



JAEA-Review

2007-016



JP0750127

JAEA-Review

地層処分研究に対する外部の
ご意見と研究の方向性

Questionnaire of Geological Isolation Research and Needs for the Future

佐々木康雄

Yasuo SASAKI

地層処分研究開発部門
システム性能研究グループ

Performance Assessment Research Group
Geological Isolation Research and Development Directorate

March 2007

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp/index.shtml>)
より発信されています。このほか財団法人原子力弘済会資料センター*では実費による複写頒布を行っ
ております。

〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920

*〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4 日本原子力研究開発機構内

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel.029-282-6387, Fax.029-282-5920

地層処分研究に対する外部のご意見と研究の方向性

日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門 地層処分基盤研究開発ユニット
佐々木 康雄

(2007年1月19日受理)

日本原子力研究開発機構東海研究センター核燃料サイクル工学研究所の「エントリー（地層処分基盤研究施設）」及び「クオリティ（地層処分放射化学研究施設）」は、年間千人以上の来訪者を受け入れ、高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発について、直接施設を案内することによって、理解促進の役割も果たしている。

本資料は、これまでエントリー・クオリティへの来訪者による、地層処分等に係る貴重なご意見・ご質問を分類し、今後の地層処分研究に関する理解促進及び今後の研究活動に資するものになるよう、とりまとめたものである。

Questionnaire of Geological Isolation Research and Needs for the Future

Yasuo SASAKI

Geological Isolation Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received January 19, 2007)

Japan Atomic Energy Agency (JAEA) has more than one thousand of short-term visitors to ENTRY and QUALITY of Tokai Research and Development Center in every year to make visitors understand the result of research and development for geological isolation of high level radioactive waste(HLW).

The important opinions and questions about geological isolation of HLW from visitors were integrated. Based on them, the information of understanding activities and future needs for research and development of geological isolation were documented.

Keywords : Geological Isolation, Disposal, Facility Visit, Inquiry

※1 ENTRY: Engineering Scale Test and Research Facility

※2 QUALITY: Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility

目次

1. はじめに	1
2. エントリー・クオリティにおける来訪者の実績	2
3. エントリー・クオリティにおける来訪者によるご意見等について	3
4. ご意見等のまとめ	14
謝辞	14
参考文献	15

Contents

1. Introduction	1
2. Actual results of facility visit to ENTRY and QUALITY	2
3. The important opinions and questions from visitors	3
4. Conclusions	14
Acknowledgement	14
References	15

This is a blank page.

1. はじめに

日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」）東海研究開発センター核燃料サイクル工学研究所にある「エントリー（地層処分基盤研究施設）」は、地層処分に対する工学技術及び性能評価についての研究を進めるために、実験室規模から工学規模までの諸設備を有するとともに、現在は原子力機構の各施設で行われている地層処分技術に関する研究情報や成果を集約する役割も果たしており、平成5年8月に竣工した施設である¹⁾。また、同研究所内にある「クオリティ（地層処分放射化学研究施設）」は、実際の放射性物質を用い深部地下環境を模擬した雰囲気制御下で、実験室レベルの核種移行試験を体系的に行うことができる施設として平成11年7月に竣工している²⁾。両者の施設では、合わせて毎年千人以上の来訪者を受け入れ、高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発の成果等の理解促進活動の役割も果たしている。

本資料は、これまでエントリーへの来訪者による、地層処分に関連する貴重なご意見・ご質問を分類し、今後の地層処分に係る研究開発活動及び地層処分研究に関する理解促進活動に資するものである。

2. エントリー・クオリティにおける来訪者の実績

エントリー及びクオリティの竣工以来それぞれの施設では、来訪者に対し、地層処分概念やその研究開発成果等について、なるべく分かりやすい説明を行うとともに、特に来訪者が抱いている、地層処分に関連する疑問や懸念事項に真摯に耳を傾けつつその回答を行うといった、地層処分に關する理解促進活動を行ってきた。

来訪者への説明は、地層処分研究開発部門等（旧、核燃料サイクル開発機構処分研究部等）の従業員が実施している。来訪者への説明時間はエントリーのみで10分～1時間程度とケースバイケースであり、そして来訪者の年齢層や職種、またその専門分野については様々であるため、説明者は、研究内容及び成果³⁾を分かりやすい形に加工した様々な展示物やシミュレーション等⁴⁾⁵⁾を活用しつつ、与えられた時間の範囲内で、地層処分に係る来訪者の理解度に応じた説明をするよう、常に心がけている。そして説明者は必ずしも一方通行による説明ではなく、不明な点や懸念される点などがあれば必要に応じこちらからご意見等を伺うといった円滑なコミュニケーションを前提とした対応を実施している。

エントリー・クオリティにおける来訪者実績のうち、来訪者数のデータが残っているもの（平成10年以降）について表1にまとめた。平成10年度以降、毎年千人を超える来訪者を受け入れ、地層処分への理解促進活動を継続実施している。

表1 エントリー・クオリティにおける来訪者実績
(平成10年度～平成18年10月末)

	エントリーのみ	エントリー・クオリティ	クオリティのみ	合計
平成10年度	1116	-	-	1116
平成11年度	1849	584	89	2522
平成12年度	1706	561	22	2289
平成13年度	2068	544	54	2666
平成14年度	1725	340	3	2068
平成15年度	1427	358	24	1809
平成16年度	1496	245	0	1741
平成17年度	839	287	0	1126
平成18年度 (10月末まで)	494	218	1	713
合計	12720	3137	193	16050

