

# 除去土壌再生利用実証事業について

平成30年3月29日  
環境省

# 除去土壌再生利用実証事業

## 【目的】

中間貯蔵開始後30年以内の県外での最終処分に向けて、再生資材化した除去土壌の安全な利用を段階的に進めるため、以下を目的とする実証事業を行う。

- 再生資材化の工程における放射線に係る具体的な取扱方法及び土木資材としての品質確保の在り方の検討 → 「再生利用の手引き」に反映
- 追加被ばく線量評価の妥当性を確認

## 【概要】

- 除去土壌の再生資材化～土木施工における放射線安全及び土木施工に係る試験及びデータ収集
- 実施中または計画中的実証事業
  - 南相馬市における実証事業
  - 飯舘村における実証事業
  - 二本松市における実証事業

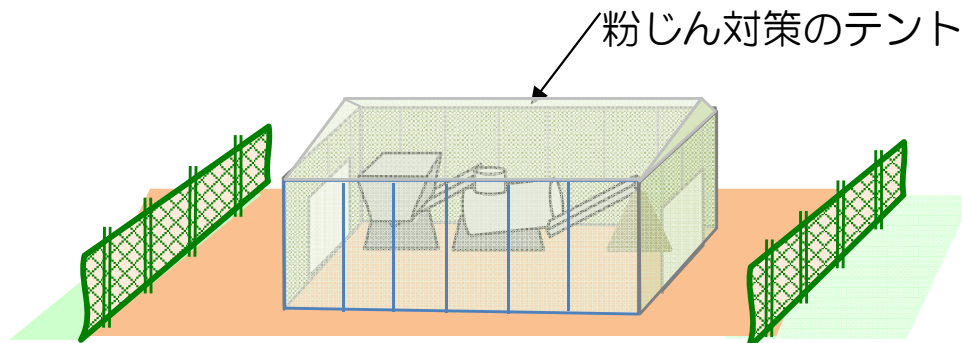
# 除去土壌の飛散・流出の防止

◎実証事業の施工内容及び地盤調査結果を踏まえて、除去土壌の飛散・流出防止のための必要な対策を講じる。

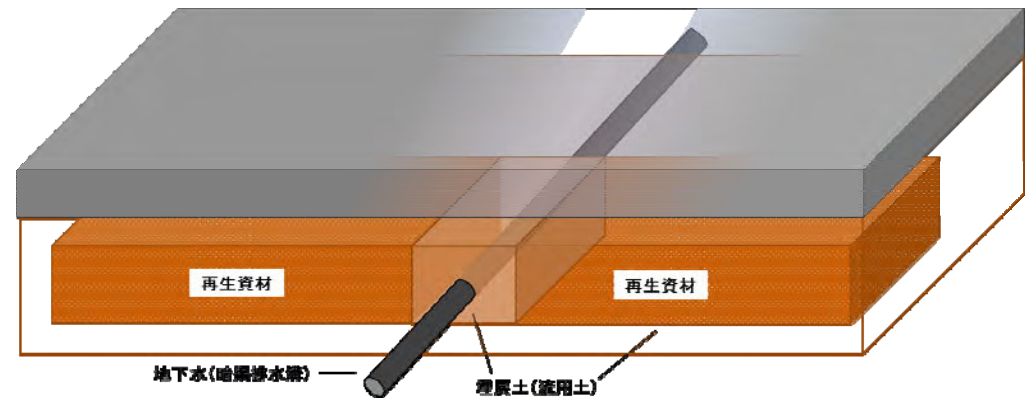
- 再生資材化施設においてテントによる粉じん飛散防止(下左図参照)
- 再生資材化施設において遮水シートによる排水対策
- 施設の安定性等に配慮した施工方法(下右図参照)

- 再生資材化の設備、作業場等をテントで囲い、粉じんとして除去土壌や再生資材等が飛散することを防止する

- 事前調査を実施した上で、例えば、地下水が横断する場合は、施設の安定性やメンテナンスに配慮した施工方法を検討する



再生資材化施設をテント内に設置した場合のイメージ



地下水が横断している場合の施工例(イメージ)

# 技術的確認項目（案）

確認項目	確認方法
スクリーニング方法	①表面線量測定(タグ情報と比較) ②放射能濃度測定(タグ情報と比較、連続測定、ロットの考え方等)
土木資材としての品質・適用性	①土質試験 ②溶出試験(各種添加剤によるCs等溶出への影響)
設備等の性能	①稼動状況の記録(トラブル事例含む)
再生資材のトレーサビリティ	①施工情報の記録
盛土の出来形	①造成計画・実績確認 ②目視確認 ③測量(盛土安定性等)
供用中の管理	①点検項目等の検討 ②移行係数の確認
放射能収支	①放射能量測定
作業上の放射線安全	①個人被ばく線量測定 ②作業場所の放射能濃度、雰囲気測定
周辺環境の安全	①空間線量率測定 ②空气中放射能濃度測定 ③地下水等放射能濃度測定

# 南相馬市における実証事業

# 南相馬市における実証事業概要 (1/2)

## 【事業概要】

- 福島県南相馬市の仮置場内で、再生資材化実証試験および試験盛土を施工
- 必要な飛散・流出防止対策を講じながら、再生資材化した除去土壌等を用いた盛土構造物を造成し、その後、一定期間盛土構造物のモニタリングを実施
- 盛土構造物はモニタリング終了後、撤去

## 1. 再生資材化の実証(平成29年4月～)

### ① 土のう袋の開封・ 大きい異物の除去

大型土のう袋を開封し、  
大きな異物を分別・除去。

### ② 小さな異物の除去

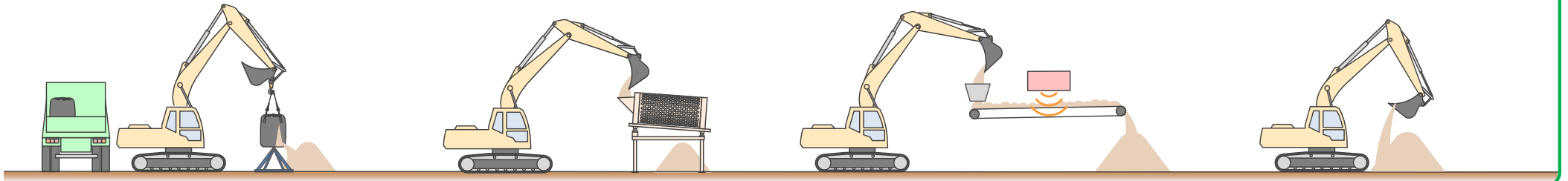
ふるいでより小さな異物を  
分別・除去。

### ③ 濃度分別

放射能濃度を測定し、  
土壌を分別。

### ④ 品質調整

盛土に利用する土壌の品質を  
調整。(水分、粒度など)



## 2. 盛土の実証(平成29年5月～)

### ⑤ 試験盛土の施工・ モニタリング

- 試験盛土を施工。  
(全体を新材で50cm覆土)
- 空間線量などの測定を継続。

・盛土全体土量: 約4,000t  
うち、再生資材土量: 約700t

・平均放射能濃度 771Bq/kg

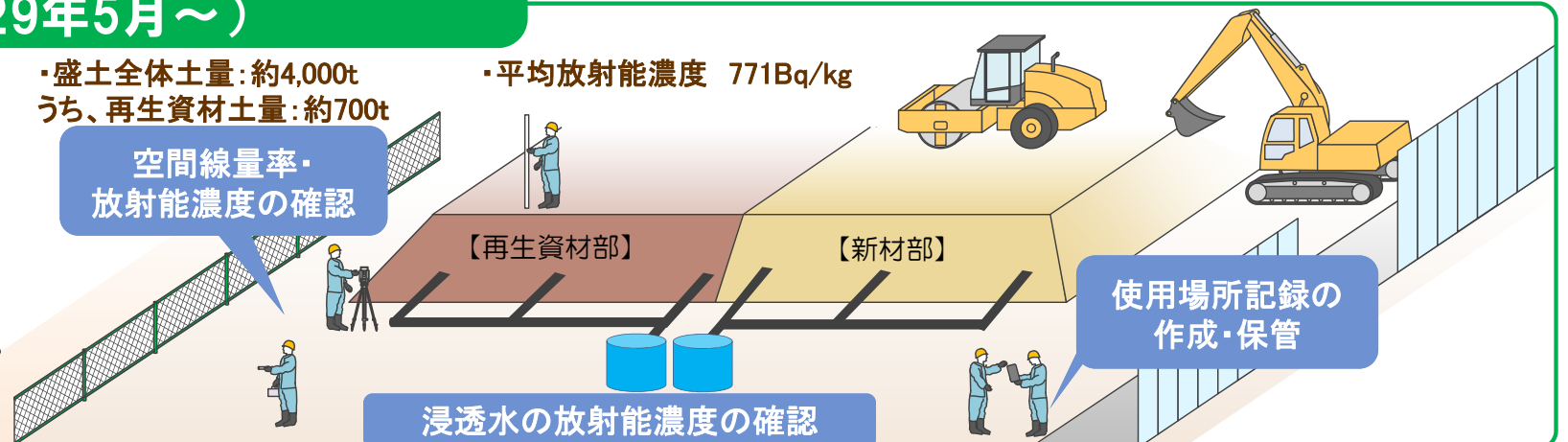
空間線量率・  
放射能濃度の確認

【再生資材部】

【新材部】

浸透水の放射能濃度の確認

使用場所記録の  
作成・保管





# 南相馬市における実証事業概要 (2/2)

## 【試験状況写真】

a. (受入時)スクリーニング



b. 破袋・一次分別 (大きい異物の除去)



c. 改質・二次分別 (小さな異物の除去)



