

添付書類1 分野別の主な技術提案の総括 [技術分野6: 地下水等の挙動把握]

特に提案をお願いしたい技術		ご提案			ご提案いただいた技術の傾向	専門家レビュー会議によるコメント
項目	小項目	分類	番号	関連するキーワード		
(1) データ収集の方法	個別の要素技術	物理探査・リモートセンシング	208	航空機探査	土木学会から、水位測定に関連した提案があった。 データ収集方法については、掘削を伴わない地下水調査方法として、航空機や人工衛星を用いたリモートセンシングや各種物理探査が提案された。 また、試錐孔を用いた調査では、水位や透水係数などの水理定数、流向流速の測定が提案された。トレーサーを用いた調査では、一般トレーサーやホウ素などの同位体を用いた手法が提案された。 その他に、迅速簡便に水位や放射線量を測定する方法として3成分コーン貫入試験などが提案されている。	・地下水の挙動把握は、「建屋内の汚染水管理」(分野4)や「地下水流入抑制の敷地管理」(分野5)を検討するための基礎知識としても重要である。 ・汚染水に含まれる ⁹⁰ SrやBをトレーサーと見做した調査を行う提案は興味深い。土壌中の ⁹⁰ Srの分析精度が高いので、トレーサーとして有効と考えられる。 ・トリチウムは地下水と同じ挙動をし、その分析は容易で検出感度も高いので、地下水流動解析に使用できる。ただし、天然に存在するトリチウムや事故で大気に放出されたトリチウムの存在についての考慮が必要である。 ・ ³ Hの娘核種である ³ Heを ³ Hの指標として用いる提案も興味深い。 ³ Heは ³ Hと組み合わせて地下水年代測定にも用いられている。ただし ³ Heの分析はコストがかかると思われ、直接 ³ H濃度を分析できない土壌ガスに適用するのが良いと思われる。 ・物理探査手法によるモニタリングやトモグラフィー法の提案に関しては、発電所の地下に多くの構造物があることを考慮すべきである。 ・マイクロラボの提案については、リアルタイムのモニタリングの要否についても考慮すべきである。
			344	航空・地上・孔内物理探査		
			323, 413, 481	電気探査		
		試錐孔内調査	182	水理試験、地球化学		
			272, 678	水位測定		
			282, 387	水位・水質観測、コア測定		
			571	透水試験、水みち検層		
			572	流向流速		
		トレーサ調査	654	コア試験、透水試験		
			182, 429, 661, 372	ホウ素同位体、放射性同位体(³ H, ¹⁴ C)、ヘリウム同位体(³ He)		
		その他	451	コントロール掘削孔を使った物理探査、モニタリング		
			709, 767	汚染/施設下のコントロール掘削		
			289	光ファイバセンサによる微小水量計測		
			492	LosAlamos等での経験		
	710		3成分コーン、水圧式コーン試験の無人化			
	総合的な調査		108	現地水文調査、既存水位データ解析	土木学会から、水みち・流向流速および地下水化学などを総合的に把握する手法の提案があった。 既存データの収集・整理を含め、地下水の状態を把握する手法として、複数の手法を組み合わせる調査を行い、総合的に評価を行う手法についての提案が数多くあった。	
			349	地質・水理データ		
		388	割れ目からの被圧地下水の上昇、水理地質構造解析			
		655	涵養域・広域・敷地調査			
		677	水みち、流向流速、地下水化学			
		742	Sellafield他の経験			
		745	水位、水温、pH、EC、トレーサー			
	755	モニタリングのデータベース化				
	モニタリング	試錐孔を用いたモニタリング	175, 245, 272, 349, 499	水位・間隙水圧	汚染水対策前、対策中および対策後の地下水等の状態を把握するための手法として、様々なモニタリング調査の提案があった。試錐孔を用いたモニタリングとしては、水位・間隙水圧、放射線量などを連続観測する提案があった。その他のモニタリング手法として、地表流、浸透量、土壌の状態、海域における連続観測についての提案があった。	
			606	水位、放射線量		
			407	水位、水質、流速、核種濃度		
			169, 181	ガンマ線		
718			⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Csモニタリング			
745			物理探査手法による地下モニタリングの実績紹介			
767			水位、水温のリアルタイムテレメトリ			
その他		272	地表流、浸透量、土壌、海洋流出など			
		372	地下水・土壌中の ³ He			
		377, 594	汚染水、放射線測定			
		661	電気探査モニタリング			
		743	リアルタイムモニタリングの実績紹介			
		744	土壌中の核種の自然減衰とモニタリング			
330, 409	海域におけるモニタリング					

