

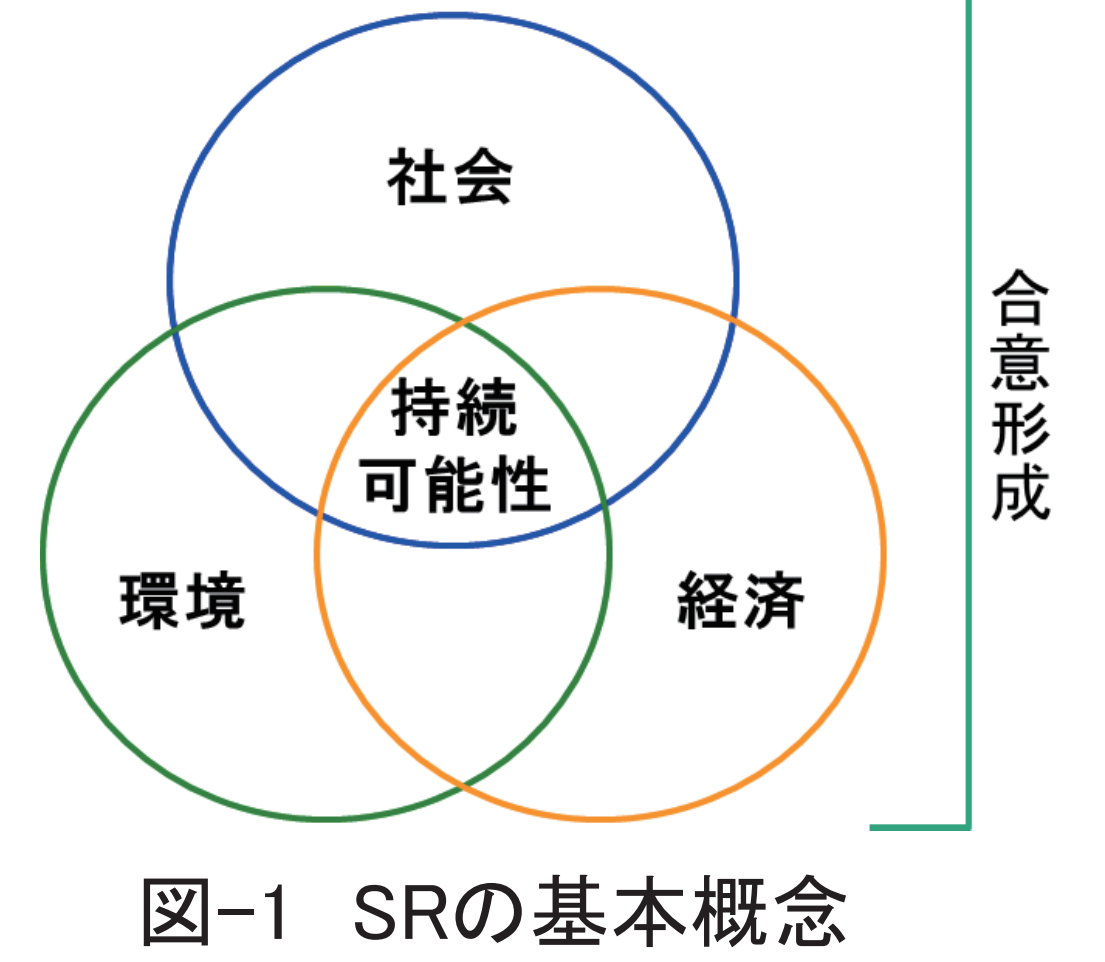
S2-33 サステイナブル・レメディエーション(SR)の取り組みと豪州での事例紹介

○水澤克哉¹・加藤明¹・佐藤徹朗¹・高畑陽¹・サステイナブル・アプローチ部会¹
¹ 土壤環境センター

1. はじめに

土壤汚染対策の新しい取り組みとして、環境面・社会面・経済面の3要素を評価し、最適な措置を選択する「サステイナブル・レメディエーション(SR)」が提唱され、各国の状況に応じた定義や評価方法の検討が進められている。我が国でも、環境・社会・経済の多面的な判断基準により合理的な対策方法を選定し、広く利害関係者間での合意形成を達成するアプローチの実現が望まれている。

