

ベントナイト中のCs⁺およびI⁻イオンの拡散
および活性化エネルギーに及ぼす粘土粒子の
配向およびイオン強度の影響

(研 究 報 告)

2004年3月

核燃料サイクル開発機構
社内公募型研究推進室

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122 (代表)

ファックス：029-282-7980

電子メール：jserv@jnc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2004

ベントナイト中の Cs⁺および I⁻イオンの拡散および活性化エネルギーに及ぼす粘土粒子の配向およびイオン強度の影響

(研究報告)

佐藤治夫*

要旨

ベントナイト(精製 Na ベントナイト:スメクタイト 100wt%)中の Cs⁺および I⁻イオンの見掛けの拡散係数(Da)をベントナイト乾燥密度(0.9–1.4 Mg/m³)、イオン強度([NaCl]=0.01, 0.51 M)、温度(22–60°C)、粘土粒子の配向方向に対する拡散方向をパラメータに調べ、両イオンの拡散係数および拡散の活性化エネルギー(ΔEa)に及ぼすベントナイトの乾燥密度、配向方向、イオン強度の影響について考察した。

両イオンとも、イオン強度と拡散方向に関係なく、Daは乾燥密度の増加に伴い減少した。I⁻イオンのDaは、低イオン強度[NaCl]=0.01 Mの条件では、粘土粒子の配向方向への拡散の方が、直角方向よりも大きく、イオン強度が海水程度の[NaCl]=0.51 Mになると、直角方向へのDaはわずかに増加したが、低乾燥密度の条件では、配向方向へのDaは逆に減少傾向を示した。一方、乾燥密度が高くなると、イオン強度の増加に伴いDaも増加する傾向を示した。

これらの結果と、各乾燥密度における層間距離と外部間隙およびスメクタイト表面やエッジ面からの静電的影響を考慮すると、I⁻イオンは主として外部間隙中を拡散移行し、イオン強度と乾燥密度の変化による屈曲度の変化、および界面付近の静電的影響の変化によってDaが変化したと考えられる。

Cs⁺イオンのDaは、両イオン強度とも配向方向への拡散の方が直角方向よりも大きく、イオン強度の増加に伴いわずかに増加した。Cs⁺イオンは、層間と外部間隙の両方を拡散移行できることと、層間のNa⁺イオンとイオン交換する性質があることを考えると、乾燥密度の変化によって屈曲度が変化したことと、イオン強度の変化によって収着分配が変化したことによりDaが変化したと考えられる。

I⁻イオンに対するΔEaは、低乾燥密度の条件では、両拡散方向ともイオン強度の増加に伴って減少し、自由水中の拡散係数のΔEa(ΔEa=17.36kJ/mol)と同程度となった。一方、乾燥密度の増加に伴いΔEaは増加する傾向を示した。しかしながら、これまでの報告値と比較してもかなり高く、I⁻イオンは主として外部間隙を拡散すると考えると、ΔEaの傾向を説明できない。乾燥密度の高い条件では、Daの温度依存性データがばらついており、今後、さらなる検討が必要である。

Cs⁺イオンに対する ΔE_a は、乾燥密度の低い条件では、イオン強度に依存せず、両拡散方向とも同程度の ΔE_a であった。一方、乾燥密度が増加すると、両拡散方向とも ΔE_a が増加し、低イオン強度の条件では、直角方向よりも配向方向への拡散の ΔE_a の方が高い値を示し、イオン強度が高くなると、両拡散方向とも同程度の ΔE_a が得られた。しかしながら、 ΔE_a は、配向方向に対する拡散方向に依存しないと考えられ、乾燥密度の高い条件については、 D_a データのばらつきが大きいことを考えると、不確実性の影響が大きく、さらなる検討が必要である。

本研究で得られた ΔE_a は、イオン交換エンタルピーを考慮してもすべての条件に対してCs⁺イオンの自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=16.47\text{kJ/mol}$)より明らかに大きく、スメクタイトの表面あるいはエッジ面付近をイオンが拡散移行する際に何らかの抵抗を受けていると考えられる。

以上のことを総括すると、スメクタイト表面やエッジ面からの静電的な影響により、拡散するイオンの電荷に依存して拡散移行経路(層間、外部間隙)が異なるとともに、その拡散移行経路に依存して D_a や ΔE_a が異なることを見出した。また、イオン強度に依存して、層間距離、屈曲度、スメクタイト表面およびエッジ面からの静電的影響が変化し、 D_a や ΔE_a に影響を及ぼすと考えられた。しかしながら、イオン強度や配向方向に対する拡散方向が D_a に及ぼす影響は、両イオンとも2倍程度であり、それほど大きな影響を及ぼさない。

Effects of Orientation of Clay Particles and Ionic Strength on Diffusion and Activation Energies of Cs⁺ and Γ Ions in Compacted Bentonite

(Research Document)

Haruo SATO*

Abstract

Apparent diffusion coefficients (Da) for Γ and Cs⁺ ions in compacted bentonite (purified Na bentonite: Na smectite content 100wt%) were studied as a function of bentonite's dry density (0.9–1.4 Mg/m³), ionic strength ([NaCl]=0.01, 0.51 M), temperature (22–60°C) and diffusion direction to the orientated direction of clay particles, and the effects of the orientation of clay particles, dry density and ionic strength on Da-values and activation energies (ΔEa) for both ions were discussed.

The Da-values for both ions decreased with an increase of dry density independent on ionic strength and diffusion direction. The Da-values for Γ ions in the parallel direction to the orientated direction of clay particles showed a tendency to be higher than those in the perpendicular direction to the orientated direction at the low ionic strength ([NaCl]=0.01 M). While, Da-values in the perpendicular direction to the orientated direction a little increased at the high ionic strength ([NaCl]=0.51 M), but Da-values in the parallel direction to the orientated direction showed a tendency to decrease at the low dry density (0.9–1.0 Mg/m³). The Da-values showed a tendency to increase with an increase of ionic strength at the high dry density (1.4 Mg/m³).

Considering those results, interlayer distance and external pore size at each dry density and electrostatic effects from smectite and edge surfaces, it is considered that Γ ions mainly diffuse in external pores and that the Da-values changed by change in tortuosity caused by the changes of ionic strength and dry density and by the change of electrostatic effect near solid-liquid interface.

The Da-values for Cs⁺ ions in the parallel direction to the orientated direction of clay particles were higher than those in the perpendicular direction to the orientated direction over the ionic strength, and increased with an increase of ionic strength. Considering that Cs⁺ ions can diffuse in both interlayer and external pores and exchange with Na⁺ ions existing in interlayer, Da-values are considered to have changed by change in tortuosity with a change of dry density and by the change of sorption with a change of ionic strength.

The ΔE_a -values for Γ ions in both diffusion directions to the orientated direction decreased with an increase of ionic strength at the low dry density ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$), and were similar values to ΔE_a ($\Delta E_a=17.36 \text{ kJ/mol}$) for ionic diffusivity in free water for Γ ions. While, ΔE_a -values showed a tendency to increase with an increase of dry density. However, ΔE_a -values at the high dry density (1.4 Mg/m^3) were fairly high compared with data reported up to date. The trends of ΔE_a -values on dry density and ionic strength can not be rationally explained, considering that Γ ions mainly diffuse in external pores. The dependencies of D_a -values on temperature are scattering at the high dry density (1.4 Mg/m^3), and further detailed study is essential.

The ΔE_a -values for Cs^+ ions in both diffusion directions to the orientated direction were similar independent on ionic strength at the low dry density ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$). While, the ΔE_a -values in both diffusion directions increased with an increase of dry density, and those in the parallel direction to the orientated direction showed a tendency to be higher than those in the perpendicular direction to the orientated direction at the low ionic strength ($[\text{NaCl}]=0.01 \text{ M}$), and the ΔE_a -values in both diffusion directions to the orientated direction were similar at the high ionic strength ($[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$). However, ΔE_a is considered not to depend on diffusion direction to the orientated direction. Considering that the scattering of D_a data is large at the high dry density (1.4 Mg/m^3), the effect of uncertainty is considered large, and further detailed study is essential.

The ΔE_a -values for Cs^+ ions obtained for all conditions in this study are clearly higher than ΔE_a ($\Delta E_a=16.47 \text{ kJ/mol}$) for ionic diffusivity in free water for Cs^+ ions considering ion exchange enthalpy of Cs^+ ions with Na^+ ions in interlayer, and when Cs^+ ions diffuse near smectite surface or edge surface, Cs^+ ions are considered to somehow receive resistance or restriction.

Synthesizing above, diffusive pathway (interlayer, external pore) is different depending on the charge of diffusing species by electrostatic effects from smectite and edge surfaces, and D_a and ΔE_a are considered different depending on the diffusive pathway. It is additionally considered that D_a and ΔE_a changed by the changes of interlayer distance, tortuosity and electrostatic effects of smectite and edge surfaces depending on ionic strength. However, the effects of ionic strength and diffusion direction to the orientated direction of clay particles on D_a , within a factor of 2 in deviation for both ions, are not so significant.

* Radiochemistry Group, Waste Isolation Research Division, Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Tokai Works / Innovative Research Promotion Office, Head Office, Japan Nuclear Cycle Development Institute

目次

1. はじめに	1
2. 拡散濃度分布の予測解析	2
3. 実験	9
3.1 ベントナイトの精製	9
3.2 拡散実験	11
4. 拡散係数および活性化エネルギーの計算	15
5. 結果および考察	16
5.1 見掛けの拡散係数に及ぼす乾燥密度、配向方向、 イオン強度の影響	16
5.1.1 Γ イオンの拡散係数	16
5.1.2 Cs^+ イオンの拡散係数	28
5.2 活性化エネルギーの乾燥密度、粘土粒子の配向方向、 イオン強度依存性	34
5.2.1 Γ イオンの活性化エネルギー	34
5.2.2 Cs^+ イオンの活性化エネルギー	41
6. まとめ	47
7. 今後の課題	48
参考文献	49

図および表

- 図 1 25°Cでの Cs^+ および Γ イオンの濃度分布の計算結果
- 図 2 40°Cでの Cs^+ および Γ イオンの濃度分布の計算結果
- 図 3 60°Cでの Cs^+ および Γ イオンの濃度分布の計算結果
- 図 4 沈降実験装置概要
- 図 5 試料充填治具、拡散カラム、押し出し治具
- 図 6 圧縮スメクタイト中の Γ イオンの濃度分布例
- 図 7 圧縮ベントナイト中の Γ イオンに対する見掛けの拡散係数の乾燥密度依存性
(22°C)
- 図 8 圧縮スメクタイト中の Γ イオンの拡散移行メカニズムの概念
- 図 9 圧縮スメクタイト中の Cs^+ イオンの濃度分布例

図 10 圧縮ベントナイト中の Cs⁺イオンに対する見掛けの拡散係数の乾燥密度依存性
(22°C)

図 11 圧縮スメクタイト中の Cs⁺イオンの拡散移行メカニズムの概念

図 12 Γイオンに対する見掛けの拡散係数の Arrhenius プロット

図 13 Γイオンに対する見掛けの拡散係数の活性化エネルギー

図 14 Cs⁺イオンに対する見掛けの拡散係数の Arrhenius プロット

図 15 Cs⁺イオンに対する見掛けの拡散係数の活性化エネルギー

表 1 25°Cでの計算条件

表 2 40°Cでの計算条件

表 3 60°Cでの計算条件

表 4 拡散実験条件

表 5 拡散実験マトリクス

表 6 各条件での Γイオンの見掛けの拡散係数

表 7 各条件での Cs⁺イオンの見掛けの拡散係数

表 8 各条件での Γイオンの活性化エネルギー

表 9 各条件での Cs⁺イオンの活性化エネルギー

添付資料

添付資料 1 拡散実験条件詳細データ

添付資料 2 拡散実験含水重量データ

添付資料 3 拡散実験スライスデータ

添付資料 4 拡散濃度予測解析データ

添付資料 5 I の拡散係数および活性化エネルギー解析データとまとめ

添付資料 6 Cs の拡散係数および活性化エネルギー解析データとまとめ

添付資料 7 I の分析データ詳細

添付資料 8 Cs の分析データ詳細

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価に関連した課題として、工学障壁材として緩衝材、すなわち、圧縮ベントナイトの使用が検討されている[e.g., 1]。ベントナイトは、水分を含むと膨潤し、隙間などをシールする機能(自己シール性)を有するほか、低透水性のため地下水の接触を遅延させる(止水性)働きがある。また、ベントナイトの低透水性は、ベントナイトが地下水で飽和された後、廃棄体(ガラス固化体)から溶出した放射性核種の移行を拡散支配にする。さらに、ベントナイトは、通常の土壌と比較して高い陽イオン交換能(CEC)を持ち、Cs⁺イオンを始め、イオン交換性のイオンなどを吸着させ、移行を遅延させるなど、緩衝材として多くの利点を有している。この特性は、ベントナイトに多く含有されている粘土鉱物のスメクタイトに起因するものであり、中でもモンモリロナイトがその代表的な粘土鉱物である。

しかしながら一方で、含水した圧縮ベントナイト中の拡散移行経路となる粘土鉱物層間や、粘土鉱物が集合して形成された粒子(積層体)間は、水分子数層程度から数 nm オーダーと、きわめて狭いため、そこでの間隙水化学を始め、間隙水の特性やイオンとの固液界面反応など、拡散移行過程の理解を複雑にしている。したがって、地層処分の安全評価においては、ベントナイト中の核種の拡散移行過程を解明することは、長期に及ぶ予測解析の精度向上にもつながる。とくに、拡散移行特性は、処分場からの放射性核種の放出率に影響を及ぼすことから重要である。

ベントナイト中の拡散移行過程における遅延は、核種のベントナイトへの収着分配によるほか、間隙水化学や微細間隙構造などの影響も受けることが知られている。例えば、イオン交換性のイオンの遅延を考えた場合、間隙水のイオン強度が変化すると、収着分配係数(Kd)が変化し、結果的に遅延に影響を受ける。また、ベントナイトの乾燥密度を変化させた場合、その空間部分の割合である間隙率やスメクタイトの層間距離などが変化し、結果的に拡散係数が影響を受ける[3]。

筆者は、これまでの研究で、主要な構成粘土鉱物であるスメクタイト含有率の高いベントナイト(クニピア F[®])が、圧縮方向に対して直角方向に粘土粒子が配向すること[4-10]や、粘土粒子を配向させた試料に対して非収着性のトリチウム(HTO)および重水(HDO)をトレーサとした拡散実験を行うと、配向方向に対して同方向と直角方向では拡散係数が異なり、異方性が生じること、配向方向に対して平行に拡散させた場合の方が配向方向に対して直角方向に拡散させた場合よりも拡散係数が大きいこと[4-13]、その程度は、ベントナイトの乾燥密度が増加すると大きくなり、走査型電子顕微鏡(SEM)による粘土粒子の配向特性の観察結果とも一致することなどを明らかにした。また、イオン強度(NaCl 濃度)に依存してスメクタイトの層間距離などの微細間隙構造が変化すること[14]などが明らかにされている。この拡散係数の異方性については、Van Loon らが行った天然の粘土層であるスイスのオパリナス粘土(Opalinus Clay)に対する HTO の拡散実験においても見られている現象であり、堆積による粘土粒子の配向に伴う拡散移行経路の変化による屈曲度の変化であると考察されている[15]。

一方、拡散の活性化エネルギーについては、圧縮ベントナイト(モンモリロナイト)中の HTO, Na^+ , Cs^+ , Sr^{2+} , Cl^- イオンなどの見掛けの拡散係数(Da)について報告されており[15, 16-23]、活性化エネルギーの乾燥密度依存性から拡散移行メカニズムについて考察されている。このうち、 Na^+ イオンについては、さらに、珪砂混合の影響やイオン強度(NaCl 濃度)の影響についても調べられており、イオン強度の変化に伴ってモンモリロナイトの層間距離が変化すること[14, 23]や、珪砂が混合された場合では、同じモンモリロナイト部分密度でも活性化エネルギーが異なることと、モンモリロナイトの層間距離が変化することなどが報告されている[14, 22]。これらの知見は、地層処分が沿岸付近や海底下、あるいは海水系地下水が存在する地域などで行われる場合に対しては注目すべき事である。また、筆者らは、粘土粒子を配向させた試料に対して HDO をトレーサとした実効拡散係数(D_e)の活性化エネルギーを測定し、活性化エネルギーは自由水中の自己拡散係数よりもやや高目であることや、配向方向に対して直角方向に拡散させた場合の方が、配向方向に沿って拡散させた場合の活性化エネルギーよりも高目であり[11-13]、間隙水の特性、とくに、固液界面付近の間隙水は自由水とは異なる可能性が考えられた。しかしながら、間隙水化学の変化に伴う微細間隙構造の変化を考慮した研究や、電荷を帯びたイオンに対して、粘土粒子の配向方向と間隙水化学の変化に伴う微細間隙構造の変化に固相表面からの静電的影響の変化とを結び付けて拡散移行過程を熱力学的側面から検討した研究は見当たらない。

本研究では、これまでの知見を踏まえ、電荷を帯びたイオンとして、 Cs^+ と I^- イオンに対する Da および活性化エネルギーの異方性とそれらのパラメータに及ぼすイオン強度の影響について調べ、間隙水化学が拡散移行経路と微細間隙構造に及ぼす影響について議論した。

2. 拡散濃度分布の予測解析

ベントナイト中の Cs^+ と I^- イオンに対する拡散係数については、類似した条件に対してこれまでも報告されていることから、それらの実験値に基づいて、ベントナイト中の両イオンの濃度分布を予測解析し、拡散期間を始め、ベントナイトのスライス厚さやスライス片からの両イオンの脱離条件などを決定した。これは、 Cs^+ と I^- イオンでは拡散係数がまったく異なるため、予測濃度と定量下限値に基づいて分析方法を検討するためであり、適切に拡散実験を行うためには重要である。

今回の研究では、非定常拡散実験法の 1 つである In-diffusion 法[24]により測定すること、および両イオンは可溶性であることを考慮して、薄膜拡散源を境界条件とした解析解に基づいて計算した。In-diffusion 法による拡散実験は、薄膜拡散源を境界条件とした場合は、Back-to-back 法とも呼ばれている。この方法は、ベントナイト供試体の一面に薄膜状の拡散源を接触させ、同一のベントナイト供試体で拡散源をサンドイッチ状に挟み込んでトレーサを両側の供試体中を拡散させるというものである。一方、In-diffusion 法は、供試体の一面を溶液などの拡散源と接触させることによりトレーサを拡散させる方法であり、拡散源中のトレーサ濃度

を一定に保持するのが特徴である。両方法とも基本的には同じ方法であり、試料内部に拡散させるといふ側面から考えると、In-diffusion 法の一種であると言える。

場所や時間に依らず拡散係数が一定の場合、無限の長さで見なせる媒体中での Fick の法則に基づいた一次元の非定常拡散に対する拡散方程式は次のように表される[25]。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X} \left(Da \frac{\partial C}{\partial X} \right) = Da \frac{\partial^2 C}{\partial X^2} \quad (1)$$

ここで、

C: ベントナイト中のトレーサ濃度

t: 時間

Da: 見掛けの拡散係数

X: 距離

片側みの拡散に対する以下の初期条件および薄膜拡散源を境界条件とした解析解は、次のように求められる。

初期条件

$$(X, t)=0, t=0, X \geq 0$$

境界条件

$$(X, t)=0, t > 0, |X| = \infty$$

$$M = \int_0^{\infty} C dx$$

(1)式における上記条件に対する特殊解は、以下のように与えられる[25]。

$$C = \frac{A}{\sqrt{t}} \exp\left(-\frac{X^2}{4Da \cdot t}\right) \quad (2)$$

ここで、

M: 単位面積当たりのトレーサ量

A: 任意の定数

(2)式を境界条件に代入すると、

$$M = \int_0^{\infty} \frac{A}{\sqrt{t}} \exp\left(-\frac{X^2}{4Da \cdot t}\right) dx \quad (3)$$

を得る。この式に対して次に示す置換積分を考える。すなわち、

$$\eta = \frac{X}{2\sqrt{Da \cdot t}} \quad (4)$$

とおき、両辺を X で微分して、

$$\frac{d\eta}{dX} = \frac{1}{2\sqrt{Da \cdot t}} \quad (5)$$

を得る。また、このときの η の積分範囲は、(4)式から X と同じ 0 から ∞ である。これを(3)式へ代入すると、

$$M = \int_0^{\infty} 2A \sqrt{Da} \exp(-\eta^2) d\eta \quad (6)$$

となる。ところで、

$$\int_0^{\infty} \exp(-\eta^2) d\eta = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad (7)$$

であることから、この関係を(6)式に代入して整理すると、任意の定数 A は、

$$A = \frac{M}{\sqrt{\pi Da}} \quad (8)$$

と求められ、これを(2)式に代入すれば、次式の解を求めることができる。

$$C = \frac{M}{\sqrt{\pi Da \cdot t}} \exp\left(-\frac{X^2}{4Da \cdot t}\right) \quad (9)$$

上記の解析解は、一方向(片側)のみの拡散に対する解であるが、ちなみに、2方向(両側)に拡散する場合に対しては、以下の境界条件に対して次式に示す解析解となる。

境界条件

$$(X, t)=0, t>0, |X|=\infty$$

$$M = \int_{-\infty}^{\infty} C dx = \int_{-\infty}^0 C dx + \int_0^{\infty} C dx = 2 \int_0^{\infty} C dx$$

$$C = \frac{M}{2\sqrt{\pi Da \cdot t}} \exp\left(-\frac{X^2}{4Da \cdot t}\right) \quad (10)$$

上記のように、(9)および(10)式は薄膜拡散源に対する解析解であり、拡散に伴って拡散源の量が減少するため、境界濃度が減少する場合に対して適用される。したがって、境界条件が一定の場合は異なる解析解となることに留意が必要である。

本研究では、片側のみの可溶性トレーサを用いた拡散実験を行うことから、(9)式に基づいて予測計算を行った。表1-3に各温度(25, 40, 60°C)に対する計算条件を示す。予測するためのDaは、筆者らが過去に報告したスメクタイト含有率がほぼ100wt%のクニピアF[®]に対するCs⁺およびΓイオンに対するDaの乾燥密度依存性データ[3]を用いた。このうち、本研究で実施する乾燥密度に対する実測データが存在しない場合は、実測データを内挿して求めた。また、同条件で温度をパラメータとしたデータが存在しないことから、第2次取りまとめ[1]で使用した条件と同じ自由水中の拡散係数の活性化エネルギー(ΔEa)をΔEa=15.05 kJ/molと仮定して補正した。

表 1 25°Cでの計算条件

元素	Cs		I	
原子量	132.90543		126.90447	
トレーサ濃度 (M)	1.5E-2			
塗布液量 (ml)	0.050			
塗布量 (mg)	0.09968		0.09518	
試料一辺長さ (mm)	15.0			
スライス片厚さ (mm)	1			
抽出液量 (ml)	20.0			
試料乾燥密度 (Mg/m ³)	1.0	1.4	1.0	1.4
Da (m ² /s)	4.8E-12	2.2E-12	1.7E-10	8.5E-11
温度 (°C)	25			

表 2 40°Cでの計算条件

元素	Cs		I	
原子量	132.90543		126.90447	
トレーサ濃度 (M)	1.5E-2			
塗布液量 (ml)	0.050			
塗布量 (mg)	0.09968		0.09518	
試料一辺長さ (mm)	15.0			
スライス片厚さ (mm)	1			
抽出液量 (ml)	20.0			
試料乾燥密度 (Mg/m ³)	1.0	1.4	1.0	1.4
Da (m ² /s)	7.2E-12	3.3E-12	2.6E-10	1.3E-10
温度 (°C)	40			

表 3 60°Cでの計算条件

元素	Cs		I	
原子量	132.90543		126.90447	
トレーサ濃度 (M)	1.5E-2			
塗布液量 (ml)	0.050			
塗布量 (mg)	0.09968		0.09518	
試料一辺長さ (mm)	15.0			
スライス片厚さ (mm)	1			
抽出液量 (ml)	20.0			
試料乾燥密度 (Mg/m ³)	1.0	1.4	1.0	1.4
Da (m ² /s)	9.6E-12	4.4E-12	3.4E-10	1.7E-10
温度 (°C)	60			

図 1-3 に各条件でのベントナイト中の両イオンの濃度分布の計算結果を示す(添付資料に計算結果の詳細を示す)。各図とも、左図は 1.0、右図は 1.4 Mg/m^3 の乾燥密度に対する結果を示す。図からも明らかなように、同じ拡散期間では、両イオンの濃度分布はかなり異なることが分かる。とくに、 I^- イオンの場合、かなり破過に近い状態(水平に近い)であるが、 Cs^+ イオンはかなり急な勾配である。Da を精度よく取得するためには、明確な濃度勾配が必要である。さまざまな条件に対して予測計算を行ったが、両イオンの脱離条件と分析下限値を考慮すると、図に示す条件付近が限界である。したがって、この解析結果から求められた条件に基づいて拡散実験条件を決定した。

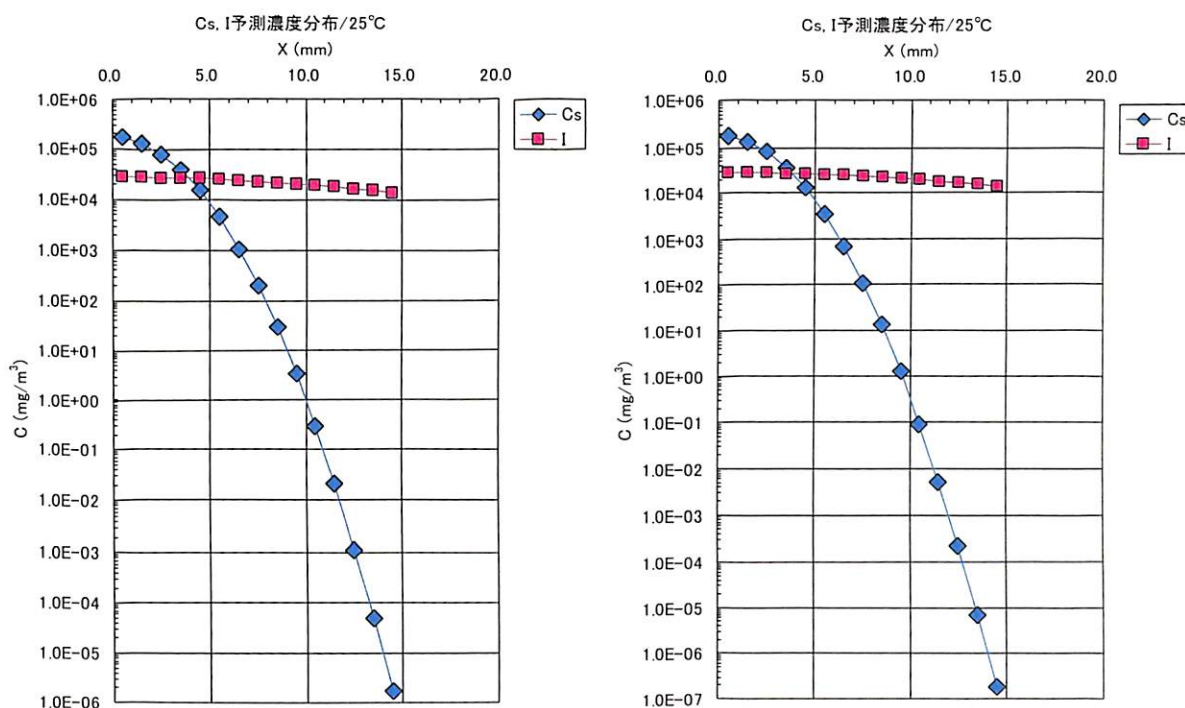


図 1 25°Cでの Cs^+ および I^- イオンの濃度分布の計算結果(左:1.0、右:1.4 Mg/m^3)

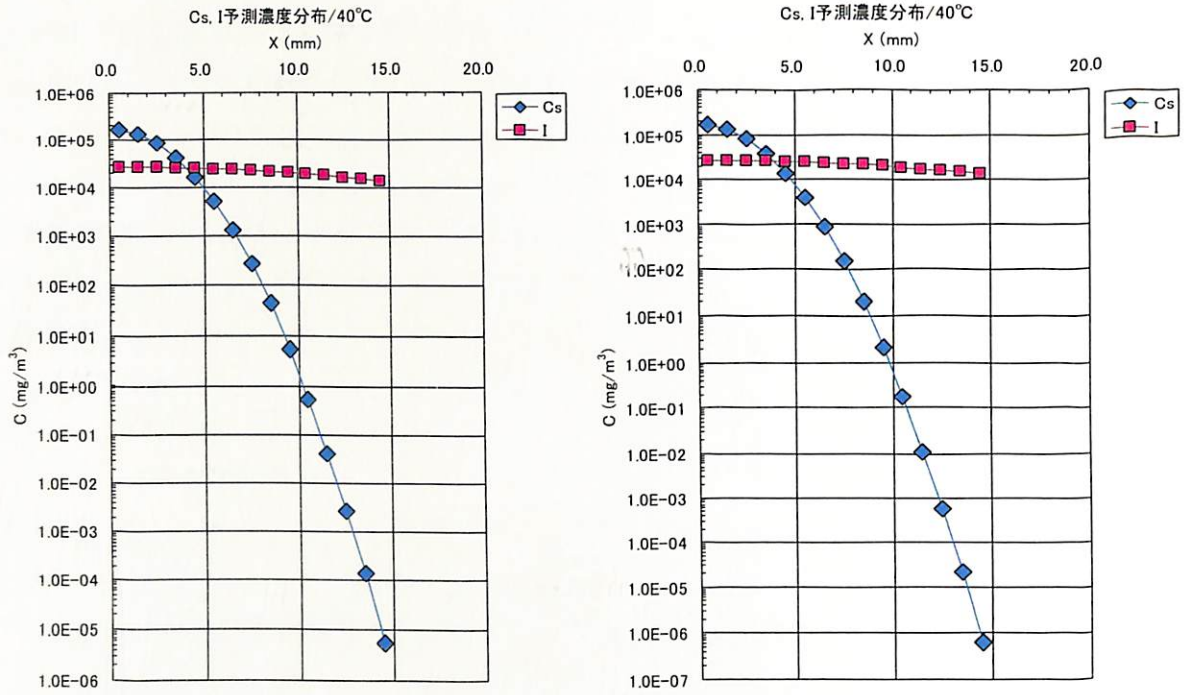


図2 40°CでのCs⁺およびI⁻イオンの濃度分布の計算結果(左:1.0、右:1.4Mg/m³)

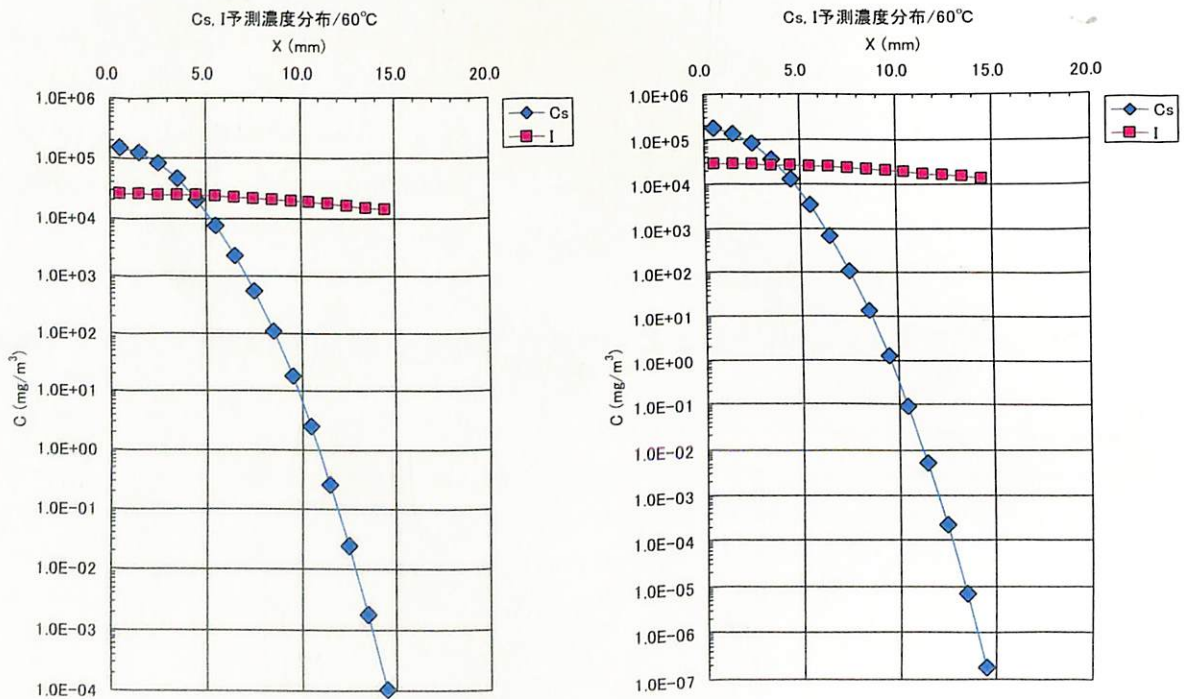


図3 60°CでのCs⁺およびI⁻イオンの濃度分布の計算結果(左:1.0、右:1.4Mg/m³)

3. 実験

3.1 ベントナイトの精製

拡散実験は、非定常拡散実験法の 1 つである In-diffusion[e.g., 24]法により行った。上述のように、これまでの研究で、クニピア F[®](クニミネ工業より購入)などのスメクタイト含有率が 99wt%以上と高いベントナイトは、圧縮方向に対して直角方向に粘土粒子が配向する傾向にあること[4-10]や、配向させた試料に対する HTO や HDO による拡散実験から、配向方向に対して同方向と直角方向では拡散係数が異なること[4-13]が知られていることから、実験では、水簸精製された Na 型ベントナイトのクニピア F[®]をさらに精製して使用した。上述のように、クニピア F[®]は、クニミネ工業の製品(山形県月布鉱山産)であり、スメクタイト含有率が 99wt%以上に精製された試料であるが、これまでの研究で、スメクタイトの種類はほぼモンモリロナイトであることが分かっており、近似的にはモンモリロナイトと言える。

クニピア F[®]をさらに精製する理由は、クニピア F[®]は、スメクタイト含有率が既に 99wt%以上に精製されたベントナイトであるが、スメクタイト中の層間イオンの一部が Ca²⁺イオンによって占められているため、これをすべて Na⁺イオンに置換するためである。

約 100g のベントナイト粉末を[NaCl]=1 M の溶液 5ℓと接触させ、よく振り混ぜて分散させた。ベントナイトは、この溶液中では凝集して沈降してしまうため、定期的に容器を振動させて分散させた。約 1 週間接触させた後、上澄み液を除去し、濃度[NaCl]=1 M の溶液と再度接触させた。この置換の操作を 3 回行い、層間イオンをすべて Na⁺イオンに置換させた。3 回目の接触後、上澄み液の除去は、3000rpm で数分程度の遠心分離により行った。次に、容器底部に残留した固相に 80%のエチルアルコールを添加し、同様に遠心分離し、上澄み液を廃棄した。このエチルアルコールによる洗浄と遠心分離を 3 回繰り返した。これは、層間イオンを置換させるために接触していた液中の余分な NaCl を除去するための操作である。

次に、エチルアルコールを自然乾燥させた後、洗浄した固相を沈降容器に移し、超純水を加えて分散させ、沈降実験(水簸)を行った。図 4 に沈降実験装置を示す。装置は、沈降容器、回収容器、ポンプより構成され、沈降容器の蓋からは、一定の深さまでチューブが挿入されており、チューブの片方は回収容器に連結されている。装置は、ポンプを除き、すべてテフロン製である。沈降容器は、チューブを介してポンプとも接続されており、ポンプから三方弁で調整しながら静かに圧空をかけることにより沈降容器内の懸濁液を押し出し、挿入されているチューブを介して回収容器に回収することができる。回収の際に強く圧空をかけると、既に沈降した懸濁液まで巻き上げてしまう恐れがあることから、静かに行う必要がある。この沈降容器に、液面からチューブの先端が 10cm の深さになるように懸濁液を注入し、沈降実験を行った。ちなみに、液面から 10cm の深さまでの液量は 660ml に相当する。したがって、回収容器には 660ml の懸濁液が回収されたことになる。

Stokes の法則から、温度が 22°C の場合、2 μ m の粒子が 10cm 沈降するのに 7 時間 37 分を要する[26]。これが 0.5 μ m の粒子になると、121 時間 52 分(5d1h52min)と計算される。本研究

では、22°Cに維持されている恒温ルームで 121 時間 52 分静置沈降させた後、10cm までの深さの上澄み液を捕集することにより 0.5 μ m 以下の粒子のみを回収した。回収した懸濁液の水分を蒸発させて乾燥ベントナイトを得た。

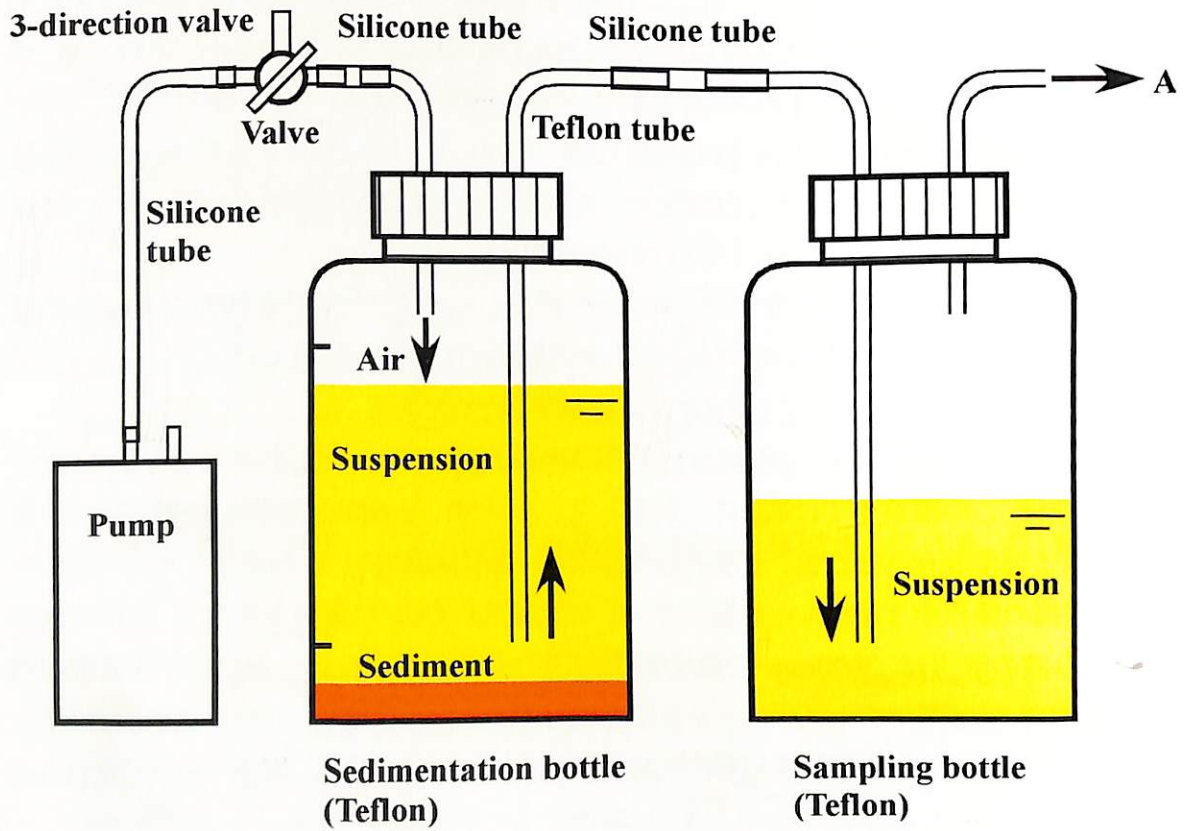


図 4 沈降実験装置概要

3.2 拡散実験

図 5 に試料の充填治具、拡散カラム、押し出し治具を示す。また、表 4 および 5 に実験条件および実験マトリクスを示す(拡散実験条件のさらなる詳細は添付資料に示す)。まず、110°C で乾燥させた精製ベントナイト粉末を、一辺が 13mm の立方体の空間を設けた充填用試料ホルダーに所定の乾燥密度(0.9–1.4 Mg/m³)となるように充填し、一軸方向からピストンにて圧縮成型した。実際に拡散実験を行う試料のサイズは、一辺が 15mm の立方体であり、充填の際にはこの試料サイズに対して所定の乾燥密度となるよう調製した。乾燥密度が 0.9–1.0 Mg/m³ と若干ばらついている理由は、この付近の密度が圧縮成型体としての自立性の限界であるため、試料作製の際の状況に応じて結果的にこのような密度になった。充填用の試料ホルダーは、図 5 に示すように、試料充填後に取り出すことができるように 2 つのパーツより構成にされ、分割できるようになっている。このことから、圧縮成型後、ホルダーを分割して試料を取り出した。次に、このベントナイトブロックを、一辺が 15mm の立方体の空間を設けたアクリル製の拡散カラムの試料ホルダーに入れ、両サイドにセラミックフィルタの付いた蓋を取り付けた後、含水させた。このとき、粘土粒子の配向方向に対して直角方向に拡散させる場合は、ベントナイトを充填したときと同じ方向にベントナイトブロックを試料ホルダーに入れるが、配向方向に対して平行に拡散させる場合は、充填用試料ホルダーより取り出したベントナイトブロックを 90°回転させて試料ホルダーに入れた。

試料の含水は、拡散実験のイオン強度に合わせて行った。すなわち、[NaCl]=0.01 と 0.51 M の溶液を調製し、それぞれの実験条件に合わせて含水させた。イオン強度を調整した溶液に含水させる前に、まず、蒸留水で含水させた後、イオン強度を調整した溶液で含水させた。これは、いきなりイオン強度の高い溶液で含水させてもベントナイトが膨潤しにくいためである。約 1 ヶ月間蒸留水で含水させた後、イオン強度を調整した溶液中に移し、蒸留水と同様に減圧下で含水させた。含水は、気泡や空気を排気して完全に含水させるため減圧容器内で行い、真空ポンプにより約 50Torr(50mmHg)の減圧下で行った。定期的に容器内の圧力を大気圧に戻し、容器よりカラムを取り出し、カラム表面の水を拭き取って重量を測定し、含水状況を調べた。

蒸留水による含水過程で気が付いたことであるが、粘土粒子の配向方向によって水の浸潤速度がまったく異なった。拡散カラムはアクリル製であるため、ベントナイト中の水の浸潤状態を外から観察することができる。含水中にこの浸潤状態を観察したところ、含水方向に対して配向方向が同じ試料に対しては浸潤フロントの進展が速く、数日後にはフロントが観察されなくなった。つまり、数日中に含水したことを示す。一方、含水方向に対して直角方向に配向させた試料は、浸潤フロントの進展に時間を要し、配向方向に対する浸潤挙動とはまったく異なった。目視による観察では、含水方向に対して配向方向が同じ試料と比較して、含水方向に対して直角方向に配向させた試料では、浸潤フロントが見えなくなるまでに 3–4 倍程度の時間を要した。この現象は、すべての試料に対して共通して見られた。これは、粘土粒子の配向

方向に依存して浸潤速度が異なることを示すものである。つまり、水分拡散係数や透水係数などが配向方向に大きく影響されることを示すものであり、新たな課題として今後検討したい。

2 ヶ月程度含水させた後、拡散カラムを取り出し、ベントナイトの一端面に、それぞれの含水に使用した NaCl 溶液と同じイオン強度の溶液 ($[\text{NaCl}] = 0.01, 0.51 \text{ M}$) で調製した CsI 溶液 ($[\text{CsI}] = 1.5 \times 10^{-2} \text{ M}$) を 0.05 ml (50 μl) 滴下し、ピペットで試料表面に均一になるように延ばして拡散開始とした。トレーサを塗布した後、フィルタの付いた蓋を閉止版に変えて密閉状態とし、温度を制御した状態で拡散させた。拡散中は、拡散カラムを 22–60°C の恒温ルームまたは恒温槽中に保持した。

所定の期間 (3–11 d) 拡散させた後、専用の押し出し治具により、拡散カラム中のベントナイトを押し出し、1 mm 程度の厚さにスライスし、各スライス片の重量を測定した後、スライス片ごとに 0.5–1 M の KCl 溶液 20 ml と 2–9 日間接触させ、各スライス片から Cs と I を脱離させた。これは、Cs⁺イオンを脱離させることを主眼においたためである。I⁻イオンについては、ほとんど収着しないことが知られているため、同時に脱離されると考えられる。その後、脱離溶液を 0.2 μm のフィルタで固液分離し、Cs については 0.1 M の ICP-MS 用の高純度硝酸で希釈などの前処理を施した後、I は ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry: ICPS-7000、島津製) により 178.276 nm の波長領域で分析した。また、Cs は高分解能 ICP-MS (High Resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (HR ICP-MS): Plasma Trace 2、Micromass 社製 (UK)) により液中濃度を分析した。Cs の分析に使用した HR ICP-MS は、極微量分析用の装置であり、通常の ICP-MS よりも分解能が高く、定量下限値も低いのが特徴である。したがって、酸洗浄による容器の洗浄や試薬の取扱いのほか、希釈等の作業環境にも十分に配慮し、取扱いはすべてクリーンルームで行った。今回の分析では、妨害される可能性がなく、バックグラウンドの少ない質量数 133 付近の Cs に対して、マルチプライヤーによる分析により $1 \times 10^{-11} \text{ M}$ オーダーの精度 (分解能: スリット A、測定時間: 10 ms) で分析した。

また、拡散実験と並行して、トレーサの添加されていないブランク試料についても拡散実験と同様に、イオン強度を調整した溶液への含水、スライス、脱離を行い、試料中の濃度分布を測定し、ブランク試料に対する濃度分布を求めた。これは、分析が微量濃度にわたるため、試料中に分布している両イオンのバックグラウンド (BG) を正確に求めるためである。

各試料に対して得られた液中濃度から、ブランク濃度を差し引いて各ベントナイト試料中の I と Cs の深さ方向に対する濃度分布を求め、薄膜拡散源を境界条件とした解析解により Da を決定した。また、拡散係数の温度依存性の Arrhenius プロットから、 ΔE_a を決定した。

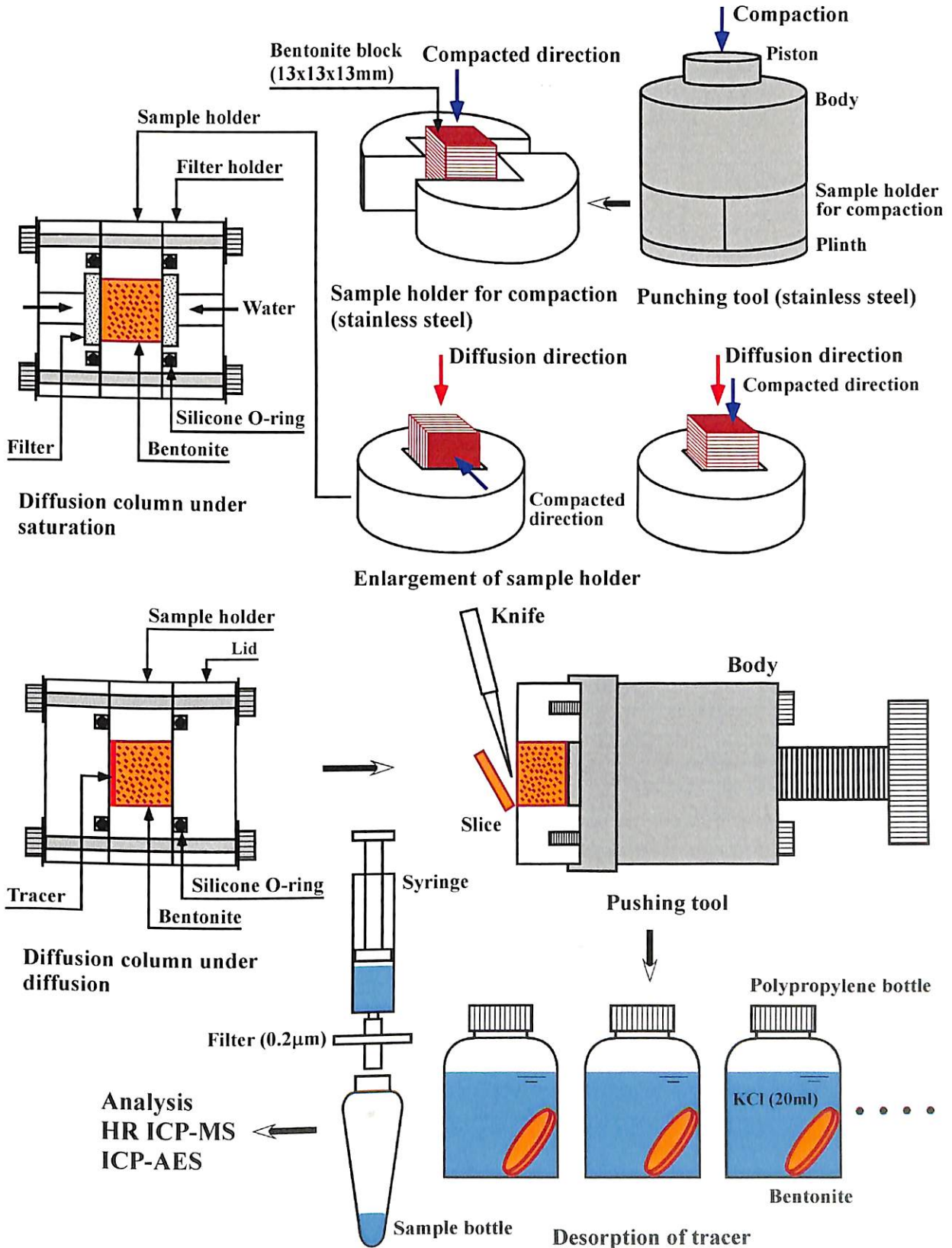


図5 試料充填治具、拡散カラム、押し出し治具

表 4 拡散実験条件

Item	Method / Condition
Method	In-diffusion method
Bentonite	Purified bentonite (Kunipia-F [®] perfectly exchanged by Na ⁺ ions for interlayer cations)(smectite content: 100wt%)
Dry density of bentonite	1.0, 1.4 Mg/m ³ (sample size: L15mm x W15mm x H15mm)
Diffusion direction	Parallel direction to the orientated direction of clay particles Perpendicular direction to the orientated direction of clay particles
Saturated solution	NaCl ([NaCl]=0.01, 0.51 M)
Tracer solution	CsI ([CsI]=1.5E-2 M)
Introduced tracer quantity	0.05 ml/sample
Temperature	22, 36.7, 40, 60 °C
Atmosphere	Under air
Diffusing period	3-11 days
Desorption method	Desorption of tracer by KCl ([KCl]=0.5-1.0 M)
Analysis	I: ICP-AES Cs: High Resolution ICP-MS

表 5 拡散実験マトリクス

Diffusion direction	Dry density /Mg/m ³	Temperature /°C	[NaCl] /M
Axial	0.901	22	0.01
Parallel	1.001	22	0.01
Axial	0.907	40	0.01
Parallel	1.048	40	0.01
Axial	0.904	60	0.01
Parallel	1.037	60	0.01
Axial	0.899	22	0.51
Parallel	1.057	22	0.51
Axial	0.914	40	0.51
Parallel	1.037	40	0.51
Axial	0.904	60	0.51
Parallel	1.008	60	0.51
Axial	1.409	22	0.01
Parallel	1.412	22	0.01
Axial	1.403	40	0.01
Parallel	1.413	40	0.01
Axial	1.408	36.7	0.01
Parallel	1.405	36.7	0.01
Axial	1.411	22	0.51
Parallel	1.401	22	0.51
Axial	1.400	40	0.51
Parallel	1.378	40	0.51
Axial	1.398	36.7	0.51
Parallel	1.400	36.7	0.51

Axial: diffusion in perpendicular direction to the orientated direction of clay particles

Parallel: diffusion in parallel direction to the orientated direction of clay particles

4. 拡散係数および活性化エネルギーの計算

Da は、ベントナイト中の濃度分布の予測解析においても述べたように、Fick の法則に基づいた非定常拡散に対する拡散方程式の解析解より決定した。すなわち、(9)式に基づいて求めた。(9)式の両辺の対数をとると、

$$\ln(C) = \ln\left(\frac{M}{\sqrt{\pi Da \cdot t}}\right) - \frac{X^2}{4Da \cdot t} \quad (11)$$

を得る。縦軸に $\ln(C)$ 、横軸に X^2 をとり、最小二乗法による適合から Da を決定した。

次に、 ΔEa の解析について説明する。Da と温度との関係は、Arrhenius により次のように与えられている[27, 28]。ただし、一般的な取扱いにおいては、Da ではなく、広義の意味で拡散係数という取扱いである。

$$\frac{d \ln(Da)}{dT} = \frac{\Delta Ea}{RT^2} \quad (12)$$

ここで、

T: 絶対温度

R: ガス定数 (8.314 J/mol/K)

ΔEa : 活性化エネルギー

上式は変数分離形の微分方程式であり、これを解くと、次の関係が得られる。

$$Da = D_f \cdot \exp\left(-\frac{\Delta Ea}{RT}\right) \quad (13)$$

ここで、

D_f : 頻度因子 (Frequency factor)

(13)式の両辺の対数をとると、

$$\ln(Da) = \ln(D_f) - \frac{\Delta Ea}{RT} \quad (14)$$

を得る。縦軸に $\ln(Da)$ 、横軸に $1/T$ をとって、その傾きから ΔEa を決定した。このとき、このプロ

ットが Arrhenius プロットと呼ばれる[28]。

拡散におけるエネルギーの障壁は、拡散する媒体によって異なるが、溶液中においては、拡散するイオンが隣接するイオンや分子と交換するのに必要なエネルギーに相当する。また、固体内の拡散においては、拡散する原子が隣接する原子を飛び越えるのに必要なエネルギーに相当する[28]。

5. 結果および考察

5.1 見掛けの拡散係数に及ぼす乾燥密度、配向方向、イオン強度の影響

5.1.1 I⁻イオンの拡散係数

図 6 に圧縮スメクタイト中の I⁻イオンの濃度分布測定例を示す。これらの濃度分布を(11)式に適合させることにより Da を求めた。図 7 に 22°C における I⁻イオンに対する Da の乾燥密度依存性を、また、表 6 に各条件に対する I⁻イオンの Da を示す。図 7 には、筆者らが過去に測定したクニピア F[®]に対する Da の結果[3]および Kozaki らが Cl⁻イオンに対して測定したクニピア F[®]に対する Da の結果[21, 23]も併せて示す。

これまでに測定されている Da は、粘土粒子の配向方向を調整したものではないが、実験条件を考慮すると、粘土粒子の配向方向に対して直角方向への拡散に相当する。本研究で得られた Da と比較すると、低乾燥密度 (0.9–1.0 Mg/m³) の条件ではほぼ同程度の Da であるが、高乾燥密度 (1.4 Mg/m³) の条件では、過去に測定された Da の方が高目である。この原因は、筆者ら[3]が過去に測定した Da は、未処理のクニピア F[®]を用いたのに対して、本研究で使用したベントナイトは、一部層間に存在する Ca²⁺イオンをすべて Na⁺イオンに置換させたことによる影響や、微量に含まれているカルサイトなどの可溶性塩を除去したこと、層間イオンの置換や可溶性塩を除去したことに伴う微細間隙構造の変化などが考えられる。Kozaki らの研究においても、クニピア F[®]を精製して層間イオンを Na 型に置換するための処理が行われており、そのせいか Kozaki らのデータに近い。

Na⁺イオンと Ca²⁺イオンを比較すると、これらのイオンが層間に存在する場合、同じ濃度ではスメクタイトの層間距離が異なる上、両イオンの水和エンタルピーも異なる。層間距離は、Ca²⁺イオンの方が若干広い。このことは、積層体間の外部間隙を拡散する場合を考えると、この領域が影響を受けて狭くなるため、拡散しにくくなるが、層間を拡散移行する場合は拡散しやすくなることを意味する。また、水和エンタルピー ($-\Delta H_h^\circ$) は、Ca²⁺イオンの方が Na⁺イオンよりも約 4 倍大きく[29]、水和しやすいため、イオンの周囲の水に及ぼす影響範囲も大きくなる (Na⁺: $-\Delta H_h^\circ = 442.7$ kJ/mol, Ca²⁺: $-\Delta H_h^\circ = 1666$ kJ/mol)。水和ギブスエネルギー ($-\Delta G_h^\circ$) についても同様な傾向であり、Ca²⁺イオンの方が Na⁺イオンよりも約 4 倍大きい (Na⁺: $-\Delta G_h^\circ = 410$ kJ/mol, Ca²⁺: $-\Delta G_h^\circ = 1592$ kJ/mol)。すなわち、層間に Ca²⁺イオンが存在する方が水の活量が小さくなり、拡散しにくくなる傾向となることを意味する。しかし一方で、Ca²⁺イオンのイオン交換能は高く、イオン交換性の陽イオンが層間を拡散する場合、Na⁺イオンが層間に存在するよ

りも Ca^{2+} イオンが存在している方が拡散しやすい。これは、イオン交換サイトが Ca^{2+} イオンに奪われるため、収着分配による遅延が小さくなるためである。

ベントナイト中の間隙水の活量については、蒸気圧法による測定結果から、試料の含水比を小さくすると、すなわち、水分量を小さくすると、水の活量が小さくなることが報告されている[16, 30-32]。例えば、飽和したモンモリロナイトの場合、乾燥密度 1.0 Mg/m^3 に対する水の活量 (a_w) は、 $a_w=0.993$ 、乾燥密度 1.4 Mg/m^3 に対しては、 $a_w=0.957$ 、乾燥密度 1.8 Mg/m^3 に対しては、 $a_w=0.827$ 、乾燥密度 2.0 Mg/m^3 に対しては、 $a_w=0.787$ である[16]。このときの層間距離は、乾燥密度 1.0 Mg/m^3 で水分子 3 層分、乾燥密度 1.4 Mg/m^3 で水分子 2 層と 3 層が混在し、乾燥密度 1.8 と 2.0 Mg/m^3 では水分子 2 層のみが存在する[14]。つまり、水分子 2 層に相当する水分量になると水の活量が急激に減少する。ちなみに、本研究で、ベントナイトの含水に使用した NaCl 溶液に対する水の活量について考えると、 $[\text{NaCl}]=0.1 \text{ m}$ の濃度に対して、 $a_w=0.996646$ 、 $[\text{NaCl}]=0.5 \text{ m}$ の濃度に対しては、 $a_w=0.98355$ と報告されている[33]。これが、 CaCl_2 溶液の場合、直接的な実測値は報告されていないものの、 25°C の水溶液に対する水の活量は、以下の関係から理論的に計算することができる[33]。

$$\ln(a_w) = -\frac{\nu m W}{1000} \phi \quad (15)$$

ここで、

a_w : 水溶液中の水の活量

ν : 1 mol の電解質より生じるイオンの化学量論的な全モル数 (1 分子が解離して生ずるイオンの数: NaCl であれば 2, H_2SO_4 であれば、3)

m : 重量モル濃度

W : 水の分子量 ($\text{H}_2\text{O}=18.01528$)

ϕ : 浸透係数 (Osmotic coefficient)

重量モル濃度の代わりに体積モル濃度 (M) で表すと、次のようになる。

$$\ln(a_w) = -\frac{\nu m d d_0 W}{1000} \phi \quad (16)$$

ここで、

d : 25°C での溶液の比重

d_0 : 25°C での水の密度 (0.997044 Mg/m^3 [33])

CaCl_2 溶液について考えると、 $[\text{CaCl}_2]=0.5 \text{ m}$ の濃度に対しては、 $\nu=3$ 、 $m=0.5$ 、 $\phi=0.917$ [33]

であることから、(15)式にこれらを代入して、 $a_w=0.97334$ と計算される。この水の活量は、同じ濃度の NaCl と比較して若干小さいものの、ベントナイト中の間隙水の活量と比較して高く、水の活量を大きく低下させる要因にはなっていない。したがって、溶液化学の側面から見た場合、溶液濃度の変化は、間隙水の活量変化に大きな影響は及ぼさないと考えられる。

次に、ベントナイト中の Γ イオンの Da の測定結果について説明する。これまでに報告されているように、 Da は、乾燥密度の増加に伴い減少した。低乾燥密度 ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$)、 22°C の条件では、直角方向への拡散の Da はイオン強度の増加に伴いわずかに上昇したが、それほど顕著な差は見られない。この傾向は、他の温度に対しても共通的に見られた。一方、配向方向への拡散の Da は、イオン強度の増加に伴って減少する傾向を示した。この傾向も、他の温度に対して共通的に見られた。高乾燥密度 (1.4 Mg/m^3)、 22°C の条件では、両拡散方向とも Da はイオン強度の増加に伴い上昇する傾向を示したが、その程度はわずかであった。一方、 40°C の条件では、配向方向への Da は、イオン強度の増加に伴いわずかに減少した。

これらの結果から、ベントナイト中の Γ イオンの拡散移行メカニズムについて考察した。使用したベントナイトは、精製 Na ベントナイトであるため、すべての粒子を Na スメクタイトと見なすことができる。スメクタイトシート(本研究ではモンモリロナイトを使用)表面は、モンモリロナイト結晶骨格中の陽イオンの電荷が不足していることに起因して永久電荷が存在することから、表面は常に負に帯電している。このため、この負電荷を補うために陽イオンが静電的に吸着しているが、すべてがきちんと配列しているわけではない。また、スメクタイトの層間距離は、乾燥密度や含水条件などに依存するが、水分子 2 層から 3 層程度ときわめて小さい。このため、 Γ イオンのような陰イオンは、陰イオン排除 (Anion exclusion) により拡散移行しにくいとされている。このことは、HTO の Da [3] や HTO と HDO の De [4-9, 11-13] を間隙率を補正して求めた Da と比較してもかなり小さいことから明らかである。このようなことから、 Γ イオンは便宜的に層間を拡散移行しないものと仮定して検討した。

$[\text{NaCl}]=0.01 \text{ M}$ 、低乾燥密度 ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$) の条件について考えると、スメクタイトの層間は、水分子 3 層分程度開いており、さらに、積層体間外部間隙が存在する。今、任意の乾燥密度において、スメクタイトシートの層間が平均的に開いているものとし、エッジ面における面積をシート表面と比較して小さく無視できるとすれば、その層間距離は、次のように計算される [34, 35]。

$$D = \frac{2n_p}{S_{sm}(1-n_p)\rho_{th}} = \frac{\rho_{th} - \rho_d}{S_{sm} \cdot \rho_{th} \cdot \rho_d} \quad (17)$$

ここで、

D : 平均層間距離

n_p : 間隙率

S_{sm} :スメクタイトの比表面積

ρ_{th} :スメクタイトの真密度

ρ_d :スメクタイトの乾燥密度

ところで、(17)式の各パラメータの単位を以下に示すように表すと、(17)式の関係は、次のように表される。

$$D = \frac{2n_p}{10^6 S_{sm} (1-n_p) \rho_{th}} = \frac{\rho_{th} - \rho_d}{5 \times 10^5 S_{sm} \cdot \rho_{th} \cdot \rho_d} \quad (18)$$

ここで、

D:平均層間距離(m)

n_p :間隙率

S_{sm} :スメクタイトの比表面積(m^2/g)

ρ_{th} :スメクタイトの真密度(Mg/m^3)

ρ_d :スメクタイトの乾燥密度(Mg/m^3)

(18)式より求められる層間距離は、平均的にスメクタイトシートが開いた場合である。実際の圧縮ベントナイト中では、均一にスメクタイトシートが開いているわけではなく、複数枚のスメクタイトシートが集合して積層体(重層体)を形成していると考えられる。したがって、間隙として、層間と積層体間の外部間隙を考える必要がある。

今、 $1m^3$ の立方体に圧縮成型されたスメクタイト試料を仮定する。この立方体中に m (Mg)のスメクタイトが含まれている場合、その乾燥密度 ρ_d および間隙率は、次のように表される。

$$\rho_d = m \quad (19)$$

$$n_p = \frac{\rho_{th} - \rho_d}{\rho_{th}} = \frac{\rho_{th} - m}{\rho_{th}} \quad (20)$$

この立方体中にスメクタイトシートが N 枚入っているとすれば、1枚当たりの比表面積を S_a ($m^2/枚$)として、スメクタイトの比表面積 S_{sm} は、

$$S_{sm} = \frac{S_a \cdot N}{10^6 m} \quad (21)$$

ここで、

N : 1m^3 の立方体中のスメクタイトシートの枚数

S_a : スメクタイト 1 枚当たりの比表面積 ($\text{m}^2/\text{枚}$ ($=2\text{m}^2/\text{枚}$ と仮定))

S_{sm} : スメクタイトの比表面積 (m^2/g)

便宜的に 1 枚のスメクタイトシートの 1 辺が 1m の層であるとすれば、 $S_a=2(\text{m}^2/\text{枚})$ となる。このときの平均的に開いている場合の層間距離が(18)式で求められることは既に説明したとおりである。ここで、 n 枚で 1 つのスメクタイトの積層体を形成し、この積層体がさらに平均的に開いていると仮定した場合における積層体外部間隙間の距離について考えた。

この空間中に存在する積層体の枚数は、次のように求められる。

$$N_{ag} = \frac{N}{n} = \frac{10^6 \text{ m} \cdot S_{sm}}{n \cdot S_a} \quad (22)$$

ここで、

N_{ag} : 1m^3 の立方体中のスメクタイト積層体の枚数

n : 積層体を構成するスメクタイトシートの枚数

ところで、スメクタイトシート 1 枚当たりの厚さは、次のように求められる。

$$t_{sm} = \frac{1-n_p}{N} = \frac{(1-n_p)S_a}{10^6 \text{ m} \cdot S_{sm}} = \frac{2(1-n_p)}{10^6 \text{ m} \cdot S_{sm}} = \frac{2}{10^6 S_{sm} \cdot \rho_{th}} \quad (23)$$

