JAEA-Data/Code
2007-014

JAEA-Data/Code

収着データベースの更新：信頼性評価に伴う収録データの訂正と公開文献データの追加

An Update of the Sorption Database：
Correction and Addition of Published Literature Data

齋藤 好彦　Michael OCHS*　陶山 忠宏　北村 暁
柴田 雅博　笹本 広

Yoshihiko SAITO, Michael OCHS*, Tadahiro SUYAMA, Akira KITAMURA
Masahiro SHIBATA and Hiroshi SASAMOTO

地層処分研究開発部門
地層処分基盤研究開発ユニット

Geological Isolation Research Unit
Geological Isolation Research and Development Directorate

July 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 +81-29-282-6387,　Fax +81-29-282-5920

© Japan Atomic Energy Agency, 2007

JAEA-Data/Code 2007-014

収着データベースの更新：
信頼性評価に伴う収録データの訂正と公開文献データの追加

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
齋藤　好彦※，Michael OCHS*，陶山　忠宏※，北村　暁，柴田　雅博，笹本　広

（2007 年 4 月 12 日受理）

核燃料サイクル開発機構(以下，JNC)は，これまでに高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の第 2 次取りまとめにおいて，人工バリアおよび天然バリアでの遅延能力を評価する上で重要な放射性核種のベントナイトや岩石への分配係数（K_d）を収着データベース（JNC-SDB）として整備した。また，同整備以降の 1998～2003 年の間に公開された文献を基にデータを追加した。

今回の報告書では，日本原子力研究開発機構（以下，JAEA）として，JNC-SDB を拡充・更新するため：

(1) JNC-SDB にまだ取り込んでいないデータを含む公開文献を広く再度調査・データ収集を行ない，新たなデータを JNC-SDB に追加した。
(2) 使用者の利便性を考慮して，自動的にグラフ表示される JNC-SDB の機能などを改良した。
(3) 更に，「JNC 収着データベースを用いた収着分配係数の信頼度評価手法の開発」として，公開しているガイドラインに基づき，信頼度評価し，実験条件等を確認する過程においてデータを見直し，データの再入力を行った。

今回の更新作業により，全体で 23 元素に対し，3,205 件の K_d データが増加した。また，一部の元素については，これまでより分配係数の頻度分布がより明確になり，データの分布を把握し易くなった。

核燃料サイクル工学研究所（駐在）：〒319-1194　茨城県那珂郡東海村村松 4-33
※　技術開発協力員
*　BMG ENGINEERING LTD，スイス連邦共和国

JAEA-Data/Code 2007-014

An Update of the Sorption Database: Correction and Addition of Published Literature Data

Yoshihiko SAITO※, Michael OCHS*, Tadahiro SUYAMA※, Akira KITAMURA, Masahiro SHIBATA and Hiroshi SASAMOTO

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

（Received April 12 , 2007）

Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) had developed the sorption database (JNC-SDB) which includes distribution coefficient (K_d) data of important radioactive elements for bentonite and rocks in order to define a dataset to evaluate the safety function of retardation by natural barrier and engineered barrier in the H12 report. Then, JNC added to the database the sorption data from 1998 to 2003 collected by literature survey.
In this report, Japan Atomic Energy Agency (JAEA) has updated the sorption database:

(1) JAEA has widely collected the sorption data in order to extend the sorption database. The JNC-SDB has been added the published data which are not registered in the sorption database so far.
(2) For the convenience of users the JNC-SDB was partially improved such as the automatic graph function.
(3) Moreover, errors during data input in the part of the JNC-SDB were corrected on the basis of reviewing data in the database according to the guideline; “evaluating and categorizing the reliability of distribution coefficient values in the sorption database”.

In this updated JNC-SDB, 3,205 sorption data for 23 elements, which are important for performance assessment were included. The frequency of K_d for some elements was clearly shown by addition of the sorption data.

Keywords: Sorption Database, Distribution Coefficient, K_d, Batch Technique, Bentonite, Rocks, HLW Disposal

---

※ Cooperative Staff
* BMG ENGINEERING LTD, Switzerland

目　　次

1. はじめに 1
2.　JNC-SDB の更新 2
　2.1 JNC-SDB に K_d を追加するにあたり引用した文献 2
　2.2 JNC-SDB への新しいデータの追加 4
　2.3 JNC-SDB データの訂正 5
　2.4 JNC-SDB の機能改良 7
3. おわりに 9
謝辞 9
参考文献 10
付録 17

Contents

1. Introduction 1
2. An update of JNC-SDB 2
　2.1 References in order to add the new K_d data to JNC-SDB 2
　2.2 Added the new K_d data to JNC-SDB 4
　2.3 Correction of the JNC-SDB data 5
　2.4 Improvement of JNC-SDB function 7
3. Summary 9
Acknowledgement 9
References 10
Appendices 17

表　目　次

表－1　更新した 23 元素に対する更新後での K_d のデータ数 6

図　目　次

図－1　JNC-SDB 機能改良後の K_d グラフ表示例（Np） 8

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分システムの安全評価において，人工バリアおよび天然バリアにおける放射性核種の移行の遅延を評価することは重要である。その際，溶液中の核種が固相に収着される程度を示す分配係数（以下，K_d）は，安全評価上，重要なパラメータである。

核燃料サイクル開発機構(以下，JNC)は，高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の第２次取りまとめにおいて，人工バリアおよび天然バリアでの遅延能力を評価する上で重要な放射性核種のベントナイトや岩石への K_d を収着データベース（以下，JNC-SDB）として整備した。本 JNC-SDB は，JNC の公開ホームページ上でも公開された。また，JNC-SDB 整備以降の 1998～2003 年の間に公開された文献を基にデータを追加し，上記の JNC-SDB を更新した。日本原子力研究開発機構（以下，JAEA）の公開ホームページ上(http://migrationdb.jaea.go.jp)でもその内容が公開され，幅広く利用されている。

JNC-SDB を整備してから，約 7 年が経過し，最近のデータの追加，更新してからも約 2 年が経過しており，その間にも核種の K_d に関する新たなデータが報じられている。そこで，以下の JNC-SDB 更新を実施した。

(1) JNC-SDB にまだ取り込んでいないデータを含む公開文献を広く再度調査・データ収集を行ない，新たなデータを JNC-SDB に追加した。
(2) 使用者の利便性を考慮して，自動的にグラフの凡例が表示されるなど JNC-SDB の機能を改良した。
(3) 「JNC 収着データベースを用いた収着分配係数の信頼度評価手法の開発」として，公開しているガイドラインに基づき，信頼度評価し，実験条件等を確認する過程においてデータを見直し，データの再入力を行った。

今回，更新した JNC-SDB も JAEA の公開ホームページ上(http://migrationdb.jaea.go.jp)で公開する。

2. JNC-SDB の更新

2.1 JNC-SDB に K_d を追加するにあたり引用した文献

JNC-SDB を拡充するため，2005 年以前の文献を広く再調査し，データ収集を行った。

K_d は，バッチ試験，拡散試験およびカラム試験で測定することが可能だが，イオン強度，pH 等のさまざまな条件を変えた試験が容易にできるため，バッチ試験で測定される場合が多い（杤山ほか，1998）。バッチ試験とは，粉砕した試料と，溶液を混合し，注目する溶質を添加して，その濃度比から K_d を算出する方法である。また，「JNC 収着データベースを用いた収着分配係数の信頼度評価手法の開発」（以下，ガイドライン）（齋藤ほか，2005）においてもバッチ法を評価対象としているので，収着試験をバッチ法で実施している文献を選定した。

JNC-SDB 追加のために選定した 20 件の文献のリストを以下に示す。

1) Baeyens, B. and Bradbury, M. H.: “A mechanistic description of Ni and Zn sorption on Na-montmorillonite Part I: Titration and sorption Measurements”, Journal of Contaminant Hydrology, Vol.27, p199～222 (1997).

