

「前例のない災害(東日本大震災津波災害)」と「前例のない挑戦(がれき早期処理)」

— 迅速な復旧・復興事業を可能とするために —

がれき利用による「緑の墳丘・回廊」構想

企 画 提 案

平成 23 年 5 月

NPO法人社会基盤ライフサイクルマネジメント研究会

NPO法人日本PFI・PPP協会

企画提案内容

第Ⅰ章 がれき利用による「緑の墳丘・回廊」構想

1. 構想の前提

- (1) 概要
- (2) 復旧対応策と緊急度
- (3) 「がれき」の考え方

2. がれき利用による「緑の墳丘・回廊」構想

- (1) 前例のない挑戦：災害廃棄物の考え方
- (2) がれき埋め込み部
- (3) 盛土部
- (4) 墳丘・回廊の形状と機能

3. 本構想適用の可能性評価

- (1) 宮城県南部海岸地域
- (2) 宮城県北部

第Ⅱ章 リスクマネジメント

1. 設計・施工段階の対応

- (1) 環境対策
- (2) 堤体安定対策

2. モニタリング及び維持管理

3. 技術的付帯事項

第Ⅲ章 事業的課題

1. 事業推進のポリシー

2. 本構想事業コストおよび工程

3. 用地取得問題

4. 法制度（規制緩和、特別措置法、特区制度等の適用）

5. 事業手法と資金調達

6. 地域への貢献

第Ⅳ章 まとめ

第I章 がれき利用による「緑の墳丘・回廊」構想

1. 構想の前提

- ① 「がれき」と海水の混ざった土の両方を有効に使う
- ② 将来の安全・安心と心の安らぎに寄与する多目的の丘を
- ③ 地元で、出来るだけシンプルかつ迅速に築き
- ④ 復旧・復興を1日も早く軌道に乗せることを前提に
- ⑤ 官民連携の事業化手法の可能性の検討も含めて

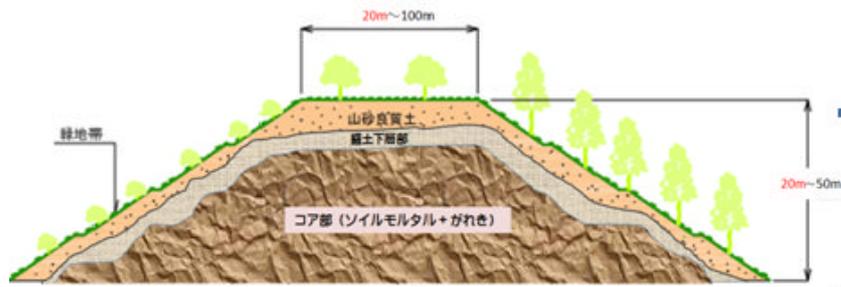


図-1 災害廃棄物有効利用のイメージ

(2) 復旧対応策と緊急度

- ① 一日も早くがれき等を処理し（赤）、
- ② 生活を再建し（青）、
- ③ そして心の安らぎ（緑）と
- ④ 安全・安心（紫）を得て、
- ⑤ 産業復興・経済活性化し（茶）、「希望のある未来を！」、と繋がっていくことを期待して。

