

特定イオンの存在下で初めて温度 応答性を発現する水溶性高分子

大阪公立大学 大学院工学研究科 応用化学分野

助教 北山 雄己哉
教授 原田 敦史



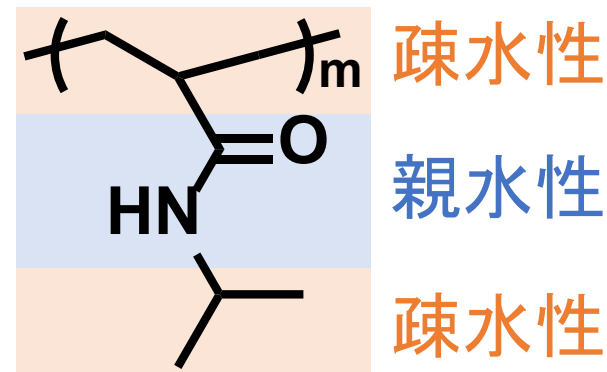
2022年11月1日

温度応答性高分子

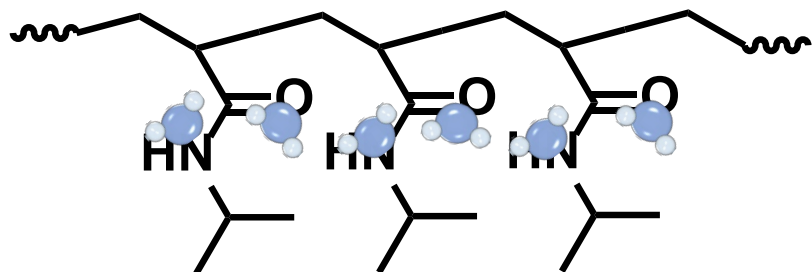
温度応答性高分子・・・温度に応答して物性を変化させる高分子

●代表例

・・・ポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)



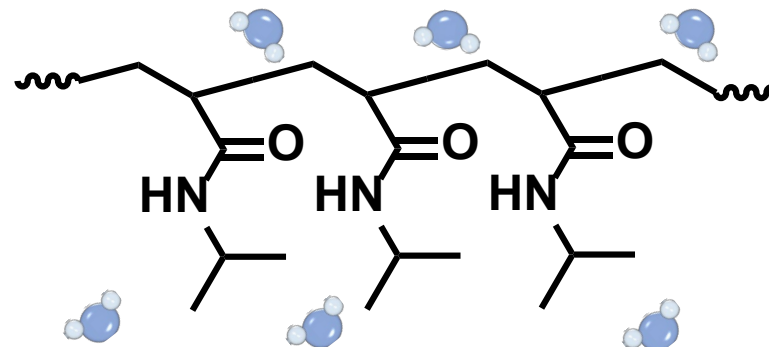
低温



ポリマーは水に溶解

可逆的
⇌

高温

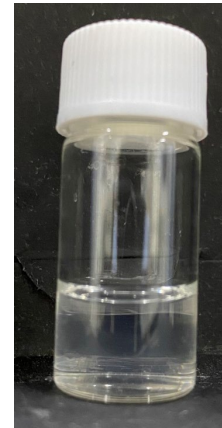
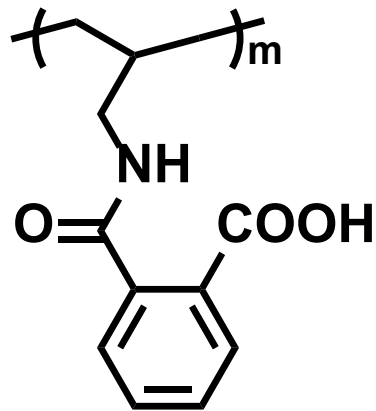


ポリマーは水に不溶

物性が不連続的に変化する温度・・・下限臨界溶液温度(LCST)

特定のイオン種存在下でのみ 水中で温度応答性を発現する高分子

●カルボキシ化ポリアリルアミン

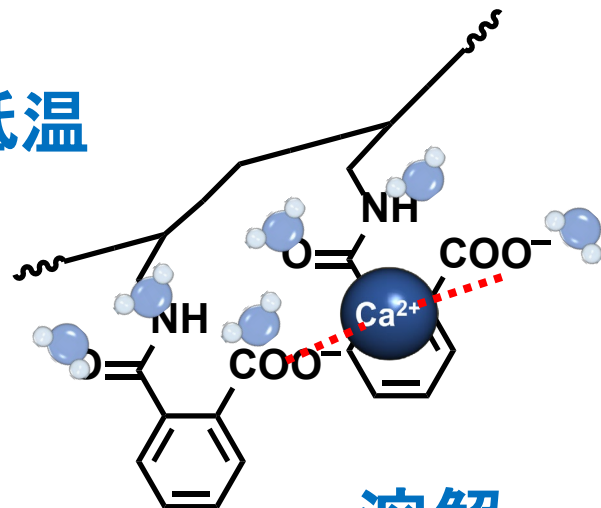


特定のイオン種
(Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺)