2) Baston, G. M. N. , Berry, J. A. , Brownword, M., Cowper, M. M., Haworth, A., Heath, T. G., Ilett, D. J., McCrohon, R., and Tweed, C. J. : “Sorption Studies of Radioelements on Geological Materials”,AEAT-3142(Revised), AEA Technology plc (1998)

3) Baur, I. and Johnson, C. A. : “Sorption of Selenite and Selenate to Cement Minerals”, Environmental Science & Technology. Vol.37, No 15, p.3442～3447(2003).

4) Berry, J.A., Brownsword, M., Ilett, D.J., Linklater, C.M., Mason, C., Tweed, C.J. and Yui, M. : “Effect of Redox conditions on the Sorption of Plutonium onto Geological Materials” ,Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 713, Materials Research Society p.791～798 (2002).

5) Bird. G.A. and Schwartz. W. J. : “Partition Coefficients (Kd Values) for Tc in Shield Lake Sediments under Oxidizing and Reducing Conditions”, Wat. Res. Vol.31, No. 7, p.1673～1678 (1997).

6) Bradbury, M. H. and Baeyens, B.: “Modelling the sorption of Zn and Ni on Ca-montmorillonite”, Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol.63, p.325～336 (1999).

7) Dario M., Molera M. and Allard B. : “Effect of organic ligands on the sorption of europium on TiO_2 and cement at high pH”, SKB-TR-04-04, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. , Stockholm Sweden (2004).

8) Hassan, N. M. , Adu-Wusu K. and Marra J. C. : “Resorcinol-formaldehyde adsorption of cesium from Hanford waste solutions Part I. Batch equilibrium study”, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry,Vol.262, No.3, p.579～586 (2004).

9) 石井友章，稲川聡，軍司康義，坂本義昭，武部慎一，小川弘道，佐々木朋三：“浅地中環境下におけるウラン系列核種の分配係数測定(I)” 原子力バックエンド研究, Vol.8 (1), p.55～63 (2001).

10) 加藤大生，三原守弘，本田　明，大井貴夫：“TRU 廃棄物処分におけるセメント系材料に対する収着データベースの整備”, サイクル機構技報　JNC TN1340 2001-010，No.14, p171～180　(2002).

11) Kitamura, A., Tomura, T. and Shibutani, T.: “Sorption Behavior of Neptunium onto Smectite under Reducing Conditions in Carbonate Media”, JNC TN8400 2001-015 (2001)

12) 北村　暁, 戸村　努: “還元条件・炭酸共存下におけるスメクタイトに対するネプツニウムの収着挙動”，サイクル機構技術資料（研究報告）JNC TN8400 2003-025 (2003).

13) Lothenbach, B., Furrer, G. and Schulin, R.: “Immobilization of Heavy Metals by Polynuclear Aluminium and Montmorillonite Compounds”, Environmental Science & Technology, Vol.31, No5, p1452～1462 (1997).

14) 諸岡幸一，中澤俊之，齋藤好彦，陶山忠宏，柴田雅博，笹本　広：“人工海水系および蒸留水系における凝灰岩・花崗閃緑岩に対する Sm の分配係数” 核燃料サイクル機構研究報告書　JNC TN8400 2005-015 (2005).

15) 中澤俊之，岡田賢一，齋藤好彦，陶山忠宏，柴田雅博，笹本　広：“人工海水系および蒸留水系における砂岩に対する U・Th の分配係数” 核燃料サイクル機構　研究報告書 JNC TN8400 2004-023　(2005).

16) 中澤俊之，岡田賢一，室井正行，柴田雅博，陶山忠宏，笹本　広：“海水系地下水における砂岩および凝灰岩に対する Sn・Pb・Th の分配係数” 核燃料サイクル機構研究報告書 JNC-TN8400 2003-039（2004）

17) Poinssot C., Baeyens B. and Bradbury M. H.：“Experimental and Modeling Studies of Caesium Sorption on Illte”, Geochimica et Cosmochimica Acta. Vol.63, No 19/20, p.3217～3227 (1999).

18) Silva R. J., Benson L. V., Yee A. W. and Parks G. A.：“Theoretical and Experimental Evaluation of Waste Transport in Selected Rocks” Annual Progress Report, October 1, 1978 – September 30 (1979).

19) Ulrich H. J. and Degueldre C.：“The Sorption of ^{210}Pb, ^{210}Bi and ^{210}Po on Montmorillonite：A Study with Emphasis on Reversibility Aspects and on the Effect of the Radioactive Decay of Adsorbed Nuclides”, Radiochimica Acta 62, p.81～90 (1993).

20) Um W. and Serne R. J：“Sorption and Transport Behavior of Radionuclides in the Proposed Low-level Radioactive Waste Disposal facility at the Hanford site, Washington”, Radiochimica Acta 93, p 57～63 (2005).

2.2 JNC-SDB への新しいデータの追加

2.1 で示した 20 件の文献を対象に K_d および実験条件データ[1)]の抽出を行ない JNC-SDB に入力した。今回の追加登録に当たっては，性能評価上重要である 22 元素（Ni, Se, Zr, Nb, Tc, Pd, Sn, Sb, Cs, Sm, Pb, Bi, Po, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am,および Cm）の他に， JNC-SDB で整備されている Mn, Sr, Zn, Mo, I および Eu についてもデータの取り込みを行なった。

---

1) 以下の項目について情報・データを登録 ; 元素，酸化状態，固相，固相グループ｛Basaltic rocks, Bentonite (Clay minerals), Cementatious materials, Granitic rocks, Mudstone (Sedimentary rocks), Other minerals, sandstone, tuff｝，表面積（m^2/g），陽イオン交換容量（CEC ; meq/100g），溶液量（ml），固相重量（g），液固比（ml/g），温度（℃），初期 pH，最終 pH，対象元素の初期濃度（mol/l），初期 Eh（mV），最終 Eh（mV），溶液情報，試験期間（日），固液分離方法，試験における雰囲気状態，分配係数（K_d ; m^3/kg），誤差，K_d 情報の種類，引用文献名，繰り返し数，特記事項等。

なお，上記の情報については，Graph Data としてグラフ作成のために数値型として定義しなおして，それぞれの値を再入力した。原則として画面上に現れる値と同じであるが，7～9 のような範囲で報告されているデータについては，その中央値を，>10 のように上限または下限値で報告されているデータについては，その上限または下限値をグラフデータとして入力した。また，温度において室温と報告されているデータについては，23℃に統一して入力した。なお，この方法は，JNC-SDB 全体で統一している。

2.3 JNC-SDB データの訂正

澁谷ほか(1999)および陶山，笹本(2004)で整備された JNC-SDB について，齋藤ほか（2005）のガイドラインに基づき，収着データベースを用いた収着分配係数の信頼性評価（Ochs ほか，2007）の作業過程において既存の入力データについて確認を行い，見直しが必要なものを抽出し，データの再入力を行った。付録に訂正したデータをガイドラインの項目に沿って示す。

今回の訂正（削除および追加登録を含む）で，差し引き 532 個の K_d データの増加となった。表－1 に上記の削除・追加登録データ数を加えた「更新した 23 元素に対する更新前後での K_d のデータ数」を示す。固相の分類で「岩石」とは，Basaltic rocks, Granitic rocks, Mudstone, Sandstone, Tuff，「粘土」とは，Bentonite である。「その他」とは，Cementatiousmaterials および Other minerals であり，一般に黒雲母，磁鉄鉱等の鉱物，コンクリートおよび沈殿物等が含まれる。

今回の更新作業により，全体で 23 元素に対し，3,205 件のデータが増加した。また，一部の元素については，これまでより分配係数の頻度分布がより明確になり，データの分布を把握し易くなった。

