

平成18年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

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. 出題科目およびページとそれぞれの領域における科目の選択方法は、下表のとおりです。なお、ページ番号のついていない紙は下書き用紙です。

領 域	出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	選 択 方 法
複雑系情報科学領域	微 分 方 程 式	1	1 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
	確 率 統 計 学	2	1 問	
	情 報 数 学	3	2 問	
	ベ ク ト ル 解 析	4	1 問	
知能情報科学領域	情 報 数 学	3	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
	形式言語とオートマトン	5	1 問	
	人 工 知 能	6	1 問	
	ロ ボ テ ィ ク ス	7	1 問	
情報アーキテクチャ領域	情 報 数 学	3	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
	形式言語とオートマトン	5	1 問	
	デ ィ ジ タ ル 論 理 回 路	8	1 問	
	デ ー タ ベ ー ス 工 学	9	2 問	
メディアデザイン領域	認 知 心 理 学	10	1 問	左の3科目すべてを解答してください。
	情 報 デ ザ イ ン	11	1 問	
	ヒューマンインタフェース	12～13	1 問	

3. 解答用紙は9枚に分かれているので、1科目に3枚の解答用紙を用いてください。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙の所定欄に選択した領域名、科目名、受験番号と氏名をはっきりと記入してください。
4. 解答欄内には問題番号（I, IIなど）を、問いなどがある場合には問いの番号（問1など）も記入してから解答を始めてください。
5. 計算または下書き用紙3枚と下書き用原稿用紙1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。

微分方程式

I 時間 t の未知関数 $x = x(t)$, $y = y(t)$ に対する連立微分方程式

$$\begin{cases} \dot{x} = ax + by \\ \dot{y} = cx + dy \end{cases}$$

について以下の問いに答えよ. ただし, a, b, c, d はすべて定数で, $\dot{}$ は t についての1階微分演算を表す. (配点 50 点)

問1 x は微分方程式

$$\ddot{x} - (a + d)\dot{x} + (ad - bc)x = 0$$

を満たすことを示せ. ただし, $\ddot{}$ は t についての2階微分演算を表す.

問2 $(a, b, c, d) = (1, 2, -1, -1)$ のとき, 連立微分方程式の一般解 $(x(t), y(t))$ を求めよ.

問3 問2で得られた解が描く軌道のうち, 初期時刻 $t = 0$ で $(1, 0)$ から出発するものを求め, その概形を x - y 平面に描け.

微分方程式の問題は, このページで終りである.

確率統計学

- I A社が生産するペットボトル入りの飲料水Bの一本の重さは、平均値540g、分散の値が 20.25g^2 の正規分布に従うことが分かっている。このとき、以下の問いに答えよ。（配点50点）

連続確率変数 X が標準正規分布に従うとき、 $P(0 \leq X \leq 1.64) = 0.4500$, $P(0 \leq X \leq 1.96) = 0.4750$, $P(0 \leq X \leq 2.33) = 0.4900$, $P(0 \leq X \leq 2.58) = 0.4950$ となる性質を、必要に応じて用いよ。

- 問1 飲料水B一本の重さをポンドを単位として測ることなく、確率変数の変換則を用いて、飲料水B一本の重さの平均値と分散の値をポンドで示せ。ただし、1ポンドは450gであるとする。
- 問2 生産された飲料水Bから無作為に25本を抽出し、飲料水B一本の重さの標本平均値 \bar{X} を計算した。この標本平均値 \bar{X} が従う確率密度関数を求めよ。ただし、重さの単位はgとする。
- 問3 A社の工場Cで生産された飲料水Bから無作為に25本を抽出し、求めた飲料水B一本の重さの標本平均値 \bar{X} が542gであった。この標本平均値 \bar{X} を用いて、工場Cで生産された飲料水B一本の重さが、A社で製造している飲料水B一本の重さと同じであるかどうかを、有意水準5%で検定せよ。ただし、工場Cで生産された飲料水B一本の重さの分散は、A社全体で生産する飲料水Bの一本の重さの分散と同じであるとする。