*枠内の数字は、人数を示す。

*クオリティは平成11年7月竣工のため、平成10年度はエントリーのみ。

*エントリー会議室のみ利用及び常陸那珂港湾見学（4階）のみの見学者は実績には含まない。

さらに、平成16年度から平成18年10月末までに来訪された3,580名について、来訪元（会社、団体等の所在地で整理）の地域について整理すると、企業、官公庁等関係者の多かった東京都（726人、21.5%）、学生教員など教育関係者の多かった茨城県（659人、19.5%）のほか、青森県（724人、21.5%）からの来客が多かった。また、海外からも153人（4.5%）の来訪者があった。

3. エントリー・クオリティにおける来訪者によるご意見等について

エントリー・クオリティに来訪され、その都度地層処分等についての様々な観点からのご意見・ご質問（以下、ご意見等）を頂いており、平成16年4月から平成18年10月末に来訪された延べ3580名の方々から頂いたご意見等は567件に上る。それらのご意見等について以下の分類に分けて簡略にまとめたものを表2-1～表2-9に示す。

なお、来訪者により頂いたご意見等については、案内者が必要に応じて回答し、その内容については適宜対応メモを残すように努めている。本報告ではそれらの内容を地層処分に関して懸念される事項として分類と整理を行ったものである。

- ① 地層処分の「概念全般」について（処分場の概念、ガラス固化体など）：表2-1
- ② 地層処分の「研究開発全般」について（研究方針、国や他機関との役割分担など）：表2-2
- ③ 地層処分における「地質環境・地下環境」について（地下の雰囲気、地震の影響など）：
表2-3
- ④ 地層処分研究のうち「工学技術」について（オーバーパック・ベントナイトといった人工バリアの設計、処分場の建設・操業についてなど）：表2-4
- ⑤ 地層処分研究のうち「性能評価」について（核種移行、水理物質移行、総合安全評価など）：
表2-5
- ⑥ 「エントリー・クオリティ」の施設の内容について（展示物、試験作業など）：表2-6
- ⑦ 地層処分の「処分事業」について（処分地選定、処分費用など）：表2-7
- ⑧ 高レベル放射性廃棄物の「処理」について：表2-8
- ⑨ 高レベル放射性廃棄物の「地層処分以外」の項目について：表2-9

表 2-1 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見等
 (高レベル放射性廃棄物の「地層処分概念全般」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
処分概念	処分深度・面積等	<ul style="list-style-type: none"> ・処分深度はどの程度か。 ・処分深度の設定理由は何か。 ・なぜ地下深部に処分を行うのか。 ・処分場の広さはどの程度か。 ・処分場の坑道の総延長はいくらか。
処分概念	埋設後の管理	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場の閉鎖後、地下の状態を管理するのか。 ・処分場の閉鎖後、地上で何かしらの管理を行うのか。
処分概念	処分費用	<ul style="list-style-type: none"> ・処分費用はどの程度か。(全体、ガラス固化体1本あたり、結晶質岩と堆積岩との違い)
処分概念	処分場のイメージ	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場の概念(シミュレーションで提示)は既に決定したものか。 ・海の下に建設することはできないのか。
処分概念	回収可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・最終処分において、廃棄物の取り出しは考えないのか。
処分概念	安全基準	<ul style="list-style-type: none"> ・国際的な安全基準はないのか。
ガラス固化体	基本仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体の材質は何か。 ・なぜ廃棄体としてホウケイ酸ガラスを使うのか。 ・ガラス固化体が黒色なのはなぜか。
ガラス固化体	発生量	<ul style="list-style-type: none"> ・一つの処分場で処分されるガラス固化体の総数は。 ・ガラス固化体は年間何本程度発生するのか。 ・高レベル廃棄物の処分の対象はどこまでか。もんじゅのものも含むのか。 ・高レベル廃棄物は、ガラス固化体1本あたりどの程度含まれているのか。 ・2020年頃以降に発生するガラス固化体(4万本)は、第2処分場になるのか。
ガラス固化体	発熱量	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体はなぜ熱が発生するのか。 ・ガラス固化体の発熱量はどの程度か(処分当初)。 ・ガラス固化体の温度はどの程度か。
ガラス固化体	放射能	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体から放射線がなぜ出るのか。 ・ガラス固化体から出る放射能の程度は。 ・ガラス固化体が放射線で損傷することはないのか。 ・高レベル放射性廃棄物の定義となる放射能の範囲はあるのか。
地層処分以外の概念		<ul style="list-style-type: none"> ・地層処分より、地上保管の方が良いのではないか。 ・宇宙処分や海底下処分のほうが良いのではないか。
他国への処分		<ul style="list-style-type: none"> ・わが国の自然環境は地層処分に向かないと考えるが、他国への処分を考えないのか。 ・海外で既に処分が行われている国があるのか。
安全に対するシナリオ		<ul style="list-style-type: none"> ・もし地層処分施設から放射性物質が地表に漏れ出した場合は、どのように対処するのか。 ・地下に埋めて廃棄体の中の放射性物質が漏れたりしないのか。