表－1　更新した 23 元素に対する更新後での K_d のデータ数
（括弧内は増加数を示す）

元素	岩石	粘土	その他	合計
Ac	58 (10)	12 (0)	4 (4)	74 (14)
Am	773 (12)	420 (23)	360 (60)	1,553 (95)
Bi	2 (0)	16 (15)	1 (0)	19 (15)
Cs	1,635 (9)	943 (282)	670 (198)	3,248 (489)
Eu	250 (0)	31 (0)	894 (857)	1,175 (857)
I	80 (6)	49 (0)	191 (68)	320 (74)
Mn	114 (0)	24 (18)	36 (0)	174 (18)
Mo	15 (0)	7 (0)	12 (12)	34 (12)
Ni	762 (0)	528 (402)	259 (0)	1,549 (402)
Np	867 (0)	781 (182)	591 (155)	2,239 (337)
Pa	53 (0)	24 (10)	40 (20)	117 (30)
Pb	76 (22)	220 (15)	46 (4)	342 (41)
Po	40 (12)	28 (16)	1 (0)	69 (28)
Pu	1,053 (24)	356 (30)	343 (75)	1,752 (129)
Ra	686 (10)	466 (0)	49 (4)	1,201 (14)
Se	505 (6)	86 (0)	464 (19)	1,055 (25)
Sm	55 (55)	71 (0)	14 (0)	140 (55)
Sn	133 (18)	118 (0)	109 (0)	360 (18)
Sr	1,079 (2)	369 (1)	443 (0)	1,891 (3)
Tc	601 (22)	230 (0)	317 (30)	1,148 (52)
Th	308 (22)	189 (2)	82 (21)	579 (45)
U	1,282 (53)	915 (49)	416 (95)	2,613 (197)
Zn	9 (0)	262 (255)	0 (0)	271 (255)

2.4 JNC-SDB の機能改良

今回の更新では，JNC-SDB の機能改良として，以下の項目を実施した。

2.4.1 検索処理の効率化

① システム全体の見直しを行ない，検索処理の効率化を図るため，一部テーブル構造の変更等を行なった。
② [検索画面]リスト内データ選択方法の改良を行なった。連続した複数データの選択時には，開始データを選択し，Shift キーを押しながら終了データを選択することで可能とした。分散した複数データの選択を行なう際には，Ctrl キーを押しながらリスト内データを選択することで可能とした。また，何もキーを押さないでリスト内データを選択した際には，既に選択されていたデータも選択解除され，選択した単一データの選択のみ可能となる。
③ [検索画面]においては，13 項目の検索条件より任意の検索条件を設定し，検索結果の一覧表示や作図処理を行なう。これら検索条件を保存し，いつでも読み出して使用できるよう処理を追加した。設定ファイルはいくつでも保存でき，任意のファイル名を指定できるようにした。

2.4.2 ヘルプ機能

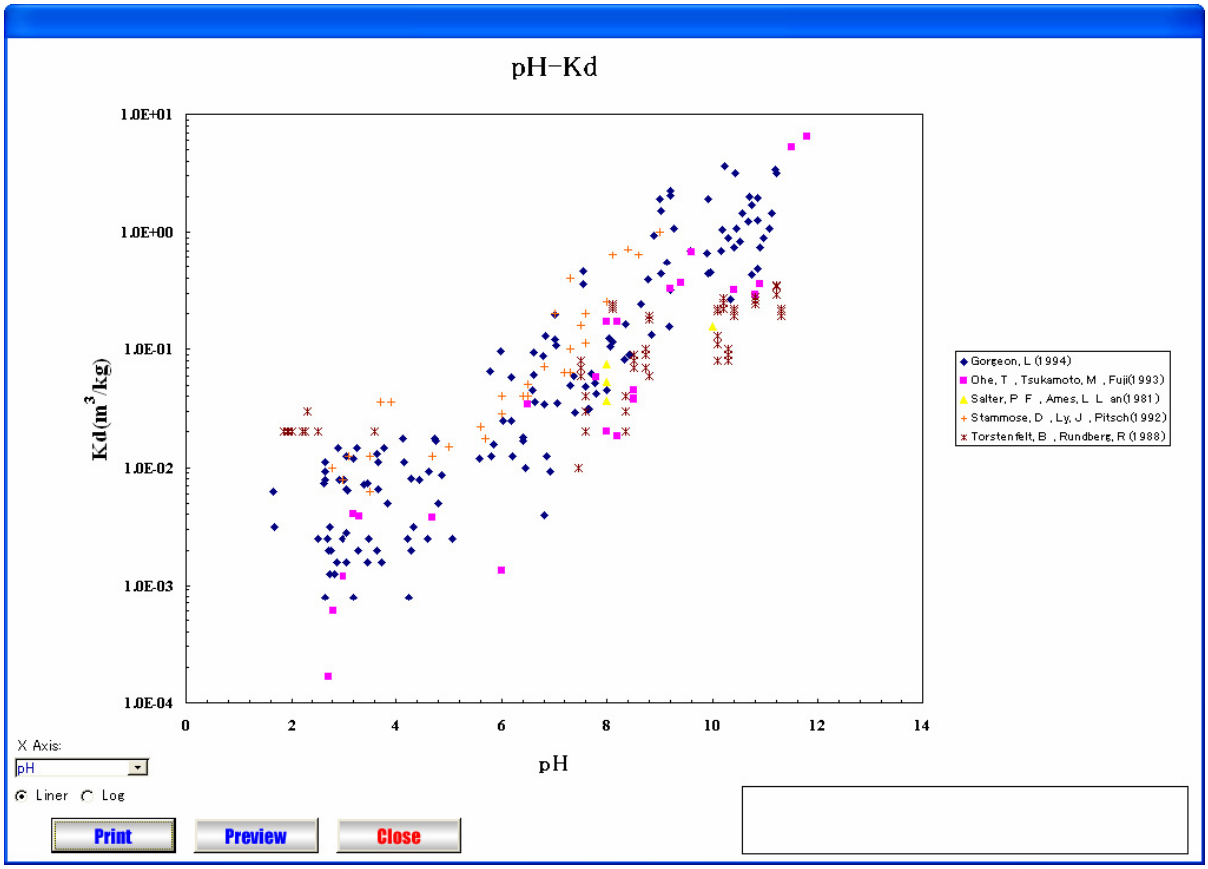
① [検索画面]全体のヘルプ機能および検索に使用する各項目のヘルプ機能を追加した。
② [検索結果画面]全体のヘルプ機能を追加した。
③ [Data Export 画面]全体のヘルプ機能を追加した。
④ [グラフ作成画面] 全体のヘルプ機能を追加した。

2.4.3 グラフ化

① [グラフ作成画面]において，作図処理の設定方法を変更した。また，どのグラフにおいても Linear および Log でのグラフ表示を可能とした。
② [グラフ表示画面]において，Linear および Log の表示変更を行なえるようにした。また，他の項目のグラフ表示の切り替えも行なえるようにした。タイトルおよび X 軸タイトルを直接入力でき，印刷にも反映できるようにした。また，メモ機能を追加し，直接入力でき，印刷にも反映できるようにした。
③ 検索結果をグラフ化する際，引用文献ごとに区別しプロットの種類を自動的に変更し，凡例も表示するよう改良した。凡例表示する引用文献の最大文字数は 30 文字とし，30 文字を超える文献名については以降の表示を切り捨て処理している。また，凡例の最大表示数は 25 文献までとし，検索結果においてそれ以上の文献データがある場合には，メッセージを表示し，自動的に 25 文献までのデータをグラフ化する機能とした。SDB 機能改良後の K_d グラフ表示例（Np）を図－1 に示す。

2.4.4 データ変換

① [Data Export 画面]において，Excel ファイルへ Export する項目を選択できるようにした。
② Data Export 機能に，検索データの個々の K_d データを特定する ID 番号も同時に Export できるようにした。



図－1　JNC-SDB 機能改良後の K_d グラフ表示例（Np）

3　おわりに

既に公開している JNC-SDB について，新たな文献からの K_d データ追加登録および自動的にグラフの凡例が表示されるなどの機能改良を行なった。また，ガイドラインに基づき，信頼度を評価する作業の過程において登録データを見直し，登録データの再入力および削除を行った。

今回の更新作業により，全体で 23 元素に対し，20 件の新規文献および既に登録済みの文献から，3,205 件の K_d データを追加登録した。登録文献数は 314 件となり，登録 K_d は 24,331 件になった。今回，更新した JNC-SDB も JAEA の公開ホームページ上 (http://migrationdb.jaea.go.jp)で公開する。

今回の更新作業で K_d のデータ数が増加したことにより，一部の元素では，これまでより，K_d の頻度分布がより明確になり，K_d データの分布を把握し易くなった。

現段階においても K_d のデータ数の非常に少ないものが依然として存在しており，今後も引き続き文献調査を継続して行い，K_d データ収集を継続するとともに，適宜，データ更新作業を行なう必要がある。

謝辞

エーテック株式会社の日笠直樹氏には，Access データベースの機能改良においてご協力いただいた。ここに，深く感謝申し上げます。

参考文献

1）Allard, B. and Beall, G. W.: “Sorption of Americium on Geologic Media”, J. Environ. Sci. Health, A14, pp.507-518 (1979).

