

受験番号

令和 2 年 12 月 19 日

地方独立行政法人大阪産業技術研究所 研究職（高分子材料工学分野）
採用選考 専門試験問題

（注意）

専門問題は 7 問 8 ページまであります。解答用紙は 5 ページまであります。

解答前に、ページが不足していないか、順序が正しくそろっているかを確かめてください。

解答は、別紙の解答用紙に記入してください。

問 1 以下の空欄 (㉠～㉣) 内に当てはまる語句を答えなさい。

高分子または高分子化合物とは、㉠ が大きい分子である。IUPAC の高分子命名法委員会では高分子を「㉠ の大きい分子で、㉠ の小さい分子から実質的または概念的に得られる単位の多数回の繰り返しで構成した構造」と定義し、ポリマー分子と同義であるとしている。また、ポリマーは「高分子から成る物質」と定義されていることから、高分子は分子であり、ポリマーとは高分子の集合体としての物質を指す。

高分子には、㉡ 系と ㉢ 系があり、㉢ 系材料は一般に ㉣ 樹脂と呼ばれ、㉤、㉥、㉦ の 3 つの材料に大別される。また、㉤ は極細い形状に延ばされたものを利用し、㉥ はその高い弾性を利用する用途が多い。なお、㉦ は JIS K6900-1994 において“必須の構成成分として高重合体を含みかつ完成製品への加工のある段階で流れによって形を与え得る材料（同様に作られる弾性体を除く）”と表現されている。

㉦ は、加熱によって軟化・溶融後に冷却して固化させて成形する ㉧ 性のものと、化学反応を進行させて固める ㉨ 性のものに大別することができる。日本国内の生産量を比較すると、㉧ 性のものの生産量は ㉨ 性のもののおおよそ 10 倍である。また、㉦ はその種類が多いために様々な用途への応用が可能で、成形加工が容易で大量生産に適している。

㉦ は熱に弱いという短所を持つが、工業用の過酷な条件下でも使用できるように機械的強度や耐熱性を高めたものが開発され、一般に 50MPa 以上の引張強度と 2.5GPa 以上の曲げ弾性率を持ち、100°C 以上の連続使用に耐えるものを ㉩ と呼び、さらに耐熱性が高く 150°C 以上の連続使用に耐えるものを特に ㉪ と呼んでいる。

問2 プラスチックに関する以下の文章で、正しくないものを以下より 8 個選び、番号で答えなさい。

- 1) プラスチックの機械的な特性を高める目的でガラス繊維や炭素繊維、あるいは天然繊維を混合することがある。
- 2) 熱可塑性プラスチックにガラス繊維を混合した場合、繊維の折損や破断などが生じないため引張強さや弾性率を飛躍的に向上させることが可能である。
- 3) タルク ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) は、添加することで製品コストは一般に高くなるが、加工性の改善を図れるためプラスチックに頻用される充填剤である。
- 4) 高耐熱性液晶プラスチックの主成分である液晶性高分子は、ネマチック相、スメクチック相、コレステリック相などを示すリオトロピック液晶である。
- 5) 一般にガラス繊維や充填剤を添加することで成形収縮率は小さくなる。
- 6) 熱硬化性プラスチックにガラス繊維を複合化した材料は高い強度を示し、航空機材料や燃料電池車の水素タンクなどに用いられることもある。
- 7) 透明性と光沢の美しさから食品用パッケージによく用いられる A-PET は、完全非晶性であり、ガラス転移温度以上でアニーリングしても結晶化しない。
- 8) 金属粉末やカーボンブラックなどを混合して導電性を付与することも可能である。この場合樹脂に対して重量比 1%未満のごく少量でその効果が発揮される。
- 9) 繊維をプラスチックに加えた場合、繊維の向きがその物性に異方性を与えることがある。
- 10) ガラス繊維を織物にした強化材は熱可塑性プラスチックにも熱硬化性プラスチックにも用いられる。
- 11) メタロセン触媒で重合したプロピレンがシンジオタクチックの立体規則性を有するのに対し、チーグラー・ナッタ触媒で重合したプロピレンはアタクチックである。
- 12) ポリアミドやポリエステルは成形時に予備乾燥する必要があるが、ポリエチレンやポリプロピレンの場合はほとんど不要である。
- 13) 熱可塑性プラスチックにガラス繊維を複合化して成形品を得る場合、プラスチックとガラス繊維の親和性が高いため、成形機の中で直接混合する方法が一般的である。
- 14) Reduce、Reuse、Recycle の頭文字をとった 3R はよく知られているが、最近ではもう一つの R を加えて、ごみを減らす取り組みが行われている。この R は断るなどの意味を持つ Refuse である。
- 15) 高い吸水性を示すポリアミド 6 は含有する水分によって物性が異なる。水分が多いと引張強さは低くなるが、衝撃強さは高くなる。
- 16) ポリエチレンに無機質の添加剤を混ぜると印刷性や接着性が向上する。