確率統計学の問題は、このページで終りである。

情報数学

I 集合 A の直積 $A \times A$ の部分集合 R を集合 A 上の 2 項関係とよび, $(x, y) \in R$ のとき xRy と書く. 2 項関係 R に対して, 反射律, 対称律, 反対称律, 推移律とは

(ア) 反射律: $xRx \quad (x \in A)$

(イ) 対称律: $xRy \Rightarrow yRx \quad (x, y \in A)$

(ウ) 反対称律: $xRy \wedge yRx \Rightarrow x = y \quad (x, y \in A)$

(エ) 推移律: $xRy \wedge yRz \Rightarrow xRz \quad (x, y, z \in A)$

のそれぞれを満足することをいう. 以下の (1)~(3) の集合 A とその上にそれぞれ定義された 2 項関係 R について, (ア) 反射律, (イ) 対称律, (ウ) 反対称律, (エ) 推移律のそれぞれが成り立つかどうかを理由を付して答えよ. (配点 30 点)

(1) A は有理数全体の集合, $R = \{(x, y) \in A \times A \mid x - y \geq 0\}$

(2) $A = \{\text{グー}, \text{チョキ}, \text{パー}\}$, $R = \{(\text{グー}, \text{チョキ}), (\text{チョキ}, \text{パー}), (\text{パー}, \text{グー})\}$

(3) A は正の整数全体の集合, $R = \{(x, y) \in A \times A \mid x = yz \text{ を満たす } z \in A \text{ が存在する}\}$

II 集合 A 上の 2 項関係 R が反射律, 反対称律, 推移律をすべて満たすとき, この R を半順序関係という. 集合 A 上の半順序関係 R が, 次の比較可能性を満たすとき, その R を全順序関係という.

比較可能性: A の任意の要素 x, y に対して, xRy または yRx の少なくとも一方が成立する

問題 I の (1)~(3) のそれぞれで与えられた集合 A とその上に定義された 2 項関係 R に対して, 以下の問いに答えよ. (配点 20 点)

問 1 半順序関係が成り立つかどうかを理由を付して答えよ.

問 2 全順序関係が成り立つかどうかを理由を付して答えよ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

ベクトル解析

- I** (x, y, z) を直交座標系とする空間 \mathbf{R}^3 において、曲面 $x^2 + y^2 = 2$ と曲面 $z = y^3$ の交わりとして与えられる曲線を C とする。 C 上の点 $(1, 1, 1)$ を P とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 円柱座標系 (r, θ, Z) は

$$x = r \cos \theta, \quad y = r \sin \theta, \quad z = Z$$

を満たす座標系である。 t をパラメータとし、円柱座標系による曲線 C の媒介変数表示 $(r(t), \theta(t), Z(t))$ を求めよ。

問 2 点 P における曲線 C の単位接線ベクトルを求めよ。

問 3 点 P における曲線 C の法平面の方程式を求めよ。

ベクトル解析の問題は、このページで終りである。

形式言語とオートマトン

- I** アルファベット $\Sigma = \{a, b\}$ として, aa で始まり aa で終わる言語 L を受理する有限オートマトンを構成することを考える. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

- 問 1** aa で始まり, $\{a, b\}$ からなる任意の文字列 $\{a, b\}^*$ を途中にはさみ, aa で終わる語からなる言語 L' を受理する非決定性有限オートマトンの状態遷移図を作成せよ. ここで, 言語 L' は以下のとおりである.

$$L' = \{aaaa, aaaaa, aabaa, aaaaaa, aaabaa, aabaaa, aabbaa, \dots\}$$

- 問 2** 問 1 で求めた状態遷移図に, 語 aa および aaa を受理する新しい状態を追加して, 言語 L を受理する非決定性有限オートマトンの状態遷移図を作成せよ. ここで, 言語 L は以下のとおりである.

$$L = L' + \{aa, aaa\}$$

- 問 3** 問 2 で求めたオートマトンが決定性か非決定性かを判断し, それが非決定性有限オートマトンのとき, 決定性有限オートマトンに変換せよ.

形式言語とオートマトンの問題は, このページで終りである.