heat
cool



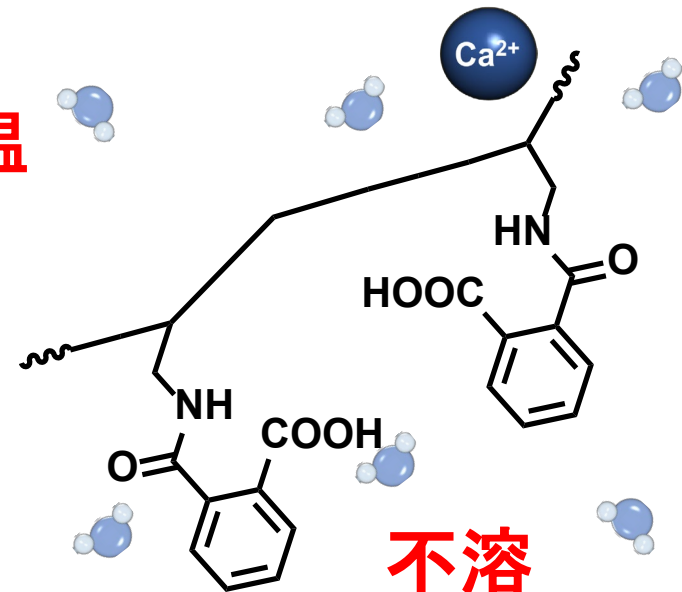
低温



溶解

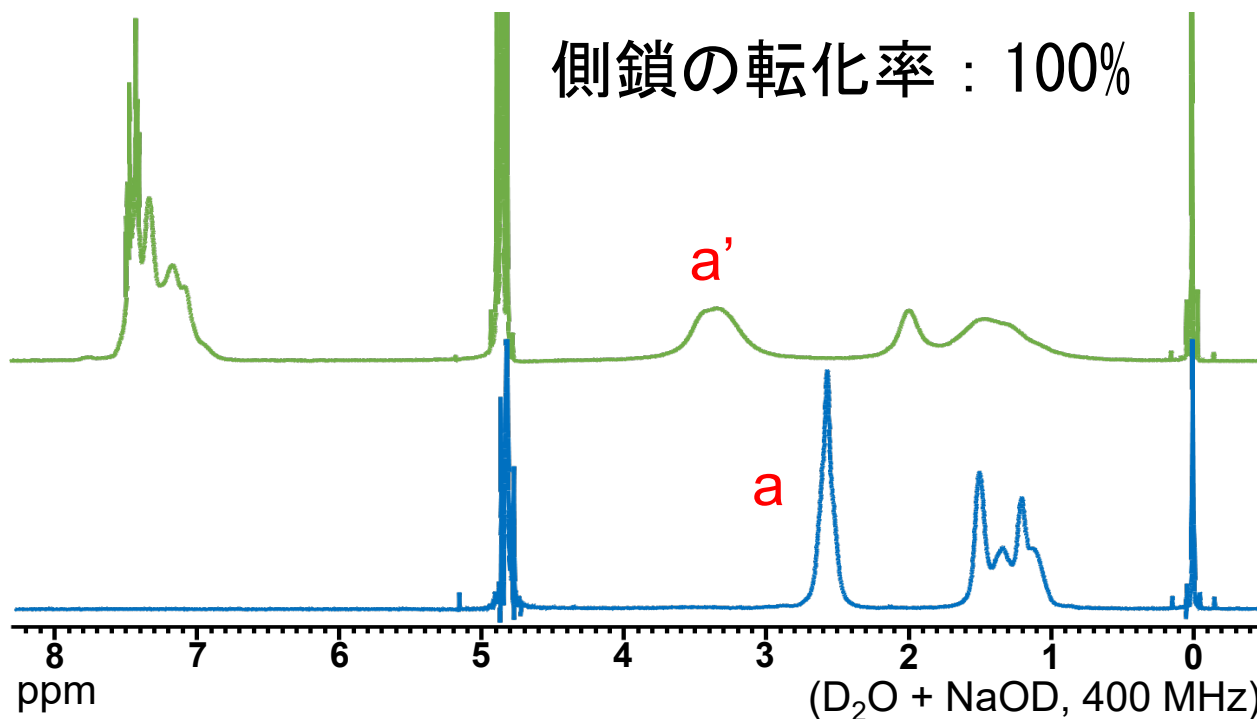
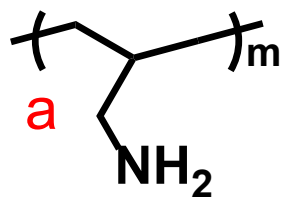
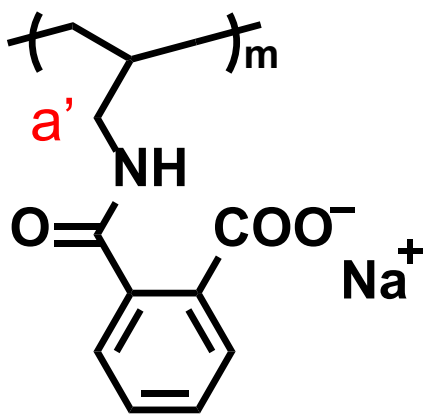
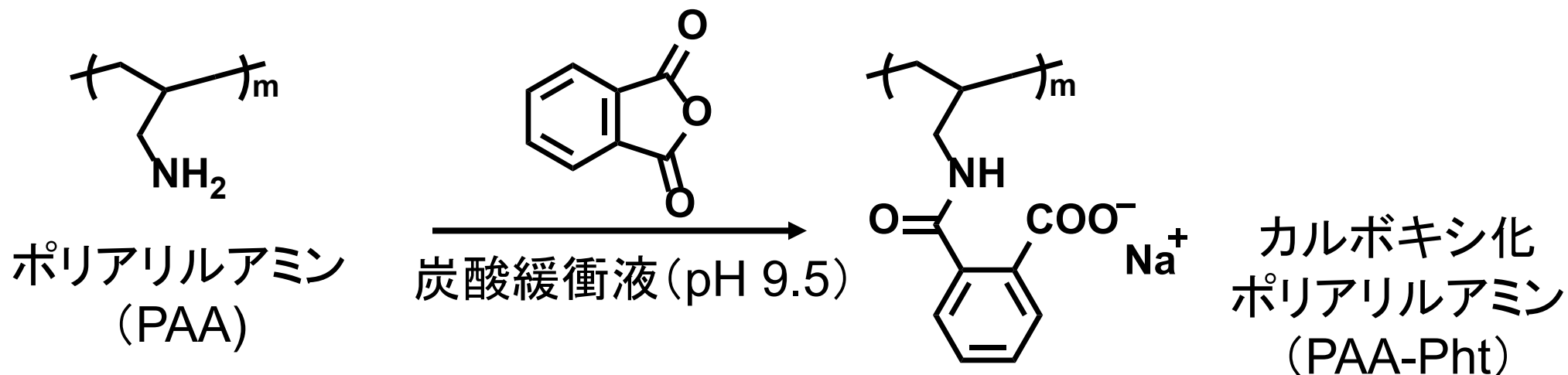
可逆的

