

**研究開発成果報告会**  
**～環境回復に向けての取り組み～**

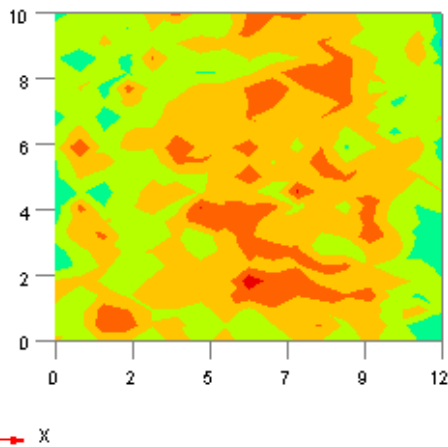
**帰還困難区域の路面における  
超高压水除染技術の適用**

平成25年3月22日

独立行政法人日本原子力研究開発機構  
田川 明広



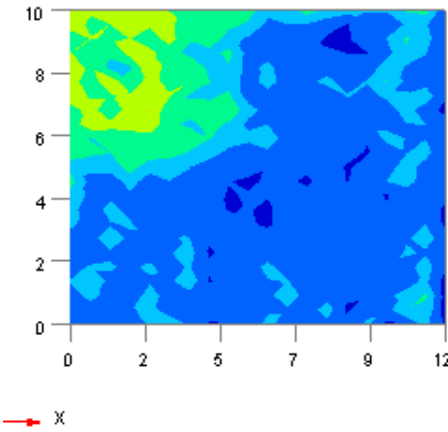
除染前



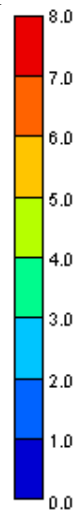
cps/cm<sup>2</sup>



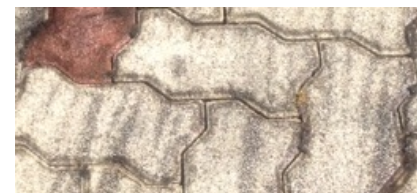
除染後



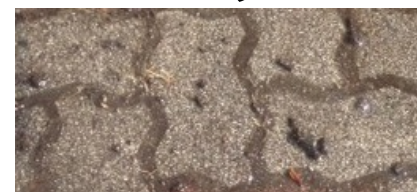
cps/cm<sup>2</sup>



回収しない高圧水除染の課題



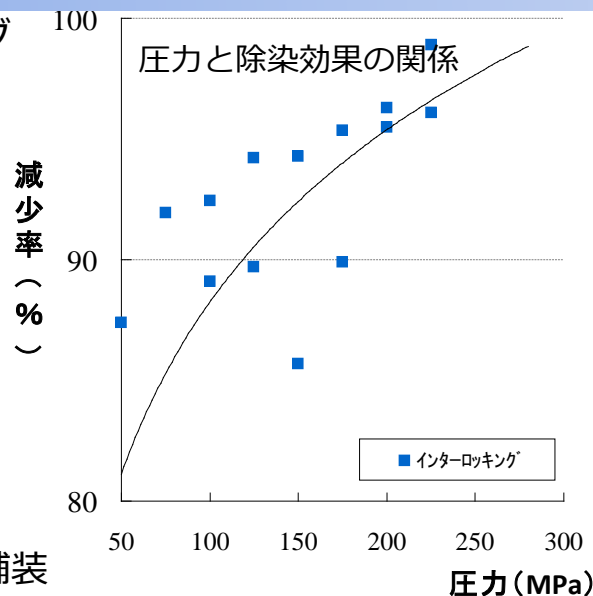
ムラ



目地砂の飛散

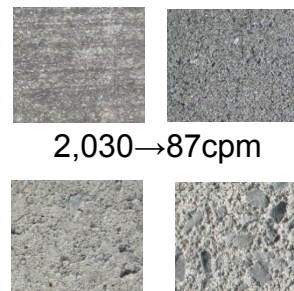
## インターロッキング

除染前 除染後

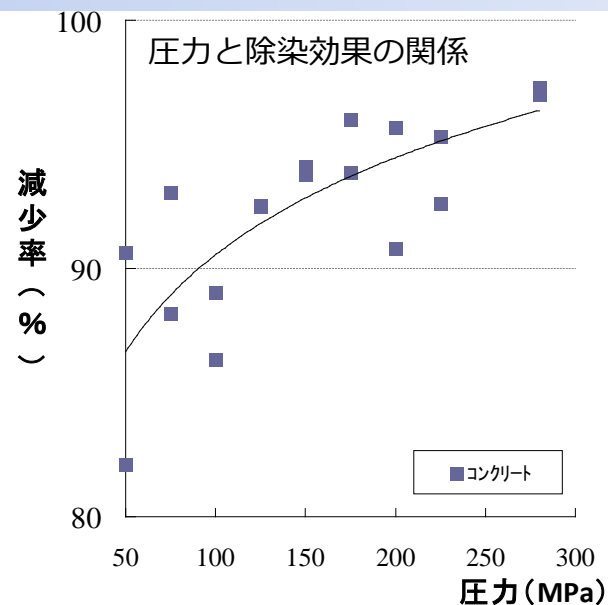


## コンクリート舗装

除染前 除染後

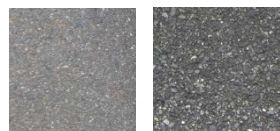


2,030→87cpm  
53,180→1,438cpm



## 密粒アスファルト舗装

除染前 除染後



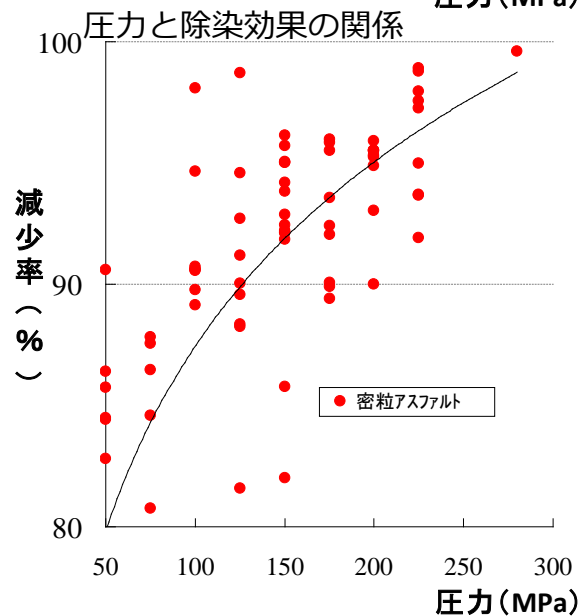
0.6 $\mu$ Sv/hr 225MPa  
1,710→41cpm



3.3 $\mu$ Sv/hr 225MPa  
9,702→573cpm



3.3 $\mu$ Sv/hr 280MPa  
53,448→213cpm

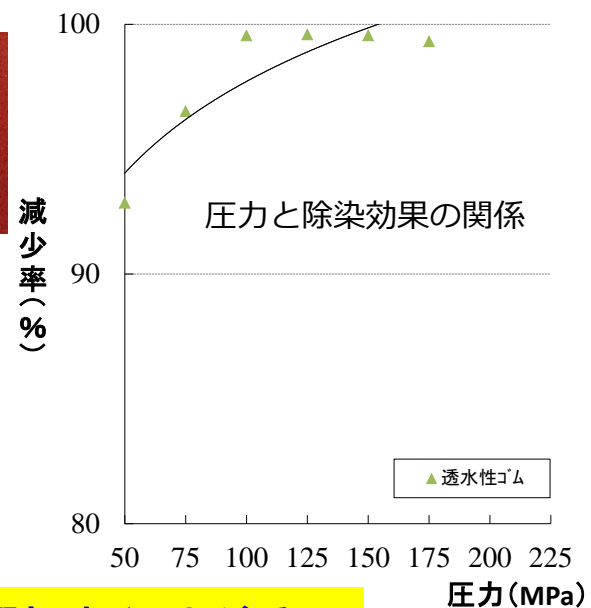


## 透水性ゴム

除染前 除染後



1,408→1cpm



**高除染率かつ表面ダメージを抑えた最適水圧を選択することが重要**

## 目的

超高圧水除染技術を早期に除染現場に投入できるようにする。  
