

2024 年度 計算科学基礎 期末試験 (2025 年 1 月 30 日実施) (制限時間 60 分) 問題文と解答例・解説・分析

以下の各記述について、真偽値を 1 か 0 で答えよ。コンピュータと計算機は同義とする。

- (1) 現在利用される計算機の処理系は主にデジタル電子回路で構成される。  
【1】一般的な計算機は電源系や通信系などにアナログ回路も含むが、処理系は主にデジタル電子回路で構成される。(正答率 99%)
- (2) 計算機技術の分野で論理回路とデジタル電子回路は概ね同じことを意味する。  
【1】論理回路とデジタル電子回路はまったく同じ意味というわけではないが、計算機技術の分野では概ね同じ意味で用いられる。(正答率 57%)
- (3) 接合型トランジスタと抵抗器を組み合わせて論理回路を構成できる。  
【1】日本の高校物理の教科で学習される接合型トランジスタと抵抗器を組み合わせても論理回路は構成できる。代表的な例として TTL (transistor-transistor logic) 回路がある。(正答率 84%)
- (4) 真空管と抵抗器を組み合わせて論理回路を構成できる。  
【1】第二次世界大戦の戦時中に米国のマンハッタン計画 (原子爆弾を開発する計画。結果的に日本の広島と長崎に原子爆弾が投下された) で用いられたエニアク (ENIAC) では、主に真空管と抵抗器により論理回路が構成された。(正答率 38%)
- (5) CRT とは真空管の意味である。  
【1】CRT (cathode ray tube) は真空管の一種であるが、コンピュータのディスプレイとして用いられたものを指す意味合いも強い。【0】の解答も正解とする。(正答率 100%)
- (6) CPU とは計算機の意味である。  
【0】CPU (central processing unit) は、米国 IBM 社が電子計算機を開発する際に採用した Intel 社の製造したプロセッサに対する呼称であり、日本国内では中央演算処理装置と翻訳された。一方で、同時期にプロセッサを開発した米国モトローラ社は CPU という呼称を用いず、発足当初にモトローラ社のプロセッサを採用した Apple 社もプロセッサを CPU とは呼ばない。現代では、複数のプロセッサを内蔵するマルチコア型のプロセッサ素子の採用される場合が多くなり、科学技術計算や最適化計算のために GPU (graphics processing unit) (画像処理装置) を用いた分散・並列処理の利用される場合もある。プロセッサは計算機を構成する重要な部品だが、計算機を意味するわけではない。(正答率 24%)
- (7) 現在市販される計算機では論理演算回路の多くが CMOS で構成される。  
【1】現在市販される計算機では論理演算回路が CMOS 回路で構成されると考えて良い。現実のプロセッサ素子では 6T-SRAM など CMOS 回路構成でない回路も組み込まれているが、プロセッサ内部の 6T-SRAM は短期的な記憶回路 (レジスタ) として用いられるものであり、論理演算回路として用いられるわけではない。(正答率 92%)
- (8) CMOS とは、PMOS と NMOS とを組み合わせる回路構成のことを意味する。  
【1】CMOS は PMOS と NMOS とを組み合わせる回路構成のことを意味する。単独の素子として存在するのでないことに注意すべきである。(正答率 94%)
- (9) 否定論理積回路は 2 入力 1 出力の回路だが、3 入力以上の否定論理積回路も存在する。  
【1】否定論理積回路は 2 入力 1 出力の回路として紹介される場合が多いと思われるが、3 入力以上の否定論理積回路は存在し、論理回路を算術演算回路として用いる繰り上げ先見加算器 (carry look-ahead adder) に用いられる例がある。(正答率 61%) (→)
- (10) CMOS 回路はジュール熱を発生しない。  
【0】CMOS 回路でもわずかとは言え電流は流れ、ジュール熱を発生する。熱伝導性の高い基板材料やパッケージング材料を用いることで電気的な絶縁性を維持しながら放熱性を高めることを意図した材料開発は現在に行われている。(正答率 93%)
- (11) FET は強誘電体を用いたトランジスタを意味する。  
【0】FET は電界効果型トランジスタ (field-effect transistor) を意味する略語である。(正答率 27%) 強誘電体は ferroelectric あるいは ferroelectrics の訳語であり、現代的なデジタル電子回路設計を成立させるための基盤的な材料とも言えるが、FET に用いられるわけではない。
- (12) 動的記憶素子は静的記憶素子より高速な読み書きが可能である。  
【0】動的記憶素子より静的記憶素子の方が高速に読み書きをできる。(正答率 68%) (→)