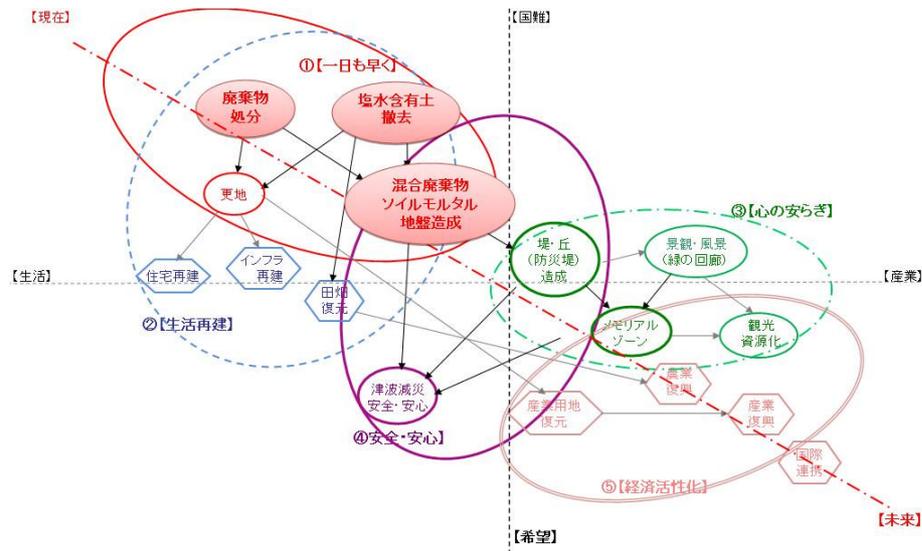


図-2 復旧対応策・緊急度関連図

(3) 「がれき」の考え方

災害廃棄物は次の3つの種類に分かれ、

- (1) 避難ごみ：避難生活に伴って発生する廃棄物
- (2) 地震廃棄物：地震に起因して発生する廃棄物（通称、山ごみ）
- (3) 津波廃棄物：津波に起因して発生する廃棄物（通称、海ごみ）

表-2 災害廃棄物の場外搬出と場内リサイクルの分別

カテゴリー	場外搬出処分			現地墳丘・回廊築造リサイクル	
	有害物(有償処分)	リサイクル品(無償処分)	廃棄物処分	コア遮水部埋戻し	コアハイブリッド部埋戻し
家屋・家財ごみ	有害廃棄物(アスベスト、PCB等)	家電製品、家屋周辺構造物(鉄等)	マットレス、庭木(草木)	解体家屋、家電製品、家具、大型ごみ、畳、庭木(太木)、家屋周辺構造物	家屋周辺構造物(瓦礫)
車		自動車			
津波浸水ごみ		【海水を被った物】 家電製品	【海水を被った物】 マットレス、 庭木(草木)	【海水を被った物】 家具、大型ごみ、畳、 庭木(太木)	
津波倒壊ごみ	【海水を被った物】 有害廃棄物(アスベスト、PCB等)	【海水を被った物】 家電製品、家屋周辺構造物(鉄等)	【海水を被った物】 マットレス、庭木(草木)	【海水を被った物】 解体家屋、家具、大型ごみ、畳、庭木(太木)、家屋周辺構造物	【海水を被った物】 家屋周辺構造物(瓦礫)
津波堆積汚泥			基本的にはエリアごとに取り扱う必要がある	基本的にはエリアごとに取り扱う必要がある	基本的にはエリアごとに取り扱う必要がある
車・船舶		自動車、バイク、解体船舶	自動車、バイク、船舶等	解体船舶	
大型物	個別対応が必要と考えられるタンク、飼料・肥料等	個別対応が必要と考えられるタンク(鉄等)	個別対応が必要と考えられるタンク、飼料・肥料等	個別対応が必要と考えられる電柱	個別対応が必要と考えられる電柱
コンがら				コンクリートがら、アスファルトがら、廃瓦等	コンクリートがら、アスファルトがら、廃瓦等
草木類			生木等(草木)	生木等(太木)	

(廃棄物資源循環学会 災害廃棄物分別・処理戦略マニュアルより編集)

