

## 目次

|   |        |
|---|--------|
| 【資料1】 養成する人材像とディプロマ・ポリシーとの相関及び整合性                         | …p. 2  |
| 【資料2】 養成する人材像とカリキュラム・ポリシーとの相関及び整合性                        | …p. 3  |
| 【資料3】 カリキュラム・ポリシーとアドミッション・ポリシーの相関及び整合性                    | …p. 4  |
| 【資料4】 J17-CS 領域の知識体系                                      | …p. 5  |
| 【資料5】 J17-CE 領域の知識体系                                      | …p. 16 |
| 【資料6】 データサイエンス・カリキュラム標準（専門教育レベル）の知識体系                     | …p. 18 |
| 【資料7】 情報工学部情報工学科カリキュラム                                    | …p. 46 |
| 【資料8】 コンピュータ工学コース履修モデル                                    | …p. 47 |
| 【資料9】 データ科学コース履修モデル                                       | …p. 48 |
| 【資料10】 コンピュータ工学コースで教員免許を取得できる履修モデル                        | …p. 49 |
| 【資料11】 データ科学コースで教員免許を所得出来る履修モデル                           | …p. 50 |
| 【資料12】 情報工学部 情報工学科 時間割                                    | …p. 51 |
| 【資料13】 教育委員会・金沢学院大学附属中学校教育実習受入承諾書                         | …p. 52 |
| 【資料14】 石川県立小松商業高校・金沢市立工業高校<br>・金沢学院大学附属高校教育実習_学校体験活動受入承諾書 | …p. 57 |
| 【資料15】 金沢・野々市・かほく・白山市立中学校一覧                               | …p. 63 |
| 【資料16】 令和4年度 インターンシップ受け入れ先組織一覧                            | …p. 67 |
| 【資料17】 金沢学院大学・金沢学院短期大学研究活動における倫理規準                        | …p. 70 |
| 【資料18】 金沢学院大学・金沢学院短期大学研究倫理委員会規程                           | …p. 75 |
| 【資料19】 学校法人金沢学院大学評価委員会規程                                  | …p. 77 |
| 【資料20】 大学自己点検・評価委員会規程                                     | …p. 80 |
| 【資料21】 金沢学院大学ファカルティデベロップメント(FD)委員会規程                      | …p. 82 |

## 【資料1】 養成する人材像とディプロマ・ポリシーとの相関及び整合性

### 養成する人材像

コンピュータや情報ネットワークの仕組みを理解したうえで、

1. ネットワークシステムやソフトウェアを設計・構築・運用することにより、社会においてDX（デジタルトランスフォーメーション）を推進できる人材。
2. ビッグデータと機械学習を組み合わせた新時代のデータ分析により、社会においてDXを推進できる人材。

### ディプロマ・ポリシー(卒業認定・学位授与の方針)

定められた年限在学し、所定の単位（卒業研究を含む）を修得し、DXの推進に必要となる以下を満たす学生の卒業を認定し、学士（工学）の学位を与える。

- 1) コンピュータや情報ネットワークの仕組みを理解している
- 2) コンピュータ工学、あるいはデータ科学の核となる知識と実践力を身に付けている

## 【資料2】 養成する人材像とカリキュラム・ポリシーとの相関及び整合性

### 養成する人材像

コンピュータや情報ネットワークの仕組みを理解したうえで、

1. ネットワークシステムやソフトウェアを設計・構築・運用することにより、社会においてDX（デジタルトランスフォーメーション）を推進できる人材。
2. ビッグデータと機械学習を組み合わせた新時代のデータ分析により、社会においてDXを推進できる人材。

カリキュラム標準  
J17

コンピュータエンジニアリング領域  
コンピュータ科学領域

データサイエンス・カリキュラム標準

### カリキュラム・ポリシー(教育課程編成・実施の方針)

1. 情報工学の基礎となる、数学、統計学、物理学の重点的な初年次教育を実施する。
2. コンピュータや情報ネットワークの仕組みの理解に必要となる、コンピュータ科学の科目を開講する。
3. 2年次始めにコンピュータ工学、データ科学コースに分け、2年次以降それぞれの専門科目を開講する。
4. 実践的能力を養うために演習科目を設けるとともに、卒業研究を課す。
5. 各科目の評価基準・方法はシラバスに示す。また、複数開講される同一科目において著しい成績分布の差異が生じないよう基準を設け、客観的な成績評価を実施する。

## 【資料3】カリキュラム・ポリシーとアドミッション・ポリシーの相関及び整合性

### カリキュラム・ポリシー(教育課程編成・実施の方針)

1. 情報工学の基礎となる、数学、統計学、物理学の重点的な初年次教育を実施する。
2. コンピュータや情報ネットワークの仕組みの理解に必要となる、コンピュータ科学の科目を開講する。
3. 2年次始めにコンピュータ工学、データ科学コースに分け、2年次以降それぞれの専門科目を開講する。
4. 実践的能力を養うために演習科目を設けるとともに、卒業研究を課す。
5. 各科目の評価基準・方法はシラバスに示す。また、複数開講される同一科目において著しい成績分布の差異が生じないよう基準を設け、客観的な成績評価を実施する。

### アドミッション・ポリシー(入学者受入れの方針)

1. DXの推進に取り組む意欲を持つ
2. 大学で学修するために必要な数学と理科、及び英語の基礎的な力を備えている

# J17-CS領域の知識体系

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.1. Algorithms and Complexity (AL) アルゴリズムと計算量                            | コンピュータを様々な問題の解決に役立てるには、目的に応じて効果的な計算法を適切に選択しない設計する必要がある。この際には、アルゴリズム（算法を作る考え方の枠組み）やその効率、限界について、特定のプログラミング言語やハードウェアの細部によらない本質的な部分をよく理解することが大切である。このためアルゴリズムと質的な部分をよく理解することが大切である。このためアルゴリズムと計算量は、計算量は、情報科学やソフトウェア工学において基盤的役割を果す。情報科学やソフトウェア工学において基盤的役割を果す。このエリアのコア時間はこのエリアのコア時間はTier1Tier1が19時間、時間、Tier2が9時間であり、これに加えいく時間であり、これに加えいくつかの高度な内容が選択ユニットとされている。の高度な内容が選択ユニットとされている。 |            |            |                    |
| AL/Basic Analysis: 計算量の解析   | 計算量の解析に現れる概念や手法を扱うユニットである。トピックスには、最悪時評価と平均時評価、漸近解析の記法 ( $O$ , $o$ , $\Omega$ , $\Theta$ )、計算量解析とその具体例、再帰的アルゴリズムの計算量解析、時間量と空間量などがある。  | 2          | 2          |                    |
| AL/Algorithmic Strategies: アルゴリズム設計の手法                                      | アルゴリズムの設計によく使われる考え方や手法を扱うユニットである。トピックスには、貪欲法、動的計画法、分割統治法、再帰的探索、分枝限定法、発見的解法、問題の間の帰着関係などがある。   | 5          | 1          |                    |
| AL/Fundamental Data Structures and Algorithms: 基本データ構造とアルゴリズム               | 典型的で重要なアルゴリズムやデータ構造を、実装法、解析法、活用法を含めて具体的に扱うユニットである。トピックスには、数値の処理、整列法、ハッシュ表とその衝突解決、グラフのなぞり、二分探索木、ヒープ、グラフの最短路、全域木、文字列照合などがある。   | 9          | 3          |                    |
| AL/Basic Automata, Computability and Complexity: 形式言語、計算可能性、計算量の基礎          | 計算理論(形式言語理論、計算可能性理論、計算量理論)の最重要事項を概説するユニットである。トピックスには、有限状態機械、正規表現、文脈自由文法、計算可能性、計算不能問題、計算量、多項式時間、非決定計算、PとNPなどがある。  | 3          | 3          |                    |
| AL/Advanced Computational Complexity: 高度な計算量理論                              | 計算量理論のうち、コアユニットに含まれない高度な内容を扱うユニットである。  |            |            | Y                  |
| AL/Advanced Automata Theory and Computability: 高度な形式言語理論、計算可能性理論            | 形式言語理論、計算可能性理論のうち、コアユニットに含まれない高度な内容を扱うユニットである。   |            |            | Y                  |
| AL/Advanced Data Structures, Algorithms, and Analysis: 高度なデータ構造やアルゴリズムとその解析 | データ構造とアルゴリズムおよびその解析に関わる話題のうち、コアユニットにない高度なものを扱うユニットである。   |            |            | Y                  |

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.2. Architecture and Organization (AR) アーキテクチャと構成                  | CS領域の専門家にとってはコンピュータはプログラムを実行する単なるブラックボックスではあってはならない。このエリアではSystems Fundamentals (SF) の知識を基盤としてより抽象度が高いハードウェアの構築や高度なソフトウェアレイヤに対するインタフェースの知識を与える。学生がこのエリアを修めるとコンピュータシステムの各構成要素の特性や周囲とのやりとりを理解し応用できるようになる。また並列性への視点を得ることでコンピュータの性能を将来にわたり向上させる能力を身につける。そしてプログラマとして高性能を追求する際に念頭に置くべき並列性や遅延の概念を身につける。さらに利用するシステムを選択する際にプロセッサのクロック性能や命令当たりのクロック数メモリサイズ平均メモリアクセスタイムなどの間の兼ね合いを理解できるようになる。このエリアのコア時間はTier1はなしTier2は16時間で3つのユニットが選択となっている。 |            |            |                    |
| AR/Digital Logic and Digital Systems: デジタル回路とデジタルシステム                 | デジタル回路設計における基本的な知識に始まり、現代的な設計法に関する知識コンピューテーションにおけるハードウェアの位置付け物理的な制約の知識に関するユニットである。トピックスには古典的な手法から FPGA Field programmable gate array の利用に至る組合せ回路と順序回路の構成法アルゴリズム実現の階層におけるハードウェアの多様な位置付けハードウェアやアーキテクチャの表現を支援する CAD コンピュータ支援設計 ツールレジスタ転送言語とハードウェア記述言語 (Verilog/VHDL、物理的な制約(ゲート遅延ファンインファンアウト、エネルギー/電力)がある。   |            | 3          |                    |
| AR/Machine Level Representation of Data: 機械レベルでのデータの表現                | コンピュータ内部におけるデータ表現を扱うユニットである。トピックスには、ビット・バイト・ワード、数値データの表現と基数、固定小数点と浮動小数点、符号付き整数と2の補数表現、非数値データの表現(文字コード、画像データ)、レコードと配列の表現がある。  |            | 3          |                    |
| AR/Assembly Level Machine Organization: アセンブリ言語レベルでのコンピュータの構成         | 命令セットアーキテクチャという概念に始まり、メモリ領域のレイアウト共有メモリ型マルチプロセッサ、フリンの分類に至るコンピュータハードウェア構成の概念を扱うユニットである。トピックスには命令セットアーキテクチャの定義プログラム格納方式(フォンノイマンマシン)の基本的な構成プログラム格納方式のコンピュータの基本的な制御手順命令セットとそのタイプの分類(データ操作制御入出力)アセンブリ言語や機械語によるプログラミング命令のフォーマットとアドレス指定モードサブルーチンの呼出しと戻りの仕組み(PL/Language Translation and Execution)に関連)入出力と割込み実行時システムのメモリレイアウト(ヒープ・静的データ領域・スタック・コード領域)共有メモリ型のマルチプロセッサ/マルチコア、SIMD、MIMDの基本とフリンの分類がある。                                       |            | 6          |                    |
| AR/Memory System Organization and Architecture: メモリシステムの構成とアーキテクチャ    | メモリシステムの基本的な構成技術とその展開を扱うユニットである。トピックスには、記憶装置とその技術メモリ階層(時間的局所性と空間的局所性)主記憶の構成と操作、遅延・サイクル時間・帯域・インタリーブキャッシュメモリ(アドレスマッピング・ブロックサイズ・入替えと書出しの戦略)マルチプロセッサのキャッシュの一貫性/メモリシステムのコア間同期への利用/アトミックなメモリ操作仮想記憶(ページテーブル・TLB障害対応と信頼性誤り検出訂正符号データ圧縮データ正常性SF/Reliability through Redundancyと相互参照)がある。   |            | 3          |                    |
| AR/Interfacing and Communication: インタフェースと通信                          | OSと相互参照になっており、入出力の処理や管理の視点からOSを議論する。デバイスへのインタフェースやプロセッサ間通信のハードウェアの仕組みを扱うユニットである。トピックスには、入出力の基本(ハンドシェイク・バッファリング・プログラム転送入出力・割込み転送入出力)、割込みの構成(ベクトル化割込み・優先順位付き割込み・割込みアクリッジ)、外部記憶(物理的構成・ドライブ)、バス(バスプロトコル・仲裁(アビレーション)・ダイレクトメモリアクセス(DMA))、ネットワークの基本、マルチメディア支援、RAIDの構成がある。   |            | 1          |                    |
| AR/Functional Organization: 機能別のハードウェア構成                              | プロセッサのマイクロアーキテクチャを構成する要素に関するユニットである。トピックスには、命令パイプラインやハザードの検出と解消を含む単純なデータパス命令実行の3つの段階を実現する制御ユニット、命令パイプラインと命令レベル並列性がある。  |            |            | Y                  |
| AR/Multiprocessing and Alternative Architectures: マルチプロセッシングとその構成の選択肢 | PD/Parallel Architectureとの相互参照になっている。SIMDやMIMDのハードウェア実装に関するユニットである。トピックスには、電力の法則、SIMDとMIMDの命令セットや構成の例、相互結合ネットワーク、共有メモリマルチプロセッサシステムとメモリー貫性、マルチプロセッサのキャッシュ一貫性がある。  |            |            | Y                  |
| AR/Performance Enhancements: 性能向上のための技術                               | コンピュータの性能を向上させる技術に関するユニットである。トピックスには、スーパーカラム分岐予測と投機的実行アウトオーダー実行先読み(プリフェッチ)、ベクトルプロセッサとGPUマルチスレッドのためのハードウェア支援スケール性、実行方式の別の選択肢 VLIW EPIC など、特定用途向けプロセッサ(アクセラレータなど)がある。  |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| 2.1.3.Computational Science (CN) 計算科学                          | Computational Science (CN) は、本来コンピュータが用いられた現実世界の数値的なモデリングとシミュレーションを中心に扱うエリアとなっている。モデリングとシミュレーションについて、その視覚化、計算処理方法、モデリングのためのデータ構築方法、および数値解析と計算のためのアルゴリズムを扱うユニットから構成されている。このエリアのコア時間はTier1 が 1 時間であり、それ以外のユニットはすべて選択となっている。   |            |            |                    |
| CN/Introduction to Modeling and Simulation: モデリングとシミュレーションへの導入 | 現実世界の様々な解析が必要な事象をコンピュータでシミュレーションし、予測を行うために必要な、モデリング手法とシミュレーション技法への導入を与えるユニットとなっている。トピックスには、現実世界の対象を抽象化するためのモデリング、動的なモデリングとしてのシミュレーション、シミュレーション技法とツール、モデリングした結果の検証を行うための基本的な方法、モデル化されたシステムに対して関連付けられた結果の提示手法がある。   | 1          |            |                    |
| CN/Modeling and Simulation: モデリングとシミュレーション                     | モデリングとシミュレーションのための具体的な手法・技法を扱うためのユニットである。トピックスには、最適化、意思決定の支援の方法、予測、安全性の考慮などの目的の説明とトレーニング、処理性能・正確性・有効性・複雑性におけるトレードオフ、モデリングの過程において、キーとなる特徴や振舞いの識別、仮定の単純化、結果の正当性を扱うこと、モデルを作るにあたっての数式・グラフ・制約など使用方法と動的なシミュレーションにおいて時間差分の使用法を扱うこと、よく使われる形式的なモデルおよびモデル手法を扱うこと、モデルの評価および様々なコンテキストにおけるシミュレーションのアセスメント、モデルのシミュレーションの妥当性と検証を扱うこと、重要な応用分野について扱うこと、支援ソフトウェアやパッケージを紹介することが含まれる。   |            |            | Y                  |
| CN/Processing: プロセッシング   | モデリングとシミュレーションで決めた手法をどのように実装するかを扱うユニットである。トピックスには、アルゴリズムやそのプログラミングへの変換、ワークフローやソフトウェアのライフサイクル、よく知られたアルゴリズムの紹介を含む基本的なプログラミング手法を扱うこと、数値的にデータに合わせるようなアルゴリズムや、並列アーキテクチャを含む数値的な計算手法を実施するためのアーキテクチャの紹介を含む数値的処理手法を扱うこと、バンド幅・遅延・スケラビリティ・粒度・並列アーキテクチャ・グリッド計算などを含む並列分散計算に対する基本的な特性を紹介すること、計算のコストを扱うことが含まれる。  |            |            | Y                  |
| CN/Interactive Visualization: 対話的な視覚化                          | モデリングとシミュレーションに関連して、その結果をいかに視覚化するかについて扱うユニットであり、GVやHCI、あるいはMRのエリアのユニットと深く関連している。トピックスには、データの視覚化の原理、グラフ化、視覚化のアルゴリズム、画像処理技法、スケラビリティを扱うことが含まれる。  |            |            | Y                  |
| CN/Data Information and Knowledge: データ、情報、知識                   | モデリングとシミュレーションに関連して、データ・情報・知識の表現をいかに行うべきかについて扱うユニットであり、IMやAL、SDF、あるいはMRのエリアのユニットと深く関連している。トピックスには、IMのユニットで扱うような情報の内容を管理するモデル・フレームワーク・システム・設計手法を扱うこと、テキストだけでなくMRのユニットで扱うような画像・音声・映像などの表現メディアを扱うこと、複雑・複合・集約オブジェクトや書誌レコードの機能要件を扱うこと、同じくMRのユニットで扱うようなコンテンツを作成する際のデジタル化における標準化・量子化・圧縮・変換・エミュレーション・ネットワークからのデータ抽出・メタデータ抽出を扱うこと、IMおよびMRのユニットで扱うような内容の情報データの構造化について扱うこと、パターン認識やメディアの処理について扱うこと、情報を利用する個人や社会について支援すること、および関連したソフトウェアやシステムを紹介することが含まれる。 |            |            | Y                  |
| CN/Numerical Analysis: 数値解析                                    | モデリングやシミュレーションの際の数値解析手法を扱うユニットである。トピックスには、丸めなども含んだ誤差、安定性、収束について扱うこと、テイラー展開、補間、補外および回帰なども含めた関数の近似を扱うこと、数値微分、数値積分を扱うこと、微分方程式の数値的解法を扱うことが含まれる。   |            |            | Y                  |

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.4. Discrete Structures (DS) 離散構造      | 情報学全般の数理的な基礎をなす分野である。集合、関係、グラフ、場合の数、確率に関する基本的な用語や知識、また適切な論証を行う方法などが含まれる。アルゴリズムと計算量 (AL) などの理論分野において重要であるのはもちろんのこと、多くの応用分野においても、物事を的確に記述したり議論したりするために使われる基盤的知識である。このエリアのコア時間はTier1が37時間、Tier2が4時間であり、選択ユニットは設けられていない。 |            |            |                    |
| DS/Sets Relations and Functions: 集合、関係、関数 | 集合、関係、関数に関する基本的事項を扱うユニットである。   | 4          |            |                    |
| DS/Basic Logic: 論理の基礎                     | 形式論理を適切に用いて主張を数学的に表現、処理するための、命題論理や述語論理の基礎事項 (真値割当て、論理演算、標準形、推論規則など) を扱うユニットである。特に知能システム分野の IS/Basic Knowledge Representation and Reasoning の直接の前提となる項目でもある。  | 9          |            |                    |
| DS/Proof Techniques: 論証の技法                | 前ユニットの論理の知識に基づいて、実際に数学的に正しい論証を行う手法を扱うユニットである。特に、命題の逆・裏・対偶、背理法、帰納法、再帰的定義などを理解し、必要に応じて適切に使いこなせるようにする。  | 10         | 1          |                    |
| DS/Basics of Counting: 場合の数と整数            | 場合の数と整数に関する基礎的内容を扱うユニットである。トピックスには、数え上げの手法、鳩の巣原理、順列と組合せ、数列と漸化式、合同式などがある。特にアルゴリズムと計算量エリアの AL/Basic Analysis の前提となる項目である。  | 5          |            |                    |
| DS/Graphs and Trees: グラフと木                | 多くの分野で要素どうしの関係を表すのに使われるグラフや木について基本的な用語や性質を扱うユニットである。特にアルゴリズムと計算量エリアの AL/Fundamental Data Structures and Algorithms の前提となる項目である。  | 3          | 1          |                    |
| DS/Discrete Probability: 確率               | 確率に関する基礎知識を、主に有限な確率空間に限って扱うユニットである。トピックスには、確率の公理、事象の独立性、条件つき確率、ベイズの定理、期待値、分散などがある。   | 6          | 2          |                    |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| 2.1.5. Graphics and Visualization(GV)グラフィックスと視覚化 | Graphics and Visualization(GV)は、コンピュータグラフィックスおよび視覚化について扱うエリアである。このエリアは、基礎概念・形状のモデリング・レンダリング・アニメーション・視覚化・計算幾何といった相互に関連する複数の分野から成り立っている。基本的な知識だけでなく、過去の技法をすぐに凌駕してしまう現在進行形の先端の技法についても扱う必要がある。このエリアは、基礎的な概念を扱うユニット、基礎および先端的なレンダリング手法を扱うユニット、幾何モデリングを扱うユニット、アニメーションと視覚化をそれぞれ扱うユニットから構成される。このエリアの最初のユニットだけコア時間があり、Tier1が2時間、Tier2が1時間になっている。それ以外の5つのユニットは選択になっている。  |            |            |                    |
| GV/Fundamental Concepts:基礎概念                     | コンピュータ科学者やソフトウェア設計者にとって、人間がコンピュータどのように対話していくのかについては、グラフィックスのコースだけでなく、コンピュータ科学やプログラミングを扱うコースにおいても紹介する必要がある。このユニットにおいては、グラフィックスについての基本的な紹介に留めているが、選択として後に置かれているユニットにおいては、さらに深く扱う必要がある。Tier1のトピックスには、ユーザインタフェース、音声動画編集、ゲームエンジン、CAD、視覚化、仮想現実を含むメディア応用について扱うこと、HCIやMRのユニットと連動して、アナログ世界のデジタル化について、解像度や人間の知覚限界も含めて扱うこと、ユーザインタフェースを構築するのに標準的なAPIを用いることや標準的なメディア形式を表示できることが含まれる。Tier2のトピックスには、減法混色や加法混色に基づく色の再現方法および再現における色域、および国際標準表色系を扱うこと、画像におけるベクタ表現・ラスタ表現について、データ格納や再計算におけるのトレードオフを扱うこと、静止画の連なりとしてのアニメーションを扱うことが含まれる。 | 2          | 1          |                    |
| GV/Basic Rendering:基本的なレンダリング                    | 基本的なグラフィックス技法と先端的なグラフィックス技法を理解するための基礎知識を扱うユニットになっており、MRのユニットで扱うのと同様に標準化やアンチエイリアシングが画像だけではなく、音声などの他のメディアにも同じように機能することを理解させる必要がある。トピックスには、発光や光の散乱とそれに関連した数値積分などのような自然の中のレンダリング、前進・後進レンダリングとそのアルゴリズム、ポリゴンによる表現、基本的な放射測定・類似三角形・投影モデル、座標体系とアフィン変換、レイトレーシング、デプスバッファ・ペインターのアルゴリズム・レイトレーシングのような技法の紹介を含む表示面と隠蔽面、単純三角形によるラスタ化、シェーダベースのAPIによるレンダリング、トリリニアMIPマッピングのような縮小化および拡大化を含むテクスチャマッピング、レンダリングのための空間データ構造用のアプリケーション、標準化とアンチエイリアシング、そしてシーングラフとグラフィックパイプラインが含まれる。  |            |            | Y                  |
| GV/Geometric Modeling:幾何モデリング                    | 幾何モデリングは、グラフィックスで使われる幾何表現を扱うためのユニットである。トピックスには、交差計算や近接テストのような基本的な幾何演算、立体体積・ボクセル・頂点ベースの立体表現、パラメトリック多項式曲線および曲面、曲線と曲面の陰関数表現、多項式・ベジエ・スプライン・非一様有理スプライン(NURBS)曲線や曲面による近似技法、テッセレーション(面充填)・メッシュ表現・メッシュの滑面化を含む曲面表現技法、メッシュ生成技法、空間的分割技法、フラクタルや生成モデルあるいはL systemのような手続きモデル技法、プログラミング言語と相互に関連のあるグラフィカル、弾力性をもって変形可能なモデル、自由変形モデル、分割曲面(SDS)、多解像モデリング、再構成、構成的固体幾何(CSG)表現が含まれる。   |            |            | Y                  |
| GV/Advanced Rendering:先進的なレンダリング                 | Basic Renderingのユニットを受けて、先端的なレンダリング技法について扱うユニットである。トピックスには、分散レイトレーシングおよびバスレイトレーシング・フォトンマッピング・双方向パストレーシング・ラズレンダリング・メトロポリス光輸送モデルのようなレンダリング方程式の解決手法と近似、時間(モーションブラー)・レンズの位置(フォーカス)・連続周波数(色)とそれらがレンダリングに与える影響、シャドウマッピング、隠面消去、両方向散乱分布関数BSDF)の理論とマイクロファセット(微小切面)、表面下散乱、エリア光源、階層的なデプスバッファリング、非写実レンダリング、GPUアーキテクチャとGPUベースのコンピュータシェーダ、光の受容・ノイズへの感受性・フリッカー融合を含む人間の視覚組織の紹介が含まれる。  |            |            | Y                  |
| GV/Computer Animation:コンピュータアニメーション              | アニメーションを生成するための技法を扱うユニットである。トピックスには、運動の前進的解法、インバース・キネマティクス(IK)、衝突感知と反応、ノイズや規則(ボイス・群衆)およびパーティクルシステムを使った手続き的アニメーション技法、肌表面生成アルゴリズム、剛体力学や物理粒子システムおよび衣服や肌や毛髪のための質点バネ・ネットワークを含む物理ベースでの動き、キーフレーム・アニメーション、スプライン、四元数のような回転のためのデータ構造、カメラ・アニメーション、モーション・キャプチャが含まれる。  |            |            | Y                  |
| GV/Visualization:視覚化                             | 2次元および3次元での視覚化の技法について扱うユニットである。トピックスには、カラー・マッピングやアイン曲面のような2次元・3次元のスカラー場における視覚化、光投影・輸送関数・断片化などの直接的な立体データへのレンダリング、ベクタ場や流れのデータ・時間変化データ・高次元のデータ(次元を減らす手法や並行軸を扱う手法を含む)・多乱数や木あるいはグラフ構造やテキストのような非空間データの視覚化、視覚的な抽象化を引き出す知覚および認知的基礎、視覚化デザイン、視覚化の評価、視覚化の応用が含まれる。  |            |            | Y                  |

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.6. Human Computer Interaction HCI ヒューマンコンピュータインタラクション | Human computer interaction HCIは、人間の行動とそれを支援するコンピュータシステムとの間のインタラクション(相互作用)を設計すること、および、そのインタラクションを達成するインタフェースを構築することに関するエリアである。このエリアのコア時間はTier1が4時間、Tier2が4時間であり、多くの選択ユニットがある。 |            |            |                    |
| HCI/Foundations:基礎  | HCIの基礎に関するユニットである。トピックスには、HCIが使われるコンテキスト、ユーザ中心開発プロセス、様々な評価基準、ユーザビリティのヒューリスティクスやユーザビリティテストの原理、インタラクション設計を支える物理的能力・認知モデル・社会モデル、良い設計や良い設計者の原理、アクセシビリティ、年齢に応じたインタフェースがある。        | 4          |            |                    |
| HCI/Designing Interaction:インタラクションの設計                     | インタラクションの設計に関するユニットである。トピックスには、GUI、ビジュアル設計の要素、タスク分析、低忠実度のプロトタイプ、定量的評価の技法、ヘルプと文書化、人間やシステムのエラーの扱い、ユーザインタフェース標準がある。   |            | 4          |                    |
| HCI/Programming Interactive System:対話システムのプログラミング         | ユーザエクスペリエンスを中心としたソフトウェア開発の視点から、それを実現するためのアプローチと技術をカバーしたユニットである。トピックスには、ソフトウェアアーキテクチャパターン、インタラクション設計パターン、イベント管理とユーザインタラクションなどがある。   |            |            | Y                  |
| HCI/User Centered Design and Testing:ユーザ中心設計とテスト          | ユーザ中心の開発技法に関するユニットである。トピックスには、設計プロセスのアプローチと特性、機能要求とユーザビリティ要求、プロトタイプング技法とツール、各種評価法などがある。  |            |            | Y                  |
| HCI/New Interactive Technologies:新対話技術                    | 新しい対話技術に関するユニットである。トピックスには、インタラクションスタイルと技術の選択法、マウスを使わないインタラクションの設計・実装・評価へのアプローチなどがある。  |            |            | Y                  |
| HCI/Collaboration and Communication:協同作業とコミュニケーション        | 協同作業とコミュニケーションに関するユニットである。トピックスには、非同期・同期グループコミュニケーション、社会ネットワーク分析、オンラインコミュニティなどがある。   |            |            | Y                  |
| HCI/Statistical Methods for HCI:HCIのための統計的方法              | HCIのための統計的方法に関するユニットである。トピックスには、t検定、分散分析、実験的データ分析、統計的データの表現法、定性的結果と定量的結果の組合せなどがある。   |            |            | Y                  |
| HCI/Human Factors and Security:人間的要因とセキュリティ               | 人間的要因とセキュリティに関するユニットである。トピックスには、応用心理学とセキュリティポリシー、ユーザビリティ設計とセキュリティなどがある。  |            |            | Y                  |
| HCI/Design Oriented HCI:デザイン指向のHCI                        | デザイン指向のHCIに関するユニットである。トピックスには、技術に対する知的スタイルと視点およびそのインタフェース、設計規律としてのHCIのとりえ方などがある。   |            |            | Y                  |
| HCI/Mixed Augmented and Virtual Reality:複合現実、拡張現実、仮想現実    | 複合現実、拡張現実、仮想現実に関するユニットである。トピックスには、物理モデリングとレンダリング、システムアーキテクチャ、ネットワークングなどがある。  |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.7. Information Assurance and Security (IAS) 情報セキュリティ | CS2013からInformation Assurance and Security IAS が知識体系に追加された。IAS は機密性完全性可用性を確保し認証と否認を提供することによって情報システムと情報システムの保護と防御を目的とした技術とポリシーの両方のコントロールとプロセスのセットである。IAS自体で Tier1 と Tier2 合わせて 9 時間のコア時間があり、他のエリアにも 63.5 時間の知識領域がある。IAS 独自の ユニットとして、以下のものがある。                 |            |            |                    |
| IAS/Foundational Concepts in Security: セキュリティの基礎概念       | セキュリティの基本理念に関するユニットである。トピックスには、CIA (機密性完全性可用性) リスク・脅威・脆弱性・攻撃ベクタの概念認証と認可・アクセス制御信頼(トラスト)と信頼の概念倫理(責任ある開示)がある。   | 1          |            |                    |
| IAS/Principles of Secure Design: 設計の原則                   | セキュリティの基本理念に関するユニットである。トピックスには、最小権限と分離、フェールセーフの原則オープンな設計エンドツーエンドセキュリティ縦深防御セキュリティバイデザインセキュリティと他の設計目標とのバランスがある。  | 1          | 1          |                    |
| IAS/Defensive Programming: 防御プログラミング                     | 防御プログラミングに関するユニットである。トピックスには、入力検証とデータ・サニタイズプログラミング言語と型安全言語の選択入力検証およびデータ・サニタイズ・エラーの例競合条件例外や予期しない動作の修正がある。   | 1          | 1          | Y                  |
| IAS/Threats and Attack: 脅威と攻撃                            | 脅威と攻撃に関するユニットである。トピックスには、攻撃者の目標・能力および動機、マルウェア、サービス拒否 (DoS) および DDoS、ソーシャルエンジニアリングがある。  |            | 1          |                    |
| IAS/Network Security: ネットワークセキュリティ                       | ネットワークセキュリティに関するユニットである。トピックスには、ネットワーク特有の脅威と攻撃タイプ、データセキュリティとネットワークセキュリティのための暗号技術の使用セキュアなネットワークのアーキテクチャ防御メカニズムと対策がある。   |            | 2          | Y                  |
| IAS/Cryptography: 暗号化                                    | 暗号に関するユニットである。トピックスには、さまざまな通信形態を包含する暗号技術に関する基本概念暗号技術の種類とその暗号解析デジタル署名などを含む PKI とその課題がある。  |            | 1          |                    |
| IAS/Web Security: Web セキュリティ                             | Webセキュリティに関するユニットである。トピックスには、Web セキュリティモデル、セッション管理・認証アプリケーションの脆弱性と防御クライアント側のセキュリティサーバー側のセキュリティツールがある。  |            |            | Y                  |
| IAS/Platform Security: プラットフォームセキュリティ                    | プラットフォームセキュリティに関するユニットである。トピックスには、コードの完全性とコード署名セキュアブート・信頼の起点AttestationTPM とセキュアコプロセッサ周辺機器のセキュリティ脅威物理攻撃医療機器・車などの組み込み機器のセキュリティ信頼できるパスがある。   |            |            | Y                  |
| IAS/Security Policy and Governance: セキュリティポリシーとガバナンス     | セキュリティポリシーやガバナンスに関するユニットである。トピックスには、プライバシーポリシー推論制御 統計開示の制限バックアップポリシー・パスワードの更新ポリシーセキュリティ侵害開示ポリシーデータの収集と保存のポリシーサプライチェーンポリシークラウドセキュリティのトレードオフがある。   |            |            | Y                  |
| IAS/Digital Forensics: デジタル フォレンジック                      | デジタルフォレンジックに関するユニットである。トピックスには、デジタル フォレンジックの基本原則と方法論フォレンジックを考慮した設計システム証拠のルール、証拠の検索と押収: 法的要件と手続要件デジタル 証拠の方法と標準データの保全に関する技術と標準法的小および報告上の問題OS / ファイルシステムフォレンジックアプリケーションフォレンジックWeb フォレンジックネットワークフォレンジックモバイルデバイスフォレンジックコンピュータ ネットワーク システム攻撃攻撃の検出と調査アンチフォレンジックがある。 |            |            | Y                  |
| IAS/Secure Software Engineering: 安全なソフトウェア工学             | ソフトウェアセキュリティに関するユニットである。トピックスには、ソフトウェア開発ライフサイクルへのセキュリティ構築安全なデザインの原則とパターンセキュアなソフトウェア仕様と要件安全なソフトウェア開発プラクティスセキュアなテストソフトウェア品質保証とベンチマーク測定がある。   |            |            | Y                  |



| 名称  | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|---|------------|------------|--------------------|
| <b>2.1.8.Information Management (IM)情報管理</b>  | 情報管理 IM は、本来、情報の捕捉、離散化、表現、組織化、変換、提示を行い、効果的に効率よくアクセスや変更を行うアルゴリズム、データモデル化と抽象化、物理格納記憶域技術を扱う。このエリアの扱うトピックスにより、概念的物理的なデータモデルを構築し、適合する手法や技術を決定し、望ましい設計を得るための実装が可能である。<br>このエリアは 12 ユニットからなり、コア時間は Tier1 が 1 時間、Tier2 が 9 時間であり、選択ユニットは 9 個ある。 |            |            |                    |
| IM/Information Management Concepts: 情報管理の概念   | 情報管理の概念に関するユニットである。Tier1 としてのトピックスには、情報システム、基本的な情報記憶検索、情報の表現と記述、情報の探索・関連付け・ブラウジング、巡航操作等があり、Tier2 には、情報管理応用、宣言型および案内型質問、分析と索引付け、情報管理の信頼性、拡張性、効率性、有効性などがある。   | 1          | 2          |                    |
| IM/Database Systems: データベースシステム               | データベースシステムの利用と構造に関するユニットである。Tier2 としてのトピックスには、データベースシステムの構造、基本機能、データ独立、宣言型質問言語などがある。  |            | 3          | Y                  |
| IM/Data Modeling: データモデル                      | さまざまなデータモデルに関するユニットである。Tier2 としてのトピックスには、概念モデル、関係モデル、オブジェクト指向モデル、半構造モデルなどがある。   |            | 4          |                    |
| IM/Indexing: 索引付け                             | 索引利用に関するユニットである。扱うトピックスには、物理構造に対する索引の効果、基本構成、特徴語の抽出と利用などがある。  |            |            | Y                  |
| IM/Relational Databases: 関係データベース             | 関係データベースに関するユニットである。トピックスには、関係データベースに基づくスキーマ設計、関係代数・関係論理、正規形と従属性の関連、正規形への変換がもたらす性能上の影響が含まれる。  |            |            | Y                  |
| IM/Query Languages: 質問言語                      | データ操作言語に関するユニットである。トピックスには、SQL(選択、射影、結合、集約関数、グループ化)と入れ子質問、手続き型言語との関連付け、XPath等の言語やスタアドプロシジャがある。  |            |            | Y                  |
| IM/Transaction Processing: トランザクション処理         | トランザクション処理に関するユニットである。トピックスには、トランザクション処理、障害回復、同時制御方式などがある。効率よいトランザクション処理の実現と孤立性の効果を示し、コミットおよび巻き戻し機能による同時制御規約を示す。  |            |            | Y                  |
| IM/Distributed Databases: 分散データベース            | 分散データベースおよび並列データベースに関するユニットである。トピックスには、分散データベースに関しては、分散データ記憶、分散データベース質問、トランザクションの分散処理、同質解と異質解などがあり、並列データベースに関しては、共有メモリ・記憶域・無共有構造の対照、拡張性と高効率性、データ複製に関する割当てと断片化技術などがある。   |            |            | Y                  |
| IM/Physical Database Design: 物理データベース設計       | 二次記憶域上のレコード、レコード形式、ファイルに関する技法を扱うユニットである。トピックスには、主索引、副索引、クラスタ索引、ハッシュファイル・シグネチャファイル、B木がある。  |            |            | Y                  |
| IM/Data Mining: データマイニング                      | データマイニングの利用とアルゴリズムに関するユニットである。トピックスには、同時関係や順序パターンの発見、関係データベースとの関連付け、クラスタリング、データクリーニング、例外値分析、可視化などがある。   |            |            | Y                  |
| IM/Information Storage and Retrieval: 情報記憶と検索 | 情報記憶と検索の諸概念に関するユニットである。効率よい情報検索の諸問題を挙げ、応用分野に依存する探索戦略と設計技術を示す。トピックスには、マークアップ構造、トライ構造、逆索引構造、形態素解析、語幹抽出、語頻度・逆文書頻度、文書ベクトル空間モデル、シソーラス、オントロジ、文書分類などの多方面があり、ラッパやメディアエータなどの奉仕による情報の相互運用性なども含む。  |            |            | Y                  |
| IM/Multimedia Systems: マルチメディアシステム            | マルチメディアシステムに関するユニットである。マルチメディア情報とそのシステムに用いられるメディアと装置を示し、内容に基づく情報分析と検索技術を示す。ここでは、オーディオ、ビデオ、画像、色彩等の概念を用いた情報の提示が重要であり、オーサリングシステムを用いた応用分野などのトピックスがある。   |            |            | Y                  |