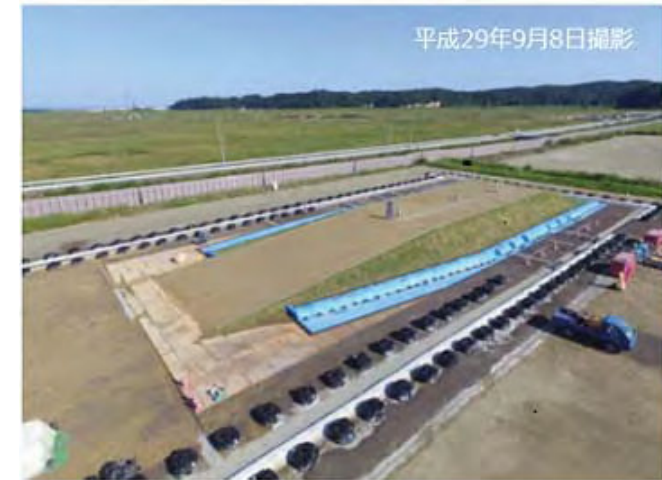
d. 濃度分別



e. 試験盛土の施工



## 【完成後の試験盛土のようす】



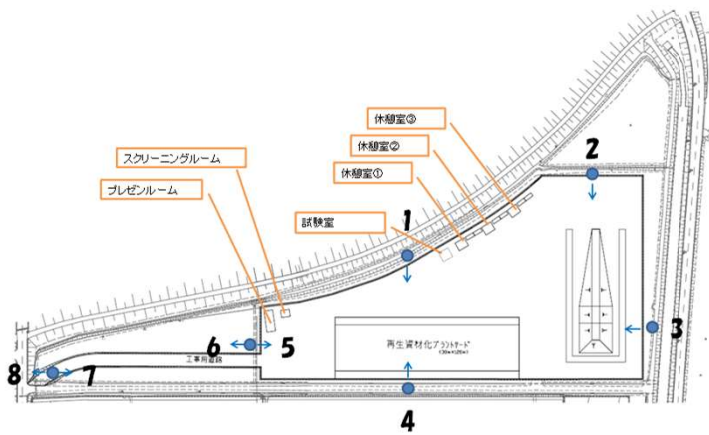
実証ヤード全景と各試験状況



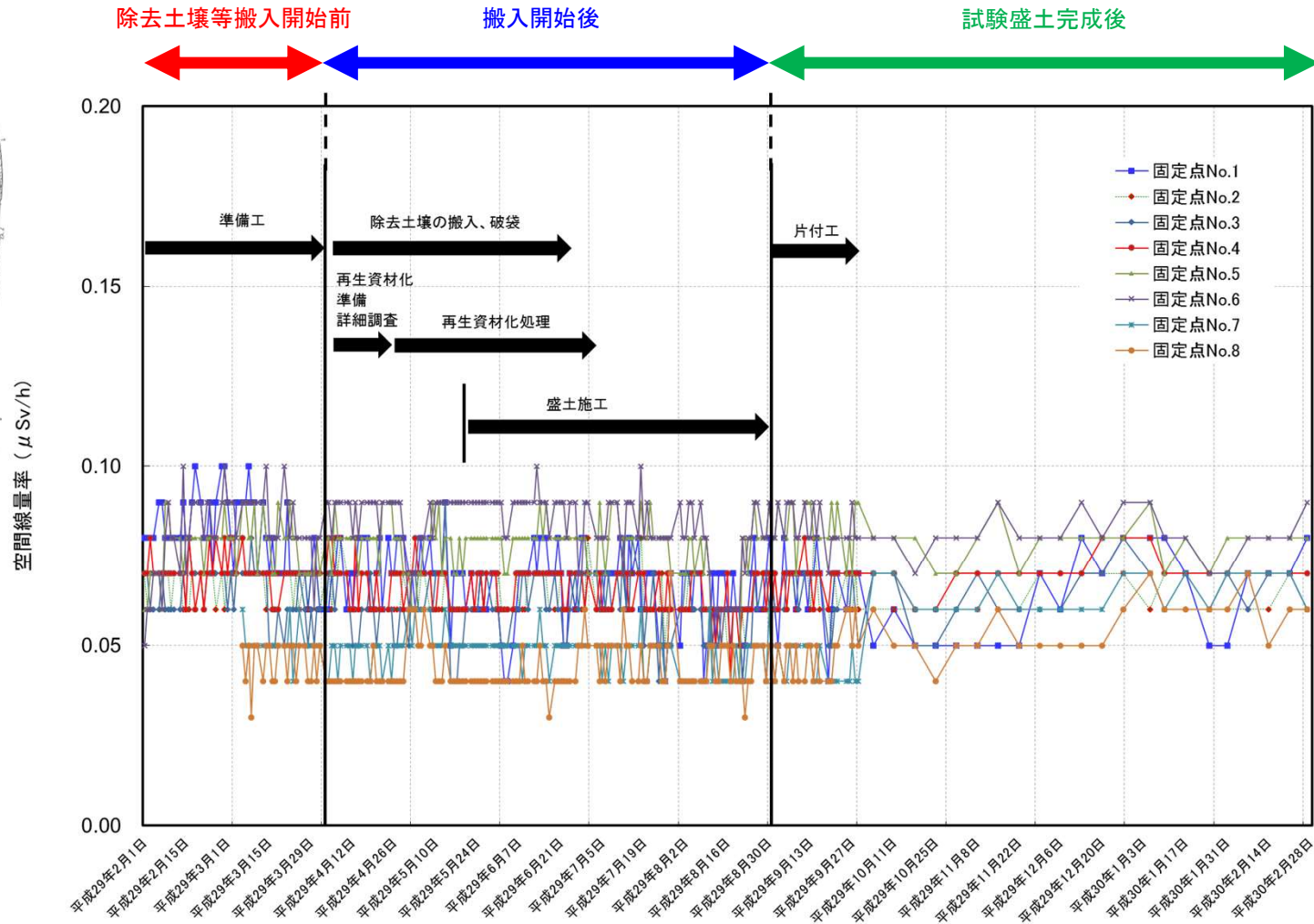
# 敷地境界における空間線量率

## 【空間線量率】

- NaIシンチサーベイメータにより、6地点（のべ8方向）での測定を実施。
- 片付工を完了した平成29年10月以降は、測定頻度を週1度程度として測定を実施（測定位置は変更なし）。
- 除去土壌搬入・破袋開始前から、空間線量率は概ね0.04~0.09  $\mu\text{Sv/h}$ 程度であり、大きくは変動していない。



空間線量率の測定位置及び測定方向  
(図は平成29年8月までの実証ヤード平面図)