土壤環境センターでは、平成26年度より開始した「サステイナブル・アプローチ部会」の中で「SR手法調査ワーキンググループ」として2年間活動を行い、海外のSR事例について文献調査を行うと共に、日本版SRのフレームワーク案を整備していき最初の取り組みとして浄化工法の選定を目的としたSR評価項目を作成した。平成28年度からは、「SR活用ワーキンググループ」として、引き続き海外での実施例について文献調査を継続すると共に、過去の2年間で整備した評価項目を具体的な浄化事例に適用するケーススタディを開始した。本報では、**オーストラリアでのSR評価手順について紹介**すると共に、**二年間で整備したSR評価項目を浄化事例に適用した結果**について概説する。



2. オーストラリアにおけるSR評価手順 (Guidelines for Consideration of Sustainability in Remediation of Contaminated Sites)

2.1 オーストラリア国防省におけるSR評価の概要

● 基本方針

- ① ヒトの健康・環境の保全
- ② 作業の安全性の確保
- ③ 環境・社会・経済面のバランスの確保
- ④ 修復方法の決定プロセスの文書化
- ⑤ ステークホルダー間の良好な利害関係の構築
- ⑥ 浄化メカニズムが明確である浄化手法の適用

汚染土壌・地下水に対して
持続可能性の高い措置を選択

※評価検討項目は表-1参照

表-1 持続性評価の指標

環境面	社会面	経済面
大気への影響	ヒトの健康と安全への影響	直接的費用及び利益
土壌への影響	公平性に対する考慮	間接的な費用及び利益
水への影響	近隣や地域への影響	雇用及び資産益
生態系への影響	地域社会の関与及び満足度	資金調達力
天然資源の使用 廃棄物の発生	政策に伴う法令遵守	存続期間 プロジェクトリスク
対象サイトの攪乱	不確実性と証拠の記録	プロジェクトの適応性

● SR評価手順(図-2参照)

土地の汚染状況を考慮し、**先に具体的な措置案を選定する**。その後3つの評価ステージに適合するかの確認を行うことでSR評価を実施する。**最初に汚染状況に応じた土地利用や開発方法を絞り込む**ことで、**SR評価検討前に持続性が低くて環境負荷やコストが大きくなる修復措置を排除することができる**。比較参考として図-3に欧米で用いられている一般的なSR評価手順を記載する。