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| <b>2.1.9. Intelligent Systems (IS) 知的システム</b>               | 人工知能 AI は、従来の技術では扱い難いあるいは現実的でない問題のうち、日常生活で生じるものに解を与えようとする技術である。広範囲な知識表現、問題解決機構、機械学習を前提とする人工知能技術を前提とする。センシング技術 音声認識、画像認識、自然言語処理、問題解決技術 探索とプランニング、動作 構成空間と環境マップ、ロボット工学、支援方式 エージェント技術 など、解法は個別の分野に大きく依存する。知的システム IS のエリアでは、どのような問題に人工知能が有用か、望ましい知識表現は何か、解探索の動作原理は何かなど、を説明する。さらに、システムの構築と評価の手法や技術を示す。<br>このエリアは 12 のユニットからなり、コア時間は Tier2 が 10 時間であり、選択ユニットは 8 個ある。 |            |            |                    |
| IS/Fundamental Issues: 基本問題                                 | 人工知能問題の概要と応用に関するユニットである。知的な振舞い、合理的な振舞い、人間的な振舞いを対照し、解決すべき問題の特徴を示している。   |            | 1          |                    |
| IS/Basic Search Strategies: 基礎的探索戦略                         | 問題空間での解の探索とその完全性、最適性、効率との観点から評価方法を示すユニットである。トピックスには、深さ優先・幅優先など探索の方法や、貪欲法、A*法などの発見的な方法、後戻り法などの制約充足問題、評価方法がある。   |            | 4          |                    |
| IS/Basic Knowledge Representation and Reasoning: 基礎的知識表現と推論 | 命題論理と述語論理に関するユニットである。トピックスには、推論の健全性・完全性、前向き・後ろ向き推論、ベイジ理論を用いた確率的推論がある。  |            | 3          |                    |
| IS/Basic Machine Learning: 基礎的機械学習                          | 機械学習の定義を例で示し、教師あり学習である分類操作を扱うユニットである。トピックスには、単純ベイズ分類や決定木、過学習問題がある。   |            | 2          |                    |
| IS/Advanced Search: 応用探索                                    | 分枝限定法や動的計画法を例として、探索器とその発展、焼きなまし法や遺伝的アルゴリズムなどの確率過程的探索、ミニマックス法・ $\alpha\beta$ 法を扱うユニットである。これらを問題に適用し、比較対照する。   |            |            | Y                  |
| IS/Advanced Representation and Reasoning: 応用表現と推論           | 情報の表現と様々な論理学に関するユニットである。また、エキスパートシステム、意味ネットワーク、プランニング技法など知識推論技術も扱う。トピックスには、記述論理とオントロジ工学、非単調論理、状況論理・イベント論理、時空間論理などがある。  |            |            | Y                  |
| IS/Reasoning Under Uncertainty: 不確実推論                       | 確率理論・確率分布を基礎として、確率的な知識表現を扱うユニットである。トピックスには、ベイジアンネットワーク、ランダムサンプリング、マルコフモデル・隠れマルコフモデル、決定性理論などがある。  |            |            | Y                  |
| IS/Agents: エージェント   | エージェントおよび環境との協調を扱うユニットである。ここではエージェントを定義し、反射エージェント、階層エージェント、認知エージェントの構成の特徴を示し、決定論的エージェントとマルコフ決定プロセスとの関係を示す。エージェント理論により、協調エージェント、情報収集エージェント、擬人エージェントなどでの応用を示す。   |            |            | Y                  |
| IS/Natural Language Processing: 自然言語処理                      | 自然言語処理の理論と応用を扱うユニットである。トピックスには、決定性文法と確率文法、自然言語の構文解析、意味の表現、コーパスに基づくアプローチ、情報検索、自動翻訳、文書分類などがある。   |            |            | Y                  |
| IS/Advanced Machine Learning: 応用機械学習                        | 機械学習分野のうち、教師あり・教師なし学習、強化学習の諸原理を示し、このスタイルの違いの意味と効果を扱うユニットである。トピックスには、統計的学習とパラメータ推定、決定木・ニューラルネットワーク・サポートベクトルマシンなどの教師あり学習、アンサンブル学習、信念ネットワーク、最近傍探索、期待値最大法(EM)・自己組織化マップ・クラスタリングなどの教師なし学習、半教師あり学習、次元の呪い問題、データマイニングへの適用などが含まれる。   |            |            | Y                  |
| IS/Robotics: ロボット工学   | ロボット工学の概念と問題に関するユニットである。トピックスには、ロボット制御の熟考制御方式・反射制御方式・ハイブリッド制御方式、構成空間と環境マップを用いたプランニング、不完全なセンサデータの特徴付けなどがある。   |            |            | Y                  |
| IS/Perception and Computer Vision: 画像認識とコンピュータビジョン          | コンピュータビジョン(イメージとオブジェクトの認識)の技術と応用に関するユニットである。ここではイメージの表現と処理、形状の表現と処理、動作解析を目的として、画像分割、閾値設定、エッジ領域検出などによる2次元オブジェクトの認識などの手法を示す。さらに、オーディオスピーチ認識・一般的パターン認識アプローチを示し、分類手法や統計手法、特徴抽出のアプローチを示す。   |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| <b>2.1.10. Media Representation (MR) メディア表現</b>      | Media RepresentationMR のエリアは、これまで行われてきた様々なメディアを介した表現内容をコンピュータ上で実現する技術観点から捉え情報としての表現原理と効果的な表現技術およびそれを統合し配信する技術を探求するものである。そのために、メディア表現および デジタル 化における コンピュータ上での技術を深く理解する一方で、心理的および文化的な側面についても理解するためのユニットが配置されている。このエリアのコア時間は、デジタル 化のユニット において、Tier 1 で 1 時間、情報理論と標本化・量子化のユニットにおいて、Tier 2 で 1 時間であり、その他のユニットは、選択になっている。                                 |            |            |                    |
| MR/Digital Representation of Information: 情報のデジタル表現  | 情報のデジタル化および デジタル表現において必要とされる基本的な概念、および代表的な手法についての紹介を行うためのユニットになっている。トピックスには、アナログ表現および デジタル 表現、デジタル データ、雑音(S/N)比、意味内容の記号化と解釈、符号化と復号、情報量および情報量の単位、標本化・量子化・圧縮が含まれる。  | 1          |            |                    |
| MR/Character Codes: 文字コード                            | 文字コードについて技術的な側面から専門的に扱うユニットである。トピックスには、日本国内のコードおよび Unicode における文字の字形と符号化および文字コードを扱うこと、文字コードとフォントとの関連付けを扱うこと、および文字コードの国際規格であるISO の一連の文字コード規格と Unicode の技術的内容を扱うことが含まれる。  |            |            | Y                  |
| MR/Sampling Quantization and Compression: 標本化、量子化、圧縮 | 標本化、量子化、圧縮について十分な知識と技法を身につけるためのユニットである。トピックスには、シャノンの通信における情報理論、ナイキストの標本化定理を理解すること、画像・音声・映像の標本化と量子化を扱うこと、可逆圧縮と不可逆(劣化)圧縮について代表的な技術も含めて扱うこと、先端のメディア用のデータ圧縮技法(Codec)とそのアルゴリズムを紹介すること、標本化・量子化・圧縮を受けてデジタル化されたメディアについて人間の認識能力を考慮した品質の評価を扱うことが含まれる。   |            | 1          |                    |
| MR/Devices for Media Representation: メディア表現のための機器    | HCIのユニットとも重なるところがあるが、メディア表現のための機器やフォーマットについて扱うユニットになっている。トピックスには、入出力機器の紹介、容量計画と性能に関する問題を扱うこと、記録メディアと記録・編集・交換・配信用のフォーマットの紹介、メディア配信のためのサーバシステムを扱うこと、およびメディア開発をサポートするツールを紹介することが含まれる。  |            |            | Y                  |
| MR/Authoring Target Information: 目的とする情報のオーサリング      | IMおよび HCI のユニットとも重なるが、特にメディア表現 において、ターゲットとする情報の提示方法を論理的な側面および修飾的な側面の両方について扱うためのユニットになっている。トピックスには、情報の提示方法について扱うこと、情報の論理構造を扱うこと、ユーザの情報閲覧のモデル化、文字について表音文字と表意文字を区別し、その両方を扱うこと、自然言語の文字表記と字形も含む表記方法の揺れを扱うこと、表現されたメディアに対しての検索手法を扱うこと、提示方法に対応したメディアの加工と品質について扱うこと、心理や知覚、理解度、あるいは文化背景を考慮したメディアの提示方法について扱うこと、リアルタイム制御の情報提示の場合も含む多様なメディアの選択と統合化について扱うことが含まれる。 |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| <b>2.1.11. Networking and Communication (NC) ネットワークと通信</b> | ネットワークと通信を扱うエリア である。このエリア のコア時間は Tier1 が 3 時間、Tier2 が 7 時間である。  |            |            |                    |
| NC/Introduction: 導入  | ネットワークの基本的な概念に関するユニットである。トピックス にはインターネットの構成回線交 換 とパケット交換ネットワークを 構成する機器プロトコル 階層の概念各プロトコル階層の役割 がある。   | 1.5        |            |                    |
| NC/Networked Applications: ネットワークアプリケーション                  | アプリケーション層に関するユニットである。トピックス には、命名方法とアドレスの付け方 DNSIP アドレスURI など分散アプリケーション クライアントサーバ、ピア・ツー・ピア、クラウドなど)、HTTP、TCP/UDP による多重化ソケット API がある。  | 1.5        |            |                    |
| NC/Reliable Data Delivery: 信頼性のあるデータ配信                     | データ配送の信頼性に関するユニットである。トピックス には、エラー制御(再送、タイマ設定)フロー制御(受領確認、スライディングウィンドウ)パフォーマンス バイブライニング)TCP がある。  |            | 2          |                    |
| NC/Routing and Forwarding: 経路制御と転送                         | 経路制御とパケット転送に関するユニットである。トピックス には、ルーティング(経路制御)とフォワーディング(パケット転送)の違い静的な経路決定インターネットプロトコル(IP、スケールビリティ(階層的なアドレス方式) がある。  |            | 1.5        |                    |
| NC/Local Area Networks: ローカルエリアネットワーク                      | LAN に関するユニットである。トピックス には、多元接続の問題多元接続で一般に利用される手法(指数バックオフ、時分割多重など)ローカルエリアネットワーク Local Area Networks: LANEthernetスイッチ がある。   |            | 1.5        |                    |
| NC/Resource Allocation and QoS: リソース 割当てと通信品質              | リソース 割当てと通信品質に関する ユニットである。トピックス には、固定割当て 時分割多重、周波数多重、波長多重と動的割当て、通信品質 QoS端末での通信品質制御とネットワークによる通信品質制御公平性、通信品質制御の原理、輻輳ウィンドウ、能動的キュー管理、スケジューリング、シェーピング、Content Distribution Networks CDN がある。 |            | 1          |                    |
| NC/Mobility: モビリティ管理                                       | 端末の移動管理に関するユニットである。トピックス には、携帯電話網の原理モバイル IP端末の移動支援の仕組み(ホームエージェント) がある。  |            | 1          |                    |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| 2.1.12. Operating Systems (OS)オペレーティングシステム           | オペレーティングシステム(OS)は、ハードウェアの抽象化を定義し、コンピュータ利用者間の資源の共有を管理する。このエリアのトピックスでは、OSのネットワークに対するインタフェース、カーネルモードとユーザモードの違いの理解、OSの設計と実装に対する主要なアプローチの開発という観点から、OSの最も基本的な知識について説明する。<br>このエリアのコア時間はTier1 が 4 時間、Tier2 が 11 時間であり、6 個の選択ユニットがある。                               |            |            |                    |
| OS/Overview of Operating Systems: オペレーティングシステムの概要    | OSの概要に関するユニットである。トピックスには、OSの役割と目的、代表的なOSの機能、クライアントサーバモデルおよび携帯端末を支援する機構、設計上の問題(効率性、頑強性、柔軟性、可搬性、セキュリティ、互換性)、OSに対してセキュリティ、ネットワーク、マルチメディア、ウィンドウシステムが与える影響がある。   | 2          |            |                    |
| OS/Operating System Principles: オペレーティングシステムの原理      | OSの基本原則に関するユニットである。OSの構成法、利用インタフェース、ハードウェアとの関係、プログラムの実行管理などが含まれる。トピックスには、OSの構成法(モノリシック、階層型、モジュール化、マイクロカーネルモデル)、抽象化(プロセス、資源など)、アプリケーションプログラミングインタフェース(API)の概念、GUIとOS、ハードウェア/ソフトウェア技術および応用ニーズの進化、デバイスの構成、割込みの方式と実現、ユーザカーネルモードの概念と保護、プログラムのリンクとローディングがある。      | 2          |            |                    |
| OS/Concurrency: 並行性                                  | OSが実現する並行性に関するユニットである。プロセスの機構、同期・通信、デッドロックなどが含まれる。トピックスには、プロセスの状態と状態遷移、プロセスの構造(実行可能リストプロセス制御ブロックなど)、ディスパッチとコンテキスト切替え、プロセスとスレッド、割込みの役割、OSにおける同期の必要性、同期基本命令の実現(ロック、セマフォ条件変数モニタあるいはこれに類する構造)、プロセス間通信における共有メモリ、メッセージ受渡し、ライブ障害の可能性とデッドロック(要条件防止)、マルチプロセッサの問題がある。 |            | 4          |                    |
| OS/Scheduling and Dispatch: スケジューリングとディスパッチ          | スケジューリング方針に関するユニットである。トピックスには、横取りのあるスケジューリングと横取りのないスケジューリング、スケジューラとスケジューリング方針、デッドラインとリアルタイム問題がある。   |            | 2          |                    |
| OS/Memory Management: メモリ管理                          | OSのメモリ管理の機構と方針に関するユニットである。トピックスには、物理メモリとメモリ管理ハードウェアの復習、ページングと仮想記憶、ページング方針、ワーキングセットとスラッシング、キャッシングがある。  |            | 3          |                    |
| OS/Security and Protection: セキュリティと保護                | OSに関連したセキュリティと保護に関するユニットである。トピックスには、システムセキュリティの概要、方針と機構の分離、セキュリティ方式および装置、保護、アクセス制御、認証、バックアップ、セキュアOSがある。   |            | 2          |                    |
| OS/Virtual Machines: 仮想マシン                           | コンピュータの仮想化についてまとめたユニットである。トピックスには、仮想化のタイプ(ハードウェア/ソフトウェア、OSサーバ、サービス、ネットワークなど)、ハイパーバイザ、ポータブル仮想化(エミュレーションと隔離の対比)、仮想化のコストがある。   |            |            | Y                  |
| OS/I/O Management: 入出力管理                             | デバイスおよびデバイスに対する入出力の管理に関するユニットである。トピックスには、シリアルデバイスとパラレルデバイスの特性、デバイスの差異の抽象化、バッファリング方式、直接メモリアクセス、障害からの回復、ネットワーク入出力管理がある。   |            |            | Y                  |
| OS/File Systems: ファイルシステム                            | ファイルおよびファイルシステムに関するユニットである。トピックスには、ファイル(データ、メタデータ、操作、編成、バッファリング、逐次アクセス、非逐次アクセス、ディレクトリの内容と構造、ファイルシステム(区画化、マウント・アンマウント、仮想ファイルシステム)、標準的な実現技術(ファイル索引、割当て法、空き領域管理など)、メモリマップトファイル、専用ファイルシステム、名前付け、探索バックアップ、ジャーナルおよびログ構造ファイルシステムがある。                               |            |            | Y                  |
| OS/Real Time and Embedded Systems: リアルタイムおよび組み込みシステム | リアルタイムおよび組み込みシステムのOS技術に関するユニットである。トピックスには、プロセスおよびタスクのスケジューリング、リアルタイム環境におけるメモリ・ディスク管理、障害とリスクと回復、リアルタイムシステムに特化した対応がある。  |            |            | Y                  |
| OS/Fault Tolerance: 耐故障性                             | 耐故障性の基本概念、実現手法などに関するユニットである。トピックスには、基本概念(高信頼性および高可用性システム)空間的および時間的な冗長性、耐故障性を実現する手法、耐故障性を実現する検出、回復、再起動のOS機構の実例、およびこれらの技法のOS自身のサービスへの適用がある。   |            |            | Y                  |
| OS/System Performance Evaluation: システムの性能評価          | システムの性能評価についてまとめたユニットである。トピックスには、システム性能評価の必要性評価の対象、システム性能に関わる方針(たとえば、キャッシングページングスケジューリングメモリ管理セキュリティなど)、評価モデル(決定的、解析的、シミュレーション、実装特化)、評価データの収集方法(プロファイル、トレース機構)がある。   |            |            | Y                  |

| 名称  | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|---|------------|------------|--------------------|
| 2.1.13. Platform Based Development (PBD)プラットフォームに依存した開発 | 具体的なプラットフォーム上にプログラムを作成するために必要な開発制約や技術を扱うエリアである。たとえばプラットフォーム固有の制約を守りながらAPIを使って開発を行う。Software Development Fundamentals SDFが関連の深いエリアである。<br>このエリアにTier1Tier2のコア時間はなくすべてが選択となっている。                      |            |            |                    |
| PBD/Introduction: 導入                                    | プラットフォームに依存した開発を行うために必要な知識を与えるユニットである。特に伝統的なソフトウェア開発との差異を強調している。トピックスには、プラットフォームの概観(たとえば、Web、Mobile、ゲーム、産業向け)、プラットフォーム固有のAPIを用いたプログラミング、プラットフォーム言語の概観(たとえばSwift、HTML5、プラットフォームの制約のもとで行うプログラミング)がある。 |            |            | Y                  |
| PBD/Web Platforms: Webプラットフォーム                          | これ以降の四つのユニットは、それぞれ特定の種類のプラットフォームにおけるソフトウェア開発に関するものである。このユニットのトピックスには、Webプログラミング(たとえば、HTML5、JavaScript、PHP、CSS)、Webプラットフォームの制約、Software as a Service、Web標準がある。                                       |            |            | Y                  |
| PBD/Mobile Platforms: モバイルプラットフォーム                      | このユニットのトピックスには、Mobileプログラミング言語、Mobileや無線通信への挑戦、Location awareプログラミング、性能と電力のトレードオフ、Mobileプラットフォーム制約、新技術がある。  |            |            | Y                  |
| PBD/Industrial Platforms: 産業プラットフォーム                    | このユニットの知識は、IS/Roboticsに關係する。トピックスには、様々な産業向けプラットフォーム(たとえば数学、ロボット産業系制御、ロボットのためのソフトウェアとアーキテクチャ、ドメイン固有の言語、産業系プラットフォームの制約)がある。   |            |            | Y                  |
| PBD/Game Platforms: ゲームプラットフォーム                         | トピックスには、様々なゲームプラットフォーム(たとえば、Xbox、Nintendo、PlayStation、ゲームプラットフォーム言語(たとえばC++、C#、Java、Lua、Python)、ゲーム開発環境(たとえば、Unity、Unreal、CryENGINE)、ゲームプラットフォーム制約)がある。   |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| 2.1.14. Parallel and Distributed Computing (PD) 並列分散処理                 | 近年、マルチコアプロセッサやデータセンタ技術など、並列分散処理技術の進展が著しい。この状況を受けて、並列分散処理に関するエリアを新設し、学部カリキュラムのコア時間を Tier1 に 5 時間、Tier2 に 10 時間設けた。並列分散処理では、複数のプロセッサ上で同時に計算が実行される。並列分散処理エリアの内容は、並行性、並列実行、メモリ操作の一貫性、通信遅延など他の多くのエリアのシステム基礎概念の理解の上に形成される。実際の速度向上は、並列アルゴリズム、問題分割戦略、システムアーキテクチャ、詳細な実装、性能解析、チューニング等の理解を必要とする。分散処理では、セキュリティや耐故障性に焦点を当てる。 |            |            |                    |
| PD/Parallelism Fundamentals: 並列性の基礎                                    | 並列処理の基本概念に親しみ、この基本概念を通じてより複雑な並列処理に関わる事項を探求する準備をするためのユニットである。なお、並列処理概念についてはSFでも学ぶ。したがって、SF/Computational, Paradigms, SF/Parallelismと関連する。トピックスには、複数同時計算、並列性の目的と並行性、並列性・通信・協調、逐次プログラミングにはないプログラミングエラーがある。   | 2          |            |                    |
| PD/Parallel Decomposition: 並列処理への分割                                    | 並列処理プログラムの作成に必要なタスク分割やデータ並列性に関するユニットである。SF/Parallelismと関連する。トピックスには、通信および協調・同期、独立性と分割、並列処理への分割に関する基礎知識、タスク分割、データ並列処理の分割、アクタと呼び出されるプロセスがある。  | 1          | 3          |                    |
| PD/Communication and Coordination: 通信と協調                               | 並列処理に必要な通信と協調に関するユニットである。実装に関してOS/Concurrencyと関連する。トピックスには、コア時間として共有メモリ、データ競合のないプログラムを保證する言語機能、メッセージ交換、排他制御されたアトミック処理がある。また選択として、同期、条件付きの待ち合わせ処理がある。  | 1          | 3          | Y                  |
| PD/Parallel Algorithms, Analysis, and Programming: 並列アルゴリズム、解析とプログラミング | 並列アルゴリズム、解析、プログラミングに関するユニットである。トピックスには、コア時間としてクリティカルパス、アムダールの法則 (SF/Evaluation) と関連、速度向上とスケーラビリティ、並列アルゴリズムがある。また選択として、並列グラフアルゴリズム (AL/Algorithmic Strategies) の分割統治法と関連、並列行列計算、生産者-消費者モデルとパイプラインアルゴリズム、スケーラブルでない並列アルゴリズムがある。  |            | 3          | Y                  |
| PD/Parallel Architecture: 並列アーキテクチャ                                    | 応用面から見た並列コンピュータアーキテクチャに関するユニットである。AR/Assembly Level Machine Organization, AR/Multiprocessing and Alternative Architectureと関連するが、ARの内容はハードウェア面に限られる。トピックスには、コア時間としてマルチコアプロセッサ、共有メモリと分散メモリ、シムトリックマルチプロセッシング (SMP)、SIMD、ベクトル処理がある。選択としては、GPU、プリンによる並列処理の分類、命令レベル並列処理、並列アーキテクチャのメモリ技術、ネットワークポロジがある。                 | 1          | 1          | Y                  |
| PD/Parallel Performance: 並列性能  | 並列処理性能に関するユニットである。トピックスには、負荷分散、性能測定、スケジューリングと競合 (OS/Scheduling and Dispatchと関連)、通信オーバーヘッドの評価、データ管理 (SF/Proximity) と関連、電力消費と管理がある。   |            |            | Y                  |
| PD/Distributed Systems: 分散システム   | 分散システムに関するユニットである。トピックスには、故障 (OS/Fault Tolerance) と関連、分散処理メッセージ交換、分散システム設計のトレードオフ、分散処理サービス設計、分散処理アルゴリズムがある。   |            |            | Y                  |
| PD/Cloud Computing: クラウドコンピューティング                                      | クラウドコンピューティングに関するユニットである。トピックスには、インターネット規模の計算 (PD/Parallel Algorithms, Analysis, and Programming) と関連、クラウドサービス、仮想化 (SF/Virtualization and Isolation, およびOS/Virtual Machines) と関連、クラウドによるデータ保存がある。   |            |            | Y                  |
| PD/Formal Models and Semantics: 形式モデルと意味論                              | 並列処理に関する形式検証モデルについてのユニットである。トピックスには、プロセスとメッセージ交換の形式モデル、並列計算の形式モデル、計算依存性の形式モデル、共有メモリー一貫性のモデルとプログラミング言語仕様の関係、アルゴリズムの正しさ、ノンブロッキング性の保証や公平性を含むアルゴリズムモデル、データ競合しないことなどの妥当性検証技術がある。   |            |            | Y                  |

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.15. Programming Languages (PL) プログラミング言語                          | プログラミング言語に関するエリアである。プログラミング入門などは切り離して、言語そのものを題材としている。複数のパラダイムを取り上げていて、特にオブジェクト指向言語と関数型言語に重きを置いた構成になっている。プログラミング言語は、概念の記述、アルゴリズムの定式化、解の考察などをプログラマが正確に行うための道具である。ソフトウェア開発者は、言語ごとに異なるプログラミングモデルと、それらの背景にある設計方針を理解しなければならない。プログラミング言語を効果的に使用し、かつその限界を知るには、言語処理系、プログラムの静的解析、メモリ管理などの実行時環境についても知る必要がある。コア時間は、Tier1が8時間、Tier2が20時間になっている。 |            |            |                    |
| PL/Object-Oriented Programming: オブジェクト指向プログラミング                       | オブジェクト指向言語とその使用方法に関するユニットである。Tier1のトピックスには、オブジェクト指向設計、クラス、サブクラス、動的ディスパッチがある。Tier2のトピックスには、サブタイプ、情報隠蔽のための機能、コレクションクラスがある。   | 4          | 6          |                    |
| PL/Functional Programming: 関数型プログラミング                                 | 関数型言語とその使用方法に関するユニットである。Tier1のトピックスには、副作用のないプログラム、構造を持つデータの扱い方、関数を他のデータと同様に扱う方法がある。Tier2のトピックスには、関数閉包、mapやreduce/foldなどの高階関数がある。   | 3          | 4          |                    |
| PL/Event-Driven and Reactive Programming: イベント駆動プログラミングとリアクティブプログラミング | 外部からの信号に反応するイベント駆動型のプログラムに関するユニットである。Tier2のトピックスには、イベントとイベントハンドラ、典型的な使用法、プログラムの構成、外部イベントとプログラムが生成するイベント、MVCの分離がある。   |            | 2          |                    |
| PL/Basic Type Systems: 型システムの基本                                       | データの型のうちの基本的なものに関するユニットである。Tier1のトピックスには、値の集合と操作の集合によって定まる型、型と変数その他の結合、型安全性と型エラー、静的な型の目標と限界がある。Tier2のトピックスには、汎用型、静的な型と動的な型の比較がある。  | 1          | 4          |                    |
| PL/Program Representation: プログラムの表現                                   | 言語処理系の中でのプログラムの表現法に関するユニットである。Tier2のトピックスには、プログラムを処理する各種プログラム(コンパイラなど)、抽象構文木、プログラムを表現するデータ構造がある。   |            | 1          |                    |
| PL/Language Translation and Execution: 言語翻訳と実行                        | 言語処理系の処理の概要に関するユニットである。Tier2のトピックスには、インタプリタとコンパイラ、言語処理系内部のフェーズ、データや関数の実行時表現、メモリの実行時レイアウト、メモリ管理がある。   |            | 3          |                    |
| PL/Syntax Analysis: 構文解析  | 構文解析に関するユニットである。トピックスには、正規表現による字句解析、各種構文解析法、仕様からの字句解析または構文解析プログラムの自動生成がある。   |            |            | Y                  |
| PL/Compiler Semantic Analysis: コンパイラの意味解析                             | 意味解析に関するユニットである。トピックスには、抽象構文木、有効範囲と結合の解析、型検査、属性文法などの宣言的仕様がある。  |            |            | Y                  |
| PL/Code Generation: コード生成   | コード生成に関するユニットである。トピックスには、手続き呼出し、分割コンパイラ、命令選択、レジスタ割当て、覗き穴最適化がある。  |            |            | Y                  |
| PL/Runtime Systems: 実行時システム   | 実行時システムに関するユニットである。トピックスには、動的なメモリ管理、just-in-timeコンパイル、仮想マシンの共通機能がある。   |            |            | Y                  |
| PL/Static Analysis: 静的解析  | プログラムの静的解析に関するユニットである。トピックスには、フローグラフ、静的解析の非決定性、フロー解析、モデルチェック、最適化や検証との関係がある。  |            |            | Y                  |
| PL/Advanced Programming Constructs: 高度な言語機能                           | 高度な言語機能に関するユニットである。トピックスには、遅延評価、例外処理、継続、多重継承、メタプログラミング、モジュールシステム、文字列処理、動的評価(eval)、不変条件の検査がある。  |            |            | Y                  |
| PL/Concurrency and Parallelism: 並行処理と並列処理                             | 並行処理と並列処理に関するユニットである。トピックスには、共有変数、アクタモデル、データ並列性に対する言語支援、メッセージ交換がある。  |            |            | Y                  |
| PL/Type Systems: 型システム  | 型システムに関するユニットである。トピックスには、複合的なデータを表現する型、型検査、型の安全性、型推論、静的オーバーロードがある。   |            |            | Y                  |
| PL/Formal Semantics: 形式意味論  | 形式意味論に関するユニットである。トピックスには、構文と意味、ラムダ計算、意味論各種(操作的、表示的、公理的)、帰納法による証明、形式的定義と証明、システムモデリングがある。  |            |            | Y                  |
| PL/Language Pragmatics: 言語設計の実際                                       | 実際に言語を設計する際に現れるさまざまな概念に関するユニットである。トピックスには、直交性などの言語設計の基本方針、評価順序(優先順位、結合性)、遅延評価、制御構造の定義、外部呼出しとシステムライブラリがある。  |            |            | Y                  |
| PL/Logic Programming: 論理型プログラミング                                      | 論理型言語に関するユニットである。トピックスには、データ構造とアルゴリズムの節による記述法、ユニフィケーション、バックトラックと探索、カットがある。   |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| 2.1.16. Software Development Fundamentals (SDF) ソフトウェア開発基礎 | ソフトウェア開発に必要な基本概念と技術を扱うエリアで、他のソフトウェア関連知識エリアの基礎を提供している。その主なものは、Programming Languages (PL)、Algorithms and Complexity (AL)、そして、Software Engineering (SE) である。ソフトウェア開発プロセス全体に焦点をあて、コンピュータ科学プログラムの初年度で習得すべき概念とスキルを示している。アルゴリズムの設計と簡単な解析、プログラミングの基本概念とデータ構造、基本的なソフトウェア開発方法とツールを含んでいる。このエリアのコア時間はTier1のみで、43時間となっている。 |            |            |                    |
| SDF/Algorithms and Design: アルゴリズムと設計                       | ALエリアの中核概念、特に Basic Analysis ユニットと Algorithmic Strategies ユニットのための基礎を与える、アルゴリズムと設計に関するユニットである。トピックスには、アルゴリズムの概念と特性、問題解決過程におけるアルゴリズムの役割、問題解決戦略、基本的設計概念と原理(抽象化、プログラム分割、カプセル化と情報隠蔽、仕様と実現の分離)がある。   | 11         |            |                    |
| SDF/Fundamental Programming Concepts: プログラミングの基本概念         | PLエリアの中核概念の特にパラダイムとして扱われる Object Oriented Programmingユニット、Functional Programmingユニット、および、Event Driven and Reactive Programming ユニットのための基礎を与える、プログラミングの基本概念に関するユニットである。トピックスには、高水準言語の基本構文と意味論、変数と基本データ型、式と代入、ファイル入出力を含む単純な出力、条件判定と繰返し制御構造、関数と引数受渡し、再帰の概念がある。   | 10         |            |                    |
| SDF/Fundamental Data Structures: 基本データ構造                   | ALエリアの中核概念の特に Fundamental Data Structures and Algorithms ユニットと Basic Automata Computability and Complexity ユニットのための基礎を与える、基本データ構造に関するユニットである。トピックスには、配列、レコード/構造体、文字列と文字列処理、抽象データ型とその実現法(スタック、キュー、順位キュー、集合、マップ)、参照とエイリアシング、連結リスト、適切なデータ構造を選ぶ戦略がある。   | 12         |            |                    |
| SDF/Development Methods: 開発方法                              | SEエリアの中核概念の特に Software Processes ユニット、Software Design ユニットおよび Software Evolution ユニットのための基礎を与える、開発方法に関するユニットである。トピックスには、プログラム理解、プログラムの正当性(エラーのタイプ、仕様の概念、防御プログラミング、コードレビュー、テスト基盤とテストケース生成、契約の役割と利用、単体テスト)、単純なりファクタリング、プログラミング環境(コードサーチ、ライブラリ構成要素とそのAPIを使ったプログラミング)、デバッグ戦略、文書化とプログラムスタイルがある。                    | 10         |            |                    |

