

石英ガラス加工に基づくマイクロチップ 抽出クロマトグラフィーシステムの構築と性能評価

○松下和樹¹、森川響二郎²、佐々木直樹³、塚原剛彦¹

¹、東京工業大学 科学技術創成院 先端原子力研究所

²、東京大学 大学院工学系研究科 応用化学専攻

³、東洋大学 理工学部 応用化学科

TEL,FAX; 03-5734-3067, E-mail; ptsuka@nr.titech.ac.jp

背景

放射性廃棄物



可燃物

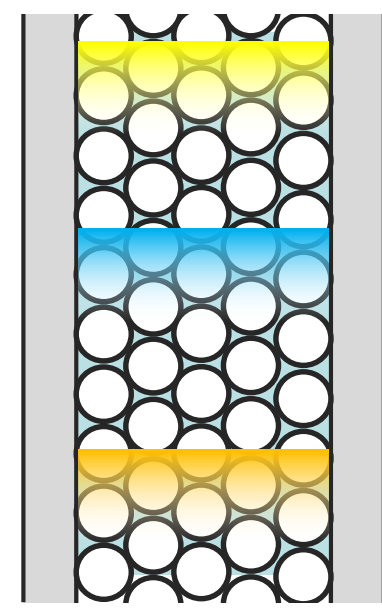
➢ 大量に存在

➢ 処分には性状把握と含まれる核種の濃度分析が不可欠



難燃・不燃物
(プラ, 配管等)

