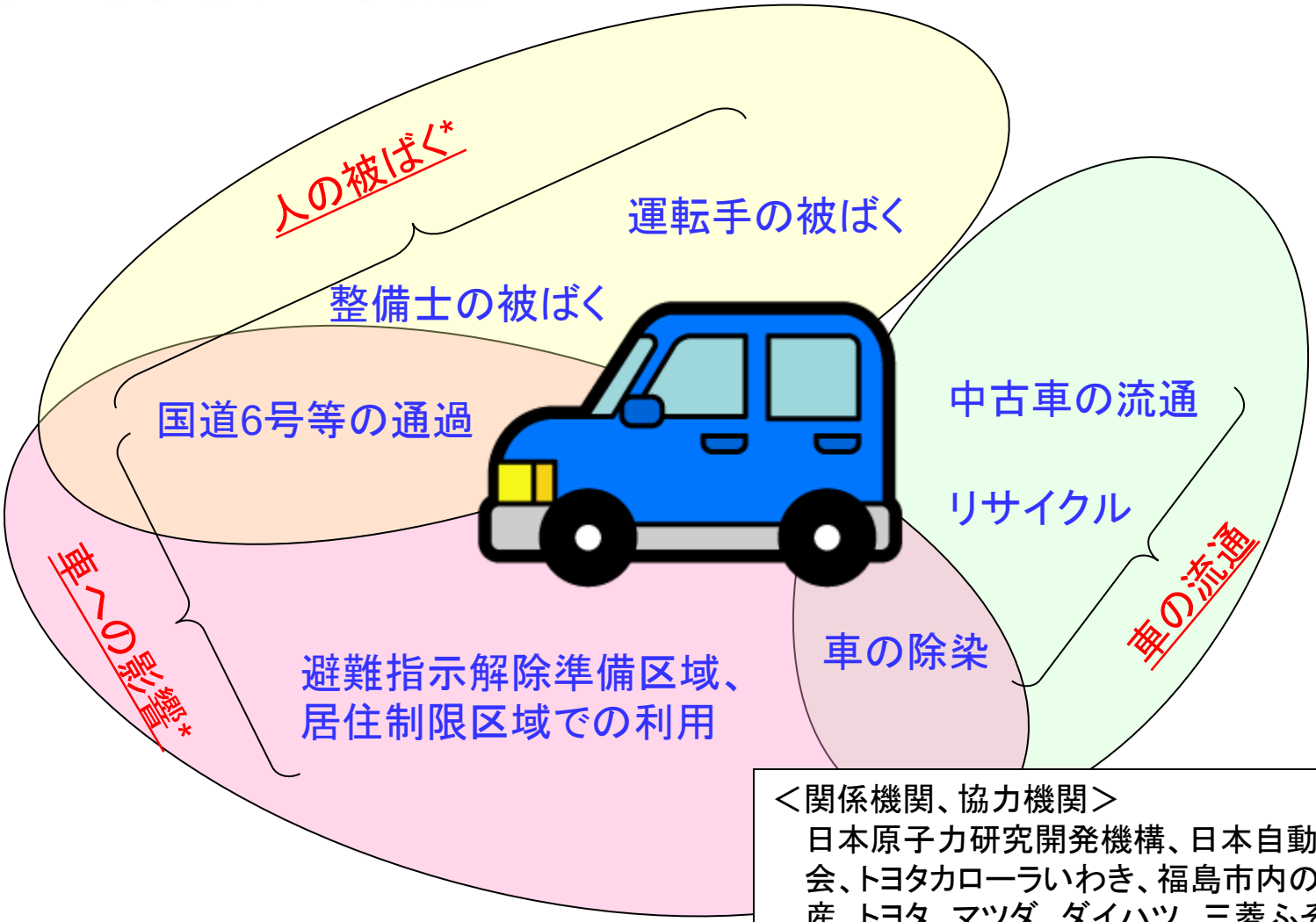
福島第一原子力発電所事故

- プラント安全規制に関する支援
- 事故、地震、津波等の解析
- ストレステスト、今後の規制・制度に関する検討の支援
- 一時帰宅支援
- 避難指示区域内での住民活動に関する対応への支援

- 災害廃棄物の放射能汚染状況の調査 （2011年9月）
- 警戒区域から持ち出された車の整備による整備士の外部被ばく線量評価に関する調査 （2011年12月）
- 警戒区域及び計画的避難区域内での大規模火災の影響評価 （2012年2月）
- 警戒区域内の国道6号等の通過に伴う車両への放射性物質による影響及び運転手の被ばく評価 （2012年5月）
- 福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価 （2012年6月）

など

車に関連する問題



*) JNESが今回検討した問題

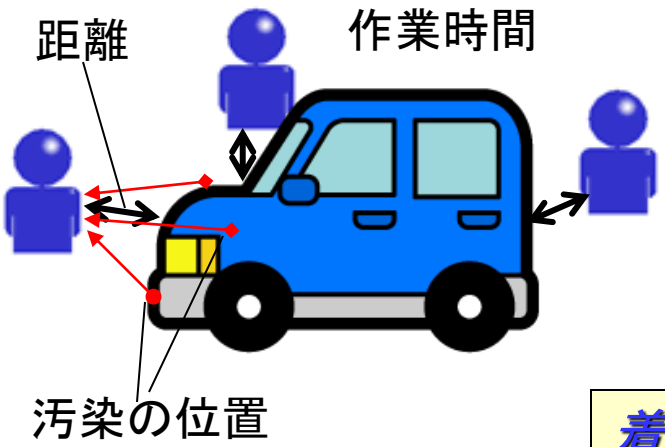
＜関係機関、協力機関＞
日本原子力研究開発機構、日本自動車販売協会連合会、トヨタカローラいわき、福島市内のディーラー等（日産、トヨタ、マツダ、ダイハツ、三菱ふそう)、日本自動車整備振興会連合会、自動車工業会、東京電力、福島県警察本部、福島県原子力センター

火災に関連する問題

*) JNESが今回検討した問題

＜関係機関、協力機関＞
双葉広域市町村圏消防組合消防本部、消防庁、消防研究センター、福島県、福島県原子力センター、国立環境研究所、文部科学省、林野庁、防衛省、気象庁等

警戒区域から持ち出された車の整備による整備士の外部被ばく線量評価の考え方



課題

警戒区域から持ち出された車の中に高い線量率が計測されたものがある。

車の整備を通年行ったときの被ばく線量はどの程度か。

着目点

車の表面の汚染と、内部の汚染：
→ GMサーベイメータ測定への影響
→ 外部被ばくへの影響

汚染と人の位置関係と作業時間
→ 汚染からの距離の影響
→ 作業毎の時間の影響

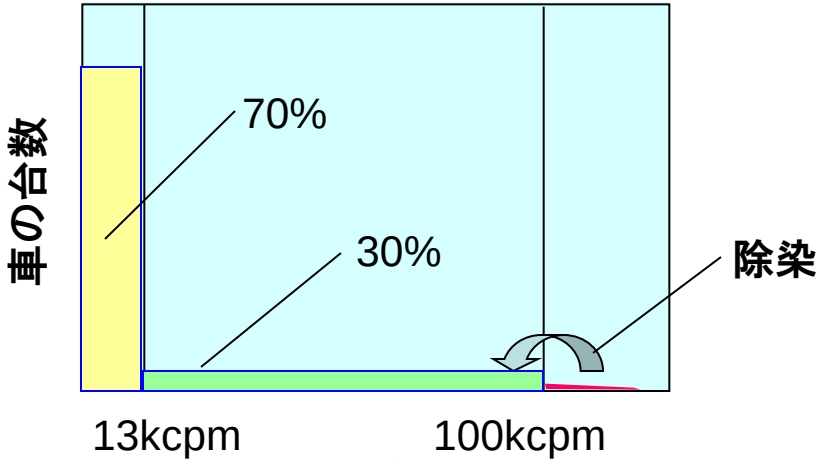
車両の汚染状況の統計：
→ 汚染されている車の割合、分布

車の整備士の被ばく評価アプローチ

1. 警戒区域から持ち出された車の汚染状況（部位毎の汚染状況も含む）の調査
2. 汚染状況データ(cpm)から被ばく量（μSv/hr)への換算係数を設定
3. 警戒区域内の車の台数等より、警戒区域から持ち出された車の整備に要する時間を評価
4. 上記の結果を基に、車の整備士が警戒区域から持ち出された車による被ばく量を評価

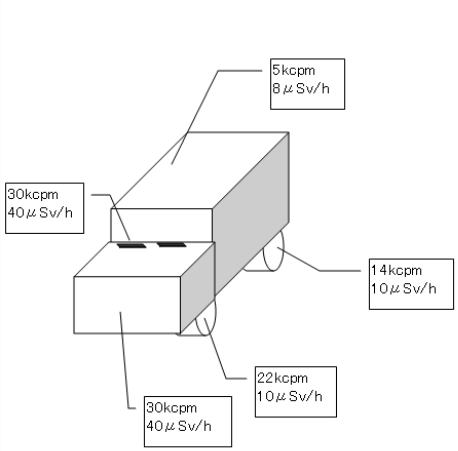
警戒区域から持ち出された車の汚染状況

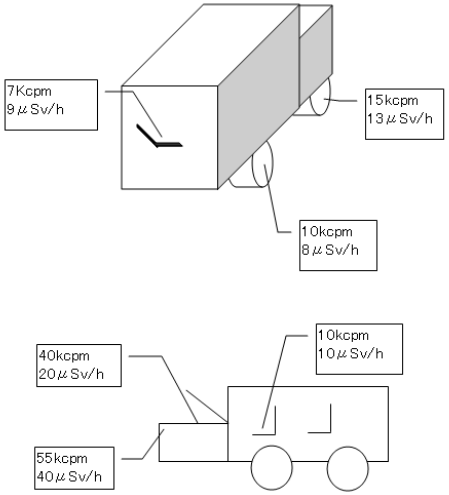
	東京電力　Jヴィレッジ調査		現地対策本部　車持ち出し調査	
	サーベイ数	13kcpm～100kcpm（GMサーベイメータによる計数率）	サーベイ数	13kcpm～100kcpm（GMサーベイメータによる計数率）
9/15までの期間	17,524（7月～9/15）	1,796（7月～9/15）	4,206 (6月～9/15)	1,162（6月～9/15）
9/16以降の汚染分布	すべての車両が13kcpm未満			
汚染状況	汚染の高い車は内部も汚染		車の外表面汚染が主体	

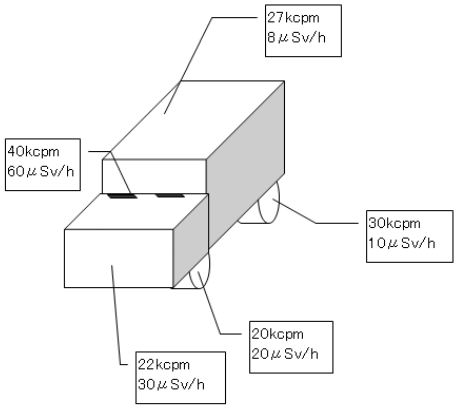


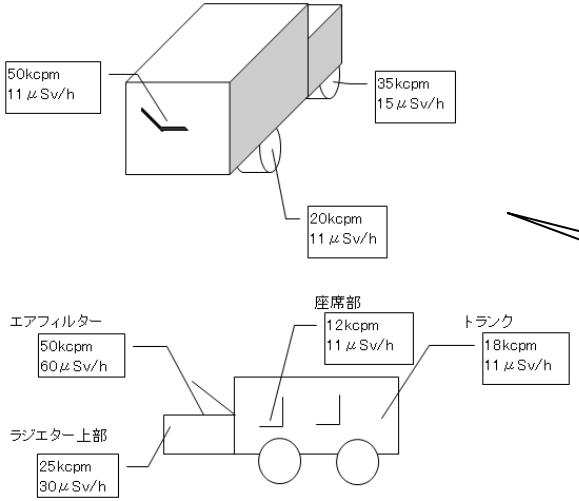
スクリーニングの状況の概念図（9/15まで）

Jヴィレッジでスクリーニングされた車の汚染状況(1)