2. がれき利用による「緑の墳丘・回廊」構想

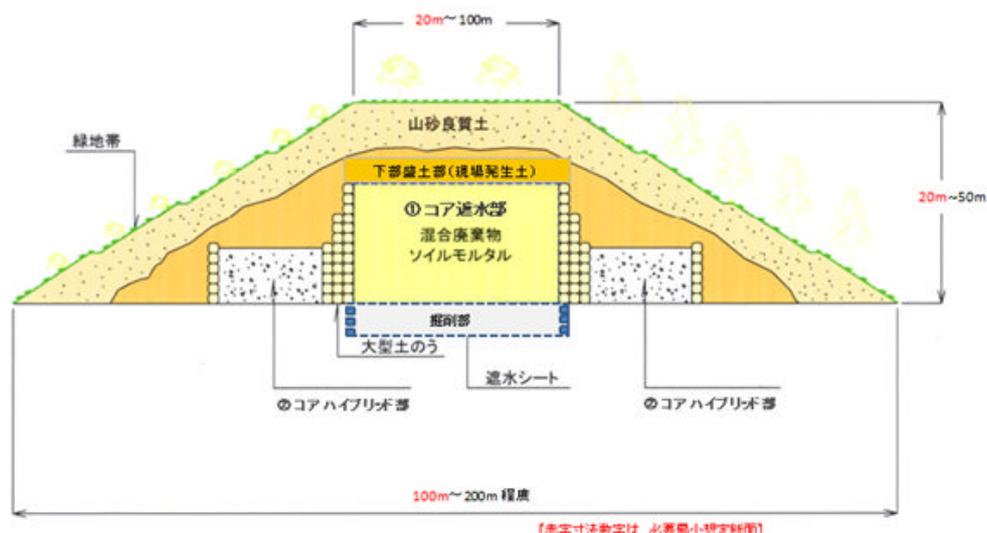


図-3 がれき利用による「緑の墳丘・回廊」断面図

(1) 前例のない挑戦：災害廃棄物の考え方

① 「がれき」：環境省「災害発生に伴う廃棄物特性の大別(2005)」

津波等複合災害での廃棄物：“多様な廃棄物が破壊、混在し、分別が困難な場合が多い”

② 「汚泥」：「がれき」と混ざって地表を覆い、また広大な田畑にそれが流れ込んでヘドロ化した土砂。さらに悪いことに、これらは間違いなく海水を含んでいる。



写真-1 「津波がれき」滞留状況

(2) がれき埋め込み部

「がれき」と「汚泥（塩分含有汚泥・土砂）」を埋戻すコア部

① コア遮水部（高流動化ソイルモルタル+混合廃棄物）

② コアハイブリッド部（低流動化ソイルモルタル+コンクリートガラ等）

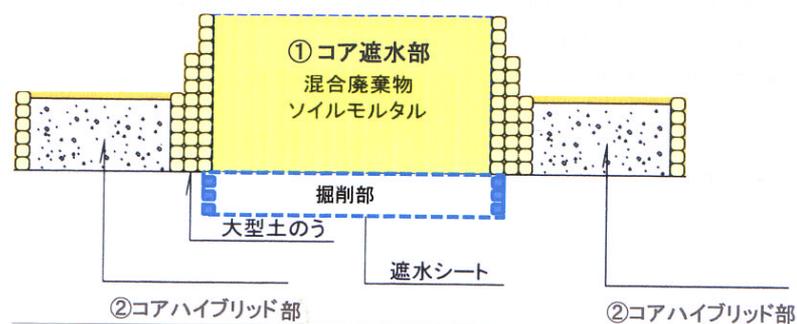


図-4 コア埋戻し断面図

① ソイルモルタルとは

ソイルモルタルとは、水で泥土化された粘性系土砂とセメントとの混合物で、通常流動化処理工法を呼ばれ、浚渫土等海水含有土などでも多くの実績がある。比重、フロー値、ブリージング、強度等で管理。粘性土砂の粘土鉱物含有量が重要で、ベントナイト等を添加する必要も。強度的には配合により柔らかい粘土から固い粘土の範囲で、透水性、圧密性等についても粘土

に近い挙動を示すことが知られている。

表-3 ReSM 工法による配合例

	セメント (kg)	水 (リットル)	土砂 (m ³)	強度 (N/m ²)	単位体積質量 (t/m ³)	備考
低強度	100	368	0.6	0.2~0.5	1.3~2.0	再掘削が可能な配合
中強度	200	237	0.7	0.5~1.0	〃	
高強度	別途			3.0以上	〃	
軽量	別途			0.2~0.5	0.6~1.2	気泡入り

(ReSM 工法協会パンフレット)

② コア遮水部 (高流動化ソイルモルタル+混合廃棄物)

その廃棄物に間違えて有害物質が混入する可能性→多重対策により、リスク管理を強化

- (1) ソイルモルタル (粘土に類似して不透水) に封じ込める
- (2) 防水シート等で遮水
- (3) 大型土のうおよびハイブリッド不透水部で遮水
- (4) 長期にわたる (例えば 30 年) 地下水および土壌のモニタリングと早期対応

③ コアハイブリッド部 (低流動化ソイルモルタル+コンクリートがら等)

