

S3-33 リスク評価のためのサイト概念モデル構築手法の調査結果

奥田信康¹・田中宏幸¹・白井昌洋¹・○折茂芳則¹・横山直由¹
サステイナブル・アプローチ検討部会¹ 土壤環境センター

1.はじめに

土壤汚染に起因するヒト健康リスクを対象サイト毎に評価するためには、**評価対象サイトの状況を的確に把握することが極めて重要である。**現実の汚染問題では、複雑な地盤や汚染状況に加え、周辺環境への影響の有無や現在および将来の土地利用など、具体的な対策案の検討を進める前の前提条件の整理が重要となる。これら個別サイトの種々の問題を整理する上で、**サイト概念モデル(Conceptual Site Model:CSM)**の構築が有効であり、海外においても様々なアプローチ方法が検討・活用されている。

以上の背景より、複雑な日本の土壤汚染問題の解決に寄与するリスク評価の活用手法の確立を目的として、「サイト概念モデル」の構築に関する海外の最新情報の調査を実施した。

本発表ではこれらの結果について報告する。

3.諸外国における土壤汚染対策におけるCSMの定義

諸外国の土壤汚染対策におけるCSMの位置づけや運用の仕組みを把握するために、ASTMインターナショナル(アメリカ)、インディアナ州(アメリカ)、オハイオ州(アメリカ)、ニュージーランド、オーストラリア北部準州等の土壤汚染対策に関するガイドライン等の調査を行った。

これらの国・州等では、土壤汚染問題に対応する場合、**最初の段階でサイトの現況を把握するためにCSMを構築することが、国や州の公的ガイドラインに明記されている。**

対象となるサイトにおける土壤汚染問題の経緯、サイト特性・土地利用を把握し、汚染源から受容体への影響を科学的に明らかにして全ての利害関係者間で情報を共有することで、円滑な対策が実現可能となるという考えが共通していた。