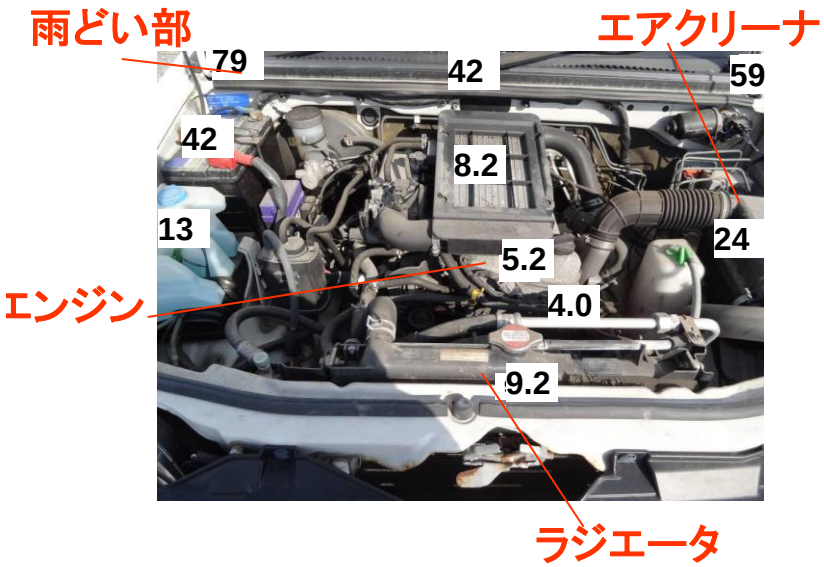






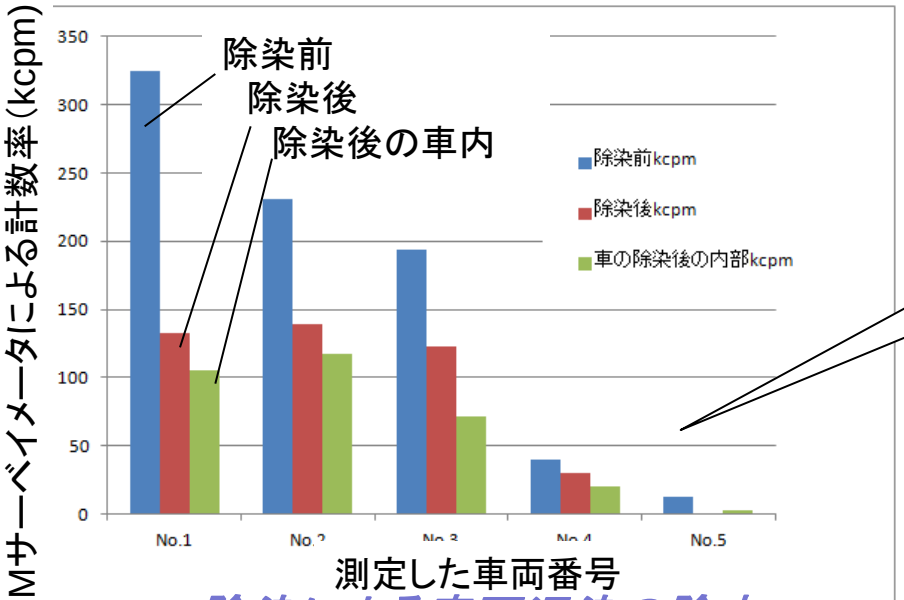
エンジンルーム内の汚染状況

NaIシンチレーションサーベイメータによる測定(μSv/h)



車の表面と、
ラジエータ、エアクリーナ、
雨どい部、ワイパー、ゴム部、
タイヤハウスに汚染が集中

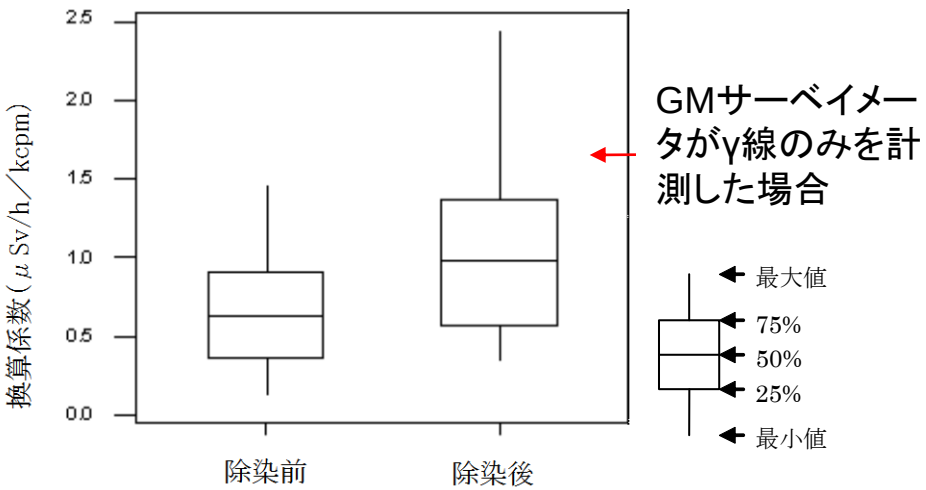
Jヴィレッジでスクリーニングされた車の汚染状況(2)



除染により表面の汚染を除去。

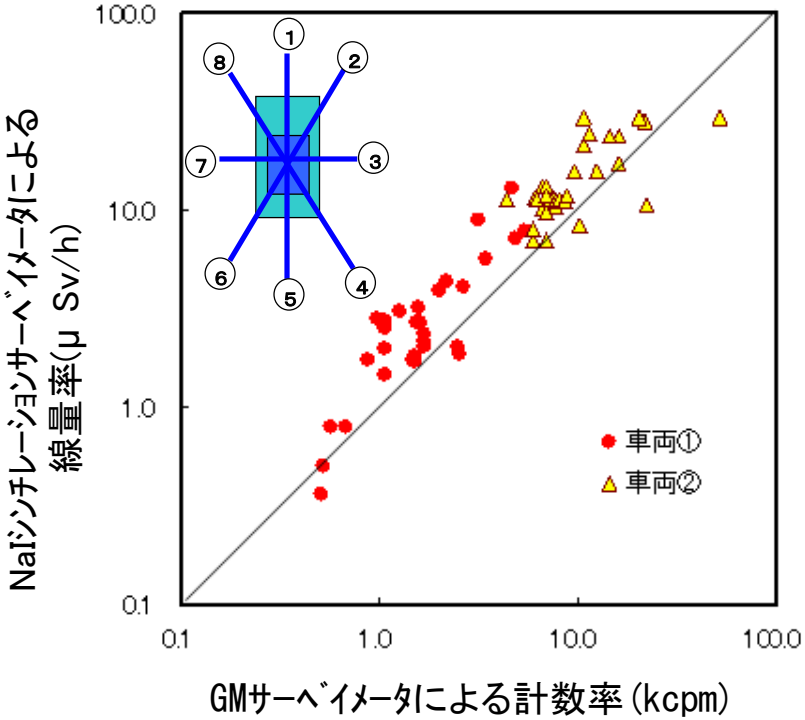
除染による表面汚染の除去

除染前後の換算係数

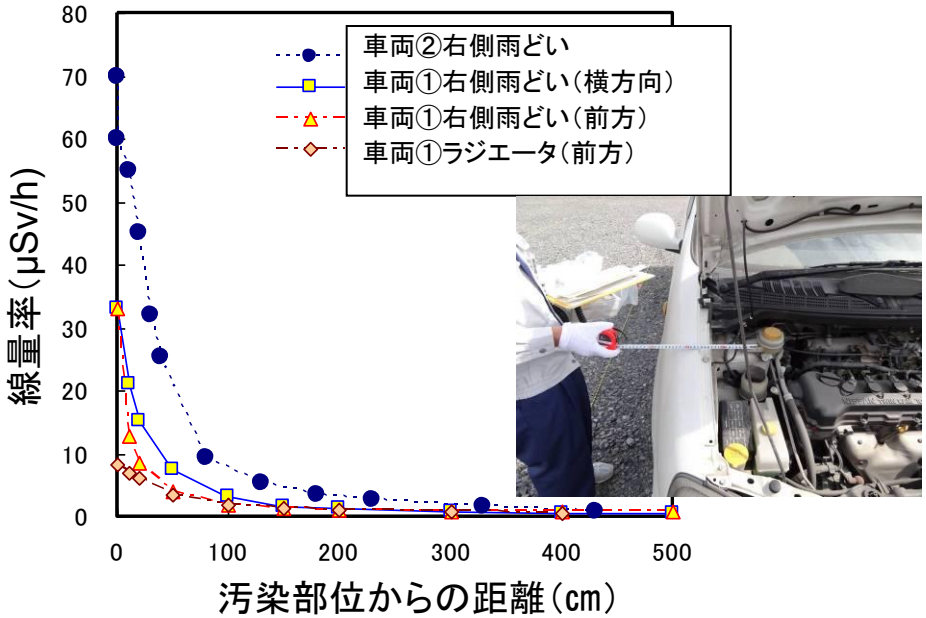


Jヴィレッジでスクリーニングされた車の汚染状況(3)

GMの計数率とNaIの線量率の関係



汚染部位からの距離による線量率の低下



GMの計数率とNaIの線量率に相関関係。

↓

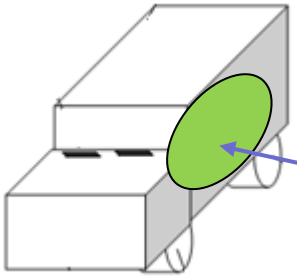
GMの計数率にγ線の寄与が多く含まれている

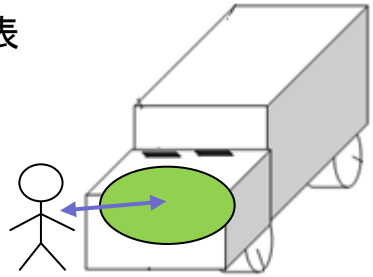
汚染部位から離れると急激に線量率が低下する。

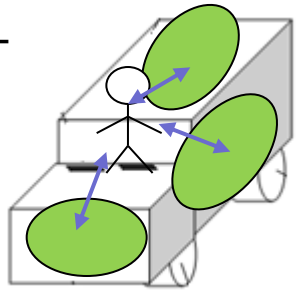
↓

作業時の距離の考慮が重要

作業毎の離隔距離、作業時間、線量への換算係数の設定







汚染対象の大きさ	汚染部位からの距離(cm)	表面汚染に関するGM計数率から空間線量率の換算係数（μ Sv/h／kcpm）	作業時間割合（%）			
			車外作業（足回り、下回り）	エンジンルーム部作業	車内作業	作業準備
車体外表面汚染（2m×2m）	1	1.87E-01				
	50	3.56E-02（約20%）	30			
	200	1.63E-03（約10%）				20
エンジンルーム部汚染（2m×2m）	1	6.60E-01				
	20	2.64E-01（約40%）		20		
	50	1.32E-01（約20%）		20		
	200	6.60E-02（約10%）				
車内作業 乗用車全体（4.5mX1.7mX1.2m）	車内中心	1.07E-01			10	

エンジンルームの整備

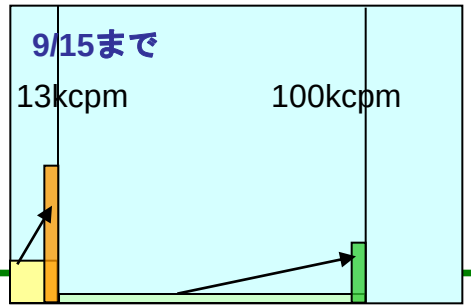
警戒区域から出された車の整備による整備士の外部被ばく線量

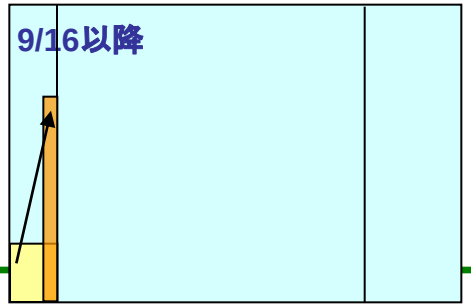
・汚染車両の汚染レベルは、車全体がスクリーンニングレベルで汚染されていたと仮定。
・9月15日までは100kcpmで、9月16日以降は13kcpmでスクリーニング。