コンクリート等の重量固体廃棄物を低流動性ソイルモルタルの中に埋め立てる。ソイルモルタル自身も硬質粘土程度の強度 →住宅や道路等に対する支持も期待。

④ がれき処分のフロー

- ・発生場所で明らかに無害と考えられる廃棄物
- ・仮置きして分別された廃棄物

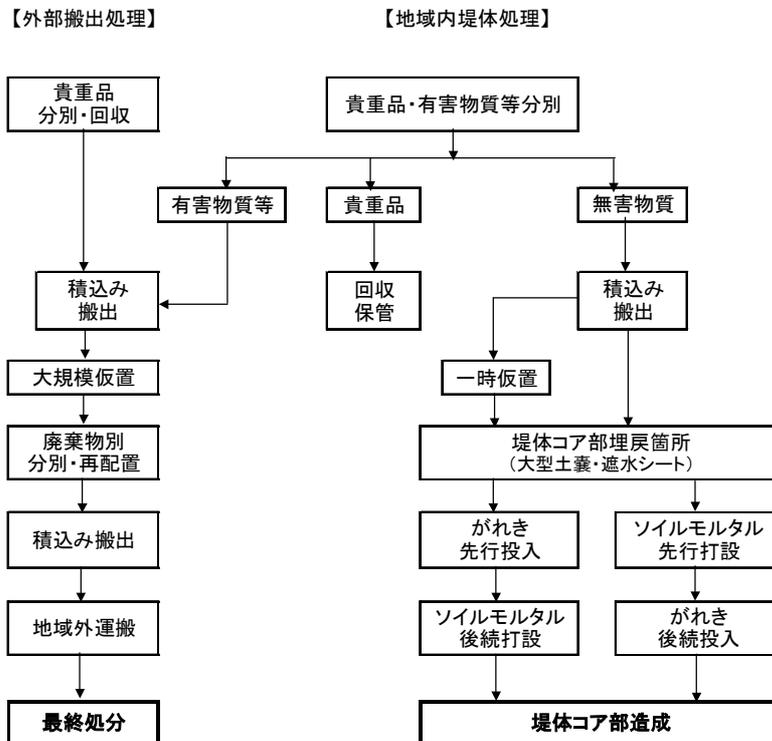


図-5 「がれき」処理のフロー

⑤ 「がれき」とソイルモルタルとの混合方法、

- ・「がれき」を先行して投入し、流動性の高いソイルモルタルをその空隙に流し込む。
- ・ソイルモルタルを先行して流し込み、「がれき」をその中に投入、沈降させる。

