

大学入学者選抜改革推進委託事業  
情報学的アプローチによる  
「情報科」大学入学者選抜における評価手法の研究開発

## 「情報科」における思考力・判断力・表現力の評価手法 およびCBTプロトタイプシステムに関する研究



受託機関



連携大学等



大阪大学

大学院情報科学研究科

萩原兼一

東京大学

大学院情報理工学系研究科

萩谷昌己

<http://www.ist.Osaka-u.ac.jp/japanese/research/mext.html>

## 情報学的アプローチによる「情報科」大学入学者選抜における評価手法の研究開発 (大阪大学、東京大学、情報処理学会)

### 「情報科」入試実施における評価手法の検討

- 次期指導要領を加味した知識体系の整理
- 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討
- 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価方法の検討
- 模擬試験の問題作成と実施

### 「情報科」CBTシステム化に関する研究

- 「知識・技能」+「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討
- 「情報科」試行用CBTシステムの仕様策定
- 「情報科」試行用CBTシステムの構築と試行実施
- 大規模CBT構築への要求要件整理

### 情報技術による入試の評価に関する研究

- AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価(難易度、評価項目の被覆率など)
- AI/ビッグデータ技術による作問検討
- 模擬試験結果とループブリックによる検証
- CBTの新たなユーザ・インタフェース検討

### 広報活動と動向調査研究

- シンポジウムや大会セッションなどのイベント企画
- 高等学校や予備校などとの連携
- 産業界での情報関連スキルのニーズ調査
- 国内外の動向調査
- 他教科評価手法検討への知識供与

## 「情報科」入試実施における評価手法の検討

- 次期指導要領を加味した知識体系の整理
- 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討
- 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価方法の検討
- 模擬試験の問題作成と実施

## 「情報科」CBTシステム化に関する研究

- 「知識・技能」+「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討
- 「情報科」試行用CBTシステムの仕様策定
- 「情報科」試行用CBTシステムの構築と試行実施
- 大規模CBT構築への要求要件整理

## 情報技術による入試の評価に関する研究

- AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価  
(難易度、評価項目の被覆率など)
- AI/ビッグデータ技術による作問検討
- 模擬試験結果とループリックによる検証
- CBTの新たなユーザ・インタフェース検討

## 広報活動と動向調査研究

- シンポジウムや大会セッションなどのイベント企画
- 高等学校や予備校などとの連携
- 産業界での情報関連スキルのニーズ調査
- 国内外の動向調査
- 他教科評価手法検討への知識供与

# 検討作業部会（2016年度第1目標）

（第1目標に関してはCBTを意識しない方がよい）

- 思考力、判断力、表現力の定義
- 情報科の全国模試の過去問を分類
- 「情報科」（次期学習指導要領）を対象に，  
「知識・技能」＋「思考力・判断力・表現力」  
を評価する入試問題を検討・作成する
- 評価方法の検討
  - ルーブリック 観点・尺度の検討
- （最終的には各大学で作問・評価できるように作問方法などの体系化を目指す）
  - 問題集，問題マニュアル，．．．

# 検討作業部会（2016年度第2目標）

- 各種CBT調査
- CBT (Computer Based Testing) プロトタイプ作成
- 第1目標で作成した「情報科」入試問題のうち、どのようなものはCBTを用いて実施できるかを検討する
  - CBT機能の検討（特に、表現力評価、採点）
  - すべての問題をCBT化できなくてよい
- CBTが必要とする機能を検討
  - 大学が個別入試で使用できる程度の規模のもの
  - 2016年度プロトタイプは既存問題 +  $\alpha$  が実施できるものを目標とする
  - （2018年度）大規模CBT実施の検討に向けた知見提供
- （2017年7月 CBTプロトタイプを用いた模擬試験を実施 阪大・東大の1年生対象）
- （最終的には）CBTシステムの開発とCBT利用マニュアルの作成