ここで、

t_{sm} : スメクタイトシート 1 枚当たりの厚さ ($\text{m}/\text{スメクタイトシート}$)

層間距離 D_1 に対して、積層体 1 枚当たりの厚さは、次のように表される。

$$t_{sma} = n \cdot t_{sm} + (n-1)D_1 \quad (24)$$

ここで、

t_{sma} : スメクタイト積層体 1 枚当たりの厚さ ($\text{m}/\text{積層体}$)

D_1 : 層間距離 (m)

この厚さの積層体が、 1m の距離に対して N_{ag} 枚存在することから、平均的な積層体外部間

隙間の距離は、次のように求めることができる。

$$D_{ag} = \frac{1 - t_{sma} \cdot N_{ag}}{N_{ag}} = \frac{1 - \{n \cdot t_{sm} + (n-1)D_l\} \frac{10^6 m \cdot S_{sm}}{n \cdot S_a}}{\left(\frac{10^6 m \cdot S_{sm}}{n \cdot S_a} \right)} \quad (25)$$

$$= \frac{2n - 10^6 \rho_d \cdot S_{sm} \left\{ \frac{2n}{10^6 \rho_{th} \cdot S_{sm}} + (n-1)D_l \right\}}{10^6 \rho_d \cdot S_{sm}}$$

ここで、

D_{ag}: 平均的な積層体外部間隙間の距離(m)

ここで、スメクタイトの比表面積を 810 m²/g [36]、 $\rho_{th}=2.7 \text{ Mg/m}^3$ [1]、層間距離が水分子 3 層分(約 0.9nm)であるとする、外部間隙は全間隙体積の約 50%を占めると見積もられる。つまり、間隙空間の半分が外部間隙である。また、このときの積層体間外部間隙は、 $\rho_d=1.0 \text{ Mg/m}^3$ 、 $n=5$ 、 $D_l=0.9\text{nm}$ として、 $D_{ag}=4.17\text{nm}$ と、水分子 14 分子程度と見積もられる。筆者らがこれまでに行った研究からも明らかのように、スメクタイト粒子は圧縮方向に対して直角方向に配向する性質がある[4-10]ため、直角方向への拡散の方が大きな屈曲度となり、配向方向への Da よりも小さくなったものと考えられる。この傾向は、非収着性の HTO や HDO で調べた拡散実験結果 [4-13]とも一致している。

この低乾燥密度条件で、イオン強度が海水と同程度の $[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$ に増加すると、スメクタイトの層間距離が水分子 3 層に加えて 2 分子層も見られるようになり、2 分子層と 3 分子層が混在することが XRD による底面間隔の測定により報告されている[14]。これは、イオン強度が高くなることにより静電的な反発が弱まり、スメクタイトシート同士およびスメクタイト積層体同士が凝集するためであると考えられ、層間が狭くなると同時に、積層体間の外部間隙が増大するためと考えられる。この場合、Na⁺イオンの水和によって周囲の間隙水の自由度が制限されて外部間隙に存在する間隙水や層間水の活量が低下し、その中を拡散移行する I⁻イオンの拡散係数も低下することが考えられるが、溶液化学の側面から考えると、この塩濃度では、間隙水の活量低下は余り大きいものではないと見積もられる。また、直角方向への拡散に対しては、屈曲度は大きく変化しないと考えられ、積層体外表面から受ける静電的な影響が減少し、拡散しやすくなったことにより、Da がわずかに増加したのではないかと考えられる。

一方、配向方向への拡散に対しては、積層体の外表面から受ける静電的な影響が減少するとともに、外部間隙が増大することなどから、Da は増加する方向に作用するが、スメクタイトの積層体同士が凝集することによって、拡散移行経路が一部制限されることにより屈曲度が増加

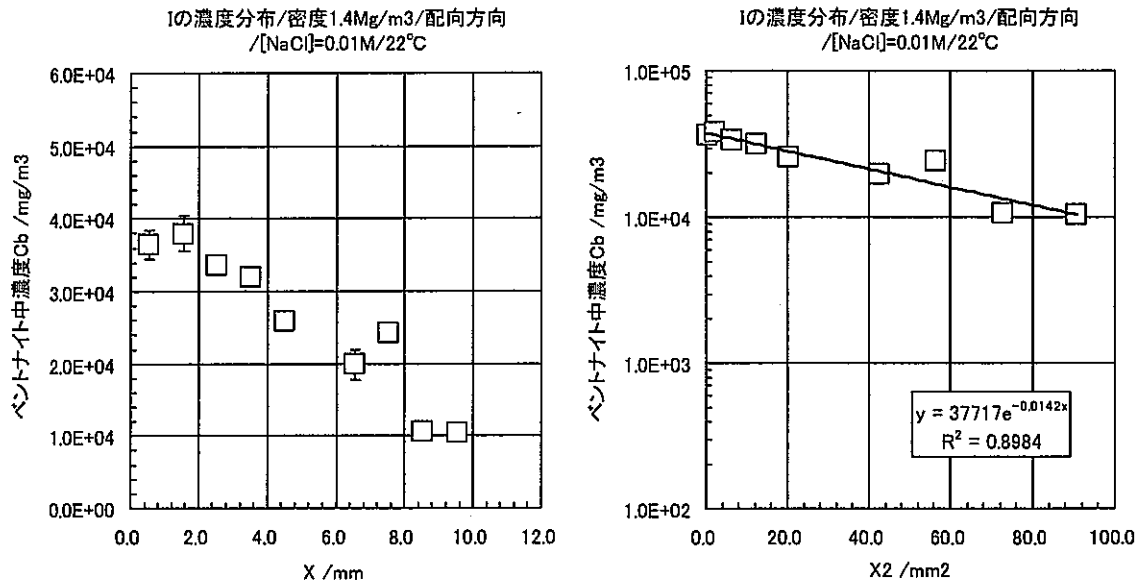
すること、 Na^+ イオンの水和によって間隙水の自由度が制限されて活量が若干低下することにより、 D_a が減少したものと考えられる。これらの D_a に及ぼすイオン強度や配向方向の影響は3倍程以内と小さく、それほど顕著な影響を及ぼさないとと言える。

一方、乾燥密度が0.9ないし1.0 Mg/m^3 から1.4 Mg/m^3 に増加すると、スメクタイトの層間が水分子3層のみだったものから水分子2層と3層が混在するようになり[14]、一部の層間距離は小さくなると同時に、全体の間隙率が小さくなることから、積層体間の外部間隙も小さくなる。この場合、層間距離がすべて水分子3層分であるとすれば、理論上、外部間隙は存在しない計算となる。しかしながら、一部の層間は水分子2層であることから、外部間隙も若干存在するはずである。この場合、イオン強度が $[\text{NaCl}]=0.01 \text{ M}$ の条件では、積層体外表面からの静電的影響が低乾燥密度条件と比較して相対的に大きくなることにより、主たる拡散移行経路となる配向方向への拡散が顕著な影響を受けること、屈曲度が増加することなどにより D_a が小さくなり、また、直角方向への拡散に対しては、屈曲度が増加すること、および積層体外表面からの静電的影響が大きくなることによって、乾燥密度の増加に伴い D_a が減少したものと考えられる。配向方向への D_a が直角方向への拡散よりも大きな影響を受けた原因は、配向方向への拡散は、主としてスメクタイト積層体の外表面に沿って移行するのに対して直角方向への拡散は、エッジ面と積層体間の外部間隙の両方であり、配向方向への屈曲度の増加の程度が大きいためと考えられる。

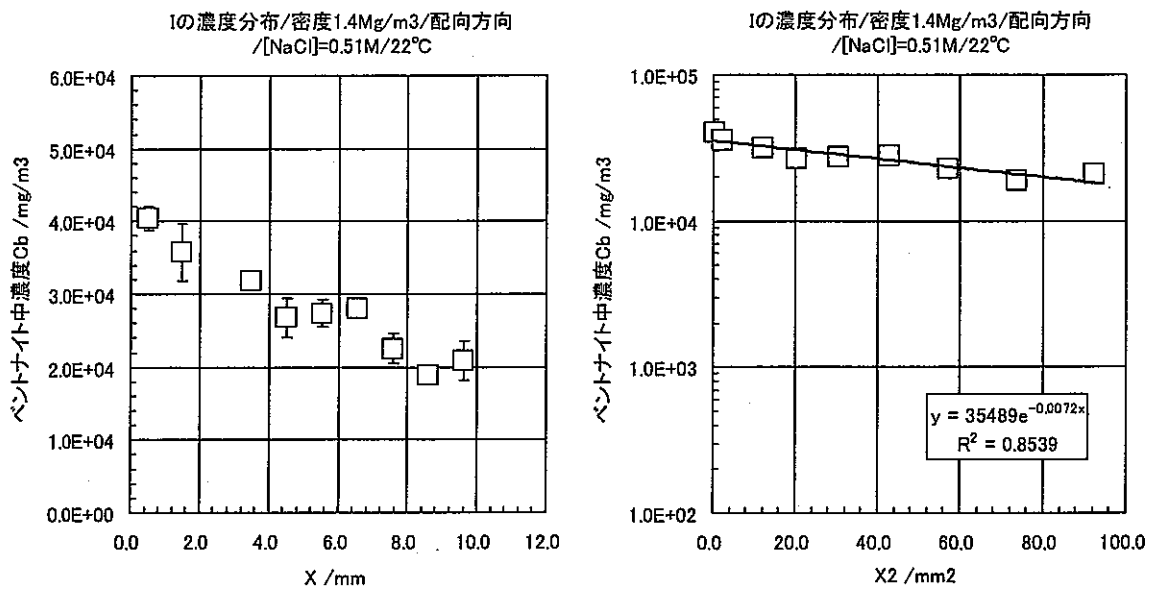
一方、イオン強度が $[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$ と海水程度に高くなると、スメクタイトシートやスメクタイト積層体同士が凝集することによりスメクタイト層間は水分子2層分程度になり、積層体間の外部間隙が増加する。層間距離がすべて水分子2層分であるとすれば、外部間隙の全間隙体積に占める割合は、約30%と見積もられる。つまり、全間隙体積の約1/3が外部間隙ということの意味する。このときの積層体外間隙を $n=5$ (1つの積層体が5枚のスメクタイトシートから構成される)として、平均外部間隙径は $D_{ag}=1.85\text{nm}$ と、水分子にして6分子程度と狭くなる。また、 Na^+ イオンの水和によって間隙水の活量が若干低下するとともに、スメクタイト積層体外表面からの静電的影響は減少する。直角方向への拡散に対しては、屈曲度は減少方向に作用することも考えられるが、大きく変化しないと考えられ、配向方向への拡散に対しては、スメクタイトの積層体同士の凝集により、拡散移行経路が一部制限されて屈曲度が増加すると考えられる。これは、今まで積層体間の外部間隙であった移行経路が積層体同士の凝集によって層間に変わり、イオン排除の効果によって I^- イオンが移行しづらくなったためである。したがって、直角方向への拡散は、 Na^+ イオンの水和による間隙水の活量の低下による減少以外は増加の方向に作用することから、 D_a がわずかに増加したのではないかと考えられる。また、配向方向への拡散については、 Na^+ イオンの水和による間隙水の活量の低下と屈曲度の増加が D_a の減少方向に作用するが、外部間隙の増加とイオン強度の増加による遮蔽効果により、外表面からの静電的影響が減少し、 D_a が若干増加したものと考えられる。低乾燥密度の条件に対する配向方向への D_a が、イオン強度の増加に伴って減少したにもかかわらず、高乾燥密度の条件において D_a が増加した原因は、間隙構造、すなわち、層間距離や外部間隙の変化に及ぼ

すイオン強度の影響が低乾燥密度の方が大きかったためと考えられる。ここでも、イオン強度や配向方向が D_a に及ぼす影響は 2 倍程度と小さく、それほど大きな影響を及ぼさないと言える。

図 8 に圧縮スメクタイト中の I^- イオンの拡散移行メカニズムの概念を示す。ここに示すメカニズムの概念は、現状では定性的な説明にとどまっており、定量的な理解に向けてさらなる研究が必要である。



(a) 密度 1.4Mg/m³、配向方向、[NaCl]=0.01M、22°C、time=264h



(b) 密度 1.4Mg/m³、配向方向、[NaCl]=0.51M、22°C、time=264.5h

図6 圧縮スメクタイト中のI⁻イオンの濃度分布例(左図:距離Xと濃度、右図:距離の二乗X²と濃度との関係)

(a):密度 1.4Mg/m³、配向方向、[NaCl]=0.01M、22°C、time=264h、(b):
密度 1.4Mg/m³、配向方向、[NaCl]=0.51M、22°C、time=264.5h

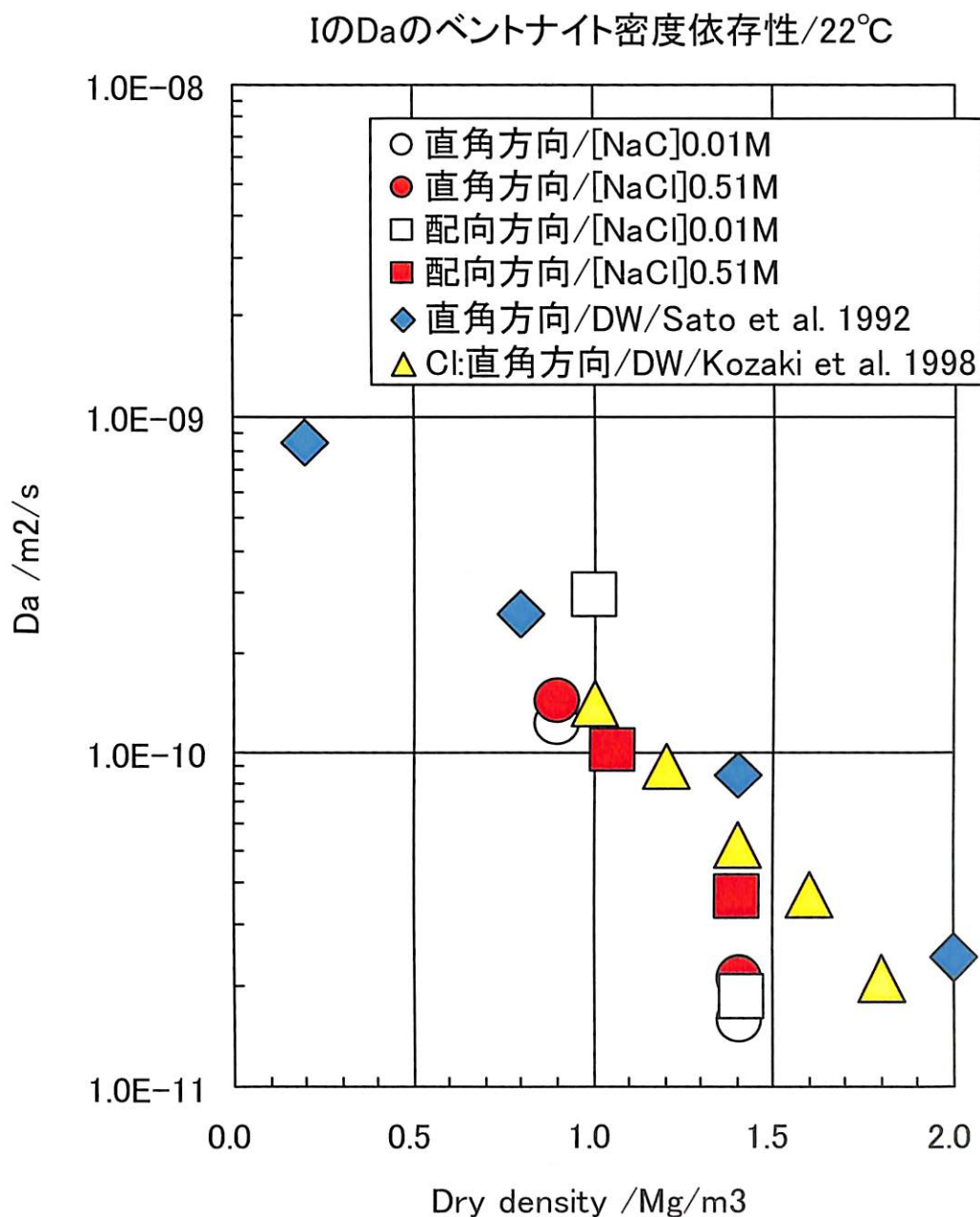


図7 圧縮ベントナイト中の I⁻イオンに対する見掛けの拡散係数の乾燥密度依存性(22°C)(図には、過去に測定されたクニピア F[®]に対するデータ [3, 21]も示す(25°C、DW:蒸留水))

表 6 各条件での I⁻イオンの見掛けの拡散係数

Dry density /Mg/m ³	Diffusion direction	[NaCl] /M	Temperature /°C	Da /m ² /s
0.901	Axial	0.01	22	1.23E-10
1.409	Axial	0.01	22	1.59E-11
1.408	Axial	0.01	36.7	5.52E-11
0.907	Axial	0.01	40	1.81E-10
1.403	Axial	0.01	40	3.21E-11
0.904	Axial	0.01	60	3.11E-10
0.899	Axial	0.51	22	1.43E-10
1.411	Axial	0.51	22	2.09E-11
1.398	Axial	0.51	36.7	5.16E-11
0.914	Axial	0.51	40	2.21E-10
1.400	Axial	0.51	40	5.87E-11
0.904	Axial	0.51	60	2.99E-10
1.001	Parallel	0.01	22	2.93E-10
1.412	Parallel	0.01	22	1.85E-11
1.405	Parallel	0.01	36.7	3.27E-11
1.048	Parallel	0.01	40	3.26E-10
1.413	Parallel	0.01	40	8.39E-11
1.037	Parallel	0.01	60	7.37E-10
1.057	Parallel	0.51	22	1.01E-10
1.401	Parallel	0.51	22	3.65E-11
1.400	Parallel	0.51	36.7	8.35E-11
1.037	Parallel	0.51	40	1.44E-10
1.378	Parallel	0.51	40	5.74E-11
1.008	Parallel	0.51	60	2.33E-10

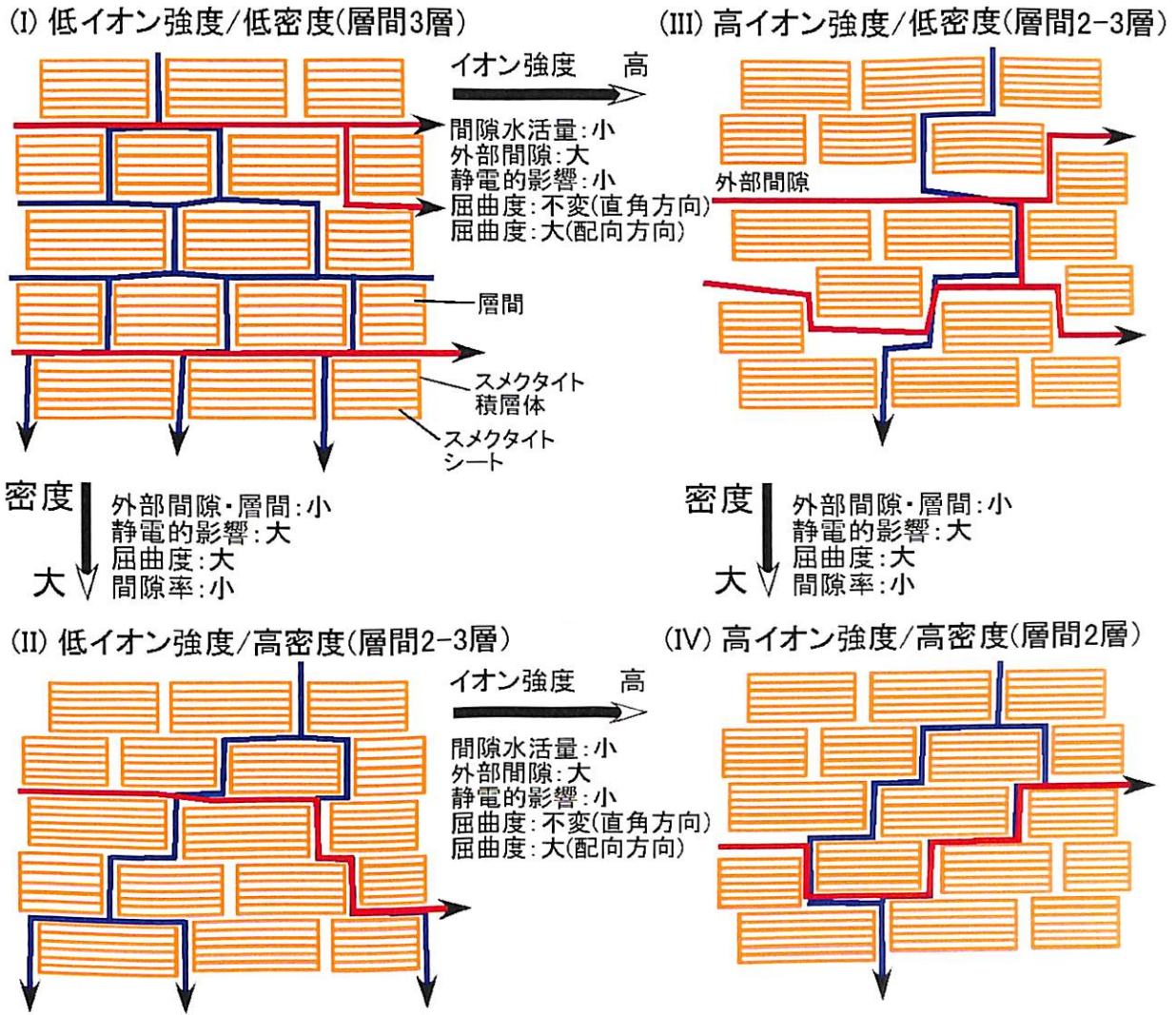


図 8 圧縮スメクタイト中の I⁻イオンの拡散移行メカニズムの概念

5.1.2 Cs⁺イオンの拡散係数

図9に圧縮スメクタイト中のCs⁺イオンの濃度分布測定例を示す。図10に22°CにおけるCs⁺イオンに対するDaの乾燥密度依存性を、また、表7に各条件に対するCs⁺イオンのDaを示す。図10には、筆者らが過去に測定したクニピアF[®]に対するDaの結果[3]およびKozakiらがクニピアF[®]をさらに精製したNaモンモリロナイトに対するDaの結果[23]も併せて示す。過去に測定したDaは、粘土粒子の配向方向に対して直角方向への拡散に相当する。本研究で得られたDaと比較すると、同程度であることが分かる。このことは、層間イオンがCa²⁺イオンであってもそれほどCs⁺イオンの吸着遅延に大きな影響を及ぼさないことを示す。

これまでも報告されているように、ベントナイト中のCs⁺イオンのDaは、乾燥密度の増加に伴い減少した。低乾燥密度(0.9–1.0 Mg/m³)、22°Cの条件では、直角方向および配向方向へのDaともイオン強度の増加に伴い増加した。この傾向は、他の温度に対しても共通的に見られた。また、直角方向よりも配向方向へのDaの方が高い傾向であった。この傾向は、高乾燥密度(1.4 Mg/m³)の条件においても同様であった。

これらの結果から、ベントナイト中のCs⁺イオンの拡散移行メカニズムについて考察した。Cs⁺イオンの場合、I⁻イオンとは異なってスメクタイト層間に存在するNa⁺イオンとイオン交換することが知られている[37]。また、スメクタイトシート表面が負に帯電しているため、陽イオンは静電的にも引き付けられる。したがって、層間が狭いとは言えCs⁺イオンは層間を拡散移行することができる。

まず、[NaCl]=0.01 M、低乾燥密度(0.9–1.0 Mg/m³)の条件について考えると、I⁻イオンの拡散移行の項で議論したように、スメクタイトの層間は水分子3層分程度開いており、さらに、多くの積層体外部間隙が存在する。また、スメクタイト含有率の高いベントナイトに対しては、スメクタイト粒子は圧縮方向に対して直角方向に配向する[4-10]ため、配向方向に対して直角方向への拡散の方が大きな屈曲度となり、配向方向へのDaよりも小さくなったものと考えられる。

この低乾燥密度の条件でイオン強度が海水と同程度の[NaCl]=0.51 Mに増加すると、スメクタイトの層間距離が水分子3層程度に開いていたものが、一部の層間距離が水分子2層に小さくなり、水分子2層と3層が混在するようになる[14]。これは、スメクタイトシート同士の凝集とスメクタイト積層体同士の凝集の両方によるものであり、その結果として層間が狭くなると同時に、積層体外部間隙が増大する。この場合、層間や外部間隙に存在するNa⁺イオンの水和による間隙水の活量低下も考えられるが、溶液化学の側面から考えると、この塩濃度では、間隙水の活量低下は余り大きいものではないことは既に述べたとおりである。また、直角方向への拡散に対しては、屈曲度は減少する方向に作用することが考えられるが、大きく変化しないと考えられる。さらに、層間および積層体外表面へのCs⁺イオンの収着分配は、増加したNa⁺イオンによって阻害され、低下すると考えられる。これらのことから、直角方向へのDaは若干増加したのと考えられる。

一方、配向方向への拡散に対しては、層間距離が減少することにより、積層体外部間隙が

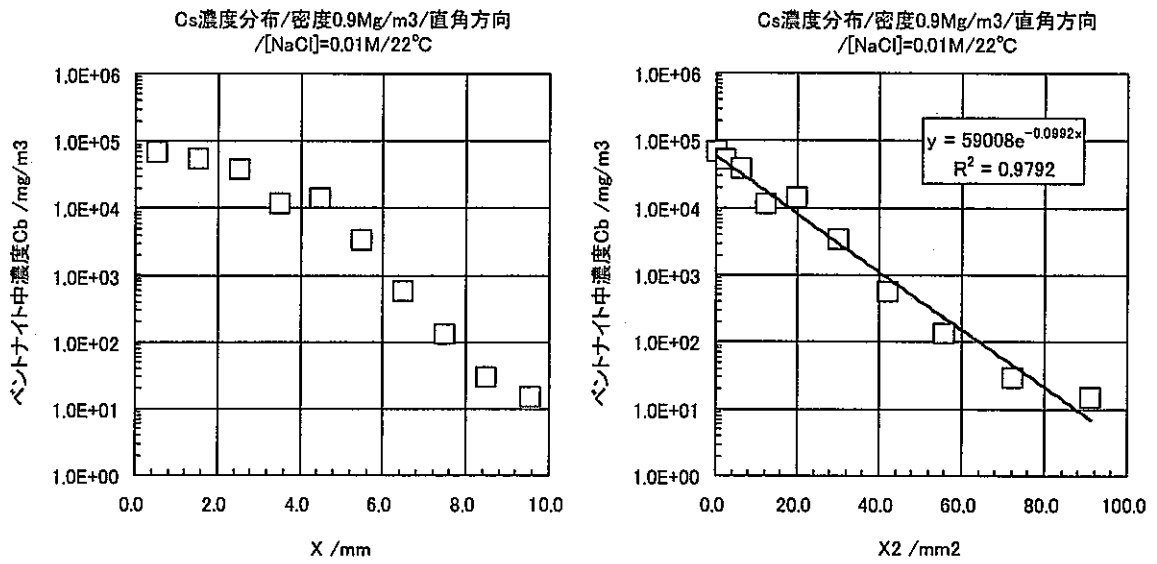
増加すること、スメクタイトの層間を拡散移行できるため屈曲度は変化しないこと、層間や積層体外表面における Cs^+ イオンの収着分配が Na^+ イオンの増加によって阻害され、遅延機能が低下したことにより Da が若干増加したものと考えられる。 Da に及ぼすイオン強度や配向方向の影響は 2 倍以内と小さく、それほど大きな影響を及ぼさない。

一方、乾燥密度 1.4 Mg/m^3 、イオン強度 $[\text{NaCl}]=0.01 \text{ M}$ の条件では、スメクタイトの層間距離は、水分子 3 層から水分子 2 層と 3 層が混在するようになり[14]、一部の層間距離は小さくなる。全体的に間隙率も小さくなることから、積層体間の外部間隙も小さくなる。また、HTO や HDO を用いた拡散実験から明らかのように、両拡散方向とも屈曲度が増加している[4-10]。このことから、両拡散方向とも Da が乾燥密度の増加に伴って減少したものと考えられる。直角方向よりも配向方向への Da の方が大きい原因は、直角方向への拡散の方が配向方向への拡散よりも大きい屈曲度であるためと考えられる。

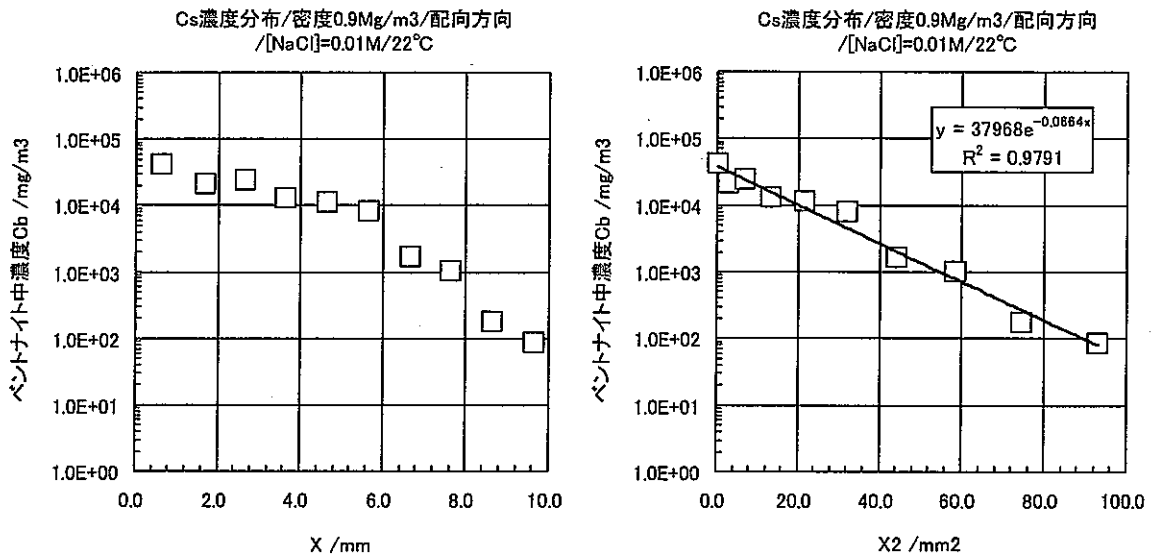
一方、イオン強度が $[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$ と海水程度に高くなると、スメクタイトシートやスメクタイト積層体同士が凝集することにより、スメクタイトの層間距離は水分子 2 層分程度に縮まり、その結果、積層体間の外部間隙が増加する。この場合、層間や外部間隙に存在する Na^+ イオンの水和による間隙水の活量低下も考えられるが、溶液化学の側面から考えると、この塩濃度では、間隙水の活量低下は余り大きいものではないが、スメクタイト層間が水分子 2 層の場合、乾燥密度にして 1.6 Mg/m^3 以上の場合に相当し、このときの間隙水の活量は、蒸気圧測法による測定から、乾燥密度 1.8 Mg/m^3 で $a_w=0.827$ 、乾燥密度 2.0 Mg/m^3 で $a_w=0.787$ と測定されており[16]、溶液化学の観点から計算した水の活量よりも明らかに小さい。実際には、スメクタイトシート表面付近やエッジ面での水の構造化が大きく活量低下に寄与しているものと考えられる。したがって、水分子 2 層程度の層間を拡散移行する場合には、20%程度、間隙水の活量が低下すると考えられる。

この条件で直角方向への拡散について考えると、屈曲度は大きく変化しないと考えられるが、層間および積層体外表面への Cs^+ イオンの収着分配は、増加した Na^+ イオンによって阻害され、低下すると考えられる。また、間隙水の活量低下も 20%程度とそれほど顕著でないことを総合すると、直角方向への Da は増加するものと考えられる。22°C の条件では、イオン強度が増加しても Da はほとんど変化していないが、他の温度条件 (36.7、40°C) では、イオン強度の増加に伴って Da も増加傾向を示しており、 Da は増加すると考えることができる。一方、配向方向への拡散に対しては、間隙水の活量が若干低下するものの、層間距離が減少することにより積層体外部間隙が増加すること、スメクタイトの層間を拡散移行できるため屈曲度は変化しないこと、層間における Cs^+ イオンの収着分配が Na^+ イオンの増加によって阻害され、遅延機能が低下することなどから Da が増加したものと考えられる。 Da に及ぼすイオン強度や配向方向の影響は 2 倍以内であり、それほど大きな影響を及ぼさない。

図 11 に圧縮スメクタイト中の Cs^+ イオンの拡散移行メカニズムの概念を示す。現状では、定性的な説明にとどまっており、さらなる研究が必要である。



(a) 密度 0.9Mg/m³、直角方向、[NaCl]=0.01M、22°C、time=118h



(b) 密度 0.9Mg/m³、配向方向、[NaCl]=0.01M、22°C、time=118.5h

図9 圧縮スメクタイト中の Cs⁺イオンの濃度分布例(左図:距離 X と濃度、右図:距離の二乗 X²と濃度との関係)

(a):密度 0.9Mg/m³、直角方向、[NaCl]=0.01M、22°C、time=118h、(b):密度 0.9Mg/m³、配向方向、[NaCl]=0.01M、22°C、time=118.5h

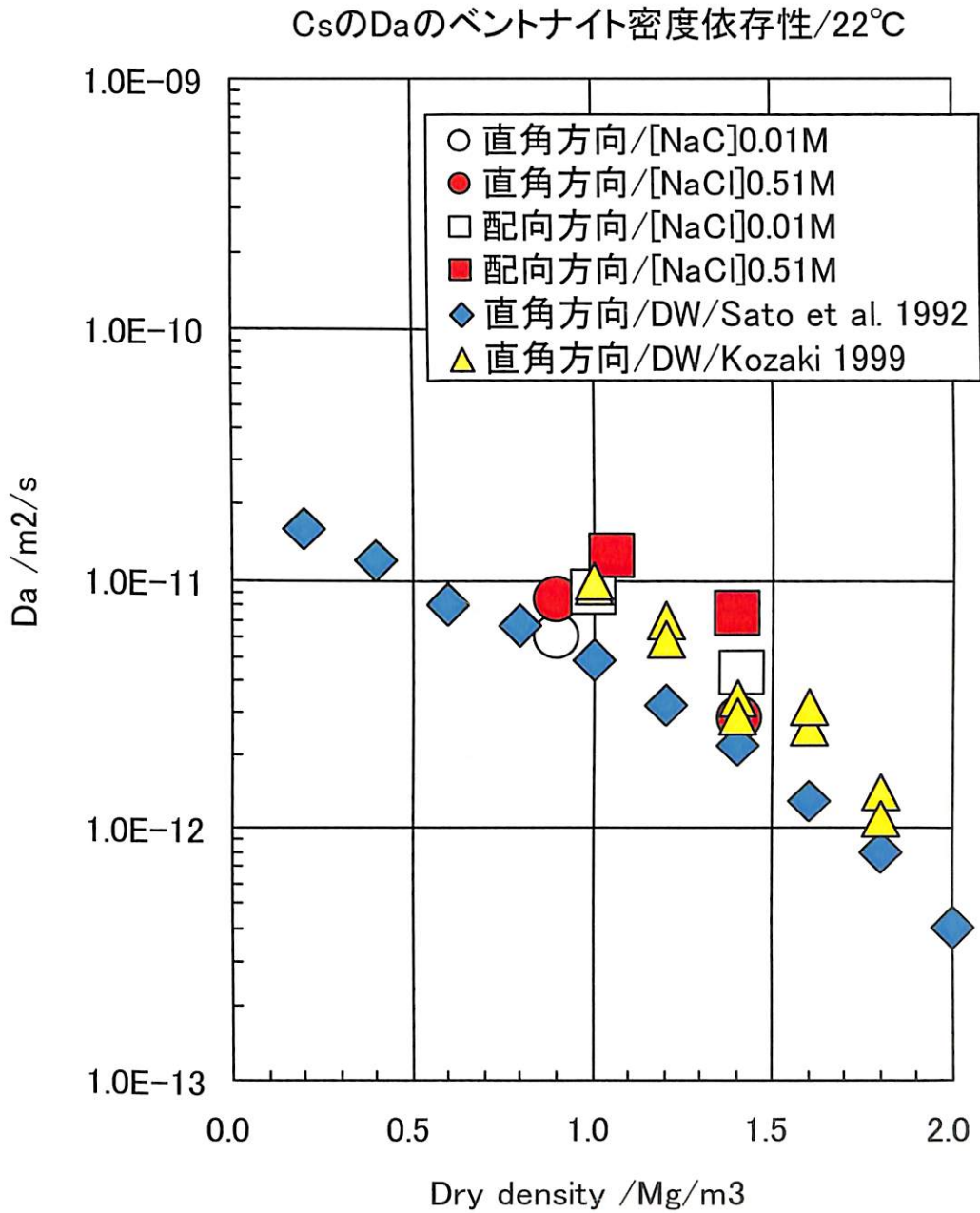


図 10 圧縮ベントナイト中の Cs⁺イオンに対する見掛けの拡散係数の乾燥密度依存性(22°C) (図には、過去に測定されたクニピア F[®]に対するデータ [3]およびクニピア F[®]の Na 含有率をさらに高めた Na モンモリロナイトに対するデータ[23]も示す(25°C、DW:蒸留水))

表7 各条件での Cs⁺イオンの見掛けの拡散係数

Dry density /Mg/m ³	Diffusion direction	[NaCl] /M	Temperature /°C	Da /m ² /s
0.901	Axial	0.01	22	5.93E-12
1.409	Axial	0.01	22	2.83E-12
1.408	Axial	0.01	36.7	4.94E-12
0.907	Axial	0.01	40	1.50E-11
1.403	Axial	0.01	40	6.43E-12
0.904	Axial	0.01	60	1.95E-11
0.899	Axial	0.51	22	8.30E-12
1.411	Axial	0.51	22	2.80E-12
1.398	Axial	0.51	36.7	5.08E-12
0.914	Axial	0.51	40	2.30E-11
1.400	Axial	0.51	40	8.05E-12
0.904	Axial	0.51	60	2.86E-11
1.001	Parallel	0.01	22	8.83E-12
1.412	Parallel	0.01	22	4.28E-12
1.405	Parallel	0.01	36.7	7.51E-12
1.048	Parallel	0.01	40	2.46E-11
1.413	Parallel	0.01	40	1.79E-11
1.037	Parallel	0.01	60	3.29E-11
1.057	Parallel	0.51	22	1.25E-11
1.401	Parallel	0.51	22	7.33E-12
1.400	Parallel	0.51	36.7	9.05E-12
1.037	Parallel	0.51	40	3.75E-11
1.378	Parallel	0.51	40	2.54E-11
1.008	Parallel	0.51	60	4.30E-11

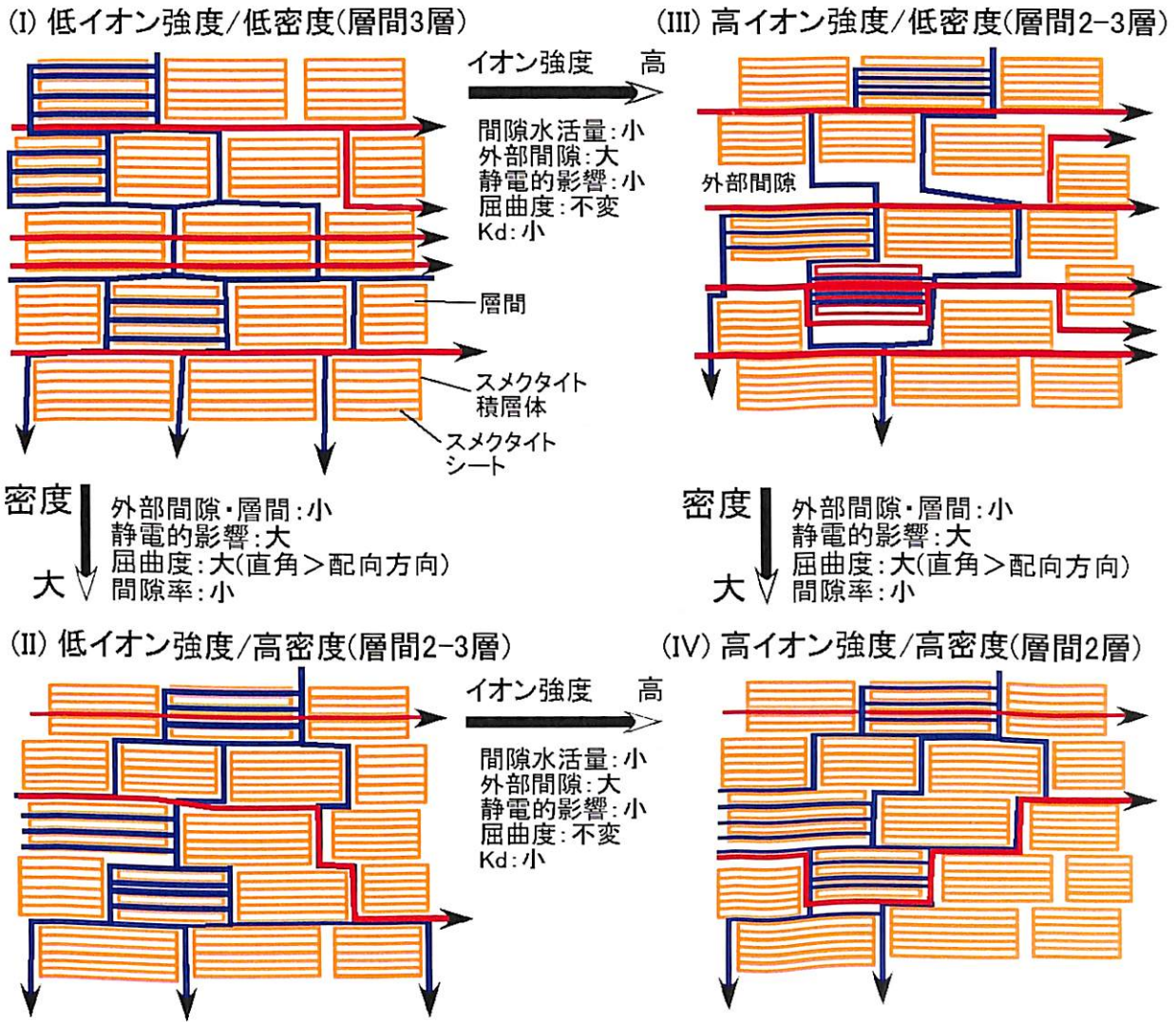


図 11 圧縮スメクタイト中の Cs⁺イオンの拡散移行メカニズムの概念

5.2 活性化エネルギーの乾燥密度、粘土粒子の配向方向、イオン強度依存性

5.2.1 I⁻イオンの活性化エネルギー

図 12 に I⁻イオンに対する Da の Arrhenius プロット、図 13 に I⁻イオンに対する ΔE_a の乾燥密度依存性を示す。図 13 には、Kozaki らが行ったモンモリロナイト中の Cl⁻イオンの ΔE_a [21, 23] も併せて示す。また、表 8 に各条件に対する I⁻イオンの ΔE_a を示す。 ΔE_a は、拡散方向とイオン強度が同一の条件では、乾燥密度の増加に伴い増加する傾向を示した。また、Cl⁻イオンの ΔE_a と比較して全体的に高目の値が得られた。低乾燥密度 ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$)、[NaCl]=0.01 M の条件では、直角方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=20.03 \text{ kJ/mol}$) と配向方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=19.80 \text{ kJ/mol}$) はほぼ同程度であったが、高乾燥密度 (1.4 Mg/m^3) の条件では、両拡散方向とも増加し、[NaCl]=0.01 M に対しては、直角方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=40.80 \text{ kJ/mol}$) よりも配向方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=53.46 \text{ kJ/mol}$) の方が高い傾向を示した。イオン強度が [NaCl]=0.51 M に増加すると、低乾燥密度 ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$) における直角方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=15.91 \text{ kJ/mol}$) は減少する傾向を示すとともに、配向方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=18.06 \text{ kJ/mol}$) も減少した。一方、高乾燥密度 (1.4 Mg/m^3) においては、低乾燥密度の条件で見られた傾向とは異なり、直角方向への拡散で $\Delta E_a=44.98 \text{ kJ/mol}$ 、配向方向への拡散で $\Delta E_a=26.74 \text{ kJ/mol}$ と、直角方向と配向方向では ΔE_a の傾向が異なるとともに、イオン強度に依存して ΔE_a が大きく変化した。とくに、配向方向への拡散の ΔE_a は、 $\Delta E_a=53.46 \text{ kJ/mol}$ から $\Delta E_a=26.74 \text{ kJ/mol}$ と大きく減少した。これは、これまでに報告されている Cl⁻イオンの拡散の ΔE_a [21, 23] と比較してもかなり高い。

これらの結果に基づいて、 ΔE_a の乾燥密度、粘土粒子の配向方向、イオン強度の影響について考察するとともに、Da の結果と併せて I⁻イオンの拡散移行メカニズムについて検討した。拡散係数の項で既に述べたように、スメクタイトシート(モンモリロナイト)表面は永久負電荷が存在し、表面は負に帯電していること、およびスメクタイト層間は水分子 2 層ないし 3 層分程度ときわめて小さいことから、I⁻イオンのような陰イオンは、陰イオン排除により拡散移行しにくい。このようなことから、I⁻イオンは層間を拡散移行しないものと仮定して検討した。

まず、[NaCl]=0.01 M、低乾燥密度 ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$) について考えると、直角方向への拡散は、エッジ面と積層体外表面からの静電的影響により、 ΔE_a は自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=17.36 \text{ kJ/mol}$ [38]) よりも若干高く ($\Delta E_a=20.03 \text{ kJ/mol}$) なったものと考えられる。一方、配向方向への拡散は、エッジ面の一部とスメクタイトの積層体間の外部間隙が主たる拡散移行経路となり、積層体外表面とエッジ面からの静電的影響により、 ΔE_a が自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=17.36 \text{ kJ/mol}$ [38]) よりも高く ($\Delta E_a=19.80 \text{ kJ/mol}$) なったものと考えられる。両配向方向への拡散の ΔE_a が等しくなった原因は、エッジ面付近を拡散するときの影響が積層体外表面よりも小さいか同程度であるためと考えられる。実際の拡散移行経路を考えると、積層体のエッジ面同士が向い合って狭い間隙を形成するとは考えにくく、このことからエッジ面の影響は少ないと考えられる。既に述べたが、この条件に対して外部間隙を見積もると、全間隙体

積の約 50%に相当し、このことから考えて、 ΔE_a が自由水中の拡散係数の ΔE_a に近くなったものと考えられる。

この低密度条件 ($0.9-1.0 \text{ Mg/m}^3$) でイオン強度が $[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$ に増加すると、スメクタイト層間が部分的に狭くなると同時に、スメクタイト積層体同士が凝集し、外部間隙が増大する。この場合、 Na^+ イオンの水和によって間隙水の自由度が制限されて間隙水の活量が低下し、 ΔE_a が増加する方向となるが、溶液化学の側面から考えると、余り顕著な活量低下は考えられない。とくに、層間ではなく、外部間隙を主に拡散移行する場合、急激な活量低下は考えにくい。一方で、イオン強度の増加による遮蔽の効果により、積層体外表面から受ける静電的な影響が減少すること、外部間隙の増大による表面からの静電的影響の相対的減少などにより、 ΔE_a は減少すると考えられる。配向方向への拡散に対しては、積層体外表面から受ける静電的な影響が減少すること、外部間隙の増大による積層体外表面からの影響の相対的減少などにより ΔE_a が減少すると考えられる。配向方向への拡散に対する ΔE_a の実測結果も $\Delta E_a=18.06 \text{ kJ/mol}$ と、やや減少した結果となった。

一方、直角方向への拡散については、積層体外表面から受ける静電的な影響の減少、および外部間隙の増大によるスメクタイト表面からの静電的影響の相対的減少に加えて、エッジ面からの影響が減少したことにより、 ΔE_a が $\Delta E_a=15.91 \text{ kJ/mol}$ と小さくなったものと考えられる。ちなみに、直角方向への拡散に対する ΔE_a は、 I^- イオンの自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=17.36 \text{ kJ/mol}$ [38]) よりも若干低い。本来、粘土粒子の配向方向に対して拡散する方向は、拡散係数に影響を及ぼすものの、 ΔE_a には影響を及ぼす性質のものではない。それは、粘土粒子の配向方向は、イオンが拡散移行する実質的な距離(屈曲度)に影響を及ぼす性質のものだからであり、イオンが外部間隙を拡散移行するとすれば、その外表面から受ける静電的な影響などに起因する抵抗によって ΔE_a が決まる。したがって、イオンの拡散方向が配向方向と直角方向とでは、乾燥密度や間隙水条件が同じであるとすれば、同じ外表面の影響を受けることになるため、同程度の ΔE_a が得られるはずである。このことは、層間も拡散移行できる陽イオンに対しても同様のことが言える。Kozaki らは、 I^- イオンと同じ陰イオンである Cl^- イオンに対して、今回得られた ΔE_a より全体的に小さい ΔE_a を報告しており[21, 23]、とくに、乾燥密度 1.0 Mg/m^3 付近で極小をとるとしている。この原因として、モンモリロナイトの表面付近を拡散移行する Na^+ イオンなどの陽イオンと電荷バランスを補償するために陽イオンと同一に移動し、この陽イオンの表面拡散の ΔE_a に拡散過程が支配されている可能性を指摘している[23]。

本研究において得られた ΔE_a に対して考えると、 $[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$ と Na^+ イオンの濃度が高いときに $\Delta E_a=15.91 \text{ kJ/mol}$ と、自由水中の拡散係数の ΔE_a よりも低い値が得られており、その観点から考えると整合する。しかしながら、同一の $[\text{NaCl}]$ の条件で、配向方向への拡散の ΔE_a は自由水中の拡散係数の ΔE_a とほぼ同じであり、必ずしも整合しているとは言い切れない。この原因は、温度に対する D_a データのばらつきによるものが大きく、現状のデータでは、 ΔE_a が自由水中の拡散係数と比較して、大小関係まで言えるほど精度よく議論することはできない。図 12 からも明らかなように、同一条件で温度バリエーションとして 3 点測定しているが、この傾き

が ΔE_a に大きな影響を及ぼす。とくに、乾燥密度 1.4 Mg/m^3 の条件では、温度のバリエーションが狭い上、ばらつきも大きいことが目立つ。したがって、データの不確実性が多分に含まれると考えられ、このことを踏まえて、現在、さらなるデータを取得中である。

低乾燥密度領域においては、 ΔE_a が自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=17.36 \text{ kJ/mol}$)に近いことから、 I^- イオンは積層体間の外部間隙中の間隙水が主たる拡散移行経路であると考えられる。

乾燥密度が 1.4 Mg/m^3 に増加すると、スメクタイト層間および外部間隙が小さくなり、イオン強度が低い $[\text{NaCl}]=0.01 \text{ M}$ の条件に対しては、積層体外表面からの静電的影響が大きくなることによって、主たる拡散移行経路となる配向方向への拡散がこの影響を強く受けて ΔE_a が $\Delta E_a=53.46 \text{ kJ/mol}$ に増加したと考えられる。この ΔE_a は、氷中の水の自己拡散の ΔE_a ($\Delta E_a=56.4, 65.6 \text{ kJ/mol}$) [16]ほどではないが、かなり高く、構造化された間隙水中を拡散移行すると考えない限り説明できない。主として外部間隙を拡散移行すると考えると、 ΔE_a の傾向を合理的に説明できない。図 10 からも分かるように、乾燥密度が 1.4 Mg/m^3 の条件については、温度のバリエーションが狭い上、拡散係数データのばらつきが目立つ。したがって、 ΔE_a は増加すると考えられるものの、このように高い ΔE_a の原因は、データの不確実性が多分に含まれるものと考えられる。仮に、この ΔE_a が正しいとすれば、 I^- イオンは層間を拡散移行することを意味するものである。しかしながら、もはや層間のみしか存在し得ない乾燥密度 1.8 Mg/m^3 の領域における Cl^- イオンの ΔE_a でさえ $\Delta E_a=25.1 \text{ kJ/mol}$ [21, 23]と低いことを考えると、単純に粘土粒子の配向方向の違いによって高い ΔE_a を説明することはできない。より多くのデータや知見が必要である。

また、直角方向への拡散に対しては、拡散移行経路となる一部の積層体外表面からの静電的影響により、 ΔE_a が $\Delta E_a=40.80 \text{ kJ/mol}$ に増加したものと考えられる。しかしながら、この直角方向への拡散の ΔE_a は、Kozaki らが行った同じ陰イオンの Cl^- イオンの ΔE_a ($\Delta E_a=22.7 \text{ kJ/mol}$) [21, 23]と比較するとかなり高い。 I^- イオンと Cl^- イオンを比較すると、水和イオンの Stokes 半径は若干 Cl^- イオンの方が大きく($\text{Cl}^-:167 \text{ pm}$, $\text{I}^-:206 \text{ pm}$) [29]、水和エンタルピー ($-\Delta H_h^\circ$)も Cl^- イオンの方が大きい($\text{Cl}^-:340 \text{ kJ/mol}$, $\text{I}^-:268 \text{ kJ/mol}$) [29]が、両者には大きな差はない。これらのことと、拡散係数データのばらつきを考慮すると、直角方向への拡散の ΔE_a は低乾燥密度の条件と比較して増加すると考えられるものの、既に述べたように、拡散方向によって大きな影響を受ける性質のものではなく、この点からもデータの不確実性が大きいと考えられ、今後、さらに検討を進める必要がある。

この高乾燥密度条件 (1.4 Mg/m^3) でイオン強度が海水程度の $[\text{NaCl}]=0.51 \text{ M}$ と高くなると、積層体外部間隙が増加し、 Na^+ イオンの水和による間隙水の活量が低下するとともに、積層体外表面からの静電的影響の減少などが考えられる。間隙水の活量の低下については、これまでも述べてきたが、溶液化学の側面から考えると、この塩濃度ではほとんど活量は低下しない。また、 I^- イオンが主として拡散移行すると考えられる積層体外部間隙は増加することから、この影響は小さいと考えられる。さらに、これまでの議論から、エッジ面からの ΔE_a に及ぼす影

響は小さいと考えられる。したがって、直角方向への拡散の ΔE_a は、低乾燥密度条件と比較して増加すると考えられるが、 $\Delta E_a=44.98$ kJ/molまで増加する要因は見つからない。一部の I^- イオンが層間を拡散移行することも考えられるが、現状では、そこまで議論できるほど十分、かつ、高い精度のデータが得られていない。現在、さらなるデータを取得しており、今後、さらに、検討を進める。

一方、配向方向への拡散については、積層体外部間隙の増加とイオン強度の増加による遮蔽効果により、積層体外表面からの静電的影響が減少し、低イオン強度の条件よりは ΔE_a が減少すると考えられるが、低乾燥密度条件よりは外部間隙が小さくなることから、 $\Delta E_a=26.74$ kJ/mol と若干増加したものと考えられる。この値は、Kozaki らが測定した Cl^- イオンの ΔE_a ($\Delta E_a=22.7$ kJ/mol) [21, 23]よりもやや高目であるが近い。

本研究においては、 I^- イオンがスメクタイト層間を拡散移行しないものとして検討したが、もしも一部のイオンが拡散移行するとすれば、狭い層間中の拡散の ΔE_a は高くなると考えられる。しかしながら、これまでも述べたとおり、現状では温度に対する D_a が少ないこともあり、とくに、乾燥密度の高い条件で信頼性に若干欠ける。 I^- イオンを含む陰イオンの拡散移行経路の詳細については、今後、さらに検討を進める必要がある。

IのDaと1/Tとの関係

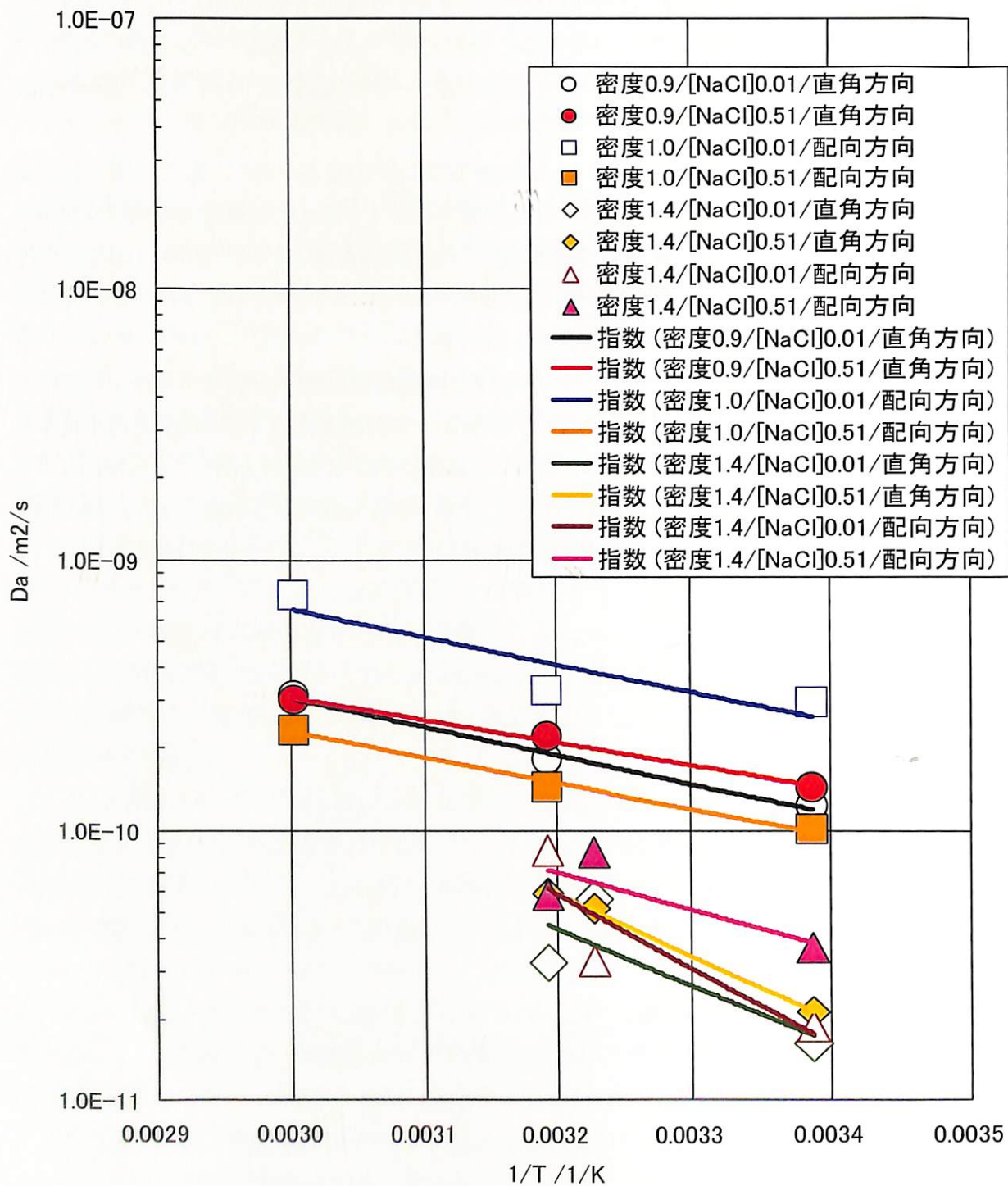


図 12 I⁻イオンに対する見掛けの拡散係数の Arrhenius プロット

Iの ΔE_a のベントナイト密度依存性

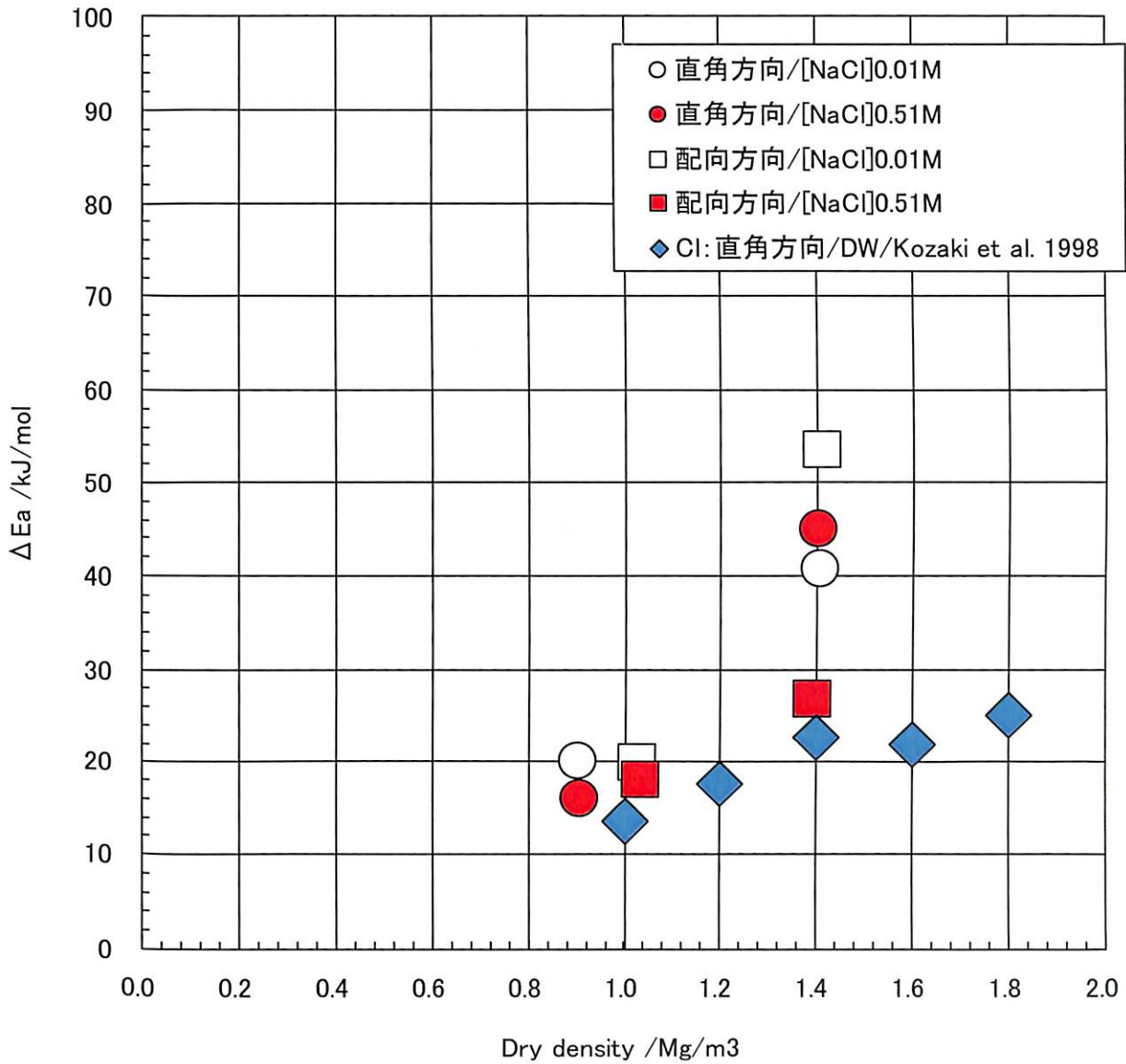


図 13 I⁻イオンに対する見掛けの拡散係数の活性化エネルギー(図には、モンモリロナイト中のCl⁻イオンのデータ[21, 23]も示す(25°C、DW:蒸留水))

表 8 各条件での I⁻イオンの活性化エネルギー

Dry density /Mg/m ³	Mean dry density	Diffusion direction	[NaCl] /M	Temperature /°C	Da /m ² /s	ΔEa /kJ/mol
0.901	0.904	Axial	0.01	22	1.23E-10	20.03
0.907		Axial	0.01	40	1.81E-10	
0.904		Axial	0.01	60	3.11E-10	
1.409	1.407	Axial	0.01	22	1.59E-11	40.80
1.408		Axial	0.01	36.7	5.52E-11	
1.403		Axial	0.01	40	3.21E-11	
0.899	0.906	Axial	0.51	22	1.43E-10	15.91
0.914		Axial	0.51	40	2.21E-10	
0.904		Axial	0.51	60	2.99E-10	
1.411	1.403	Axial	0.51	22	2.09E-11	44.98
1.398		Axial	0.51	36.7	5.16E-11	
1.400		Axial	0.51	40	5.87E-11	
1.001	1.029	Parallel	0.01	22	2.93E-10	19.80
1.048		Parallel	0.01	40	3.26E-10	
1.037		Parallel	0.01	60	7.37E-10	
1.412	1.410	Parallel	0.01	22	1.85E-11	53.46
1.405		Parallel	0.01	36.7	3.27E-11	
1.413		Parallel	0.01	40	8.39E-11	
1.057	1.034	Parallel	0.51	22	1.01E-10	18.06
1.037		Parallel	0.51	40	1.44E-10	
1.008		Parallel	0.51	60	2.33E-10	
1.401	1.393	Parallel	0.51	22	3.65E-11	26.74
1.400		Parallel	0.51	36.7	8.35E-11	
1.378		Parallel	0.51	40	5.74E-11	

