平成26年度　大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

二次募集
専　門　科　目
[90分]

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子を開かないでください．
2. 指示があるまで，解答冊子は開かないでください．解答冊子は領域ごとに用意されています．必ず，受験しようとする領域の解答冊子に解答してください．
3. 各領域の出題科目およびページは，下表のとおりです．領域ごとに下表で指示する3科目すべてを解答し，解答した解答冊子を提出してください．

領　域	出題科目	ページ	問題数
情報アーキテクチャ領域	基礎数学MA	1	2問
	情報数学MA	2	2問
	アルゴリズムとデータ構造MA	3 ～ 5	1問
メディアデザイン領域	情報デザインMD	6	1問
	ヒューマンインタフェースMD	7	1問
	メディアデザイン基礎MD	8	1問
複雑系情報科学領域	基礎数学CS	9	2問
	応用数学CS	10	1問
	アルゴリズムとデータ構造CS	11 ～ 13	1問
知能情報科学領域	基礎数学II	14	2問
	アルゴリズムとデータ構造II	15 ～ 17	1問
	人工知能II	18	1問

4. 解答冊子の表紙と各解答用紙の所定欄に，氏名と受験番号をはっきりと記入してください．
5. 計算または下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります．
6. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気がついた場合は，静かに手を上げて監督員に知らせてください．
7. 試験終了後，問題冊子および下書き用紙は持ち帰ってください．
8. 問題ごとに配点が記されています．

基 礎 数 学 MA

I 3次正方行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ について，A^n を求めよ．ただし，n は2以上の整数とする．（配点 25 点）

II 広義積分 $f_n = \int_0^\infty t^{n-1} e^{-t} dt$ で定義される数列 $\{f_n\}$ について，以下の問いに答えよ．ただし，n は正の整数とする．（配点 25 点）

問1　初項 f_1 を求めよ．

問2　ロピタルの定理を用いて，$\lim_{t\to\infty} \dfrac{t^n}{e^t} = 0$ を示せ．

問3　漸化式 $f_{n+1} = n f_n$ を示せ．

問4　一般項 f_n を求めよ．

基礎数学 MA の問題は，このページで終りである．

情 報 数 学 MA

I 全体集合 U の部分集合 A, B について，以下の問いに答えよ. ただし，$\overline{A}$ で A の補集合を表すとする．（配点 25 点）

問 1 $A \cap B$ が空集合でないとき，$A \cap \overline{B}$ をベン図で表せ.

問 2 $A \cap \overline{B}$ を $A, B, \cup, \overline{}$ を用いて表せ.

II 頂点 v_1, v_2, v_3 を持つ有向グラフ G の隣接行列が

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

で与えられるとする. 以下の問いに答えよ．（配点 25 点）

問 1 有向グラフ G を描け.

問 2 G の頂点のペア $(v_j, v_k)(j \neq k)$ のうち，v_j から v_k への長さ 3 の経路がちょうど 2 つ存在するものを求めよ.

情報数学 MA の問題は，このページで終りである.

アルゴリズムとデータ構造 MA

I 次の文章を読み，以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

要素の追加操作と取り出し操作が規定されたデータ構造としては①スタックと②キューが代表的であるが，これらの他に，③優先度つきキューというものもある．優先度つきキューにおいては，各要素に優先度が定義されており，取り出し操作においては最も高い優先度を持つ要素が取り出されることが規定されている．

優先度つきキューの実装法はさまざまであるが，ヒープを使う方法が代表的である．ヒープは親の要素の優先度が子の要素の優先度より高いという条件を満たす完全二分木（最も深いレベル以外はすべて埋まっており，最も深いレベルは左側から順に埋められている二分木）である．ヒープに対する新しい要素の追加は，次のような手順で行う．

1. 新しい要素をヒープの末尾（最も深いレベルにおいて，要素が埋められていない最も左側の場所．最も深いレベルがすべて埋まっている場合はもう 1 段深いレベルを作り，その最も左側の場所）に追加する．
2. 追加した要素とその親の優先度を比べ，親の優先度が高いか，親が存在しない（根に到達した）場合，操作を終了する．
3. 追加した要素の優先度が親の要素の優先度より高い場合，追加した要素を親と交換し，2. に戻る．

