

260620 版 トリクラ懇質疑応答Ⅱ “物質の親水・親油性マップ” Oil-SP 値 (%)

開催場所：大阪駅前第2ビル6階 大阪公立大学文化交流センター（小セミナー室、談話室）他

懇話会 主宰：古野伸夫（元 ㈱ファインクレイ <http://www.fineclay.co.jp/>）

お問い合わせ：[furuno.nobu@gmail.com](mailto:furuno.nobu@gmail.com)。

Q1. Oil-SP 値 (%) の定義。

- Oil-SP 値 (%) = 物質が「水になじむか/油になじむか」を 0～100%で示す指標。
- 天然水 (SP=47.9) = 0%
- イソパラフィン (SP=14-15) = 100%      とした相対スケール
- 軽水リッチ水 (SP↑) = マイナス側      重水 D<sub>2</sub>O (SP↓) = プラス側

既存の SP 値（溶解性パラメータ）は「分子がどれだけ集まりたがるか（凝集性）」を示す。

Oil-SP 値はその逆で、「どれだけ解れて、油側に移りたがるか（非凝集性）」を示す。物質の「水になじむか/油になじむか」をひと目で理解できる“親水・親油性の地図”で SP 値を元にした 100%換算値で、科学的意義の根本は SP 値です。（H-SP 値を Oil に改称）

Q2. Oil-SP 値 (%) と溶解パラメータ SP 値の換算表      260620 作

| 物質カテゴリ    | 代表物質                                                         | SP 値 (MPa <sup>1/2</sup> ) | Oil-SP 値 (%) | 備考          |
|-----------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|-------------|
| 軽水リッチ水    | H <sub>2</sub> O（軽水）                                         | 48～49                      | -5～-10%      | “より水らしい水”   |
| 天然水（基準）   | H <sub>2</sub> O                                             | 47.9                       | 0%           | 基準点         |
| 重水        | D <sub>2</sub> O                                             | 45～46                      | +5～+10%      | わずかに油側へ寄る   |
| エタノール     | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH                             | 26                         | 45～50%       | 中極性         |
| アセトン      | CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>                            | 20                         | 60～65%       | 中極性・溶媒力が高い  |
| エーテル      | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> | 15.5                       | 88～92%       | 非極性、油相に近い   |
| 植物油       | オレイン酸                                                        | 17-18                      | 70～75%       | 乳化しやすい      |
| 鉱油        | C <sub>15</sub> ～C <sub>25</sub>                             | 15-16                      | 85～90%       | 塗料のレベリング剤   |
| イソパラフィン   | C <sub>10</sub> ～C <sub>13</sub>                             | 14-15                      | 100%         | 非極性の極み、     |
| マイクロプラ    | PE, PP                                                       | 16～17                      | 80～90%       | 油相に移行しやすい   |
| ナノプラスチック  | PET, PS                                                      | 18～20                      | 65～80%       | 油相に移行しやすい   |
| レアアース抽出媒体 | TBP, D2EHPA                                                  | 15-18                      | 75～95%       | 抽出工学で使われる油相 |
| PFAS      | C-F 系                                                        | 12～14（推定）                  | 105～120%     | 超疎水性・油相へ強移行 |

### Q3. この表が意味する技術的まとめ

1. 軽水リッチ水の位置づけ：天然水を基準したことで、**軽水リッチ水をマイナス**（-5～-10%）に、**重水リッチ水をプラス**（+5～+10%）できて、水の**水素同位体**に絡む“質”を Oil-SP 軸で表現できました。三重水 **トリチウム水（HTO）**の挙動解析に役立てます。
2. 軽水リッチ水は水素結合が強まり“**より水らしい**”水として新素材、新商品になります。天然水中の含有率 99.985%、（重水が 150ppm）で、99.99%4N、5N、6N、と規格化、保証して、大量生産するシステムを次回述べます。これは**無尽蔵の新資源**で多方面の用途の最初に、**水性塗料の媒体・塗装媒体**に使うようにします。
3. 軽水素ガス生産への応用：電着塗装で実用化されている円筒型隔膜電極を用い、この表で位置付けられた**新資源**としての軽水リッチ水を、余剰電力にて電気分解して軽水素ガスにエネルギー交換します。大量の安価な**軽水素ガス**は燃料電池に好適で、生産供給貯留システムの整備で水素社会の早期構築に寄与することを次回に述べます。
4. PFAS が 120%に位置する意味：PFAS は Oil-SP 値 100%を超える 120%と示され、“**超疎水性**”領域ゆえに尋常の扱いが困難なわけが分かりました。従ってその対策としてイソパラフィン液膜に極めて強く移行することを示し、抽出、油簸（ゆひ、あぶらふるい）で捕捉しやすいことが明らかになりました。（在来のカラム、固定膜処理ではなく、千 t、万 t 規模の巨大タンクで成る**複合複式求心沈降分級装置**、**ピタクロンズ-EX**（詳細は(株)ファインクレイの HP に掲載）で処理できます。飲料水、上水施設のみならず、規制濃度 50ng/L を下水処理場で達成して環境へ放流します。イソパラフィンは再生使用しますが、最終的には燃料にして下水処理場を「都市鉱山」、「**都市油田**」と位置付ける提案になります。詳細は技術課題として該当者と個別に懇談します。