5.2.2 Cs⁺イオンの活性化エネルギー

図 14 に Cs⁺イオンに対する Da の Arrhenius プロット、図 15 に Cs⁺イオンに対する ΔE_a の乾燥密度依存性を示す。図 15 には、Kozaki らが行ったモンモリロナイト中の Cs⁺イオンの ΔE_a [17, 18, 23]も併せて示す。また、表 9 に各条件に対する Cs⁺イオンの ΔE_a を示す。 ΔE_a は、拡散方向とイオン強度が同一の条件では、乾燥密度の増加に伴い増加する傾向を示した。また、Kozaki らが測定した ΔE_a と比較して、同一条件に対してはほぼ同程度の ΔE_a が得られた。低乾燥密度 ($0.9 - 1.0 \text{ Mg/m}^3$)、 $[\text{NaCl}] = 0.01 \text{ M}$ の条件では、直角方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a = 25.62 \text{ kJ/mol}$)と配向方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a = 28.36 \text{ kJ/mol}$)はほぼ同程度であった。これは、イオン強度が $[\text{NaCl}] = 0.51 \text{ M}$ になっても同様であり、両拡散方向とも同程度の ΔE_a (直角方向: $\Delta E_a = 26.65 \text{ kJ/mol}$ 、配向方向: $\Delta E_a = 26.66 \text{ kJ/mol}$)が得られた。一方、高乾燥密度の条件では、両拡散方向とも ΔE_a が増加し、 $[\text{NaCl}] = 0.01 \text{ M}$ の条件に対しては、直角方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a = 33.07 \text{ kJ/mol}$)よりも配向方向への拡散の ΔE_a ($\Delta E_a = 50.93 \text{ kJ/mol}$)の方が高い傾向を示した。この高乾燥密度の条件でイオン強度が $[\text{NaCl}] = 0.51 \text{ M}$ に増加すると、両拡散方向とも同程度の ΔE_a (直角方向: $\Delta E_a = 40.63 \text{ kJ/mol}$ 、配向方向: $\Delta E_a = 39.75 \text{ kJ/mol}$)が得られた。ここで得られた ΔE_a は、イオン交換エンタルピーを考慮しても、すべての条件に対して Cs⁺イオンの自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a = 16.47 \text{ kJ/mol}$) [38]より明らかに大きく、スメクタイトの表面あるいはエッジ面付近をイオンが拡散移行する際に何らかの抵抗を受けていると考えられる。

これらの結果に基づいて、 ΔE_a の乾燥密度、粘土粒子の配向方向、イオン強度の影響について考察するとともに、Daの結果と併せて拡散移行過程について検討した。既に述べたが、Cs⁺イオンは、I⁻イオンと異なってスメクタイト層間も拡散移行することができるため、すべての間隙を拡散場と考えることができる。また、Cs⁺イオンは、層間に存在する Na⁺イオンとイオン交換して収着分配する。したがって、層間中の Cs⁺イオンの拡散移行過程では収着分配による遅延も考慮する必要がある。

まず、 $[\text{NaCl}] = 0.01 \text{ M}$ 、低乾燥密度 ($0.9 - 1.0 \text{ Mg/m}^3$)の条件について考えると、スメクタイト層間は水分子 3 層分程度開いており、さらに、積層体外部間隙が存在する。この条件に対して外部間隙の割合を見積もると、(18)式より全間隙空間の約 50%を占めると見積もられ、また、外部間隙も(25)式から、積層体が 5 枚のシートから構成されるとすれば、 $D_{ag} = 4.17 \text{ nm}$ と見積もられ、イオンと比較すれば十分に大きい。この外部間隙中を主として拡散移行する場合は、自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a = 16.47 \text{ kJ/mol}$)に近いはずである。このことは、層間中を拡散移行しにくいとされる I⁻イオンの ΔE_a の結果とも整合する。Cs⁺イオンの場合、層間も拡散移行するため、移行間隙のうちの約半分は層間を通ることになり、自由水中の拡散係数の ΔE_a よりも高い理由は、この層間中を拡散移行する際に受ける抵抗によるものと考えられる。

ここで、Cs⁺イオンが層間を拡散するときの ΔE_a がどの程度になるか見積もった。拡散実験から得られる ΔE_a は、層間と外部間隙中を Cs⁺イオンが拡散するときの複合であると考えれば、実

験から得られる ΔE_a は、間隙全体に対して、層間と外部間隙の存在割合に比例することから、次の関係によって表せる。

$$\Delta E_a = \Delta E_{a21} x + \Delta E_{a31} y + \Delta E_{ap} (1 - x - y) \quad (26)$$

ここで、

ΔE_{a21} : 水分子 2 層の層間中を拡散するときの活性化エネルギー

ΔE_{a31} : 水分子 2 層の層間中を拡散するときの活性化エネルギー

ΔE_{ap} : 外部間隙中を拡散するときの活性化エネルギー

x : 水分子 2 層の層間の全間隙体積に対して占める割合

y : 水分子 3 層の層間の全間隙体積に対して占める割合

水分子 3 層の層間に対して、上式に $x=0$ 、 $y=0.5$ 、 $\Delta E_{ap}=16.47$ kJ/mol、 $\Delta E_a=25.62$ kJ/mol を代入すると、 $\Delta E_{a31}=34.77$ kJ/mol と求められる。すべてが水分子 3 層になる乾燥密度は 1.4 Mg/m³ 付近であると考えられ、この乾燥密度条件で低イオン強度 ([NaCl]=0.01 M および蒸留水系) に対する ΔE_a とよく一致している。

この低乾燥密度 (0.9–1.0 Mg/m³) の条件でイオン強度が [NaCl]=0.51 M に増加すると、スメクタイトの層間距離が水分子 3 層分程度開いていたものが、一部の層間距離が 2 層に小さくなり、この結果として外部間隙が増加する。この場合、水分子 2 層と 3 層の存在割合がよく分からないため、定量的な議論は難しいが、既存の測定結果から考えると、水分子 3 層開いた層間が多くを占める[14]。このことから考えると、水分子 2 層の層間に対する ΔE_a はより高くなると考えられるが、外部間隙が増加したことと、3 層の層間の割合が減少したことにより、両拡散方向とも ΔE_a に大きな変化が見られなかったものと考えられる。

乾燥密度 1.4 Mg/m³、[NaCl]=0.01 M の条件では、スメクタイトの層間距離の多くは水分子 2 層程度の幅のものが占め、一部 3 層の層間が存在する[23]。また、間隙率も小さくなることから、外部間隙も小さくなり、積層体外表面から受ける静電的な影響が大きくなることによって両拡散方向とも ΔE_a が増加したものと考えられる。すべての間隙を拡散移行することができる HDO の De に対する ΔE_a が、乾燥密度 1.35 Mg/m³ の条件で $\Delta E_a=23-25$ kJ/mol [12, 13] と、自由水中の自己拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=19.29$ kJ/mol) [33] より高目であることを考えると、スメクタイトの表面やエッジ面からの静電的な影響によって水の一部が構造化され、そこを拡散移行する過程で ΔE_a が増加したものと考えざるを得ない。とくに、イオンが層間を拡散移行するときに大きな影響を及ぼすものと考えられる。この高乾燥密度条件で配向方向への拡散の ΔE_a が $\Delta E_a=50.93$ kJ/mol と、かなり構造化された間隙水中を拡散移行するときに匹敵するほど高い ΔE_a が得られた。この原因は、はっきりしたことは分かっていないが、温度に対する Da データのばらつきによるところが大きい。図 14 からも明らかのように、同一条件で温度のバリエーショ

ンを3点測定しているが、この傾きが ΔE_a に大きな影響を及ぼす。とくに、乾燥密度 1.4 Mg/m^3 の条件では温度のバリエーションが狭い上、ばらつきも大きいことが目立つ。これらのことを踏まえて、現在、さらなるデータを取得中であり、今後明らかにしたい。

一方、高乾燥密度の条件でイオン強度が $[\text{NaCl}] = 0.51 \text{ M}$ に増加すると、スメクタイトの層間距離は水分子2層分程度に縮まり、その結果、積層体外部間隙が増加する。2分子層の層間が増加したことにより、逆に外部間隙が増加し、ここをイオンが主として拡散移行する場合の ΔE_a は、自由水中の拡散係数の ΔE_a に近くなることから、 ΔE_a は小さくなる方向に作用する。層間距離がすべて水分子2層とした場合の外部間隙の全間隙体積に対する割合は(18)式から約30%と見積もられる。水分子2層の層間に対する ΔE_a を(26)式により求めると、 $x=0.30$ 、 $y=0$ 、 $\Delta E_{ap}=16.47 \text{ kJ/mol}$ 、 $\Delta E_a=40.63 \text{ kJ/mol}$ を代入して、 $\Delta E_{a21}=97.0 \text{ kJ/mol}$ と求められる。(18)および(25)式より、間隙すべてが水分子2層の層間距離になる乾燥密度は 1.7 Mg/m^3 付近であり、この乾燥密度付近での低イオン強度(蒸留水系)に対する ΔE_a [17, 18, 23]よりかなり高い。同一のイオン強度の高い条件で取得された ΔE_a のデータが存在しないため、単純に比較検討することはできないものの、イオン強度が高い条件では、層間に多くの Na^+ イオンが存在し、低イオン強度の条件とは異なることが考えられる。各層間距離やイオン強度に対する ΔE_a は、今後検討する予定である。

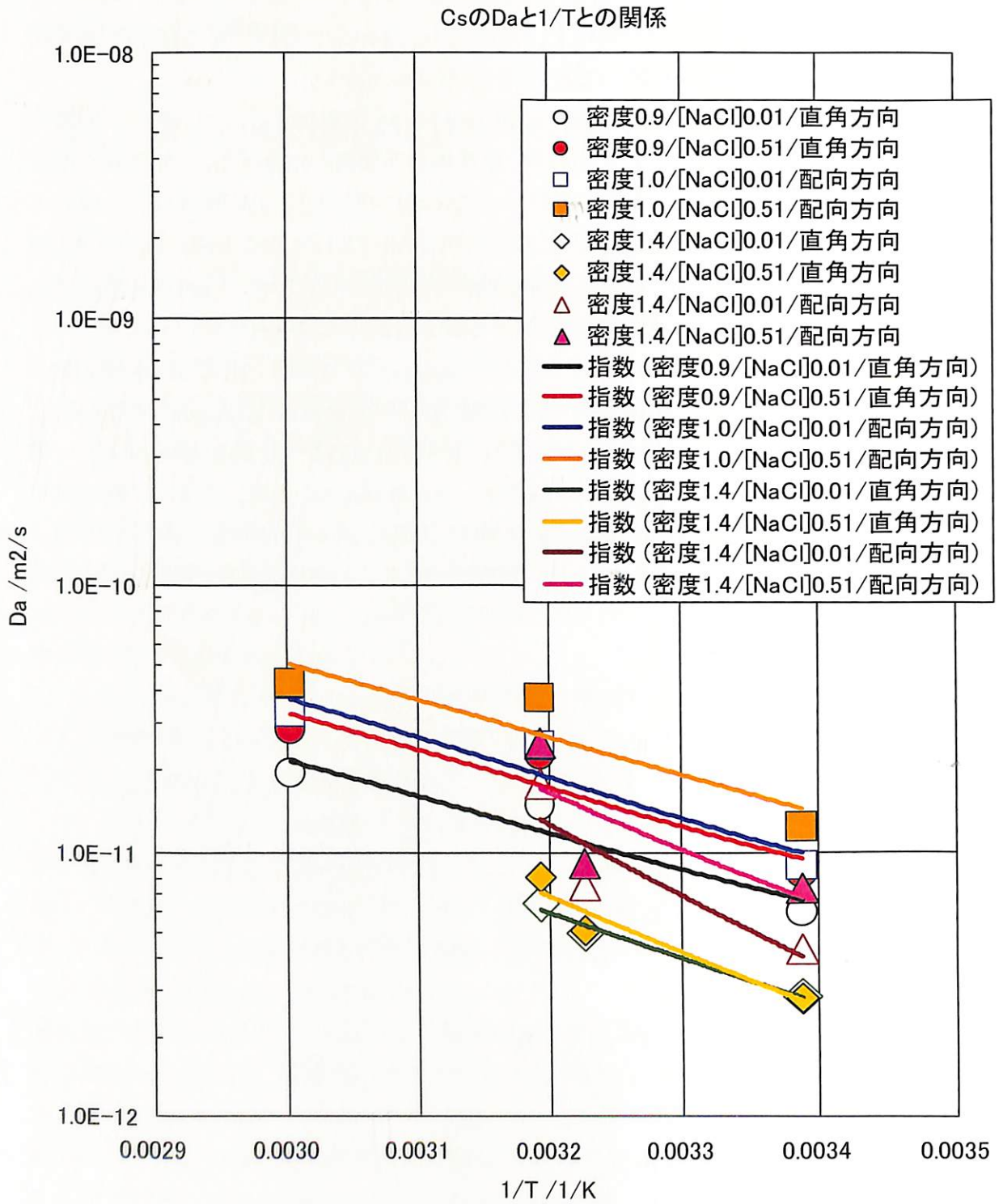


図 14 Cs⁺イオンに対する見掛けの拡散係数の Arrhenius プロット

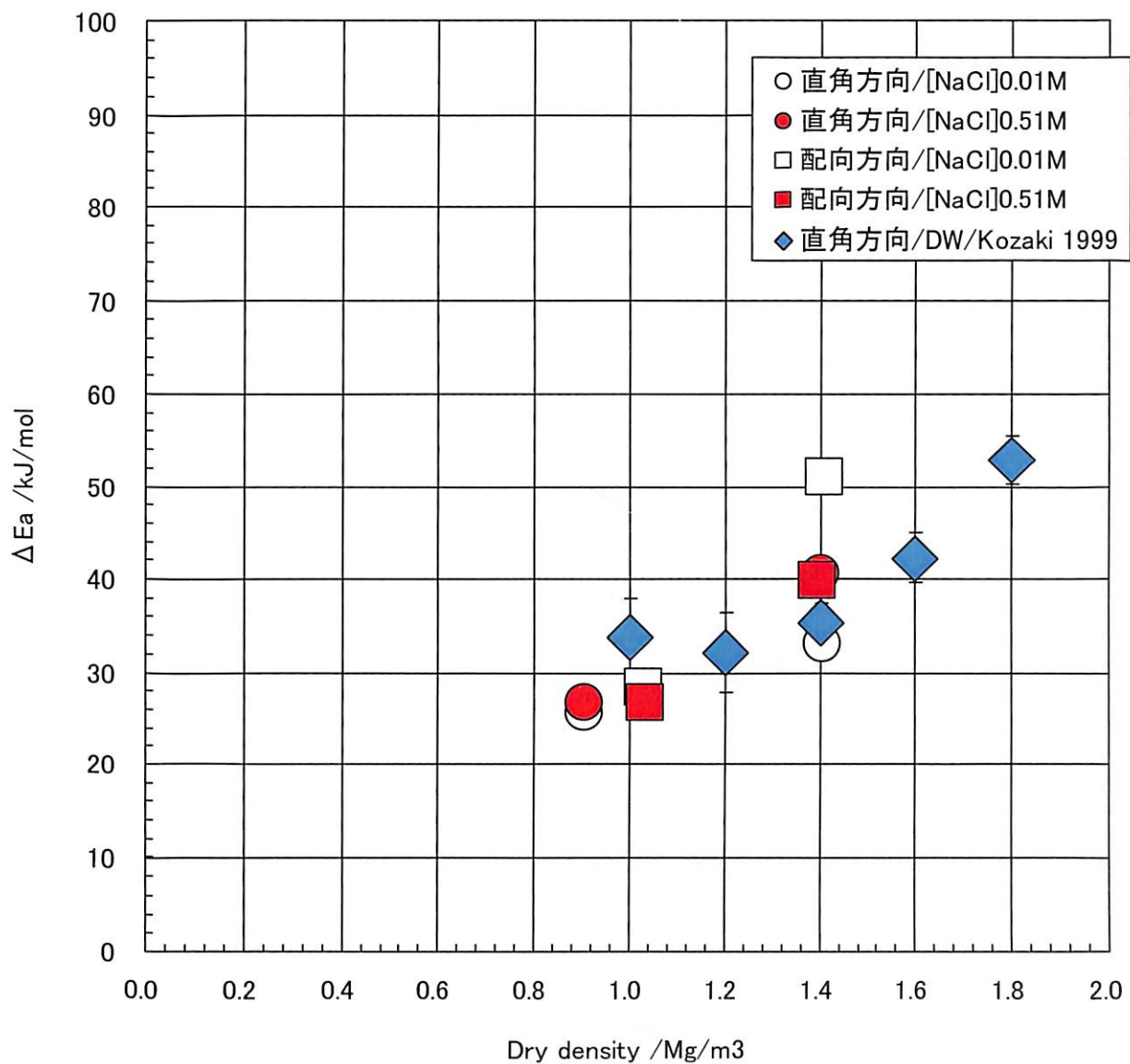
Csの ΔE_a のベントナイト密度依存性

図 15 Cs⁺イオンに対する見掛けの拡散係数の活性化エネルギー(図には、過去に報告されているモンモリロナイト中のデータ[17, 18, 23]も示す(25°C、DW:蒸留水))

表 9 各条件での Cs⁺イオンの活性化エネルギー

Dry density /Mg/m ³	Mean dry density	Diffusion direction	[NaCl] /M	Temperature /°C	Da /m ² /s	ΔEa /kJ/mol
0.901	0.904	Axial	0.01	22	5.93E-12	25.62
0.907		Axial	0.01	40	1.50E-11	
0.904		Axial	0.01	60	1.95E-11	
1.409	1.407	Axial	0.01	22	2.83E-12	33.07
1.408		Axial	0.01	36.7	4.94E-12	
1.403		Axial	0.01	40	6.43E-12	
0.899	0.906	Axial	0.51	22	8.30E-11	26.65
0.914		Axial	0.51	40	2.30E-11	
0.904		Axial	0.51	60	2.86E-11	
1.411	1.403	Axial	0.51	22	2.80E-12	40.63
1.398		Axial	0.51	36.7	5.08E-12	
1.400		Axial	0.51	40	8.05E-12	
1.001	1.029	Parallel	0.01	22	8.83E-12	28.36
1.048		Parallel	0.01	40	2.46E-11	
1.037		Parallel	0.01	60	3.29E-11	
1.412	1.410	Parallel	0.01	22	4.28E-12	50.93
1.405		Parallel	0.01	36.7	7.51E-12	
1.413		Parallel	0.01	40	1.79E-11	
1.057	1.034	Parallel	0.51	22	1.25E-11	26.66
1.037		Parallel	0.51	40	3.75E-11	
1.008		Parallel	0.51	60	4.30E-11	
1.401	1.393	Parallel	0.51	22	7.33E-12	39.75
1.400		Parallel	0.51	36.7	9.05E-12	
1.378		Parallel	0.51	40	2.54E-11	

6. まとめ

本研究は、粘土粒子の配向方向と間隙水化学の変化に伴う微細間隙構造(層間、外部間隙)の変化に静電的影響を結び付けてイオンの拡散移行過程を熱力学的側面から検討することを目的に行ったもので、電荷を帯びたイオンとして、 Γ^- と Cs^+ イオンに対する D_a と ΔE_a の異方性、および両パラメータに及ぼすイオン強度の影響について調べるとともに、間隙水化学が拡散移行経路や微細間隙構造に及ぼす影響について議論した。その結論は、以下のようにまとめられる。

- ① Γ^- イオンの D_a は、イオン強度の低い条件では、配向方向への拡散の方が直角方向よりも大きい傾向を示した。一方、イオン強度が高くなると、直角方向への D_a はわずかに増加したが、低乾燥密度の条件では、配向方向への D_a は逆に減少傾向を示し、乾燥密度が高くなると、イオン強度の増加に伴い D_a も増加する傾向を示した。

これらの結果と、各乾燥密度における層間距離と外部間隙およびスメクタイト表面からの静電的影響を考慮すると、 Γ^- イオンは、主として積層体間の外部間隙中を拡散移行し、イオン強度と乾燥密度の変化による屈曲度の変化、および界面付近の静電的影響の変化によって D_a が変化したと考えられる。

- ② Cs^+ イオンの D_a は、両イオン強度とも配向方向への拡散の方が直角方向よりも大きく、イオン強度の増加に伴いわずかに増加した。 Cs^+ イオンは、層間と外部間隙の両方を拡散移行できることと、層間の Na^+ イオンとイオン交換する性質があることを考えると、乾燥密度の変化によって屈曲度が変化したことと、イオン強度の変化によって収着分配が変化したことにより D_a が変化したと考えられる。

- ③ Γ^- イオンに対する ΔE_a は、低乾燥密度の条件では、両拡散方向ともイオン強度の増加に伴って減少し、自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=17.36$ kJ/mol)と同程度となった。一方、乾燥密度の増加に伴い ΔE_a は増加する傾向を示した。しかしながら、これまでの報告値と比較してもかなり高く、 Γ^- イオンは主として外部間隙を拡散すると考えると、 ΔE_a の傾向を説明できない。

乾燥密度の高い条件では、温度のバリエーションが狭く、 D_a もばらついている。したがって、 ΔE_a は増加すると考えられるが、データの不確実性が多分に含まれると考えられ、今後、さらなる検討が必要である。

- ④ Cs^+ イオンに対する ΔE_a は、拡散方向とイオン強度が同一の条件では、乾燥密度の増加に伴い増加する傾向を示した。また、既存の報告値と比較して、同一条件ではほぼ同程度の ΔE_a が得られた。低乾燥密度の条件では、イオン強度に依存せず、両拡散方向とも同程度の ΔE_a であった。一方、乾燥密度が増加すると、両拡散方向とも ΔE_a が増加し、低イオン強度の条件では、直角方向よりも配向方向への拡散の ΔE_a の方が高い値を示し、イオン強度が高くなると、両拡散方向とも同程度の ΔE_a が得られた。しかしながら、 ΔE_a は、

配向方向に対する拡散方向に依存しないと考えられ、乾燥密度の高い条件については、データのばらつきが大きいことを考えると、不確実性の影響が大きく、さらなる検討が必要である。

本研究で得られた ΔE_a は、イオン交換エンタルピーを考慮してもすべての条件に対して Cs^+ イオンの自由水中の拡散係数の ΔE_a ($\Delta E_a=16.47$ kJ/mol)より明らかに大きく、スメクタイトの表面あるいはエッジ面付近をイオンが拡散移行する際に何らかの抵抗を受けていると考えられる。

以上のことから、スメクタイト表面やエッジ面からの静電的な影響により、拡散するイオンの電荷に依存して拡散移行経路(層間、外部間隙)が異なるとともに、その拡散移行経路に依存して D_a や ΔE_a が異なることを見出した。また、イオン強度に依存して、層間距離、屈曲度、スメクタイト表面およびエッジ面からの静電的影響が変化し、 D_a や ΔE_a に影響を及ぼすと考えられた。しかしながら、イオン強度や配向方向に対する拡散方向が D_a に及ぼす影響は、両イオンとも2倍程度であり、それほど大きな影響を及ぼさない。

7. 今後の課題

以上のように、粘土粒子の配向方向、乾燥密度、イオン強度が変化することにより、拡散するイオンの電荷に依存してさまざまな影響が生じ、乾燥密度とイオン強度が変化することによって生じる層間および外部間隙距離の変化や固相表面(層間、積層体外表面、エッジ面)での静電的影響の変化、イオン強度の変化によって起こる屈曲度の変化、イオン強度の増加による Na^+ イオンの水和に伴う間隙水の活量低下や、静電的影響の変化に伴う間隙水の構造化による活量低下などについて検討したが、固相表面近傍での間隙水の熱力学特性や、層間、外部間隙、エッジ面近傍での拡散の ΔE_a など、個別の拡散移行経路に対する影響についてはそれほど明確になっていない。また、今回の研究では、温度のバリエーションに対する測定値が3点と少ないため、1点の影響が大きい。とくに、乾燥密度の高い条件では、温度のバリエーションが狭い上、 D_a にばらつきが目立つ。測定データの信頼性を上げることと、データの不確実性を減らすため、現在、さらに、温度のバリエーションを広げてデータを取得している。今後、それらのデータを加えて検討する。

上記の議論は、陰イオンが層間を拡散しないという仮定に基づいているが、実際には拡散する可能性も否定できない。単に、主たる拡散移行経路が外部間隙であり、少量の陰イオンが層間を拡散移行することも考えられるが、これが水分子何層程度の層間距離に対し、どの程度拡散するのか、定量的にはよく分かっていない。この場合、 ΔE_a にも大きく影響すると考えられることから、層間中の陰イオンや陽イオンの拡散の ΔE_a を調査するとともに、併せてエッジ面付近での拡散の ΔE_a なども調査する必要がある。

参考文献

1. Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC): "H12: Project to Establish the Scientific and Technical Basis for HLW Disposal in Japan", JNC Tech. Rep., JNC TN1410 2000-004 (2000).
2. A. MUURINEN, J. RANTANEN, P. PENTTILÄ-HILTUNEN: "Diffusion Mechanisms of Strontium, Cesium and Cobalt in Compacted Sodium Bentonite", Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.50, pp.617-624 (1985).
3. H. SATO, T. ASHIDA, Y. KOHARA, M. YUI, N. SASAKI: "Effect of Dry Density on Diffusion of Some Radionuclides in Compacted Sodium Bentonite", J. Nucl. Sci. Technol. 29 (9), pp. 873-882 (1992).
4. 佐藤治夫: "圧縮ベントナイト中の粘土粒子の配向特性および核種拡散移行経路に及ぼす粘土鉱物含有率および圧縮成型方向の影響に関する基礎的研究", 原子力バックエンド研究, 第9巻, 第1号, pp.47-58 (2002).
5. 佐藤治夫: "圧縮ベントナイト中の拡散移行経路の異方性に関する基礎的研究", サイクル機構技報 No.16, JNC TN1340 2002-002, pp.125-136 (2002).
6. 佐藤治夫, 鈴木覚: "圧縮ベントナイト中の拡散に及ぼす粘土粒子の配向性に関する基礎的研究", 原子力学会 2002 年春の年会, M18, p.680 (2002).
7. H. SATO: "A Study on the Effect of Clay Particle Orientation on Diffusion in Compacted Bentonite", WM'02 Conference Proceedings, February 24-28, 2002, Tucson, AZ, USA, pp.1-15 (2002).
8. H. SATO, S. SUZUKI: "Fundamental Study on the Effect of an Orientation of Clay Particles on Diffusion Pathway in Compacted Bentonite", Preprints for Specialist Workshop on Clay Microstructure and Its Importance to Soil Behaviour, October 15-17, 2002, Lund, Sweden, pp.101-110 (2002).
9. H. SATO, S. SUZUKI: "Fundamental Study on the Effect of an Orientation of Clay Particles on Diffusion Pathway in Compacted Bentonite", Applied Clay Science 23, pp.51-60 (2003).
10. 佐藤治夫: "圧縮ベントナイト中の拡散移行経路の異方性に関する研究", 第5回放射性廃棄物地層処分に関する情報交換会, 2003年3月27-28日, 北海道大学, 第5回放射性廃棄物地層処分に関する情報交換会報告書 (Sapporo Conference 2003), pp.1-10 (2003).
11. 鈴木覚, 佐藤治夫, 石寺孝充, 藤井直樹, 河村雄行: "圧縮ベントナイトにおける重水の実効拡散係数の活性化エネルギー—透過拡散実験と分子動力学シミュレーションの比較—", サイクル機構技術報告書, JNC TN8400 2001-031 (2002).
12. 鈴木覚: "人工バリアにおける核種拡散過程に関する研究", サイクル機構技術報告書,

JNC TN8400 2002-006 (2002).

13. S. SUZUKI, H. SATO, T. ISHIDERA, N. FUJII: "Study on Anisotropy of Effective Diffusion Coefficient and Activation Energy for Deuterated Water in Compacted Sodium Bentonite", *J. Contaminant Hydrology* **68**, pp.23-37 (2004).
14. 劉金紅、小崎完、佐藤正知: "粘土中の核種移行挙動へ及ぼす珪砂および塩濃度の影響"、2003年3月27-28日、北海道大学、第5回放射性廃棄物地層処分に関する情報交換会報告書(Sapporo Conference 2003)、pp.23-34 (2003).
15. L. R. VAN LOON, J. SOLER, W. MÜLLER, M. H. BRADBURY: "Anisotropic Diffusion in Layered Argillaceous Rock: A Case Study with Opalinus Clay", Preprints for Specialist Workshop on Clay Microstructure and Its Importance to Soil Behaviour, October 15-17, 2002, Lund, Sweden, pp.197-213 (2002).
16. 鳥養祐二: "地層処分工学障壁材ベントナイト中の水の特性評価に関する研究"、北海道大学博士論文 (1996).
17. T. KOZAKI, H. SATO, A. FUJISHIMA, S. SATO, H. OHASHI: "Activation Energy for Diffusion of Cesium in Compacted Sodium Montmorillonite", *J. Nucl. Sci. Technol.*, Vol.33, No.6, pp.522-524 (1996).
18. 小崎完、佐藤大樹、藤島敦、佐藤正知、大橋弘士: "圧密した Na 型モンモリロナイト中での Cs⁺イオンの移行挙動"、*放射性廃棄物研究*、Vol.3, No.1, pp.25-32 (1996).
19. 小崎完、藤島敦、佐藤大樹、斉藤暢彦、佐藤正知、大橋弘士、高田實彌、森山裕丈: "圧密 Na 型モンモリロナイト中の陽イオンの拡散の活性化エネルギー" 京都大学原子炉実験所第31回学術講演会、1997年1月、報文集、pp.159-168 (1997).
20. T. KOZAKI, H. SATO, A. FUJISHIMA, S. SATO, H. OHASHI: "Effect of Dry Density on Activation Energy for Diffusion of Strontium in Compacted Sodium Montmorillonite", *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* Vol.465, pp.893-900 (1997).
21. T. KOZAKI, N. SAITO, A. FUJISHIMA, S. SATO, H. OHASHI: "Activation Energy for Diffusion of Chloride Ions in Compacted Sodium Montmorillonite", *J. Contaminant Hydrology* **35**, pp.67-75 (1998).
22. J. LIU, H. YAMADA, T. KOZAKI, S. SATO, H. OHASHI: "Effect of Silica Sand on Activation Energy for Diffusion of Sodium Ions in Montmorillonite and Silica Sand Mixture", *J. Contaminant Hydrology* **61**, pp.85-93 (2003).
23. 小崎完: "高レベル放射性廃棄物地層処分における緩衝材中のオーバーパックの腐食および核種移行挙動に関する基礎的研究"、北海道大学博士論文 (1999).
24. D. A. LEVER: "Some Notes on Experiments Measuring Diffusion of Sorbed Nuclides Through Porous Media", *Tech. Rep. of the United Kingdom Atomic Energy Authority Harwell*, AERE R 12321 (1986).
25. J. CRANK: "The Mathematics of Diffusion", 2nd ed., Pergamon Press, Oxford (1975).

26. 日本土壤肥料学会監修 土壤標準分析・測定法委員会編：“土壤標準分析・測定法”、博友社、pp.14-22 (1986).
27. Japan Nuclear Cycle Development Institute: “Second Progress Report on Research and Development for the Geological Disposal of HLW in Japan, H12: Project to Establish the Scientific and Technical Basis for HLW Disposal in Japan, Supporting 3, Safety Assessment of the Geological Disposal System”, JNC Tech. Rep., JNC TN1410 2000-004 (2000).
28. 慶伊富長、小野嘉夫：“活性化エネルギー”、共立出版 (1985).
29. 大瀧仁志：“イオンの水和”、共立出版 (1990).
30. 鳥養祐二、佐藤正知、大橋弘士：“ベントナイト中の水の熱力学的性質”、放射性廃棄物研究、Vol.11, No.1, pp.85-90 (1994).
31. Y. TORIKAI, S. SATO, H. OHASHI: “Thermodynamic Properties of Water in Compacted Bentonite under External Pressure-free Conditions”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.353, pp.321-328 (1995).
32. Y. TORIKAI, S. SATO, H. OHASHI: “Thermodynamic Properties of Water in Compacted Sodium Montmorillonite”, Nucl. Technol., Vol.115, pp.73-80 (1996).
33. 化学便覧 基礎編 II、改定 2 版、丸善 (1975).
34. H. SATO, M. YUI, H. YOSHIKAWA: “Diffusion Behavior for Se and Zr in Sodium-Bentonite”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.353, pp.269-276 (1995).
35. 佐藤治夫：“放射性廃棄物地層処分における緩衝材および岩体中の核種移行に関する研究”、秋田大学博士論文 (1997).
36. 中野政詩：“土の物質移動学”、東京大学出版会 (1991).
37. H. SATO, T. ASHIDA, Y. KOHARA, M. YUI: “Study on Retardation Mechanism of ^3H , ^{99}Tc , ^{137}Cs , ^{237}Np and ^{241}Am in Compacted Sodium Bentonite”, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol.294, pp.403-408 (1993).
38. R. A. ROBINSON, R. H. STOKES: “Electrolyte Solutions, The Measurement and Interpretation of Conductance, Chemical Potential and Diffusion in Solutions of Simple Electrolytes”, 2nd Ed., Butter Worths, London (1959).

添付資料 1 拡散実験条件詳細データ

試験名	In-diffusion拡散試験
ベントナイト	クニピアF
試料形状	立方体
試料一辺長さ (mm)	15.0
トレーサ濃度(M)	[Cs]=1.5E-2
トレーサ塗布量 (μ l)	50.0
抽出液	20ml/1M or 0.5M-KCl

拡散試験条件

カラムNo.	ベントナイト重量(g)	乾燥密度 (Mg/m^3)	温度($^{\circ}C$)	[NaCl](M)	含水開始	含水終了	含水期間 (h)	含水期間 (d)	予定拡散 期間(d)	拡散開始	拡散終了	拡散期間 (h)	拡散期間 (d)	抽出期間 (d)	備考
CSI0.9A22C001	3.0393	0.901	22.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/7/9/15:00	1300.0	54.167	5.0	2003/7/9/15:00	7/14/13:00	118.0	4.917	3.0	
CSI0.9P22C001	3.3778	1.001	22.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/7/9/15:00	1300.0	54.167	5.0	2003/7/9/15:00	7/14/13:30	118.5	4.938	3.0	
CSI0.9A40C001	3.0603	0.907	40.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/8/18/14:00	2259.0	94.125	3.5	2003/8/18/14:00	8/21/11:30	68.5	2.854	7.0	
CSI0.9P40C001	3.5357	1.048	40.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/8/18/14:00	2259.0	94.125	3.5	2003/8/18/14:00	8/21/13:00	71.0	2.958	7.0	
CSI0.9A60C001	3.0513	0.904	60.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/8/1/10:30	1847.5	76.979	3.0	2003/8/1/10:30	8/4/10:30	72.0	3.000	2.0	
CSI0.9P60C001	3.5002	1.037	60.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/8/1/10:30	1847.5	76.979	3.0	2003/8/1/10:30	8/4/11:00	72.5	3.021	2.0	
CSI0.9A22C051	3.0331	0.899	22.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/7/9/15:30	1300.0	54.167	5.0	2003/7/9/15:30	7/14/14:00	118.5	4.938	3.0	
CSI0.9P22C051	3.5664	1.057	22.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/7/9/15:30	1300.0	54.167	5.0	2003/7/9/15:30	7/14/14:30	119.0	4.958	3.0	
CSI0.9A40C051	3.0847	0.914	40.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/8/18/14:00	2259.0	94.125	3.5	2003/8/18/14:00	8/21/13:30	71.5	2.979	7.0	
CSI0.9P40C051	3.5012	1.037	40.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/8/18/14:00	2259.0	94.125	3.5	2003/8/18/14:00	8/21/14:00	72.0	3.000	7.0	
CSI0.9A60C051	3.0519	0.904	60.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/8/1/11:00	1848.0	77.000	3.0	2003/8/1/11:00	8/4/11:30	72.5	3.021	2.0	
CSI0.9P60C051	3.4027	1.008	60.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/8/1/11:00	1848.0	77.000	3.0	2003/8/1/11:00	8/4/13:30	74.5	3.104	2.0	
CSI1.4A22C001	4.7564	1.409	22.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/7/11/16:00	1349.0	56.208	10.0	2003/7/11/16:00	7/22/15:00	263.0	10.958	8.0	
CSI1.4P22C001	4.7641	1.412	22.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/7/11/16:00	1349.0	56.208	10.0	2003/7/11/16:00	7/22/16:00	264.0	11.000	8.0	
CSI1.4A40C001	4.7353	1.403	40.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/8/25/11:30	2424.5	101.021	7.0	2003/8/25/11:30	9/1/11:00	167.5	6.979	3.0	0.5M KClで抽出
CSI1.4P40C001	4.7695	1.413	40.0	0.01	2003/5/16/11:00	2003/8/25/12:00	2425.0	101.042	7.0	2003/8/25/12:00	9/1/11:00	169.0	7.042	3.0	0.5M KClで抽出
CSI1.4A60C001	4.7525	1.408	36.7	0.01	2003/5/16/11:00	2003/7/10/10:00	1319.0	54.958	5.0	2003/7/10/10:00	7/16/14:00	148.0	6.167	9.0	
CSI1.4P60C001	4.7431	1.405	36.7	0.01	2003/5/16/11:00	2003/7/10/10:00	1319.0	54.958	5.0	2003/7/10/10:00	7/16/14:30	148.5	6.188	9.0	
CSI1.4A22C051	4.7629	1.411	22.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/7/11/16:30	1349.5	56.229	10.0	2003/7/11/16:30	7/22/16:30	264.0	11.000	8.0	
CSI1.4P22C051	4.7292	1.401	22.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/7/11/16:30	1349.5	56.229	10.0	2003/7/11/16:30	7/22/17:00	264.5	11.021	8.0	
CSI1.4A40C051	4.7237	1.400	40.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/8/25/13:00	2426.0	101.083	7.0	2003/8/25/13:00	9/1/11:30	166.5	6.938	3.0	0.5M KClで抽出
CSI1.4P40C051	4.6511	1.378	40.0	0.51	2003/5/16/11:00	2003/8/25/13:30	2426.5	101.104	7.0	2003/8/25/13:30	9/1/13:30	168.0	7.000	3.0	0.5M KClで抽出
CSI1.4A60C051	4.7169	1.398	36.7	0.51	2003/5/16/11:00	2003/7/10/11:00	1320.0	55.000	5.0	2003/7/10/11:00	7/16/15:00	148.0	6.167	9.0	
CSI1.4P60C051	4.7241	1.400	36.7	0.51	2003/5/16/11:00	2003/7/10/11:00	1320.0	55.000	5.0	2003/7/10/11:00	7/16/15:30	148.5	6.188	9.0	

添付資料 2 拡散実験含水重量データ

試験名	In-diffusion拡散試験
ベントナイト	クニピアF
試料形状	立方体
試料一辺長さ (mm)	15.0
含水圧力(Torr)	30.0

試験マトリックス

カラムNo.	乾燥密度(Mg/m ³)	温度(°C)	[NaCl](M)	ベントナイト重量(g)	計算密度(Mg/m ³)	含水重量測定
CSI0.9A22C001	0.9	22.0	0.01	3.0393	0.901	○
CSI0.9P22C001	0.9	22.0	0.01	3.3778	1.001	○
CSI0.9A40C001	0.9	40.0	0.01	3.0603	0.907	
CSI0.9P40C001	0.9	40.0	0.01	3.5357	1.048	
CSI0.9A60C001	0.9	60.0	0.01	3.0513	0.904	
CSI0.9P60C001	0.9	60.0	0.01	3.5002	1.037	
CSI0.9A22C051	0.9	22.0	0.51	3.0331	0.899	○
CSI0.9P22C051	0.9	22.0	0.51	3.5664	1.057	○
CSI0.9A40C051	0.9	40.0	0.51	3.0847	0.914	
CSI0.9P40C051	0.9	40.0	0.51	3.5012	1.037	
CSI0.9A60C051	0.9	60.0	0.51	3.0519	0.904	
CSI0.9P60C051	0.9	60.0	0.51	3.4027	1.008	
CSI1.4A22C001	1.4	22.0	0.01	4.7564	1.409	○
CSI1.4P22C001	1.4	22.0	0.01	4.7641	1.412	○
CSI1.4A40C001	1.4	40.0	0.01	4.7353	1.403	
CSI1.4P40C001	1.4	40.0	0.01	4.7695	1.413	
CSI1.4A60C001	1.4	36.7	0.01	4.7525	1.408	
CSI1.4P60C001	1.4	36.7	0.01	4.7431	1.405	
CSI1.4A22C051	1.4	22.0	0.51	4.7629	1.411	○
CSI1.4P22C051	1.4	22.0	0.51	4.7292	1.401	○
CSI1.4A40C051	1.4	40.0	0.51	4.7237	1.400	
CSI1.4P40C051	1.4	40.0	0.51	4.6511	1.378	
CSI1.4A60C051	1.4	36.7	0.51	4.7169	1.398	
CSI1.4P60C051	1.4	36.7	0.51	4.7241	1.400	

○:モニタリングデータ有

含水重量経時変化

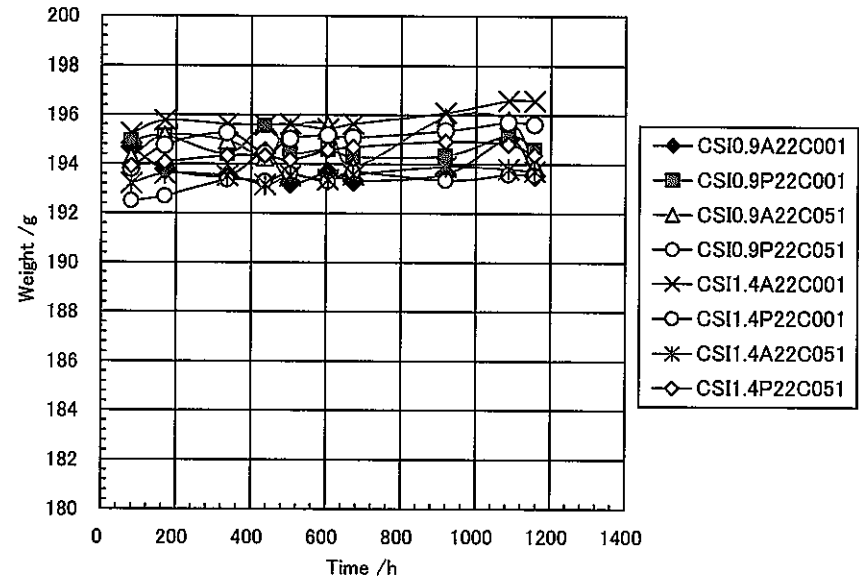
No.	Date	Time(h)	重量(g)	No.	Date	Time(h)	重量(g)
CS10.9A22C001	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始	CS10.9P22C001	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始
	2003/5/19/18:00	79.0	194.68		2003/5/19/18:00	79.0	194.95
	2003/5/23/12:00	169.0	193.78		2003/5/23/12:00	169.0	195.12
	2003/5/30/10:00	335.0	193.52		2003/5/30/10:00	335.0	194.43
	2003/6/3/15:00	436.0	194.46		2003/6/3/15:00	436.0	195.57
	2003/6/6/10:00	503.0	193.24		2003/6/6/10:00	503.0	194.47
	2003/6/10/15:00	604.0	193.65		2003/6/10/15:00	604.0	194.61
	2003/6/13/10:00	671.0	193.32		2003/6/13/10:00	671.0	194.30
	2003/6/23/17:00	918.0	193.60		2003/6/23/17:00	918.0	194.35
	2003/6/30/17:00	1086.0	195.01		2003/6/30/17:00	1086.0	195.17
	2003/7/3/15:00	1156.0	193.56		2003/7/3/15:00	1156.0	194.59
	2003/7/9/15:00	1300.0	拡散開始		2003/7/9/15:00	1300.0	拡散開始

No.	Date	Time(h)	重量(g)	No.	Date	Time(h)	重量(g)
CS10.9A22C051	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始	CS10.9P22C051	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始
	2003/5/19/18:00	79.0	194.27		2003/5/19/18:00	79.0	192.50
	2003/5/23/12:00	169.0	195.15		2003/5/23/12:00	169.0	192.69
	2003/5/30/10:00	335.0	194.95		2003/5/30/10:00	335.0	193.35
	2003/6/3/15:00	436.0	194.27		2003/6/3/15:00	436.0	193.30
	2003/6/6/10:00	503.0	195.45		2003/6/6/10:00	503.0	193.60
	2003/6/10/15:00	604.0	195.58		2003/6/6/10:00	503.0	193.29
	2003/6/13/10:00	671.0	193.91		2003/6/13/10:00	671.0	193.67
	2003/6/23/17:00	918.0	195.91		2003/6/23/17:00	918.0	193.34
	2003/6/30/17:00	1086.0	195.80		2003/6/30/17:00	1086.0	193.57
	2003/7/3/15:00	1156.0	193.96		2003/7/3/15:00	1156.0	193.56
	2003/7/9/15:30	1300.5	拡散開始		2003/7/9/15:30	1300.5	拡散開始

No.	Date	Time(h)	重量(g)	No.	Date	Time(h)	重量(g)
CS11.4A22C001	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始	CS11.4P22C001	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始
	2003/5/19/18:00	79.0	195.23		2003/5/19/18:00	79.0	193.81
	2003/5/23/12:00	169.0	195.76		2003/5/23/12:00	169.0	194.75
	2003/5/30/10:00	335.0	195.62		2003/5/30/10:00	335.0	195.26
	2003/6/3/15:00	436.0	195.58		2003/6/3/15:00	436.0	194.43
	2003/6/6/10:00	503.0	195.62		2003/6/6/10:00	503.0	195.01
	2003/6/6/10:00	503.0	195.43		2003/6/6/10:00	503.0	195.17
	2003/6/13/10:00	671.0	195.63		2003/6/13/10:00	671.0	195.07
	2003/6/23/17:00	918.0	196.09		2003/6/23/17:00	918.0	195.35
	2003/6/30/17:00	1086.0	196.59		2003/6/30/17:00	1086.0	195.70
	2003/7/3/15:00	1156.0	196.58		2003/7/3/15:00	1156.0	195.61
	2003/7/11/16:00	1349.0	拡散開始		2003/7/11/16:00	1349.0	拡散開始

No.	Date	Time(h)	重量(g)	No.	Date	Time(h)	重量(g)
CS11.4A22C051	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始	CS11.4P22C051	2003/5/16/11:00	0.0	含水開始
	2003/5/19/18:00	79.0	193.21		2003/5/19/18:00	79.0	193.91
	2003/5/23/12:00	169.0	193.60		2003/5/23/12:00	169.0	194.07
	2003/5/30/10:00	335.0	193.52		2003/5/30/10:00	335.0	194.33
	2003/6/3/15:00	436.0	193.15		2003/6/3/15:00	436.0	194.34
	2003/6/6/10:00	503.0	193.52		2003/6/6/10:00	503.0	194.17
	2003/6/10/15:00	604.0	193.36		2003/6/6/10:00	503.0	194.57
	2003/6/13/10:00	671.0	193.56		2003/6/13/10:00	671.0	194.68
	2003/6/23/17:00	918.0	193.91		2003/6/23/17:00	918.0	194.92
	2003/6/30/17:00	1086.0	193.81		2003/6/30/17:00	1086.0	194.80
	2003/7/3/15:00	1156.0	193.72		2003/7/3/15:00	1156.0	194.38
	2003/7/11/16:30	1349.5	拡散開始		2003/7/11/16:30	1349.5	拡散開始

含水重量経時変化(カラム+ヘントナイト)



添付資料 3 拡散実験スライスデータ

ベントナイトスライスデータ

カラムNo.		CSI0.9A22C001			カラムNo.		CSI0.9P22C001		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)		
CSI0.9A22C001-1	0.37	1.07	0.53	CSI0.9P22C001-1	0.44	1.23	0.61		
CSI0.9A22C001-2	0.33	0.95	1.54	CSI0.9P22C001-2	0.34	0.95	1.70		
CSI0.9A22C001-3	0.35	1.01	2.52	CSI0.9P22C001-3	0.35	0.98	2.66		
CSI0.9A22C001-4	0.33	0.95	3.50	CSI0.9P22C001-4	0.36	1.00	3.65		
CSI0.9A22C001-5	0.35	1.01	4.48	CSI0.9P22C001-5	0.36	1.00	4.66		
CSI0.9A22C001-6	0.35	1.01	5.48	CSI0.9P22C001-6	0.36	1.00	5.66		
CSI0.9A22C001-7	0.34	0.98	6.48	CSI0.9P22C001-7	0.36	1.00	6.66		
CSI0.9A22C001-8	0.35	1.01	7.47	CSI0.9P22C001-8	0.35	0.98	7.65		
CSI0.9A22C001-9	0.36	1.04	8.49	CSI0.9P22C001-9	0.36	1.00	8.64		
CSI0.9A22C001-10	0.36	1.04	9.53	CSI0.9P22C001-10	0.36	1.00	9.65		
残部	1.72			残部	1.74				
合計重量(g)	5.21			合計重量(g)	5.38				

カラムNo.		CSI0.9A22C051			カラムNo.		CSI0.9P22C051		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)		
CSI0.9A22C051-1	0.40	1.14	0.57	CSI0.9P22C051-1	0.53	1.42	0.71		
CSI0.9A22C051-2	0.25	0.71	1.49	CSI0.9P22C051-2	0.22	0.59	1.72		
CSI0.9A22C051-3	0.30	0.85	2.28	CSI0.9P22C051-3	0.35	0.94	2.48		
CSI0.9A22C051-4	0.35	1.00	3.20	CSI0.9P22C051-4	0.36	0.97	3.43		
CSI0.9A22C051-5	0.36	1.02	4.21	CSI0.9P22C051-5	0.38	1.02	4.43		
CSI0.9A22C051-6	0.35	1.00	5.22	CSI0.9P22C051-6	0.37	0.99	5.43		
CSI0.9A22C051-7	0.35	1.00	6.22	CSI0.9P22C051-7	0.38	1.02	6.44		
CSI0.9A22C051-8	0.34	0.97	7.20	CSI0.9P22C051-8	0.38	1.02	7.46		
CSI0.9A22C051-9	0.34	0.97	8.17	CSI0.9P22C051-9	0.37	0.99	8.47		
CSI0.9A22C051-10	0.38	1.08	9.19	CSI0.9P22C051-10	0.39	1.05	9.49		
残部	1.85			残部	1.86				
合計重量(g)	5.27			合計重量(g)	5.59				

カラムNo.		CSI1.4A60C001			カラムNo.		CSI1.4P60C001		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)		
CSI1.4A60C001-1	0.40	0.97	0.49	CSI1.4P60C001-1	0.33	0.80	0.40		
CSI1.4A60C001-2	0.61	1.49	1.72	CSI1.4P60C001-2	0.35	0.85	1.22		
CSI1.4A60C001-3	0.29	0.71	2.81	CSI1.4P60C001-3	0.40	0.97	2.13		
CSI1.4A60C001-4	0.25	0.61	3.47	CSI1.4P60C001-4	0.41	0.99	3.11		
CSI1.4A60C001-5	0.46	1.12	4.33	CSI1.4P60C001-5	0.42	1.02	4.11		
CSI1.4A60C001-6	0.39	0.95	5.37	CSI1.4P60C001-6	0.41	0.99	5.12		
CSI1.4A60C001-7	0.40	0.97	6.33	CSI1.4P60C001-7	0.42	1.02	6.12		
CSI1.4A60C001-8	0.40	0.97	7.31	CSI1.4P60C001-8	0.41	0.99	7.13		
CSI1.4A60C001-9	0.41	1.00	8.29	CSI1.4P60C001-9	0.40	0.97	8.10		
CSI1.4A60C001-10	0.40	0.97	9.28	CSI1.4P60C001-10	0.62	1.50	9.34		
残部	2.15			残部	2.03				
合計重量(g)	6.16			合計重量(g)	6.20				

カラムNo.		CSI1.4A60C051			カラムNo.		CSI1.4P60C051		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)		
CSI1.4A60C051-1	0.39	0.94	0.47	CSI1.4P60C051-1	0.38	0.92	0.46		
CSI1.4A60C051-2	0.29	0.70	1.29	CSI1.4P60C051-2	0.42	1.02	1.43		
CSI1.4A60C051-3	0.39	0.94	2.11	CSI1.4P60C051-3	0.42	1.02	2.44		
CSI1.4A60C051-4	0.43	1.04	3.10	CSI1.4P60C051-4	0.41	0.99	3.45		
CSI1.4A60C051-5	0.46	1.11	4.18	CSI1.4P60C051-5	0.44	1.06	4.48		
CSI1.4A60C051-6	0.35	0.85	5.16	CSI1.4P60C051-6	0.39	0.94	5.48		
CSI1.4A60C051-7	0.43	1.04	6.10	CSI1.4P60C051-7	0.43	1.04	6.47		
CSI1.4A60C051-8	0.42	1.01	7.13	CSI1.4P60C051-8	0.43	1.04	7.51		
CSI1.4A60C051-9	0.41	0.99	8.13	CSI1.4P60C051-9	0.42	1.02	8.54		
CSI1.4A60C051-10	0.42	1.01	9.13	CSI1.4P60C051-10	0.43	1.04	9.57		
残部	2.22			残部	2.03				
合計重量(g)	6.21			合計重量(g)	6.20				

カラムNo.	CSI1.4A22C001			カラムNo.	CSI1.4P22C001		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI1.4A22C001-1	0.47	1.13	0.57	CSI1.4P22C001-1	0.43	1.05	0.52
CSI1.4A22C001-2	0.35	0.84	1.56	CSI1.4P22C001-2	0.41	1.00	1.54
CSI1.4A22C001-3	0.41	0.99	2.47	CSI1.4P22C001-3	0.41	1.00	2.54
CSI1.4A22C001-4	0.42	1.01	3.47	CSI1.4P22C001-4	0.40	0.97	3.53
CSI1.4A22C001-5	0.41	0.99	4.47	CSI1.4P22C001-5	0.42	1.02	4.52
CSI1.4A22C001-6	0.43	1.04	5.49	CSI1.4P22C001-6	0.41	1.00	5.53
CSI1.4A22C001-7	0.41	0.99	6.50	CSI1.4P22C001-7	0.41	1.00	6.53
CSI1.4A22C001-8	0.41	0.99	7.49	CSI1.4P22C001-8	0.41	1.00	7.52
CSI1.4A22C001-9	0.42	1.01	8.49	CSI1.4P22C001-9	0.41	1.00	8.52
CSI1.4A22C001-10	0.43	1.04	9.51	CSI1.4P22C001-10	0.42	1.02	9.53
残部	2.06			残部	2.04		
合計重量(g)	6.22			合計重量(g)	6.17		

カラムNo.	CSI1.4A22C051			カラムNo.	CSI1.4P22C051		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI1.4A22C051-1	0.49	1.17	0.59	CSI1.4P22C051-1	0.41	0.98	0.49
CSI1.4A22C051-2	0.35	0.84	1.59	CSI1.4P22C051-2	0.41	0.98	1.47
CSI1.4A22C051-3	0.44	1.05	2.53	CSI1.4P22C051-3	0.42	1.01	2.47
CSI1.4A22C051-4	0.41	0.98	3.55	CSI1.4P22C051-4	0.43	1.03	3.49
CSI1.4A22C051-5	0.41	0.98	4.53	CSI1.4P22C051-5	0.42	1.01	4.50
CSI1.4A22C051-6	0.42	1.00	5.52	CSI1.4P22C051-6	0.43	1.03	5.52
CSI1.4A22C051-7	0.44	1.05	6.54	CSI1.4P22C051-7	0.42	1.01	6.54
CSI1.4A22C051-8	0.43	1.03	7.58	CSI1.4P22C051-8	0.43	1.03	7.56
CSI1.4A22C051-9	0.42	1.00	8.60	CSI1.4P22C051-9	0.43	1.03	8.59
CSI1.4A22C051-10	0.42	1.00	9.60	CSI1.4P22C051-10	0.42	1.01	9.61
残部	2.05			残部	2.04		
合計重量(g)	6.28			合計重量(g)	6.26		

カラムNo.	CSI0.9A60C001			カラムNo.	CSI0.9P60C001		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI0.9A60C001-1	0.31	0.89	0.45	CSI0.9P60C001-1	0.40	1.08	0.54
CSI0.9A60C001-2	0.34	0.98	1.38	CSI0.9P60C001-2	0.36	0.97	1.56
CSI0.9A60C001-3	0.34	0.98	2.37	CSI0.9P60C001-3	0.37	1.00	2.55
CSI0.9A60C001-4	0.36	1.04	3.38	CSI0.9P60C001-4	0.38	1.03	3.56
CSI0.9A60C001-5	0.35	1.01	4.40	CSI0.9P60C001-5	0.37	1.00	4.57
CSI0.9A60C001-6	0.36	1.04	5.42	CSI0.9P60C001-6	0.39	1.05	5.60
CSI0.9A60C001-7	0.36	1.04	6.46	CSI0.9P60C001-7	0.41	1.11	6.68
CSI0.9A60C001-8	0.36	1.04	7.50	CSI0.9P60C001-8	0.42	1.13	7.80
CSI0.9A60C001-9	0.36	1.04	8.54	CSI0.9P60C001-9	0.41	1.11	8.92
CSI0.9A60C001-10	0.38	1.10	9.61	CSI0.9P60C001-10	0.42	1.13	10.04
残部	1.68			残部	1.63		
合計重量(g)	5.20			合計重量(g)	5.56		

カラムNo.	CSI0.9A60C051			カラムNo.	CSI0.9P60C051		
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI0.9A60C051-1	0.35	1.01	0.50	CSI0.9P60C051-1	0.38	1.05	0.53
CSI0.9A60C051-2	0.33	0.95	1.48	CSI0.9P60C051-2	0.34	0.94	1.52
CSI0.9A60C051-3	0.37	1.07	2.49	CSI0.9P60C051-3	0.35	0.97	2.48
CSI0.9A60C051-4	0.38	1.09	3.57	CSI0.9P60C051-4	0.41	1.13	3.53
CSI0.9A60C051-5	0.39	1.12	4.68	CSI0.9P60C051-5	0.42	1.16	4.68
CSI0.9A60C051-6	0.40	1.15	5.82	CSI0.9P60C051-6	0.42	1.16	5.84
CSI0.9A60C051-7	0.38	1.09	6.94	CSI0.9P60C051-7	0.42	1.16	7.00
CSI0.9A60C051-8	0.42	1.21	8.09	CSI0.9P60C051-8	0.42	1.16	8.16
CSI0.9A60C051-9	0.39	1.12	9.26	CSI0.9P60C051-9	0.42	1.16	9.33
CSI0.9A60C051-10	0.45	1.30	10.47	CSI0.9P60C051-10	0.41	1.13	10.48
残部	1.35			残部	1.43		
合計重量(g)	5.21			合計重量(g)	5.42		

カラムNo.		CSI0.9A40C001		カラムNo.		CSI0.9P40C001	
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI0.9A40C001-1	0.39	1.12	0.56	CSI0.9P40C001-1	0.43	1.17	0.59
CSI0.9A40C001-2	0.32	0.92	1.58	CSI0.9P40C001-2	0.35	0.96	1.65
CSI0.9A40C001-3	0.33	0.95	2.52	CSI0.9P40C001-3	0.36	0.98	2.62
CSI0.9A40C001-4	0.34	0.98	3.48	CSI0.9P40C001-4	0.37	1.01	3.62
CSI0.9A40C001-5	0.35	1.01	4.48	CSI0.9P40C001-5	0.37	1.01	4.63
CSI0.9A40C001-6	0.34	0.98	5.47	CSI0.9P40C001-6	0.37	1.01	5.64
CSI0.9A40C001-7	0.35	1.01	6.46	CSI0.9P40C001-7	0.38	1.04	6.67
CSI0.9A40C001-8	0.44	1.27	7.60	CSI0.9P40C001-8	0.42	1.15	7.76
CSI0.9A40C001-9	0.44	1.27	8.87	CSI0.9P40C001-9	0.43	1.17	8.92
CSI0.9A40C001-10	0.44	1.27	10.13	CSI0.9P40C001-10	0.46	1.26	10.14
残部	1.47			残部	1.55		
合計重量(g)	5.21			合計重量(g)	5.49		

カラムNo.		CSI0.9A40C051		カラムNo.		CSI0.9P40C051	
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI0.9A40C051-1	0.20	0.61	0.30	CSI0.9P40C051-1	0.37	1.01	0.50
CSI0.9A40C051-2	0.34	1.03	1.12	CSI0.9P40C051-2	0.39	1.06	1.54
CSI0.9A40C051-3	0.35	1.06	2.17	CSI0.9P40C051-3	0.37	1.01	2.58
CSI0.9A40C051-4	0.36	1.09	3.25	CSI0.9P40C051-4	0.35	0.95	3.56
CSI0.9A40C051-5	0.39	1.18	4.39	CSI0.9P40C051-5	0.43	1.17	4.62
CSI0.9A40C051-6	0.42	1.28	5.62	CSI0.9P40C051-6	0.42	1.15	5.78
CSI0.9A40C051-7	0.45	1.37	6.94	CSI0.9P40C051-7	0.47	1.28	7.00
CSI0.9A40C051-8	0.45	1.37	8.30	CSI0.9P40C051-8	0.48	1.31	8.29
CSI0.9A40C051-9	0.45	1.37	9.67	CSI0.9P40C051-9	0.48	1.31	9.60
CSI0.9A40C051-10	0.53	1.61	11.16	CSI0.9P40C051-10	0.49	1.34	10.92
残部	1.00			残部	1.25		
合計重量(g)	4.94			合計重量(g)	5.50		

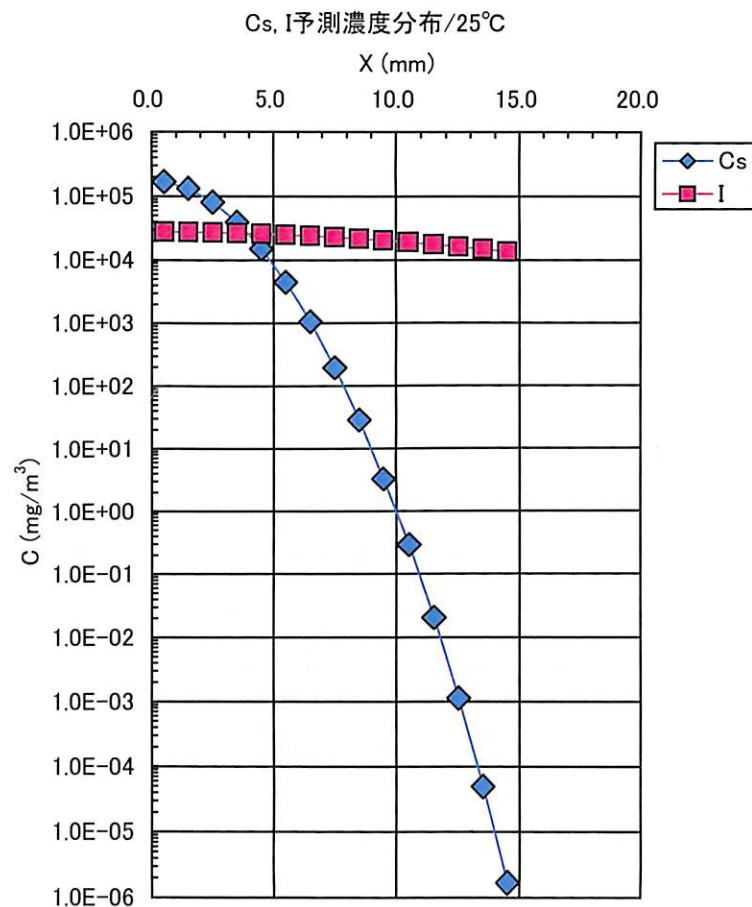
カラムNo.		CSI1.4A40C001		カラムNo.		CSI1.4P40C001	
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI1.4A40C001-1	0.34	0.82	0.41	CSI1.4P40C001-1	0.40	0.95	0.48
CSI1.4A40C001-2	0.23	0.55	1.09	CSI1.4P40C001-2	0.40	0.95	1.43
CSI1.4A40C001-3	0.41	0.98	1.86	CSI1.4P40C001-3	0.42	1.00	2.41
CSI1.4A40C001-4	0.42	1.01	2.86	CSI1.4P40C001-4	0.40	0.95	3.39
CSI1.4A40C001-5	0.42	1.01	3.86	CSI1.4P40C001-5	0.42	1.00	4.36
CSI1.4A40C001-6	0.41	0.98	4.86	CSI1.4P40C001-6	0.41	0.98	5.35
CSI1.4A40C001-7	0.42	1.01	5.86	CSI1.4P40C001-7	0.42	1.00	6.34
CSI1.4A40C001-8	0.41	0.98	6.85	CSI1.4P40C001-8	0.42	1.00	7.34
CSI1.4A40C001-9	0.41	0.98	7.84	CSI1.4P40C001-9	0.43	1.03	8.36
CSI1.4A40C001-10	0.42	1.01	8.83	CSI1.4P40C001-10	0.45	1.07	9.41
残部	2.36			残部	2.12		
合計重量(g)	6.25			合計重量(g)	6.29		

カラムNo.		CSI1.4A40C051		カラムNo.		CSI1.4P40C051	
No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)	No.	重量(g)	スライス厚さ(mm)	X(mm)
CSI1.4A40C051-1	0.51	1.19	0.60	CSI1.4P40C051-1	0.39	0.95	0.47
CSI1.4A40C051-2	0.41	0.96	1.67	CSI1.4P40C051-2	0.41	0.99	1.44
CSI1.4A40C051-3	0.42	0.98	2.64	CSI1.4P40C051-3	0.42	1.02	2.45
CSI1.4A40C051-4	0.41	0.96	3.62	CSI1.4P40C051-4	0.42	1.02	3.47
CSI1.4A40C051-5	0.42	0.98	4.59	CSI1.4P40C051-5	0.43	1.04	4.50
CSI1.4A40C051-6	0.42	0.98	5.57	CSI1.4P40C051-6	0.43	1.04	5.54
CSI1.4A40C051-7	0.43	1.01	6.56	CSI1.4P40C051-7	0.44	1.07	6.59
CSI1.4A40C051-8	0.42	0.98	7.56	CSI1.4P40C051-8	0.40	0.97	7.61
CSI1.4A40C051-9	0.41	0.96	8.53	CSI1.4P40C051-9	0.45	1.09	8.64
CSI1.4A40C051-10	0.62	1.45	9.73	CSI1.4P40C051-10	0.41	0.99	9.68
残部	1.94			残部	1.99		
合計重量(g)	6.41			合計重量(g)	6.19		