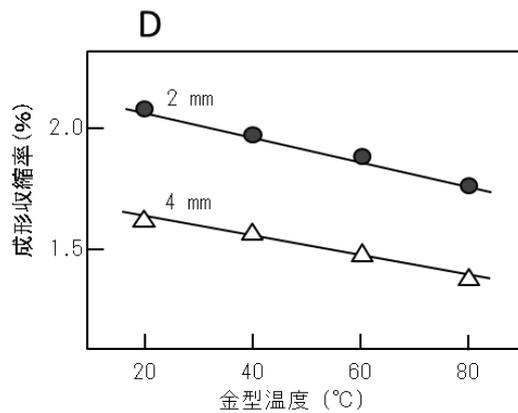
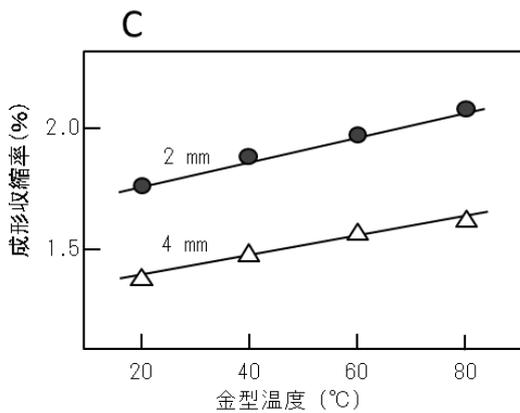
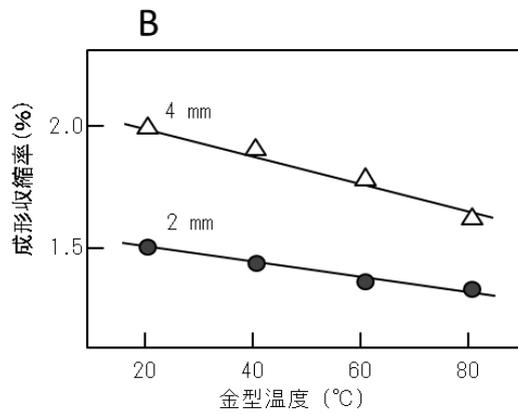
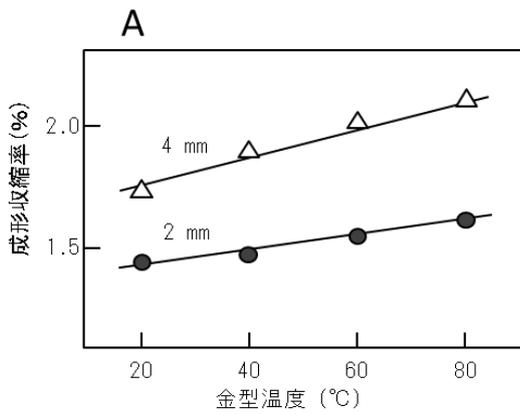
問3 ポリプロピレンの射出成形品2種類（長さ：100 mm、幅：50 mm、厚み：2 mm、および4 mm）を以下の条件で作製し、それぞれの長さ方向の成形収縮率を測定した。

樹脂温度 220 °C

金型温度 20、40、60 および 80 °C

(1) 射出成型品の中より1つを取り出し、その長さを測定したところ 97.8 mm であった。この成形品の成形収縮率を計算しなさい。

(2) 下図のうち、各成形品の金型温度と成形収縮率との関係を正しく表しているものの記号を答えなさい。



問4 以下の空欄（A～D、①～⑪）に当てはまる語句を選択肢より選び、記号で答えなさい。

化学反応できる官能基を有する単量体（モノマー）を多数連結することで重合体（ポリマー）を合成する反応を重合反応という。重合反応の形式には 、、、 がある。

は、ビニル基等の炭素－炭素不飽和結合を有する単量体が付加反応を繰り返すことで重合体となるもので、連鎖反応で進行する。この形式で合成される高分子には、、、、 などがある。