・年間合計線量は356μSv/年である。

単位時間当たりの外部被ばく線量換算係数（μSv/h／kcpm）		1.14E-01
前半（9/15まで）	整備士の全作業時間 （h／年）	1,000
	警戒区域内から持ち出された車両の取扱い時間 （h／年）	60（6%）
	13kcpm未満の車両取扱い時間 （h／年）	42（70%）
	13kcpm～100kcpmの汚染車両の汚染割合 （h／年）	18（30%）
	合計被ばく線量 （μSv／年）	267
後半（9/16以降）	整備士の全作業時間 （h／年）	1,000
	警戒区域内から持ち出された車両の取扱い時間 （h／年）	1,000
	13kcpm未満の車両取扱い時間 （h／年）	60（100%）
	合計被ばく線量 （μSv／年）	88.7
年間合計線量 （μSv／年）		356

スクリーニングレベルと評価上の汚染濃度の関係の概念図





警戒区域から出された車の整備による整備士の外部被ばく線量のまとめ

- 一時立入による持ち出し車両は外表面汚染が主である。一方、東京電力等の警戒区域で使用していた車両は、外表面汚染の他、エンジンルーム内部の汚染がある。
- 外表面の汚染については、ワイパー、タイヤ、ドアパッキンが特徴的に汚染されている。
  エンジンルーム内部については、ラジエータ、エアフィルタ、ワイパー排水口雨どい部等が汚染されている。
- 警戒区域から持ち出された車両の整備による整備士の外部被ばく線量は356μSv/年である。
- 汚染車両の外表面がある程度除染され、長距離走向によりエンジンルーム部が主な汚染要因となる場合には、GMサーベイメータでは適切なスクリーニングが出来ない。このような場合には、NaIシンチレーションサーベイメータによる空間線量率測定も併用することが望ましい。

検討を進めるための戦略

何が起きているかを明らかにするための詳細調査

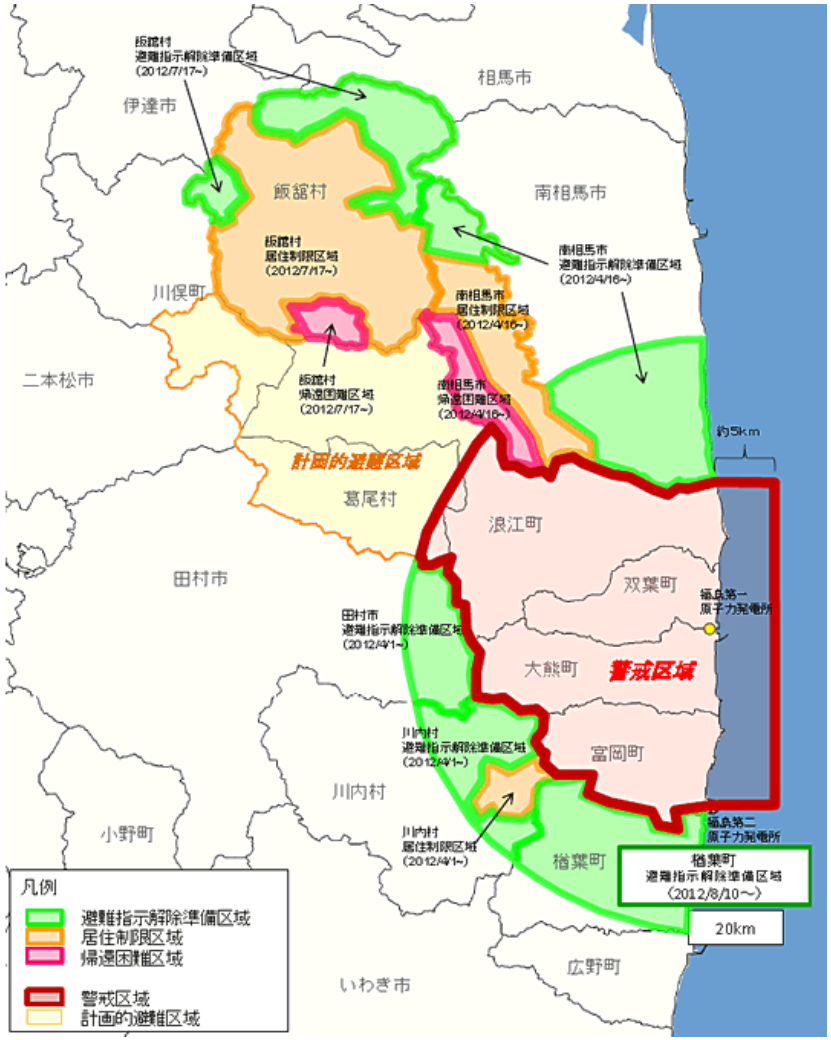
統計データに基づく確証

評価のゴール

仮定を積み重ねた
保守的評価ではなく

できるだけ実データを用いて、
現実的かつ保守的な評価

警戒区域内の国道6号等の通過に伴う車両への放射性物質による影響及び運転手の被ばく評価の考え方



課題

警戒区域の見直しに伴って、国道6号等を通過する車両が増大する。

このことによる運転手と車両への影響を評価

着目点

経路上の汚染からの被ばく:

→ 外部被ばく

→ 吸入摂取内部被ばく

道路上での車への汚染の付着:

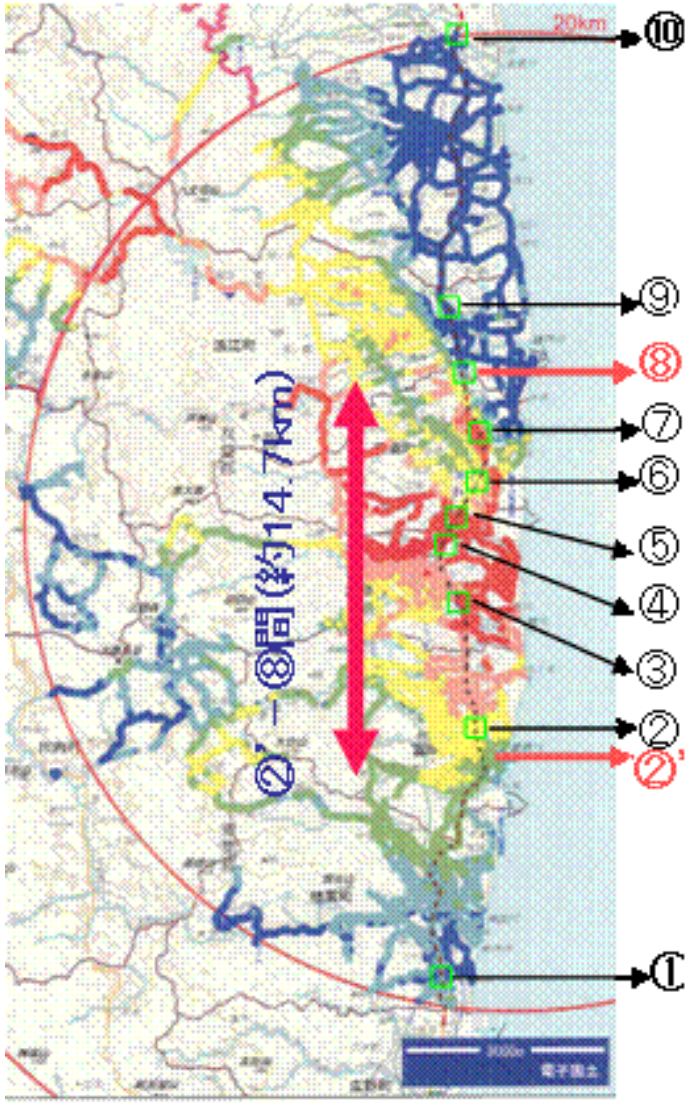
→ まき上げた粉じんから

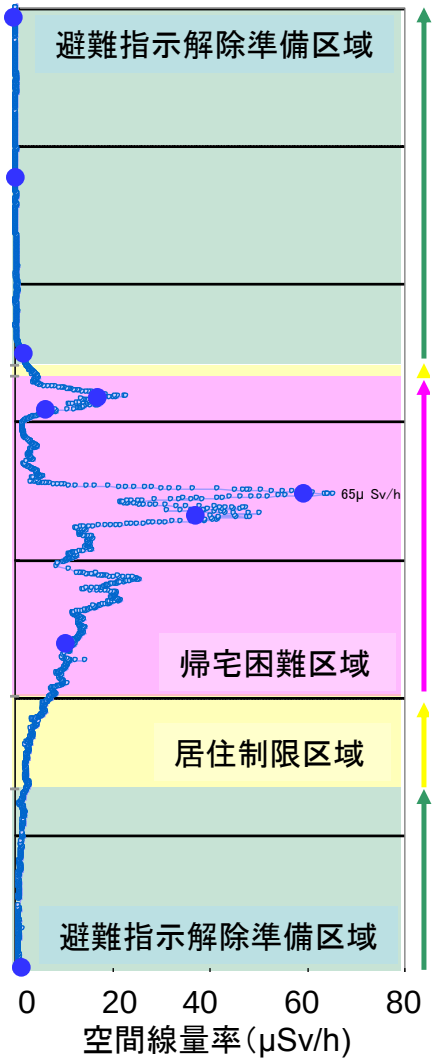
→ 溜まり水から

→ 空気中のダストから

→ 非舗装路の土の付着

警戒区域内の国道6号上の空間線量率
―走行モニタリング（第3巡）より―





距離：15.1km
平均空間線量：0.5μSv/h

距離： 0.5km
平均空間線量：3.7μSv/h

距離： 13.7km
平均空間線量：14.4μSv/h
最大： 65 μSv/h

距離： 4.9km
平均空間線量： 3.6μSv/h

距離： 7.9km
平均空間線量： 1.3μSv/h

合計距離： 42km
時速40kmで通過したときの運転手の被ばく線量：4μSv*)
*)車内の遮蔽係数0.7

国道6号を走行する際の車の汚染の調査

車体への付着

入域前の洗浄

退域後のサンプリング

路面上の溜まり水の放射性物質濃度

空間線量率60μSv/hの地点で、わだちに溜まった水をサンプリング

ろ紙を用いた汚染加速試験

フロントグリル、タイヤハウスにろ紙を設置

空気中の放射性物質濃度

ダストサンプラによるサンプリング

エアフィルタの測定

車体への付着：タイヤハウス

拭取り試料最大値　2 Bq/cm^2

GMサーベイメータ測定最大値 490 cpm

空気中濃度：　路面の汚染濃度5.5～19 MBq/m^2

空気中　0.12～0.7Bq/m^3

エアフィルタへの付着：最大　6.5 Bq/h

たまり水中濃度：　路面の汚染濃度　14 MBq/m^2

たまり水中　12.8Bq/cm^3

国道6号上からの汚染の付着でスクリーニングレベルを超えることはない

一時立入及び除染実証モデル事業におけるスクリーニングの状況

＜一時立入＞

期間	立入台数	スクリーニングレベル(13kcpm)を超過した台数*)
2011年 9月	1,351	4
10月	10,294	21
11月	8,210	36
12月	358	0
2012年 1月	90	0
2月	6,617	9
3月	10.716	31
4月	825	0
合計	38,461	102

＜除染実証モデル事業＞

期間	延べ通過台数	スクリーニングレベル（13kcpm）を超過した台数*)
2011年11月28日 ～ 2012年 3月31日	19,409	7

*) スクリーニングレベル（13kcpm)を超過した車は、除染して退域している。

警戒区域内の国道6号等の通過に伴う車両への放射性物質による影響および運転手の被ばく評価のまとめ

国道6号等の走行に伴う放射性物質の付着状況

- 国道6号の警戒区域を走行した場合の車両への放射性物質の付着状況等は、タイヤハウスにおいて最大2Bq/cm^{2}であった。
- したがって、汚染レベルは警戒区域退出時のスクリーニング基準（13,000cpm）を十分に下回る。

国道6号の走行に伴う運転手の被ばく状況

- 警戒区域内の国道6号（40km）を約1時間（時速40km）で走行する場合の運転手の被ばく線量は4μSvであった（車両の遮蔽効果は3割程度）。
- 警戒区域内を走行することに伴う運転手の被ばく線量は健康に影響を及ぼすレベルではないが、無用な被ばくを回避する観点から、高線量地帯においては速やかに通過することが望ましい。

スクリーニングの実績

- マイカーによる一時立入り及び除染実証モデル事業における警戒区域退出時のスクリーニングの結果、スクリーニング基準（13,000cpm）を上回った車両は全体（延べ57,870台）の0.19%（109台）（台数は4/15時点）。