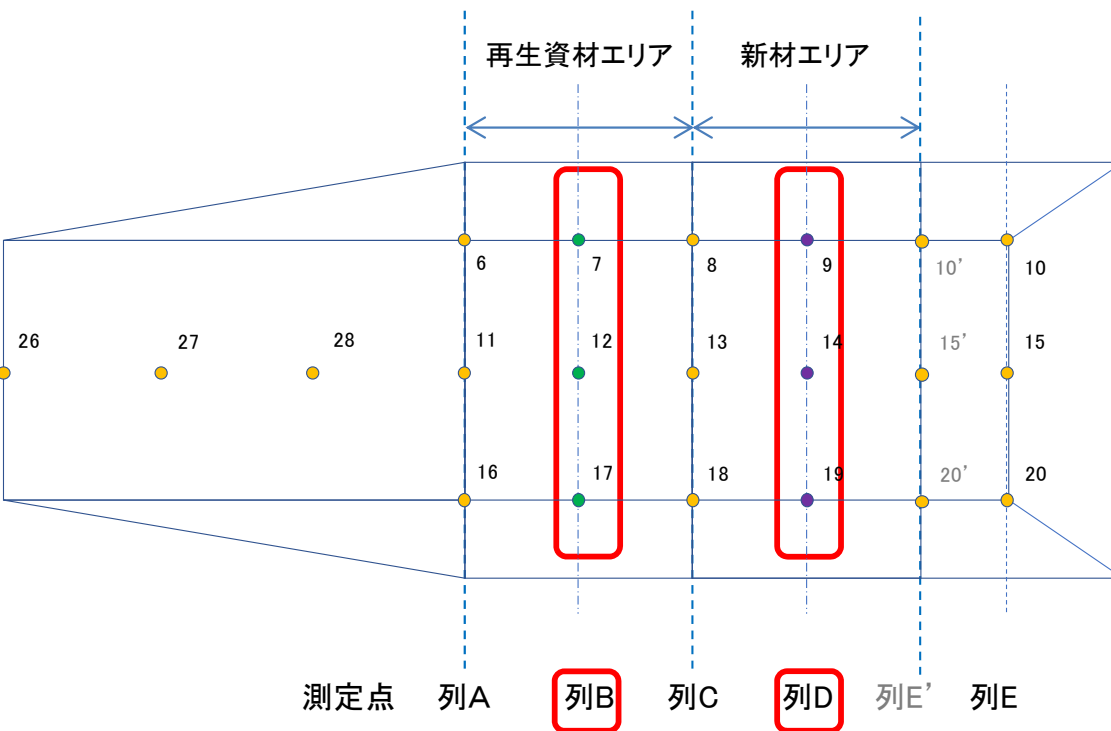
敷地境界 空間線量率



# 盛土周辺の空間線量率

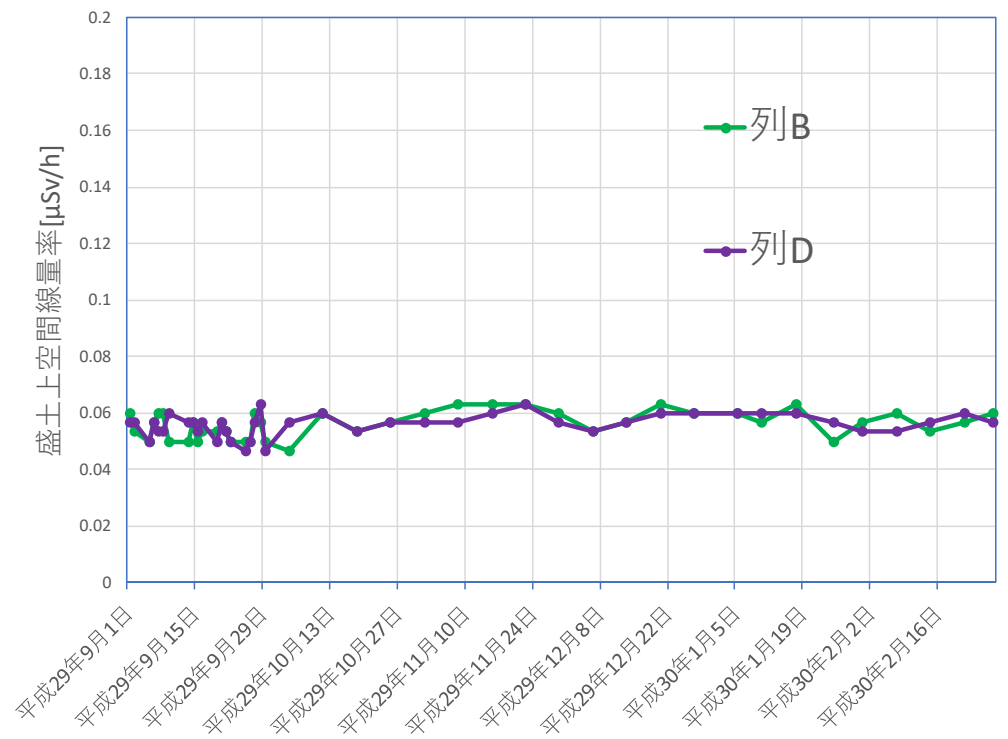
## 【盛土ヤード】

- 平成29年8月末に盛土が完成し、その後、片付工を完了した平成29年10月以降、試験盛土上の空間線量率を左下図の位置で測定。(ただし、列E'は平成29年9月までの測定点)
- 再生資材エリア及び新材エリアの測定点のうち、列B及び列Dの平均値の時系列をグラフ化(右下図)。
- 第7回検討会報告時と同様に、空間線量率は概ねバックグラウンドの空間線量率と同等の $0.05 \sim 0.06 \mu\text{Sv/h}$ であり、その変動は、敷地境界における空間線量率の変動幅(概ね $0.04 \sim 0.09 \mu\text{Sv/h}$ )の範囲内である。



盛土における空間線量率の測定点

※列Bおよび列Dは、第7回検討会で報告したデータの箇所



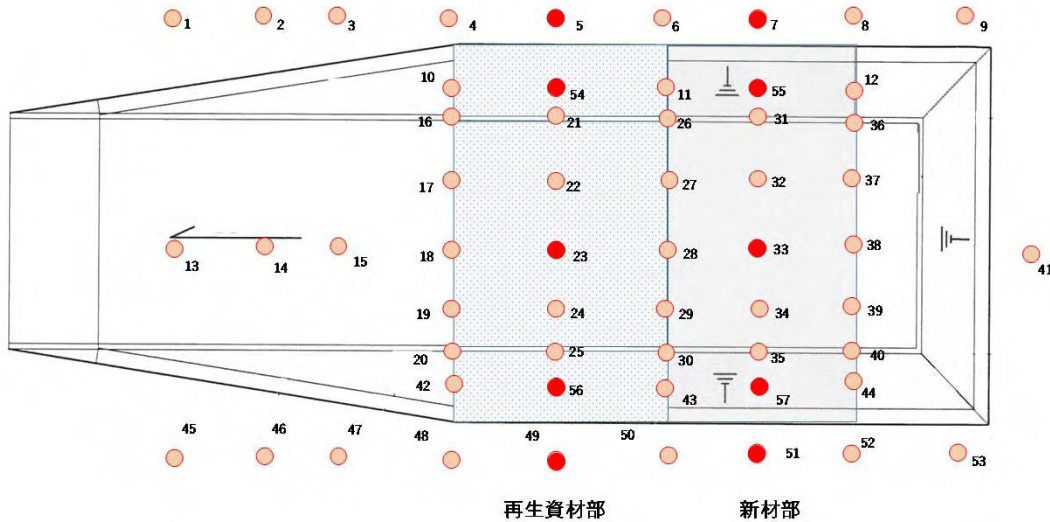
盛土の空間線量率時系列

(列BはNo.7,12,17、列DはNo.9,14,19の平均値)

# (参考) 施工中及び完成直後の盛土周辺の空間線量率 (第7回検討会資料より抜粋)

## 【盛土ヤード】

- 天端や法面の主要地点、及び法尻から1mの位置等を、測定点として設定し、NaIシンチサーベイメータにより、57地点での測定を実施。
- 再生資材部では、覆土前の空間線量率は天端中央で0.19~0.21  $\mu\text{Sv/h}$ 、法面中央で0.13~0.18  $\mu\text{Sv/h}$ であったが、50cm覆土を行うことにより、概ねバックグラウンドの空間線量率と同等の0.05~0.06  $\mu\text{Sv/h}$ となることが確認された。
- なお、盛土施工時に再生資材をサンプリングしGe半導体分析器により放射能濃度を分析した結果、411~1,000Bq/kg(平均771Bq/kg)であった。