また，ヒープからの要素の取り出しは，次のような手順で行う．

1. ヒープから根の要素を出力して削除した後，末尾の要素（最も深いレベルの最も右側に位置する要素）を根に移動する．
2. 移動した要素とその子らの優先度を比べ，移動した要素より優先度が高い子が存在しなければ，操作を終了する．
3. 移動した要素より優先度が高い子が存在する場合，その子（両方の子の優先度が移動した要素より高い場合は，より高い優先度を持つ子）と移動した要素とを交換し，2. に戻る．

問1 下線部①〜③のデータ構造のそれぞれについて，「伊藤 (6)，佐藤 (1)，鈴木 (2)，高橋 (3)，田中 (5)，中村 (8)」の順に 6 つの要素の追加操作を行った後，取り出し操作を 1 回行ったとき，取り出される要素名を答えよ．ただし，要素名の後の括弧内の数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．

問2 単純な配列を用いてスタックとキューを実装することを考える．要素数 n ($n \geq 2$) に対して十分大きな配列 a に，n 個の要素が a[0] から a[t-1] まで，追加された順に格納されている（つまり，a[0] が最も先に追加された要素である）ものとする．ここで t は配列に格納されている要素数を示す変数であり，いまの場合 t $= n$ である．このとき，この配列をスタックまたはキューとして用いる場合，スタックおよびキューのそれぞれについて，新しい要素の追加操作および要素の取り出し操作の実装法として正しいものを**解答群 1** から選び，記号で答えよ．また，その実装法におけるそれぞれの操作のコストとして最も適切なものを**解答群 2** から選び，記号で答えよ．ただし，配列要素に対する要素 1 つの代入または読み出しのコストを 1 とする．なお，同じ記号を複数回選択してもよい．

解答群 1

A: 新しい要素を a[t] に格納し，変数 t の値をインクリメントする．

B: a[0] から a[t-1] までの要素を a[1] から a[t] までにコピーし，新しい要素を a[0] に格納し，変数 t の値をインクリメントする．

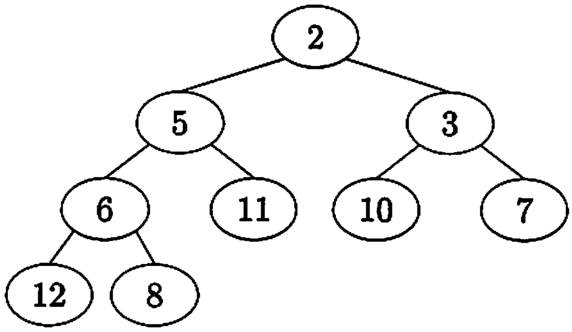
C: a[t-1] を出力し，変数 t の値をデクリメントする．

D: a[0] を出力し，a[1] から a[t-1] までの要素を a[0] から a[t-2] までにコピーし，変数 t の値をデクリメントする．

解答群 2

a: $O(n \log n)$　b: $O(n)$　c: $O(\sqrt{n})$　d: $O(\log n)$　e: $O(1)$

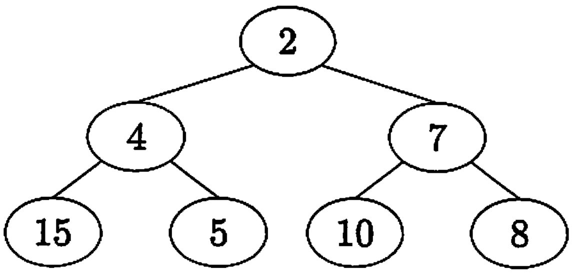
問 3 ヒープを用いて優先度つきキューを実装した場合，図 1 に示すヒープに新しい要素（優先度 4）の追加操作を行った後のヒープを図示せよ．



（※数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．
なお，要素名は省略している．）

図 1

問 4 ヒープを用いて優先度つきキューを実装した場合，図 2 に示すヒープから要素の取り出し操作を 1 回行ったとき，取り出される要素の優先度を答えよ．また，操作後のヒープを図示せよ．



