新エネルギー開発と 高分子

向山定孝・福本 修

Sadataka Mukoyama・Osamu Fukumoto, 東レ

1. はじめに

昔のエネルギー資源の主役は植物であった。薪や木炭などの形で用いられ、今でも発展途上国を含めれば世界的にはかなりの量の植物がエネルギー資源として消費されている。しかし、とくに工業の盛んな国々ではそれが石炭にかわり、次いで石油や天然ガスとなった。

日本では戦後の高度成長時代の石炭から石油への転換がかなり急激かつ徹底的であった。たとえば、昭和20年代の電力は水力発電が主体で、ピーク時を石炭火力で補っていた。ところが電力需要増大と相まって今や大部分の電力を石油火力でまかなっている。石炭や天然ガスの依存度の高い米国とはこの点かなり事情が異なっている。四海海にかこまれ化石燃料資源の乏しいわが国では、石油をエネルギー資源として選択するにあたって、経済性評価の地域差が少なかったこと、急激な経済成長で設備の新設・更新が相つぎ、新鋭設備が経済性・合理性を追求したことからくる当然の帰結であろう。高度成長時代には石油の価格はドルや円のインフレ率を考慮すると低落の一途であった。昭和48年の石油ショックに、はじめてその歯止めがかかるまでは、わが国も石油経済時代を謳歌していた。そして石油ショックを契機として、石油を武器にすることができることを知ったOPECなど産油国側の価格上昇圧力と、それに直面する消費国側の対応策がにわかにクローズアップされてきた。

東京サミットなど先進国首脳会議をふまえた総合エネルギー調査会の長期エネルギー需給暫定見通しをみると、昭和70年までに石油代替エネルギーとして大きな寄与を期待しているものは、原子力・輸入石炭・

Polymer Materials for New Energy Developments

天然ガス・新燃料油・太陽エネルギー、地熱などである¹⁾。しかし、見方を変えてみると、かなり前向きに開発を進めたとしても太陽・地熱など自然エネルギーは、昭和70年になっても総エネルギー需要の2~3%を占めるにすぎず、核融合や風力・海洋・バイオマスなどとともむしろ21世紀への期待をかけているといえるかもしれない。

自然エネルギーなど非枯渇資源の活用は、人類の永遠の存続をかけての挑戦である。しかし、これら自然エネルギーは一般にエネルギー密度が小さく、したがって大面積を要するなど設備費が高つくので、常に既存エネルギーとの相対的経済性をいかに改善するかなど多くの問題をかかえている。またエネルギー供給形態も地熱などを除けば、原子力のような集中型ではなく、分散型にならざるをえないので対応するシステムづくりが必要となってくる。

日本産業技術振興会によるわが国のエネルギー供給・消費フリーチャート(1975)を第1図に示した。この図をみると計算上若干の疑問もあるが、電力などのエネルギー転換・転送ロス・運輸部門や鉱工業部門でのエネルギーロスがかなり大きく、損失量の総計は実現している仕事量とほぼ匹敵している。省エネルギー技術がいかに重要であるか、この面での高分子の役割期待は無視できないものがある。省エネルギーは資源や工程の変更・省略・改良・エネルギー使用機器の高効率化、そしてさらには経済の原則に従って、産業構造の変換にまで発展するであろう。

さて、新エネルギーという表現は、そのテーマが具体的実施項目として認知されると、もはやその範疇からはずれてしまう宿命にある。したがって、新エネルギーと一括表現される分野は、エネルギー資源論からみると当面は微々たるものにならざるをえない。しかし

向山定孝 東レ(103 東京都中央区日本橋室町2-2)相談役・工博(左)
昭和12年東京帝国大学工学部応用化学科卒。同年東レ入社、39年取締役、44年常務、48年副社長、53年より現職。専門は高分子化学。〈趣味〉読書

福本 修 (同左)技術情報室 主幹・工博(右)
昭和23年東京大学第一工学部応用化学科卒。同年東レ入社、51年より現職。専門は高分子化学。〈趣味〉読書、園芸

(注)・総合エネルギー統計(昭和51年度版)をもとに、「省エネルギー技術の展望」(工技院編 1974. 12)を参考にして作成

- ・原子力および水力は転換効率を各々 33%, 87% として逆算してある(総合エネルギー統計では各々 6.2, 21.0 となっており, この値を供給値とする場合にはロス分を 12.2 増加させるだけでよいが, エネルギーフローとしての物理的意味はなくなる)
- ・運輸部門には輸出口が含まれている
- ・エネルギー部門の需要はロス分として計上
- ・石炭火力にはコークス炉ガス, 高炉ガスによる発電を含む
- ・発電は事業用のみである(自家発電は除く)
- ・在庫, 統計誤差などのため一致しないところもある