空間線量率の測定位置

空間線量率の測定結果  
空間線量率の測定位置の●点のモニタリング結果を記載 単位:  $\mu\text{Sv/h}$

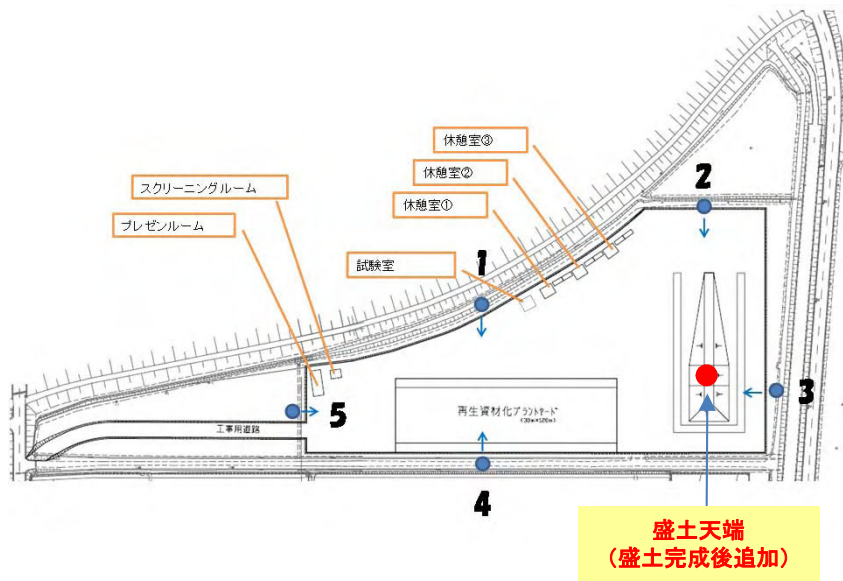
層数等	再生資材部			新材部		
	天端中央(No23)	法面中央(No54,56)	法尻から1m(No5,49)	天端中央(No33)	法面中央(No55,57)	法尻から1m(No7,51)
1層目転圧後	0.19	0.13~0.14	0.06	0.07	0.05	0.05
2層目転圧後	0.19	0.13~0.14	0.06~0.07	0.06	0.05	0.04~0.05
3層目転圧後	0.19	0.13	0.05~0.07	0.06	0.05	0.05
4層目転圧後	0.19	0.15~0.16	0.05~0.07	0.05	0.05	0.05~0.06
5層目転圧後	0.21	0.17~0.18	0.06~0.07	0.06	0.06	0.05~0.06
試験盛土完成後 → 覆土後	0.06	0.05~0.06	0.05	0.05	0.05	0.05~0.06

試験盛土完成後 →

# 大気中放射能濃度

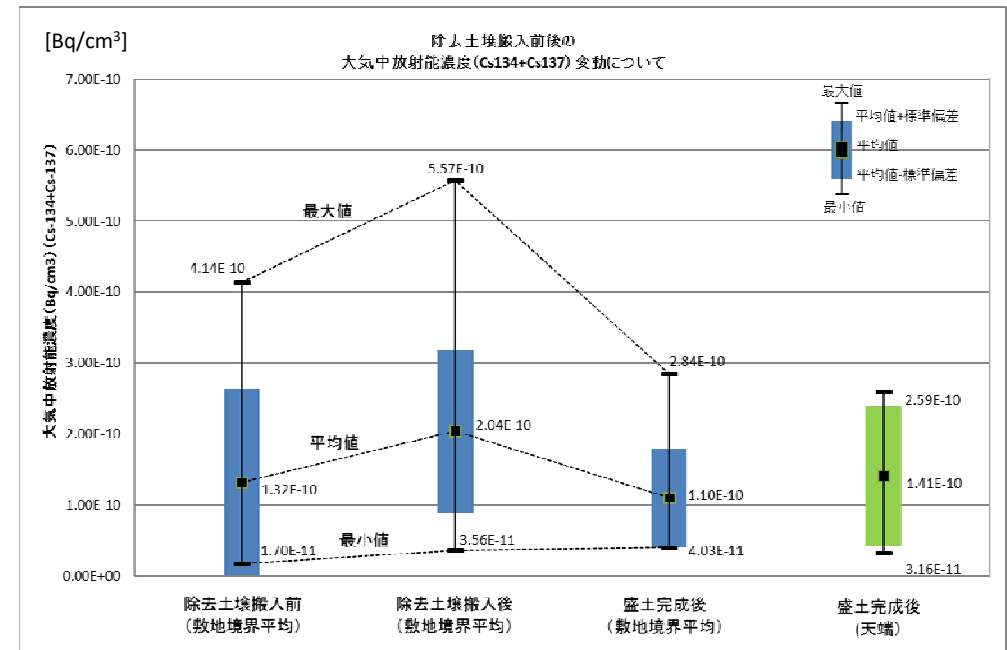
## 【大気中放射能濃度】

- ダストサンプラにより吸引・捕集したダストを、Ge半導体検出器分析により放射能濃度測定。
- 基本的に1週間連続吸引したダストを1検体とし、概ね検出下限値が $5E-11$ Bq/cm<sup>3</sup>程度以下となるよう、Ge半導体検出器による分析時間数を設定。
- 片付工終了後の平成29年10月以降は、測定を1ヶ月1検体とし、また、採取場所に盛土天端の再生材エリア中央(図中赤丸)を追加。
- 大気中放射能濃度は除去土壌搬入前から盛土完成以降、平成30年2月末までは大きくは変動していない。
- 盛土天端では、Cs-134は全て検出下限値未満で、Cs-137は敷地境界における測定結果と同程度である。



大気中放射能濃度用ダスト採取位置及び吸引方向

(図は平成29年8月までの実証ヤード平面図)



測定箇所	時期	Cs-134濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]	Cs-137濃度 [Bq/cm <sup>3</sup> ]
敷地境界	搬入前 (平成29年4月以前)	$2.25E-11 \sim 4.70E-11$	$1.70E-11 \sim 3.67E-10$
	搬入後盛土完成前 (平成29年5月～8月)	$2.80E-11 \sim 6.27E-11$	$3.56E-11 \sim 4.98E-10$
	搬入後盛土完成後 (平成29年9月以降)	$3.96E-11 \sim 4.34E-11$	$4.03E-11 \sim 2.71E-10$
盛土天端	搬入後盛土完成後 (平成29年9月以降)	全て検出下限値未満	$3.16E-11 \sim 2.59E-10$

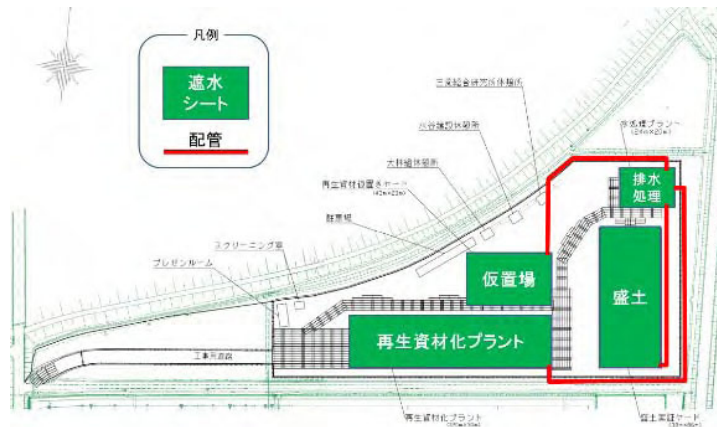
大気中放射能濃度の測定結果(検出下限値を超える測定値の範囲)

# 処理水（排水）（1/2）

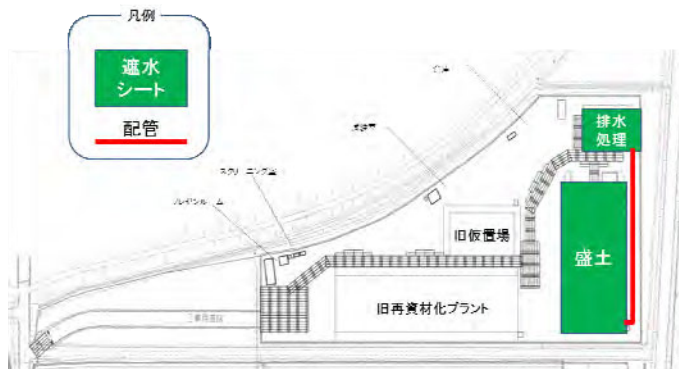
## 【処理水（排水）】

- 降雨等により発生した水等の排水を処理するため、排水処理設備を設置。
- 凝縮沈殿処理、pH調整及び砂ろ過を実施後、南相馬市関連の排水基準に従い、公共水域へ放流。

