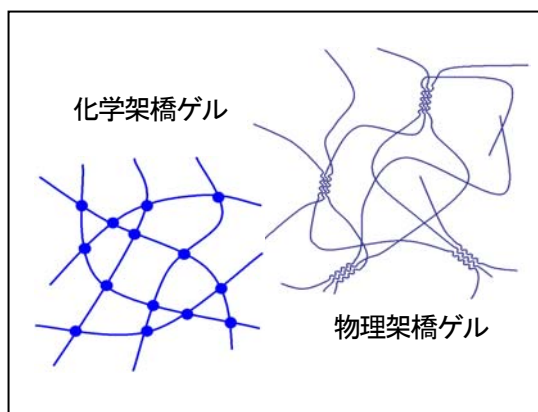


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	1. 高分子の合成
中項目	1-11. 高分子の反応
小項目	1-11-3. ゲル化

#### 概要（200字以内）

ゲル化反応とは、高分子間を架橋することによって内部に溶媒を取り込んだまま高分子網目であるゲルを合成する反応である。従来、高分子合成によって機能性ゲルを開発する主なアプローチは、モノマーや架橋剤の種類を変えて性能向上を狙うものが殆どだった。最近、ゲルを飛躍的に高機能化する全く新しい発想の合成法が次々と提案されており、高機能ゲルをめぐる新たな展開が予想される。



#### 現状と最前線

ゲルとは、高分子鎖の3次元網目内部に溶媒を取り込んだ物質である。ゲルは架橋の様式によって大きく2種類に分類され、高分子鎖同士を水素結合などの非共有結合で架橋したものを物理架橋ゲル（物理ゲル）、半永久的な共有結合で架橋したものを化学架橋ゲル（化学ゲル）と呼ぶ。

1970年代後半にゲルの体積相転移現象が発見されて以降、ゲルを応用したセンサーやアクチュエータを開発しようという動きが起き、モノマーや架橋剤の種類を変えることによって多種多様な刺激応答性ゲルが提案されてきた。

最近では、この旧来のアプローチから飛躍し、様々な新しいゲル化反応によって新規な機能を実現したゲルが開発されている。物理ゲルでは、超分子構造の活用による優れたオイルゲル化剤や、カーボンナノチューブをイオン性の結合によって自己組織化させ、導電性を獲得したバッキーゲルなどがある。また、化学ゲルでは、末端架橋反応を使うことによって高分子末端同士を架橋点間距離を制御したゲルや、光重合や光架橋反応によってさまざまな微細加工や三次元造形をする試みなどが挙げられる。

一方、新しい発想によって多様化したゲル化反応を巧みに活用しつつ、ゲル内部に複雑な高次構造を取り込んだゲルを合成することによる、更なるゲルの機能化が次々実現されている。

代表例として、ゲルを合成する際にターゲットとなる分子の存在下で網目構造を作ることにより、分子認識能の獲得に成功したインプリントゲル、ゲルと液晶性分子を組み合わせること

よって規則構造を持った**液晶ゲル**などが挙げられる。後者の発展型として、液晶の配向だけでなく、超分子構造を取り込んだゲルが提案されており、電場や磁場、光に応答して異方的な変形を示す。

また、高次構造によってゲルを高強度化する試みも行われている。

ゲルを合成する際、網目構造に少しでも欠陥があると力学強度は著

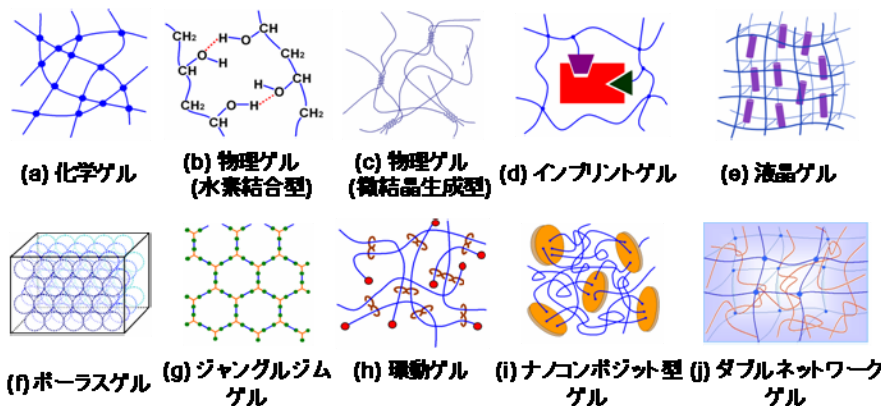


図1 様々なゲルの模式図

しく悪くなるが、従来の合成法によって欠陥の無いゲルを作るのは困難であり、応用に耐える高強度なゲルを合成することは不可能であった。この問題に対し、いくつかの全く新しい発想によって力学的強度が飛躍的に向上したゲルが次々と開発されている。環状分子からなる架橋点が滑車のようにスライドし、応力を分散する**環動ゲル**、粘土鉱物を多官能性の架橋点とすることで架橋点間距離が長くかつ均一になり、伸縮性の獲得に成功した**ナノコンジット型ゲル**、応力を支える剛直な網目と亀裂の進行を抑制する柔軟な網目の組み合わせによって高強度化している**ダブルネットワークゲル**などが挙げられる。

多様なゲルの合成法が多様な機能を生み出すこの新しい展開は今後も続くと思われ。

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  
 新しい発想によるゲル化反応・合成法の開発、及びそれによる新しい機能化。  
 異なるゲル化反応・合成法を組み合わせる技術。
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題  
 強度、機能性、環境適合性、生体適合性を併せ持つゲルの合成。受動素子から能動素子へ。  
 能動素子としての人工臓器、ドラッグデリバリーシステム、MEMS などへの応用。

キーワード

ゲル、物理架橋、化学架橋、水素結合、イオン結合、自己組織化、高次構造

(執筆者：中島 祐・古川 英光)