- (13) 静的記憶素子がキャッシュメモリとして用いられる場合がある。  
【1】動的記憶素子より静的記憶素子の方が高速に読み書きをできる。主記憶装置には動的記憶素子を用いて、静的記憶素子をキャッシュメモリ（一時記憶素子）として用いる使い方は一般的である。（正答率 77%）
- (14) 反転 SR ラッチでは 2 つの制御/入力信号線を低レベルの電圧に保ち記憶を保持する。  
【0】反転 SR NAND ラッチ回路では 2 つの制御/入力信号線を高レベルの電圧に保ち記憶を保持する。SR NOR ラッチ回路では 2 つの制御/入力信号線を低レベルの電圧に保ち記憶を保持する。（正答率 32%）  
(→)
- (15) 否定回路は信号増幅のために用いられる。  
【1】否定回路を信号増幅のために用いる場合がある。二組の否定回路を直列に接続し肯定回路（バッファ）として用いる例もある。（正答率 51%）
- (16) 2 組の否定回路により記憶を保持する接続のしかたは負帰還回路と呼ばれる。  
【0】2 組の否定回路により記憶を保持する接続のしかたは負帰還 (negative feedback) 回路ではなく、正帰還 (positive feedback) 回路に相当する。（正答率 48%）
- (17) 市販される計算機のデジタル回路では珪素を用いた半導体が主に用いられる。  
【1】市販される計算機のデジタル回路の多くは珪素 (Si) を半導体として用いる。（正答率 88%）
- (18) 炭化珪素を用いた半導体が実用化されている。  
【1】珪素 (Si) と比較して炭化珪素 (SiC) には熱伝導度が高く、良好な温度特性を示す利点があり、電気自動車など大電力を制御するための MOS-FET として用いられる例がある。（正答率 80%）
- (19) 青色発光ダイオードは赤崎勇と天野浩によって発明された。  
【0】青色発光ダイオードは赤崎勇と天野浩、中村修二によって発明されたとするのが適切である。（正答率 16%）赤崎勇と天野浩が青色発光ダイオードの発明に大きな貢献をしたことには間違いないが、徳島県に本拠地を持つ民間企業「日亜化学工業」に勤務していた中村修二が独自に技術開発を続けたことで「青色発光ダイオード」の商品化が実現したと評価される。2014 年のノーベル物理学賞は赤崎勇と天野浩、中村修二に授賞された。
- (20) 窒化ガリウムは青色発光ダイオードの構成部材として用いられる。  
【1】窒化ガリウム (GaN) の電子構造は青色光の光子エネルギーに近いバンドギャップを持ち、バンド間の光学許容電子遷移により青色光を発生すると考えられている。（正答率 84%）
- (21) サファイアは青色発光ダイオードの構成部材として用いられる。  
【1】サファイア（コランダム）(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) は青色発光ダイオードの支持基板として用いられる。サファイア（コランダム）には結晶性の高い材料を製造しやすい面があり、バッファ（緩衝）層を介してウルツ鉱型構造をとる窒化ガリウム GaN を成長させるための支持基板として適している特徴を持つ。サファイアは青色発光ダイオードを製造するためには必須の部材とされる。（正答率 42%）
- (22) ダイヤモンドは青色発光ダイオードの構成部材として用いられる。  
【0】ダイヤモンドは青色発光ダイオードの支持基板として用いられてはいない。（正答率 81%）
- (23) 水晶 (quartz) は圧電体である。  
【1】水晶 (quartz) は圧電体であり、正帰還回路として共振回路（発振回路）を構成する部品が一般的な計算機ではクロック信号として用いられる。（正答率 79%）
- (24) 水晶は強誘電体である。  
【0】水晶は自発分極を示さない。強誘電体ではない。（正答率 46%）
- (25) 右巻き水晶と左巻き水晶が存在する。  
【1】水晶の結晶構造の立体的な対称性は結晶学的には三方晶に属し、3 回螺旋の対称性を持つ。右巻き螺旋と左巻き螺旋の幾何学的な対称性の違いは、結晶学分野で用いられるヘルマン-モルガン (Herman-Morgan) の空間群記法では  $P3_1$  と  $P3_2$  として表現される。（正答率 82%）
- (26) 強誘電体は主に記憶素子のために用いられる。  
【0】計算機に用いられるデジタル電子回路では、強誘電体を用いた積層セラミック蓄電器を電源ラインに挿入するのが標準的である。このような使い方はバイパス蓄電器（バイパスコンデンサ；パスコン）とも呼ばれる。論理演算素子などが動作するとき、電力を供給する電源系統に対して発生するライン・ノイズ（雑音）が、電源系統を共有する他の論理回路素子に誤作動を引き起こすことを防ぐために用いられると考えても良い。積層セラミック蓄電器（パスコン）はデジタル電子回路を成立させるために必須の部品とも言えるが、記憶素子として用いられるわけではない。（正答率 27%）