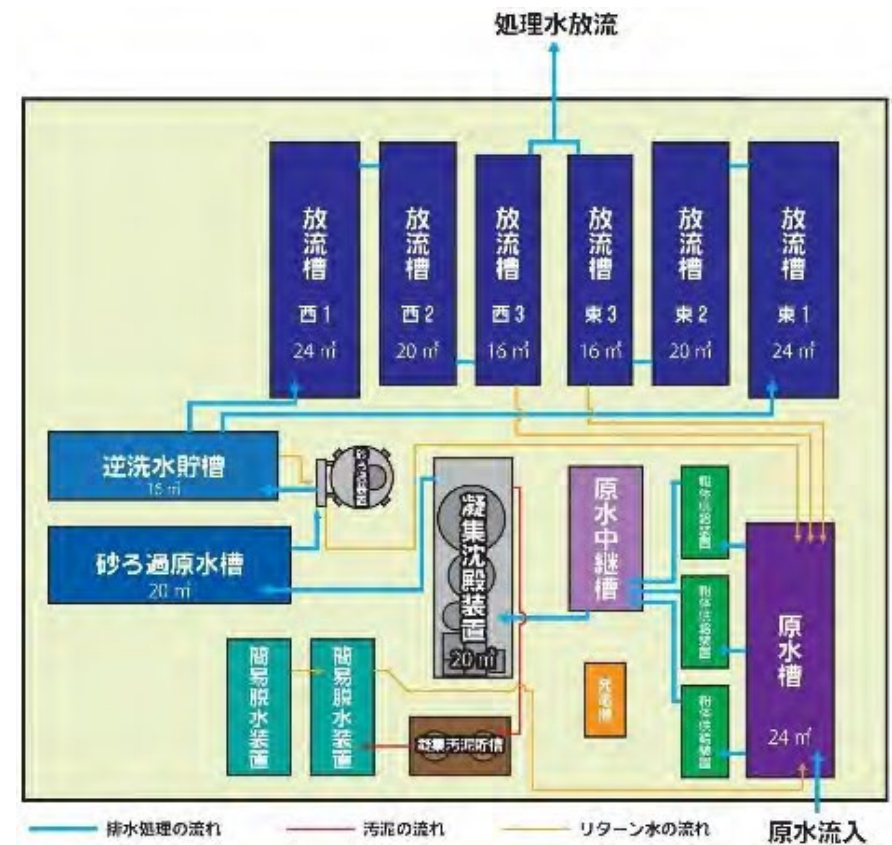
①平成29年8月までの実証ヤード平面図



②平成29年9月以降の実証ヤード平面図



排水処理設備の設置位置



排水処理設備図



# 処理水（排水）（2/2）

処理水の放射能濃度等の測定結果

項目	4月					5月					6月									
	7日	14日	19日	26日	28日	13日	15日	16日	25日	30日	1日	2日	7日	12日	14日	19日	20日	22日	23日	28日
放射能濃度(Bq/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検出下限値	4.97	5.44	5.55	5.3	5.43	6.76	7.13	6.62	8.47	5.63	5.57	5.93	5.46	5.5	5.5	5.5	5.57	5.36	5.36	5.63
水素イオン濃度(pH)	7.69	7.94	7.99	7.85	8.02	7.83	8.56	8.28	7.45	7.29	7.66	8.15	7.56	7.7	7.66	7.86	8.38	8.26	7.92	7.59
浮遊物重量(SS量)	10.2	8.7	4.6	0.7	3.0	1.6	5.5	4.9	4.4	1.3	7.0	17.9	0.2	0.0	7.4	7.9	11.4	11.4	13.3	3.7

項目	7月										8月				
	3日	4日	5日	18日	19日	24日	25日	26日	28日	31日	2日	8日	9日	21日	31日
放射能濃度(Bq/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検出下限値	5.53	5.32	5.53	5.99	5.46	5.77	5.57	5.54	5.39	4.48	5.48	5.79	6.48	5.92	5.86
水素イオン濃度(pH)	7.46	7.18	7.29	7.74	7.53	7.67	7.52	7.47	8.04	7.64	7.17	7.51	7.30	7.70	7.70
浮遊物重量(SS量)	6.8	8.9	14.3	5.7	4.7	3.6	3.7	4.4	0.8	4.4	0.4	6.8	10.5	4.9	1.0

項目	9月					10月			12月
	7日	19日	20日	28日	29日	20日	30日	31日	22日
放射能濃度(Bq/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
検出下限値	6.03	6.00	6.07	5.98	5.80	5.96	5.90	5.96	6.05
水素イオン濃度(pH)	7.71	7.82	7.53	7.63	7.29	7.56	7.85	7.36	7.59
浮遊物重量(SS量)	1.2	0.1	1.9	3.2	1.2	4.8	1.5	2.1	0.0

- これまでの放射能濃度の測定では、Cs-134、Cs-137ともにすべてND(検出下限値未満)である。
- 表中に記載の検出下限値はセシウム合計に対する値である。
- 浮遊物重量(SS量)は、ポータブル濁度計での測定値。定期的に別途計量機関で浮遊物重量(SS量)を計測。
- 平成29年11月以降はまとまった降水がほとんどなく、平成29年12月22日の放流後、平成30年2月まで放流はない。

なお、各項目の放流基準(管理値)は右表のとおり。

計測管理項目	単位	放流基準(管理値)
放射能濃度(Cs-134)	Bq/L	60 以下
放射能濃度(Cs-137)	Bq/L	90 以下
水素イオン濃度(pH)	—	5.8~8.6
浮遊物質量(SS量)	mg/L	50 以下

計測管理項目及び放流基準

# 盛土浸透水

## 【盛土浸透水の集水方法】

- 浸透水集水設備により、試験盛土の内部を浸透する雨水等を、再生資材部分と新材部分に分けて盛土底部で集水
- 集水層に溜まった浸透水を、ポンプを用いてタンクに集水・採取

## 【浸透水の放射能濃度(概要)】

- 浸透水の放射能濃度の測定はGe半導体分析器により実施。
- 平成29年8月末に盛土が完成し、その後、平成29年9月から平成30年2月末まで上記の分析結果はすべて**検出下限値未満**。(検出下限値 Cs-134:0.248~0.293Bq/L、Cs-137:0.287~0.331Bq/L)
- 再生資材を利用した盛土の浸透水中に含まれる放射性物質の濃度が、検出下限値未満であることを確認した。



浸透水の集水設備の概観

# (参考) 地盤の状況 (1/2)

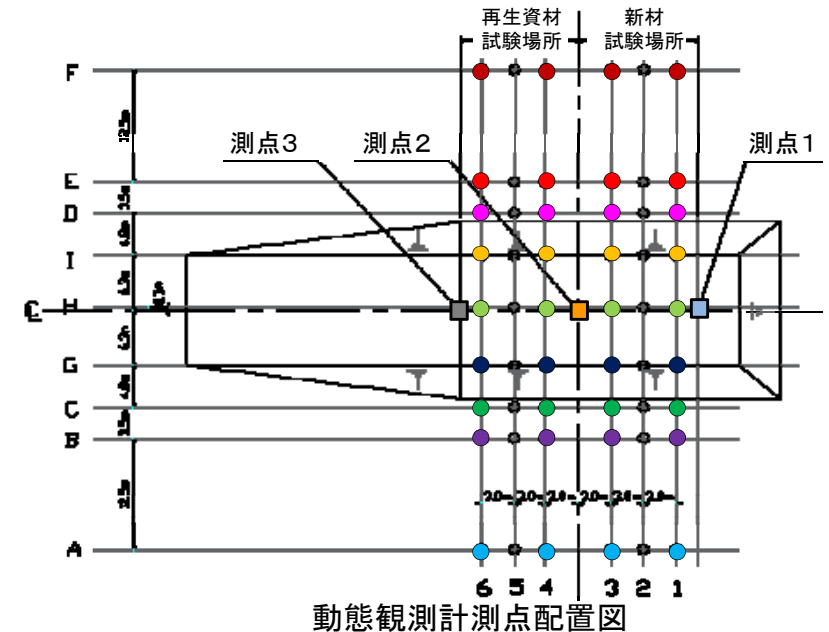
## 【概要】

- 軟弱な地盤であったため、基盤面及び周辺地盤の沈下を計測しながら、安全に配慮し試験盛土の構築を実施。
- 基盤面の沈下は発生したが、盛土においては、十分に締め固めをしながら施工が可能であった。
- 試験盛土完成後のモニタリングにおいて、基盤面及び周辺地盤の沈下に伴う放射線安全に関する悪影響は確認されなかった。なお沈下は収束する傾向を確認。

## 【動態観測 (基盤面・周辺地盤)】

- 計測期間：
 

基盤面 (測点1, 2, 3)	H29.4.13～
周辺地盤 (A1～F6)	H29.4.27～
盛土天端 (GHIライン)	H29.9.15～
- 測点1～測点3では基盤面沈下量、計測ライン1～6では水平変位量と沈下量を計測
- 覆土工及び張芝工後、計測ラインGHIにおいて天端部の変位量を計測