| 名称  | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|---|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.17. Software Engineering(SE)ソフトウェア工学                | ソフトウェア開発ライフサイクルを構成する各工程で使われる知識を学びその知識に基づいて高品質なソフトウェアを開発するための技術と成果物の品質およびプロセスを評価するための技術を学ぶ。PBD や SDF で実践的な技術を詳細に学習するためここではソフトウェア開発に関する重要な概念を学習することが主な目的となる。<br>このエリアのコア時間は、Tier1 が 8 時間でTier2 が 20 時間となっている。  |            |            |                    |
| SE/Software Process:ソフトウェアプロセス                          | ソフトウェア開発プロセスに関するユニットである。トピックスには、システムレベルの検討ウォータフォールインクリメンタルアジャイルといったソフトウェアのプロセスモデルの紹介大規模開発におけるプログラミングと一人で行うプログラミングの違いが含まれる。   | 2          | 1          | Y                  |
| SE/Software Project Management:ソフトウェアプロジェクトマネジメント       | ソフトウェア開発プロジェクトの管理に関するユニットである。ただし、管理者としての知識や技術ではなくPSP Personal Software Process で求められているようなチームに参加する技術者としての役割や責任技術が対象である。Tier1 はない。トピックスには開発チームへの参加個人レベルの労力の見積りリスクに関する事項が含まれる。                                 |            | 2          | Y                  |
| SE/Tools and Environment:ツールと環境                         | ソフトウェア開発で使われるツールや開発環境に関するユニットである。Tier1 はない。トピックスには構成管理版管理リリース管理モデリングツールテストツール、プログラミング環境ツール統合の概念と仕組みが含まれる。  |            | 2          |                    |
| SE/Requirements Engineering:要求工学                        | ソフトウェア開発プロジェクトの成功を左右する要求工学に関するユニットである。Tier1 のトピックスにはユースケースやユースストーリーなどを用いた機能要求の記述、要求の特性がある。Tier2 のトピックスには要求抽出データを記述する技術非機能要求とソフトウェア品質との関係要求仕様書の評価が含まれる。   | 1          | 3          | Y                  |
| SE/Software Design:ソフトウェア設計                             | ソフトウェアの設計法に関するユニットである。主なトピックスには、ソフトウェアの設計原理設計パラダイム構造と振舞いのモデルデザインパターンが含まれる。選択トピックスにはIAS/Principles of Secure Design と関係のある項目が含まれる。  | 3          | 5          | Y                  |
| SE/Software Construction:ソフトウェアの構築                      | ソフトウェアの作成法に関するユニットである。Tier1 のトピックスにはコーディング規約イディオムがある。Tier2 のトピックスには防衛的コーディングセキュアなコーディング例外処理の使い方が含まれる。IAS/Defensive Programming および SDF/Development Methodsと関係がある。  | 1          | 1          | Y                  |
| SE/Software Verification and Validation:ソフトウェアの検証と妥当性確認 | ソフトウェアの検証と妥当性確認(V&V)に関するユニットである。Tier1 のトピックスには、V&V の概念と V&V に適用される技術が含まれる。Tier2 のトピックスには、テストの種類、欠陥の追跡、テストの限界など、IAS/Secure Software Engineering およびSDF/Development Methodsと関係のある内容が含まれる。                      | 1          | 3          | Y                  |
| SE/Software Evolution:ソフトウェア進化・発展                       | 従来の保守(Maintenance)に代わり、進化・発展に相当する Evolution を使うようになった。これがこのユニットのテーマである。トピックスには、ソフトウェアの変更、進化・発展、保守性の高いソフトウェアの特徴、リエンジニアリング、再利用が含まれる。   |            | 2          |                    |
| SE/Software Reliability:ソフトウェアの信頼性                      | ソフトウェアの信頼性に関するユニットである。Tier2 のトピックスには、ソフトウェア信頼性障害、欠陥の概念がある。ソフトウェア信頼性モデル、ソフトウェア・フォールトトレランス技術、ソフトウェア信頼性工学、信頼性を分析するための計測は、いずれも選択のトピックスであり、SF/Reliability through Redundancy と関係のある内容を含む。                         |            | 1          | Y                  |
| SE/Formal Methods:形式手法                                  | 形式的手法に関するユニットである。DS の知識エリア特に DS/Sets, Relations, and Functions, DS/Basic LogicおよびDS/Proof Techniquesと深い関係のある内容を取り扱う。トピックスには、ソフトウェア開発サイクルにおける形式的仕様および分析技術の役割プログラムの表明言語と分析方針ソフトウェアモデリングと分析に対する形式手法の取組みなどが含まれる。 |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要   | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|--|------------|------------|--------------------|
| 2.1.18. Systems Fundamentals(SF)システム基礎                 | システムの基礎に関するエリアである。コンピュータ科学の各分野に共通して現れる基本的概念を取り出して、簡潔かつ統一された説明を与えることをねらっている。これらの概念は、従来、他の分野とは独立にそれぞれの分野で教えられていたが、それでは原理の共通性を理解できないという問題があった。<br>コア時間は、Tier1が18時間、Tier2が9時間となっている。 |            |            |                    |
| SF/Computational Paradigms:計算パラダイム                     | 計算パラダイムに関するユニットである。トピックスには、コンピュータの基本要素(ゲート、フリップフロップなど)、論理式と最小化、アプリケーションレベルの逐次処理、簡単な並列処理、パイプライン、スケーリングがある。  | 3          |            |                    |
| SF/Cross-Layer Communications:レイヤ間通信                   | レイヤ間のやり取りに関するユニットである。トピックスには、プログラムの抽象化、インタフェース、ライブラリ、アプリケーションとOSの関係、仮想マシン、信頼性がある。  | 3          |            |                    |
| SF/State and State Machines:状態と状態機械                    | 状態機械に関するユニットである。トピックスには、連続的なシステムと離散的なシステム、論理式と最小化、クロック、状態、組合せ回路、順序回路、ネットワークプロトコルがある。   | 6          |            |                    |
| SF/Parallelism:並列処理                                    | 並列処理に関するユニットである。トピックスには、逐次処理と並列処理、並列プログラミングと並行プログラミング、要求並列性とタスク並列性、クライアントサーバ、スレッド、パイプライン、マルチコアアーキテクチャがある。  | 3          |            |                    |
| SF/Evaluation:性能評価                                     | 性能評価に関するユニットである。トピックスには、性能評価、ベンチマーク、データの収集と評価の方法、アムダールの法則がある。  | 3          |            |                    |
| SF/Resource Allocation and Scheduling:リソース割当てとスケジューリング | リソース割当てとスケジューリングに関するユニットである。トピックスには、リソースの種類、スケジューリングの種類、公平なスケジューリングと横取りありスケジューリング(プリエンプティブスケジューリング)がある。  |            | 2          |                    |
| SF/Proximity:近接と性能向上                                   | 高速化に関するユニットである。トピックスには、光の速度、遅延時間、キャッシュ、メモリ階層がある。   |            | 3          |                    |
| SF/Virtualization and Isolation:仮想化と分離                 | 仮想化に関するユニットである。トピックスには、保護と性能の関係、間接のレベル、仮想記憶や仮想マシンの実現法がある。  |            | 2          |                    |
| SF/Reliability through Redundancy:冗長化による信頼性向上          | 冗長化による信頼性向上に関するユニットである。トピックスには、バグと欠陥、検査と再試行による冗長性、冗長コーディング、複製、その他のアプローチがある。  |            | 2          |                    |
| SF/Quantitative Evaluation:定量的評価                       | 性能評価に関するユニットである。トピックスには、分析ツール、O記法、システム内の遅延要素、性能低下を起こす事象(ページフォルトなど)、階層化システムがある。   |            |            | Y                  |

| 名称   | 概要  | Core-Tier1 | Core-Tier2 | Includes Electives |
|--|---|------------|------------|--------------------|
| <b>2.1.19. Social Issues and Professional Practice (SP) 社会的視点と情報倫理</b>       | 情報科学・工学のカリキュラムでは技術的な知識や課題解決能力を育成することが重要ではあるが、それだけでは不十分である。情報技術がもつ社会的な意味や、情報技術者が社会において果たすべき義務と責任について、明確な理解を促すような科目の設計がなされなければならない。ここでは、コンピュータに代表されるような情報技術とその応用について、歴史的、文化的、社会的、経済的、倫理的、または、哲学的な広い分野の視野を得られるようにすることが重要である。以上の分野を総合的に扱う。<br>このエリアのコア時間はTier1 が 9 時間、Tier 2 が 5 時間であり、5 個の選択ユニットがある。 |            |            |                    |
| SP/Social Context: 社会におけるコンピュータ  | 最近のコンピュータの発達とネットワーク化に伴って社会に生じる諸問題に関するユニットである。トピックスには、ネットワーク化された世界におけるコンピュータの社会的影響、個人主義、集団主義および文化に対するソーシャルメディアの社会的影響などがある。   | 1          | 2          |                    |
| SP/Analytical Tool: 分析ツール  | 情報倫理を分析し価値判断する方法に関するユニットである。トピックスには、倫理的な議論、倫理理論と意思決定、道徳的な前提と価値などがある。  |            |            | Y                  |
| SP/Professional Ethics: 専門家としての倫理的責任   | 専門家として必要な倫理的責任に関するユニットである。トピックスには、コミュニティの価値観と我々が生きるための法律、専門家精神の本質、専門家としての自己評価、技術的な最新性の維持管理、説明責任などがある。   | 2          | 2          |                    |
| SP/Intellectual Property: 知的財産権  | ソフトウェアプログラムなどの資産における無形の所有権の範囲に関するユニットである。トピックスには、知的財産権(特許、著作権、企業秘密、商標)、知的財産権の哲学的基礎、無形 デジタル 知的財産権(Intangible Digital Intellectual Property)などがある。  | 2          |            | Y                  |
| SP/Privacy and Civil Liberties: プライバシーと市民的自由                                 | 電子情報共有におけるプライバシー保護と情報アクセスのバランスに関するユニットである。トピックスには、プライバシーの哲学的基礎、プライバシー保護の法的基盤、広範囲データ収集におけるプライバシーへの影響などがある。   | 2          |            | Y                  |
| SP/Professional Communication: 専門家としてのコミュニケーション能力                            | 専門家として特に技術情報を伝える方法、その意義などに関するユニットである。トピックスには、効果的な技術文書と資料の作成方法、ソースコードとドキュメントを含む技術資料の読解、理解、要約について、利害関係者との専門的コミュニケーションなどがある。   | 1          |            | Y                  |
| SP/Sustainability: 持続可能性   | コンピュータの発達において将来に向けて持続可能である社会に関するユニットである。トピックスには、実施決定における文化的および環境的影響について、持続可能な設計基準のためのガイドライン、エネルギー、公害、資源利用、リサイクルと再利用などの環境問題とコンピュータの影響についてなどがある。  | 1          | 1          | Y                  |
| SP/History: 歴史   | コンピュータ発達の歴史に関するユニットである。トピックスには、1946 年以前の世界、コンピュータ発達におけるパイオニア、インターネットの歴史などがある。   |            |            | Y                  |
| SP/Economies of Computing: コンピュータにおける経済問題                                    | コンピュータ周辺の経済問題に関するユニットである。トピックスには、独占とその意味、コンピュータ製品の品質に関する熟年労働需給の影響、価格戦略、ソフトウェア開発のアウトソーシングとオフショアリングの現象などがある。  |            |            | Y                  |
| SP/Security Policies Laws and Computer Crimes Crimes: セキュリティポリシー、法律、コンピュータ犯罪 | 情報システムの脆弱性とコンピュータ犯罪に関するユニットである。トピックスには、コンピュータ犯罪の例、ソーシャルエンジニアリング、個人情報の盗難と復旧、ウイルス、ワーム、トロイの木馬などのマルウェアの影響などがある。   |            |            | Y                  |
| SP/Social Network: ソーシャル ネットワーク  | ソーシャルネットワークに関するユニットである。トピックスには、ソーシャルネットワークの概要、ソーシャルネットワークプラットフォームの例、ソーシャルネットワークグラフの構造などがある。   |            |            | Y                  |

## J17-CE 領域の知識体系

| コンピュータ工学の知識領域と知識ユニット  |   |
|---|---|
| <p><b>CE-CAE 回路とエレクトロニクス</b><br/>[54コア時間]</p> <p>CE-CAE-1 電気・電子回路の歴史と概要[1]<br/>CE-CAE-2 関連するツール、標準、工学的制約[2]<br/>CE-CAE-3 回路の基本法則と直流回路[4]<br/>CE-CAE-4 交流回路[8]<br/>CE-CAE-5 半導体の特性と電子回路[6]<br/>CE-CAE-6 増幅回路[8]<br/>CE-CAE-7 記憶デバイス[3]<br/>CE-CAE-8 インタフェース回路[4]<br/>CE-CAE-9 オペアンプ[4]<br/>CE-CAE-10 A/D、D/A変換回路[4]<br/>CE-CAE-11* フィルタの設計[4]<br/>CE-CAE-12* 過渡応答と波形[6]</p>  | <p><b>CE-CAL 計算アルゴリズム</b><br/>[30コア時間]</p> <p>CE-CAL-1 アルゴリズムの歴史と概要[1]<br/>CE-CAL-2 関連するツール、標準、工学的制約[1]<br/>CE-CAL-3 データ構造[4]<br/>CE-CAL-4 代表的なアルゴリズム[10]<br/>CE-CAL-5 線形計画法と動的計画法[4]<br/>CE-CAL-6 並列アルゴリズム[2]<br/>CE-CAL-7 暗号理論[2]<br/>CE-CAL-8 近似アルゴリズム[2]<br/>CE-CAL-9 計算量とアルゴリズムの複雑性[2]<br/>CE-CAL-10 オートマトン[2]</p>   |
| <p><b>CE-CAO コンピュータアーキテクチャ</b><br/>[62コア時間]</p> <p>CE-CAO-1 コンピュータの歴史と概要[1]<br/>CE-CAO-2 関連するツール、標準、工学的制約[1]<br/>CE-CAO-3 設計ツールチェーン[4]<br/>CE-CAO-4 命令セット[8]<br/>CE-CAO-5 性能評価[4]<br/>CE-CAO-6 算術演算の仕組み[4]<br/>CE-CAO-7 プロセッサの論理構成[8]<br/>CE-CAO-8 メモリシステムの構成[8]<br/>CE-CAO-9 入出力装置と入出力インタフェース[6]<br/>CE-CAO-10 I/Oサブシステム[6]<br/>CE-CAO-11 マルチコアとメニーコア[6]<br/>CE-CAO-12 分散システム[6]</p>   | <p><b>CE-DIG デジタルデザイン</b><br/>[54コア時間]</p> <p>CE-DIG-1 デジタル技術の歴史と概要[1]<br/>CE-DIG-2 関連するツール、標準、工学的制約[2]<br/>CE-DIG-3 情報の表現と演算[4]<br/>CE-DIG-4 ブール代数[4]<br/>CE-DIG-5 論理ゲート[4]<br/>CE-DIG-6 組合せ論理回路[5]<br/>CE-DIG-7 順序回路の設計[8]<br/>CE-DIG-8 タイミング設計[5]<br/>CE-DIG-9 複雑なハードウェアシステムの設計[6]<br/>CE-DIG-10* ハードウェア記述言語とデジタルデザイン[10]<br/>CE-DIG-11* FPGA、CPLDの設計と実装 [5]</p>   |
| <p><b>CE-ESY 組み込みシステム</b><br/>[48コア時間]</p> <p>CE-ESY-1 組み込みシステムの歴史と概要[2]<br/>CE-ESY-2 関連するツール、標準、工学的制約[3]<br/>CE-ESY-3 組み込みシステムの特長[6]<br/>CE-ESY-4 組み込み用ソフトウェアテクニック[6]<br/>CE-ESY-5 パラレル入出力[4]<br/>CE-ESY-6 非同期および同期シリアル通信[6]<br/>CE-ESY-7 周期割り込み、波形発生、時間計測[3]<br/>CE-ESY-8 データ収集、制御、センサ、アクチュエータ[4]<br/>CE-ESY-9 高度な組み込みシステムの設計工程[5]<br/>CE-ESY-10 低電力動作技術[3]<br/>CE-ESY-11 モバイルおよびネットワーク組み込みシステム[3]<br/>CE-ESY-12 高度な入出力の問題[3]<br/>CE-ESY-13 組み込みシステム用プラットフォーム</p> | <p><b>CE-NWK コンピュータネットワーク</b><br/>[28コア時間]</p> <p>CE-NWK-1 ネットワークの歴史と概要[1]<br/>CE-NWK-2 関連するツール、標準、工学的制約[1]<br/>CE-NWK-3 ネットワークアーキテクチャ[4]<br/>CE-NWK-4 有線通信ネットワーク[4]<br/>CE-NWK-5 無線通信ネットワーク[3]<br/>CE-NWK-6 ネットワークプロトコル[3]<br/>CE-NWK-7 ネットワークアプリケーション[2]<br/>CE-NWK-8 ネットワーク管理[3]<br/>CE-JNW-9* Internet of Things (IoT) の階層構造 [4]<br/>CE-JNW-10* エッジコンピューティング [3]<br/>CE-JNW-11* ビッグデータ<br/>CE-NWK-9 データ通信<br/>CE-NWK-10 性能評価<br/>CE-NWK-11 ワイヤレスセンサネットワーク</p> |
| <p><b>CE-PPP 技術リーダー論</b><br/>[20コア時間]</p> <p>CE-PPP-1 プロジェクト管理の歴史と概要[1]<br/>CE-PPP-2 関連するツール、標準、工学的制約[1]<br/>CE-PPP-3 コミュニケーションの重要性[2]<br/>CE-PPP-4 多分野の専門家からなるチームの管理[2]<br/>CE-PPP-5 プロジェクトを進める上での思想と文化的問題[2]<br/>CE-PPP-6 技術的解決策が社会へ与える影響[2]<br/>CE-PPP-7 専門家としての責任と倫理的責任[4]<br/>CE-PPP-8 知的財産権と法的問題[2]<br/>CE-PPP-9 新たな技術が生み出す問題[2]<br/>CE-PPP-10 ビジネス上の問題とその解決策[2]</p>  | <p><b>CE-SEC 情報セキュリティ</b><br/>[30コア時間]</p> <p>CE-SEC-1 情報セキュリティの歴史と概要[1]<br/>CE-SEC-2 関連するツール、標準、工学的制約[1]<br/>CE-SEC-3 ファイアウォール[2]<br/>CE-SEC-4 マルウェアと脆弱性[2]<br/>CE-SEC-5 共通鍵 [3]<br/>CE-SEC-6 メッセージ認証[2]<br/>CE-SEC-7 公開鍵[3]<br/>CE-SEC-8 電子メールセキュリティ[2]<br/>CE-SEC-9 ウェブセキュリティ[4]<br/>CE-SEC-10 フィンテック[4]<br/>CE-SEC-11 認証技術[3]<br/>CE-SEC-12* プライバシー保護とセキュリティー マネージメント[4]</p>  |



| コンピュータ工学の知識領域と知識ユニット |                               |               |   |
|----------------------|-------------------------------|---------------|---|
| <b>CE-SGP</b>        | <b>デジタル信号処理</b><br>[30コア時間]   | <b>CE-SPE</b> | <b>プロジェクト管理&amp;システムズ工学</b><br>[36コア時間] |
| CE-SGP-1             | デジタル信号処理の歴史と概要[2]             | CE-SPE-1      | プロジェクト管理の歴史と概要[1]                       |
| CE-SGP-2             | 関連するツール、標準、工学的制約[3]           | CE-SPE-2      | 関連するツール、標準、工学的制約[1]                     |
| CE-SGP-3             | 伝達関数[2]                       | CE-SPE-3      | プロジェクト管理の原則[8]                          |
| CE-SGP-4             | 各種変換技術[6]                     | CE-SPE-4      | ユーザエクスペリエンス[2]                          |
| CE-SGP-5             | 周波数の分析技術[4]                   | CE-SPE-5      | リスク、信頼性、安全性、耐障害性[4]                     |
| CE-SGP-6             | サンプリング定理[4]                   | CE-SPE-6      | ハードウェアとソフトウェアプロセス[2]                    |
| CE-SGP-7             | 周波数とスペクトル[5]                  | CE-SPE-7      | 要求分析と要求抽出[2]                            |
| CE-SGP-8             | デジタルフィルタの設計[4]                | CE-SPE-8      | システム仕様[2]                               |
| CE-SGP-9             | ウィンドウ関数                       | CE-SPE-9      | システムアーキテクチャ設計と評価[2]                     |
| CE-SGP-10            | マルチメディア処理                     | CE-SPE-10     | ハードウェアとソフトウェアの並行設計[2]                   |
|                      |                               | CE-SPE-11     | システム適格性テスト[2]                           |
|                      |                               | CE-SPE-12     | 保守性、持続可能性、製造性[2]                        |
|                      |                               | CE-SPE-13     | プロジェクト管理演習 [6]                          |
| <b>CE-SRM</b>        | <b>システム資源管理</b><br>[20コア時間]   | <b>CE-SWD</b> | <b>ソフトウェア工学</b><br>[50コア時間]             |
| CE-SRM-1             | システム資源管理の歴史と概要[1]             | CE-SWD-1      | ソフトウェアの歴史と概要[1]                         |
| CE-SRM-2             | 関連するツール、標準、工学的制約[1]           | CE-SWD-2      | 関連するツール、標準、工学的制約[2]                     |
| CE-SRM-3             | マルチタスクとシステム資源[5]              | CE-SWD-3      | プログラミング構造とパラダイム[8]                      |
| CE-SRM-4             | リアルタイムOSの仕組みと機能[2]            | CE-SWD-4      | 問題解決戦略[2]                               |
| CE-SRM-5             | 様々なOSの特性[6]                   | CE-SWD-5      | データ構造[3]                                |
| CE-SRM-6             | リアルタイムシステムとRTOS[3]            | CE-SWD-6      | 再帰[3]                                   |
| CE-SRM-7             | モバイルデバイス用オペレーティングシステム[2]      | CE-SWD-7      | オブジェクト指向設計[5]                           |
|                      |                               | CE-SWD-8      | ソフトウェアのテストと品質[4]                        |
|                      |                               | CE-SWD-9      | データモデリング[3]                             |
|                      |                               | CE-SWD-10     | データベースシステム[3]                           |
|                      |                               | CE-SWD-11     | イベント駆動および並行プログラミング[4]                   |
|                      |                               | CE-SWD-12*    | ユニバーサルモデリング言語 [5]                       |
|                      |                               | CE-SWD-13*    | アジャイル開発 [4]                             |
|                      |                               | CE-SWD-14*    | モデルベース開発 [3]                            |
|                      |                               | CE-SWD-15     | APIの設計                                  |
| <b>CE-JIV*</b>       | <b>イノベーションと起業</b><br>[18コア時間] |               |   |
| CE-JIV-1             | イノベーションに関する歴史と概要 [1]          |               |   |
| CE-JIV-2             | 関連するツール、標準、工学的制約[1]           |               |   |
| CE-JIV-3             | 資本主義経済の仕組みと特性[2]              |               |   |
| CE-JIV-4             | 企業の目的と企業価値[2]                 |               |   |
| CE-JIV-5             | 企業の生産活動とマーケット[2]              |               |   |
| CE-JIV-6             | イノベーションの推進とイノベータ理論[2]         |               |   |
| CE-JIV-7             | 知的財産権[2]                      |               |   |
| CE-JIV-8             | 企業経営と経営資本[2]                  |               |   |
| CE-JIV-9             | 起業に向けて[4]                     |               |   |

## 【資料6】

# データサイエンス・カリキュラム標準（専門教育レベル）の知識体系

| A：基礎数学と数理統計学 | 通し番号    | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h)                               | 内容  |
|--------------|---------|-----|---|---|
| 1. 線形代数学基礎   | DS-014  | E   |   | 2 ベクトルの内積に関する計算方法を理解し、一次式をベクトルの内積で表現できる。                |
|              | DS-015  | E   |   | 2 行列同士、および行列とベクトルの計算方法を正しく理解し、複数の一次式を行列の積で表現できる。        |
|              | DS-016  | E   |   | 1 逆行列の定義、および逆行列を求めることにより行列表記された連立方程式を解くことができることを理解している。 |
|              | DS-017  | E   |   | 1 固有ベクトルおよび固有値の意味を理解している。                               |
| 2. 微分・積分学    | DS-018  | E   |   | 1 微分による計算する導関数が傾きを求めるための式であることを理解している。                  |
|              | DS-019  | E   |   | 1 2変数以上の関数における偏微分の計算方法を理解している。                          |
|              | DS-020  | E   |   | 1 積分と面積の関係を理解し、確率密度関数を定積分することで確率が得られることを説明できる。          |
|              | IPSJ-01 | T1  |   | 1 指数関数、対数関数とその基本性質を理解している。                              |
|              | IPSJ-02 | T1  |   | 1 自然対数の底(e)を理解している。                                     |
|              | IPSJ-03 | T1  |   | 1 関数の極限の定義と計算を理解している。                                   |
|              | IPSJ-04 | T1  |   | 2 初等関数の導関数を理解している。                                      |
|              | IPSJ-05 | T1  |   | 2 微分法の基本的な関係（合成関数の微分法、積の微分法）を理解している。                    |
| 3. 数理統計学     | DS-001a | T1  |   | 0.5 場合の数、順列・組み合わせの概念を理解している。                            |
|              | DS-002  | T1  |   | 0 確率の概念を理解し、同時確率と条件付き確率の意味や違いを説明できる。                    |
|              | DS-003  | T1  |   | 0 平均（相加平均）、中央値、最頻値の算出方法の違いを説明できる。                       |
|              | DS-004a | T1  |   | 0 分散と標準偏差の意味と定義を説明できる。                                  |
|              | DS-005  | T1  |   | 0.5 母（集団）平均と標本平均、不偏分散と標本分散の違いを説明できる。                    |
|              | DS-006  | T1  |   | 0.5 標準正規分布の分散と平均の値を知っている。                               |
|              | DS-007  | T1  |   | 0 相関関数と因果関係の違いを説明できる。                                   |
|              | DS-008  | T1  |   | 0.25 名義尺度、順序尺度、間隔尺度、比例尺度の違いを説明できる。                      |
|              | DS-009  | T1  |   | 0 一般的な相関係数（ピアソン）の分母と分子を説明できる。                           |
|              | DS-010  | T1  |   | 1 5つ以上の代表的な確率分布を説明できる。                                  |
|              | DS-011  | T1  |   | 0.5 二項分布の事象もサンプルサイズが増えていくとどのような分布に近似されるかを知っている。         |
|              | DS-012a | T1  |   | 1 ピアソンの積率相関係数とクラメールの連関係数とスピアマンの順位相関係数の適用場面の違いを知っている。    |
|              | DS-013  | T1  |   | 1 ベイズの定理を説明できる。   |
|              | DS-028  | E   |   | 1 点推定と区間推定の違いを説明できる。                                    |
|              | DS-029  | E   |   | 1 帰無仮説と対立仮説の違いを説明できる。                                   |
|              | DS-030  | E   |   | 1 第1種の過誤、第2種の過誤、p値、有意水準の意味を説明できる。                       |
|              | DS-031  | E   |   | 1 片側検定と両面検定の違いを説明できる。                                   |
|              | DS-032a | E   |   | 2 データ間に対応のある場合と無い場合の検定手法の違いを説明できる。                      |
|              | IPSJ-09 | E   |   | 2 平均値の検定と平均値の差の検定(群間に対応あり、なしを含むt検定)を理解している。             |
|              | DS-001b | T1  |   | 0.5 順列や組合せを式 $nPr$ 、 $nCr$ を用いて計算できる。                   |
| DS-004b      | T1      |     | 0 与えられたデータにおける分散と標準偏差が計算できる。                  |   |
| DS-012b      | T1      |     | 0.5 変数が量的、質的どちらの場合でも関係の強さを算出できる。              |   |
| DS-032b      | E       |     | 2 推定する対象となるデータに対応の有無を考慮した上で適切な検定手法を選択し、適用できる。 |   |

| B1：データマイニング | 通し番号         | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容   |
|-------------|--------------|-----|-----------------|--|
| 1. 近接度の尺度   | ACM-16-01    | T1  |                 | 0.5 指標の基本的性質を理解している。                       |
|             | ACM-16-02    | T1  |                 | 0.5 Lkノルム：特殊事例－ユークリッド距離、マンハッタン距離を理解している。   |
|             | 20 ACM-16-03 | T1  |                 | 0.5 スコアと順位付けの使用、スコアとランキング手法の望ましい性質を理解している。 |

|           |           |    |   |
|-----------|-----------|----|---|
|           | ACM-16-04 | T1 | 0.5 比較可能にするためのデータの正規化を理解している。   |
|           | ACM-16-05 | T2 | 0.5 テキストに関するメトリクスを理解している。   |
|           | ACM-16-06 | T2 | 0.5 データの系列に対する相関係数などのメトリクスを理解している。  |
|           | ACM-16-07 | T2 | 0.5 SimRankなどのグラフの中の関係性に基づく類似度のメトリクスを理解している。  |
|           | ACM-16-08 | T2 | 0.5 グラフベースのメトリクスを理解している。  |
|           | ACM-16-09 | T2 | 0.5 時系列の類似度を測るメトリクス、例えば動的時間伸縮法を理解している。  |
|           | ACM-16-10 | T1 | 0.5 測定手法の概念や異なる種類のデータ(名義, 順序, 間隔, 比例)に対する関連性についても説明・比較できる。  |
|           | ACM-16-11 | T1 | 0.5 種々のデータの比較のために適切なメトリクスを選べる。  |
|           | DS-023    | E  | 5 ROC曲線, AUC(Area under the curve), を用いてモデルの精度を評価できる。   |
|           | DS-024    | E  | 5 混同行列(正誤分布のクロス表), Accuracy, Precision, Recall, F値をいった評価尺度を理解し, 精度を評価できる。   |
|           | DS-025    | E  | 5 MSE(Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error) といった評価尺度を理解し, 精度を評価できる。  |
|           | DS-026    | E  | 5 ホールドアウト法, 交差検証(クロスバリデーション)法の仕組みを理解し, 学習データ, パラメータチューニング用の検証データ, テストデータを作成できる。                                       |
|           | DS-027    | E  | 5 時間の経過とともに構造が変わっていくデータの場合は, 学習データを過去のデータとし, テストデータを未来のデータとすることを理解している。   |
|           | DS-036    | T1 | 5 適切な区間データ設定でヒストグラムを作成し, データのバラつき方を説明できる。   |
|           | DS-037    | T1 | 5 適切な軸設定でクロス集計表を作成し, 属性間のデータの偏りを把握できる。  |
|           | DS-038    | T2 | 5 量的変数の散布図を描き, 2変数の関係性を把握できる。   |
|           | ACM-16-12 | T1 | 0.5 典型的には多くのアプローチが存在すると分かりながら, 注意深く批判的にしかし豊かな想像力のあるアプローチができる。   |
| 2. データの準備 | ACM-17-01 | T1 | 0.5 データ収集, それを持つ問題解決への関連性, 専門知識の重要性を理解し, 専門家の意見に対してオープンである。   |
|           | ACM-17-02 | T1 | 0.5 データベース, IoT, 写真, 動画, オンラインの情報源を含むデータ源があること: 特定の目的に利用するデータが十分なことを理解している。   |
|           | ACM-17-03 | T1 | 0.5 特定の目的に際してのデータ取得と使用における倫理的な考慮, データを紐づける際の個人情報に対する懸念, データに含まれる潜在的なバイアスに対する懸念を理解している。                                |
|           | ACM-17-04 | T1 | 0.5 データラングリング(前処理・加工) - データに含まれるエラー・抜け漏れの取り扱い, データクレンジング, データ妥当性の検証, データプロファイリング, データの変換, 適切なデータセットの結合: 質への考慮を理解している。 |
|           | ACM-17-05 | T1 | 0.5 不均衡・不十分・不要な属性などのデータセットの課題を扱う手法, 自動または手作業によるアプローチと両者のトレードオフについて理解している。   |
|           | ACM-17-06 | T1 | 0.5 特徴量の概念, 特徴抽出, 特徴表現, 特徴選択, 特徴生成を理解している。  |
|           | ACM-17-07 | T1 | 0.5 問いの組み立て過程と問いに答えるためのデータ取得過程の繋がりについて説明できる。  |
|           | ACM-17-08 | T1 | 0.5 専門家と適切にやり取りする必要がある特定の領域を理解する能力を示すことができる。  |
|           | ACM-17-09 | T1 | 0.5 探索的データ解析や推論を成すにあたって, 要約統計量やデータの可視化を使用できる。   |
|           | ACM-17-10 | T1 | 0.5 データセットにおいて起こりうる課題を記述し, それらがもたらす影響とどう解決しうるかを示すことができる。  |
|           | ACM-17-11 | T1 | 0.5 特徴量生成の種々の手法を同定でき, それぞれの利点と含意を説明できる。   |
|           | ACM-17-12 | T1 | 0.5 特徴量選択と特徴量生成の類似点と相違点を記述することができ, 特徴量生成がどのように特徴量を生み出すのかを示すことができる。  |
|           | ACM-17-13 | T1 | 0.5 データ選択と準備において, 適切な信頼度を設定でき, また, 質の高いデータを扱うことの重要性を理解している。   |
| 3. 情報抽出   | ACM-18-01 | E  | 1.75 情報抽出が役に立つ応用先を理解している。   |
|           | ACM-18-02 | E  | 1.75 エンティティと関係抽出を理解している。  |
|           | ACM-18-03 | E  | 1.75 ルールベース情報抽出手法とその応用先を理解している。   |
|           | ACM-18-04 | E  | 1.75 統計ベース情報抽出手法とその応用先を理解している。  |
|           | ACM-18-05 | E  | 1.75 抽出されたデータにおいて起こりうる問題を理解している。  |
|           | ACM-18-06 | E  | 1.75 応用先の要件とデータに応じて, スキーマを設計できる。  |
|           | ACM-18-07 | E  | 1.75 応用先に応じた情報抽出ルールが書ける。  |
|           | ACM-18-08 | E  | 1.75 情報抽出タスクのためにルールやモデル学習や関係予測などの学習アルゴリズムを適用できる。  |
|           | ACM-18-09 | E  | 1.75 データからの情報抽出において種々の手法があることを理解している。   |
| 4. クラスタ分析 | ACM-19-01 | T1 | 0.5 クラスタリングのための適切な類似度指標を同定できる。  |

|              |           |    |   |
|--------------|-----------|----|---|
|              | ACM-19-02 | T1 | 0.5 クラスタリングの質の評価を理解している。                                    |
|              | ACM-19-03 | T1 | 0.5 k-平均法について反復することの必要性を考慮しながら理解している。                       |
|              | ACM-19-04 | T1 | 0.5 Density-basedアルゴリズムを理解している。                             |
|              | ACM-19-05 | T1 | 0.5 クラスタリングの応用先を理解している。                                     |
|              | ACM-19-06 | T2 | 0.5 Mean shiftクラスタリングを理解している。                               |
|              | ACM-19-07 | T2 | 0.5 凝集型クラスタリングを理解している。                                      |
|              | ACM-19-08 | T2 | 0.5 Grid-basedアルゴリズムを理解している。                                |
|              | ACM-19-09 | T2 | 0.5 クラスタリングアルゴリズムの高速化と並列化の戦略を理解している。                        |
|              | ACM-19-10 | T1 | 0.5 クラスタリングのための特徴選択の重要性を説明できる。                              |
|              | ACM-19-11 | T1 | 0.5 k-平均アルゴリズムの初期化規準選択の指針を提供できる。                            |
|              | ACM-19-12 | T2 | 0.5 相対的な利点と欠点を強調しながら、クラスタリング手法を比較できる。                       |
|              | ACM-19-13 | T2 | 0.5 種々のクラスタリング法が使われるべき状況や、代替手法がより望ましい状況を示すことができる。           |
|              | ACM-19-14 | T2 | 0.5 複数のアルゴリズムをデータのテストセットに適用して結果を比較できる。                      |
|              | ACM-19-15 | T2 | 0.5 クラスタリングの効能と価値を強調する説明が提示できる。                             |
|              | ACM-19-16 | T1 | 0.5 データサイエンスにおけるクラスタリングの役割について、見識に基づく肯定的な視点を創造することができる。     |
|              | ACM-19-17 | T1 | 0.5 現実的なシナリオで用いられる大規模化可能で効率的なクラスタリングアルゴリズムの重要性を理解している。      |
| 5. 分類・回帰     | ACM-20-01 | T1 | 0.5 分類のための特徴量選択に関して考慮すべき事柄を理解している。                          |
|              | ACM-20-02 | T1 | 0.5 KNNなどのインスタンスベース手法を理解している。                               |
|              | ACM-20-03 | T1 | 0.5 決定木モデルを理解している。  |
|              | ACM-20-04 | T1 | 0.5 確率モデル、ナイーブベイズを理解している。                                   |
|              | ACM-20-05 | T2 | 0.5 ルールベース手法を理解している。  |
|              | ACM-20-06 | T2 | 0.5 サポートベクターマシンを理解している。                                     |
|              | ACM-20-07 | T2 | 0.5 ニューラルネットワークを理解している。                                     |
|              | ACM-20-08 | T2 | 0.5 分類と回帰の実社会適用を理解している。                                     |
|              | ACM-20-09 | T2 | 0.5 深層学習とそれに関連するソフトウェア（Caffe, TensorFlow, PyTorch）を理解している。  |
|              | ACM-20-10 | E  | 1.75 高速化と並列化戦略を理解している。                                      |
|              | ACM-20-11 | T1 | 0.5 分類と回帰のための特徴量選択の重要性を説明できる。                               |
|              | ACM-20-12 | T1 | 0.5 どちらの手法を使うべきか選択に資しうる、予測精度・学習済みモデルの理解可能性などの基準を記述することができる。 |
|              | ACM-20-13 | T2 | 0.5 回帰と分類の関連について同定できる。                                      |
|              | ACM-20-14 | T2 | 0.5 分類モデルまたは回帰モデルの利用から利益が得られるかもしれない重要な局面を認識できる。             |
|              | ACM-20-15 | T2 | 0.5 各手法を扱えるソフトウェアを特定でき、実際に扱える。                              |
|              | ACM-20-16 | T2 | 0.5 分類手法を選び、それを選んだ理由を正当化でき、そして程々に複雑な事例に対しても適用する能力を示せる。      |
|              | DS-021    | E  | 5 単回帰分析について最小二乗法、回帰計数、標準誤差の説明ができる。                          |
|              | DS-022    | E  | 5 重回帰分析において偏回帰係数と標準偏回帰係数、重相関関係について説明できる。                    |
|              | ACM-20-17 | T1 | 0.5 現実的なシナリオで用いられる大規模化可能で効率的な分類・回帰アルゴリズムの重要性を理解している。        |
|              | ACM-20-18 | T2 | 0.5 分類と回帰、より一般に統計や機械学習とのつながりについて説明できる。                      |
| 6. パターンマイニング | ACM-21-01 | T2 | 0.5 相関パターンマイニングの概念を理解している。                                  |
|              | ACM-21-02 | T2 | 0.5 計算量に関して考慮すべき事項を理解している。                                  |
|              | ACM-21-03 | T2 | 0.5 相関規則マイニング、Aprioriアルゴリズム、頻出パターンマイニングアルゴリズムを理解している。       |
|              | ACM-21-04 | T2 | 0.5 系列パターンマイニング、GSPアルゴリズムを理解している。                           |
|              | ACM-21-05 | T2 | 0.5 効率的で並行実行できるパターンマイニングアルゴリズムを理解している。                      |
|              | ACM-21-06 | T2 | 0.5 応用先を理解している。   |
|              | ACM-21-07 | T2 | 0.5 有益な効果を生むために通常の状況下でAprioriアルゴリズムが使われうる様々な領域を列挙することができる。  |
|              | ACM-21-08 | T2 | 0.5 Aprioriアルゴリズムの実装を同定でき、それを意味のある適用先に適用できる。                |
|              | ACM-21-09 | T2 | 0.5 パターンマイニングアルゴリズムの有用性を比較対照できる。                            |
|              | DS-033    | E  | 1 教師あり学習の分類（判別）モデルと教師なし学習のグループ化（クラスタリング）の違いを説明できる。          |
|              | DS-034    | E  | 1 階層クラスター分析と非階層クラスター分析の違いを説明できる。                            |