（※数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．
なお，要素名は省略している．）

図 2

アルゴリズムとデータ構造 MA の問題は，このページで終りである．

情報デザイン MD

I　下の表は総務省が「平成 23 年通信利用動向調査」の中で公開しているインターネットの世代別個人利用の状況（平成 23 年末）を示した資料である．以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

問 1　表に示されているデータを適切なグラフで表現せよ．さらに，このグラフから読み取れる特徴を 3 つ挙げ，それぞれ 100 文字以内で記述せよ．

問 2　問 1 で挙げた特徴の 1 つを選び，その内容を視覚的でわかりやすいインフォグラフィックとして表現せよ．説明文を 100 文字以内で併記すること．

表　インターネットの世代別個人利用の状況（平成 23 年末）

（%）

年齢	自宅パソコン	携帯電話	スマートフォン	タブレット
13-19	85.2	57.5	18.2	5.1
20-29	82.7	65.0	44.9	6.6
30-39	80.4	70.0	28.9	7.9
40-49	78.7	68.9	18.3	6.2
50-59	66.4	59.6	9.3	2.8
60-	31.1	33.2	1.5	0.6

（出典）総務省「平成 23 年通信利用動向調査」

情報デザイン MD の問題は，このページで終りである．

ヒューマンインタフェースMD

I 認知科学者ドナルド・ノーマンは，著書「誰のためのデザイン」のなかで，下図のようにメンタルモデルについて説明している．図を参考にしながら，以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

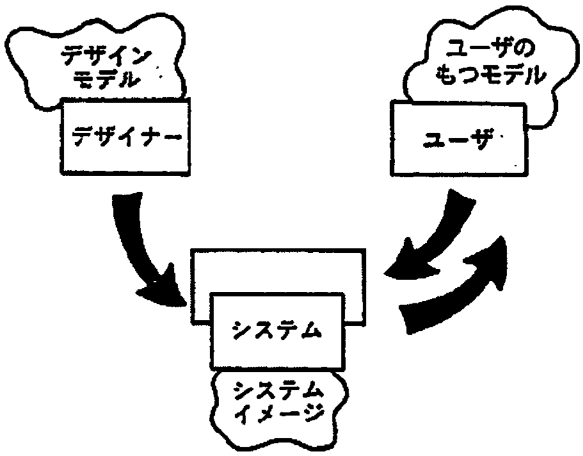


図　デザイナーとユーザの持つメンタルモデル

問1　図の「ユーザのもつモデル（メンタルモデル）」とは何かを50文字以内で説明せよ．

問2　あなたの身のまわりにある道具（システム）のヒューマンインタフェースのうち，わかりにくく，かつ，使いにくい事例を1つ挙げよ．さらに，その理由を，メンタルモデルの概念を用いて，文章や図でわかりやすく説明せよ．