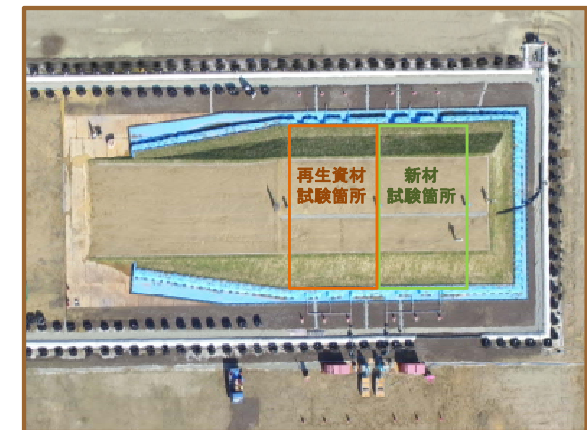
## 【状況写真】



盛土施工状況(2層目)



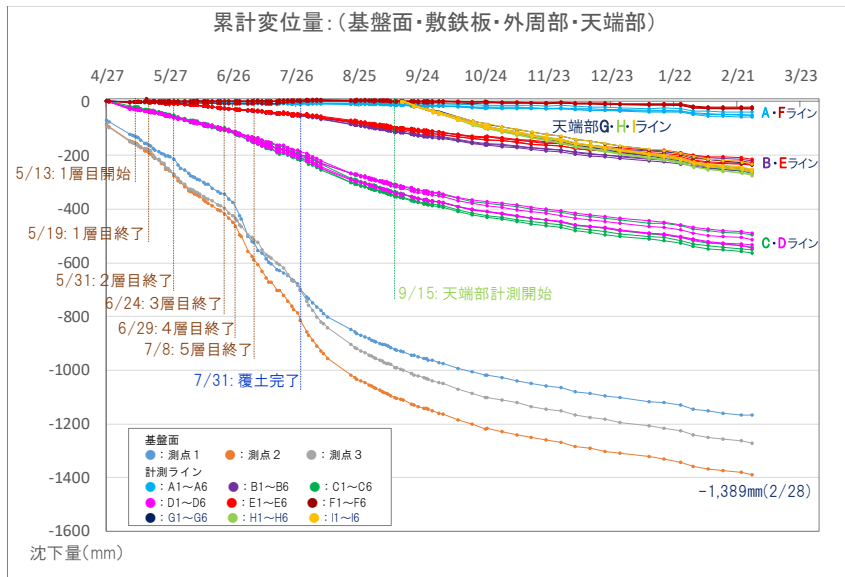
転圧状況(4層目)



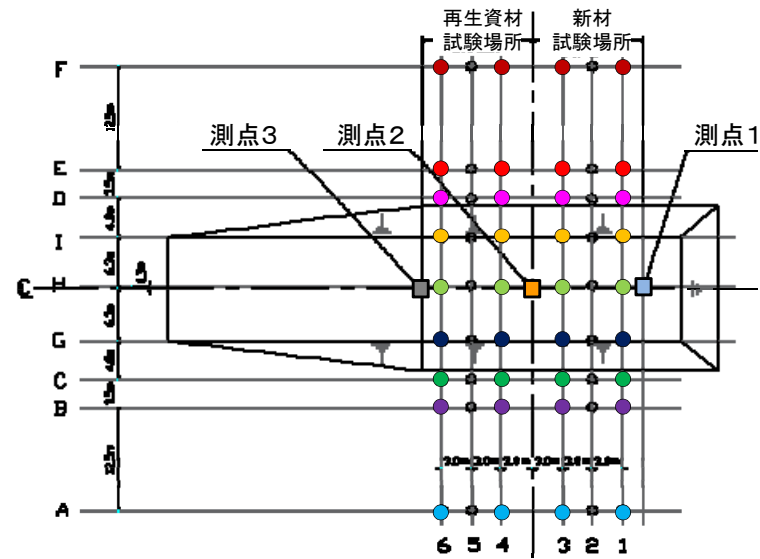
盛土完成後

# (参考) 地盤の状況 (2/2)

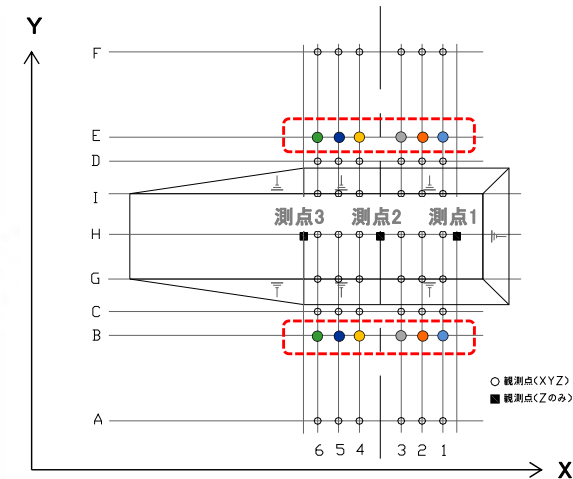
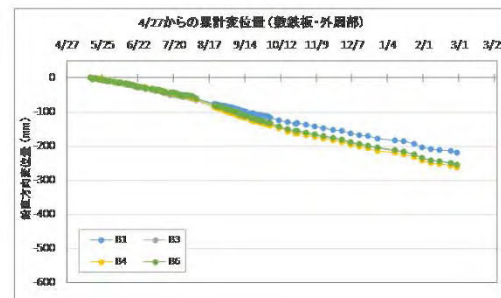
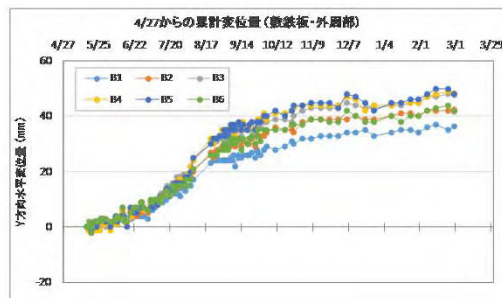
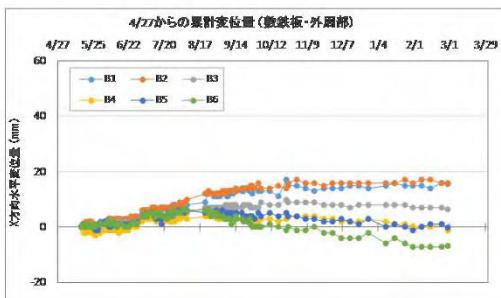
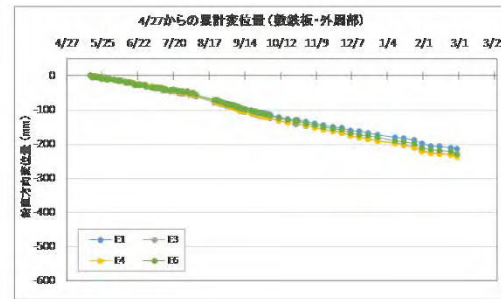
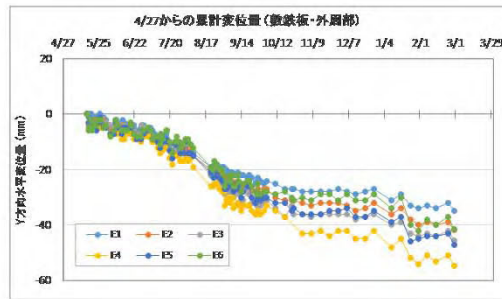
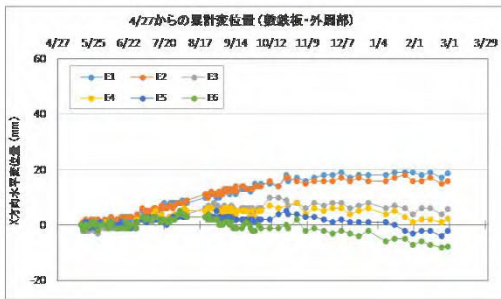
## 【盛土基盤面の累計沈下量】