表 2-2 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
 (高レベル放射性廃棄物の「地層処分研究全般」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
研究全般		<ul style="list-style-type: none"> ・高レベル廃棄物処分に対する課題は、すべて解決されたと考えて良いのか。
研究協力	国、他機関	<ul style="list-style-type: none"> ・安全規制への具体的貢献はどのような体制になっているのか。 ・NUMOでも研究を行うのか。 ・NUMOへの支援はどのように実施しているのか。 ・大学との共同研究状況はどのようになっているのか。 ・海外との研究協力はどのようになっているのか。 ・処分研究は経済産業省が所管か。
研究協力	機構内	<ul style="list-style-type: none"> ・ENTRYとQUALITY双方のデータが研究に上手く活かされているのか。 ・瑞浪・幌延での研究とどのように連携しているのか。
成果公表		<ul style="list-style-type: none"> ・ここで得られた成果はどのようところで公表しているのか。(国内・国外) ・地域への成果発表や理解促進活動の状況はどのようになっているのか。
組織		<ul style="list-style-type: none"> ・エントリー・クオリティの従業員数とその内訳は。(研究者、施設管理等)
方針		<ul style="list-style-type: none"> ・研究はいったいどこまでやればいいのか。 ・事業主体が出来ているHLW処分の場合、ある程度の段階までやったらそれ以上やらなくてもいいという見方もある。 ・ENTRYでの試験設備は、かなりわかりやすいため、逆に研究の継続性という意味でたたかれやすい。
モデル、検証		<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションの証明はどうやるのですか。
役割分担		<ul style="list-style-type: none"> ・原子力機構全体では処分研究はどう行っているのか。 ・我が国全体の役割分担や取りまとめはどうしているのか。
予算		<ul style="list-style-type: none"> ・地層処分研究の年間予算は。 ・これまでの研究に要した費用は。
海外情勢		<ul style="list-style-type: none"> ・海外でも処分研究が行われているのか。
地下研究施設	釜石鉱山	<ul style="list-style-type: none"> ・釜石鉱山における研究施設の深さはどのくらいか。
地下研究施設		<ul style="list-style-type: none"> ・日本でJAEA以外に地下を調べているところはあるのか。 ・地下研究施設の掘削深度の目標・現状は。 ・地下研究施設の研究に関する役割分担はどうなっているのか。 ・地下研究施設で放射性物質は使用するのか。 ・地下研究施設は、処分サイトにて行わなければ意味が薄いのでは。 ・地下研究施設には廃棄物は持ち込まないのか。処分場にはしないのか。 ・瑞浪・幌延の地下研究施設は地元に対して将来処分場にしないと約束して行っているのか。 ・日本の地下研究施設はなぜ地域住民に受け入れられているのか。 ・地下研究施設で掘った穴は最後は埋めるのか。

表 2-3 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
 (高レベル放射性廃棄物の地層処分研究のうち、「地質環境」・「地下環境」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
埋設環境	雰囲気	<ul style="list-style-type: none"> ・どうして地下は還元性環境なのか。 ・地下に酸素が少ないことはどうやって判るのか。 ・処分直後は、掘削等により地上から処分場へ酸素が入ってくる。その際の評価はどうなっているのか。 ・地下は還元系で、還元系では安全側と言うことか。
埋設環境	圧力	<ul style="list-style-type: none"> ・処分環境で、圧力の影響を考えないといけないのではないか。
火山活動		<ul style="list-style-type: none"> ・日本は火山が多いが、火山(マグマ)による処分場の影響をどう考えているのか。
温泉・地下水		<ul style="list-style-type: none"> ・地下の温泉の成分の調査などは行っているのか。
地震影響		<ul style="list-style-type: none"> ・地震の影響についてどのように評価しているか。 ・処分場はどのくらいの震度まで耐えられるのか。 ・もし地震が来た場合、地下の処分施設では、地表に比べて地震動が大きくなることはないのか。 ・先の新潟の地震ではトンネル内まで地震の影響が及んだと聞くが、地層処分場は影響を受けないのか。 ・処分後、地層中に亀裂が走って人工バリアが壊れることはないのか。
代表的な地質環境		<ul style="list-style-type: none"> ・場所毎の多様な条件に如何に対応するのか。 ・結晶質岩と堆積岩、どちらが地層処分に適しているのか。 ・東濃・幌延の2ヶ所での研究で十分なのか。 ・硬い岩盤の方が処分場としてより適しているのか。 ・処分サイトが決まらないのは、日本には安定な地層があまり無いからなのか。
断層		<ul style="list-style-type: none"> ・断層破砕帯はなぜ発生するのか、それはどんなもので、どのくらいの幅か。
地殻変動		<ul style="list-style-type: none"> ・10 万年といった時間になると、地殻変動等が影響するのではないか。
地下水水理		<ul style="list-style-type: none"> ・地下水の流れが少ないと考えられる山の中(中腹。)に処分しては、ユッカマウンテンなどは、地下水位が処分場よりも下とのことであるが、日本はどうか。
地下の温度		<ul style="list-style-type: none"> ・地下深部は温度が高いのではないのか。 ・温度シミュレーションで地下の処分場周囲の温度はどう決めているのか。
地質		<ul style="list-style-type: none"> ・(青森県)六ヶ所村の岩石はどのようなタイプのものか。 ・幌延の岩はどのようなタイプのものか。
適切な環境		<ul style="list-style-type: none"> ・「どこの地域が適切か？」といった研究はやっていないのか。 ・日本の中で処分にとってここは良いという場所はあるか。
隆起侵食		<ul style="list-style-type: none"> ・地層処分場は将来地表に出てくることはないのか。 ・隆起侵食等を考えても超長期の処分場の安定性は説明できるのか。