### 備考；ピタクロンズのなにが本質的に違うか（要点だけ）

- 従来：カラム／塔方式
  - 機能材、粒状樹脂を「柱」に詰める
  - 流速を上げると圧損・短絡チャネリング・破砕
  - 段数は有限、しかも過酷な運転管理が必要
- 提案：イソパラフィン薄積層旋回流＋イオン交換体、各種機能材
  - 樹脂や MOF を「固体膜」ではなく「**液膜中の薄積層**」として扱う
  - 界面が常に更新される＝“**無限段**”に近い**接触**
  - 流速を上げても詰まらない・壊れない
  - 過酷な労働ではなく、**流体設計で性能を出す世界**に移行できる

今：カラムを並べて、ゆっくり流して、人がバルブを見て、圧力を見て、交換しています。提案後：イソパラ液膜の薄積層旋回流の中に、カチオン交換樹脂・MOF・活性炭を“薄積層”として配置する。流速は「人間の都合」ではなく「分離の最適値」で決められます。装置は回り続け、“薄積層旋回流という無限段の液膜で、イオン交換・吸着等の化学反応を本来の速度で働かせる”本質を突きました。

5. レアアース抽出への応用：レアアース抽出媒体は 75～95%帯で、イソパラフィンと同じ“油相領域”です。この数値の厳密な管理で、南鳥島沖の深海泥からの抽出工程の飛躍的向上に寄与するはずでこの詳細は別途致します。レアアースのみならず一般金属資源採取にも適用されます。深海泥だけでなく油田の下層の膨大な塩水、原油精製の副産物等から細やかな資源採取を図りえます。これらの技術課題の詳細は個別に非公開で懇談します。
6. マイクロ・ナノプラの捕捉：マイクロ・ナノプラスチックは 65～90%帯にあり、油相に移りやすく、油簾での捕捉ができる事を示します。いかなる規模の湖沼、海洋規模でも、ピタクロンズ-EX 型にて日常的に操業処理することを提案します（詳細は次回）。
7. 中間体溶媒の化学的価値：エタノール・アセトンは中間帯（45～65%）で、水にも油にも混ざる特性が上手く表せた。水簾と油簾の間で“界面活性の調整剤”として化学と化学工業における無限の活用が拓けることを示します。
8. Oil-SP 計の開発意義：既存の SP 値の計測、演算器を発展させた、pH 計の様式の水質測定計器、Oil-SP 計により、上記の水処理を管理できるよう計らい、当該事業者の取り組みを期待します。
9. 食品・香気油への応用：イソパラフィンは食品添加物として使われる安全性があり、浄水場の最終処理をはじめ、ボトル水、飲食品事業、油脂、特に香気油、うまみ成分に関わる膨大な事業が見込めます。
10. 静飽和（Silent Saturation）の重要性：以上の技術では薄積層の旋回流を乱す気泡対策として、泡なし飽和「静飽和」を図ることが前提で、従来の泡だらけの強制攪拌状態下の飽和「動飽和」でないことが特徴です。「静飽和」を達成する技術課題は特許の対象で、例えば 4495918、6666176 があります。