従来の分析方法



抽出クロマトグラフィー

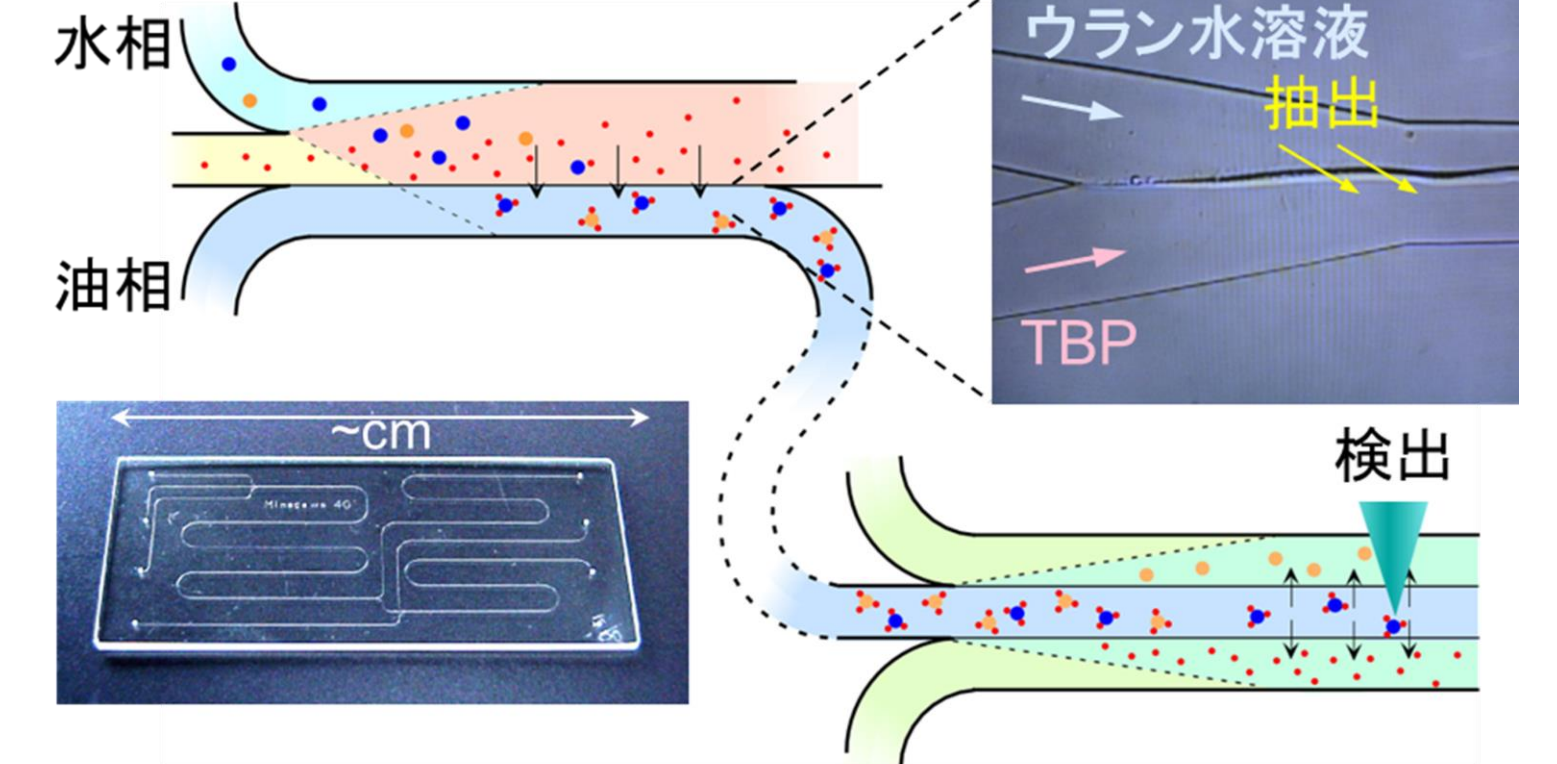