「思考力・判断力・表現力」

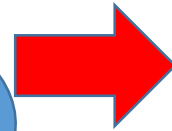
とは何だろうか？

この日本語で議論していても  
発展させるのが難しい

まず、これらを**定義**しよう！

「思考力」  
「判断力」  
「表現力」

「計算可能」  
「計算不可能」



チューリング機械

コンピュータサイエンスのDNA

# 思考力の定義

- **(Tr) reading** (自分にとって必ずしも馴染みのない) 記述を読んで意味を理解する力。
  - 問題: 記法の定義やその定義を参照する記述の読解ができていることを見る問題。
- **(Tc) connection** (一見関連が分からないところから) 結び付きを見出す力。
  - 問題例: 多数の事項の中から結び付きを発見できるか見る設問。
- **(Td) discovery** (Tc で結び付きを発見したものを含めた事項の集まりに関して) 直接に示されていない事柄を発見する力。
  - 事柄としては、次のものが考えられる。
    - 事項どうしの関連が持つ規則・規則性やトレードオフ。
    - 事項に内在する問題・法則・原理。これらは「問題発見」「仮説構築」に相当する。
    - 事項の特性や振舞いを説明する上で有用なモデル化や抽象化。
    - 事項に対する現に記述されているのとは異なる視点。
    - 事項が記述されている範囲(文書等) 外のものと事項との関連。
    - 事項の記述・表現に内在する意図。
  - 問題例: 事項の記述を与えた上で、上記のような新たな事柄を発見できるかを見る設問。
- **(Ti) inference** (Tc で結び付きを発見したものやTd で発見したものを含めた) 事項・事柄の集まりに対し推論を適用する力。
  - 問題例: 推論の正しさ判別を見たり、推論そのものを構築させる。

# 判断力の定義

- (Ju) judgement . (優先順位づけを含め) 複数の事項 (トレードオフを含む) の中から、規定した基準において上位ないし下位のものを選択する力。
- 基準としては、次のものが考えられる
  - 個数、効率、金額などの工学的に合理的な指標
  - 社会的、倫理的、道徳的な影響や重要度
  - 制約条件を与えることで順位が変化するような指標 (セキュリティ、安全などエンジニアリングデザイン的な指標)
- 問題例: 設問によって与えられた事項や、Tc の結び付きの中から、Td で発見した事柄の中から、あるいはTi の推論の道筋の中から、正しいものや重要なものを選ぶ設問。必要に応じて前提とする状況や制約を付記する。

# 表現力の定義

- (Ex) Expression . (与えられた基準において有用な) 表現を構築/考案/創出する力。
- 基準としては、次のものが考えられる。
  - . 日本語記述としての適切性(内容が過不足ない、把握しやすい提示順序、適切な接続関係の採用など)。
  - 図や絵(グラフや状態遷移図その他特定の図法によるもの、および一般的な模式図や絵の形のもの)、表などで事項を表現する場合の適切性。重要な事項が読み取りやすく表現されているか、アピールするかなど。
  - 自分や他者の問題解決に資する表現としての適切性(提示された問題の本質的な部分の選択や解決に至りやすい構造の選択など)。
  - プログラムなど処理手順記述としての適切性(求める結果の出力や構文規則への合致など)。
  - 自分と必ずしも前提が共通しない他者に理解可能な表現としての適切性(コミュニケーション内容としての適切性)。
  - SNS やネットなどの場における行動の適切さ(誤解を生まない、他者に迷惑を掛けない、自分や他者にとって価値がある等)。
- 問題例: 設問によって与えられた事項や、 $T_c$  の結び付きについて、 $T_d$  の発見した事柄について、あるいは $T_i$  の推論の道筋について、適切な表現を構築する設問。 $T_r$  の記法や定義(所与のものまたは自分で定める)を適切に活用した記述も含む。必要に応じて前提とする状況や制約を付記する。

# 思考力等の定義と次の資料内容との整合性

・ 中央教育審議会教育課程部会,

次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ(第2部)

