

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2004.12.NO.72

目次

センターの活動状況	①
地層処分モニタリングにおける地中無線通信技術の開発動向	④

センターの活動状況

I 賛助会員サービス等の実施状況

「放射性廃棄物処分政策講演会」の開催

平成16年9月29日(水)に東京都千代田区霞ヶ関霞山会館で、経済産業省資源エネルギー庁 放射性廃棄物対策室長山近英彦氏から「放射性廃棄物処分政策」と題し、賛助会員及びご支援機関などの方々を対象とした講演会を開催いたしました。



「フランスにおける高レベル放射性廃棄物処分計画講演会」の開催

平成16年10月6日(水)に東京都港区六本木アカデミーフォーラムで、フランス放射性廃棄物管理機関(ANDRA)国際協力部長バルナール・フォーシェー氏をお招きして、「第一部：フランスにおけるHLW処分プロジェクトの現況と今後の計画について」、「第二部：地質環境、処分技術、性能評価、研究開発プログラムについて」と題し講演会を開催しました。



「平成16年度 研究発表会」を開催

平成16年11月18日(木)に石垣記念ホールにおいて第8回研究成果発表会を開催し、当センター理事長 板倉の挨拶に引き続き次の3件の報告を行いました。

1. 放射性廃棄物の最終処分に関する調査研究の概況
2. 高レベル放射性廃棄物処分に係るサイト調査・許認可の動向
—米国の処分場建設許可をめぐる動向、スウェーデンの処分地選定調査の現状、フィンランドにおける地下特性調査施設の建設の現状—
3. 極低レベル放射性廃棄物処分の安全性実証試験の成果
—原子力発電所の解体に伴って発生する極低レベル放射性廃棄物のトレンチ処分の安全性実証試験の成果—

また、特別講演講師として、国際資料研究所代表 小川千代子氏をお招きして「アーカイブ～未来へのメッセージ～」というタイトルでご講演いただきました。講師の小川氏は、米国アーキビストアカデミー公認アーキビストであり、記録管理学会副会長、学習院大学講師等、多方面で活躍するとともに、『情報公開の源流』『世界の文書館』『電子記録のアーカイビング』等、多くの著書を出版しておられます。

当日の講演では、アーカイブの解説、電子記録の信頼性、廃棄物分野の記録保存の3点について概要以下の紹介がなされました。

まず、「アーカイブ」という言葉がギリシャの行政資料をおいた物置に由来し欧州各国ではほぼ同じ言葉が使われていること、アーカイブの意味をアルタミラ洞窟壁画、アレキサンドリア図書館、ロゼッタストーン of 解説など歴史との関連で解説。

ついで、現在の日本では、現用の組織共用行政文書は原則公開、歴史資料として重要な非現用文書は公文書館に移管して保存公開することになっていると現在の体制を解説し、薬害エイズと厚生省資料の問題に言及しつつアーカイブの重要性を指摘した。

電子記録の信頼性では、電子記録がサーバーの問題で消失する事例が少なからずあること、またそうした危険性に対応するため放射性廃棄物の分野でIAEAがネットワークをつかって記録保存することを検討していることが紹介された。その上で、多数のコピーの存在と修正が容易であることなどから情報相互の関連性、前後関係が問題となり、本物の記録の保存が重要であることが指摘された。

廃棄物分野の記録保存については、当センターの研究成果をとりまとめた論文（「放射性廃棄物地層処分における記録保存の検討」）が「超長期保存ともいえる長いタイムスパンの問題に果敢に取り組み、記録管理に新しい境地を開いたと高い評価を受け2004年度記録管理学会『記録管理学奨励賞』を受賞した」との紹介がなされた。さらに、「千年から数千年後を視野に入れメッセージを伝え、記録していくという、気の遠くなるようなことを検討している。国民生活にとって影響やリスクの大きい放射性廃棄物のありかをきちんと知らせていくという意思に技術者の良心を感じる。」と多大の評価を頂いた。