#### Q4. まとめと展望

**Oil-SP 値 (%)** は、水から油までの“親水・親油性の地図”であり、PFAS・マイクロナノプラ・レアアース抽出媒体まで一望できました。油簾（水簾）技術の科学的基盤として、今後

の水処理・資源回収の新しい指標となります。公知データの SP 値が液体分子の凝集性、クラスターの形成度合いを示すことの真逆の概念、液体分子のバラバラ度合いを示すパラメータとして活用でき、膨大な SP 値データと換算を生成 AI が一瞬にして作成した表を下記に連ねます。いかに利用するかは人間のみができる事です。

表 1 Oil-SP 値 (%) の要旨、骨格 SP 値: 公知の溶解性パラメータ、

| 物質                    | SP 値  | Oil-SP 値 (%) |
|-----------------------|-------|--------------|
| 軽水リッチ水                | 48～49 | -5～-10%      |
| 天然水 (基準)              | 47.9  | 0%           |
| 植物油                   | 17-18 | 70～75%       |
| 鉱油                    | 15-16 | 85～90%       |
| イソパラフィン               | 14-15 | 100%         |
| 重水 (D <sub>2</sub> O) | 45～46 | +5～+10%      |

表 2 Oil-SP 値で見る 香気成分の位置

| 香気成分       | SP 値  | Oil-SP 値 (%) | 備考    |
|------------|-------|--------------|-------|
| リモネン (柑橘香) | 16    | 85～90%       | 強い親油性 |
| ラベンダーエステル  | 17    | 75～80%       | 親油性   |
| バニリン       | 20    | 60～65%       | 中極性   |
| アルコール系香気   | 25～30 | 40～55%       | 親水性   |

表 3 産地別・原油タイプ別 Oil-SP 値 (%) 推定一覧 (科学的分類に基づく推定値)

| 産地・銘柄              | 原油タイプ      | 特徴             | Oil-SP 値 (%)<br>推定 | 備考    |
|--------------------|------------|----------------|--------------------|-------|
| サウジ (アラビアンライ<br>ト) | 中東系・中<br>質 | パラフィン+ナフテ<br>ン | 90～95%             | 世界標準油 |

| 産地・銘柄           | 原油タイプ   | 特徴           | Oil-SP 値 (%)<br>推定 | 備考     |
|-----------------|---------|--------------|--------------------|--------|
| UAE (ムルバン)      | 中東系・軽質  | パラフィン系       | 95～100%            | 非常に軽い  |
| 米国 (WTI)        | 軽質・スイート | パラフィン系       | 98～100%            | 最も非極性  |
| 北海 (ブレント)       | 中質・スイート | パラフィン+ナフテン   | 90～95%             | 欧州基準油  |
| ロシア (ウラル)       | 中質・サワー  | ナフテン+芳香族     | 80～90%             | やや極性   |
| カナダ (オイルサンド)    | 超重質     | 芳香族・アスファルテン多 | 70～80%             | 最も極性寄り |
| ベネズエラ (オリノコ)    | 超重質     | 芳香族・レジン多     | 70～80%             | 重質油の代表 |
| ナイジェリア (ボニーライト) | 軽質・スイート | パラフィン系       | 95～100%            | 高品質軽質油 |
| イラク (バスラライト)    | 中質      | ナフテン系        | 85～90%             | 中東標準   |

表 4 ハロゲン化合物の Oil-SP 値 (%) マップ (俯瞰図)

| 物質群                                     | 代表例                    | 特徴            | Oil-SP 値 (%) | 備考            |
|-----------------------------------------|------------------------|---------------|--------------|---------------|
| フッ素化合物 (PFAS, PTFE, PFOS, PFOA, F-炭化水素) | PTFE                   | 表面エネルギー極小、超疎水 | 105～120%     | 異常領域 (イソパラ超え) |
| 塩素化炭化水素                                 | DCM, TCE               | 中極性、溶媒力強い     | 60～80%       | 水にも油にも混ざる     |
| 臭素化化合物                                  | BFR (難燃剤)              | 高分子との親和性高い    | 70～85%       | 油相寄り          |
| ヨウ素化化合物                                 | I <sub>2</sub> , I-有機物 | 分極性大、重い       | 50～70%       | 中間帯           |
| 非ハロゲン炭化水素                               | パラフィン                  | 非極性           | 95～100%      | イソパラ領域        |