2) Allard, B., Olofsson, U., Torstenfelt, B., Kipatsi, H. and Andersson, K.: “Sorption of Actinides in Well-Defined Oxidation States on Geological Media”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol.11, pp.775-782 (1982).

3) Allard, B., Rydberg, J., Kipatsi, H. and Torstenfelt, B.: “Disposal of Radioactive Waste in Granitic Bedrock”, American Chemical Society, Vol.4, pp.47-73 (1979b).

4) Ames, L. L., McGarrah, J. E. and Walker, B. A.: “Basalt-Radionuclide Reactions, FY-1981 Annual Report”, RHO-BW-CR-127 P (1981)

5) Ames, L. L., McGarrah, J. E. and Walker, B. A.: “Sorption of Trace Constituents from Aqueous Solutions onto Secondary Minerals I. Uranium”, Clays and Clay Minerals, Vol.31, No.5, pp.321-334(1983a).

6) Andersson, K., Torstenfelt, B. and Allard, B.: “Sorption of Radionuclides in Geologic Systems”, SKBF KBS Technical Report, No.83-63(1983b).

7) Ashida, T., Shibutani, T., Sato, H., Tachi, Y., Kitamura, A. and Kawamura, K.: “Nuclide Migration Study in the QUALITY –Data Acquisitions for the Second Progress Report– ”, JNC TN8400 99-083(1999).

8) Baeyens, B. and Bradbury, M. H.: “A mechanistic description of Ni and Zn sorption on Na-montmorillonite Part I: Titration and sorption Measurements”, Journal of Contaminant Hydrology, Vol.27, p199～222 (1997).

9) Baston, G. M. N., Berry, J. A., Bond, K. A., Brownsword, M. and Linklater, C. M.: “Studies of the Effects of Organic Materials on the Sorption of Uranium(IV) and Thorium(IV) on London Clay and Caithness Flagstones”, NSS-R258 AEA-D&R-0210 (1991).

10) Baston, G. M. N., Berry, J. A., Bond, K. A., Brownsword, M. and Linklater, C. M.: “Effects of Organic Degradation Products on the Sorption of Actinides”, Radiochimica Acta, Vol.58/59, pp.349-356(1992a).

11) Baston, G. M. N., Berry, J. A., Brownsword, M., Cowper, M.M., Haworth, A., Heath, T. G. and Tweed, C. J.: “The Sorption of Uranium and Technetium on Bentonite, Tuff and Granodiorite”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol.353, pp.989-996(1995a).

12) Baston, G. M. N., Berry, J. A., Brownsword, M., Heath, T. G., Ilett, D.J., Tweed, C. J. and Yui, M.: “The Effect of Temperature on the Sorption of Technetium, Uranium, Neptunium and Curium on Bentonite, Tuff and Granodiorite”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol.456, pp.805-812(1997).

13) Baston, G. M. N. , Berry, J. A. , Brownword, M., Cowper, M. M., Haworth, A., Heath, T. G., Ilett, D. J., McCrohon, R., and Tweed, C. J. : “Sorption Studies of Radioelements on Geological Materials”,AEAT-3142(Revised), AEA Technology plc (1998)

14) Baston, G. M. N., Berry, J. A., Brownsword, M., Cowper, M.M., Haworth, A., Heath, T. G., Ilett, D. J., Linklater, C. M., McCrohon, R., Tweed, C. J. and Yui, M.: “Sorption Studies of

Radioelements on Geological Materials",AEAT (1999).

15) Baur, I. and Johnson, C. A. : "Sorption of Selenite and Selenate to Cement Minerals", Environmental Science & Technology. Vol.37, No 15, p.3442～3447(2003).

16) Benischek, I., Hess, V. and Metzker, E.: " Preliminary Experiments for Determining Kd values for Cesium and Strontium as Part of Site Slection Part II. Experiments with Clay Materials. To Be Used as Filter Material in Radioactive Waste Ground Deposits", OEFZS- 4631(1992b).

17) Berry, J. A., Bourke, P. J., Coates, H. A., Green, A., Jefferies, N. L. and Littleboy, A. K.: "Sorption of Radionuclides on Sandstones and Mudstones", Radiochimica Acta, Vol.44/45, pp.135-141 (1988a).

18) Berry, J. A., Coates, H. A., Green, A. and Littleboy, A. K.: "Sorption of Radionuclides on Geological Samples from the Bradwell, Elstow, Fulbeck and Killingholme Site Investigations", Nirex Safety Series Report NSS/R121(1988b).

19) Berry, J. A., Bond, K. A., Ferguson, D. R. and Pilkington, N. J.: "Studies of the Effects of Organic Materials on the Sorption of Uranium and Plutonium", NSS/R183(1989).

20) Berry, J. A., Bond, K. A., Brownsword, M., Ferguson, D. R., Green, A. and Littleboy, A. K.: "Radionuclide Sorption on Generic Rock Types", Nirex Safety Series Report, No.NSS/R182 (1990a).

21) Berry, J. A., Brownsword, M., Gilling, D., Jefferies, N. L., Lineham, T. R. and Linsell, I. M.: "Mass Transfer and Sorptive Properties of Geological Samples from the Drigg Site", Chemistry Division AEA Technology (1990b).

22) Berry, J. A., Bond, K. A., Ferguson, D.R. and Pilkington, N. J.: "Experimental Studies of the Effects of Organic Materials on the Sorption of Uranium and Plutonium", Radiochimica Acta, Vol.52/53, pp.201-209 (1991a).

23) Berry, J.A., Brownsword, M., Ilett, D.J., Linklater, C.M., Mason, C., Tweed, C.J. and Yui, M. : "Effect of Redox conditions on the Sorption of Plutonium onto Geological Materials" ,Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 713, Materials Research Society p.791～798 (2002).

24) Bird. G.A. and Schwartz. W. J. : "Partition Coefficients (Kd Values) for Tc in Shield Lake Sediments under Oxidizing and Reducing Conditions", Wat. Res. Vol.31, No. 7, p.1673～1678 (1997).

25) Bradbury, M. H. and Baeyens, B.: "Modelling the sorption of Zn and Ni on Ca-montmorillonite", Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol.63, p.325～336 (1999).

26) Dario M., Molera M. and Allard B. : "Effect of organic ligands on the sorption of europium on TiO_2 and cement at high pH", SKB-TR-04-04, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. , Stockholm Sweden (2004).

27) Degueldre, C., Ulrich, H.J. and Silby, H.: "Sorption of 243-Am onto Montmorillonaite, Illite and Hematite Colloids", Radiochimica Acta, Vol.65, pp.173-179 (1994).

28) Erdal, B. R., Wolfsberg, K., Vidale, R., Duffy, C. and Hoffman, D. C.: "Laboratory Measurements of Radionuclide Distribution between Selected Ground Waters and Geologic Media", Pacific Northwest Laboratory Report PNL-SA-6957, pp.503-516 (1977).

29) Eriksen, T.E. and Jansson, M.: “Diffusion of I^-, Cs^+ and Sr^{2+} in Compacted Bentonite-Anion Exclusion and Surface Diffusion”, SKB Technical Report, No.96-16 (1996).

