

情報活用学士力を測定するメトリクス導出のための一検討

小俣 昌樹^{*1}, 石田 雪也^{*2}, 金子 大輔^{*3}, 吉川 雅修^{*1}, 古賀 崇朗^{*4}

^{*1} 山梨大学

^{*2} 公立千歳科学技術大学

^{*3} 北星学園大学

^{*4} 佐賀大学

A Study on Derivation of Metrics to Measure Graduate Attributes on Utilization of ICT

Masaki Omata^{*1}, Yukiya Ishida^{*2}, Daisuke Kaneko^{*3}, Masanobu Yoshikawa^{*1}, Takaaki Koga^{*4}

^{*1} University of Yamanashi

^{*2} Chitose Institute of Science and Technology

^{*3} Hokusei Gakuen University

^{*4} Saga University

The purpose of this study is to construct metrics that quantitatively and objectively measure graduate attributes on utilization of ICT, which are the ICT knowledge and skills that college students should acquire. In order to derive items that constitute the metric, the authors selected various ICT knowledge and skills, categorized them, and systematized them as a tree structure. As a result, the tree structure with a total of 70 items in four categories of online collaboration skills, data utilization skills, ICT system development skills, and ICT ethics was developed. The degrees of importance of the categories and the one-depth items in each category were assessed through paired comparisons by the authors. The results of the comparisons among the categories revealed that the importance of data utilization skills, ICT ethics, online collaboration skills, and ICT system development skills, in that order, were found to be the most important.

キーワード: 情報活用学士力, メトリック, 大学情報教育, ICT

1. はじめに

本研究では、大学生が身に付けるべき情報通信技術 (ICT) に関する知識およびスキルを「情報活用学士力」と定義し、それを定量的・客観的に測定するメトリクスを導出することを目的とする。ここでのメトリクスとは、「情報活用学士力」を下位概念化して細目化した基準や指標のことであり、学生が「はい/いいえ」や数段階の選択肢などを選択して回答することを想定している。このメトリクスを学生が把握して自身を定量的に評価することで、ICTに関して大学生が必要とする「情報活用学士力」を確認したり、その中で何を

どのように身につけていくべきかを計画したり、自身の特性を定量的・視覚的に確認したりすることができるようになることを考える。したがって、本研究で想定しているこのメトリクスの使用は、授業での試験やテストのように教員が学生を評価したり成績として扱ったりするのではなく、学生自身が継続的にチェックし続けて、自身の状況を随時把握し続けることである。その際、すべてのメトリクスの達成を目指すことは重要ではあるが、それ以上に、学生が学生自身でICTに関する自身の特性を可視化して把握することがより重要であると考えられる。

この研究の背景は、大学生の入学時・在学時・卒業

時において、本提案のように ICT に関する知識やスキルを定量的・客観的・汎用的に評価するメトリクスがまだ整備されていないことにある。あわせて、著者らのこれまでの研究⁽¹⁾を含め、大学の情報リテラシー教育においては、未だ、OS やオフィススイートなどの操作方法やそれによる文書作成やプレゼンテーション、および情報モラルに焦点が当てられており⁽²⁾、それらの応用となる情報活用にまでは至っていないことにある。

本稿では、メトリクスを構成する項目を導出するため、著者らによるブレインストーミングによって、情報活用学士力として必要と考える、ICT に関するさまざまな知識とスキルを選び出し、分類したりカテゴリ化したりして、木構造で体系化した。さらに、このカテゴリ同士および各カテゴリの深さ 1 の項目同士の重要度について、著者らによる一対比較で評価・分析して尺度図に示した。本稿の研究結果は、以下である。

- ・ 導出の結果、「オンラインコラボレーション力」、「データ利活用力」、「情報システム開発力」、「情報倫理力」の 4 つのカテゴリで総計 70 の葉（評価項目）をもつ木構造に体系化した。
- ・ カテゴリ間の重要度の関する一対比較の結果、データ利活用力、情報倫理力、オンラインコラボレーション力、情報システム開発力の順で重要であることがわかった。
- ・ データ活用力の中の深さ 1 の項目の一対比較の結果、「機械判読可能な統計表の作成」と「的確なグラフの選択」が重要であることがわかった。