表 5 無機顔料・充填材の Oil-SP 値 (%) 想定表 (260618 案)

| 材料分類                                 | 代表物質                                                             | Oil-SP 値<br>(%) 推定 | 性格・備考                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|
| シリカ系 (沈降シリカ・シリカ<br>ゲル)               | SiO <sub>2</sub>                                                 | 20～40%             | 強親水・多孔質・水素結合が<br>強い  |
| カオリン (クレー)                           | Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub> | 30～50%             | 層状シリケート、親水性が高<br>い   |
| 重質炭酸カルシウム (GCC)                      | CaCO <sub>3</sub> (天然)                                           | 35～55%             | 親水寄り、粗粒で沈降しやす<br>い   |
| 軽質炭酸カルシウム (PCC)                      | CaCO <sub>3</sub> (合成)                                           | 40～60%             | 表面処理で疎水化可能           |
| 酸化鉄 (赤・黄)                            | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / FeOOH                           | 40～60%             | 無機顔料、親水寄り            |
| 鉛丹 (Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) | Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                                   | 40～55%             | 無機・やや親水、古典的防錆<br>顔料  |
| TiO <sub>2</sub> (表面処理品)             | TiO <sub>2</sub>                                                 | 50～70%             | シリカ/アルミナ/有機処理で<br>変動 |
| フタロシアニンブルー                           | CuPc                                                             | 70～80%             | 芳香族・中疎水、分散剤依存        |
| ナノプラスチック (PET/PS)                    | PET, PS                                                          | 65～80%             | 中疎水、界面活性剤で変動         |
| レアアース抽出媒体                            | TBP, D2EHPA                                                      | 75～95%             | 油相領域、抽出工学で使用         |
| マイクロプラスチック<br>(PE/PP)                | PE, PP                                                           | 80～90%             | 非極性、油相へ移行しやすい        |
| カーボンブラック                             | C, amorphous                                                     | 90～100%            | 非極性だが“難分散”の代表        |
| CNT (カーボンナノチューブ)                     | CNT                                                              | 95～105%            | 超疎水・凝集性が極めて強い        |
| イソパラフィン (基準)                         | C10～C13                                                          | 100%               | 非極性の極み、液膜形成          |
| PFAS (C-F 系)                         | PFOS/PFOA                                                        | 105～120%           | 超疎水性・異常領域            |

表 6 カチオン交換樹脂 (スルホン酸型) の Oil-SP 値 (%) 推定表 (H<sup>+</sup>～NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+Cs<sup>+</sup>+Sr<sup>2+</sup>)

| 樹脂型                            | 交換イオン                        | 水和性                     | Oil-SP 値 (%)<br>推定 | 特徴                              |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------------|
| H <sup>+</sup> 型               | H <sup>+</sup>               | 最強                      | 30～40%             | 最も親水、油相にほぼ馴染まない                 |
| Na <sup>+</sup> 型              | Na <sup>+</sup>              | 強い                      | 35～45%             | 水系で安定、油相に不向き                    |
| Mg <sup>2+</sup> 型             | Mg <sup>2+</sup>             | 強い (2 価)                | 35～50%             | 水和殻が大きく親水寄り                     |
| Ca <sup>2+</sup> 型             | Ca <sup>2+</sup>             | 中程度 (2 価)               | 40～55%             | 中間帯、水・油どちらにも少し寄る                |
| Sr <sup>2+</sup> 型             | Sr <sup>2+</sup>             | Ca <sup>2+</sup> よりやや弱い | 45～60%             | Ca <sup>2+</sup> より疎水寄り、両性～やや油側 |
| K <sup>+</sup> 型               | K <sup>+</sup>               | 弱い                      | 45～60%             | 親油性が増し、両性～油側境界                  |
| Cs <sup>+</sup> 型              | Cs <sup>+</sup>              | さらに弱い                   | 50～65%             | 非常に疎水寄り、油相にかなり近づく               |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型 | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 弱い                      | 50～65%             | 有機性カチオン、疎水寄り                    |

「放射性 Cs<sup>+</sup>・Sr<sup>2+</sup>が、水にも油にも中途半端に絡みつき、環境中で厄介な挙動をする」という感覚も、Oil-SP 値 (%) で 表現できました。