添付書類1 分野別の主な技術提案の総括 [技術分野6: 地下水等の挙動把握]

特に提案をお願いしたい技術		ご提案			ご提案いただいた技術の傾向	専門家レビュー会議によるコメント
項目	小項目	分類	番号	関連するキーワード		
(2) 水質の分析技術(簡易・迅速な測定)	⁹⁰ Sr分析	質量分析 (ICP-MS, TIMS)	117	分析時間: 水溶液15分(>3Bq/L)、土壌8検体3時間(>5Bq/L)	90Sr分析について、従来から広く使われている液体シンチレータを使用する方法に加え、質量分析計やチェレンコフ検出器を用いた分析方法が提案されている。分析時間は、従来の24日と比較して大幅に短縮されている提案が多かった。	<p>・提案されている技術に必要な分析時間やコストは、一般的に考えて妥当と考えられるものである。例えば、ICP-MSを用いる90Sr分析方法は、試料の前処理を簡略化しているという点で多くの利点があると考えられる。</p> <p>・チェレンコフ検出器を使用する場合は、試料の塩分濃度などSr以外の成分について注意が必要となる。</p> <p>・その他にも、マイクロカラムも用いた前処理の迅速化なども実用化されている。これを用いた液体シンチレータによる従来の技術では、3-4時間で分析ができる研究室があるが、従来法では8時間以内の分析に苦勞する研究室も存在する。</p> <p>・なお、90Sr分析技術については、開発のレベルやニーズを考慮して、複数のオプションを維持すべきである。</p> <p>・分析要員の確保という視点に立つと、従来の放射性ストロンチウムの分析はかなり経験が必要とされるが、ICP-MSは一般の現場等で用いられている技術なので、比較的容易に要員確保ができ、速やかに現場に投入できると考えられる。</p>
			177	塩分濃度が低いとICP-MS、高いとβ線測定		
			182	既存の分析技術を応用		
		シンチレータ(液体、ガス、プラスチック)	193	エネルギーウインドウ設定で ⁹⁰ Yのみを測定		
			209	ガスシンチレータを開発中		
			624	分析時間: 20分以内(>30Bq/L)		
			659	分析時間: 12時間(>0.05Bq/L)		
		チェレンコフ検出器	717	液体シンチレータのノウハウを提供		
			290, 300	分析時間: 100-1000秒(10Bq/L程度)		
			540	分析時間: 2-3分(2-10Bq/L程度)、1時間(1Bq/L程度)		
			723	⁹⁰ Yのベータ線の連続カウント		
		その他	767	分析時間: 20時間(>0.3Bq/L)		
			282	分析時間: 0.3-0.5日(0.3Bq/L)		
			357	分析時間: 1日程度(実用化は2015年度)		
			625	分析時間: 24時間(>0.1Bq/L)		
	749		新型α、β、γカウンタ			
	³ H分析	シンチレータ(液体、ガス)	309, 311	Sr抽出技術	3H分析について、従来から広く使われている液体シンチレータを使用する方法の提案が多かった。分析時間については、イオン交換など試料前処理の改良によって従来の27時間よりも短縮を図る提案が主であった。	
			209	ガスシンチレータを開発中		
			290, 300	分析時間: 5分(>10000Bq/L)から3時間(>2Bq/L)		
			473	膜分離式トリチウムモニタ		
			474	イオン交換併用で時間短縮、同時分析		
			492	分析時間: 24時間以内。移動ラボ		
			610	イオン交換とスピルオーバー法で分析時間短縮		
			615	分析時間: 50分(>10Bq/L)、開発中		
			659	分析時間: 4.5時間(>15Bq/L)、移動ラボ		
		717	分析時間: 5時間(>60Bq/L)、ノウハウを提供			
		ベータカウンタ	352	分析時間: 1分以内。プロトタイプ実証済み		
624			分析時間: 40分			
767	分析時間: 65分、3H Micro Distillation					
その他	282	分析依頼、分析時間: 0.15-0.25日(>370Bq/L)				
(3) 観測孔設置技術(迅速・無人掘削)	無人掘削	遠隔	244, 448	エアハンマー	従来のような泥水を用いるロータリー掘削ではなく、遠隔操作ができる自走式掘削機による泥水を使用しないエアハンマー工法やソニックドリル工法が提案されている。	<p>・他の産業分野で数十年にわたり広く実績がある3成分コーン貫入試験については、検討に値すると考えられる。この技術は、部分的な自動化が適当である。</p>
			349	パイプレータソニックドリル、二重管掘削		
			582	リモートコントロール、コンピュータコントロール		
			710	3成分コーン、水圧式コーン試験の無人化		
	ロボット コントロールボーリング	345	リモートコントロール、ロボット			
		451, 709, 767	低線量域に孔口設置			
		492	エアハンマー			
迅速掘削	492	エアハンマー				
汚染混入防止	349, 582	二重管掘削				