高線量地域における効率的な面的除染効果を確認する。

### 課題1

除染パラメータの最適化による作業効率の向上

### 課題2

適用範囲を広げるために様々な用途に合わせたヘッドの開発

### 課題3

再利用を目的とする水処理の最適化

### 課題4

福島第一原子力発電所内除染への適用性確認

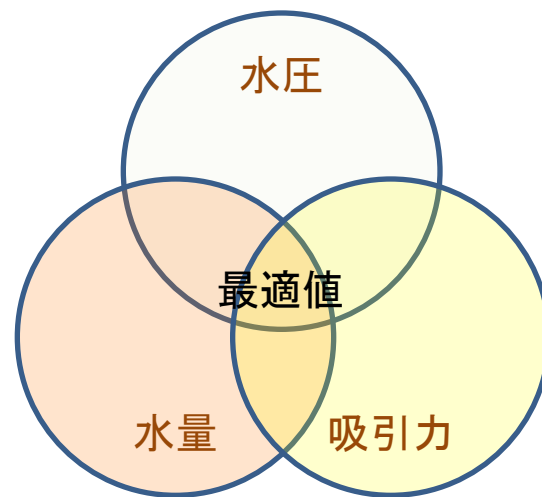


## マルチジェットの開発

目標: 除染に必要な最適パラメータを把握し、1台の超高圧ポンプによって複数ヘッドの利用を可能にする。



中通りでは最大3台(作業効率3倍)まで利用可能であることを確認



乗用型ツインヘッドの開発

作業効率: 最大3倍を達成

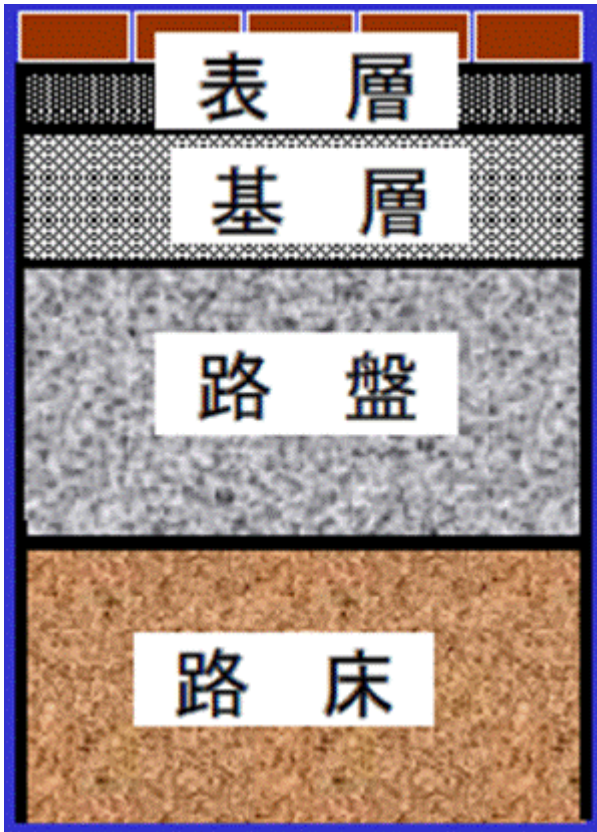
試験場所		路面材質	表面汚染(cpm)		水処理(Bq/kg)	
			除染前	除染後	原水	除染後
福島大学	福島市	密粒アスファルト コンクリート	500-700	60-70 (90%減)	550	2.0
芳賀池公園	郡山市	ウッドデッキ	150	60 (60%減)	1,600	N.D.
開成山プール	郡山市	ゴム 密粒アスファルト	2,300 1,400	81 (97%減) 66 (95%減)	1,600	N.D.
こむこむ館	福島市	ゴムチップ(透水性)	480	260 (47%減)	4,700	4.2
みずいろ公園	本宮市	インターロッキング	1,900	14 (99%減)	5,300	4.6
福島駅西口 駐輪場	福島市	透水性アスファルト	1,200	250 (79%減)	3,700	2.2

表面汚染はバックグラウンドを引いた値。測定誤差は省略

N.D.: <sup>134</sup>Cs0.63、<sup>137</sup>Cs0.73Bq/kg

# 路面の除染状況

## 舗装面の構造



## 除染工法と適用深さの関係

ゼロ	ブラッシング等 高圧水洗浄 (数～数十MPa)
数 $\mu$ m～数mm	ブラスト法 (鉄、アルミナ等) 超高圧水洗浄 (数十～280MPa)
数mm～数cm	切削法 (・オーバーレイ)