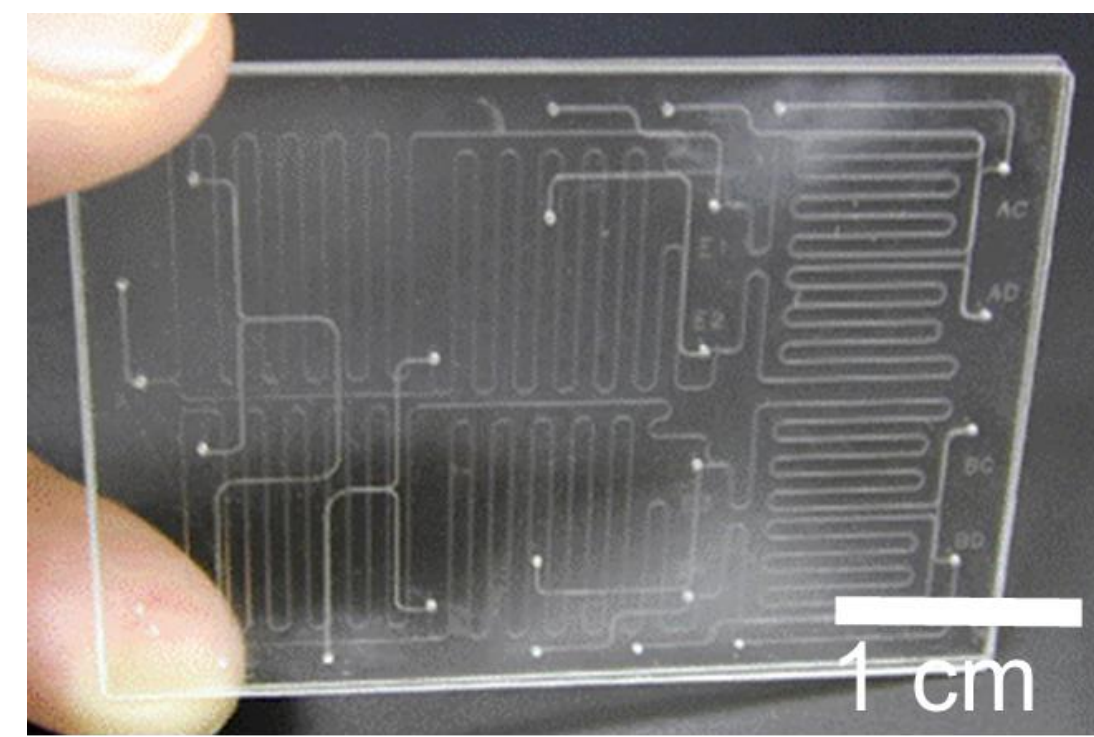
+