(情報, 主として専門学科において解説される各教科・科目、道徳教育),  
2016. 8. 26. [1], p6 別添14-1

「情報科において育成を目指す資質・能力の整理」

・ 中央教育審議会総則・評価特別部会(第4回) 配布資料資料2-1

情報に関する資質・能力について, 2016. 1. 18. [2], p5

「資質・能力の三つの柱から整理した、高等学校卒業までに全ての生徒に育むべき情報に関わる資質・能力のイメージ(案)」

・ 文部科学省高大接続システム改革会議(第1回) 資料6, 2015. 3. 5 [3], p2

「新テストで評価すべき能力等(特に思考力・判断力・表現力等)のイメージについて(たたき台の一例)(1)」

・ 文部科学省高大接続システム改革会議(第4回) 資料1 高大接続システム改革会議(中間まとめ)(素案), 2015. 7. 13[4]. P23

「問題発見・解決のプロセスとプロセスの中で働く思考・判断・表現等のうち、特に重視すべきものの例」

# 情報科の過去問 の分析

# 過去問の分析

		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8
<b>情報I</b>																				
1-1a	情報化と社会				○															
1-1b	法/制度/マナー/モラル/セキュリティ																			
1-2	問題の発見/解決						T12 J1													
1-3	情報とメディアの特徴、情報デザイン、信頼性/信憑性、著作権			○																
1-4	コミュニケーション																			
1-5a	コンピュータの原理		○																	
1-5b	情報の表現													○						
1-5c	コンピュータによる問題解決																			
1-6a	アルゴリズム							T1	T1	T1	T12 E1	T12								
1-6b	モデル化					T12 J1														
1-6c	シミュレーション、最適化					T12 J1														
1-7	自分の情報活用を振り返り評価(自己認識)																			
1-8	ネットワークの仕組み、プロトコル、セキュリティ	○											T2 E1	T2 E1	○	○	○	○	○	
1-9a	クラウド、データベース																			
1-9b	問題発見への活用																			
<b>情報II</b>																				
2-1	情報技術、情報社会の歴史概観、AIと未来																			
2-2	問題の発見・解決に情報技術を活用する																			
2-3	多様な情報コンテンツの特性、処理、表現方法、圧縮																			
2-4	多様な情報コンテンツによるコミュニケーション																			
2-5	多様なデータの特性/処理/表現、統計的手法の活用、ビッグデータ分析																			
2-6	問題の発見・解決にデータ活用																			
2-7a	複数の情報機器の協調、セキュリティ(暗号)																			
2-7b	システム設計、PM																			○
2-8	問題の発見・解決と情報システム																			
2-9	自らの情報活用の振り返り、評価、試行錯誤																			



ループリック

# 情報Ⅰ 必履修科目

ループリックの観点

問題の発見・解決に向けて、事象を情報とその結び付きの視点から捉え、情報技術を適切かつ効果的に活用する力を育む科目

## (1) 情報社会の問題解決

中学校までに経験した問題解決の手法や情報モラルなどを振り返り、これを情報社会の問題の発見と解決に適用して、情報社会への参画について考える。

## (2) コミュニケーションと情報デザイン

情報デザインに配慮した的確なコミュニケーションの力を育む。

## (3) コンピュータとプログラミング

プログラミングによりコンピュータを活用する力、事象をモデル化して問題を発見したりシミュレーションを通してモデルを評価したりする力を育む。

## (4) 情報通信ネットワークとデータの利用

情報通信ネットワークを用いてデータを活用する力を育む。

# 情報Ⅱ 選択科目

ループリックの観点

「情報Ⅰ（仮称）」において培った基礎の上に、問題の発見・解決に向けて、情報システムや多様なデータを適切かつ効果的に活用し、あるいは情報コンテンツを創造する力を育む科目