時間の経過と記録の保存の関係を考えると、人の持つ情報は生存中の100年、建物の情報は存在中の数百年程度。それに対して放射性廃棄物の情報は専念から1万年保持し続けなければならない。時間を逆にとれば氷河期の情報を今に伝えることになる。情報が有効であるということは、記録管理が進行中の業務にかかわる記録の効率的な取扱い、アーカイブ保存は業務終了後の記録の長期保存ということを考えると位置づけは現用、物理的取扱いは非現用の場合を参考に長期保存するということになる。

最後に、米国国立公文書館の二つの像の台座の銘文「さて、これまでは前口上」「過去の遺産は未来の実りの種である」等を紹介するとともに江戸時代の飢饉克服法を記載した古文書の終わりに子々孫々に伝えたい旨記載があることが紹介され「アーカイブ～未来へのメッセージ～」というタイトルに戻って講演を終了された。



研究発表会風景

Ⅱ センターの運営状況

第17回評議員会開催

平成16年11月25日（木）開催の第17回評議員会において、理事の選任について付議し、原案のとおり承認されるとともに、最終処分積立金の管理運用状況及び地中無線通信によるモニタリング技術の開発について報告しました。

今回の理事の選任により、次の方が交代されました（平成16年11月25日付）。

区 分	退 任 者	新 任 者	所 属、役 職
理事（非常勤）	殿塚 猷一	木阪 崇司	核燃料サイクル開発機構副理事長

平成16年度調査研究契約状況

委 託 者	調 査 研 究 課 題	契 約 年 月 日
経 済 産 業 省	・ウラン廃棄物処分技術調査	16. 4. 1
	・低レベル放射性廃棄物処分技術調査	16. 4. 1
	・物理探査技術確証試験	16. 4. 1
	・モニタリング機器技術高度化調査	16. 4. 1
	・性能評価技術高度化	16. 4. 1
	・人工バリア材料照射影響調査	16. 4. 1
	・地球化学バリア有効性確証調査	16. 4. 1
	・遠隔操作技術高度化調査	16. 4. 1
	・廃棄体開発調査	16. 4. 1
	・人工バリア長期性能確証試験	16. 4. 1
	・人工バリア・天然バリアガス移行挙動評価	16. 4. 1
	・ヨウ素固定化技術調査	16. 4. 1
	・総合情報調査	16. 4. 1
	・地層処分重要基礎技術研究調査	16. 4. 1
	・多重バリア長期安定性事例調査	16. 4. 1
	・技術情報広報調査	16. 4. 1
(株)ダイヤコンサルタント	・地質環境評価技術高度化調査	16. 7. 22
	・人工バリア特性体系化調査	16. 7. 22
	・放射化金属廃棄物炭素移行評価技術調査	16. 7. 22
ANDRA	・安全規制及び安全基準に係る内外の動向調査	16. 7. 28
	・湖底電磁法探査	16. 9. 30
ANDRA	・地中無線通信技術の検討	16. 9. 20

地層処分モニタリングにおける地中無線通信技術の開発動向

1. はじめに

我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分は、地下300m以深に廃棄体を埋設することとしている。原環センターは、地層処分の技術開発の一環として、平成12年度から経済産業省の委託により、地下深部に設けられる処分場の状況を計測し、データを地上でとりまとめる一連のシステムの概念をとりまとめ、今後関係機関がモニタリング計画を検討する上での判断材料を提供することを目的にモニタリング技術の調査研究を行ってきた。

本地中無線通信技術は、モニタリング技術の一環で研究に取り組んでいるもので、地下処分場の地下水の状態や熱、岩石のひずみなどの状況を測定したデータを通信ケーブルを使用せずに無線で地上に伝えるものである。有線ケーブルの場合には、そのケーブルの通路が放射性廃棄物の核種の移行経路となる地下水の通り道となる可能性が生じる。この問題を解消するために、処分場の安全性能向上に貢献すると期待されている。岩石の中を伝達するため、これまで一般に広く利用される技術ではなかった1キロヘルツという周波数の低い電波を使用して送受信するのが特徴である。

2002年9月と11月に、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (SKB) の Äspö 島での地下岩盤施設 (HRL:Hard Rock Laboratory) で、低周波の電磁波による地中無線通信試験を行い、地下の坑道間での基本的な通信が行えることを試験的に確かめた。その