ICP-MS

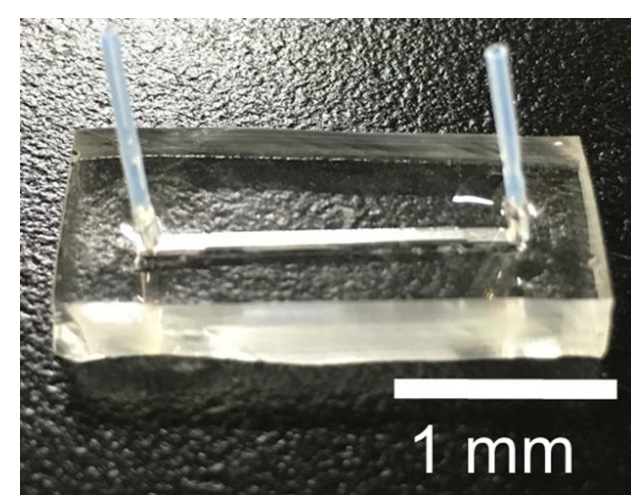
- 二次廃液(強酸・放射性物質)の生成
- 多段・長時間の分析操作

マイクロ化学チップ



- 短時間・少試料量、少廃液量の分析が可能
- 様々な薬品を使い多種多様の分析が行われている
→ 様々な形状の流路加工が必要不可欠

従来のマイクロ化学チップ



PDMS (ポリジメチルシロキサン)

- 多様な流路形状が低コストで作製できる
- × 耐強酸・耐放射線耐性



石英ガラス

- 耐強酸・耐放射線耐性
- × フッ酸を使った加工法では流路断面が円形
- × フッ素ガスを使ったドライエッチングは流路を矩形にできるが底面の表面が粗くになってしまう

本研究での加工条件

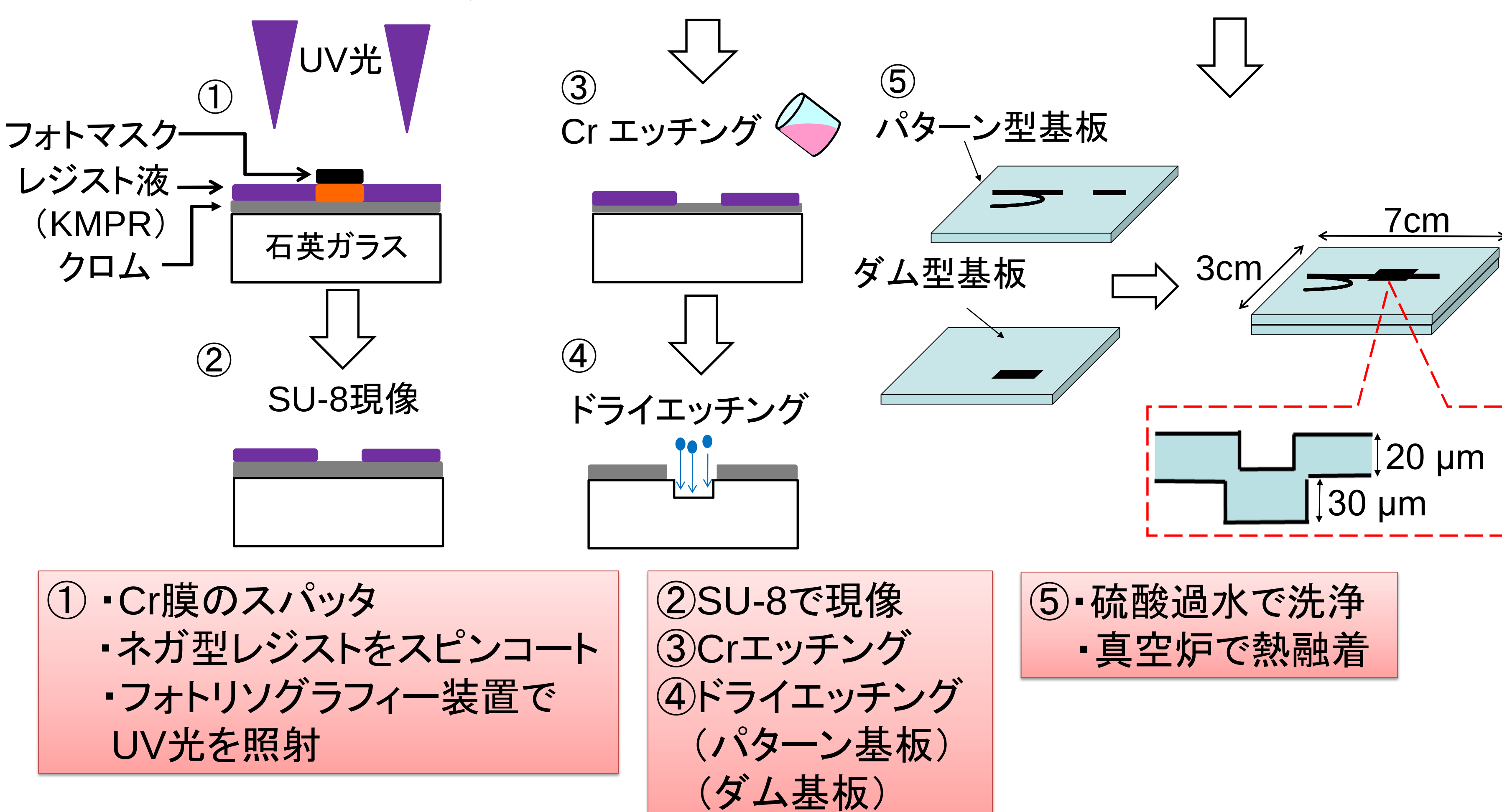
- 耐強酸・耐放射線耐性が必要
- 抽出材含浸樹脂を充填できるだけの深さとダム構造が必要
- 流速分布を一定にするために流路断面を矩形かつ底面の表面粗さをきれいにする