「トータルエネルギーシステムに関する研究」昭和52年3月(財)日本産業技術振興協会より引用

第1図 わが国のエネルギー供給・消費フリーチャート(1975年度)

局所的には value in use (使用上の値うちに相応する価格づけ) が成り立つ場合もかなりある。たとえば, 海上の小型プイによる発電や, 人工衛星や携帯用の太陽電池, 燃料や電力の供給困難な地域での風車などをあげることができよう。

分散型ではあるが立地の汎用性があり, 省エネルギー意識を大いに高揚するものとしてソーラーハウスシステムがある。技術的にはほぼ確立のめどがつき, 現状ではまだ石油を用いる冷暖房・給湯システムよりコスト高になるといわれるが, 今後大いに改良・普及をはかるべき性格のものであろう。

さて本稿では狭義の新エネルギーに必ずしも限定せず, 今後エネルギー関連の諸技術開発に大いに寄与が期待される高分子という観点で展望してみよう。

2. 石 炭

原子力・天然ガスなどとならんで当面最も重要な石油の代替資源といわれる。皮肉な見方をすれば, 石炭

はエネルギー関連高分子として最も重要なものである。日本は周知のように製鉄用原料炭などを除き, 一般炭の使用量はきわめて少ない。今後電力・セメント・製鉄など大口エネルギー消費分野はもちろん, 一般産業分野に至るまで大いに導入せざるをえないであろう。しかし, これを実現するにも輸送・貯炭・公害処理など多額の投資と面積とが必要になる。また輸送・効率的燃焼・ NO_x ・ SO_x ・ばいじんなどの公害処理・灰分処理など昔の石炭時代からは面目を一新した諸技術の研究開発が重要となる。石炭の 10~20% にも及ぶ灰分の利用効率は必ずしも十分ではなく, セメント製造のほか, 高分子のフィラー・増量材などとしても大いに利用率を高める努力が必要であろう。

また石炭粉末スラリー輸送に際して, パイプライン寿命などに懸念があるといわれる。摩耗防止のコーティング材など高分子材料の役割が期待される。

さて, 石炭の液化・ガス化など高効率化・クリーン化を指向する技術開発がある。ガス化に際して炭素分の

30%が炭酸ガスになるといわれる。したがって利用可能なエネルギー単位当たりの炭酸ガス発生量が天然ガスなどに比較すると約2倍になることから、米国での反対運動が新聞・雑誌に報道された。炭酸ガスを活用して有用な高分子を合成したり、光合成で有用な生物を増殖することは大いに注目される場所である。たとえば、東大鶴田・井上氏らは炭酸ガスとプロピレンオキシドやエチレンオキシドとを有機亜鉛系触媒を用いて反応させ、交互共重合体を得た²⁾。このようなポリマーの適切な用途が拡大することを望んでやまない。

米国においては消費する石油の50%弱がガソリンとして使用され、中質油の分解ガソリンがかなり大きなウエイトを占めている。ところが日本では消費する石油の約10%にすぎない。石炭利用率がかなり進んでおり、ガソリン消費量の膨大な米国と、わが国とでは石炭液化油ニーズの緊急性も異なってくる。米国において人間1人を運ぶのに2tの重量物を運搬する不合理性からくるきびしい燃費削減目標が掲げられていることは周知のとおりであり、プラスチックなどの使用量の多い軽量車へのアプローチが盛んである。

3. 石油の採取と高分子

油井から石油を採取するに際し、通常ガス圧力やポンプなどで推定埋蔵量の20~30%がとれる。残った油層に水を圧入して油をとり出し、40~50%にまで採取率を高めることができる。これを二次回収といい、既に実用化しアメリカの原油生産量のうちかなりのウエイトを占めているといわれる。さらに10~15%採取率を高めようというのでいろいろな三次回収法の研究開発が進んでいる。その中で水溶性高分子を使用する方法がある。水を圧入するだけでは岩盤の穴を均一に通過せず、かなりの油が残るので、これを取り出すため、まず高分子水溶液で押出し、そのあと水を圧入する。また界面活性剤と高分子水溶液とを併用する方法もある。これに用いる水溶性高分子はポリアクリルアミドやポリサッカライドなどである。三次回収は高価につくのでさらに有効安価な高分子を開発するニーズがある。