は、2 種類の官能基が反応して水のような低分子化合物を脱離しながら高分子化する重合方法で、逐次反応で進行する。、 などがこの形式で合成される。

は、付加反応による重合で、 と同様に 2 種類の官能基が反応して高分子化する点は似ているが、低分子化合物の脱離はなく、不可逆反応である点が異なる。この形式で合成される高分子には、、 などがある。

は、付加反応と縮合反応を繰り返して高分子化する重合で、最初に開発されたプラスチックである が代表例である。

分子量が低下した に無水ピロメリット酸のような を添加して成形機中で化学反応させて性能を回復させる技術もある。

【A～Dの選択肢】

㉞ラジカル重合、 ①重縮合（縮合重合）、 ㉟重付加、 ㊸付加縮合、 ㊹イオン重合、
㊺付加重合、 ㊻開環重合

【①～⑪の選択肢】

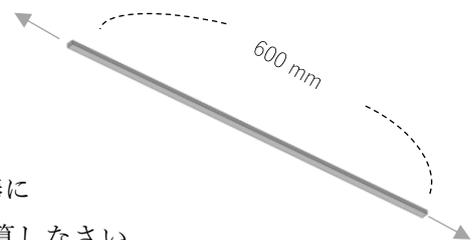
㊲ポリエチレンテレフタレート、 ㊳ポリウレタン、 ㊴ポリアミド 6-6、 ㊵ポリエチレン、
㊶エポキシ樹脂、 ㊷ポリプロピレン、 ㊸生分解性プラスチック、 ㊹ポリスチレン、
㊺フェノール樹脂、 ㊻ポリ塩化ビニル、 ㊼再生 PET、 ㊽鎖延長剤、 ㊾カップリング剤、
㊿フィラー、 ㊽触媒

問5 ガラスのロービングクロスとマットを各 4 層積層した FRP を考える。クロス FRP のヤング率は 18 GPa、マット FRP のヤング率は 6 GPa であり、一層あたりの板厚はクロス FRP が 0.5 mm、マット FRP が 1.0 mm である。