断面



密粒AS



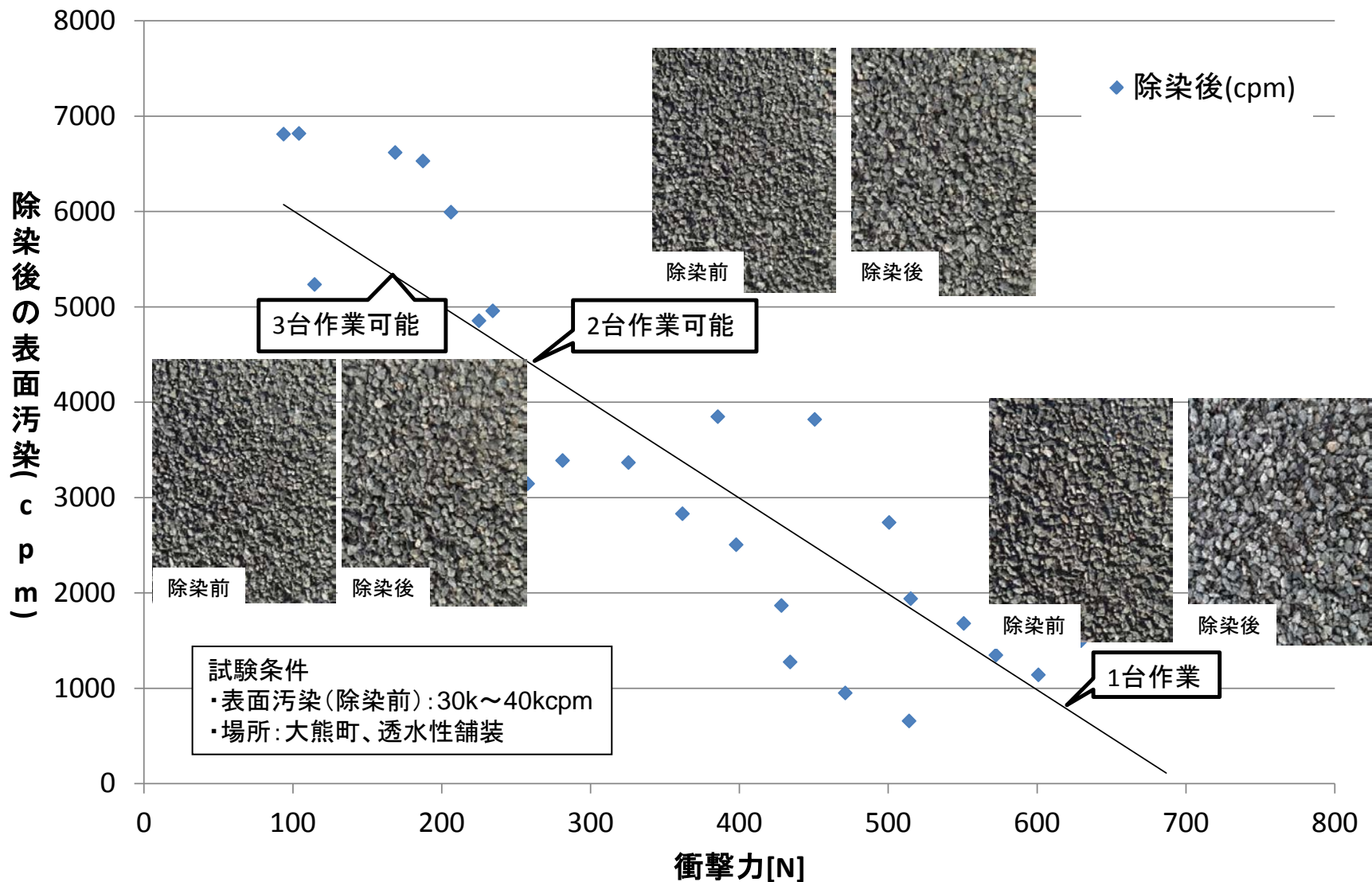
透水性AS

舗装設計施工指針 平成18年版より抜粋  
<http://www.road.or.jp/event/pdf/hosou02.pdf>



路面への衝撃力=噴射反力(水量、水圧の関数)として除染効果との相関を評価

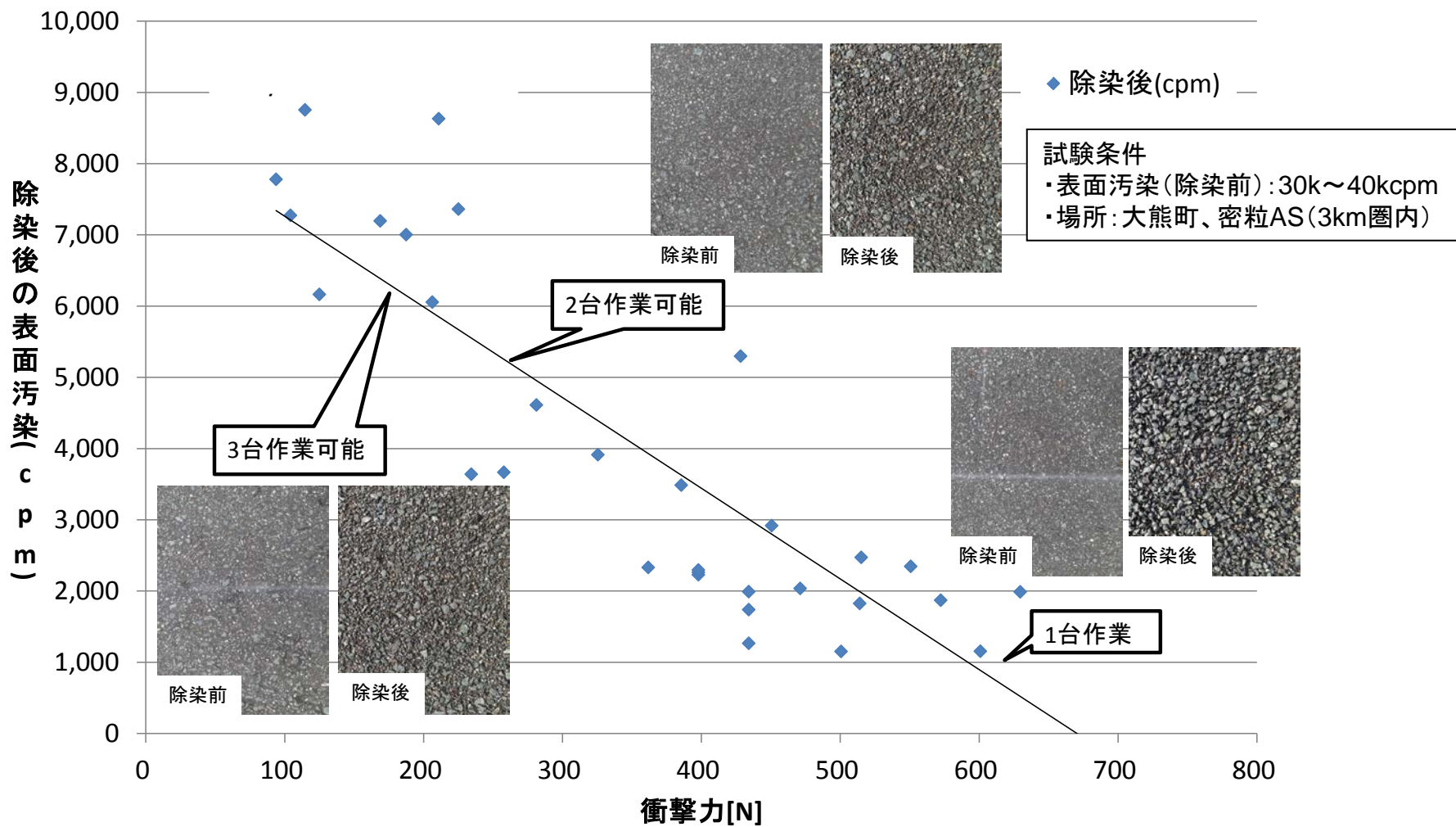
$$\text{Impact Force [N]} = 0.745 \times Q \text{ (}\ell/\text{min)} \times \sqrt{P \text{ [MPa]}}$$