高温

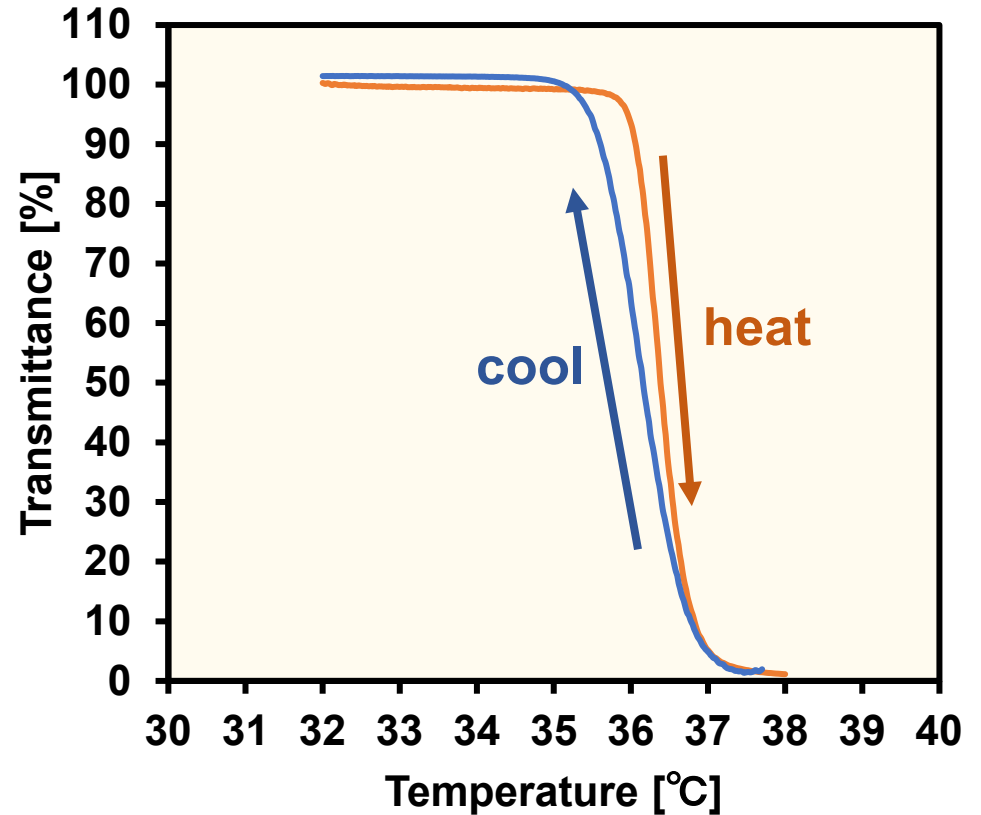
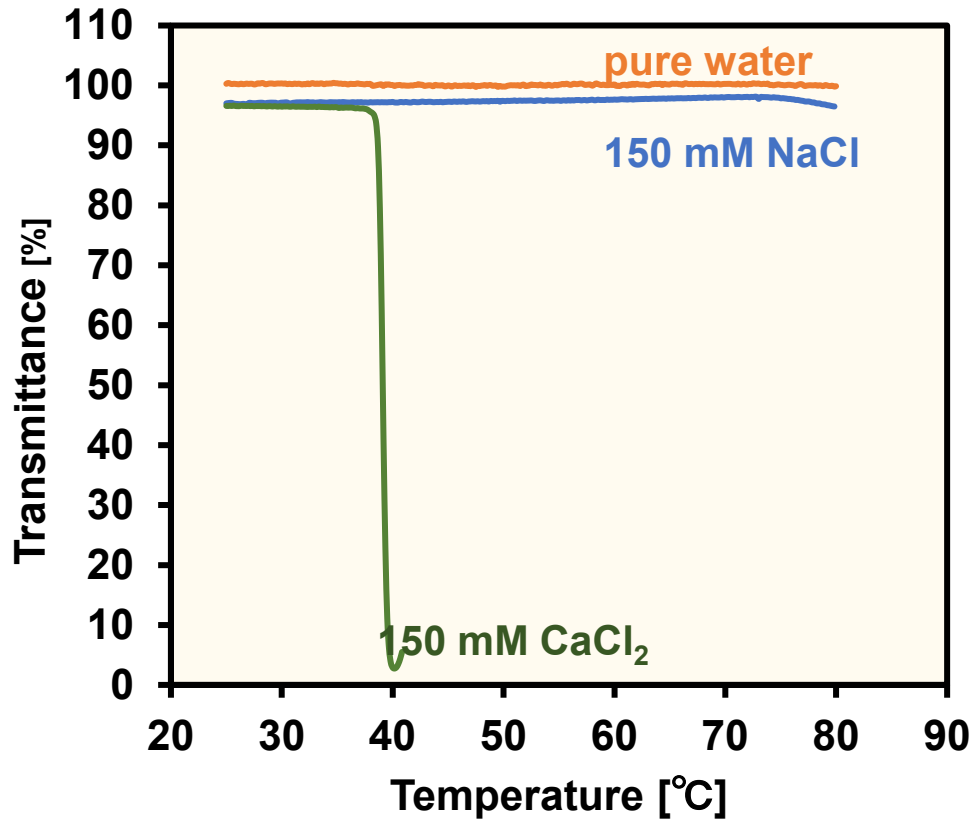