汚染付着を避けるために

- 有意な汚染は何らかの理由で土の上を通過した場合に生じる可能性があるため、土の上を通過しないように注意するとともに、土が大量に付着した場合には、念のためスクリーニングを行い、必要に応じて除染することが好ましい。

警戒区域と計画的避難区域における山林火災の影響

課題

警戒区域内で大規模火災が起こった場合に、降着している放射性物質が再度飛散する可能性がある。

その場合に、消防活動は可能か。

一時立入者や周辺の住民はどのように対処すべきか

着目点

大規模火災による放射性物質の飛散の影響について、予め予測する。

火災時の判断を支援するツールを整備する。

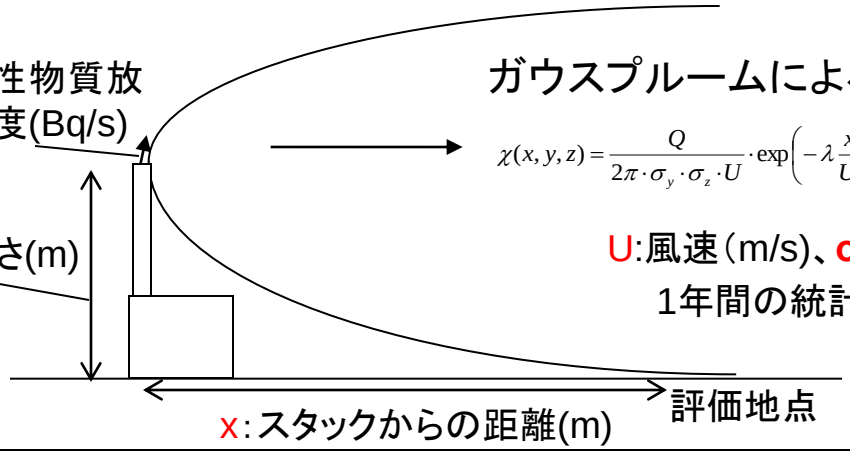
火災の影響評価の考え方

原子炉施設からと、山林火災時の放射性物質の大気中の拡散

原子炉施設

Q：放射性物質放出速度(Bq/s)

H：スタック高さ(m)



ガウスプルームによる移動と拡散の解析

$$\chi(x,y,z)=\frac{Q}{2\pi\cdot\sigma_y\cdot\sigma_z\cdot U}\cdot\exp\left(-\lambda\frac{x}{U}\right)\cdot\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y{}^2}\right)\cdot\left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z{}^2}\right)+\exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z{}^2}\right)\right]$$

U:風速（m/s)、σ_x、σ_y、σ_z：x,y,z方向の分散(m)
1年間の統計値

山林火災

Q＝C×R×S／T

C：汚染濃度(Bq/m^2)

R:汚染飛散率 (-)

S：積算延焼面積(m^2)

T:延焼時間（s)

H：煙の上昇高さ(m)
発熱量、燃焼面積、気象条件などに依存する

U、σ_x、σ_y、σ_z
発災時の気象条件に異存する

山林火災の規模

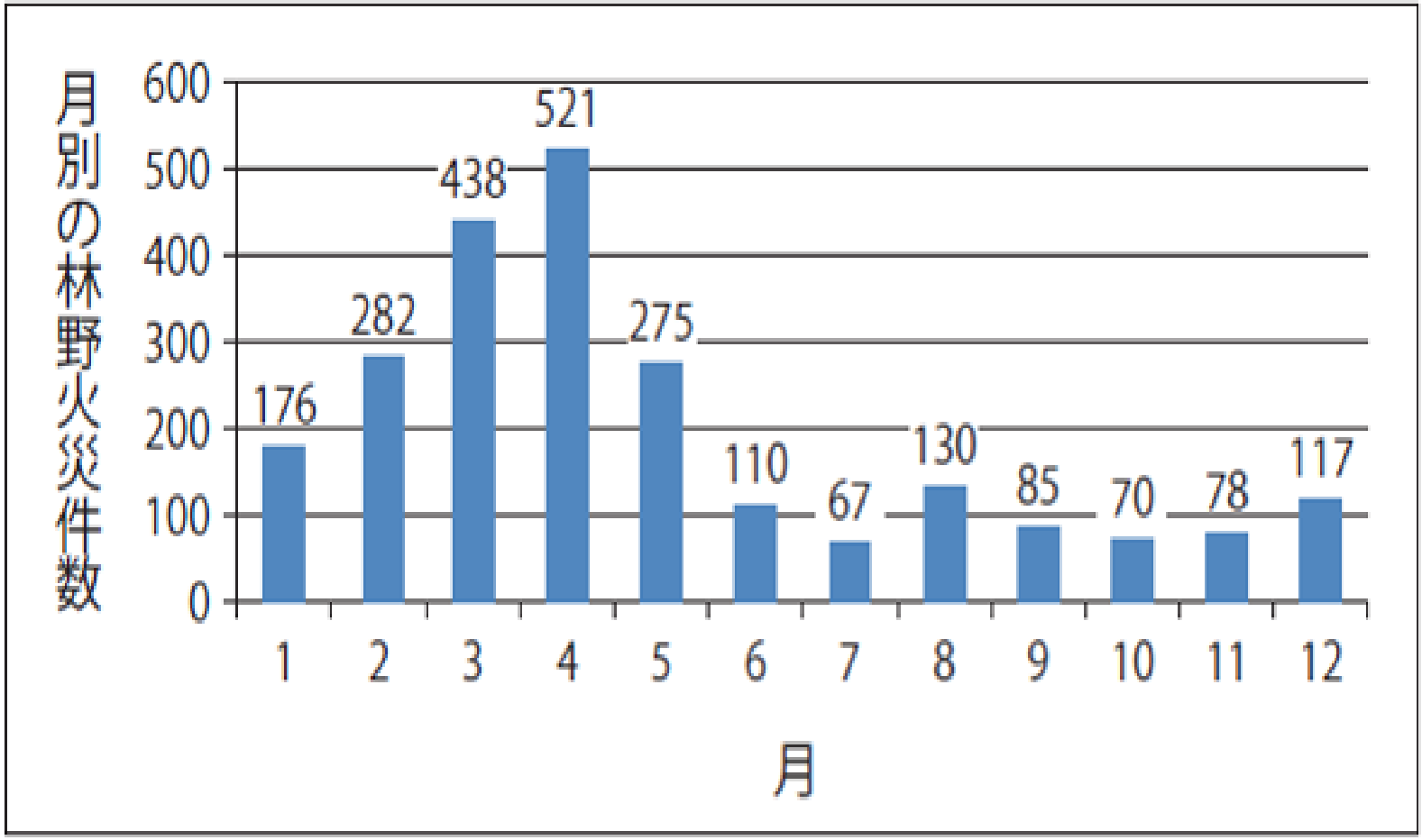
山林火災の平均規模

都道府県	期間	火災発生件数	焼損面積(ha)	1件あたり焼損面積(ha)
福島	1981年～1985年平均	123	63.4	0.51
	1986年～1990年平均	108	112.6	1.04
	2010年	60	16.5	0.28
全国	平成17年	2,215	1,116	0.50
	平成18年	1,576	829	0.53
	平成19年	2,157	717	0.33
	平成20年	1,891	839	0.44
	平成21年	2,084	1,064	0.51
	平均（平成17年～21年）	1,985	913	0.46

福島県の大規模な山林火災

被災年月日	被災市町村	被災面積
昭和52年3月10日～12日	鹿島町	204.90 ha
昭和52年5月1日	小高町	44.80 ha
昭和57年4月25日	川内村	63.00 ha
昭和58年4月27日	西会津町	27.54 ha
昭和62年4月24日～25日	塙町、鮫川村	204.80 ha
昭和62年5月9日～11日	原町市	83.00 ha
平成8年4月14日	いわき市	30.37 ha
平成8年4月15日	船引町	78.99 ha
平成11年2月7日～11日	浪江町	24.80 ha
平成17年4月8日	いわき市	36.40 ha
平成17年5月1日	保原町	14.00 ha