添付書類1 分野別の主な技術提案の総括 [技術分野6: 地下水等の挙動把握]

特に提案をお願いしたい技術		ご提案			ご提案いただいた技術の傾向	専門家レビュー会議によるコメント	
項目	小項目	分類	番号	関連するキーワード			
(4)地下水流動・核種移行解析	地下水流動・核種移行モデリング		181	物理検層・モニタリング-モデル検証	一般に使用される解析コードを使用した地下水流動・核種移行に関するモデリングの提案が多数あった。中には、地表水と地下水を一体解析・可視化できるとする提案があった。	<p>・データベース化、地理情報システム(GIS)化、地下水流動から核種移行まで扱うための優秀な解析モデルが多く提案されている。例えば、解析領域は目的領域より十分に広く設定する、といったようなこれらを使ってどのようにモデル化するかが重要である。</p> <p>・地下水流動モデルは一般的なものではなく、実際に適用する場を表すサイト固有なものが必要であり、それに基づいて汚染水対策の効果、影響を評価する必要がある。</p> <p>・モデル化については慎重に検討すべきである。データが少なく、現場の地層の構造は不均質で単純ではないことを理解した上で実施すべきである。</p> <p>・いずれにしても、現有のデータを整理し、D/B化し、GIS表示することから始めるべきである。</p> <p>・関連するデータへのアクセスを開かれたものとするべきで、異なる遮水方法が提案された場合にも柔軟に対応でき、可視化に優れており、ステークホルダーや規制当局との対話に用いることができるモデルが望ましい。提案された多くのモデルがこれらの要件を満たしていると考えられる。</p> <p>・地下水の流動と化学組成の把握を十分に行ったうえで、どの対策をとればそれがどのように変化するかを予測することが極めて重要である。この予測の妥当性を確認するためのモニタリングを実施することが必要である。</p>	
			199, 246, 302, 428, 481	表流水と地下水を一体解析、可視化			
			231	地下水流動場の検証			
			279	局所モデルによる逆解析、トレーサー試験による検証			
			302	核種移行予測、凍土状態も再現可能			
			310, 605	地下水流動、核種移行			
			319	汚染物質流動解析			
			346	汚染物質輸送モデリングパッケージ			
			349	地質・水理データより地下水流動・核種移行、掘削ノウハウ			
			406	複数の評価結果を比較・考察			
			425	核種移行、海水の流入			
			562	広域、中規模、サイト領域で解析			
			604	地球統計手法			
			661	地質モデル、電気探査、トレーサー試験に基づくモデル			
			734	遮水壁設置に関連したモデリング			
		737	地下水流動と熱輸送モデル				
		リスク管理や意思決定までを含めたモデリング		199, 481	総合的な地下水管理システム	日本地下水学会から、地下水概念モデルに関連した提案、土木学会からは、エキスパートシステムに関する提案があった。	<p>・地下水の敷地管理に関して完全閉鎖系にすべきとの意見があるが、現地を視察し、地盤の陥没が部分的に起きている可能性があることを踏まえると、慎重に進めるべきである。常にモニタリングを行い様子を見ながら遮水を行うのが望ましい。</p>
			232, 410, 735	汚染水流動予測シミュレーション			
			259	汚染水対策統合管理システム			
			293	地下水流動、塩淡境界、海洋流出			
			324	遮水壁や海洋流出のシミュレーション			
			325, 530, 739	地下水概念モデル、CMD、SCM(Site Conceptual Models)			
			351	核種移行			
			416	短期的・中長期的課題に向けてアドバイス			
			424	総合マネージメント			
			576	広域地下水解析・監視システム			
			634	汚染状況の見える化			
	680		汚染水対策エキスパートシステム				
	731	凍土壁の遮水に関連したモデリング					
	733	汚染水流出リスクに備えるシステムモデル					
	740	核種移行モデリングとリスク評価					
	741	土壌汚染と汚染物質の地下水輸送モデル					
	地下水化学環境		426	帯水層に吸着されているセシウムの放出	塩水化によって帯水層内に吸着されていた放射性核種が離脱する可能性の指摘があった。		
その他	³ Heによる漏洩検知		372, 745	³ Hと ³ He濃度	汚染水の漏えいを ³ He分析で検出する提案があった。		