不溶

新規温度応答性高分子の合成



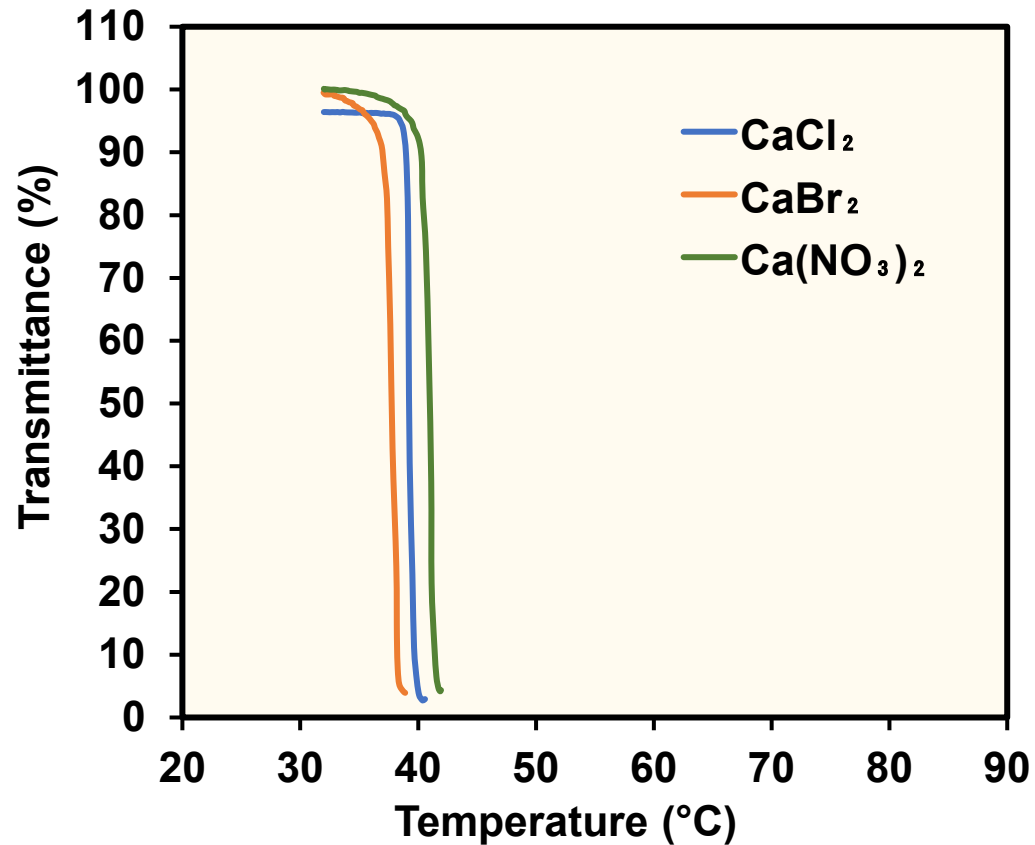
カルシウムイオン存在下のみ温度応答性発現



◆ Ca²⁺存在下において、下限臨界溶融温度 (LCST)様温度応答性を示した。

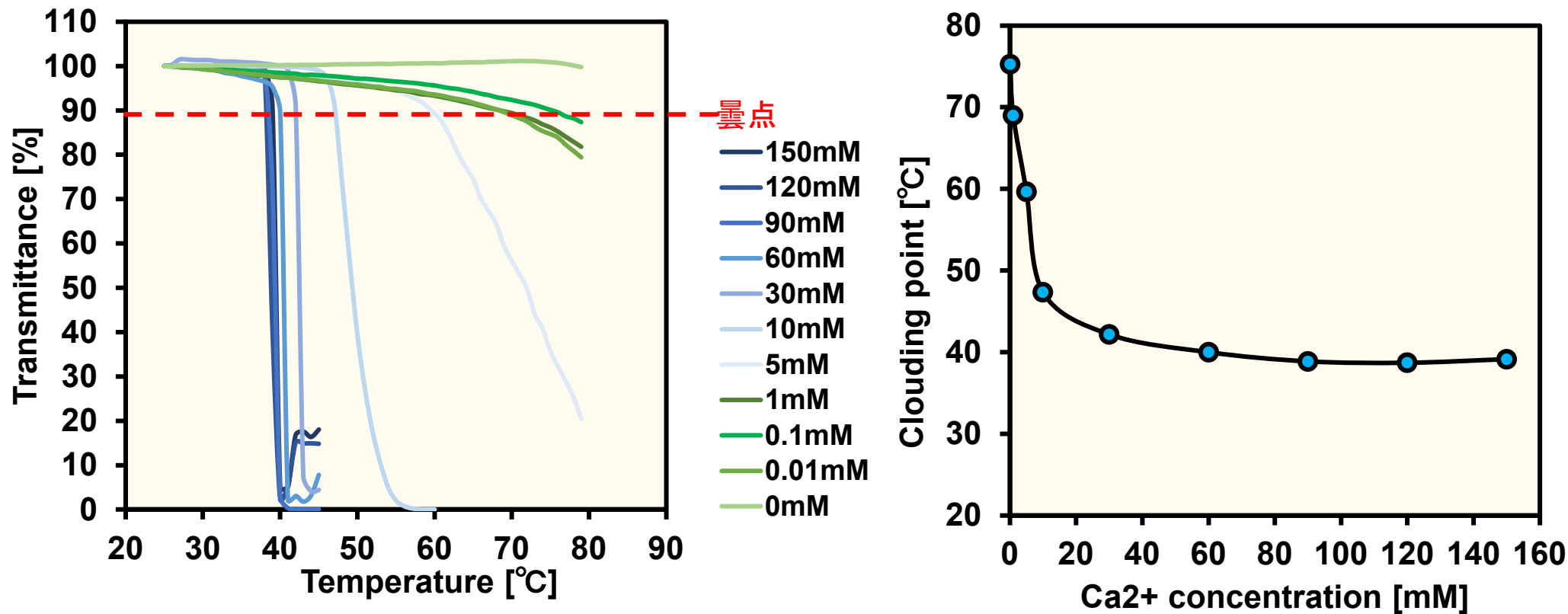


陰イオン種がポリマー温度応答性に与える影響



◆陰イオンはほとんどポリマーの温度応答性に影響がない。

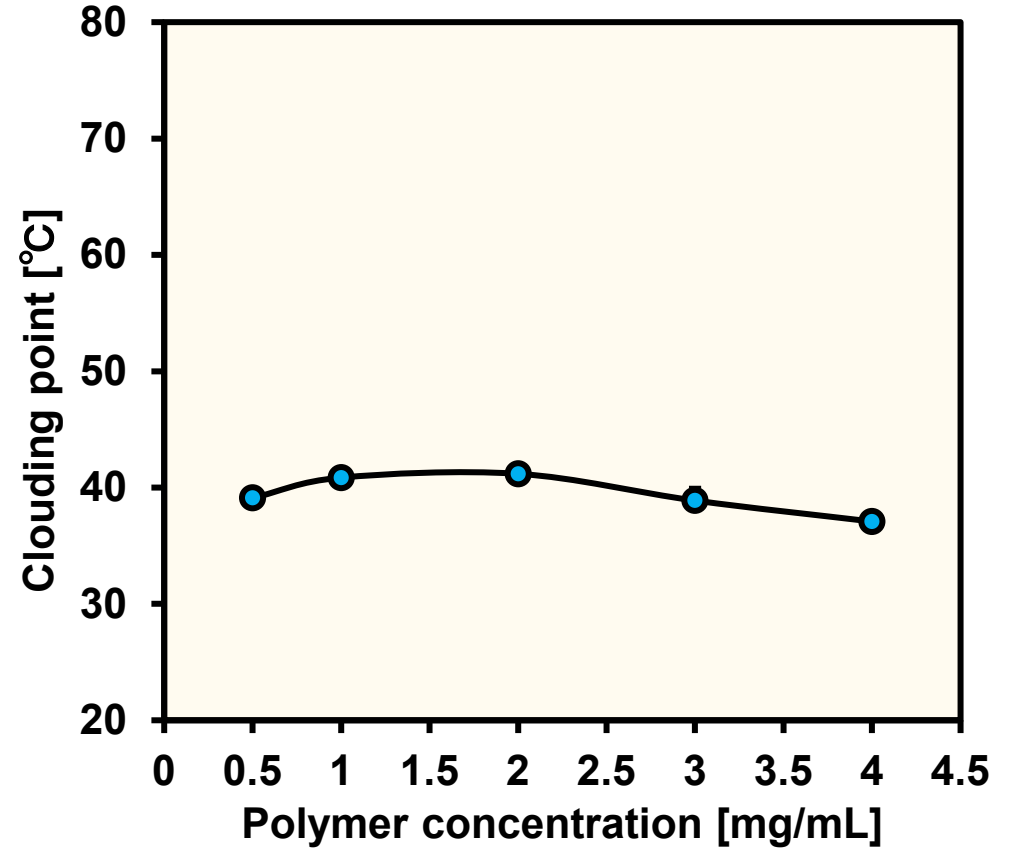
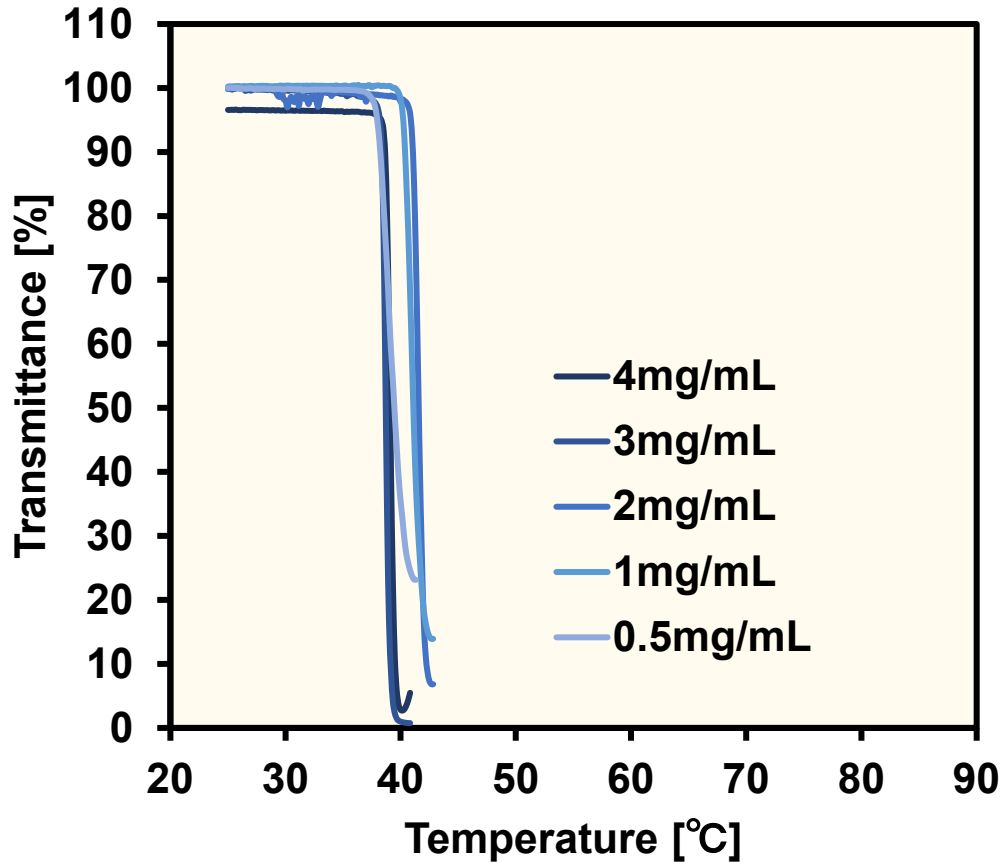
Ca²⁺濃度の影響