結果を電磁波の伝搬についての理論解析と比較した結果、実験を行った均質な結晶質岩・塩水地下水環境では、約100mのデータ伝送ができると言える。また通信性能は坑道や支保工などの影響を受ける可能性があることを確認できた。

フランスの放射性廃棄物管理機関 (ANDRA) は、Äspö島での結果に注目して、フランスでの処分概念に対し、地中無線通信技術の適用可能性調査業務を原環センターに発注した。今回は、原環センターが、放射性廃棄物処分の調査研究の分野で海外機関から受注した初めてのケースである。

原環センターは、同技術の開発に協力してきた鹿島様と連携して契約業務を実施中である。

2. 地中無線通信技術の開発

2.1 電磁波による通信の原理

いわゆる電磁波による無線通信は、ラジオ・テレビ、携帯電話など、数百kHzから数GHzの周波数を中心に、通信技術として盛んに利用されている (図2.1)。これら比較的周波数の大きな電磁波は、空中では減衰が小さく遠くまで情報を伝達することができる。一方、地中や海中など導電率の高い物質中では、すぐに減衰してしまい (減衰が極端に大きく) これらを通することができない。原理的には周波数が小さいと地中や海中でも減衰が小さくなることは知られているが、波長が非常に長い電磁波を送受信するためには大きな送受信アンテナと大きなエネ









周波数	波長	名称	応用例
		紫外線	殺菌
	300nm	可視光線	信号 
	1μm	赤外線	ヒーター 
300GHz	1mm	ラジオ波	レーダー  携帯電話  テレビ  FM放送  AM放送  地中無線 
30GHz	1cm		
3GHz	10cm		
300MHz	1m		
30MHz	10m		
3MHz	100m		
300kHz	1km		
30kHz	10km		
1kHz	30km		
0Hz			

図2.1 電磁波と波長と利用分野

ルギーが必要となること、また低周波では通信できる情報容量が小さくなることなどの課題があったため、これまで、実用的な通信機器としての開発はほとんど行われてこなかった。

現在、原環センターでは、この超低周波電磁波を利用した地層処分施設のモニタリングへの適用を目指した調査研究を行っている。

2.2 地中無線通信機器の概要

地中無線通信システムの外観を図2.2に示す。超低周波の送受信はコイル状のアンテナにより行う。通信システム全体はデジタル化することにより信頼性が高められており、また蓄積したデータを必要に応じて一度に送信することなどにより省電力化を図っている。地中無線通信システムにはいくつかのタイプがあるが、ここでは標準タイプについて説明する。

地中無線通信システムの標準タイプでは、通信には1.2kHzまたは1.6kHzの超低周波電磁波を利用し、データの通信速度は75bpsである。システムは19chのデータロガーを内蔵しているため、センサの種類は基本的に自由に選ぶことができる。現状のシステムは地中または海中に埋設して使用することができるよう1MPaでの動作が可能となっている。

2.3 地下研究施設での通信特性試験

原環センターでは、本システムの地下の岩体中の通信特性を確認するために、2002年にスウェーデンSKBのÄspö島のHRL (Hard Rock Laboratory)にて地中での無線通信実験を行った。

Äspö島HRLの地下坑道において、坑道内や坑道間での通信実験を行い、通信機の通信特性が坑道、岩

盤、地下水や金属支保工などの環境条件により、どのように影響を受けるかを検討した。

その結果、Äspö島HRLの施設内の環境ではいずれの場所においても地表での通信状況とほぼ変わらない通信特性が得られ、岩盤や地下水の影響によって顕著な影響を受ける傾向は認められなかった。ただし、支保工等については、ロックボルト、スチールメッシュ程度の金属では通信性能に与える影響は認められなかったが、金属製の支保工については若干影響を与える可能性が示された。

地表及び地中における通信特性は、距離が離れるほど受信電圧が小さくなる傾向が見られるものの、送信機と受信機間に存在する媒体の違いによる影響はほとんど見られなかった。この試験結果を検証するために、地中における低周波の電磁波の伝搬解析を行い、これまでの試験結果に2次元的な伝搬の理論解析を適用し、地中媒体について電磁波の伝搬に関わる誘電率などの一般的特性データに基づき検討した結果、スウェーデンSKBのÄspö島での均質な結晶質岩・塩水地下水環境では、約100mのデータ伝送が可能であると言える。