目的

本研究での加工条件を満たすマイクロ化学チップの作製法を検討し、チップ上に抽出クロマトグラフィーを集積する

実験

マイクロ化学チップの作製

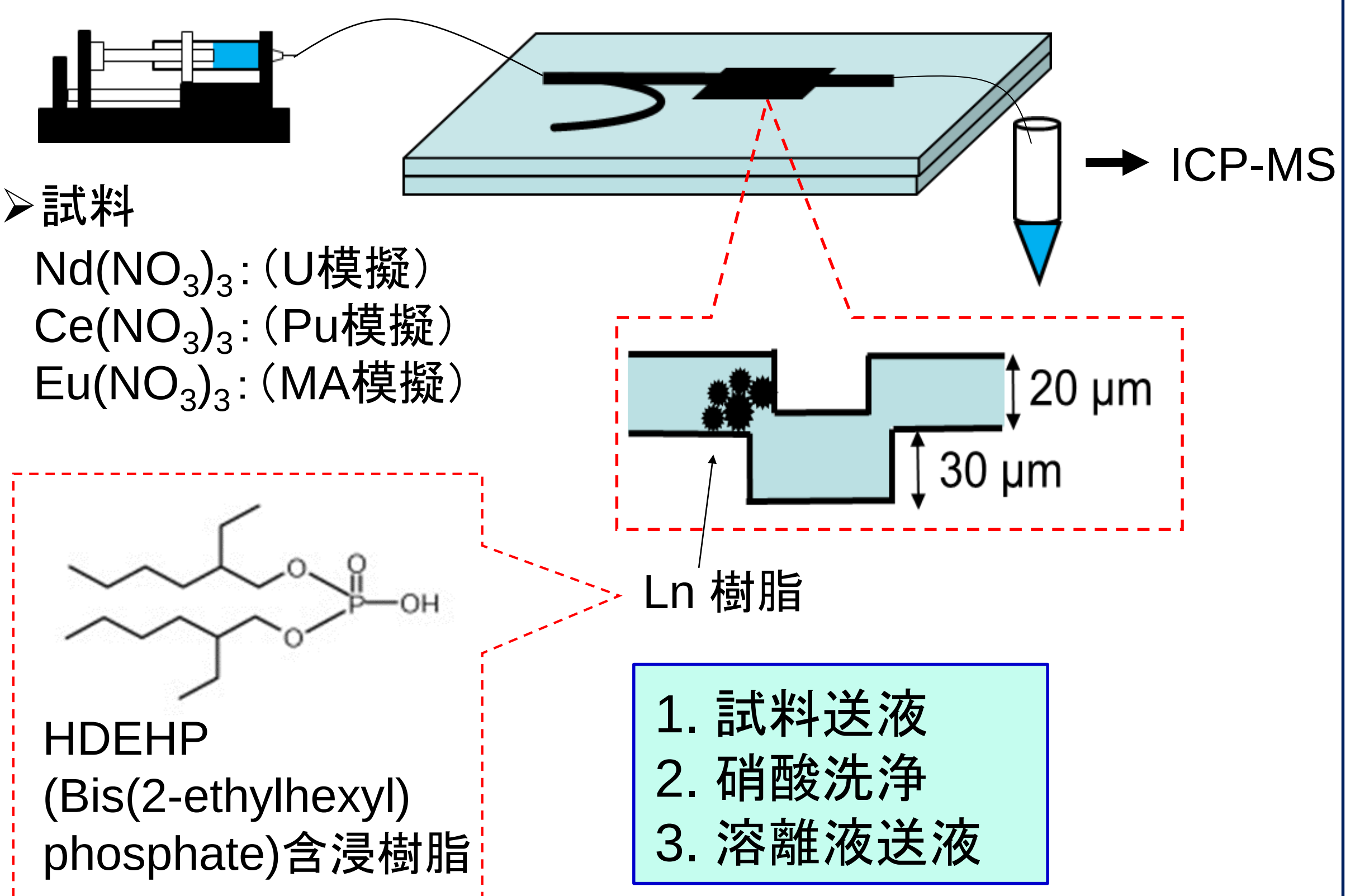


- ①・Cr膜のスパッタ
- ・ネガ型レジストをスピコート
- ・フォトリソグラフィー装置でUV光を照射

- ②SU-8で現像
- ③Crエッチング
- ④ドライエッチング (パターン基板)
- (ダム基板)