人工知能

- I 図1のグラフにおいて初期状態をA, 目標状態をIとする. このグラフを, (1) 山登り法, (2) 最良優先探索, (3) A* アルゴリズム, で探索し, 各々の探索法により得られたルートとコストを求めよ. なお, ノードの選択にあたって経路の値が同じ場合は, アルファベットの若い方のノードを選ぶものとする. ただし, h' (ヒューリスティック関数) としてマンハッタン距離を採用する. また, 座標 (x_1, y_1) と (x_2, y_2) のマンハッタン距離は $|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$ である. (配点 50 点)

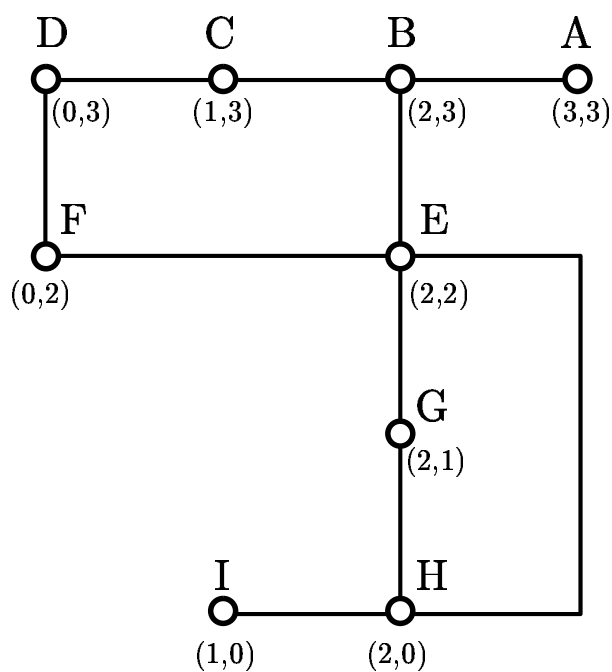


図 1

人工知能の問題は, このページで終りである.

ロボティクス

- I グリッパとは、平行に取り付けられた二本の指の間隔が変化して、物体を把持する構造のロボットハンドである（図1参照）。DC モータにより駆動されるグリッパの制御について、以下の問いに答えよ。ただし、モータに加える電圧 $v(t)$ 、モータの回転速度 $n(t)$ 、モータの回転角度 $\theta(t)$ 、グリッパの指の間隔 $x(t)$ は、連続時間 t の関数として与えられ、それぞれの初期値は時刻 $t = 0$ において 0 である。また、これらをラプラス変換したものを $V(s), N(s), \Theta(s), X(s)$ と表す。

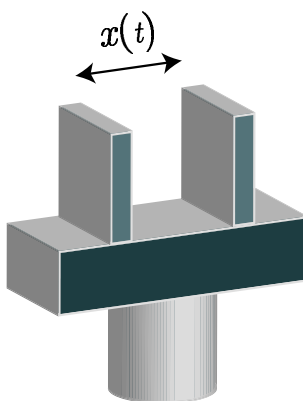


図 1: グリッパ

- 問 1 モータの回転角度とグリッパの指の間隔が比例し、その比例定数を K_g と表す。また、比例定数を K_m として、 $\theta(t) = K_m \int_0^t n(t) dt$ が成り立つ。このとき、モータに加える電圧とグリッパの指の間隔の関係をブロック線図により示せ。ただし、モータに加える電圧とモータの回転速度に関する伝達関数を $G_m(s)$ と表すものとする。
- 問 2 グリッパの指の間隔の目標値が $x_d(t)$ として与えられるとき、比例制御により $x(t)$ を $x_d(t)$ に一致させるフィードバック制御系を実現したい。制御の比例定数を K_p とし、外乱はないものとして、このフィードバック制御系をブロック線図で示せ。
- 問 3 問 2 のフィードバック制御系の伝達関数 $G(s)$ を求めよ。
- 問 4 問 2 のフィードバック制御系の定常位置偏差を求めよ。

ロボティクスの問題は、このページで終りである。

デジタル論理回路

- I 同期式の6進カウンタをDフリップフロップを用いて作成する. このカウンタ回路への入力を A として, A が1のときはカウントアップ, A が0のときはカウントダウンの動作を行い, カウントしている数の状態を X_2, X_1, X_0 に出力する. ただし, カウンタの値が5のときにカウントアップが行われると, カウンタの値は0に戻り, カウンタの値が0のときにカウントダウンが行われると, カウンタの値は5となる. 動作の一例を図1に示す. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点50点)