(1) 情報社会の進展と情報技術

情報社会の進展と情報技術との関係について歴史的に捉え、AI等の技術も含め将来を展望する。

(2) コミュニケーションと情報コンテンツ

画像や音、動画を含む情報コンテンツを用いた豊かなコミュニケーションの力を育む。

(3) 情報とデータサイエンス

データサイエンスの手法を活用して情報を精査する力を育む。

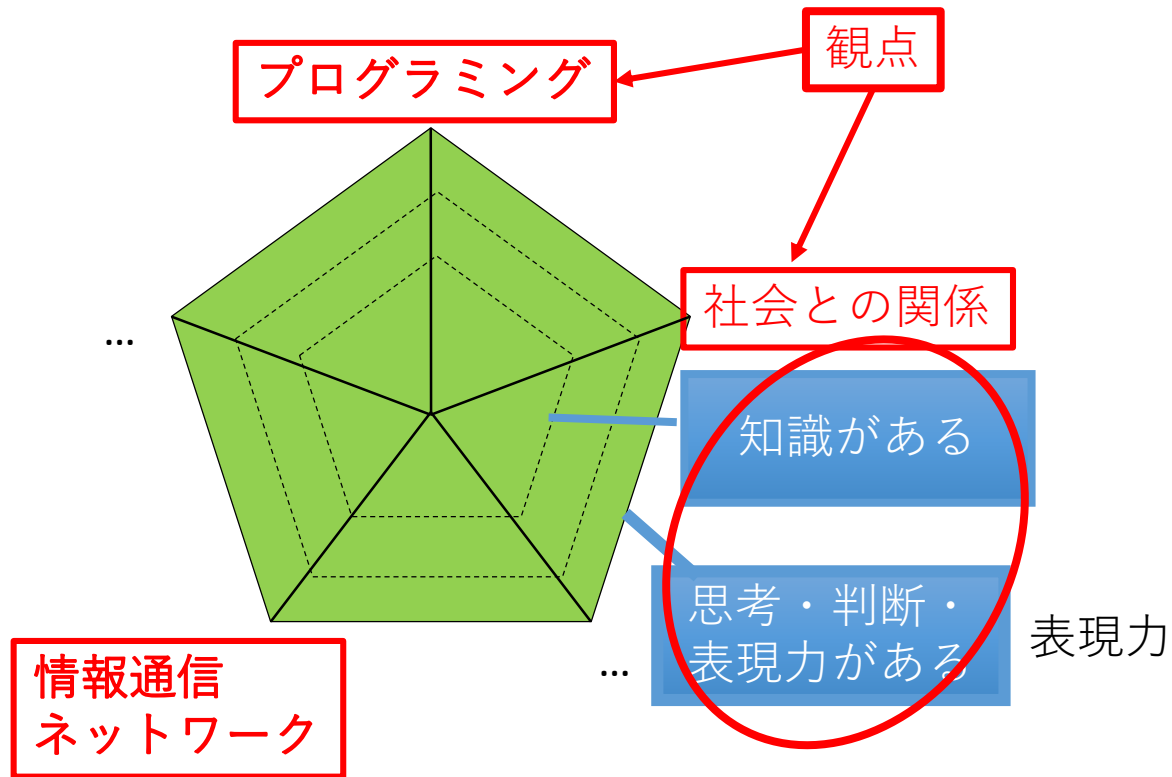
(4) 情報システムとプログラミング

情報システムを活用するためのプログラミングの力を育む。

○ 課題研究

情報Ⅰ（仮称）及び情報Ⅱ（仮称）の(1)～(4)における学習を総合し深化させ、問題の発見・解決に取り組み、新たな価値を創造する。

# 思考力・判断力・表現力を評価できるルーブリックが作れるか？



ルーブリックを使う

## ループリック案 観点「プログラミング」の場合

- 1-1 与えられたプログラムの構文が**認識**できる。
- 1-2 与えられたプログラムの動作を**トレース**できる。
- 2-1 与えられたプログラムの動作が**説明**できる。
- 2-2 与えられたプログラムを**異なる目的に沿って修正**できる。
- 3 与えられたアルゴリズムを**プログラムとして表現**できる
- 4-1 与えられた問題を解く**プログラムが書ける**
- 4-2 与えられた尺度でより良い**プログラムが書ける**

# ループリック案 観点「プログラミング」の場合（その1）

## 1-1 与えられたプログラムの構文が認識できる。

Tr: プログラムの構文（文法）が自分にとって馴染みがないものとして、プログラムの各部の記述を読んでその意味（この場合は文法構造）を理解する。

Tc: プログラムの構文に従って、プログラムの各部の結び付きを見出す。たとえば、繰り返しの始まりと終わりなど。

## 1-2 与えられたプログラムの動作をトレースできる。

Tr: プログラムの構文が自分にとって馴染みがないものとして、プログラムの各部の記述を読んでその意味（この場合は操作的意味）を理解する。

Tc: プログラムの実行経路に従って、プログラムの各部の結び付きを見出す。つまり、実行順に命令を結び付ける。たとえば、条件分岐の条件の真偽に従って、次に実行される命令を見出す。

## 2-1 与えられたプログラムの動作が説明できる。

Ex: プログラムの動作説明の表現を構築する。

Tc: プログラムの正しさを説明する場合など、与えられた仕様（目的・意図）に照らしてプログラムの動作を説明する場合は、仕様の各部とプログラムの各部の結び付きを見出す。