2. 情報活用学士力の導出

2.1 導出方法

情報活用学士力のメトリクスの導出においては、本稿の著者 5 名が全体的な概念を議論したうえで、この概念についての情報を収集したり調査したりし、その結果に基づいたブレインストーミングによって評価項目を決定した。いずれの著者も専門分野に教育工学を含んでいる。情報収集・調査においては、高等学校情報科「情報Ⅰ」（以降、情報Ⅰと記述する。）の学習指導要領⁽³⁾および教員研修用教材⁽⁴⁾、高等学校情報科「情報Ⅱ」（以降、情報Ⅱと記述する。）の教員研修用教材

⁽⁵⁾、そして、日本国内の無作為に抽出した 100 大学の初年次情報科目のシラバスを参照した⁽²⁾。その後のブレインストーミングにおいては、マインドマップソフトウェアを使い、項目の修正・追加・削除・移動などをおこなったり、項目のグループ化およびグループの追加・削除・修正・移動などをおこなったりして、メトリクスの木構造を構成した。これらの作業において、情報Ⅰに含まれる用語や知識および OS やオフィススイートの操作については、大学入学までに十分に習得していると考え、情報活用学士力の項目には含めないことにした。

2.2 導出結果の 4 つのカテゴリ

前節の導出の結果、情報活用学士力をルートとする深さ 1 の葉に相当する、オンラインコラボレーション力、データ利活用力、情報システム開発力、情報倫理力の 4 つのカテゴリ（図 1 参照）と総計 70 の葉を導出した（表 1 から表 4）。それぞれのカテゴリにおいて、カテゴリ名を深さ 1 とすると、深さ 4 までの葉に細分化された木構造で構成される。この木構造の末端となる葉は、学生が、「はい／いいえ」や「できる／できない」または 5 段階程度の数値で回答するチェック項目である。たとえば、表 1 で示すオンラインコラボレーション力のカテゴリの中の大項目「非同期型コミュニケーション」の中の葉となる「電子メールでの送受信」の項目であれば、「電子メールを送受信できる／できない」という評価項目になり、学生は「できる」または「できない」を選択して回答する。以降の節で、各カテゴリについて詳説する。

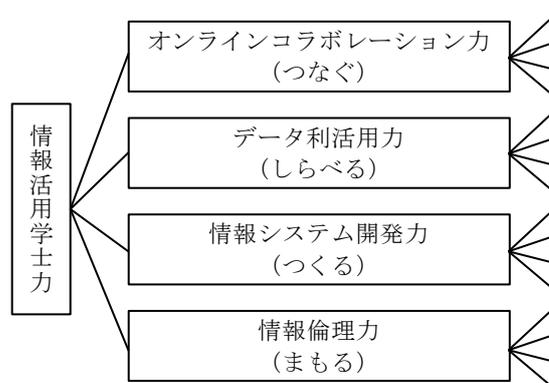


図 1 情報活用学士力の 4 つのカテゴリ

表 1 オンラインコラボレーションカの項目

大項目	小項目	細目
共同作業		
	クラウドサービスでの共同作業	
		ブレインストーミング
		文書の共同執筆
		表計算の共同作業
		共同プレゼンテーション
	メタバースでの共同作業	
	プロジェクトマネジメント	
		自身の作業工程の管理
		他者との作業工程の情報共有
		チームメンバーの全員の作業工程の管理
	活動履歴の電子化 (e ポートフォリオ)	
		自身の活動の日時・内容・関連ファイルなどを電子的に記録
		自身の活動の電子的な評価／振り返り
		自身の活動を整理して他者へ公開
	電子決済	
同期型コミュニケーション		
	ビデオ会議システムでの通話	
	チャットシステムでの対話	
	メタバースでの対話	
非同期型コミュニケーション		
	電子メールでの送受信	
	Web 上での情報発信	
	アカデミックライティングに基づく電子的な文書作成	

表 2 データ利活用力の項目

大項目	小項目	細目
機械判読可能な統計表の作成		
的確なグラフの選択		
		グラフの特徴を踏まえて、統計データの種類や分析の目的によって使い分ける
ソフトウェアを使った統計処理		
	尺度 (名義尺度, 順序尺度, 感覚尺度, 比率尺度) の違いの説明	
	基本統計量の算出	
	単回帰式の導出	
	検定	
		パラメトリック検定 t 検定の実施 一元配置分散分析の実施
		ノンパラメトリック検定の実施
	因子分析の実施	
	クラスター分析の実施	
プログラミングによる統計処理		
	基本統計量の算出	
	データの視覚化	
		散布図 ヒストグラム 箱ひげ図
	単回帰式の導出	
	検定	
		t 検定の実施
		一元配置分散分析の実施