|                |           |    |  |
|----------------|-----------|----|--|
|                | DS-035    | E  | 2 階層クラスター分析において、デンドログラムの見方を理解し、適切に解釈できる。                             |
|                | DS-077    | E  | 0.5 条件Xと事象Yの関係性をリフト値を用いて評価できる。                                       |
|                | ACM-21-10 | T2 | 0.5 パターンマイニングがとて広いトピックであり、多くの適用先があることを認識している。                        |
| 7. 外れ値検出       | ACM-22-01 | T2 | 0.5 外れ値という概念の定義を理解している。  |
|                | ACM-22-02 | T2 | 0.5 一般的手法 - データからモデルを構築した上で、あるデータ点はそれにフィットしないことに注意を払うことができる。         |
|                | ACM-22-03 | T2 | 0.5 Zスコアなど、1次元において数値的な外れ値を特定するパラメトリック手法を理解している。                      |
|                | ACM-22-04 | T2 | 0.5 確率分布関数の用途を理解している。  |
|                | ACM-22-05 | T2 | 0.5 深さ優先手法の利用 - 点の集合に対して期待しうる凸包を特定した上で、内側の点または外側の点を; 関連するグラフィカルアプローチ |
|                | ACM-22-06 | T2 | 0.5 幅広い外れ値検出のアルゴリズムを適用できる。   |
|                | ACM-22-07 | T2 | 0.5 外れ値検出におけるパラメトリック手法、ノンパラメトリック手法を比較対照できる。                          |
|                | ACM-22-08 | T2 | 0.5 外れ値検出手法が剽窃検知、金融詐欺、ネットワーク侵入検知や他の適用分野を支援しうる方法を説明できる。               |
|                | ACM-22-09 | T2 | 0.5 適切な例を使って外れ値検出が大切であることを説明できる。                                     |
|                | ACM-22-10 | T2 | 0.5 外れ値解析と外れ値検出に関する批判的で幅広い視点を涵養している。                                 |
| 8. 時系列データ      | ACM-23-01 | E  | 1.75 Time seriesデータの性質について、Sequential temporal dataとの比較も含む。          |
|                | ACM-23-02 | E  | 1.75 データ変換 - 時系列データのノイズ除去、正規化を理解している。                                |
|                | ACM-23-03 | E  | 1.75 定常時系列と非定常時系列を理解している。  |
|                | ACM-23-04 | E  | 1.75 時系列データの離散系列データへの変換を理解している。                                      |
|                | ACM-23-05 | E  | 1.75 時系列データ予測 - 過去の値に基づいて未来の値を予測することを理解している。                         |
|                | ACM-23-06 | E  | 1.75 時系列モチーフ - 時系列データにおいて頻繁に現れるパターンを理解している。                          |
|                | ACM-23-07 | E  | 1.75 時系列クラスタリングと分類を理解している。   |
|                | ACM-23-08 | E  | 1.75 時系列データにおける外れ値検出 - 点および形状としての外れ値を理解している。                         |
|                | ACM-23-09 | E  | 1.75 意味のある時系列データが存在する状況を複数提供でき、そのデータをマイニングすることの重要性を示せる。              |
|                | ACM-23-10 | E  | 1.75 時系列データを系列データに変換することが望ましいのがどういう時なのか、例を使って示せる。                    |
|                | ACM-23-11 | E  | 1.75 時系列データのクラスタリングと分類で使われるテクニックについて説明できる。                           |
|                | DS-066    | T2 | 5 時系列データとは何か、その基礎的な扱いについて説明できる。(時系列グラフ、周期性、移動平均など)                   |
|                | ACM-23-12 | E  | 1.75 いくつかの重要な適用先において、時系列データのデータマイニングが非常に重要であることが分かっている。              |
| 9. Webデータマイニング | ACM-24-01 | T2 | 0.5 ウェブスクレイピングとウェブスパイダリングの過程、ウェブアクセスと関連づけられたウェブクロールを理解している。          |
|                | ACM-24-02 | T2 | 0.5 ウェブデータへのアクセスに関連する倫理指針を理解している。                                    |
|                | ACM-24-03 | T2 | 0.5 ウェブデータにアクセスするためのソフトウェアライブラリの構造と機能性を理解している。                       |
|                | ACM-24-04 | T2 | 0.5 コミュニティ発見やリンク予測などの、ウェブデータに対する知識発見アプローチを理解している。                    |
|                | ACM-24-05 | T2 | 0.5 ウェブアクセスのための2つの異なるライブラリについて、利用するのに必要な能力や利用の容易さについて比較対照できる。        |
|                | ACM-24-06 | T2 | 0.5 公的に利用可能なウェブサイトから正確なデータをスクレイプするソフトウェアの利用方法を示せる。                   |
|                | ACM-24-07 | T2 | 0.5 所与の制約に応じて、ウェブからデータを取得するソフトウェアを開発できる。                             |
|                | ACM-24-08 | T2 | 0.5 ウェブから知識を発見するための効率的アルゴリズムを開発できる。                                  |
|                | ACM-24-09 | T2 | 0.5 倫理的な枠組みを考慮に入れつつ、質の高いデータへのアクセスを促進・助長することができる。                     |

| B2: 人工知能 | 通し番号      | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容  |
|----------|-----------|-----|-----------------|---|
| 1. 一般    | ACM-59-01 | T1  | 0.25            | AIの歴史を理解している。   |
|          | ACM-59-02 | T1  | 0.25            | AIの現実(AIとは何か、AIは何ができるか)と認識の隔たりを理解している。                                  |
|          | ACM-59-03 | T1  | 0.25            | AIのサブフィールドを理解している: 知識表現, 論理・確率推論, プランニング, 認識, 自然言語処理, 学習, ロボティクス(物理・仮想) |
|          | ACM-59-04 | T1  | 0.25            | データサイエンスにおいて必要となったときに、有用な概念や手法を認知するためにAIの主な分枝を説明することができる。               |

|                          |           |    |   |
|--------------------------|-----------|----|---|
|                          | ACM-59-05 | T2 | 0.5 AIとは何か、AIはAIが動作するようにデータを収集し利用するとともに、データサイエンティストが利用できるデータを収集し生成する、ということを明確に説明できる。                      |
|                          | ACM-59-06 | T2 | 0.5 (物理的な、あるいは仮想的な)ロボットやエージェント、マルチエージェントシステムがAIを埋め込み、動くようにするためにデータをどのように収集し利用するかを定量的に説明することができる。          |
|                          | ACM-59-07 | T2 | 0.5 AIによって収集あるいは生成されたデータはデータサイエンスの応用先に有用な可能性があることを説明できる。  |
|                          | ACM-59-08 | T1 | 0.25 AIは新しい分野というわけではなく、むしろ長く豊かな歴史を持った分野であることを十分に理解している。   |
|                          | ACM-59-09 | T2 | 0.5 必要なときにどこでアプローチを見つけるべきか知っておくために、既存の手法の再発見を避けるために、AIの主な関心事およびそれらが取り組んでいる問題の種類を知っている。                    |
| 2. 知識表現と推論<br>(論理ベースモデル) | ACM-60-01 | T2 | 0.5 述語論理とその使用事例を理解している。   |
|                          | ACM-60-02 | T2 | 0.5 自動推論：前向き推論、後ろ向き推論を理解している。   |
|                          | ACM-60-03 | T2 | 0.5 大規模なシステムに統合された推論を理解している(例：Watson)。  |
|                          | ACM-60-04 | T2 | 0.5 オントロジー、知識グラフ(例：protege, ConceptNet, YAGO, UMLS)を理解している。   |
|                          | ACM-60-05 | E  | 0.5 自動推論：導出、定理証明を理解している。  |
|                          | ACM-60-06 | E  | 0.5 自動推論のための言語を理解している。  |
|                          | ACM-60-07 | T2 | 0.5 自然言語の言明を述語論理で表現することができる。  |
|                          | ACM-60-08 | T2 | 0.5 述語論理の言明を自然言語で表現することができる。  |
|                          | ACM-60-09 | T2 | 0.5 述語論理の使用事例と限界を述べることができる。   |
|                          | ACM-60-10 | T2 | 0.5 効率的な自動推論を行うアルゴリズムおよびシステムの例を挙げることができる。   |
|                          | ACM-60-11 | T2 | 0.5 例えば前向き推論・後ろ向き推論による論理ベースの自動推論を記述することができる。  |
|                          | ACM-60-12 | T2 | 0.5 推論がデータ駆動の大規模なシステムに統合されている事例を挙げるすることができる。  |
|                          | ACM-60-13 | E  | 0.5 自動定理証明の特定の手法を記述することができる。  |
|                          | ACM-60-14 | E  | 0.5 既存の技術の例を挙げながら、オントロジーとは何か、それが使える状況(例えば質問応答)、それがどのように使われるか(例えば曖昧さの解消を補助するために)を記述することができる。               |
|                          | ACM-60-15 | E  | 0.5 オントロジーがどのように構築されるか記述できる。  |
|                          | ACM-60-16 | E  | 0.5 中程度のサイズの推論問題を実装できる。   |
|                          | ACM-60-17 | T2 | 0.5 論理ベースの知識表現のメリットや限界を十分に理解している。   |
|                          | ACM-60-18 | T2 | 0.5 特定の応用先に利用するために、形式的な論理や論理ベースのアルゴリズムの豊かな歴史を意識している。  |
| 3. 知識表現と推論<br>(確率ベースモデル) | ACM-61-01 | T1 | 0.25 基本的な概念：確率変数、確率の公理、独立性、条件付き確率、周辺確率を理解している。(コンピュータサイエンスの分野ではなく)データサイエンスの分野において基本的な知識である確率も参照すること。      |
|                          | ACM-61-02 | T1 | 0.25 因果モデルを理解している。  |
|                          | ACM-61-03 | T2 | 0.5 ベイジアンネットワークを理解している。   |
|                          | ACM-61-04 | T2 | 0.5 マルコフ決定過程を理解している。  |
|                          | ACM-61-05 | E  | 0.5 強化学習を理解している。  |
|                          | ACM-61-06 | E  | 0.5 確率論理モデルを理解している(例：マルコフ論理ネットワーク)。   |
|                          | ACM-61-07 | T1 | 0.25 確率的な推論の必要性を正当化できる。   |
|                          | ACM-61-08 | T1 | 0.25 確率変数、独立性などの基本的な概念を定義できる。   |
|                          | ACM-61-09 | T1 | 0.25 確率の公理を述べることができる。   |
|                          | ACM-61-10 | T1 | 0.25 上の基本的な概念と公理を使って単純なシステムをモデル化し、問題に答えることができる。   |
|                          | ACM-61-11 | T1 | 0.25 因果モデルとは何か、それはどのように使われるかを記述することができる。  |
|                          | ACM-61-12 | T2 | 0.5 小規模/中規模のサイズの例を挙げながらベイジアンネットワークとは何か述べるすることができる。  |
|                          | ACM-61-13 | T2 | 0.5 ベイジアンネットワークが有用になり得る状況を示すことができる(例：医療診断の問題)。  |
|                          | ACM-61-14 | T2 | 0.5 ベイジアンネットワークがどのようにして推論に利用されるのかを示すことができる、たいていの場合で正確な推論は実行不可能であることを理解している、より効率的な推論のアプローチの例を述べる(例：信念の伝播)。 |
|                          | ACM-61-15 | T2 | 0.5 ベイジアンネットワークが示す独立性の関係を同定することができる。  |
|                          | ACM-61-16 | T2 | 0.5 小規模/中規模なサイズの例を挙げながら、マルコフ決定過程とは何かを述べる(例：最適化問題、制御問題)。   |
|                          | ACM-61-17 | T2 | 0.5 マルコフ決定過程が有用になり得る状況を示すことができる(例：最適化問題、制御問題)。  |

|                |           |    |      |   |
|----------------|-----------|----|------|---|
|                | ACM-61-18 | T2 | 0.5  | マルコフ決定過程がどのようにして推論に利用されるのかを示すことができる。  |
|                | ACM-61-19 | E  | 0.5  | 小規模/中規模な問題に対してベイジアンネットワークを構成することができる。   |
|                | ACM-61-20 | E  | 0.5  | 小規模/中規模な問題に対してベイジアンネットワークを構成する学習アルゴリズムを適用することができる。  |
|                | ACM-61-21 | E  | 0.5  | マルコフ決定過程のパラメータがどのように学習されるのか述べるることができる、そのパラメータを学習するアルゴリズムの例を挙げるることができる。  |
|                | ACM-61-22 | E  | 0.5  | 適切な問題に対して強化学習アルゴリズムを適用することができる。   |
|                | ACM-61-23 | E  | 0.5  | 有用な応用先を同定しながら、マルコフ論理ネットワークなどの確率論理モデルの例を挙げるることができる。  |
|                | ACM-61-24 | E  | 0.5  | 小規模/中規模な問題に対して確率論理モデルを構成することができる。   |
|                | ACM-61-25 | T1 | 0.25 | 確率ベースの知識表現およびその上で推論を行う手法のメリットや限界を十分に理解している。   |
| 4. プランニング・探索戦略 | ACM-62-01 | T2 | 0.5  | 問題に対して考えられる解の状態空間の表現を理解している。  |
|                | ACM-62-02 | T2 | 0.5  | 状態空間における(事前情報のない)幅優先探索、深さ優先探索を理解している。   |
|                | ACM-62-03 | T2 | 0.5  | 状態空間における(事前情報のある)ヒューリスティック探索を理解している(例:A*探索)。  |
|                | ACM-62-04 | E  | 0.5  | 確率的な探索アルゴリズムを理解している(例:遺伝的アルゴリズム、焼きなまし法)。  |
|                | ACM-62-05 | E  | 0.5  | 制約充足問題とそれに関する手法を理解している。   |
|                | ACM-62-06 | T2 | 0.5  | 問題に対する解が考えられる解空間における状態であるかのようにみなすことができるかを説明できる。   |
|                | ACM-62-07 | T2 | 0.5  | 与えられた問題に対して、それを多次元の状態空間における探索としてモデル化することができる。   |
|                | ACM-62-08 | T2 | 0.5  | 幅優先探索と深さ優先探索がグラフとしてモデル化された解空間を探索するのにどのように使われるかを説明できる。   |
|                | ACM-62-09 | T2 | 0.5  | ヒューリスティクスがグラフ/状態空間の探索の速度を(潜在的に)上げるのにどのように使われるかを説明できる。   |
|                | ACM-62-10 | E  | 0.5  | 事前情報なしの探索を状態空間としてモデル化された問題に対する解を見つけるために適用することができる(ここで状態を表現するグラフは入力として与えられるというよりは探索が実行される中で構築されていく)。             |
|                | ACM-62-11 | E  | 0.5  | 小規模な問題に対してヒューリスティクスを設計することができる。   |
|                | ACM-62-12 | E  | 0.5  | 小規模/中規模な問題に対して事前情報ありの探索を適用することができる。   |
|                | ACM-62-13 | E  | 0.5  | 小規模/中規模な問題に対して確率的な探索を適用することができる。  |
|                | ACM-62-14 | E  | 0.5  | 確率的な探索アルゴリズムはどのようにして空間を広く探索するという問題に対処しているのか説明できる(例:局所最適解を避ける)、確率的な探索アルゴリズムはどのようにして有望な解空間の局所的な探索に対処しているのかを説明できる。 |
|                | ACM-62-15 | E  | 0.5  | 問題に対する解がある変数の制約およびそれらの間の関係性にどのように関与するのか説明できる:これらの制約を明らかにする手法を記述できる。   |
|                | ACM-62-16 | E  | 0.5  | 探索アルゴリズムを実装することができる。  |
|                | ACM-62-17 | E  | 0.5  | 小規模な問題を制約充足問題としてモデル化することができる。   |
|                | ACM-62-18 | E  | 0.5  | 小規模/中規模な問題に対して制約充足アルゴリズムを適用することができる。  |
|                | ACM-62-19 | T2 | 0.5  | 状態空間には複数の許容解が存在し得るとともに、それらを見つける方法も複数存在し得るということを十分理解している。種々の解法および問題解決のアプローチは、最適性の要請や時間制約などの外部の条件によって使われるべきである。   |
|                | ACM-62-20 | T2 | 0.5  | アルゴリズム、ヒューリスティクス、そして問題に対する解の最適性の関係を十分理解している。  |

| B3: 機械学習 | 通し番号      | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容  |
|----------|-----------|-----|-----------------|---|
| 1. 一般    | ACM-63-01 | T1  | 0.25            | 機械学習の歴史を理解している。   |
|          | ACM-63-02 | T1  | 0.25            | 教師あり学習、教師なし学習、強化学習、深層学習を含む機械学習の主要なタスクを理解している。                       |
|          | ACM-63-03 | T1  | 0.25            | 記号的な学習と数値的な学習、および統計的なアプローチと構造的・統語的なアプローチの違いを理解している。                 |
|          | ACM-63-04 | T1  | 0.25            | 原理に基づいた最適化のアプローチとしての学習アルゴリズムを理解している。                                |
|          | ACM-63-05 | T1  | 0.25            | 「機械学習を行うこと」はデータマイニングの一手法であり、一つのプロセスであると理解している。                      |
|          | ACM-63-06 | T1  | 0.25            | 頑健な評価の重要性を理解している。   |
|          | ACM-63-07 | T1  | 0.25            | データの質、正則化の必要性を含む機械学習における困難を理解している。                                  |
|          | ACM-63-08 | T1  | 0.25            | 教師あり学習、教師なし学習、強化学習、深層学習の目標、入出力を比較することができる。                          |
|          | ACM-63-09 | T1  | 0.25            | 異なる種類のデータ駆動の問題はそれぞれ異なるアプローチによって解くことができることを知っており、それらを適切に結びつけることができる。 |
|          | ACM-63-10 | T1  | 0.25            | 機械学習のモデル・アルゴリズムは数学的・統計的な基盤に基づく技術であることをおおまかに説明できる。                   |

|           |           |    |      |  |
|-----------|-----------|----|------|--|
|           | ACM-63-11 | T1 | 0.25 | データマイニングの手法として「機械学習を行うこと」の過程をたどることができる：顧客が解きたいと思っている問題を理解し、その問題を解くのに関係するデータを収集し、生のデータを特徴量に変換し、適切な機械学習の手法を選択し、チューニングを行い、(しばしばベースラインに対する)性能を評価し、結果や洞察を述べる。 |
|           | ACM-63-12 | T1 | 0.25 | 訓練データに対するフィッティングと新しいデータに対する汎化のトレードオフ、およびモデルの複雑度、データ数、特徴量数などのようにこのトレードオフに影響するかについて議論することができる。これをハイパーパラメータの役割、設定と関連づけることができる。                              |
|           | ACM-63-13 | T1 | 0.25 | 性能、解釈可能性、大規模化可能性のトレードオフを十分に理解している。異なる最適化の関数や技術は異なるトレードオフを生み出すことがあることを認識している。   |
|           | ACM-63-14 | T2 | 0.5  | 単純な最適化関数や学習方法の導出を最も基本的な原理から追うことができる(例：決定木の原理を情報理論から追う、ロジスティック回帰を最尤法や確率的勾配降下法から追う、主成分分析を分散最小化や固有値から追う)。   |
|           | ACM-63-15 | T2 | 0.5  | ブートストラップ法や統計学的有意差検定を用いてモデルの性能を分析することができる。  |
|           | ACM-63-16 | T2 | 0.5  | どのように効率的にモデルを製品に移行するか、初期から移行をサポートするツールをどのように選ぶのかを理解している。   |
|           | ACM-63-17 | T2 | 0.5  | データサイズによってどのツールを使うべきか理解している：ビッグデータに対しては並列実行できる機械学習ツールを選ぶことは必須であるし、そうでなければ学習過程により多くの時間を要するものも許容される。   |
|           | ACM-63-18 | T2 | 0.5  | 最先端の機械学習ツールが利用可能であることに気づいている。  |
|           | ACM-63-19 | E  | 0.5  | 特にデータの前処理、モデル選択、モデル構造探索、ハイパーパラメータチューニングを含む機械学習のパイプラインをどのように自動化しているかを含め、自動機械学習(メタ学習)について記述することができる。   |
|           | DS-123    | E  | 1    | 機械学習にあたる解析手法の名称を3つ以上知っており、手法の概要を説明できる。   |
|           | DS-124    | E  | 1    | 指示を受けて機械学習のモデルを使用したことがあり、どのような問題を解決することができる理解している。   |
|           | DS-125    | E  | 0.5  | 「教師あり学習」「教師なし学習」の違いを理解している。  |
|           | DS-126    | E  | 0.5  | 過学習とは何か、それがもたらす問題について説明できる。  |
|           | DS-127    | E  | 0.5  | 次元の呪いとは何か、その問題について説明できる。   |
|           | DS-128    | E  | 0.5  | 教師あり学習におけるアノテーションの必要性を説明できる。   |
|           | DS-129    | E  | 0.5  | 観測されたデータにバイアスが含まれる場合や、学習した予測モデルが少数派のデータをノイズと認識してしまった場合などに、モデルの出力が差別的な振る舞いをしてしまうリスクを理解している。   |
|           | DS-130    | E  | 0.5  | 機械学習における大域的(global)な説明(モデル単位の各変数の寄与度など)と局所的(local)な説明(予測するレコード単位の各変数の寄与度など)の違いを理解している。   |
|           | ACM-63-20 | T1 | 0.25 | 機械学習は最近人気を博しているが、最近の発明ではないことを十分に理解している。新しい発明が必要だと考える前に、既存の手法を探すことができる。   |
|           | ACM-63-21 | T1 | 0.25 | 機械学習は場当たりのトリックの集合ではなく、責任を持って使用するべきだということを十分に理解している。  |
|           | ACM-63-22 | T1 | 0.25 | 一般に「機械学習を行う」というのは都合よくフォーマットされたデータセットに機械学習プログラムを適用するといった単純なプロセスではなく、顧客の目標へと向かうプロセスであるということを理解している。  |
|           | ACM-63-23 | T1 | 0.25 | 学習済みのモデルを比較する側面として、経験誤差最小化からモデルのサイズ・複雑度、人間の解釈可能性まで様々あることを十分に理解している。  |
|           | ACM-63-24 | T1 | 0.25 | 質、効率、解釈可能性などモデル比較のためのすべての側面を考えた上で結果を公正に述べ、率直に比較する責任を理解している。  |
| 2. 教師あり学習 | ACM-64-01 | T1 | 0.25 | 教師あり学習の主要なタスクを理解している：回帰と分類   |
|           | ACM-64-02 | T1 | 0.25 | 回帰と分類の使用例を理解している。  |
|           | ACM-64-03 | T1 | 0.25 | モデルの複雑度と汎化性の関係を含む機械学習における重要な懸念事項やトレードオフを理解している、バイアス・バリエーションのトレードオフを理解している、単純なモデルを使うモチベーションであるところのオッカムの剃刀を理解している。   |
|           | ACM-64-04 | T1 | 0.25 | 訓練データ、テストデータ、検証データを分割する必要性を理解している。訓練誤差と汎化誤差の定義を理解している。   |
|           | ACM-64-05 | T1 | 0.25 | 分類タスクにおける一般的な評価指標(例：正解率、感度、特異性、適合率、再現率、F1スコア、ROC曲線下面積、リグレット)および回帰タスクにおける一般的な評価指標(例：二乗平均平方根誤差、平均絶対誤差、決定係数)を理解している。  |
|           | ACM-64-06 | T1 | 0.25 | 検証データの必要性、交差検証のプロセスとその目標：ハイパーパラメータのチューニングおよびモデル性能の評価を理解している。   |
|           | ACM-64-07 | T1 | 0.25 | データ数やクラス階層のような、訓練データ・テストデータ・検証データの質を評価する基準を理解している。   |



|           |    |      |   |
|-----------|----|------|---|
| ACM-64-08 | T1 | 0.25 | 分類/回帰アルゴリズムで、線形/非線形なものをそれぞれ1つ以上理解している(例：線形回帰、線形分類、ロジスティック回帰、近傍法、ナイーブベイズ、決定木学習)。   |
| ACM-64-09 | T1 | 0.25 | 多項式の特徴量やアンサンブルを含む基本的なアルゴリズムへの一般的な拡張を理解している(例：バギングモデル、ブースティングモデル、ランダムフォレスト)。   |
| ACM-64-10 | T2 | 0.5  | あるモデルについてバイアスが大きいのかバリエーションが大きいのか判断するためのアプローチを理解している(例：訓練データに対する性能とテストデータに対する性能の比較、学習曲線)。                                  |
| ACM-64-11 | T2 | 0.5  | 特徴量を増やしたり減らしたりする理由をそれぞれ2つ以上理解しており、そのトレードオフも理解している。  |
| ACM-64-12 | T2 | 0.5  | 教師あり学習の分類器がどのように多クラス分類問題に適応するのか、2クラス分類モデルがどのように多クラス分類問題に拡張することができるかを理解している。   |
| ACM-64-13 | T2 | 0.5  | 巨視的な/微視的な指標を用いてどのように性能を表現するか理解している。   |
| ACM-64-14 | T2 | 0.5  | 1つ以上の発展的な教師あり学習のアルゴリズムを理解している(例：カーネルSVM、ニューラルネットワーク)。   |
| ACM-64-15 | E  | 0.5  | 基本的な原理から教師あり学習のアルゴリズムを導出することができる。   |
| ACM-64-16 | T1 | 0.25 | 混同行列を用いて分類モデルの性能を表現できる。   |
| ACM-64-17 | T1 | 0.25 | 分類/回帰タスクの評価指標の長所/短所を比較することができる。   |
| ACM-64-18 | T1 | 0.25 | 2つ以上の実用的な分類/回帰アルゴリズムのトレードオフを比較することができる。   |
| ACM-64-19 | T1 | 0.25 | 小規模/中規模なデータセットに対して2つ以上の分類/回帰アルゴリズムを適用することができる。  |
| ACM-64-20 | T1 | 0.25 | 学習済みモデルから得られる情報という観点で訓練誤差と汎化誤差を比較することができる。  |
| ACM-64-21 | T1 | 0.25 | 様々な指標を用いてアルゴリズムの性能を比較することができる。  |
| ACM-64-22 | T1 | 0.25 | 小規模/中規模/大規模なデータセットに対して2つ以上の拡張アルゴリズムを適用することができる(例：アンサンブルアルゴリズム)。   |
| ACM-64-23 | T1 | 0.25 | 多項式の特徴量やアンサンブルなどの拡張アルゴリズムが適切であるのはどんなときか、それぞれが対処可能な問題に基づいて正当化することができる。   |
| ACM-64-24 | T2 | 0.5  | 大規模なデータセットに対して2つ以上の分類/回帰アルゴリズムを適用することができる。  |
| ACM-64-25 | T2 | 0.5  | 大規模なデータセットに対して1つ以上の拡張アルゴリズムを適用することができる。   |
| ACM-64-26 | T2 | 0.5  | バイアス/バリエーションを軽減する手法を適用することができる。   |
| ACM-64-27 | T2 | 0.5  | 中規模/大規模なサイズの問題に対して特徴量の追加/選択を適用することができる。   |
| ACM-64-28 | T2 | 0.5  | 発展的な教師あり学習のアルゴリズムを適用することができる(例：カーネルSVM、ニューラルネットワーク)。  |
| ACM-64-29 | E  | 0.5  | 単純な最適化関数および学習アルゴリズムを基本的な原理から導出することができる(例：最尤法や確率的勾配降下法を用いてロジスティック回帰を導出する)。これらの技術を類似のモデルに拡張することができる。                        |
| ACM-64-30 | T1 | 0.25 | アルゴリズムの選択と評価指標は学習されたモデルの質にとってどれくらい重要であるか十分理解している。これらの選択は重要な利害関係者(開発したモデルを提供する相手)に影響を及ぼすこと、重要な利害関係者とともに下すべきであるということを知っている。 |
| ACM-64-31 | T1 | 0.25 | 自分たちが自信を持っている、原理に基づいたモデルの評価方法を適用することの重要性を十分理解している。  |
| 3. 教師なし学習 |    |      |   |
| ACM-65-01 | T1 | 0.25 | クラスタリングや次元削減などを含む教師なし学習の主要なタスクを理解している。  |
| ACM-65-02 | T1 | 0.25 | 両方のタスクの使用例を理解している(例：データ探索/要約/可視化、特徴量選択、データ圧縮、データのノイズ除去、プロトタイプ学習、推薦システム、トピックモデリング)。  |
| ACM-65-03 | T1 | 0.25 | 1つ以上のクラスタリングアルゴリズムを理解している(例：k平均法、階層クラスタリング)。  |
| ACM-65-04 | T1 | 0.25 | connectivity-basedクラスタリングとcentroid-basedクラスタリングのトレードオフを理解している。  |
| ACM-65-05 | T1 | 0.25 | 1つ以上の次元削減アルゴリズムを理解している(例：主成分分析)。  |
| ACM-65-06 | T1 | 0.25 | 特徴量変換、特徴量選択、特徴量の射影の類似点、相違点を理解している。  |
| ACM-65-07 | T2 | 0.5  | 1つ以上の発展的なクラスタリングアルゴリズムを理解している(例：ガウス混合モデルのような密度ベースのアルゴリズム)。  |
| ACM-65-08 | T2 | 0.5  | 1つ以上の発展的な次元削減アルゴリズムを理解している(例：独立成分分析、非負値行列因子分解)。   |
| ACM-65-09 | E  | 0.5  | アルゴリズムを効率的に実装するための数学的な手法を1つ以上理解している(例：行列分解、特異値分解、主成分分析のための固有値分解)。   |
| ACM-65-10 | E  | 0.5  | 1つ以上の発展的なアルゴリズムを理解している(例：スペクトラルクラスタリング、カーネルk平均法、カーネル主成分分析、潜在ディリクレ配分法)。  |

|         |           |    |      |   |
|---------|-----------|----|------|---|
|         | ACM-65-11 | E  | 0.5  | 主成分分析と自己符号化器とのつながりを理解している、非線形次元削減への一般化を理解している。  |
|         | ACM-65-12 | E  | 0.5  | 基本的な原理から教師なし学習のアルゴリズムを導出することができる。   |
|         | ACM-65-13 | T1 | 0.25 | 小規模/中規模/大規模なデータセットに対して1つ以上クラスタリング/次元削減アルゴリズムを適用することができる。  |
|         | ACM-65-14 | T1 | 0.25 | 様々な指標を用いて教師なし学習アルゴリズムの性能を表現することができる(例:可視化、(可能ならば)正解データとの比較、クラスタ密度のような指標の計算、他の応用先での有用性という間接的な指標)。                          |
|         | ACM-65-15 | T1 | 0.25 | k平均法のクラスタの数や主成分分析の要素数などのハイパーパラメータをどのように選択するかを記述する手法を説明でき、かつ適用できる。   |
|         | ACM-65-16 | T2 | 0.5  | 2つ以上のクラスタリングアルゴリズムのトレードオフを比較することができる。   |
|         | ACM-65-17 | T2 | 0.5  | 2つ以上の次元削減アルゴリズムのトレードオフを比較することができる。  |
|         | ACM-65-18 | E  | 0.5  | 発展的な教師なし学習のアルゴリズムを適用することができる。   |
|         | ACM-65-19 | E  | 0.5  | 単純な最適化関数および学習アルゴリズムを基本的な原理から導出することができる(例:分散最小化や固有値を用いて主成分分析を導出する)。これらの技術を類似のモデルに拡張することができる。                               |
|         | ACM-65-20 | T1 | 0.25 | アルゴリズムの選択と評価指標は学習されたモデルの質にとってどれくらい重要であるか十分理解している。これらの選択は重要な利害関係者(開発したモデルを提供する相手)に影響を及ぼすこと、重要な利害関係者とともに下すべきであるということを知っている。 |
|         | ACM-65-21 | T1 | 0.25 | 自分たちが自信を持っている、原理に基づいたモデルの評価方法を適用することの重要性を十分理解している。  |
|         | ACM-65-22 | T2 | 0.5  | 教師なし学習はデータ探索・理解・要約・可視化に役立つ技術を提供することを十分理解している。   |
|         | ACM-65-23 | T2 | 0.5  | 教師なし学習は教師あり学習アルゴリズムの質や効率を向上させる有用な前処理段階となり得ることを十分理解している。   |
| 4. 混合手法 | ACM-66-01 | E  | 0.5  | データ構造やデータ点どうしの相関関係が学習モデルで有効活用されるような機械学習の問題や領域の例を理解している(例:時系列予測、系列予測、推薦システム)。  |
|         | ACM-66-02 | E  | 0.5  | 時間依存性や各データ点に共有される情報の仮定が学習においてどのように有効活用され得るのか理解している。   |
|         | ACM-66-03 | E  | 0.5  | 混合アプローチではなく教師あり学習/教師なし学習アプローチを利用することの欠点を理解している(例:モデルの解釈可能性や性能などの問題)。  |
|         | ACM-66-04 | T2 | 0.5  | 問題に対して標準的なアプローチを1つ以上理解している(例:系列予測には隠れマルコフモデルを用いる、推薦システムには強調フィルタリングを用いる)。  |
|         | ACM-66-05 | T2 | 0.5  | この文脈で訓練データとテストデータを分割する必要性を理解している。   |
|         | ACM-66-06 | T2 | 0.5  | 選択されたタスクに対する一般的な評価指標を理解している(例:再現率、適合率、推薦システムにおけるF1スコア)。   |
|         | ACM-66-07 | T2 | 0.5  | 選択された問題に対する訓練データ・検証データ・テストデータの質を評価する基準を理解している。  |
|         | ACM-66-08 | E  | 0.5  | 問題をそれに対する学習の枠組みに対応づけることができる、すなわちデータを入出力に対応させ、ハイパーパラメータの設定について熟慮し、適切な学習アルゴリズムを実行することができる。                                  |
|         | ACM-66-09 | E  | 0.5  | 機械学習モデルに存在する困難は一般にこれらの状況ではより顕著になり得ることを認識している(例:時間の不均一性、データの過疎性)。  |
| 5. 深層学習 | ACM-67-01 | T2 | 0.5  | (深層ではないネットワークも含めて)多層ニューラルネットワークはどのように学習し、入力の特徴量を高次の特徴量に符号化しているかを理解している。   |
|         | ACM-67-02 | T2 | 0.5  | 順伝播型ネットワーク、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)、再帰型ニューラルネットワーク(RNN)、LSTMなどの一般的な深層学習のアーキテクチャ、目的、特性を理解している。                                 |
|         | ACM-67-03 | T2 | 0.5  | 一般的な深層学習アプローチの実践的な課題を理解している(例:深層学習のアーキテクチャの選択、十分なデータの確保、過学習の可能性、学習時間の長さ、解釈可能性)。   |
|         | ACM-67-04 | T2 | 0.5  | 早期終了、パラメータ共有、ドロップアウトなどの深層学習アーキテクチャにおける正則化の手法の例を理解している。  |
|         | ACM-67-05 | T2 | 0.5  | GPUを搭載したツールや分散システムなどの深層学習における他の課題を解決する手法の例を理解している。  |
|         | ACM-67-06 | T2 | 0.5  | データサイズに対応できる適切なツールを選択することができる:特にビッグデータの要求を並列実行できる深層学習ツールを用いて処理する。   |
|         | ACM-67-07 | T2 | 0.5  | 最先端の深層学習ツールが利用可能であることに気づいている。   |
|         | ACM-67-08 | T2 | 0.5  | 深層学習の文脈で現れる、よく用いられる学習アルゴリズムを1つ以上理解している(例:順伝播型ネットワークにおいて逆伝播がどのように利用されるか、再帰型ネットワークにおいて時間ステップを通して逆伝播がどのように利用されるか)。           |
|         | ACM-67-09 | T2 | 0.5  | 畳み込み操作とは何か、なぜそれが有用なのかを理解している(例:画像に含まれる垂直なエッジを検出する)。   |

|           |    |      |  |
|-----------|----|------|--|
| ACM-67-10 | T2 | 0.5  | プーリングを理解している：maxプーリングなどのプーリング関数の例と実用例を理解している。                                |
| ACM-67-11 | T2 | 0.5  | 再帰型ニューラルネットワークにおける長期/短期のデータ依存性の課題を理解している：LSTMなど1つ以上の解決策を理解している。              |
| ACM-67-12 | E  | 0.5  | 敵対的生成ネットワーク(GAN)などの深層生成モデルおよびそれらが利用されている応用先を理解している。                          |
| ACM-67-13 | E  | 0.5  | これらのアプローチの実践的な課題を理解している(例：収束，モード崩壊)。   |
| ACM-67-14 | E  | 0.5  | 上の影響に対処したりそれを軽減したりするアプローチを理解している。  |
| ACM-67-15 | T2 | 0.5  | 与えられたデータセットおよびタスクに対して，最も適切な深層学習アプローチの種類を決定することができる。                          |
| ACM-67-16 | T2 | 0.5  | 深層学習の道具一式を用いて学習モデル済みデータをデータセットに適用することができる(例：PyTorch, Tensorflow)。            |
| ACM-67-17 | T2 | 0.5  | 深層学習の道具一式を用いて，ネットワークの設定も含めてデータセットに対してモデルを学習させることができる(例：PyTorch, Tensorflow)。 |
| ACM-67-18 | E  | 0.5  | 深層学習の道具一式を用いて特定の目標のために生成的アプローチを(1から)適用することができる。                              |
| ACM-67-19 | E  | 0.5  | 与えられたシステムのアーキテクチャに対してツールキットが動作するように設定を行うことができる。                              |
| ACM-67-20 | T1 | 0.25 | 解釈したり説明したりするのが困難または不可能な機械学習モデルを用いることの潜在的で負の影響を理解している。                        |
| ACM-67-21 | T1 | 0.25 | 深層学習の能力が必要以上になってしまうような問題も多数存在することを十分理解している。                                  |
| ACM-67-22 | T1 | 0.25 | ディープフェイク周辺の社会的・政治的懸念について理解し，十分に認識している。                                       |