◆ Ca²⁺濃度依存的に曇点が低下

◆ Ca²⁺が過剰 → 曇点の変化なし

温度応答性高分子濃度の影響



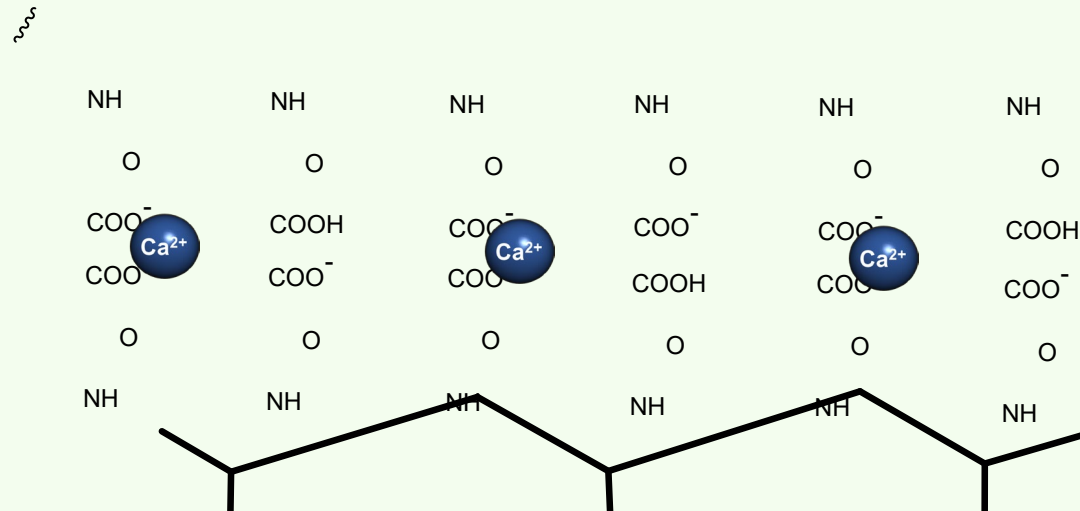
濃度依存性なし → 分子内でのコンフォメーション変化

イオン存在下でなぜ温度応答性が発現？

濃度依存的



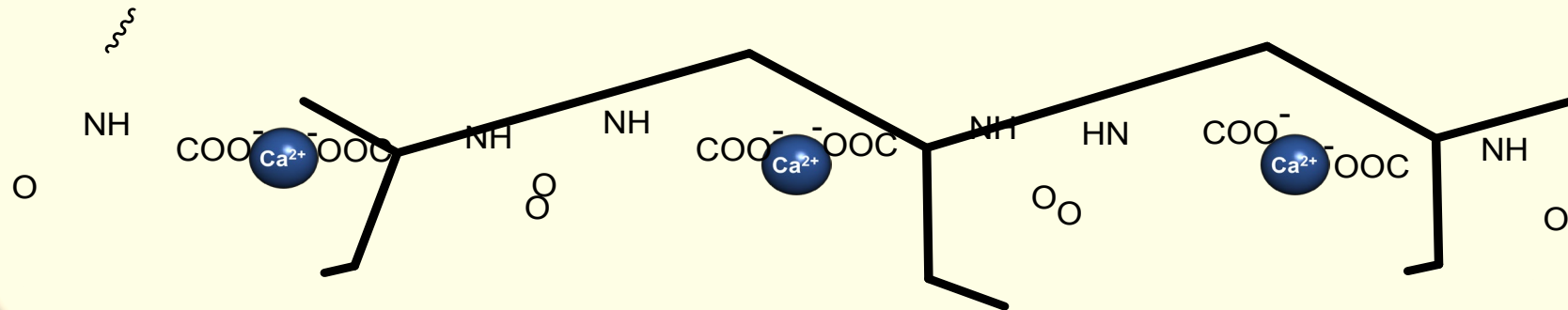
分子間相互作用



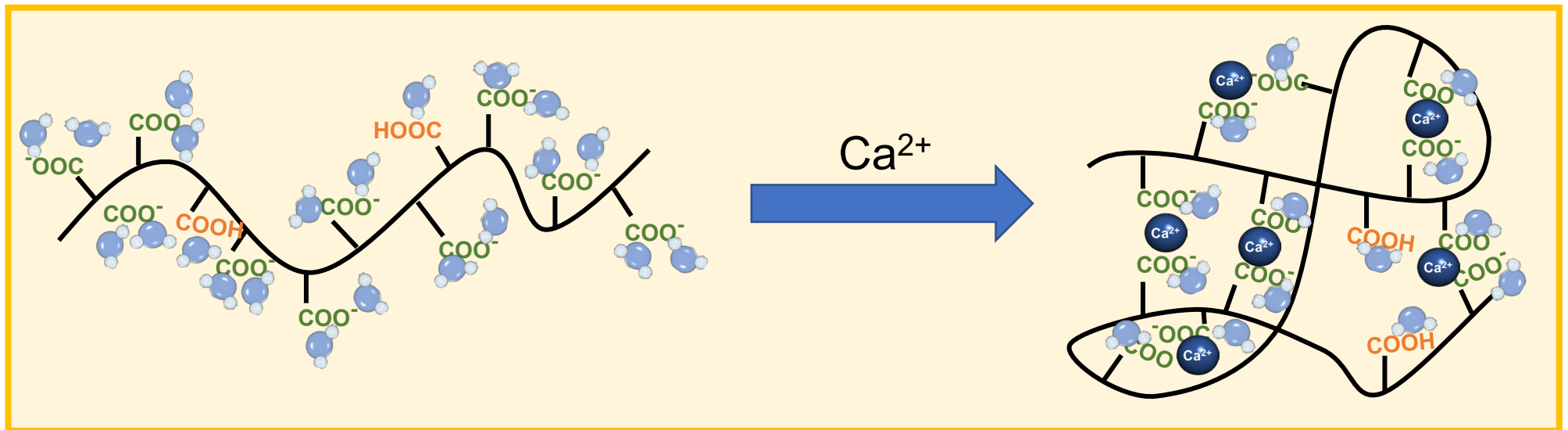