表 3 情報システム開発力の項目

大項目	小項目	細目
開発工程		
	要求定義→設計→実装→テスト	
プログラミング		
	基本三構造	
	順次	
	反復	
	分岐	
	アルゴリズム	
	探索	1 種類以上実装できる 線形探索, 二分探索
	単純ソート	1 種類以上実装できる 交換, 挿入, 選択
	オブジェクト指向	
	概念の説明	
	人工知能利用	
	学習器の利用	
	学習器の作成	
ネットワーク		
	ルータの設定	
	WAN と LAN の接続	
	ファイアウォールの設定	
	サーバの構築	
	ネットワークへの接続	
	ファイアウォールの設定	
	http サービスの構築	
人間中心設計		
	ユーザビリティ	
	効果・効率・満足度を意識した設計	
	情報デザイン	
	場所・辞書順・時間・カテゴリ・階層に注意した情報の整理	

表 4 情報倫理力の項目

大項目	小項目	細目
情報セキュリティ		
	マルウェア対策の実施	
	パスワード管理への意識	
ICT 利用に関わる法律		
	著作権法	
	著作物	
	著作権	
	著作者人格権	
	知的財産権	
	個人情報保護法	
	不正アクセス禁止法	
ICT 利用のモラルとリスク		
	発信者のモラル	
	誹謗・中傷・公序良俗に反する投稿をしない	
	投稿前に内容を再確認する	
	安易な拡散をしない	
	受信者のリスク	
	趣味嗜好に合わせてカスタマイズされる	
	見たい情報以外がはじかれるフィルターバブルが起きる	
	似たような意見や考えが増幅されるエコーチェンバーが生じる	
	売買でのリスク	
	サイト運営企業とその中の個々の店舗では信用性に違いがある場合がある	
	クレジットカード利用の責任が生じる	
	商品の説明や過去の取引評価などの確認が必要である。	
	販売側からの直接的な接触の可能性が生じる	
	プライバシーのリスク	
	個人のことをどこまでオープンにするか	
	つながりと安全を踏まえてアプリやサービスを設定する	
	自宅や行動範囲が伝わってしまう可能性がある	
ICT の社会への影響		
	ニュースや新聞などで ICT に関する情報に関心をもつ	

2.2.1 オンラインコラボレーション力

オンラインコラボレーション力とは、インターネットなどを介したオンライン上での情報伝達、情報共有、共同作業などに関する知識やスキルである。オンライン授業をはじめ、オンラインのミーティングや研究活動、さらには、卒業後の進路のためのオンライン面談など、さまざまな場面において、インターネットなどを介してつなぐ／つながるための知識とスキルが必要である。さらに、つなぐ／つながるだけでなく、クラウドサービスやメタバースなどでの協調的な作業を通して、共同で文書を執筆したり、データを分析したり、ものづくりに取り組んだりするための知識とスキルが必要である。

表1に、オンラインコラボレーション力を細分化した項目を示す。この表の通り、本研究では、いわゆるつなぐ／つながるための知識やスキルについては、大学入学までに習得していると考え、同期型／非同期型のコミュニケーションの業程度にしか細分化していない。一方で、共同作業については、多くの項目を設けた。特に、インターネットやクラウドを使用した共同作業に細かな項目を設けたり、一回一回の共同作業のみならず、継続的な共同作業のための作業工程の共有や活動履歴の記録のためのeポートフォリオなどの項目を設けたりした。電子決済では、共同作業を進めていくうえでのオンライン決済やメンバー同士でのスマートフォンのアプリケーションを使った金銭授受について問う。

2.2.2 データ利活用力

データ利活用力とは、コンピュータを利用した統計処理、統計分析、検定、およびデータの可視化などに関する知識とスキルである。大学の活動において、ビッグデータをはじめ、機械学習など、膨大な質的データや量的データをコンピュータに処理させる機会はますます増えていく。このための、データの整理方法、基本的な統計の用語、そして、ソフトウェアを使った統計処理に関する知識とスキルが必要である。さらに、今後は学部や学科にかかわらず、PythonやR言語をはじめとするプログラミング言語を使った統計処理のスキルも必要とされていくと考える。