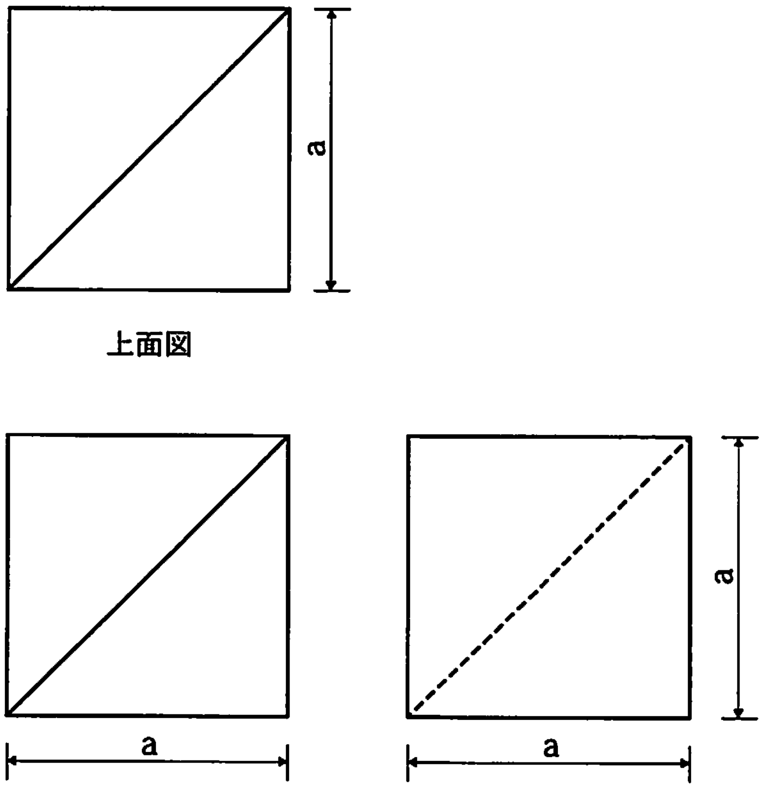
参考文献：

ドナルド・ノーマン（訳：野島久雄）：誰のためのデザイン，新曜社，pp. 310-312，1990.

ヒューマンインタフェースMDの問題は，このページで終りである．

メディアデザイン基礎 MD

I 下図は白い物体の三面図である．下図に示された条件を満たす物体を，その形状がよくわかる方向から陰影をつけて立体的に美しく描きなさい．（配点 50 点）



上面図　正面図　右側面図

凡例：
———— 外形線（実線　物体の形状（目に見える部分）を示す）
———— 寸法線（実線　寸法などを示す）
---------- かくれ線（破線　物体の形状（目に見えない部分）を示す）

メディアデザイン基礎 MD の問題は，このページで終りである．

基 礎 数 学 CS

I 3次正方行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ について，A^n を求めよ．ただし，n は2以上の整数とする．（配点 25 点）

II 広義積分 $f_n = \int_0^\infty t^{n-1}e^{-t}dt$ で定義される数列 $\{f_n\}$ について，以下の問いに答えよ．ただし，n は正の整数とする．（配点 25 点）

問1 初項 f_1 を求めよ．

問2 ロピタルの定理を用いて，$\lim_{t\to\infty} \dfrac{t^n}{e^t} = 0$ を示せ．

問3 漸化式 $f_{n+1} = nf_n$ を示せ．

問4 一般項 f_n を求めよ．

基礎数学 CS の問題は，このページで終りである．

応用数学CS

I 絶対可積分関数 $f(t)$ の Fourier 変換 $F(\omega)$ を次式で定義する．以下の問いに答えよ．

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

ただし，t, ω は実数，i は虚数単位とし，オイラーの公式 $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$（$\theta$ は実数）は既知としてよい．（配点 50 点）

問1　実数値関数 $f(t)$ が偶関数であるとき，$F(\omega)$ は常に実数となることを示せ．

問2　$f(t)$ を次式で定義するとき，$F(\omega) = 0$ となる ω をすべて求めよ．

$$f(t) = \begin{cases} 1 & (|t| \leq 3) \\ 0 & (|t| > 3) \end{cases}$$

問3　$f(t)$ を次式で定義するとき，$F(\omega)$ の虚部の絶対値が最大となる ω をすべて求めよ．

$$f(t) = \begin{cases} e^{-2t} & (t \geq 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}$$

応用数学CSの問題は，このページで終りである．

アルゴリズムとデータ構造 CS

I 次の文章を読み，以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

要素の追加操作と取り出し操作が規定されたデータ構造としては①スタックと②キューが代表的であるが，これらの他に，③優先度つきキューというものもある．優先度つきキューにおいては，各要素に優先度が定義されており，取り出し操作においては最も高い優先度を持つ要素が取り出されることが規定されている．

優先度つきキューの実装法はさまざまであるが，ヒープを使う方法が代表的である．ヒープは親の要素の優先度が子の要素の優先度より高いという条件を満たす完全二分木（最も深いレベル以外はすべて埋まっており，最も深いレベルは左側から順に埋められている二分木）である．ヒープに対する新しい要素の追加は，次のような手順で行う．