4. 天然ガス

石油から石炭へはもどらず、天然ガスが主流となるという論がある³⁾。総合エネルギー調査会の暫定見通し⁴⁾でも大きな増加を期待している。しかし、米国電力業界は天然ガスよりむしろ原子力を新しい電力用資源に選択しているようにみえる。産油国で併産する天然ガスを現地ではメタノールにしようという考え方が、

昨年度日本化学会募集論文の第1席となり、注目を集めた¹⁰⁾。この論によると将来燃料としてのメタノール需要が膨大となり、メタノールのエチレンに対する相対価格が非常に安くなる。そうなるとポリオキシメチレン（ポリアセタール）原料が安くなり、用途によってはポリエチレンと競合するようになるという。このようなプロジェクトが今後どのように展開していくかが注目される。

5. 地熱利用と高分子³⁾

地熱は石油採掘より機械的・化学的・熱的にも過酷な条件に耐えなければならない。商業的にもたいした量にならないため米国でも地熱採掘を目的とした高分子材料の開発や研究はあまり十分には行なわれていない由である。

地熱資源にもいろいろあり、蒸気とともに噴出する熱水の利用、地下3,000~4,000mの蒸気や非火山性深層熱水、高温岩体発電、マグマの利用など状況によって開発の手段も異なるであろう。

全体の採掘費からみればドリルと井戸の壁との間のシールやドリル軸受けの潤滑剤をシールするOリングなど、かなり高価な高分子を用いてもよいといわれる。地熱資源にもよるが、たとえば、CO₂、H₂S、塩分など化学的にも、高温にも耐える材料でなければならない。この目的に米国ではニトリルゴムや“Viton”（フッ素化EPラバー）などが検討されている。

そのほか地熱用高分子としてケーブルのカバーや防食と機械的強度を目的としたレジンコンクリート・繊維強化プラスチック・防食・スケール付着防止用塗料など、かなりいろいろな部分に用いられることになる。

高温岩体（hot dry rock）やマグマの利用は実現するとしても21世紀以降かなり先のことであり、当面高分子材料の研究対象外である。

6. 太陽熱による給湯・冷暖房および発電⁴⁾

家庭用には通常平板型の集熱器が用いられ、熱媒・エネルギー貯蔵媒体としては水を用いるのが一般的のようである（100℃以下）。

集熱器は光の透過材料・吸収材料・断熱材料・ケース構成材料・接合材料などからなっている。高分子は加工が容易で、コストパフォーマンスから集熱器部材・配管用パイプ・シーリング材などに用いられる。使用する高分子は特に耐候性に対する配慮が重要である。ポリフッ化ビニル・ポリフッ化ビニリデン・アクリル・ポリカーボネート・シリコーン樹脂・紫外線吸収剤入りPETなどが使用できる。しかし、廉価構造

材としての塩ビ・ABS・SMC・PE・PPなどもシステム全般から見れば大いにとり入れる余地があろう。

集熱器の性能を向上するためには太陽光波長領域で透過率が高く、集熱面から輻射熱を逃がさないようにするため選択透過膜がある。たとえば、高分子フィルムなど透明基材に SnO_2 や InO_2 を蒸着したものが有効といわれ、集熱器の保護カバーなどにつける。また太陽光をよく透過して赤外光を吸収する透明プラスチック製のハニカム構造は伝熱・対流による熱損失を防ぐ。太陽光の吸収率が大きく熱放射の小さな選択吸収塗料や膜材などの研究も進んでいる。平板形では選択吸収膜の効果のほうが選択透過膜より大きいといわれる。

太陽熱発電のように高温を必要とするときは集光形集熱器を用いる。反射材料としてアルミニウムを蒸着したフッ素樹脂やアクリル・ポリエステルフィルムなども検討されている。