表 2-4 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
 (高レベル放射性廃棄物の地層処分研究のうち、「工学技術」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
設計施工	オーバーパック	<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーパック材質の炭素鋼は腐食すると思うが問題はないのか。 ・オーバーパックの厚さは何で決まっているのか。 ・オーバーパックの腐食評価について、1000年先のことの確かさをどのように担保するのか。 ・代替材料としてステンレス鋼は考えていないのか。 ・なぜ銅やチタンを代替材料に考えているのか。 ・チタンや銅を使うと、コストアップになるのではないか。 ・チタンオーバーパックのチタンが、外力により破れてしまうことはないのか。
設計施工	建設作業(掘削、定置作業)	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場を建設する技術は確立されているか。 ・地下1000mまで掘った実績はあるのか。 ・廃棄物はどのように処分施設に搬入するのか。 ・地下の埋設場所への地上からのアクセス方法は、 ・廃棄体の搬送技術は幌延で実証するのか。 ・坑道の掘削や廃棄物の埋設は、全て機械で自動的に行うのか。 ・地下で設置装置が故障したらどうするのか。 ・1000mよりもっと深いところに処分した方がより安全なのではないか。 ・人工バリアの設計は立地場所の条件が明らかにならなければ、まだ大きく変更される可能性があるのか。
設計施工	建設作業(レイアウト)	<ul style="list-style-type: none"> ・横置きと縦置きを選ぶ理由は何か。 ・ガラス固化体の定置間隔はどの位か。 ・ガラス固化体は、処分の際、ひとつの処分孔に複数本入れることはないのか。 ・ガラス固化体を、縦方向に多段積みするレイアウトは考えないのか。 ・処分孔の離間距離は、何で決定するのか。 ・ベントナイトは処分場にどのように設置するのか。 ・地下へは、立坑でアクセスするのか。 ・坑道径は、何で決まるのか。 ・炭鉱などの跡地を利用した処分も考えられるのではないか。
設計施工	建設作業スケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場を作って全部埋め戻すまでに何年かかるのか。 ・4万本の廃棄体はどこかに貯蔵しておいていっぺんに処分するのか。それとも1万本処分してあとはしばらく貯蔵ということになるのか。
設計施工	閉鎖	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物を捨てたら捨てたままなのか。 ・地下の坑道、アクセス坑道は埋めてしまうのか。 ・処分坑道の支保のコンクリートは、ずっとメンテナンスをするのか。 ・坑道を埋め戻す材料は何を使うのか。 ・処分後は、地上は使えるのか。 ・かつて処分場であったことをどのようにして伝えるのか。 ・オーバーパックが1000年で壊れた場合は取り出すのか。 ・埋設した後取り出すことは考えていないのか。 ・処分施設を埋め戻した後は、地表に目印つけるのか。

(表 2-4 続き)

キーワード		ご意見・ご質問
設計施工	支保	<ul style="list-style-type: none"> ・低アルカリ性セメント開発上の最大の課題は初期強度か。 ・処分坑道のコンクリートの支保は、操業の安全のために行うのか。
設計施工	人工バリア	<ul style="list-style-type: none"> ・離間距離は何で決まるのか。 ・ベントナイトをどのように押し固めるのか。 ・人工バリアの重量は。 ・人工バリアの寿命はどれくらいか。
設計施工	ナチュラルアナログ	<ul style="list-style-type: none"> ・英国で 1000 年以上昔の鉄を掘り出し、日本の大阪の研究所に持ち込み調べたら腐食はほとんどなかった。日本でも同種の研究はしているのか。 ・出雲大社の斧については、評価はどうであったか。
設計施工	ベントナイト	<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材は多くの国で用いられているのか。 ・緩衝材はクニゲル V1 で決定か。 ・ベントナイトの産地はどこか。 ・ベントナイトの種類が異なれば機能は変わるのか。 ・ベントナイトは水を通しにくいと説明があったが、緩衝材が完全に水で満たされるまでの期間 (50年程度) は短いのではないか。 ・展示物ではベントナイトブロック間に隙間があるが、実際に廃棄体の周りに設置する際に問題はないのか。 ・オーバーバックがある 1000 年間は緩衝材の機能は期待しないのか。 ・緩衝材は締固め方向による相の偏りが生じるため、冠水が早くなるのか。
長期健全性評価	緩衝材長期変質挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材に対する設計要件は何か。 ・ベントナイトはイライト化しないのか。 ・廃棄体からと地下岩石自体の熱による、ベントナイトへの温度影響は問題ないのか。 ・熱解析で想定している岩は何か。 ・特にセメントベントナイトの反応について興味がある。
長期健全性評価	緩衝材の流出	<ul style="list-style-type: none"> ・H12 レポートにおけるベントナイトの流出量は、実験結果の外挿か。
長期健全性評価	長期力学的変形挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・長期的には緩衝材の下部が沈んで無くなってしまわないか。 ・人工バリアせん断応答挙動試験においては、緩衝材中にオーバーバックを入れて実験を行っているが、岩盤までを含めた形で試験を実施しないのか。
長期健全性評価	連成挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・熱-水-応力-化学連成研究の目的はモデル開発か。 ・熱-水-応力-化学連成の化学の部分はどのように評価するのか。 ・再冠水の時間はかなり長いのではないか。

