

## 固相分離

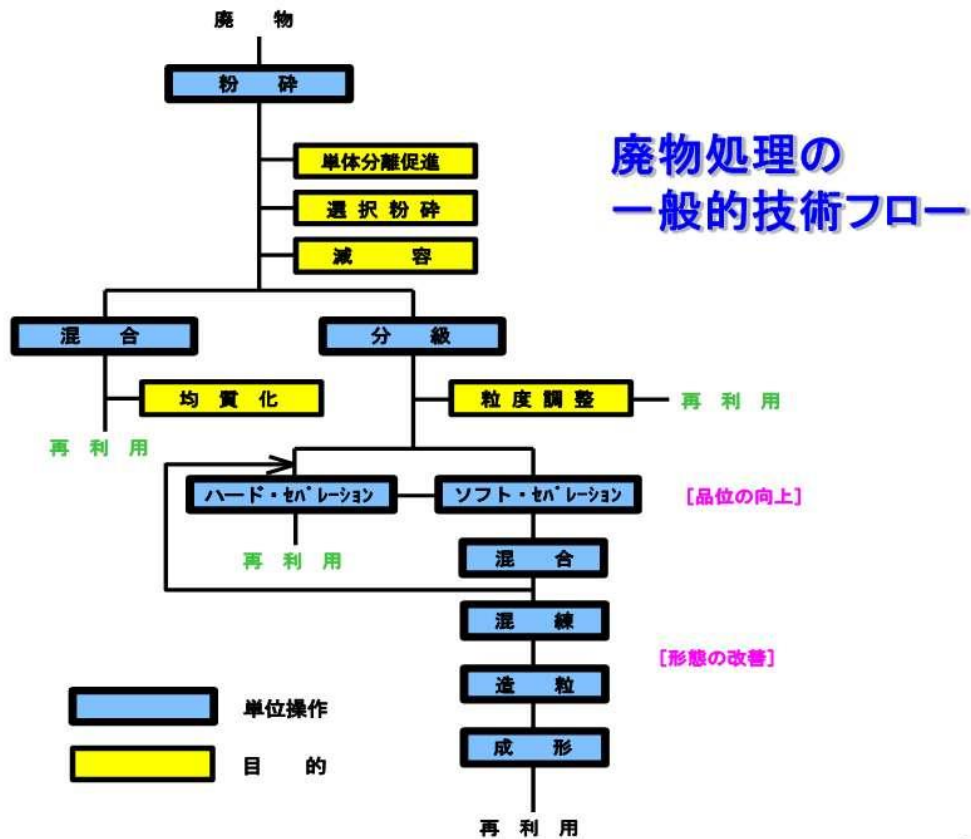
早稲田大学理工学部 大和田先生インタビュー

昔からある分離工学は、分子・原子レベルでの分離で、これは多くの研究者がやっているが、こえとはちがって、固相での分離という取り組みをやってきた。いかに安く、エネルギーのかからない方法で分子・原子レベルに持って行くまでの「濃縮物」お作っていくかに取り組んできた。こうして濃縮したものを製錬に入れると、環境への影響がなく、回収率も高い。

一般の中間処理業者は、原理がわからずシュレッダーで単に砕いて、磁気・電気・その他で分離するが、これだと素材を精製するのに手間がかかって、レベルを上げられない。シュレッダーにかける前に物理選別をすれば、数十%の程度でエネルギー効率をあげられる。