Ti: 上記の場合で、さらに必要な推論を行う

Td: プログラムの動作そのものを説明するだけでなく、プログラムの仕様（目的・意図）を説明する場合は、プログラムに直接に示されていない仕様を見出す。

Ti: 上記の場合で、さらに必要な推論を行う

## 2-2 与えられたプログラムを異なる目的に沿って修正できる。

Tc: プログラムの中で、与えられた目的に関連する部分を見出す。

Td: 異なる目的を達成するために、関連する部分をどのように書き替えるべきかを見出す。

Ti: 上記の場合で、さらに必要な推論を行う

## ルーブリック案 観点「プログラミング」の場合（その2）

### 3 与えられたアルゴリズムを**プログラムとして表現できる**

Td: アルゴリズムの各部に対応するプログラムの構成要素を見出す。

Ex: プログラムという表現を構築する。

### 4-1 与えられた問題を解く**プログラムが書ける**

Td: 問題を解くために必要なプログラムの構成要素を見出す。

Ti: それらを組み合わせて問題を解く。直接的に構築されるのはプログラムだが、その背後では、問題を解くための推論も構築される。

Ex: プログラムという表現を構築する。

### 4-2 与えられた尺度でより良い**プログラムが書ける**

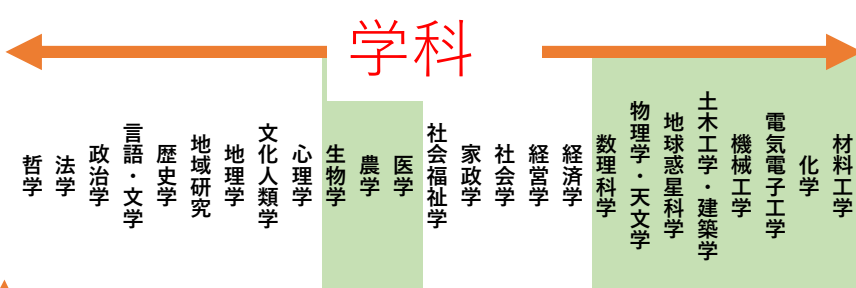
Ju: 与えられた尺度という基準において、候補となるプログラム（の構成要素）の中から上位ないし下位のものを選択する。

Ex: プログラムという表現を構築する。

# 大学の学部／学科で教育している「情報」項目

- 参照基準から抽出
- 情報処理学会の調査結果から推測
- 大学の授業などから類推

## 学科



情報項目	哲学	法学	政治学	言語・文学	歴史学	地域研究	地理学	文化人類学	心理学	生物学	農学	医学	社会福祉学	家政学	社会学	経営学	経済学	数理科学	物理学・天文学	地球惑星科学	土木工学・建築学	機械工学	電気電子工学	化学	材料工学	
ジェネリックスキル																										
ジェネリックスキル																										
情報を扱う人間の特性と社会システム																										
情報を扱う人間の特性と社会システム・情報に関わる社会的なシステム・経済システムの存立と情報																										
情報を扱う人間の特性と社会システム・近代社会からポスト近代社会へ																										
情報を扱う人間の特性と社会システム・情報に関わる社会的なシステム																										
ジェネリックスキル・情報一般の原理																										
ジェネリックスキル・情報一般の原理・社会において情報が創造・伝達される過程と仕組み・情報技術を基盤にした文化																										
情報の表現・蓄積・管理・情報の変換と伝達																										
情報の表現・蓄積・管理・情報の変換と伝達																										
情報の認識と分析																										
情報の認識と分析・情報学に固有の能力																										
情報学に固有の能力																										
情報学に固有の能力																										
情報の表現・蓄積・管理・情報学に固有の能力																										
計算・各種の計算・アルゴリズム																										
計算・各種の計算・アルゴリズム																										
計算・情報学に固有の能力																										
コンピュータのハードウェア・入出力装置																										
基本ソフトウェア																										
情報システムの効果を得るための技術																										
情報システムの効果を得るための技術																										
情報システムを開発する技術・情報システムと人間のインタフェースに関する原理や設計方法																										
情報システムを開発する技術																										
情報システムを開発する技術																										

## 情報科の項目



# CBT プロトタイプ作成

# CBTシステムの調査

## 調査したCBT



















医学系CBT, OEFL/TOEIC (Educational Testing Service), SAT(Scholastic Assessment Test, College Board), ITパスポート, J-CAT日本語テスト(Japanese Computerized Adaptive Test), 統計検定, Microsoft Office Specialist, 薬学系CBT, CASEC(Computerize Assessment System for English Communication, 英検)