(3) 盛土部

砦（コア）構造物の上を盛土して丘または堤を造成することになるが、そのタイミングは、景観問題を除けば必ずしも時期は問わないということになる。

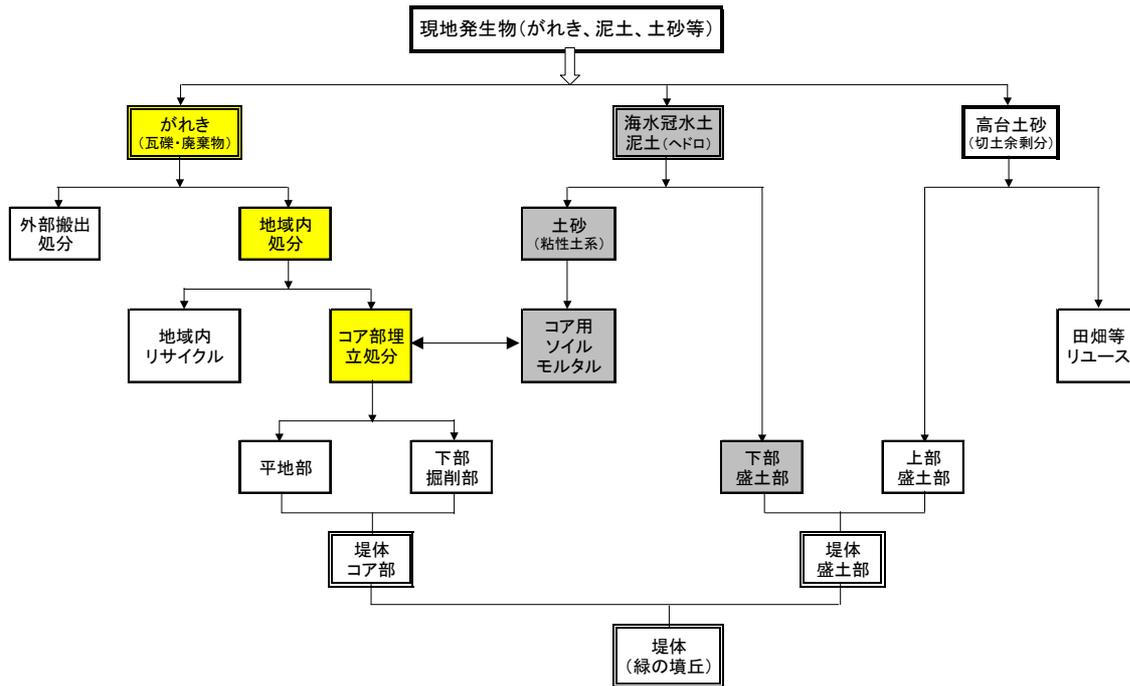


図-6 堤体造成のフロー

① 下部盛土部（現場発生土）

形状調整盛土で、材料としては津波災害現場で発生する土砂（近隣の津波冠水田畑の上部層入替え時の鋤取り土など）を有効利用。海水で軟弱化した土などはセメント改良材地盤改良。

② 上部盛土部（山砂良質土）

植生にふさわしい山土等を盛土し、植樹等を行って「緑の墳丘・回廊」は完成（現在復興構想会議による高台への移住案に伴う造成の切り土）

(4) 墳丘・回廊の形状と機能

① 大きさ

発生「がれき」（廃棄物）と粘性土系土砂（汚泥含む）の量によって、造れる堤・丘の大きさ、高さ、延長等の諸元が決まる。近隣自治体地域との授受調整により収支バランス可能。

② 形状と機能（様々な組み合わせ）

(1) 墳丘

- ・メモリアル公園機能（墳丘）

- ・避難誘導機能（減災機能）

(2) 回廊

- ・高潮防護機能（防災機能）
- ・避難誘導機能（減災機能）：所々高い部分を設け避難場所としても機能

3. 本構想適用の可能性評価

表－5 宮城県における本構想の適用性

項目	宮城県南部海岸農村地域	宮城県北部リアス海岸地域
地形的条件	北は仙台から南は千葉県銚子まで、約300km南北に続く太平洋東岸地域で直線的な海岸線の陸側は、平坦な水田等農地が広がっている。	三陸リアス式海岸の典型的な地形で、大きく食い込んだ湾内に小枝のように突き出た岬が、いくつかの小湾を形成している。その小湾に面した土地は山側に向かって三角形のように細まって行く。
津波の特徴	津波はほぼ南北に連なる海岸線に直角に押し寄せたと考えられる。このうち宮城県南部約40kmについても少なくとも5mを超える津波（すぐ南の福島県相馬港で約7mを観測）が襲ったのであろう。地形が平坦なこともあって、津波は海岸から4km前後遠くにもまで及んだが、冠水の状況は盛土構造（h=8m）の仙台東部道路を挟んで大きく異なる。	その地形に呼応して寄せた津波が高まっていき、谷に沿って奥まで津波が上っていく。三陸鉄道の基礎部分が流失しレールだけが空中に残されている光景は、津波の破壊力の凄まじさと復旧・復興の困難さを思わせる。
がれきの状況	がれき処理の対象はその道路の東側2～3kmの広大な地域が対象となるが、特徴としては ①その大部分は広大な冠水水田に車や家屋の一部が点在している状況であり、がれき処理よりもむしろ農耕地の潮害も含む復旧が課題と見受けられた。 ②海岸近くの町や集落部は家屋の残骸を中心に多くのがれきが集中している	水流が早かったと見えて、「がれき」は両側の山裾に押しやられ、その間の田畑と思しき平地は賽の河原のように、黄褐色の砂礫で埋まっているところも多い。 南三陸町中心や気仙沼市街地の損壊状況は甚大で、その「がれき」処理には多大の時間と費用が掛ると想定された。
仮置き場処分場	がれき仮置き場所としては、既設埋め立て処分場で処理可能ならばこれを使用するが、不可能ならば新たな処分場を設けるか本提案を採用。	市域の三方は山が迫っており、その斜面部分にまで津波が及び「がれき」が堆積しているため、仮置き場そのものを確保することが難しい。道路復旧のため右のものを左にという光景が散見された。既設埋め立て処分場で処理可能ならばこれを使用するが、不可能ならば、新たな処分場を設けるか本提案を採用。
交通アクセス	道路を始め道路アクセスは整備されており、一方人口密度は低く、廃棄物運搬に関わる交通障害は大きくないと考えられる。	沿岸鉄道が全滅で、地域交通は自動車交通に寄らざるを得ない。廃棄物をたびたび移動し、さらにそれら膨大な量を地域外に搬出することになると、その関連車両だけで道路交通麻痺が懸念される。仮設住宅が整い、地元に戻って生活再生を目指す地域住民に影響は大きい。
行政の対応方針	仙台東部自動車道路が津波を食い止めた点に注目し、こうした道路を海岸線と平行に数本走らせ、住宅はその内側に置き、堤防も厚くするとしているが、「がれき」の利用には触れていない。 仙台市部分では、「がれき撤去4月22日から開始」を市民に告知済み。	宮城県の北緯部海岸地域には膨大な廃棄物を処理する施設がなく、景観保全が求められる松島地区に処理場を建設する案も浮上している。域内低地部に防災公園を建設する案もあるが、「がれき」利用等具体的な方針は不詳。
構想の適用性	上記のように廃棄物処分環境は整っているが、堆積汚泥や冠水農耕地鋤取り土の対応については明確ではない。「がれき」再利用の観点から、以下を提案したい。 ①適度の避難用墳丘の築造（混合廃棄物使用） ②津波防止と道路機能を合わせた堤防（回廊）を海岸沿いに築造（コンクリートがら等を仮置き備蓄し可能な限り延長）	①適度の避難用墳丘の築造（混合廃棄物使用） ②津波防止機能（混合廃棄物使用）と道路機能（コンクリートがら等使用）を合わせた堤防（コンクリートがら等）