- (27) 記憶素子では記録より記憶の再生に時間のかかる場合が多い。  
 【1】 コンピュータ内部で主記憶装置として用いられる動的記憶素子では、記憶を再生すればその記憶は破壊される。記憶（記録）を読み出した後には、記憶素子と同じ記録を書き戻さなければ記憶は維持されない。記録より記憶の再生の方に時間のかかる場合が多い。（正答率 70%）
- (28) 強誘電体が積層セラミック蓄電器の構成部材として用いられる場合がある。  
 【1】 強誘電体として知られるチタン酸バリウム  $\text{BaTiO}_3$  が積層セラミック蓄電器の主な構成部材として用いられる。（正答率 87%）
- (29) 逆双曲線正割関数は初等関数に分類される。  
 【1】 逆双曲線正割関数 (hyperbolic secant function) ( $\text{arcsech } x$ ) は逆双曲線余弦関数 (hyperbolic cosine function) を用いて  $\text{arccosh}(1/x)$  と表される。現代的な計算システムを用いる場合に実用的な意義が高いとは言えないが、プルドニコフらの数学公式集 (Прудников et al., 1981) では初等関数に分類された。（正答率 60%）
- (30) ガンマ関数は特殊関数に分類される。  
 【1】 （正答率 88%）
- (31) 変数が整数の場合、ガンマ関数の値は階乗と同じことを意味する。  
 【1】  $\Gamma(n) = (n - 1)!$  の関係がある。（正答率 63%）
- (32) 変数が非整数の場合、計算機や数表を用いずにガンマ関数の値を求めることは困難である。  
 【0】 変数が半整数の場合には  $\Gamma(1/2) = \sqrt{\pi}$ ,  $\Gamma(3/2) = (1/2)\Gamma(1/2) = \sqrt{\pi}/2$  などの関係を使ってガンマ関数の値を求めることは困難ではない。（正答率 13%）（→参考資料）
- (33) 初等関数の近似値を求めるために計算機を用いることは有効である。  
 【1】 初等関数の近似値を求めるために計算機を用いることは有効である。ただし得られる値はあくまでも近似値であることには注意をした方が良い。（正答率 82%）
- (34) 1985 年に米国に本拠地を置く IEEE が 64 bit 浮動小数点数の規格を制定した。  
 【1】 米国に本拠地を置く IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) (米国電気電子技術者協会) が 64 bit 浮動小数点数の規格を制定した。（正答率 73%）
- (35) 古典力学に基づいた構造シミュレーションでは、ポテンシャルの勾配が力に等しいとされる。  
 【0】 ポテンシャルの勾配に負符号を付けたものが力に等しい。この関係は  $\mathbf{f} = -\nabla\Phi(\mathbf{r})$  あるいは  $\vec{f} = -\vec{\nabla}\Phi(\vec{r})$  のように表現される。（正答率 33%）
- (36) 点電荷の間に働く力の強さは距離の  $-2$  乗に比例する。  
 【1】 点電荷の間に働く力の強さは距離の  $-2$  乗に比例する。このことはクーロンの法則 (Coulomb's law) とも呼ばれる。（正答率 93%）
- (37) 永久双極子-誘起双極子相互作用によって生ずる分子間力の強さは距離の  $-6$  乗に比例する。  
 【0】 永久双極子-誘起双極子相互作用によって生ずる分子間力の強さは距離の  $-7$  乗に比例する。（正答率 83%）
- (38) 気相での水  $\text{H}_2\text{O}$  は無極性分子である。  
 【0】 水  $\text{H}_2\text{O}$  分子は永久双極子を持つ典型的な極性分子である。（正答率 92%）
- (39) 気相での二酸化炭素  $\text{CO}_2$  は無極性分子である。  
 【0】 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  分子は永久双極子を持たないが永久四極子を持つので無極性分子とは言えない。（正答率 13%）ただし高校化学や大学入学試験の化学の出題で「二酸化炭素は無極性分子」として扱われる例は多い。
- (40) 周期的境界条件を用いるとエンタルピーが過小に評価される。  
 【0】 周期的境界条件を用いるとエントロピーが過小に評価される。（正答率 53%）
- (41) モンテカルロ法が数値積分のために用いられる場合がある。  
 【1】 モンテカルロ法が数値積分のために用いられる場合はあった。（正答率 41%）
- (42) モンテカルロ法が最適化のために用いられる場合がある。  
 【1】 モンテカルロ法は最適化のために用いられる場合がある。（正答率 96%）
- (43) ミニマックス法は関数近似のために用いられる。  
 【1】 ミニマックス法は関数近似のために用いられる。最大の計算誤差（機械誤差；マシン・エラー）が最小となるように計算のしかた（アルゴリズム）を調整する場合がある (Press et al., 2007)。（正答率 29%）