表 2-5 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
(高レベル放射性廃棄物の地層処分研究のうち、「性能評価」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
核種移行	核種移行全般	<ul style="list-style-type: none"> ・核種とは。 ・元素が移動するとはどういう事ですか。 ・高レベル廃棄物の処分におけるガラス固化体からの核種移行のシナリオはいかに。
核種移行	ガラス溶解	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水にガラス中の放射性物質は溶けないのか。 ・ガラス固化体から放射性物質はどのように溶解するのか。 ・ガラスの溶ける速度は、酸性性環境と還元性環境で違うのか。
核種移行	データベース	<ul style="list-style-type: none"> ・核種移行のデータベースは見る事ができるのか。
核種移行	微生物	<ul style="list-style-type: none"> ・微生物は何が課題となるか。
核種移行	核種の溶解度	<ul style="list-style-type: none"> ・Puの溶解度が他のアクチノイド元素に比べ高いのは何故か。 ・RIは何処から入手するのか。
核種移行	地下水・間隙水化学	<ul style="list-style-type: none"> ・海水系、降水系とは何か。 ・溶解度設定の際、ガラス固化体の溶解にともなう地下水溶液の組成の変化を考慮しているか。
核種移行	拡散・収着	<ul style="list-style-type: none"> ・岩盤からの圧力の効果が拡散現象に対して重要ではないか。 ・分配係数を測定する際のサンプルの表面処理で違いは出ないか
水理物質移行		<ul style="list-style-type: none"> ・地下水は地上に出てくることはないのか。 ・地下水の流れは、どのくらいか。 ・マトリクス拡散のマトリクスとは何か。 ・ポーリングなどで見えない部分の亀裂はどう評価するのですか。 ・亀裂ネットワークモデルで、亀裂を5角形にしている理由はなにか。実際の亀裂が5角形なのか。 ・ビジュアルライゼーションの水理の結果はポアホール何本を使ってデータを取ったのか。 ・地下のどこにどんな亀裂があるのかは実際掘ってみないとわからないのに、このような研究をやって意味があるのか。 ・地下水移行シミュレーションでは、一辺が90mの亀裂範囲を、2000日程度の短い時間で地下水が移動しているが、亀裂の中の地下水の移動速度はそのくらい速いものなのか。
シナリオ解析	因子抽出、不確実性	<ul style="list-style-type: none"> ・研究を進める上で、どのように絞込みをして研究の方向性を見極めているのか。 ・地層処分における主な不確実性要因は何か。 ・現在の地層処分における不確実性の幅はどの位か。 ・地層処分の安全評価でシナリオの設定は大変ではないか。
シナリオ解析	放射線影響	<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーバック表面の線量はどのくらいか。
設計オプション		<ul style="list-style-type: none"> ・縦置きと横置きの場合で、性能評価結果は変わるか。
総合安全性能評価		<ul style="list-style-type: none"> ・個別現象の研究はいろいろとやられているようだが、全体の評価もやっているのか。 ・線量のピークはいつごろか。 ・地層処分の安全評価に関する各国の比較で、被ばく線量を支配する核種は何か。 ・短期間の実験で長期が正確に予測できるのか。どこまでやれば良いのか。 ・数万年間、バリアが健全な状態を保つかどうかかわからないのではないか。 ・シミュレーションを見せられても超長期の話なので、俄かには分かりかねるとの印象だ。

表 2-6-1 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
 (高レベル放射性廃棄物の地層処分研究のうち、「エントリー」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
エントリー全般		<ul style="list-style-type: none"> ・エントリーは何の略か。 ・エントリーではどのような試験をしているのか。 ・高レベル放射性廃棄物の地層処分の研究だけやっているのか。 ・今後、エントリーやクオリティの試験は検証のためのものか。 ・エントリー試験棟に人がほとんどいないが、いつもこんな状態なのか。
装置	COUPLE	<ul style="list-style-type: none"> ・COUPLE の試験において考慮する地圧とはどの程度か。 ・COUPLE 装置について、実験で水圧を再現できるのか。 ・COUPLE については、模擬岩体にモルタルを使っていることに興味がある。
装置	EDAS	<ul style="list-style-type: none"> ・雰囲気制御とは何か。 ・EDAS のグローブボックス内での試験内容は。 ・酸素濃度計はどのようなものを使用しているのか。 ・EDASにある展示パネルのウランデータは実際の測定結果か。
装置	LABROCK	<ul style="list-style-type: none"> ・これ(LABROCK アクリル模擬岩体)は何か。 ・LABROCK ではトレーサーの注入、計測はどのように行っているのか。 ・LABROCK は1岩体当たりどのくらいの測定時間が掛かるのか。 ・LABROCK の実験結果に対する装荷圧の影響は。 ・釜石の THM 実験における亀裂の寄与は。
装置	NETBLOCK	<ul style="list-style-type: none"> ・Net block の石は何処のものを使用するのか
装置	BENTFLOW	<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝材の流出試験では平行平板により試料全面に亀裂が存在する形態で試験をしているが、実際には数本の亀裂が試料に接することになるがそのような条件での試験も実施するのか。
装置	X-CT	<ul style="list-style-type: none"> ・X線CT装置の費用は。 ・X線CTの分解能はどのくらい。 ・このX線CTで人体もはかれるのか。 ・X線CTでの試験で亀裂内を水が移行する様子が分かるとのことですが、その位の幅の亀裂まで測定できるか。
装置	コロイド	<ul style="list-style-type: none"> ・コロイドのカラム試験は実際の地下水流速でなくて良いのか。
展示物	ガラス固化体 発熱量グラフ	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体の発熱量減衰カーブの時間ゼロはいつの時点か。
展示物	ウランガラス	<ul style="list-style-type: none"> ・ウランガラスは人体への影響はないのか。 ・ウランガラスのコップはどこで作られたものか。 ・これで水を飲んでも大丈夫か。
展示物	ガラス固化体	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス固化体模型(向かって右側)表面の焦げたような模様は。
展示物	シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータグラフィックス等を用いており、分かりやすさに工夫されているのが良く分かる。 ・本シミュレーション・ツールを、リスク・コミュニケーションの一環として是非貸し出して欲しい。 ・廊下の壁にあった釜石鉱山で得た知見はシミュレーションにも活かされているのか。 ・1億年後までのシミュレーション見せられてもコメントし難い。

(表 2-6-1 続き)

キーワード		ご意見・ご質問
展示物	ナチュラルアナログ	<ul style="list-style-type: none"> ・これは何か(机の下の土の付いた水道管を指して)。 ・水道管(ナチュラルアナ展示物)は鋼管か。
展示物	ベントナイト	<ul style="list-style-type: none"> ・ベントナイトは国産なのか。 ・海外のものと値段に差はあるのか。 ・ベントナイトはこんなに体積が増加するのか。 ・(ベントナイトブロックのひび割れを見て)放っておくとひび割れてくるのか。 ・ベントナイト止水性を示す模型(水を通さない例)は何年経っているのか。 ・ベントナイトは処分以外の用途はあるのか。