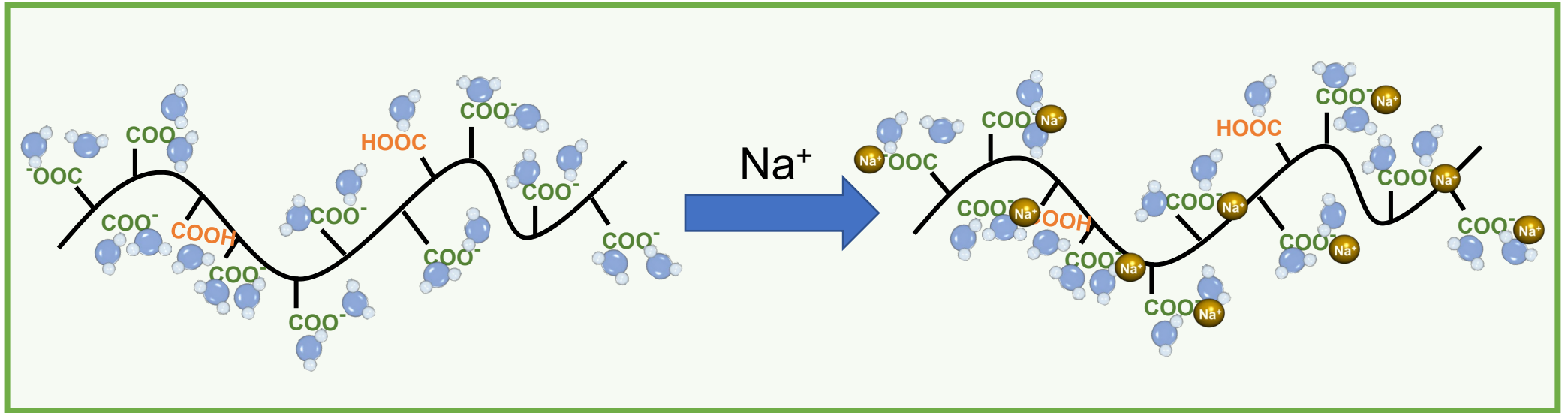
濃度依存性なし



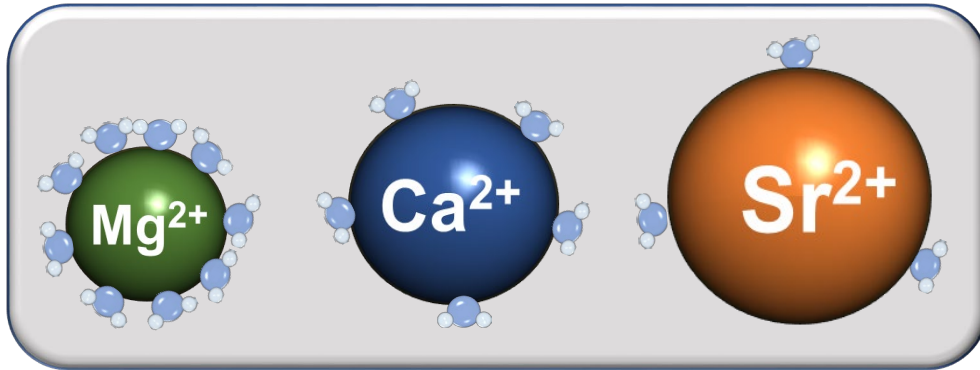
コンフォメーション変化



イオン存在下でなぜ温度応答性が発現？



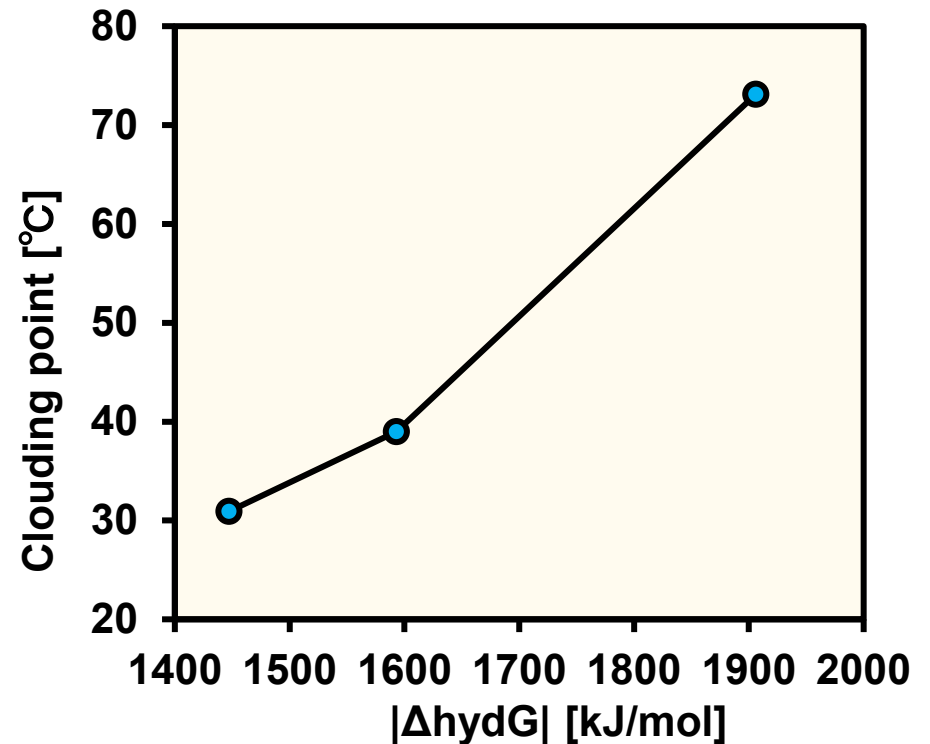
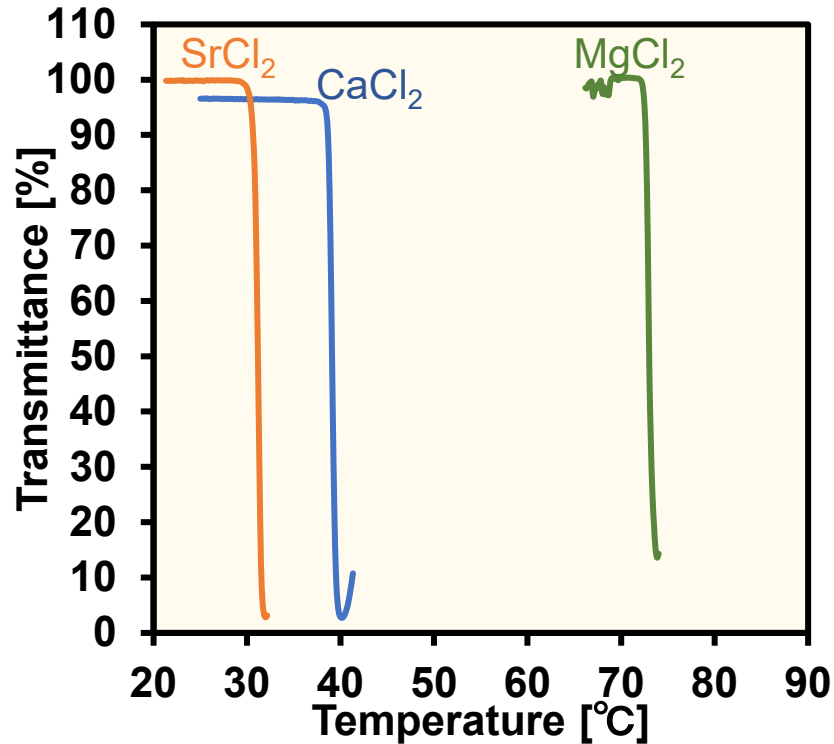
アルカリ土類金属イオン種の影響