時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
入力 A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
出力 X_2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
出力 X_1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
出力 X_0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
カウンタの値	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	2	1	0	1	0

図1: 動作の一例

- 問1 図1のような動作をする状態遷移図を作成せよ.
- 問2 問1の状態遷移図に対応する同期式の6進カウンタを最小個数のDフリップフロップで実現した場合, 各Dフリップフロップへの入力の論理式を主加法標準形で表せ. なお, 出力の論理式をもとめる必要はない.
- 問3 問2で求めた論理式を, 「don't care」を考慮しながらカルノー図を用いて簡単化せよ.

デジタル論理回路の問題は, このページで終りである.

データベース工学

I 関係（リレーショナル）代数演算について、次の五つの基本演算：和集合（ \cup ）、差集合（ $-$ ）、直積（ \times ）、射影（ π ）、選択（制限）（ σ ）を使って、下記の(1)~(4)の四つの関係代数演算を表せ。ただし、二つの関係 $R(X, Y)$ および $S(Y, Z)$ （ここに、属性 X, Y, Z において、同じ名前の属性のドメインは同一であるとする）が与えられたとし、例えば、和演算ならば、 $R \cup S$ のように、各基本演算の記号を使って表せ。（配点 20 点）

- (1) 共通集合（積）（ \cap ）
- (2) 結合（ \bowtie ）
- (3) 自然結合（natural join）
- (4) 商（除算）（ \div ）

II 次のようなオークションの関係データベースを考える。このとき、以下の問いに答えよ。（配点 30 点）

参加（会員 ID, 会員名, 経験年数）

物件（物件 ID, 物件名, 出品者, 出品日, 予約値段）

競売（会員 ID, 物件 ID, 入札価格, 入札日）

問 1 クエリ「(まだ) 入札されていない物件の ID と物件名を出力せよ」を SQL 文で示せ。ただし、EXCEPT あるいは、NOT EXISTS を使用してもよい。

問 2 クエリ「物件名 'A' を入札した会員の名前を整理して出力せよ」を SQL 文で示せ。

データベース工学の問題は、このページで終りである。

認知心理学

- I 錯視現象が示すように、われわれに見えている世界は、物理的世界そのものの写しではない。これについて、ミュラーリヤー錯視を例に、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 図1にミュラーリヤー錯視図を示す。この図が引き起こす現象を、認知心理学的に説明せよ。(50 字程度)

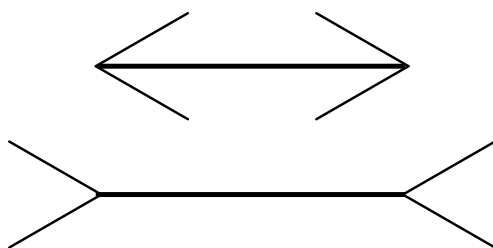


図 1: ミュラーリヤー錯視図

問2 図2のような図形で、中央の矢羽を左右にスライドさせ、2領域の水平線分の主観的等価点を求めて錯視量を測定する手続きを述べよ。(100 字程度)

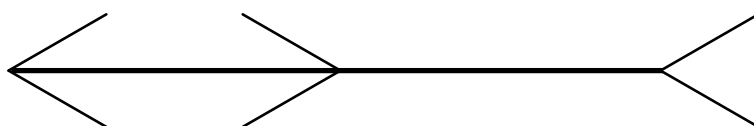


図 2: ミュラーリヤー錯視図の変形

問3 問2で述べた手続きを用い、錯視量について信頼性のある測定をしたい。長さの変化方向の効果・順序効果・個人差・測定誤差によるデータの偏りを小さくし、測定の信頼性を上げることに留意して、全被験者のデータを30分程度で収集できるよう被験者数や各条件の実施順序を決め、実験計画を具体的に述べよ。そのさい、(1) 被験者、(2) 測定条件、(3) 実施順序、の3項目に分けて文章で記述せよ。(150 字程度)