表 2-6-2 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
(高レベル放射性廃棄物の地層処分研究のうち、「クオリティ」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
クオリティ全般		<ul style="list-style-type: none"> ・クオリティは建設されてから何年ですか。 ・クオリティの建設費用はいくらか。 ・設備などに対し、国等による安全審査のような検査は定期的に行われているのか。
使用核種		<ul style="list-style-type: none"> ・クオリティではどれぐらいの放射性核種が取り扱えるのか。 ・研究で放射性核種を使用するメリットは何か。 ・使用を許可されている全ての核種についてデータを取得するのか。
試験作業		<ul style="list-style-type: none"> ・QUALITY ではどのような試験をしているのか。 ・分析はどのようなものを使っているのか。 ・グローブ交換はどのように行うのか。 ・管理区域内の作業員がマスクをしていないが大丈夫なのか。 ・クオリティでは、どのぐらいの頻度でRI実験が行われているのか。
分析、試験装置		<ul style="list-style-type: none"> ・ICP-MS装置の測定原理はどのようなものか。 ・ICP-MSは何処の製品か。 ・ICP-MSの利用価値や使用頻度は、クオリティのような試験ではかなり高いのではないか。 ・Wet-SEMとはどういう意味か。また真空度はどの程度か。 ・溶液の放射能測定を行う前処理作業(金属皿への焼付け)は手作業か。危険ではないか。 ・拡散試験に使っているカラムの仕様を教えてください。 ・QUALITY にはいくつ雰囲気制御 GB があるのか。また負圧はどの程度か。 ・これだけの分析機器類を、RIのみ使用可能とはいえ管理区域内に揃えてあるところはめずらしい。今後の業務で提携できないかどうか考えてみたい。
展示物	Pu 燃作業	<ul style="list-style-type: none"> ・展示してあるPu燃のGB作業写真はグローブの先の手の色が白だが、どこかで接しているのか。

表 2-7 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
(高レベル放射性廃棄物の、「処分事業」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
処分場選定		<ul style="list-style-type: none"> ・処分場を公募しているということだが、応募しているところはあるのか。 ・もしそのサイトの地層が処分に適していないときはどうするのか。 ・今、何箇所ぐらいで掘っているのか。 ・既に廃棄物処分は実施されているのか。 ・処分地選定は、将来世代の教育と近隣市町村との調整が最も重要と考える。 ・処分場に適した場所の調査は行っているのか。 ・石炭鉱山の跡地利用などは有効ではないか。 ・日本国内での立地は、地権者がいて難しいのではないか。 ・風評被害が何より心配である。 ・処分場の上部は地主のものか。 ・処分場を建設するときは、住民の了解を得るのか。
処分費用		<ul style="list-style-type: none"> ・処分費用はどの程度か。 ・ガラス固化体1本を埋めるのにいくらかかるのか。
スケジュール		<ul style="list-style-type: none"> ・実際の処分はいつ頃開始するのか。 ・JNCで発生したガラス固化体は、JNCの施設内に埋設するのか。 ・処分場が決まったとして、毎年何本ずつ廃棄物を埋設するのか。 ・処分場を作ってから、廃棄物を埋めるまでどれくらいの期間が必要か。
法律		<ul style="list-style-type: none"> ・高レベルの法律ができたのはいつですか。

表 2-8 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
(高レベル放射性廃棄物の、「処理」に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
ガラス固化体 製作		<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス溶融炉での溶融中に攪拌はしないのか。 ・キャニスターの材質はなにか。 ・高レベル廃液中の核種はすべてイオン形態か。 ・放射性廃液に含まれている放射性物質は何か。
貯蔵の現状		<ul style="list-style-type: none"> ・処分場が出来るまでの期間、廃棄物はどう保管するのか。 ・高レベル廃棄物は今どこに貯蔵されているのか。 ・30～50年程度の間、冷却するそうですが、貯蔵施設は足りているのか。 ・ガラス固化体の貯蔵の間の安全性はどうなっているのか。
輸送		<ul style="list-style-type: none"> ・発電所から再処理工場へどうやって使用済み燃料を運搬するのか。

表 2-9 エントリー・クオリティ来訪者によるご意見ご質問
(高レベル放射性廃棄物の地層処分以外の項目に係るご意見等)

キーワード		ご意見・ご質問
使用済燃料の 直接処分		<ul style="list-style-type: none"> ・使用済み燃料の直接処分に際しては、高レベルの技術はそのまま使えるか。 ・高レベル廃棄物処分と比較して、直接処分と根本的に異なる概念はあるのか。 ・直接処分の場合、Pu等の含有量が多く被ばく量も増大し、超長期的な問題が大きいと考えるが。 ・安全評価における高レベル廃棄物との比較は。 ・Puの臨界問題などの配慮はどうなっているのか。 ・直接処分の方が高レベル廃棄物処分より費用が安いのか。
環境負荷低減	廃棄物の減容	<ul style="list-style-type: none"> ・高レベル廃棄物中の放射能を失くすことはできないのか。 ・高レベル廃棄物中の放射性物質の半減期を縮める取り組みの現状は。 ・核分裂生成物の消滅により、高レベル廃棄物量がどの程度減る見込みか。 ・核分裂生成物の消滅により、地層処分システムが変わるのか。 ・Cs-135がキー核種とのことだが、分離して核変換はできないのか。
TRU 廃棄物処分	方策、安全評価、廃棄物量など	<ul style="list-style-type: none"> ・TRU廃棄物の処分について法律はありますか。 ・ベントナイトはTRU廃棄物の処分でも用いるのか。 ・高レベル廃棄物のシミュレーションではキー核種はCs-135とのことだが、TRU廃棄物ではC-14は問題ないのか。 ・廃棄物量でTRUが、高レベルの20倍程度になるとのことだが、どのようなカウントをしているのか。 ・再処理で発生するハルの処分はどうするのか。 ・安全評価において、高レベルの線量当量に比べて、TRU廃棄物はなぜ高いのか。
ウラン廃棄物 処分	処分方策	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物中のウラン等は扱うのか。
原子力発電	必要性、コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・なぜ、原子力発電を行っているのか。 ・処分まで考えたら発電コストは火力発電などに比べて安くはないのではないか。また、研究開発にかかる予算も考慮すれば原子力は安くないのではないか。

