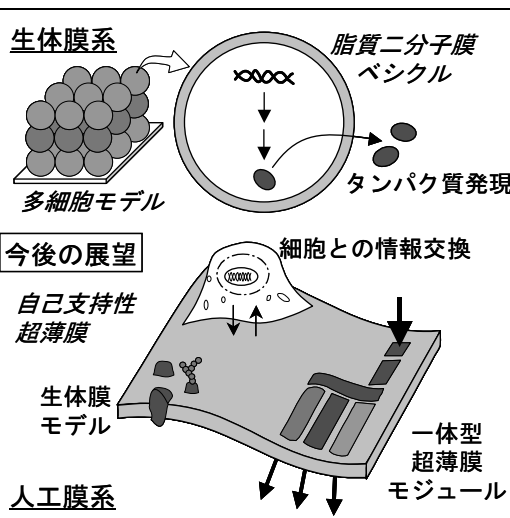


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	4. 生体・環境関連高分子
中項目	4-4. 生体膜・人工膜
小項目	4-4-3. 膜の応用・普及

<p>概要（200字以内）</p> <p>生体膜系では人工細胞の実現を目指しタンパク質発現系や多細胞モデルの構築などが行われ、またリポソームは日常生活で広く実用化されている。人工膜の応用の中心は分離膜であり、環境・エネルギー分野での利用や膜モジュールの小型化などに注目が集まっている。今後は①ベシクル間の情報交換によるベシクル集積体の機能制御、②新規生体膜モデルの構築、③複数の機能部位を持つ一体型超薄膜モジュールの開発、などが期待される。</p>	
<p>現状と最前線</p>	
<p>わが国の膜研究は世界をリードしてきた分野も多く、膜専門の学会も存在し活発に活動している[1]。ここでは膜の応用と普及について生体膜系と人工膜系とに分けて解説する。</p> <p>生体膜系：生体膜（モデル）の応用研究における究極の目標の一つは、人工細胞ともいえる細胞活動を再現するシステムの構築であろう[2]。脂質二分子膜ベシクル（リポソーム）を例にとると、膜タンパク質や糖鎖を再構成したリポソームを用いた細胞膜上での生命現象を解明するためのモデル系や、近年では内水相を利用したタンパク質発現系などが多数構築されている。また、外部刺激により形態変化や自己増殖を起こす動的特性を持つベシクルも開発されている。現在はそれらの高機能化、複合化についても検討されている。また構造安定なベシクルを用いた多細胞モデルに相当するベシクル集積体の構築も可能となっており[3]、今後それら集積体に種々の機能を組み込むことが期待される。これら応用を指向した基礎研究以外に、実用化が進んでいる分野も数多く存在する。化粧品や生活用品（洗剤など）、食品などの分野ではリポソームは毒性が低く物質放出能を持つナノカプセルとして幅広く利用されている。また医療分野でもリポソームの薬物キャリアへの応用に関しては長い研究の歴史があり、最近では臨床で使用されるものもある。</p> <p>人工膜系：人工膜の応用の中心はいわゆる分離膜としての利用であり、それが人工膜研究を進展させてきたといっても過言ではない。分離プロセスには精密ろ過、限外ろ過、透析、逆浸</p>	

透などがあり、その特性に応じて均質膜、多孔質膜、複合膜など種々の構造をもつ膜が利用される[4]。膜を構成する素材として、種々の高分子は単独であるいは無機・金属成分とのハイブリッドとして重要な役割を果たしている。分離膜は今日では我々の生活に密着した材料であり、浄水器の中空糸膜、防塵フィルター、人工透析装置などその例は枚挙に遑がない。特に最近では環境・エネルギー問題の関連から、CO<sub>2</sub>の濃縮・固定や VOC の除去、海水からの真水の製造、燃料電池などの分野における高性能膜の開発に注目が集まっている[5]。分離膜はこのような大きな市場を持つため、たとえば現在の膜モジュールの厚さを半分にするだけで生産コストや分離プロセスに要するエネルギーの削減、システムの小型化などの点で産業への影響はとても大きい。原理的には分離のための機能部位は超薄層で良いが、機械的強度の問題のためこれまではμm厚みの支持膜を必要としてきた。最近報告された、十分な強度を持つ厚さわずか数十 nm の自己支持性膜はこの分野に大きな技術革新をもたらすことが可能かもしれない[6]。更に薄い自己支持性膜を作製できれば従来にない構造の生体膜モデルとしても期待される。この他新しい膜分離プロセスとしてのキャリア膜やインプリント膜の研究や、触媒機能を持つ膜による有用物質生産系の構築などの応用研究がある。医療分野での応用[7]についても、年々著しい進歩を遂げてはいるが、人体への適用という点では更なる技術向上を期待してやまない。医用材料としての膜材料は、その機能はもとより毒性や生体成分との相互作用に十分注意しなければならない。基材の選択とあわせて表面修飾による生体適合性の付与も有効な手法である。表面修飾は細胞の集積固定化のための足場材料としての膜の利用においても重要であり、種々のリガンドの提示やナノパターン化などが検討されている。

引用文献：[1]日本膜学会 <http://wwwsoc.nii.ac.jp/membrane/index.html>；[2]秋吉一成，辻井薫 監修，リポソーム応用の新展開 ～人工細胞の開発に向けて～，NTS，2005；[3]橋詰峰雄，佐々木善浩，菊池純一，化学工業 57，889 (2006)；[4] Marcel Mulder 著，吉川正和，松浦剛，仲川勤 監修，膜技術 第2版，アイピーシー，1997；[5]吉川正和 監修，最先端の機能膜技術 ―未来の膜技術を展望する―，シーエムシー出版，2005；[6]理研ニュース 307，pp. 6-8，2007；[7]樋口亜紺監修，医療用マテリアルと機能膜，シーエムシー出版，2005。

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
- ①基板上のベシクル集積体によるタンパク質発現系やナノリアクターアレイの開発、②細胞と情報交換を行う（シグナルに対して物質放出や形態変化を起こす）足場材料としての機能膜の開発、③nm厚みの自己支持性超薄膜による脂質膜とは異なる構造の新規生体膜モデルの構築
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
- ①種々の発現系や反応場を持つベシクル集積体における、ベシクル間の情報交換による機能制御の実現、②自己支持性超薄膜や環境低負荷な膜作製技術により得られる膜の大量生産、③面内に複数の機能部位を持ち、それらが膜内の流路で連結された一体型超薄膜モジュールの開発

キーワード

ベシクル、多細胞モデル、分離膜、自己支持性超薄膜、一体型超薄膜モジュール

(執筆者： 橋詰 峰雄 )