2.統合されたリスクマネジメントのプロセス

<個別サイトの種々な問題>

- 複雑な地盤や汚染状況
- 周辺環境への影響の有無
- 現在および将来の土地利用等

サイト概念モデルの構築

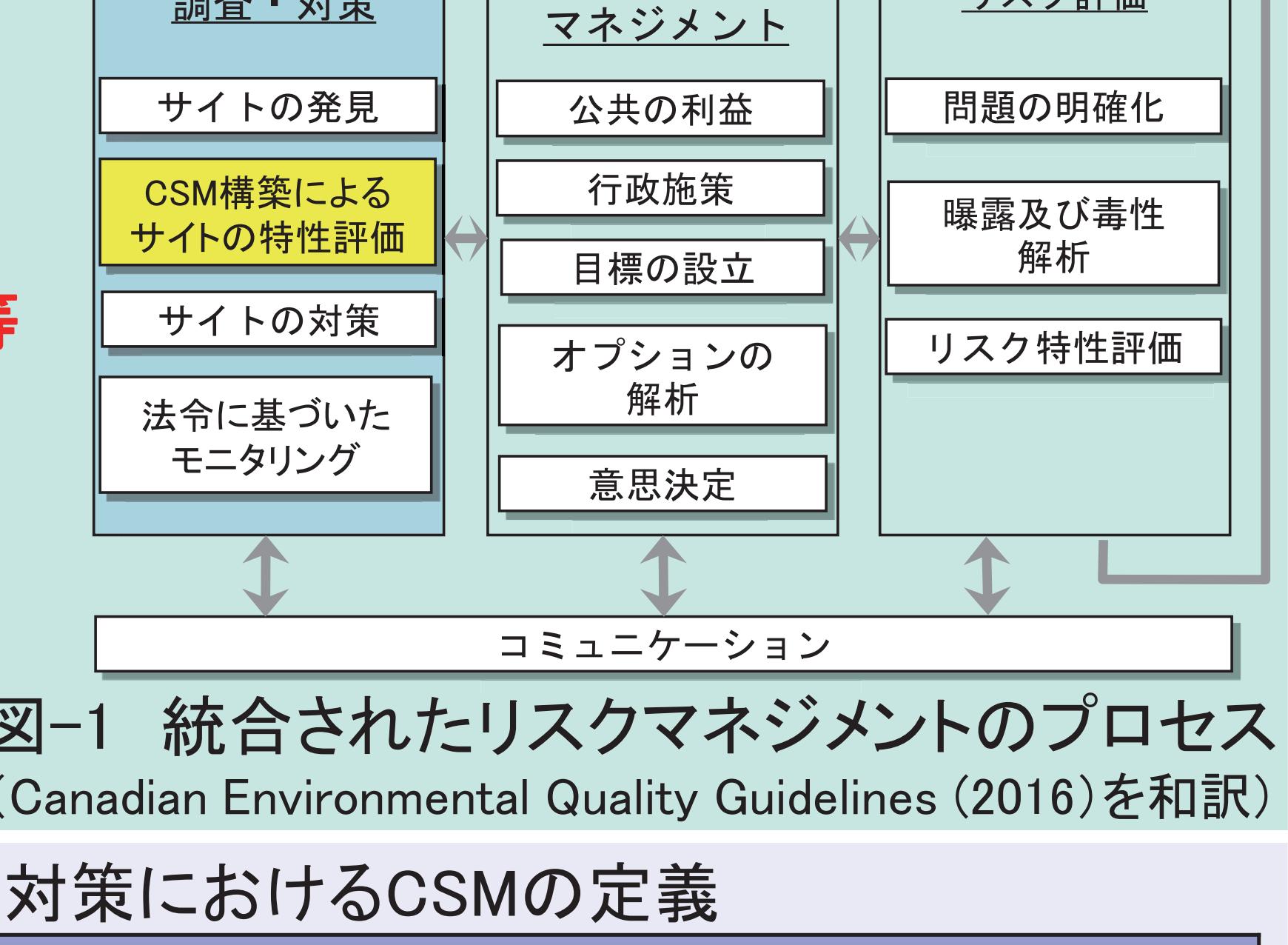


図-1 統合されたリスクマネジメントのプロセス
(Canadian Environmental Quality Guidelines (2016)を和訳)

表-1 諸外国における土壤汚染対策におけるCSMの定義

国・州名称	文書種類	CSMの定義
ASTMインターナショナル	国際規格	環境システムおよびシステム内の環境受容体への環境媒体を通して、汚染源からの汚染物質の輸送を決定する生物学的、物理的および化学的プロセスを文書化および図示したもの。
アメリカ インディアナ州	州のガイド ライン	サイトの特性、および潜在的な汚染物質が汚染源から受容体まで移動する過程について示されたもので、サイトの理解を促進し、サイトの活動状況を整理するのに役立ち、全てのサイトで利用できるもの。CSMの複雑さは、サイトの複雑さにより変化し、サイトの理解が進むにつれ改訂されるべきである
アメリカ オハイオ州	州のガイド ライン	全てのプロジェクト関係者が容易に理解できる方法で、既知の仮定された現場の諸条件を設定して、図示された情報と文章による簡単な組み合わせで構成されたもの。既知の条件と仮定された条件は明確に区別する必要がある。
カナダ	州のガイド ライン	サイトの物理的、化学的、生物学的なプロセスとヒトや生態系の受容体との関係に関する図示および説明。曝露経路や物質輸送の理解、サンプリングの計画に貢献する。
ニュージーランド	国のガイド ライン	サイトの全体状況を把握するために、汚染物質、曝露経路および受容体間の関係性を示すもの。調査を設計するため、および調査目的に照らして意思決定プロセスを支援するために用いられる。
オーストラリア 北部準州	州のガイド ライン	汚染物質の潜在性、性質、輸送、受容体に対する曝露の状況を仮説的に図や表で表現するもので、定期的に更新されるもの。