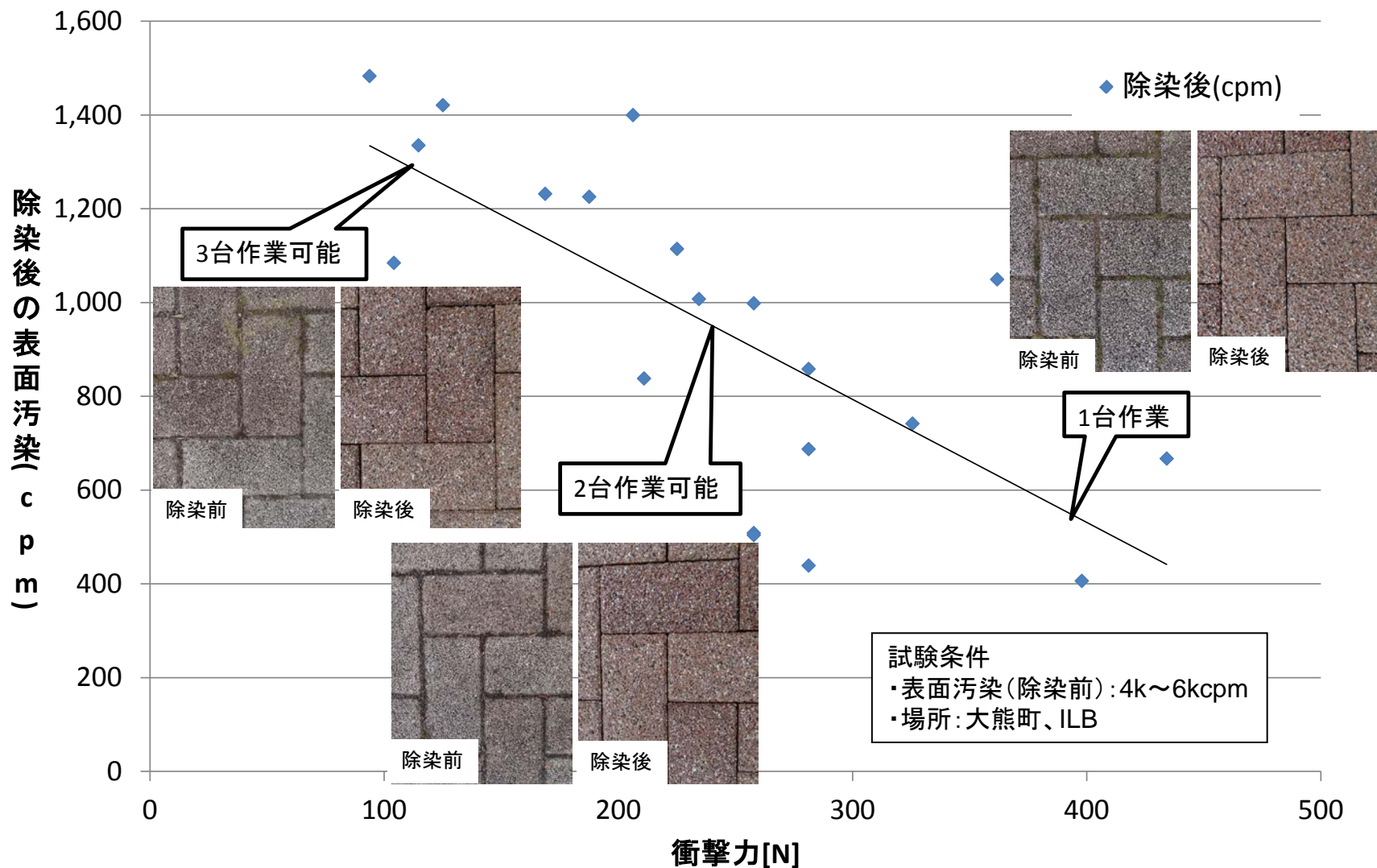
路面への衝撃力=噴射反力(水量、水圧の関数)として除染効果との相関を評価

$$\text{Impact Force [N]} = 0.745 \times Q \text{ (l/min)} \times \sqrt{P \text{ [MPa]}}$$