| C：モデリングとシミュレーション |        |     |   |   |
|------------------|--------|-----|---|---|
|                  | 通し番号   | 優先度 | 割り当て時間数 (h)                                       | 内容  |
| 1. サンプリング        | DS-039 | E   | 3   | 標本誤差とは何かを説明できる。   |
|                  | DS-040 | E   | 4.5   | 実験計画法の概要を説明できる。   |
| 2. データ可視化        | DS-041 | E   | 4.5   | 可視化における目的の広がりについて概略を説明できる(単に現場の作業支援する場合から，ビッグデータ中の要素間の関連性をダイナミックに表示する場合など)。 |
|                  | DS-042 | T1  | 1   | 散布図などの軸だしにおいて，縦軸・横軸の候補を適切に洗い出せる。  |
|                  | DS-043 | T1  | 1   | 積み上げ縦棒グラフでの属性の選択など，適切な層化(比較軸)の候補を出せる。                                       |
|                  | DS-044 | T2  | 3   | サンプリングやアンサンブル平均によって適量にデータ量を減らすことができる。                                       |
|                  | DS-045 | T2  | 1.38  | 適切な情報濃度を判断できる(データインク比など)。   |
|                  | DS-046 | T2  | 3   | 不必要な誇張をしないための軸表現の基礎を理解できている(コラムチャートのY軸の基準点は「0」からを原則とし軸を切らないなど)。             |
|                  | DS-047 | T2  | 2.5   | 強調表現がもたらす効果と，明らかに不適切な強調表現を理解している(計量データに対しては位置やサイズ表現が色表現よりも効果的など)。           |
|                  | DS-048 | T2  | 3   | 1~3次元の比較において目的(比較，構成，分布，変化など)に応じ，BIツール，スプレッドシートなどを用いて図表化できる。                |
|                  | DS-049 | T2  | 2   | 端的に図表の変化をアニメーションで可視化できる(人口動態のヒストグラムが経年変化する様子を表現するなど)。                       |
|                  | DS-050 | T1  | 1   | データ解析部門以外の方に，データの意味を伝えるサインとしての可視化ができる。                                      |
|                  | DS-051 | T2  | 2   | ポロノイ図の概念と活用方法を説明できる。  |
|                  | DS-052 | T1  | 2   | 1~3次元の図表を拡張した多変量の比較を適切に可視化できる(平行座標，散布図行列，テーブルレンズ，ヒートマップなど)。                 |
|                  | DS-053 | E   | 1.5   | データの性質を理解するために，データを可視化し眺めて考えることの重要性を理解している。                                 |
| DS-054           | E      | 3   | 外れ値を見出すための適切な表現手法を選択できる。                          |   |
| DS-055           | E      | 3   | データの可視化における基本的な視点を挙げるができる(特異点，相違性，傾向性，関連性を見出すなど)。 |   |
| 3. 分析プロセス        | DS-056 | E   | 3.5   | スコープ，検討範囲・内容が明快に設定されていれば，必要なデータ，分析手法，可視化などを適切に選択できる。                        |
| 4. データの理解・検証     | DS-057 | E   | 3   | ニュース記事などで統計情報に接したときに，数字やグラフの持つメッセージを理解できる。                                  |
|                  | DS-058 | T1  | 0.8   | 単独のグラフに対して，集計ミスなどがいないかチェックできる。  |
|                  | DS-059 | T1  | 2   | データ項目やデータの量・質について，指示のもと正しく検証し，結果を説明できる。                                     |
|                  | DS-060 | E   | 3   | データが生み出された背景を考え，鵜呑みにはしないことの重要性を理解している。                                      |
|                  | DS-061 | E   | 3   | データから事実を正しく浮き彫りにするために，集計の切り口や比較対象の設定が重要であることを理解している。                        |
|                  | DS-062 | E   | 1.5   | 普段業務で扱っているデータの発生トリガー・タイミング・頻度などを説明でき，また基本統計量を把握している。                        |

|            |        |    |   |
|------------|--------|----|---|
|            | DS-063 | E  | 3 何のために集計しているか、どのような知見を得たいのか、目的に即して集計できる。                                     |
|            | DS-064 | E  | 3 分析・図表から直接的な意味合いを抽出できる。(バラツキ, 有意性, 分布傾向, 特異性, 関連性, 変曲点, 関連度の高低など)            |
|            | DS-065 | E  | 3 想定に影響されず, 分布結果の数値を客観的に解釈できる。  |
| 5. 言語処理    | DS-071 | E  | 1.5 テキストデータに対する代表的なクリーニング処理(小文字化, 数値置換, 半角変換, 記号除去, ステミングなど)をタスクに応じて適切に実施できる。 |
|            | DS-072 | E  | 1.5 形態素解析や係り受け解析の概念を説明できる。  |
| 6. 画像・動画処理 | DS-073 | E  | 1.5 画像のデジタル表現の仕組みと代表的な画像フォーマットを知っている。   |
|            | DS-074 | T1 | 2 画像に対して, 目的に応じた適切な色変換や簡単なフィルタ処理などを行うことができる                                   |
|            | DS-075 | T1 | 2 画像データに対する代表的なクリーニング処理(リサイズ, パテイング, 標準化など)をタスクに応じて適切に実施できる。                  |
|            | DS-076 | T2 | 1.5 動画のデジタル表現の仕組みと代表的な動画フォーマットを理解しており, 動画から画像を抽出する既存方法を使うことができる。              |

| D1: コンピュータサイエンス基礎    |           |     |             |  |
|----------------------|-----------|-----|-------------|--|
|                      | 通し番号      | 優先度 | 割り当て時間数 (h) | 内容   |
| 1. 基本的なコンピュータアーキテクチャ | ACM-09-01 | T1  | 0.5         | 「電力の壁」の概念を理解している。  |
|                      | ACM-09-02 | T1  | 0.5         | ビット, バイト, ワードを理解している。  |
|                      | ACM-09-03 | T1  | 0.5         | 数値データの表現を理解している。   |
|                      | ACM-09-04 | T1  | 1           | CPUとGPUを理解している。  |
|                      | ACM-09-05 | T2  | 0.5         | 非数値データの表現を理解している。  |
|                      | ACM-09-06 | T2  | 0.5         | マルチコアとマルチプロセッシングを理解している。   |
|                      | ACM-09-07 | T2  | 0.5         | ノイマン型アーキテクチャの基本構成を理解している。  |
|                      | ACM-09-08 | T2  | 0.5         | 並列アーキテクチャ(例: SIMD, MIMD)を理解している。   |
|                      | ACM-09-09 | T1  | 0.5         | プロセッサの性能をさらに向上させ, 並列処理の活用を推進する観点から, 「電力の壁」の意味を説明できる。                               |
|                      | ACM-09-10 | T1  | 1           | 固定長の数値表現の精度への影響を説明できる。   |
|                      | ACM-09-11 | T1  | 2           | (GPUの特化された目的と比較対照して) CPUの役割を説明できる。   |
|                      | ACM-09-12 | T2  | 1           | 文字, 文字列, 画像などの非数値データの内部表現を説明できる。   |
|                      | ACM-09-13 | T2  | 0.5         | マルチコアシステムとマルチプロセッサシステムの違いを説明できる。   |
|                      | ACM-09-14 | T2  | 1           | 古典的なフォンノイマンアーキテクチャの構成とその主要な機能ユニットを説明できる。   |
|                      | ACM-09-15 | T2  | 0.5         | 古典的なフォンノイマンモデルを超えた並列処理の概念を説明できる。   |
|                      | ACM-09-16 | T1  | 1           | 最新のコンピューティングデバイスにおけるデータ表現とプロセッサ速度の利点と制限を理解している。                                    |
| 2. ストレージシステムの基礎      | ACM-10-01 | T1  | 1           | 記憶システムとその技術を理解している。  |
|                      | ACM-10-02 | T1  | 1           | レジスタ, キャッシュ, RAMを理解している。   |
|                      | ACM-10-03 | T1  | 1           | 仮想記憶を理解している。   |
|                      | ACM-10-04 | T1  | 1           | 主要な記憶技術(例: SRAM, DRAM, フラッシュ, 磁気ディスク)と, それらの相対的なコストと性能を説明できる。                      |
|                      | ACM-10-05 | T1  | 1           | 記憶階層の使用により, 実効的な遅延がどのように減少するかを説明できる。   |
|                      | ACM-10-06 | T1  | 0.5         | 高価で高速な記憶装置と安価で低速な記憶装置のトレードオフを理解している。   |
| 3. オペレーティングシステムの基礎   | ACM-11-01 | T1  | 1           | オペレーティングシステム(OS)の役割と目的を理解している。   |
|                      | ACM-11-02 | T1  | 0.5         | セキュリティの脅威の種類と対策の方法を理解している。   |
|                      | ACM-11-03 | T2  | 0.5         | ネットワーク機能を持つOS, クライアントサーバーOS, 分散OSを理解している。  |
|                      | ACM-11-04 | T2  | 0.5         | 信頼性と可用性について理解している。   |
|                      | ACM-11-05 | T1  | 1           | 最新のOSの目的と機能を説明できる。   |
|                      | ACM-11-06 | T1  | 1           | OSに対する潜在的な脅威(例: ソフトウェアの脆弱性, 認証の問題, マルウェアなど)と, それらを防ぐように設計されたセキュリティ機能の種類を挙げることができる。 |

|                     |           |    |  |
|---------------------|-----------|----|--|
|                     | ACM-11-07 | T2 | 1 ネットワーク機能を持つOS, クライアントサーバーOS, 分散OSについて, また, それらが単一ユーザーのOSとどう異なるかを説明できる.                 |
|                     | ACM-11-08 | T2 | 0.5 信頼性と可用性の重要性について, また, 両者を保証するためのフォールトトレランスの手法を説明できる.                                  |
|                     | ACM-11-09 | T1 | 0.5 人間とシステムリソース間, およびシステムリソース間のインターフェイスを提供する上でのOSの重要な役割を理解している.                          |
|                     | ACM-11-10 | T1 | 0.5 OSへのシステム攻撃を避けるために適切に振る舞える.   |
| 4. ファイルシステム         | ACM-12-01 | T1 | 0.5 ファイル (データ, メタデータ, 操作, 編成) について理解している.  |
|                     | ACM-12-02 | T1 | 0.5 ディレクトリ (コンテンツと構造) について理解している.  |
|                     | ACM-12-03 | T1 | 0.5 ファイル保護について理解している.  |
|                     | ACM-12-04 | T2 | 0.5 ファイル (順編成ファイル, 順編成でないファイル) について理解している.   |
|                     | ACM-12-05 | T1 | 1 ファイル編成のさまざまなアプローチについて, それらの長所と短所を認識しながら比較対照できる.  |
|                     | ACM-12-06 | T1 | 0.5 ファイル保護のレベルとそれらを設定するための仕組みを説明できる.   |
|                     | ACM-12-07 | T2 | 0.5 順編成ファイル, 順編成でないファイルを比較し違いを説明できる.   |
|                     | ACM-12-08 | T1 | 1 優れたファイル編成の重要性と, 不適切なアクセスからファイルを保護することの重要性を理解している.                                      |
| 5. ネットワーク           | ACM-13-01 | T1 | 1 ネットワークの構成要素 (ホスト, ルータ, スイッチ, ISP, アクセスポイント, ファイアウォール) を理解している.                         |
|                     | ACM-13-02 | T1 | 0.5 ローカルエリアネットワーク (LAN) : LANのトポロジー (例: バス型, リング型)                                       |
|                     | ACM-13-03 | T1 | 1 インターネットの構成 (インターネットサービスプロバイダ (ISP), コンテンツプロバイダなど) を理解している.                             |
|                     | ACM-13-04 | T2 | 0.5 回線交換ネットワークとパケット交換ネットワークを理解している.  |
|                     | ACM-13-05 | T2 | 0.5 階層型のネットワーク構成を理解している.   |
|                     | ACM-13-06 | T2 | 1 名前付けと名前解決の方法 (DNS, IPアドレス, URI (Uniform Resource Identifier)など) を理解している.               |
|                     | ACM-13-07 | T2 | 1 基本的なプロトコル (TCP, IP) を理解している.   |
|                     | ACM-13-08 | T2 | 0.5 アプリケーション層のプロトコルとしてのHTTP/HTTPSを理解している.  |
|                     | ACM-13-09 | T1 | 1 コンピュータネットワークの主要な構成要素を挙げるができる.  |
|                     | ACM-13-10 | T1 | 0.5 LANがさまざまなトポロジーで構成できることを知っている.  |
|                     | ACM-13-11 | T1 | 1 (高レベルの) インターネットの構成を説明できる.  |
|                     | ACM-13-12 | T2 | 0.5 回線交換とパケット交換の違いを説明できる.  |
|                     | ACM-13-13 | T2 | 1 典型的なネットワークアーキテクチャの階層的な構成を説明できる.  |
|                     | ACM-13-14 | T2 | 0.5 ネットワークにおける名前とアドレスの類似点, 相違点を挙げるができる.  |
|                     | ACM-13-15 | T2 | 1 TCPやIPなどの基本的なプロトコルがどう機能するかを説明できる.  |
|                     | ACM-13-16 | T2 | 1 HTTPSのようなアプリケーション層のプロトコルがどう機能するかを説明できる.  |
|                     | ACM-13-17 | T1 | 1 ネットワークを介して情報を送信することの複雑さ, および送信中に発生する可能性のある問題を軽減するための仕組みを理解している.                        |
| 6. WebとWebプログラミング   | ACM-14-01 | T1 | 0.5 インターネットとWorld Wide Webの関係を理解している.  |
|                     | ACM-14-02 | T1 | 0.5 Webアプリケーションの脆弱性とセキュリティ攻撃 (例: SQLインジェクション, 分散型DoS (Denial of Service) 攻撃) について理解している. |
|                     | ACM-14-03 | T2 | 0.5 セキュリティ攻撃の検出と対策を理解している.   |
|                     | ACM-14-04 | T1 | 1 インターネットとWorld Wide Webの関係を説明できる.   |
|                     | ACM-14-05 | T1 | 2 簡単なブラウザベースのアプリケーションの設計と実装が行える.   |
|                     | ACM-14-06 | T1 | 0.5 一般的なWebアプリケーションの脆弱性とセキュリティ攻撃を説明できる.  |
|                     | ACM-14-07 | T1 | 1.5 Webプログラミング言語 (例: HTML5, JavaScript, PHP, CSS) を使用できる.                                |
|                     | ACM-14-08 | T2 | 0.5 セキュリティ攻撃から保護する方法を認識し適用できる.   |
|                     | ACM-14-09 | T1 | 0.5 Webアプリケーションの作成と使用をできるかぎり安全に行うための, 潜在的なリスクを認識している.                                    |
| 7. コンパイラと<br>インタプリタ | ACM-15-01 | T1 | 0.5 (他の) プログラムを入力として受け取るプログラム (インタプリタ, コンパイラ, タイプチェッカ, 文書ジェネレータ) を理解している.                |
|                     | ACM-15-02 | T1 | 1 インタプリタによる解釈実行, ネイティブコードへのコンパイル, ポータブルな中間表現へのコンパイルについて理解している.                           |
|                     | ACM-15-03 | T1 | 1 構文と構文解析, セマンティクスと評価について理解している.   |

|                      |           |    |   |
|----------------------|-----------|----|---|
|                      | ACM-15-04 | T1 | 0.5 インタプリタ型とコンパイル型に分類される言語の例について理解している。                                   |
|                      | ACM-15-05 | T1 | 1 他のプログラムを処理するプログラムが、入力データとしてのプログラムをどのように扱うかを説明できる。                       |
|                      | ACM-15-06 | T1 | 0.5 インタプリタ型言語とコンパイル型言語について、言語やコードの利点・欠点を説明できる。                            |
|                      | ACM-15-07 | T1 | 0.5 構文と構文解析とセマンティクスと評価の区別を区別できる。  |
|                      | ACM-15-08 | T1 | 0.5 インタプリタ型コードとコンパイル型コードの速度のトレードオフを正しく理解している。                             |
|                      | ACM-15-09 | T1 | 0.5 ネイティブコードへのコンパイルとポータブルな中間表現へのコンパイルの柔軟性のトレードオフを理解している。                  |
|                      | ACM-15-10 | T1 | 0.5 コード開発におけるインタプリタの有用性を理解している。   |
| 8. アルゴリズム思考と<br>問題解決 | ACM-35-01 | T1 | 0.25 アルゴリズムの定義  |
|                      | ACM-35-02 | T1 | 0.25 問題解決プロセスにおけるアルゴリズムの重要性   |
|                      | ACM-35-03 | T1 | 0.25 問題を解決するための少なくとも一つの正式な手法  |
|                      | ACM-35-04 | T1 | 0.25 基本的なオブジェクト指向設計の概念と原理（抽象化、カプセル化と情報隠蔽、振る舞いと実装の分離）                      |
|                      | ACM-35-05 | T1 | 0.25 フローチャートや擬似コードといったコード以外の形式的な表記を用いて問題解決策を記述すること。                       |
|                      | ACM-35-06 | T1 | 0.25 データフロー図などの何らかの形式的手段による問題解決策によって、入力、変換、出力といったデータの流れを図示すること。           |
|                      | ACM-35-07 | T1 | 0.25 問題を解決するプログラムを実装するために不可欠な、データ、ハイパーパラメーター、ユーザーの応答などの入力と出力を識別すること。      |
|                      | ACM-35-08 | T1 | 0.25 複数の抽象データ型のデータコンポーネントと振る舞いを識別すること。（PDAデータ構造を参照）                       |
|                      | ACM-35-09 | T2 | 0.25 問題を解決するために、少なくとも1つの形式手法を使用すること。                                      |
|                      | ACM-35-10 | T1 | 0.25 アルゴリズムとプログラムの正確に説明する。アルゴリズムはプログラムとは違う。                               |
|                      | ACM-35-11 | T1 | 0.25 大きな問題を実装可能な解決策に分割し、それらの解決策を何らかの形式で表現するための原理的なやり方があることを正確に理解している。     |
| 9. アルゴリズム            | ACM-38-01 | T1 | 0.5 数字のリストの平均値の計算や最小値・最大値・最頻値の探索などの単純な数値アルゴリズムを理解している。                    |
|                      | ACM-38-02 | T1 | 0.5 ソートと探索を理解している。  |
|                      | ACM-38-03 | T1 | 0.5 線形探索、二分探索を理解している。   |
|                      | ACM-38-04 | T1 | 0.5 $O(n^2)$ のソートアルゴリズム(挿入ソートなど)、 $O(n\log n)$ のソートアルゴリズム(マージソート)を理解している。 |
|                      | ACM-38-05 | T1 | 0.5 探索・ソートアルゴリズムに関する乱択アルゴリズムを理解している。                                      |
|                      | ACM-38-06 | T1 | 0.5 ハッシュベースの探索・ソートアルゴリズムの効率に関する潜在的な有用性を理解している。                            |
|                      | ACM-38-07 | T1 | 0.5 グラフの性質：連結性、媒介性、中心性などを理解している。  |
|                      | ACM-38-08 | T1 | 0.5 グラフアルゴリズムを理解している。   |
|                      | ACM-38-09 | T1 | 0.5 貪欲法、分割統治法などの基本的なアルゴリズム戦略を理解している。                                      |
|                      | ACM-38-10 | T1 | 0.5 線形方程式系を解くアルゴリズムを理解している。   |
|                      | ACM-38-11 | T2 | 0.75 組み合わせ最適化問題のアルゴリズムを理解している。  |
|                      | ACM-38-12 | T2 | 0.75 ヒューリスティックな最適化手法を理解している。  |
|                      | ACM-38-13 | E  | 1.25 ハッシュ化とハッシュ関数を理解している。   |
|                      | ACM-39-01 | T1 | 0.5 時間計算量・空間計算量の定義を理解している。  |
|                      | ACM-39-02 | T1 | 0.5 アルゴリズムの最良の/平均的な/最悪の場合の振る舞いの違いを理解している。                                 |
|                      | ACM-39-03 | T1 | 0.5 時間計算量と空間計算量のトレードオフを理解している。  |
|                      | ACM-39-04 | T1 | 0.5 アルゴリズムの分類を理解している。   |
|                      | ACM-39-05 | T1 | 0.5 決定的/非決定的アルゴリズム  |
|                      | ACM-39-06 | T1 | 0.5 時間/空間階層   |
|                      | ACM-38-14 | T1 | 0.5 単純な数値アルゴリズムを適用できる（例：平均値を算出する、最小値を得るなど）。                               |
|                      | ACM-38-15 | T1 | 0.5 探索とソートのアルゴリズムを適用できる。  |
|                      | ACM-38-16 | T1 | 0.5 種々の配列ベース検索とソートアルゴリズムのトレードオフについて対照できる。                                 |
|                      | ACM-38-17 | T1 | 0.5 深さ優先探索・幅優先探索の一般的な枠組みを用いてグラフ・木の走査を実行することができる。                          |
|                      | ACM-38-18 | T1 | 0.5 貪欲アルゴリズムなどの効率的なアルゴリズムを用いてグラフ・木における最短経路を同定することができる。                    |
|                      | ACM-38-19 | T1 | 0.5 適切な問題に対して線型方程式系ソルバーを適用することができる。                                       |

|             |           |    |   |
|-------------|-----------|----|---|
|             | ACM-38-20 | T2 | 0.75 効率的なアルゴリズムを用いてグラフ・木の最大/最小フローを同定することができる。   |
|             | ACM-38-21 | T2 | 0.75 組み合わせ最適化問題に対して一般的なアルゴリズムを利用することができる(例：分枝限定法)。  |
|             | ACM-38-22 | T2 | 0.75 ヒューリスティックな最適化手法(粒子群最適化, 遺伝的アルゴリズム, 進化的計算)を適用できる。                                     |
|             | ACM-38-23 | T2 | 0.75 適切な問題に対して動的計画法に基づくアルゴリズムを実装できる。  |
|             | ACM-38-24 | E  | 1.25 分散システム・データに対して探索・ソートアルゴリズムを実装・適用することができる。  |
|             | ACM-38-25 | E  | 1.25 ハッシュ関数を実装・比較することができる。  |
|             | ACM-38-26 | E  | 1.25 グラフの走査・最短経路の探索・フローを求めるアルゴリズムを実装できる。  |
|             | ACM-38-27 | E  | 1.25 乱択アルゴリズムを解析できる。  |
|             | ACM-39-07 | T1 | 0.5 アルゴリズムの効率について大雑把な比較をすることができる(例：演算回数)。   |
|             | ACM-39-08 | T1 | 0.5 様々なサイズの入力に対してアルゴリズムを実行し, その性能を比較することができる。   |
|             | ACM-39-09 | T1 | 0.5 実装やアルゴリズムの選択が実行時の時間・空間計算量に影響をもたらすことを示すような例を提示することができる。                                |
|             | ACM-39-10 | T1 | 0.5 問題の表現およびデータ構造とアルゴリズムがどのように関連しているか/結びついているかを説明することができる。                                |
|             | ACM-39-11 | T2 | 0.75 アルゴリズムを理解するために分類法を形式的に適用することができる。  |
|             | ACM-38-28 | T1 | 0.5 ある問題にうまく対処できるアルゴリズムは往々にして様々な種類のあることを意識している。   |
|             | ACM-38-29 | T1 | 0.5 アルゴリズムの選択が実行効率に重大な影響をもたらすことを認知している。   |
|             | ACM-38-30 | T1 | 0.5 実行効率がステークホルダー(顧客, 消費者, 保守運用担当者)にもたらす影響を十分に理解している。                                     |
|             | ACM-39-12 | T1 | 0.5 時間計算量・空間計算量の間にはトレードオフが存在し得ることを理解し, このトレードオフがソフトウェアの顧客やユーザーに影響することを十分に認識している。          |
| 10. データ構造   | ACM-37-01 | T1 | 0.33 基本的なデータ構造と抽象データ型(リスト, 配列, スタック, キュー, 文字列, セット, レコード/構造体, マップ, ハッシュテーブル)の目的と使い方       |
|             | ACM-37-02 | T1 | 0.33 基本的な行列表現構造(疎/密, 行, 列): 行列表現型, 表現型に基づく基本的な行列操作の長所/短所                                  |
|             | ACM-37-05 | T1 | 1 プログラミングにおける基本的なデータ構造を適切に選択できる。  |
|             | ACM-37-06 | T1 | 1 与えられたプログラミング言語の標準的なデータ型ライブラリを適切に使うことができる。   |
|             | ACM-37-11 | T1 | 0.33 実装やデータ構造の選択を徹底しており, それが使用量, 効率(時間と空間), 可読性に影響を与えることを理解している。                          |
| 11. プログラミング | ACM-36-01 | T1 | 0.33 基本概念: 変数とプリミティブデータ型  |
|             | ACM-36-02 | T1 | 0.33 基本概念: 式と代入文  |
|             | ACM-36-03 | T1 | 0.33 基本概念: 条件文と繰り返し文  |
|             | ACM-36-04 | T1 | 0.33 基本概念: 再帰関数   |
|             | ACM-36-05 | T1 | 0.33 基本概念: 関数とパラメタ渡し  |
|             | ACM-36-06 | T1 | 0.33 基本概念: ファイルおよび静的データソースを含む単純な入出力   |
|             | ACM-36-07 | T1 | 0.33 基本概念: 例外処理   |
|             | ACM-36-08 | T1 | 0.33 コアプラクティス: ドキュメンテーション   |
|             | ACM-36-09 | T1 | 0.33 コアプラクティス: テスト  |
|             | ACM-36-10 | T1 | 0.33 コアプラクティス: バージョン管理  |
|             | ACM-36-11 | T1 | 0.33 より細かい部品へのプログラムの分割  |
|             | ACM-36-12 | T1 | 0.33 エラーの種類(構文, ロジック, 実行時), エラーが起きる原因, エラーへの対処方法  |
|             | ACM-36-13 | T1 | 0.33 データソースへの問い合わせおよび解析方法   |
|             | ACM-36-18 | T1 | 1.5 上述した基本概念とコアプラクティスを含むプログラムを書くことができる。   |
|             | ACM-36-19 | T1 | 1 コードセグメントの実行を推測し, 計算の概要を明確にする。   |
|             | ACM-36-20 | T1 | 1.5 分解の技術を適用して, プログラムをより小さなルーチン等に分解する。  |
|             | ACM-36-21 | T1 | 1 適切な手法(データベース問合せ, API呼び出し, 正規表現等)を利用し, 指定されたデータソース(データベース, スプレッドシート, 文書, XML等)のデータを操作する。 |
|             | ACM-36-22 | T1 | 1 再帰および反復を使用したプログラム開発ができる。  |
|             | ACM-36-23 | T1 | 1 ソフトウェアの可読性と保守性に貢献する一貫したドキュメントとプログラミングスタイルの標準を利用できる。                                     |
|             | ACM-36-24 | T1 | 1 プログラムのテストとデバッグのための手法を適用できる。   |
|             | DS-111    | T1 | 4 小規模な構造化データ(CSV, RDBなど)を扱うデータ処理(抽出・加工・分析など)を, 設計書に基づき, プログラム実装できる。                       |

|          |           |    |   |
|----------|-----------|----|---|
|          | DS-112    | E  | 4 JSON, XMLなど標準的なフォーマットのデータを受け渡すために, APIを使用したプログラムを設計・実装できる.  |
|          | DS-113    | E  | 8 Jupyter NotebookやRstudioなどの対話型の開発環境を用いて, データの分析やレポートの作成ができる.  |
|          | DS-114    | E  | 8 SQLの構文を一通り知っていて, 記述・実行できる (DML, DDLの理解, 各JOINの使い分け, 集計関数とGROUP BY, CASE文を使用した縦横変換, 副問い合わせやEXISTSの活用など). |
|          | ACM-36-35 | T1 | 0.33 プログラミングの実践においてソフトウェア工学の概念と設計原理を活用することに強くコミットしている.  |
|          | ACM-36-36 | T1 | 0.33 直接教えられたこと以上のことができるよう準備している. プログラミングの構成と方法は一般的であり, 多くの文脈で有用であることを理解する.                                |
|          | ACM-36-37 | T1 | 0.33 単純な方法を超える方法を発見する態度を持つ. データサイエンティストは, 既存のソリューションを手直しすることだけに縛られるべきではない.                                |
| 12. 数値計算 | ACM-40-01 | T1 | 0.33 乱数発生器  |
|          | ACM-40-02 | T1 | 0.33 確率分布のシミュレーション  |
|          | ACM-40-03 | T1 | 0.33 ビットを用いた数値表現の限界と結果の誤差蓄積 (オーバーフロー, アンダーフロー, ラウンドオフ, 切り捨て) への影響   |
|          | ACM-40-04 | T1 | 0.33 数値表現の計算複雑性への影響   |
|          | ACM-40-07 | T1 | 0.33 数値計算アルゴリズムとプロセスがシミュレーションの実行, データサンプリング, データ生成にどのような影響を与えるかを説明できる.                                    |
|          | ACM-40-08 | T1 | 0.33 データ解析を実行するための適切な数値計算アルゴリズムを, その限界と数値的な制約を認識した上で説明できる.  |
|          | ACM-40-09 | T1 | 0.33 非決定性アルゴリズムを用いたデータ解析の再現性を実現するために, 乱数発生器とシミュレートされた確率分布を効果的に使用できる.                                      |
|          | ACM-40-10 | T1 | 0.33 乱数発生器と模擬確率分布を使用して, 適切な統計的・数値的制約を満たす非決定性アルゴリズムを用いたデータ分析に再現性を持たせる.                                     |
|          | ACM-40-12 | T1 | 0.33 (擬似) 乱数生成の利点と限界に敏感である.   |
|          | ACM-40-13 | T1 | 0.33 数値計算アルゴリズムの限界に敏感である.   |

| D2: ビッグデータ・システム           |           |     |                 |   |
|---------------------------|-----------|-----|-----------------|---|
|                           | 通し番号      | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容  |
| 1. 規模に伴う課題                | ACM-26-01 | T1  | 0.5             | サイズ, キャパシティ, タイミングなど, ビッグデータのコンテキストにおける測定の必要性を理解している.                       |
|                           | ACM-26-02 | T1  | 0.5             | 問題のサイズの概念を理解している.   |
|                           | ACM-26-03 | T1  | 0.5             | 計算処理が急速に増大することの影響を理解している.   |
|                           | ACM-26-04 | T1  | 0.5             | データの急速な増大に対する記憶システムへの影響について理解している.  |
|                           | ACM-26-05 | T1  | 0.5             | 単純さを重視する必要性を理解している.   |
|                           | ACM-26-06 | T1  | 0.5             | 増加するエージェント/プロセス数に対処するための問題解決のアプローチについて理解している.                               |
|                           | ACM-26-07 | T1  | 0.5             | スケラビリティに対応しつつスケールの問題を解決するためのアプローチについて理解している.                                |
|                           | ACM-26-08 | T1  | 0.5             | 複雑さの増大につながるビッグデータアプリケーションの理由と, その複雑さの性質を説明できる.                              |
|                           | ACM-26-09 | T1  | 0.5             | 過度の単純さではないが, 単純さを強調することの重要性の理由を説明できる.                                       |
|                           | ACM-26-10 | T1  | 0.5             | 複雑さを軽減するための一般的な手順を説明できる.  |
|                           | ACM-26-11 | T1  | 1               | アプリケーションのデータスケールと速度を, その記述をもとに評価できる.  |
|                           | ACM-26-12 | T2  | 0.5             | 複数のスケールのレベルで計算タスクを実行できる.  |
|                           | ACM-26-13 | T1  | 0.5             | スケールにより生じる困難に適切に対応する.   |
|                           | ACM-26-14 | T1  | 0.5             | スケールの問題を解決するため適切に振る舞う.  |
| 2. ビッグデータを扱うコンピュータアーキテクチャ | ACM-27-01 | E   | 0.5             | 効率よく, かつ, 高速な入出力を支援する機構   |
|                           | ACM-27-02 | E   | 1               | データ指向の高性能計算に関する概念と要求  |
|                           | ACM-27-03 | E   | 2               | キャッシュコヒーレンスを含むメモリおよびキャッシュへの検討と理解  |
|                           | ACM-27-04 | E   | 2               | マルチコア, グリッドコンピューティング, GPU, 共有メモリ, 分散メモリ, メモリ共有型計算, ベクター処理等様々な並列計算機の長所と限界の理解 |
|                           | ACM-27-05 | E   | 0.5             | フリンによる並列計算機分類   |
|                           | ACM-27-06 | E   | 1               | 並列処理を支援する実装方式への理解   |



|                 |           |    |  |
|-----------------|-----------|----|--|
|                 | ACM-27-07 | E  | 1 並列ストレージの階層構造   |
|                 | ACM-27-08 | E  | 1 高速な入出力実現のための様々なアプローチの理解  |
|                 | ACM-27-09 | E  | 1 高速な入出力実現のための課題の（定性的な）説明  |
|                 | ACM-27-10 | E  | 2 様々な並列計算機アーキテクチャの比較, 対照   |
|                 | ACM-27-11 | E  | 2 アプリケーションにとって, いかなる並列計算機アーキテクチャが適切かの（定性的な）説明  |
|                 | ACM-27-12 | E  | 2 計算パターンおよびデータの特徴から得られる計算モデル, フレームワークにとって, 適切なシステムアーキテクチャの選択                                 |
|                 | ACM-27-13 | E  | 0.5 データサイエンスアプリケーションを支援するハードウェア動向に関する造詣  |
| 3. 並列計算のフレームワーク | ACM-28-01 | E  | 0.5 並列計算モデルの目的および定義  |
|                 | ACM-28-02 | E  | 1 モデルの分類   |
|                 | ACM-28-03 | E  | 2 分散システム   |
|                 | ACM-28-04 | E  | 2 グリッドサーチ（パラメタチューニング）  |
|                 | ACM-28-05 | E  | 2（データ処理における）通信および調整のための繰り返し処理  |
|                 | ACM-28-06 | E  | 1.5 タスク指向およびデータパラレルによる作業の分割における課題の理解   |
|                 | ACM-28-07 | E  | 1 並列計算システムのモデル化  |
|                 | ACM-28-08 | E  | 2 効率的かつ効果的な並列計算の評価   |
|                 | ACM-28-09 | E  | 2 大規模データを処理する並列システムの設計と開発の手法   |
|                 | ACM-28-10 | E  | 1 複雑（になりうる）システムの評価およびデザインへの造詣  |
| 4. 分散データストレージ   | ACM-29-01 | T2 | 0.5 多種多様なデバイスからなるストレージにおける大容量データの格納手法  |
|                 | ACM-29-02 | T2 | 0.5 階層ストレージ  |
|                 | ACM-29-03 | T2 | 1 クリーンかつコンシステントかつ典型的なデータへの理解   |
|                 | ACM-29-04 | T2 | 1 データの保守, 保護   |
|                 | ACM-29-05 | T2 | 0.5 データの取得, 抽出の課題  |
|                 | ACM-29-06 | T2 | 1 ハッシュ, フィルタリング, サンプリングを用いた技術における長所と限界への理解   |
|                 | ACM-29-07 | T2 | 1 データのバックアップ   |
|                 | ACM-29-08 | T2 | 1 ビッグデータに関するストレージ階層構造の役割の理解  |
|                 | ACM-29-09 | T2 | 1 ビッグデータにおける冗長性の利点の概説  |
|                 | ACM-29-10 | T2 | 1 ビッグデータにおける過剰な冗長性がシステムの効率を損なうことの説明  |
|                 | ACM-29-11 | T2 | 1 ビッグデータアプリケーションのために, 有用かつ最新の状態を確約するデータの保護と管理に関する手法の説明                                       |
|                 | ACM-29-12 | E  | 2 スケーリングが容易に可能な分散データストレージシステムの開発   |
|                 | ACM-29-13 | E  | 2 スケーラビリティ, ユーザビリティ, 効率およびセキュリティを担保したデータ指向システムにおけるバックアップ, マイグレーション, 圧縮などの技術を考慮したストレージシステムの設計 |
|                 | ACM-29-14 | T2 | 1 ビッグデータアプリケーションを支援するストレージ機構の設計において有益な配置の創生  |
| 5. 並列プログラミング    | ACM-30-01 | T2 | 0.5 並行制御および並列処理および分散システム   |
|                 | ACM-30-02 | T2 | 0.5 オーバーヘッドによる並列処理の限界  |
|                 | ACM-30-03 | T2 | 1 並行制御および並列処理に関する異なる手法の理解  |
|                 | ACM-30-04 | T2 | 1 負荷平衡等を含むハードウェアアーキテクチャに適合した手法に関する並列アルゴリズムの理解  |
|                 | ACM-30-05 | T2 | 0.5 MapReduce等の典型的な並列プログラミングパラダイムの理解   |
|                 | ACM-30-06 | T2 | 0.5 並列/並行アルゴリズムの複雑さの理解   |
|                 | ACM-30-07 | T2 | 0.5 スケールに関する並行制御/並列処理の限界について説明   |
|                 | ACM-30-08 | T2 | 0.5 特定のアルゴリズムにおける並列処理オーバーヘッドの理解  |
|                 | ACM-30-09 | T2 | 1 データ指向並列プログラムの実装方式に関する理解  |
|                 | ACM-30-10 | T2 | 2 データ処理およびデータスケールに対応したデータ指向並列計算システムの開発・運用  |
|                 | ACM-30-11 | T2 | 2 データ指向並列プログラムの開発と最適化  |
|                 | ACM-30-12 | T2 | 2 並列プログラミングパラダイムに基づいたアルゴリズムの設計, 実装と調整  |
|                 | ACM-30-13 | T2 | 0.5 特定の事例で過剰に生じる並列処理オーバーヘッドの認識   |
|                 | ACM-30-14 | T2 | 0.5 事例に併せた並列システムに関する理解とその深化  |