添付資料 4 拡散濃度予測解析データ

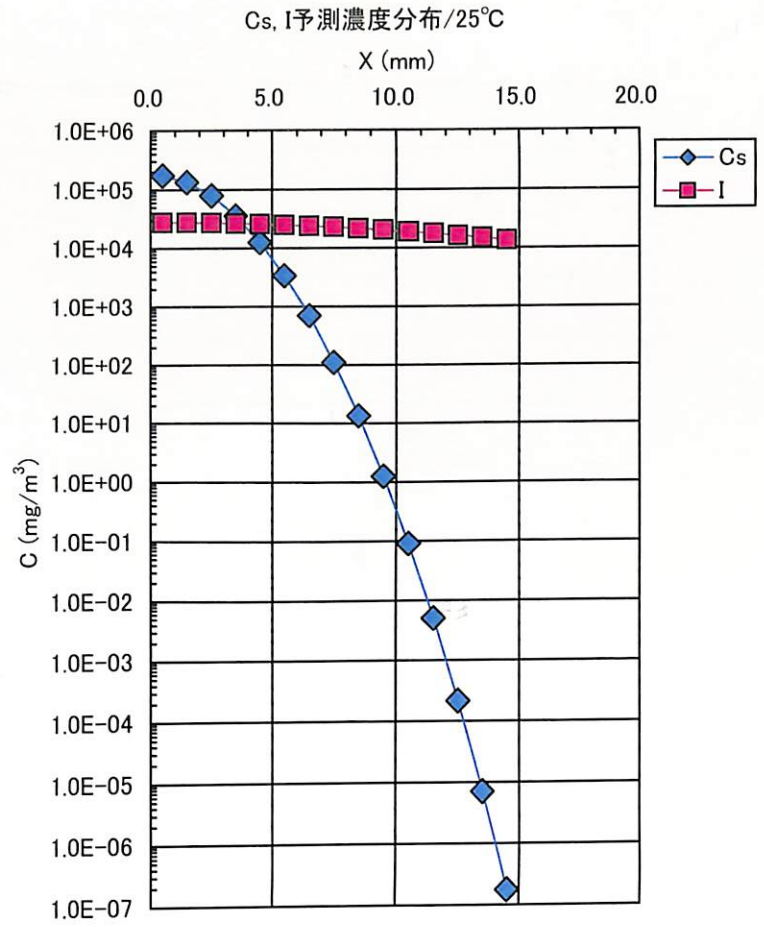
元素	Cs	I
原子量	132.90543	126.90447
濃度(M)	1.50E-02	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050	0.050
塗布量(mg)	0.09968	0.09518
試料一辺長さ(mm)	15.00	15.00
スライス厚さ(mm)	1.00	1.00
抽出液量(ml)	20.00	20.00
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.00	1.00
Da(m ² /s)	4.80E-12	1.70E-10
境界条件	薄膜拡散源	

元素	Cs		I	
経過時間(d)	5.00		5.00	
経過時間(h)	120.00		120.00	
X (mm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)
0.50	1.68E+05	1.89E+00	2.78E+04	3.13E-01
1.50	1.32E+05	1.49E+00	2.76E+04	3.11E-01
2.50	8.17E+04	9.19E-01	2.73E+04	3.07E-01
3.50	3.96E+04	4.46E-01	2.67E+04	3.01E-01
4.50	1.51E+04	1.70E-01	2.60E+04	2.92E-01
5.50	4.52E+03	5.09E-02	2.51E+04	2.83E-01
6.50	1.06E+03	1.20E-02	2.41E+04	2.71E-01
7.50	1.97E+02	2.22E-03	2.30E+04	2.59E-01
8.50	2.86E+01	3.22E-04	2.18E+04	2.45E-01
9.50	3.27E+00	3.67E-05	2.05E+04	2.30E-01
10.50	2.93E-01	3.30E-06	1.91E+04	2.15E-01
11.50	2.06E-02	2.32E-07	1.78E+04	2.00E-01
12.50	1.14E-03	1.29E-08	1.64E+04	1.84E-01
13.50	4.98E-05	5.60E-10	1.50E+04	1.68E-01
14.50	1.70E-06	1.91E-11	1.36E+04	1.53E-01



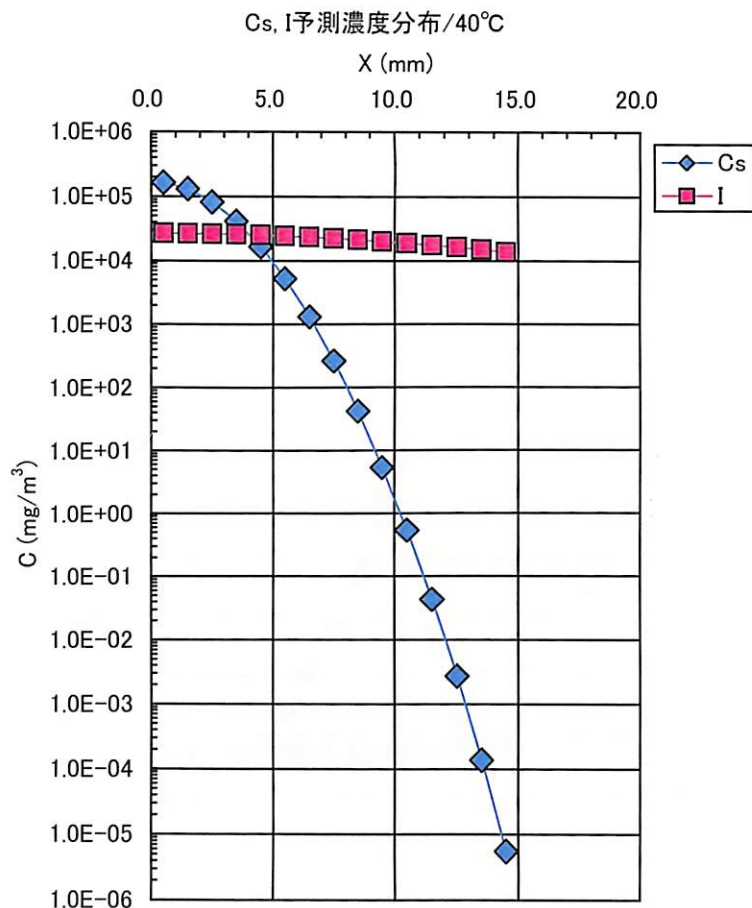
元素	Cs	I
原子量	132.90543	126.90447
濃度(M)	1.50E-02	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050	0.050
塗布量(mg)	0.09968	0.09518
試料一辺長さ(mm)	15.00	15.00
スライス厚さ(mm)	1.00	1.00
抽出液量(ml)	20.00	20.00
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.40	1.40
Da(m ² /s)	2.20E-12	8.50E-11
境界条件	薄膜拡散源	

元素	Cs		I	
経過時間(d)	10.00		10.00	
経過時間(h)	240.00		240.00	
X (mm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)
0.50	1.75E+05	1.97E+00	2.78E+04	3.13E-01
1.50	1.35E+05	1.52E+00	2.76E+04	3.11E-01
2.50	7.97E+04	8.96E-01	2.73E+04	3.07E-01
3.50	3.62E+04	4.07E-01	2.67E+04	3.01E-01
4.50	1.26E+04	1.42E-01	2.60E+04	2.92E-01
5.50	3.39E+03	3.82E-02	2.51E+04	2.83E-01
6.50	7.00E+02	7.87E-03	2.41E+04	2.71E-01
7.50	1.11E+02	1.25E-03	2.30E+04	2.59E-01
8.50	1.35E+01	1.52E-04	2.18E+04	2.45E-01
9.50	1.27E+00	1.43E-05	2.05E+04	2.30E-01
10.50	9.14E-02	1.03E-06	1.91E+04	2.15E-01
11.50	5.06E-03	5.69E-08	1.78E+04	2.00E-01
12.50	2.15E-04	2.42E-09	1.64E+04	1.84E-01
13.50	7.05E-06	7.93E-11	1.50E+04	1.68E-01
14.50	1.77E-07	2.00E-12	1.36E+04	1.53E-01



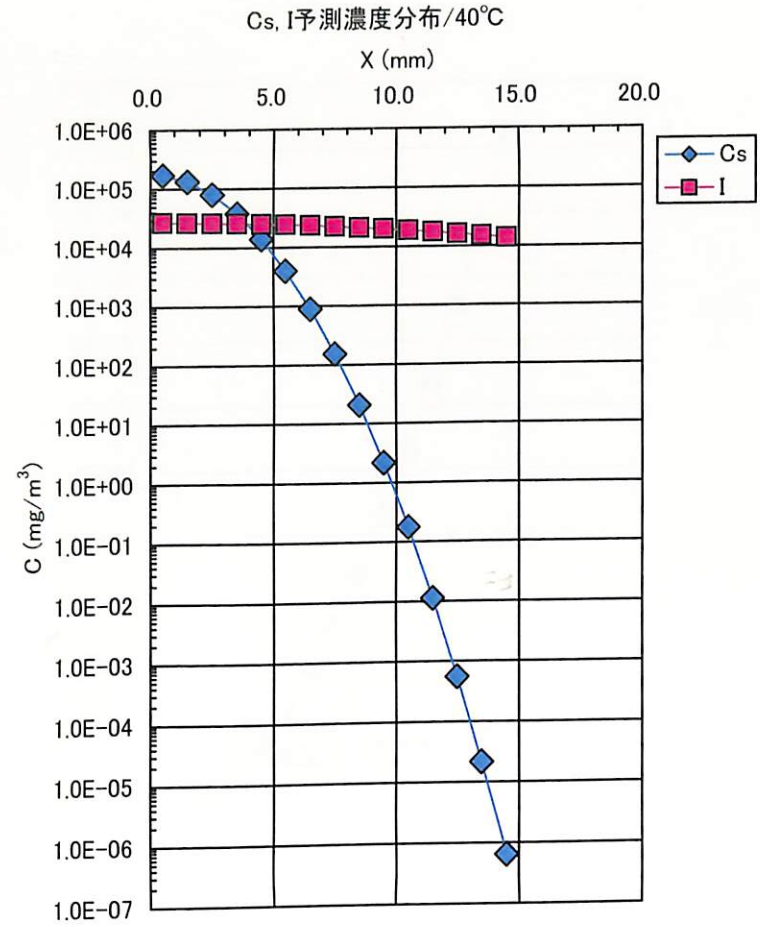
元素	Cs	I
原子量	132.90543	126.90447
濃度(M)	1.50E-02	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050	0.050
塗布量(mg)	0.09968	0.09518
試料一辺長さ(mm)	15.00	15.00
スライス厚さ(mm)	1.00	1.00
抽出液量(ml)	20.00	20.00
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.00	1.00
Da(m ² /s)	7.20E-12	2.60E-10
境界条件	薄膜拡散源	

元素	Cs		I	
経過時間(d)	3.50		3.50	
経過時間(h)	84.00		84.00	
X (mm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)
0.50	1.65E+05	1.85E+00	2.69E+04	3.03E-01
1.50	1.31E+05	1.47E+00	2.67E+04	3.01E-01
2.50	8.26E+04	9.30E-01	2.64E+04	2.97E-01
3.50	4.15E+04	4.67E-01	2.59E+04	2.91E-01
4.50	1.66E+04	1.86E-01	2.52E+04	2.84E-01
5.50	5.25E+03	5.91E-02	2.44E+04	2.75E-01
6.50	1.32E+03	1.49E-02	2.35E+04	2.65E-01
7.50	2.65E+02	2.99E-03	2.25E+04	2.53E-01
8.50	4.23E+01	4.76E-04	2.14E+04	2.41E-01
9.50	5.35E+00	6.02E-05	2.02E+04	2.27E-01
10.50	5.38E-01	6.06E-06	1.90E+04	2.13E-01
11.50	4.31E-02	4.84E-07	1.77E+04	1.99E-01
12.50	2.74E-03	3.08E-08	1.64E+04	1.84E-01
13.50	1.38E-04	1.56E-09	1.51E+04	1.70E-01
14.50	5.55E-06	6.25E-11	1.38E+04	1.55E-01



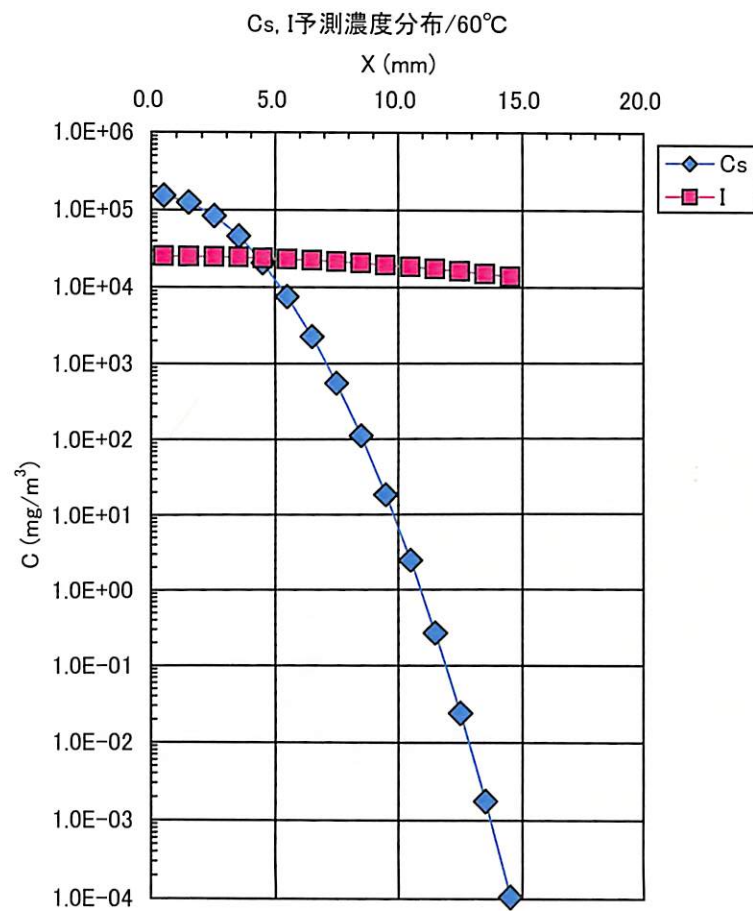
元素	Cs	I
原子量	132.90543	126.90447
濃度(M)	1.50E-02	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050	0.050
塗布量(mg)	0.09968	0.09518
試料一辺長さ(mm)	15.00	15.00
スライス厚さ(mm)	1.00	1.00
抽出液量(ml)	20.00	20.00
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.40	1.40
Da(m ² /s)	3.30E-12	1.30E-10
境界条件	薄膜拡散源	

元素	Cs		I	
経過時間(d)	7.00		7.00	
経過時間(h)	168.00		168.00	
X (mm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)
0.50	1.71E+05	1.93E+00	2.69E+04	3.03E-01
1.50	1.33E+05	1.50E+00	2.67E+04	3.01E-01
2.50	8.09E+04	9.10E-01	2.64E+04	2.97E-01
3.50	3.81E+04	4.29E-01	2.59E+04	2.91E-01
4.50	1.40E+04	1.58E-01	2.52E+04	2.84E-01
5.50	4.00E+03	4.50E-02	2.44E+04	2.75E-01
6.50	8.90E+02	1.00E-02	2.35E+04	2.65E-01
7.50	1.54E+02	1.73E-03	2.25E+04	2.53E-01
8.50	2.08E+01	2.34E-04	2.14E+04	2.41E-01
9.50	2.18E+00	2.45E-05	2.02E+04	2.27E-01
10.50	1.78E-01	2.00E-06	1.90E+04	2.13E-01
11.50	1.13E-02	1.27E-07	1.77E+04	1.99E-01
12.50	5.59E-04	6.29E-09	1.64E+04	1.84E-01
13.50	2.15E-05	2.42E-10	1.51E+04	1.70E-01
14.50	6.46E-07	7.27E-12	1.38E+04	1.55E-01



元素	Cs	I
原子量	132.90543	126.90447
濃度(M)	1.50E-02	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050	0.050
塗布量(mg)	0.09968	0.09518
試料一辺長さ(mm)	15.00	15.00
スライス厚さ(mm)	1.00	1.00
抽出液量(ml)	20.00	20.00
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.00	1.00
Da(m ² /s)	9.60E-12	3.40E-10
境界条件	薄膜拡散源	

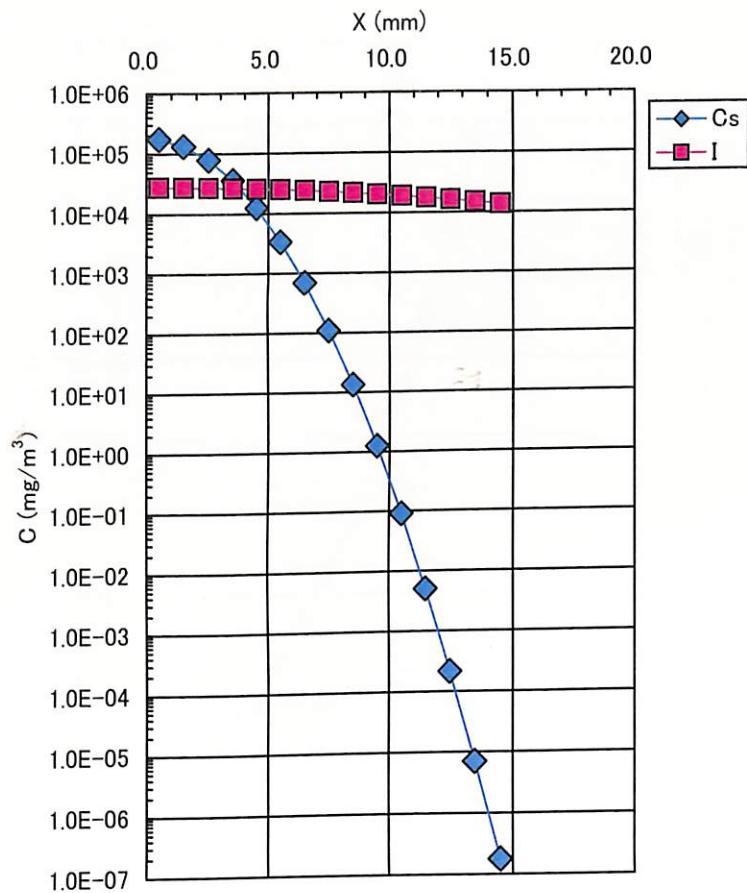
元素	Cs		I	
経過時間(d)	3.00		3.00	
経過時間(h)	72.00		72.00	
X (mm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)
0.50	1.55E+05	1.74E+00	2.54E+04	2.86E-01
1.50	1.26E+05	1.42E+00	2.53E+04	2.84E-01
2.50	8.46E+04	9.51E-01	2.50E+04	2.81E-01
3.50	4.63E+04	5.21E-01	2.46E+04	2.76E-01
4.50	2.07E+04	2.33E-01	2.40E+04	2.70E-01
5.50	7.59E+03	8.53E-02	2.33E+04	2.62E-01
6.50	2.27E+03	2.56E-02	2.26E+04	2.54E-01
7.50	5.57E+02	6.26E-03	2.17E+04	2.44E-01
8.50	1.12E+02	1.25E-03	2.07E+04	2.33E-01
9.50	1.83E+01	2.06E-04	1.97E+04	2.21E-01
10.50	2.45E+00	2.76E-05	1.86E+04	2.09E-01
11.50	2.69E-01	3.02E-06	1.75E+04	1.97E-01
12.50	2.41E-02	2.71E-07	1.63E+04	1.84E-01
13.50	1.77E-03	1.99E-08	1.52E+04	1.71E-01
14.50	1.06E-04	1.19E-09	1.40E+04	1.58E-01



元素	Cs	I
原子量	132.90543	126.90447
濃度(M)	1.50E-02	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050	0.050
塗布量(mg)	0.09968	0.09518
試料一辺長さ(mm)	15.00	15.00
スライス厚さ(mm)	1.00	1.00
抽出液量(ml)	20.00	20.00
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.40	1.40
Da(m ² /s)	4.40E-12	1.70E-10
境界条件	薄膜拡散源	

元素	Cs		I	
経過時間(d)	5.00		5.00	
経過時間(h)	120.00		120.00	
X (mm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)	C (mg/m ³)	液中濃度(ppm)
0.50	1.75E+05	1.97E+00	2.78E+04	3.13E-01
1.50	1.35E+05	1.52E+00	2.76E+04	3.11E-01
2.50	7.97E+04	8.96E-01	2.73E+04	3.07E-01
3.50	3.62E+04	4.07E-01	2.67E+04	3.01E-01
4.50	1.26E+04	1.42E-01	2.60E+04	2.92E-01
5.50	3.39E+03	3.82E-02	2.51E+04	2.83E-01
6.50	7.00E+02	7.87E-03	2.41E+04	2.71E-01
7.50	1.11E+02	1.25E-03	2.30E+04	2.59E-01
8.50	1.35E+01	1.52E-04	2.18E+04	2.45E-01
9.50	1.27E+00	1.43E-05	2.05E+04	2.30E-01
10.50	9.14E-02	1.03E-06	1.91E+04	2.15E-01
11.50	5.06E-03	5.69E-08	1.78E+04	2.00E-01
12.50	2.15E-04	2.42E-09	1.64E+04	1.84E-01
13.50	7.05E-06	7.93E-11	1.50E+04	1.68E-01
14.50	1.77E-07	2.00E-12	1.36E+04	1.53E-01

Cs, I予測濃度分布/60°C



添付資料 5 I の拡散係数および活性化エネルギー解析データとまとめ

本研究で得られたIのDa

密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)
0.901	直角方向	0.01	22.0	0.003388	1.23E-10
1.409	直角方向	0.01	22.0	0.003388	1.59E-11
1.408	直角方向	0.01	36.7	0.003227	5.52E-11
0.907	直角方向	0.01	40.0	0.003193	1.81E-10
1.403	直角方向	0.01	40.0	0.003193	3.21E-11
0.904	直角方向	0.01	60.0	0.003002	3.11E-10
0.899	直角方向	0.51	22.0	0.003388	1.43E-10
1.411	直角方向	0.51	22.0	0.003388	2.09E-11
1.398	直角方向	0.51	36.7	0.003227	5.16E-11
0.914	直角方向	0.51	40.0	0.003193	2.21E-10
1.400	直角方向	0.51	40.0	0.003193	5.87E-11
0.904	直角方向	0.51	60.0	0.003002	2.99E-10
1.001	配向方向	0.01	22.0	0.003388	2.93E-10
1.412	配向方向	0.01	22.0	0.003388	1.85E-11
1.405	配向方向	0.01	36.7	0.003227	3.27E-11
1.048	配向方向	0.01	40.0	0.003193	3.26E-10
1.413	配向方向	0.01	40.0	0.003193	8.39E-11
1.037	配向方向	0.01	60.0	0.003002	7.37E-10
1.057	配向方向	0.51	22.0	0.003388	1.01E-10
1.401	配向方向	0.51	22.0	0.003388	3.65E-11
1.400	配向方向	0.51	36.7	0.003227	8.35E-11
1.037	配向方向	0.51	40.0	0.003193	1.44E-10
1.378	配向方向	0.51	40.0	0.003193	5.74E-11
1.008	配向方向	0.51	60.0	0.003002	2.33E-10

クニピアFに対するIのDaの密度依存性データ(過去の実測値)

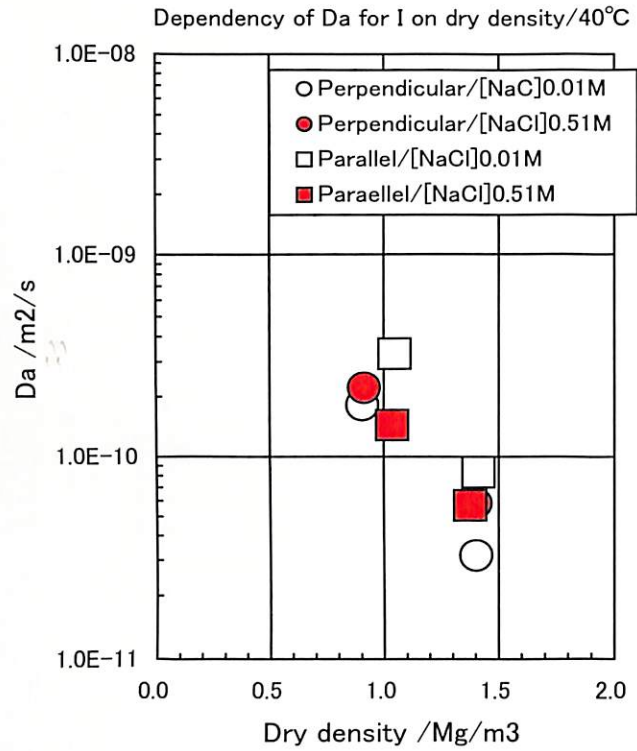
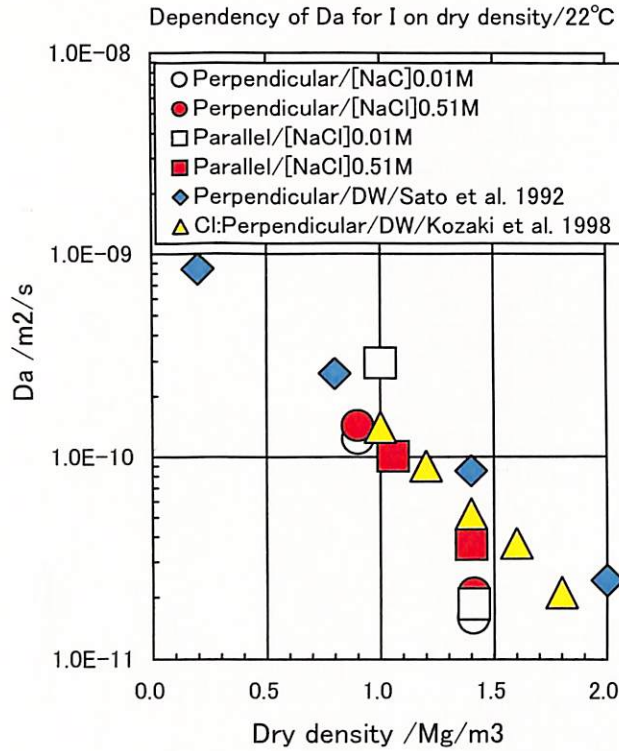
密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)
0.200	直角方向	DW	25.0	0.003354	8.40E-10
0.800	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.60E-10
1.400	直角方向	DW	25.0	0.003354	8.50E-11
2.000	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.40E-11

H. SATO, T. ASHIDA, Y. KOHARA, M. YUI, N. SASAKI: Effect of Dry Density on Diffusion of Some Radionuclides in Compacted Sodium Bentonite, J. Nucl. Sci. Technol. 29 (9), pp.873-882 (1992).

モンモリロナイトに対するClのDaの密度依存性データ(過去の実測値: 25°C)

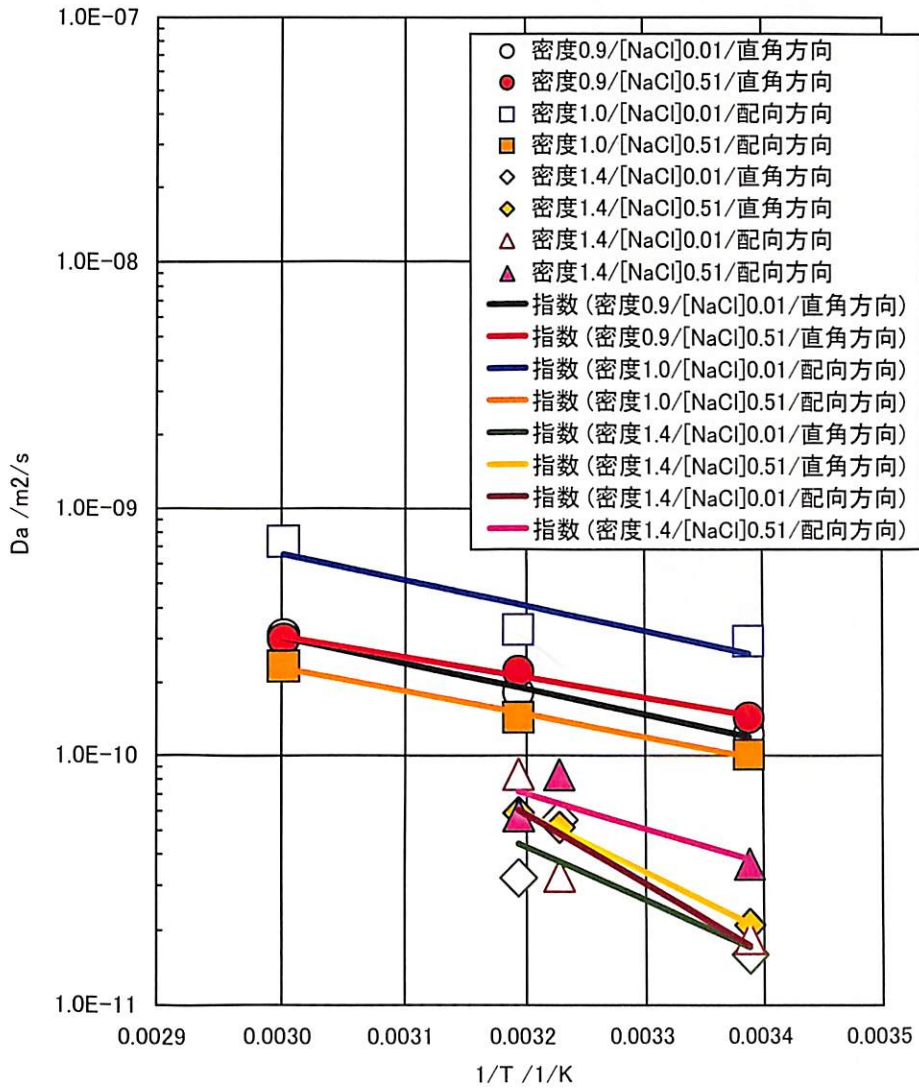
密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)
1.000	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.40E-10
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.50E-10
1.200	直角方向	DW	25.0	0.003354	9.00E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	8.90E-11
1.400	直角方向	DW	25.0	0.003354	5.20E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	5.10E-11
1.600	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.70E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.40E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.70E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.50E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.20E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.10E-11
1.800	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.20E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.10E-11
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.50E-11

T. KOZAKI, N. SAITO, A. FUJISHIMA, S. SATO, H. OHASHI: Activation Energy for Diffusion of Chloride Ions in Compacted Sodium Montmorillonite, J. Contaminant Hydrology 35, pp.67-75 (1998).



密度(Mg/m ³)	平均密度	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)	ΔEa(kJ/mol)
0.901	0.904	直角方向	0.01	22.0	0.003388	1.23E-10	20.03
0.907		直角方向	0.01	40.0	0.003193	1.81E-10	
0.904		直角方向	0.01	60.0	0.003002	3.11E-10	
1.409	1.407	直角方向	0.01	22.0	0.003388	1.59E-11	40.80
1.408		直角方向	0.01	36.7	0.003227	5.52E-11	
1.403		直角方向	0.01	40.0	0.003193	3.21E-11	
0.899	0.906	直角方向	0.51	22.0	0.003388	1.43E-10	15.91
0.914		直角方向	0.51	40.0	0.003193	2.21E-10	
0.904		直角方向	0.51	60.0	0.003002	2.99E-10	
1.411	1.403	直角方向	0.51	22.0	0.003388	2.09E-11	44.98
1.398		直角方向	0.51	36.7	0.003227	5.16E-11	
1.400		直角方向	0.51	40.0	0.003193	5.87E-11	
1.001	1.029	配向方向	0.01	22.0	0.003388	2.93E-10	19.80
1.048		配向方向	0.01	40.0	0.003193	3.26E-10	
1.037		配向方向	0.01	60.0	0.003002	7.37E-10	
1.412	1.410	配向方向	0.01	22.0	0.003388	1.85E-11	53.46
1.405		配向方向	0.01	36.7	0.003227	3.27E-11	
1.413		配向方向	0.01	40.0	0.003193	8.39E-11	
1.057	1.034	配向方向	0.51	22.0	0.003388	1.01E-10	18.06
1.037		配向方向	0.51	40.0	0.003193	1.44E-10	
1.008		配向方向	0.51	60.0	0.003002	2.33E-10	
1.401	1.393	配向方向	0.51	22.0	0.003388	3.65E-11	26.74
1.400		配向方向	0.51	36.7	0.003227	8.35E-11	
1.378		配向方向	0.51	40.0	0.003193	5.74E-11	

IのDaと1/Tとの関係

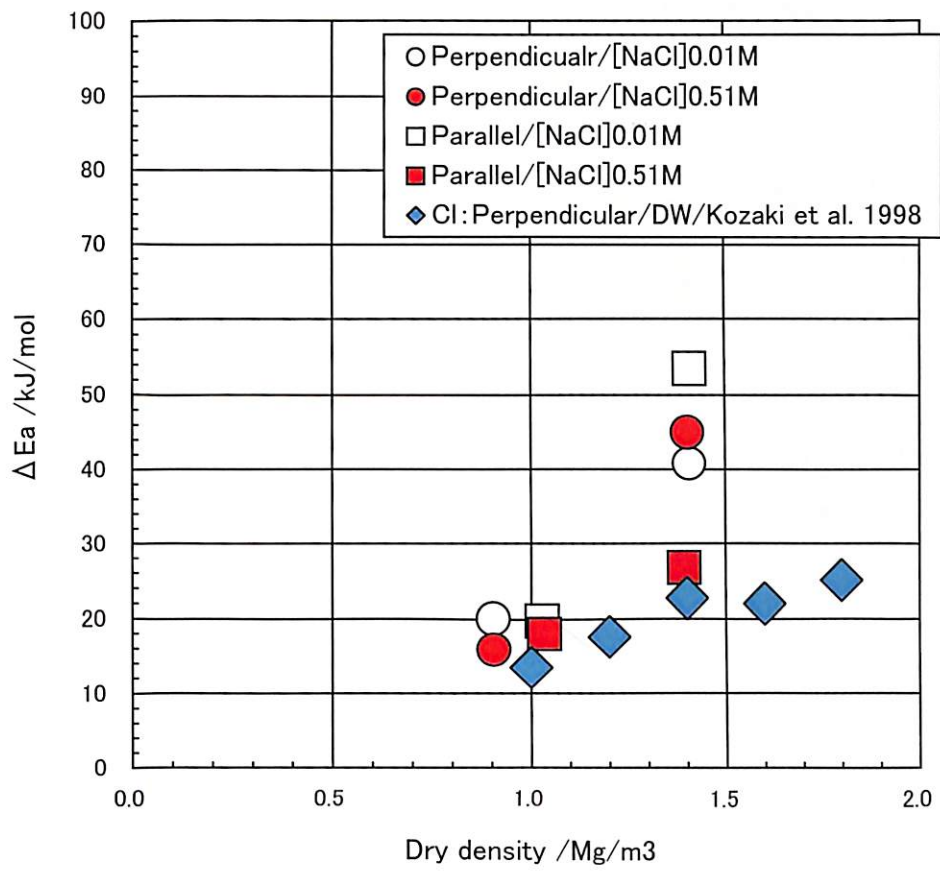


モンモリロナイトに対するClのDaおよびΔEaの密度依存性データ(過去の実測値)

密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)	ΔEa(kJ/mol)	Error (kJ/mol)
1.00	直角方向	DW	5.0	0.003595	8.20E-11	13.50	1.40
	直角方向	DW	5.0	0.003595	8.60E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.30E-10		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.30E-10		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.40E-10		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.50E-10		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	1.70E-10		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	1.70E-10		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	2.20E-10		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	2.00E-10		
1.20	直角方向	DW	5.0	0.003595	5.20E-11	17.60	1.50
	直角方向	DW	5.0	0.003595	5.10E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	6.80E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	6.80E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	5.50E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	9.00E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	8.90E-11		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	1.40E-10		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	1.40E-10		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.30E-10		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.40E-10		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.30E-10		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.30E-10		
1.40	直角方向	DW	5.0	0.003595	2.90E-11	22.70	1.30
	直角方向	DW	15.0	0.003470	3.70E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	4.50E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	5.20E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	5.10E-11		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	9.50E-11		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	8.50E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.10E-10		
1.60	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.60E-11	22.00	1.40
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.80E-11		
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.40E-11		
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.50E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.90E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	2.00E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	2.20E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	2.70E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	2.90E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	2.70E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.70E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.40E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.70E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.50E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.20E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.10E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.20E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	6.80E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	6.30E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	5.50E-11		
直角方向	DW	50.0	0.003095	5.50E-11			
1.80	直角方向	DW	5.0	0.003595	7.50E-12	25.10	1.60
	直角方向	DW	5.0	0.003595	6.80E-12		
	直角方向	DW	5.0	0.003595	8.90E-12		
	直角方向	DW	5.0	0.003595	8.50E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.30E-11		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.10E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.10E-11		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.50E-11		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	2.40E-11		
	直角方向	DW	40.0	0.003193	2.40E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	3.70E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	4.00E-11		

T. KOZAKI, N. SAITO, A. FUJISHIMA, S. SATO, H. OHASHI: Activation Energy for Diffusion of Chloride Ions in Compacted Sodium Montmorillonite, J. Contaminant Hydrology 35, pp.67-75 (1998).

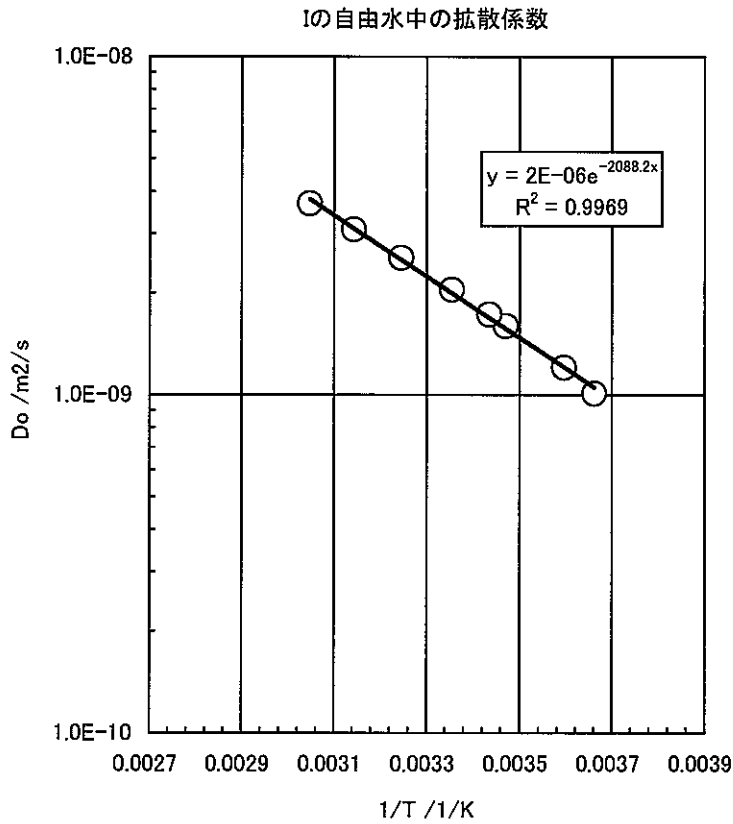
Dependency of ΔE_a for I on dry density



Iの自由水中の拡散係数 D_o の ΔE_a

温度(°C)	1/T(1/K)	$D_o(m^2/s)$	$\Delta E_a(kJ/mol)$
0.0	0.003661	1.01E-09	17.36
5.0	0.003595	1.20E-09	
15.0	0.003470	1.60E-09	
18.0	0.003435	1.73E-09	
25.0	0.003354	2.04E-09	
35.0	0.003245	2.54E-09	
45.0	0.003143	3.09E-09	
55.0	0.003047	3.68E-09	

R. A. ROBINSON, R. H. STOKES: Electrolyte Solutions: The Measuremnt and Interpretation of Conductance, Chemical Potential and Diffusion in Solutions of Simple Electrolytes, 2nd ed., Butter Worths, London (1959).



添付資料 6 Cs の拡散係数および活性化エネルギー解析データとまとめ

本研究で得られたCsのDa

密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)
0.901	直角方向	0.01	22.0	0.003388	5.93E-12
1.409	直角方向	0.01	22.0	0.003388	2.83E-12
1.408	直角方向	0.01	36.7	0.003227	4.94E-12
0.907	直角方向	0.01	40.0	0.003193	1.50E-11
1.403	直角方向	0.01	40.0	0.003193	6.43E-12
0.904	直角方向	0.01	60.0	0.003002	1.95E-11
0.899	直角方向	0.51	22.0	0.003388	8.30E-12
1.411	直角方向	0.51	22.0	0.003388	2.80E-12
1.398	直角方向	0.51	36.7	0.003227	5.08E-12
0.914	直角方向	0.51	40.0	0.003193	2.30E-11
1.400	直角方向	0.51	40.0	0.003193	8.05E-12
0.904	直角方向	0.51	60.0	0.003002	2.86E-11
1.001	配向方向	0.01	22.0	0.003388	8.83E-12
1.412	配向方向	0.01	22.0	0.003388	4.28E-12
1.405	配向方向	0.01	36.7	0.003227	7.51E-12
1.048	配向方向	0.01	40.0	0.003193	2.46E-11
1.413	配向方向	0.01	40.0	0.003193	1.79E-11
1.037	配向方向	0.01	60.0	0.003002	3.29E-11
1.057	配向方向	0.51	22.0	0.003388	1.25E-11
1.401	配向方向	0.51	22.0	0.003388	7.33E-12
1.400	配向方向	0.51	36.7	0.003227	9.05E-12
1.037	配向方向	0.51	40.0	0.003193	3.75E-11
1.378	配向方向	0.51	40.0	0.003193	2.54E-11
1.008	配向方向	0.51	60.0	0.003002	4.30E-11

クニピアFに対するCsのDaの密度依存性データ(過去に実測値)

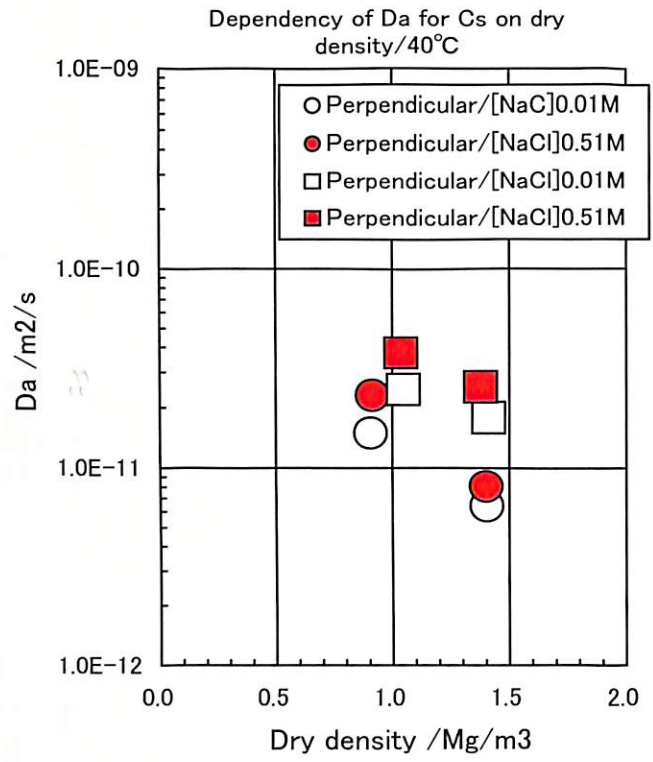
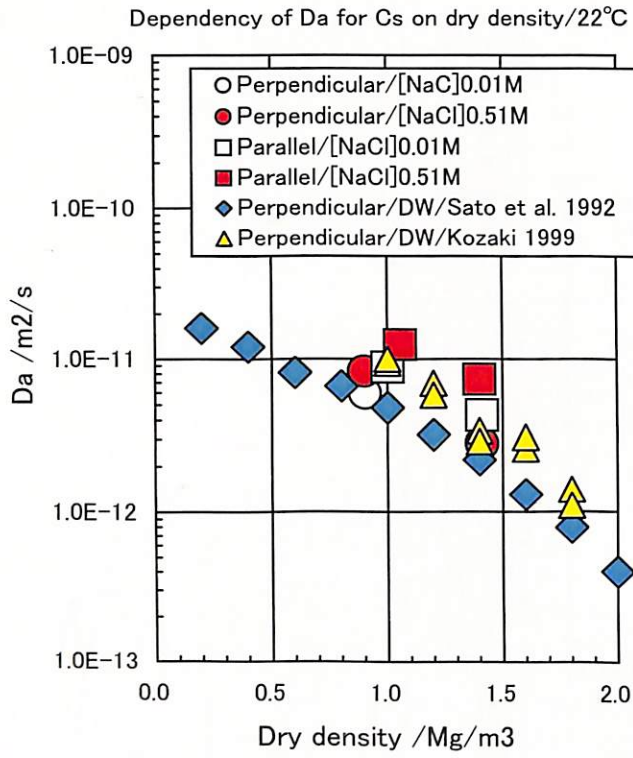
密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)
0.200	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.60E-11
0.400	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.20E-11
0.600	直角方向	DW	25.0	0.003354	8.10E-12
0.800	直角方向	DW	25.0	0.003354	6.60E-12
1.000	直角方向	DW	25.0	0.003354	4.80E-12
1.200	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.20E-12
1.400	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.20E-12
1.600	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.30E-12
1.800	直角方向	DW	25.0	0.003354	7.90E-13
2.000	直角方向	DW	25.0	0.003354	4.00E-13

H. SATO, T. ASHIDA, Y. KOHARA, M. YUI, N. SASAKI: Effect of Dry Density on Diffusion of Some Radionuclides in Compacted Bentonite, J. Nucl. Sci. Technol. 29 (9), pp.873-882 (1992).

モンモリロナイトに対するCsのDaの密度依存性データ(過去の実測値)

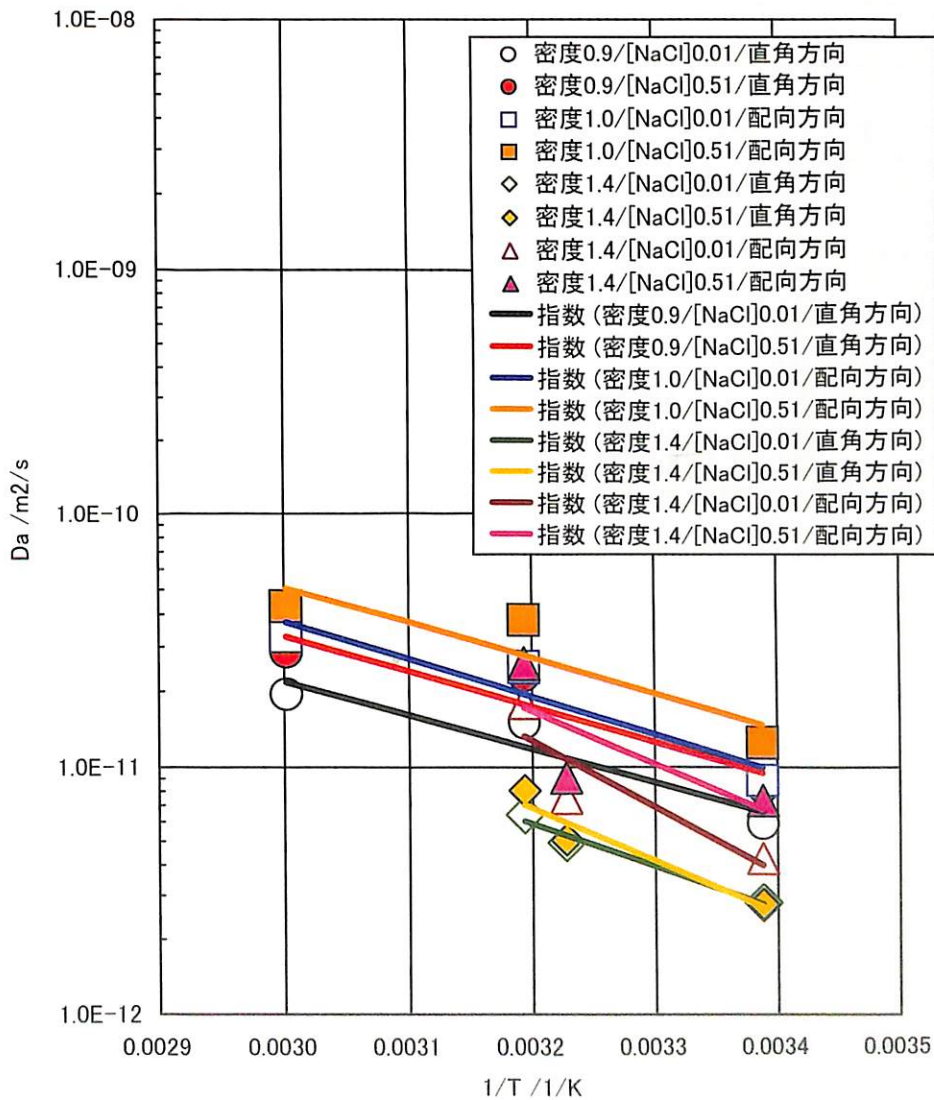
密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)
1.000	直角方向	DW	25.0	0.003354	9.40E-12
1.000	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.00E-11
1.200	直角方向	DW	25.0	0.003354	6.90E-12
1.200	直角方向	DW	25.0	0.003354	5.80E-12
1.400	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.40E-12
1.400	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.90E-12
1.600	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.60E-12
1.600	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.10E-12
1.800	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.40E-12
1.800	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.10E-12

小崎完:高レベル放射性廃棄物地層処分における緩衝材中のオーバパックの腐食および核種移行挙動に関する基礎的研究、北海道大学博士論文(1999).



密度(Mg/m ³)	平均密度	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)	ΔEa(kJ/mol)
0.901	0.904	直角方向	0.01	22.0	0.003388	5.93E-12	25.62
0.907		直角方向	0.01	40.0	0.003193	1.50E-11	
0.904		直角方向	0.01	60.0	0.003002	1.95E-11	
1.409	1.407	直角方向	0.01	22.0	0.003388	2.83E-12	33.07
1.408		直角方向	0.01	36.7	0.003227	4.94E-12	
1.403		直角方向	0.01	40.0	0.003193	6.43E-12	
0.899	0.906	直角方向	0.51	22.0	0.003388	8.30E-12	26.65
0.914		直角方向	0.51	40.0	0.003193	2.30E-11	
0.904		直角方向	0.51	60.0	0.003002	2.86E-11	
1.411	1.403	直角方向	0.51	22.0	0.003388	2.80E-12	40.63
1.398		直角方向	0.51	36.7	0.003227	5.08E-12	
1.400		直角方向	0.51	40.0	0.003193	8.05E-12	
1.001	1.029	配向方向	0.01	22.0	0.003388	8.83E-12	28.36
1.048		配向方向	0.01	40.0	0.003193	2.46E-11	
1.037		配向方向	0.01	60.0	0.003002	3.29E-11	
1.412	1.410	配向方向	0.01	22.0	0.003388	4.28E-12	50.93
1.405		配向方向	0.01	36.7	0.003227	7.51E-12	
1.413		配向方向	0.01	40.0	0.003193	1.79E-11	
1.057	1.034	配向方向	0.51	22.0	0.003388	1.25E-11	26.66
1.037		配向方向	0.51	40.0	0.003193	3.75E-11	
1.008		配向方向	0.51	60.0	0.003002	4.30E-11	
1.401	1.393	配向方向	0.51	22.0	0.003388	7.33E-12	39.75
1.400		配向方向	0.51	36.7	0.003227	9.05E-12	
1.378		配向方向	0.51	40.0	0.003193	2.54E-11	

CsのDaと1/Tとの関係

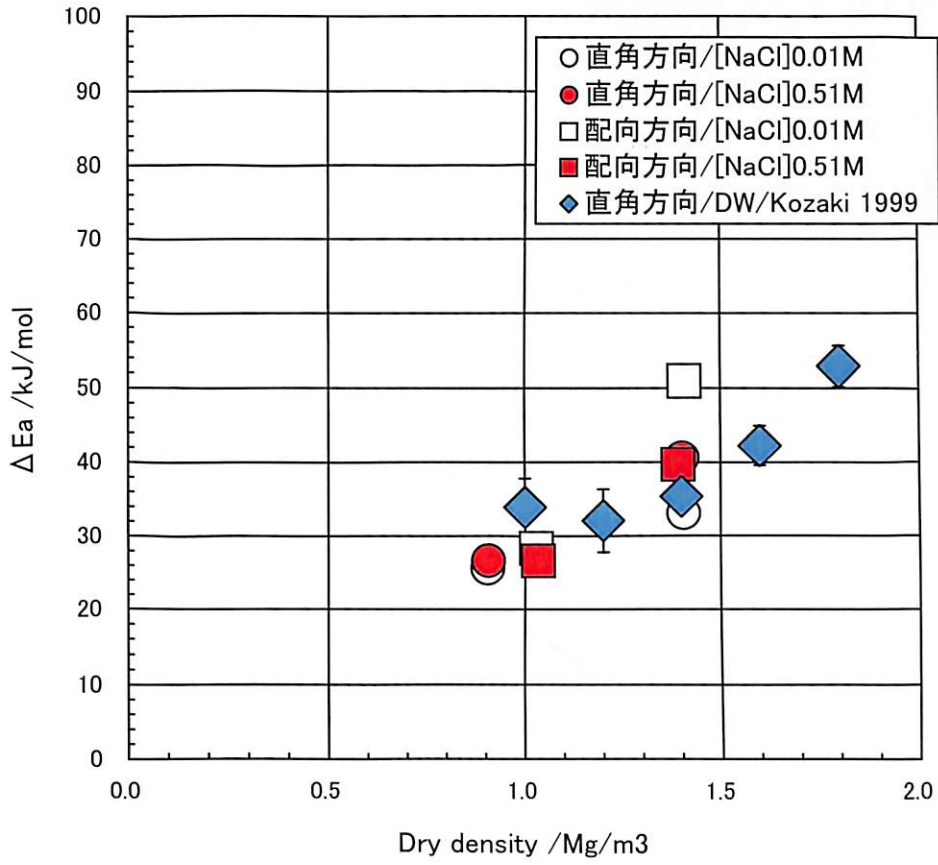


モンモリロナイトに対するCsのDaおよびΔEaの密度依存性データ(過去の実測値)

密度(Mg/m ³)	拡散方向	[NaCl](M)	温度(°C)	1/T(1/K)	Da(m ² /s)	ΔEa(kJ/mol)	Error (kJ/mol)
1.000	直角方向	DW	5.0	0.003595	2.20E-12	33.90	4.00
	直角方向	DW	5.0	0.003595	2.30E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	4.20E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	5.10E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	9.40E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.00E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	2.10E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.50E-11		
1.200	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.70E-12	32.10	4.30
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.60E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	3.10E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	2.20E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	6.90E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	5.80E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.10E-11		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	1.10E-11		
1.400	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.10E-12	35.40	1.90
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.10E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.80E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.40E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.40E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.90E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	8.20E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	8.60E-12		
1.600	直角方向	DW	5.0	0.003595	7.40E-13	42.30	2.70
	直角方向	DW	5.0	0.003595	6.80E-13		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.00E-12		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	1.10E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	2.60E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	3.10E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	7.60E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	9.10E-12		
1.800	直角方向	DW	5.0	0.003595	2.50E-13	52.90	2.70
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.90E-13		
	直角方向	DW	5.0	0.003595	1.90E-13		
	直角方向	DW	15.0	0.003470	5.40E-13		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.40E-12		
	直角方向	DW	25.0	0.003354	1.10E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	5.40E-12		
	直角方向	DW	50.0	0.003095	4.50E-12		

小崎完:高レベル放射性廃棄物地層処分における緩衝材中のオーパーパックの腐食および核種移行挙動に関する基礎的研究、北海道大学博士論文(1999).

Dependency of ΔE_a for Cs on dry density

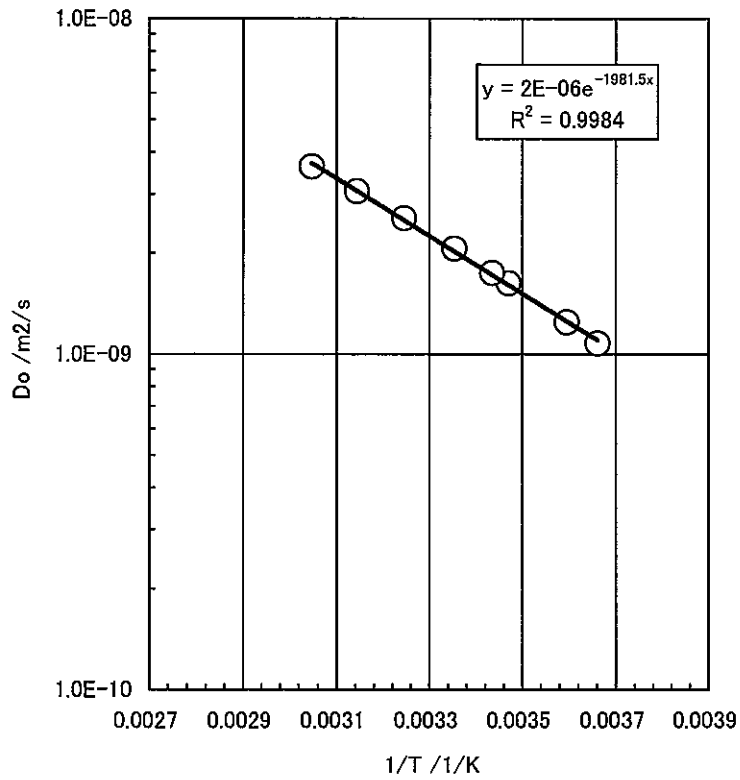


Csの自由水中の拡散係数 D_0 の ΔE_a

温度(°C)	1/T(1/K)	$D_0(m^2/s)$	$\Delta E_a(kJ/mol)$
0.0	0.003661	1.07E-09	16.47
5.0	0.003595	1.24E-09	
15.0	0.003470	1.63E-09	
18.0	0.003435	1.74E-09	
25.0	0.003354	2.06E-09	
35.0	0.003245	2.53E-09	
45.0	0.003143	3.05E-09	
55.0	0.003047	3.62E-09	

R. A. ROBINSON, R. H. STOKES: Electrolyte Solutions: The Measurement and Interpretation of Conductance, Chemical Potential and Diffusion in Solutions of Simple Electrolytes, 2nd ed., Butter Worths, London (1959).