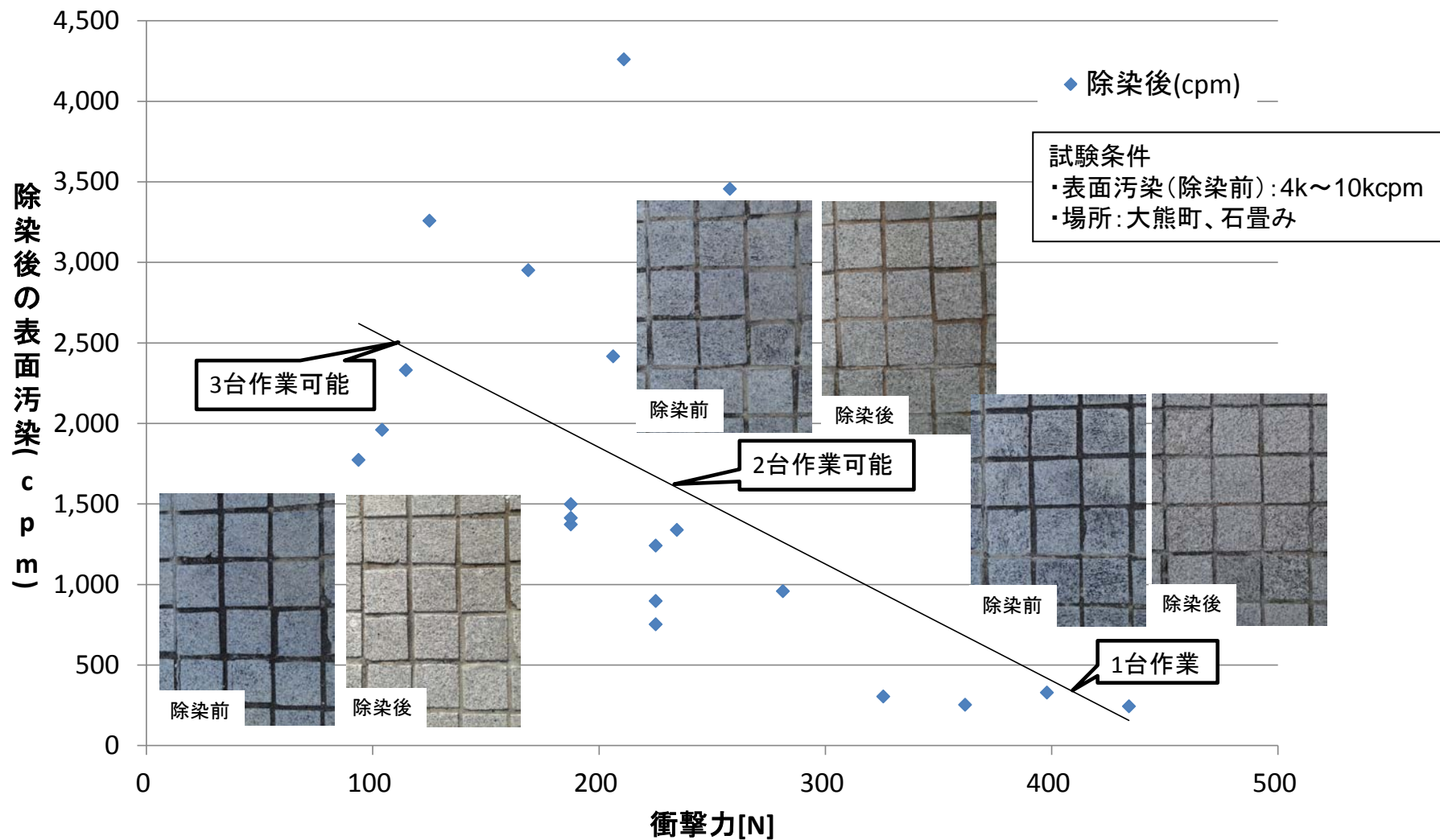
路面への衝撃力=噴射反力(水量、水圧の関数)として除染効果との相関を評価

$$\text{Impact Force [N]} = 0.745 \times Q \text{ (l/min)} \times \sqrt{P \text{ [MPa]}}$$



路面への衝撃力=噴射反力(水量、水圧の関数)として除染効果との相関を評価

$$\text{Impact Force [N]} = 0.745 \times Q \text{ (l/min)} \times \sqrt{P \text{ [MPa]}}$$



※動画埋め込みでご紹介しました



## ハンディジェットの開発

目標: 小型の超高圧ヘッドを開発し狭隘部等への適用性を拡大する。

狭隘部用



端部用



手持ち(ガン)用



手持ち(面)用

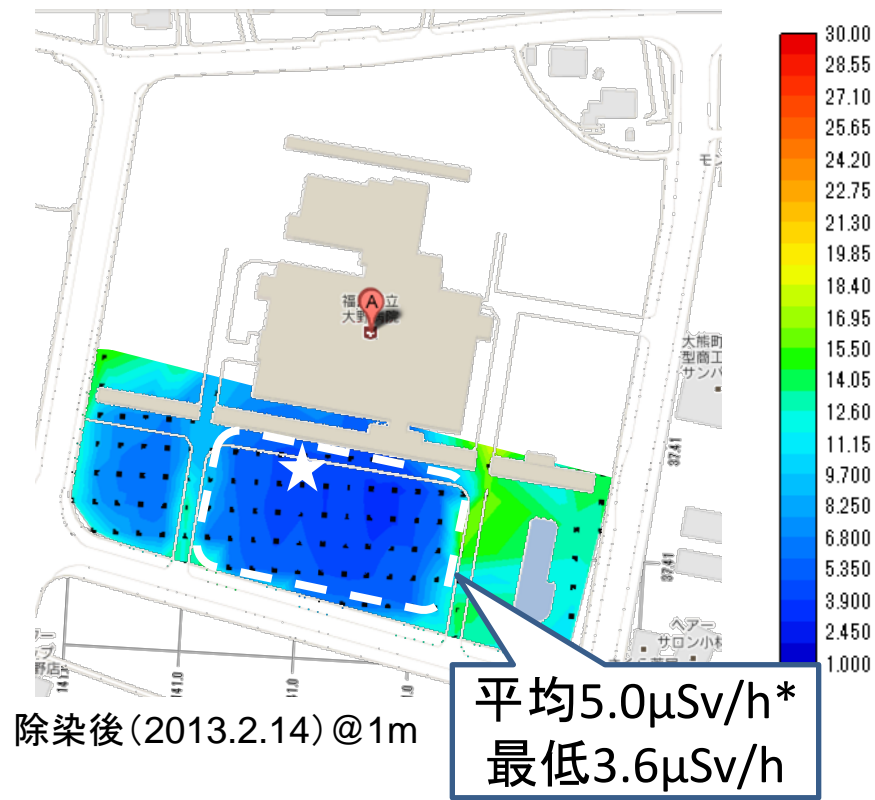
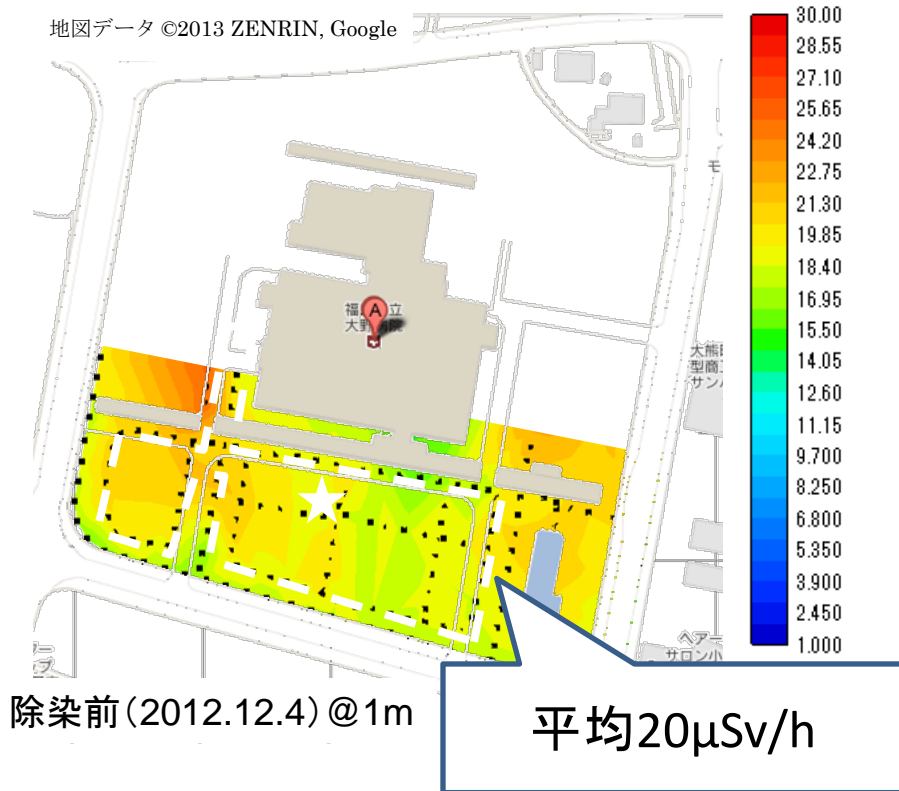