表2に、データ利活用力を細分化した項目を示す。最低限必要と考える統計に関する知識について、ICT

とは直接的には関係しないと考えるが、データ利活用には必要と考えて項目に含めた。この理由は、コンピュータを使った統計処理においては、誤ったデータを与えても処理を進めることができたり、処理結果の是非を確認せずに利用してしまったりすることに十分な注意が必要と考えたためである。あわせて、可視化も含めた理由は、大学生として、統計処理のみならず、その結果を誤解なく理解してもらう情報提示までを求められると考えたためである。なお、このカテゴリには、ICTではなくデータサイエンスに含まれる項目も考えられ、その区分が難しいが、データサイエンス分野の方がより適切であると考えられる項目については、本研究のメトリクスには含めないことにした。この表の「機械判読可能な統計表の作成」とは、総務省統計局が発表した「統計表における機械判読可能なデータの表記方法の統一ルール」⁽⁶⁾を指す。

2.2.3 情報システム開発力

情報システム開発力は、プログラミング、ネットワーキング、および開発工程などに関する知識とスキルである。主にソフトウェア開発のための基礎知識となるプログラミングおよびアルゴリズムに関する知識とスキルの項目を設けた。これらに関して、理系／文系または卒業後の進路にかかわらず、今後ますます、さまざまな業務において、簡易なアルゴリズムやそのコーディングに関する知識とスキルを必要とすると考える。さらに、今では必要不可欠なインターネットの利用について、ある程度は自身で構築・設定できることが求められると考える。なお、ハードウェアに関する知識やスキルについては、大学生の「利活用」を中心に考えると、情報Iの範囲で概ね満たしていると考え、ほとんど含めていない。

表3に、情報システム開発力を細分化した項目を示す。プログラミングにおいては、使用プログラミング言語を指定せず、どの言語にも概ね共通している基本三構造を評価項目とした。アルゴリズムにおいては、実用的なアルゴリズムに関する項目よりは、アルゴリズムの概念やごく簡易な例を項目とした。人工知能については、利用と作成とに大別した。分野や活動に関わらず、今後は、既に学習済みの学習器を流用して情報システムを開発する活動が考えられるためである。あわせて、情報システム開発では、プログラミングの

イメージが強いと考えられるが、それだけではなく、人間中心のユーザインタフェースを考えたり、情報を整理して提示するためのデザインを考えたりすることも重要であると考えます。

2.2.4 情報倫理力

情報倫理力は、使用機器やデータを情報セキュリティインシデントから防ぐための知識とスキル、そして、法律やルールやモラルに基づいて権利などを遵守するための知識である。大学生は、その年齢から、日本の法律ではほとんどが成人となるため、自らの不法行為責任や契約責任がより重くなり、ICTに関する法律においても同様のことがいえる。特に、コンテンツの制作側や発信側として、そしてオンラインでの売買行為において、注意すべきことが増えてくる。さらに、SNSなどにおいて、自身および他者の個人の事柄をどのように扱うのかという倫理観も必要である。

表4に、情報倫理力を細分化した項目を示す。小学校・中学校・高校で学習したICTに関する基本的な権利やモラルについてはあまり細分化せず、大学生として、ひいては成人として、情報の受信者はもとより、発信者としてあるいは売買の当事者として、法律とモラルに基づいた行動に必要な知識やスキルを問う。

3. カテゴリ間および深さ2の項目間の一対比較

前節の情報活用学士力の木構造において、深さ1のカテゴリ同士、そして、各カテゴリの子（木構造全体における深さ2）同士の重要度について、本稿著者5名による一対比較をおこなった。

3.1 比較方法

カテゴリおよび各カテゴリの子の中の2つの項目（一対）のすべての組み合わせを左右に並べたうえで、その間を「左の項目がかなり重要」「左の項目が少し重要」「左右同じくらい重要」「右の項目が少し重要」「右の項目がかなり重要」の5段階に分け、この中の1つを選択した。組み合わせの提示順序およびその左右の並びは、すべての回答者で同じである。

回答者全員が、事前に前節の情報活用学士力の木構造を閲覧してから、すべての一対の重要度を比較・回答した。どの一対においても無回答を許さず、必ず5

段階のうちの1つを選択することとした。なお、いずれの回答者も、この回答以前から一対比較法を十分熟知している。回答の際は、回答者の専門や所属学科などに限らず、全般的な大学生の「学士力」として判断することを指示した。