林野火災件数の月別変化

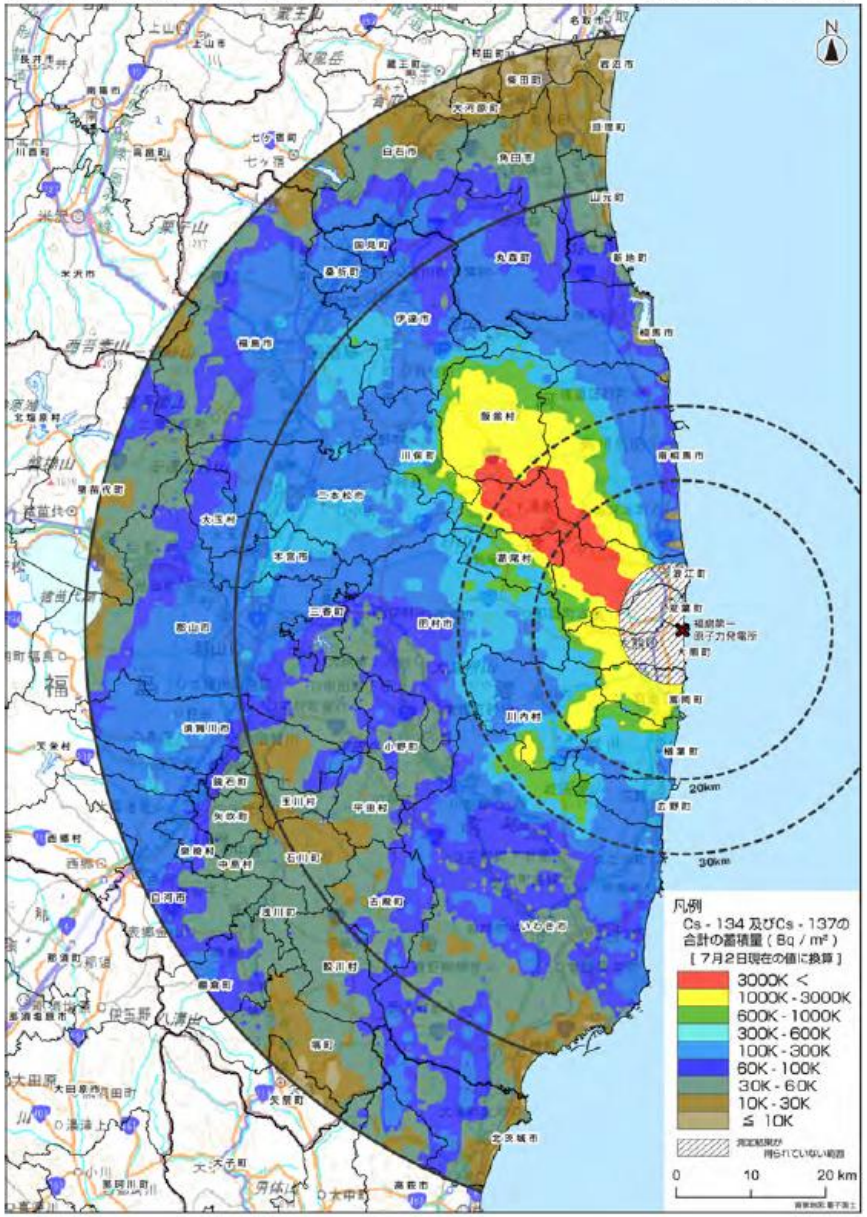


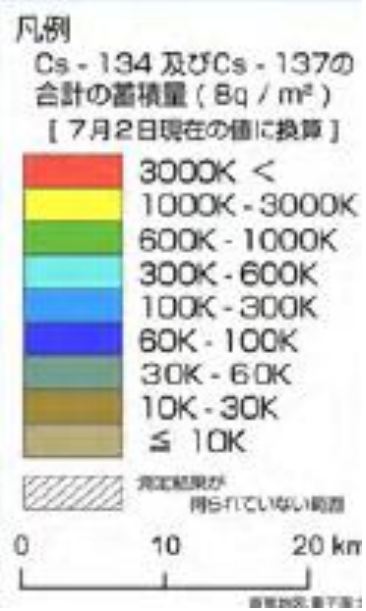
（平成12～21年、消防白書より作成）

Csの地表濃度の分布

別紙1－1

文部科学省による第3次航空機モニタリングの結果（改訂版）
（福島第一原子力発電所から80km圏内の地表面に沈着したセシウム134、137の濃度の合計）





山林火災の影響評価の方法
ー火災によるCsの飛散ー

枝葉部

下草、落ち葉

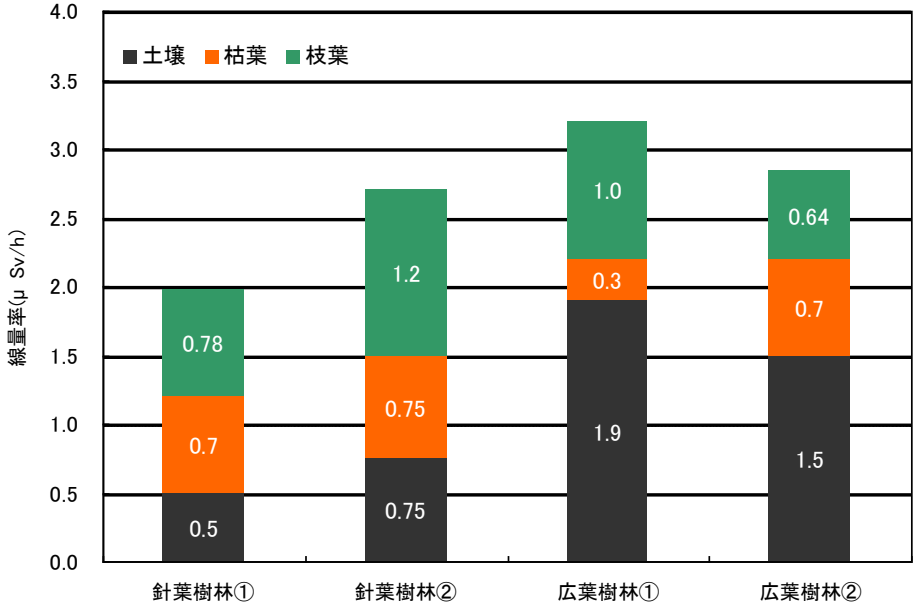
40～80％

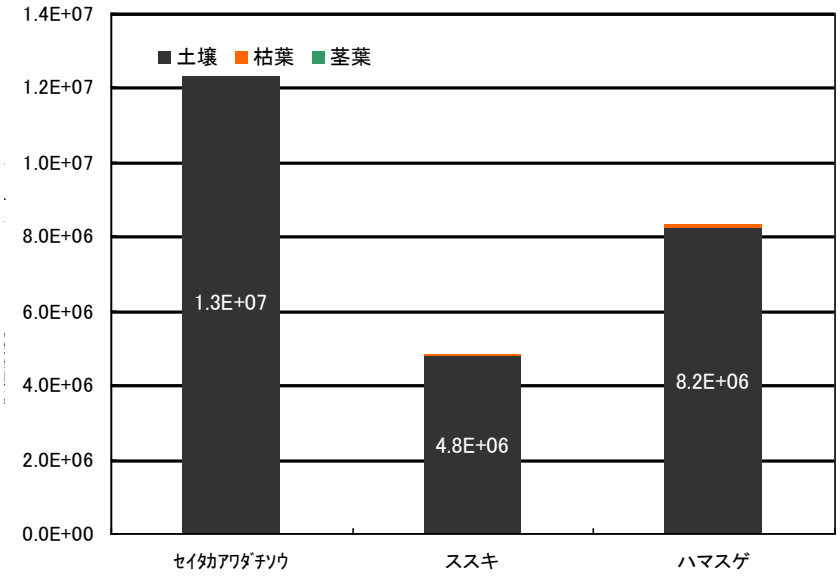
この部分が燃焼して、Csが飛散する

土壌層

60～20％
（草地では99％）

火災によるCsの飛散(2)