出隅用

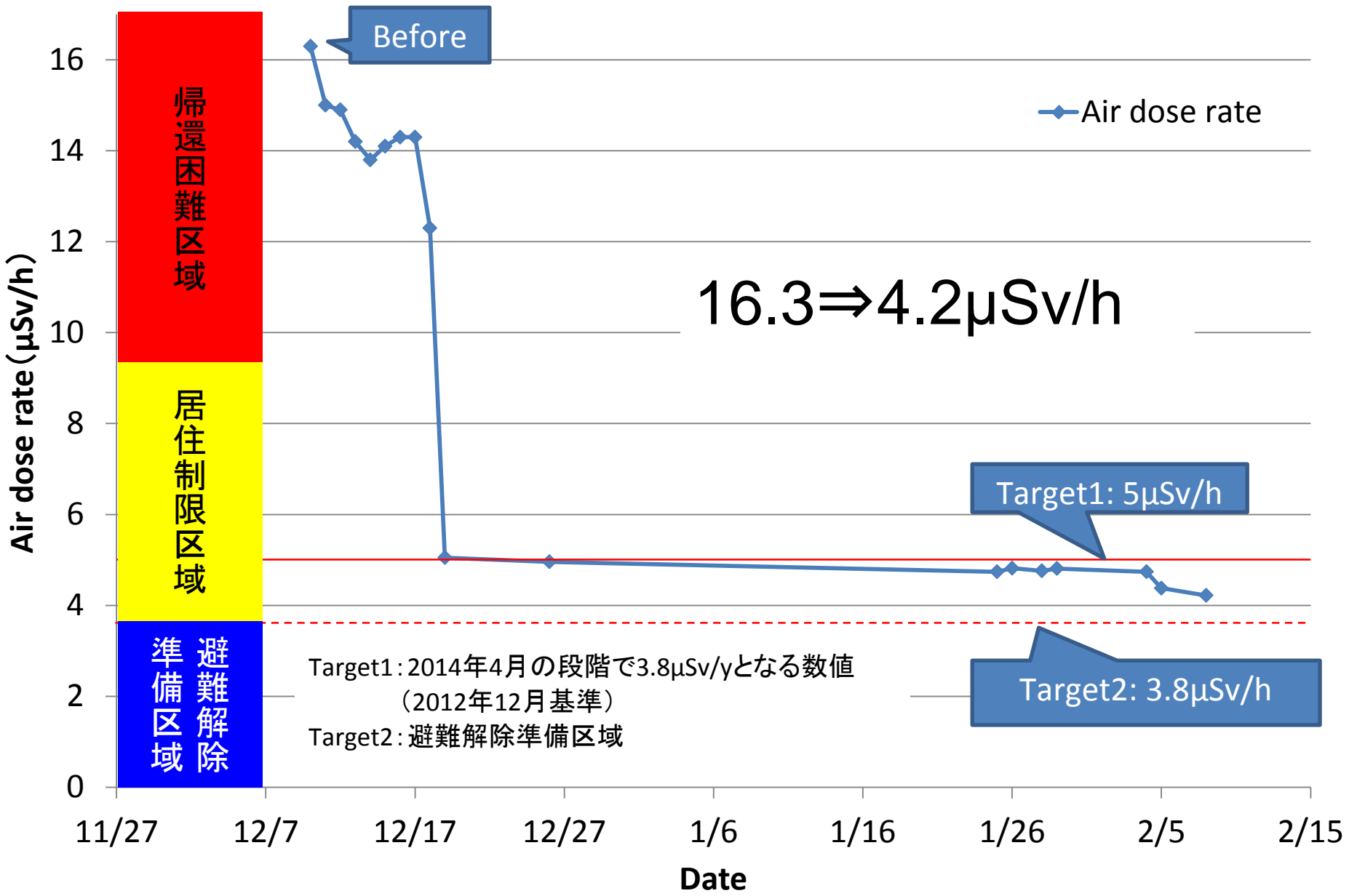


5種類の小型ヘッドを開発

大熊町：県立大野病院駐車場（透水性アスファルト）  
 表面汚染密度：30～50kcpm⇒3～4kcpm（DF10以上）  
 測定：高速測定装置（ガンマプロッタH）



\*半減期によって、2014年6月ごろに3.8 $\mu$ Sv/hと予測（ウェザリング効果未考慮）



## 課題

事前測定を行う測定員の被ばく量が多い(1点3分程度、2~3人で測定)