7. 海洋エネルギー発電⁵⁾

波力・温度差・潮流エネルギーなどが特に有望視される。波力発電はブイなどにすでに出現しているが、特殊環境下での可能性はともかくとして、化石燃料の代替という立場では21世紀以降の準備段階として位置づけられている。使用する材料や耐海水性、耐食性、生物付着防止など他の海洋開発や既存の船舶で培った共通の技術が適用されよう。FRPなど有機高分子系構造材料や防食塗料・レジン強化コンクリートなどは不可欠の材料となろう。

高分子の機能性を利用するものとして海洋濃度差発電がある。塩濃度差のある水溶液をイオン交換膜で隔てて起電力を得るものだが、静的な原理を動的な環境下におくと、あまり大きなものにならないという意見もある。いずれにもせよ抵抗の少ない膜がきめ手になるであろう。

8. 風 力 発 電⁶⁾

オランダの風車が有名で揚水や製粉などに利用されてきたが、最近ではもっぱら観光用になっているそうである。

従来は風車の材料として木材をはじめ、鉄やアルミニウムなどの金属が用いられてきた。最近ではアルミニウムなど金属のほか、繊維強化熱硬化性樹脂が多く用いられるようになってきた。しかし、当面は小規模・分散型エネルギー源として考えられているように思う。

補強用繊維としてガラス繊維のほか、炭素繊維や芳香族ポリアミド繊維 (Kevlar) なども実用レベルに

あるといわれる。

風車のようにエネルギー発生に変動が多いものは特にエネルギー貯蔵のシステムが重要となる。また風車の効率もさることながら、特に大形化に際し強大な運動エネルギーをもつ羽根が万が一にも破損しないよう十分な配慮が必要となる。

9. 原 子 力

原子力発電は経済性が優位にあり、石炭火力のような大面積を必要としない。米国においては電力の約13%を占め、原子力発電はスリーマイル島の事故でかなりスローダウンしているといわれるが、実際には発電所の建設は進められている。

日本においても原子力発電が増大し、立地難のため若干遅れているが、新発電所の計画は活発に進められている。

原子炉では高分子はシーリング材や電線被覆として重要であって、強い放射線耐久材料が要望されている。当面の必要ウランは確保しているが、発電量が増大するにつれ長期的にはその安定確保が重要課題である。また軽水炉によるウランの利用のみでは、2000年ごろには資源不足をきたすおそれがあるといわれる。新型動力炉の開発導入、核燃料の再処理・濃縮など燃料サイクルの確立がきわめて重要となってくる。また陸上資源の100倍といわれる海水中からのウランの採取がクローズアップされてくる。

さてウランの濃縮にはガス拡散法・遠心分離法などがある。動力炉核燃料開発事業団が人形峠で試験研究を行なっているのは遠心分離法であり、炭素繊維など複合材料の使用も検討されている。また海水からのウランの採取を含め、濃縮過程ではイオン交換樹脂や膜などが重要な役割を果たすといわれている。

10. エネルギー貯蔵

エネルギーの発生システムと利用システムをうまくむすびつけ、効率化をはかるためにいろいろな貯蔵システムが考えられている。新エネルギー開発からも、省エネルギーの立場からも重要な地位を占めている。揚水・フライホイール・圧縮空気など力学的な方法、水素など化学エネルギー、コンデンサー・超電導コイル・蓄電池など電氣的・磁氣的・電気化学的なものから、熱エネルギー貯蔵などがある。

10-1. フライホイール

輸送機器や風力発電などに応用分野がある。スチールのフライホイールの蓄エネルギーは現在技術で10 Wh/lbが限度だが、高分子をマトリックスとした繊維強化材料では40 Wh/lbまで可能といわれる。この

ような材料を用いて破損などのおそれのないものをつくるのが、素材の価格などとともにキーポイントになるといわれる。繊維材料としては、炭素繊維やポリアミド繊維が候補にのぼる。

10-2. 熱エネルギー

高密度のポリエチレンを熔融状態で形態の保持が可能な程度に橋かけして、結晶状態と熔融状態との熱容量の差を利用しようという研究が Monsanto 社で詳細に行なわれた⁹⁾。

また芒硝など結晶水をもった無機塩や、脂肪酸・ポリエチレングリコールなど 20～35°C で相変化をおこす物質を高分子に埋めこんで、その相変化を蓄エネルギーに利用する試みもある⁹⁾。