認知心理学の問題は、このページで終りである。

情報デザイン

- I 図1は、あるオンラインショッピング画面の模式図である。ここには六つの商品が並んでいる。これらの六つの商品の特徴を視覚的に理解できるように、ピクトグラムやダイアグラムなどで図解せよ。さらに、その制作意図も簡潔に説明せよ。ただし、図解には鉛筆および配布した色鉛筆を用いること。（配点 50 点）

機種A プラズマテレビ 46インチ 55万円 2005年7月発売	機種B 液晶テレビ 30インチ 33万円 2005年5月発売	機種C プラズマテレビ 54インチ 40万円 2005年2月発売
機種D 液晶テレビ 22インチ 19万円 2005年6月発売	機種E プラズマテレビ 62インチ 64万円 2005年4月発売	機種F 液晶テレビ 38インチ 24万円 2005年3月発売

図 1: オンラインショッピングの画面の模式図

情報デザインの問題は、このページで終りである。

ヒューマンインタフェース

- I 図1は、あるメーカーの電気ポットの操作部の説明図である。基本機能は、水を沸騰させてカルキを抜く、保温状態で湯を貯めておく、必要なときに湯を抽出することである。

このポットを初めて使うユーザーを想定し、図1を見ながら以下の問いに答えよ。
(配点 50 点)

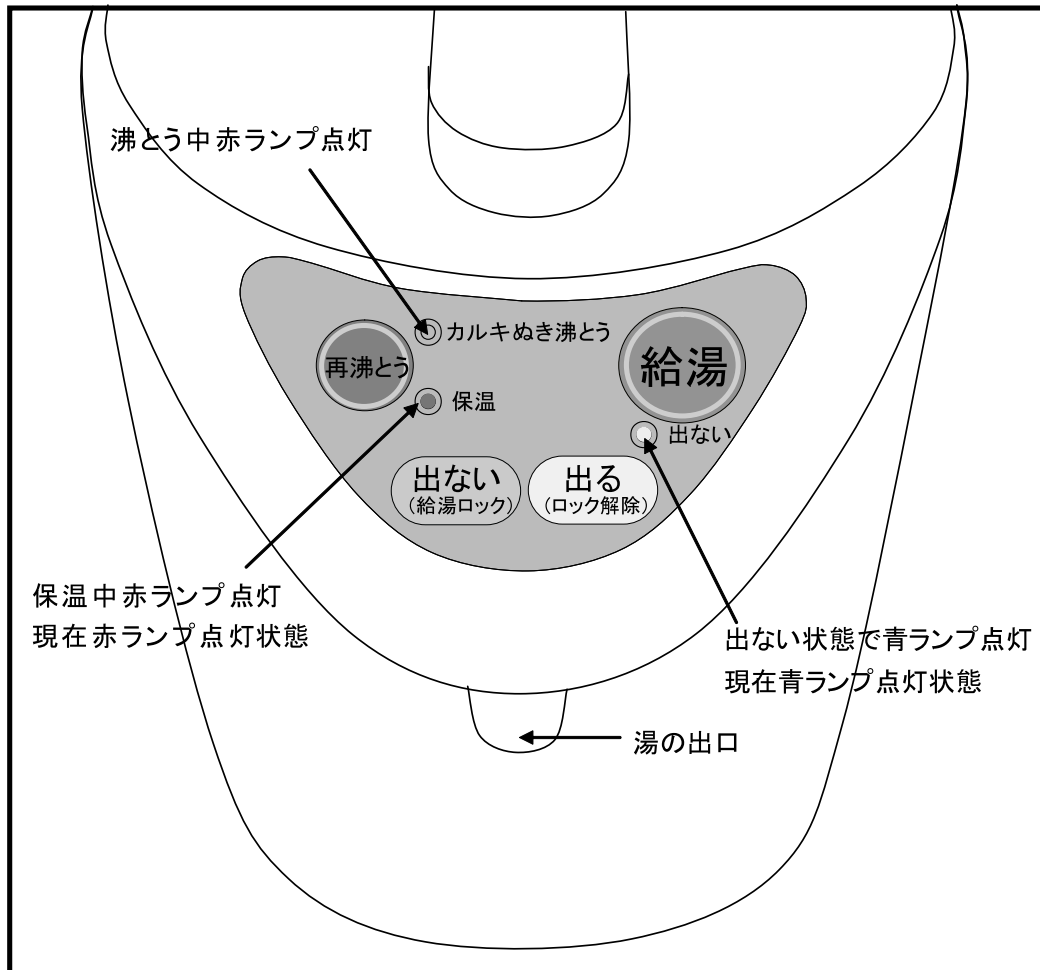


図 1: 電気湯沸し器とその操作部の説明図

- 問 1 湯の出口の下にコップを置いて、コップに湯を注ごうとしたとき、最初に操作すると思われるボタンはどのボタンか。また、何故そう思われるのか、その理由を説明せよ。