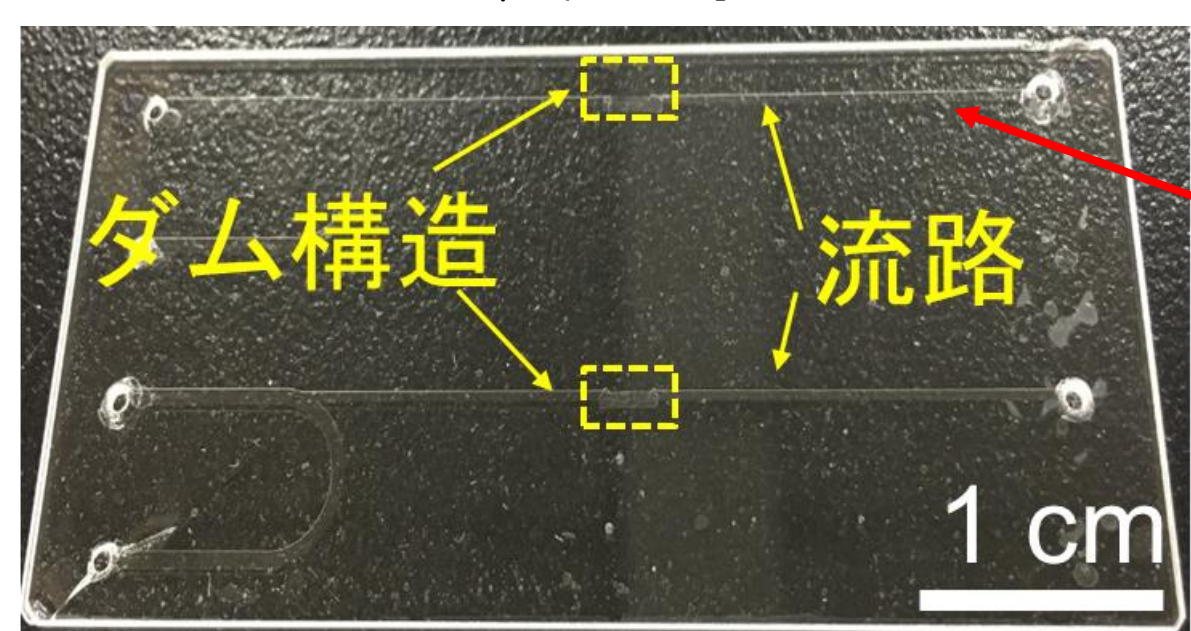
- ⑤・硫酸過水で洗浄
- ・真空炉で熱融着

チップ上での吸着・溶離実験

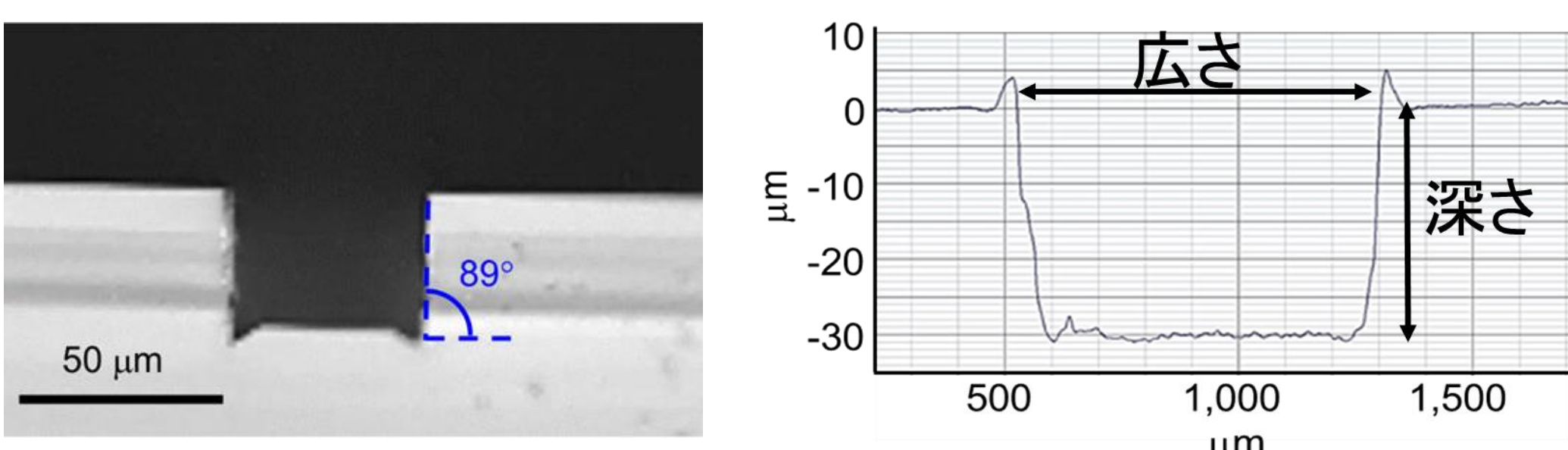


結果

チップの作製結果

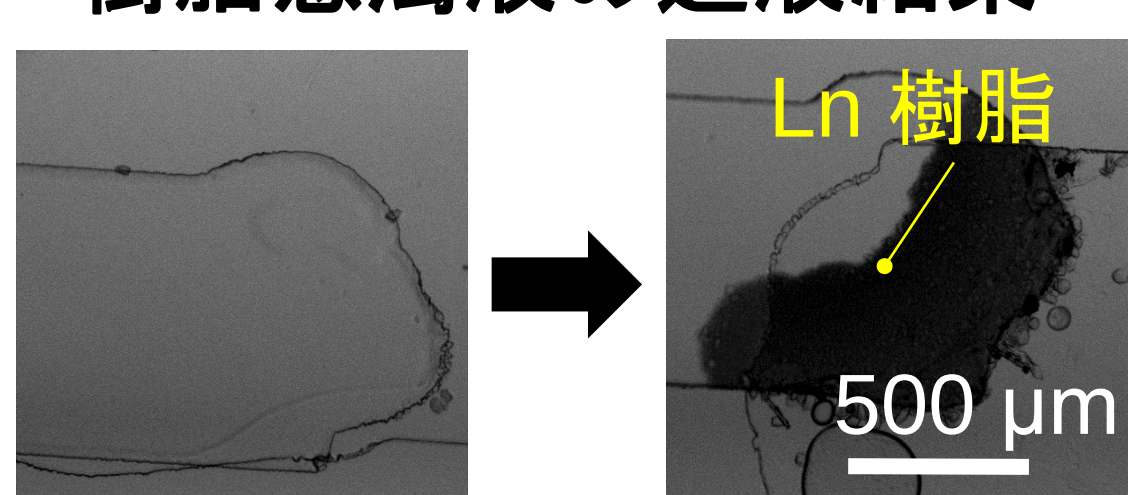


流路断面の評価



- ・ダム構造(深さ30 μm)を有するチップの作製に成功した