|                               |           |    |   |
|-------------------------------|-----------|----|---|
| 6. ビッグデータアプリケーション開発技術         | ACM-31-01 | T2 | 0.5 ビッグデータ処理を支援する技術の必要性   |
|                               | ACM-31-02 | T2 | 0.5 ハッシュ処理（ハッシング）   |
|                               | ACM-31-03 | T2 | 0.5 サンプリング，フィルタリング  |
|                               | ACM-31-04 | T2 | 0.5 データの特性と概要   |
|                               | ACM-31-05 | T2 | 0.5 ハッシング，サンプリング，フィルタリングの限界   |
|                               | ACM-31-06 | T2 | 0.5 ビッグデータにおけるハッシングの役割の例示   |
|                               | ACM-31-07 | T2 | 0.5 サンプリングとフィルタリングを用いる際の基準について説明できる   |
|                               | ACM-31-08 | T2 | 1 ビッグデータを利用するアプリケーションにおいて，指定されたガイドラインを遵守して，標本選択の実践                                |
|                               | ACM-31-09 | T2 | 0.5 具体的な利用事例に基づいた，様々なフィルタリング手法について考察  |
|                               | ACM-31-10 | T2 | 2 利用可能な記憶容量と期待される精度に基づき，データ構造を設計し，その性能を解析   |
|                               | ACM-31-11 | T2 | 0.5 サンプリングおよびフィルタリング実行時のバイアスなどの陥穽への気づき  |
| 7. クラウドコンピューティング              | ACM-32-01 | T2 | 0.5 クラウドコンピューティングとその利点に関する理解  |
|                               | ACM-32-02 | T2 | 0.5 データセンターのアーキテクチャ   |
|                               | ACM-32-03 | T2 | 0.5 クラウドコンピューティングに関する課題   |
|                               | ACM-32-04 | T2 | 0.5 クラウドコンピューティングを支援する異なる手法の理解  |
|                               | ACM-32-05 | T2 | 1 分散ファイルシステム  |
|                               | ACM-32-06 | T2 | 0.5 ビッグデータアプリケーションを支援するクラウドサービス   |
|                               | ACM-32-07 | T2 | 1 仮想化技術   |
|                               | ACM-32-08 | T2 | 1 クラウドコンピューティング，クラウドストレージ，仮想マシン等のクラウド技術に関するセキュリティ課題                               |
|                               | ACM-32-09 | T2 | 1 クラウドシステムで実行するタスクの概要の理解  |
|                               | ACM-32-10 | T2 | 2 データセンターの設計  |
|                               | ACM-32-11 | T2 | 2 ビッグデータアプリケーション支援のために提供されている様々なクラウドサービスの理解                                       |
|                               | ACM-32-12 | T2 | 2 特定のビッグデータアプリケーションを支援するためのクラウドサービスの選定と適用   |
|                               | ACM-32-13 | T2 | 2 クラウドに関するセキュリティ戦略の設計   |
|                               | ACM-32-14 | T2 | 1 クラウドサービスの利用に関する責任ある行動姿勢   |
|                               | ACM-32-15 | T2 | 1 アマゾン，グーグル，マイクロソフト等現在利用可能な異なるクラウドサービスの理解   |
| 8. 複雑さの理論                     | ACM-33-01 | E  | 1 アルゴリズムの効率性，計算量に関する課題  |
|                               | ACM-33-02 | E  | 1 ビッグデータという観点からの重要性，並行制御/並列処理の観点からの利用として，計算量に関する理解                                |
|                               | ACM-33-03 | E  | 0.5 複雑さの概念に関する限界  |
|                               | ACM-33-04 | E  | 1 並行制御/並列処理も含む一般的に利用されているアルゴリズムにおける複雑さの評価   |
|                               | ACM-33-05 | E  | 1 効率性を考慮する際，数学的解析だけでは不十分な理由の説明  |
|                               | ACM-33-06 | E  | 2 計算機資源の制限，時間の制限およびデータサイズ等から課題を洗い出し，複雑さの観点から与えられた条件内で，その課題が解決可能，あるいは，おおそ可能かどうかを解析 |
|                               | ACM-33-07 | E  | 2 ビッグデータ処理に用いられるアルゴリズムの効率性をいかに評価するかについて具体的に例示                                     |
|                               | ACM-33-08 | E  | 2 ビッグデータを含む特定のアプリケーションに適切なアルゴリズムを選択し，スケーリングの課題に関し説明                               |
|                               | ACM-33-09 | E  | 0.5 複雑性に関する造詣と，積極的に取り組む態度を醸成  |
|                               | ACM-33-10 | E  | 0.5 複雑さによる限界についての認識   |
| 9. ビッグデータアプリケーションのためのソフトウェア支援 | ACM-34-01 | T2 | 1 ビッグデータアプリケーションを支援するためのプログラミング環境の必要性とその理解  |
|                               | ACM-34-02 | T2 | 1 自動スケーリングおよびサーバーレスコンピューティングの概念   |
|                               | ACM-34-03 | T2 | 1 ビッグデータという観点からデータの転送，解析，機械学習への支援のための，より精緻なウェブサービスの可能性について考察                      |
|                               | ACM-34-04 | T2 | 2 自動スケーリングおよびサーバーレスコンピューティングの利用についての比較，対照   |
|                               | ACM-34-05 | T2 | 2 自動スケーリングと負荷バランスの関係性についての理解  |

|           |    |  |
|-----------|----|--|
| ACM-34-06 | T2 | 1 ストリーミングアプリケーションにおけるバッファサイズの重要性について概説                         |
| ACM-34-07 | T2 | 2 顔認識およびビデオストリーミングのアプリケーションを容易にするウェブサービスの理解                    |
| ACM-34-08 | T2 | 0.5 考えられうる偏り, その他の欠如なども考慮したウェブサービス利用に関する省察的 (リフレクティブ) アプローチの推奨 |
| ACM-34-09 | T2 | 0.5 ビッグデータアプリケーションに関する理解の深化                                    |
| ACM-34-10 | T2 | 0.5 ビッグデータアプリケーションという観点から, 適切な単純さについて注視を推奨                     |

| E1: セキュリティとプライバシー | 通し番号        | 優先度       | 割り当て時間数 (h) | 内容   |  |
|-------------------|-------------|-----------|-------------|--|--|
| 1. セキュリティ基礎       | ACM-08-01   | T1        | 0.27        | 個人の間, 組織間, あるいは政府間のプライバシー要求の関係   |  |
|                   | ACM-08-02   | T1        | 0.27        | 国境を越えたプライバシーとデータセキュリティに関する法律と責任  |  |
|                   | ACM-08-03   | T1        | 0.27        | 国際的に関与している組織が, 事業を行う管轄区域全体でのプライバシーに関する法, 規制, および標準の差異をどのくらい考慮すべきかに関する理解.   |  |
|                   | ACM-08-04   | T1        | 0.27        | 国際的, 国内的, 地域的に存在している司法の構造という文脈で, 組織がサイバー攻撃から情報システムを保護するために, 法と技術がいかに関わるかを説明できること.  |  |
|                   | ACM-08-05   | T1        | 0.27        | 一般データ保護規則 (GDPR) の要求と, 個人データの転送を可能にする米国と英国間などの国家間のプライバシー保護に関する合意を説明できること.  |  |
|                   | ACM-08-06   | T1        | 0.27        | 米国連邦取引委員会のセクション5, 各州のデータセキュリティ法, 各州のデータ侵害通知法, 医療保険の相互運用性説明法 (HIPAA), グラムリーチブライリー法 (GLBA), およびUS-CERTによる情報共有, 2015年のサイバーセキュリティ法, その他の法律が, データセキュリティにどのような影響を与えるかを説明できること. |  |
|                   | DS-115      | T1        | 1           | セキュリティの3要素 (機密性, 可用性, 完全性) について具体的な事例を用いて説明できる.  |  |
|                   | DS-116      | T1        | 0.5         | マルウェアなどによる深刻なリスクの種類 (消失, 漏洩, サービスの停止など) を常に意識している.   |  |
|                   | DS-117      | E         | 1.5         | OS, ネットワーク, アプリケーション, データに対するユーザーごとのアクセスレベルを手順に従い設定できる.  |  |
|                   | DS-118      | T1        | 2           | 暗号化されていないデータは, 不正取得された際に容易に不正利用される恐れがあることを理解し, データの機密度合いに応じてソフトウェアを使用した暗号化と復号ができる.   |  |
|                   | DS-119      | E         | 0.5         | なりすましや偽造された文書でないことを証明するために電子署名と公開鍵認証基盤 (PKI: public key infrastructure) が必要であることを理解している.   |  |
|                   | DS-120      | E         | 2           | ハッシュ関数を用いて, データの改ざんを検出できる.   |  |
|                   | ACM-08-07   | T1        | 0.27        | データガバナンスのポリシーとアクションにおいて倫理的に行動する.   |  |
|                   | ACM-08-08   | T1        | 0.27        | セキュリティ, およびプライバシーの障害によって生ずるデータ損失の害について間違いの無い態度をとる.   |  |
|                   | ACM-08-09   | T1        | 0.27        | データの法的小および社会的責任に関して最高の倫理基準を維持している.   |  |
|                   | 2. プライバシー保護 | ACM-43-01 | T1          | 0.33   | ソーシャルエンジニアリングやソーシャルメディアを利用することで暴かれる機微データ |
|                   |             | ACM-43-02 | T1          | 0.33   | プライバシー権と情報発信による透明性の必要性のトレードオフ            |
|                   |             | ACM-43-03 | T1          | 0.33   | 分析ツールを用いて得た情報の開示, 送信, 共有に関する倫理的責任        |
|                   |             | ACM-44-01 | T1          | 0.33   | どのようなチャネルでも送信する前にデータを暗号化することの重要性         |
| ACM-44-02         |             | T1        | 0.33        | 統計解析のために暗号化されたデータと暗号化されていないデータを使用する場合の計算時間のトレードオフ  |  |
| ACM-45-01         |             | T1        | 0.33        | 認証, 権限, アクセス制御, データプライバシーを実現するための概念と技術   |  |
| ACM-45-02         |             | T1        | 0.33        | 機密性, 完全性, 可用性を最大化する階層化防御システム   |  |
| ACM-46-01         |             | T1        | 0.33        | 安全でないチャネルで安全な通信を可能にするセキュリティプロトコルの重要性   |  |
| ACM-46-02         |             | T1        | 0.33        | 安全な伝送路上における個別通信を可能とするプライバシープロトコルの重要性   |  |
| ACM-46-03         |             | T1        | 0.33        | アプリケーションとサーバー間の秘密通信を保証できるインターネット/通信プロトコル   |  |
| ACM-43-06         |             | T1        | 0.33        | データ入力時に生じるデータの機微に関する理解を示す.   |  |
| ACM-43-07         |             | T1        | 0.33        | 情報処理を行う前にデータクリーニングを検討しなければならない場合についてのシナリオを示す.  |  |
| ACM-43-08         |             | T1        | 0.33        | データの範囲指定や保護技術など, 生データを処理する際にデータプライバシーを確保するための技術の理解   |  |
| ACM-44-06         |             | T1        | 0.33        | 計算コストを考慮しながら, データ漏洩のリスクを低減するための暗号化ツールやメカニズムを特定できる.   |  |
| ACM-44-07         |             | T1        | 1           | プライバシー要件に影響を与えるデータ暗号化プロセスについて, 個人, 組織, 政府機関などのさまざまな対象者を訓練できる.  |  |

|              |           |    |      |  |
|--------------|-----------|----|------|--|
|              | ACM-44-08 | T1 | 0.33 | メッセージ認証符号, デジタル署名, 認証された暗号化, ハッシュツリーなど, プライバシーを提供するための暗号技術の使用について例示できる.              |
|              | ACM-44-09 | T1 | 0.33 | 単純なテキストデータおよび暗号化されたデータの処理コストのトレードオフについて理解している.                                       |
|              | ACM-45-06 | T1 | 0.33 | システムのデータプライバシーがシステムのセキュリティにどのような影響を与えるかについて説明できる.                                    |
|              | ACM-45-07 | T1 | 1    | データの透明性とデータプライバシーのトレードオフについて議論できる.   |
|              | ACM-43-11 | T1 | 0.33 | いかなる組織(実体)に対してもデータの提供はデータプライバシーの侵害につながる可能性があることについての倫理的な側面からの理解                      |
|              | ACM-43-12 | T1 | 0.33 | 適切なデータの扱いが公的にも私的にも問題を生じることを理解しており, コンピュータや伝送路を通じて, 正確かつ倫理的にデータを扱っている.                |
|              | ACM-44-11 | T1 | 0.33 | 暗号化のために異なる手法が必要なことに敏感である.  |
|              | ACM-45-09 | T1 | 0.33 | 与えられたコンピュータシステム内の情報を保護するために慎重に行動している.  |
| 3. データセキュリティ | ACM-47-01 | T1 | 0.33 | 定性的指標  |
|              | ACM-47-02 | T1 | 0.33 | データ資産に対するセキュリティの重要性  |
|              | ACM-47-03 | T1 | 0.33 | 必要とされる様々な種類のセキュリティ目的   |
|              | ACM-47-04 | T1 | 0.33 | データソースと資産  |
|              | ACM-47-05 | T1 | 0.33 | データ資産へのアクセス制御とアクセス管理   |
|              | ACM-50-01 | T1 | 0.33 | データ駆動型アプリケーションにおけるネットワーク上でのデータトランザクションに関する洞察   |
|              | ACM-50-02 | T1 | 0.33 | ネットワークとWebのプロトコル   |
|              | ACM-50-03 | T1 | 0.33 | 通信プロトコルにおける利用可能かつ(または)稼働可能なセキュリティモジュール   |
|              | ACM-50-04 | T1 | 0.33 | データネットワーク及びWeb上での操作(格納, 検索, リモート計算)  |
|              | ACM-47-09 | T1 | 0.33 | アプリケーションにおけるデータの流れを理解できる.  |
|              | ACM-47-10 | T1 | 1    | 達成すべき重要なセキュリティ目標を導き出せる.  |
|              | ACM-47-11 | T1 | 1    | どのデータ資産を保護対象とすべきか, 理由を説明できる.   |
|              | ACM-50-05 | T1 | 1    | セキュリティを実現するために, 通信プロトコルを解析, 調整できる.   |
|              | ACM-50-06 | T1 | 0.33 | ネットワークとWebのプロトコルの特性と動作原理を説明できる.  |
|              | ACM-50-07 | T1 | 0.33 | ネットワークおよびWeb上の様々な実体間でデータ通信を行う方法を理解している.  |
|              | ACM-50-08 | T1 | 0.33 | ネットワーク/ウェブプロトコルにおけるセキュリティ対策に対するコミットメント   |
| 4. データ一貫性    | ACM-51-01 | T1 | 0.33 | 論理的一貫性の概念  |
|              | ACM-51-02 | T1 | 0.33 | データベースシステムにおける一貫性制約の種類   |
|              | ACM-51-03 | T1 | 0.33 | エンティティの一貫性, 参照一貫性, ドメインの一貫性, ユーザー定義の一貫性  |
|              | ACM-52-01 | T1 | 0.33 | 物理的一貫性の概念  |
|              | ACM-52-02 | T1 | 0.33 | RAID, 冗長ハードウェア, 無停電電源装置, エラー訂正メモリ, シビアクラスタなど, データの一貫性を確保するための物理的, ハードウェア的な方法         |
|              | ACM-53-01 | T1 | 0.33 | ヒューマンエラー, ソフトウェアエラー, 伝送エラー, マルウェア, 内部者の脅威, サイバー攻撃, および侵害されたハードウェアを含む一般的なデータ一貫性に対する脅威 |
|              | ACM-53-02 | T1 | 0.33 | データおよび情報の改ざん   |
|              | ACM-53-03 | T1 | 0.33 | データの出所保証   |
|              | ACM-54-01 | T1 | 0.33 | 一貫性を保持するハッシュアルゴリズムの役割  |
|              | ACM-54-02 | T1 | 0.33 | メッセージ認証符号(MACs)とその派生符号の役割  |
|              | ACM-54-03 | T1 | 0.33 | 一貫性を実現するための巡回冗長検査(CRC)とチェックサム  |
|              | ACM-54-04 | T1 | 0.33 | 電子署名の仕組み(RSAおよびECDSA)  |
|              | ACM-51-04 | T1 | 0.33 | 論理的一貫性の概念を説明できる.   |
|              | ACM-52-03 | T1 | 0.33 | 物理的一貫性の概念を説明できる.   |
|              | ACM-52-04 | T1 | 0.33 | 物理的一貫性を確保するための物理的およびハードウェアによる方法を説明できる.   |
|              | ACM-53-04 | T1 | 0.33 | データの完全性に影響を与えるセキュリティ上の脅威の一般的なタイプを列挙できる.  |
|              | ACM-53-05 | T1 | 0.33 | SHA-1 や MD5 などの異なるハッシュ関数を持つ潜在的な脆弱性を説明できる.  |
|              | ACM-54-05 | T1 | 0.33 | データ一貫性を確立するために, ハッシュアルゴリズムおよびMAC手法をどのように用いるか説明できる.                                   |

|             |           |    |      |  |
|-------------|-----------|----|------|--|
|             | ACM-54-06 | T1 | 0.33 | 一貫性保持の観点から、デジタル署名スキームおよびその必要性について説明できる。  |
|             | ACM-54-07 | T1 | 0.33 | 性能およびセキュリティの観点から、異なる一貫性保持技術の比較や対照ができる。   |
|             | ACM-54-08 | T1 | 0.33 | 複数のデータ所有者が存在するドメインにおいて、データの出所および妥当性を確保するために、一貫性モデルをどのように利用するかを理解している。  |
|             | ACM-51-05 | T1 | 0.33 | 論理的一貫性について自信をもって説明できる。   |
|             | ACM-52-05 | T1 | 0.33 | ハードウェア手法による物理的一貫性への対応に自信を持つ。   |
|             | ACM-53-06 | T1 | 0.33 | 一般的なセキュリティ脅威について自信をもって説明できる。   |
|             | ACM-54-09 | T1 | 0.33 | 様々な方法や技術を用いたデータの整合性への対処を徹底している。  |
| 5. セキュリティ分析 | ACM-56-01 | T1 | 0.33 | 記述統計、要約プロット、外れ値検出、点推定、仮説検定、検定統計、線形回帰、一般化線形回帰を含む、セキュリティデータの探索的データ分析のための統計手法   |
|             | ACM-56-02 | T1 | 0.33 | マルウェア表示技術、転移学習、階層アンサンブルニューラルネットワーク(HeNet)等の静的あるいは動的な（セキュリティ）脅威の分類とマルウェア検知のためのコンピュータビジョンを利用した手法   |
|             | ACM-57-01 | T1 | 0.33 | 敵対的機械学習、機械学習に対する攻撃の種類、攻撃からの機械学習の防御フレームワークに関する基本的概念   |
|             | ACM-57-02 | T1 | 0.33 | 高速勾配符号、反復高速勾配、普遍的逆説的摂動などの敵対的機械学習技術   |
|             | ACM-57-03 | T1 | 0.33 | 機械学習モデルを守るための敵対的トレーニング等のような防御技術  |
|             | ACM-57-04 | T1 | 0.67 | 1. セキュリティアプリケーションのための説明能力を持つ機械学習手法。説明には、サンプル単位で説明する局所的な説明と、データセット全体を考慮した大域的な説明が含まれる。2. 自然画像を用いたモデルに依存しない説明を、コンピュータビジョンを用いたマルウェア検知機構に適用する方法を知る。 |
|             | ACM-56-03 | T1 | 1    | 1 セキュリティアプリケーションを、機械学習を活用できる問題に変換できる。  |
|             | ACM-56-04 | T1 | 1    | マルウェア表示技術、転移学習、階層アンサンブルニューラルネットワーク(HeNet)等を利用して静的あるいは動的な（セキュリティ）検知機構を持ったマルウェア検知ソリューションを設計できる。  |
|             | ACM-56-05 | T1 | 0.33 | 異なるバックグラウンドを持つ人に対して、セキュリティアプリケーションにおいて機械学習モデルが出した結果を説明できる。   |
|             | ACM-57-05 | T1 | 1    | 1 検知が行われない盲点があることを認識し、機械学習のレジリエンス（弾力性、許容性）を評価できる。  |
|             | ACM-57-06 | T1 | 1    | 1 敵対的トレーニングを導入することで、機械学習のレジリエンスを改良できる。   |
|             | ACM-57-07 | T1 | 0.33 | 機械学習アルゴリズムを調査し、セキュリティの専門家にそのモデルの効果を説明できる。  |
|             | ACM-57-08 | T1 | 1    | 1 説明可能性と脆弱性の問題に対処するために機械学習の評価基準を定義し、様々な利害関係者とコミュニケーションできる。   |
|             | ACM-57-09 | T1 | 0.33 | セキュリティおよびプライバシーアプリケーションで用いられる機械学習では、レジリエンスと脆弱性が重要な理由を説明できる。  |
|             | ACM-57-10 | T1 | 1    | 1 LIME, LEMNA, TCAVなどの説明能力を持つAI手法をセキュリティアプリケーションに適用できる。  |
|             | ACM-57-11 | T1 | 1    | 1 LIME等の説明能力を持つAI手法をセキュリティアプリケーション用に構築された機械学習モデルに適用し、信頼性の高いスコアに基づいてモデルを選定できる。  |
|             | ACM-56-06 | T1 | 0.33 | 脅威検知、マルウェアインテリジェンスへのアプローチおよびそれらを認識するために、コンピュータビジョン、自然言語処理、古典的データ解析等の様々な視点から理解している。   |
|             | ACM-57-12 | T1 | 0.67 | 分類の正確性、誤検知率、精度だけでなく、頑健性と脆弱性についても意識して機械学習を評価する。   |

| E2：ヒューマン・コンピュータ・インタラクション |           |     |                 |   |
|--------------------------|-----------|-----|-----------------|---|
|                          | 通し番号      | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容  |
| 1. 一般                    | ACM-68-01 | T1  | 0.33            | ヒューマン・コンピュータ・インターフェースを検討するためのコンテキスト：データの可視化、ウェブページ、マルチメディア資料、教材、ナビゲーションを考慮した一般的なコンピューティング環境 |
|                          | ACM-68-02 | T1  | 0.33            | ユーザーインターフェースの設計や実装に適用できる理論、モデル、原理、ガイドライン、標準   |
|                          | ACM-68-03 | T1  | 0.33            | インターフェイスに対する異なる尺度：有効性と魅力  |
|                          | ACM-68-04 | T1  | 0.33            | カラーとマルチメディア、人間工学とウェブサービスの利用   |
|                          | ACM-68-05 | T1  | 0.33            | インタラクションに影響を与える認知モデル  |
|                          | ACM-68-06 | T1  | 0.33            | 拡張現実（AR）のスコープ、利点、欠点   |
|                          | ACM-68-07 | T1  | 0.33            | 分析や可視化を通じてデータ理解を支援するためのソフトウェアサポート   |
|                          | ACM-68-08 | T1  | 0.33            | 特別なニーズを持つユーザーを含む、さまざまなグループのユーザーに対するアクセシビリティへの配慮   |

|           |    |   |
|-----------|----|---|
| ACM-69-01 | T1 | 0.33 データサイエンスにおける可視化の役割   |
| ACM-69-02 | T1 | 0.33 図解を用いた可視化（歴史的な例や現代的な例を含む）  |
| ACM-69-03 | T1 | 0.33 効果的な可視化の特徴   |
| ACM-69-04 | T1 | 0.33 異なるデータやユーザーに対する異なる技術の適合性   |
| ACM-69-05 | T1 | 0.33 ダッシュボードとインタラクティブな可視化   |
| ACM-69-06 | T1 | 0.33 可視化を支援するソフトウェア   |
| ACM-69-07 | T1 | 0.33 可視化に基づく推論  |
| ACM-69-08 | T1 | 0.33 可視化の準備 - スケーリング, 色の役割  |
| ACM-69-09 | T1 | 0.33 様々なグラフ：表, 散布図, 円グラフ, ヒストグラム, グラフ, データマップ（ピクセル, グリフ, グラフ, マップを用いた表現を含む） |
| ACM-68-09 | T1 | 1 データの分析や表示を行うために, ユーザー中心アプローチの採用を正当化できる.                                   |
| ACM-68-10 | T1 | 1 注意, 知覚, 認識, 発話, 動作などの考慮が, さまざまな状況下でのインターフェースの使いやすさにどのように影響するかを批評できる.      |
| ACM-68-11 | T1 | 1 公式文書（理論, モデル, ガイドライン等）がデータの分析や可視化に与える影響を説明できる.                            |
| ACM-68-12 | T1 | 1 障害のあるユーザーや年齢の異なるグループ（子供を含む）がインターフェイスに与える望ましい影響を説明できる.                     |
| ACM-68-13 | T1 | 1 インターフェイスにおいてバイアスが認識される方法の概要を説明できる.  |
| ACM-68-14 | T1 | 1 データの分析および表示を支援するために採用できるソフトウェアの範囲を概説できる.                                  |
| ACM-68-15 | T1 | 1 ARを活用することでインターフェイスにもたらされる付加価値と可能性について説明できる.                               |
| ACM-69-10 | T1 | 0.5 一般的に使用されている可視化の有名な例を説明できる.  |
| ACM-69-11 | T1 | 0.5 データサイエンスにおいて可視化が果たす様々な役割を明らかにできる.                                       |
| ACM-69-12 | T1 | 1 特定の目的のために使用する必要がある一連のデータが与えられた場合, そのための効果的な可視化を実装できる.                     |
| ACM-69-13 | T1 | 0.5 データ分類における可視化の役割を説明し, それを促進する手法を特定できる.                                   |
| ACM-69-14 | T1 | 1 様々なデータ形式やソフトウェアに対して, 多様な可視化を実現できる.  |
| ACM-68-16 | T1 | 0.33 ユーザビリティのあらゆる側面に影響を与えるインターフェイスの重要な役割を積極的かつ主体的に認識している.                   |
| ACM-69-15 | T1 | 0.33 見える化の役割の認識を適切に認識している.  |

| F：ソフトウェア工学          | 通し番号      | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容   |
|---------------------|-----------|-----|-----------------|--|
| 1. ソフトウェアの<br>設計と開発 | ACM-41-01 | T1  | 3               | コーディングと設計に関する標準を理解している.                        |
|                     | ACM-41-02 | T1  | 1.5             | 情報管理とデータベースシステムの統合を理解している.                     |
|                     | ACM-41-03 | T1  | 1.5             | ソフトウェアライフサイクルを理解している.                          |
|                     | ACM-41-04 | T1  | 1.5             | データ・ライフサイクルを理解している.                            |
|                     | ACM-41-05 | T2  | 1.5             | プロジェクト・マネジメントの方法論を理解している.                      |
|                     | ACM-41-06 | E   | 3               | 組み込み, プロセス制御および通信システムとの統合を理解している.              |
|                     | ACM-41-07 | T1  | 1.5             | コーディング標準を説明できる.                                |
|                     | ACM-41-08 | T1  | 1.5             | プロジェクトにおける設計標準を説明できる.                          |
|                     | ACM-41-09 | T1  | 1.5             | 情報管理/データベースシステムとの統合や相互連携の方法を記述できる.             |
|                     | ACM-41-10 | T1  | 1.5             | 複数の分野において異なるテスト方法論およびニーズの範囲と種類を説明できる.          |
|                     | ACM-41-11 | T1  | 3               | 設計仕様を満たす小規模なソフトウェアプロジェクトを, 独力で実装できる.           |
|                     | ACM-41-12 | T1  | 6               | 設計仕様を満たすソフトウェアプロジェクトを, チームで完成させることができる.        |
|                     | ACM-41-13 | T1  | 3               | 与えられた設計, 文書化, および実装の基準を遵守できる.                  |
|                     | ACM-41-14 | T1  | 3               | 単純なプログラムで基本的なソフトウェアのライフサイクルを実行できる.             |
|                     | ACM-41-15 | T1  | 3               | 単純なデータ処理ソフトウェアを用いて基本的なデータ（サイエンス）ライフサイクルを実行できる. |
|                     | ACM-41-16 | T1  | 1.5             | 情報管理システムやデータベースシステムとの統合または相互作用が行える.            |
|                     | ACM-41-17 | T2  | 2               | 与えられたプロジェクト管理の方法論を実行できる.                       |
|                     | ACM-41-18 | T2  | 1.5             | ステークホルダーの仕様を満たすソフトウェアプロジェクトの計画と設計をチームで実施できる.   |

|              |           |    |  |
|--------------|-----------|----|--|
|              | ACM-41-19 | T2 | 1.5 チームのリーダーとして、ステークホルダーの要件を満たしつつ、プロジェクトを完成まで導くことができる。   |
|              | ACM-41-20 | T2 | 1.5 ソフトウェアのライフサイクルの適切な段階でデータに基づく意思決定を行うために、データサイエンスのライフサイクルを実現できる。                                       |
|              | ACM-41-21 | T2 | 6 組込みシステム、プロセス制御システム、通信システムとの統合または相互連携が行える。  |
|              | DS-099    | E  | 1 データベースから何らかのデータ抽出方法を活用し、小規模なExcelのデータセットを作成できる。  |
|              | DS-100    | E  | 2 オープンデータを収集して活用する分析システムの要件を整理できる。   |
|              | IP SJ-13  | E  | 3 アジャイル開発を実践できる。【備考】SWEBOK 2021準拠項目  |
|              | IP SJ-14  | E  | 3 DevOpsを実践できる。【備考】SWEBOK 2021準拠項目   |
|              | ACM-41-22 | T1 | 2 尊敬、多様性、協調の上に築かれたチームの価値を認識し、協調的かつ倫理的に振る舞う。  |
|              | ACM-41-23 | T1 | 1.5 プロジェクトのコーディング標準と設計基準を遵守することの意義を確信している。   |
|              | ACM-41-24 | T1 | 1.5 協調性と柔軟性があり、聞き上手で、アイデアを提示する能力と交渉力がある。   |
|              | ACM-41-25 | T1 | 1.5 ライフサイクルを踏まえたマインドセットを持ち、データやソフトウェアプロジェクトに取り組むことに強いコミットメントを持つ。   |
|              | ACM-41-26 | T1 | 1.5 テスト駆動型開発の利点を認識している。  |
|              | ACM-41-27 | T2 | 1.5 尊敬、傾聴、責任などの原則に従って、倫理を守りつつプロジェクトを完成まで導いている。   |
|              | ACM-41-28 | T2 | 1.5 プロジェクトのコーディングおよび設計基準の遵守にコミットしており、チームメンバーにもそれを促進し、奨励している。   |
| 2. ソフトウェアテスト | ACM-42-01 | T1 | 3 様々なテスト（ユニットテスト、動的テスト、統合テスト、インターフェーステスト、回帰テスト、システムテスト、セキュリティテスト）のパラダイムと必要性を理解している。                      |
|              | ACM-42-02 | T2 | 3 プログラムにおける潜在的なセキュリティ問題（バッファ等のオーバーフロー、競合条件、権限の選択を含む不適切な初期化、入力データの検査漏れ、成功しないし正しさに関する思いこみ、前提条件の検証漏れ）       |
|              | ACM-42-03 | T1 | 2 様々な分野の異なるテストパラダイムと必要性の範囲と種類を定義し、説明できる。   |
|              | ACM-42-04 | T1 | 2 基本的なテスト（ユニットテスト、動的テスト、統合テスト）を設計できる。  |
|              | ACM-42-05 | T2 | 1.5 大規模データを扱うプログラムを実行する前に、小規模データでアルゴリズムをテストするために、ビッグデータのデータセットから代表的なデータを抽出できる。                           |
|              | ACM-42-06 | T2 | 2 インターフェーステスト、ユーザーテスト、回帰テスト、システムテスト、セキュリティテストを行うためのテスト仕様書を作成できる。   |
|              | ACM-42-08 | T2 | 3 統計的有意性の検定を用いてプログラムの実行結果を評価できる。   |
|              | ACM-42-09 | T2 | 1.5 ソフトウェアシステムで考えられるリスクの種類を説明できる。  |
|              | ACM-42-10 | T2 | 1.5 安全なコーディングと防御的なコーディングの実践について説明できる。  |
|              | ACM-42-11 | E  | 6 複数の応用分野においてテストの設計、開発、実行が行える。   |
|              | ACM-42-13 | T1 | 1.5 基本的なソフトウェアおよびデータプロジェクトの推進に対して、テスト駆動（ユニットテスト、実行テスト、統合テスト）の観点から取り組むことに強いコミットメントを持つ。                    |
|              | ACM-42-14 | T2 | 1.5 テスト駆動（特にセキュリティテスト、インターフェーステスト、ユーザーテスト、回帰テスト、システムテスト）の観点からソフトウェア開発およびデータプロジェクト開発に取り組むことに強いコミットメントを持つ。 |
|              | ACM-42-15 | E  | 3 テスト駆動型開発における多面的な観点を踏まえて、ソフトウェアおよびデータプロジェクトに全体的に取り組むことに強いコミットメントを持つ。                                    |
| 3. 関連分野との連携  | IP SJ-10  | E  | 4.5 AIデザインパターンを含むソフトウェア開発が行える。【備考】SWEBOK 2021準拠項目  |
|              | IP SJ-11  | E  | 4.5 IoTデザインパターンを含むソフトウェア開発が行える。【備考】SWEBOK 2021準拠項目   |
|              | IP SJ-12  | E  | 3 価値創造および価値提案が行える。【備考】SWEBOK 2021準拠項目  |

| G1：データ収集、管理、ガバナンス | 通し番号     | 優先度 | 割り当て時間数 (h) | 内容                                       |
|-------------------|----------|-----|-------------|--|
| 1. データベースの基礎      | IP SJ-15 | T1  |             | 1 データベースの役割と目的を理解している。                   |
|                   | IP SJ-16 | T1  |             | 1 関係データベースおよび非関係データベースのモデル、特性を理解し、説明できる。 |
|                   | IP SJ-17 | T1  |             | 1 データベースシステムにおける永続性やデータ独立性について説明できる。     |
|                   | IP SJ-18 | T2  |             | 1 最新のデータベースシステムの目的と機能を説明できる。             |
|                   | IP SJ-19 | T2  |             | 1 データベースシステムの可用性、信頼性およびリカバリーについて説明できる。   |

|          |           |    |   |
|----------|-----------|----|---|
|          | DS-104    | T1 | 0.5 扱うデータが、構造化データ(顧客データ、商品データ、在庫データなど)か非構造化データ(雑多なテキスト、音声、画像、動画など)なのかを判断できる。            |
|          | DS-105    | T1 | 1 ER図を読んでテーブル間のリレーションシップを理解できる。   |
|          | DS-106    | E  | 2 正規化手法(第一正規化~第三正規化)を用いてテーブルを正規化できる。  |
| 2. データ収集 | ACM-01-01 | T1 | 0.27 データのソース  |
|          | ACM-01-02 | T1 | 0.27 pull-based, push-based アプローチ   |
|          | ACM-01-03 | T1 | 0.27 収集するデータの特徴に基づいた多様なデータの収集   |
|          | ACM-01-04 | T1 | 0.27 データ収集を促進するための技術  |
|          | ACM-01-05 | T1 | 0.27 データの離散化手法  |
|          | ACM-01-06 | T1 | 0.27 セキュリティとプライバシーの基準とベストプラクティススキル  |
|          | ACM-01-07 | T1 | 0.27 データを活用するためのデータソースの選択   |
|          | ACM-01-08 | T1 | 0.27 データソースとデータの活用目的の特徴に基づいたデータ収集のための設計技術   |
|          | ACM-01-09 | T1 | 0.27 データの離散化、転送、保存などを含む、その後の手続き   |
|          | ACM-01-10 | T1 | 0.27 データ活用に基いてデータを取得するための加速化および並列化戦略の設計   |
|          | ACM-02    | T2 | 6 文書ファイル、Webページ、マルチメディアデータから情報を抽出できる。データマイニング(ACM- 16)の情報抽出に関する知識を参照のこと。                |
|          | DS-101    | E  | 1 対象プラットフォームが提供する機能(SDKやAPIなど)の概要を説明できる。  |
|          | DS-102    | E  | 1 Webクローラー・スクイピングツールを用いてWebサイト上の静的コンテンツを分析用データとして収集できる。                                 |
|          | DS-103    | T1 | 2 対象プラットフォームに用意された機能(HTTP, FTP, SSHなど)を用い、データを収集先に格納するための機能を実装できる。                      |
|          | ACM-01-11 | T1 | 0.27 データ収集における精度と効率のトレードオフを評価する能力においてビジネス的な洞察力を示す。                                      |
| 3. データ加工 | DS-078    | T1 | 0.5 名義尺度の変数をダミー変数に変換できる。  |
|          | DS-079    | T1 | 0.5 標準化とは何かを知っていて、適切に標準化が行える。   |
|          | DS-080    | T1 | 0.5 外れ値・異常値・欠損値とは何かそれぞれ知っていて、指示のもと適切に検出と除去・変数などの対応ができる。                                 |
|          | DS-081    | E  | 0.5 分析要件や各変数の分布などをふまえて、必要に応じてビン化のカテゴリライズやビン化を設計・実行できる。                                  |
|          | DS-082    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、条件を指定してフィルタリングできる。(特定値に合致する・もしくは合致しないデータの抽出、特定範囲のデータの抽出、部分文字列の抽出など) |
|          | DS-083    | E  | 0.5 正規表現を活用して条件に合致するデータを抽出できる。(メールアドレスの書式を満たしているか判定するなど)                                |
|          | DS-084    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、レコード間で特定カラムでのソートができ、数千レコードのデータに対して、カラム間でソートできる。                     |
|          | DS-085    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、単一条件による内部結合、外部結合、自己結合ができ、UNION処理ができる。                               |
|          | DS-086    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、NULL値や想定外・範囲外のデータを持つレコードを取り除く、または規定値に変換できる。                         |
|          | DS-087    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、規程されたリストと照合して変換する、都道府県からジオコードに変換するなど、ある値を規定の別の値で表現できる。              |
|          | DS-088    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、ランダムまたは一定間隔にデータを抽出できる。  |
|          | DS-089    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対して、合計や最大値、最小値、レコード数を算出できる。   |
|          | DS-090    | T1 | 0.5 数十万レコードのデータに対する四則演算ができ、数値データを日時データに変換するなど別のデータ型に変換できる。                              |
| 4. データ共有 | DS-091    | T1 | 0.25 加工・分析処理結果をCSV, XML, JSON, Excelなどの指定フォーマット形式に変換してエクスポートできる。                        |
|          | DS-092    | T1 | 0.5 加工・分析処理結果を、接続先DBのテーブル仕様に合わせてレコード挿入できる。  |
|          | DS-093    | E  | 1 データ取得用のWeb API (REST) やWebサービス(SOAP) などを用いて、必要なデータを取得できる。                             |
|          | DS-094    | T1 | 0.5 FTPサーバー、ファイル共有サーバーなどから必要なデータファイルをダウンロードして、Excelなどの表計算ソフトに取り込み活用できる。                 |
|          | DS-095    | E  | 1 BIツールのレポート編集機能を用いて新規レポートを公開できる。   |
|          | DS-096    | E  | 1 BIツールの自由検索機能を活用し、必要なデータを抽出して、グラフを作成できる。   |
| 5. データ蓄積 | ACM-03-01 | T2 | 1.2 データの表現: 数値, テキスト, イメージ, データの精度  |