Du Pont 社が芒硝をポリエステルフィルムでパックして、安価な夜間電力を用いて空調に利用するという考え方もおもしろい。

太陽熱利用の熱媒体として水のほか、グリコール・脂肪族オイル・シリコンオイルなども利用できる。

10-3. 水素エネルギー

21 世紀には水素経済が実現するという見方があり、しばしば耳にする言葉である。水素を得るにはいろいろなアプローチが知られているが、ここでは高分子の機能的性質を利用する例をあげよう。

米国では小さな水の落差を利用して発電し、電解水素を発生させ、その水素を化学工業や天然ガスパイプラインの増量に用いようという考えがある。Du Pont の“Nafion”膜を高分子固体電解質として用いると効率アップにきわめて有効といわれる⁹⁾。

製科研の仲川氏は水の直接分解などのできる高温の水素と酸素とを急速に膜分離できれば、深冷分離よりはるかに省エネルギーになる⁷⁾ といっておられるが、この構想も実現すればおもしろい。

10-4. 蓄電池

蓄電池のセパレーターに高分子が用いられることはよく知られている。

蓄電池の一型式として酸化・還元を別々に行なうタイプ（レドックスセル）がある。イオン交換容量、イオン選択性、耐久性などからビニルベンジルククロライドと 2-ビニルピリジンなどの共重合体がイオン交換膜素材として有望といわれる⁹⁾。

亜鉛塩素電池には腐食に対する材料の配慮が必要である。フッ素系樹脂がもっともよいが、コストを考慮して塩ビに落着いている。

10-5. 超電導磁石⁹⁾

高効率でエネルギー貯蔵ができ、エネルギーを供給する場合も応答が非常に早い。大きな発電所用には、巨大なエネルギー貯蔵装置が必要になる。極低温の魔法びんを岩盤上に支えるには不飽和ポリエステル系 FRP が有望といわれる。

超電導の最大の問題点は冷却コストにある。4.2°K で運転するのと 40°K とでは一桁コストがちがう。また Nb 系の超電導体がいくつか知られているが、もろく細いフィラメントがつくりにくい。柔軟性があり、より高温で超電導を発現する材料が待望されている。(SN)₂ やハロゲン、AsF₅ などをドーブしたポリアセチレンなど高分子導電体の研究も活発である。

10-6. エラストマーの利用

エラストマーのエントロピーサイクルを利用したエンジンやヒートポンプは 50 年来知られており、1933 年夏、シカゴの展示会で 150 日間連続運転したそうである。最近弾性繊維を用いてさらにすぐれた性能のエンジンが開発されたという。相変化（結晶化など）を伴うエラストマーの挙動の利用などとともに新しいタイプのエンジンサイクルとして注目してよいであろう。またコラーゲンなどのイオン強度による変化の挙動は、将来濃度差エネルギーの利用に応用されるかもしれない⁹⁾。

自動車がゴーストで発進、停止を繰返し多大のエネルギーを消費するので、エラストマーを介在させて省エネルギーをはかるという着想を神原先生から伺ったことがある。実現すればおもしろいのではないかな。

11. バイオマス

Du Pont はかつてトウモロコシからとったフルフラールをナイロン 66 の出発原料に用いていたことがある。農林業や海洋生産物の未利用部分や廃棄物などエネルギーにも原材料としても今後大いに活用をはかるべきであろう。資源として効率のよい植物の積極的栽培も、光や温度など条件のよい地域では有望であろう。石油依存型の高分子化学工業も、将来その資源をふたたび生物に求めるようになるかもしれない。特に発酵・食品・飼料・油脂・肥料などの結びつきが強くなっていくであろう。現在でもパルプ産業は植物をきわめて有効にエネルギーや資源として活用している。日本の紙生産量は合成高分子（樹脂・ゴム・繊維）のそれを大きく上回っているのである。

バイオマスをエネルギー源として考える場合、最も安直な固体燃料（たとえば、薪炭）のほか、アルコール・炭化水素など液体燃料、メタンや水素など気体燃

料いろいろな形態での利用が考えられよう。

12. 省エネルギー

日本のような無資源国にとっては特に重要な課題である。非常に多様にわたって網羅するのはむづかしい。高分子の応用や加工などについていくつかの例をあげるにとどめたい。

12-1. 送電ライン

送電ラインのエネルギー損失はかなり大きいといわれる。一定量の電力を送る場合、電圧が高いほうが、また抵抗が小さいほうが損失が小さくなるのは周知のとおりである。

高圧線が切断するのに treeing という現象があるそうである。ケーブルの内層で誘電体と導体との密着する部分に発生し、ケーブル内に枝わかれ成長してついに切断に至る。ポリエチレンなどの老化現象や橋かけに関する研究が重要といわれる⁸⁾。