- ・エッチングレートは0.33 μm/min となり従来法より高い結果になった

樹脂懸濁液の送液結果



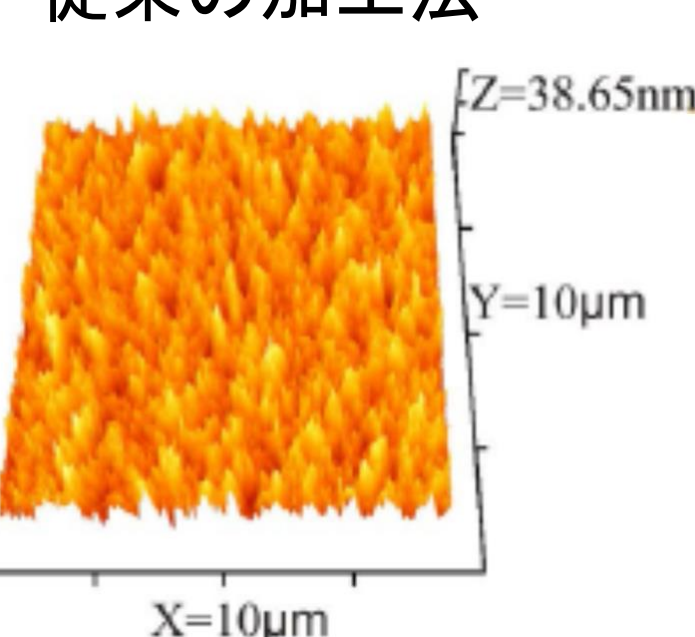
送液前

送液後

樹脂の充填に成功した

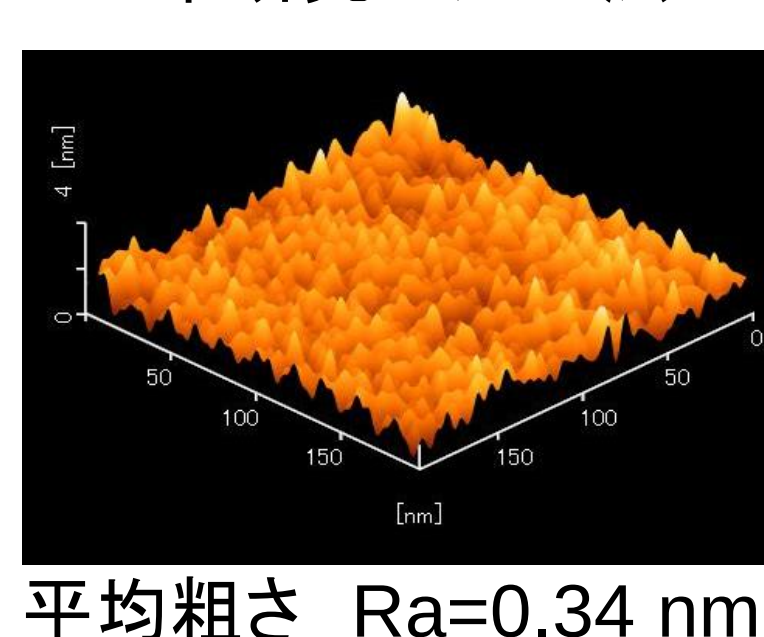
AFMによる流路底面の測定結果

従来の加工法



Mohammed J. Ahamed et al., IEEE (2013)