|           |           |    |  |
|-----------|-----------|----|--|
|           | ACM-03-02 | T2 | 1.2 テキストデータ処理：単語の集まり，語数，ITF-IDF，n-gram，語句解析，構文解析，意味解析，ストップワードフィルタリング，ステミング，基本的なアプリケーション  |
|           | ACM-03-03 | T2 | 1.2 画像処理，データ表現：整数，特徴，イメージオペレータ，ビデオオペレータの多次元行列，物体認識，高次元特徴抽出   |
|           | ACM-03-04 | T2 | 1.2 様々な型のデータに対する基本的な操作を実行するためのプログラムを書けること，基本統計量の計算，n-gramの抽出，イメージに対する操作の実行を行うこと，   |
|           | DS-107    | E  | 1 DWHアプライアンス（Oracle Exadata，IBM Integrated Analytics System，Teradataなど）に接続し，複数テーブルを複合したデータを抽出できる．  |
|           | DS-108    | E  | 2 Hadoop・Sparkの分散技術の基本的な仕組みと構成を理解している．   |
|           | DS-109    | E  | 1 NoSQLデータストア（Hbase，Cassandra，Mongo DB，CouchDB，Redis，Amazon，DynamoDB，Cloudant，Azure Cosmos DBなど）にAPIを介してアクセスし，新規データを登録できる．   |
|           | DS-110    | E  | 1 クラウド上のストレージサービス（Amazon S3，Google Cloud Starge，IBM Cloud Object Storageなど）に接続しデータを格納できる．  |
|           | ACM-03-05 | T2 | 1.2 情報をエンコードするための，データ型の選択が正確である．   |
| 6. システム運用 | DS-097    | E  | 2 サーバー1～10台規模のシステム構築，システム運用を指示書があれば実行できる．  |
|           | DS-098    | E  | 2 数十万レコードを持つデータベースのバックアップ・アーカイブ作成など定常運用ができる．   |
| 7. データ管理  | ACM-04-01 | T1 | 0.27 政府のデータベース，データウェアハウス，メタデータベースの情報統合の概念と利用シナリオ   |
|           | ACM-04-02 | T1 | 0.27 スキーママッピングの概念とアプローチ  |
|           | ACM-04-03 | T1 | 0.27 データマッピングの概念とアプローチ   |
|           | ACM-04-04 | T1 | 0.27 データの意味変換の概念とアプローチ   |
|           | ACM-04-05 | T1 | 0.27 領域を横断するデータを統合するための手法  |
|           | ACM-05-01 | T1 | 0.3 データ処理における圧縮と削減の役割  |
|           | ACM-05-02 | T1 | 0.3 さまざまなデータサンプリングのアプローチ   |
|           | ACM-05-03 | T1 | 0.3 データフィルタリングの技術  |
|           | ACM-05-04 | T1 | 0.3 データ圧縮技術  |
|           | ACM-06-01 | T1 | 0.25 データ変換パイプライン   |
|           | ACM-06-02 | T1 | 0.25 単純な関数変換の方法とその応用   |
|           | ACM-06-03 | T1 | 0.25 データの標準化とその応用  |
|           | ACM-06-04 | T1 | 0.25 データの正規化とその応用  |
|           | ACM-06-05 | T1 | 0.25 データエンコーディングアプローチとその応用   |
|           | ACM-06-06 | T1 | 0.25 データのスムーズなアプローチとその応用   |
|           | ACM-07-01 | T1 | 0.3 データ品質の側面   |
|           | ACM-07-02 | T1 | 0.3 データ品質を改善するためのアプローチ   |
|           | ACM-07-03 | T1 | 0.3 名寄せ（entity resolution），正解データの発見（truth discovery），ルールベースのデータを含むデータクリーニングアルゴリズム<br>データ品質ルールのさまざまな形式：機能依存（FD：functional dependencies），条件付き機能依存関係（CFD：conditional dependencies），条件付き包含依存関係（CIND：conditional inclusion dependencies），および一貫性依存関係（MD：matching dependencies） |
|           | ACM-07-04 | T1 | 0.3 functional dependencies），条件付き包含依存関係（CIND：conditional inclusion dependencies），および一貫性依存関係（MD：matching dependencies）  |
|           | ACM-04-06 | T1 | 0.27 データ統合のスキームを選択すること．すなわち，従来のデータ統合か，領域を横断するデータを統合するかを選択すること．   |
|           | ACM-04-07 | T1 | 0.27 アプリケーションの機能に応じて，データ統合のアーキテクチャを選択すること．   |
|           | ACM-04-08 | T1 | 0.27 スキーママッピング，データマッピング，およびデータの意味変換に適したアルゴリズムを選択または開発すること．   |
|           | ACM-04-09 | T1 | 0.27 領域を横断するデータを統合するための適切なアルゴリズムを開発すること．   |
|           | ACM-05-05 | T1 | 0.3 データの削減と圧縮が必要か否かを調査できること．   |
|           | ACM-05-06 | T1 | 0.3 データのサンプリングとフィルタリングを実行すること．   |
|           | ACM-05-07 | T2 | 0.3 データサンプリングの特徴を分析すること．   |
|           | ACM-05-08 | T2 | 0.3 計算，通信，格納に関する要求に基づいたデータ圧縮技術のを選択すること．  |
|           | ACM-05-09 | T2 | 0.3 問い合わせに適したデータ圧縮のアプローチを開発すること．   |

|         |           |    |  |
|---------|-----------|----|--|
|         | ACM-06-07 | T1 | 0.25 データの次元と範囲と、アプリケーションで要求されている次元と範囲とを比較して評価すること。   |
|         | ACM-06-08 | T1 | 0.25 データ変換のプロセスを決定すること。  |
|         | ACM-06-09 | T1 | 0.25 特定のタスクに適したデータアルゴリズムを選択すること。   |
|         | ACM-06-10 | T1 | 0.25 データ変換の有効性を評価すること。   |
|         | ACM-07-05 | T1 | 0.3 データ品質を評価すること。  |
|         | ACM-07-06 | T1 | 0.3 アプリケーションとデータの意味論に対する要求に従って、データクリーニングのルールを作成すること。   |
|         | ACM-07-07 | T1 | 0.3 データ品質要求に従ってデータクリーニングパイプラインを開発すること。   |
|         | ACM-07-08 | T1 | 0.3 効率的かつ効果的なデータクリーニングのためのアルゴリズムを開発すること。   |
|         | ACM-04-10 | T1 | 0.27 異種のデータソースがもたらす課題について鋭敏である。  |
|         | ACM-04-11 | T1 | 0.27 データ統合におけるAIの役割について鋭敏である。  |
|         | ACM-05-10 | T1 | 0.3 データ計算の有効性と効率性のトレードオフを詳細に評価することに注意を払っている。   |
|         | ACM-06-11 | T1 | 0.25 データを使用するためのデータ変換の重要性に対して鋭敏である。  |
|         | ACM-06-12 | T1 | 0.25 データ変換とデータ品質の関係に鋭敏である。   |
|         | ACM-07-09 | T1 | 0.3 データの品質問題による害に対して鋭敏である。   |
|         | ACM-07-10 | T1 | 0.3 データ使用におけるデータクリーニングの役割を取り扱うための強い責任感を持っている。  |
| 8. 情報検索 | ACM-25-01 | T2 | 0.5 検索プロセスの効率性を測定するために使うテクニックを理解している。  |
|         | ACM-25-02 | T2 | 0.5 情報が効率的に抽出されるために、データを保存し組織化するための様々な手法、すなわち符号化機能の利用について理解している。                               |
|         | ACM-25-03 | T2 | 0.5 検索戦略の概念、すなわち検索を広げることと狭めることの役割を理解している。  |
|         | ACM-25-04 | T2 | 0.5 検索過程におけるキーワード選択、すなわちブール演算子の利用方法を理解している。  |
|         | ACM-25-05 | T2 | 0.5 順序データの検索を理解している。   |
|         | ACM-25-06 | T2 | 0.5 テキストベースの資料を検索するためのテクニックを理解している。  |
|         | ACM-25-07 | T2 | 0.5 ドキュメント集合の検索：選択された項目の名前をリスト化する戦略を理解している。  |
|         | ACM-25-08 | T2 | 0.5 非テキストベースデータの特徴量同定と特徴量抽出：写真、音声、動画に用いられる検索戦略を理解している。   |
|         | ACM-25-09 | T2 | 0.5 ハッシュ化、インデキシングとフィルタリングの役割を理解している。   |
|         | ACM-25-10 | T2 | 0.5 テキストベースの資料を検索するアプローチを理解している。   |
|         | ACM-25-11 | T2 | 0.5 リレーショナルデータベースを作成し検索するテクニックを理解している。   |
|         | ACM-25-12 | T2 | 0.5 種々のリレーショナルデータベースや、非リレーショナルデータベースや、それ以外のデータベースの形式を理解している。                                   |
|         | ACM-25-13 | T2 | 0.5 ウェブベースの情報検索、相互に結合されたノードのグラフとして捉えられたウェブ、グラフ理論から得られる関連指標、ウェブベースの検索を促進するPageRankと関連指標を理解している。 |
|         | ACM-25-14 | T2 | 0.5 所与の情報検索タスクに対して検索戦略を工夫できる。  |
|         | ACM-25-15 | T2 | 0.5 情報検索過程に関連するかもしれない倫理的懸念について説明できる。   |
|         | ACM-25-16 | T2 | 0.5 検索をスピードアップするための並列化技術の利用が適切な状況を特定できる。   |
|         | ACM-25-17 | T2 | 0.5 ウェブベースの検索を下支えする効果的な戦略の主要要素の概要を説明できる。   |
|         | ACM-25-18 | T2 | 0.5 画像、録音、動画に関連する情報検索タスクにおいて使えるソフトウェアを特定できる。   |
|         | ACM-25-19 | T2 | 0.5 SQLを使って、リレーショナルデータベース構造を作成し利用できる。  |
|         | ACM-25-20 | T2 | 0.5 デジタル図書館の運用において、情報検索が果たし得る役割を説明できる。   |
|         | ACM-25-21 | T2 | 0.5 情報検索のための効率的で効果的なアプローチを下支えする種々の考慮の重要性を認識し、その大切さを理解している。                                     |

| G2：プロフェッショナルリズム | 通し番号      | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容  |
|-----------------|-----------|-----|-----------------|---|
| 1. 継続研鑽         | ACM-73-01 | T1  | 0.38            | 能力（コンピテンシー）の意味と能力を示すことができること。                       |
|                 | ACM-73-02 | T1  | 0.38            | 専門知識の習得/習熟またはコンピテンシーを伸ばす；ジャーナル、カンファレンス、コース、ウェビナーの役割 |
|                 | ACM-73-03 | T1  | 0.38            | 技術の変更とそのコンピテンシーへの影響                                 |
|                 | ACM-73-04 | T1  | 0.38            | CPDと専門的活動における職能団体（職業別の団体）の役割                        |
|                 | ACM-73-05 | T1  | 0.38            | プロのデータサイエンティストにとってのコンピテンシー維持の重要性を説明すること。            |
|                 | ACM-73-06 | T1  | 0.38            | プロが一般的にどのようにしてコンピテンシーを伸ばし、熟達するか説明し、後方の利点を説明すること。    |

|                |           |    |  |
|----------------|-----------|----|--|
|                | ACM-73-07 | T1 | 0.38 キャリア開発における職能団体の役割の重要性を主張すること。   |
|                | ACM-73-08 | T1 | 0.38 データサイエンスの分野は急速に変化する分野である。最新情報を入手する方法を知ることが必須であると認識することに積極的、かつ情熱的に取り組んでいる。                               |
| 2. コミュニケーション   | ACM-74-01 | T1 | 0.3 様々なコミュニケーション形式—電子的な書面や話し方—その有効な使い方   |
|                | ACM-74-02 | T1 | 0.3 データサイエンスに関連する技術文献  |
|                | ACM-74-03 | T1 | 0.3 データサイエンティストに関連するコミュニケーションに関連する対象者（オーディエンス）—小規模グループ、大規模グループ、専門家と非専門家、若者、上級管理者、機械—そしてそれぞれとの有効なコミュニケーションの要素 |
|                | ACM-74-04 | T1 | 0.3 データサイエンスに関連する技術専門文献の様相を評価すること。   |
|                | ACM-74-05 | T1 | 0.3 同僚の技術開発をガイドするための文献を作成すること。   |
|                | ACM-74-06 | T1 | 0.3 データサイエンスに興味のある様々なオーディエンスを対象にしたプレゼンテーションを作成すること。  |
|                | ACM-74-07 | T1 | 0.3 必要に応じて変革管理にまつわる一般的な課題を取り入れながら、データサイエンスの調査から生じる重要な取り組みを説明するために、上級管理者向けの状況報告を設計すること。                       |
|                | ACM-74-08 | T1 | 0.3 関係する技術の最新情報に対応して調整し、それを効果的に活用する方法を理解し、新しい開発の機会を見逃さない。  |
|                | ACM-74-09 | T1 | 0.3 積極的かつ自発的に、新しい学びと新しい体験の重要性を判断する。  |
|                | ACM-74-10 | T1 | 0.3 知識に関して、その強みと弱みの理解が正確であり、重視している。  |
| 3. チームワーク      | ACM-75-01 | T1 | 0.33 チームメンバー選び、メンバーの能力やスキルを補う必要性   |
|                | ACM-75-02 | T1 | 0.33 チームダイナミクス、チームの規律  |
|                | ACM-75-03 | T1 | 0.33 有効なチーム運用の要素   |
|                | ACM-75-04 | T1 | 0.33 チームメンバーの間の対立に対応するステップを説明すること。   |
|                | ACM-75-05 | T1 | 0.33 特定のデータサイエンス調査を行うチームを選ぶ上で考慮すべき点を要約すること。  |
|                | ACM-75-06 | T1 | 0.33 データサイエンス研究の調査を行うチームのリーダーに求められる資質を認識すること。  |
|                | ACM-75-07 | T1 | 0.33 敬意を払って協力し、チームの編成と運用に関して敏感、かつ適切に行動する。  |
|                | ACM-75-08 | T1 | 0.33 他の人と活動するときは、重要でない相違点は脇に置いて、協力し、適切に行動する。   |
| 4. 経済的課題       | ACM-76-01 | T2 | 0.46 質の高いデータセットとその維持のコストと価値  |
|                | ACM-76-02 | T2 | 0.46 データサイエンス活動のコストの正当化  |
|                | ACM-76-03 | T2 | 0.46 プロジェクト費用の見積もり   |
|                | ACM-76-04 | T2 | 0.46 データサイエンスの促進   |
|                | ACM-76-05 | T2 | 0.46 データサイエンス活動から生じる自動化（オートメーション）  |
|                | ACM-76-06 | T2 | 0.46 維持の必要性も考慮しながら、組織にとってのデータセットの価値を評価すること   |
|                | ACM-76-07 | T2 | 0.46 組織が定期的に収集すべきデータの事例を議論し、品質を考慮しながら、データが持つべき属性を特定し、取り扱うデータ集合の形式を決めるデータ収集プロセスを設計すること。                       |
|                | ACM-76-08 | T2 | 0.46 特定の目的のために質の高いデータを収集する（いわゆる資源としての）コストを評価すること。  |
|                | ACM-76-09 | T2 | 0.46 組織の中にデータサイエンス活動を置くことを正当化し、コストを測ること。   |
|                | ACM-76-10 | T2 | 0.46 組織にとっての、ある調査・研究プロジェクトに取り組む価値を推論すること。  |
|                | ACM-76-11 | T2 | 0.46 組織内で調査を行うために必要なリソースを監視し、その活動を外部委託する場合と比較すること。   |
|                | ACM-76-12 | T2 | 0.46 ある活動の自動化にまつわるコストを評価すること。  |
|                | ACM-76-13 | T2 | 0.46 データサイエンス活動にまつわるコストを尊重し、適切に行動する。   |
| 5. プライバシーと守秘義務 | ACM-77-01 | T1 | 0.25 情報の自由   |
|                | ACM-77-02 | T1 | 0.25 EU一般データ保護規則（GDPR）など、データ保護規則 —[5]参照  |
|                | ACM-77-03 | T1 | 0.25 プライバシーに関する法律  |
|                | ACM-77-04 | T1 | 0.25 データの守秘義務を守る方法   |
|                | ACM-77-05 | T1 | 0.25 プライバシーや守秘義務に対するリスク  |
|                | ACM-77-06 | T1 | 0.25 国際的な側面  |
|                | ACM-77-07 | T1 | 0.25 データの守秘義務を守るための技術的メカニズムを説明すること。  |
|                | ACM-77-08 | T1 | 0.25 各国のプライバシーに関する法律を比較し、その違いから生まれる課題を説明すること。  |
|                | ACM-77-09 | T1 | 0.25 動画、声、顔認識ソフトの使用から生じるプライバシーや守秘義務の課題を認識すること。   |
|                | ACM-77-10 | T1 | 0.25 国際基準を考慮しながら、各プライバシー関連法律をどのような文脈で適応すべきか意識すること。   |

|           |           |   |   |
|-----------|-----------|---|---|
|           | ACM-77-11 | T1  | 0.25 データサイエンス活動が信用されるよう、プライバシーや守秘義務の側面を取り入れ、維持することに敏感に対応する。                 |
| 6. 倫理的課題  | ACM-78-01 | T1  | 0.25 能力（コンピテンシー）や能力の維持における倫理的な課題  |
|           | ACM-78-02 | T1  | 0.25 テータおよびその使用にまつわる守秘義務問題  |
|           | ACM-78-03 | T1  | 0.25 EU一般データ保護規則(GDPR) –[5]参照   |
|           | ACM-78-04 | T1  | 0.25 ある状況を正しく代表するデータおよびデータサンプルの必要性  |
|           | ACM-78-05 | T1  | 0.25 アルゴリズムやデータにおけるバイアスと、ありうるバイアスの種類の意識.バイアスを確認し、避けるための仕組み                  |
|           | ACM-78-06 | T1  | 0.25 アルゴリズムの透明性と説明責任  |
|           | ACM-78-07 | T1  | 0.25 データサイエンティストが自分の能力の範囲を超えかねないいくつかの状況を表示し、それらの状況を緩和するための対策を特性すること.        |
|           | ACM-78-08 | T1  | 0.25 データセットやアルゴリズムにバイアスが含まれていないことを確認するためのテクニックを表示すること.                      |
|           | ACM-78-09 | T1  | 0.25 データサイエンスのプロフェッショナルネットワークに入会するメリットを熟考すること.                              |
|           | DS-121    | T1  | 0.5 データを取り扱う人間として相応しい倫理を身に着けている。（データのねつ造、改ざん、盗用を行わないなど）                     |
|           | ACM-78-10 | T1  | 0.25 データ収集・使用にまつわる深い倫理的課題に対応する.   |
|           | ACM-78-11 | T1  | 0.25 偏見、先入観の問題に対処し、それらを解消するために積極的に取り組む.                                     |
| ACM-78-12 | T1        | 0.25 データサイエンスの進歩に対して、自主的かつ自発的である.                           |   |
| 7. 法的課題   | ACM-79-01 | T2  | 0.6 データサイエンスに関連したコンピューター犯罪  |
|           | ACM-79-02 | T2  | 0.6 サイバーセキュリティ  |
|           | ACM-79-03 | T2  | 0.6 犯罪防止  |
|           | ACM-79-04 | T2  | 0.6 犯罪行為を検出するメカニズム.多様なアプローチの重要性   |
|           | ACM-79-05 | T2  | 0.6 リカバリメカニズム.100%の稼働率の維持   |
|           | ACM-79-06 | T2  | 0.6 対コンピューター犯罪の法律   |
|           | ACM-79-07 | T2  | 0.6 犯罪行為の記載フォームを検出するための様々なメカニズムを評価すること.                                     |
|           | ACM-79-08 | T2  | 0.6 脅威に対抗するために、複数の多様なアプローチの望ましさを正当化できること.                                   |
|           | DS-122    | T1  | 1 個人情報に関する法令（個人情報保護法、EU一般データ保護規則：GDPRなど）や、匿名加工情報の概要を理解し、守るべきポイントを説明できる.     |
|           | DS-145    | E   | 0.5 請負契約と準委任契約の違いを説明できる.  |
| ACM-79-09 | T2        | 0.6 犯罪と思われる行為に出会ったときに、責任をもった倫理的な態度を取りながら親切で思いやりのある姿勢を示している. |   |
| 8. 知的財産   | ACM-80-01 | E   | 0.27 特許、著作権、商標、営業秘密、著作者人格権および商標   |
|           | ACM-80-02 | E   | 0.27 データサイエンス関連知的財産で守られるものと守られないもの、およびその保護の種類                               |
|           | ACM-80-03 | E   | 0.27 法的保護が可能なデータサイエンス関連知的財産の種類と法的保護が不可能な種類、およびその保護の種類                       |
|           | ACM-80-04 | E   | 0.27 知的財産関連規則、知的財産の保有、国際協定（例 営業秘密の保護に関する欧州指令）の影響を含めた知的財産権の属地主義、および知的財産の期間限定 |
|           | ACM-80-05 | E   | 0.27 自動的に与えられる知的財産権の種類と登録必要な種類と、保護された知的財産権を獲得する過程の概要                        |
|           | ACM-80-06 | E   | 0.27 他人の権利を侵害する可能性.守られている知的財産の正しい使用法  |
|           | ACM-80-07 | E   | 0.27 データサイエンティストに関連する知的財産の種類を説明すること.  |
|           | ACM-80-08 | E   | 0.27 特許、著作権、デザイン、商標の違いを示し、それらのデータサイエンスにおける使用を表すこと.                          |
|           | ACM-80-09 | E   | 0.27 データサイエンスの観点から見た営業秘密の役割を説明すること.   |
|           | ACM-80-10 | E   | 0.27 知的財産権を登録する過程を説明すること.   |
|           | ACM-80-11 | E   | 0.27 知的財産権保有と著作者人格権にまつわる課題を説明すること.  |
|           | ACM-80-12 | E   | 0.27 守られている知的財産を使用する上でのリスクと、そのリスクの正当な乗り越え方を評価すること.                          |
|           | ACM-80-13 | E   | 0.27 知的財産の存在と重要性、および知的財産によってもたらされる責任と機会に対して鋭敏で敏感に対応する.                      |
| 9. 自動化    | ACM-81-01 | E   | 0.42 自動化（オートメーション）、そのメリットと理由  |
|           | ACM-81-02 | E   | 0.42 クリティカルな状況における自動化特有の懸念  |
|           | ACM-81-03 | E   | 0.42 アルゴリズムにおける透明性と説明責任   |
|           | ACM-81-04 | E   | 0.42 非技術者のオーディエンスを対象に、ある特定の場面で意思決定がどの程度自動化されているか説明すること.                     |
|           | ACM-81-05 | E   | 0.42 設計に対する要求事項が、コンピュータによる意思決定に与える影響を分析できること.                               |
|           | ACM-81-06 | E   | 0.42 様々な場面における自動化のメリットを説明すること.  |

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| ACM-81-07 | E | 0.42 意思決定システムの監査が可能であることを確認するために必要なステップを特定すること。 |
| ACM-81-08 | E | 0.42 自動化と、雇用への影響にまつわる課題に対して鋭敏で敏感に対応する。          |
| ACM-81-09 | E | 0.42 自動化の問題に対して敬意に満ちた倫理的なアプローチをする。              |

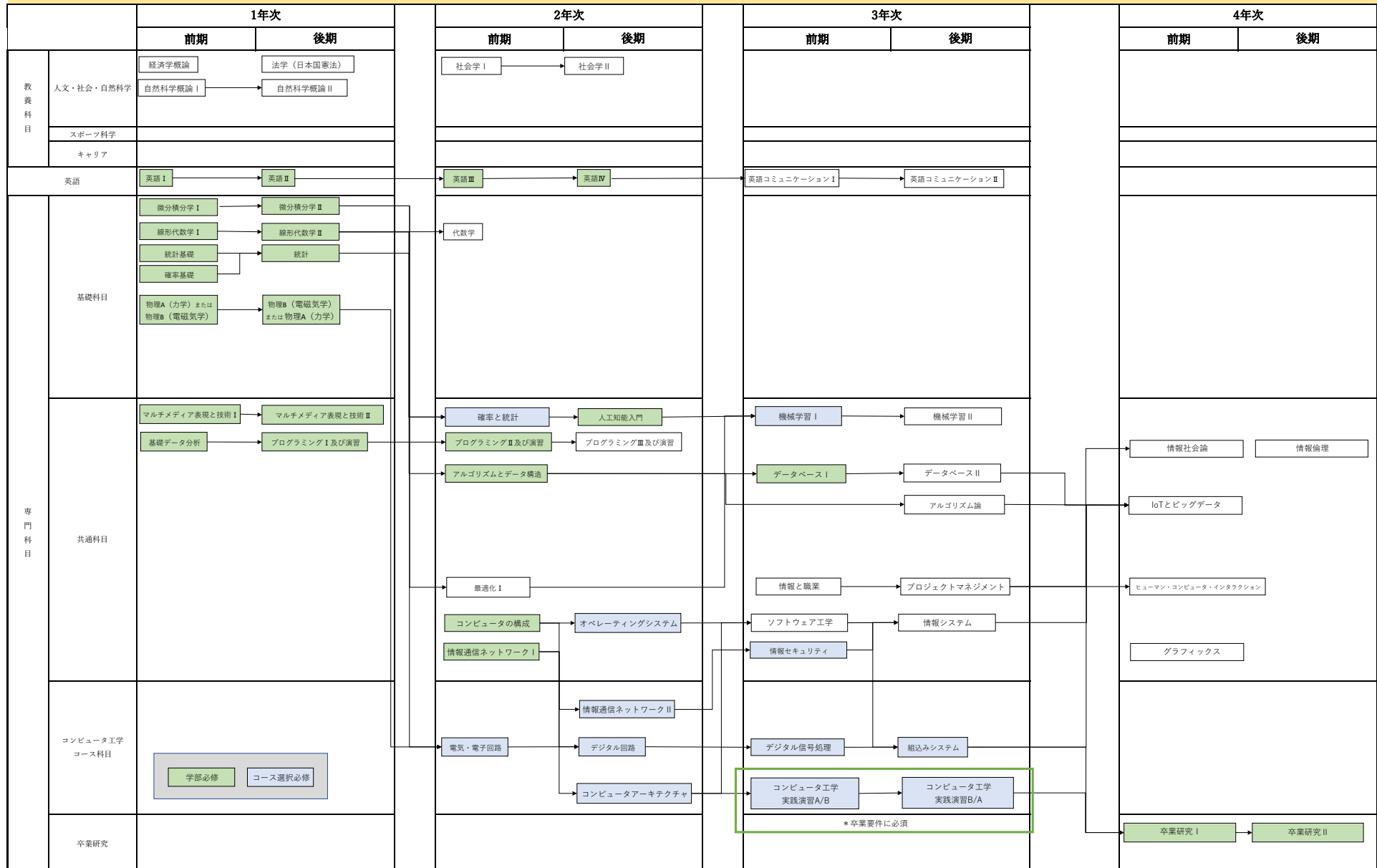
| G3: ビジネス基礎  | 通し番号   | 優先度 | 割り当て<br>時間数 (h) | 内容   |
|-------------|--------|-----|-----------------|--|
| 1. 論理的思考    | DS-135 | T1  | 0.67            | データや事象の重複に気づくことができる。   |
|             | DS-136 | T1  | 0.67            | 通常見受けられる現象の場合において、分析結果の意味合いを正しく言語化できる。                                       |
|             | DS-137 | E   | 1               | 一般的な論文構成について理解している。(序論→アプローチ→検討結果→考察や、序論→本論→結論など)                            |
|             | DS-138 | E   | 2               | 1つの図表～枚数程度のドキュメントを理論立ててまとめることができる。(課題背景、アプローチ、検討結果、意味合い、ネクストステップ)            |
|             | DS-139 | T1  | 1               | 報告に対する論拠不足や論理破壊を指摘された際に、相手の主張をすみやかに理解できる。                                    |
| 2. プロジェクト管理 | DS-140 | E   | 0.67            | ウォーターフォール開発とアジャイル開発の違いを説明できる。  |
|             | DS-141 | T1  | 0.67            | 指示に従ってスケジュールを守り、チームリーダーに頼まれた自分の仕事を完遂できる。                                     |
|             | DS-142 | T1  | 0.67            | 担当するタスクの遅延や障害などを発見した場合、迅速かつ適切に報告ができる。  |
| 3. ビジネス実装   | DS-067 | E   | 2               | 一般的な収益方程式に加え、自らが担当する業務の主要な変数(KPI)を理解している。                                    |
|             | DS-068 | E   | 2               | 担当する事業領域において、市場規模、主要なプレイヤー、支配的なビジネスモデル、課題と機会について説明できる。                       |
|             | DS-069 | T1  | 2               | 主に担当する事業領域であれば、取り扱う課題領域に対して基本的な課題の枠組みが理解できる。(調達活動の5フォースでの整理、CRM課題のRFMでの整理など) |
|             | DS-070 | T1  | 1               | 仮説や既知の問題が与えられた中で、必要なデータにあたりをつけ、アクセスを確保できる。                                   |
|             | DS-131 | T1  | 0.67            | ビジネスにおける論理とデータの重要性を認識し、分析的でデータドリブンな考え方にに基づき行動できる。                            |
|             | DS-132 | T1  | 0.67            | 「目的やゴールの設定がないままデータを分析しても、意味合いが出ない」ことを理解している。                                 |
|             | DS-133 | T1  | 0.67            | 課題や仮説を言語化することの重要性を理解している。  |
|             | DS-134 | T1  | 0.67            | 現場に向いてヒアリングするなど、一次情報に接することの重要性を理解している。                                       |
|             | DS-143 | T1  | 0.67            | ビジネス観点で仮説を持ってデータをみることの重要性と、仮に仮説と異なる結果となった場合にも、それが重要な知見である可能性を理解している。         |
|             | DS-144 | E   | 0.67            | 分析結果を元に、起きている事象の背景や意味合い(真実)を見ぬくことができる。                                       |
|             | DS-146 | T1  | 0.5             | 結果、改善の度合いをモニタリングする重要性を理解している。  |

【資料 7】

|        |                        | 1 年前期               | 1 年後期                      | 2 年前期                       | 2 年後期                    | 3 年前期              | 3 年後期                 | 4 年前期          | 4 年後期   |
|--------|------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|---------|
| 教養科目   | 人文・社会・自然科学             | 哲学 I                | 哲学 II                      |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 社会学 I               | 社会学 II                     |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 心理学の基礎              | 法学（日本国憲法）                  |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 経済学概論               |                            |                             |                          |                    |                       |                |         |
| スポーツ科学 | 自然科学概論 I               | 自然科学概論 II           |                            |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        | 自然地理学概説 I              | 自然地理学概説 II          |                            |                             |                          |                    |                       |                |         |
| キャリア   | 就業体験（インターンシップ等）（1単位）通年 | ボランティア体験（1単位）       |                            |                             |                          |                    |                       |                |         |
| 英語     | 英語 I                   | 英語 II               | 英語 III                     | 英語 IV                       | 総合英語 I                   | 総合英語 II            |                       |                |         |
|        |                        |                     | TOEIC English I            | TOEIC English II            | 英語コミュニケーション I            | 英語コミュニケーション II     | 英語コミュニケーション III       | 英語コミュニケーション IV |         |
| 専門科目   | 基礎科目                   | 微分積分学 I（2コマ3単位）3クラス | 微分積分学 II（2コマ3単位）3クラス       |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 線形代数学 I（2コマ3単位）3クラス | 線形代数学 II（2コマ3単位）3クラス       |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 統計基礎                | 統計 2クラス                    |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 確率基礎                |                            | 代数学                         | 幾何学                      |                    |                       |                |         |
|        | 共通科目                   | 物理A（力学）             | 物理B（電磁気学）                  |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | 物理B（電磁気学）           | 物理A（力学）                    |                             |                          |                    |                       |                |         |
|        |                        | マルチメディア表現と技術 I 2クラス | マルチメディア表現と技術 II            |                             |                          | ソフトウェア工学           | 情報社会論                 | 知的財産権管理        |         |
|        |                        | 基礎データ分析 2クラス        | プログラミング I 及び演習（2コマ3単位）2クラス | プログラミング II 及び演習（2コマ3単位）2クラス | プログラミング III 及び演習（2コマ3単位） | データベース I 2クラス      | アルゴリズム論               | 情報倫理           |         |
|        |                        |                     |                            | アルゴリズムとデータ構造                | 人工知能入門                   | 機械学習 I             | データベース II             |                |         |
|        |                        |                     |                            | コンピュータの構成                   | オペレーティングシステム             | 統計的モデリング           | 機械学習 II               |                |         |
|        | コンピュータ工学コース科目          |                     |                            | 情報通信ネットワーク I                | 情報セキュリティ                 | 情報システム             | ヒューマン・コンピュータ・インタラクション |                |         |
|        |                        |                     |                            | 確率と統計                       | 最適化 I                    | 情報と職業              | プロジェクトマネジメント          | グラフィックス        |         |
|        |                        |                     |                            | 最適化 II                      | 最適化 II                   | 地理情報システム           | 複雑系科学                 | IoTとビッグデータ     |         |
|        |                        |                     |                            | 電気・電子回路                     | デジタル回路                   | デジタル信号処理           |                       |                |         |
|        | データ科学コース科目             |                     |                            | データ分析 2クラス                  | 多変量解析                    | 社会統計学 I 2クラス       | 社会統計学 II              |                |         |
|        |                        |                     |                            |                             | 時系列分析                    |                    |                       |                |         |
|        |                        |                     |                            |                             | データ収集とクリーニング             | データ科学実践演習A（2コマ3単位） | データ科学実践演習B（2コマ3単位）    |                |         |
|        |                        |                     |                            |                             |                          | データ科学実践演習B（2コマ3単位） | データ科学実践演習A（2コマ3単位）    |                |         |
|        | 卒業研究                   |                     |                            |                             |                          |                    |                       | 卒業研究 I         | 卒業研究 II |
|        | 教職科目                   |                     |                            | 数学科教育法 I                    | 数学科教育法 II                | 数学科教育法 III         | 数学科教育法 IV             |                |         |
|        |                        |                     |                            |                             | 情報科教育法 I                 | 情報科教育法 II          |                       |                |         |