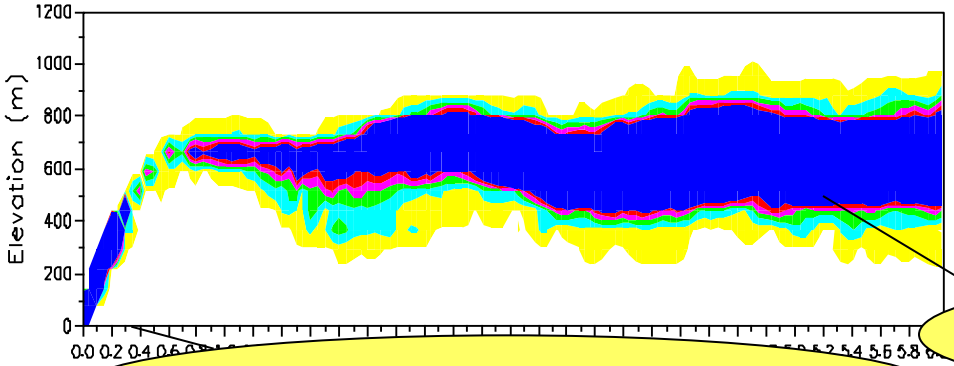


- 森林の火災では、Csの大部分が飛散
- 森林以外の火災では、Csの大部分は残留

Csは煙の広がりとともに広がる

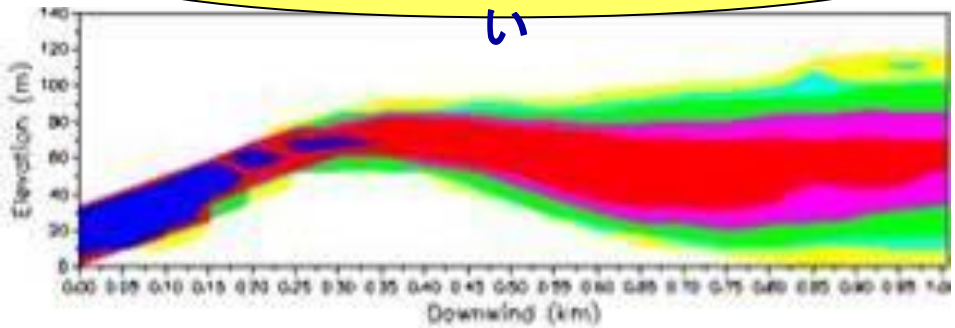
大気安定

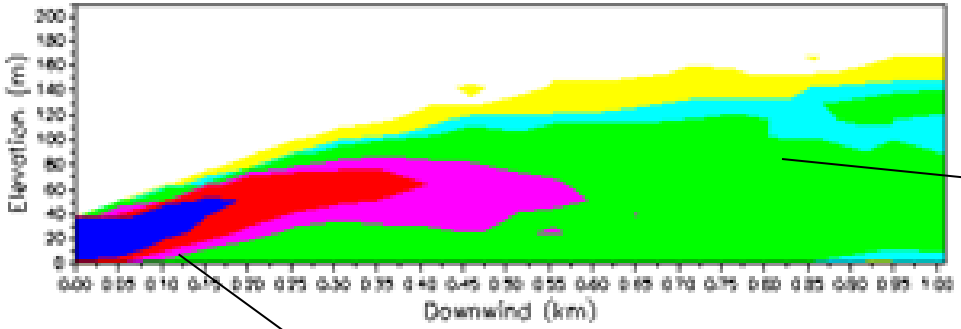
不安定



遠くまで届く

近くの地表には降りてこない



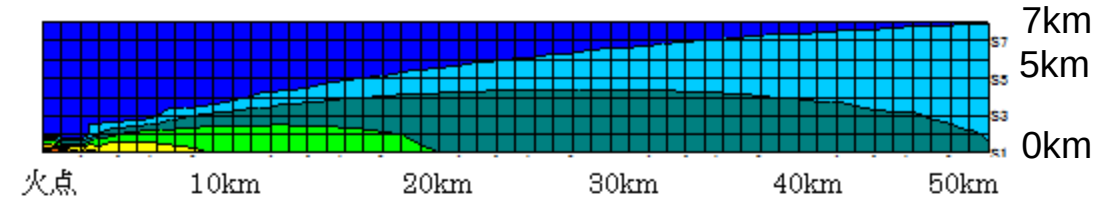


散逸する

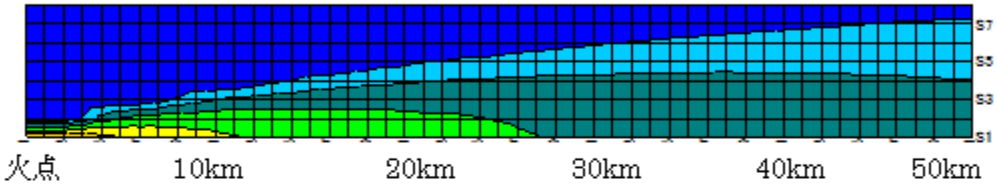
近くの地上に影響

遠距離への影響の広がり

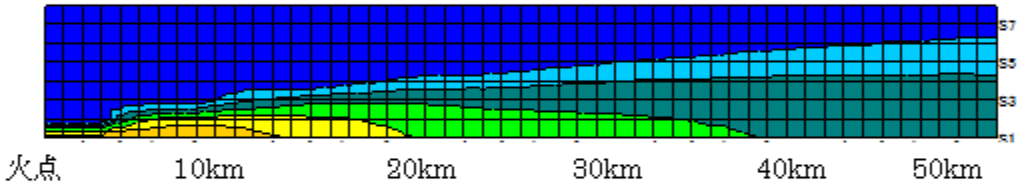
A型



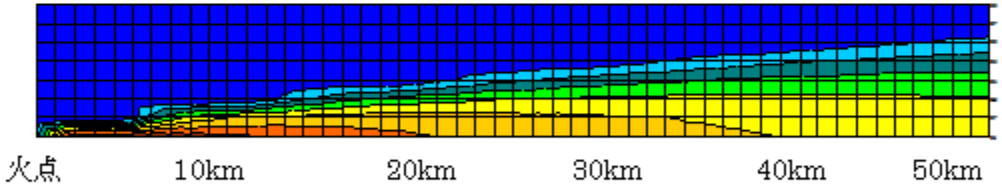
B型



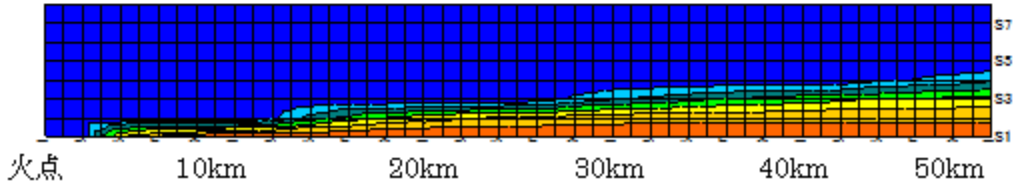
C型



D型



F型



大気が安定なF型であると、遠距離まで小さい影響が及びうる。

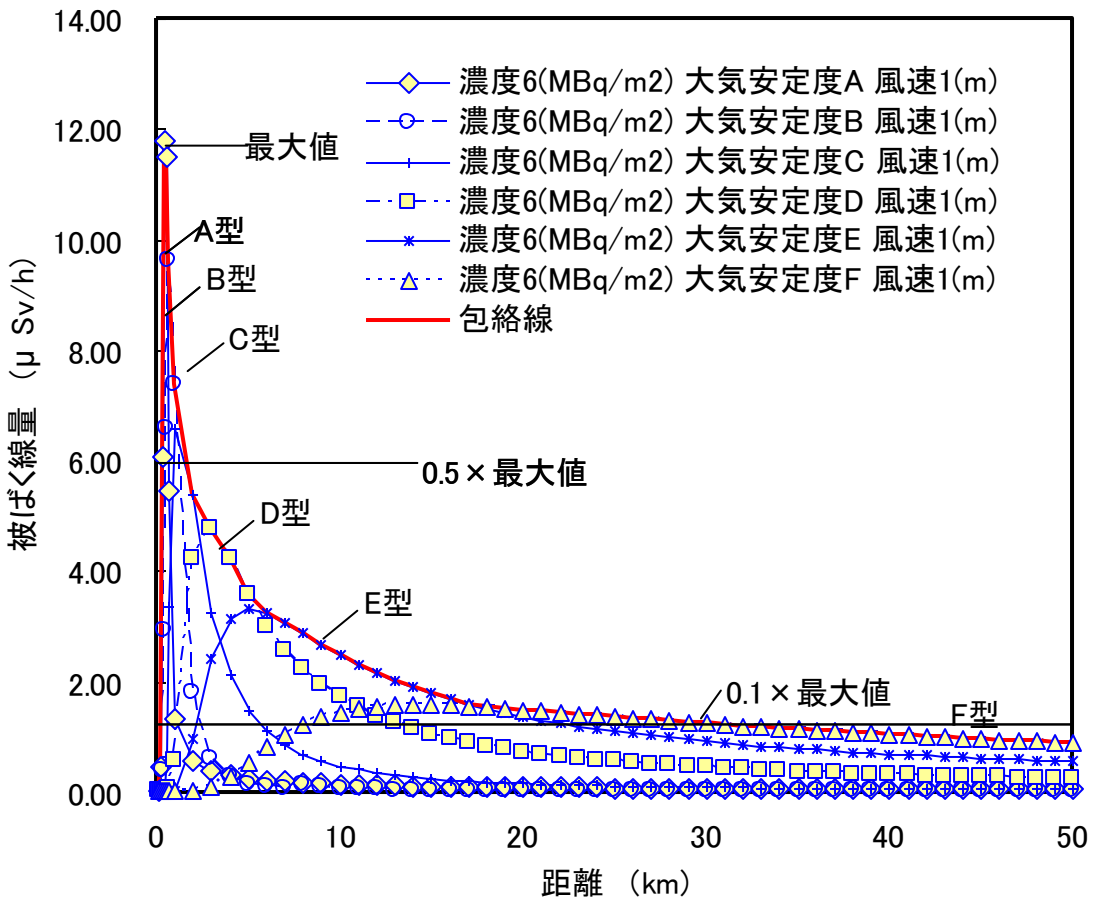
ただし、風向きがこの間変わらない場合。

実際には、

- 風向、風速の観測
- 空気中のCs濃度のモニタリング

によって確認する

大気安定度による地表での被ばく線量と距離の関係



影響が大きくなる風速1mで、A～F型の包絡線で評価

山林火災によるCsの飛散の影響評価

土地の汚染濃度 × 火災による飛散割合 × 1時間当たりの延焼規模 ＝ 飛散する放射性物質の量

飛散する放射性物質の量 × 煙の拡散（距離、風速による） ＝ 放射性物質の空気中の濃度

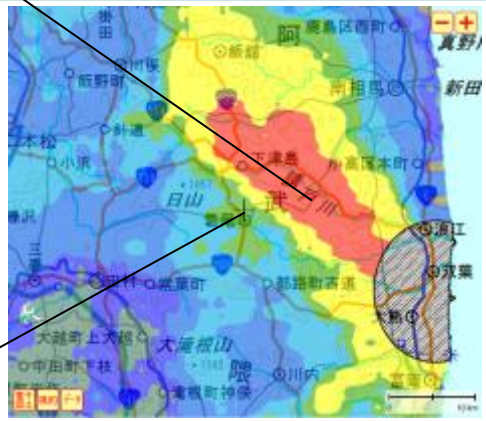
放射性物質の空気中の濃度 × 呼吸量、活動時間など ＝ 外部被ばくと、内部被ばく

消防隊員への影響評価（火災によって追加される線量）

1時間あたりの被ばく線量

放射性物質濃度	土地利用状況	地形	風速	風向	マスクなし	マスクあり
6,000 kBq/m^2	森林	平地部	1.0m/s	風下	240μSv	24μSv

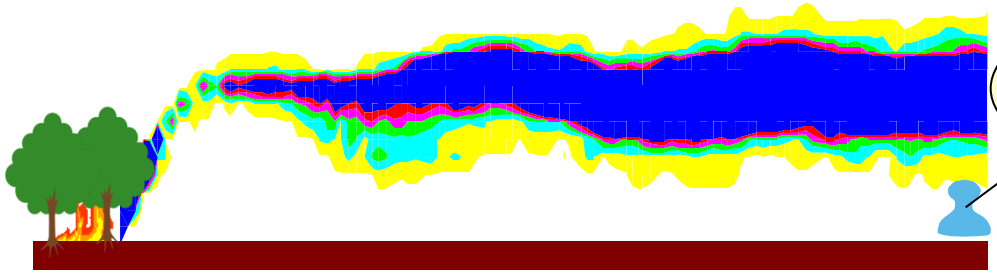
火災前（22μSv）



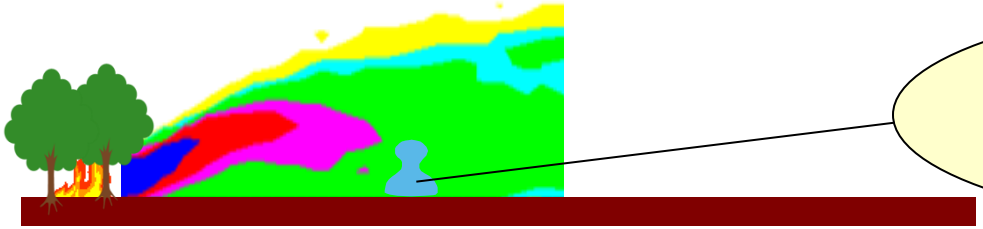
火災前（2.2μSv）

600 kBq/m^2	森林以外	平地部	2m/s	風下	**1.2μSv**	**0.12μSv**

住民への影響評価（火災によって追加される線量）



遠距離の住民：
大気が安定で遠距離まで
影響が及ぶ条件で評価



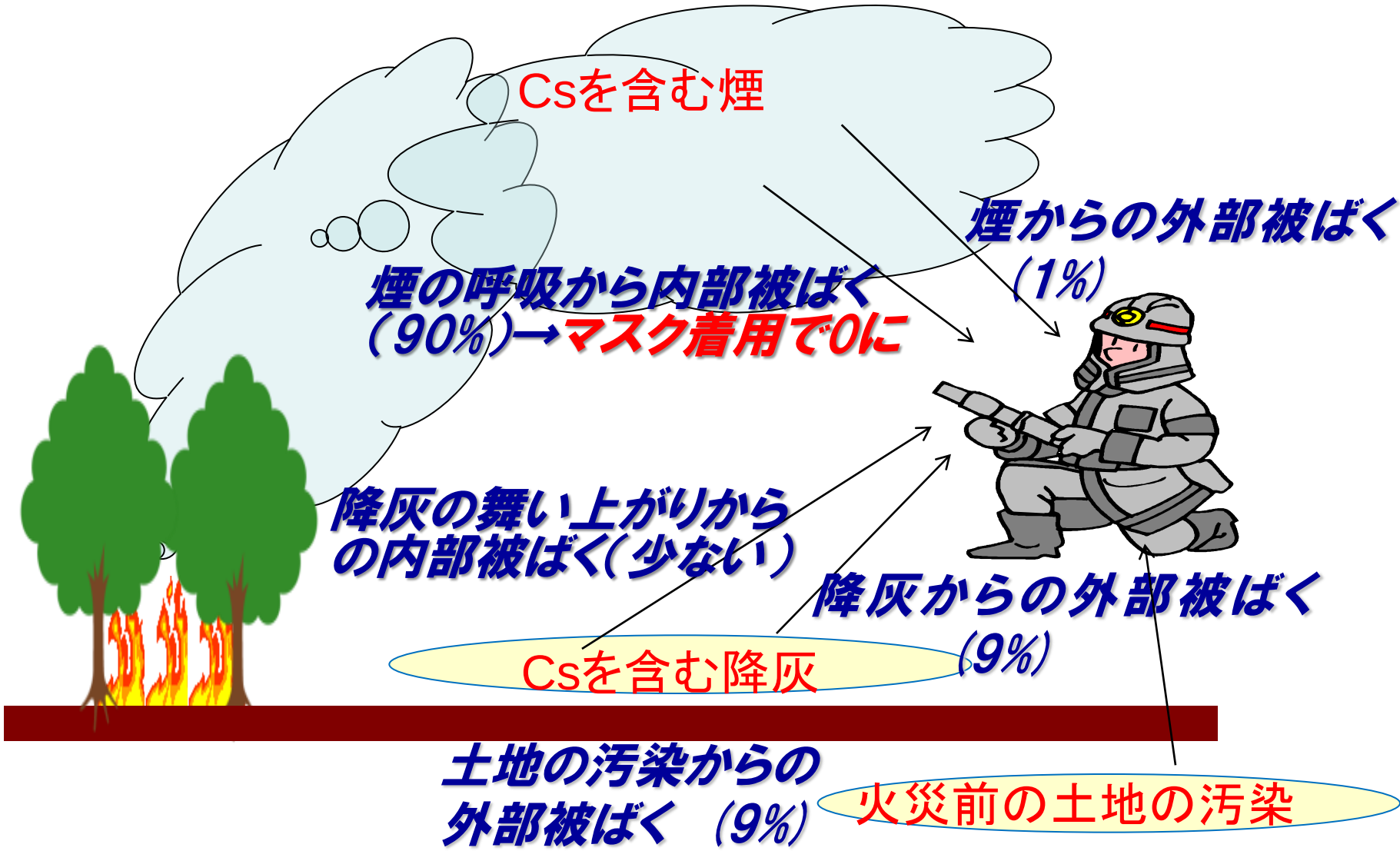
近距離の一時立ち入り者：
大気が不安定で近距離で
影響が大きくなる条件で評価

放射性物質濃度	火災規模	土地利用状況	風速	風向
6,000 kBq/m^2	20 ha	森林	1.0m/s	風下
600 kBq/m^2	1 ha	森林以外	5m/s	風下

火災から住民までの距離		
2km以内	2km～20km	20km以遠
10μSv	5μSv	1μSv
0.001μSv	0.001>	0.001>

1時間あたりの被ばく線量

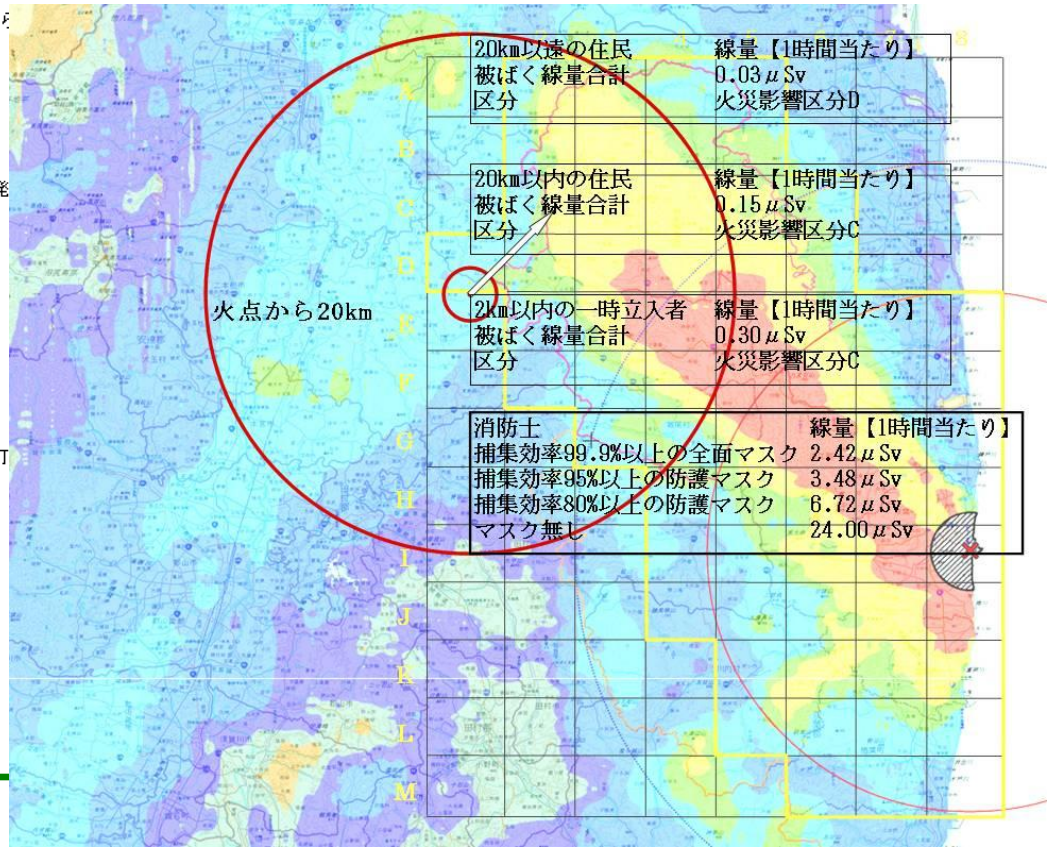
煙とともに拡散するCsからの被ばく経路



火災影響評価ツールの整備

警戒区域及び計画的避難区域内での大規模火災の影響評価ツール（入力画面）

発災日時	西暦	2011	年	11	月	5	日	12	時	0	分		
評価実施時	西暦	2011	年	11	月	5	日	18	時	0	分	※現場から情報を入手した日時	
火災発生場所	住所												
	東経	140.60	度	← 地図表示をしない場合は東経・北緯を省略可 ※東経は140.2度(140度12分)と141.33度(141度20分)の間、北緯は37.17度(37度10分)と37.83度(37度50分)の間で指定									
	北緯	37.60	度										
濃度	0.3～0.6MBq/m2 （水色）	← 2011年11月5日時点の濃度を一覧から											
土地利用指標	◉ 森林 ○ 森林以外	← いずれかを選択してください。											
地形指標	○山間部◉山間部以外	← いずれかを選択してください。											
火災規模	0.5～1ha	← 一覧から選択してください（火災発											
風向	南西	← 一覧から選択してください。											
風速	1～2m	← 一覧から選択してください。											
気温	25	℃	← 数値を入力してください（省略可）										
湿度	70	%	← 数値を入力してください（省略可）										
天候	薄曇り	← 一覧から選択してください（省略可											