Csの自由水中の拡散係数



添付資料 7 I の分析データ詳細

元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.003667				
2回目	0.003515				
3回目	0.003680				
平均	0.003621				
S	0.000092				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.008011				
2回目	0.008020				
3回目	0.008068				
平均	0.008033				
S	0.000031				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.014032				
2回目	0.014087				
3回目	0.013471				
平均	0.013863				
S	0.000341				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.055564				
2回目	0.057584				
3回目	0.056014				
平均	0.056387				
S	0.001060				
試料名	I-STD10				
<強度>					
1回目	0.111453				
2回目	0.112687				
3回目	0.112457				
平均	0.112199				
S	0.000656				
試料名	IO.9A22C001-1	1.07	2.41E-07	4.91E+04	1.51E+03
<強度>					
1回目	0.009057				
2回目	0.009151				
3回目	0.008770				
平均	0.008992				
S	0.000199				
<濃度>					
1回目	0.597485			4.96E+04	

2回目	0.606102			5.04E+04	
3回目	0.571234			4.75E+04	
平均	0.591607			4.91E+04	
S	0.018162			1.51E+03	
試料名	I0.9A22C001-2	0.95	2.14E-07	2.31E+04	1.95E+03
<強度>					
1回目	0.005173				
2回目	0.005019				
3回目	0.005467				
平均	0.005220				
S	0.000228				
<濃度>					
1回目	0.242253			2.27E+04	
2回目	0.228203			2.14E+04	
3回目	0.269163			2.52E+04	
平均	0.246540			2.31E+04	
S	0.020814			1.95E+03	
試料名	I0.9A22C001-3	1.01	2.27E-07	2.21E+04	8.83E+02
<強度>					
1回目	0.005371				
2回目	0.005298				
3回目	0.005155				
平均	0.005275				
S	0.000110				
<濃度>					
1回目	0.260327			2.29E+04	
2回目	0.253705			2.23E+04	
3回目	0.240607			2.12E+04	
平均	0.251546			2.21E+04	
S	0.010036			8.83E+02	
試料名	I0.9A22C001-4	0.95	2.14E-07	1.69E+04	7.63E+02
<強度>					
1回目	0.004440				
2回目	0.004447				
3回目	0.004598				
平均	0.004495				
S	0.000089				
<濃度>					
1回目	0.175187			1.64E+04	
2回目	0.175846			1.65E+04	
3回目	0.189621			1.77E+04	
平均	0.180218			1.69E+04	
S	0.008150			7.63E+02	
試料名	I0.9A22C001-5	1.01	2.27E-07	1.84E+04	1.14E+03
<強度>					
1回目	0.004646				
2回目	0.004898				
3回目	0.004882				
平均	0.004809				
S	0.000141				
<濃度>					
1回目	0.194048			1.71E+04	
2回目	0.217099			1.91E+04	
3回目	0.215617			1.90E+04	
平均	0.208921			1.84E+04	
S	0.012902			1.14E+03	
試料名	I0.9A22C001-6	1.01	2.27E-07	1.77E+04	4.64E+02
<強度>					

1回目		0.004669			
2回目		0.004726			
3回目		0.004784			
平均		0.004726			
S		0.000058			
<濃度>					
1回目		0.196116		1.73E+04	
2回目		0.201384		1.77E+04	
3回目		0.206653		1.82E+04	
平均		0.201384		1.77E+04	
S		0.005269		4.64E+02	
試料名	I0.9A22C001-7	0.98	2.21E-07	1.41E+04	1.80E+03
<強度>					
1回目		0.004202			
2回目		0.004444			
3回目		0.004011			
平均		0.004219			
S		0.000217			
<濃度>					
1回目		0.153399		1.39E+04	
2回目		0.175571		1.59E+04	
3回目		0.135947		1.23E+04	
平均		0.154972		1.41E+04	
S		0.019859		1.80E+03	
試料名	I0.9A22C001-8	1.01	2.27E-07	1.81E+04	6.13E+02
<強度>					
1回目		0.004685			
2回目		0.004833			
3回目		0.004790			
平均		0.004769			
S		0.000076			
<濃度>					
1回目		0.197579		1.74E+04	
2回目		0.211117		1.86E+04	
3回目		0.207220		1.82E+04	
平均		0.205305		1.81E+04	
S		0.006969		6.13E+02	
試料名	I0.9A22C001-9	1.04	2.34E-07	1.52E+04	2.98E+02
<強度>					
1回目		0.004419			
2回目		0.004487			
3回目		0.004482			
平均		0.004463			
S		0.000038			
<濃度>					
1回目		0.173266		1.48E+04	
2回目		0.179523		1.53E+04	
3回目		0.179047		1.53E+04	
平均		0.177279		1.52E+04	
S		0.003483		2.98E+02	
試料名	I0.9A22C001-10	1.04	2.34E-07	8.47E+03	1.45E+03
<強度>					
1回目		0.003397			
2回目		0.003688			
3回目		0.003740			
平均		0.003608			
S		0.000185			
<濃度>					
1回目		0.079766		6.82E+03	

2回目	0.106384			9.09E+03	
3回目	0.111213			9.51E+03	
平均	0.099121			8.47E+03	
S	0.016935			1.45E+03	
試料名	I0.9P22C001-1	1.23	2.77E-07	3.22E+04	1.77E+03
<強度>					
1回目	0.007663				
2回目	0.007395				
3回目	0.007128				
平均	0.007395				
S	0.000267				
<濃度>					
1回目	0.469976			3.40E+04	
2回目	0.445481			3.22E+04	
3回目	0.421095			3.04E+04	
平均	0.445517			3.22E+04	
S	0.024441			1.77E+03	
試料名	I0.9P22C001-2	0.95	2.14E-07	2.04E+04	4.71E+02
<強度>					
1回目	0.004877				
2回目	0.004971				
3回目	0.004874				
平均	0.004907				
S	0.000055				
<濃度>					
1回目	0.215141			2.01E+04	
2回目	0.223758			2.09E+04	
3回目	0.214940			2.01E+04	
平均	0.217946			2.04E+04	
S	0.005034			4.71E+02	
試料名	I0.9P22C001-3	0.98	2.21E-07	1.58E+04	1.69E+03
<強度>					
1回目	0.004360				
2回目	0.004277				
3回目	0.004664				
平均	0.004434				
S	0.000204				
<濃度>					
1回目	0.167925			1.52E+04	
2回目	0.160278			1.45E+04	
3回目	0.195677			1.77E+04	
平均	0.174626			1.58E+04	
S	0.018627			1.69E+03	
試料名	I0.9P22C001-4	1.00	2.25E-07	8.69E+02	9.87E+02
<強度>					
1回目	0.002606				
2回目	0.002763				
3回目	0.002402				
平均	0.002590				
S	0.000181				
<濃度>					
1回目	0.007468			6.64E+02	
2回目	0.021847			1.94E+03	
3回目	0.000000			0.00E+00	
平均	0.009772			8.69E+02	
S	0.011104			9.87E+02	
試料名	I0.9P22C001-5	1.00	2.25E-07	1.26E+04	2.15E+03
<強度>					

1回目	0.004160				
2回目	0.003776				
3回目	0.004282				
平均	0.004073				
S	0.000264				
<濃度>					
1回目	0.149631			1.33E+04	
2回目	0.114433			1.02E+04	
3回目	0.160772			1.43E+04	
平均	0.141612			1.26E+04	
S	0.024188			2.15E+03	
試料名	I0.9P22C001-6	1.00	2.25E-07	1.58E+04	2.15E+03
<強度>					
1回目	0.004422				
2回目	0.004751				
3回目	0.004229				
平均	0.004467				
S	0.000264				
<濃度>					
1回目	0.173523			1.54E+04	
2回目	0.203634			1.81E+04	
3回目	0.155905			1.39E+04	
平均	0.177687			1.58E+04	
S	0.024136			2.15E+03	
試料名	I0.9P22C001-7	1.00	2.25E-07	7.82E+02	7.08E+02
<強度>					
1回目	0.002563				
2回目	0.002721				
3回目	0.002579				
平均	0.002621				
S	0.000087				
<濃度>					
1回目	0.003480			3.09E+02	
2回目	0.017951			1.60E+03	
3回目	0.004962			4.41E+02	
平均	0.008798			7.82E+02	
S	0.007961			7.08E+02	
試料名	I0.9P22C001-8	0.98	2.21E-07	1.43E+04	1.06E+03
<強度>					
1回目	0.004098				
2回目	0.004319				
3回目	0.004319				
平均	0.004245				
S	0.000128				
<濃度>					
1回目	0.143886			1.31E+04	
2回目	0.164156			1.49E+04	
3回目	0.164101			1.49E+04	
平均	0.157381			1.43E+04	
S	0.011687			1.06E+03	
試料名	I0.9P22C001-9	1.00	2.25E-07	1.84E+04	1.41E+03
<強度>					
1回目	0.004975				
2回目	0.004635				
3回目	0.004743				
平均	0.004784				
S	0.000174				
<濃度>					
1回目	0.224160			1.99E+04	

2回目	0.193042			1.72E+04	
3回目	0.202884			1.80E+04	
平均	0.206696			1.84E+04	
S	0.015905			1.41E+03	
試料名	I0.9P22C001-10	1.00	2.25E-07	1.79E+04	6.79E+02
<強度>					
1回目	0.004654				
2回目	0.004817				
3回目	0.004703				
平均	0.004725				
S	0.000083				
<濃度>					
1回目	0.194817			1.73E+04	
2回目	0.209690			1.86E+04	
3回目	0.199244			1.77E+04	
平均	0.201250			1.79E+04	
S	0.007637			6.79E+02	
試料名	I0.9A22C051-1	1.14	2.57E-07	2.29E+04	1.42E+03
<強度>					
1回目	0.005571				
2回目	0.005952				
3回目	0.005664				
平均	0.005729				
S	0.000199				
<濃度>					
1回目	0.278676			2.17E+04	
2回目	0.313526			2.44E+04	
3回目	0.287201			2.24E+04	
平均	0.293135			2.29E+04	
S	0.018167			1.42E+03	
試料名	I0.9A22C051-2	0.71	1.60E-07	2.88E+04	3.56E+03
<強度>					
1回目	0.004799				
2回目	0.004936				
3回目	0.005392				
平均	0.005043				
S	0.000310				
<濃度>					
1回目	0.208062			2.60E+04	
2回目	0.220611			2.76E+04	
3回目	0.262303			3.28E+04	
平均	0.230325			2.88E+04	
S	0.028396			3.56E+03	
試料名	I0.9A22C051-3	0.85	1.91E-07	2.93E+04	6.08E+03
<強度>					
1回目	0.005439				
2回目	0.005044				
3回目	0.006287				
平均	0.005590				
S	0.000635				
<濃度>					
1回目	0.266566			2.79E+04	
2回目	0.230472			2.41E+04	
3回目	0.344187			3.60E+04	
平均	0.280408			2.93E+04	
S	0.058108			6.08E+03	
試料名	I0.9A22C051-4	1.00	2.25E-07	2.55E+04	4.55E+02
<強度>					

1回目	0.005719				
2回目	0.005660				
3回目	0.005607				
平均	0.005662				
S	0.000056				
<濃度>					
1回目	0.292214			2.60E+04	
2回目	0.286799			2.55E+04	
3回目	0.281987			2.51E+04	
平均	0.287000			2.55E+04	
S	0.005116			4.55E+02	
試料名	I0.9A22C051-5	1.02	2.30E-07	2.41E+04	7.92E+02
<強度>					
1回目	0.005457				
2回目	0.005548				
3回目	0.005655				
平均	0.005553				
S	0.000099				
<濃度>					
1回目	0.268230			2.34E+04	
2回目	0.276554			2.41E+04	
3回目	0.286378			2.50E+04	
平均	0.277054			2.41E+04	
S	0.009084			7.92E+02	
試料名	I0.9A22C051-6	1.00	2.25E-07	2.50E+04	7.43E+02
<強度>					
1回目	0.005641				
2回目	0.005493				
3回目	0.005660				
平均	0.005598				
S	0.000091				
<濃度>					
1回目	0.285024			2.53E+04	
2回目	0.271542			2.41E+04	
3回目	0.286835			2.55E+04	
平均	0.281134			2.50E+04	
S	0.008356			7.43E+02	
試料名	I0.9A22C051-7	1.00	2.25E-07	2.00E+04	3.20E+03
<強度>					
1回目	0.005429				
2回目	0.004811				
3回目	0.004699				
平均	0.004980				
S	0.000393				
<濃度>					
1回目	0.265706			2.36E+04	
2回目	0.209104			1.86E+04	
3回目	0.198896			1.77E+04	
平均	0.224569			2.00E+04	
S	0.035989			3.20E+03	
試料名	I0.9A22C051-8	0.97	2.18E-07	2.33E+04	1.07E+03
<強度>					
1回目	0.005421				
2回目	0.005167				
3回目	0.005313				
平均	0.005300				
S	0.000127				
<濃度>					
1回目	0.264919			2.43E+04	

2回目	0.241722			2.22E+04	
3回目	0.255040			2.34E+04	
平均	0.253894			2.33E+04	
S	0.011641			1.07E+03	
試料名	I0.9A22C051-9	0.97	2.18E-07	2.13E+04	8.26E+02
<強度>					
1回目	0.005159				
2回目	0.004965				
3回目	0.005088				
平均	0.005071				
S	0.000099				
<濃度>					
1回目	0.241009			2.21E+04	
2回目	0.223191			2.05E+04	
3回目	0.234460			2.15E+04	
平均	0.232886			2.13E+04	
S	0.009013			8.26E+02	
試料名	I0.9A22C051-10	1.08	2.43E-07	2.02E+04	1.90E+03
<強度>					
1回目	0.005010				
2回目	0.005488				
3回目	0.005106				
平均	0.005201				
S	0.000253				
<濃度>					
1回目	0.227362			1.87E+04	
2回目	0.271048			2.23E+04	
3回目	0.236143			1.94E+04	
平均	0.244851			2.02E+04	
S	0.023108			1.90E+03	
試料名	I0.9P22C051-1	1.42	3.20E-07	3.84E+04	7.22E+02
<強度>					
1回目	0.009100				
2回目	0.009352				
3回目	0.009216				
平均	0.009222				
S	0.000126				
<濃度>					
1回目	0.601419			3.76E+04	
2回目	0.624469			3.91E+04	
3回目	0.612084			3.83E+04	
平均	0.612657			3.84E+04	
S	0.011536			7.22E+02	
試料名	I0.9P22C051-2	0.59	1.33E-07	2.22E+04	8.77E+02
<強度>					
1回目	0.004164				
2回目	0.004179				
3回目	0.004062				
平均	0.004135				
S	0.000064				
<濃度>					
1回目	0.149996			2.26E+04	
2回目	0.151332			2.28E+04	
3回目	0.140648			2.12E+04	
平均	0.147326			2.22E+04	
S	0.005821			8.77E+02	
試料名	I0.9P22C051-3	0.94	2.12E-07	2.08E+04	2.24E+03
<強度>					

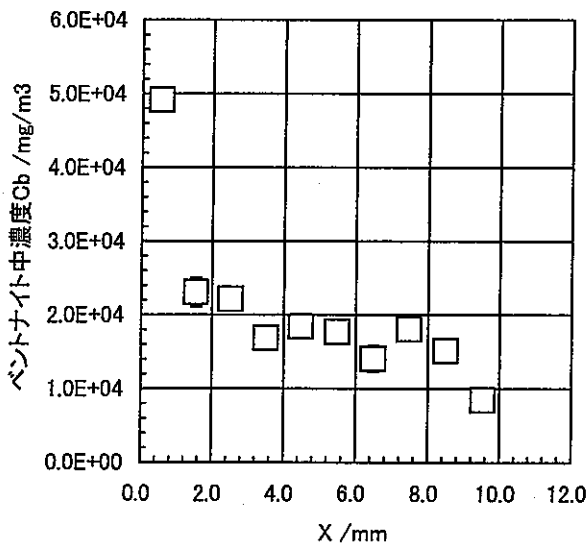
1回目	0.005221				
2回目	0.004861				
3回目	0.004718				
平均	0.004933				
S	0.000259				
<濃度>					
1回目	0.246644			2.33E+04	
2回目	0.213751			2.02E+04	
3回目	0.200634			1.90E+04	
平均	0.220343			2.08E+04	
S	0.023702			2.24E+03	
試料名	10.9P22C051-4	0.97	2.18E-07	1.85E+04	8.20E+02
<強度>					
1回目	0.004626				
2回目	0.004822				
3回目	0.004731				
平均	0.004726				
S	0.000098				
<濃度>					
1回目	0.192219			1.76E+04	
2回目	0.210110			1.93E+04	
3回目	0.201805			1.85E+04	
平均	0.201378			1.85E+04	
S	0.008953			8.20E+02	
試料名	10.9P22C051-5	1.02	2.30E-07	2.64E+03	2.29E+03
<強度>					
1回目	0.002470				
2回目	0.003019				
3回目	0.003025				
平均	0.002838				
S	0.000318				
<濃度>					
1回目	0.000000			0.00E+00	
2回目	0.045209			3.94E+03	
3回目	0.045757			3.99E+03	
平均	0.030322			2.64E+03	
S	0.026261			2.29E+03	
試料名	10.9P22C051-6	0.99	2.23E-07	1.86E+04	1.39E+02
<強度>					
1回目	0.004806				
2回目	0.004773				
3回目	0.004782				
平均	0.004787				
S	0.000017				
<濃度>					
1回目	0.208684			1.87E+04	
2回目	0.205702			1.85E+04	
3回目	0.206488			1.85E+04	
平均	0.206958			1.86E+04	
S	0.001545			1.39E+02	
試料名	10.9P22C051-7	1.02	2.30E-07	1.62E+04	6.91E+02
<強度>					
1回目	0.004517				
2回目	0.004502				
3回目	0.004659				
平均	0.004559				
S	0.000087				
<濃度>					
1回目	0.182231			1.59E+04	

2回目	0.180858			1.58E+04	
3回目	0.195219			1.70E+04	
平均	0.186103			1.62E+04	
S	0.007925			6.91E+02	
試料名	10.9P22C051-8	1.02	2.30E-07	1.82E+04	1.64E+03
<強度>					
1回目	0.004820				
2回目	0.004589				
3回目	0.005001				
平均	0.004803				
S	0.000206				
<濃度>					
1回目	0.210001			1.83E+04	
2回目	0.188871			1.65E+04	
3回目	0.226484			1.97E+04	
平均	0.208452			1.82E+04	
S	0.018854			1.64E+03	
試料名	10.9P22C051-9	0.99	2.23E-07	5.62E+03	5.38E+02
<強度>					
1回目	0.003259				
2回目	0.003134				
3回目	0.003232				
平均	0.003208				
S	0.000066				
<濃度>					
1回目	0.067198			6.03E+03	
2回目	0.055783			5.01E+03	
3回目	0.064673			5.81E+03	
平均	0.062551			5.62E+03	
S	0.005996			5.38E+02	
試料名	10.9P22C051-10	1.05	2.36E-07	1.20E+04	6.02E+02
<強度>					
1回目	0.004077				
2回目	0.004154				
3回目	0.003998				
平均	0.004076				
S	0.000078				
<濃度>					
1回目	0.142039			1.20E+04	
2回目	0.149009			1.26E+04	
3回目	0.134776			1.14E+04	
平均	0.141941			1.20E+04	
S	0.007117			6.02E+02	

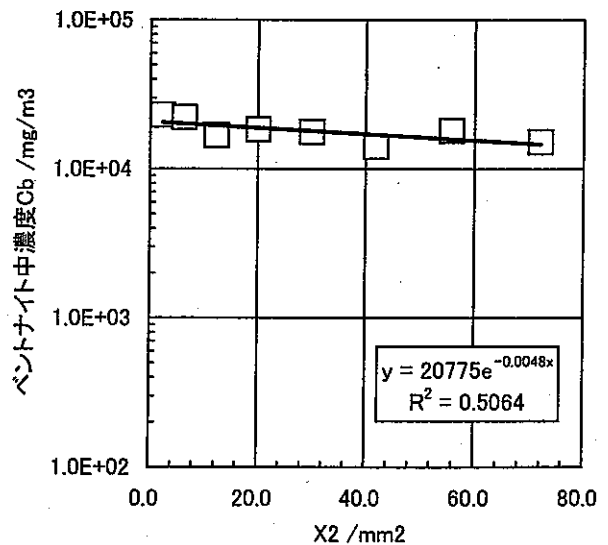
Sample No.	CsI0.9A22C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥蓄密度(Mg/m ³)	0.901
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	118.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.23E-10

スライス厚さ(mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.07	0.53	0.2809	4.91E+04	1.51E+03
0.95	1.54	2.3716	2.31E+04	1.95E+03
1.01	2.52	6.3504	2.21E+04	8.83E+02
0.95	3.50	12.2500	1.69E+04	7.63E+02
1.01	4.48	20.0704	1.84E+04	1.14E+03
1.01	5.48	30.0304	1.77E+04	4.64E+02
0.98	6.48	41.9904	1.41E+04	1.80E+03
1.01	7.47	55.8009	1.81E+04	6.13E+02
1.04	8.49	72.0801	1.52E+04	2.98E+02
1.04	9.53	90.8209	8.47E+03	1.45E+03

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/22°C

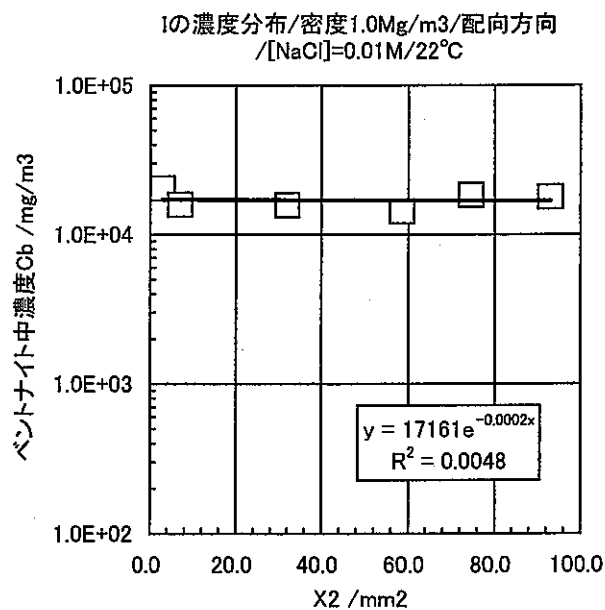
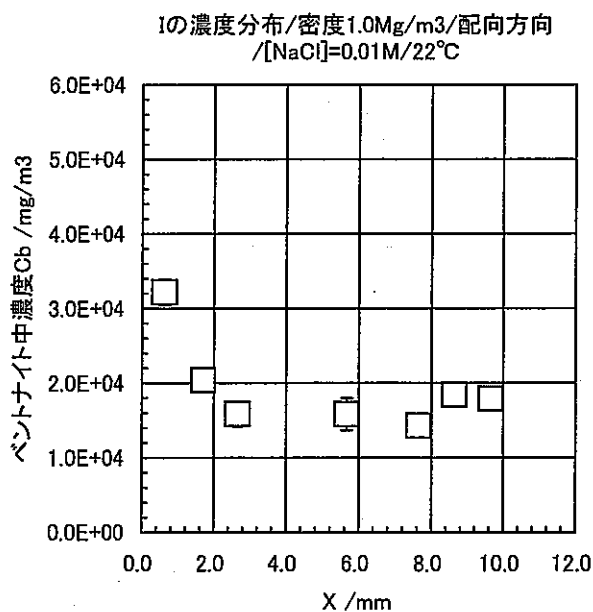


Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/22°C



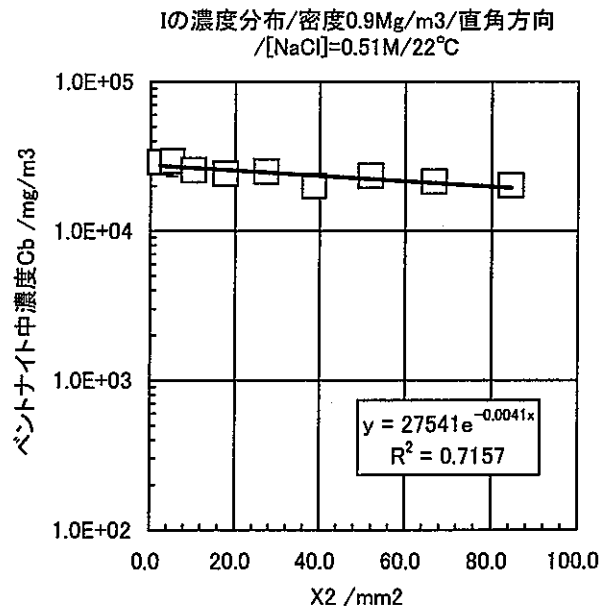
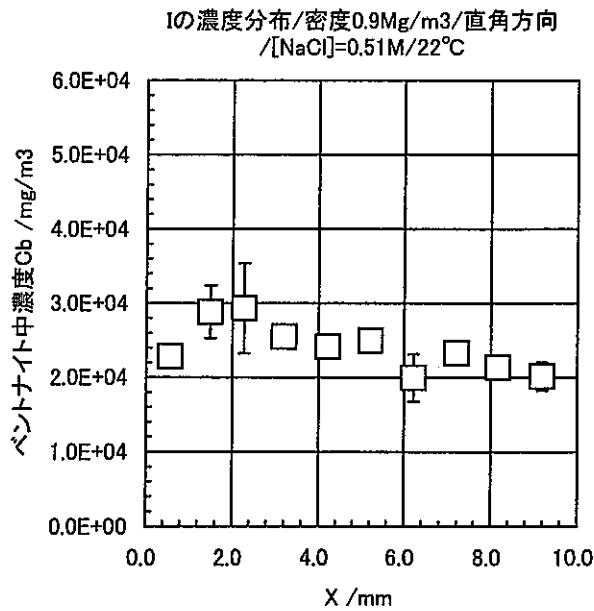
Sample No.	CsI0.9P22C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.001
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	118.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	2.93E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.23	0.61	0.3721	3.22E+04	1.77E+03
0.95	1.70	2.8900	2.04E+04	4.71E+02
0.98	2.66	7.0756	1.58E+04	1.69E+03
1.00	3.65	13.3225		
1.00	4.66	21.7156		
1.00	5.66	32.0356	1.58E+04	2.15E+03
1.00	6.66	44.3556		
0.98	7.65	58.5225	1.43E+04	1.06E+03
1.00	8.64	74.6496	1.84E+04	1.41E+03
1.00	9.65	93.1225	1.79E+04	6.79E+02



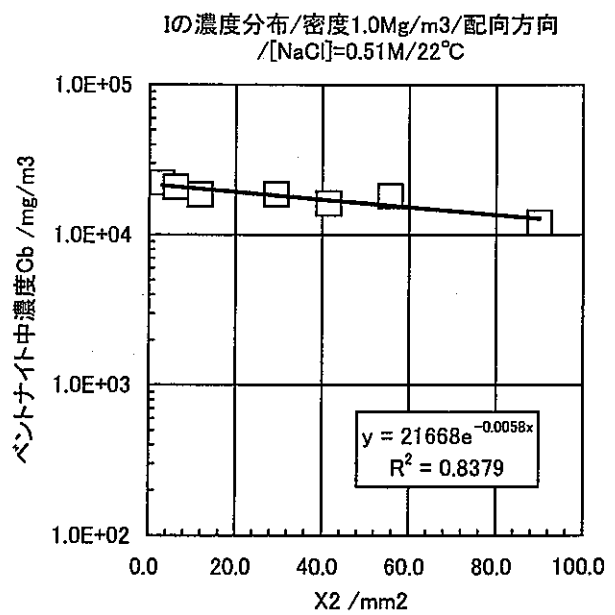
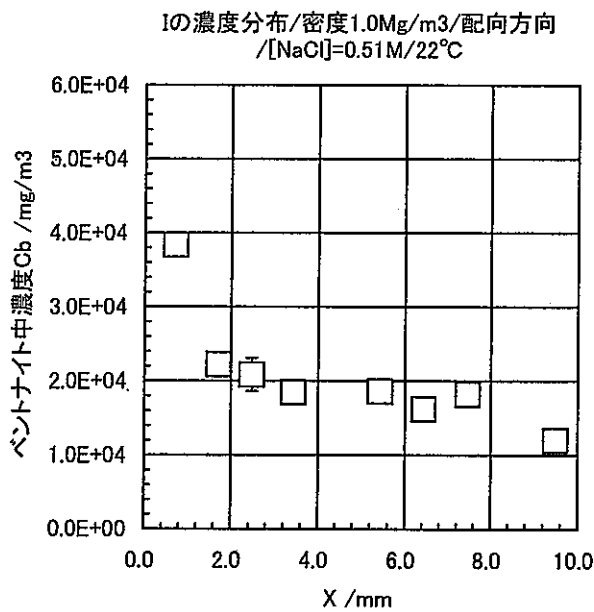
Sample No.	CsI0.9A22C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	0.899
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	118.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.43E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.14	0.57	0.3249	2.29E+04	1.42E+03
0.71	1.49	2.2201	2.88E+04	3.56E+03
0.85	2.28	5.1984	2.93E+04	6.08E+03
1.00	3.20	10.2400	2.55E+04	4.55E+02
1.02	4.21	17.7241	2.41E+04	7.92E+02
1.00	5.22	27.2484	2.50E+04	7.43E+02
1.00	6.22	38.6884	2.00E+04	3.20E+03
0.97	7.20	51.8400	2.33E+04	1.07E+03
0.97	8.17	66.7489	2.13E+04	8.26E+02
1.08	9.19	84.4561	2.02E+04	1.90E+03



Sample No.	CsI0.9P22C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.057
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	119.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.01E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.42	0.71	0.5041	3.84E+04	7.22E+02
0.59	1.72	2.9584	2.22E+04	8.77E+02
0.94	2.48	6.1504	2.08E+04	2.24E+03
0.97	3.43	11.7649	1.85E+04	8.20E+02
1.02	4.43	19.6249		
0.99	5.43	29.4849	1.86E+04	1.39E+02
1.02	6.44	41.4736	1.62E+04	6.91E+02
1.02	7.46	55.6516	1.82E+04	1.64E+03
0.99	8.47	71.7409		
1.05	9.49	90.0601	1.20E+04	6.02E+02



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.002579				
2回目	0.002614				
3回目	0.002241				
平均	0.002478				
S	0.000206				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.007481				
2回目	0.007241				
3回目	0.007309				
平均	0.007344				
S	0.000124				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.012656				
2回目	0.012784				
3回目	0.012609				
平均	0.012683				
S	0.000090				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.051111				
2回目	0.052184				
3回目	0.050792				
平均	0.051363				
S	0.000729				
試料名	I-STD10				
<強度>					
1回目	0.098068				
2回目	0.097640				
3回目	0.099137				
平均	0.098282				
S	0.000771				
試料名	I1.4A60C001-1	0.97	2.18E-07	3.51E+04	2.34E+03
<強度>					
1回目	0.006114				
2回目	0.005928				
3回目	0.006414				
平均	0.006152				
S	0.000245				
<濃度>					
1回目	0.378632			3.47E+04	

2回目	0.359227			3.29E+04	
3回目	0.409775			3.76E+04	
平均	0.382545			3.51E+04	
S	0.025500			2.34E+03	
試料名	I1.4A60C001-2	1.49	3.35E-07	3.83E+04	1.59E+03
<強度>					
1回目	0.008463				
2回目	0.008944				
3回目	0.008547				
平均	0.008651				
S	0.000257				
<濃度>					
1回目	0.622582			3.71E+04	
2回目	0.672527			4.01E+04	
3回目	0.631328			3.77E+04	
平均	0.642145			3.83E+04	
S	0.026672			1.59E+03	
試料名	I1.4A60C001-3	0.71	1.60E-07	3.16E+04	7.86E+02
<強度>					
1回目	0.004891				
2回目	0.004969				
3回目	0.004850				
平均	0.004903				
S	0.000060				
<濃度>					
1回目	0.251546			3.15E+04	
2回目	0.259607			3.25E+04	
3回目	0.247246			3.10E+04	
平均	0.252800			3.16E+04	
S	0.006275			7.86E+02	
試料名	I1.4A60C001-4	0.61	1.37E-07	3.12E+04	3.46E+03
<強度>					
1回目	0.004789				
2回目	0.004349				
3回目	0.004462				
平均	0.004533				
S	0.000228				
<濃度>					
1回目	0.240930			3.51E+04	
2回目	0.195244			2.85E+04	
3回目	0.206941			3.02E+04	
平均	0.214371			3.12E+04	
S	0.023732			3.46E+03	
試料名	I1.4A60C001-5	1.12	2.52E-07	2.75E+04	2.00E+03
<強度>					
1回目	0.005582				
2回目	0.005780				
3回目	0.006066				
平均	0.005809				
S	0.000243				
<濃度>					
1回目	0.323348			2.57E+04	
2回目	0.343853			2.73E+04	
3回目	0.373583			2.96E+04	
平均	0.346928			2.75E+04	
S	0.025259			2.00E+03	
試料名	I1.4A60C001-6	0.95	2.14E-07	2.56E+04	1.50E+03
<強度>					

1回目	0.005169				
2回目	0.004933				
3回目	0.005223				
平均	0.005108				
S	0.000154				
<濃度>					
1回目	0.280425			2.62E+04	
2回目	0.255930			2.39E+04	
3回目	0.286034			2.68E+04	
平均	0.274130			2.56E+04	
S	0.016009			1.50E+03	
試料名	I1.4A60C001-7	0.97	2.18E-07	2.59E+03	1.17E+03
<強度>					
1回目	0.002627				
2回目	0.002872				
3回目	0.002724				
平均	0.002741				
S	0.000123				
<濃度>					
1回目	0.016406			1.50E+03	
2回目	0.041814			3.83E+03	
3回目	0.026482			2.43E+03	
平均	0.028234			2.59E+03	
S	0.012795			1.17E+03	
試料名	I1.4A60C001-8	0.97	2.18E-07	6.47E+03	1.35E+02
<強度>					
1回目	0.003163				
2回目	0.003135				
3回目	0.003151				
平均	0.003150				
S	0.000014				
<濃度>					
1回目	0.072085			6.61E+03	
2回目	0.069135			6.34E+03	
3回目	0.070755			6.48E+03	
平均	0.070658			6.47E+03	
S	0.001477			1.35E+02	
試料名	I1.4A60C001-9	1.00	2.25E-07	1.93E+04	1.51E+03
<強度>					
1回目	0.004396				
2回目	0.004559				
3回目	0.004723				
平均	0.004559				
S	0.000164				
<濃度>					
1回目	0.200105			1.78E+04	
2回目	0.217058			1.93E+04	
3回目	0.234095			2.08E+04	
平均	0.217086			1.93E+04	
S	0.016995			1.51E+03	
試料名	I1.4A60C001-10	0.97	2.18E-07	1.72E+04	2.24E+03
<強度>					
1回目	0.004183				
2回目	0.004546				
3回目	0.004106				
平均	0.004278				
S	0.000235				
<濃度>					
1回目	0.177958			1.63E+04	

2回目	0.215729			1.98E+04	
3回目	0.170022			1.56E+04	
平均	0.187903			1.72E+04	
S	0.024422			2.24E+03	
試料名	I1.4P60C001-1	0.80	1.80E-07	5.71E+04	1.94E+03
<強度>					
1回目	0.007483				
2回目	0.007542				
3回目	0.007226				
平均	0.007417				
S	0.000168				
<濃度>					
1回目	0.520759			5.79E+04	
2回目	0.526909			5.85E+04	
3回目	0.494104			5.49E+04	
平均	0.513924			5.71E+04	
S	0.017438			1.94E+03	
試料名	I1.4P60C001-2	0.85	1.91E-07	3.19E+04	4.96E+02
<強度>					
1回目	0.005438				
2回目	0.005350				
3回目	0.005417				
平均	0.005402				
S	0.000046				
<濃度>					
1回目	0.308368			3.22E+04	
2回目	0.299268			3.13E+04	
3回目	0.306145			3.20E+04	
平均	0.304594			3.19E+04	
S	0.004744			4.96E+02	
試料名	I1.4P60C001-3	0.97	2.18E-07	1.41E+04	1.85E+03
<強度>					
1回目	0.003940				
2回目	0.004156				
3回目	0.003769				
平均	0.003955				
S	0.000194				
<濃度>					
1回目	0.152757			1.40E+04	
2回目	0.175154			1.61E+04	
3回目	0.134952			1.24E+04	
平均	0.154288			1.41E+04	
S	0.020144			1.85E+03	
試料名	I1.4P60C001-4	0.99	2.23E-07	2.54E+04	2.41E+03
<強度>					
1回目	0.004977				
2回目	0.005478				
3回目	0.005117				
平均	0.005191				
S	0.000258				
<濃度>					
1回目	0.260480			2.34E+04	
2回目	0.312482			2.81E+04	
3回目	0.275065			2.47E+04	
平均	0.282675			2.54E+04	
S	0.026823			2.41E+03	
試料名	I1.4P60C001-5	1.02	2.30E-07	2.54E+04	3.02E+03
<強度>					

1回目		0.004936			
2回目		0.005603			
3回目		0.005282			
平均		0.005274			
S		0.000333			
<濃度>					
1回目		0.256242		2.23E+04	
2回目		0.325467		2.84E+04	
3回目		0.292163		2.55E+04	
平均		0.291290		2.54E+04	
S		0.034621		3.02E+03	
試料名	I1.4P60C001-6	0.99	2.23E-07	2.32E+04	1.03E+03
<強度>					
1回目		0.005053			
2回目		0.004835			
3回目		0.004975			
平均		0.004954			
S		0.000111			
<濃度>					
1回目		0.268354		2.41E+04	
2回目		0.245688		2.21E+04	
3回目		0.260272		2.34E+04	
平均		0.258105		2.32E+04	
S		0.011488		1.03E+03	
試料名	I1.4P60C001-7	1.02	2.30E-07	2.19E+04	2.62E+03
<強度>					
1回目		0.004972			
2回目		0.004573			
3回目		0.005134			
平均		0.004893			
S		0.000289			
<濃度>					
1回目		0.259981		2.27E+04	
2回目		0.218492		1.90E+04	
3回目		0.276830		2.41E+04	
平均		0.251768		2.19E+04	
S		0.030024		2.62E+03	
試料名	I1.4P60C001-8	0.99	2.23E-07	1.93E+04	1.86E+02
<強度>					
1回目		0.004549			
2回目		0.004513			
3回目		0.004545			
平均		0.004536			
S		0.000020			
<濃度>					
1回目		0.216040		1.94E+04	
2回目		0.212238		1.91E+04	
3回目		0.215583		1.94E+04	
平均		0.214621		1.93E+04	
S		0.002076		1.86E+02	
試料名	I1.4P60C001-9	0.97	2.18E-07	1.49E+04	9.93E+02
<強度>					
1回目		0.004037			
2回目		0.004140			
3回目		0.003931			
平均		0.004036			
S		0.000104			
<濃度>					
1回目		0.162792		1.49E+04	

2回目	0.173512			1.59E+04	
3回目	0.151843			1.39E+04	
平均	0.162716			1.49E+04	
S	0.010835			9.93E+02	
試料名	I1.4P60C001-10	1.50	3.38E-07	1.97E+04	1.53E+03
<強度>					
1回目	0.005933				
2回目	0.005624				
3回目	0.005440				
平均	0.005665				
S	0.000249				
<濃度>					
1回目	0.359768			2.13E+04	
2回目	0.327648			1.94E+04	
3回目	0.308534			1.83E+04	
平均	0.331983			1.97E+04	
S	0.025890			1.53E+03	
試料名	I1.4A60C051-1	0.94	2.12E-07	1.94E+04	3.28E+03
<強度>					
1回目	0.004144				
2回目	0.004379				
3回目	0.004802				
平均	0.004442				
S	0.000333				
<濃度>					
1回目	0.173990			1.65E+04	
2回目	0.198319			1.88E+04	
3回目	0.242322			2.29E+04	
平均	0.204877			1.94E+04	
S	0.034635			3.28E+03	
試料名	I1.4A60C051-2	0.70	1.58E-07	3.73E+04	4.55E+02
<強度>					
1回目	0.005289				
2回目	0.005263				
3回目	0.005331				
平均	0.005294				
S	0.000035				
<濃度>					
1回目	0.292890			3.72E+04	
2回目	0.290169			3.68E+04	
3回目	0.297274			3.77E+04	
平均	0.293444			3.73E+04	
S	0.003585			4.55E+02	
試料名	I1.4A60C051-3	0.94	2.12E-07	2.80E+04	1.10E+03
<強度>					
1回目	0.005440				
2回目	0.005303				
3回目	0.005220				
平均	0.005321				
S	0.000111				
<濃度>					
1回目	0.308617			2.92E+04	
2回目	0.294365			2.78E+04	
3回目	0.285681			2.70E+04	
平均	0.296221			2.80E+04	
S	0.011580			1.10E+03	
試料名	I1.4A60C051-4	1.04	2.34E-07	2.67E+04	2.13E+03
<強度>					

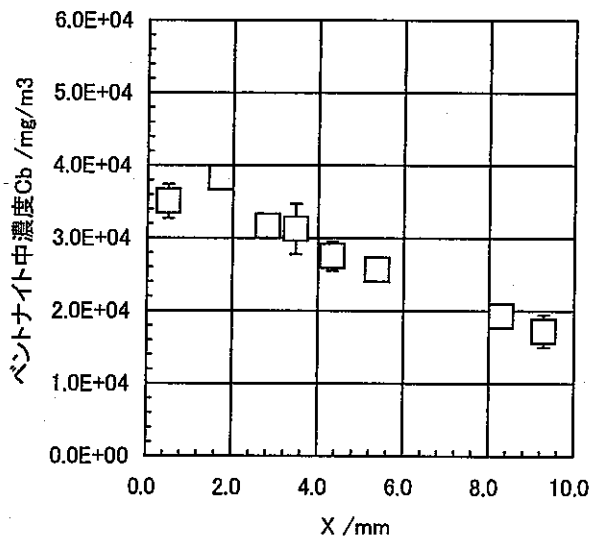
1回目	0.005209				
2回目	0.005676				
3回目	0.005540				
平均	0.005475				
S	0.000240				
<濃度>					
1回目	0.284559			2.43E+04	
2回目	0.333091			2.85E+04	
3回目	0.318922			2.73E+04	
平均	0.312191			2.67E+04	
S	0.024957			2.13E+03	
試料名	I1.4A60C051-5	1.11	2.50E-07	2.37E+04	9.92E+02
<強度>					
1回目	0.005371				
2回目	0.005406				
3回目	0.005184				
平均	0.005320				
S	0.000119				
<濃度>					
1回目	0.301408			2.41E+04	
2回目	0.305002			2.44E+04	
3回目	0.281983			2.26E+04	
平均	0.296131			2.37E+04	
S	0.012384			9.92E+02	
試料名	I1.4A60C051-6	0.85	1.91E-07	2.17E+04	2.47E+03
<強度>					
1回目	0.004726				
2回目	0.004394				
3回目	0.004290				
平均	0.004470				
S	0.000228				
<濃度>					
1回目	0.234427			2.45E+04	
2回目	0.199918			2.09E+04	
3回目	0.189157			1.98E+04	
平均	0.207834			2.17E+04	
S	0.023651			2.47E+03	
試料名	I1.4A60C051-7	1.04	2.34E-07	1.98E+04	1.89E+03
<強度>					
1回目	0.004593				
2回目	0.004944				
3回目	0.004559				
平均	0.004699				
S	0.000213				
<濃度>					
1回目	0.220632			1.89E+04	
2回目	0.257031			2.20E+04	
3回目	0.217100			1.86E+04	
平均	0.231588			1.98E+04	
S	0.022105			1.89E+03	
試料名	I1.4A60C051-8	1.01	2.27E-07	1.85E+04	2.41E+03
<強度>					
1回目	0.004348				
2回目	0.004337				
3回目	0.004799				
平均	0.004495				
S	0.000264				
<濃度>					
1回目	0.195119			1.72E+04	

2回目	0.193997			1.71E+04	
3回目	0.241969			2.13E+04	
平均	0.210362			1.85E+04	
S	0.027378			2.41E+03	
試料名	I1.4A60C051-9	0.99	2.23E-07	1.88E+04	1.32E+03
<強度>					
1回目	0.004347				
2回目	0.004630				
3回目	0.004480				
平均	0.004486				
S	0.000142				
<濃度>					
1回目	0.195015			1.75E+04	
2回目	0.224413			2.01E+04	
3回目	0.208852			1.88E+04	
平均	0.209427			1.88E+04	
S	0.014707			1.32E+03	
試料名	I1.4A60C051-10	1.01	2.27E-07	1.41E+04	4.80E+02
<強度>					
1回目	0.004060				
2回目	0.003958				
3回目	0.004032				
平均	0.004017				
S	0.000052				
<濃度>					
1回目	0.165202			1.45E+04	
2回目	0.154669			1.36E+04	
3回目	0.162356			1.43E+04	
平均	0.160742			1.41E+04	
S	0.005449			4.80E+02	

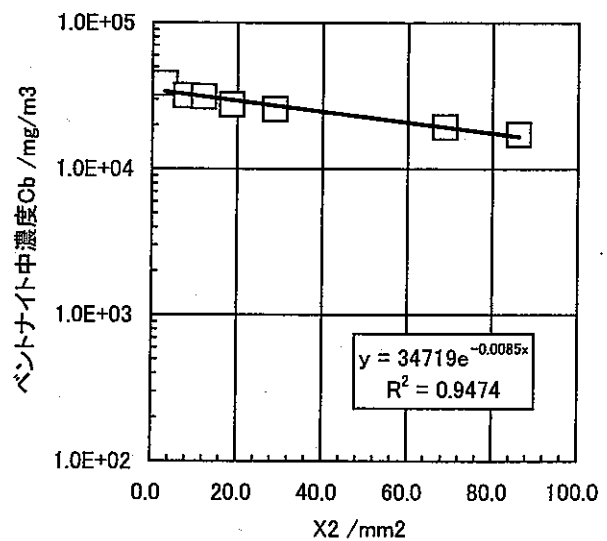
Sample No.	CsI1.4A60C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.408
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1319h/54.958d
拡散期間(h)	148.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	5.52E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.97	0.49	0.2401	3.51E+04	2.34E+03
1.49	1.72	2.9584	3.83E+04	1.59E+03
0.71	2.81	7.8961	3.16E+04	7.86E+02
0.61	3.47	12.0409	3.12E+04	3.46E+03
1.12	4.33	18.7489	2.75E+04	2.00E+03
0.95	5.37	28.8369	2.56E+04	1.50E+03
0.97	6.33	40.0689		
0.97	7.31	53.4361		
1.00	8.29	68.7241	1.93E+04	1.51E+03
0.97	9.28	86.1184	1.72E+04	2.24E+03

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



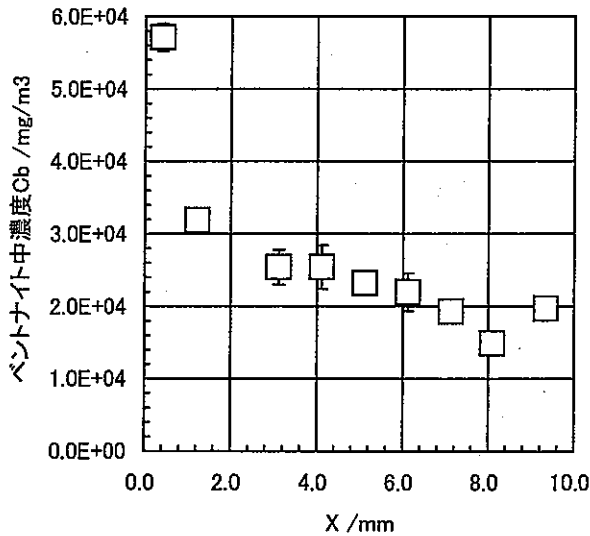
Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



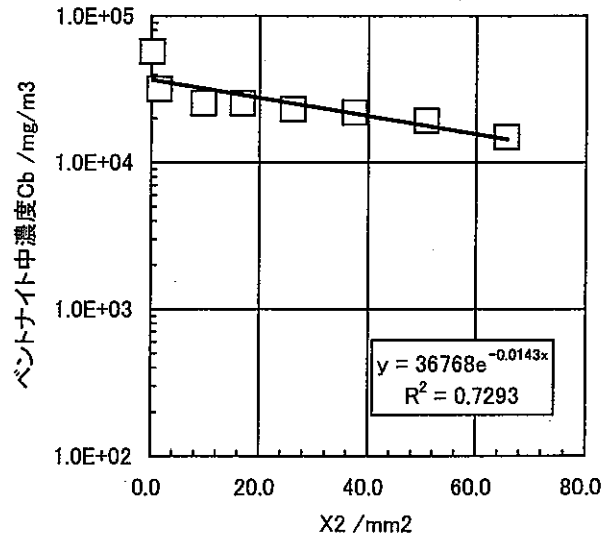
Sample No.	Cs11.4P60C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.405
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1319h/54.958d
拡散期間(h)	148.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	3.27E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.80	0.40	0.1600	5.71E+04	1.94E+03
0.85	1.22	1.4884	3.19E+04	4.96E+02
0.97	2.13	4.5369		
0.99	3.11	9.6721	2.54E+04	2.41E+03
1.02	4.11	16.8921	2.54E+04	3.02E+03
0.99	5.12	26.2144	2.32E+04	1.03E+03
1.02	6.12	37.4544	2.19E+04	2.62E+03
0.99	7.13	50.8369	1.93E+04	1.86E+02
0.97	8.10	65.6100	1.49E+04	9.93E+02
1.50	9.34	87.2356	1.97E+04	1.53E+03

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



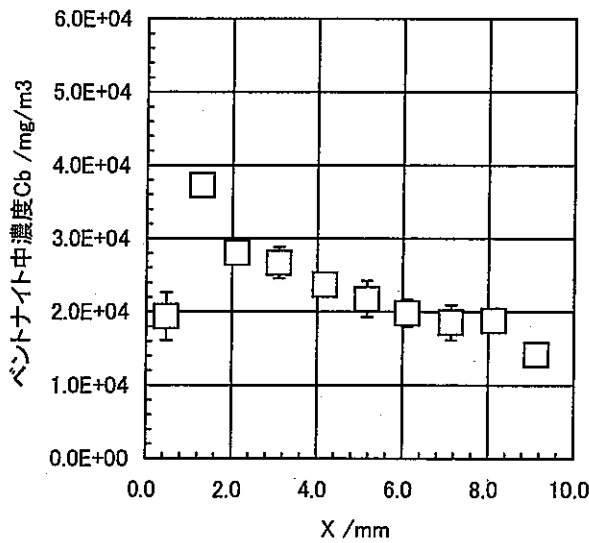
Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



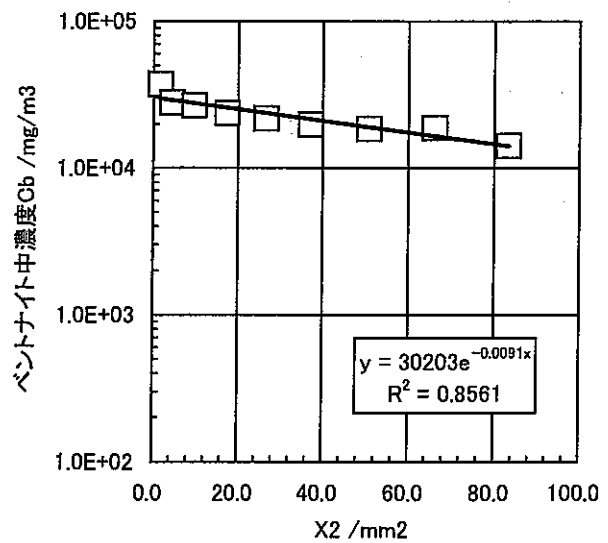
Sample No.	Cs11.4A60C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.398
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1320h/55d
拡散期間(h)	148.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	5.16E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.94	0.47	0.2209	1.94E+04	3.28E+03
0.70	1.29	1.6641	3.73E+04	4.55E+02
0.94	2.11	4.4521	2.80E+04	1.10E+03
1.04	3.10	9.6100	2.67E+04	2.13E+03
1.11	4.18	17.4724	2.37E+04	9.92E+02
0.85	5.16	26.6256	2.17E+04	2.47E+03
1.04	6.10	37.2100	1.98E+04	1.89E+03
1.01	7.13	50.8369	1.85E+04	2.41E+03
0.99	8.13	66.0969	1.88E+04	1.32E+03
1.01	9.13	83.3569	1.41E+04	4.80E+02

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m3/直角方向
/[NaCl]=0.51M/36.7°C



Iの濃度分布/密度1.4Mg/m3/直角方向
/[NaCl]=0.51M/36.7°C



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	JCP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Erorr (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.003412				
2回目	0.003509				
3回目	0.003544				
平均	0.003488				
S	0.000068				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.003769				
2回目	0.003622				
3回目	0.003655				
平均	0.003682				
S	0.000077				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.013624				
2回目	0.013536				
3回目	0.013773				
平均	0.013645				
S	0.000120				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.058836				
2回目	0.058599				
3回目	0.059385				
平均	0.058940				
S	0.000403				
試料名	I1.4A22C001-1	1.13	2.54E-07	4.94E+04	1.06E+03
<強度>					
1回目	0.009460				
2回目	0.009183				
3回目	0.009209				
平均	0.009284				
S	0.000153				
<濃度>					
1回目	0.643448			5.06E+04	
2回目	0.619094			4.87E+04	
3回目	0.621331			4.89E+04	
平均	0.627958			4.94E+04	
S	0.013461			1.06E+03	
試料名	I1.4A22C001-2	0.84	1.89E-07	4.37E+04	2.12E+03
<強度>					
1回目	0.006615				

2回目	0.007070				
3回目	0.006850				
平均	0.006845				
S	0.000227				
<濃度>					
1回目	0.393011			4.16E+04	
2回目	0.433036			4.58E+04	
3回目	0.413666			4.38E+04	
平均	0.413238			4.37E+04	
S	0.020016			2.12E+03	
試料名	I1.4A22C001-3	0.99	2.23E-07	4.39E+04	1.72E+03
<強度>					
1回目	0.007719				
2回目	0.007923				
3回目	0.007487				
平均	0.007710				
S	0.000218				
<濃度>					
1回目	0.490196			4.40E+04	
2回目	0.508122			4.56E+04	
3回目	0.469769			4.22E+04	
平均	0.489362			4.39E+04	
S	0.019190			1.72E+03	
試料名	I1.4A22C001-4	1.01	2.27E-07	3.96E+04	1.82E+03
<強度>					
1回目	0.007510				
2回目	0.007040				
3回目	0.007253				
平均	0.007268				
S	0.000235				
<濃度>					
1回目	0.471759			4.15E+04	
2回目	0.430395			3.79E+04	
3回目	0.449131			3.95E+04	
平均	0.450428			3.96E+04	
S	0.020712			1.82E+03	
試料名	I1.4A22C001-5	0.99	2.23E-07	3.50E+04	1.82E+03
<強度>					
1回目	0.006834				
2回目	0.006386				
3回目	0.006516				
平均	0.006579				
S	0.000231				
<濃度>					
1回目	0.412293			3.70E+04	
2回目	0.372848			3.35E+04	
3回目	0.384224			3.45E+04	
平均	0.389788			3.50E+04	
S	0.020302			1.82E+03	
試料名	I1.4A22C001-6	1.04	2.34E-07	2.84E+04	1.70E+03
<強度>					
1回目	0.006123				
2回目	0.005679				
3回目	0.005970				
平均	0.005924				
S	0.000225				
<濃度>					
1回目	0.349657			2.99E+04	
2回目	0.310600			2.65E+04	

3回目	0.336204			2.87E+04	
平均	0.332154			2.84E+04	
S	0.019841			1.70E+03	
試料名	I1.4A22C001-7	0.99	2.23E-07	2.41E+04	3.32E+02
<強度>					
1回目	0.005188				
2回目	0.005245				
3回目	0.005163				
平均	0.005199				
S	0.000042				
<濃度>					
1回目	0.267352			2.40E+04	
2回目	0.272371			2.45E+04	
3回目	0.265169			2.38E+04	
平均	0.268297			2.41E+04	
S	0.003693			3.32E+02	
試料名	I1.4A22C001-8	0.99	2.23E-07	3.04E+04	2.27E+02
<強度>					
1回目	0.006003				
2回目	0.006023				
3回目	0.005966				
平均	0.005997				
S	0.000029				
<濃度>					
1回目	0.339057			3.04E+04	
2回目	0.340870			3.06E+04	
3回目	0.335869			3.02E+04	
平均	0.338599			3.04E+04	
S	0.002532			2.27E+02	
試料名	I1.4A22C001-9	1.01	2.27E-07	2.29E+04	1.79E+03
<強度>					
1回目	0.005329				
2回目	0.005128				
3回目	0.004870				
平均	0.005109				
S	0.000230				
<濃度>					
1回目	0.279784			2.46E+04	
2回目	0.262017			2.31E+04	
3回目	0.239301			2.11E+04	
平均	0.260367			2.29E+04	
S	0.020292			1.79E+03	
試料名	I1.4A22C001-10	1.04	2.34E-07	1.82E+04	2.30E+03
<強度>					
1回目	0.004215				
2回目	0.004776				
3回目	0.004707				
平均	0.004566				
S	0.000306				
<濃度>					
1回目	0.181666			1.55E+04	
2回目	0.231078			1.98E+04	
3回目	0.224950			1.92E+04	
平均	0.212564			1.82E+04	
S	0.026933			2.30E+03	
試料名	I1.4P22C001-1	1.05	2.36E-07	3.65E+04	1.94E+03
<強度>					
1回目	0.006919				

2回目	0.006871				
3回目	0.007345				
平均	0.007045				
S	0.000261				
<濃度>					
1回目	0.419742			3.55E+04	
2回目	0.415551			3.52E+04	
3回目	0.457249			3.87E+04	
平均	0.430847			3.65E+04	
S	0.022961			1.94E+03	
試料名	I1.4P22C001-2	1.00	2.25E-07	3.80E+04	2.48E+03
<強度>					
1回目	0.006730				
2回目	0.006928				
3回目	0.007349				
平均	0.007002				
S	0.000317				
<濃度>					
1回目	0.403066			3.58E+04	
2回目	0.420534			3.74E+04	
3回目	0.457636			4.07E+04	
平均	0.427079			3.80E+04	
S	0.027868			2.48E+03	
試料名	I1.4P22C001-3	1.00	2.25E-07	3.37E+04	1.11E+03
<強度>					
1回目	0.006412				
2回目	0.006337				
3回目	0.006612				
平均	0.006454				
S	0.000142				
<濃度>					
1回目	0.375138			3.33E+04	
2回目	0.368499			3.28E+04	
3回目	0.392729			3.49E+04	
平均	0.378789			3.37E+04	
S	0.012521			1.11E+03	
試料名	I1.4P22C001-4	0.97	2.18E-07	3.19E+04	1.24E+03
<強度>					
1回目	0.006265				
2回目	0.006113				
3回目	0.005957				
平均	0.006111				
S	0.000154				
<濃度>					
1回目	0.362125			3.32E+04	
2回目	0.348777			3.20E+04	
3回目	0.335024			3.07E+04	
平均	0.348642			3.19E+04	
S	0.013551			1.24E+03	
試料名	I1.4P22C001-5	1.02	2.30E-07	2.59E+04	9.56E+02
<強度>					
1回目	0.005615				
2回目	0.005581				
3回目	0.005385				
平均	0.005527				
S	0.000125				
<濃度>					
1回目	0.304965			2.66E+04	
2回目	0.301972			2.63E+04	

3回目	0.284644			2.48E+04	
平均	0.297194			2.59E+04	
S	0.010971			9.56E+02	
試料名	I1.4P22C001-6	1.00	2.25E-07	8.05E+03	2.13E+03
<強度>					
1回目	0.003355				
2回目	0.003320				
3回目	0.002867				
平均	0.003181				
S	0.000272				
<濃度>					
1回目	0.105982			9.42E+03	
2回目	0.102830			9.14E+03	
3回目	0.062998			5.60E+03	
平均	0.090604			8.05E+03	
S	0.023959			2.13E+03	
試料名	I1.4P22C001-7	1.00	2.25E-07	1.99E+04	2.04E+03
<強度>					
1回目	0.004463				
2回目	0.004637				
3回目	0.004976				
平均	0.004692				
S	0.000261				
<濃度>					
1回目	0.203466			1.81E+04	
2回目	0.218804			1.94E+04	
3回目	0.248704			2.21E+04	
平均	0.223658			1.99E+04	
S	0.023006			2.04E+03	
試料名	I1.4P22C001-8	1.00	2.25E-07	2.43E+04	9.35E+02
<強度>					
1回目	0.005194				
2回目	0.005170				
3回目	0.005388				
平均	0.005251				
S	0.000119				
<濃度>					
1回目	0.267881			2.38E+04	
2回目	0.265750			2.36E+04	
3回目	0.284944			2.53E+04	
平均	0.272858			2.43E+04	
S	0.010521			9.35E+02	
試料名	I1.4P22C001-9	1.00	2.25E-07	1.06E+04	2.95E+02
<強度>					
1回目	0.003541				
2回目	0.003493				
3回目	0.003467				
平均	0.003500				
S	0.000038				
<濃度>					
1回目	0.122324			1.09E+04	
2回目	0.118062			1.05E+04	
3回目	0.115773			1.03E+04	
平均	0.118720			1.06E+04	
S	0.003324			2.95E+02	
試料名	I1.4P22C001-10	1.02	2.30E-07	1.05E+04	1.32E+03
<強度>					
1回目	0.003405				

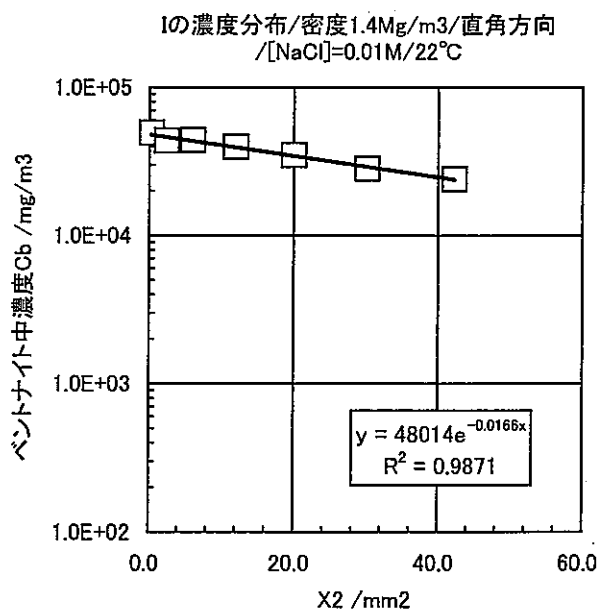
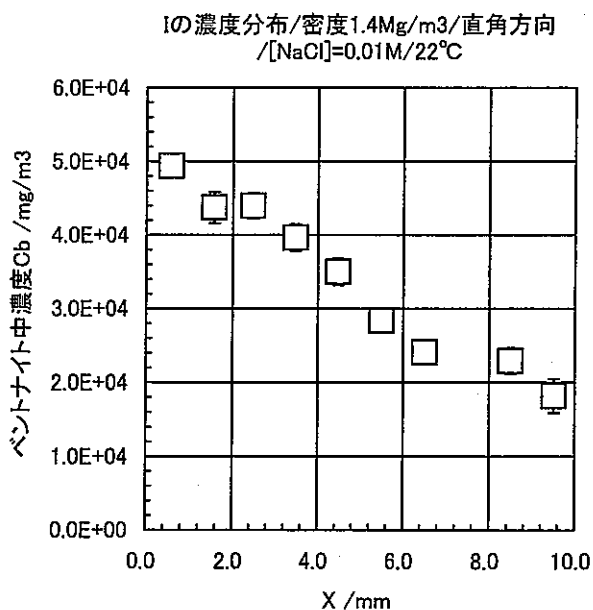
2回目	0.003426				
3回目	0.003713				
平均	0.003515				
S	0.000172				
<濃度>					
1回目	0.110349			9.62E+03	
2回目	0.112198			9.78E+03	
3回目	0.137450			1.20E+04	
平均	0.119999			1.05E+04	
S	0.015141			1.32E+03	
試料名	I1.4A22C051-1	1.17	2.63E-07	1.11E+04	8.94E+02
<強度>					
1回目	0.003668				
2回目	0.003863				
3回目	0.003924				
平均	0.003818				
S	0.000134				
<濃度>					
1回目	0.133505			1.01E+04	
2回目	0.150674			1.14E+04	
3回目	0.156027			1.19E+04	
平均	0.146736			1.11E+04	
S	0.011766			8.94E+02	
試料名	I1.4A22C051-2	0.84	1.89E-07	2.03E+04	7.71E+03
<強度>					
1回目	0.003436				
2回目	0.004472				
3回目	0.005072				
平均	0.004327				
S	0.000828				
<濃度>					
1回目	0.113061			1.20E+04	
2回目	0.204294			2.16E+04	
3回目	0.257121			2.72E+04	
平均	0.191492			2.03E+04	
S	0.072878			7.71E+03	
試料名	I1.4A22C051-3	1.05	2.36E-07	1.14E+04	6.17E+02
<強度>					
1回目	0.003588				
2回目	0.003734				
3回目	0.003728				
平均	0.003683				
S	0.000083				
<濃度>					
1回目	0.126426			1.07E+04	
2回目	0.139334			1.18E+04	
3回目	0.138753			1.17E+04	
平均	0.134838			1.14E+04	
S	0.007290			6.17E+02	
試料名	I1.4A22C051-4	0.98	2.21E-07	1.04E+04	1.10E+03
<強度>					
1回目	0.003520				
2回目	0.003541				
3回目	0.003292				
平均	0.003451				
S	0.000138				
<濃度>					
1回目	0.120439			1.09E+04	
2回目	0.122306			1.11E+04	

3回目	0.100383			9.11E+03	
平均	0.114376			1.04E+04	
S	0.012155			1.10E+03	
試料名	I1.4A22C051-5	0.98	2.21E-07	1.07E+04	1.47E+03
<強度>					
1回目	0.003629				
2回目	0.003283				
3回目	0.003560				
平均	0.003491				
S	0.000184				
<濃度>					
1回目	0.130107			1.18E+04	
2回目	0.099573			9.03E+03	
3回目	0.124032			1.13E+04	
平均	0.117904			1.07E+04	
S	0.016163			1.47E+03	
試料名	I1.4A22C051-6	1.00	2.25E-07	1.09E+04	1.07E+03
<強度>					
1回目	0.003676				
2回目	0.003403				
3回目	0.003550				
平均	0.003543				
S	0.000137				
<濃度>					
1回目	0.134174			1.19E+04	
2回目	0.110138			9.79E+03	
3回目	0.123098			1.09E+04	
平均	0.122470			1.09E+04	
S	0.012031			1.07E+03	
試料名	I1.4A22C051-7	1.05	2.36E-07	9.16E+03	1.16E+03
<強度>					
1回目	0.003201				
2回目	0.003467				
3回目	0.003473				
平均	0.003380				
S	0.000155				
<濃度>					
1回目	0.092388			7.82E+03	
2回目	0.115843			9.81E+03	
3回目	0.116336			9.85E+03	
平均	0.108189			9.16E+03	
S	0.013687			1.16E+03	
試料名	I1.4A22C051-8	1.03	2.32E-07	1.10E+04	1.22E+03
<強度>					
1回目	0.003713				
2回目	0.003417				
3回目	0.003675				
平均	0.003601				
S	0.000161				
<濃度>					
1回目	0.137450			1.19E+04	
2回目	0.111406			9.61E+03	
3回目	0.134086			1.16E+04	
平均	0.127647			1.10E+04	
S	0.014166			1.22E+03	
試料名	I1.4A22C051-9	1.00	2.25E-07	1.22E+04	1.51E+03
<強度>					
1回目	0.003804				

2回目	0.003848				
3回目	0.003493				
平均	0.003715				
S	0.000194				
<濃度>					
1回目	0.145462			1.29E+04	
2回目	0.149336			1.33E+04	
3回目	0.118080			1.05E+04	
平均	0.137626			1.22E+04	
S	0.017038			1.51E+03	
試料名	I1.4A22C051-10	1.00	2.25E-07	1.36E+04	2.05E+03
<強度>					
1回目	0.004158				
2回目	0.003863				
3回目	0.003634				
平均	0.003885				
S	0.000263				
<濃度>					
1回目	0.176612			1.57E+04	
2回目	0.150639			1.34E+04	
3回目	0.130512			1.16E+04	
平均	0.152588			1.36E+04	
S	0.023112			2.05E+03	

Sample No.	Cs11.4A22C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.409
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1349h/56.208d
拡散期間(h)	263.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.59E-11

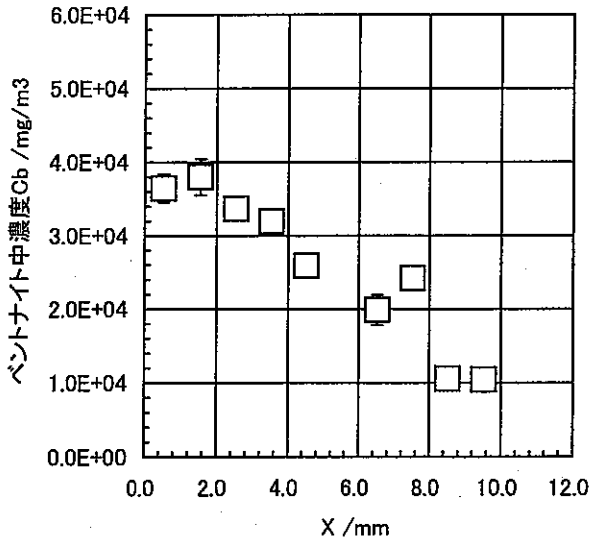
スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.13	0.57	0.3249	4.94E+04	1.06E+03
0.84	1.56	2.4336	4.37E+04	2.12E+03
0.99	2.47	6.1009	4.39E+04	1.72E+03
1.01	3.47	12.0409	3.96E+04	1.82E+03
0.99	4.47	19.9809	3.50E+04	1.82E+03
1.04	5.49	30.1401	2.84E+04	1.70E+03
0.99	6.50	42.2500	2.41E+04	3.32E+02
0.99	7.49	56.1001		
1.01	8.49	72.0801	2.29E+04	1.79E+03
1.01	9.51	90.4401	1.82E+04	2.30E+03



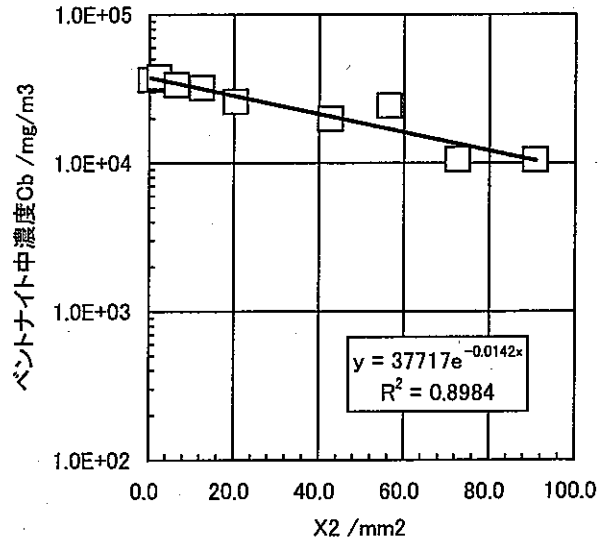
Sample No.	CsI1.4P22C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.412
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1349h/56.208d
拡散期間(h)	264.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.85E-11

スライス厚さ(mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.05	0.52	0.2704	3.65E+04	1.94E+03
1.00	1.54	2.3716	3.80E+04	2.48E+03
1.00	2.54	6.4516	3.37E+04	1.11E+03
0.97	3.53	12.4609	3.19E+04	1.24E+03
1.02	4.52	20.4304	2.59E+04	9.56E+02
1.00	5.53	30.5809		
1.00	6.53	42.6409	1.99E+04	2.04E+03
1.00	7.52	56.5504	2.43E+04	9.35E+02
1.00	8.52	72.5904	1.06E+04	2.95E+02
1.02	9.53	90.8209	1.05E+04	1.32E+03

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/22°C



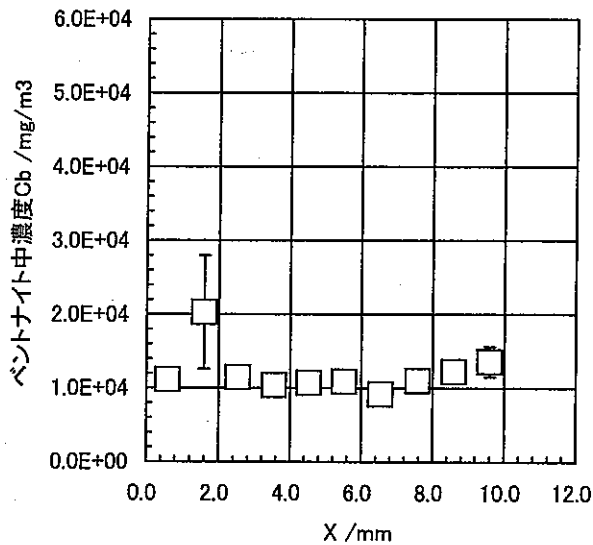
Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/22°C