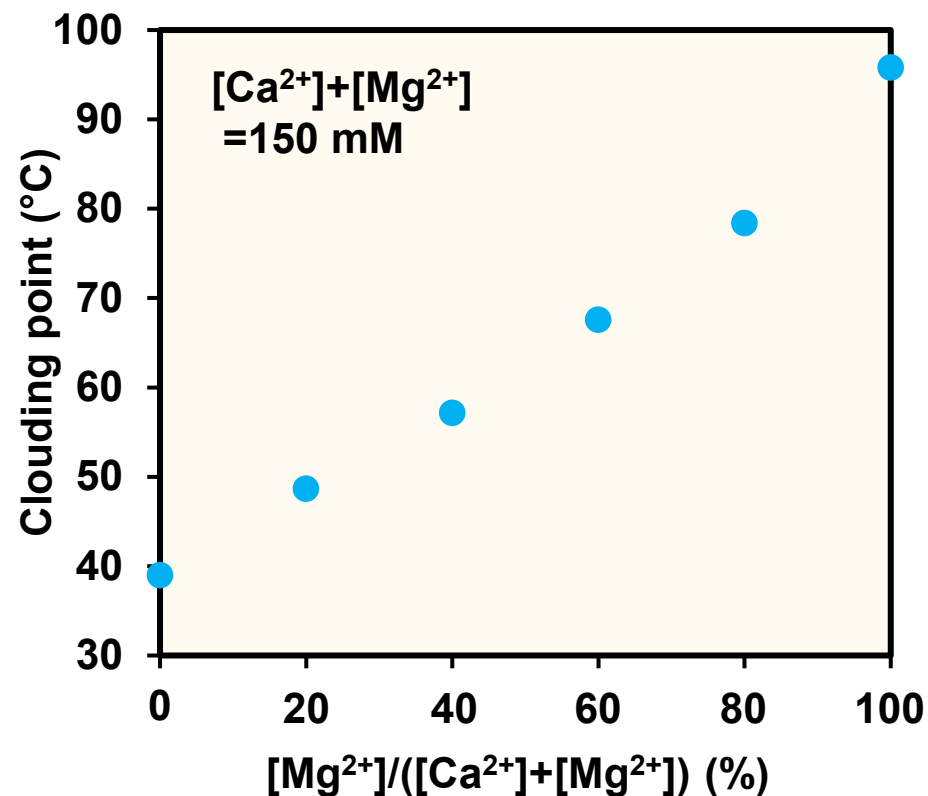
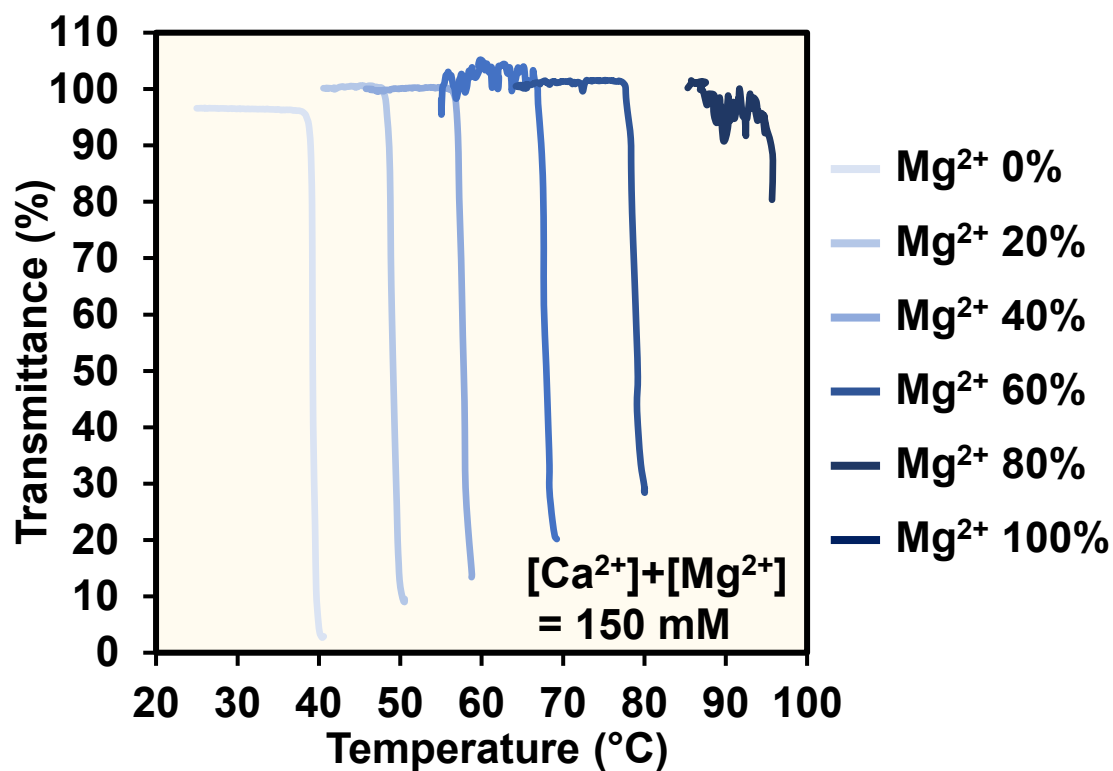
水和ギブズエネルギー ($\Delta_{\text{hyd}}G$)