超電導送電ラインでは誘電体絶縁に際し、その強度や低温に対する耐久性が問題となる。電圧が高いほど当然誘電体の厚みを大きくする必要がある。多層のポリオレフィン二軸延伸テープがその解答として有望といわれる⁹⁾。

一方、電力の昼夜間のレベリング、送電ロスや送電コストの高騰などから、水素や天然ガス・メタノールなどを用いる燃料電池への関心が高まっている。

12-2. 保温

ポリスチレン・ポリウレタン・ポリエチレンなどの発泡体が熱損失を防ぐ目的で大いに用いられている。それぞれ特長や問題点もあり、さらに検討が進んでいる。

住居関係ではすき間風を防止する合成ゴム、インテリアのカーペットやカーテンなども省エネルギーに大いに寄与している。衣料関係でも軽量でしかも人体表面温度をよく保つ素材の工夫・開発が今後さらに必要となってくる。

12-3. 自動車の軽量化

自動車の軽量化は、燃費節減の面から有効な手段である。ポリプロピレン・スチレン系樹脂・ポリウレタンやそれらの複合材料・FRP (特に米国車)・塩ビ・ナイロン・アクリル樹脂・合成ゴムなど多くの高分子材料が用いられ、そのスチールに対する使用比率は年々高くなる傾向にある。さらに炭素繊維使用 FRP がスプリングなど機能部材として検討が進んでいる。

積荷の軽量化という意味で、プラスチックボトルの普及も見逃すことはできない。ガラスビンなど破損防止のため厳重な荷造りをしているが、その必要もなく、輸送費(エネルギー費)がかなり軽減される。

12-4. ビルの冷房費節減

ポリエステルフィルムにアルミニウムなどの金属を蒸着させたものを窓ガラスにはりつけると、外から入ってくる太陽光(赤外)を反射して冷房費がかなり節約になるという。日本では地震対策にもなるのではないか。

米国などでかなり活発に市場開発が進んでいる。

12-5. 高分子膜技術の利用¹⁰⁾

空気中の酸素と窒素とを選択的に分離する膜(たとえば、シリコン膜)ができれば空気中の酸素を富化することができ、エンジンなどの効率的な運転が可能になるといわれる。

省エネルギー淡水化技術として逆浸透膜やイオン交換膜が知られている。化学工業では多くの分離技術が駆使されているが、蒸留や蒸発によるエネルギー消費も膨大なものであろう。将来高分子機能材料を用いるいろいろな分離技術が化学工業から蒸留工程を追放する時期がくるかもしれない。

12-6. 高分子加工工程での省エネルギー

高分子製造工程に比較して加工工程での省エネルギー技術の進歩が遅れているという意見もある。最近、射出成形分野などでもマイクロコンピュータによる制御システムが発達し、省エネルギープロセスがいろいろと開発されてきている。

米国 Textile Economic Bureau によれば米国化学繊維の生産量当たりのエネルギー消費量は最近6年間で約36%低下したといわれる。この中には生産能力の悪い設備の廃棄も含まれている。日本の合繊メーカーの省エネルギー達成度もかなり大きいといわれている。

省エネルギー型加工システムの開発は今後とも重要性を増してくるだろう。

13. その他

光から電気への変換システムとしてシリコンや GaAs の単結晶を用いて *p-n* junction や mobility など必要な性能を満たすための組合せの研究が進んでおり、この分野でも高分子の役割期待は大きい。最近、ドーブしたポリアセチレンなどができたが、問題点を克服すれば、太陽電池などへの応用の道が開かれるかもしれない。

ある種のスピロベンゾピランは紫外線照射で開環し温度や光化学的にももとにもどる性質があるという。この間でかなりの容積変化をする。これを高分子にまぜて用いれば、太陽エネルギーを機械的仕事に変換する可能性もあるといわれる。