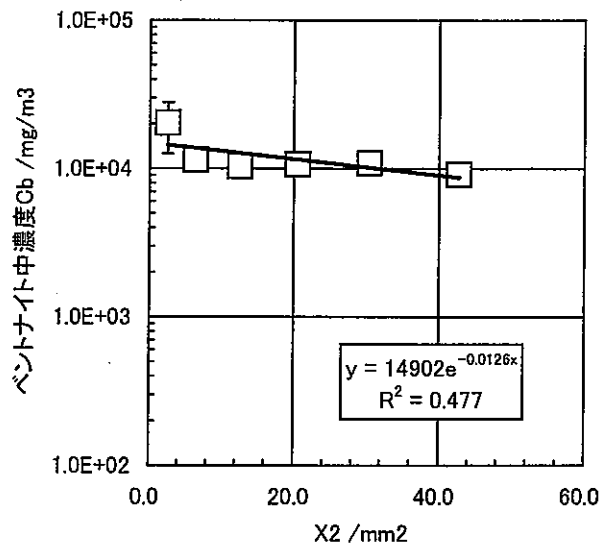
Sample No.	CsI1.4A22C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.411
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1349.5h/56.229d
拡散期間(h)	264.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	2.09E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.17	0.59	0.3481	1.11E+04	8.94E+02
0.84	1.59	2.5281	2.03E+04	7.71E+03
1.05	2.53	6.4009	1.14E+04	6.17E+02
0.98	3.55	12.6025	1.04E+04	1.10E+03
0.98	4.53	20.5209	1.07E+04	1.47E+03
1.00	5.52	30.4704	1.09E+04	1.07E+03
1.05	6.54	42.7716	9.16E+03	1.16E+03
1.03	7.58	57.4564	1.10E+04	1.22E+03
1.00	8.60	73.9600	1.22E+04	1.51E+03
1.00	9.60	92.1600	1.36E+04	2.05E+03

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.51M/22°C



Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.51M/22°C



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

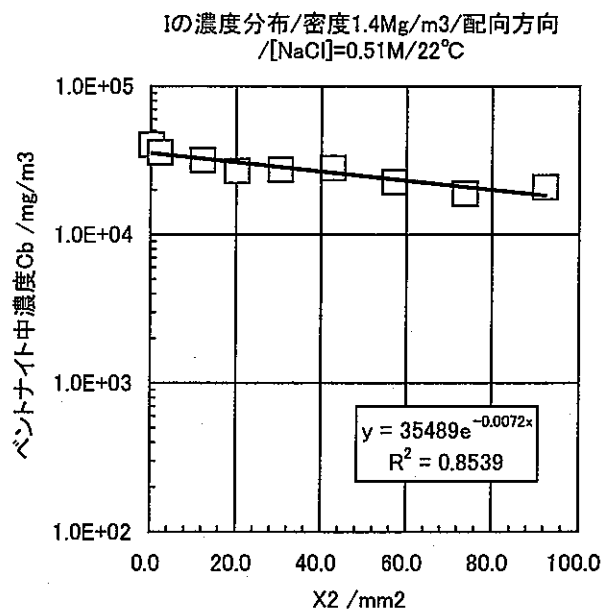
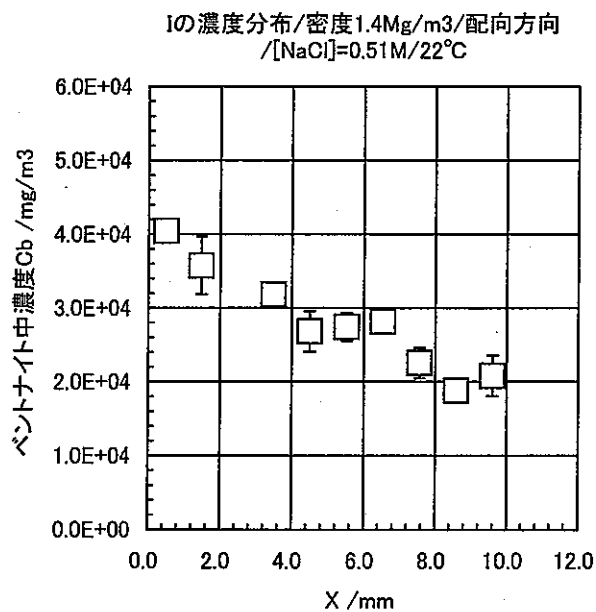
試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.003163				
2回目	0.003087				
3回目	0.003301				
平均	0.003184				
S	0.000108				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.008772				
2回目	0.008641				
3回目	0.007896				
平均	0.008437				
S	0.000472				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.012050				
2回目	0.012443				
3回目	0.012811				
平均	0.012435				
S	0.000380				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.055733				
2回目	0.054198				
3回目	0.054555				
平均	0.054829				
S	0.000803				
試料名	I1.4P22C051-1	0.98	2.21E-07	4.04E+04	1.62E+03
<強度>					
1回目	0.006562				
2回目	0.006739				
3回目	0.006939				
平均	0.006747				
S	0.000188				
<濃度>					
1回目	0.428037			3.88E+04	
2回目	0.444774			4.03E+04	
3回目	0.463709			4.21E+04	
平均	0.445507			4.04E+04	
S	0.017847			1.62E+03	
試料名	I1.4P22C051-2	0.98	2.21E-07	3.57E+04	3.92E+03
<強度>					
1回目	0.005751				

2回目	0.006193				
3回目	0.006663				
平均	0.006202				
S	0.000456				
<濃度>					
1回目	0.351177			3.19E+04	
2回目	0.393085			3.57E+04	
3回目	0.437552			3.97E+04	
平均	0.393938			3.57E+04	
S	0.043194			3.92E+03	
試料名	I1.4P22C051-3	1.01	2.27E-07	2.33E+04	1.88E+03
<強度>					
1回目	0.005043				
2回目	0.004599				
3回目	0.004887				
平均	0.004843				
S	0.000225				
<濃度>					
1回目	0.284022			2.50E+04	
2回目	0.242000			2.13E+04	
3回目	0.269238			2.37E+04	
平均	0.265087			2.33E+04	
S	0.021316			1.88E+03	
試料名	I1.4P22C051-4	1.03	2.32E-07	3.18E+04	7.48E+02
<強度>					
1回目	0.005830				
2回目	0.005989				
3回目	0.005987				
平均	0.005935				
S	0.000091				
<濃度>					
1回目	0.358607			3.09E+04	
2回目	0.373752			3.23E+04	
3回目	0.373486			3.22E+04	
平均	0.368615			3.18E+04	
S	0.008668			7.48E+02	
試料名	I1.4P22C051-5	1.01	2.27E-07	2.68E+04	2.73E+03
<強度>					
1回目	0.005305				
2回目	0.005563				
3回目	0.004912				
平均	0.005260				
S	0.000328				
<濃度>					
1回目	0.308928			2.72E+04	
2回目	0.333341			2.93E+04	
3回目	0.271664			2.39E+04	
平均	0.304644			2.68E+04	
S	0.031061			2.73E+03	
試料名	I1.4P22C051-6	1.03	2.32E-07	2.74E+04	1.91E+03
<強度>					
1回目	0.005659				
2回目	0.005314				
3回目	0.005213				
平均	0.005395				
S	0.000234				
<濃度>					
1回目	0.342420			2.96E+04	
2回目	0.309724			2.67E+04	

3回目	0.300133			2.59E+04	
平均	0.317426			2.74E+04	
S	0.022171			1.91E+03	
試料名	II.4P22C051-7	1.01	2.27E-07	2.81E+04	1.12E+03
<強度>					
1回目	0.005396				
2回目	0.005556				
3回目	0.005290				
平均	0.005414				
S	0.000134				
<濃度>					
1回目	0.317552			2.79E+04	
2回目	0.332716			2.93E+04	
3回目	0.307487			2.71E+04	
平均	0.319252			2.81E+04	
S	0.012700			1.12E+03	
試料名	II.4P22C051-8	1.03	2.32E-07	2.25E+04	2.07E+03
<強度>					
1回目	0.004632				
2回目	0.004675				
3回目	0.005091				
平均	0.004799				
S	0.000253				
<濃度>					
1回目	0.245128			2.12E+04	
2回目	0.249184			2.15E+04	
3回目	0.288609			2.49E+04	
平均	0.260974			2.25E+04	
S	0.024019			2.07E+03	
試料名	II.4P22C051-9	1.03	2.32E-07	1.88E+04	6.14E+02
<強度>					
1回目	0.004300				
2回目	0.004302				
3回目	0.004431				
平均	0.004344				
S	0.000075				
<濃度>					
1回目	0.213645			1.84E+04	
2回目	0.213834			1.85E+04	
3回目	0.226060			1.95E+04	
平均	0.217846			1.88E+04	
S	0.007114			6.14E+02	
試料名	II.4P22C051-10	1.01	2.27E-07	2.08E+04	2.72E+03
<強度>					
1回目	0.004878				
2回目	0.004512				
3回目	0.004227				
平均	0.004539				
S	0.000326				
<濃度>					
1回目	0.268423			2.36E+04	
2回目	0.233774			2.06E+04	
3回目	0.206745			1.82E+04	
平均	0.236314			2.08E+04	
S	0.030917			2.72E+03	

Sample No.	Cs1.4P22C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.401
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1349.5h/56.229d
拡散期間(h)	264.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	3.65E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.98	0.49	0.2401	4.04E+04	1.62E+03
0.98	1.47	2.1609	3.57E+04	3.92E+03
1.01	2.47	6.1009		
1.03	3.49	12.1801	3.18E+04	7.48E+02
1.01	4.50	20.2500	2.68E+04	2.73E+03
1.03	5.52	30.4704	2.74E+04	1.91E+03
1.01	6.54	42.7716	2.81E+04	1.12E+03
1.03	7.56	57.1536	2.25E+04	2.07E+03
1.03	8.59	73.7881	1.88E+04	6.14E+02
1.01	9.61	92.3521	2.08E+04	2.72E+03



元素	i
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.002523				
2回目	0.002584				
3回目	0.002667				
平均	0.002591				
S	0.000072				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.006995				
2回目	0.007434				
3回目	0.007278				
平均	0.007236				
S	0.000223				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.012085				
2回目	0.011888				
3回目	0.012171				
平均	0.012048				
S	0.000145				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.050562				
2回目	0.050668				
3回目	0.050209				
平均	0.050480				
S	0.000240				
試料名	I0.9A60C001-1	0.89	2.00E-07	2.36E+04	1.99E+03
<強度>					
1回目	0.004636				
2回目	0.004254				
3回目	0.004390				
平均	0.004427				
S	0.000193				
<濃度>					
1回目	0.257412			2.57E+04	
2回目	0.218006			2.18E+04	
3回目	0.232091			2.32E+04	
平均	0.235836			2.36E+04	
S	0.019968			1.99E+03	
試料名	I0.9A60C001-2	0.98	2.21E-07	2.16E+04	1.85E+03
<強度>					
1回目	0.004348				

2回目	0.004328				
3回目	0.004679				
平均	0.004452				
S	0.000197				
<濃度>					
1回目	0.227733			2.07E+04	
2回目	0.225606			2.05E+04	
3回目	0.261915			2.38E+04	
平均	0.238418			2.16E+04	
S	0.020376			1.85E+03	
試料名	I0.9A60C001-3	0.98	2.21E-07	2.68E+04	1.96E+03
<強度>					
1回目	0.005250				
2回目	0.004888				
3回目	0.004889				
平均	0.005009				
S	0.000209				
<濃度>					
1回目	0.320839			2.91E+04	
2回目	0.283435			2.57E+04	
3回目	0.283559			2.57E+04	
平均	0.295945			2.68E+04	
S	0.021559			1.96E+03	
試料名	I0.9A60C001-4	1.04	2.34E-07	2.77E+04	1.31E+03
<強度>					
1回目	0.005175				
2回目	0.005449				
3回目	0.005217				
平均	0.005280				
S	0.000148				
<濃度>					
1回目	0.313073			2.68E+04	
2回目	0.341430			2.92E+04	
3回目	0.317410			2.71E+04	
平均	0.323971			2.77E+04	
S	0.015275			1.31E+03	
試料名	I0.9A60C001-5	1.01	2.27E-07	2.51E+04	3.26E+02
<強度>					
1回目	0.004946				
2回目	0.004888				
3回目	0.004880				
平均	0.004904				
S	0.000036				
<濃度>					
1回目	0.289425			2.55E+04	
2回目	0.283456			2.49E+04	
3回目	0.282630			2.49E+04	
平均	0.285170			2.51E+04	
S	0.003708			3.26E+02	
試料名	I0.9A60C001-6	1.04	2.34E-07	1.81E+04	2.66E+02
<強度>					
1回目	0.004181				
2回目	0.004167				
3回目	0.004225				
平均	0.004191				
S	0.000030				
<濃度>					
1回目	0.210488			1.80E+04	
2回目	0.208980			1.79E+04	

3回目	0.214970			1.84E+04	
平均	0.211479			1.81E+04	
S	0.003115			2.66E+02	
試料名	I0.9A60C001-7	1.04	2.34E-07	2.39E+04	1.26E+03
<強度>					
1回目	0.004795				
2回目	0.004740				
3回目	0.005010				
平均	0.004848				
S	0.000142				
<濃度>					
1回目	0.273914			2.34E+04	
2回目	0.268214			2.29E+04	
3回目	0.296055			2.53E+04	
平均	0.279394			2.39E+04	
S	0.014707			1.26E+03	
試料名	I0.9A60C001-8	1.04	2.34E-07	2.40E+04	1.99E+02
<強度>					
1回目	0.004880				
2回目	0.004841				
3回目	0.004881				
平均	0.004867				
S	0.000023				
<濃度>					
1回目	0.282630			2.42E+04	
2回目	0.278665			2.38E+04	
3回目	0.282775			2.42E+04	
平均	0.281356			2.40E+04	
S	0.002332			1.99E+02	
試料名	I0.9A60C001-9	1.04	2.34E-07	2.49E+04	1.35E+03
<強度>					
1回目	0.005072				
2回目	0.004794				
3回目	0.005042				
平均	0.004969				
S	0.000153				
<濃度>					
1回目	0.302499			2.59E+04	
2回目	0.273770			2.34E+04	
3回目	0.299339			2.56E+04	
平均	0.291869			2.49E+04	
S	0.015754			1.35E+03	
試料名	I0.9A60C001-10	1.10	2.48E-07	2.37E+04	1.26E+03
<強度>					
1回目	0.005143				
2回目	0.004843				
3回目	0.004954				
平均	0.004980				
S	0.000152				
<濃度>					
1回目	0.309789			2.50E+04	
2回目	0.278830			2.25E+04	
3回目	0.290313			2.35E+04	
平均	0.292977			2.37E+04	
S	0.015651			1.26E+03	
試料名	I0.9P60C001-1	1.08	2.43E-07	2.67E+04	1.82E+03
<強度>					
1回目	0.005529				

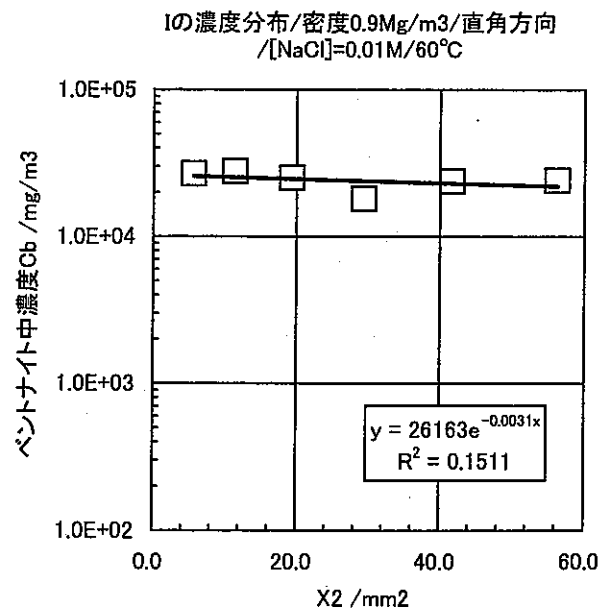
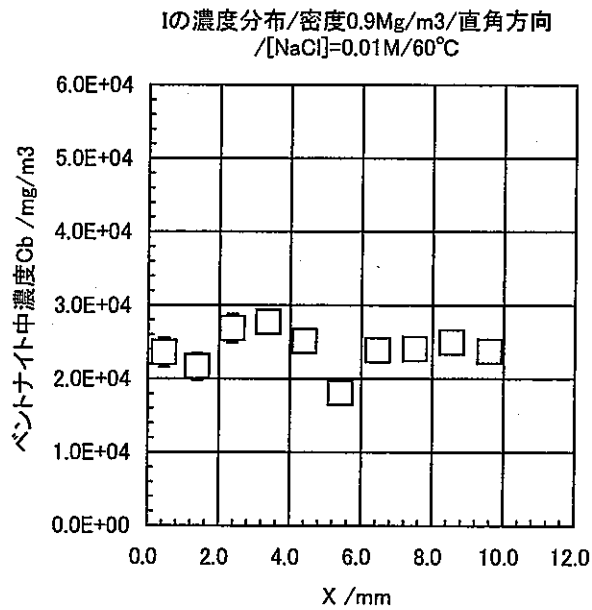
2回目	0.005153				
3回目	0.005165				
平均	0.005282				
S	0.000214				
<濃度>					
1回目	0.349650			2.88E+04	
2回目	0.310801			2.56E+04	
3回目	0.312102			2.57E+04	
平均	0.324185			2.67E+04	
S	0.022063			1.82E+03	
試料名	I0.9P60C001-2	0.97	2.18E-07	3.03E+04	1.33E+03
<強度>					
1回目	0.005188				
2回目	0.005425				
3回目	0.005437				
平均	0.005350				
S	0.000140				
<濃度>					
1回目	0.314436			2.88E+04	
2回目	0.338890			3.11E+04	
3回目	0.340191			3.12E+04	
平均	0.331172			3.03E+04	
S	0.014508			1.33E+03	
試料名	I0.9P60C001-3	1.00	2.25E-07	3.24E+04	1.01E+03
<強度>					
1回目	0.005760				
2回目	0.005547				
3回目	0.005703				
平均	0.005670				
S	0.000110				
<濃度>					
1回目	0.373505			3.32E+04	
2回目	0.351509			3.12E+04	
3回目	0.367619			3.27E+04	
平均	0.364211			3.24E+04	
S	0.011387			1.01E+03	
試料名	I0.9P60C001-4	1.03	2.32E-07	2.73E+04	9.94E+02
<強度>					
1回目	0.005077				
2回目	0.005271				
3回目	0.005268				
平均	0.005205				
S	0.000112				
<濃度>					
1回目	0.302953			2.61E+04	
2回目	0.323069			2.79E+04	
3回目	0.322739			2.79E+04	
平均	0.316254			2.73E+04	
S	0.011520			9.94E+02	
試料名	I0.9P60C001-5	1.00	2.25E-07	2.95E+04	6.14E+02
<強度>					
1回目	0.005309				
2回目	0.005434				
3回目	0.005330				
平均	0.005358				
S	0.000067				
<濃度>					
1回目	0.326911			2.91E+04	
2回目	0.339840			3.02E+04	

3回目	0.329162			2.93E+04	
平均	0.331971			2.95E+04	
S	0.006907			6.14E+02	
試料名	10.9P60C001-6	1.05	2.36E-07	1.98E+04	1.20E+03
<強度>					
1回目	0.004449				
2回目	0.004514				
3回目	0.004251				
平均	0.004405				
S	0.000137				
<濃度>					
1回目	0.238143			2.02E+04	
2回目	0.244834			2.07E+04	
3回目	0.217716			1.84E+04	
平均	0.233564			1.98E+04	
S	0.014127			1.20E+03	
試料名	10.9P60C001-7	1.11	2.50E-07	2.88E+04	7.41E+02
<強度>					
1回目	0.005652				
2回目	0.005688				
3回目	0.005518				
平均	0.005620				
S	0.000090				
<濃度>					
1回目	0.362414			2.90E+04	
2回目	0.366132			2.93E+04	
3回目	0.348576			2.79E+04	
平均	0.359041			2.88E+04	
S	0.009251			7.41E+02	
試料名	10.9P60C001-8	1.13	2.54E-07	2.80E+04	1.12E+03
<強度>					
1回目	0.005698				
2回目	0.005650				
3回目	0.005438				
平均	0.005595				
S	0.000138				
<濃度>					
1回目	0.367102			2.89E+04	
2回目	0.362125			2.85E+04	
3回目	0.340315			2.68E+04	
平均	0.356514			2.80E+04	
S	0.014248			1.12E+03	
試料名	10.9P60C001-9	1.11	2.50E-07	2.77E+04	4.61E+02
<強度>					
1回目	0.005442				
2回目	0.005469				
3回目	0.005549				
平均	0.005487				
S	0.000056				
<濃度>					
1回目	0.340666			2.73E+04	
2回目	0.343454			2.75E+04	
3回目	0.351736			2.82E+04	
平均	0.345285			2.77E+04	
S	0.005758			4.61E+02	
試料名	10.9P60C001-10	1.13	2.54E-07	2.62E+04	2.26E+03
<強度>					
1回目	0.005112				

2回目	0.005664				
3回目	0.005334				
平均	0.005370				
S	0.000278				
<濃度>					
1回目	0.306650			2.41E+04	
2回目	0.363633			2.86E+04	
3回目	0.329534			2.59E+04	
平均	0.333272			2.62E+04	
S	0.028675			2.26E+03	

Sample No.	CsI0.9A60C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥密密度(Mg/m ³)	0.904
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1847.5h/76.979d
拡散期間(h)	72.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	3.11E-10

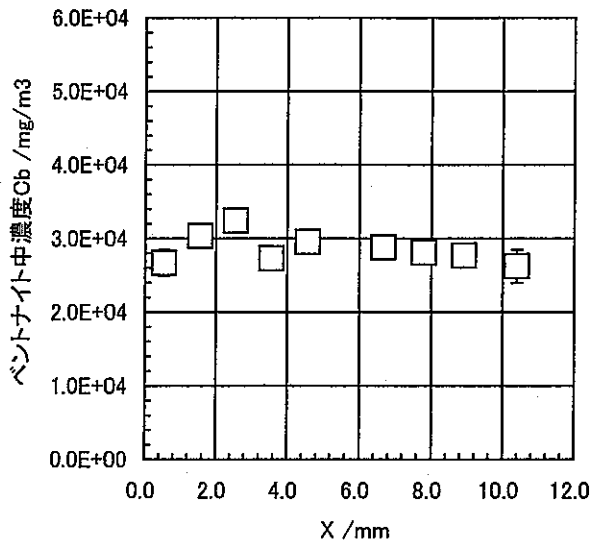
スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.89	0.45	0.2025	2.36E+04	1.99E+03
0.98	1.38	1.9044	2.16E+04	1.85E+03
0.98	2.37	5.6169	2.68E+04	1.96E+03
1.04	3.38	11.4244	2.77E+04	1.31E+03
1.01	4.40	19.3600	2.51E+04	3.26E+02
1.04	5.42	29.3764	1.81E+04	2.66E+02
1.04	6.46	41.7316	2.39E+04	1.26E+03
1.04	7.50	56.2500	2.40E+04	1.99E+02
1.04	8.54	72.9316	2.49E+04	1.35E+03
1.10	9.61	92.3521	2.37E+04	1.26E+03



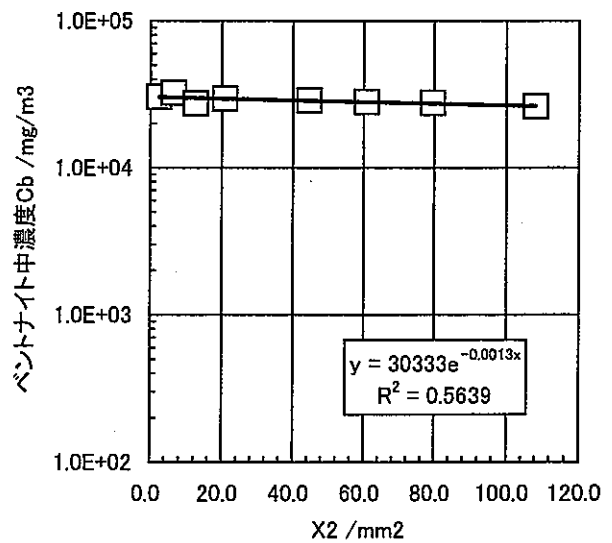
Sample No.	CsI0.9P60C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.037
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1847.5h/76.979d
拡散期間(h)	72.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	7.37E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.08	0.54	0.2916	2.67E+04	1.82E+03
0.97	1.56	2.4336	3.03E+04	1.33E+03
1.00	2.55	6.5025	3.24E+04	1.01E+03
1.03	3.56	12.6736	2.73E+04	9.94E+02
1.00	4.57	20.8849	2.95E+04	6.14E+02
1.05	5.60	31.3600		
1.11	6.68	44.6224	2.88E+04	7.41E+02
1.13	7.80	60.8400	2.80E+04	1.12E+03
1.11	8.92	79.5664	2.77E+04	4.61E+02
1.13	10.40	108.1600	2.62E+04	2.26E+03

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/60°C



Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/60°C



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.002837				
2回目	0.003095				
3回目	0.003174				
平均	0.003035				
S	0.000176				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.006022				
2回目	0.006079				
3回目	0.005649				
平均	0.005917				
S	0.000234				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.011714				
2回目	0.011302				
3回目	0.011068				
平均	0.011361				
S	0.000327				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.046989				
2回目	0.047119				
3回目	0.048014				
平均	0.047374				
S	0.000558				
試料名	I1.4P60C051-1	0.92	2.07E-07	3.23E+04	2.08E+03
<強度>					
1回目	0.005118				
2回目	0.005506				
3回目	0.005298				
平均	0.005307				
S	0.000194				
<濃度>					
1回目	0.313112			3.03E+04	
2回目	0.356105			3.44E+04	
3回目	0.333068			3.22E+04	
平均	0.334095			3.23E+04	
S	0.021515			2.08E+03	
試料名	I1.4P60C051-2	1.02	2.30E-07	2.13E+04	6.08E+02
<強度>					
1回目	0.004519				

2回目	0.004549				
3回目	0.004428				
平均	0.004498				
S	0.000063				
<濃度>					
1回目	0.246684			2.15E+04	
2回目	0.249965			2.18E+04	
3回目	0.236573			2.06E+04	
平均	0.244407			2.13E+04	
S	0.006980			6.08E+02	
試料名	I1.4P60C051-3	1.02	2.30E-07	2.24E+04	1.07E+03
<強度>					
1回目	0.004745				
2回目	0.004559				
3回目	0.004546				
平均	0.004617				
S	0.000111				
<濃度>					
1回目	0.271694			2.37E+04	
2回目	0.251140			2.19E+04	
3回目	0.249655			2.18E+04	
平均	0.257496			2.24E+04	
S	0.012318			1.07E+03	
試料名	I1.4P60C051-4	0.99	2.23E-07	2.32E+04	1.77E+03
<強度>					
1回目	0.004432				
2回目	0.004680				
3回目	0.004776				
平均	0.004629				
S	0.000177				
<濃度>					
1回目	0.237061			2.13E+04	
2回目	0.264555			2.38E+04	
3回目	0.275175			2.47E+04	
平均	0.258930			2.32E+04	
S	0.019670			1.77E+03	
試料名	I1.4P60C051-5	1.06	2.39E-07	1.09E+04	1.09E+03
<強度>					
1回目	0.003591				
2回目	0.003460				
3回目	0.003356				
平均	0.003469				
S	0.000118				
<濃度>					
1回目	0.143825			1.21E+04	
2回目	0.129258			1.08E+04	
3回目	0.117795			9.88E+03	
平均	0.130293			1.09E+04	
S	0.013046			1.09E+03	
試料名	I1.4P60C051-6	0.94	2.12E-07	2.33E+04	6.08E+02
<強度>					
1回目	0.004451				
2回目	0.004563				
3回目	0.004535				
平均	0.004516				
S	0.000058				
<濃度>					
1回目	0.239189			2.26E+04	
2回目	0.251562			2.38E+04	

3回目	0.248435			2.35E+04	
平均	0.246395			2.33E+04	
S	0.006433			6.08E+02	
試料名	I1.4P60C051-7	1.04	2.34E-07	2.11E+04	2.11E+03
<強度>					
1回目	0.004778				
2回目	0.004423				
3回目	0.004369				
平均	0.004524				
S	0.000222				
<濃度>					
1回目	0.275441			2.35E+04	
2回目	0.236063			2.02E+04	
3回目	0.230054			1.97E+04	
平均	0.247186			2.11E+04	
S	0.024653			2.11E+03	
試料名	I1.4P60C051-8	1.04	2.34E-07	2.04E+04	1.62E+03
<強度>					
1回目	0.004394				
2回目	0.004642				
3回目	0.004314				
平均	0.004450				
S	0.000171				
<濃度>					
1回目	0.232804			1.99E+04	
2回目	0.260275			2.22E+04	
3回目	0.223957			1.91E+04	
平均	0.239012			2.04E+04	
S	0.018939			1.62E+03	
試料名	I1.4P60C051-9	1.02	2.30E-07	1.42E+04	1.31E+03
<強度>					
1回目	0.003661				
2回目	0.003916				
3回目	0.003708				
平均	0.003782				
S	0.000136				
<濃度>					
1回目	0.151564			1.32E+04	
2回目	0.179833			1.57E+04	
3回目	0.156796			1.37E+04	
平均	0.162731			1.42E+04	
S	0.015040			1.31E+03	
試料名	I1.4P60C051-10	1.04	2.34E-07	1.87E+04	1.58E+03
<強度>					
1回目	0.004456				
2回目	0.004154				
3回目	0.004181				
平均	0.004264				
S	0.000167				
<濃度>					
1回目	0.239677			2.05E+04	
2回目	0.206241			1.76E+04	
3回目	0.209190			1.79E+04	
平均	0.218369			1.87E+04	
S	0.018512			1.58E+03	
試料名	I0.9A60C051-1	1.01	2.27E-07	2.39E+04	2.29E+03
<強度>					
1回目	0.004777				

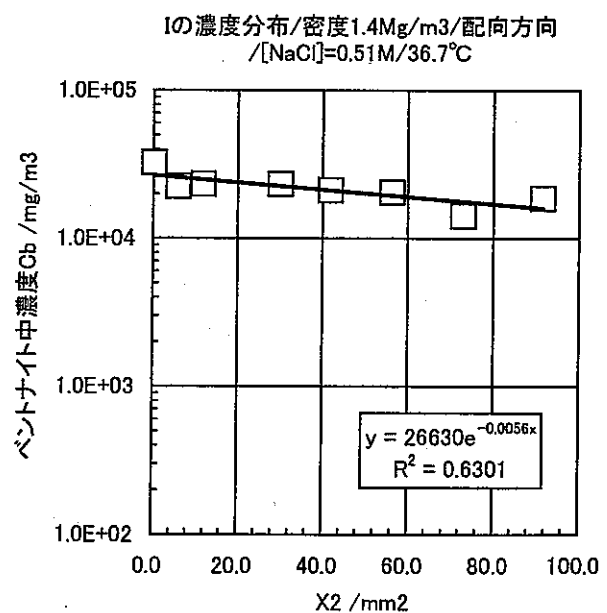
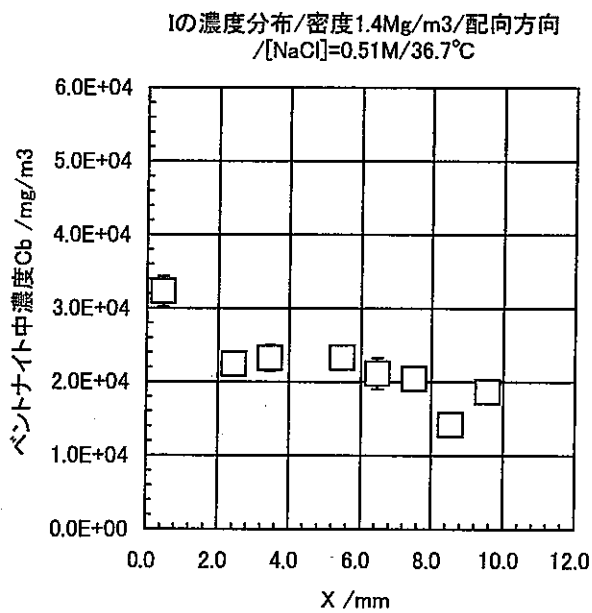
2回目	0.004961				
3回目	0.004495				
平均	0.004744				
S	0.000235				
<濃度>					
1回目	0.275308			2.42E+04	
2回目	0.295663			2.60E+04	
3回目	0.243979			2.15E+04	
平均	0.271650			2.39E+04	
S	0.026036			2.29E+03	
試料名	I0.9A60C051-2	0.95	2.14E-07	1.65E+04	2.37E+03
<強度>					
1回目	0.003703				
2回目	0.003814				
3回目	0.004143				
平均	0.003887				
S	0.000228				
<濃度>					
1回目	0.156264			1.46E+04	
2回目	0.168526			1.58E+04	
3回目	0.204955			1.92E+04	
平均	0.176582			1.65E+04	
S	0.025325			2.37E+03	
試料名	I0.9A60C051-3	1.07	2.41E-07	2.15E+04	1.02E+03
<強度>					
1回目	0.004672				
2回目	0.004708				
3回目	0.004500				
平均	0.004627				
S	0.000111				
<濃度>					
1回目	0.263690			2.19E+04	
2回目	0.267637			2.22E+04	
3回目	0.244622			2.03E+04	
平均	0.258649			2.15E+04	
S	0.012308			1.02E+03	
試料名	I0.9A60C051-4	1.09	2.45E-07	1.80E+04	4.97E+02
<強度>					
1回目	0.004254				
2回目	0.004349				
3回目	0.004253				
平均	0.004285				
S	0.000055				
<濃度>					
1回目	0.217305			1.77E+04	
2回目	0.227793			1.86E+04	
3回目	0.217172			1.77E+04	
平均	0.220757			1.80E+04	
S	0.006094			4.97E+02	
試料名	I0.9A60C051-5	1.12	2.52E-07	5.61E+03	1.15E+03
<強度>					
1回目	0.003063				
2回目	0.002929				
3回目	0.002802				
平均	0.002931				
S	0.000130				
<濃度>					
1回目	0.085223			6.76E+03	
2回目	0.070457			5.59E+03	

3回目	0.056355			4.47E+03	
平均	0.070678			5.61E+03	
S	0.014436			1.15E+03	
試料名	I0.9A60C051-6	1.15	2.59E-07	8.26E+01	1.43E+02
<強度>					
1回目	0.002193				
2回目	0.002323				
3回目	0.001936				
平均	0.002151				
S	0.000197				
<濃度>					
1回目	0.000000			0.00E+00	
2回目	0.003207			2.48E+02	
3回目	0.000000			0.00E+00	
平均	0.001069			8.26E+01	
S	0.001852			1.43E+02	
試料名	I0.9A60C051-7	1.09	2.45E-07	2.23E+04	3.04E+02
<強度>					
1回目	0.004799				
2回目	0.004732				
3回目	0.004766				
平均	0.004766				
S	0.000034				
<濃度>					
1回目	0.277725			2.26E+04	
2回目	0.270275			2.20E+04	
3回目	0.274067			2.24E+04	
平均	0.274022			2.23E+04	
S	0.003725			3.04E+02	
試料名	I0.9A60C051-8	1.21	2.72E-07	1.07E+04	1.02E+03
<強度>					
1回目	0.003572				
2回目	0.003747				
3回目	0.003505				
平均	0.003608				
S	0.000125				
<濃度>					
1回目	0.141675			1.04E+04	
2回目	0.161053			1.18E+04	
3回目	0.134269			9.86E+03	
平均	0.145666			1.07E+04	
S	0.013831			1.02E+03	
試料名	I0.9A60C051-9	1.12	2.52E-07	1.84E+04	1.05E+03
<強度>					
1回目	0.004252				
2回目	0.004478				
3回目	0.004433				
平均	0.004388				
S	0.000120				
<濃度>					
1回目	0.217083			1.72E+04	
2回目	0.242183			1.92E+04	
3回目	0.237105			1.88E+04	
平均	0.232124			1.84E+04	
S	0.013270			1.05E+03	
試料名	I0.9A60C051-10	1.30	2.93E-07	1.07E+04	1.48E+03
<強度>					
1回目	0.003924				

2回目	0.003554				
3回目	0.003632				
平均	0.003703				
S	0.000195				
<濃度>					
1回目	0.180698			1.24E+04	
2回目	0.139657			9.55E+03	
3回目	0.148326			1.01E+04	
平均	0.156227			1.07E+04	
S	0.021631			1.48E+03	

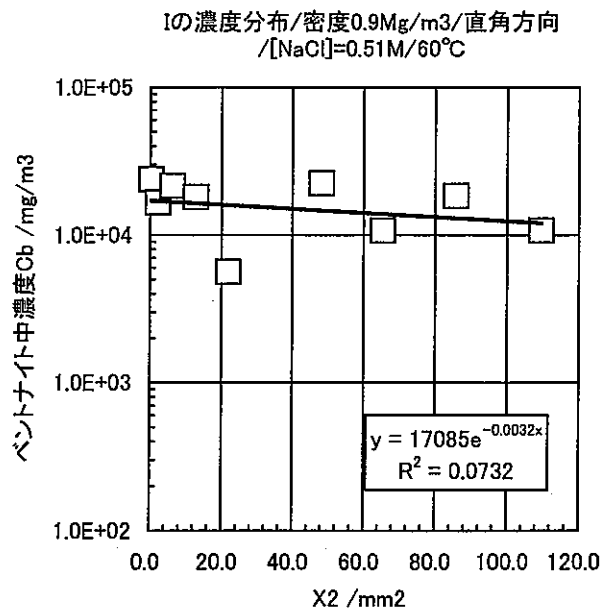
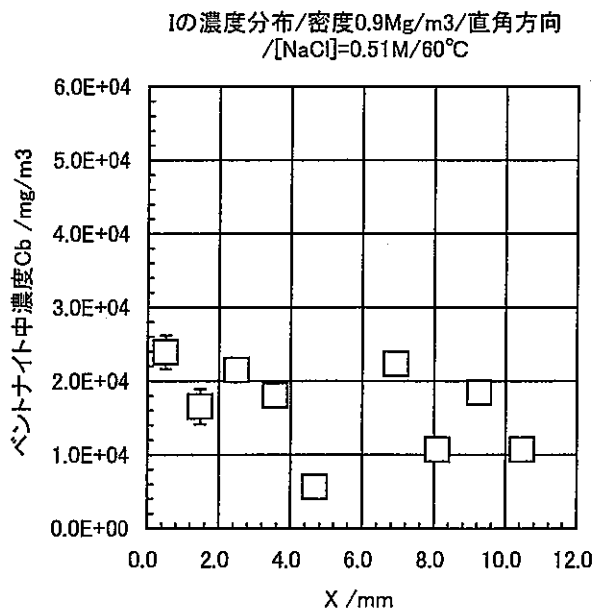
Sample No.	Cs11.4P60C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.400
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1320h/55d
拡散期間(h)	148.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	8.35E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.92	0.46	0.2116	3.23E+04	2.08E+03
1.02	1.43	2.0449		
1.02	2.44	5.9536	2.24E+04	1.07E+03
0.99	3.45	11.9025	2.32E+04	1.77E+03
1.06	4.48	20.0704		
0.94	5.48	30.0304	2.33E+04	6.08E+02
1.04	6.47	41.8609	2.11E+04	2.11E+03
1.04	7.51	56.4001	2.04E+04	1.62E+03
1.02	8.54	72.9316	1.42E+04	1.31E+03
1.04	9.57	91.5849	1.87E+04	1.58E+03



Sample No.	CsI0.9A60C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	0.904
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1848h/77d
拡散期間(h)	72.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	2.99E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.01	0.50	0.2500	2.39E+04	2.29E+03
0.95	1.48	2.1904	1.65E+04	2.37E+03
1.07	2.49	6.2001	2.15E+04	1.02E+03
1.09	3.57	12.7449	1.80E+04	4.97E+02
1.12	4.68	21.9024	5.61E+03	1.15E+03
1.15	5.82	33.8724		
1.09	6.94	48.1636	2.23E+04	3.04E+02
1.21	8.09	65.4481	1.07E+04	1.02E+03
1.12	9.26	85.7476	1.84E+04	1.05E+03
1.30	10.47	109.6209	1.07E+04	1.48E+03



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.004162				
2回目	0.003772				
3回目	0.004239				
平均	0.004058				
S	0.000250				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.009352				
2回目	0.009271				
3回目	0.009403				
平均	0.009342				
S	0.000067				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.013185				
2回目	0.013129				
3回目	0.013408				
平均	0.013241				
S	0.000148				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.052337				
2回目	0.052095				
3回目	0.051050				
平均	0.051827				
S	0.000684				
試料名	I0.9P60C051-1	1.05	2.36E-07	3.33E+04	6.37E+02
<強度>					
1回目	0.007128				
2回目	0.007219				
3回目	0.007272				
平均	0.007206				
S	0.000073				
<濃度>					
1回目	0.385537			3.26E+04	
2回目	0.394983			3.34E+04	
3回目	0.400408			3.39E+04	
平均	0.393643			3.33E+04	
S	0.007525			6.37E+02	
試料名	I0.9P60C051-2	0.94	2.12E-07	2.83E+04	6.65E+02
<強度>					
1回目	0.006314				

2回目	0.006213				
3回目	0.006343				
平均	0.006290				
S	0.000068				
<濃度>					
1回目	0.301616			2.85E+04	
2回目	0.291179			2.75E+04	
3回目	0.304565			2.88E+04	
平均	0.299120			2.83E+04	
S	0.007033			6.65E+02	
試料名	10.9P60C051-3	0.97	2.18E-07	3.07E+04	1.18E+03
<強度>					
1回目	0.006512				
2回目	0.006762				
3回目	0.006645				
平均	0.006640				
S	0.000125				
<濃度>					
1回目	0.322034			2.95E+04	
2回目	0.347835			3.19E+04	
3回目	0.335708			3.08E+04	
平均	0.335192			3.07E+04	
S	0.012908			1.18E+03	
試料名	10.9P60C051-4	1.13	2.54E-07	2.79E+04	2.94E+03
<強度>					
1回目	0.006632				
2回目	0.006611				
3回目	0.007249				
平均	0.006830				
S	0.000363				
<濃度>					
1回目	0.334388			2.63E+04	
2回目	0.332202			2.61E+04	
3回目	0.398015			3.13E+04	
平均	0.354868			2.79E+04	
S	0.037382			2.94E+03	
試料名	10.9P60C051-5	1.16	2.61E-07	3.68E+03	1.91E+02
<強度>					
1回目	0.003876				
2回目	0.003829				
3回目	0.003860				
平均	0.003855				
S	0.000024				
<濃度>					
1回目	0.050242			3.85E+03	
2回目	0.045333			3.47E+03	
3回目	0.048571			3.72E+03	
平均	0.048049			3.68E+03	
S	0.002496			1.91E+02	
試料名	10.9P60C051-6	1.16	2.61E-07	4.69E+03	1.09E+03
<強度>					
1回目	0.004138				
2回目	0.003938				
3回目	0.003873				
平均	0.003983				
S	0.000138				
<濃度>					
1回目	0.077178			5.91E+03	
2回目	0.056636			4.34E+03	

3回目	0.049933			3.83E+03	
平均	0.061249			4.69E+03	
S	0.014196			1.09E+03	
試料名	I0.9P60C051-7	1.16	2.61E-07	2.78E+04	1.02E+03
<強度>					
1回目	0.006847				
2回目	0.006813				
3回目	0.007052				
平均	0.006904				
S	0.000129				
<濃度>					
1回目	0.356560			2.73E+04	
2回目	0.353115			2.71E+04	
3回目	0.377762			2.89E+04	
平均	0.362479			2.78E+04	
S	0.013347			1.02E+03	
試料名	I0.9P60C051-8	1.16	2.61E-07	2.18E+04	2.87E+03
<強度>					
1回目	0.006556				
2回目	0.005854				
3回目	0.006044				
平均	0.006152				
S	0.000363				
<濃度>					
1回目	0.326613			2.50E+04	
2回目	0.254179			1.95E+04	
3回目	0.273813			2.10E+04	
平均	0.284868			2.18E+04	
S	0.037461			2.87E+03	
試料名	I0.9P60C051-9	1.16	2.61E-07	2.47E+04	7.90E+02
<強度>					
1回目	0.006629				
2回目	0.006473				
3回目	0.006442				
平均	0.006514				
S	0.000100				
<濃度>					
1回目	0.334058			2.56E+04	
2回目	0.317992			2.44E+04	
3回目	0.314815			2.41E+04	
平均	0.322288			2.47E+04	
S	0.010316			7.90E+02	
試料名	I0.9P60C051-10	1.13	2.54E-07	1.86E+04	2.15E+03
<強度>					
1回目	0.005499				
2回目	0.005983				
3回目	0.005554				
平均	0.005678				
S	0.000265				
<濃度>					
1回目	0.217549			1.71E+04	
2回目	0.267461			2.10E+04	
3回目	0.223200			1.76E+04	
平均	0.236070			1.86E+04	
S	0.027332			2.15E+03	
試料名	I0.9A40C001-1	1.12	2.52E-07	5.17E+03	1.41E+03
<強度>					
1回目	0.004144				

2回目	0.003823				
3回目	0.004094				
平均	0.004021				
S	0.000173				
<濃度>					
1回目	0.077858			6.18E+03	
2回目	0.044735			3.55E+03	
3回目	0.072723			5.77E+03	
平均	0.065105			5.17E+03	
S	0.017827			1.41E+03	
試料名	I0.9A40C001-2	0.92	2.07E-07	2.75E+04	3.08E+03
<強度>					
1回目	0.005817				
2回目	0.006218				
3回目	0.006426				
平均	0.006153				
S	0.000310				
<濃度>					
1回目	0.250322			2.42E+04	
2回目	0.291716			2.82E+04	
3回目	0.313124			3.03E+04	
平均	0.285054			2.75E+04	
S	0.031927			3.08E+03	
試料名	I0.9A40C001-3	0.95	2.14E-07	4.81E+03	3.23E+03
<強度>					
1回目	0.004090				
2回目	0.003502				
3回目	0.004073				
平均	0.003888				
S	0.000335				
<濃度>					
1回目	0.072290			6.76E+03	
2回目	0.011612			1.09E+03	
3回目	0.070475			6.59E+03	
平均	0.051459			4.81E+03	
S	0.034520			3.23E+03	
試料名	I0.9A40C001-4	0.98	2.21E-07	2.20E+04	1.76E+03
<強度>					
1回目	0.005749				
2回目	0.005917				
3回目	0.005542				
平均	0.005736				
S	0.000188				
<濃度>					
1回目	0.243310			2.21E+04	
2回目	0.260717			2.36E+04	
3回目	0.222045			2.01E+04	
平均	0.242024			2.20E+04	
S	0.019368			1.76E+03	
試料名	I0.9A40C001-5	1.01	2.27E-07	2.16E+04	2.87E+03
<強度>					
1回目	0.005757				
2回目	0.005457				
3回目	0.006088				
平均	0.005767				
S	0.000316				
<濃度>					
1回目	0.244135			2.15E+04	
2回目	0.213218			1.88E+04	

3回目	0.278351			2.45E+04	
平均	0.245235			2.16E+04	
S	0.032580			2.87E+03	
試料名	I0.9A40C001-6	0.98	2.21E-07	9.18E+03	6.52E+02
<強度>					
1回目	0.004441				
2回目	0.004301				
3回目	0.004369				
平均	0.004370				
S	0.000070				
<濃度>					
1回目	0.108424			9.83E+03	
2回目	0.094049			8.53E+03	
3回目	0.101061			9.17E+03	
平均	0.101178			9.18E+03	
S	0.007188			6.52E+02	
試料名	I0.9A40C001-7	1.01	2.27E-07	1.14E+04	7.28E+02
<強度>					
1回目	0.004660				
2回目	0.004556				
3回目	0.004714				
平均	0.004643				
S	0.000080				
<濃度>					
1回目	0.131029			1.15E+04	
2回目	0.120304			1.06E+04	
3回目	0.136577			1.20E+04	
平均	0.129303			1.14E+04	
S	0.008273			7.28E+02	
試料名	I0.9A40C001-8	1.27	2.86E-07	1.66E+04	1.19E+03
<強度>					
1回目	0.005653				
2回目	0.005875				
3回目	0.005553				
平均	0.005694				
S	0.000165				
<濃度>					
1回目	0.233492			1.63E+04	
2回目	0.256365			1.79E+04	
3回目	0.223118			1.56E+04	
平均	0.237658			1.66E+04	
S	0.017011			1.19E+03	
試料名	I0.9A40C001-9	1.27	2.86E-07	6.06E+03	1.21E+03
<強度>					
1回目	0.004268				
2回目	0.004045				
3回目	0.004374				
平均	0.004229				
S	0.000168				
<濃度>					
1回目	0.090604			6.34E+03	
2回目	0.067670			4.74E+03	
3回目	0.101556			7.11E+03	
平均	0.086610			6.06E+03	
S	0.017293			1.21E+03	
試料名	I0.9A40C001-10	1.27	2.86E-07	1.52E+04	1.65E+03
<強度>					
1回目	0.005645				

2回目	0.005598				
3回目	0.005229				
平均	0.005491				
S	0.000228				
<濃度>					
1回目	0.232667			1.63E+04	
2回目	0.227759			1.59E+04	
3回目	0.189685			1.33E+04	
平均	0.216704			1.52E+04	
S	0.023527			1.65E+03	
試料名	I0.9P40C001-1	1.17	2.63E-07	2.51E+04	4.33E+02
<強度>					
1回目	0.006526				
2回目	0.006624				
3回目	0.006620				
平均	0.006590				
S	0.000055				
<濃度>					
1回目	0.323519			2.46E+04	
2回目	0.333584			2.53E+04	
3回目	0.333192			2.53E+04	
平均	0.330098			2.51E+04	
S	0.005701			4.33E+02	
試料名	I0.9P40C001-2	0.96	2.16E-07	2.76E+04	6.96E+02
<強度>					
1回目	0.006292				
2回目	0.006348				
3回目	0.006204				
平均	0.006281				
S	0.000073				
<濃度>					
1回目	0.299347			2.77E+04	
2回目	0.305142			2.83E+04	
3回目	0.290231			2.69E+04	
平均	0.298240			2.76E+04	
S	0.007517			6.96E+02	
試料名	I0.9P40C001-3	0.98	2.21E-07	5.46E+03	3.55E+03
<強度>					
1回目	0.004406				
2回目	0.003697				
3回目	0.003817				
平均	0.003973				
S	0.000380				
<濃度>					
1回目	0.104897			9.51E+03	
2回目	0.031721			2.88E+03	
3回目	0.044075			4.00E+03	
平均	0.060231			5.46E+03	
S	0.039172			3.55E+03	
試料名	I0.9P40C001-4	1.01	2.27E-07	5.92E+03	7.84E+02
<強度>					
1回目	0.003954				
2回目	0.004042				
3回目	0.004127				
平均	0.004041				
S	0.000086				
<濃度>					
1回目	0.058286			5.13E+03	
2回目	0.067299			5.92E+03	

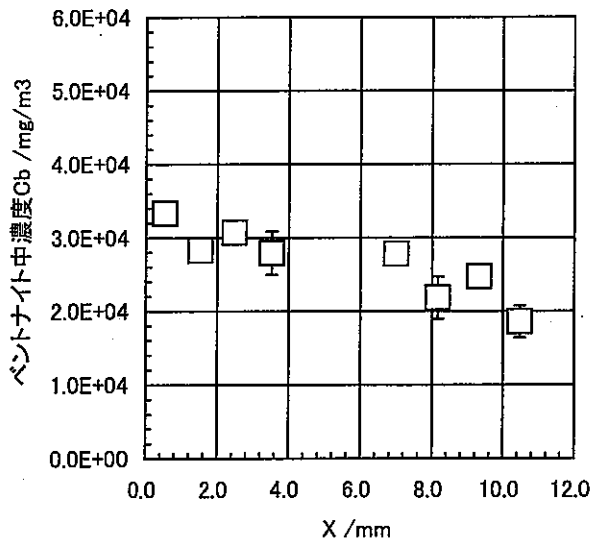
3回目	0.076105			6.70E+03	
平均	0.067230			5.92E+03	
S	0.008910			7.84E+02	
試料名	I0.9P40C001-5	1.01	2.27E-07	5.47E+03	6.95E+02
<強度>					
1回目	0.004079				
2回目	0.003958				
3回目	0.003938				
平均	0.003992				
S	0.000077				
<濃度>					
1回目	0.071176			6.26E+03	
2回目	0.058657			5.16E+03	
3回目	0.056574			4.98E+03	
平均	0.062135			5.47E+03	
S	0.007898			6.95E+02	
試料名	I0.9P40C001-6	1.01	2.27E-07	1.06E+04	7.54E+02
<強度>					
1回目	0.004466				
2回目	0.004604				
3回目	0.004614				
平均	0.004561				
S	0.000083				
<濃度>					
1回目	0.111002			9.77E+03	
2回目	0.125295			1.10E+04	
3回目	0.126347			1.11E+04	
平均	0.120881			1.06E+04	
S	0.008572			7.54E+02	
試料名	I0.9P40C001-7	1.04	2.34E-07	2.04E+04	9.04E+02
<強度>					
1回目	0.005699				
2回目	0.005800				
3回目	0.005595				
平均	0.005698				
S	0.000103				
<濃度>					
1回目	0.238215			2.04E+04	
2回目	0.248631			2.13E+04	
3回目	0.227470			1.94E+04	
平均	0.238105			2.04E+04	
S	0.010581			9.04E+02	
試料名	I0.9P40C001-8	1.15	2.59E-07	2.00E+04	5.10E+02
<強度>					
1回目	0.005961				
2回目	0.005835				
3回目	0.005915				
平均	0.005904				
S	0.000064				
<濃度>					
1回目	0.265254			2.05E+04	
2回目	0.252219			1.95E+04	
3回目	0.260490			2.01E+04	
平均	0.259321			2.00E+04	
S	0.006596			5.10E+02	
試料名	I0.9P40C001-9	1.17	2.63E-07	1.19E+04	2.68E+03
<強度>					
1回目	0.005215				

2回目	0.004541				
3回目	0.004975				
平均	0.004910				
S	0.000342				
<濃度>					
1回目	0.188242			1.43E+04	
2回目	0.118736			9.02E+03	
3回目	0.163575			1.24E+04	
平均	0.156851			1.19E+04	
S	0.035237			2.68E+03	
試料名	10.9P40C001-10	1.26	2.84E-07	5.91E+03	4.65E+02
<強度>					
1回目	0.004129				
2回目	0.004232				
3回目	0.004245				
平均	0.004202				
S	0.000064				
<濃度>					
1回目	0.076250			5.38E+03	
2回目	0.086954			6.13E+03	
3回目	0.088274			6.23E+03	
平均	0.083826			5.91E+03	
S	0.006594			4.65E+02	

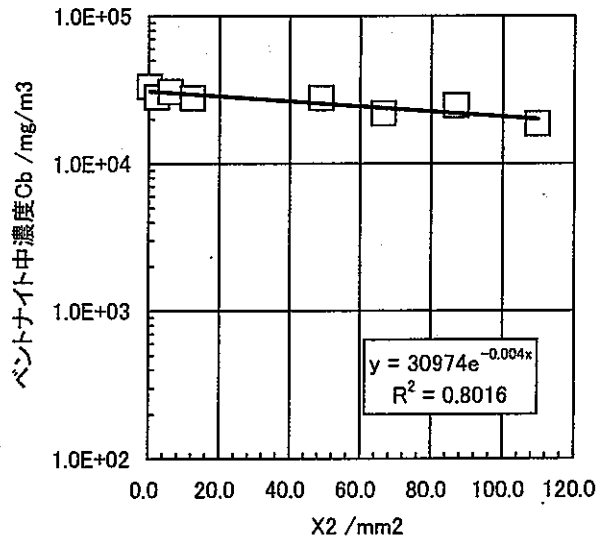
Sample No.	CsI0.9P60C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.008
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1848h/77d
拡散期間(h)	74.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	2.33E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.05	0.53	0.2809	3.33E+04	6.37E+02
0.94	1.52	2.3104	2.83E+04	6.65E+02
0.97	2.48	6.1504	3.07E+04	1.18E+03
1.13	3.53	12.4609	2.79E+04	2.94E+03
1.16	4.68	21.9024		
1.16	5.84	34.1056		
1.16	7.00	49.0000	2.78E+04	1.02E+03
1.16	8.16	66.5856	2.18E+04	2.87E+03
1.16	9.33	87.0489	2.47E+04	7.90E+02
1.13	10.48	109.8304	1.86E+04	2.15E+03

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.51M/60°C



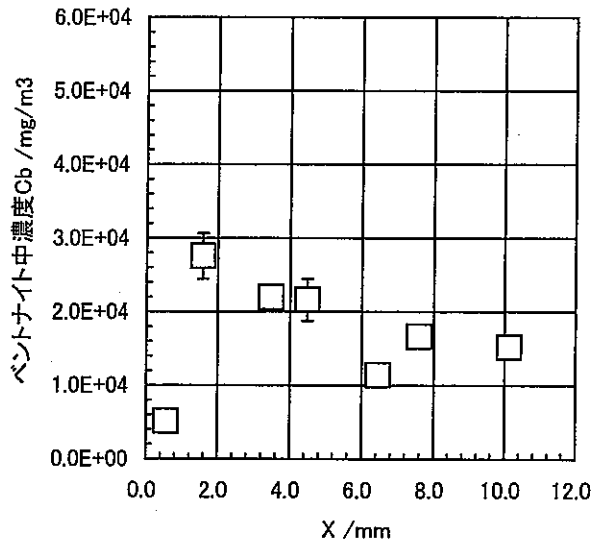
Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.51M/60°C



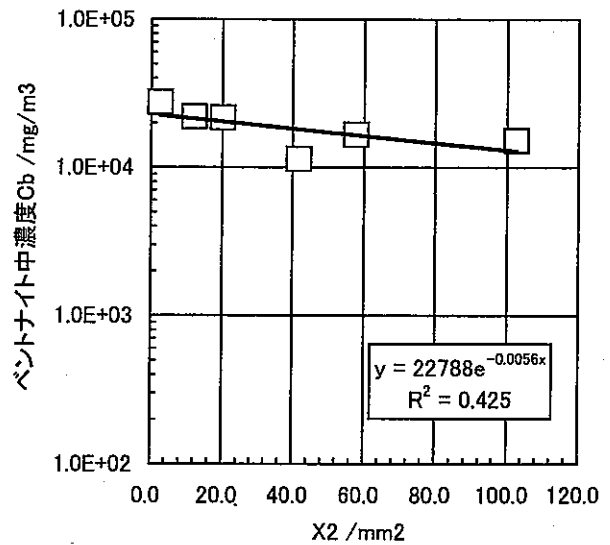
Sample No.	Cst0.9A40C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥蓄密度(Mg/m ³)	0.907
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	68.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.81E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.12	0.56	0.3136	5.17E+03	1.41E+03
0.92	1.58	2.4964	2.75E+04	3.08E+03
0.95	2.52	6.3504		
0.98	3.48	12.1104	2.20E+04	1.76E+03
1.01	4.48	20.0704	2.16E+04	2.87E+03
0.98	5.47	29.9209		
1.01	6.46	41.7316	1.14E+04	7.28E+02
1.27	7.60	57.7600	1.66E+04	1.19E+03
1.27	8.87	78.6769		
1.27	10.13	102.6169	1.52E+04	1.65E+03

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



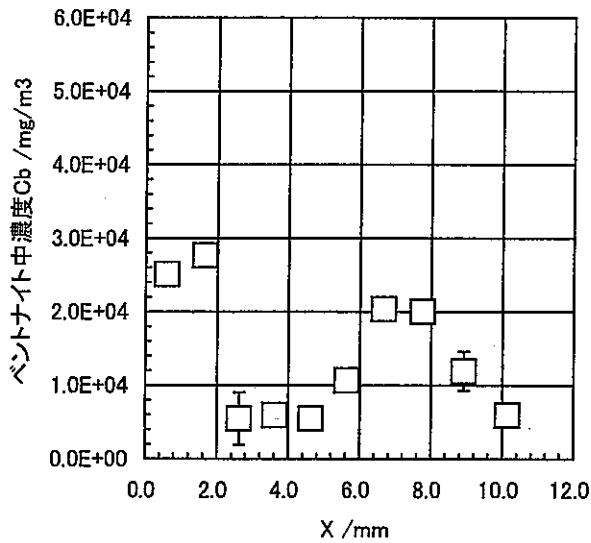
Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



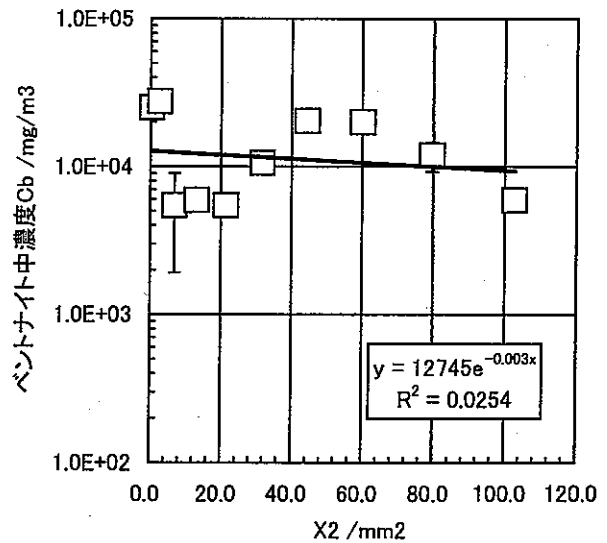
Sample No.	Cs10.9P40C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.048
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	71.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	3.26E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.17	0.59	0.3481	2.51E+04	4.33E+02
0.96	1.65	2.7225	2.76E+04	6.96E+02
0.98	2.62	6.8644	5.46E+03	3.55E+03
1.01	3.62	13.1044	5.92E+03	7.84E+02
1.01	4.63	21.4369	5.47E+03	6.95E+02
1.01	5.64	31.8096	1.06E+04	7.54E+02
1.04	6.67	44.4889	2.04E+04	9.04E+02
1.15	7.76	60.2176	2.00E+04	5.10E+02
1.17	8.92	79.5664	1.19E+04	2.68E+03
1.26	10.14	102.8196	5.91E+03	4.65E+02

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



元素	1
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.002229				
2回目	0.002122				
3回目	0.002267				
平均	0.002206				
S	0.000075				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.006575				
2回目	0.006655				
3回目	0.006845				
平均	0.006692				
S	0.000138				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.010409				
2回目	0.010446				
3回目	0.010634				
平均	0.010496				
S	0.000120				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.042901				
2回目	0.043410				
3回目	0.044776				
平均	0.043696				
S	0.000970				
試料名	10.9A40C051-1	0.61	1.37E-07	3.86E+04	2.75E+03
<強度>					
1回目	0.003946				
2回目	0.004242				
3回目	0.004190				
平均	0.004126				
S	0.000158				
<濃度>					
1回目	0.243423			3.55E+04	
2回目	0.278744			4.06E+04	
3回目	0.272606			3.97E+04	
平均	0.264924			3.86E+04	
S	0.018872			2.75E+03	
試料名	10.9A40C051-2	1.03	2.32E-07	3.47E+04	5.96E+02
<強度>					
1回目	0.005315				

2回目	0.005210				
3回目	0.005304				
平均	0.005276				
S	0.000058				
<濃度>					
1回目	0.406868			3.51E+04	
2回目	0.394306			3.40E+04	
3回目	0.405578			3.50E+04	
平均	0.402251			3.47E+04	
S	0.006910			5.96E+02	
試料名	I0.9A40C051-3	1.06	2.39E-07	3.41E+04	2.13E+03
<強度>					
1回目	0.005465				
2回目	0.005073				
3回目	0.005410				
平均	0.005316				
S	0.000212				
<濃度>					
1回目	0.424851			3.56E+04	
2回目	0.377995			3.17E+04	
3回目	0.418236			3.51E+04	
平均	0.407027			3.41E+04	
S	0.025359			2.13E+03	
試料名	I0.9A40C051-4	1.09	2.45E-07	3.54E+04	2.84E+03
<強度>					
1回目	0.005495				
2回目	0.005270				
3回目	0.005850				
平均	0.005538				
S	0.000292				
<濃度>					
1回目	0.428337			3.49E+04	
2回目	0.401566			3.27E+04	
3回目	0.470727			3.84E+04	
平均	0.433544			3.54E+04	
S	0.034873			2.84E+03	
試料名	I0.9A40C051-5	1.18	2.66E-07	3.38E+04	1.86E+03
<強度>					
1回目	0.005455				
2回目	0.005869				
3回目	0.005661				
平均	0.005662				
S	0.000207				
<濃度>					
1回目	0.423633			3.19E+04	
2回目	0.472996			3.56E+04	
3回目	0.448207			3.38E+04	
平均	0.448278			3.38E+04	
S	0.024682			1.86E+03	
試料名	I0.9A40C051-6	1.28	2.88E-07	3.21E+04	2.83E+03
<強度>					
1回目	0.005650				
2回目	0.005529				
3回目	0.006172				
平均	0.005784				
S	0.000342				
<濃度>					
1回目	0.446846			3.10E+04	
2回目	0.432493			3.00E+04	