4. ご意見等のまとめ

エントリー・クオリティへの来訪者によるご意見等をまとめたが、地層処分に関する概念、研究の現状、処分事業などに関する多岐にわたるご意見等を多数頂いていることが分かった。

その中で、来訪者のご意見等をまとめた課題として一番大きなものは、

『高レベル放射性廃棄物の地層処分は安全に実施できるのか?』

『地層処分に関連する事業はどのように進展しているのか?』

という点であると考えられる。特に、前者については、「ガラス固化体やオーバーパックの安定性」「深部地下における地震や火山活動などの処分システムへの影響」「地層処分場の建設操業の成立性」「深部地下水の流れの程度」に関するご質問が多く見られた。また、後者については、『ガラス固化体の発生状況』『地層処分場の公募の状況』『処分までのスケジュール』に関する質問が多かった。これらの懸念事項に対しては、今後も地層処分に関する適切かつ正確な社会への情報提供が必要であると捉え、処分に係る研究開発の進捗状況を全般的に理解しつつ、地層処分事業の進展についてリアルタイムで把握を行うことが必要である。そして、適宜施設内の展示物についても研究や事業の進展に合わせて常に差し替えを行うという、広報素材の更新も必要となる。

また、ガラス固化体の地層処分以外の質問も幾つか受けることもしばしばである。特に「TRU廃棄物の地層処分について」「使用済燃料の直接処分とガラス固化体の処分との比較について」「核分裂生成物の消滅・核変換などの研究の現状」についてのご意見等は比較的多く受けており、それらの取組み状況についても適宜把握しておく必要がある。

地層処分について、社会全体が関心を持ってもらうとともに、地層処分研究についての成果について理解を深めていくことは、放射性廃棄物対策としてのみならず、将来にわたるエネルギー問題の解決としての観点からも重要な課題の一つであり、そのためにはエントリー・クオリティへの来訪者に対する説明対応のみを実施しては不十分である。本資料で整理された分類に基づき科学技術的側面については即座に対応できるよう、情報やデータベースの体系化が必要である。さらに、説明者自らが原子力機構の外に出て、地域住民や学生・教員といった教育関係者などの所へ数多く出向いて、我々の研究成果について情報伝達のみではなく双方向の討論会などを企画する必要がある。今後は、地層処分に対する疑問や不安認識を理解し、地層処分に対する信頼の更なる醸成と今後の地層処分研究を担う人材の確保等につながる、いわばアウトリーチ活動⁶⁾を率先して展開していく必要がある。本資料がそのための一助になればと考える。

謝辞

本報告書を作成するにあたり、地層処分研究開発部門の北谷美穂子さん及び立山美樹さん並びに三野裕季子さん（退職）、検査開発株式会社の小池勝也さん及び永井哲史さん、株式会社NE S Iの綿引孝宣さん、以上の方々におかれましては、来訪者のご意見等の収集及び集計作業等に際してご尽力頂きました。深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 間野正, 石川博久: “地層処分基盤研究施設の概要と研究計画について”, 動燃技報, No.88, p. 80-83 (1993).
- 2) 芦田敬ら: “地層処分放射化学研究施設 (クオリティ) の概要”, サイクル機構技報, No.5, p. 9-13 (1999).
- 3) 核燃料サイクル開発機構: “わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次とりまとめ—総論レポート”, JNC TN1400 99-020 (2003).
- 4) 菖蒲信博ら: “地層処分研究の理解促進に関する可視化素材”, JNC TN8450 2002-010, pp. 16 (2003).
- 5) 菖蒲信博, 柏崎博, 綿引孝宣: “地層処分場の概念及び空間スケールの理解促進に関する展示模型 (データ集・記録集)”, JNC TN8450 2003-005, pp. 17 (2003).
- 6) 文部科学省, 平成 16 年版科学技術白書, p.112 (2004).

This is a blank page.

国際単位系 (SI)

表1. SI 基本単位

基本量	SI 基本単位	
	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質の量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

表2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例

組立量	SI 基本単位	
	名称	記号
面積	平方メートル	m ²
体積	立方メートル	m ³
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²
密度 (質量密度)	キログラム毎立方メートル	kg/m ³
質量体積 (比体積)	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²
磁界の強さ (物質の) 濃度	アンペア毎メートル	A/m
輝度	モル毎立方メートル	mol/m ³
屈折率	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²
	(数の)	1

表5. SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²¹	ヨクタ	Y	10 ¹	デシ	d
10 ²¹	ゼクタ	Z	10 ²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ¹⁸	アプト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ²¹	ヨタ	y