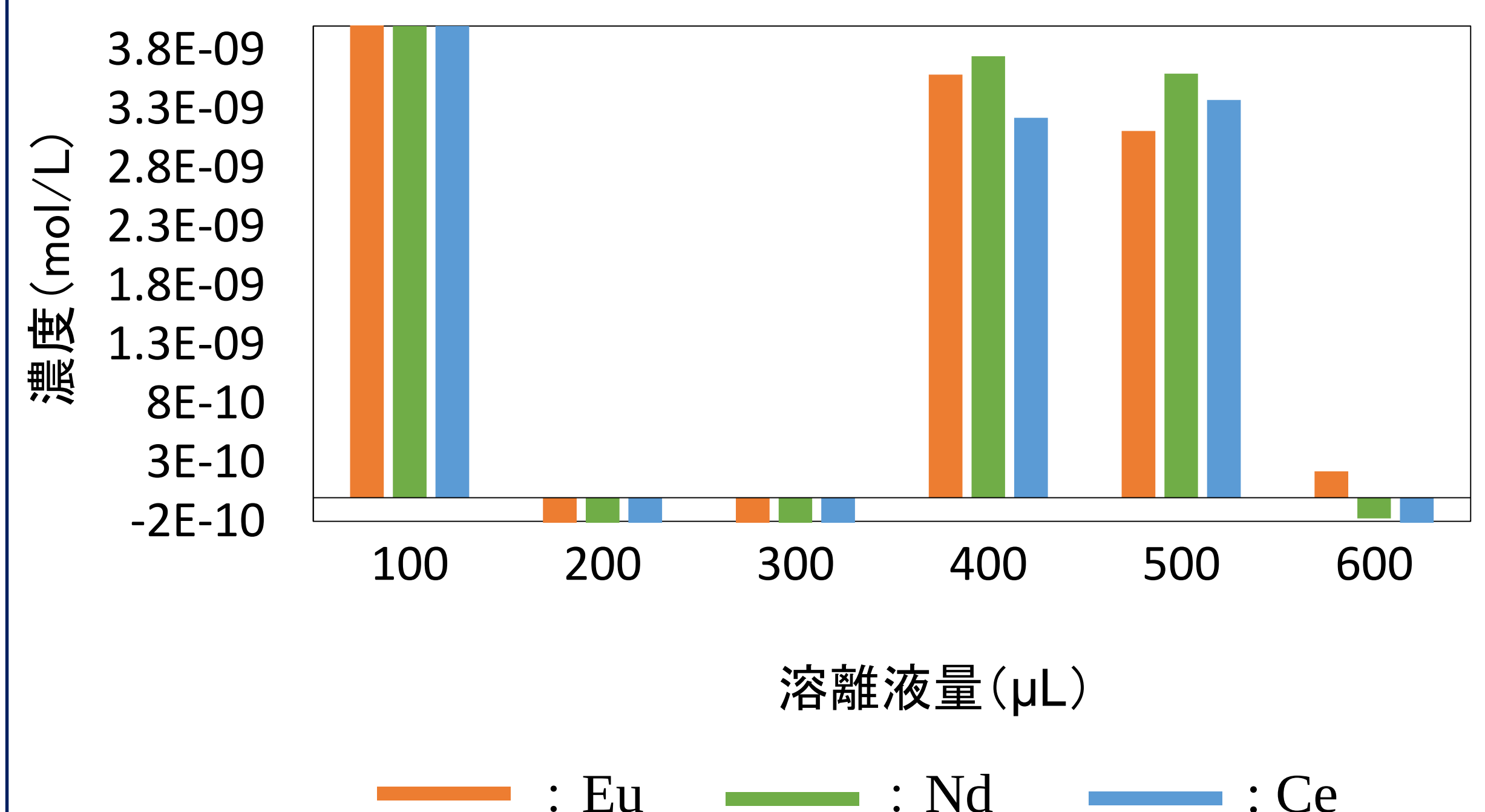
本研究の加工法



平均粗さ Ra=0.34 nm
最大高低差3.4 nm

従来法より流路底面粗さを悪化させずに加工出来た

吸着溶離実験の結果



Ce,Nd,Euの吸着・溶離を実現した。

マイクロ系では、個々の元素の単離は出来なかった。
⇒ 抽出剤の溶出が原因の可能性

結論

本研究の加工条件を満たす新しいマイクロ化学チップの加工法を確立し、チップ上でランタノイドイオンの吸着・溶離を実現した