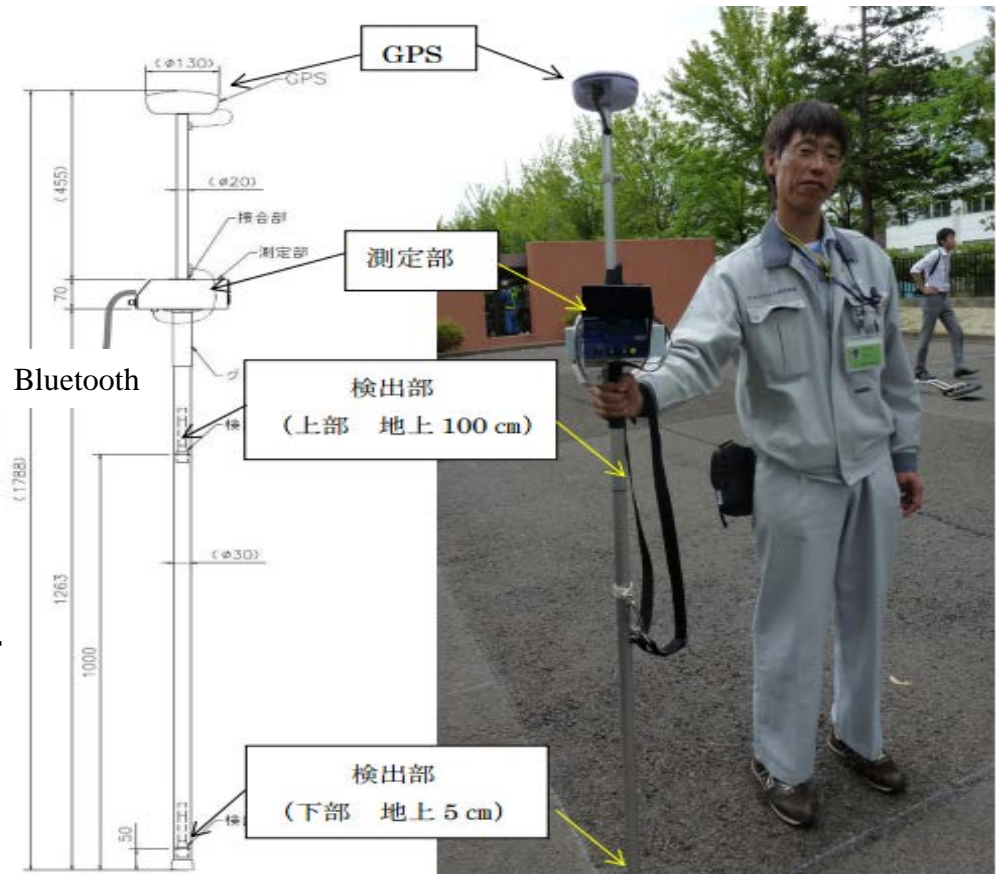
## 高速測定装置

- ・10~20倍の測定効率向上
- ・高線量地域では時定数短くても測定誤差少ない
- ・0~1Sv/hまで測定可能
- ・1点3~10秒程度。1人で測定可能



## 低減策

高速測定装置等を用いたり、除染に必要な導線上をまずは除染するなどの措置により作業員の被ばくを低減



高速測定装置(ガンマプロッタH)

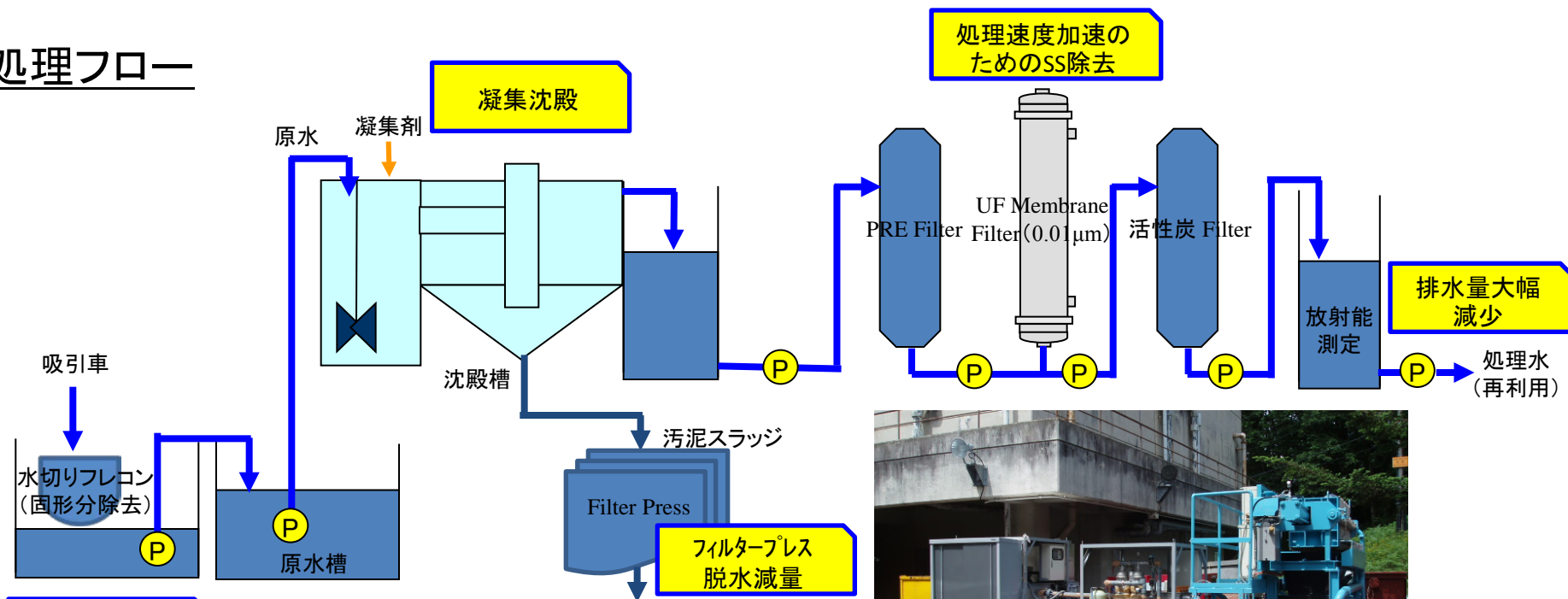


## 水処理の最適化

目標: 高線量地域においても(1)式を余裕をもって達成する水処理の最適化を行う。

$$\frac{\text{セシウム134濃度 (Bq/kg)}}{60} + \frac{\text{セシウム137濃度 (Bq/kg)}}{90} \leq 1 \quad (1) \text{式}$$