これらの試験結果から新たな開発課題も提起されている。地上までのデータ伝送には、数百メートルの通信が必要と考えられ、地上まで効率的にデータを伝送するための中継技術や、多数のモニタリングデータ集約、また機器自体については、長期に稼働させるための電源や地下深部の条件に耐えるための耐久性などが課題と言える。

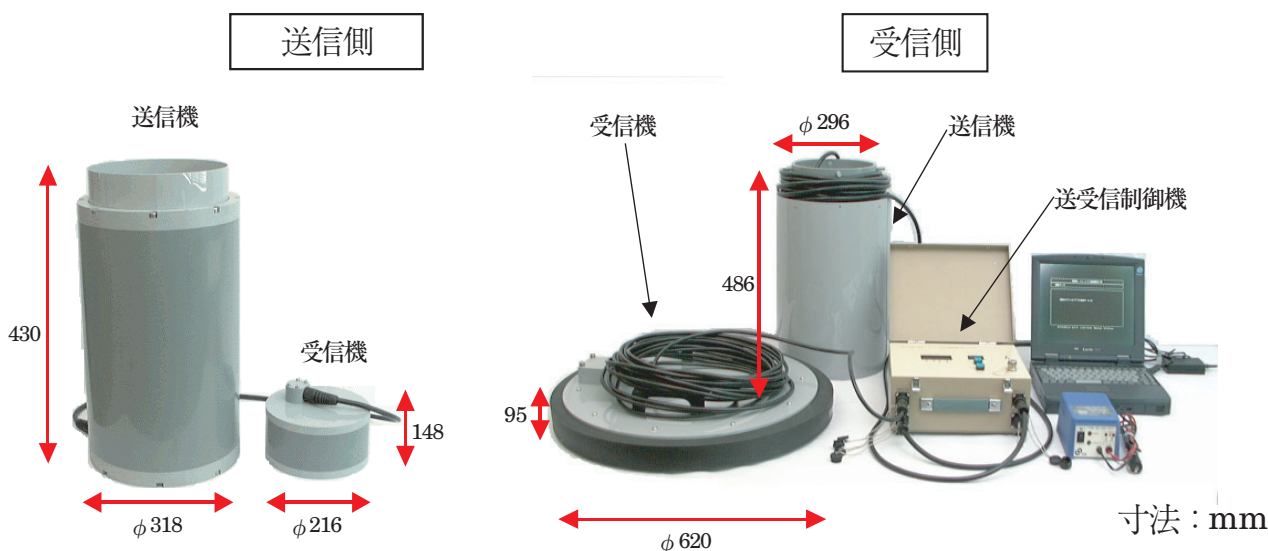


図2.2 地中無線通信機（標準タイプ）

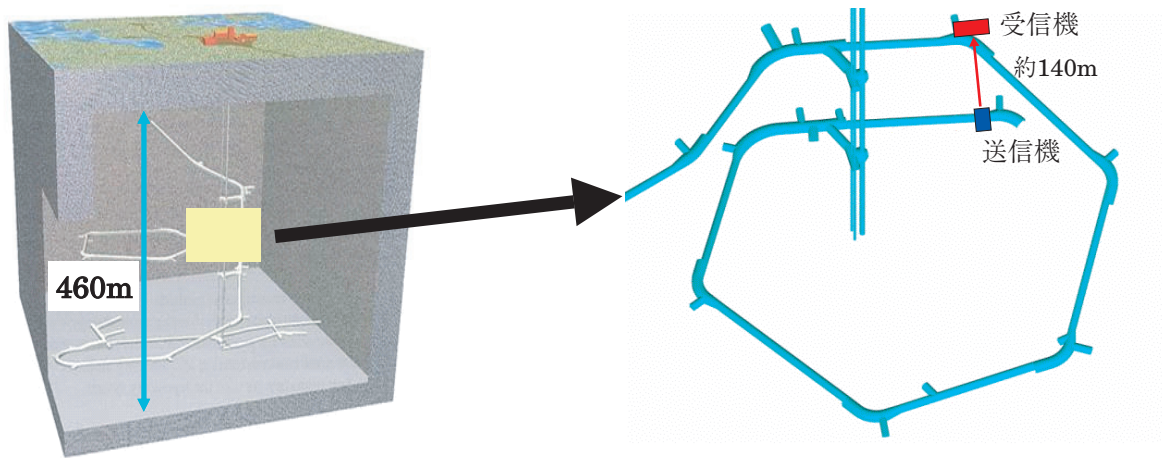
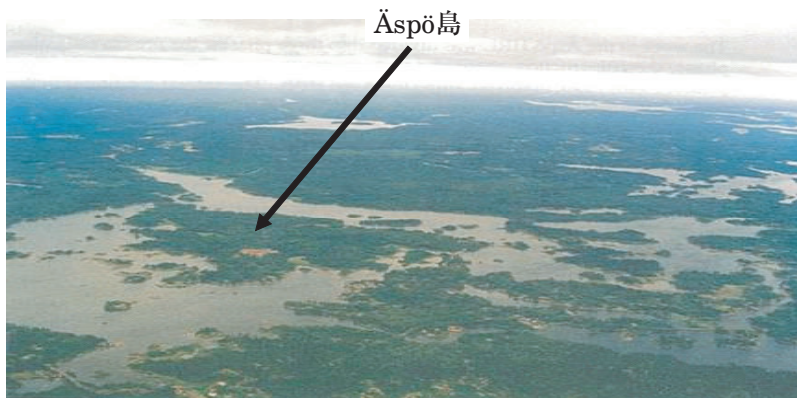


図2.3 スウェーデンSKBのÄspö島でのHRL試験位置（一例）



図2.4 試験状況（Äspö島のHRL、地下460mレベル）

3. ANDRAからの受注業務

今回ANDRAから受注した業務は、原環センターがこれまで開発した地中無線通信技術をANDRAの処分概念に適用するための技術検討である。その処分概念とは、「廃棄体の回収可能性を念頭において地中の鋼管の中に廃棄体を埋設してベントナイトで覆うもの」である。

検討概要は、図3.1に示すように、鋼管中にセットした送信機から電磁波を発生させて、鋼管中の受信機の受信特性との関係を様々な配置に置いて把握することにより最適な通信システムの設計に反映しようとするものである。図3.2では、鋼管内に送信機を設置して、実験を行っている状況を示している。