3回目	0.509224			3.54E+04	
平均	0.462854			3.21E+04	
S	0.040794			2.83E+03	
試料名	I0.9A40C051-7	1.37	3.08E-07	3.07E+04	1.12E+03
<強度>					
1回目	0.005895				
2回目	0.006003				
3回目	0.005716				
平均	0.005871				
S	0.000145				
<濃度>					
1回目	0.476148			3.09E+04	
2回目	0.489044			3.17E+04	
3回目	0.454798			2.95E+04	
平均	0.473330			3.07E+04	
S	0.017296			1.12E+03	
試料名	I0.9A40C051-8	1.37	3.08E-07	2.61E+04	3.45E+02
<強度>					
1回目	0.005227				
2回目	0.005287				
3回目	0.005314				
平均	0.005276				
S	0.000045				
<濃度>					
1回目	0.396360			2.57E+04	
2回目	0.403501			2.62E+04	
3回目	0.406772			2.64E+04	
平均	0.402211			2.61E+04	
S	0.005325			3.45E+02	
試料名	I0.9A40C051-9	1.37	3.08E-07	3.27E+04	9.61E+02
<強度>					
1回目	0.006006				
2回目	0.006133				
3回目	0.006254				
平均	0.006131				
S	0.000124				
<濃度>					
1回目	0.489402			3.18E+04	
2回目	0.504543			3.27E+04	
3回目	0.519015			3.37E+04	
平均	0.504320			3.27E+04	
S	0.014808			9.61E+02	
試料名	I0.9A40C051-10	1.61	3.62E-07	2.80E+04	9.87E+02
<強度>					
1回目	0.006293				
2回目	0.005995				
3回目	0.006169				
平均	0.006152				
S	0.000150				
<濃度>					
1回目	0.523649			2.89E+04	
2回目	0.488041			2.69E+04	
3回目	0.508818			2.81E+04	
平均	0.506836			2.80E+04	
S	0.017886			9.87E+02	
試料名	I0.9P40C051-1	1.01	2.27E-07	6.52E+04	3.74E+03
<強度>					
1回目	0.007765				

2回目	0.008086				
3回目	0.008477				
平均	0.008109				
S	0.000356				
<濃度>					
1回目	0.699488			6.16E+04	
2回目	0.737722			6.49E+04	
3回目	0.784411			6.90E+04	
平均	0.740540			6.52E+04	
S	0.042531			3.74E+03	
試料名	I0.9P40C051-2	1.06	2.39E-07	2.85E+04	1.65E+03
<強度>					
1回目	0.004694				
2回目	0.004625				
3回目	0.004938				
平均	0.004752				
S	0.000165				
<濃度>					
1回目	0.332764			2.79E+04	
2回目	0.324477			2.72E+04	
3回目	0.361899			3.03E+04	
平均	0.339713			2.85E+04	
S	0.019655			1.65E+03	
試料名	I0.9P40C051-3	1.01	2.27E-07	2.73E+04	1.40E+03
<強度>					
1回目	0.004653				
2回目	0.004461				
3回目	0.004398				
平均	0.004504				
S	0.000133				
<濃度>					
1回目	0.327868			2.89E+04	
2回目	0.304870			2.68E+04	
3回目	0.297443			2.62E+04	
平均	0.310060			2.73E+04	
S	0.015863			1.40E+03	
試料名	I0.9P40C051-4	0.95	2.14E-07	2.64E+04	2.68E+03
<強度>					
1回目	0.004496				
2回目	0.004017				
3回目	0.004289				
平均	0.004267				
S	0.000240				
<濃度>					
1回目	0.309121			2.89E+04	
2回目	0.251949			2.36E+04	
3回目	0.284332			2.66E+04	
平均	0.281800			2.64E+04	
S	0.028670			2.68E+03	
試料名	I0.9P40C051-5	1.17	2.63E-07	2.56E+04	4.74E+02
<強度>					
1回目	0.004789				
2回目	0.004694				
3回目	0.004704				
平均	0.004729				
S	0.000052				
<濃度>					
1回目	0.344107			2.61E+04	
2回目	0.332764			2.53E+04	

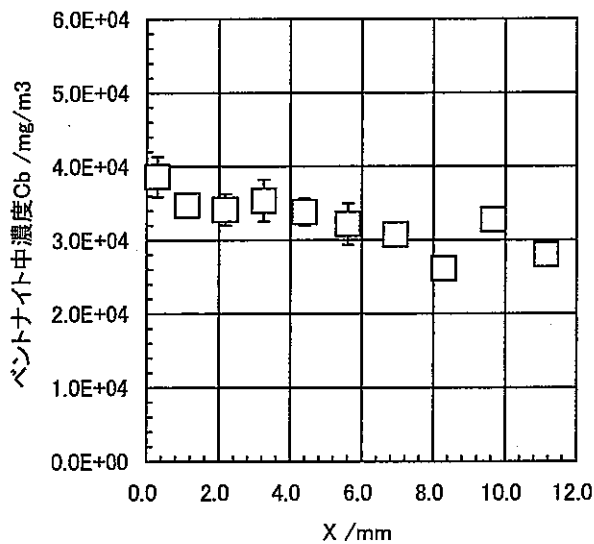
3回目	0.333958			2.54E+04	
平均	0.336943			2.56E+04	
S	0.006233			4.74E+02	
試料名	I0.9P40C051-6	1.15	2.59E-07	2.46E+04	1.29E+03
<強度>					
1回目	0.004432				
2回目	0.004581				
3回目	0.004712				
平均	0.004575				
S	0.000140				
<濃度>					
1回目	0.301503			2.33E+04	
2回目	0.319271			2.47E+04	
3回目	0.334889			2.59E+04	
平均	0.318554			2.46E+04	
S	0.016705			1.29E+03	
試料名	I0.9P40C051-7	1.28	2.88E-07	2.01E+04	1.29E+03
<強度>					
1回目	0.004396				
2回目	0.004153				
3回目	0.004442				
平均	0.004330				
S	0.000155				
<濃度>					
1回目	0.297180			2.06E+04	
2回目	0.268140			1.86E+04	
3回目	0.302601			2.10E+04	
平均	0.289307			2.01E+04	
S	0.018530			1.29E+03	
試料名	I0.9P40C051-8	1.31	2.95E-07	2.34E+04	1.61E+03
<強度>					
1回目	0.004732				
2回目	0.005023				
3回目	0.004644				
平均	0.004800				
S	0.000198				
<濃度>					
1回目	0.337325			2.29E+04	
2回目	0.372001			2.52E+04	
3回目	0.326745			2.22E+04	
平均	0.345357			2.34E+04	
S	0.023673			1.61E+03	
試料名	I0.9P40C051-9	1.31	2.95E-07	2.21E+04	1.63E+03
<強度>					
1回目	0.004440				
2回目	0.004623				
3回目	0.004841				
平均	0.004635				
S	0.000201				
<濃度>					
1回目	0.302386			2.05E+04	
2回目	0.324310			2.20E+04	
3回目	0.350340			2.38E+04	
平均	0.325679			2.21E+04	
S	0.024006			1.63E+03	
試料名	I0.9P40C051-10	1.34	3.02E-07	1.92E+04	7.98E+02
<強度>					
1回目	0.004448				

2回目	0.004289				
3回目	0.004262				
平均	0.004333				
S	0.000101				
<濃度>					
1回目	0.303389			2.01E+04	
2回目	0.284404			1.89E+04	
3回目	0.281108			1.86E+04	
平均	0.289634			1.92E+04	
S	0.012026			7.98E+02	

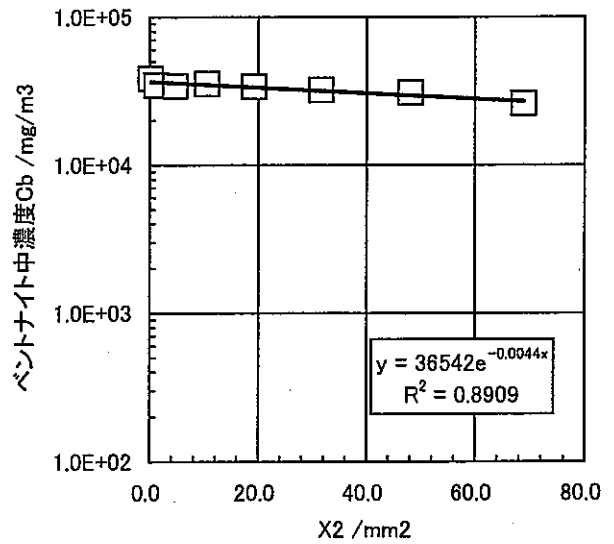
Sample No.	Cs10.9A40C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	0.914
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	71.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	2.21E-10

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.61	0.30	0.0900	3.86E+04	2.75E+03
1.03	1.12	1.2544	3.47E+04	5.96E+02
1.06	2.17	4.7089	3.41E+04	2.13E+03
1.09	3.25	10.5625	3.54E+04	2.84E+03
1.18	4.39	19.2721	3.38E+04	1.86E+03
1.28	5.62	31.5844	3.21E+04	2.83E+03
1.37	6.94	48.1636	3.07E+04	1.12E+03
1.37	8.30	68.8900	2.61E+04	3.45E+02
1.37	9.67	93.5089	3.27E+04	9.61E+02
1.61	11.16	124.5456	2.80E+04	9.87E+02

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.51M/40°C



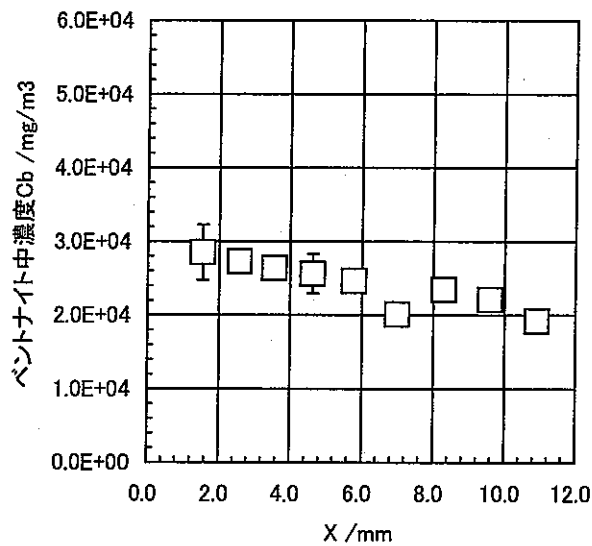
Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.51M/40°C



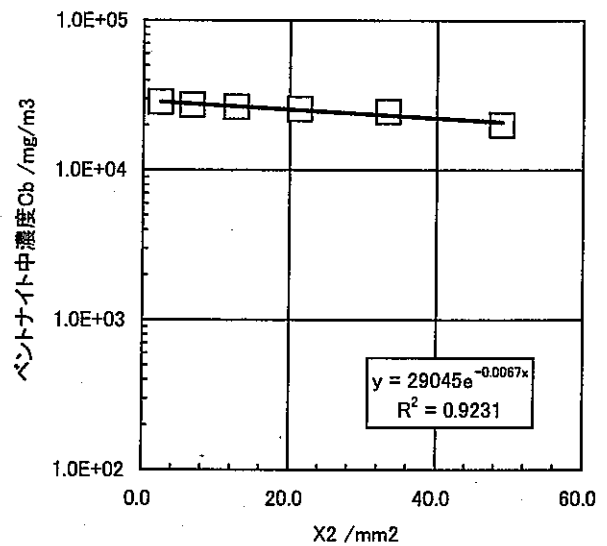
Sample No.	CsI0.9P40C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.037
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	72.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	1.44E-10

スライス厚さ(mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.01	0.50	0.2500	6.52E+04	3.74E+03
1.06	1.54	2.3716	2.85E+04	1.65E+03
1.01	2.58	6.6564	2.73E+04	1.40E+03
0.95	3.56	12.6736	2.64E+04	2.68E+03
1.17	4.62	21.3444	2.56E+04	4.74E+02
1.15	5.78	33.4084	2.46E+04	1.29E+03
1.28	7.00	49.0000	2.01E+04	1.29E+03
1.31	8.29	68.7241	2.34E+04	1.61E+03
1.31	9.60	92.1600	2.21E+04	1.63E+03
1.34	10.92	119.2464	1.92E+04	7.98E+02

Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.51M/40°C



Iの濃度分布/密度0.9Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.51M/40°C



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.003280				
2回目	0.003259				
3回目	0.003129				
平均	0.003222				
S	0.000082				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.010976				
2回目	0.011112				
3回目	0.011030				
平均	0.011039				
S	0.000069				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.045878				
2回目	0.047619				
3回目	0.047612				
平均	0.047036				
S	0.001003				
試料名	I1.4A40C001-1	0.82	1.85E-07	5.63E+03	3.19E+03
<強度>					
1回目	0.002749				
2回目	0.002327				
3回目	0.002259				
平均	0.002445				
S	0.000265				
<濃度>					
1回目	0.085731			9.29E+03	
2回目	0.038898			4.22E+03	
3回目	0.031318			3.39E+03	
平均	0.051982			5.63E+03	
S	0.029472			3.19E+03	
試料名	I1.4A40C001-2	0.55	1.24E-07	3.49E+04	1.42E+03
<強度>					
1回目	0.003994				
2回目	0.003836				
3回目	0.003931				
平均	0.003920				
S	0.000079				
<濃度>					
1回目	0.224097			3.62E+04	
2回目	0.206604			3.34E+04	
3回目	0.217118			3.51E+04	

平均	0.215940			3.49E+04	
S	0.008806			1.42E+03	
試料名	I1.4A40C001-3	0.98	2.21E-07	3.01E+04	3.08E+03
<強度>					
1回目	0.005154				
2回目	0.005121				
3回目	0.004609				
平均	0.004961				
S	0.000306				
<濃度>					
1回目	0.353061			3.20E+04	
2回目	0.349327			3.17E+04	
3回目	0.292424			2.65E+04	
平均	0.331604			3.01E+04	
S	0.033982			3.08E+03	
試料名	I1.4A40C001-4	1.01	2.27E-07	5.97E+03	8.08E+02
<強度>					
1回目	0.002682				
2回目	0.002531				
3回目	0.002549				
平均	0.002588				
S	0.000083				
<濃度>					
1回目	0.078351			6.90E+03	
2回目	0.061547			5.42E+03	
3回目	0.063548			5.59E+03	
平均	0.067816			5.97E+03	
S	0.009179			8.08E+02	
試料名	I1.4A40C001-5	1.01	2.27E-07	2.65E+04	2.15E+03
<強度>					
1回目	0.004462				
2回目	0.004710				
3回目	0.004900				
平均	0.004691				
S	0.000220				
<濃度>					
1回目	0.276154			2.43E+04	
2回目	0.303649			2.67E+04	
3回目	0.324810			2.86E+04	
平均	0.301538			2.65E+04	
S	0.024397			2.15E+03	
試料名	I1.4A40C001-6	0.98	2.21E-07	3.22E+03	2.03E+03
<強度>					
1回目	0.002252				
2回目	0.002517				
3回目	0.002122				
平均	0.002297				
S	0.000202				
<濃度>					
1回目	0.030518			2.77E+03	
2回目	0.060014			5.44E+03	
3回目	0.016070			1.46E+03	
平均	0.035534			3.22E+03	
S	0.022397			2.03E+03	
試料名	I1.4A40C001-7	1.01	2.27E-07	1.77E+04	4.82E+02
<強度>					
1回目	0.003837				
2回目	0.003777				

3回目	0.003739				
平均	0.003784				
S	0.000049				
<濃度>					
1回目	0.206626			1.82E+04	
2回目	0.199958			1.76E+04	
3回目	0.195757			1.72E+04	
平均	0.200780			1.77E+04	
S	0.005481			4.82E+02	
試料名	I1.4A40C001-8	0.98	2.21E-07	1.88E+04	1.35E+03
<強度>					
1回目	0.003907				
2回目	0.003684				
3回目	0.003923				
平均	0.003838				
S	0.000134				
<濃度>					
1回目	0.214495			1.95E+04	
2回目	0.189689			1.72E+04	
3回目	0.216206			1.96E+04	
平均	0.206797			1.88E+04	
S	0.014840			1.35E+03	
試料名	I1.4A40C001-9	0.98	2.21E-07	1.53E+04	1.35E+03
<強度>					
1回目	0.003423				
2回目	0.003410				
3回目	0.003648				
平均	0.003494				
S	0.000134				
<濃度>					
1回目	0.160660			1.46E+04	
2回目	0.159237			1.44E+04	
3回目	0.185621			1.68E+04	
平均	0.168506			1.53E+04	
S	0.014839			1.35E+03	
試料名	I1.4A40C001-10	1.01	2.27E-07	5.61E+03	2.24E+03
<強度>					
1回目	0.002523				
2回目	0.002792				
3回目	0.002336				
平均	0.002550				
S	0.000229				
<濃度>					
1回目	0.060658			5.34E+03	
2回目	0.090532			7.97E+03	
3回目	0.039876			3.51E+03	
平均	0.063689			5.61E+03	
S	0.025464			2.24E+03	
試料名	I1.4P40C001-1	0.95	2.14E-07	2.85E+04	7.55E+02
<強度>					
1回目	0.004640				
2回目	0.004729				
3回目	0.004783				
平均	0.004717				
S	0.000073				
<濃度>					
1回目	0.295870			2.77E+04	
2回目	0.305828			2.86E+04	
3回目	0.311851			2.92E+04	

平均	0.304516			2.85E+04	
S	0.008071			7.55E+02	
試料名	I1.4P40C001-2	0.95	2.14E-07	2.85E+04	1.33E+03
<強度>					
1回目	0.004856				
2回目	0.004698				
3回目	0.004603				
平均	0.004719				
S	0.000128				
<濃度>					
1回目	0.319875			2.99E+04	
2回目	0.302360			2.83E+04	
3回目	0.291780			2.73E+04	
平均	0.304672			2.85E+04	
S	0.014190			1.33E+03	
試料名	I1.4P40C001-3	1.00	2.25E-07	3.14E+04	3.01E+03
<強度>					
1回目	0.004809				
2回目	0.005251				
3回目	0.005393				
平均	0.005151				
S	0.000305				
<濃度>					
1回目	0.314674			2.80E+04	
2回目	0.363841			3.23E+04	
3回目	0.379601			3.37E+04	
平均	0.352705			3.14E+04	
S	0.033865			3.01E+03	
試料名	I1.4P40C001-4	0.95	2.14E-07	2.47E+04	1.70E+03
<強度>					
1回目	0.004346				
2回目	0.004196				
3回目	0.004524				
平均	0.004355				
S	0.000164				
<濃度>					
1回目	0.263240			2.46E+04	
2回目	0.246591			2.31E+04	
3回目	0.282978			2.65E+04	
平均	0.264270			2.47E+04	
S	0.018215			1.70E+03	
試料名	I1.4P40C001-5	1.00	2.25E-07	2.67E+04	1.80E+03
<強度>					
1回目	0.004703				
2回目	0.004845				
3回目	0.004484				
平均	0.004677				
S	0.000182				
<濃度>					
1回目	0.302916			2.69E+04	
2回目	0.318675			2.83E+04	
3回目	0.278532			2.48E+04	
平均	0.300041			2.67E+04	
S	0.020225			1.80E+03	
試料名	I1.4P40C001-6	0.98	2.21E-07	2.70E+04	1.06E+03
<強度>					
1回目	0.004668				
2回目	0.004546				

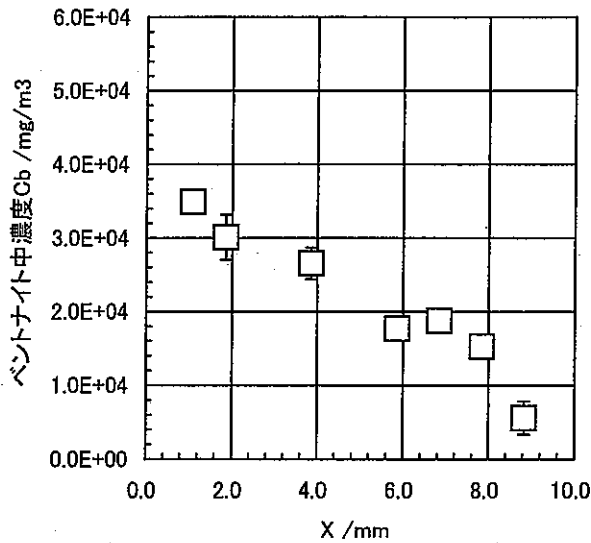
3回目	0.004754				
平均	0.004656				
S	0.000105				
<濃度>					
1回目	0.299048			2.71E+04	
2回目	0.285423			2.59E+04	
3回目	0.308606			2.80E+04	
平均	0.297692			2.70E+04	
S	0.011651			1.06E+03	
試料名	I1.4P40C001-7	1.00	2.25E-07	2.49E+04	6.96E+02
<強度>					
1回目	0.004430				
2回目	0.004504				
3回目	0.004570				
平均	0.004501				
S	0.000070				
<濃度>					
1回目	0.272531			2.42E+04	
2回目	0.280755			2.50E+04	
3回目	0.288179			2.56E+04	
平均	0.280488			2.49E+04	
S	0.007827			6.96E+02	
試料名	I1.4P40C001-8	1.00	2.25E-07	2.66E+04	3.27E+03
<強度>					
1回目	0.004646				
2回目	0.004349				
3回目	0.005010				
平均	0.004668				
S	0.000331				
<濃度>					
1回目	0.296536			2.64E+04	
2回目	0.263573			2.34E+04	
3回目	0.337079			3.00E+04	
平均	0.299063			2.66E+04	
S	0.036818			3.27E+03	
試料名	I1.4P40C001-9	1.03	2.32E-07	2.23E+04	1.29E+03
<強度>					
1回目	0.004454				
2回目	0.004188				
3回目	0.004280				
平均	0.004307				
S	0.000135				
<濃度>					
1回目	0.275198			2.37E+04	
2回目	0.245702			2.12E+04	
3回目	0.255860			2.21E+04	
平均	0.258920			2.23E+04	
S	0.014984			1.29E+03	
試料名	I1.4P40C001-10	1.07	2.41E-07	2.20E+04	1.06E+02
<強度>					
1回目	0.004370				
2回目	0.004347				
3回目	0.004356				
平均	0.004357				
S	0.000011				
<濃度>					
1回目	0.265863			2.21E+04	
2回目	0.263329			2.19E+04	
3回目	0.264307			2.20E+04	

平均	0.264499			2.20E+04	
S	0.001278			1.06E+02	

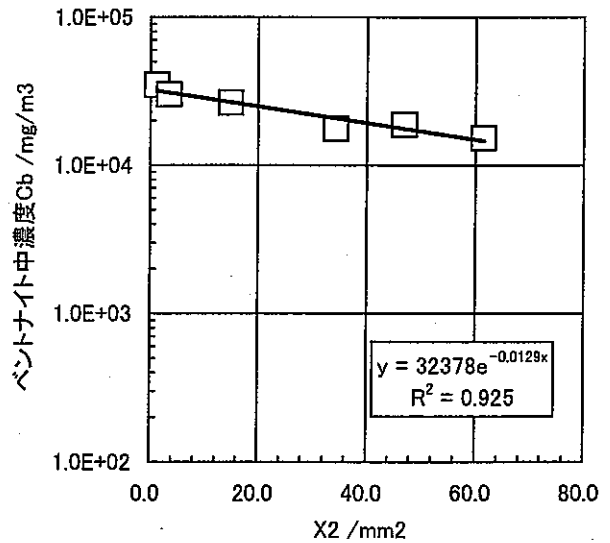
Sample No.	CsI1.4A40C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.403
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2424.4h/101.021d
拡散期間(h)	167.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	3.21E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.82	0.41	0.1681	5.63E+03	3.19E+03
0.55	1.09	1.1881	3.49E+04	1.42E+03
0.98	1.86	3.4596	3.01E+04	3.08E+03
1.01	2.86	8.1796		
1.01	3.86	14.8996	2.65E+04	2.15E+03
0.98	4.86	23.6196		
1.01	5.86	34.3396	1.77E+04	4.82E+02
0.98	6.85	46.9225	1.88E+04	1.35E+03
0.98	7.84	61.4656	1.53E+04	1.35E+03
1.01	8.83	77.9689	5.61E+03	2.24E+03

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



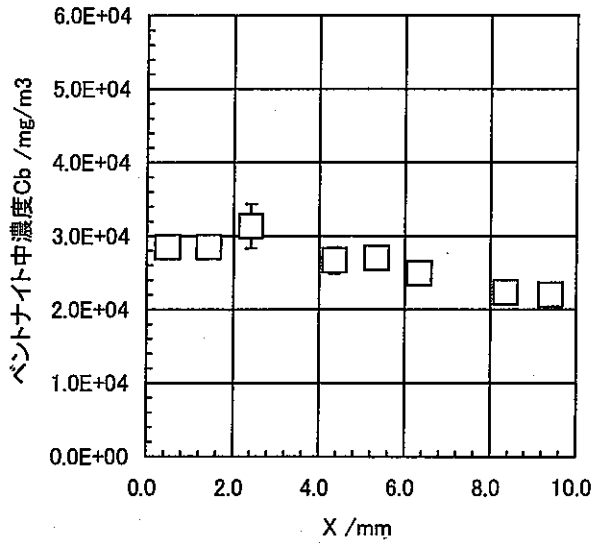
Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



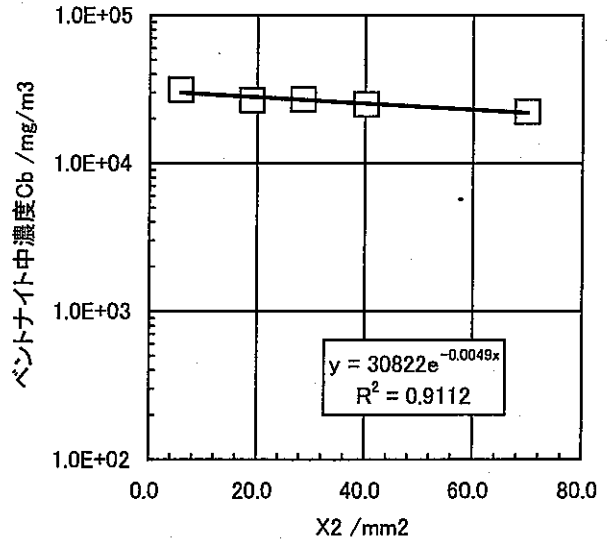
Sample No.	CsI1.4P40C001
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥高密度(Mg/m ³)	1.413
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2425h/101.042d
拡散期間(h)	169.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	8.39E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.95	0.48	0.2304	2.85E+04	7.55E+02
0.95	1.43	2.0449	2.85E+04	1.33E+03
1.00	2.41	5.8081	3.14E+04	3.01E+03
0.95	3.39	11.4921		
1.00	4.36	19.0096	2.67E+04	1.80E+03
0.98	5.35	28.6225	2.70E+04	1.06E+03
1.00	6.34	40.1956	2.49E+04	6.96E+02
1.00	7.34	53.8756		
1.03	8.36	69.8896	2.23E+04	1.29E+03
1.07	9.41	88.5481	2.20E+04	1.06E+02

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/40°C



元素	I
原子量	126.90447
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-AES
濃度単位	ppm

分析データ

試料名	I-STD01	スライス厚さ(mm)	試料体積(m ³)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
<強度>					
1回目	0.001751				
2回目	0.001805				
3回目	0.001934				
平均	0.001830				
S	0.000094				
試料名	I-STD05				
<強度>					
1回目	0.006101				
2回目	0.005833				
3回目	0.006374				
平均	0.006103				
S	0.000271				
試料名	I-STD1				
<強度>					
1回目	0.011928				
2回目	0.011869				
3回目	0.011662				
平均	0.011820				
S	0.000140				
試料名	I-STD5				
<強度>					
1回目	0.054910				
2回目	0.055994				
3回目	0.058476				
平均	0.056460				
S	0.001828				
試料名	I-STD10				
<強度>					
1回目	0.115959				
2回目	0.113949				
3回目	0.115454				
平均	0.115121				
S	0.001046				
試料名	I1.4A40C051-1	1.19	2.68E-07	4.75E+04	8.01E+02
<強度>					
1回目	0.007669				
2回目	0.007425				
3回目	0.007569				
平均	0.007554				
S	0.000123				
<濃度>					
1回目	0.645717			4.82E+04	

2回目	0.624381			4.66E+04	
3回目	0.637008			4.76E+04	
平均	0.635702			4.75E+04	
S	0.010728			8.01E+02	
試料名	I1.4A40C051-2	0.96	2.16E-07	5.22E+04	1.69E+03
<強度>					
1回目	0.006693				
2回目	0.006957				
3回目	0.006546				
平均	0.006732				
S	0.000208				
<濃度>					
1回目	0.560391			5.19E+04	
2回目	0.583476			5.40E+04	
3回目	0.547520			5.07E+04	
平均	0.563796			5.22E+04	
S	0.018218			1.69E+03	
試料名	I1.4A40C051-3	0.98	2.21E-07	4.53E+04	1.66E+03
<強度>					
1回目	0.006237				
2回目	0.005855				
3回目	0.005896				
平均	0.005996				
S	0.000210				
<濃度>					
1回目	0.520535			4.72E+04	
2回目	0.487150			4.42E+04	
3回目	0.490665			4.45E+04	
平均	0.499450			4.53E+04	
S	0.018345			1.66E+03	
試料名	I1.4A40C051-4	0.96	2.16E-07	4.68E+04	9.63E+02
<強度>					
1回目	0.006148				
2回目	0.006111				
3回目	0.005926				
平均	0.006062				
S	0.000119				
<濃度>					
1回目	0.512736			4.75E+04	
2回目	0.509500			4.72E+04	
3回目	0.493324			4.57E+04	
平均	0.505186			4.68E+04	
S	0.010400			9.63E+02	
試料名	I1.4A40C051-5	0.98	2.21E-07	4.07E+04	1.39E+03
<強度>					
1回目	0.005503				
2回目	0.005524				
3回目	0.005211				
平均	0.005412				
S	0.000175				
<濃度>					
1回目	0.456318			4.14E+04	
2回目	0.458172			4.16E+04	
3回目	0.430768			3.91E+04	
平均	0.448419			4.07E+04	
S	0.015315			1.39E+03	
試料名	I1.4A40C051-6	0.98	2.21E-07	4.04E+04	7.48E+02
<強度>					

1回目	0.005471				
2回目	0.005282				
3回目	0.005369				
平均	0.005374				
S	0.000094				
<濃度>					
1回目	0.453503			4.11E+04	
2回目	0.437029			3.96E+04	
3回目	0.444653			4.03E+04	
平均	0.445061			4.04E+04	
S	0.008245			7.48E+02	
試料名	I1.4A40C051-7	1.01	2.27E-07	3.84E+04	1.75E+03
<強度>					
1回目	0.005016				
2回目	0.005378				
3回目	0.005435				
平均	0.005277				
S	0.000227				
<濃度>					
1回目	0.413752			3.64E+04	
2回目	0.445423			3.92E+04	
3回目	0.450425			3.96E+04	
平均	0.436533			3.84E+04	
S	0.019887			1.75E+03	
試料名	I1.4A40C051-8	0.98	2.21E-07	3.85E+04	2.50E+03
<強度>					
1回目	0.005394				
2回目	0.004790				
3回目	0.005248				
平均	0.005144				
S	0.000315				
<濃度>					
1回目	0.446804			4.05E+04	
2回目	0.393972			3.57E+04	
3回目	0.434056			3.94E+04	
平均	0.424944			3.85E+04	
S	0.027569			2.50E+03	
試料名	I1.4A40C051-9	0.96	2.16E-07	2.62E+04	1.11E+03
<強度>					
1回目	0.003607				
2回目	0.003596				
3回目	0.003363				
平均	0.003522				
S	0.000138				
<濃度>					
1回目	0.290581			2.69E+04	
2回目	0.289567			2.68E+04	
3回目	0.269245			2.49E+04	
平均	0.283131			2.62E+04	
S	0.012036			1.11E+03	
試料名	I1.4A40C051-10	1.45	3.26E-07	2.62E+04	1.59E+03
<強度>					
1回目	0.005389				
2回目	0.004837				
3回目	0.005306				
平均	0.005177				
S	0.000297				
<濃度>					
1回目	0.446350			2.74E+04	

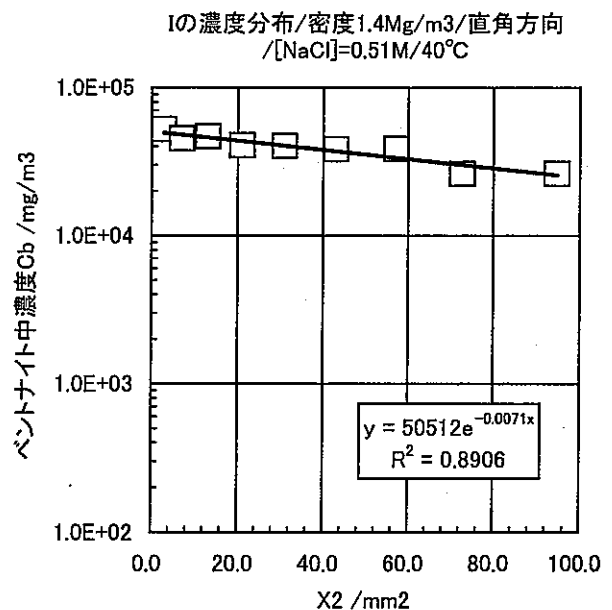
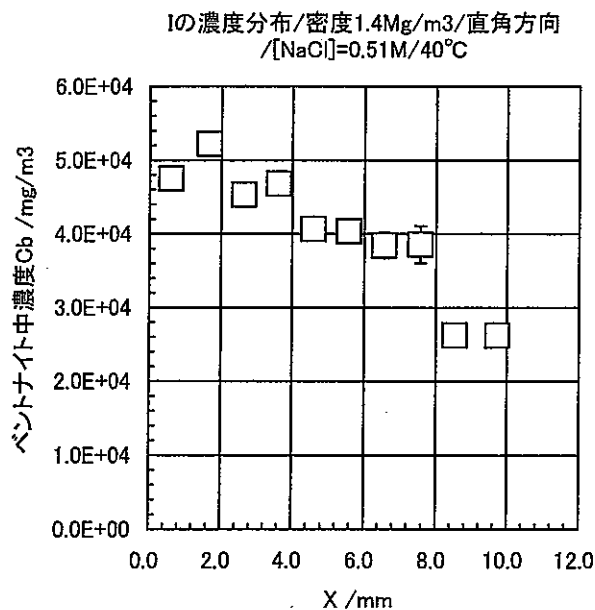
2回目	0.398134			2.44E+04	
3回目	0.439127			2.69E+04	
平均	0.427870			2.62E+04	
S	0.026004			1.59E+03	
試料名	I1.4P40C051-1	0.95	2.14E-07	4.15E+04	4.42E+02
<強度>					
1回目	0.005303				
2回目	0.005367				
3回目	0.005411				
平均	0.005360				
S	0.000054				
<濃度>					
1回目	0.438865			4.11E+04	
2回目	0.444444			4.16E+04	
3回目	0.448256			4.19E+04	
平均	0.443855			4.15E+04	
S	0.004723			4.42E+02	
試料名	I1.4P40C051-2	0.99	2.23E-07	4.32E+04	1.68E+03
<強度>					
1回目	0.006029				
2回目	0.005657				
3回目	0.005659				
平均	0.005782				
S	0.000214				
<濃度>					
1回目	0.502313			4.51E+04	
2回目	0.469784			4.22E+04	
3回目	0.469977			4.22E+04	
平均	0.480691			4.32E+04	
S	0.018725			1.68E+03	
試料名	I1.4P40C051-3	1.02	2.30E-07	4.07E+04	6.23E+02
<強度>					
1回目	0.005534				
2回目	0.005683				
3回目	0.005668				
平均	0.005628				
S	0.000082				
<濃度>					
1回目	0.459081			4.00E+04	
2回目	0.472093			4.11E+04	
3回目	0.470729			4.10E+04	
平均	0.467301			4.07E+04	
S	0.007151			6.23E+02	
試料名	I1.4P40C051-4	1.02	2.30E-07	2.65E+04	4.56E+02
<強度>					
1回目	0.003759				
2回目	0.003705				
3回目	0.003824				
平均	0.003763				
S	0.000060				
<濃度>					
1回目	0.303837			2.65E+04	
2回目	0.299080			2.61E+04	
3回目	0.309538			2.70E+04	
平均	0.304152			2.65E+04	
S	0.005236			4.56E+02	
試料名	I1.4P40C051-5	1.04	2.34E-07	3.41E+04	1.26E+03
<強度>					

1回目	0.004649				
2回目	0.004913				
3回目	0.004962				
平均	0.004841				
S	0.000168				
<濃度>					
1回目	0.381678			3.26E+04	
2回目	0.404728			3.46E+04	
3回目	0.409012			3.50E+04	
平均	0.398473			3.41E+04	
S	0.014702			1.26E+03	
試料名	I1.4P40C051-6	1.04	2.34E-07	3.65E+04	1.72E+03
<強度>					
1回目	0.005400				
2回目	0.005158				
3回目	0.004940				
平均	0.005166				
S	0.000230				
<濃度>					
1回目	0.447294			3.82E+04	
2回目	0.426151			3.64E+04	
3回目	0.407123			3.48E+04	
平均	0.426856			3.65E+04	
S	0.020095			1.72E+03	
試料名	I1.4P40C051-7	1.07	2.41E-07	3.42E+04	1.78E+02
<強度>					
1回目	0.005024				
2回目	0.004981				
3回目	0.004983				
平均	0.004996				
S	0.000025				
<濃度>					
1回目	0.414486			3.44E+04	
2回目	0.410691			3.41E+04	
3回目	0.410848			3.41E+04	
平均	0.412009			3.42E+04	
S	0.002147			1.78E+02	
試料名	I1.4P40C051-8	0.97	2.18E-07	3.53E+04	1.14E+03
<強度>					
1回目	0.004849				
2回目	0.004571				
3回目	0.004660				
平均	0.004693				
S	0.000142				
<濃度>					
1回目	0.399149			3.66E+04	
2回目	0.374875			3.44E+04	
3回目	0.382587			3.51E+04	
平均	0.385537			3.53E+04	
S	0.012403			1.14E+03	
試料名	I1.4P40C051-9	1.09	2.45E-07	3.54E+04	8.88E+02
<強度>					
1回目	0.005277				
2回目	0.005112				
3回目	0.005356				
平均	0.005248				
S	0.000124				
<濃度>					
1回目	0.436609			3.56E+04	

2回目	0.422128			3.44E+04	
3回目	0.443447			3.62E+04	
平均	0.434061			3.54E+04	
S	0.010885			8.88E+02	
試料名	I1.4P40C051-10	0.99	2.23E-07	1.53E+04	1.26E+03
<強度>					
1回目	0.002228				
2回目	0.002070				
3回目	0.002391				
平均	0.002230				
S	0.000160				
<濃度>					
1回目	0.169964			1.53E+04	
2回目	0.156183			1.40E+04	
3回目	0.184182			1.65E+04	
平均	0.170110			1.53E+04	
S	0.014000			1.26E+03	

Sample No.	Cs11.4A40C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.400
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2426h/101.083d
拡散期間(h)	166.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	5.87E-11

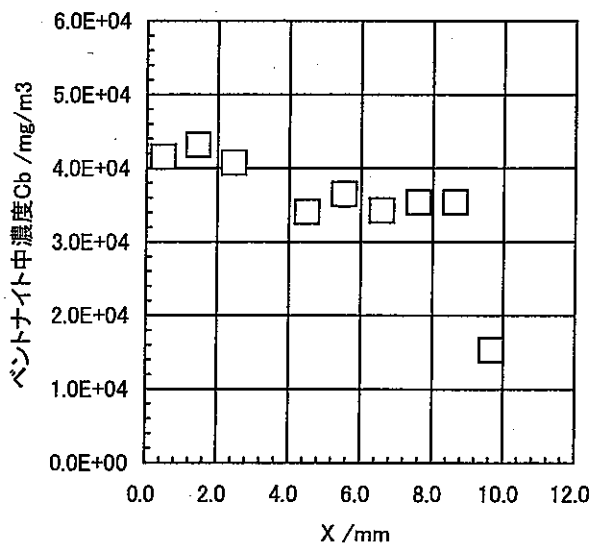
スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
1.19	0.60	0.3600	4.75E+04	8.01E+02
0.96	1.67	2.7889	5.22E+04	1.69E+03
0.98	2.64	6.9696	4.53E+04	1.66E+03
0.96	3.62	13.1044	4.68E+04	9.63E+02
0.98	4.59	21.0681	4.07E+04	1.39E+03
0.98	5.57	31.0249	4.04E+04	7.48E+02
1.01	6.56	43.0336	3.84E+04	1.75E+03
0.98	7.56	57.1536	3.85E+04	2.50E+03
0.96	8.53	72.7609	2.62E+04	1.11E+03
1.45	9.73	94.6729	2.62E+04	1.59E+03



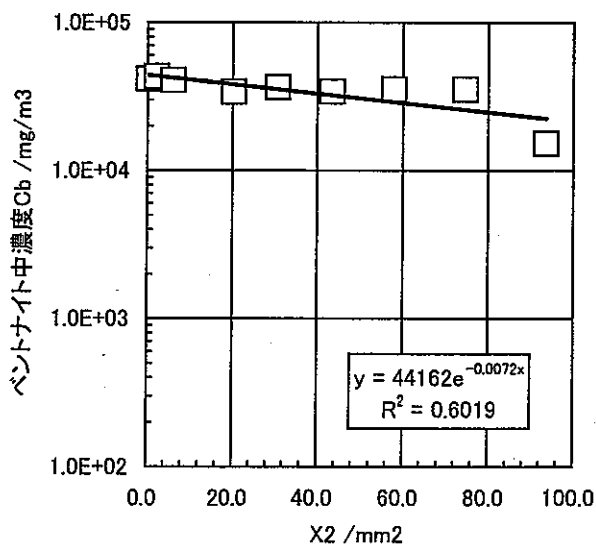
Sample No.	CsI1.4P40C051
元素	I
原子量	126.90447
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09518
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.378
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2426.5h/101.104d
拡散期間(h)	168.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	5.74E-11

スライス厚さ (mm)	X (mm)	X ² (mm ²)	試料中濃度(mg/m ³)	Error (mg/m ³)
0.95	0.47	0.2209	4.15E+04	4.42E+02
0.99	1.44	2.0736	4.32E+04	1.68E+03
1.02	2.45	6.0025	4.07E+04	6.23E+02
1.02	3.47	12.0409		
1.04	4.50	20.2500	3.41E+04	1.26E+03
1.04	5.54	30.6916	3.65E+04	1.72E+03
1.07	6.59	43.4281	3.42E+04	1.78E+02
0.97	7.61	57.9121	3.53E+04	1.14E+03
1.09	8.64	74.6496	3.54E+04	8.88E+02
0.99	9.68	93.7024	1.53E+04	1.26E+03

Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.51M/40°C



Iの濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.51M/40°C



添付資料 8 Cs の分析データ詳細

元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥密密度(Mg/m3)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m3	試料中濃度/mg/m3	Error
0.1M-HNO3	4586	4411	4309	4435	140.09							
CS-STD01	6441	6837	7578	6985	570.04							
CS-STD05	18521	17735	18180	18139	393.43							
CS-STD1	30337	31741	33089	31722	1378.09							
CS-STD5	140830	143983	143435	142886	1802.27							
Counts=bC+a; a=-250.9024, b=27696.3045												
CS0.8A22C001-1	28570	28928	25541	28346	720.04	0.800187	0.021889	1000	1.07	2.41E-07	6.85E+04	1.82E+03
CS0.8A22C001-2	20048	19308	19904	19753	391.58	0.582117	0.011144	1000	0.85	2.14E-07	5.26E+04	1.04E+03
CS0.8A22C001-3	15874	15687	16028	15858	181.15	0.421437	0.004815	1000	1.01	2.27E-07	3.71E+04	4.24E+02
CS0.8A22C001-4	7758	7471	7487	7565	166.87	0.122083	0.002683	1000	0.95	2.14E-07	1.14E+04	2.52E+02
CS0.8A22C001-5	47387	48715	47157	47746	845.44	1.572854	0.027850	100	1.01	2.27E-07	1.38E+04	2.45E+02
CS0.8A22C001-6	14968	15028	13578	14525	820.39	0.373356	0.021088	100	1.01	2.27E-07	3.28E+03	1.86E+02
CS0.8A22C001-7	21586	20810	21543	21240	545.43	0.615807	0.015814	10	0.98	2.21E-07	5.58E+02	1.43E+01
CS0.8A22C001-8	8589	8015	8379	8331	294.84	0.149728	0.005301	10	1.01	2.27E-07	1.32E+02	4.67E+00
CS0.8A22C001-9	13592	13673	13827	13897	119.37	0.343484	0.002984	1	1.04	2.34E-07	2.84E+01	2.56E-01
CS0.8A22C001-10	9082	8925	9159	9049	117.57	0.175640	0.002282	1	1.04	2.34E-07	1.50E+01	1.95E-01
CS0.9P22C001-1	20405	20376	19430	20071	555.04	0.573599	0.015862	1000	1.23	2.77E-07	4.15E+04	1.15E+03
CS0.9P22C001-2	10745	10353	9863	10320	441.91	0.221554	0.008487	1000	0.95	2.14E-07	2.07E+04	8.88E+02
CS0.9P22C001-3	11293	11396	12015	11568	390.52	0.266602	0.009000	1000	0.98	2.21E-07	2.42E+04	8.16E+02
CS0.9P22C001-4	8224	8221	7965	8137	148.68	0.142711	0.002608	1000	1.00	2.25E-07	1.27E+04	2.32E+02
CS0.9P22C001-5	39777	38127	38117	38674	955.53	1.245277	0.030768	100	1.00	2.25E-07	1.11E+04	2.73E+02
CS0.9P22C001-6	28297	28728	29700	28908	718.67	0.892691	0.022193	100	1.00	2.25E-07	7.94E+03	1.97E+02
CS0.9P22C001-7	55987	55556	55463	55669	279.58	1.858897	0.009336	10	1.00	2.25E-07	1.65E+03	8.30E+00
CS0.9P22C001-8	34500	35857	35288	35215	681.44	1.120399	0.021681	10	0.98	2.21E-07	1.02E+03	1.97E+01
CS0.9P22C001-9	59306	58427	59444	59059	551.66	1.981308	0.018507	1	1.00	2.25E-07	1.76E+02	1.65E+00
CS0.9P22C001-10	29524	30231	31626	30460	1069.60	0.948727	0.033314	1	1.00	2.25E-07	8.43E+01	2.96E+00

添付8-2

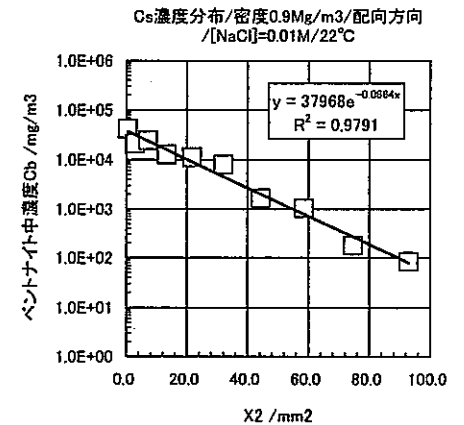
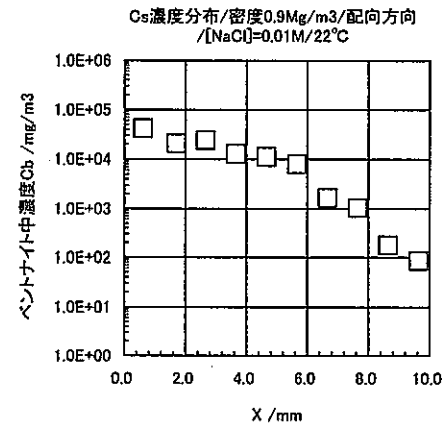
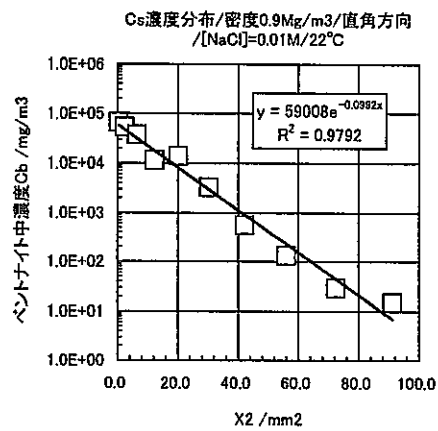
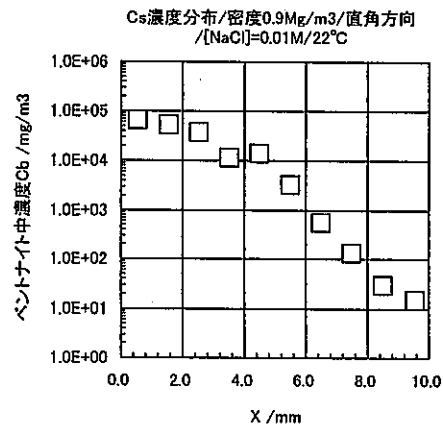
Sample No.	Cs0.9A22C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥常密度(Mg/m3)	0.901
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	118.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	5.93E-12

Sample No.	CsID.9P22C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥常密度(Mg/m3)	1.001
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	118.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	8.83E-12

スライス厚さ/mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.07	0.54	0.2882	6.65E+04	1.82E+03
0.95	1.55	2.3870	5.26E+04	1.04E+03
1.01	2.53	6.3756	3.71E+04	4.24E+02
0.95	3.51	12.2850	1.14E+04	2.52E+02
1.01	4.49	20.1152	1.38E+04	2.45E+02
1.01	5.50	30.1950	3.29E+03	1.86E+02
0.98	6.49	42.1201	5.59E+02	1.43E+01
1.01	7.49	56.0252	1.32E+02	4.67E+00
1.04	8.51	72.4201	2.94E+01	2.56E-01
1.04	9.55	91.2025	1.50E+01	1.95E-01

スライス厚さ/mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.23	0.82	0.3782	4.15E+04	1.15E+03
0.95	1.71	2.9070	2.07E+04	8.88E+02
0.98	2.67	7.1289	2.42E+04	8.16E+02
1.00	3.66	13.3956	1.27E+04	2.32E+02
1.00	4.66	21.7158	1.11E+04	2.73E+02
1.00	5.66	32.0356	7.94E+03	1.97E+02
1.00	6.66	44.3556	1.65E+03	8.30E+00
0.98	7.65	58.5225	1.02E+03	1.97E+01
1.00	8.64	74.6496	1.76E+02	1.65E+00
1.00	9.64	92.9296	8.43E+01	2.96E+00

添付8-3



元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m3	試料中濃度/mg/m3	Error
0.1M-HNO3	0	0	0	0	0.00							
CS-STDD1	1418	1598	775	1264	492.66							
CS-STDD5	7220	8024	7255	7500	454.42							
CS-STD1	14812	14431	15285	14846	433.00							
CS-STD5	72381	75558	79315	75754	3486.24							
Counts=bC+a, a=-230.1757, b=15194.6519												
CS0.9A22C051-1	13032	14215	14919	14055	953.58	0.940187	0.063785	1000	1.14	2.57E-07	7.33E+04	4.97E+03
CS0.8A22C051-2	9239	9303	10204	9582	539.62	0.845765	0.036367	1000	0.71	1.60E-07	8.08E+04	4.55E+03
CS0.8A22C051-3	8974	10145	10120	10080	92.36	0.678518	0.008217	1000	0.85	1.91E-07	7.10E+04	6.50E+02
CS0.9A22C051-4	9339	9350	9534	9408	109.55	0.834292	0.007388	1000	1.00	2.25E-07	5.84E+04	6.57E+02
CS0.8A22C051-5	44295	43330	42693	43439	806.58	2.874005	0.053364	100	1.02	2.30E-07	2.50E+04	4.65E+02
CS0.9A22C051-6	23521	24656	24822	24333	708.09	1.816567	0.047042	100	1.00	2.25E-07	1.44E+04	4.18E+02
CS0.9A22C051-7	77982	80386	81893	80014	1893.16	5.261058	0.124952	10	1.00	2.25E-07	4.88E+03	1.11E+02
CS0.8A22C051-8	42021	39852	44341	42071	2244.82	2.783974	0.148553	10	0.97	2.18E-07	2.55E+03	1.36E+02
CS0.9A22C051-9	118174	121821	117025	118940	2391.83	7.842903	0.157718	1	0.97	2.18E-07	7.18E+02	1.45E+01
CS0.9A22C051-10	51589	45450	49904	48984	3175.89	3.238936	0.210002	1	1.08	2.43E-07	2.67E+02	1.73E+01
CS0.9P22C051-1	9833	10963	11406	10734	811.12	0.721581	0.054527	1000	1.42	3.20E-07	4.52E+04	3.41E+03
CS0.9P22C051-2	4511	4639	4209	4453	220.79	0.308212	0.015282	1000	0.59	1.33E-07	4.64E+04	2.30E+03
CS0.9P22C051-3	7393	7619	7536	7516	114.32	0.509796	0.007754	1000	0.94	2.12E-07	4.82E+04	7.33E+02
CS0.9P22C051-4	6945	6960	7001	6969	28.99	0.473775	0.001971	1000	0.97	2.18E-07	4.34E+04	1.81E+02
CS0.9P22C051-5	26924	33876	34086	31629	4075.71	2.096714	0.270185	100	1.02	2.30E-07	1.83E+04	2.35E+03
CS0.9P22C051-6	24788	25903	26509	25733	874.04	1.708683	0.058037	100	0.99	2.23E-07	1.53E+04	5.21E+02
CS0.9P22C051-7	122767	119800	121221	121263	1483.94	7.995763	0.097847	10	1.02	2.30E-07	6.97E+03	8.53E+01
CS0.9P22C051-8	79124	81952	80427	80501	1415.45	5.313131	0.093421	10	1.02	2.30E-07	4.63E+03	8.14E+01
CS0.9P22C051-9	267249	275282	268807	270446	4259.93	17.813911	0.280596	1	0.99	2.23E-07	1.60E+03	2.52E+01
CS0.9P22C051-10	160838	177116	164323	167426	8571.07	11.033872	0.564860	1	1.05	2.36E-07	9.34E+02	4.78E+01

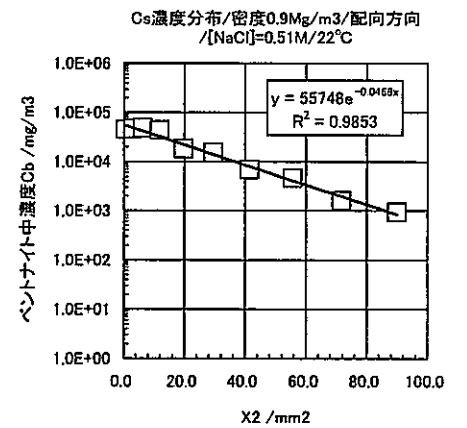
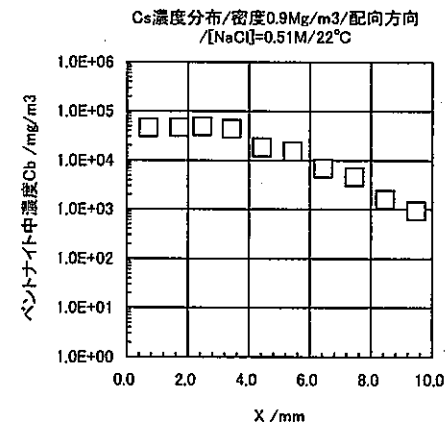
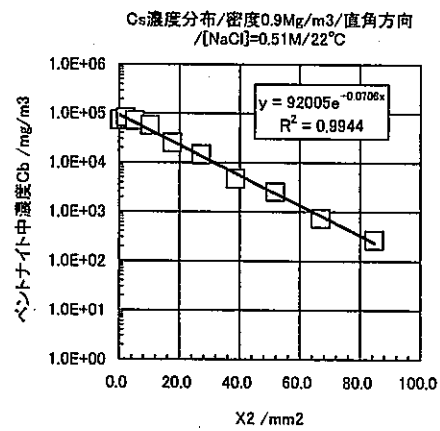
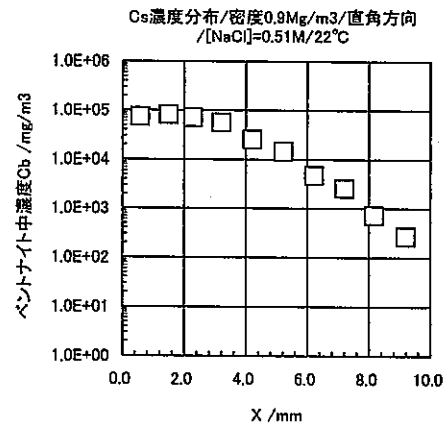
Sample No.	Csl0.9A22C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥濃密度(Mg/m3)	0.901
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	118.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	8.30E-12

Sample No.	Csl0.9P22C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥濃密度(Mg/m3)	1.001
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1300h/54.167d
拡散期間(h)	119.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	1.25E-11

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.14	0.57	0.3249	7.33E+04	4.97E+03
0.71	1.50	2.2350	8.08E+04	4.55E+03
0.85	2.28	5.1756	7.10E+04	6.50E+02
1.00	3.20	10.2400	5.64E+04	6.57E+02
1.02	4.21	17.7241	2.50E+04	4.65E+02
1.00	5.22	27.2484	1.44E+04	4.18E+02
1.00	6.22	38.6884	4.69E+03	1.11E+02
0.97	7.21	51.9120	2.55E+03	1.36E+02
0.97	8.18	66.8306	7.19E+02	1.45E+01
1.08	9.20	84.6400	2.67E+02	1.73E+01

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.42	0.71	0.5041	4.52E+04	3.41E+03
0.59	1.72	2.9412	4.64E+04	2.30E+03
0.94	2.48	6.1504	4.82E+04	7.33E+02
0.97	3.44	11.7992	4.34E+04	1.81E+02
1.02	4.43	19.6249	1.83E+04	2.35E+03
0.99	5.44	29.5392	1.53E+04	5.21E+02
1.02	6.44	41.4736	6.97E+03	8.53E+01
1.02	7.46	55.6516	4.63E+03	8.14E+01
0.99	8.47	71.6562	1.60E+03	2.52E+01
1.05	9.49	89.9652	9.34E+02	4.78E+01

添付8-5



元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥密密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m ³	試料中濃度/mg/m ³	Error
0.1M HNO ₃	711	497	677	628	115.00							
CS-STD01	2398	2389	2295	2341	47.06							
CS-STD05	8498	8123	9184	8595	527.24							
CS-STD1	17745	18543	19325	18538	790.01							
CS-STD5	80372	78047	79849	82023	7451.65							
Counts=bC+a; a=-492.5735, b=16214.3494												
GS1.4A80C001-1	10113	9782	10843	10279	588.11	0.625613	0.038401	1000	0.97	2.18E-07	5.73E+04	3.34E+03
GS1.4A80C001-2	12127	12824	11176	12042	827.28	0.734344	0.050446	1000	1.49	3.35E-07	4.38E+04	3.01E+03
GS1.4A80C001-3	4985	5479	5887	5384	360.58	0.323879	0.021679	1000	0.71	1.60E-07	4.05E+04	2.71E+03
GS1.4A80C001-4	3522	3774	3574	3623	133.05	0.215112	0.007899	1000	0.61	1.37E-07	3.13E+04	1.15E+03
GS1.4A80C001-5	20156	19582	21448	20389	964.29	1.249094	0.058076	100	1.12	2.52E-07	9.91E+03	4.69E+02
GS1.4A80C001-6	8854	9358	8849	9020	292.44	0.547966	0.017765	100	0.95	2.14E-07	5.13E+03	1.86E+02
GS1.4A80C001-7	11818	12716	12738	12424	524.93	0.757883	0.032021	10	0.97	2.18E-07	6.95E+02	2.93E+01
GS1.4A80C001-8	6595	8213	8438	8415	191.89	0.387264	0.011585	10	0.97	2.18E-07	3.55E+02	1.06E+01
GS1.4A80C001-9	9928	9898	9759	9861	89.77	0.598913	0.005481	1	1.00	2.25E-07	5.33E+01	4.85E-01
GS1.4A80C001-10	7227	8537	6317	6894	474.80	0.404471	0.028890	1	0.87	2.18E-07	3.71E+01	2.63E+00
GS1.4P60C001-1	7930	7768	7524	7741	204.38	0.469044	0.012384	1000	0.80	1.80E-07	5.21E+04	1.38E+03
GS1.4P60C001-2	4033	3639	4421	4031	391.00	0.240295	0.023305	1000	0.85	1.91E-07	2.51E+04	2.44E+03
GS1.4P60C001-3	4096	3738	4415	4083	338.69	0.243462	0.020195	1000	0.97	2.18E-07	2.23E+04	1.85E+03
GS1.4P60C001-4	4334	3610	3298	3747	531.48	0.222760	0.031594	1000	0.99	2.23E-07	2.00E+04	2.84E+03
GS1.4P60C001-5	20967	21518	21108	21198	286.23	1.298988	0.017540	100	1.02	2.30E-07	1.13E+04	1.53E+02
GS1.4P60C001-6	15198	16587	16566	16117	795.95	0.985644	0.048677	100	0.99	2.23E-07	8.85E+03	4.37E+02
GS1.4P60C001-7	46177	45300	45929	45802	452.08	2.816430	0.027799	10	1.02	2.30E-07	2.45E+03	2.42E+01
GS1.4P60C001-8	34200	34073	34459	34244	196.73	2.103604	0.012085	10	0.99	2.23E-07	1.89E+03	1.09E+01
GS1.4P60C001-9	62776	58669	59614	60353	2150.92	3.713845	0.132358	1	0.97	2.18E-07	3.40E+02	1.21E+01
GS1.4P60C001-10	57347	56716		57032	446.18	3.508995	0.027453	1	1.50	3.38E-07	2.08E+02	1.63E+00
GS1.4A80C051-1	9047	9519	9712	9426	342.12	0.572985	0.020796	1000	0.84	2.12E-07	5.42E+04	1.97E+03
GS1.4A80C051-2	4202	4242	3608	4017	355.08	0.239412	0.021180	1000	0.70	1.58E-07	3.04E+04	2.69E+03
GS1.4A80C051-3	9106	10008	9781	9625	466.13	0.585258	0.028343	1000	0.94	2.12E-07	5.53E+04	2.68E+03
GS1.4A80C051-4	5857	5886	6270	5938	300.24	0.357846	0.018095	1000	1.04	2.34E-07	3.08E+04	1.55E+03
GS1.4A80C051-5	37661	38713	24823	32899	7289.30	2.026820	0.448485	100	1.11	2.50E-07	1.62E+04	3.58E+03
GS1.4A80C051-6	18585	17288	18013	18295	898.24	1.119990	0.054988	100	0.85	1.91E-07	1.17E+04	5.75E+02
GS1.4A80C051-7	34512	34048	33584	34048	484.00	2.091516	0.028503	10	1.04	2.34E-07	1.79E+03	2.44E+01
GS1.4A80C051-8	14788	14828	15305	14901	356.98	0.910828	0.021817	10	1.01	2.27E-07	8.01E+02	1.92E+01
GS1.4A80C051-9	18050	18057	15818	15909	250.88	0.972795	0.015341	1	0.89	2.23E-07	8.73E+01	1.38E+00
GS1.4A80C051-10	6706	5773	6177	6219	487.89	0.375178	0.028228	1	1.01	2.27E-07	3.30E+01	2.48E+00
GS1.4P60C051-1	3744	3394	3662	3600	183.05	0.213673	0.010865	1000	0.92	2.07E-07	2.06E+04	1.05E+03
GS1.4P60C051-2	4953	5363	4386	4894	501.11	0.293479	0.030050	1000	1.02	2.30E-07	2.58E+04	2.62E+03
GS1.4P60C051-3	4638	5271	5074	4994	323.93	0.299667	0.018436	1000	1.02	2.30E-07	2.61E+04	1.69E+03
GS1.4P60C051-4	5932	4998	4979	5303	544.81	0.318704	0.032743	1000	0.99	2.23E-07	2.86E+04	2.94E+03
GS1.4P60C051-5	38175	35717	37639	37177	1292.49	2.284493	0.079422	100	1.06	2.39E-07	1.92E+04	6.66E+02
GS1.4P60C051-6	27198	29826	29173	28732	1368.30	1.763679	0.083990	100	0.94	2.12E-07	1.67E+04	7.94E+02

CS1.4P60C051-7	81209	83138	79598	81315	1772.38	5.006650	0.109127	10	1.04	2.34E-07	4.28E+03	9.33E+01
CS1.4P60C051-8	64773	63342	64456	64190	751.58	3.950507	0.046255	10	1.04	2.34E-07	3.38E+03	3.95E+01
CS1.4P60C051-9	110875	108797	108659	109444	1241.49	6.741451	0.076473	1	1.02	2.30E-07	5.87E+02	6.66E+00
CS1.4P60C051-10	50749	54743	48751	51414	3050.90	3.182563	0.187665	1	1.04	2.34E-07	2.70E+02	1.60E+01

Sample No.	Cs11.4A60C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.408
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1319h/54.959d
拡散期間(h)	148.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	4.94E-12

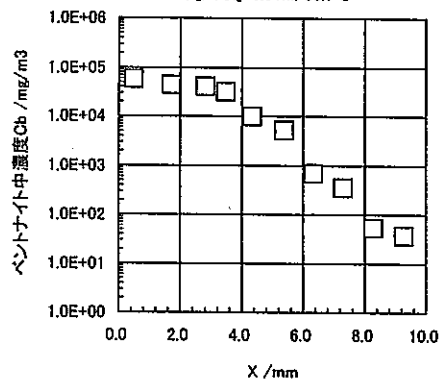
Sample No.	Cs11.4P60C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.405
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1319h/54.959d
拡散期間(h)	148.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	7.51E-12