表 7 260619-1 ため池、水産養殖池関係、豊かな水辺、海づくり

| 層区分   | 代表物質                                                                                                                         | Oil-SP 値<br>(%) | 特徴                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 基点    | 天然水 (湖沼・ため池)                                                                                                                 | 0               | 水そのもの                   |
| 強親水性  | 無機栄養塩 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> ) | 20～40           | 生態系維持に必要、油相へ移動しない       |
| 強親水性  | H <sup>+</sup> 型カチオン交換樹脂                                                                                                     | 30～40           | 最も水側に張り付く               |
| 親水性   | Na <sup>+</sup> 型樹脂                                                                                                          | 35～45           | 水処理の標準型                 |
| 親水～中間 | Mg <sup>2+</sup> 型樹脂                                                                                                         | 35～50           | 水和殻が大きい                 |
| 中間帯   | Ca <sup>2+</sup> 型樹脂                                                                                                         | 40～55           | 水・油の境界                  |
| 中間帯   | Sr <sup>2+</sup> 吸着樹脂                                                                                                        | 45～60           | Ca <sup>2+</sup> より疎水寄り |
| 中間～疎水 | K <sup>+</sup> 型樹脂                                                                                                           | 45～60           | 親油性が出る                  |
| 疎水寄り  | Cs <sup>+</sup> 吸着樹脂                                                                                                         | 50～65           | 樹脂中で最も油側に寄る重カチオン        |
| 疎水寄り  | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型樹脂                                                                                             | 50～65           | レアアース選別の舞台              |
| 脂質帯   | 藻類脂質・魚油・カロテノイド                                                                                                               | 80～95           | 資源回収対象                  |

| 層区分 | 代表物質      | Oil-SP 値 (%) | 特徴     |
|-----|-----------|--------------|--------|
| 油汚染 | 鉱物油・流出油   | 90～100       | 典型的油分  |
| 最下段 | イソパラフィン液膜 | 100          | 非極性の基準 |

表 8 260619-3 湖沼・ため池の“脂質回収 vs 栄養塩残留”表

| 区分   | 物質                      | Oil-SP 値 (%) | 行き先   | 特徴      |
|------|-------------------------|--------------|-------|---------|
| 基点   | 天然水                     | 0            | 水相    | 水そのもの   |
| 強親水性 | 無機栄養塩 (N, P, K, Ca, Mg) | 20～40        | 水相に残る | 生態系維持   |
| 中間帯  | 微生物ポリマー (PHA)           | 70 前後        | 中間～油相 | 資源化可能   |
| 疎水性  | 藻類脂質                    | 80～95        | 油相へ   | バイオ燃料原料 |
| 疎水性  | 魚油・プランクトン脂質             | 80～95        | 油相へ   | 高価値脂質   |
| 疎水性  | カロテノイド                  | 80～95        | 油相へ   | 高付加価値   |
| 疎水性  | マイクロプラ (PE/PP)          | 80～90        | 油相へ   | 汚染除去    |
| 最下段  | イソパラフィン液膜               | 100          | 油相基準  | 回収ステージ  |

表 9 260619-4 カチオン交換樹脂 ( $H^+ \sim Cs^+ \cdot Sr^{2+} \cdot NH_4^+$ ) 総合表 (統一様式)

| 交換イオン          | Oil-SP 値 (%) | 特徴           |
|----------------|--------------|--------------|
| $H^+$          | 30～40        | 最強親水、油相に行かない |
| $Na^+$         | 35～45        | 水処理標準        |
| $Mg^{2+}$      | 35～50        | 水和殻が大きい      |
| $Ca^{2+}$      | 40～55        | 境界帯          |
| $Sr^{2+}$ (吸着) | 45～60        | Ca より疎水寄り    |
| $K^+$          | 45～60        | 親油性が出る       |
| $Cs^+$ (吸着)    | 50～65        | 樹脂中で最も油側に寄る  |
| $NH_4^+$       | 50～65        | レアアース選別の舞台   |

表 10 260619-E 市販塗料の Oil-SP 値 (%) 順リスト (塗装ブース循環水処理向け)

| 塗料名               | 種類     | Oil-SP 値 (%) | 備考        |
|-------------------|--------|--------------|-----------|
| アクリルエマルション塗料 (水性) | 水性アクリル | 20～35        | 建築内装で一般的  |
| 水性ウレタン塗料          | 水性ウレタン | 25～40        | 低臭・環境型    |
| 水性ラッカー (アクリル)     | 水性ラッカー | 30～40        | 樹脂は親水性が強い |