30) Fukumoto, M., Nishikawa, Y., Kagawa, A. and Kawamura, K.: “Distribution Coefficients measurement Experiment of Americium to Ca-Bentonite with Cement additives”, JNC Technical Report, JNC TN8400 2000-017 (2000).

31) Gorgeon, L.: “Contribution a la Modelisation Physico-Chimique de la Retention de Radioelements a vie Longue par des Materiaux Argileux THESE de DOCTORAT de I’UNIVERSITE PARIS 6 (1994)

32) Hassan, N. M. , Adu-Wusu K. and Marra J. C. : “Resorcinol-formaldehyde adsorption of cesium from Hanford waste solutions Part I. Batch equilibrium study”, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry,Vol.262, No.3, p.579～586　(2004).

33) Henrion, P. N., Monsecour, M., Fonteyne, A., Put, M. and Regge, P. D.: “Migration of Radionuclides in Boom Clay”, Radioactive Wast Management and the Nuclear Fuel Cycle, Vol.6, No.3-4, pp.313-359 (1985).

34) Higgo, J. J. W., Rees, L. V. C. and Cronan, D. S.: “Sorption of Americium and Neptunium by Deep-Sea Sediments”, Radioactive Waste Management and the Nuclear Fuel Cycle, Vol.4, No.1, pp.73-102 (1983).

35) Hooker, P. J., West, J. M. and Noy, D. J.: “Mechanisms of Sorption of Np and Tc on Argillaceous Materials. Final report”, DOE-RW—86. 055 (1986).

36) Hsu, C.-N. and Chang, K.-P.: “Sorption and Desorption Behavior of Cesium on Soil Components”, Appl. Radiat. Isot. Vol.45, No.4, pp.433-437 (1994).

37) Inoue, Y. and Morisawa, S.: “Distribution Coefficient Kd of Radionuclide between Sample Soil and Water”, Journal of the Japan Society of Atomic Energy, Vol.18, No.8, pp.524-534 (1975).

38) 石井友章，稲川聡，軍司康義，坂本義昭，武部慎一，小川弘道，佐々木朋三：“浅地中環境下におけるウラン系列核種の分配係数測定 (I) ” 原子力バックエンド研究, Vol.8 (1), p.55～63 (2001).

39) 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次取りまとめ－，総論レポート”, JNC TN1400 99-020, 1999.

40) 加藤大生，三原守弘，本田　明，大井貴夫：“TRU 廃棄物処分におけるセメント系材料に対する収着データベースの整備”, サイクル機構技報　JNC TN1340 2001-010，No.14, p171～180　(2002).

41) Kitamura, A., Tomura, T. and Shibutani, T.: “Sorption Behavior of Neptunium onto Smectite under Reducing Conditions in Carbonate Media”, JNC TN8400 2001-015 (2001)

42) Kitamura, A., Tomura, T. and Shibutani, T.: “Sorption Behavior of Neptunium onto Smectite under Reducing Conditions in Carbonate Media”, JAERI-Conf2002-004, pp.659-666 (2002).

43) 北村　暁, 戸村　努: “還元条件・炭酸共存下におけるスメクタイトに対するネプツニウムの収着挙動”，サイクル機構技術資料（研究報告）JNC TN8400 2003-025 (2003).

44) Konishi, M., Yamamoto, K., Yanagi, T. and Okajima, Y.: “Sorption Behavior of Cesium, Strontium and Americium Ions on Clay Materials”, journal of Nuclear Science and Technology, Vol.25, No.12, pp.929-933 (1988).

45) Kozai, N., Ohnuki, T. and Muraoka, S.:“Effect of Calcium Ion on Sorption of Neptunium by Smectite”, Journal of the Atomic Energy Society of Japan, Vol.36, No. 10, pp.955-957 (1994).

46) Kozai, N., Ohnuki, T. Matsumoto, J., Banba, T. and Ito, Y.: “A Study of Specific Sorption of Neptunium(V) on Smectite in Low pH Slution”, Radiochimica Acta, Vol.75, pp.149-158 (1996).

47) Lothenbach, B., Furrer, G. and Schulin, R.: “Immobilization of Heavy Metals by Polynuclear Aluminium and Montmorillonite Compounds”, Environmental Science & Technology, Vol.31, No5, p1452～1462 (1997).

48) McKinley, J. P., Zachara, J. M., Smith, S. C. and Turner, G. D.: “The Influence of Uranyl Hydrolysis and Multiple-Binding Reactions on Adsorption of U(VI) to Montmorillonite”, Clays and Clay Minerals, Vol.43, no.5, pp.586-598 (1995).

49) Morgan, R. D., Pryke, D. C. and Rees, J. H.: “Data for the Sorption of Actinides on Candidate Materials for Use in Repositories”, DOE-RW—87.094 (1987).

50) 諸岡幸一，中澤俊之，齋藤好彦，陶山忠宏，柴田雅博，笹本　広：“人工海水系および蒸留水系における凝灰岩・花崗閃緑岩に対する Sm の分配係数” 核燃料サイクル機構研究報告書　JNC TN8400 2005-015 (2005).

51) Mucciardi, A. N., Johnson, T. C. and Saunier, J.: “Statistical Investigation of the Mechanics Controlling Radionuclide Sorption”, Annual Report, Battelle-Pacific Northwest Laboratories, ADI Ref. 548, pp.1-75 (1979).

52) Murali, M.S. and Mathur, J. N.: “Sorption Characteristics of Cesium and Strontium on Back Fill Material, Bentonite”, NUCAR 99: Nuclear and Radiochemistry Symposium Mumbai (India) 19-22 Jan. 1999. (1999).

53) Muurinen, A., Rantanen, J. and Penttila-Hiltunen, P.: “Diffusion Mechanisms of Strontium, Cesium and Cobalt in Compacted Sodium Bentonite”, Mat. Res.Soc. Symp. Proc., Vol.50, pp.617-624 (1985).

54) Nagasaki, S., Tanaka, S. and Suzuki, A.: “Colloid Formation and Sorption of Americium in the Water / Bentonite system”, Radiochimica Acta, Vol.66/67, pp.207-212 (1994).

55) Nagasaki, S., Tanaka, S. and Suzuki, A.: “Affinity of finely dispersed montmorillonite colloidal particles for americium and lanthanides”, Journal of Nuclear Materials, Vol.244, pp.29-35 (1997).

56) 中澤俊之，岡田賢一，齋藤好彦，陶山忠宏，柴田雅博，笹本　広：“人工海水系および蒸留水系における砂岩に対する U・Th の分配係数” 核燃料サイクル機構　研究報告書 JNC TN8400 2004-023　(2005).

57) 中澤俊之，岡田賢一，室井正行，柴田雅博，陶山忠宏，笹本　広：“海水系地下水における砂岩および凝灰岩に対する Sn・Pb・Th の分配係数” 核燃料サイクル機構研究報告書 JNC-TN8400 2003-039（2004）

58) Ochs M., Saito Y., Kitamura A., Shibata M., Sasamoto H. and Yui M.: “Evaluating and Categorizing the Reliability of Distribution Coefficient Values in the Sorption Database”, JAEA－Technology 2007-011 (2007).

59) Oda, C., Ikeda, T. and Shibata, M.: “Experimental Studies for Sorption Behavior of Tin on Bentonite and Rocks, and Diffusion Behavior of Tin in Compacted Bentonite”, JNC TN8400 99-073 (1999).

60) Ohnuki, T., Murakami, T., Sato, T. and Isobe, H.: “Changes in Sorption Forms of Radioactive Cesium and Strontium during Smectite to Illite Alteration Diffrence in Sorption Forms between Dynamic and Static Conditions”, Journal of the Atomic Energy Society of Japan, Vol.34, No.12, pp.1139-1142 (1992).

61) Ohnuki, T. and Kozai, N.: “Sorption Characteristics of Radioactive Cesium and Strontium on Smectite”, Radiochimica Acta, Vol.66/67, pp.327-331(1994).