- (44) ミニマックス法は危機管理（リスクマネジメント）のために用いられる。  
 【1】ミニマックス法は危機管理（リスクマネジメント）のために用いられる場合がある。（正答率 73%）
- (45) ミニマックス法はゲーム戦略のために用いられる。  
 【1】ミニマックス法はゲーム戦略のために用いられる場合がある。（正答率 88%）
- (46) 方程式の解を求めるために二分（バイセクション）法が用いられる。  
 【1】計算機を用いて方程式の数値的な解を求めるために二分（バイセクション）法を用いることは有効である。（正答率 76%）
- (47) 一変数関数の最適化のために黄金分割法が用いられる。  
 【1】一変数関数の最適化のために黄金分割法が用いられる。（正答率 75%）
- (48) 多変数関数の最適化のためにネルダー・ミード法が用いられる。  
 【1】（正答率 86%）
- (49) ネルダー・ミード法は大域的最適化アルゴリズムに分類される。  
 【0】ネルダー・ミード法は局所的最適化アルゴリズムに分類される。（正答率 53%）
- (50) 遺伝的アルゴリズムは進化論的アルゴリズムのうちの一つとされる。  
 【1】遺伝的アルゴリズム以外の進化論的アルゴリズムとして差分進化アルゴリズムが用いられる。（正答率 89%）

### 【分析】

受講希望登録者数：200名，受験者数：180名（生命・応用化学系：112名，物理工学系：28名，社会工学系：16名，創造工学系：13名，情報工学系：8名，電気・機械工学系：1名）  
 成績報告のための調整をする前の採点結果（素点）では，最高得点：84/100点，最低得点：44/100点，平均得点：65.6点，標準偏差：7.5点となった。Figure 1 に採点結果の分布を示す。概ね正規分布に近い分布となることが確認できる。

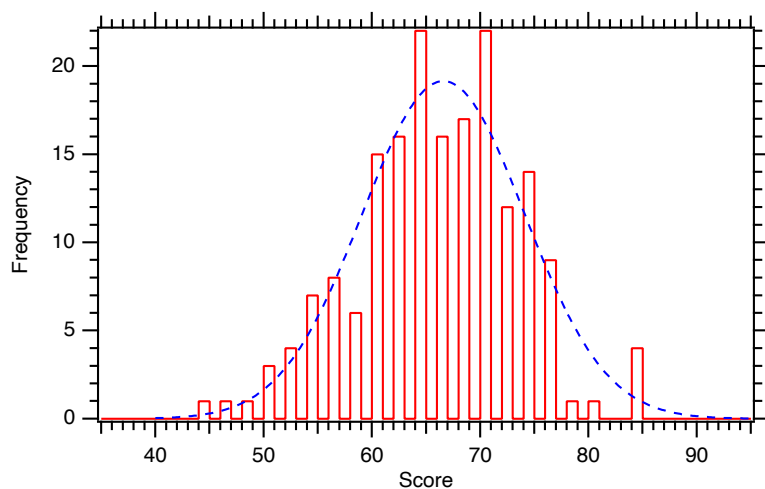


Figure 1 採点結果（素点）の分布（棒グラフ）と平均値 65.6，標準偏差 7.5 の正規分布曲線（青破線）

大学での成績評価において，従来は S（秀）：90–100点，A（優）：80–89点，B（良）：70–79点，C（可）：60–69点，D（不可）：60点未満とするよう指示された。令和 4 年（2022 年）以降，多くの大学で学部学生の成績の割合に制限がつけられるようになり，例えば S は 10% 程度，A は 20% 程度，B は 40% 程度，C は 30% 程度などとされる（文部科学省，2023）。この状況と整合させるために，採点結果（素点）と大学学務課へ報告する成績との間に調整を行なった。調整方法の詳細は非公開とする。

### 文献

Прудников, А.П., Маричев, О.И. & Брычков, Ю.А. (1981). *Интегралы и ряды*. В 3 томах. Том 1. Элементарные функции, Prudnikov, A.P., Brychkov, Y. A. & Marichev, O. I., translated by Queen N. M. (1986). *Integrals and Series, Vol. I*, Gordon and Breach, New York [ISBN: 2-88124-097-6]

ブルドニコフ・ブリチコフ・マリチェフ (1991). 「新数学公式集 I 初等関数」 室谷義昭訳, 丸善 [ISBN-10: 4621036238] [ISBN-13: 978-4621036235] ([↔](#))

Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T. & Flannery, B.P. (2007). “Numerical Recipes 3rd Edition: The Art of Scientific Computing,” Cambridge University Press. [ISBN-10: 0521880688] [ISBN-13: 978-0521880688]. ([↔](#))

文部科学省 「4\_成績評価の基準及び実施状況」 (2023) ([リンク](#)) (2025年2月6日閲覧) ([↔](#))