1. 新しい要素をヒープの末尾（最も深いレベルにおいて，要素が埋められていない最も左側の場所．最も深いレベルがすべて埋まっている場合はもう 1 段深いレベルを作り，その最も左側の場所）に追加する．
2. 追加した要素とその親の優先度を比べ，親の優先度が高いか，親が存在しない（根に到達した）場合，操作を終了する．
3. 追加した要素の優先度が親の要素の優先度より高い場合，追加した要素を親と交換し，2. に戻る．

また，ヒープからの要素の取り出しは，次のような手順で行う．

1. ヒープから根の要素を出力して削除した後，末尾の要素（最も深いレベルの最も右側に位置する要素）を根に移動する．
2. 移動した要素とその子らの優先度を比べ，移動した要素より優先度が高い子が存在しなければ，操作を終了する．
3. 移動した要素より優先度が高い子が存在する場合，その子（両方の子の優先度が移動した要素より高い場合は，より高い優先度を持つ子）と移動した要素とを交換し，2. に戻る．

問1　下線部①〜③のデータ構造のそれぞれについて，「伊藤 (6)，佐藤 (1)，鈴木 (2)，高橋 (3)，田中 (5)，中村 (8)」の順に 6 つの要素の追加操作を行った後，取り出し操作を 1 回行ったとき，取り出される要素名を答えよ．ただし，要素名の後の括弧内の数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．

問2　単純な配列を用いてスタックとキューを実装することを考える．要素数 n ($n \geq 2$) に対して十分大きな配列 a に，n 個の要素が a[0] から a[t-1] まで，追加された順に格納されている（つまり，a[0] が最も先に追加された要素である）ものとする．ここで t は配列に格納されている要素数を示す変数であり，いまの場合 t $= n$ である．このとき，この配列をスタックまたはキューとして用いる場合，スタックおよびキューのそれぞれについて，新しい要素の追加操作および要素の取り出し操作の実装法として正しいものを**解答群 1** から選び，記号で答えよ．また，その実装法におけるそれぞれの操作のコストとして最も適切なものを**解答群 2** から選び，記号で答えよ．ただし，配列要素に対する要素 1 つの代入または読み出しのコストを 1 とする．なお，同じ記号を複数回選択してもよい．

解答群 1

A:　新しい要素を a[t] に格納し，変数 t の値をインクリメントする．

B:　a[0] から a[t-1] までの要素を a[1] から a[t] までにコピーし，新しい要素を a[0] に格納し，変数 t の値をインクリメントする．

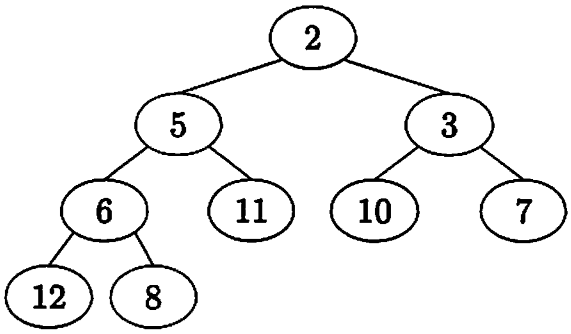
C:　a[t-1] を出力し，変数 t の値をデクリメントする．

D:　a[0] を出力し，a[1] から a[t-1] までの要素を a[0] から a[t-2] までにコピーし，変数 t の値をデクリメントする．

解答群 2

a: $O(n \log n)$　b: $O(n)$　c: $O(\sqrt{n})$　d: $O(\log n)$　e: $O(1)$

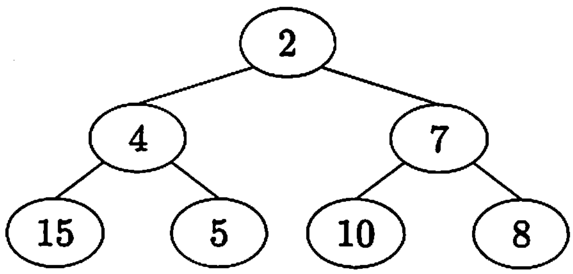
問3　ヒープを用いて優先度つきキューを実装した場合，図1に示すヒープに新しい要素（優先度4）の追加操作を行った後のヒープを図示せよ．