62) Onodera, Y., Iwasaki, T., Hayashi, H., Torii, K., Mimura, H. and Akiba, K.: “Sorption Behavior of Cs on Smectites”, Radioactive Wast Research, Vol.1, No.1, pp.53-65 (1994).

63) Palmer, D. A. and Meyer, R. E.: “Adsorption of Technetium on Selected Inorganic Ion-Exchange Materials and on a Range of Naturally Occurring Minerals under Oxic Conditions”, J. Inorg. Nucl. Chem., Vol.43, No.11, pp.2979-2984 (1981).

64) Poinssot C., Baeyens B. and Bradbury M. H. ：“Experimental and Modeling Studies of Caesium Sorption on Illte”, Geochimica et Cosmochimica Acta. Vol.63, No 19/20, p.3217～3227 (1999).

65) 齋藤好彦，Michael Ochs，神徳　敬，陶山忠宏，柴田雅博，笹本　広，油井三和：“JNC 収着データベースを用いた収着分配係数の信頼度評価手法の開発”，サイクル機構技術資料，JNC TN8410 2005-011(2005).

66) Sakamoto, Y., Konishi, M., Shirahashi, K., Senoo, M. and moriyama, N.: “Adsorption Behavior of Neptunium for Soil”, Radioactive Waste Management and the Nuclear Fuel Cycle, Vol.15, No.1, pp.13-25 (1990).

67) Salter, P. F., Ames, L. L. and McGarrah, J. E.: “Sorption of Selected Radionuclides on Secondary Minerals Associated with the Columbia River Basalts”, RHO-BWI-LD-43 (1981).

68) Salter, P. F.: “Sorption behavior of Selected Radionuclides on Potential Backfill Material”, RHO-BWI-TI—072 (1982).

69) Sato, H. and Shibutani, T.: “Study on Adsorption and Diffusion Mechanism of Nuclides in Buffer Material and Geosphere”, PNC Technical Report, PNC TN 8410 94-284 (1994).

70) Shade, J. W., Ames, L. L. and McGarrah, J. E.: “Actinide and Technetium Sorption on Iron-Silicate and Dispersed Clay Colloids”, American Chemical Society, Vol.246, pp.67-77 (1984).

71) Shibutani, T., Yui, M. and Yoshikawa, H.: “Sorption Mechanism of Pu, Am and Se on Sodium-Bentonite”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol.333, pp.725-730 (1994).

72) Shibutani, T., Kuroha, M., Inui, S., Okazaki, M. and Yui, M.: “Sorption Behavior of Pu(IV) on Bentonite under Reducing Condition”, 1998 Annual Meeting of the Atomic Energy Society of Japan, pp.608 (1998).

73) 澁谷朝紀，柴田雅博，陶山忠宏:“核種のベントナイトおよび岩石に対する収着データベース”サイクル機構技術資料，JNC TN8410 99-050 (1999).

74) Silva R. J., Benson L. V., Yee A. W. and Parks G. A.:“Theoretical and Experimental Evaluation of Waste Transport in Selected Rocks” Annual Progress Report, October 1，1978 – September 30 (1979).

75) Stammose, D. and Dolo, J.-M.: “Sorption of Americium at Trace Level on a Clay Mineral”, Radiochimica Acta, Vol.51, pp.189-193 (1990).

76) Stammose, D., Ly, J., Pitsch, H. and Dolo, J. M.: “Sorption Mechanisms of Three Actinides on a Clay mineral”, Applied Clay Science, Vol.7, pp.225-238 (1992).

77) 陶山忠宏，笹本　広:“JNC 収着データベース（JNC-SDB）の更新：1998 年～2003 年までに公開された文献データの追加” サイクル機構技術資料，JNC TN8410 2003-018 (2004).

78) Ticknor, K. V.: “Actinide Sorption by Fracture-Infilling Minerals”, Radiochimica Acta, Vol.60, pp.33-42 (1993).

79）杤山修，高須亜紀，池田孝夫，木村英雄，佐藤正知，長崎普也，中山真一，新堀雄一，古屋廣高，三頭聡明，山口徹治：“核種移行モデルにおける収着分配係数の概念とその適用性”，（社)日本原子力学会，バックエンド部会，原子力バックエンド研究，Vol.5, No.1，P.3～19（1998）

80) Torstenfelt, B., Kipatsi, H., Andersson, K., Allard, B. and Olofsson, U.: “Transport of Actinides through a Bentonite Backfill”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol.11, pp.659-668 (1982).

81) Tsukamoto, M., Ohe, T., Fujita, T., Hesbol, R. and Hermansson, H- P.: “Diffusion of Neptunium(V) in Loosely Compacted Sodium Bentonite”, Radiochimica Acta, Vol.66/67, pp.397-403 (1994).

82) Ulrich H. J. and Degueldre C.：“The Sorption of ^{210}Pb, ^{210}Bi and ^{210}Po on Montmorillonite：A Study with Emphasis on Reversibility Aspects and on the Effect of the Radioactive Decay of Adsorbed Nuclides”, Radiochimica Acta 62, p.81～90 (1993).

83) Um W. and Serne R. J：“Sorption and Transport Behavior of Radionuclides in the Proposed Low-level Radioactive Waste Disposal facility at the Hanford site, Washington”, Radiochimica Acta 93, p 57～63 (2005).

84) Wood, M. I., Aden, G. D. and Lane, D. L.: “Evaluation of Sodium Bentonite and Crushed Basalt as Waste Package Backfill Materials, RHO-BW-ST-21P (1982).

85) Yamaguchi, T., Pratopo, M.I., Moriyama, H. and Higashi, K.: “Adsorption of Cesium and Neptunium(V) on Bentonite”, Submitted to the 3rd ont. Conf. on Nuclear Fuel and Waste Management, Sendai, pp.999-1004 (1991).

86) Yucel, H. and Ozmen, A.: “Sorption and Migration of 137-Cs Attached to Organic Materials of Tea in Silty Clay Soil”, Radiat. Phys. Chem., Vol.47, No.1, pp.117-123 (1996).

付録

付録-1　　JNC-SDB データの訂正

付録-2　　JNC-SDB に既に登録済み文献における K_d の削除および追加

付録-3　　JNC-SDB　CD　ROM

付録-1　JNC-SDB データの訂正

① クライテリア I-b：K_d の報告形態に関わる信頼性評価（K_d のグラフ読み取りおよび収着量と液固比から K_d を算出する作業の実施）

文献名	元素	訂正項目
Allard and Beall (1979)	Am	K_d
Nagasaki et al.(1997)	Am	K_d および type of information, Scanned (cm^{-3}/g)
Sakamoto et al.(1990)	Np	K_d
Kozai et al.(1996)	Np	type of information, Scanned (log K_d)
Shibutani et al.(1994)	Se	type of information, Scanned (% sorb)

② クライテリア II-a：固相の同定および固相の表面特性の把握に関する記述情報の信頼性評価

文献名	元素	訂正項目
Allard et al.(1982)	Pa, Pu	Bentonite⇒　montmorillonite
Oda et al.(1999)	Sn	tuff⇒　TOUNOU
Sakamoto et al.(1990)	Np	Bentonite⇒　montmorillonite:quartz=70:30
Torstenfelt et al.(1982)	Pa	Bentonite⇒　MX-80

③ クライテリア II-b：pH の調整と制御に関する記述情報の信頼性評価（K_d の評価や試験条件の適切性を確認する上で重要なパラメータであり，炭酸塩鉱物の安定性や放射性核種の溶解度の評価でも重要）

文献名	元素	訂正項目
Ashida et al.(1999)	Np	pH end
Eriksen and Jansson (1996)	Cs, Sr	pH init
Fukumoto et al.(2000)	Am	pH init および pH end
Henrion et al.(1985)	Tc	pH end
Higgo et al.(1983)	Am, Np	pH init および pH end
Hsu and Chang (1994)	Cs	pH end
Inoue and Morisawa (1975)	Sr, Cs, Co, Mn, Zn, Ag, Fe, Mo	pH init
Mckinley et al.(1995)	U	pH init
Murali and Mathur (1999)	Cs, Sr	pH end
Salter (1982)	Cs, Np, Sr, U	pH init
Ticknor (1993)	Np, Pu, U	pH end
Wood et al.(1982)	Cs, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	pH init
Yamaguchi et al.(1991)	Np	pH init