表3. 固有の名称とその独自の記号で表されるSI組立単位

組立量	SI 組立単位			
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方
平面角	ラジアン ^(a)	rad		m ² ・m ⁻² =1 ^(b)
立体角	ステラジアン ^(a)	sr ^(c)		m ² ・m ⁻² =1 ^(b)
周波数	ヘルツ	Hz		s ⁻¹
力	ニュートン	N		m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N・m	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
工率, 放射束	ワット	W	J/s	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³
電荷, 電気量	クーロン	C		s ⁻¹ ・A
電位差 (電圧), 起電力	ボルト	V	W/A	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ ・A ⁻¹
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² ・kg ⁻¹ ・s ⁴ ・A ²
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ ・A ⁻²
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V	m ⁻² ・kg ⁻¹ ・s ³ ・A ²
磁束	ウェーバ	Wb	V・s	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ⁻¹
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ⁻¹
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ²
セルシウス温度	セルシウス度 ^(d)	°C		K
光照射 (放射線種の) 放射能	ベクレル	Bq	cd・sr ^(c)	m ² ・m ⁻² ・cd=cd
吸収線量, 質量エネルギー分与, カーマ線量当量, 周辺線量当量, 方向性線量当量, 個人線量当量, 組織線量当量	グレイ	Gy	lm/m ²	m ² ・m ⁻² ・cd=m ² ・cd
	シーベルト	Sv	J/kg	s ⁻¹
			J/kg	m ² ・s ⁻²

- (a) ラジアン及びステラジアンの使用は、同じ次元であっても異なった性質をもった量を区別するときの組立単位の表し方として利点がある。組立単位を形作るときいくつかの例は表4に示されている。
- (b) 実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号“1”は明示されない。
- (c) 測光学では、ステラジアンの名称と記号srを単位の表し方の中にそのまま維持している。
- (d) この単位は、例としてミリセルシウス度m°CのようにSI接頭語を伴って用いても良い。

表4. 単位の中に固有の名称とその独自の記号を含むSI組立単位の例

組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘力のモーメント	パスカル秒	Pa・s	m ⁻¹ ・kg ⁻¹ ・s ⁻¹
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m ² ・m ⁻² ・s ⁻¹ =s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s ²	m ² ・m ⁻² ・s ⁻² =s ⁻²
熱流密度, 放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg ⁻¹ ・s ⁻³
熱容量, エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・K ⁻¹
質量熱容量 (比熱容量), 質量エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg・K)	m ² ・s ⁻² ・K ⁻¹
質量エネルギー (比エネルギー)	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² ・s ⁻² ・K ⁻¹
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m・K)	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ ・K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ ・kg ⁻¹ ・s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m ⁻¹ ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ ・A ⁻¹
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ ・s ⁻¹ ・A
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² ・s ⁻¹ ・A
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻³ ・kg ⁻¹ ・s ⁴ ・A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m ⁻¹ ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・A ²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・mol ⁻¹
モルエントロピー, モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol・K)	m ² ・kg ⁻¹ ・s ⁻² ・K ⁻¹ ・mol ⁻¹
照射線量 (X線及びγ線)	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ ・s ⁻¹ ・A
吸収線量	グレイ毎秒	Gy/s	m ² ・s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ² ・m ⁻² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ =kg ⁻¹ ・s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² ・sr)	m ² ・m ⁻² ・kg ⁻¹ ・s ⁻³ ・kg ⁻¹ ・s ⁻³

表6. 国際単位系と併用されるが国際単位系に属さない単位

名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1 h=60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	'	1'=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	"	1"=(1/60)'=(π/648000) rad
リットル	l, L	1 l=1 dm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1 t=10 ³ kg
ネーパ	Np	1 Np=1
ベル	B	1 B=(1/2) ln10 (Np)

表7. 国際単位系と併用されこれに属さない単位でもSI単位で表される数値が実験的に得られるもの

名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1 eV=1.60217733(49)×10 ⁻¹⁹ J
統一原子質量単位	u	1 u=1.6605402(10)×10 ⁻²⁷ kg
天文単位	ua	1 ua=1.49597870691(30)×10 ¹¹ m

表8. 国際単位系に属さないが国際単位系と併用されるその他の単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
海里	里	1 海里=1852m
ノット	ノット	1 ノット=1 海里毎時=(1852/3600)m/s
アール	a	1 a=1 dam ² =10 ² m ²
ヘクタール	ha	1 ha=1 hm ² =10 ⁴ m ²
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=1000hPa=10 ⁵ Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=10 ⁻¹⁰ m
バール	b	1 b=100fm ² =10 ⁻²⁸ m ²

表9. 固有の名称を含むCGS組立単位

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
エルグ	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイナ	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポインズ	P	1 P=1 dyn・s/cm ² =0.1Pa・s
ストークス	St	1 St=1cm ² /s=10 ⁻⁴ m ² /s
ガウス	G	1 G=10 ⁴ T
エルステッド	Oe	1 Oe=(1000/4π)A/m
マクスウェル	Mx	1 Mx=10 ⁻⁸ Wb
スチルブ	sb	1 sb=1cd/cm ² =10 ⁴ cd/m ²
ホト	ph	1 ph=10 ⁴ lx
ガル	Gal	1 Gal=1cm/s ² =10 ⁻² m/s ²

表10. 国際単位に属さないその他の単位の例

名称	記号	SI 単位であらわされる数値
キュリー	Ci	1 Ci=3.7×10 ¹⁰ Bq
レントゲン	R	1 R=2.58×10 ⁻⁴ C/kg
ラド	rad	1 rad=1cGy=10 ⁻² Gy
レム	rem	1 rem=1 cSv=10 ⁻² Sv
X線単位	X unit	1 X unit=1.002×10 ⁻¹¹ hm
ガンマ	γ	1 γ=1 nT=10 ⁻⁹ T
ジャンスキー	Jy	1 Jy=10 ⁻²⁶ W・m ⁻² ・Hz ⁻¹
フェルミ	fm	1 fermi=1 fm=10 ⁻¹⁵ m
メートル系カラット	metric carat	1 metric carat=200 mg=2×10 ⁻⁴ kg
トル	Torr	1 Torr=(101325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm=101325 Pa
カロリー	cal	
ミクロン	μ	1 μ=1μm=10 ⁻⁶ m