表-2 CSM開発プロセスの6つの基本要素

基本要素	概要
汚染物質の特定	土壤、地下水、空気、およびその他の媒体に存在する潜在的な汚染物質の種類・濃度レベルを把握する。
発生源の特定	潜在的な汚染の発生源を特定する。
潜在的な汚染物質の移行経路の特定	地下水、地表水、土壤、堆積物、生物相および空気等の環境媒体において、潜在的な汚染物質が発生源から受容体にどのように移動するのかを特定する。
バックグラウンド評価	敷地内の汚染物質の濃度を、敷地内の活動に影響を受けていない類似した近隣地域での濃度と比較し、汚染物質のバックグラウンド範囲を特定する。
受容体の特定	潜在的な汚染の影響を受ける受容体を特定する。
システム境界の決定	CSMの対象範囲の決定または、システム境界を決定する。

4.CSM構築の基本的考え方

CSM開発の目標

- シンプルで簡潔な方法で汚染サイトの状況を表現する。
- 汚染源、経路、受容体を明らかにし、汚染物質の輸送を制御するプロセスを説明する。
- 全ての利害関係者に対し、サイトの汚染状況および潜在的な曝露シナリオの共通の理解を促進する。

CSM構築の基本的作業

プロジェクトの初期段階では、具体的な汚染調査は実施されていないので、既存のサイトデータに基づき潜在的な汚染の存在を前提としたCSMが構築され、潜在的に影響の想定される受容体を推定し、調査すべき潜在的な汚染源や曝露経路の絞り込みに活用される。U.S. Environmental Protection Agencyでは環境修復環境修復プロジェクトの進行段階を6ステージに区分し、各ステージに適したCSMの特性や構成事項が例示されている。

表-3 CSMライフサイクルステージ



図-2 CSMライフサイクルステージ

環境浄化ステップ	ライフサイクルCSMの名称	解説(U.S.EPA(2011)を参考に作成)
サイト評価	予察的CSM	プロジェクトマイルストーンまたは既存のデータに基づく成果物。計画的な取り組みの基礎となる体系的な計画に先立ち開発。
サイト調査	ベースラインCSM	ステークホルダーの合意あるいは相違を文書化するために使用されるプロジェクトマイルストーンまたは成果物、データギャップ、不確実性およびニーズを特定する体系的な計画の成果。
対策方法選定	サイト特性評価CSM	新しいデータとしてのCSMの反復的な改善は、調査作業中に利用可能とし、テクノロジーの選択とは正の意思決定をサポート。
対策実施	対策設計CSM	対策設計中のCSMの反復的改善。対策設計の基礎と技術的詳細の開発を支援。
建設後の活動	修復／緩和CSM	対策実施中のCSMの反復改善。是正措置の実施と最適化の取り組みを支援し、クリーンアップの目標を達成するための文書を提供。
	修復後CSM	包括的サイトCSMの物理的、化学的、地質学的および水文地質学的情報は、再利用計画をサポートする。施設内の管理と現場に残された廃棄物の状況や、主要サイト属性などを文書化する。