今回、日本での実験で得られたデータの分析を行い、フランスで用いるプロトタイプ機器の最適な設計を行う予定である。

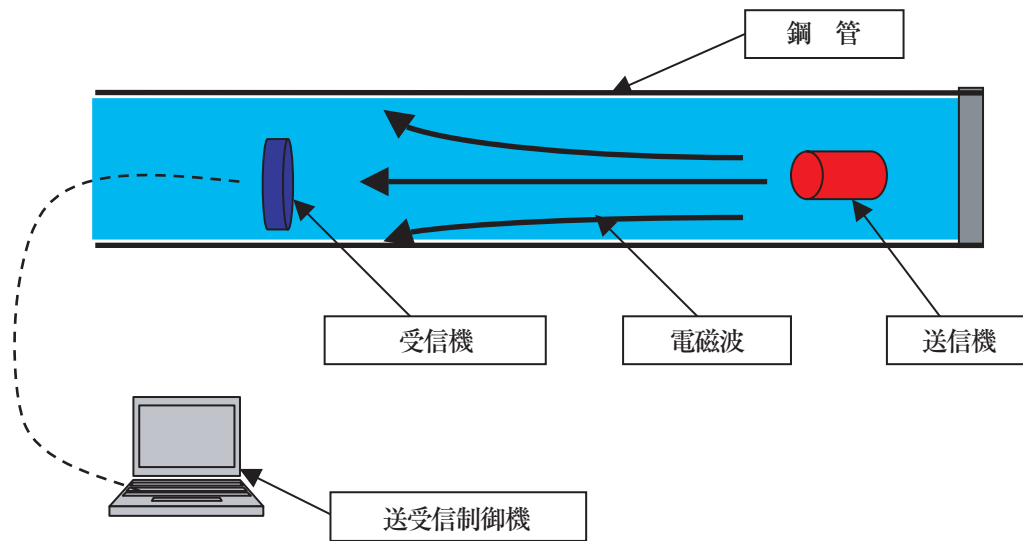


図3.1 フランスの処分概念に合わせた無線通信特性の試験概念

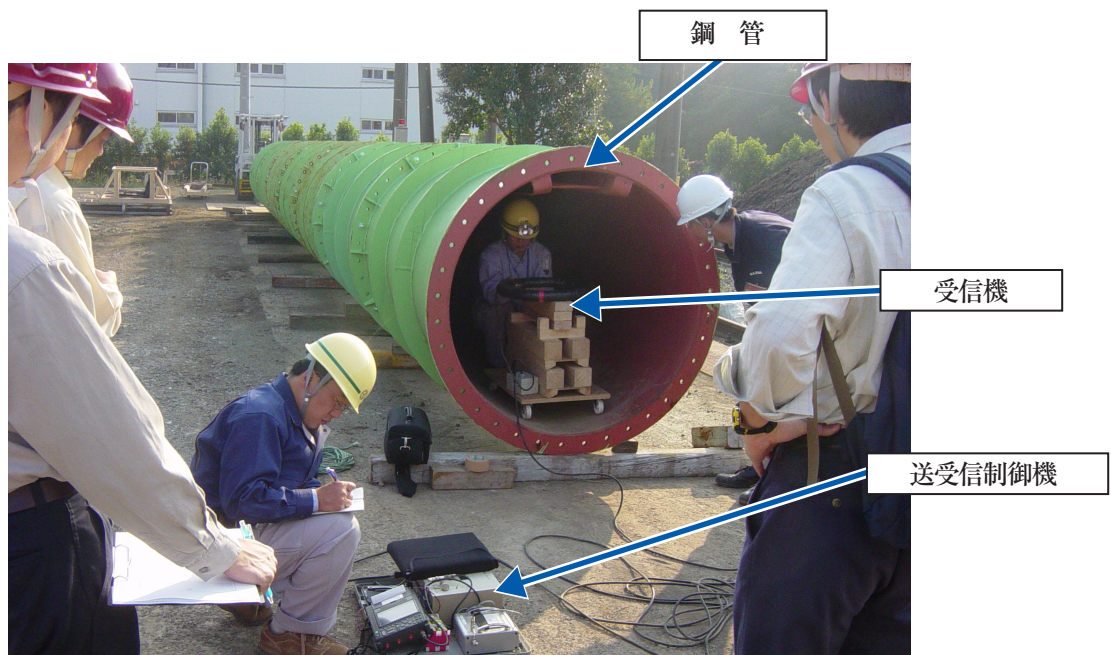


図3.2 鋼管中に送信機を設置

4. おわりに

今後の計画として、国内及び国外のURL施設などのフィールドにおいて地中無線通信技術を活用すると同時に、更なる解析技術の高度化（例えば、3次元電磁界解析手法の確立やシステム設計技術への反映）をはかり、また地中無線通信機器の耐熱性、耐圧性、耐放射線性、長期持続性（電源）などの技術的問題点についても、技術改良・開発を実施して、将来的に処分施設での信頼性の高い技術の確立をはかることとする。

図4.1は、将来の処分場における「モニタリングと地中無線のイメージ」を表している。将来、このような地中無線通信技術を利用したモニタリングシステムの実現が期待される。

現在、ANDRAから受注した地中無線通信に関する業務を通じて、多様な処分コンセプトに対して本地中無線技術の適用性を検討しているところであり、今後も実験を通じて、新たな知見を積み重ねるといふ点で、意義あるものと考えられる。

本研究の受託により、わが国の地層処分計画に技術的にフィードバックが為されることにより、より多くの地下施設の条件、処分概念への適用を踏まえて、技術・手法の高度化をはかっておくことができるという点で意義あるものと考えられる。

