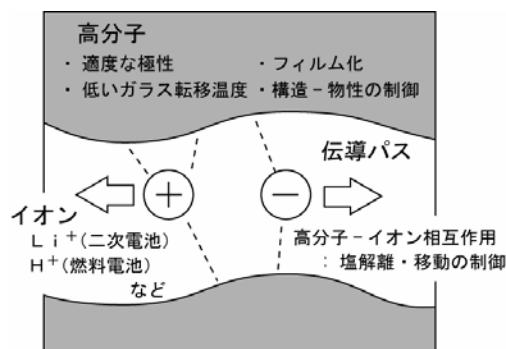


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	3. 高分子の機能
中項目	3-2. イオン伝導性
小項目	3-2-1. イオン伝導性高分子

概要（200字以内）

イオン伝導性高分子は、イオンを伝導種とする導電性高分子である。ポリエーテルをはじめとしたイオン伝導性高分子は、柔軟な固体電解質として各種電気化学デバイスへの応用が期待される。現状のイオン伝導度は室温で  $10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$  程度であるが、高解離塩や分岐高分子を用いることで、 $10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  に達する値も得られている。電池などへの応用には、カチオン輸率や耐熱性、化学的安定性も改善する必要がある。



現状と最前線

イオン伝導性高分子とは、イオンを伝導種とする導電性高分子である。電子と異なりイオンは大きな荷電粒子であるため、イオンを伝導させるための高分子には、高い極性と低いガラス転移温度が要求される。代表的なイオン伝導性高分子としてはポリエチレンオキド（PEO）が知られており、特に90年代までのイオン伝導性高分子の研究のほとんどはPEO誘導体に関するものであった。PEOはエーテル酸素上に大きな双極子モーメントを有しており、隣接する複数の酸素原子でカチオンに協動的に配位できる。また、PEOはガラス転移温度が低いため、イオンは高分子のセグメント運動に伴って長距離移動できる（図1）。例えば、直鎖状PEOに過塩素酸リチウムを溶解させた場合には、常温域で  $10^{-6} \text{ S cm}^{-1}$  程度のイオン伝導度が発現する。

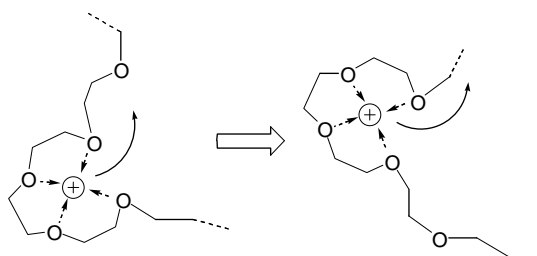


図1 ポリエーテル中でのイオン移動

しかし、直鎖状のPEOは結晶性高分子であり、結晶化した場合にはイオン伝導度は数桁低下するという欠点があった。そこで、常温域でのPEOの結晶化を抑制し、かつ固体物性を保持するための方法が検討されている。架橋や分岐構造の導入は、結晶化を抑制する有効な手段である。また、主鎖に柔軟なポリシロキサンやポリホスファゼン、ポリエーテルなどの鎖を用

いてガラス転移温度を低く保った系（図2a）では、室温で  $10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$  のイオン伝導度を発現するものが報告されている。また、ポリエーテルに酸化チタンや酸化ケイ素などの無機酸化粉体を添加した有機・無機コンポジットも検討されており、イオン伝導度やリチウムイオン輸率の向上、フィルム強度の向上が報告されている。

最近では、PEOに代わるイオン伝導性高分子の構造も提案されている。例えば、イオン液体（有機室温熔融塩）を重合させて得られる高分子や、天然ゴムの二重結合をエポキシ化した系でもイオン伝導度が発現する。

イオン伝導度の向上のためには、系中のキャリアイオン濃度を上昇させることも有効である。そこで、格子エネルギーが低く高解離性の添加塩も多く提案されている。代表的なものとして図2bに示すイミド塩が挙げられる。

イオン伝導性高分子は、固体電解質として電池などの電気化学デバイスへ組み込むことが検討されている。ガラスやセラミクスなどの無機系の固体電解質に比べると、イオン伝導性高分子は柔軟で、軽く、物性もコントロールしやすいという性質があるため、モバイル機器や電気自動車用の電池への適用が検討されている。しかし、現状のポリエーテル系高分子は、それらに要求されるイオン伝導度や耐熱性、化学的安定性を満たしてはいない。また、リチウム電池や燃料電池への応用を想定した場合には、カチオンの輸率が高いことが望ましいが、ポリエーテルはカチオンに強く配位するため、カチオン輸率は0.1以下と低い。これらの問題を解決するため、ポリエーテル以外の新しいイオン伝導性高分子の構造に関する提案や、特定のイオンを輸送できるイオン伝導性高分子に関する研究例が増えてきている。

（参考文献）導電性高分子 緒方直哉編 高分子サイエンティフィック（1990）.

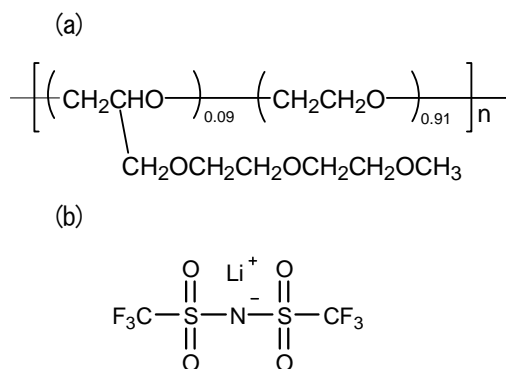


図2 イオン伝導特性を向上させる工夫（例）

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
  - PEO系高分子におけるイオン伝導度・イオン輸率の改善
  - 非PEO系イオン伝導性高分子、新規添加塩の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
  - 室温で  $10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$  のイオン伝導度を達成できるマトリックスの実現

キーワード

イオン伝導性、ポリエーテル、添加塩、固体電解質、電池

（執筆者：大野 弘幸）