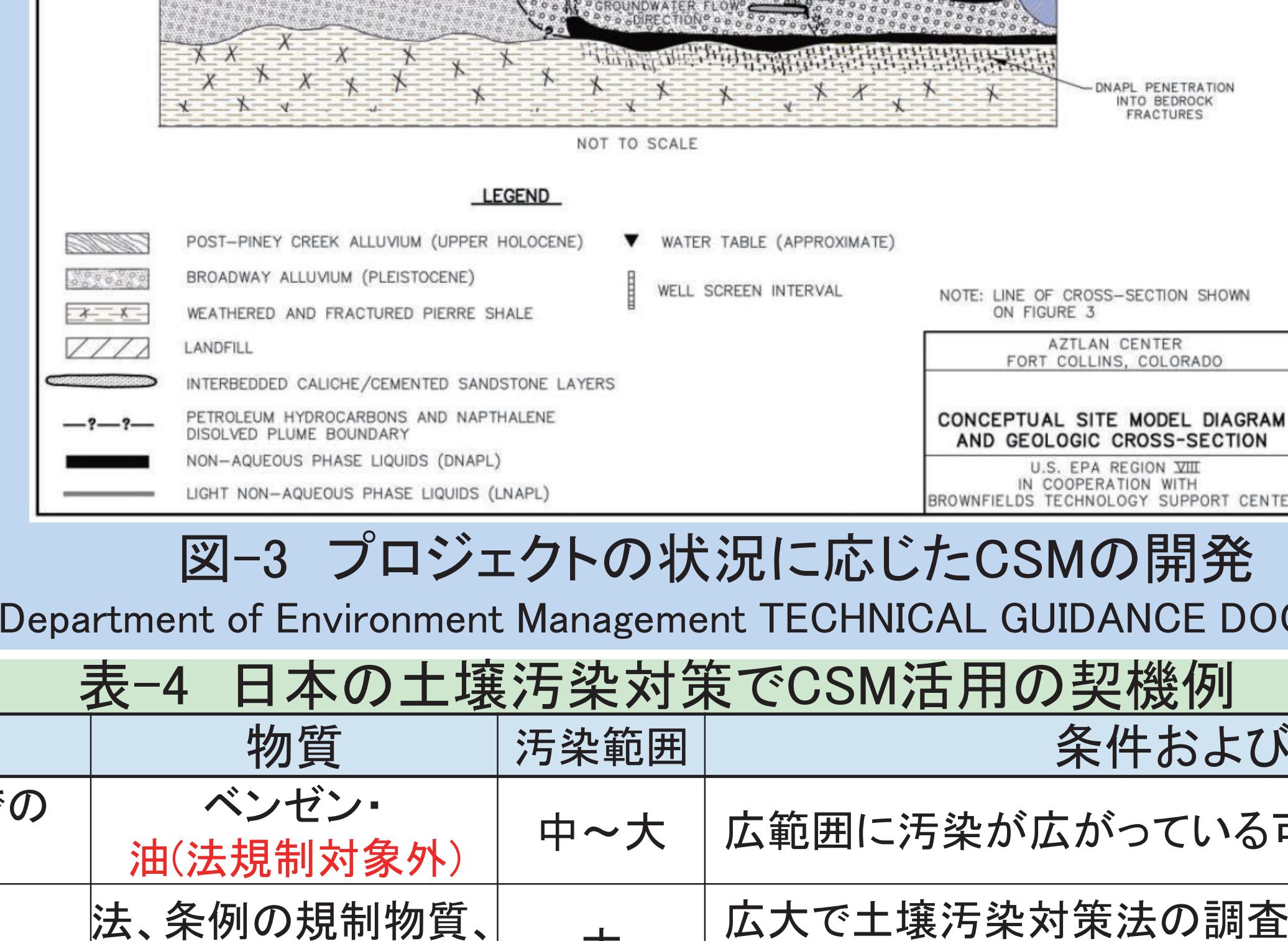


図-3 プロジェクトの状況に応じたCSMの開発
(Indiana Department of Environment Management TECHNICAL GUIDANCE DOCUMENTを和訳)

5.日本での活用方策

日本におけるCSMの使いどころとして、まずは法の対象外で対応策の選定が困難となる悩ましい状況がよいのではないかと考えている。

例えば、**油や法の未規制物質の漏洩などによる土壤汚染問題**、建屋内への有害物質を含む蒸気侵入、自然的原因に起因する土壤汚染を含む土地の改変時の周辺影響の評価などが挙げられる。