スライス厚さ/mm	X/mm	X ² /mm ²	試料中濃度/mg/m ³	Error/mg/m ³
0.97	0.49	0.2352	5.73E+04	3.34E+03
1.49	1.72	2.9412	4.38E+04	3.01E+03
0.71	2.82	7.9242	4.05E+04	2.71E+03
0.61	3.48	12.0758	3.13E+04	1.15E+03
1.12	4.34	18.8356	9.91E+03	4.89E+02
0.95	5.38	28.8906	5.13E+03	1.66E+02
0.97	6.34	40.1322	6.95E+02	2.93E+01
0.97	7.31	53.3630	3.55E+02	1.06E+01
1.00	8.29	68.7241	5.33E+01	4.85E-01
0.97	9.28	86.0256	3.71E+01	2.63E+00

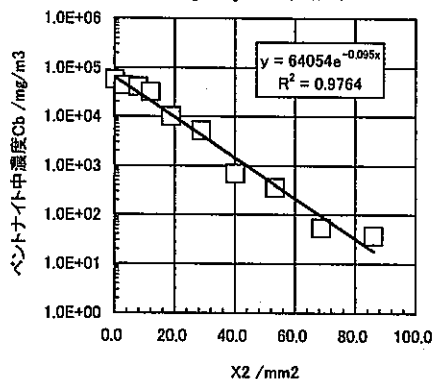
スライス厚さ/mm	X/mm	X ² /mm ²	試料中濃度/mg/m ³	Error/mg/m ³
0.80	0.40	0.1600	5.21E+04	1.38E+03
0.85	1.23	1.5006	2.51E+04	2.44E+03
0.97	2.14	4.5582	2.23E+04	1.85E+03
0.99	3.12	9.7032	2.00E+04	2.84E+03
1.02	4.12	16.9744	1.13E+04	1.53E+02
0.99	5.13	26.2856	8.85E+03	4.37E+02
1.02	6.13	37.5768	2.45E+03	2.42E+01
0.99	7.14	50.9082	1.89E+03	1.09E+01
0.97	8.12	65.9532	3.40E+02	1.21E+01
1.50	9.35	87.4225	2.08E+02	1.63E+00

添付8-8

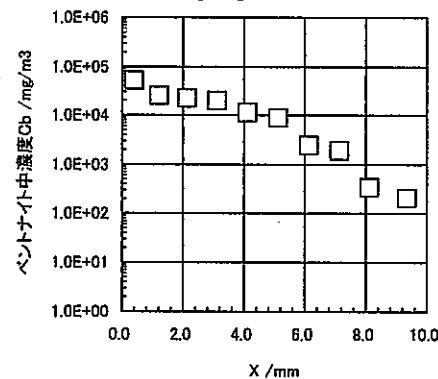
Cs濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



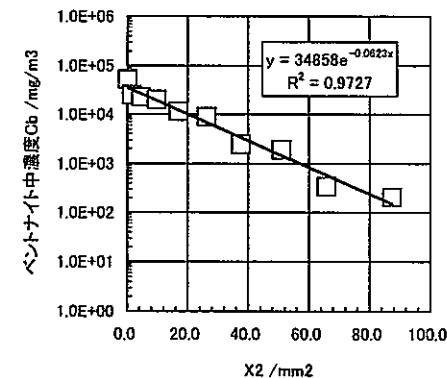
Cs濃度分布/密度1.4Mg/m³/直角方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



Cs濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



Cs濃度分布/密度1.4Mg/m³/配向方向
/[NaCl]=0.01M/36.7°C



Sample No.	Cs11.4A60C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.398
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1320h/55d
拡散期間(h)	148.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	5.08E-12

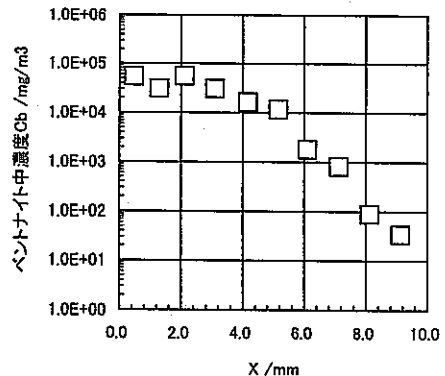
Sample No.	Cs11.4P80C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.400
温度(°C)	36.7
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1320h/55d
拡散期間(h)	148.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	9.05E-12

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
0.94	0.47	0.2209	5.42E+04	1.97E+03
0.70	1.29	1.6641	3.04E+04	2.69E+03
0.94	2.11	4.4521	5.53E+04	2.68E+03
1.04	3.10	9.6100	3.06E+04	1.55E+03
1.11	4.18	17.4306	1.62E+04	3.58E+03
0.85	5.16	26.5740	1.17E+04	5.75E+02
1.04	6.10	37.2100	1.79E+03	2.44E+01
1.01	7.13	50.7656	8.01E+02	1.02E+01
0.99	8.13	66.0156	8.73E+01	1.38E+00
1.01	9.13	83.2656	3.30E+01	2.48E+00

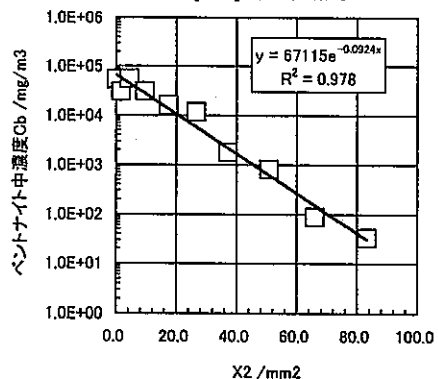
スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
0.92	0.46	0.2116	2.06E+04	1.05E+03
1.02	1.43	2.0449	2.56E+04	2.62E+03
1.02	2.45	6.0025	2.61E+04	1.69E+03
0.99	3.46	11.9370	2.86E+04	2.94E+03
1.06	4.48	20.0704	1.92E+04	6.66E+02
0.94	5.48	30.0304	1.67E+04	7.94E+02
1.04	6.47	41.8609	4.28E+03	9.33E+01
1.04	7.51	56.4001	3.38E+03	3.95E+01
1.02	8.54	72.9316	5.67E+02	6.66E+00
1.04	9.57	91.5849	2.70E+02	1.60E+01

添付8-9

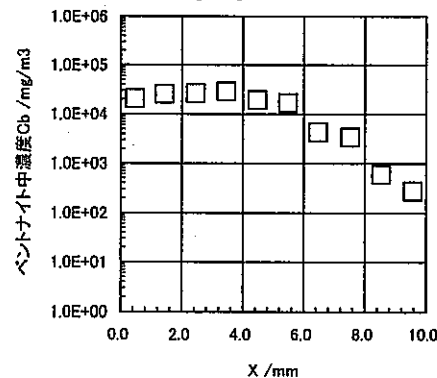
Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/直角方向
/[NaCl]=0.51M/36.7°C



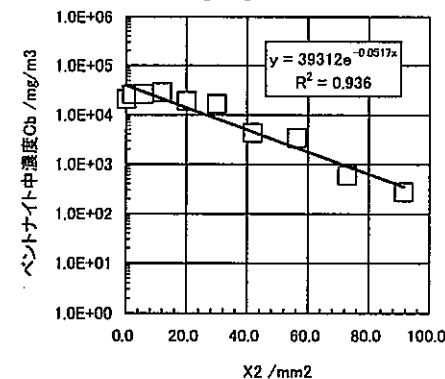
Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/直角方向
/[NaCl]=0.51M/36.7°C



Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/配向方向
/[NaCl]=0.51M/36.7°C



Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/配向方向
/[NaCl]=0.51M/36.7°C



元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥層密度(Mg/m3)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

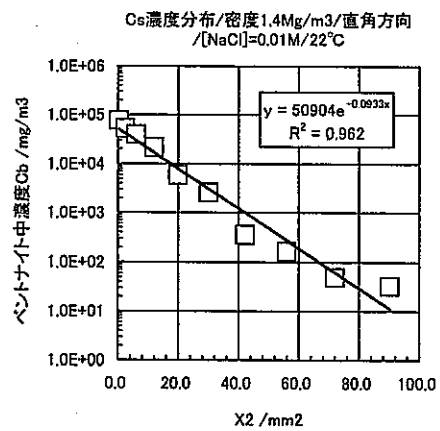
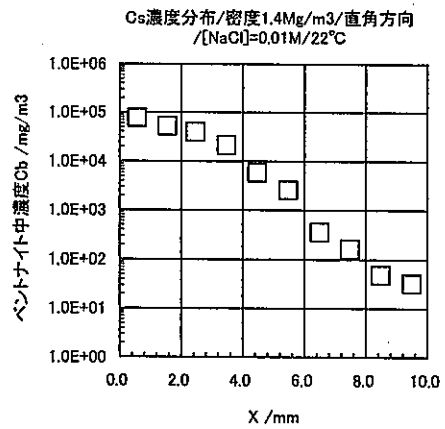
分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m3	試料中濃度/mg/m3	Error
0.1MHNO3	80	57	82	88	13.85							
GS-STD01	708	877	818	801	85.77							
GS-STD05	4060	4509	4304	4291	224.78							
GS-STD1	8902	8685	9408	8982	378.53							
GS-STD5	46137	40485	43512	43381	2823.27							
Counts=bC+a; a=-10.3439, b=8673.0872												
CS1.4A22C001-1	8329	8538	8325	8397	121.84	0.961789	0.013955	1000	1.13	2.54E-07	7.57E+04	1097.710097
CS1.4A22C001-2	4452	4250	4073	4258	189.64	0.484565	0.021579	1000	0.84	1.89E-07	5.13E+04	2283.51986
CS1.4A22C001-3	3930	3766	3762	3819	95.86	0.433949	0.010892	1000	0.99	2.23E-07	3.90E+04	977.9246237
CS1.4A22C001-4	2108	2228	2082	2139	77.88	0.240246	0.008746	1000	1.01	2.27E-07	2.11E+04	769.7181301
CS1.4A22C001-5	6055	5941	5254	5750	493.31	0.656593	0.049477	100	0.99	2.23E-07	5.89E+03	444.2394393
CS1.4A22C001-6	2630	2782	2661	2691	80.32	0.303853	0.009089	100	1.04	2.34E-07	2.60E+03	77.51353534
CS1.4A22C001-7	3345	3374	3656	3458	171.80	0.392326	0.019489	10	0.99	2.23E-07	3.52E+02	17.49882805
CS1.4A22C001-8	1657	1721	1479	1619	125.40	0.180252	0.013961	10	0.99	2.23E-07	1.62E+02	12.53509883
CS1.4A22C001-9	5139	4436	4977	4851	388.13	0.552861	0.041958	1	1.01	2.27E-07	4.87E+01	3.692716469
CS1.4A22C001-10	3333	3303	3110	3249	121.02	0.368152	0.013715	1	1.01	2.27E-07	3.24E+01	1.207013288

Sample No.	Cst1.4A22C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥希密度(Mg/m3)	1.409
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1349h/56.208d
拡散期間(h)	263.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	2.83E-12

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.13	0.57	0.3192	7.57E+04	1.10E+03
0.84	1.55	2.4025	5.13E+04	2.28E+03
0.99	2.47	6.0782	3.90E+04	9.78E+02
1.01	3.47	12.0062	2.11E+04	7.70E+02
0.99	4.47	19.9362	5.89E+03	4.44E+02
1.04	5.48	30.0304	2.60E+03	7.75E+01
0.99	6.50	42.1850	3.52E+02	1.75E+01
0.99	7.49	56.0262	1.62E+02	1.25E+01
1.01	8.49	71.8952	4.87E+01	3.69E+00
1.01	9.50	90.1550	3.24E+01	1.21E+00

添付8-11



元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥濃度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m ³	試料中濃度/mg/m ³	Error
0.1MHNO3	424	528	515	489	58.67							
CS-STD01	1604	2104	2189	1886	316.08							
CS-STD05	9791	9115	9310	9405	347.94							
CS-STD1	18737	17561	16893	17730	833.59							
CS-STD5	77823	90889	82418	83710	8628.12							
Counts=bC+a; a=334.5979, b=16593.4255												
CS1.4P22C001-1	7923	8037	8548	8168	332.85	0.442726	0.018038	1000	1.05	2.38E-07	3.75E+04	1.53E+03
CS1.4P22C001-2	7050	6962	7545	7186	314.29	0.383445	0.018771	1000	1.00	2.25E-07	3.41E+04	1.49E+03
CS1.4P22C001-3	7084	7875	7893	7551	418.59	0.405442	0.022478	1000	1.00	2.25E-07	3.60E+04	2.00E+03
CS1.4P22C001-4	8256	6817	6823	6498	210.18	0.342043	0.011082	1000	0.97	2.18E-07	3.13E+04	1.01E+03
CS1.4P22C001-5	33895	34126	34807	34276	474.14	2.016039	0.027888	100	1.02	2.30E-07	1.78E+04	2.43E+02
CS1.4P22C001-6	28502	23229	25775	25169	1718.68	1.487188	0.100189	100	1.00	2.25E-07	1.30E+04	8.91E+02
CS1.4P22C001-7	89534	91338	90821	90231	1492.21	5.388158	0.089107	10	1.00	2.25E-07	4.79E+03	7.92E+01
CS1.4P22C001-8	61850	84908	83002	83253	1543.34	3.782313	0.091799	10	1.00	2.25E-07	3.34E+03	8.16E+01
CS1.4P22C001-9	64232	82780	82306	83099	1006.84	3.753073	0.059886	1	1.00	2.25E-07	3.34E+02	5.32E+00
CS1.4P22C001-10	32964	34852	33487	33788	974.78	1.985405	0.057314	1	1.00	2.25E-07	1.78E+02	5.09E+00
CS1.4A22C001-1	8649	9348	7227	8407	1079.97	0.457069	0.058713	1000	1.17	2.63E-07	3.47E+04	4.46E+03
CS1.4A22C001-2	6120	6286	6414	6273	147.41	0.328463	0.007718	1000	0.84	1.89E-07	3.48E+04	8.17E+02
CS1.4A22C001-3	4479	4535	4452	4489	42.34	0.220911	0.002084	1000	1.05	2.36E-07	1.87E+04	1.76E+02
CS1.4A22C001-4	3960	3961	3483	3801	275.69	0.179489	0.013017	1000	0.98	2.21E-07	1.63E+04	1.18E+03
CS1.4A22C001-5	8202	9847	10103	9384	1031.61	0.515927	0.056718	100	0.98	2.21E-07	4.68E+03	5.14E+02
CS1.4A22C001-6	7900	6782	6393	7025	782.34	0.373762	0.041624	100	1.00	2.25E-07	3.32E+03	3.70E+02
CS1.4A22C001-7	12670	12545	12311	12509	182.24	0.704235	0.010260	10	1.05	2.36E-07	5.96E+02	8.69E+00
CS1.4A22C001-8	4985	5543	5052	5193	304.67	0.263377	0.015451	10	1.03	2.32E-07	2.27E+02	1.33E+01
CS1.4A22C001-9	4257	3723	3739	3908	303.79	0.185817	0.014451	1	1.00	2.25E-07	1.65E+01	1.28E+00
CS1.4A22C001-10	3082	2978	2845	2968	118.72	0.129248	0.005170	1	1.00	2.25E-07	1.15E+01	4.60E-01
CS1.4P22C001-1	2221	2008	2215	2147	122.44	0.078811	0.004551	1000	0.98	2.21E-07	7.24E+03	4.13E+02
CS1.4P22C001-2	1388	2182	1797	1797	397.51	0.058678	0.012983	1000	0.98	2.21E-07	5.32E+03	1.18E+03
CS1.4P22C001-3	2023	2030	1893	1982	77.16	0.089847	0.002719	1000	1.01	2.27E-07	6.15E+03	2.39E+02
CS1.4P22C001-4	2331	2353	2542	2409	115.99	0.095560	0.004602	1000	1.03	2.32E-07	8.25E+03	3.97E+02
CS1.4P22C001-5		12252	14786	13509	1777.67	0.784520	0.100604	100	1.01	2.27E-07	6.79E+03	8.85E+02
CS1.4P22C001-6	14981	15431	14779	15057	336.43	0.857810	0.019167	100	1.03	2.32E-07	7.40E+03	1.65E+02
CS1.4P22C001-7	67488	79382	87551	71474	8848.89	4.257751	0.407995	10	1.01	2.27E-07	3.75E+03	3.58E+02
CS1.4P22C001-8	68806	59880	53351	59949	8627.70	3.583218	0.393934	10	1.03	2.32E-07	3.08E+03	3.40E+02
CS1.4P22C001-9	85843	92440	82383	88882	5118.21	5.186331	0.305527	1	1.03	2.32E-07	4.48E+02	2.64E+01
CS1.4P22C001-10	43087	42035	41973	42365	628.04	2.503522	0.038995	1	1.01	2.27E-07	2.20E+02	3.26E+00
CS0.9A60C001-1	1909	2114	1593	1872	262.46	0.063218	0.008863	1000	0.89	2.00E-07	6.31E+03	8.85E+02
CS0.9A60C001-2	2223	1683	2248	2051	319.23	0.074025	0.011520	1000	0.99	2.21E-07	6.71E+03	1.04E+03
CS0.9A60C001-3	1120	1340	1342	1267	127.60	0.026778	0.002696	1000	0.98	2.21E-07	2.43E+03	2.45E+02
CS0.9A60C001-4	1317	1138	1396	1264	109.24	0.028557	0.002296	1000	1.04	2.34E-07	2.27E+03	1.96E+02
CS0.9A60C001-5	9317	9116	8774	9069	274.53	0.496944	0.015043	100	1.01	2.27E-07	4.37E+03	1.32E+02
CS0.9A60C001-6	5782	6558	6246	6195	390.47	0.323763	0.020406	100	1.04	2.34E-07	2.77E+03	1.74E+02

CS0.9A60C001-7	22689	23187	22996	22957	251.24	1.333822	0.014598	10	1.04	2.34E-07	1.14E+03	1.25E+01
CS0.9A60C001-8	18537	16187	17457	17394	1176.28	0.998828	0.087534	10	1.04	2.34E-07	8.54E+02	5.77E+01
CS0.9A60C001-9	20537	20076	19654	20089	441.64	1.161062	0.025525	1	1.04	2.34E-07	9.92E+01	2.18E+00
CS0.9A60C001-10	11484	11985	11246	11572	377.22	0.647767	0.021116	1	1.10	2.48E-07	5.23E+01	1.71E+00
CS0.9P60C001-1	1749	1395	1222	1455	288.83	0.038107	0.007034	1000	1.08	2.43E-07	3.14E+03	5.79E+02
CS0.9P60C001-2	1855	1732	1859	1748	100.42	0.055725	0.003202	1000	0.97	2.18E-07	5.11E+03	2.93E+02
CS0.9P60C001-3	1418	1385	1854	1488	146.71	0.038935	0.003944	1000	1.00	2.25E-07	3.55E+03	3.51E+02
CS0.9P60C001-4	1348	1427	1465	1413	59.89	0.035578	0.001502	1000	1.03	2.32E-07	3.07E+03	1.30E+02
CS0.9P60C001-5	8732	9417	8818	8858	211.12	0.532299	0.011638	100	1.00	2.25E-07	4.73E+03	1.03E+02
CS0.9P60C001-6	9752	10606	10887	10348	518.03	0.574043	0.028738	100	1.05	2.38E-07	4.88E+03	2.43E+02
CS0.9P60C001-7	58345	54229	54831	55735	2289.25	3.309282	0.134738	10	1.11	2.50E-07	2.85E+03	1.08E+02
CS0.9P60C001-8	36958	30714	33759	33810	3121.31	1.987938	0.183528	10	1.13	2.54E-07	1.58E+03	1.44E+02
CS0.9P60C001-9	72809	68740	70385	70638	2048.19	4.207389	0.121896	1	1.11	2.50E-07	3.37E+02	9.77E+00
CS0.9P60C001-10	46302	47723	46006	46677	917.87	2.783384	0.054340	1	1.13	2.54E-07	2.17E+02	4.27E+00
CS0.9A60C051-1	1726	2001	2001	1909	158.77	0.065488	0.005444	1000	1.01	2.27E-07	5.76E+03	4.79E+02
CS0.9A60C051-2	1430	1182	1387	1333	132.53	0.030735	0.003056	1000	0.95	2.14E-07	2.88E+03	2.86E+02
CS0.9A60C051-3	2206	1443	2052	1900	403.48	0.064925	0.013785	1000	1.07	2.41E-07	5.39E+03	1.15E+03
CS0.9A60C051-4	1944	1812	1924	1893	71.14	0.064903	0.002424	1000	1.09	2.45E-07	5.26E+03	1.98E+02
CS0.9A60C051-5	11518	12019	10886	11474	567.76	0.641901	0.031762	100	1.12	2.52E-07	5.09E+03	2.52E+02
CS0.9A60C051-6	10221	10051	9791	10021	216.56	0.554316	0.011979	100	1.15	2.59E-07	4.28E+03	9.26E+01
CS0.9A60C051-7	41358	39944	38511	39938	1423.51	2.357239	0.084020	10	1.09	2.45E-07	1.92E+03	6.85E+01
CS0.9A60C051-8	31792	32425	30629	31615	910.94	1.855695	0.053469	10	1.21	2.72E-07	1.36E+03	3.93E+01
CS0.9A60C051-9	47706	49361	50862	49310	1578.63	2.922041	0.093548	1	1.12	2.52E-07	2.32E+02	7.42E+00
CS0.9A60C051-10	35440	34936	35199	35192	252.08	2.071222	0.014836	1	1.30	2.93E-07	1.42E+02	1.01E+00
CS0.9P60C051-1	1662	1800	1418	1827	193.44	0.048433	0.005759	1000	1.05	2.36E-07	4.10E+03	4.88E+02
CS0.9P60C051-2	1336	1239	1269	1281	49.66	0.027821	0.001071	1000	0.84	2.12E-07	2.81E+03	1.01E+02
CS0.9P60C051-3	1458	1153	1211	1273	180.83	0.027139	0.003428	1000	0.97	2.18E-07	2.49E+03	3.14E+02
CS0.9P60C051-4	588	530	488	531	64.01	-0.017577	-0.002118	1000	1.13	2.54E-07	-1.38E+03	-1.87E+02
CS0.9P60C051-5	6595	7897	7172	7141	571.82	0.380773	0.030478	100	1.18	2.81E-07	2.92E+03	2.34E+02
CS0.9P60C051-6	8099	7801	6965	7455	582.47	0.389878	0.031228	100	1.18	2.81E-07	3.08E+03	2.39E+02
CS0.9P60C051-7	45583	40037	48322	44647	4221.01	2.841066	0.248889	10	1.18	2.81E-07	2.02E+03	1.91E+02
CS0.9P60C051-8	34557	37609	22813	31680	7811.93	1.858387	0.458547	10	1.18	2.81E-07	1.42E+03	3.51E+02
CS0.9P60C051-9	92380	90084	89427	90830	1550.46	5.412224	0.092589	1	1.18	2.81E-07	4.15E+02	7.09E+00
CS0.9P60C051-10	85940	64815	84294	84983	786.57	3.868592	0.046802	1	1.13	2.54E-07	3.04E+02	3.68E+00

Sample No.	Cs11.4P22C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.412
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1349h/56.208d
拡散期間(h)	264.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	4.28E-12

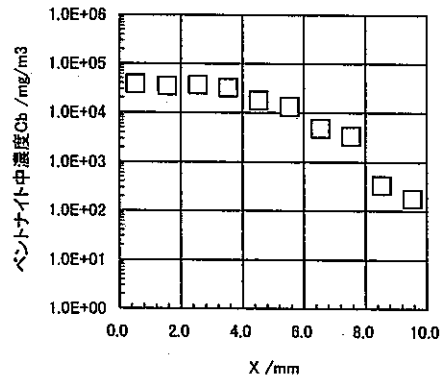
Sample No.	Cs11.4A22C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.411
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1349.5h/56.229d
拡散期間(h)	264.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	2.80E-12

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
1.05	0.53	0.2756	3.75E+04	1.53E+03
1.00	1.55	2.4025	3.41E+04	1.49E+03
1.00	2.55	6.5025	3.60E+04	2.00E+03
0.97	3.54	12.4952	3.13E+04	1.01E+03
1.02	4.53	20.5209	1.76E+04	2.43E+02
1.00	5.54	30.6916	1.30E+04	8.91E+02
1.00	6.54	42.7716	4.79E+03	7.92E+01
1.00	7.54	56.8516	3.34E+03	8.16E+01
1.00	8.54	72.9316	3.34E+02	5.32E+00
1.00	9.54	91.0116	1.76E+02	5.09E+00

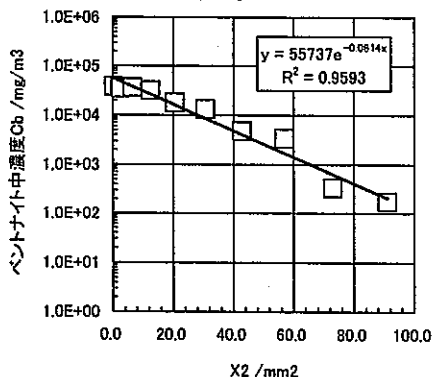
スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
1.17	0.59	0.3422	3.47E+04	4.46E+03
0.84	1.59	2.5281	3.48E+04	8.17E+02
1.05	2.54	6.4262	1.87E+04	1.76E+02
0.98	3.55	12.6025	1.63E+04	1.18E+03
0.98	4.53	20.5209	4.68E+03	5.14E+02
1.00	5.52	30.4704	3.32E+03	3.70E+02
1.05	6.55	42.8370	5.96E+02	8.69E+00
1.03	7.59	57.5322	2.27E+02	1.33E+01
1.00	8.60	73.9600	1.65E+01	1.28E+00
1.00	9.60	92.1600	1.15E+01	4.60E-01

添付8-14

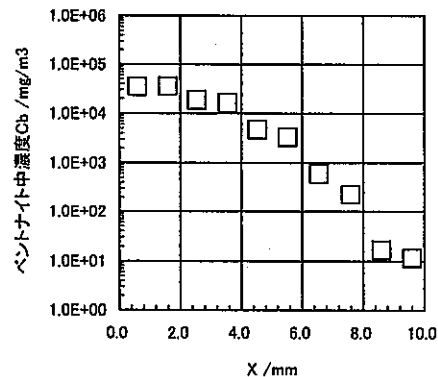
Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/配向方向
/[NaCl]=0.01M/22°C



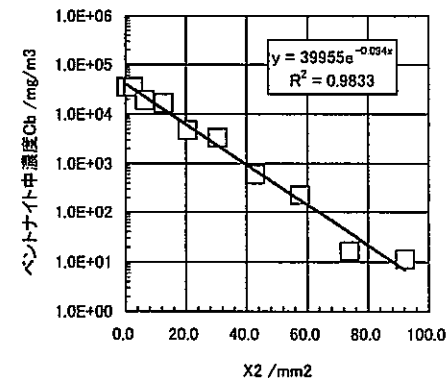
Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/配向方向
/[NaCl]=0.01M/22°C



Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/直角方向
/[NaCl]=0.51M/22°C



Cs濃度分布/密度1.4Mg/m3/直角方向
/[NaCl]=0.51M/22°C



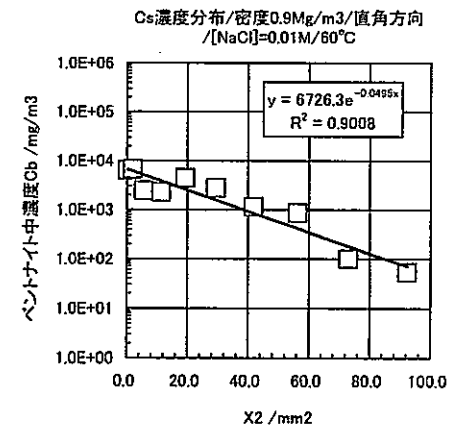
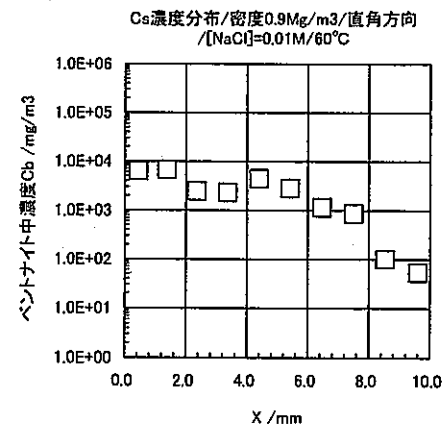
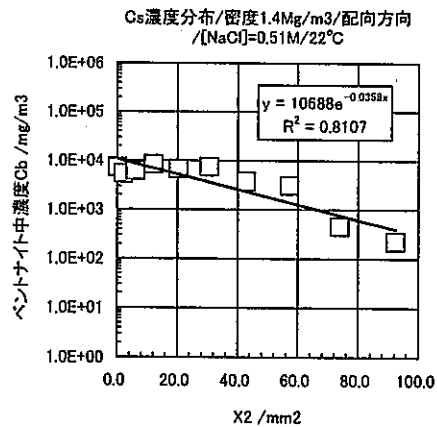
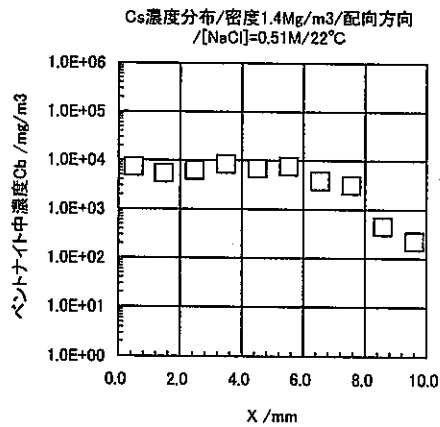
Sample No.	Cs11.4P22C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.401
温度(°C)	22.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1349.5h/56.229d
拡散期間(h)	264.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	7.33E-12

Sample No.	Cs10.9A60C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	0.904
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1847.5h/76.979d
拡散期間(h)	72.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	1.95E-11

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
0.98	0.49	0.2401	7.24E+03	4.13E+02
0.98	1.47	2.1609	5.32E+03	1.18E+03
1.01	2.47	6.0762	6.15E+03	2.39E+02
1.03	3.49	12.1452	8.25E+03	3.97E+02
1.01	4.51	20.2950	6.73E+03	8.85E+02
1.03	5.53	30.5256	7.40E+03	1.65E+02
1.01	6.55	42.8370	3.75E+03	3.59E+02
1.03	7.57	57.2292	3.08E+03	3.40E+02
1.03	8.60	73.8740	4.48E+02	2.64E+01
1.01	9.62	92.4482	2.20E+02	3.26E+00

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
0.89	0.45	0.1980	6.31E+03	8.85E+02
0.98	1.38	1.9044	6.71E+03	1.04E+03
0.98	2.36	5.5696	2.43E+03	2.45E+02
1.04	3.37	11.3569	2.27E+03	1.96E+02
1.01	4.40	19.3160	4.37E+03	1.32E+02
1.04	5.42	29.3764	2.77E+03	1.74E+02
1.04	6.46	41.7316	1.14E+03	1.25E+01
1.04	7.50	56.2500	8.54E+02	5.77E+01
1.04	8.54	72.9316	9.92E+01	2.18E+00
1.10	9.61	92.3521	5.23E+01	1.71E+00

添付8-15



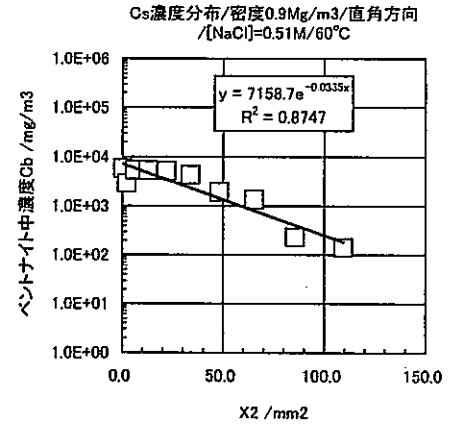
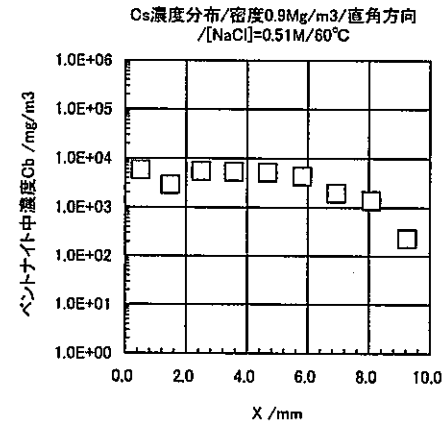
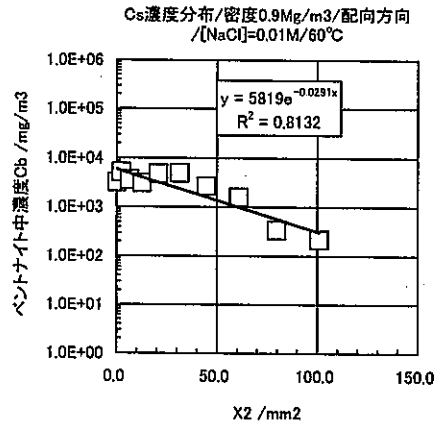
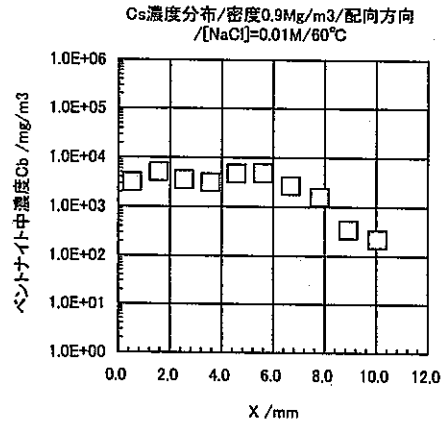
Sample No.	Cs10.9P80C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	1.037
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	1847.5h/76.979d
拡散期間(h)	72.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	3.29E-11

Sample No.	Cs10.9A80C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m ³)	0.904
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1848h/77d
拡散期間(h)	72.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m ² /s)	2.86E-11

スライス厚さ/mm	X/mm	X ² /mm ²	試料中濃度/mg/m ³	Error/mg/m ³
1.08	0.54	0.2916	3.14E+03	5.79E+02
0.97	1.57	2.4492	5.11E+03	2.93E+02
1.00	2.55	6.5025	3.55E+03	3.51E+02
1.03	3.57	12.7092	3.07E+03	1.30E+02
1.00	4.58	20.9764	4.73E+03	1.03E+02
1.05	5.61	31.4180	4.88E+03	2.43E+02
1.11	6.69	44.6892	2.65E+03	1.08E+02
1.13	7.81	60.9180	1.56E+03	1.44E+02
1.11	8.93	79.8556	3.37E+02	9.77E+00
1.13	10.05	100.9020	2.17E+02	4.27E+00

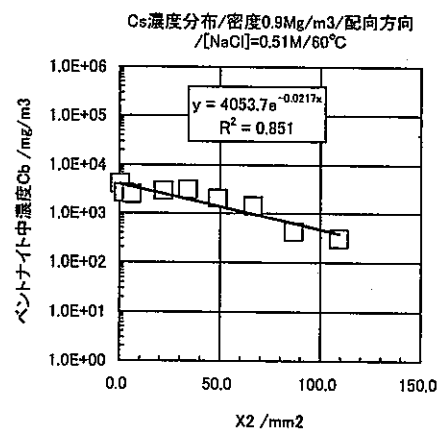
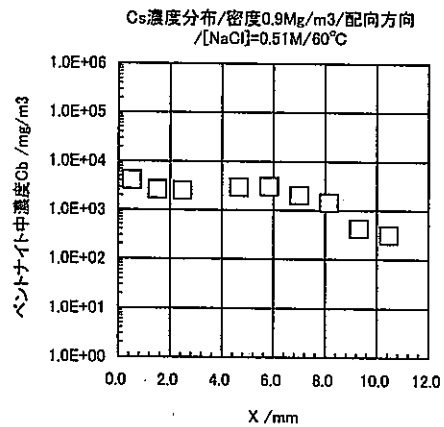
スライス厚さ/mm	X/mm	X ² /mm ²	試料中濃度/mg/m ³	Error/mg/m ³
1.01	0.51	0.2550	5.76E+03	4.79E+02
0.95	1.49	2.2052	2.88E+03	2.86E+02
1.07	2.50	6.2250	5.39E+03	1.15E+03
1.09	3.58	12.7806	5.26E+03	1.98E+02
1.12	4.68	21.9024	5.09E+03	2.52E+02
1.15	5.82	33.8142	4.28E+03	9.26E+01
1.09	6.94	48.0942	1.92E+03	6.85E+01
1.21	8.09	65.3672	1.38E+03	3.93E+01
1.12	9.25	85.5625	2.32E+02	7.42E+00
1.30	10.46	109.4116	1.42E+02	1.01E+00

添付8-16



Sample No.	Cs10.9P60C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.008
温度(°C)	60.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	1848h/77d
拡散期間(h)	74.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	4.30E-11

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.05	0.53	0.2756	4.10E+03	4.88E+02
0.94	1.52	2.3104	2.51E+03	1.01E+02
0.97	2.48	6.1256	2.49E+03	3.14E+02
1.13	3.53	12.4256		
1.16	4.67	21.8089	2.92E+03	2.34E+02
1.16	5.83	33.9889	3.08E+03	2.39E+02
1.16	6.99	48.8601	2.02E+03	1.91E+02
1.16	8.15	66.4225	1.42E+03	3.51E+02
1.16	9.31	86.6761	4.15E+02	7.09E+00
1.13	10.46	109.3070	3.04E+02	3.68E+00



添付8-17

元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m3	試料中濃度/mg/m3	Error
0.1MHN03	31	17	21	23	7.21							
CS-STD01	1323	1377	1316	1339	33.38							
CS-STD05	6628	5828	6331	6188	513.55							
CS-STD1	14416	13736	13026	13726	695.05							
CS-STD5	69149	69325	67871	68782	793.55							
Counts=bC+a; a=-302.7489, b=13812.4236												
CS0.9A40C001-1	10574	9704	9611	9963	531.18	0.741561	0.038537	1000	1.12	2.52E-07	5.89E+04	3.14E+03
CS0.9A40C001-2	7144	6860	6309	6771	424.56	0.510484	0.032007	1000	0.92	2.07E-07	4.93E+04	3.09E+03
CS0.9A40C001-3	5101	5337	5811	5418	381.59	0.412388	0.027530	1000	0.95	2.14E-07	3.86E+04	2.58E+03
CS0.9A40C001-4	3185	3375	3446	3339	129.38	0.261988	0.010152	1000	0.88	2.21E-07	2.38E+04	9.21E+02
CS0.9A40C001-5	21131	21204	22197	21511	595.50	1.577595	0.043674	100	1.01	2.27E-07	1.39E+04	3.84E+02
CS0.9A40C001-6	10947	10177	10523	10549	385.66	0.783986	0.028862	100	0.98	2.21E-07	7.11E+03	2.60E+02
CS0.9A40C001-7	16972	17824	18978	17858	1023.27	1.313147	0.075244	10	1.01	2.27E-07	1.18E+03	8.62E+01
CS0.9A40C001-8	14599	14701	14194	14498	268.17	1.068888	0.019789	10	1.27	2.86E-07	7.49E+02	1.39E+01
CS0.9A40C001-9	22043	22850	25937	23549	2095.08	1.724758	0.153483	1	1.27	2.86E-07	1.21E+02	1.07E+01
CS0.9A40C001-10	22826	23195	22865	22995	186.36	1.885083	0.013656	1	1.27	2.86E-07	1.18E+02	9.56E-01
CS0.9P40C001-1	3963	4002	3519	3828	268.31	0.297395	0.020845	1000	1.17	2.63E-07	2.26E+04	1.58E+03
CS0.9P40C001-2	3083	3140	3026	3083	57.00	0.243458	0.004501	1000	0.96	2.16E-07	2.25E+04	4.17E+02
CS0.9P40C001-3	2805	2695	2726	2742	56.72	0.218770	0.004525	1000	0.98	2.21E-07	1.98E+04	4.10E+02
CS0.9P40C001-4	2294	2053	2138	2162	122.23	0.176755	0.009995	1000	1.01	2.27E-07	1.56E+04	8.80E+02
CS0.9P40C001-5	14488	14651	15845	14995	740.91	1.105846	0.054841	100	1.01	2.27E-07	9.73E+03	4.81E+02
CS0.9P40C001-6	10775	11360	10972	11036	297.65	0.819220	0.022096	100	1.01	2.27E-07	7.21E+03	1.94E+02
CS0.9P40C001-7	65706	62906	69359	65990	3235.88	4.797861	0.235266	10	1.04	2.34E-07	4.10E+03	2.01E+02
CS0.9P40C001-8	38627	38344	35837	37603	1535.65	2.742633	0.112006	10	1.15	2.59E-07	2.12E+03	8.66E+01
CS0.9P40C001-9		166573	157908	162241	6127.08	11.766237	0.444357	1	1.17	2.63E-07	8.94E+02	3.38E+01
CS0.9P40C001-10	101138	90446	90288	93957	6219.14	6.822632	0.451598	1	1.28	2.84E-07	4.81E+02	3.19E+01
CS0.9A40C051-1	4626	4823	4447	4565	102.49	0.350777	0.007875	1000	0.81	1.37E-07	5.11E+04	1.15E+03
CS0.9A40C051-2	7863	7879	7822	7855	29.40	0.588920	0.002204	1000	1.03	2.32E-07	5.08E+04	1.90E+02
CS0.9A40C051-3	8881	6382	6838	6700	278.52	0.505348	0.020858	1000	1.08	2.39E-07	4.24E+04	1.75E+03
CS0.9A40C051-4	5448	5119	5512	5359	210.45	0.408237	0.016032	1000	1.09	2.45E-07	3.33E+04	1.31E+03
CS0.9A40C051-5	34943	38849	40995	38596	3214.78	2.814525	0.234433	100	1.18	2.86E-07	2.12E+04	1.77E+03
CS0.9A40C051-6	18798	18041	18878	17906	967.13	1.316598	0.071113	100	1.28	2.88E-07	9.14E+03	4.94E+02
CS0.9A40C051-7	127928	139825	146559	138103	8435.06	10.018740	0.684488	10	1.37	3.08E-07	6.50E+03	4.44E+02
CS0.9A40C051-8	56609	57217	50944	54823	3459.59	3.998625	0.251745	10	1.37	3.08E-07	2.59E+03	1.83E+02
CS0.9A40C051-9	175365	181149	190886	182460	7833.22	13.230100	0.567983	1	1.37	3.08E-07	8.58E+02	3.69E+01
CS0.9A40C051-10	72770	71201	68858	70943	1988.72	5.156427	0.143095	1	1.81	3.62E-07	2.85E+02	7.90E+00
CS0.9P40C051-1	3942	4212	4017	4057	139.37	0.313975	0.010786	1000	1.01	2.27E-07	2.76E+04	9.49E+02
CS0.9P40C051-2	3943	3945	3757	3882	107.97	0.301281	0.008380	1000	1.06	2.39E-07	2.53E+04	7.03E+02
CS0.9P40C051-3	3235	3181		3208	38.18	0.252508	0.003008	1000	1.01	2.27E-07	2.22E+04	2.65E+02
CS0.9P40C051-4	3140	3058	3092	3097	41.20	0.244448	0.003252	1000	0.95	2.14E-07	2.29E+04	3.04E+02
CS0.9P40C051-5	30999	29684	30065	30249	676.60	2.210263	0.049438	100	1.17	2.63E-07	1.68E+04	3.76E+02
CS0.9P40C051-6	21547	22742	23107	22465	815.97	1.646712	0.059811	100	1.15	2.59E-07	1.27E+04	4.62E+02

CS0.9P40C051-7	154882	150258	147963	151034	3524.22	10.954926	0.255621	10	1.28	2.88E-07	7.61E+03	1.78E+02
CS0.9P40C051-8	89001	96689	97886	94525	4821.50	6.863754	0.350103	10	1.31	2.95E-07	4.66E+03	2.38E+02
CS0.9P40C051-9	515711	514522	507328	512520	4535.82	37.126003	0.328566	1	1.31	2.95E-07	2.52E+03	2.23E+01
CS0.9P40C051-10	269719	287259	288219	288399	1239.84	20.899935	0.089850	1	1.34	3.02E-07	1.39E+03	5.96E+00
CS1.4A40C001-1	3282	2957	3285	3188	183.09	0.249612	0.014428	1000	0.82	1.85E-07	2.71E+04	1.56E+03
CS1.4A40C001-2	2003	1955	1833	1730	335.98	0.145527	0.028257	1000	0.55	1.24E-07	2.35E+04	4.57E+03
CS1.4A40C001-3	2019	2017	1806	1881	84.87	0.183651	0.005343	1000	0.88	2.21E-07	1.48E+04	4.85E+02
CS1.4A40C001-4	1485	1443	1516	1475	37.45	0.127017	0.003225	1000	1.01	2.27E-07	1.12E+04	2.84E+02
CS1.4A40C001-5	7861	8072	7521	7751	286.39	0.581439	0.021483	100	1.01	2.27E-07	5.12E+03	1.89E+02
CS1.4A40C001-6	2920	2902	2943	2922	20.55	0.231778	0.001630	100	0.98	2.21E-07	2.10E+03	1.48E+01
CS1.4A40C001-7	15077	15608	15221	15302	274.81	1.128097	0.020245	10	1.01	2.27E-07	9.93E+02	1.78E+01
CS1.4A40C001-8	7421	7461	8075	7652	366.59	0.574272	0.027511	10	0.98	2.21E-07	5.21E+02	2.50E+01
CS1.4A40C001-9	44576	44017	46820	45138	1483.51	3.288157	0.108070	1	0.98	2.21E-07	2.98E+02	9.80E+00
CS1.4A40C001-10	37038	37458	38194	37584	585.06	2.739810	0.042673	1	1.01	2.27E-07	2.41E+02	3.78E+00
CS1.4P40C001-1	1834	2510	2242	2195	340.41	0.179192	0.027786	1000	0.95	2.14E-07	1.68E+04	2.60E+03
CS1.4P40C001-2	2386	2406	2407	2400	11.85	0.193986	0.000958	1000	0.95	2.14E-07	1.92E+04	8.96E+01
CS1.4P40C001-3	1396	1844	2077	1772	346.11	0.146568	0.029013	1000	1.00	2.25E-07	1.32E+04	2.58E+03
CS1.4P40C001-4	1333	1847	1772	1651	277.65	0.139759	0.023508	1000	0.95	2.14E-07	1.31E+04	2.20E+03
CS1.4P40C001-5	11643	13110	10698	11817	1215.38	0.875788	0.090975	100	1.00	2.25E-07	7.78E+03	8.01E+02
CS1.4P40C001-6	10286	10775	10809	10623	292.63	0.789368	0.021744	100	0.98	2.21E-07	7.16E+03	1.97E+02
CS1.4P40C001-7	93771	91047	91487	92102	1462.33	6.688284	0.106192	10	1.00	2.25E-07	5.95E+03	9.44E+01
CS1.4P40C001-8	71490	74395	72449	72778	1480.18	5.289278	0.107575	10	1.00	2.25E-07	4.70E+03	9.56E+01
CS1.4P40C001-9	469121	475542	475579	473414	3717.89	34.294760	0.269329	1	1.03	2.32E-07	2.96E+03	2.32E+01
CS1.4P40C001-10	391725	390807	378680	387071	7281.01	28.043624	0.527516	1	1.07	2.41E-07	2.33E+03	4.38E+01

JNC TN1400 2003-016

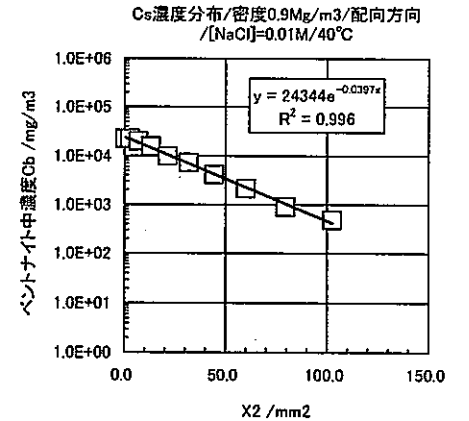
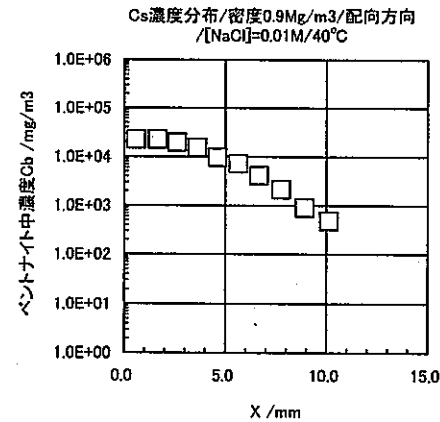
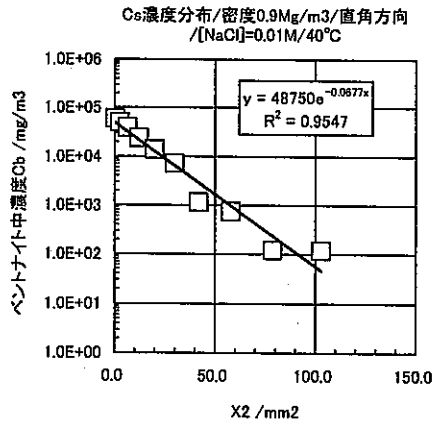
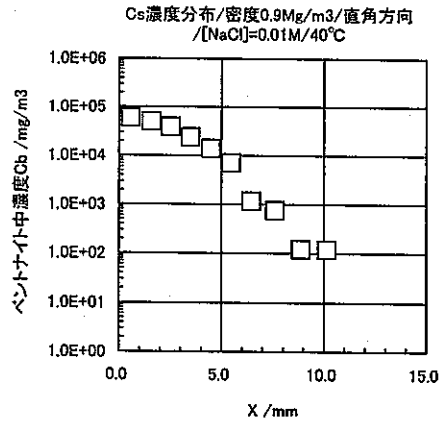
Sample No.	Cs10.9A40C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	0.907
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	68.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	1.50E-11

Sample No.	Ca10.9P40C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.048
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	71.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	2.46E-11

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.12	0.56	0.3138	5.89E+04	3.14E+03
0.92	1.58	2.4964	4.93E+04	3.08E+03
0.95	2.52	6.3252	3.86E+04	2.58E+03
0.98	3.48	12.1104	2.38E+04	9.21E+02
1.01	4.48	20.0256	1.39E+04	3.84E+02
0.98	5.47	29.9209	7.11E+03	2.60E+02
1.01	6.47	41.7962	1.16E+03	6.62E+01
1.27	7.81	57.8360	7.49E+02	1.39E+01
1.27	8.88	78.7656	1.21E+02	1.07E+01
1.27	10.15	102.9210	1.18E+02	9.58E+01

スライス厚さ /mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.17	0.59	0.3422	2.28E+04	1.58E+03
0.96	1.65	2.7225	2.25E+04	4.17E+02
0.88	2.62	6.8644	1.98E+04	4.10E+02
1.01	3.62	13.0682	1.56E+04	8.80E+02
1.01	4.63	21.3906	9.73E+03	4.81E+02
1.01	5.64	31.7532	7.21E+03	1.94E+02
1.04	6.66	44.3556	4.10E+03	2.01E+02
1.15	7.76	60.1400	2.12E+03	8.66E+01
1.17	8.92	79.4772	8.94E+02	3.38E+01
1.26	10.13	102.6169	4.81E+02	3.19E+01

添付8-20



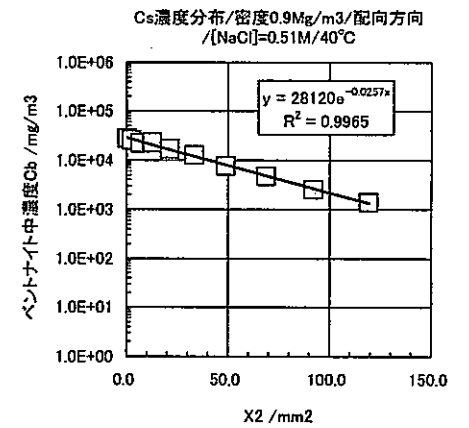
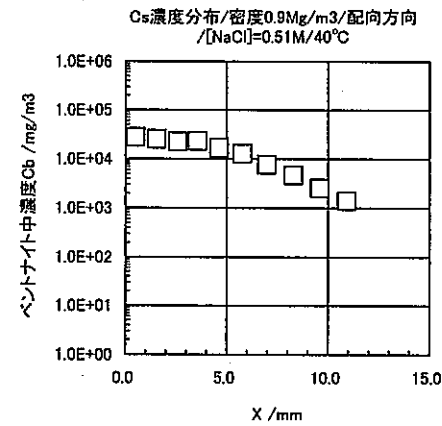
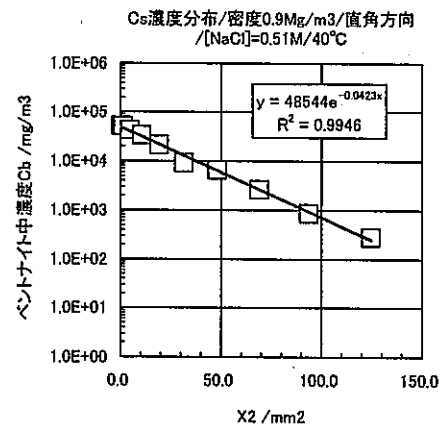
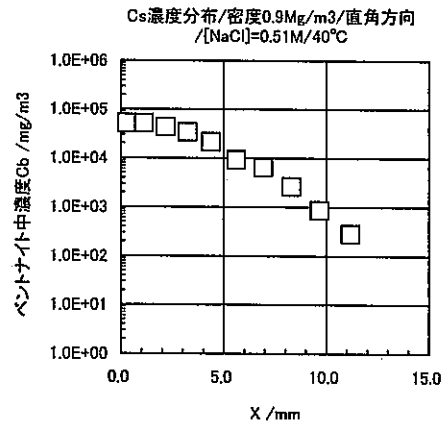
Sample No.	CsI0.9A40C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	0.914
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	71.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	2.30E-11

Sample No.	CsI0.9P40C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.037
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2259h/94.125d
拡散期間(h)	72.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	3.75E-11

スライス厚さ/mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
0.61	0.31	0.0930	5.11E+04	1.15E+03
1.03	1.13	1.2656	5.08E+04	1.90E+02
1.06	2.17	4.7089	4.24E+04	1.75E+03
1.09	3.25	10.5300	3.39E+04	1.31E+03
1.18	4.38	19.1844	2.12E+04	1.77E+03
1.28	5.61	31.4721	9.14E+03	4.94E+02
1.37	6.94	48.0942	8.50E+03	4.44E+02
1.37	8.31	68.9730	2.59E+03	1.63E+02
1.37	9.68	93.6056	8.58E+02	3.68E+01
1.61	11.17	124.6572	2.85E+02	7.90E+00

スライス厚さ/mm	X /mm	X2 /mm2	試料中濃度 /mg/m3	Error /mg/m3
1.01	0.51	0.2550	2.76E+04	9.49E+02
1.06	1.54	2.3716	2.53E+04	7.03E+02
1.01	2.58	6.6306	2.22E+04	2.65E+02
0.95	3.56	12.6380	2.29E+04	3.04E+02
1.17	4.62	21.2982	1.68E+04	3.76E+02
1.15	5.78	33.3506	1.27E+04	4.62E+02
1.28	6.99	48.8601	7.61E+03	1.78E+02
1.31	8.29	68.8412	4.66E+03	2.38E+02
1.31	9.60	92.0640	2.52E+03	2.23E+01
1.34	10.92	119.2464	1.39E+03	5.96E+00

添付8-21



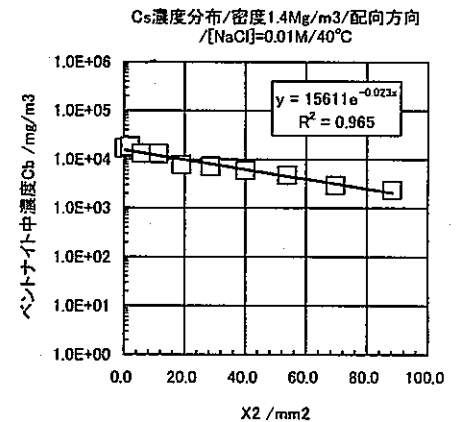
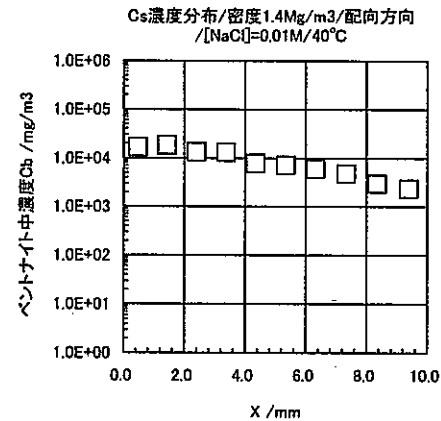
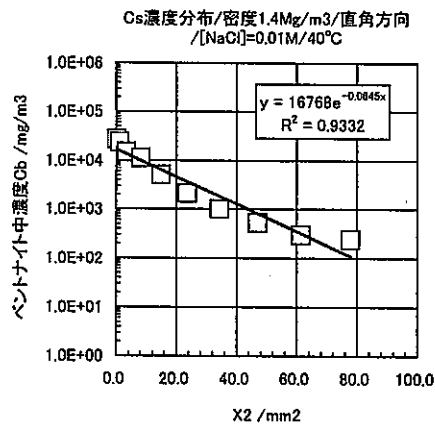
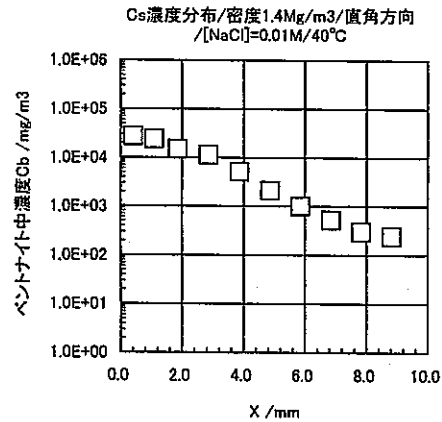
Sample No.	Cs11.4A40C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.403
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2424.4h/101.02d
拡散期間(h)	167.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	6.43E-12

Sample No.	Cs11.4P40C001
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥嵩密度(Mg/m3)	1.413
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.01
含水期間(h/d)	2425h/101.042d
拡散期間(h)	169.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	1.79E-11

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
0.82	0.41	0.1681	2.71E+04	1.56E+03
0.55	1.10	1.1900	2.35E+04	4.57E+03
0.98	1.86	3.4596	1.48E+04	4.88E+02
1.01	2.86	8.1510	1.12E+04	2.84E+02
1.01	3.87	14.9382	5.12E+03	1.89E+02
0.98	4.86	23.6196	2.10E+03	1.48E+01
1.01	5.85	34.2810	9.93E+02	1.78E+01
0.98	6.85	46.9225	5.21E+02	2.50E+01
0.98	7.83	61.3089	2.98E+02	9.80E+00
1.01	8.83	77.8806	2.41E+02	3.76E+00

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
0.85	0.48	0.2256	1.68E+04	2.60E+03
0.95	1.43	2.0306	1.82E+04	8.96E+01
1.00	2.40	5.7600	1.32E+04	2.58E+03
0.95	3.38	11.3906	1.31E+04	2.20E+03
1.00	4.35	18.9225	7.78E+03	8.01E+02
0.98	5.34	28.5156	7.16E+03	1.97E+02
1.00	6.33	40.0689	5.95E+03	9.44E+01
1.00	7.33	53.7289	4.70E+03	9.56E+01
1.03	8.35	69.6390	2.96E+03	2.32E+01
1.07	9.40	88.2660	2.33E+03	4.38E+01

添付8-22



元素	Cs
原子量	132.90543
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.05
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥密度(Mg/m ³)	1.0/1.4
境界条件	薄膜拡散源
分析方法	ICP-MS
濃度単位	ppb

分析データ

試料名	Run1	Run2	Run3	平均count	Error /count	平均濃度/ppb	Error /ppb	希釈倍率	スライス厚さ/mm	試料体積/m ³	試料中濃度/mg/m ³	Error
0.1MHNO3	24	52	18	31	18.15							
CS-STD01	598	579	542	573	28.48							
CS-STD05	2848	2428	2889	2582	133.49							
CS-STD1	5489	5355	5285	5380	99.32							
CS-STD5	24713	24688	24207	24528	279.58							
Counts=bC+a: a=203.1714, b=4867.7749												
CS1.4A40C051-1	6193	6143	6784	6373	358.53	1.261184	0.070551	1000	1.19	2.68E-07	9.42E+04	5.27E+03
CS1.4A40C051-2	5183	5233	5290	5235	53.54	1.027402	0.010507	1000	0.98	2.16E-07	9.51E+04	9.73E+02
CS1.4A40C051-3	4224	4529	4330	4361	154.85	0.847785	0.030102	1000	0.98	2.21E-07	7.69E+04	2.73E+03
CS1.4A40C051-4	3101	3114	3239	3151	78.20	0.599280	0.014491	1000	0.98	2.16E-07	5.55E+04	1.34E+03
CS1.4A40C051-5	20448	20566	20523	20512	59.72	4.165797	0.012128	100	0.98	2.21E-07	3.78E+04	1.10E+02
CS1.4A40C051-6	10361	10363	10925	10550	325.05	2.119140	0.065294	100	0.98	2.21E-07	1.92E+04	5.92E+02
CS1.4A40C051-7	59471	58882	60745	59826	1050.11	12.201022	0.214881	10	1.01	2.27E-07	1.07E+04	1.89E+02
CS1.4A40C051-8	28500	28275	26988	27257	915.83	5.551372	0.186525	10	0.98	2.21E-07	5.04E+03	1.69E+02
CS1.4A40C051-9	108961	108021	104723	107235	2225.65	21.981468	0.458222	1	0.96	2.18E-07	2.04E+03	4.22E+01
CS1.4A40C051-10	72410	72105	78118	74210	3385.84	15.197121	0.683368	1	1.45	3.26E-07	9.32E+02	4.25E+01
CS1.4P40C051-1	3032	2907	2747	2895	142.86	0.546690	0.026974	1000	0.95	2.14E-07	5.12E+04	2.52E+03
CS1.4P40C051-2	2658	3150	2933	2914	246.57	0.550456	0.046582	1000	0.99	2.23E-07	4.94E+04	4.18E+03
CS1.4P40C051-3	3542	3223	2712	3159	418.68	0.600855	0.079636	1000	1.02	2.30E-07	5.24E+04	6.94E+03
CS1.4P40C051-4	2600	2844	2668	2704	125.92	0.507383	0.023628	1000	1.02	2.30E-07	4.42E+04	2.06E+03
CS1.4P40C051-5	31356	30141	31700	31066	819.05	6.333796	0.166991	100	1.04	2.34E-07	5.41E+04	1.43E+03
CS1.4P40C051-6	25662	26159	26574	26132	456.61	5.320192	0.092963	100	1.04	2.34E-07	4.55E+04	7.95E+02
CS1.4P40C051-7	236546	224779	232167	231164	5947.27	47.440532	1.220527	10	1.07	2.41E-07	3.94E+04	1.01E+03
CS1.4P40C051-8	171303	171619	170779	171234	424.27	35.128883	0.087040	10	0.97	2.18E-07	3.22E+04	7.98E+01
CS1.4P40C051-9	728485	708637	700788	712637	14275.12	146.350747	2.931612	1	1.09	2.45E-07	1.19E+04	2.39E+02
CS1.4P40C051-10	688917	657309	657769	661332	6573.12	135.811024	1.349855	1	0.99	2.23E-07	1.22E+04	1.21E+02

Sample No.	Cs11.4A40C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	直角方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥密密度(Mg/m3)	1.400
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2426h/101.083d
拡散期間(h)	166.5
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	8.05E-12

Sample No.	Cs11.4P40C051
元素	Cs
原子量	132.90543
拡散方向	配向方向
トレーサ濃度(M)	1.50E-02
塗布液量(ml)	0.050
塗布量(mg)	0.09968
試料形状	立方体
試料一辺長さ(mm)	15.0
抽出液量(ml)	20.0
乾燥密密度(Mg/m3)	1.378
温度(°C)	40.0
[NaCl](M)	0.51
含水期間(h/d)	2428.5h/101.104d
拡散期間(h)	168.0
境界条件	薄膜拡散源
Da (m2/s)	2.54E-11

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
1.19	0.60	0.3540	9.42E+04	5.27E+03
0.96	1.67	2.7889	9.51E+04	9.73E+02
0.98	2.64	6.9696	7.69E+04	2.73E+03
0.96	3.61	13.0321	5.55E+04	1.34E+03
0.98	4.58	20.9764	3.78E+04	1.10E+02
0.98	5.56	30.9136	1.92E+04	5.92E+02
1.01	6.56	42.9680	1.07E+04	1.89E+02
0.98	7.56	57.0025	5.04E+03	1.69E+02
0.96	8.52	72.5904	2.04E+03	4.22E+01
1.45	9.73	94.5756	9.32E+02	4.25E+01

スライス厚さ/mm	X/mm	X2/mm2	試料中濃度/mg/m3	Error/mg/m3
0.95	0.48	0.2256	5.12E+04	2.52E+03
0.99	1.45	2.0880	4.94E+04	4.18E+03
1.02	2.45	6.0025	5.24E+04	6.94E+03
1.02	3.47	12.0409	4.42E+04	2.06E+03
1.04	4.50	20.2500	5.41E+04	1.43E+03
1.04	5.54	30.6916	4.55E+04	7.95E+02
1.07	6.60	43.4940	3.94E+04	1.01E+03
0.97	7.62	57.9882	3.22E+04	7.98E+01
1.09	8.65	74.7360	1.19E+04	2.39E+02
0.98	9.69	93.7982	1.22E+04	1.21E+02

添付8-24