5名から得た一対比較の回答について、Scheffeの一対比較法による分析をおこなった。一対において、当該項目が「かなり重要」の場合2、「少し重要」の場合1、「左右同じくらい重要」の場合0に（つまり、反対側の項目を-2, -1, 0に）数値化した。その後、これらの値をクロス表として集計し、分散分析をおこない、最終的には、重要度に関する比較項目間の距離を表す尺度図で示した。

3.2 比較結果

図2に、4つのカテゴリ間の位置およびヤードスティックを示す。数直線の右側ほどより重要であることを示す。ヤードスティックが0.03であることから、すべてのカテゴリ間において、有意な差（有意水準1%）がある。すなわち、回答者の著者らは、4つのカテゴリの中で「データ利活用力」がもっとも重要であると考えたことがわかる。

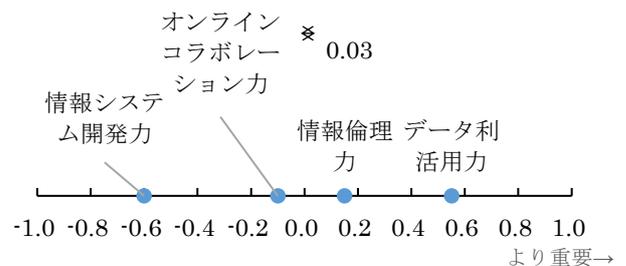


図2 カテゴリ間の重要度の比較結果

図3, 図4, 図5, および図6に, 各カテゴリ内での深さ1(木構造全体の深さ2)同士の各項目の位置およびヤードスティックを示す。いずれも, 数直線の右側ほどより重要であることを示す。図3のオンラインコラボレーション力においては, 残差の値が負となったため, ヤードスティックは示していない。したがって, 図3の項目間においては, 有意な差はなく, 回答者間でのばらつきが大きかったことがわかる。図4およびこのヤードスティックが0.33であることから, 「的確なグラフの選択」と「ソフトウェアを使った統計処理」との間, および「ソフトウェアを使った統計処理」と「プログラミングによる統計処理」との間に有意な差(有意水準1%)があり, 「ソフトウェアを使った統計処理」と「プログラミングによる統計処理」よりも, 「機械判読可能な統計表の作成」および「的確なグラフの選択」が重要であることがわかる。図5およびこのヤードスティックが0.27であることから, 「開発工程」と「プログラミング」との間, および「人間中心設計」と「プログラミング」との間に有意差があり(有意水準1%), 4項目間に大きな差はないものの, 「プログラミング」がもっとも重要であることがわかる。図6およびこのヤードスティックが0.25であることから, 「ICT利用に関わる法律」と「情報セキュリティ」との間, および「情報セキュリティ」と「ICT利用のモラルとリスク」との間に有意な差があり(有意水準1%), 「ICT利用のモラルとリスク」がもっとも重要であると考えたことがわかる。