豪州のSR評価手順

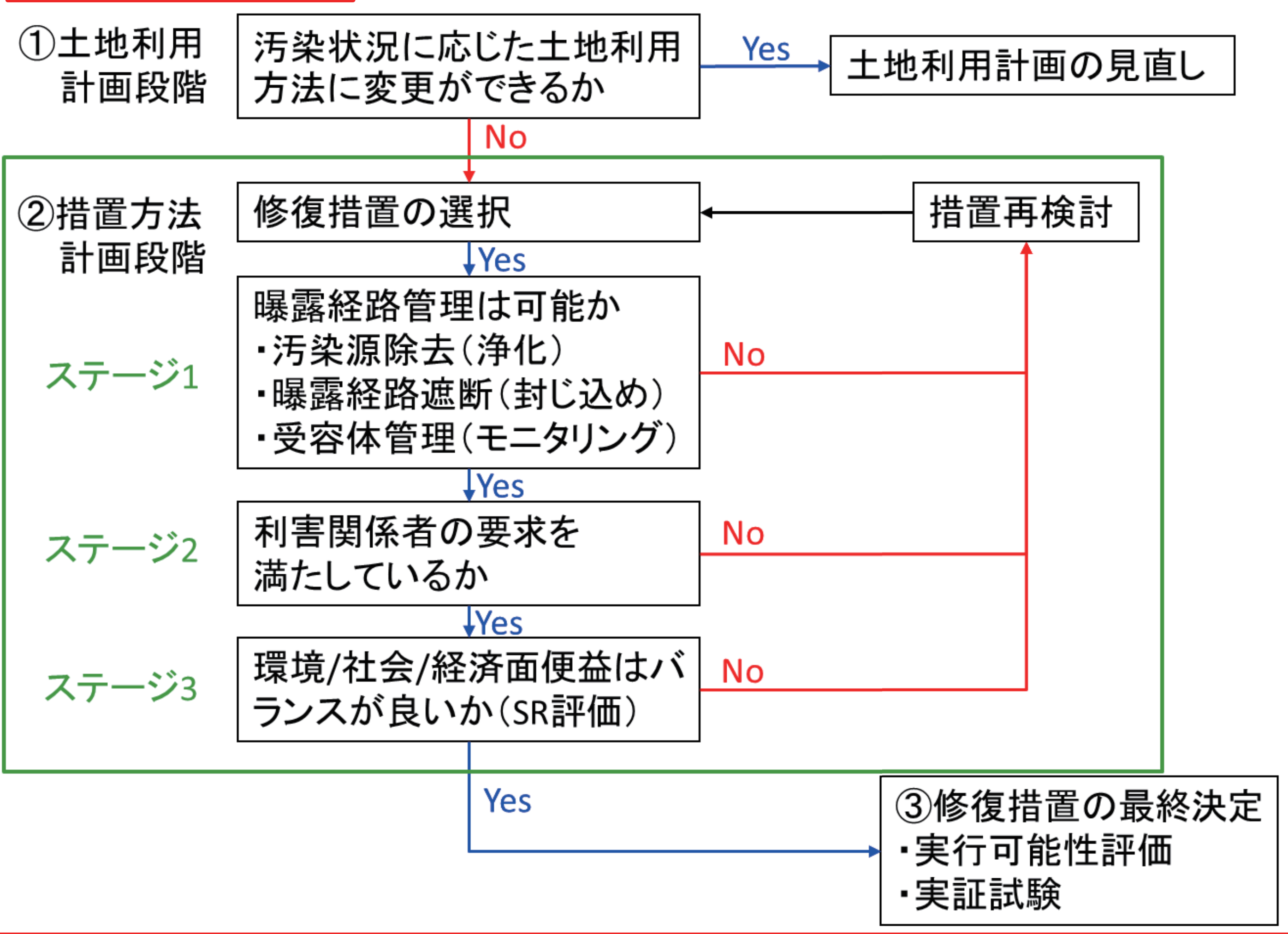


図-2 オーストラリア国防省による土壤汚染措置に対するSR評価手順

欧米のSR評価手順

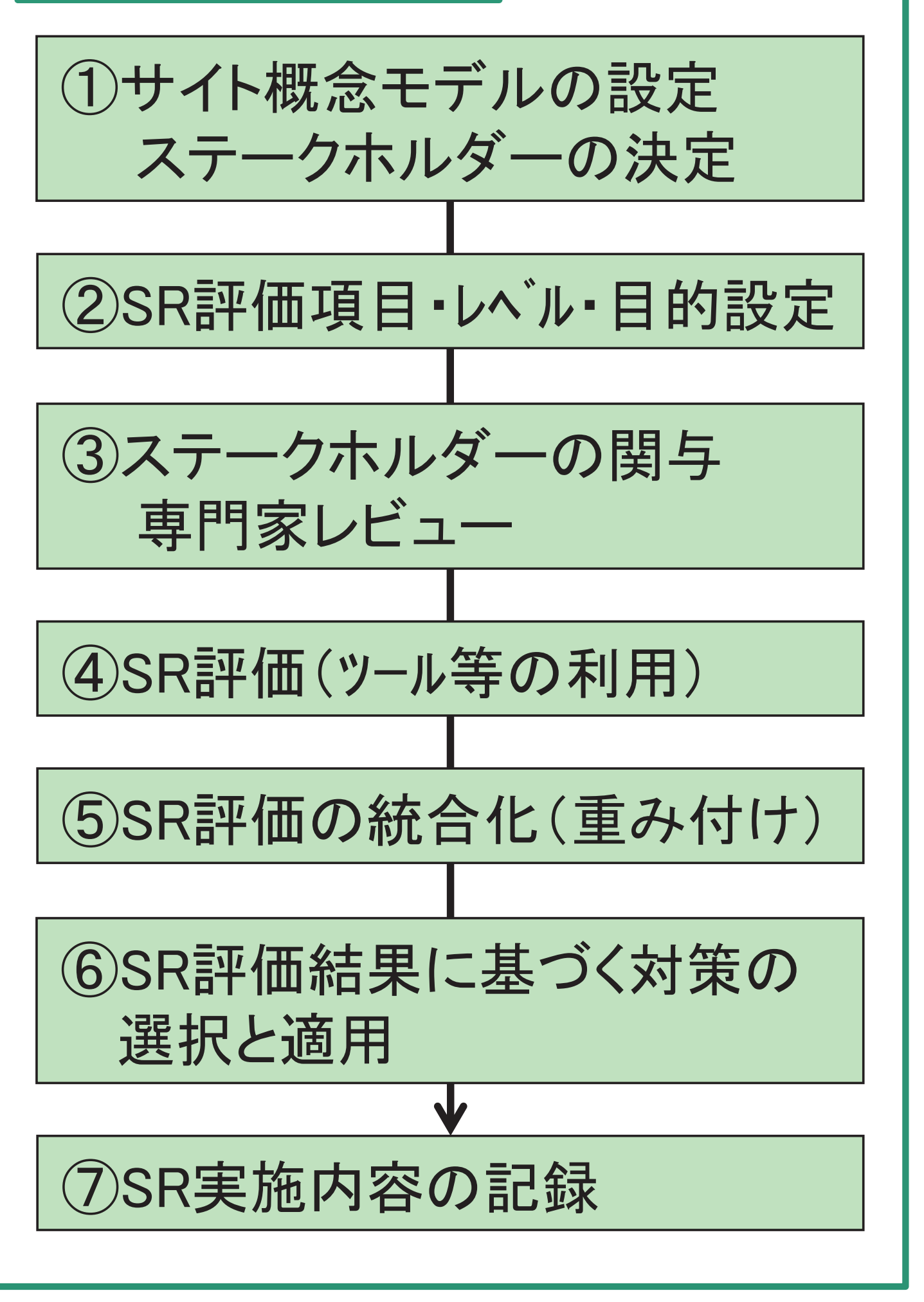


図-3 欧米で一般的なSR評価手順

2.2 オーストラリア国防省におけるSR評価手順の考察

文献調査からオーストラリア国防省でのSR評価について以下の知見を得た。

- ✓ リスクアセスメント評価とステークホルダーの要求事項を満たす複数措置案について環境面、社会面、経済面でのプラス側面とマイナス側面を抽出して**定性的な評価**を行うものであった。
- ✓ SR評価は浄化工法を厳格に比較して決定することを目的としておらず、承認された幾つかの措置案に対して問題点が存在しないか、その中で最も適切なものはどれか、といった**選択を補助するために使用されていると推測**された。

3. ケーススタディによる修正評価項目の検証

3.1 修正評価項目を用いたケーススタディ

● 評価サイト概要

- ✓ 沖積平野に位置する戦前から履歴のある工場
- ✓ 敷地面積は約20万m²
- ✓ 都市部の拡大に伴い住宅地が近接している
- ✓ 今後も工場として操業を継続する予定
- ✓ 昭和30年代より大量のトリクロロエチレン等の有害化学物質の使用あり
- ✓ 高濃度の土壌汚染と地下水汚染が発生
- ✓ 汚染源土壌の除去及び地下水拡散防止のバリア揚水対策を継続実施中
- ✓ ランニングコスト増から5年程度で汚染源対策への切り替えを検討