(1) 複合材料全体としてのヤング率を求めなさい。

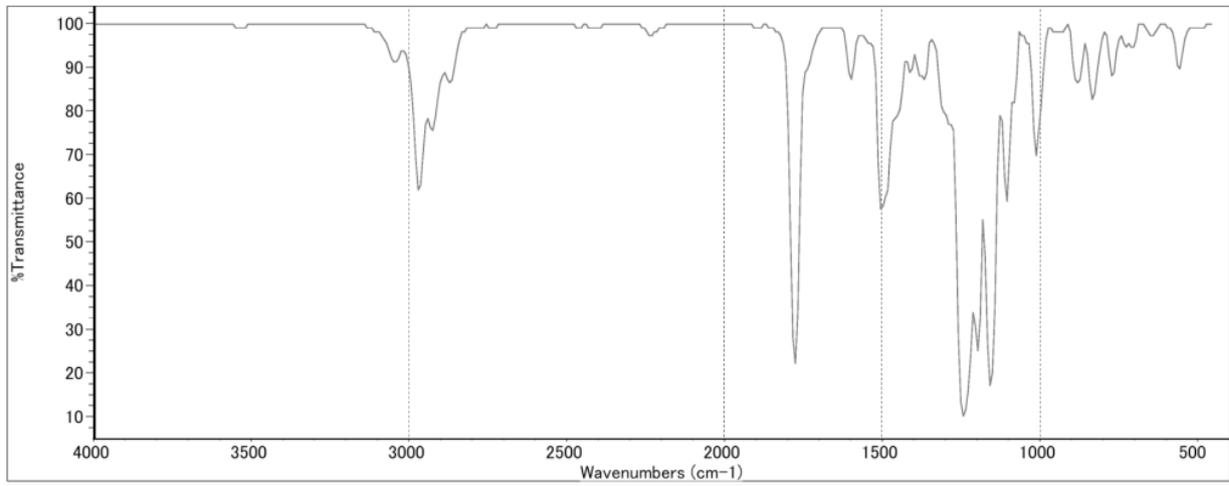
(2) 上記積層材を長さ 600 mm、幅 10 mm に切り出した棒に

1 kN の荷重をかけて引っ張ったとき、棒の伸びを計算しなさい。

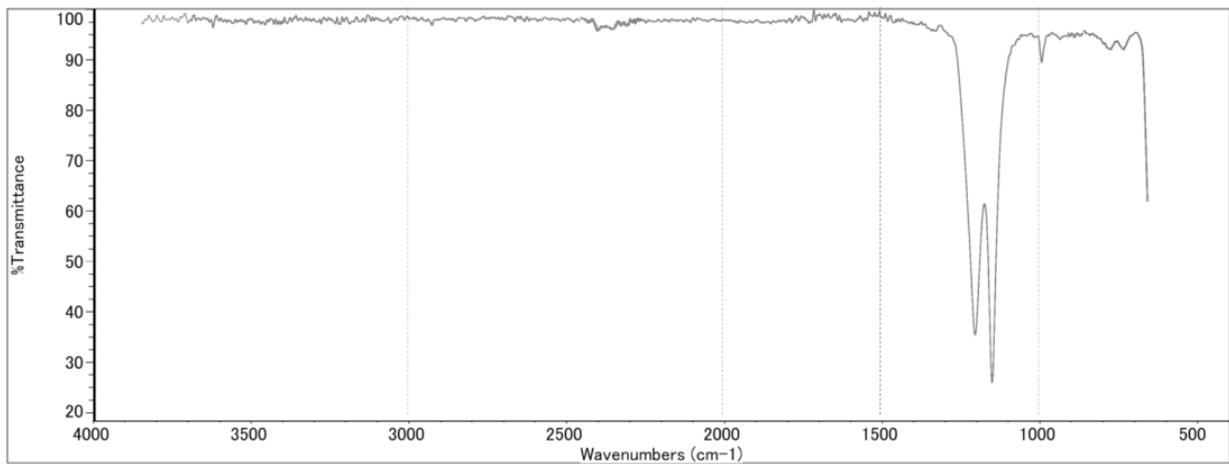


問 6 次の①～⑤の IR スペクトルに相当する材料をグループ A から選び、さらにそれらの材料の一般的な測定結果に該当するものをグループ B から選びなさい。

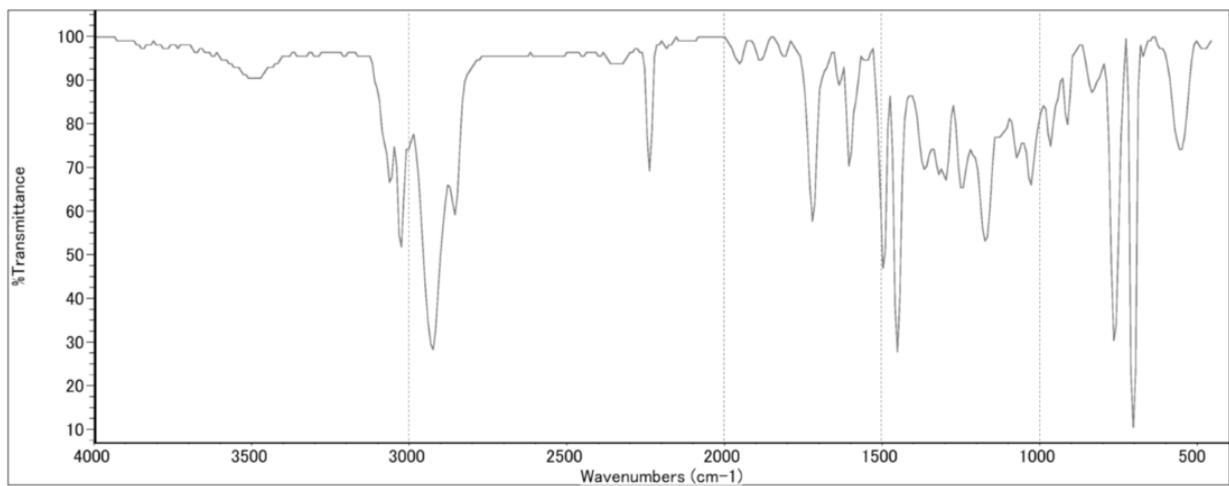