(1) 宮城県南部海岸地域

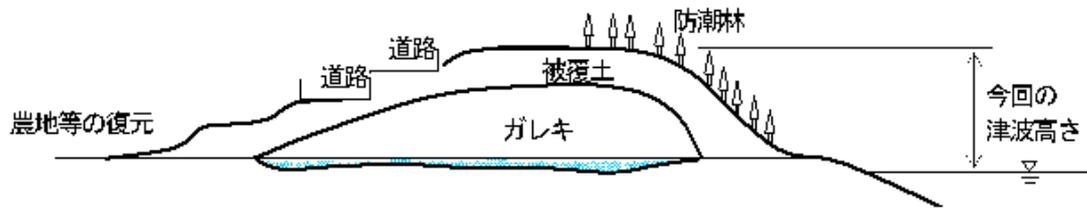
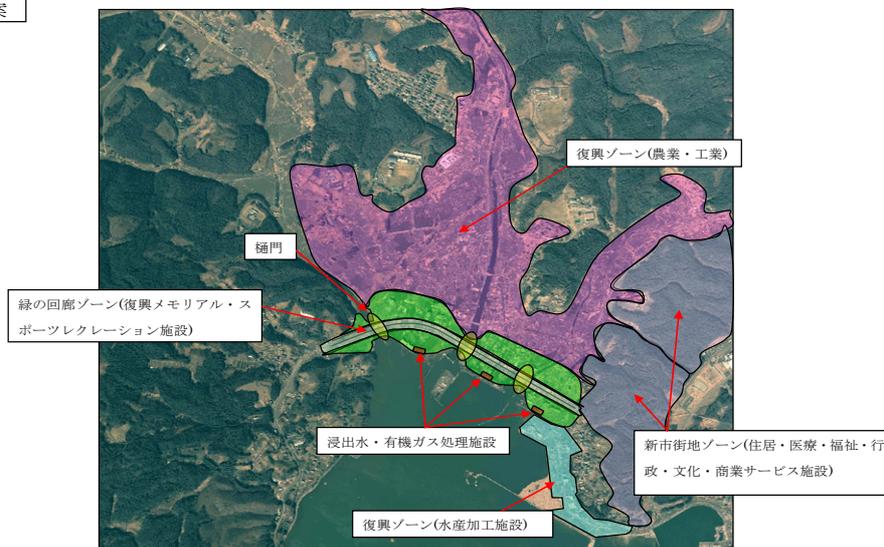


図-7 道路部を含む防潮堤(案)