● SR評価の比較対象

- ①「揚水を継続した場合」
- ②「汚染対策プランを実施した場合」

- 2年間で整備・修正したSR評価項目で比較検討する
- SR評価の課題を抽出を行う

※ 比較する上での主な検討事項は表-3を参照

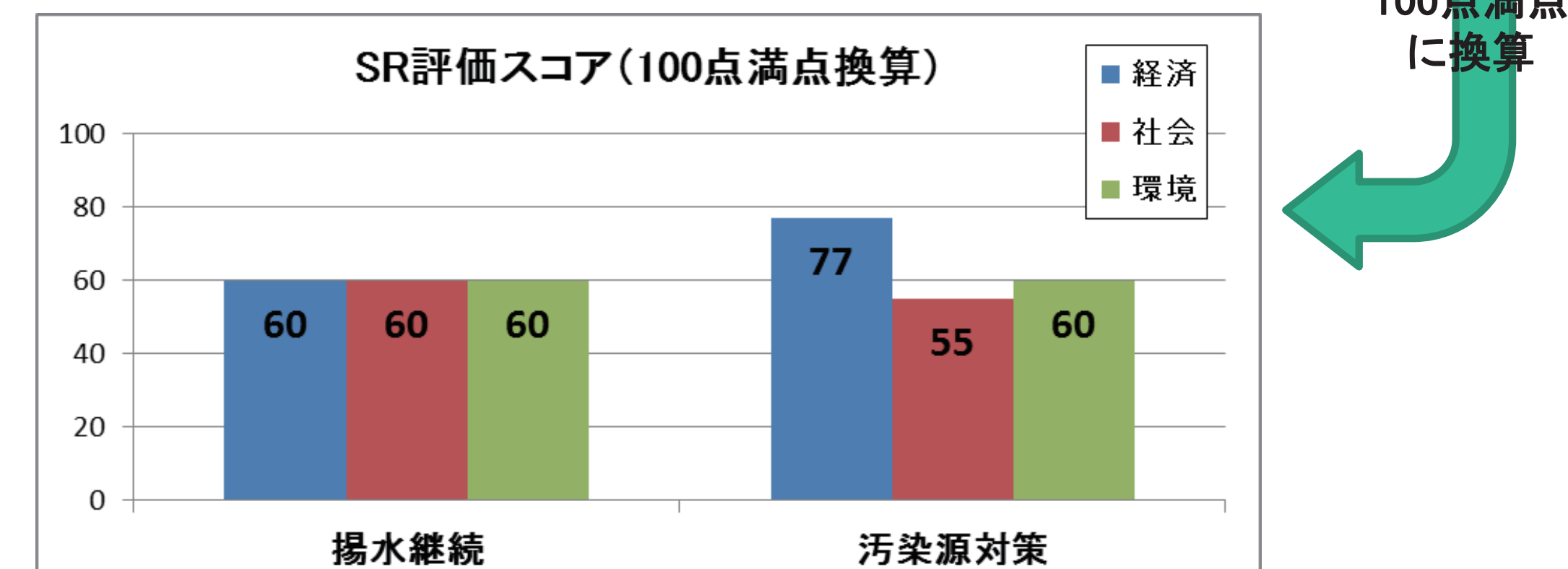
表-3 評価対象サイトの措置変更時に考慮した主な検討事項

環境面	経済面	社会面
・敷地内土壌汚染の拡大	・継続的な揚水による環境負荷	・バリア揚水対策の最適化
・バリア揚水対策の最適化	・継続的なランニングコスト	・新たな地下水汚染の顕在化
・揚水設備・処理設備の老朽化	・バリア揚水対策に対する企業の社会的使命の達成度	・周辺環境を踏まえたバリア揚水対策の停止条件

表-4 修正評価項目と評価事例に対するSR評価結果

大項目	SR評価項目 従属項目	経済			社会			環境			揚水継続	汚染源対策
		経済	社会	環境	経済	社会	環境	経済	社会	環境		
対策コスト	0 短期的な対策コスト	○								3	2	3
	0 長期的な対策コスト									3	5	5
対策工期	0	○								3	5	5
A:省エネルギー	1 浄化工事(掘削、燃料、水処理等)に伴う二酸化炭素発生量		○			○				3	3	2
	2 浄化材料(鉄粉、矢板等)生産に伴う二酸化炭素発生量			○			○			3	3	3
	3 浄化反応(加熱、化学反応、微生物反応等)に伴う二酸化炭素発生量			○			○			3	3	3
	4 省エネルギー機器の使用			○				○				
	5 機器・重機の使用の効率化			○					○			
B:材料の使用量・排出量	6 (汚染土壌等含む)人や物の移動方法の効率化			○								
	7 再生エネルギー(太陽光、風力、小水力、地熱、バイオディーゼル等)の利用			○								
	1 工事に用いる資材使用量および再利用率			○						3	2	2
C:生態系への影響	2 浄化に伴う水の使用量および再利用率			○						3	5	5
	3 工事に伴う廃棄物等(コンクリート、アスファルト等)の発生量及び再利用率			○						3	3	3
	4 浄化材(鉄粉、酸化剤、栄養剤、活性炭)の使用量		○		○					3	2	2
	5 汚染土壌の搬出処理量			○						3	5	5
	6 埋め戻し材料への浄化済土壌等の利用率			○								
	1 浄化工事実施に伴う緑比率の変化			○							3	3
D:作業員の安全性	2 浄化工事実施に伴う騒音(希少種・注目種等)の影響			○						3	3	3
	3 薬剤注入等による土壌・地下水環境への影響(pH変動、微生物叢の変化)			○						3	2	2
	4 排水に伴う水生生物(ミジンコ、藻類、魚類等)への影響			○						3	4	4
	5 二酸化炭素以外(メタン、一酸化二窒素)の温室効果ガスの発生量			○						3	3	3
E:汚染物質による住民の健康リスク	1 工事による作業員への有害物質の曝露量			○						3	2	2
	2 工事の種類・量に伴う作業員の労働安全リスク			○						3	2	2
	1 工事に伴う浄化対象となる有害物質の大気や水域への拡散と摂取リスク			○						3	3	3
F:生活環境影響	2 工事に伴う大気汚染規制物質(NOx, SOx, PM2.5等)の排出量			○						3	3	3
	3 工事に伴う排水(二次的な環境汚染物質等)の排出量			○						3	3	4
	1 工事および浄化運転に伴う騒音の発生			○						3	3	3
	2 工事および浄化運転に伴う振動の発生			○						3	3	3
G:交通渋滞・事故	3 工事および浄化運転に伴う臭気・光害の発生			○						3	2	2
	4 工事および浄化運転に伴う日照障害や光害の発生			○						3	2	2
	5 工事および浄化運転に伴う地盤沈下の発生			○						3	3	4
H:土地利用への影響	1 対策が工期限内に完了しない可能性の大小			○						3	2	2
	2 浄化目標が達成できない可能性の大小			○						3	2	2
	3 天災による浄化対策工事への影響の大小			○						3	3	3
	1 周囲に地下水を飲用水として利用しているところはあるか			○								
	2 非常災害用の井戸が周辺にあるか			○								
I:情報公開	3 将来的な地下水の取用可能性があるか			○								
	1 住民に対する工法の理解のしやすさ、リスクコミュニケーションの推進			○						3	4	4
	2 必要となる住民説明会の開催回数、参加してもらった人数			○								
J:地域振興	3 関係者(ステークホルダー)の参加			○						3	3	3
	4 浄化状況に関する(定期的な)情報発信方法			○						3	3	3
	5 情報共有の促進、情報格差による是正			○								
	6 第三者からの意見聴取			○						3	4	4
	7 情報公開を通じた環境教育の実施			○								
K:想定外	1 地産地消の推進(地域雇用、地域の生産品、地域エネルギーの利用)			○								
	2 浄化工事に伴う地域の史跡・文化財・地下水源・公園等への影響			○								
	3 地域振興・交流の場の創出			○								
L:地下水利用	4 治安の維持			○								
	1 対策が工期限内に完了しない可能性の大小			○						3	2	2
	2 浄化目標が達成できない可能性の大小			○						3	2	2
M:その他	3 天災による浄化対策工事への影響の大小			○						3	3	3
	1 周囲に地下水を飲用水として利用しているところはあるか			○								
	2 非常災害用の井戸が周辺にあるか			○								
N:その他	3 将来的な地下水の取用可能性があるか			○								
	合計			18	48	60	23	44	60			