中間帯 (Oil-SP 40～60%) 水にも油にも寄れる“境界帯” (油簸で部分的に浮上する)

| 塗料名                      | 種類     | Oil-SP 値 (%) | 備考          |
|--------------------------|--------|--------------|-------------|
| 水性ハイブリッド塗料 (アクリル + ウレタン) | ハイブリッド | 40～55        | 水性だが疎水成分が多い |
| アルキド樹脂エマルション (水性アルキド)    | 水性アルキド | 45～60        | 油性アルキドの水分散型 |
| 水性エポキシ (2 液型)            | 水性エポキシ | 45～55        | 樹脂骨格は疎水性    |

疎水性 (Oil-SP 60～80%) 油性塗料・溶剤型塗料 (油簸で確実に油相へ移動する)

| 塗料名            | 種類       | Oil-SP 値 (%) | 備考        |
|----------------|----------|--------------|-----------|
| ラッカー塗料 (溶剤型)   | ニトロセルロース | 60～75        | 自動車補修で多用  |
| ウレタン塗料 (溶剤型)   | 2 液ウレタン  | 65～80        | 自動車・建築の主力 |
| アクリルラッカー (溶剤型) | アクリル     | 60～75        | 速乾・強い疎水性  |
| アルキド樹脂塗料 (油性)  | 油性アルキド   | 65～80        | 古典的油性塗料   |

超疎水性 (Oil-SP 80～95%) 高級溶剤型・フッ素系・シリコーン系 (油簸で最も強く油相へ移動)

| 塗料名               | 種類     | Oil-SP 値 (%) | 備考        |
|-------------------|--------|--------------|-----------|
| フッ素樹脂塗料 (溶剤型)     | 4F 系   | 80～95        | 超耐候・超疎水   |
| シリコーン樹脂塗料 (溶剤型)   | シリコーン  | 80～90        | 撥水性が非常に強い |
| 自動車用高級ウレタン (高固形分) | ハイソリッド | 75～90        | 油性度が高い    |

100 超 (Oil-SP 105～120%) PFAS 系添加剤・フッ素撥水剤 (塗料添加剤)

| 物質                 | Oil-SP 値 (%) | 備考         |
|--------------------|--------------|------------|
| フッ素系撥水添加剤（塗料用）     | 105～115      | 水も油も弾く     |
| PFAS 系界面活性剤（塗料添加剤） | 110～120      | “異常疎水性” 領域 |

表 1 1 **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>型樹脂**を基盤とした金属イオン選別イメージ表

(Oil-SP 値は「樹脂に吸着した状態」の相対イメージ)

| 金属イオン種         | 例                                                                                               | 樹脂上での相対的な Oil-SP イメージ                                                         | コメント                                                            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 軽金属・アルカリ金属     | Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>                                                                | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型よりやや親水寄り                                        | 水側に残りやすく、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型樹脂からは外しやすい               |
| アルカリ土類         | Ca <sup>2+</sup> ,<br>Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup>                                       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型と同程度～やや疎水寄り                                     | Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> はやや疎水寄りで、選別対象になりうる          |
| 遷移金属           | Fe <sup>2+</sup> / <sup>3+</sup> ,<br>Cu <sup>2+</sup> ,<br>Ni <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型と同程度～やや疎水寄り                                     | 配位状態次第で選択性が出るゾーン                                                |
| 重金属            | Pb <sup>2+</sup> ,<br>Cd <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>                                       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型より疎水寄りになりやすい                                    | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型樹脂で“ <b>抱え込みやすい</b> ” 候補群         |
| レアアース<br>(希土類) | La <sup>3+</sup> ,<br>Ce <sup>3+</sup> ,<br>Nd <sup>3+</sup> , Dy <sup>3+</sup><br>など           | 多価・大イオン半径 → 樹脂上で <b>比較的疎水寄り</b> に振れやすい                                        | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型樹脂を「 <b>レアアース選別の舞台</b> 」として使える可能性 |
| 放射性金属          | Cs <sup>+</sup> , Sr <sup>2+</sup>                                                              | すでに議論した通り、Cs <sup>+</sup> は <b>かなり疎水寄り</b> 、Sr <sup>2+</sup> は <b>中間～やや疎水</b> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 型樹脂との組み合わせで、他イオンとの分級設計が可能          |