(2) 宮城県北部

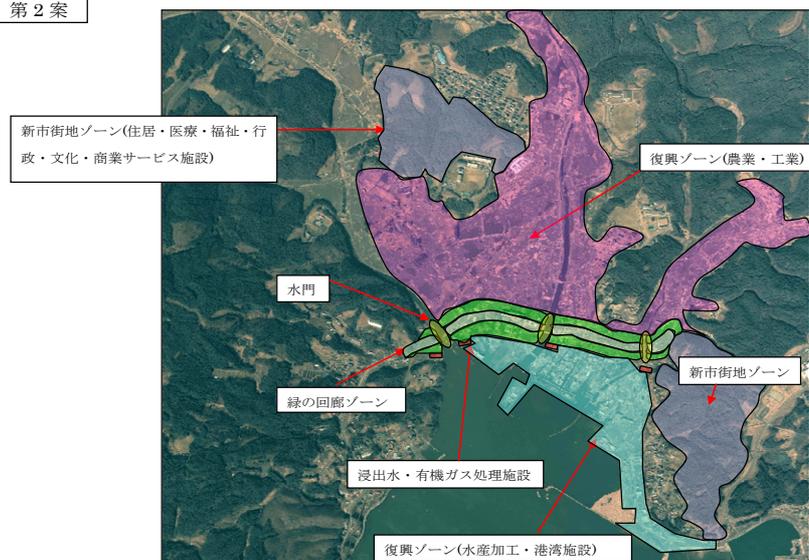
① 第1案：海岸線沿い回廊案

第1案



② 第2案：海岸部復興ゾーン形成案

第2案



第Ⅱ章 リスクマネジメント

1. 設計・施工段階の対応

(1) 環境対策

- ① 埋め立て「がれき」材料の汚染水溶出
 - (1) ソイルモルタルによる「がれき」の包み込み
 - (2) 止水板の設置
 - (3) コアハイブリッド部による遮水
- ② アスベスト等飛散有害物対策

(2) 堤体安定対策

- ① 沈下対策
 - (1) 現地盤の沈下
 - (2) 堤体自体の沈下
 - (3) セメント注入と載荷盛土
- ② 斜面の安定
 - (1) 定常的な高潮・高波対策
 - (2) 大規模津波対策
 - (3) 内水排水対策

2. モニタリング及び維持管理

(1) 事前調査ならびに計測機器等設置

- ① 事前調査項目（面的広がり of の概要把握）
- ② 必要施設の設置

(2) 定常状態のモニタリング

(3) 異常事態時の対応

- ① 自然現象的異常時
- ② 環境上・構造上の異常事態対応
- ③ 維持管理項目の見直し

3. 技術的付帯事項

(1) 海上プラントの可能性

(2) 港湾内廃棄物

(3) 上部構造物体対策

- ① 重量構造
- ② 民家等小規模建築物対応
- ③ 公共インフラ対策費

第三章 事業的課題

1. 事業推進のポリシー

- ① 4 Ps (Public People, Public Sector and Private Entity Partnership)
- ② QCDSE のバランスと VFM (Value for Money)
- ③ 持続性を重視したマネジメント (「五角形のコマ」理論)

2. 本構想事業コストおよび工程

- (1) 事業コスト
 - ① 事業コストの考え方
 - ② 建設工事費
 - ③ 維持管理・修繕費
 - ④ 用地費
- (2) 工程
- (3) 地域外最終処分案との比較

3. 用地取得問題

- (1) 住民合意の難しさ
- (2) いくつかの方法
 - ① 用地取得の手段
 - (1) 用地買収
 - (2) 新規開発予定の高台を含む別用地との換地
 - (3) 定期借地
(例えば事業期間 30 年間は一定の借地料を支払い、その後決められた額で買収)
 - ② 現土地保有者の立場

4. 法制度 (規制緩和、特別措置法、特区制度等の適用)

- (1) 災害廃棄物処分
 - ① 復興に伴う特別措置法適用への期待
 - ② 資産所有権
- (2) 堤体底地取得
 - ① 特区・特例措置
 - ② 行政イニシアティブ

5. 事業手法と資金調達

- (1) 事業手法
 - (1) 仕様発注方式
 - (2) 性能発注方式
 - (3) PPP (Public Private Partnership) 方式
- (2) 資金調達
 - ① 国家予算による場合
 - ② 民間資金の活用
 - (1) 国家予算による場合

