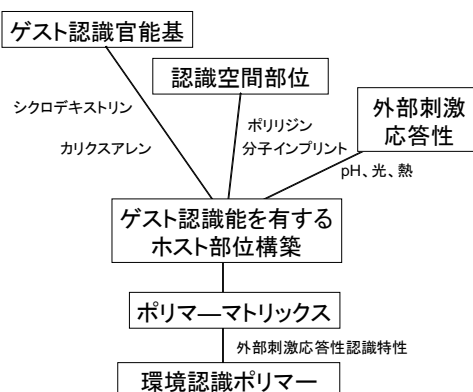


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	3. 高分子の機能
中項目	3-3. 分離・認識
小項目	3-3-7. 環境認識

概要（200字以内）

環境認識機能高分子には、主に、環境場におかれたプローブによる情報発現と外部刺激にตอบสนองし高分子の特異的認識場を構築する手法がある。一般的に刺激応答性高分子と呼ばれ、外部刺激は、pH、光、熱が主である。ターゲットを認識する官能基周辺のポリマー環境が、外部刺激により人為的に変えられ、機能を発現する。今後新たな外部刺激として、pH、光、熱の他に、磁場、音などの物理的的刺激にตอบสนองするポリマー設計がなされると思われる。



現状と最前線

高分子が自らおかれている環境に対応し機能を発揮するインテリジェントポリマーがある。2001年高分子7月号のインテリジェントポリマーの特集には、温度にตอบสนองするバイオメディカル高分子、電気に対応するメカノゲル、分子認識ロタキサン、光応答整理活性ペプチド等が紹介されている。このインテリジェント高分子を分離・認識に利用する試みは、古くは pH 刺激に誘発された認識機能を持つポリマーがある。また、アゾベンゼンやスピロピラン基による光異性化高分子の利用例と、温度等の外部刺激がこれに加わり、種々の特徴あるポリマーがこれまで報告されてきている。

化学会の第86春季年会(2006年)における高分子分野の研究発表を例に挙げると、環境応答性のポリマーは主にアゾベンゼン基のシストランス光異性化による研究か、イソプロピルアクリルアミド (NIPAM) 基による感温特性によるものが非常に多い。また、高分子環境に依存した蛍光プローブの応答挙動の研究が、環境認識法としては主流である。しかし、分離認識における環境認識ポリマーの利用は必ずしも多くない。BCSJとCLの2006年の邦文数のうち、分離認識の分野で、環境認識ポリマーの範疇に入る研究は、CLにアントラセン基含有の感温特性を利用したポリマーゲルへの金属イオンや環境ホルモン等の吸着・脱着挙動やゲル膜へのイオン透過性が調べられている。シクロデキストリンの包接機能を光で制御するスイッチングの研究もある。またバイオミメティックの分野では pH 応答特性や蛍光性のある修飾シクロデキストリンを含むポリリジンが発表されている。

2006 年では pH 応答性貴金属イオン吸着ポリペプチド、高分子スピロピランによる鉛イオン捕捉、包接特性の外部刺激応答性が、ライフサイエンスの分野では薬物修飾刺激応答性ゲルによる DDS への検討がなされている。生体分子の認識により体積収縮を誘発するゲルや刺激応答性高分子によるタンパク質認識の研究例もある。インプリントポリマーについては、アゾベンゼン修飾ポリマーによる光応答認識や表面インプリント特性の NIPAM による温度制御の例がある。実際の現状について眺めてみると、全体の講演数に比べれば当該ポリマーに関連する研究はまだまだ少なく、この実績からするとまだまだ、発展途上にある分野といえる。

研究の傾向は、1980-1990 年代の T. Tanaka の研究を基に、NIPAM を利用した温度応答性高分子による吸着制御が数多くの研究がなされ、これらを基盤として、温度応答性分離・認識ポリマーの研究が、特に医療高分子分野で多い。ここで分子認識には包接化合物のポリマーへの導入が主に利用され、最近になり、分子インプリント NIPAM 高分子の研究例がでてきた。これに加えて光異性化を利用した研究も同様に行われており、シクロデキストリンに修飾した光官能基により、認識特性を制御した高分子が研究されている。インプリント高分子においても認識機能の光制御の研究が 2006 年に登場し、これらの傾向から、従来のインテリジェント機能に分子認識を付与した研究のアプローチに、さらに、外部刺激応答特性を持たせた高分子の研究が今後増えると予測される。また、pH、熱や光以外に、超音波に反応して、温度応答性が異なる報告や、分子認識することにより自らの形を変えるタイプのポリマーも出現しており、特に薬剤であるトランスフェリン修飾ナノゲルの DDS 特性やプロテアーゼ応答型薬物キャリアー高分子として応用されている。

#### 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

インテリジェント分離認識機能を有するポリマーに関する研究は、単にインテリジェントではなく、そこに認識というプロセスが要求される為に、さらに高度の機能を併せ持つポリマーでなければならず、合成的困難さを伴う。しかし、既存の NIPAM のようなモノマーとの共重合も戦略手法の一つであり、分子認識という場に外部刺激応答性を導入したこの種のポリマーの研究に関しては今後、多くの展開見られるであろう。

##### ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

分子認識ポリマーの機能発現に pH、光、熱以外に、磁場、超音波等の物理的作用を持つ外部刺激が更に汎用的に利用されると思われる。また、ゲスト認識吸着により逆に、ポリマーからシグナル発信されるような認識ポリマーの研究開発もなされると考えられる。

#### キーワード

インテリジェントポリマー、分離認識高分子、分子包接、分子インプリント、外部刺激

(執筆: 小林高臣)