（※数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．
なお，要素名は省略している．）

図1

問4　ヒープを用いて優先度つきキューを実装した場合，図2に示すヒープから要素の取り出し操作を1回行ったとき，取り出される要素の優先度を答えよ．また，操作後のヒープを図示せよ．



（※数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．
なお，要素名は省略している．）

図2

アルゴリズムとデータ構造CSの問題は，このページで終りである．

基 礎 数 学 II

I 3次正方行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & -2 & -3 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ について，A^n を求めよ．ただし，n は2以上の整数とする．（配点 25 点）

II 広義積分 $f_n = \int_0^\infty t^{n-1}e^{-t}dt$ で定義される数列 $\{f_n\}$ について，以下の問いに答えよ．ただし，n は正の整数とする．（配点 25 点）

問 1 初項 f_1 を求めよ．

問 2 ロピタルの定理を用いて，$\displaystyle\lim_{t\to\infty}\frac{t^n}{e^t} = 0$ を示せ．

問 3 漸化式 $f_{n+1} = nf_n$ を示せ．

問 4 一般項 f_n を求めよ．

基礎数学 II の問題は，このページで終りである．

アルゴリズムとデータ構造 II

I 次の文章を読み，以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

要素の追加操作と取り出し操作が規定されたデータ構造としては①スタックと②キューが代表的であるが，これらの他に，③優先度つきキューというものもある．優先度つきキューにおいては，各要素に優先度が定義されており，取り出し操作においては最も高い優先度を持つ要素が取り出されることが規定されている．

優先度つきキューの実装法はさまざまであるが，ヒープを使う方法が代表的である．ヒープは親の要素の優先度が子の要素の優先度より高いという条件を満たす完全二分木（最も深いレベル以外はすべて埋まっており，最も深いレベルは左側から順に埋められている二分木）である．ヒープに対する新しい要素の追加は，次のような手順で行う．

1. 新しい要素をヒープの末尾（最も深いレベルにおいて，要素が埋められていない最も左側の場所．最も深いレベルがすべて埋まっている場合はもう 1 段深いレベルを作り，その最も左側の場所）に追加する．
2. 追加した要素とその親の優先度を比べ，親の優先度が高いか，親が存在しない（根に到達した）場合，操作を終了する．
3. 追加した要素の優先度が親の要素の優先度より高い場合，追加した要素を親と交換し，2. に戻る．

また，ヒープからの要素の取り出しは，次のような手順で行う．

1. ヒープから根の要素を出力して削除した後，末尾の要素（最も深いレベルの最も右側に位置する要素）を根に移動する．
2. 移動した要素とその子らの優先度を比べ，移動した要素より優先度が高い子が存在しなければ，操作を終了する．
3. 移動した要素より優先度が高い子が存在する場合，その子（両方の子の優先度が移動した要素より高い場合は，より高い優先度を持つ子）と移動した要素とを交換し，2. に戻る．

問1 下線部①～③のデータ構造のそれぞれについて，「伊藤 (6)，佐藤 (1)，鈴木 (2)，髙橋 (3)，田中 (5)，中村 (8)」の順に6つの要素の追加操作を行った後，取り出し操作を1回行ったとき，取り出される要素名を答えよ．ただし，要素名の後の括弧内の数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．

問2 単純な配列を用いてスタックとキューを実装することを考える．要素数 n $(n \geq 2)$ に対して十分大きな配列 a に，n 個の要素が a[0] から a[t-1] まで，追加された順に格納されている（つまり，a[0] が最も先に追加された要素である）ものとする．ここで t は配列に格納されている要素数を示す変数であり，いまの場合 t $= n$ である．このとき，この配列をスタックまたはキューとして用いる場合，スタックおよびキューのそれぞれについて，新しい要素の追加操作および要素の取り出し操作の実装法として正しいものを**解答群1**から選び，記号で答えよ．また，その実装法におけるそれぞれの操作のコストとして最も適切なものを**解答群2**から選び，記号で答えよ．ただし，配列要素に対する要素1つの代入または読み出しのコストを1とする．なお，同じ記号を複数回選択してもよい．

解答群1

A: 新しい要素を a[t] に格納し，変数 t の値をインクリメントする．

B: a[0] から a[t-1] までの要素を a[1] から a[t] までにコピーし，新しい要素を a[0] に格納し，変数 t の値をインクリメントする．