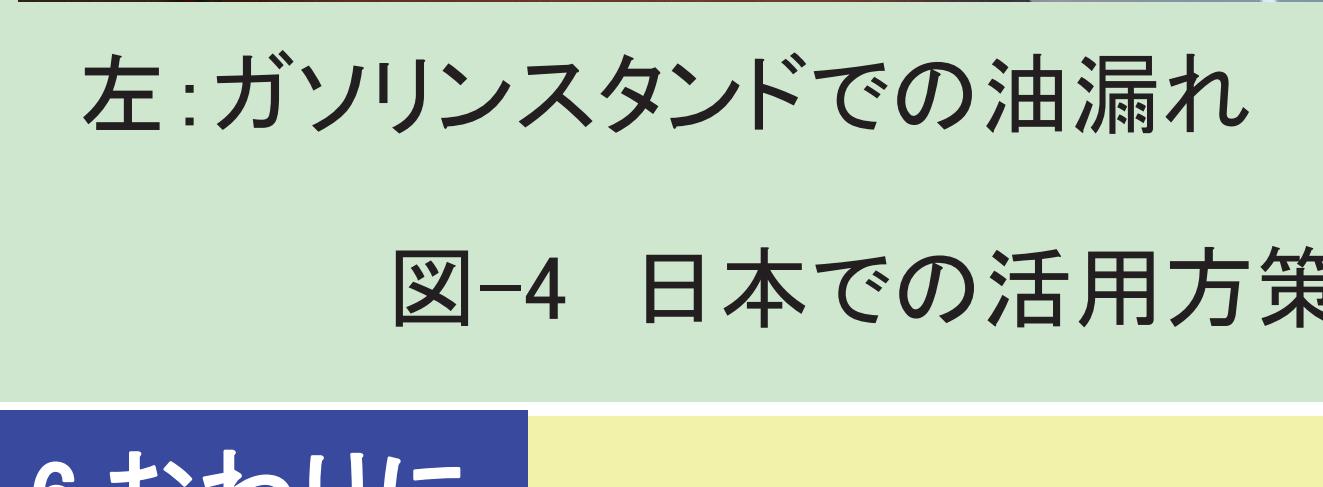


図-4 日本での活用方策例イメージ

6.おわりに

リスク評価を活用して複雑な日本の土壤汚染問題の解決の寄与を目的として、「サイト概念モデル」の構築に関する海外の最新情報の調査を実施し、各国における土壤汚染対策ガイドライン等での位置付け等から、CSM構築の目的は共通であり、ASTM E 1689-95(2014)を参照していることが判明した。CSM構築の目標を以下に再掲する。

- シンプルで簡潔な方法で汚染サイトの状況を表現する。
- 汚染源、経路、受容体を明らかにし、汚染物質の輸送を制御するプロセスを説明する。
- 全ての利害関係者に対し、サイトの汚染状況および潜在的な曝露シナリオについて共通の理解を促進する。

さらに、具体的なCSMの活用方法としてプロジェクトの状況に応じ成長させるライフサイクルCSMの考え方の把握を行った。今後は、これらの情報をベースに、日本の土壤汚染対策におけるCSMの使いどころを検討し、有効に活用できる方策の提案につなげていきたいと考えている。

表-4 日本の土壤汚染対策でCSM活用の契機例

No	事例	物質	汚染範囲	条件および状況
1	ガソリンスタンドでの油漏れ	ベンゼン・油(法規制対象外)	中～大	広範囲に汚染が広がっている可能性がある
2	宅地造成	法、条例の規制物質、法規制対象外物質	大	広大で土壤汚染対策法の調査はそぐわない。規制対象外物質による汚染の可能性がある。
3	建物内の狭隘な中庭での汚染発見	法、条例の規制物質	小	重機が入れず、対策できない(汚染は敷地境界外へは流出していない。)
4	稼働中の工場	法、条例の規制物質	中～大	工場が稼働しており、調査できない。
5	法、条例の規制対象外物質が敷地外観測井戸で確認された	法規制対象外物質	大	現在の法、条例では規制対象外物質の対応について明確な対応方法が記載されておらず、個別の対応判断が求められる。
6	対策コストを低減したい	法、条例の規制物質	中～大	土地所有者はコスト重視で敷地境界から出さない最低限の対応したいが、自治体・住民の心配だ。
7	敷地内に汚染された地下水がある事が分かった	法、条例の規制物質	中～大	敷地内の分布状況、今後の対応方法を把握しておきたい。
8	土壤汚染はないが、地下水汚染が見つかった	法・条例の規制物質だが、法・条例には該当していない	中～大	敷地内の分布状況、今後の対応方法を把握しておきたい。
9	自然由来の基準不適合土壤	法、条例の規制物質	大	低濃度の汚染であり、盛土等の対応で十分と思われるが、周囲に農地がある場合などの影響を把握しておく必要がある。