## 【計測点配置図】



## 【水平変位及び鉛直変位の経時変化 (計測ラインB・E)】

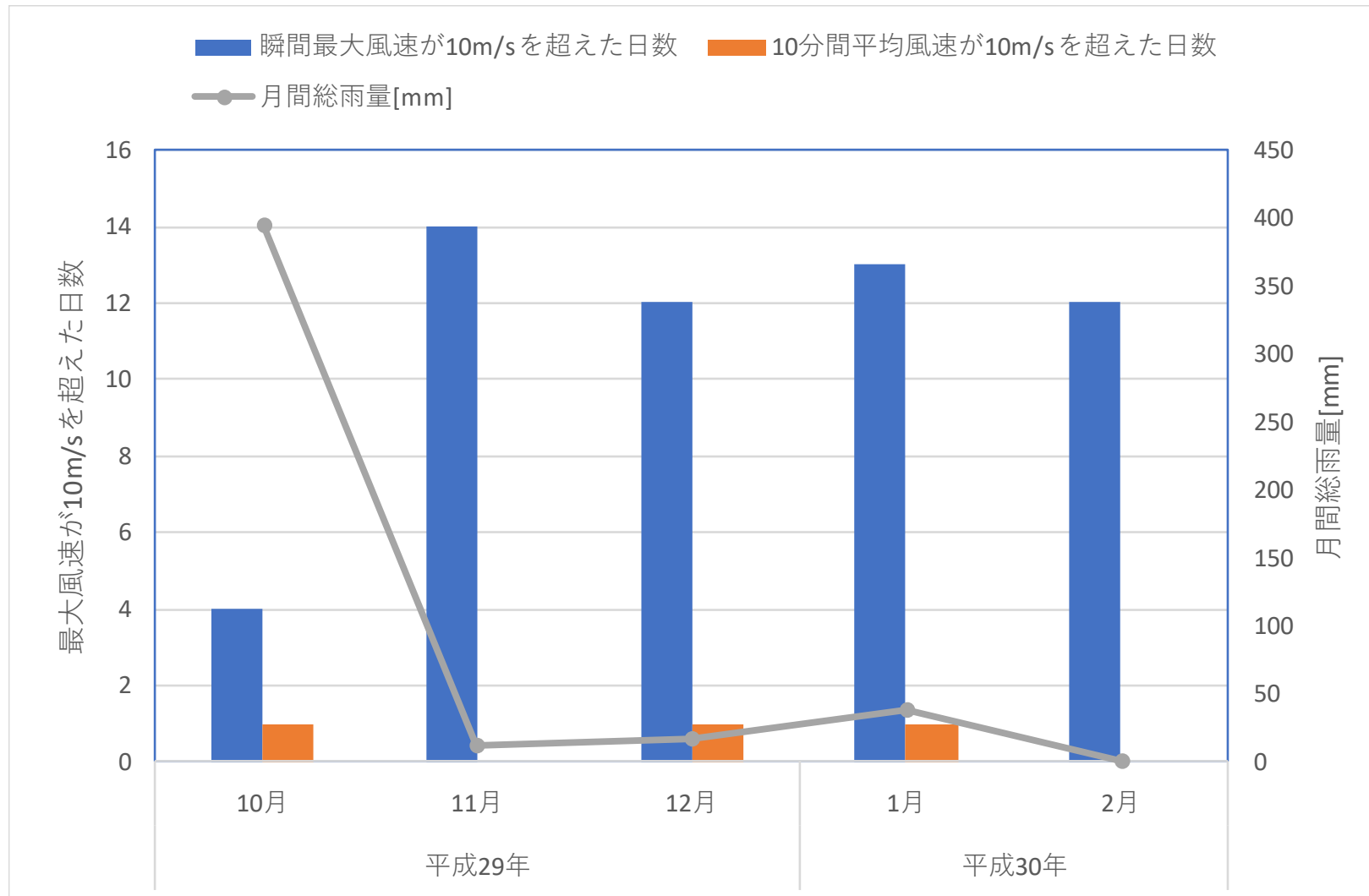




# (参考) 風速・降雨量

## 【風向・風速】

- 実証ヤード内に設置した風向・風速計(1台)により風向・風速を測定。
- 平成29年10月は台風等のため降雨量が多かった。
- 平成29年11月から平成30年2月は降雨量が少なく、強風が吹いた日が多かった。



# 実証事業における主な確認結果と課題

## 【南相馬市における実証事業】（確認結果と課題）

- ・再生資材化した除去土壌等を用いた盛土構造物を造成し、その後一定期間、盛土構造物のモニタリングを実施
- ・複数のスクリーニング方法等を比較検証し、一定の精度で測定可能なことを確認
- ・除去土壌中に混入している岩石、コンクリート塊等の分別、再生利用方法について要検討
- ・改質材、改良材の添加によりセシウムの溶出に変化がないことを確認
- ・タグ情報（地目）により、土質（細粒分比率）の推定はある程度可能であることを確認。  
ただし、限定的なデータであるため、地目と土質の関係についてデータの蓄積が必要
- ・管理目標値を上回る締め固めが可能であることを確認。
- ・外部被ばく線量は、外部被ばく線量評価の範囲内に収まることを確認
- ・大気中放射能濃度、空間線量率は施工前、施行中において大きな変動がないことを確認

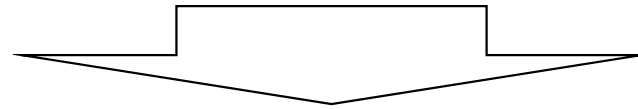
# 飯舘村における実証事業

# 飯舘村長泥地区における取組

## 経緯

平成29年11月20日 飯舘村が環境省に対し、環境再生事業の実施を要望

- 現在国において検討中の除去土壌の再生利用の知見を生かしつつ、村内の除去土壌の再生利用も含め、長泥地区の土地造成・集約化を通じた環境再生を行うこと。
- 環境再生後の長泥地区において、園芸作物や資源作物の栽培等による長期的な土地利用が可能になるよう、有効な支援を行うこと。



平成29年11月22日 飯舘村、同村長泥行政区、環境省で以下の合意事項を確認

- 環境省及び飯舘村は、今後、長泥地区における除去土壌の再生利用を含む環境再生事業を通じて、長泥地区の復興のみならず、飯舘村、福島県の復興に貢献する。
- 環境省、飯舘村及び長泥行政区が連携して、有識者の意見を踏まえ、安全・安心に十分配慮しながら、実証事業に着手する。

## 当面の対応

- 環境省は、安全・安心に配慮して事業を進めるため、飯舘村内の除去土壌の状態、造成した土地の利用方法等を踏まえ、有識者による検討会において、再生利用の方法について検討する。
- 環境省は、除去土壌の資材化及び再生資材を利用することについて、まず実証事業を行い、安全性を確認する。実証事業の具体的な内容等について、飯舘村の要望書を踏まえ、園芸作物や資源作物の栽培等について、今後、飯舘村及び長泥行政区ならびに関係機関と調整を進める。