## 調査した項目

分類（ランダム，アダプティブ），IRT（Item Response Theory：項目応答理論）の有無  
実施形態（IBT(Internet Based Testing), 指定会場，学校などの機関による実施)  
規模（1回あたりの受験者数），回数（1年あたりの実施回数），受験費用  
試験時間，試験の性質（能力計測/合否）  
機材，機材環境，ネットワーク接続，監督方法  
問題作成体制，問題の作成手順（メタな作成手順のようなものを持っているか）"  
問題プールの数，1回あたりの出題数  
出題形式（大問，中間，小問構成など）  
解答形式（戻れない，問題ごとの時間制限など）  
思考力・判断力・表現力が問えているか？  
問えているとするとどういう工夫をしているか？  
どんなCBTの特性を使っているか？(前の問題に戻れない等)"  
即時採点の有無

# CBTシステムの調査結果抜粋

- **小問形式**の問題を多数用意してアイテムプールを作り、**IRT**（項目応答理論）を利用して採点するタイプが多い（**ランダム**出題）
- 解答結果により次に問う問題が異なる**アダプティブ**（適応型）
- 医療系大学間共用試験の「**順次解答連問形式**」のように1つの状況で複数の問題を後戻りすることなく順次解答させ、全体的な理解度を評価するもの
- これらは
  - 資格認定などに向くが、
  - 日本的入学試験に向くか？

0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.2			
1.5			
2.0			

# 2017年度試験用のCBTシステム

- 2017年度模擬試験用**CBT**プロトタイプシステム
  - 過去の「**情報入試全国模試**」が**実施可能**であること
    - 情報入試研究会／**IPSI**情報入試委員会が作問
    - 設問の作り方（大問／中間／小問）
    - 解答形式（選択，穴埋め，記述，**短冊形**）
  - **小規模実施**
    - 多くても大学の学年単位
  - **パソコン，キーボード／マウス**での解答
  - **CBT**ならではの**インタフェース**を加えて
    - 解答のナビゲーションなど
  - **ウェブブラウザ**上で**駆動**

# 過去問の 解答用紙例

情報

解答用紙

第4回大学情報入試全国模擬試験#005B

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

第1問

問1 \_\_\_\_\_ 問2 \_\_\_\_\_ 問3 \_\_\_\_\_

問4 (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_ (5) \_\_\_\_\_

問5 (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ 問6 \_\_\_\_\_

第2問

問1 \_\_\_\_\_ 問2 \_\_\_\_\_ 問3 \_\_\_\_\_

問4


問5 (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_ (5) \_\_\_\_\_ (6) \_\_\_\_\_

第3問

問1 (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_

問2


問3


問4 \_\_\_\_\_ 問5 \_\_\_\_\_ 問6 \_\_\_\_\_

問7 \_\_\_\_\_ 問8 \_\_\_\_\_

# 受験者用画面構成(サンプルイメージ)

試験問題登録者 qr0001

試験問題定義書投入

第4回大学情報入試全国模擬試験

試験問題プレビュー

第1問 情報の科学 <

第2問 情報の科学 <

ログアウト

6個のライトそれぞれについて、ライトが点灯していれば1と書き、点灯していなければ0と書いて、ライトの番号の順に左から右へと並べると6桁の数字の列が得られる。この列をライトの点灯状態と呼ぶ。点灯状態の左2桁を二進法での数表現とみたときに得られる値がm、右4桁を二進法での数表現とみたときに得られる値がnであるとき、点灯状態は、 $2^m \times n$ を表すとする。ただし、 $2^0$ は1である。

以下の(1)~(5)について、答えを下の解答群の選択肢から選べ。

(1)点灯状態が100001で表される数を答えよ。

2  4  12  32  40  120  128  250  256

(2)表すことができる最大の数を選択せよ。

2  4  12  32  40  120  128  250  256

(3)表すことができる最大の数をセレクトボックスから選択せよ。

(4)数値を入力せよ。

(5)都道府県を都道府県庁が北の順に並び替えよ。

選択肢

解答欄

左ペイン

短冊型解答  
プログラム記述などに効果的

## \*左ペイン・問題構成部分の表示

- 解答済みか否かを表示で区別可能
- 画面全体をスクロールアップ/ダウンしても表示画面中に残ります
- 問題番号をクリックするとその問題の先頭画面を表示する。