④ クライテリア II-c：酸化還元状態に関する記述情報の信頼性評価（収着性核種の酸化還元状態のコントロールおよび酸化還元状態の確認に関わる情報の信頼性。および還元剤を加えることによる放射性核種の speciation 変化のような影響が生じていないことに関わる情報の信頼性。）

文献名	元素	訂正項目
Allard and Beall (1979)	Am	atm/redox condition
Allard et al.(1982)	Pa	atm/redox condition
Ames et al.(1983a)	U	atm/redox condition
Andersson et al.(1983b)	Cs, Sr	atm/redox condition
Benischek et al.(1992b)	Cs, Sr	atm/redox condition
Berry et al.(1990b)	U, Pu, Sr	atm/redox condition
Berry et al.(1988a)	Am, Cs, Np, Ni, Sr	atm/redox condition
Erdal et al.(1977)	Ba, Ce, Co, Cs, Eu, I, Mo, Nb, Ru, Sb, Sr, U	atm/redox condition
Higgo et al.(1983)	Am, Np	atm/redox condition
Hsu and Chang (1994)	Cs	atm/redox condition
Kitamura et al.(2002)	Np	atm/redox condition
Konishi et al.(1988)	Am, Cs, Sr	atm/redox condition
Kozai et al.(1996)	Np	atm/redox condition
Morgan et al.(1987)	U, Np, Pu, Am	atm/redox condition
Murali and Mathur (1999)	Cs, Sr	atm/redox condition
Muurinen et al.(1985)	Co, Cs, Sr	atm/redox condition
Ohnuki (1994b)	Cs	atm/redox condition
Onodera et al.(1994)	Cs, Sr	atm/redox condition
Sakamoto et al.(1990)	Np	atm/redox condition
Stammose and Dolo (1990)	Am	atm/redox condition
Yucel and Ozmen (1996)	Cs	atm/redox condition
Allard et al.(1979b)	Nd, Pu, Tc, U	redox
Allard et al.(1982)	Pu	redox
Ames et al.(1981)	Np	redox
Ames et al.(1983a)	U	redox
Berry et al.(1989)	U	redox
Degueldre et al.(1994)	Am	redox
Higgo et al.(1983)	Am, Np	redox
Inoue and Morisawa (1975)	Mn, Zn, Mo	redox
Kozai et al.(1994)	Np	redox
Kozai et al.(1996)	Np	redox
Morgan et al.(1987)	U, Np, Pu	redox
Oda et al.(1999)	Sn	redox
Onodera et al.(1994)	Cs, Sr	redox
Salter (1982)	Cs, Np, Sr, U	redox
Salter (1981)	Am, Cs, I, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	redox
Sato and Shibutani (1994)	Am, Cs, Pu	redox
Shade et al.(1984)	U	redox
Ticknor (1993)	Np	redox
Yamaguchi et al.(1991)	Np	redox
Ashida et al.(1999)	Np	Eh end
Henrion et al.(1985)	Tc	Eh init および Eh end
Higgo et al.(1983)	Am, Np	Eh init および Eh end
Hooker et al.(1986)	Tc	Eh init および Eh end
Nagasaki et al.(1994)	Am	Eh end
Palmer and Meyer (1981)	Tc	Eh init および Eh end
Salter (1982)	Cs, Np, Sr, U	Eh end

⑤ クライテリア II-d：収着試験における溶液組成に関する記述情報の信頼性評価（試験系の pH や酸化還元状態を調整・制御している場合，用いられた酸－塩基，pH 緩衝液や還元剤に関する情報も溶液組成に影響をあたえるため重要）

文献名	元素	訂正項目
Berry et al.(1990b)	Sr, U	water type
Degueldre et al.(1994)	Am	water type
Nagasaki et al.(1997)	Am	water type
Onodera et al.(1994)	Cs, Sr	water type
Yucel and Ozmen (1996)	Cs	water type

⑥ クライテリア II-e：収着試験における温度に関する記述情報の信頼性評価

文献名	元素	訂正項目
Baston et al.(1995a)	U, Tc	temp
Berry et al.(1988a)	Am, Cs, Nb, Ni, Sr	temp
Berry et al.(1988b)	Cs, Ni	temp
Higgo et al.(1983)	Am, Np	temp
Inoue and Morisawa (1975)	Sr, Cs, Co, Mn, Zn, Ag, Fe, Mo	temp
Nagasaki et al.(1994)	Am	temp
Nagasaki et al.(1997)	Am	temp
Oda et al.(1999)	Sn	temp
Palmer and Meyer (1981)	Tc	temp
Salter et al.(1981)	Am, Cs, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	temp

⑦ クライテリア II-f：収着試験における固液比と粒子サイズに関する記述情報の信頼性評価（容器壁面への核種の収着による K_d への影響を防ぐため，また，粒度分布範囲が広い固相試料に対する再現性と代表性を確保するため）

文献名	元素	訂正項目
Andersson et al.(1983b)	Cs, Sr, Tc	Solution/Solid
Higgo et al.(1983)	Am, Np	Solution/Solid, Solution/Solid Table
Oda et al.(1999)	Sn	Solution/Solid
Palmer and meyer (1981)	Tc	Solution/Solid
Torstenfelt et al.(1982)	Pa	Solution/Solid
Wood et al.(1982)	Cs, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	Solution/Solid

⑧ クライテリア II-g：収着試験における収着率に関する記述情報の信頼性評価（収着率が小さすぎる場合および大き過ぎる場合[収着率が 0 %や 100 %に近い場合]は，測定誤差が大きくなるため，これを避けるような適切な試験条件が選定されているかどうか確認を実施）
このクライテリア II-g では，固液比（II-f 参照）と初期濃度（II-h 参照）で評価した。

⑨ クライテリア II-h：収着試験における核種の初期濃度に関する記述情報の信頼性評価（核種の沈殿による K_d への影響の有無を確認する上で重要）

文献名	元素	訂正項目
Allard and Beall (1979)	Am	C init
Baston et al.(1991)	Th	C init
Baston et al.(1992a)	Th	C init
Baston et al.(1997)	Cm, Np, Tc, U	C init
Fukumoto et al.(2000)	Am	C init
Hsu and Chang (1994)	Cs	C init
Inoue and Morisawa (1975)	Sr, Cs, Co, Mn, Zn, Ag, Fe, Mo	C init
Konishi et al.(1988)	Am, Cs, Sr	C init
Torstenfelt et al.(1982)	Pa	C init

⑩ クライテリア II-i：収着試験における核種の固液分離方法に関する記述情報の信頼性評価（収着試験において，コロイドやフィルターへの収着等の K_d への影響がある場合，固液分離方法の違いにより異なった K_d が得られる）

文献名	元素	訂正項目
Andersson et al.(1983b)	Cs, Sr	Separation
Baston et al.(1995a)	U, Tc	Separation
Baston et al.(1999)	Ac, Am, Np, Pa, Po, U, Tc	Separation
Baston et al.(1992a)	Th	Separation
Baston et al.(1997)	Cm, Np, U, Tc	Separation
Berry et al.(1988b)	Cs, Ni	Separation
Berry et al.(1990a)	U	Separation
Berry et al.(1991a)	Pu, U	Separation
Erdal et al.(1977)	Ba, Ce, Co, Cs, Eu, I, Mo, Nb, Ru, Sb, Sr, U	Separation
Fukumoto et al.(2000)	Am	Separation
Gorgeon (1994)	Am, Np, U, Cs	Separation
Hsu and Chang (1994)	Cs	Separation
Konishi et al.(1988)	Am, Cs, Sr	Separation
Kozai et al.(1996)	Np	Separation
Ohnuki et al.(1992)	Cs, Sr	Separation
Onodera et al.(1994)	Cs, Sr	Separation
Mucciardi et al.(1979)	Am, Cs, I, Np, Pu, Sr, Tc	Separation
Sakamoto et al.(1990)	Np	Separation
Salter et al.(1981)	Am, Cs, I, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	Separation
Stammose et al.(1992)	Am, Np, U	Separation
Ticknor (1993)	Np, Pu, U	Separation
Yucel and Ozmem (1996)	Cs	Separation