水和されることによる安定化度

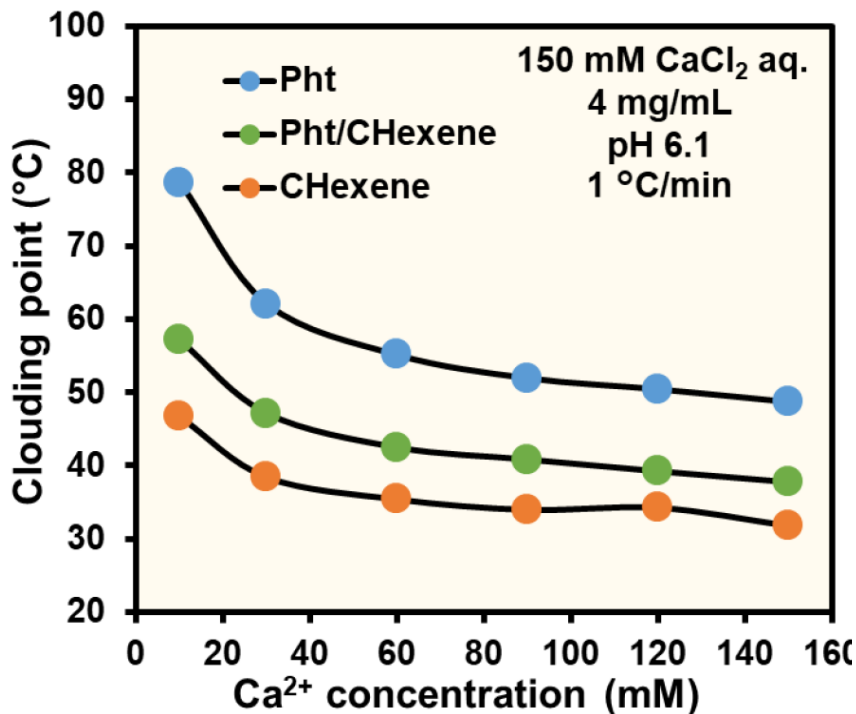
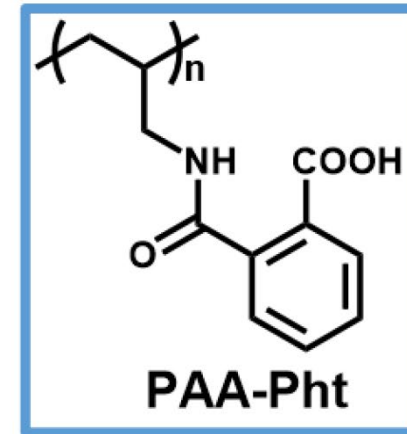
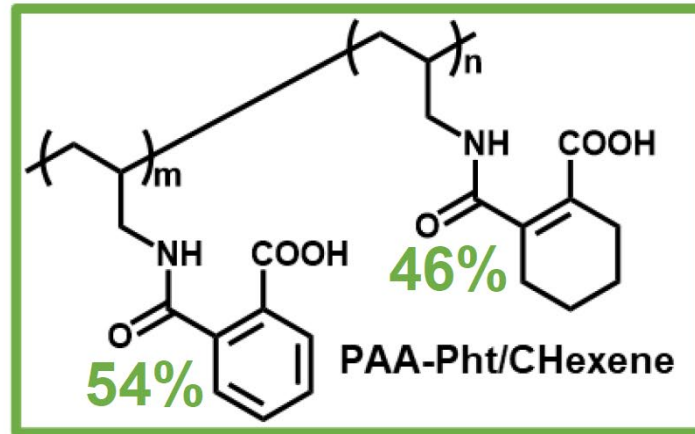
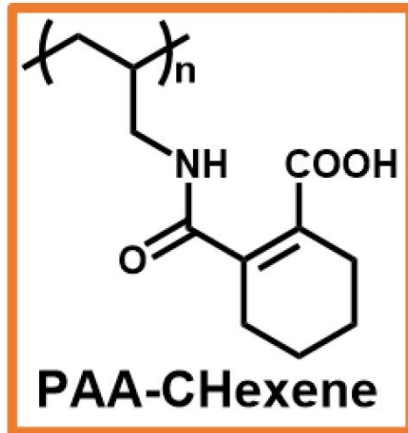


アルカリ土類金属イオン種を混ぜてみると？



異種イオンの混合比を調整することで、応答温度を自在に制御できる。

温度応答性高分子の側鎖構造の影響



ポリマー側鎖構造（スペーサー部位）の疎水性を制御することで、温度応答性を制御できる。

従来技術とその問題点

- 従来の水中で温度応答性を示す高分子で応答温度を制御する場合、異種モノマーを共重合するなど、高分子そのものの溶媒（水）との相互作用を制御する必要があった。
- しかし、異種モノマーの共重合には上限があり、鋭敏な温度応答性を示しにくくなるという問題点があった。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 本研究で開発した温度応答性高分子は、 Ca^{2+} や Mg^{2+} などの安全な金属イオンの有無により、温度応答性のON-OFFスイッチングができる。
- 高分子の構造は変更する必要なく、イオンの種類を変えるだけで応答温度を変更できる。
- さらに、異種イオンの混合比を変更することで、応答温度を制御できる。

想定される用途

- 今回開発した温度応答性高分子は、イオンの有無や存在比の変更により、一定温度で高分子の物性を制御できる。この特性を利用するとカラムクロマトグラフィ用担体や細胞培養用器材への展開が期待できる。
- また、イオン種や濃度によって応答温度が異なることから、イオンセンサへの展開も期待できる。

実用化に向けた課題

- カラムクロマトグラフィ応用のため、今後はシリカゲルなどのクロマトグラフィ担体表面に、本高分子を修飾する方法・生産技術を開発する。
- 細胞培養用器材への表面修飾についても検討を続けるとともに、細胞接着のON-OFFに結びつくのか検証する必要がある。

企業への期待

- クロマトグラフィ担体製造のノウハウを持つ企業との共同研究を希望。
- 再生医療への展開を考えている企業には、本技術の導入により、温度変化を必要としない細胞シート作成などへ応答できると考えられるので、共同研究を希望。
- その他、温度応答性高分子の応用に興味がある企業との連携を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 温度応答性ポリマー及び水系温度応答性組成物
- 出願番号 : 特願2021-073565
- 出願人 : 公立大学法人大阪
- 発明者 : 原田敦史、北山雄己哉、江本隼也

お問い合わせ先

大阪公立大学

URAセンター 井上 忠弘

TEL 072-254-9128

FAX 072-254-7475

e-mail gr-knky-uracenter@omu.ac.jp

新技術説明会

New Technology Presentation Meetings!

大阪公立大学

Osaka Metropolitan University

総合知で、超えていく大学。

大阪公立大学

Osaka Metropolitan University

大阪市立大学 × 大阪府立大学



大阪公立大学のHPで**研究シーズ集**を公開しています。QRコードもしくは下記URLよりご覧ください。

<https://www.omu.ac.jp/research/collaboration/seeds/>

大阪公立大学 研究シーズ一覧

検索