①



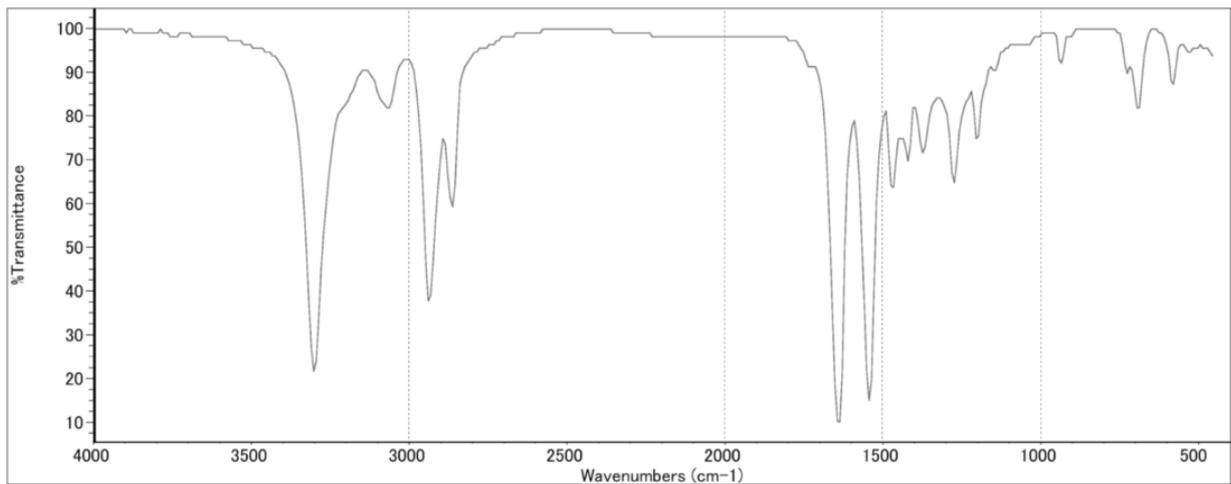
②



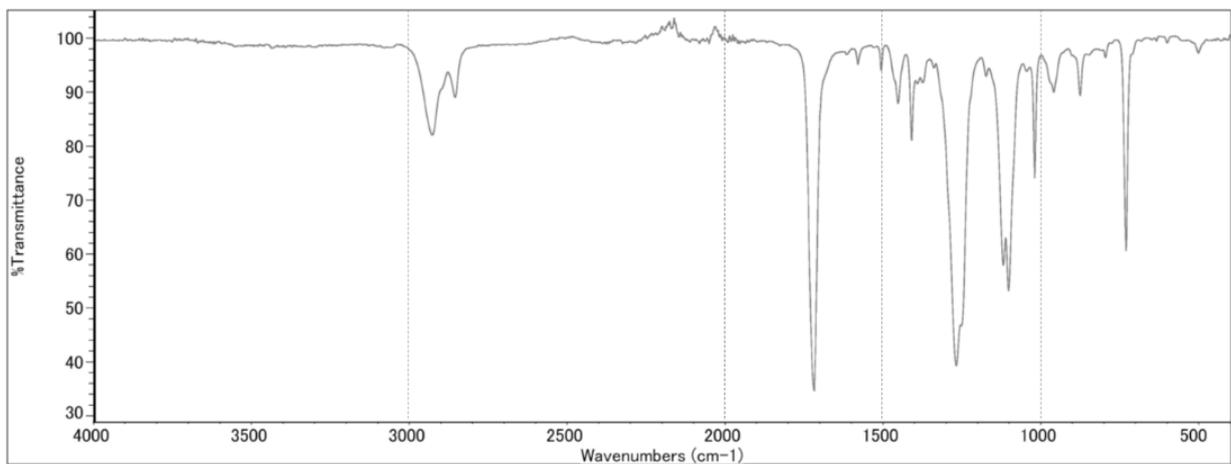
③



④



⑤

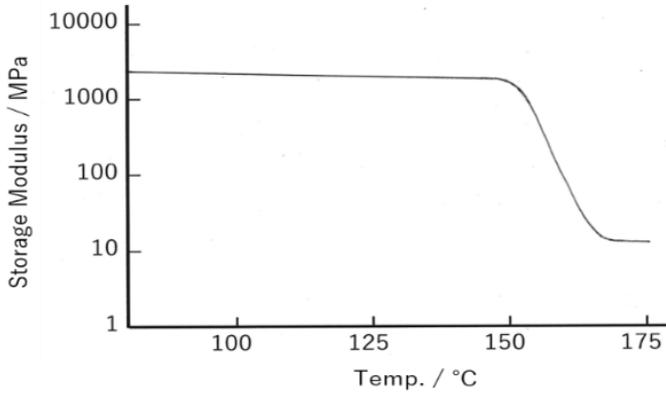


【グループ A】

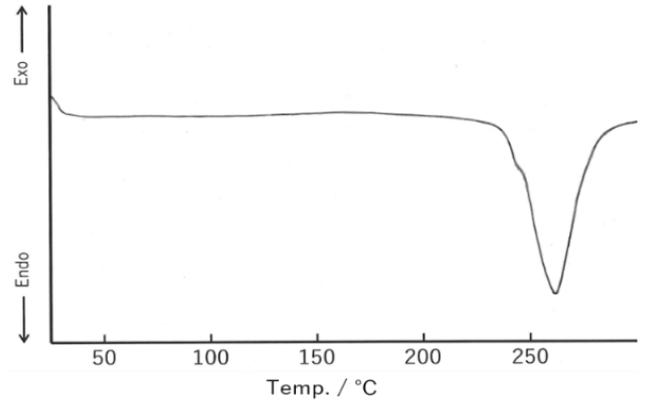
- ㊦ PA-66 (ポリアミド 6、6)
- ㊧ PDMS (polydimethylsiloxane)
- ㊨ PFA (poly(tetrafluoroethylene-co-perfluoroalkylvinylether))
- ㊩ AS (アクリロニトリル-スチレン樹脂)
- ㊪ PETG (グリコール変性 poly(ethylene terephthalate))
- ㊫ PET (poly(ethylene terephthalate))
- ㊬ Epoxy Resin (エポキシ樹脂)
- ㊭ PC (polycarbonate)
- ㊮ ABS (アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン樹脂)
- ㊯ PES (ポリエーテルスルホン)