⑪ クライテリア II-j：収着試験における反応時間に関する記述情報の信頼性評価（異なる反応時間で同等もしくはそれに近い結果が得られている試験の場合，または，試験系が平衡にたっしていることが，別途，速度論的な試験により示されている場合が望ましい）

文献名	元素	訂正項目
Berry et al.(1990a)	U	Contact time
Morgan et al.(1987)	U	Contact time
Oda et al.(1999)	Sn	Contact time
Onodera et al.(1994)	Cs, Sr	Contact time
Salter et al.(1981)	Am, Cs, I, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	Contact time

Shibutani et al.(1998)	Pu	Contact time
Yucel and Ozmen (1996)	Cs	Contact time

⑫ クライテリア II-k：収着試験における攪拌方法に関する記述情報の信頼性評価
（元文献の記述により，評価した）

⑬ クライテリア II-l：収着試験における核種の添加量に関する記述情報の信頼性評価
（元文献の記述により，評価した）

⑭ クライテリア II-m：収着試験における反応容器に関する記述情報の信頼性評価
（元文献の記述により，評価した）

⑮ クライテリア II-n：収着試験における不確実性に関する記述情報の信頼性評価
（一般的に，繰り返し行われた収着試験に基づく不確実性は，誤差に伴う不確実性よりも好ましい。従って，主に，繰り返し測定により得られた実際の情報量の違いに基づき判断した。）

文献名	元素	訂正項目
Baston et al.(1995a)	U, Tc	replicates
Baston et al.(1999)	Pa	replicates
Fukumoto et al.(2000)	Am	replicates
Hsu and Chang (1994)	Cs	replicates
Konishi et al.(1988)	Cs, Sr, Am	replicates
Muurinen et al.(1985)	Co, Cs, Sr	replicates
Oda et al.(1999)	Sn	replicates
Mucciardi et al.(1979)	Am, Cs, I, Np, Pu, Sr, Tc	replicates
Salter et al.(1981)	Am, Cs, I, Np, Pu, Ra, Se, Sr, Tc, U	replicates
Yucel and Ozmen (1996)	Np	replicates および error
Hooker et al.(1986)	Tc	error
Nagasaki et al.(1997)	Am	error

⑯ クライテリア II-o：収着試験におけるパラメータ変化に関する記述情報の信頼性評価
（元文献の記述により，評価した）

⑰ その他

文献名	元素	訂正項目
Degueldre et al.(1994)	Am	Additional information

付録-2　JNC-SDB に既に登録済み文献における K_d の削除および追加

今回の更新において，削除した K_d は，実験値ではなく計算値であり，以下の通り（計 5 個）である。

元素	K_d データの個数[固相の分類]	文献名
I	1 個[その他]	Andersson et al.(1983b)
Np	4 個[粘土]	Tsukamoto et al.(1994)

なお，[　]内は，固相の分類（岩石，粘土，その他）を示す。

また，追加登録した K_d データは，以下の通り（計 537 個）である。

元素	K_d データの個数[固相の分類]	文献名
Pa	16 個[その他]	Allard et al.(1982)
Th	2 個[粘土] および 17 個[その他]	Allard et al.(1982)
U	1 個[粘土] および 14 個[その他]	Allard et al.(1982)
Np	2 個[粘土] および 6 個[その他]	Allard et al.(1982)
Pu	21 個[その他]	Allard et al.(1982)
Am	19 個[その他]	Allard et al.(1982)
I	69 個[その他]	Andersson et al.(1983b)
Cs	9 個[岩石]，6 個[粘土]および 6 個[その他]	Hsu and Chang (1994)
U	48 個[粘土] および 77 個[その他]	Morgan et al.(1987)
Np	43 個[粘土]および 43 個[その他]	Morgan et al.(1987)
Pu	24 個[粘土]および 54 個[その他]	Morgan et al.(1987)
Am	17 個[粘土]および 41 個[その他]	Morgan et al.(1987)
Cs	1 個[粘土]	Ohnuki et al.(1992)
Sr	1 個[粘土]	Ohnuki et al.(1992)

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	立法メートル	m^3
速さ，速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m-1
密度（質量密度）	キログラム毎立法メートル	kg/m^3
質量体積（比体積）	立法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	アンペア毎メートル	A/m
（物質量の）濃度	モル毎立方メートル	mol/m^3
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m^2
屈折率	（数の） 1	1

表５．SI 接頭語

乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10^{24}	ヨタ	Y	10^{-1}	デシ	d
10^{21}	ゼタ	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}	アト	a
10^{2}	ヘクト	h	10^{-21}	ゼプト	z
10^{1}	デカ	da	10^{-24}	ヨクト	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		$m \cdot m^{-1}=1$(b)
立体角	ステラジアン(a)	sr(c)		$m^2 \cdot m^{-2}=1$(b)
周波数	ヘルツ	Hz		s^{-1}
力	ニュートン	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
圧力，応力	パスカル	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
エネルギー，仕事，熱量	ジュール	J	N・m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
工率，放射束	ワット	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
電荷，電気量	クーロン	C		s・A
電位差（電圧），起電力	ボルト	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
コンダクタンス	ジーメンス	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
磁束	ウエーバ	Wb	V・s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度(d)	℃		K
光束	ルーメン	lm	cd・sr(c)	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd=cd$
照度	ルクス	lx	lm/m^2	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd=m^{-2} \cdot cd$
（放射性核種の）放射能	ベクレル	Bq		s^{-1}
吸収線量，質量エネルギー分与，カーマ	グレイ	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
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	シーベルト	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

(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のいくつかの用例は表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℃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
粘度	パスカル秒	Pa・s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
力のモーメント	ニュートンメートル	N・m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}=s^{-1}$
角加速度	ラジアン毎平方秒	rad/s^2	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}=s^{-2}$
熱流密度，放射照度	ワット毎平方メートル	W/m^2	$kg \cdot s^{-3}$
熱容量，エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
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)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
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	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m・K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m^3	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
体積電荷	クーロン毎立方メートル	C/m^3	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m^2	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
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)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
照射線量（X線及びγ線）	クーロン毎キログラム	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	$m^4 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3}=m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	$W/(m^2 \cdot sr)$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3}=kg \cdot s^{-3}$

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	1h =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	1l=1 $dm^3=10^{-3}m^3$
トン	t	1t=10^3 kg
ネーパ	Np	1Np=1
ベル	B	1B=(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 単位であらわされる数値
電子ボルト	eV	1eV=1.60217733(49)×10^{-19}J
統一原子質量単位	u	1u=1.6605402(10)×10^{-27}kg
天文単位	ua	1ua=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		1海里=1852m
ノット		1ノット=1海里毎時=(1852/3600)m/s
アール	a	1a=1 $dam^2=10^2m^2$
ヘクタール	ha	1ha=1 $hm^2=10^4m^2$
バール	bar	1bar=0.1MPa=100kPa=1000hPa=10^5Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=10^{-10}m
バーン	b	1b=100$fm^2=10^{-28}m^2$

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
ダイン	dyn	1 dyn=10^{-5}N
ポアズ	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 =$1cd/cm^2=10^4cd/m^2$
ホト	ph	1 ph=10^4lx
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		1X unit=1.002×10^{-4}nm
ガンマ	γ	1γ=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		1 fermi=1 fm=10^{-15}m
メートル系カラット		1 metric carat = 200 mg = 2×10^{-4}kg
トル	Torr	1 Torr = (101 325/760) Pa
標準大気圧	atm	1 atm = 101 325 Pa
カロリー	cal	
ミクロン	μ	1 μ =1μm=10^{-6}m

（第７版，1998年改訂）

R100
古紙配合率100%
白色度70%の再生紙を使用しています