(2) PFI 方式の場合

(3) 資金調達

6. 地域への貢献

(1) 雇用機会促進

① 「がれき」処理期間

② 墳丘・回廊事業の継続性

③ 維持管理・運営期間

(2) 新しい地域づくり（思いつくまま）

第IV章 まとめ

1. 政府の動き

(1) 復興構想会議検討部会意見集約（2011.5.12 朝日新聞朝刊）

(2) 菅政権が検討している「東日本大震災復興特別措置法」の要綱案

2. がれき利用による「緑の墳丘・回廊」構想のまとめ

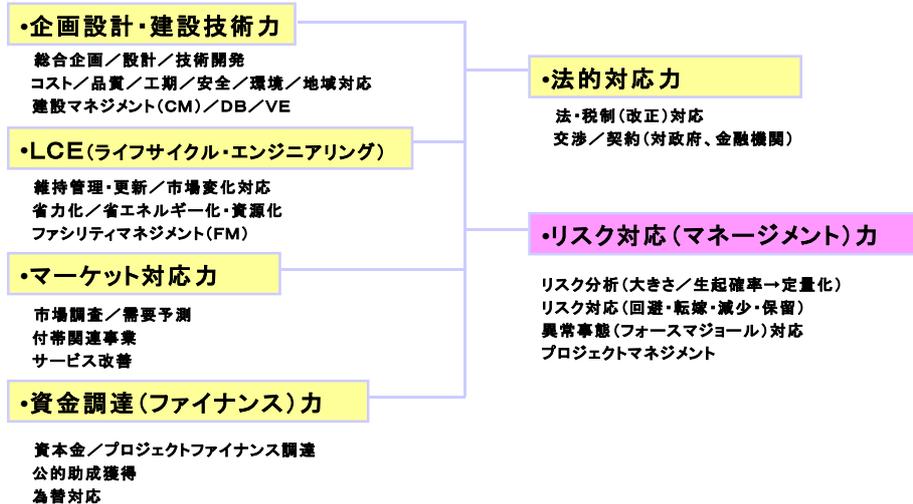
表-6 「緑の墳丘・回廊」構想の利点と問題点(場外処分と比較して)

項目	特徴	課題	対応策 (政府提案との整合性)
処理費用 (建設コスト)	少なくてすむ	分別のレベルによる	復興特区制度
処理期間	短くてすむ	分別のレベルによる	復興特区制度
処理中の環境負荷	交通公害問題、アスベスト飛散問題等緩和	がれきおよびソイルモルタル用粘性土の過不足	近隣自治体との調整
処理後の環境負荷	現行管理型処分場に準じる	有害物溶出・浸出リスク	多重安全対応策と完成後の長期にわたる維持管理
敷地所有権		所有権を移転問題、買収補償基準およびその財源	復興特区制度等土地利用制度見直し
他地域への影響	処理場問題、交通輸送問題は少ない		
復興総合計画		都市開発等が制約を受ける	全体構想の早期の合意
事業主体は	多様な形態が可能(自治体業務の軽減)		墳丘・堤体利用等含めてのPPP/PFI手法
成果物	3.11メモリアル・避難丘陵、防潮堤、公有地	リサイクル品無償利用	地域住民の評価

【参考】

PFI/PPP 事業マネジメント「五角形のコマ」モデル (Pentagonal Top Model)

建設施設をライフサイクル的にマネジメントするに当たっては、公共事業の PFI 事業化と同様、下図に示すような 6 つのマネジメント要因が重要となる。



これらの 6 つの要因を過不足なく展開していくためには、組織として右に示すような 6 つの「わざ」が満遍なく求められることになる。その 6 つの文字の偏は動く部位を示しており、それらの意味するところはキーワードとして示され、また米国 PM 基準としての PKBOK が掲げる 10 のマネジメントカテゴリーそれぞれに対応する。

Chinese Letter	Moving Part	Key Words	Managing Categories in PMBOK
技	Hand	skill technique experience	Project Quality Management Project Time Management
伎	Man	human relation team work motivation	Project Human Resource Management Project Communication Management
忒	Heart	policy & will enthusiasm philosophy	Project Scope Management
鈺	Money	finance	Project Cost Management Project Procurement Management
伎	Mouth	presentation negotiation contract	Project Procurement Management
絃	String	coordination integration risk & return	Project Risk Management Project Integration Management

各々の 6 つの事象が作る 2 つの「五角形のコマ (Pentagonal Top)」を想定

するとき、それぞれが作る 5 つの辺と軸がバランスをとって回り続けること (持続可能性) が重要となる。