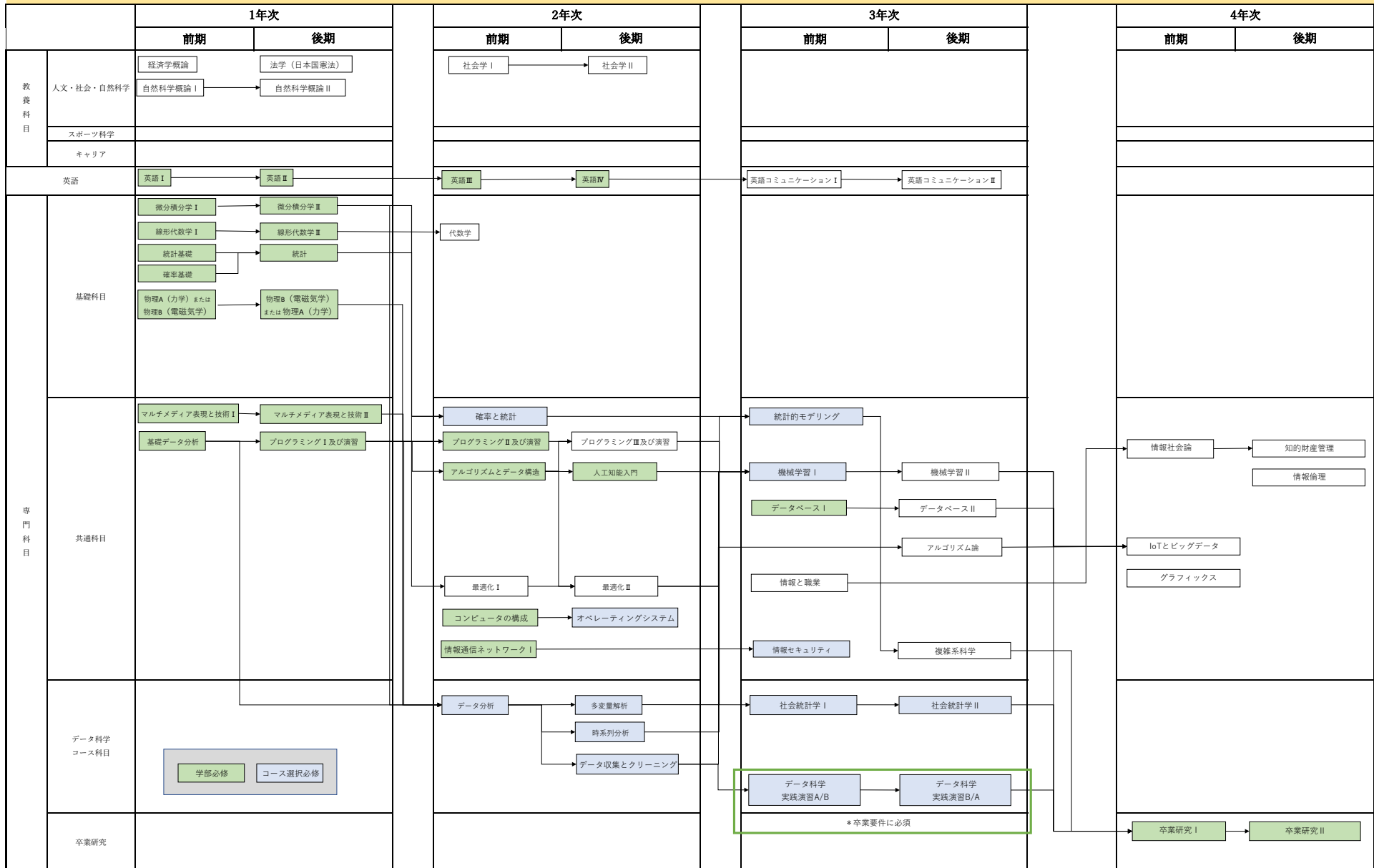
|         |                |
|---------|----------------|
| 必須科目    | 卒業要件           |
| 教養科目    | 12単位           |
| 英語      | 必修8単位を含め12単位   |
| 専門科目    | 必修48単位を含め104単位 |
| コース選択必修 | コンピュータ工学コース    |
| コース選択必修 | データ科学コース       |
| 教職科目    | 卒業要件としない       |

コンピュータ工学コース履修モデル



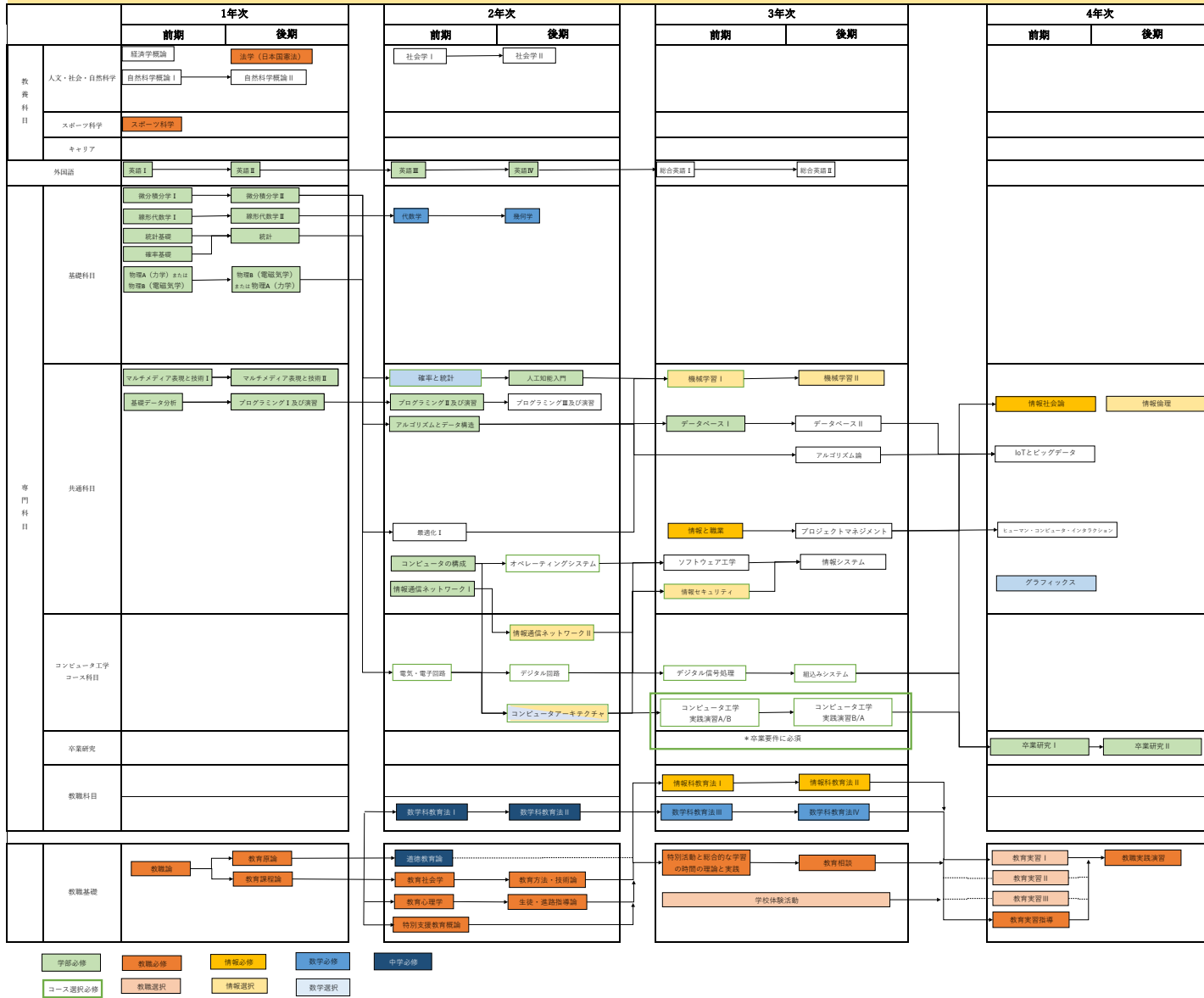
【資料9】

データ科学コース履修モデル



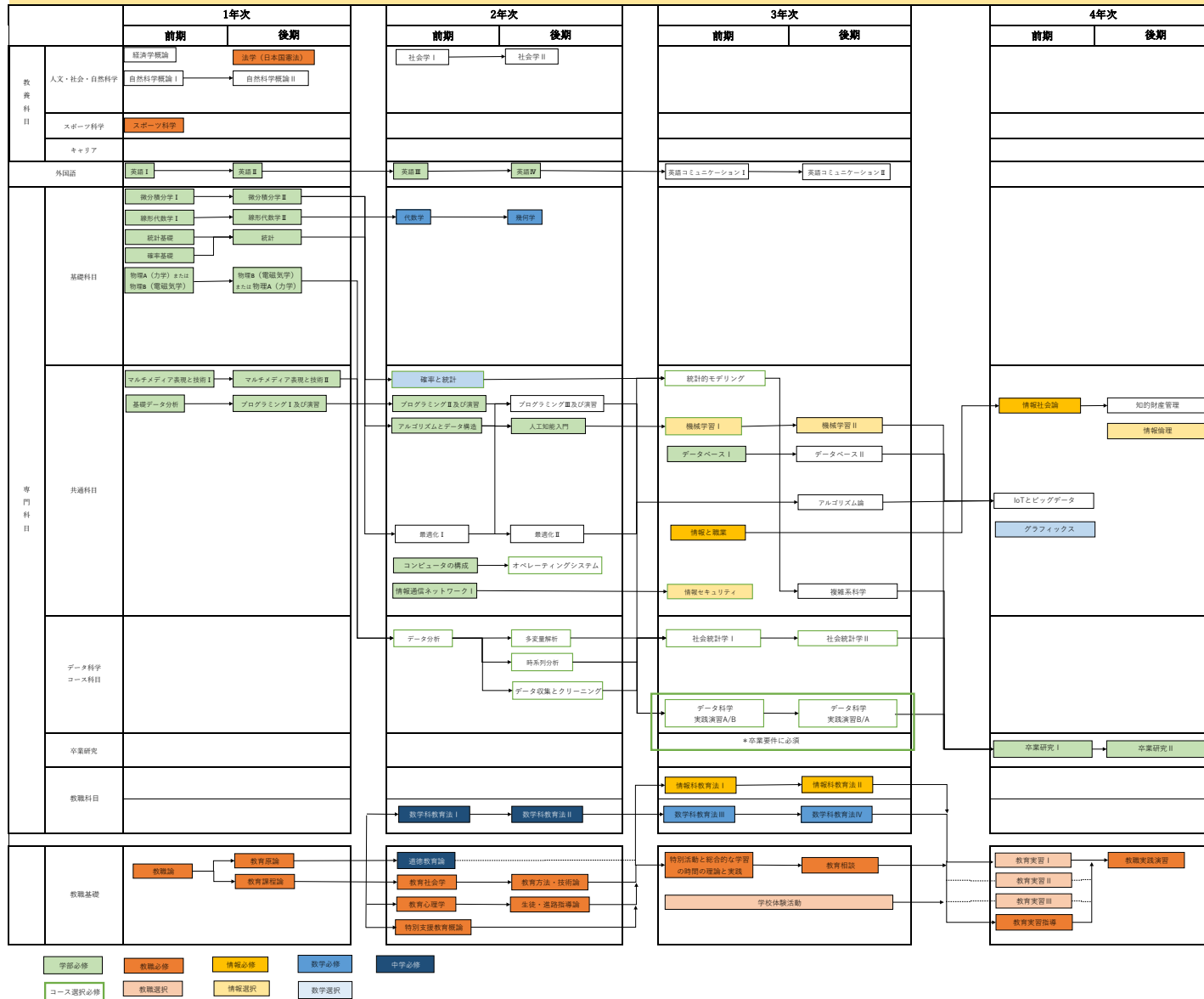


コンピュータ工学コース 教員免許を取得できる履修モデル



# 【資料 1 1】

## データ科学コース 教員免許を取得できる履修モデル





【資料13（差替え版）】

教育実習生の受入承諾書（中学校一種（数学））

- ・ 金沢市教育委員会
- ・ 野々市市教育委員会
- ・ かほく市教育委員会
- ・ 白山市教育委員会
- ・ 金沢学院大学附属中学校

【資料14（差替え版）】

教育実習生の受入承諾書（高等学校一種（数学））／学校体験活動の受入承諾書

- ・ 石川県立小松商業高等学校
- ・ 金沢市立工業高等学校
- ・ 金沢学院大学附属高等学校

## 金沢市立学校 一覽

## 【中学校】

|    | 学校名        | 所在地          | 学級数 | 児童数(人) |
|----|------------|--------------|-----|--------|
| 1  | 金沢市立泉中学校   | 金沢市弥生1-26-1  | 13  | 406    |
| 2  | 金沢市立野田中学校  | 金沢市若草町1-23   | 22  | 633    |
| 3  | 金沢市立城南中学校  | 金沢市城南1-24-1  | 12  | 314    |
| 4  | 金沢市立紫錦台中学校 | 金沢市飛梅町3-30   | 14  | 458    |
| 5  | 金沢市立兼六中学校  | 金沢市田井町12-12  | 24  | 773    |
| 6  | 金沢市立小将町中学校 | 金沢市小将町1-15   | 15  | 247    |
| 7  | 金沢市立高岡中学校  | 金沢市新神田1-10-1 | 20  | 635    |
| 8  | 金沢市立鳴和中学校  | 金沢市鳴和2-10-60 | 16  | 488    |
| 9  | 金沢市立長田中学校  | 金沢市二宮町1-1    | 20  | 668    |
| 10 | 金沢市立浅野川中学校 | 金沢市諸江町下丁388  | 24  | 790    |
| 11 | 金沢市立金石中学校  | 金沢市金石東1-13-1 | 15  | 440    |
| 12 | 金沢市立芝原中学校  | 金沢市湯涌荒屋町23   | 4   | 27     |
| 13 | 金沢市立西南部中学校 | 金沢市新保本1-149  | 25  | 823    |
| 14 | 金沢市立内川中学校  | 金沢市別所町㊦18    | 4   | 24     |
| 15 | 金沢市立犀生中学校  | 金沢市末町10-4    | 5   | 94     |
| 16 | 金沢市立医王山中学校 | 金沢市二俣町さ21    | 4   | 35     |
| 17 | 金沢市立森本中学校  | 金沢市弥勒町㊦22    | 16  | 483    |
| 18 | 金沢市立額中学校   | 金沢市額乙丸町イ7    | 17  | 537    |
| 19 | 金沢市立高尾台中学校 | 金沢市高尾台1-128  | 18  | 596    |
| 20 | 金沢市立緑中学校   | 金沢市みどり2-3    | 17  | 526    |
| 21 | 金沢市立港中学校   | 金沢市近岡町217    | 19  | 567    |
| 22 | 金沢市立北鳴中学校  | 金沢市小坂町北95    | 18  | 590    |
| 23 | 金沢市立大徳中学校  | 金沢市観音堂町ト35   | 18  | 570    |
| 24 | 金沢市立清泉中学校  | 金沢市泉本町3-3    | 17  | 508    |
|    |            | 合計 24校       | 377 | 11232  |

## 野々市市立学校 一覧

### 【中学校】

|   | 学校名         | 所在地            | 学級数 | 児童数(人) |
|---|-------------|----------------|-----|--------|
| 1 | 野々市市立野々市中学校 | 野々市市三納3丁目1番地   | 25  | 776    |
| 2 | 野々市市立布水中学校  | 野々市市押野2丁目100番地 | 24  | 762    |
|   |             | 合計 2校          | 49  | 1538   |

## かほく市立学校 一覧

### 【中学校】

|   | 学校名         | 所在地         | 学級数 | 児童数(人) |
|---|-------------|-------------|-----|--------|
| 1 | かほく市立宇ノ気中学校 | かほく市森レ1     | 13  | 369    |
| 2 | かほく市立河北台中学校 | かほく市遠塚口47-1 | 12  | 311    |
| 3 | かほく市立高松中学校  | かほく市高松ヤ42   | 10  | 226    |
|   |             | 合計 3校       | 35  | 906    |



## 白山市立学校 一覽

### 【中学校】

|       | 学校名       | 所在地            | 学級数 | 児童数(人) |
|-------|-----------|----------------|-----|--------|
| 1     | 白山市立笠間中学校 | 白山市笠間町157      | 12  | 289    |
| 2     | 白山市立鶴来中学校 | 白山市鶴来本町4丁目16番地 | 12  | 305    |
| 3     | 白山市立鳥越中学校 | 白山市釜清水町子140    | 5   | 72     |
| 4     | 白山市立白嶺中学校 | 白山市瀬戸申66番地     | 5   | 12     |
| 5     | 白山市立光野中学校 | 白山市番匠町468-1    | 14  | 404    |
| 6     | 白山市立北辰中学校 | 白山市日向町口24-2    | 14  | 424    |
| 7     | 白山市立北星中学校 | 白山市平木町112-1    | 19  | 603    |
| 8     | 白山市立松任中学校 | 白山市末広2-1       | 25  | 812    |
| 9     | 白山市立美川中学校 | 白山市美川浜町夕5番地    | 14  | 416    |
| 合計 9校 |           |                | 120 | 3337   |

【資料16】

令和4年度 インターンシップ受け入れ先組織一覧

※102 組織

AOI ホールディングス (株)  
AWS (株)  
iA LINK (株)  
Modis (株)  
S M B C日興証券 (株)  
アイ・ケイ・ケイホールディングス (株)  
アイ・ティー・エックス (株)  
朝日印刷 (株)  
朝日不動産 (株)  
アルカスコーポレーション (株)  
石川県庁  
石川ダイハツ販売 (株)  
石川日産自動車販売 (株)  
石友ホーム (株)  
今村証券 (株)  
エノテカ (株)  
小倉悠治法律事務所  
 (一財) 長野県文化振興事業団事務局長野県埋蔵文化財センター  
カナカン (株)  
金沢市役所  
金沢少年鑑別所  
 (株) JSS  
 (株) Legaseed  
 (株) PFU  
 (株) アイワホーム  
 (株) アルバ  
 (株) 石川コンピュータ・センター  
 (株) 石川トヨペットカローラ  
 (株) ヴァケーション  
 (株) 大阪屋ショッブ

(株) カチタス  
(株) 北日本ジオグラフィ  
(株) キャリアデザインセンター  
(株) クスリのアオキ  
(株) クラスコ  
(株) ケイズ  
(株) 建設ドットウェブ  
(株) 小松電業所  
(株) サガミホールディングス  
(株) サンテック  
(株) サンテン・コーポレーション  
(株) ジェイ・エス・エス  
(株) システムサポート  
(株) ジャコム石川  
(株) スギヨ  
(株) スズキ自販茨城  
(株) ダイヤモンドヘッド  
(株) タスク  
(株) 辻鉄  
(株) テルズ&クイーン  
(株) ドコモ CS 北陸  
(株) 日産サテリオ富山  
(株) 日産プリンス金沢・石川日産自動車販売 (株)  
(株) のうか不動産  
(株) ハチバン  
(株) 八光電機  
(株) ヒルストーン  
(株) フラワーガーデン  
(株) 北陸銀行  
(株) 北國新聞社  
(株) 北國フィナンシャルホールディングス  
(株) ホテル・アローレ  
(株) ホテルゆのくに  
(株) 丸菱  
(株) 三井ホーム北信越  
(株) 森組

(株) 森八  
(株) 山岸  
(株) よろづや観光  
北日本物産 (株)  
喜多ハウジング (株)  
ゲンキー (株)  
(公社) 育てる会  
コネック会計 LAB  
小松ウォール工業 (株)  
コマニー (株)  
サトフードサービス (株)  
三協立山 (株)  
シモハナ物流 (株)  
住友生命保険 (相)  
(生協) コープいしかわ  
セントラルメディカル (株)  
第一交易 (株)  
高桑美術印刷 (株)  
中部国際空港 (株)  
ティ・アイ・エス (株)  
テックワン (株)  
東芝デジタルエンジニアリング (株)  
トーテックアメニティ (株)  
富山交通 (株)  
永森建設 (株)  
南砺市市役所  
ニッコー (株)  
ネットトヨタ石川 (株)  
菱機工業 (株)  
(福) 佛子園  
福井トヨタ自動車 (株)・福井トヨペット (株)  
太谷 (株)  
北陸コンピュータ・サービス (株)  
北陸通信ネットワーク (株)  
北陸放送 (株)  
よろづや観光 (株)

○金沢学院大学・金沢学院短期大学研究活動における倫理規準

施 行 平成 19 年 8 月 1 日

最終改正 平成 28 年 4 月 1 日

前文

金沢学院大学及び金沢学院短期大学（以下「本学」という）は、教育理念「創造」を抛りどころとする「知の創造」が、人類の平和と公共の福祉に大きく寄与するものとする。

この自負のもと、本学は、学術研究機関として社会から課せられた負託に応える使命を自覚し、所属する各研究者の自由な研究を保障するとともに、一方で研究者には自らの行動・態度を律する高度な倫理観を求めらるるものである。よって、本学に所属する教職員、学生など研究に携わる全ての者が守るべき倫理規準を以下により示す。

（目的）

第 1 条 本学は、学術研究の信頼性と公正性を確保することを目的とし、研究を遂行する上で求められる研究者の行動・態度の倫理的規準を定める。

（定義）

第 2 条 「研究者」とは、本学の専任教員のみならず、本学において研究活動に従事する者を指し、学生等であっても研究に関わる時は「研究者」に準ずるものとする。

2 「研究」には、研究計画の立案、計画の実施、成果の発表・評価にいたるすべての過程における行為、決定及びそれに付随するすべての事項を含むものとする。

3 「発表」とは、自己の研究に係る新たな知見・発見又は専門的知見を公表するすべての行為を含むものとする。

（研究の信条）

第 3 条 研究者は、良心と信念に従い、自らの責任で研究を遂行し、不当な圧力等により研究成果の客観性を歪めることがあってはならない。

2 研究者は、人間の尊厳を重んじ、基本的人権や人類の平和・福祉に反する研究活動を行ってはならない。

3 研究者は、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」、日本学術会議が定めた「日本学術会議憲章」、「科学者の行動規範について」、「動物実験の

適正な実施に向けたガイドライン」、並びに厚生労働省等が定めた研究に関する指針等、国際的に認められた規範、規約及び条約等、国内の法令、告示等及び本学の諸規程を遵守しなければならない。

(研究者の態度)

第4条 研究者は、自己の専門研究が及ぶ範囲を自覚し、他分野の専門研究を尊重するとともに、自らが関与する研究が一般社会や人々に与える影響を自覚し、自己研鑽に努めなければならない。

2 研究者は、他の国、地域、組織等の研究活動における、文化、慣習、規律の理解に努めなければならない。

3 研究者は、学生が共に研究活動に関わる時は、学生が不利益を被らないよう十分な配慮をしなければならない。

4 研究者は、研究遂行中において、計画進捗状況の自己点検を行い、必要に応じて途中経過の報告ができるよう努めなければならない。

5 研究者は、研究途中であっても、当該研究によって社会や人類に好ましくない影響を及ぼす可能性があるとは判断された場合は、その研究を続行するか否かについて慎重に検討しなければならない。

(研究のための情報・データ等の収集)

第5条 研究者は、科学的かつ一般的に妥当な方法、手段で、研究のための資料、情報、データ等を収集しなければならない。

2 研究者が、研究のために資料、情報、データ等を収集する場合は、その目的に適う必要な範囲において収集するよう努めなければならない。

(個人情報における事前説明及び同意)

第6条 研究者が、個人の行動、環境、心身等に関する情報、データ等の提供を受けて研究を行う場合は、提供者に対してその目的、収集方法等について分かり易く説明し、提供者の明確な同意を書面等により得なければならない。

2 組織、団体等から、当該組織、団体等に関する資料、情報、データ等の提供を受ける場合も前項に準じるものとする。

(個人情報の保護)

第7条 研究者は、プライバシー保護の重要性に鑑み、研究のために収集した資料、情報、データ等で個人を特定できるものは、これを他に洩らしてはならない。

2 研究者は、研究の推進上、協力者に関する個人情報の取扱いを外部に委託するときは、委託先に安全管理の方法の明確化と個人情報保護の徹底を義務付けなければならない。

3 研究者は、個人情報の取扱いに関する苦情等には誠実に対応しなければならない。

(情報・データ等の利用及び管理)

第8条 研究者は、研究のために収集又は生成した資料、情報、データ等の滅失、漏洩、改ざん等を防ぐために適切な措置を講じなければならない。

2 研究者は、研究のために収集又は生成した資料、情報、データ等を適切な期間保存しなければならない。ただし、法令又は規程等に保存期間の定めのある場合はそれに従うものとする。

(研究機器・薬品等の安全管理)

第9条 研究者は、研究実験において研究装置・機器、薬品及び各種材料等を用いるときは、関係法令、規程等を遵守し、その安全管理に努めなければならない。

2 研究者は、研究実験の過程で生じた残滓物、廃棄物及び使用済みの薬品・材料等については、責任を持って処理しなければならない。

(研究成果発表の規準)

第10条 研究者は、研究の成果を広く社会に還元するため、これを公表しなければならない。ただし、知的財産権等の取得及びその他合理的理由のため公表に制約のある場合は、その必要な期間内において公表しないものとするができる。

2 研究成果は、学問的誠実性と論理的整合性によって導かれた新たな知見、発見であることに鑑み、研究者は、他者の成果を自己の成果として発表してはならない。

3 研究者は、研究成果の発表に際しては、先行研究を精査し尊重するとともに、他者の知的財産を侵害してはならない。

4 研究者は、研究成果の発表に際しては、研究方法等を他の研究者から追試検証できるように、できるだけ具体的に提示しなければならない。

5 研究成果発表における不正な行為は、大学及び研究者に対する社会の信頼性を喪失する行為であることを研究者は自覚し、次に掲げる不正な行為は絶対にしてはならない。

(1) 捏造（存在しないデータの作成）

(2) 改ざん（データの変造、偽造）

(3) 盗用（他人のデータや研究成果等を適切な引用なしで使用）

6 研究発表における不適切な引用や引用の不備、誇大な表現、誤解を生じさせる表現等は不正行為とみなされる恐れがあり、研究者は、適切な引用、真摯な表現をしなければならない。

（研究者の利益相反行為）

第11条 研究者は、次の各号に掲げる産官学連携活動を含む研究活動を行う場合は、利益相反が生じる恐れのあることを十分認識し、大学及び研究者に対する社会からの信頼が損なわれることのないように、透明性を確保しなければならない。

(1) 共同研究や受託研究を行い、または参加するとき

(2) 企業等への兼職を行うとき

(3) 企業等から寄付金、助成金及び設備・物品の供与を受けるとき

(4) 報酬、株式譲渡などの経済的利益を受けるとき

(5) 研究活動に関して、企業等から何らかの経済的価値を持つ便宜を供与されるとき

(6) 研究者が自己の発明などを企業等に技術移転するとき

(7) 前各号に定めるもののほか、本学研究倫理委員会が利益相反行為であると認めるとき

（オーサーシップの規準）

第12条 研究者は、研究活動に実質的に関与し、研究内容に責任を有し、研究成果の創意性に十分な貢献をしたことが明らかな場合に、適切なオーサーシップを認められる。

（研究費の取扱規準）

第13条 研究者は、研究費の源泉が学生納付金、国・地方公共団体等からの補助金、財団等からの助成金、寄付金等によって賄われていることを常に留意し、研究費の適正な使用に努め、その負託に応えなければならない。

2 研究者は、交付された研究費を当該研究に必要な経費のみに使用しなければならない。

3 研究者は、研究費の使用に当たっては、法令、本学の経理規程、当該研究費の使用規定等を遵守しなければならない。

4 研究者は、証憑書類等を適切に管理し、実績報告においては、研究遂行の真実を明瞭に記載しなければならない。

（他者の業績評価）

第14条 研究者が、論文査読、審査委員等の委嘱を受けて、他者の研究業績の評価に関わる場合は、被評価者に対して予断を持つことなく、評価基準、審査要綱等に従い、自己の信念に基づき



評価しなければならない。

- 2 研究者は、他者の業績評価に関わり知り得た情報を不正に利用してはならない。当該業績に関する秘密は、これを保持しなければならない。

(本学の責務)

第 15 条 本学は、研究者の研究倫理意識を高揚するために、必要な啓発、倫理教育の計画を策定し、実施するものとする。

- 2 本学は、この規準の運用を実効あるものにするため、研究者の研究倫理に反する行為に対しては適切な措置を講じるものとする。

- 3 本学は、研究に関して、不当又は不公正な扱いを受けた者からの苦情、相談等に対応するものとする。

- 4 前 3 項の目的を達成するため、本学は「金沢学院大学・金沢学院短期大学研究倫理委員会」を設置する。

- 5 「金沢学院大学・金沢学院短期大学研究倫理委員会」に関する事項は別に定める。

(事務)

第 16 条 この規準に関する事務は、総務部総務課が取り扱う。

#### 附 則

- 1 この規準は、平成 19 年 8 月 1 日から施行する。
- 2 この規準は、平成 25 年 4 月 1 日から施行する。
- 3 この規準は、平成 28 年 4 月 1 日から施行する。

# 【資料 18】

## ○金沢学院大学・金沢学院短期大学研究倫理委員会規程

施 行 平成 19 年 8 月 1 日

最終改正 平成 25 年 4 月 1 日

(目 的)

第 1 条 金沢学院大学・金沢学院短期大学研究活動における倫理規準(以下「規準」という。)の趣旨に則り、研究倫理に関する事項について審議、調査、検討するため、研究倫理委員会(以下「委員会」という。)を設置する。

(審議事項及び任務)

第 2 条 委員会は、次の事項について審議する。

- (1) 規準第 1 4 条に定める本学の責務に関する事項
- (2) 規準の運用、解釈に関する事項
- (3) 研究倫理に関する学長の諮問事項
- (4) その他必要な事項

2 委員会は、必要があると認められるときは、研究者に対して、適切な指導及び助言を行うものとする。

3 委員会は、規準第 1 4 条第 3 項に定める苦情・相談等に対応するものとする。

4 委員会は、研究者の重大な規準違反行為があると認められる場合は、学長に報告するものとする。これを受け、学長は処分にあたり、人事委員会に諮ることとする。

5 委員会は、研究倫理に関する事項について調査・検討し、必要あるときは学長に報告又は提案するものとする。

(構 成)

第 3 条 委員会は、次の者でもって構成し、第 1 号を除く委員は学長が委嘱する。

- (1) 学長
- (2) 大学各学部長
- (3) 短期大学各学科長
- (4) 大学教授及び短期大学教授から 2 名以内
- (6) 総務部長
- (7) 経理課長

(8)総務課長

(委員長及び委員会)

第4条 委員会には、委員長を置き、学長をもって充てる。

(任 期)

第5条 委員長及び委員の任期は2年とする。ただし、再任を妨げない。

(議 事)

第6条 委員会は、委員長が招集し、議長となる。

2 委員会は、委員の3分の2以上の出席で成立し、議事は委員の過半数で決する。

3 前項に拘わらず、第2条第4項に規定する「重大な違反行為」に関する議事は、委員の3分の2以上で決するものとする。

(委員以外の者の出席)

第7条 委員会が必要と認めた場合には、委員以外の者の出席を求め、意見を徴することができる。

(相談員)

第8条 第2条第3項に定める苦情・相談等に対応するため、委員長を除く委員は相談員となる。

2 相談員は、苦情・相談等を受けた事項について、委員長に報告する。

3 委員長は、前項の報告を受けたとき、必要ある場合は委員会を開催するものとする。

4 公的研究費の取り扱いに関する相談等については、別に定める「金沢学院大学・金沢学院短期大学における公的研究費の不正防止に関する規則」に従うものとする。

(守秘義務)

第9条 委員及び相談員は、相談内容等について個人のプライバシー保護に留意し、知り得た秘密は、これを他に洩らしてはならない。

(事 務)

第10条 委員会の事務は、総務部総務課が行う。

附 則

1 この規程は、平成19年8月1日から施行する。

2 この規程は、平成25年4月1日から施行する。

# 【資料 1 9】

## ○学校法人金沢学院大学評価委員会規程

施 行 平成 4 年 4 月 1 日

最終改正 平成 25 年 4 月 1 日

(趣旨)

第 1 条 本法人は、設置する金沢学院大学及び金沢学院短期大学（以下「本学」という。）での教育水準の向上を図り、設置目的及び社会的使命を達成するため、学校教育法第 109 条及び学校教育法施行規則第 166 条の規定に則り、教育研究活動等の状況について自ら点検及び評価を行うとともに認証評価機関における第三者評価を受け、教育研究機関として一層の伸展を図る。

(設置と構成)

第 2 条 前条の点検及び評価を行うため、本学に大学評価委員会（以下「委員会」という。）を置く。

第 3 条 委員会は、次の役職等にある者を委員として組織する。

- (1) 大学長
- (2) 短期大学長
- (3) 大学、短期大学各副学長及びこの職に準ずる者
- (4) 大学の研究科長、各学部長及び基礎教育機構長
- (5) 短期大学の各学科長
- (6) 法人の役付理事
- (7) 総務部長、教務部長など幹部職員から 4 名以内
- (8) その他、理事長が任命する教職員

2 委員会に委員長を置き、理事長が任命する。

(任期)

第 4 条 委員の任期は、つぎのとおりとする。

- (1) 前条第 1 項第 1 号から第 7 号の委員の任期は、その職にある時とする
- (2) 前条第 1 項第 8 号の委員の任期は、2 年間とし、再任を妨げない

(実施方法)

第5条 委員会は、次の各号に掲げる事項を行う。

- (1) 点検及び評価の項目を設定すること
- (2) 点検及び評価の実施計画を策定すること
- (3) 点検及び評価結果の分析に関すること
- (4) 点検及び評価の結果に基づく改善措置に関すること

2 委員会は、点検及び評価に関し本学で作成した報告書に基づいて、文部科学大臣が認証する認証評価機関により受ける第三者評価に関する事項を取り扱う。

(実施の実務体制)

第6条 委員会は、前条の事項を遂行するために作業委員会を設け実務担当者を委嘱することができる。

2 委員会は、前条に係る点検及び評価を実施するため、大学院、大学及び短期大学にそれぞれ自己点検・評価委員会（以下「自己点検委員会」という。）を置く。

(自己点検委員会)

第7条 自己点検委員会は、次の各号に掲げる事項を行う。

- (1) 点検及び評価の実施に関すること
- (2) 点検及び評価についての教職員への周知に関すること
- (3) その他必要なこと

2 それぞれの自己点検委員会は、点検及び評価の結果を報告書にまとめ委員会に報告しなければならない。

(結果の活用・公表等)

第8条 委員会は、それぞれの自己点検委員会の結果の報告を踏まえ、改善が必要と認められる事項については、その改善に努めるものとする。

2 委員会は、それぞれの自己点検委員会の点検及び評価の結果報告を基に、全学的なまとめを行い、少なくとも5年に一度報告書を作成し、公表する。

3 認証評価機関により受けた第三者評価に係る評価及びその他により受けた外部評価については、その評価及び対応策等を第8条第2項による報告書に追録として記録するものとする。

第9条 委員会の事務は、教務部企画課で行う。

附 則

この規程は、平成4年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成5年3月15日改正し、即日施行する。

附 則

この規程は、平成7年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成10年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成16年10月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成17年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成23年4月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成25年4月1日から施行する。

## ○大学自己点検・評価委員会規程

施 行 平成 17 年 3 月 1 日

最終改正 平成 25 年 4 月 1 日

(趣旨)

第 1 条 この規程は、学校法人金沢学院大学評価委員会規程第 6 条第 2 項の定めに基づき、大学が自ら行う自己点検評価を実施するために置く、大学自己点検・評価委員会（以下「委員会」という）に関し、必要な事項を定めるものである。

(構成)

第 2 条 大学の自己点検評価のために、大学各学部長及び基礎教育機構長が推薦する委員により委員会を組織する。なお、推薦の委員は、予め学長の承認を得るものとする。

2 委員会に委員長を置き、学長が任命する。

3 委員会の構成は、各学部及び基礎教育機構の各委員 2 名による計 8 名とし、この他に職員から 1 名を幹事として置く。

(任期)

第 3 条 前条の委員長、委員の任期は 2 年とし、再任を妨げない。

(委員以外の者の出席)

第 4 条 委員長が必要と認めるときは、委員以外の者を出席させ、その意見を聞くことができる。

(自己点検・評価項目・様式)

第 5 条 自己点検・評価の項目は、つぎの各号に関する事項を基準に具体的な項目及び様式を委員会で定め、大学評価委員会の承認を得るものとする。

(1) 教育研究上の基本となる組織に関すること

(2) 教員組織に関すること

(3) 教育課程に関すること

(4) 施設及び設備に関すること

(5) 事務組織に関すること

(6) 財務に関すること

(7) (1)～(6)のほか、教育研究活動等に関すること

(実施方法)

第6条 自己点検・評価を円滑に行うため、委員会は、具体的な実施方針を策定し、各学部及び基礎教育機構に小委員会を置き、実務を行う。

(結果の報告)

第7条 前条の小委員会は活動内容を報告書にまとめ委員会に提出する。

2 委員会は、前項の報告書および第5条に関する事項を取りまとめ、一部報告する場合には速やかに、全学的な報告とする場合には3～5年の間に1回以上、報告書を作成し大学評価委員会に報告する。

(事務)

第8条 委員会の事務は、教務部企画課が主管して行う。

附 則

この規程は、平成17年3月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成23年3月1日から施行する。

附 則

この規程は、平成25年4月1日から施行する。



## 【資料 2 1】

### ○金沢学院大学ファカルティデベロップメント(FD)委員会規程

施 行 平成 20 年 4 月 1 日

(趣旨)

第 1 条 この規程は、金沢学院大学学則第 24 条の 2 並びに学校法人金沢学院評価委員会規程第 8 条の定めに基づき、金沢学院大学(以下「本学」という。)に設置するファカルティ・デベロップメント(FD)委員会(以下「委員会」という。)について、必要な事項を定めるものとする。

(任務)

第 2 条 委員会は、本学の教育研究活動の向上に関して検討を行い、その質的充実を図ることを目的として、次の事項を審議し、必要に応じて教学審議会の議に付する。

- (1) FD活動の企画立案
- (2) FD活動の実施計画の立案
- (3) FD活動の点検
- (4) FD活動に関する情報の収集と提供
- (5) その他、理事長・学長の諮問する事項

2 委員会の承認のもとに、年度ごとに必要に応じた分野の小委員会を設ける。なお、小委員会は、委員会に検討・実施事項を報告するものとする。

3 委員会が必要と認める場合、併設校である金沢学院短期大学FD委員会と連携することができる。

(構成)

第 3 条 委員会は、原則として、次の各号に定める委員を以て組織する。ただし、必要がある場合、第 3 項が規定する小委員会委員の中から若干名を加えることができる。

- (1) 委員長
- (2) 委員(小委員長) 若干名

2 前項の委員長は学長が任命し、委員は委員長が委嘱する。

3 委員は、原則 5 名以内の小委員会委員を以て各小委員会を組織する。

(任期)

第 4 条 委員の任期は 1 か年とする。ただし、再任を妨げない。

(会議)

第5条 委員会は、委員長が招集し、議長となる。

2 委員長に事故あるときは、予め委員長が指名した委員がその職務を代行する。

3 委員会が必要と認めた場合は、委員以外の教職員の出席を求め、意見を聴取することができる。

(事務)

第6条 委員会に係る事務は、総合企画部が所掌する。

附 則

この規程は、平成20年4月1日から施行する。