## 処理フロー



処理量の大幅減少



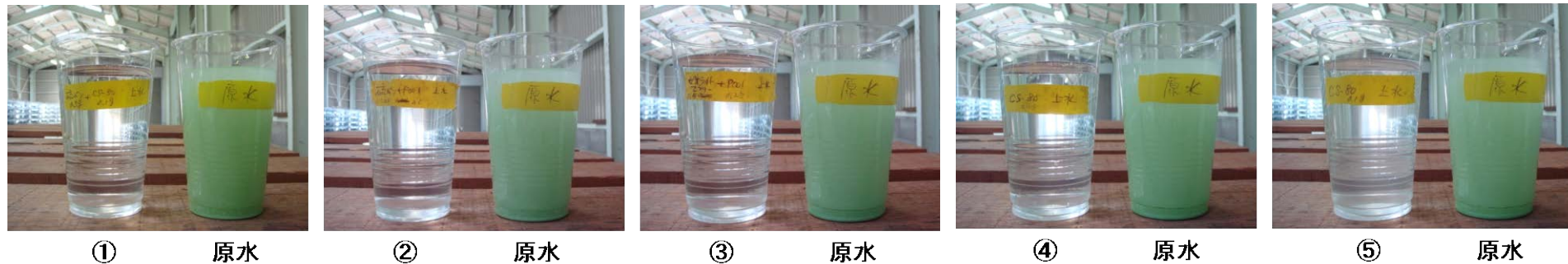
※動画埋め込みでご紹介しました

路面	処理内容	凝集剤添加量 (ppm)	SS (mg/L)	濁度 (°)	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs (Bq/kg)	減少率 (%)	DF
密粒AS (夫沢町道)	原水	—	16,000	4,500	150,000	—	—
	PAC+高	PAC:250 高:250	27	22	290	99.8	530
	PAC+高 +UF	PAC:250 高:250	2.0	5.1	1.8	100.0	86,000
透水性AS (大野病院)	原水	—	8,900	8,400	230,000	—	—
	PAC+高	PAC:250 高:250	10	4.0	190	99.9	1,200
	PAC+高 +UF	PAC:250 高:250	1.0以下	0.2	N.D (下限値1.0)	100.0	230,000
コンクリート (大野病院)	原水	—	1,700	770	54,000	—	—
	PAC+高	PAC:250 高:250	9.0	8.0	1,200	97.8	46
	PAC+高 +UF	PAC:250 高:250	1.0以下	0.4	1.9	100.0	29,000

表面汚染はバックグラウンドを引いた値。測定誤差は省略  
 高:高分子凝集剤(ゼオライト含有)、UF:0.01μm

## 「ふげん」を用いたエポキシ樹脂塗装の切削剥離評価と水処理

目標: 発電所内に塗布されている耐放射線エポキシ樹脂塗装の切削剥離評価と回収水の水処理の最適化を行う。



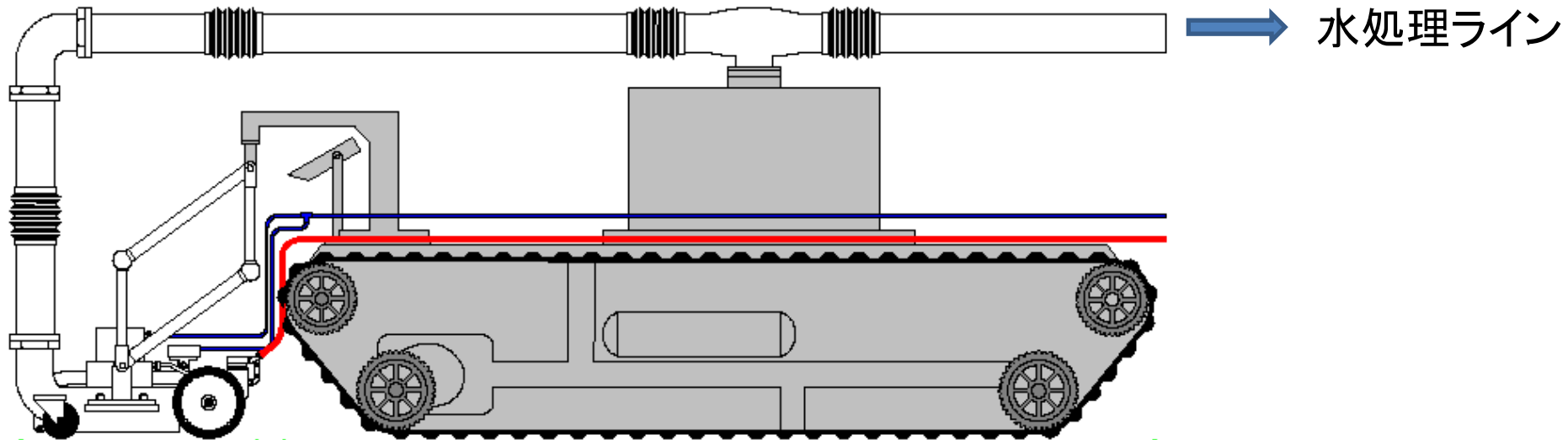
処理方法No		①	②	③	④	⑤
凝集剤	品名	硫酸アルミ	スラリーゼオライト	ゼオライト+高分子	ゼオライト+高分子	硫酸アルミ
	添加量	1000 ppm	500 ppm	250 ppm	100 ppm	500 ppm
	品名	Ca系	Ca系	—	—	ゼオライト+高分子
	添加量	500 ppm	250 ppm	—	—	100ppm
沈降速度 (cm/min)		20	6.7	10	5	8
浮遊物質[SS] (mg/L)		9.0	8.0	5.0	6.0	6.0
原水 $2.36 \times 10^3$						
濁度(度) 原水768		1.3	5.5	2.3	5.3	1.7

Ca系凝集剤(石灰を主に、硫酸アルミ、高分子凝集剤を含む)



サイト内本格除染に備え、超高圧水洗浄可能なツールを整備

ロボット型Jリムーバー（JD-1合体型）



高い除染効果が期待できるが、水処理時の作業員被ばく、高濃度に濃縮される汚泥の取り扱いに注意が必要。

## 課題1

除染パラメータ(水量、水圧、吸引力)の最適化し、最大3倍の作業効率の向上が図られた。高線量地域においても十分な除染効果が得られることを確認した。

## 課題2

用途の異なる5種類の小型ヘッドを開発し、適用性拡大を図った。

## 課題3

高線量域でも水を再利用できることを実証。

## 課題4

福島第一原子力発電所内除染への適用性を確認した。

## 本技術は

除染特別地域(国直轄)の標準除染工法に採用(平成24年6月)され、櫛葉町で施工された。

非直轄地域の除染でも条件付きで予算措置(平成24年12月)がなされた。