従って、いかに固相レベルで低いエネルギーで高精度の分離をするかにかかっている。どうものを壊すか、ランダムに壊すと、ごちゃ混ぜになり、また過粉碎になりやすい。

ミクロン以上 1cm 以下のサイズの粒については技術が確立しているが、粗粒（1cm 以上）および微粒（ミクロン以下）が確立していない。



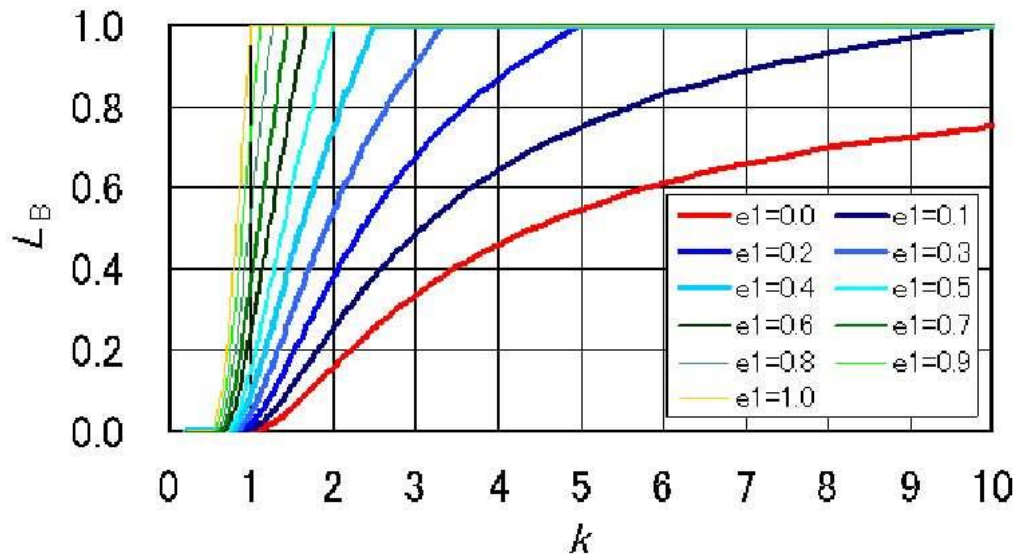
2

図は、廃物処理の一般フローである。ハード・セパレーションとは何らかの形で溶かして液相で分離することで、溶解と再固化にエネルギーが必要。明確に分離でき、有害物質を確実に除去でき信頼性が高い。一方、ソフト・セパレーションとは、固相のまま準静的に分離するので、省エネであるが、確率分離なので、有害物質がそのまま残存し信頼性が低い、固相分離の研究者は少ない。

さまざまな固体物性を使って選別する。よく使われるのはボールを使わないボールミルである AG/SAG ミルで、自生粉碎によって自分の境界面で分離が起きるので選鉱の前処理に使われている。また、マイ

クロ波を照射し、導電率の違いで加熱。非加熱状態ができ、境界面にひずみが生じて分離する。このほか、加熱・急冷事前処理、表面薄利粉碎、電気パルス粉碎がある。

さらに積極的に固相の単体分離を行うのがソーティング(SBS=sensor-based sorting)で、色、形状、硬度、NIR(近赤外)、EC(渦電流)、XRT(X線透過)、XRF(X線蛍光)、LIBS(レーザー誘起ブレイクダウン分光)などで、分析し、AIRで1個ずつ吹き飛ばすやり方がある。



## 異相境界面優先破壊率 $e$ をパラメータとした 単体分離度 $L_B$ と $k$ の関係

図は異相境界面優先破壊を考慮した単体分離モデルにより計算した粉碎比 $k$ と単体分離度 $L_B$ の関係を、異相境界面優先破壊率 $e$ をパラメータとしてプロットした曲線である。 $k=5$ すなわち $1/5$ の大きさのところで見ると、境界面での破壊率 $e$ が0だと50%強しか分離できないが、 $e$ が20%あるだけで100%単体分離する。

単体分離している例として、自動車排ガス浄化触媒において、Ptを担持したアルミナをコーディエライトの母体から分離するのに、加熱急冷による応力差(コーディエライトは圧縮、アルミナは引っ張り)を用いている例が挙げられる。シミュレータで熱分布を推定でき、境界分離できる条件を見つめることが出来た。

電子基板から部品を剥離するための破砕機がある。ブレードに角度をつけることで選択剥離が出来る。大和田先生はシミュレータを開発している。加熱によって、鉛の入っているハンダを熔融し飛ばして完全に分離できる。