【グループ B】

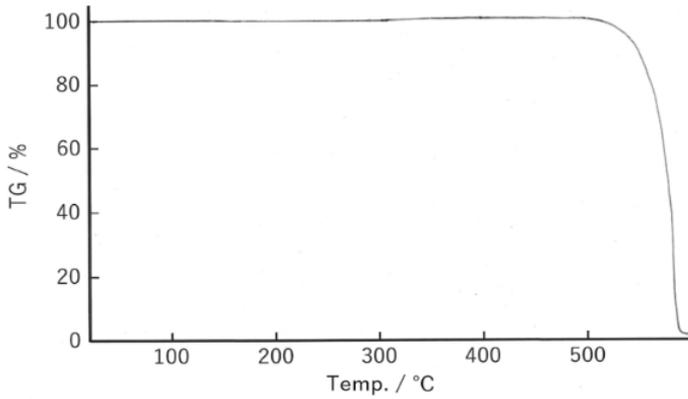
① <DSC 測定結果>



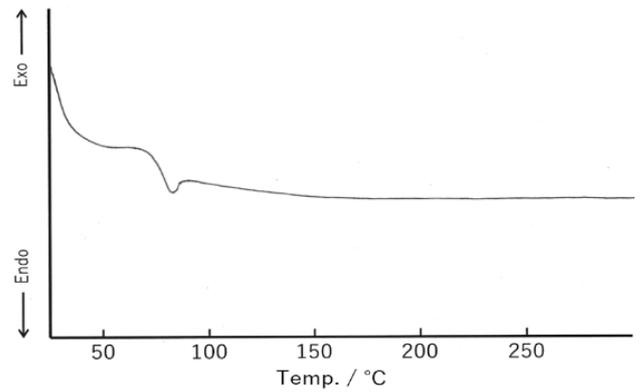
② <DMA 測定結果>



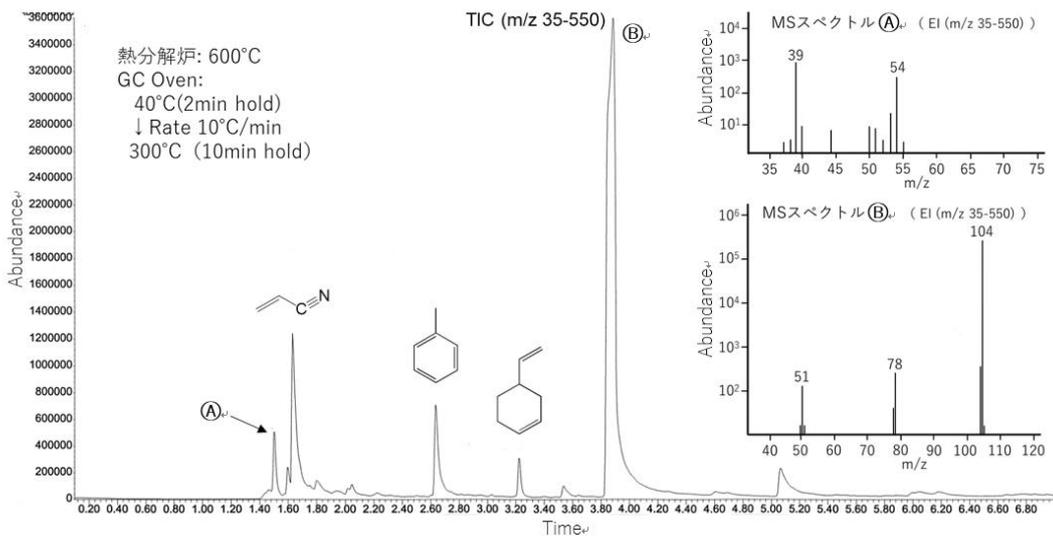
③ <TGA 測定結果>



④ <DSC 測定結果>



⑤ <熱分解 GC-MS 測定結果>



問 7 プラスチックの成形法に関する以下の文章の空欄 A から J を下段の用語から選び、記号で応えなさい。

熱硬化性プラスチックの成形法として古くからおこなわれてきたのが（ A ）である。これは加熱した金型内部に成形材料を入れ、加熱加圧する方法である。これに対し、加熱室を別に設け、軟化もしくは溶融したプラスチックを金型内に導入してから加熱加圧する方法が（ B ）である。

一方、熱可塑性プラスチックの成形法として広く用いられているのが（ C ）であり、シリンダ内で溶融させた樹脂を高速高圧で前進するスクリュの動きで低温の金型内に導き、冷却後に取り出すことで製品が得られる。この方法は汎用性が高く、多くの応用手法を派生させている。（ D ）はその 1 つであり、柄がプラスチックでできたドライバーやハサミはこの手法によって製造される。

これに対し、シリンダ先端に口金を設け、口金形状の断面を持った成形品を連続的に生産する手法が（ E ）である。口金をリング形状にするとチューブ状となり、パイプ製品が得られる。チューブを柔らかい状態のまま金型で挟み、空気などで膨らませると金型の形状に沿ったボトルが得られる。この成形法を（ F ）と呼ぶ。また金型を用いずチューブの一端を閉じて風船のように膨らませてフィルム状にする手法は（ G ）と呼ばれ、いわゆるレジ袋やポリ袋の製造にも用いられる。

（ F ）とともにボトルの製造法として一般的なのが（ H ）である。これは（ C ）によって作られた小ボトルを用いる。これを加熱して金型内でロッド等を用いて変形を加え、さらに空気を吹き込み加圧して最終的な形を付与する。物性が著しく向上する手法であり、飲料用ボトルの製造法として広く普及している。

液状の樹脂やモノマーを型に流し込んで固化させたあと、離型させる手法を（ I ）という。アクリル板はその代表的な製品であり、水族館の大型水槽の成形にも用いられている。アクリル板やポリカーボネート板などを予熱して軟化させ、型の上に固定したのち、型内の空気を吸引することでシートを型内壁に押し付けて製品とする手法が（ J ）である。

《用語》

- ㊦ガスアシスト射出成形、㊧射出延伸吹込成形、㊨射出吹込成形、㊩サンドイッチ成形、
- ㊪反応射出成形、㊫トランスファ成形、㊬粉末積層成形、㊭シートモーディング、
- ㊮光造形、㊯マッチドモールド成形、㊰注型、㊱吹込成形、㊲2色成形、㊳圧縮成形、
- ㊴押出成形、㊵射出圧縮成形、㊶インサート成形、㊷真空成形、㊸射出成形、
- ㊹バルクモーディング、㊺積層成形、㊻圧空成形、㊼インフレーション法