消火活動を行う上での留意点

＜火災拡大の防止＞

- Csの飛散量を増やさない

＜マスクの着用＞

- 全面マスクの着用により被ばく線量は1/10になる
- 汚染濃度が低い地域では、
  捕集効率95%マスク
  捕集効率80%マスク
  又は、通常の装備

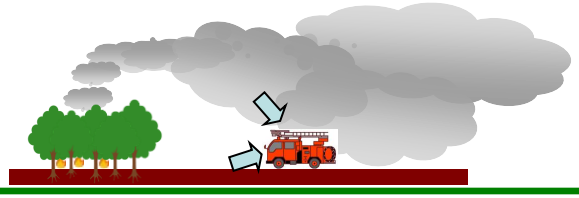
＜モニタリング＞

- 線量計の携帯
- 高濃度の煙が接近したときには線量計で検知
- 空気中のCs濃度の測定

測って確認することが大切

＜撤収時のスクリーニング＞

- 人、装備、車両のスクリーニング、必要であれば除染
  → 灰、泥がついていないか。
  火災前の土にも汚染がある。



福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価の考え方

福島第一原子力発電所周辺の田畑

課題

- 警戒区域内では田畑で草が伸び、3月以降の乾燥した季節風と共に、通常より可燃性の高い可燃物として危険性が危惧されている。
- 福島第一原子力発電所サイト外の林野火災が、サイトへ迫ったときに、影響を及ぼすことがないかを検討した。

着目点

- 林野火災の進展速度、規模と、気象条件、植生、相対湿度、発災場所等の条件との関係
- 防火帯の必要幅

林野火災延焼評価手法

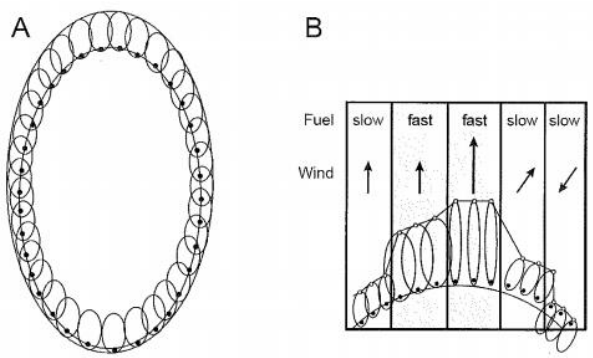
評価手法（林野火災延焼評価の具体的な評価モデル ）

林野火災の延焼評価モデルは、カナダ、オーストラリア、米国で整備が進んでいる。

- **FARSITE （米国農務省で開発）**
  福島第一原子力発電所立地地域の地形植生情報（傾斜、地表燃料、樹冠率、樹冠高さ、樹冠かさ密度、樹高を含む）を入力し、出力として、火災外周長さ、位置、延焼速度、火線強度、面積当たりの熱量を算出する。
- **Alexander and Fogartyの手法 （カナダの手法）**
  風の強さを設定することにより、火災進展速度、火災エリアの周長、火災エリアの最大幅、火炎長、火線強度、防火帯の最小幅を簡易的に評価する 。
- **McArthurの手法 （オーストラリアの手法）**
  枯れ木の具合（%）、温度（℃）、相対湿度（%）、風速（km/hr）、燃料重量を入力することにより、火災の危険度インデックスと火災の前線拡大速度を取得できる。この値により時間経過における燃焼面積や炎の高さ等の値を一覧表より読み取る。
- **WFDS （米国）**
  草木等の燃焼、延焼等を考慮した森林火災シミュレーションが可能な、3次元の火災解析詳細コード（CFD（数値流体力学）手法を用いたもの）。
- **BehavePlus （米国農務省で開発）**
  燃料、天候、地形、林野火災状況に基づいた火災挙動を予測するコンピュータ解析プログラム。詳細な植生、地形情報は入力しない。

FARSITEによる福島第一原子力発電所周辺の延焼評価

評価指標	評価の観点
延焼速度　[km/h]	・火災発生後、どの位の時間で施設に到達するのか ・消火活動が可能な時間はどの程度か
火線強度　[kW/m]	・施設に到達し得る火災の規模はどの程度か ・必要となる防火帯の規模はどの程度か
火炎長　[m] （炎の長さ）	
単位面積当たり熱量 [kJ/m^2]	
放射熱　[kW/m^2]	



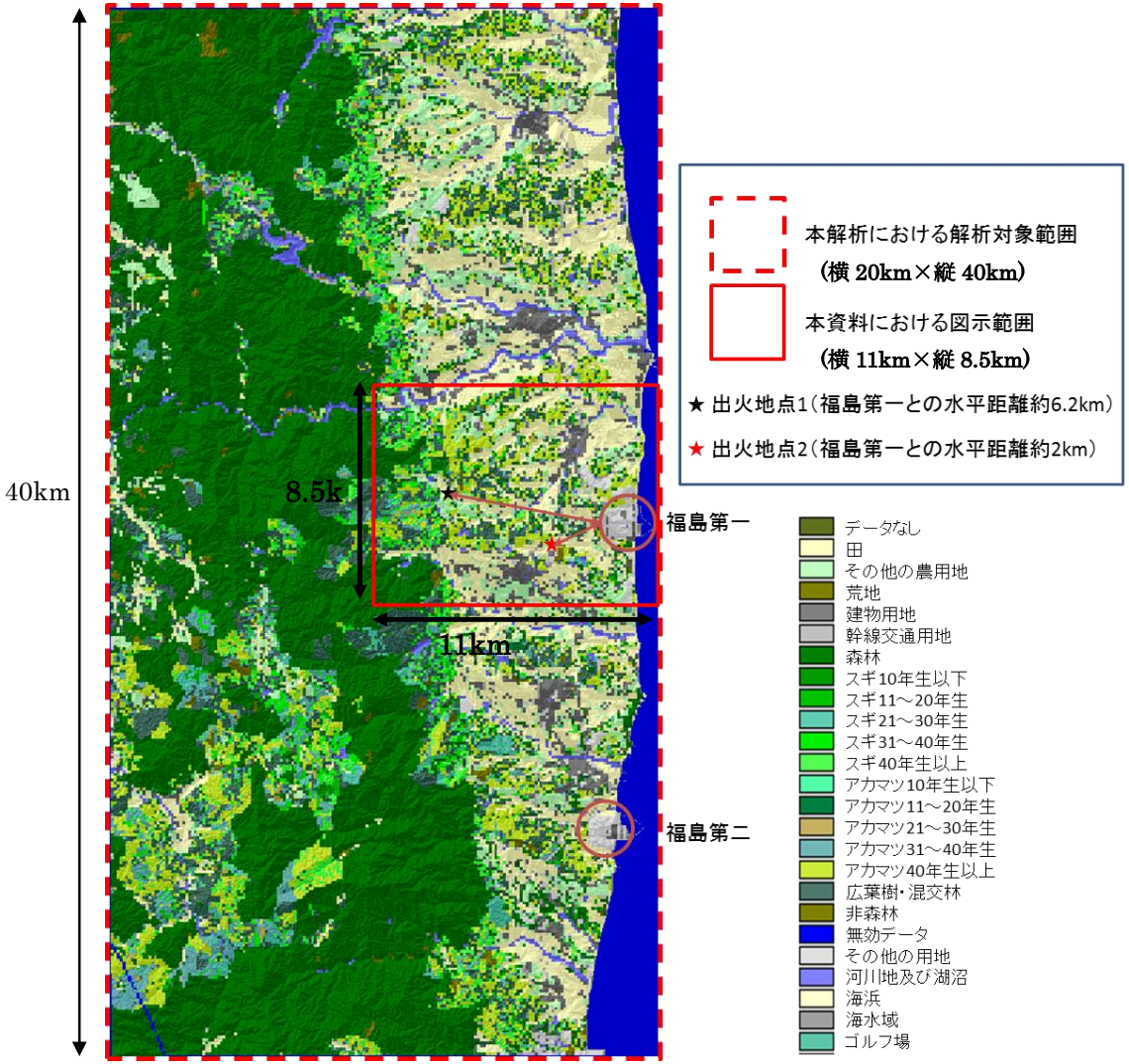
火災の楕円状広がりに風向・風速、地形等の影響を考慮したモデルによる評価

FARSITE選択理由：植生反映可能なコードとして日本において過去に使用実績がある。

FARSITEによる評価（入力データ）

データ種類	整備要領
土地利用データ	現地状況をできるだけ模擬するため、公開情報の中でも高い空間解像度である100mメッシュの土地利用データを用いた。 （国土数値情報 土地利用細分メッシュ 平成18年度）
植生データ	現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを福島県より入手した。森林簿の情報を用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢によりさらに細分化した。田とその他の農用地には、草の繁茂を考慮し、高い草を設定した。
地形データ	現地の状況をできるだけ模擬するため、公開情報の中でも高い空間解像度である10mメッシュの標高データを用いた。傾斜度、傾斜方向については標高データから計算した。（基盤地図情報　数値標高モデル 10mメッシュ）
気象データ	現地にて起こり得る最悪の条件を検討するため、3月、4月、7月の各時期における過去10年間の最大風速、最高気温、最低湿度の条件を採用した。データは気象庁ホームページより入手した。

FARSITEによる解析対象範囲と植生



想定した出火地点

△出火地点①

福島第一原子力発電所から西側へ水平距離約6.2kmの国道35号沿いの田

●出火地点②

福島第一原子力発電所から西側へ水平距離約2.0kmの国道6号沿いの田

解析気象パラメータ

ケース	観測地:観測月	観測種別	風速 (m/s)	風向	日最高気温(℃)	日最低 湿度(%)（福島気象台）
1	浪江:2011年3月、4月	平均風速	2	西	16（4月平年値）	59（4月平年値）
2	浪江:2004年7月	最大風速	7	西	37（過去10年7月最高）	21（過去10年7月最低）
3	浪江:2007年4月	最大風速	9	西	30（過去10年4月最高）	5（過去10年4月最低）
4	浪江:2009年3月	最大風速	12	西	25（過去10年3月最高）	8（過去10年3月最低）
5	広野:1979年4月	最大風速	15	西北西	28（過去10年4月最高）	5（過去10年4月最低）
6	浪江:過去10年4月（2010年4月）	最大風速	14.5	西	22（2010年4月最高）	15（2010年4月最低）
7	浪江:過去10年4月（2010年4月）	最大風速	14.5	西	30（過去10年4月最高）	5（過去10年4月最低）

*風速については、風速が小さいものから大きい順にケースを選定。ただし、ケース5は他の観測地でのデータを選定。
*気温、湿度については、厳しい評価となるよう過去10年の月最高気温、最低湿度を採用。ただし、ケース1は現実的な値として平年値を、ケース6は過去10年の4月最大値である2010年4月での値を採用。