問2 初めて使うユーザーにとって、このポットのヒューマンインタフェース上の問題は何か。箇条書で五つあげよ。

問3 この操作部を改善するとしたら、どのように操作部をデザインすれば良いと思うか。図2に示す操作部の形状と同じ図形を解答用紙に描き、その図形内に操作部のデザインを具体的な図で描け。さらに、描いたデザインの下に、改善の意図を文章で説明せよ。ただし、図を描く道具として鉛筆以外に配布した色鉛筆を使ってもよい。また、図だけでは表現できない内容があれば、図1に示すようにその部分を矢印で指し示し、説明文を付け加えてもよい。

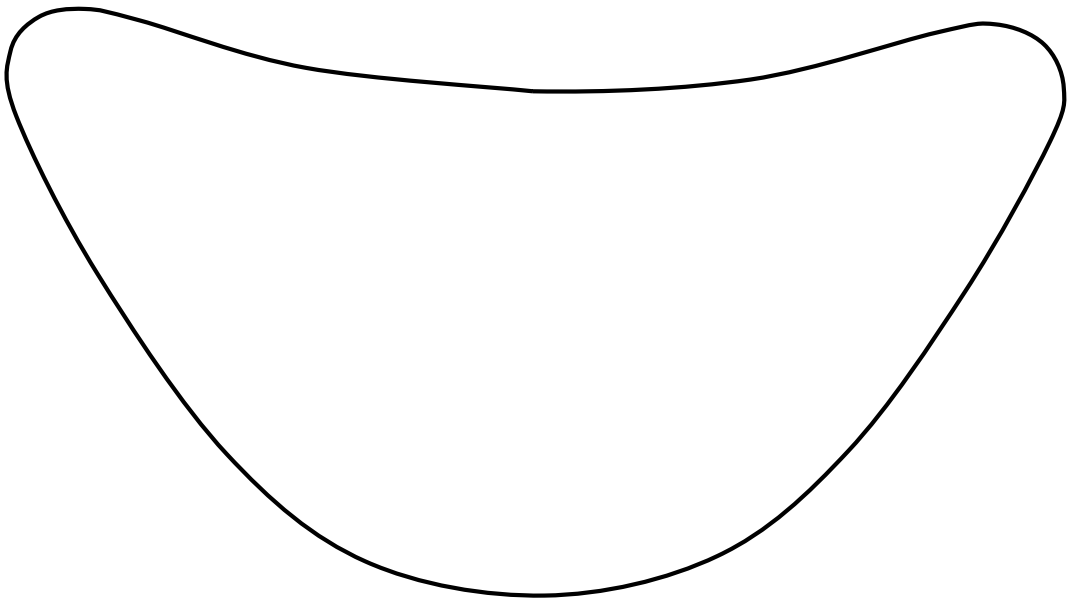


図 2: 改善を行う操作部

ヒューマンインタフェースの問題は、このページで終りである。

解 答 冊 子

博士(前期)・専門科目

氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (1)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (1)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (2)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (2)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (3)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (3)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (4)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (4)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (5)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (5)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (6)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (6)

(枠内に解答を書くこと)

氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (7)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (7)

(枠内に解答を書くこと)

氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (8)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (8)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (9)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (9)

(枠内に解答を書くこと)

[計算用紙/下書き用紙]

[計算用紙/下書き用紙]

[計算用紙/下書き用紙]

[下 書 き 用 原 稿 用 紙]

	10	20
		40
		80
		120
		160
		200

	10	20
		40
		80
		120
		160
		200

	10	20
		40
		80
		120
		160
		200

(20字×10行×3)