14. む す び

最近特にクローズアップされてきたエネルギー問題と高分子の役割につき概略を述べた。高分子材料の工業用途は消費材用途と異なり、各方向に分散して広く応用され、一つの項目については量的にそれほど多くなく目立たない存在であるが、その重要性は非常に大きい。工業用途の高分子材料であるいわゆるエンジニアリングプラスチックは、量的には合成樹脂材料の数%を占めるにすぎない。

高分子材料は、構造材料として軽量・高強度・耐久性・加工の容易さでエネルギー関係に広く利用されており、これには用途に応じた品種・組合せ・他の材料と組合せた複合材料の用途が次々に開発されている。また特殊の性能、すなわち、耐熱・耐化学薬品性・電気的性質・物質透過性などのいわゆる機能性高分子は、用途に応じ新しい材料が開発され、不可欠のものとなっている。

最近、次の時代の技術革新をめざしたプロジェクトの開発には、その重点やネックは新しい材料や素子にあるといわれているが、次の時代の新エネルギーの開

発——核融合・太陽光発電・燃料電池等々——の開発についてもその重点は材料にあって、高分子もその重要な地位を占め、機能性高分子・極限材料がその解決に大いに寄与するものと期待される。

文 献

- 1) 「長期エネルギー需給需要暫定見通し」中間報告、総合エネルギー調査会需給部会（昭和54年8月31日）
- 2) 井上祥平：*Chemtech*, 588 (1976)
- 3) U.S. Department of Energy, CONF-780643, UC-25
- 4) 戸倉仁一郎，三山 創：太陽エネルギー利用，共立出版（1979）
- 5) 海洋エネルギー部会報告書，海洋開発審議会（昭和54年3月）
- 6) MRC-DA-760, ORNL/Sub-7398/4, UC-942
- 7) 仲川勤：JITA ニュース，6，日本産業技術振興会（1979，9）
- 8) 機能性膜材に関する技術動向調査，日本産業技術振興会（昭和54年3月）
- 9) 馬野周二：日本経済新聞，昭和54年10月16日，17日号
- 10) 野尻七郎：化学と工業，32 [1] 3～6 (1979)

★ 重合熱は利用できないか

公募提言＝省エネルギー

昨今のエネルギーコストの上昇のなかで、いかに対応してゆくかはポリマーの製造に携わる技術者として重要な課題である。

すべてのポリマー工業が濃縮系のうえに成り立つがゆえに、その発展の歴史のなかで、先達はこれまでに多くの効率向上を図り、省エネルギーを勝ち得てきた。すなわち、現行プロセスにおけるユーティリティ原単位の向上、ならびにプロセス転換による革新的な効率向上などである。

しかしながら、そのプロセスの技術熟成度、合理性を追求したがゆえの稼働率の硬直性、ならびに今日の環境対策強化によるエネルギー消費量の増大などの違いにより、すべてのポリマーのエネルギーコストを、飛躍的に低減することに限界があるのが現実の姿である。

そこでつぎのような提案をした。すなわち、すべてのポリマー合成反応が発熱反応であることに着目し、その熱エネルギーの回収を試みてはどうであろうか？

ちなみに、国内で生産されるPVC 160万t/年の重合熱は 5.8×10^{11} kcal であり、石油換算で約5億kIに相当する。これは1億2,000万人の日本国民が豊かな生活をするために必要な年間エネルギーの実に74%に相当する。国内の全プラスチック生産量は約600万t/年であり、その重合熱を回収できるならば、回収効率を考慮しても相当な省エネルギーになるであろう。

私たちのポリエチレンプラントでは、創業当時から重合熱を中圧蒸気として回収し、工場内の各プラントの熱源として、また工場内の社員風呂の熱源として利用し、

社員の一日の疲れを癒している。

将来、汎用ポリマー工業が集約化され、その製造プロセスが塊状重合化、連続化され、かつ、低位熱エネルギーの回収技術（例えば、スターリングエンジンによる電気エネルギーへの転換）が進歩するならば、低位レベルの重合熱の利用も夢ではないように思われる。

幸いに、資源に乏しいわが国では、比較的の高い知識水準と生活水準をもつ国民が高密度で生活を営んでいる関係上、将来起こるであろう深刻なエネルギー問題を世界にさきがけて取り組む機会に恵まれており、それだけに、私たちは人間の幸せのために、この問題に果敢に取り組んでゆく必要があると思われる。

清水明彦（東洋曹達工業 四日市工場・開発室長，専門＝高分子合成）