FARSITEによる解析結果

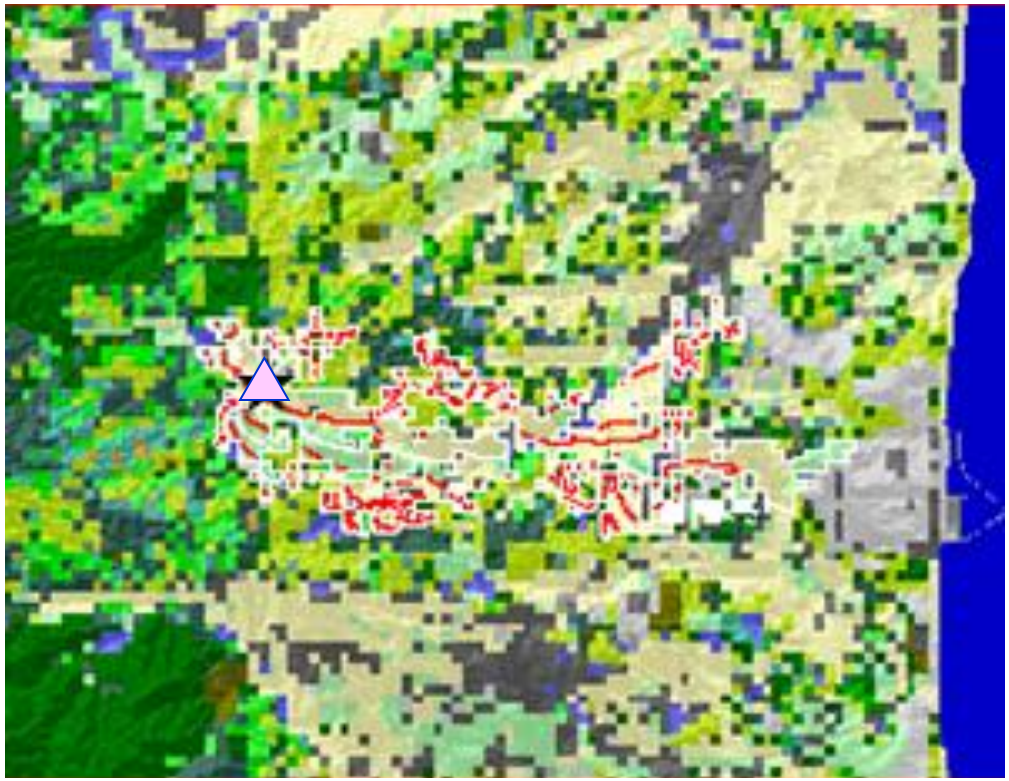
FARSITEデフォルト植生値（森林は一様の値）を解析に使用

出力値（各ケースの福島第一原子力発電所付近における最大値 ）

ケース	出火地点	延焼速度 (km/h)	火線強度 (kW/m)	火炎長 (m)	単位面積当たりの熱量(kJ/m2)	放射熱 (kW/m2)	発電所到達時間 (h:m)	燃焼面積 (ha)
1	1	0.38	741.30	1.63	6967.86	452.29	20:30	1340
2	1	2.72	6180.27	4.30	8202.37	538.23	6:40	820
3	1	4.54	12831.53	6.08	9950.44	669.09	7:00	980
4	1	4.79	11531.17	5.39	8682.34	568.47	6:00	780
5	1	1.61	5056.59	3.92	8911.57	580.31	3:30	580
6	1	5.45	12208.10	5.88	8058.78	529.36	6:00	720
7	1	6.26	15745.29	6.58	9057.69	520.23	4:50	680
1	2	0.12	229.20	0.94	7114.31	460.30	5:40	130
2	2	2.63	5861.42	4.19	8008.53	521.41	1:30	150
3	2	4.32	10730.96	5.54	8959.69	583.34	1:00	140
4	2	4.92	11634.42	6.10	8510.23	554.08	1:00	130
5	2	0.78	2044.82	2.30	8882.07	578.29	1:30	165
6	2	4.70	10426.25	5.47	7990.35	520.23	1:00	110
7	2	5.38	13379.01	6.13	8959.69	590.69	1:00	125

FARSITEによる火災の広がり

出火地点①:福島第一原子力発電所から6.2km



4月最低湿度・最高気温
・最高風速の場合: ①ケース7

気温	30 ℃
湿度	5 %
風速	14.5 m/s
風向	西

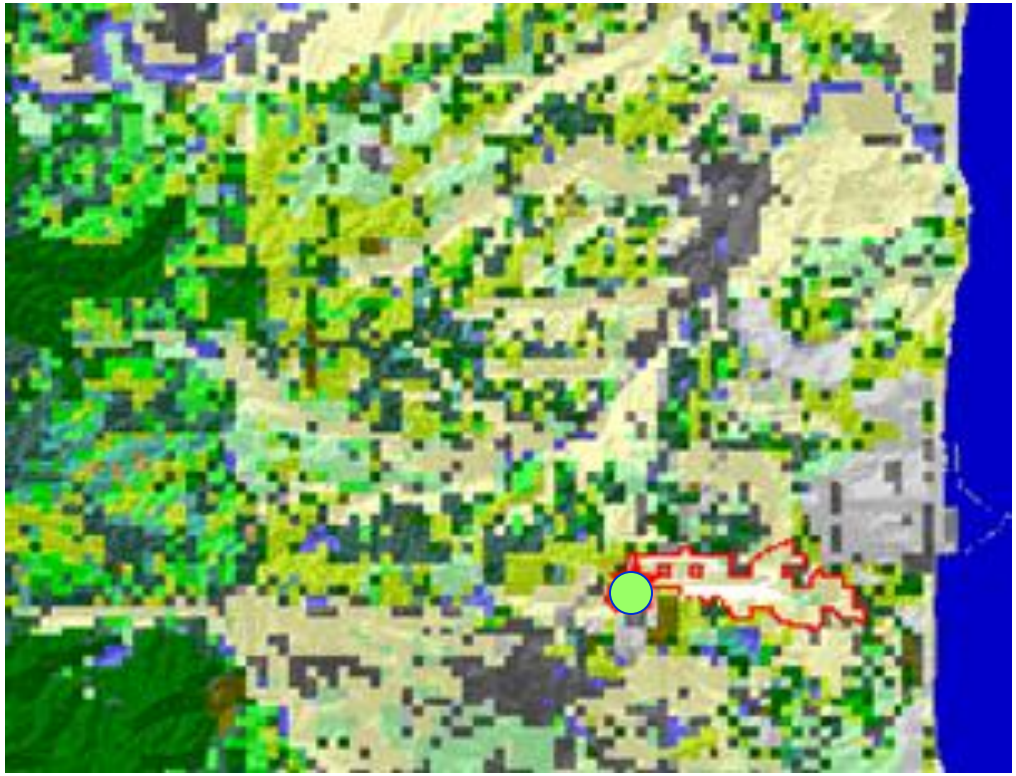
◆到達時間:9時間30分

◆火線強度16,036kw/m

- 気温上昇(16℃から30℃)、湿度低下(59%から5%)により、火炎長や熱量が増大
- 風速上昇(2m/秒から14.5m/秒)により、延焼速度が増大
  - ✓ 風速が速いため、周辺の森林への拡大は低下

FARSITEによる火災の広がり

出火地点②:福島第一原子力発電所から2.0km



4月最低湿度・最高気温
・最高風速の場合: ② ケース7

気温	30 ℃
湿度	5 %
風速	14.5 m/s
風向	西

◆ 延焼時間:1時間20分

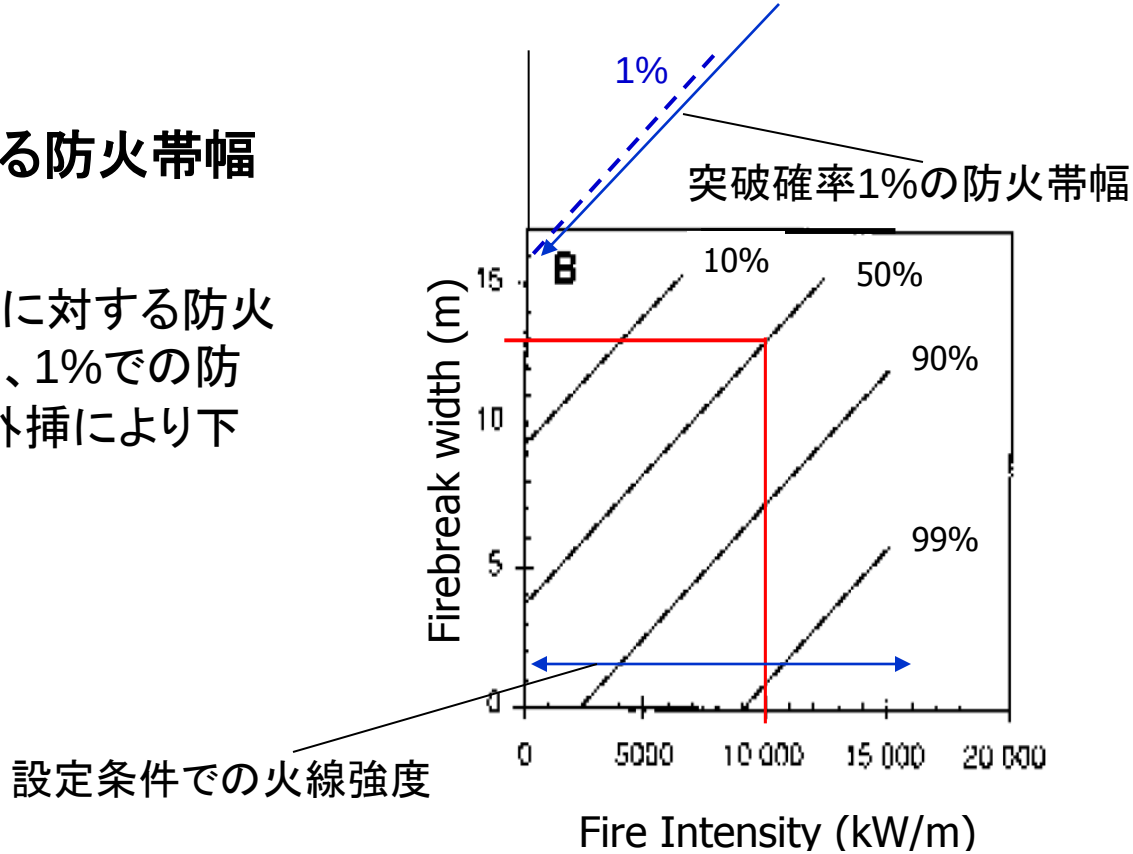
◆ 火線強度15,984kw/m

- 同一風速で気温上昇(22℃から30℃)でも、延焼速度はほぼ同一
- 同一風速で湿度低下(15%から5%)でも、延焼速度はほぼ同一

防火帯の評価

Alexanderの簡易手法による防火帯幅の評価

4-2のAlexanderの火線強度に対する防火帯幅の相関図（樹木有）には、1%での防火帯突破確率はないので、外挿により下表を求めた。



火災強度－防火帯幅の関係表（樹木有）（関係図より外挿して作成）

火炎長 (m)	1.6	2.5	4.0	5.2	6.3	7.3	11.6	15.2	18.3	21.3
火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	17.4	18.3	19.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価のまとめ

- 福島第一原子力発電所立地地域の植生、地形データを入力し、FARSITEを使用し解析した結果、福島第一原子力発電所への林野火災の到達時間の目安が得られた。（例えば、約2km地点では最大風速14.5m/秒では約1時間で到達し、同風速で約6km地点からは約9時間で到達する。）

- Alexanderの手法では、火線強度と防火帯幅とは相関があるとしており、それにより、植生と土地形状を用いた計算結果から得られる火線強度に必要な防火帯幅は、我が国で定説とされる防火帯幅とほぼ同様の値となった（FARSITEでの火線強度からの防火帯の幅は、風速が9m/秒～14.5m/秒であると仮定すると約10m～30mの幅が必要と推測される。）。

- 延焼防止のための防火帯の評価には、火線強度により防火帯幅が決定される。但し、飛び火の評価は解析では評価されないので、別途飛び火対策を講じる必要がある。

今後も続く検討

実データに立脚して

実際の住民の方々の生活
につながる評価を

ご清聴ありがとうございました