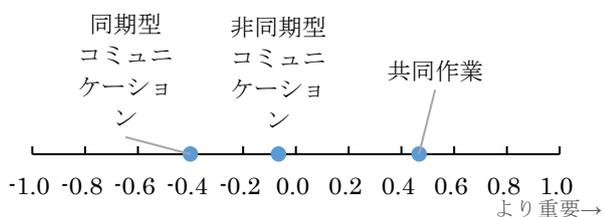


図3 オンラインコラボレーション力の子ノードの重要度の比較結果

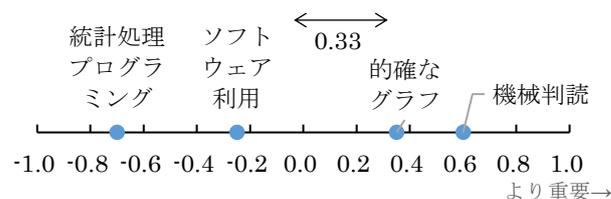


図4 データ利活用力の子ノードの重要度の比較結果

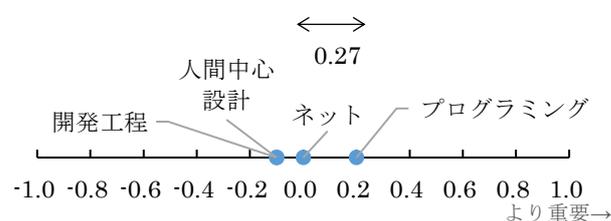


図5 情報システム開発力の子ノードの重要度の比較結果

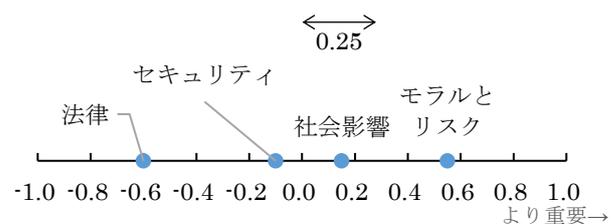


図6 情報倫理力の子ノードの重要度の比較結果

3.3 考察

一対比較結果の全般として, カテゴリ間および項目間に有意差が見られたことから, 学生による自己評価において, どの項目も同等の重要度で扱うのではなく, 項目ごとに重みをつけて評価結果へ反映させるべきであると考えられる。そのひとつの方法として, 今後, 一対比較に基づいた Analytic Hierarchy Process (AHP)

の利用を計画している。この際には、今回の一対比較における5名よりも多い回答者のデータに基づいた分析を予定する。

図2の4つのカテゴリ間の比較結果において「データ活用」がもっとも重要と回答されたことから、理系／文系や学部や学科にかかわらず、コンピュータを使ったデータ分析や機械学習およびグラフによる可視化などは重要であると考え、学生がこのカテゴリの項目を重点的に学修していくことが望ましいと考える。

図3とその結果から、オンラインコラボレーション力の下位深さ1の項目間の重要度には差がなく、どれも同程度の重要度として評価する必要があると考える。

4. おわりに

本稿では、大学生のICTに関する知識とスキルである「情報活用学士力」を評価するためのメトリクスを著者らのブレインストーミングによって木構造として体系的に導出し、上位のカテゴリ同士およびカテゴリの子同士を一対比較した。導出した木の構造および枝や葉の項目から、多岐に渡って広く網羅できたと考える。また、各項目から、文系／理系などの分野にかかわらず、オフィススイートやOSの操作以外の、統計処理やプログラミングや人工知能などに関する知識とスキルが必要とされていくことを示せたと考える。すなわち、情報活用学士力として、高校の情報Ⅰまたは情報Ⅱの基礎的知識と基礎的スキルに基づいた、より応用的な知識とスキルが求められていると考える。

多岐にわたっていることは、広く網羅できる一方で、その回答に時間がかかってしまうという欠点がある。この欠点に対しては、木構造で構成した利点をいかし、すべての学生が常に全部の細目を使用するのではなく、各学生が必要に応じて、木構造の中から自身に必要なと考える枝や葉を選択して評価していくことで対応できると考える。今後、実際に学生に利用してもらい、このメトリクスの汎用性・効率性・継続性を評価していく。あわせて、一対比較の結果から項目間の重要度に差があることがわかったため、評価の際には重みをつけて評価結果を算出する必要があると考える。このために、重み付けのための質問紙調査を実施し、その結果に基づいてAHPを実施する計画である。

今後は、AHPの実施およびこの木構造の項目のさらなる精査を繰り返し、情報活用学士力の保証に相応しいメトリクスへと改善していく。特に情報分野においては、生成系人工知能などの新たなシステムやサービスが次々と開発／提供されているので、そのような事項への知識やスキルにも柔軟に対応できるメトリクスへと更新していくことを考えている。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP22K02831 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 金子大輔, 石田雪也, 小俣昌樹, 吉川雅修, 古賀崇朗: “大学の初年次学生を対象とした情報に関する基礎知識調査の開発と調査結果の分析”, 日本教育工学会論文誌, 40 巻, Suppl. 号, pp.201-204(2017)
- (2) 石田雪也, 金子大輔, 小俣昌樹, 吉川雅修, 古賀崇朗, “初年次情報科目と高校情報Ⅰの学習指導要領の比較,” リメディアル教育学会第 17 回全国大会, pp.56-57 (2022)
- (3) 文部科学省, 高等学校学習指導要領 情報科関係資料, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_01831.html (2023年6月6日確認)
- (4) 文部科学省, 高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材 (本編), https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm (2023年6月6日確認)
- (5) 文部科学省, 高等学校情報科「情報Ⅱ」教員研修用教材 (本編), https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00742.html (2023年6月6日確認)
- (6) 総務省統計局, 統計表における機械判読可能なデータの表記方法の統一ルールの策定, https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01toukatsu01_02000186.html (2023年6月6日確認)