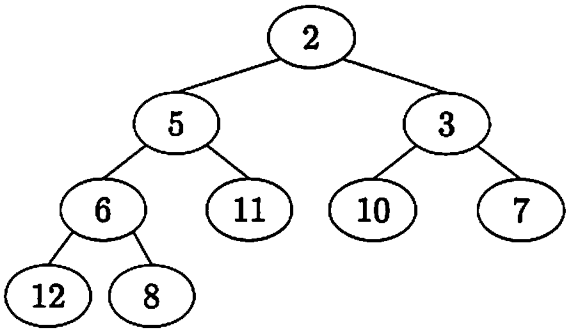
C: a[t-1] を出力し，変数 t の値をデクリメントする．

D: a[0] を出力し，a[1] から a[t-1] までの要素を a[0] から a[t-2] までにコピーし，変数 t の値をデクリメントする．

解答群2

a: $O(n \log n)$　b: $O(n)$　c: $O(\sqrt{n})$　d: $O(\log n)$　e: $O(1)$

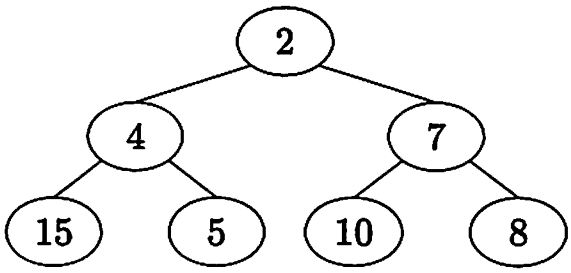
問3　ヒープを用いて優先度つきキューを実装した場合，図1に示すヒープに新しい要素（優先度4）の追加操作を行った後のヒープを図示せよ．



（※数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．
なお，要素名は省略している．）

図1

問4　ヒープを用いて優先度つきキューを実装した場合，図2に示すヒープから要素の取り出し操作を1回行ったとき，取り出される要素の優先度を答えよ．また，操作後のヒープを図示せよ．



（※数は優先度を表し，その値が小さいほど優先度が高いものとする．
なお，要素名は省略している．）

図2

アルゴリズムとデータ構造IIの問題は，このページで終りである．

人 工 知 能 II

I 図1において，ノードSからノードGへのルートを探索することを考える．各ノードの (x,y) は座標値を表す．ノードとノードを結ぶ枝の数値はその枝のコストを表す．あるノードの楽観的なヒューリスティック関数 h' の値 はそのノードとノードGとの間のマンハッタン距離とする．なお，$(x_1,\ y_1)$ と $(x_2,\ y_2)$ の間のマンハッタン距離は $|x_1-x_2|+|y_1-y_2|$ である．また探索の途中で2つの次状態候補の見積もりコストが等しいときは，対応するノードのノード名のアルファベット順に前の方を優先して選択する（例えばノードBとノードDであればノードBを先に調べる）ものとする．このとき，以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

問1 山登り法を使ったときの解ルートと総コストを求めよ．ただし，求める過程を明記せよ．

問2 最良優先探索を使ったときの解ルートと総コストを求めよ．ただし，求める過程を明記せよ．

問3 A^* アルゴリズムを使ったときの解ルートと総コストを求めよ．ただし，求める過程を明記せよ．

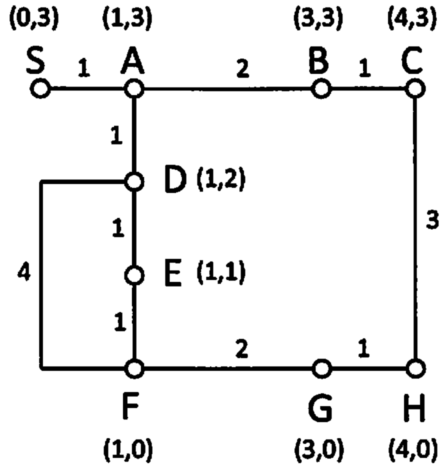


図 1

人工知能IIの問題は，このページで終りである．