# 飯舘村における実証事業概要

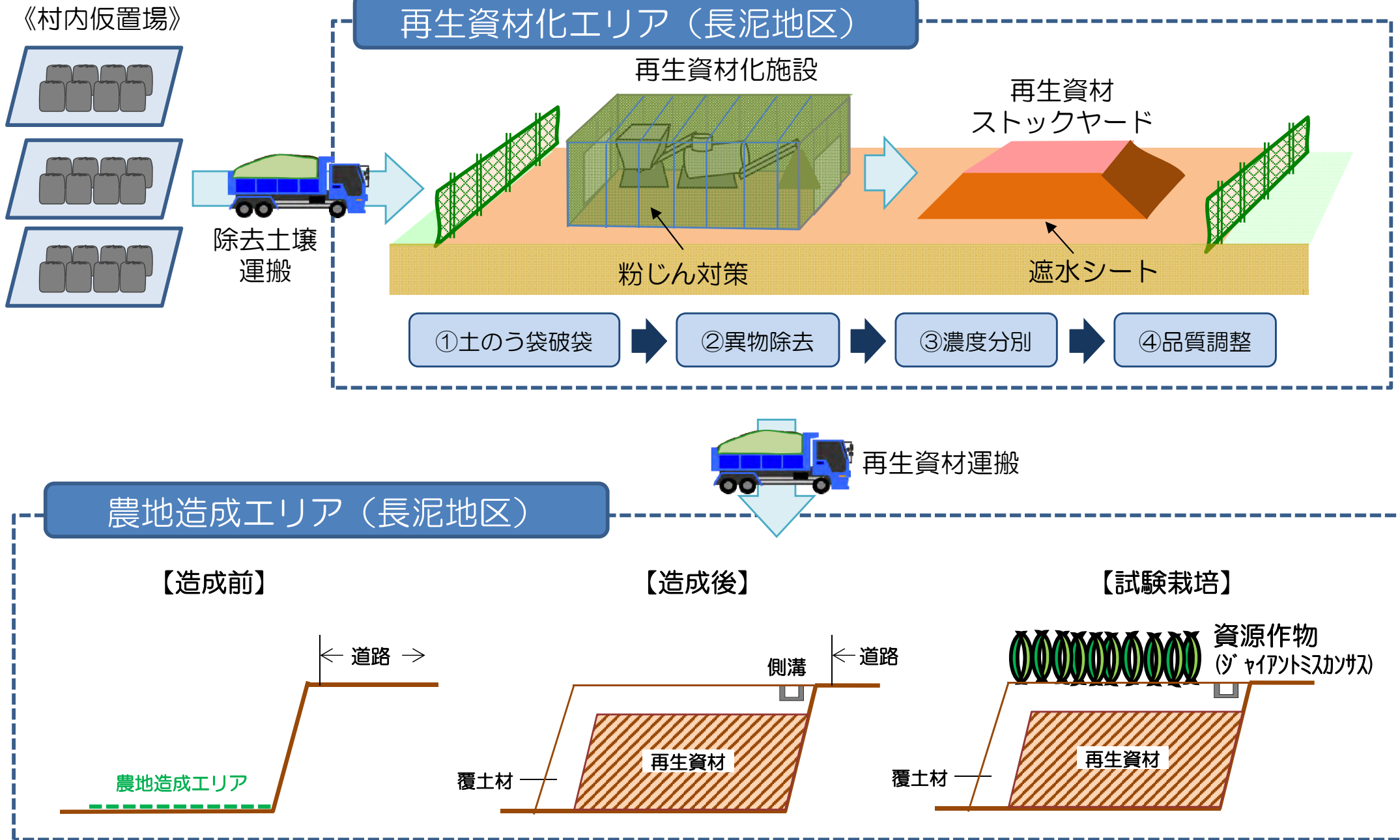
## 【事業概要】

- 飯舘村長泥地区において、村内仮置場に保管されている除去土壌を再生資材化し、農地造成の実証事業を行う。
- 実証事業は長泥地区内の2つのエリアで実施
  - 除去土壌の再生資材化施設及び資材のストックヤードのエリア
  - 農地造成を行うエリア
- 村内仮置場の除去土壌を再生資材化施設において、大型土のう袋の破袋、異物除去、放射能濃度分別等により再生資材化
- 再生資材を農地造成エリアに運搬し、農地の嵩上げ材として利用
- 造成した農地において、園芸作物、資源作物の試験栽培を実施

## 【技術的確認項目】

- 再生資材を農地造成の埋立材・充填材として利用する場合の土木的適用性の確認、放射線安全性の確認
- 園芸作物、資源作物による再生資材からのセシウム移行係数の確認





# 実証事業イメージ



※実証事業中は適宜、放射線モニタリング等を実施

# 実証事業スケジュール(案)

- 平成30年度事業実施
- 現地にて、再生資材化、農地造成、試験栽培の実証試験を実施

項目	平成30年度		
	7月	10月	1月
発注公告 計画・準備			
再生資材化			
造成、栽培実証			
放射線計測等			

# 二本松市における実証事業

# 二本松市における取組

## 経緯

- 平成28年11月 実証事業を積み重ねる観点から、南相馬実証事業を紹介  
二本松市における実証事業の可能性を聴取  
→ 二本松市において検討開始
- 平成29年 2月 地元行政区から「調査について了承」  
→ 二本松市と環境省で事業内容の検討
- 10月 6日 地元行政区説明会において了承
- 12月 5日 二本松市議会議員協議会において事業概要を説明
- 12月27日 周辺行政区に事業概要を回覧(全39班、計341世帯)

平成30年2月6日 二本松市における実証事業の企画競争公示

3月1日 企画提案会



# 二本松市における実証事業概要

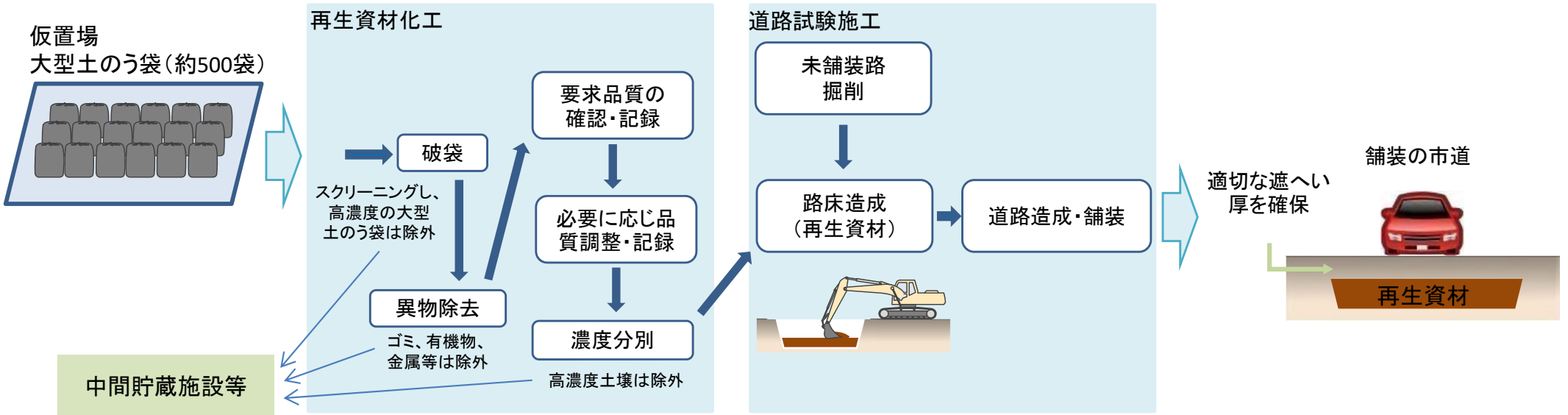
## 【事業概要】

- 仮置場内の大型土のう袋(約500袋)の除去土壌を用い、仮置場内で再生資材化の実証試験を実施
- 再生資材を市道(約200m)において、適切な遮へい厚を確保して、路床材として利用。上部を舗装し、道路として利用
- 実施に当たっては、放射線モニタリング、飛散・流出の防止等の環境対策を実施
- 再生資材化後は、再生資材化設備を撤去。再生資材を利用した道路を一定期間、モニタリング

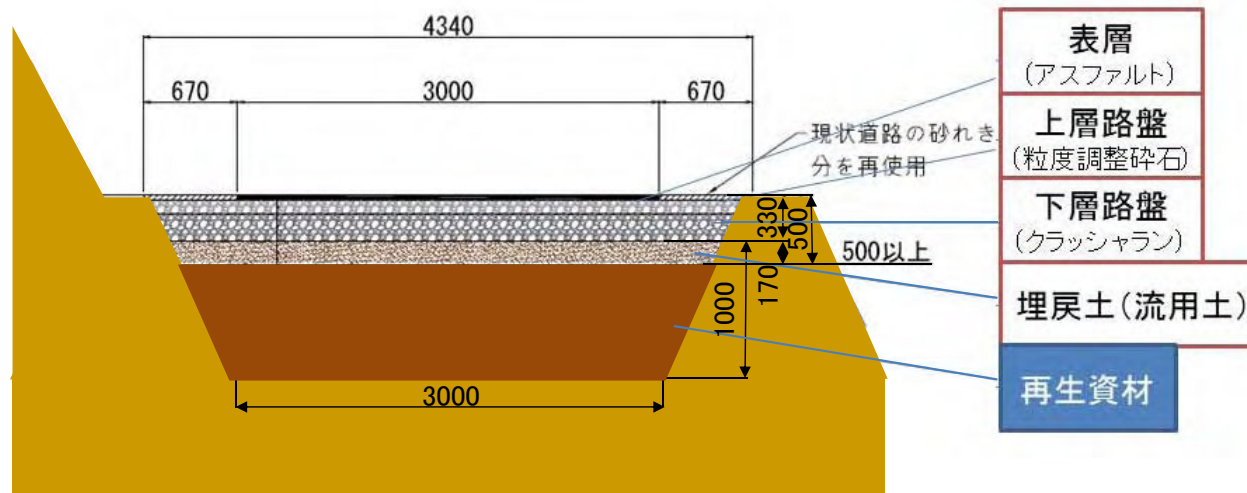
## 【技術的確認項目】

- 再生資材を道路盛土の路床材として利用する場合の土木的適用性の確認、放射線安全性の確認

# 実証事業イメージ



※実証事業中は適宜、放射線モニタリング等を実施



道路断面の模式図

# 実証事業スケジュール（案）

- 平成30年2月6日：公示、2月27日：企画提案募集締切、3月末：契約（予定）
- 対象土壌の調査を実施し、それを踏まえて、再生資材化、道路施工を実施

項目	平成30年度		
	7月	10月	1月
計画・準備	[Blue bar spanning from July to October]		
再生資材化		[Blue bar spanning from October to January]	
道路試験施工			[Blue bar spanning from November to January]
放射線計測等	[Blue bar spanning from July to January]		

※工事説明会を実施後、着手