5. 参考文献・資料

- (1) 原環センター技術報告書 RWMC-TRJ-04003 地層処分にかかわるモニタリングの研究—位置付け及び技術的可能性—、平成16年9月
- (2) 原環センター 平成14年度 地層処分技術調査等報告書「—モニタリング機器技術高度化調査—（その1）地層処分モニタリングシステムの検討」平成15年3月
- (3) 原環センター/ 鹿島：説明資料「地中無線通信によるモニタリング技術の開発」
- (4) 電気新聞2004年10月7日（木曜日）

（虎田 真一郎）

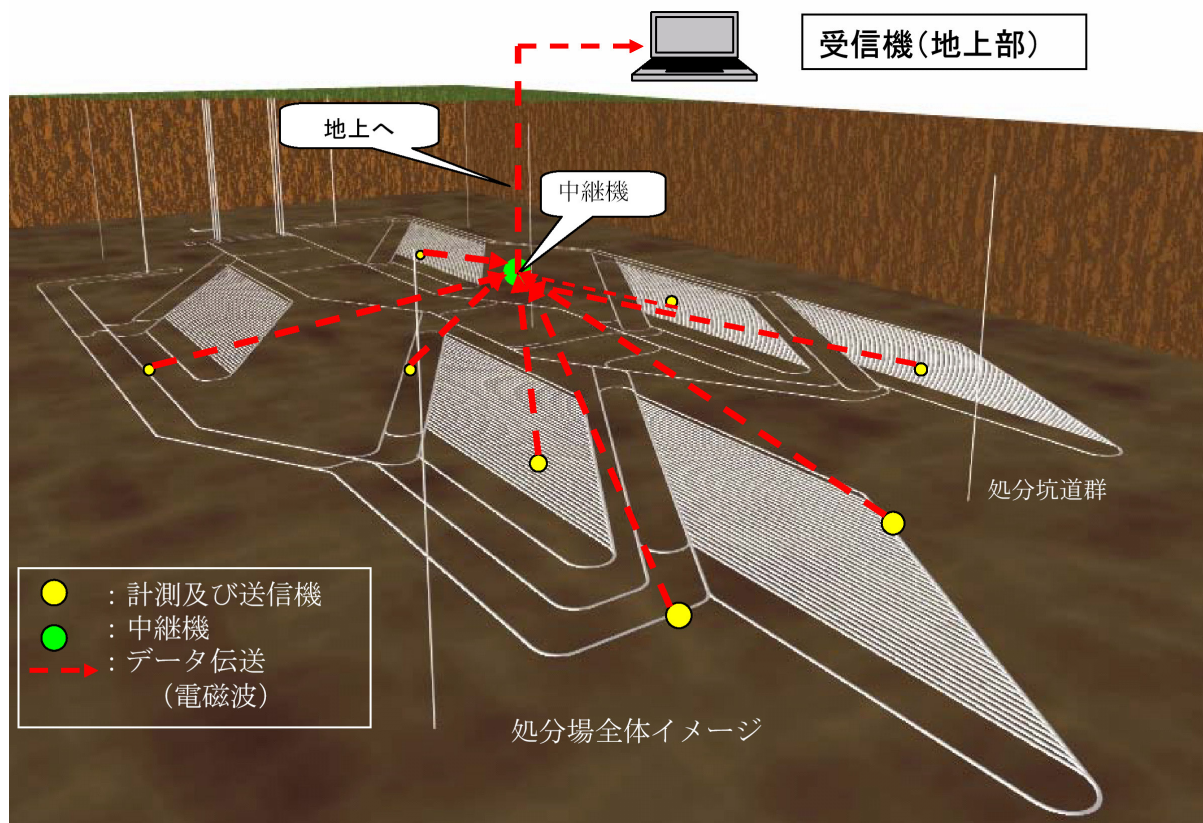


図4.1 モニタリングと地中無線通信のイメージ

編集発行

財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター
〒105-0001 東京都港区虎ノ門2丁目8番10号 第15森ビル
TEL 03-3504-1081（代表） FAX 03-3504-1297
ホームページ <http://www.rwmc.or.jp/>