※1 SR評価項目の○印は当該従属項目がどの評価対象となるかを示す。
※2 表中従属項目色は評価対象項目を示す。
※3 点数付けは揚水継続を基準の「3」とし、代替案を「優(5) > 劣(1)」として評価した。
※4 赤字は二年間の検討で追加した項目を示す。
※5 赤字取り消し線は二年間の検討で除外した箇所を示す。



赤字項目(追加) : 重要な評価項目として追加を行った。
赤字取消線部(除外) : 評価手法が十分に確立されていないため、現在のSR評価項目から除外した。

3.2 SR評価結果のまとめと修正評価項目の検証

①揚水継続と②汚染源対策を比較検討、各評価項目に対し揚水継続を3点(優れる場合を5点、劣る場合を1点)として総得点評価をした(表-4参照)。

経済的側面: 汚染源対策優位 → 土壌汚染量の低減から長期的な経済効果で評価に差が生じた。
社会的側面: 揚水継続優位 → 浄化工事作業員への影響を主眼においていることから差が生じた。実際には工場労働者の健康リスク低減効果が期待される。
環境的側面: 同点評価 → 短期的な環境負荷と長期的な環境負荷がバランス。想定外事象に係るリスク評価が含まれていない。

これらから**浄化後の跡地利用等に関する観点や停電や故障・メンテナンス時に汚染地下水が敷地外に拡散するリスク**を評価項目へ追加検討する。

4. おわりに

- ✓ 豪州のSR評価は、欧米の得点評価する手法と大きく異なる定性的評価手法であったが、選択された措置が適切な手段であるかを確認する方法としては十分機能していると考える。
- ✓ 本SR活用WGで作成しているSR評価項目を用いれば、今回の豪州のようにSR評価を行う場合でも評価すべき項目を技術者が自ら列挙する手間が省けるため、定性的な評価を行う上でも役立つツールになりうる。
- ✓ 今後もSR評価項目を用いた定量的もしくは定性的な評価を幾つかの事例で検討していき、SR評価結果を各ステークホルダーができるだけ納得できるように評価方法をブラッシュアップしていく予定である。