

「明星大学版データサイエンスリテラシー」 のグランドデザインと 2023 年度の実施報告

Grand Design of Data Science Literacy at Meisei University and Report on its Implementation in 2023

河原 弘幸, 山中 脩也, 篠原 聡,
鷹觜 莉子, 目黒 翔吾, 長 慎也

KAWAHARA, Hiroyuki YAMANAKA, Naoya
SHINOHARA, Satoshi TAKANOHASHI, Riko
MEGURO, Shogo CHO, Shinya

要旨

数理・データサイエンス・AI に関する学習は、近年の大学でのカリキュラムにおいて重要な位置を占め始めている。本稿は、2023 年度にデータサイエンス学環を立ち上げ、その推進を進める明星大学での初年次必修科目「データサイエンスリテラシー」について報告する。同科目は、初年次カリキュラムにおいてデータサイエンスのリテラシーレベルの内容を学習する機会を提供し、学習者自身の主張の根拠を、学習者自身がデータを用いて表出するための基礎を構築することを目指すものである。本稿では、同科目のグランドデザインと 2023 年度の実施概要に加え、それを踏まえた今後の展望についても詳述する。

1. はじめに

近年、数理・データサイエンス・AI 教育が、社会的および産業界での重要性が急速に高まっていることを受け、2021 年度から数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度（以下 MDASH と略す）が開始された [1]。同制度では、数理・データサイエンス・AI の初級レベルの習得からエキスパートレベルの人材の発掘・育成までが体系的に記載され、初級レベルの習得は大学・高専卒業生全員を対象としたものになっている（図 1 を参照）。

明星大学では 2023 年度から数理・データサイエンス・AI 教育を強力に推進する体制が組まれている。そのひとつは明星大学のデータサイエンス学環の創設である。同学環は、東京都内の大学で初めて学部等連係課程の制度を活用した学位プログラムである [2]。またもうひとつは明星大学のデータサイエンスリテラシー（以下 DSL と略す）の必修化である。明星大学全学部の 1 年次開講科目としてリテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI 教育を提供し、各学部カリキュラムの基礎としてデータサイエンスを位置付けている。

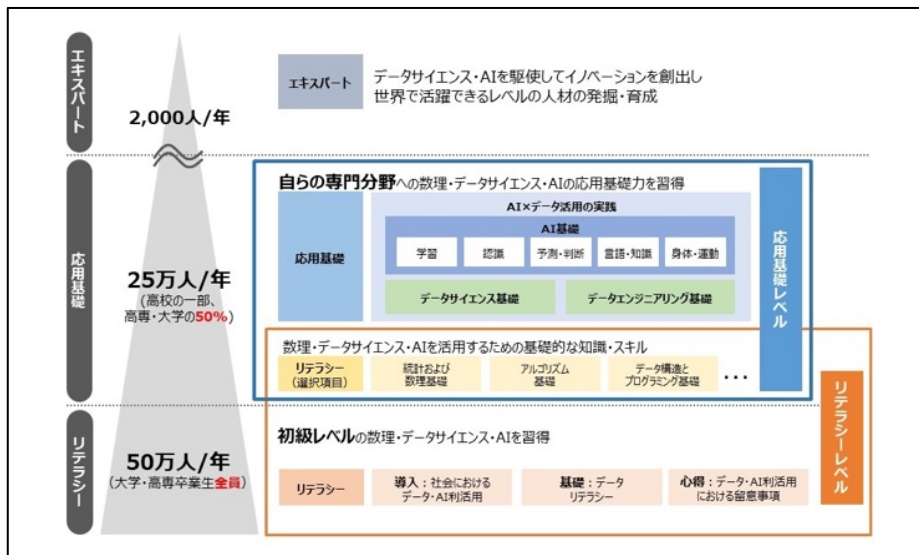


図1：MDASH の教育プログラムに求められる内容 [1]

本稿では、明星大学版 DSL の開講背景、実施概要、及びその 2023 年度の実施結果について述べる。

2. 準備と実施

2. 1. グランドデザイン

明星大学版 DSL の開講に当たっては、当該科目でどのような内容を実施するかという観点だけでなく、そこに明星大学の学修カリキュラムの強みを生かした独自の内容をどのように組み合わせるべきかという観点の両面での検討を行なった。ひとつ目の観点では、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが提供するモデルカリキュラムを大綱とし、原則その内容に従って構成した [3]。ふたつ目の観点では、明星大学が継続して実践してきた体験教育を踏襲し、実際に手を動かして学生自身がデータ利活用プロセスやデータ生成を体験できる形を目指すこととした。以下、それらの概要を述べる。

2. 1. 1. モデルカリキュラム

MDASH の認定制度に関連して、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムは、2020 年 4 月に、リテラシーレベルのモデルカリキュラムを発表した [3]。少なくとも 2024 年までの MDASH の認定では、2020 年 4 月に策定されたモデルカリキュラムに準拠した教育プログラムを認定するとアナウンスされており、DSL の 2023 年度の取り組みもこのモデルカリキュラムに従う形でグランドデザインを構成し、その上で本学独自の特徴を加えていくこととした。なお、リテラシーレベルの教育の基本的考え方として、モデルカリキュラムの資料には、次の学修目標が記載されている [3]。

<学修目標>

今後のデジタル社会において、数理・データサイエンス・AIを日常の生活、仕事等の場で使いこなすことができる基礎的素養を主体的に身に付けること。そして、学修した数理・データサイエンス・AIに関する知識・技能をもとに、これらを扱う際には、人間中心の適切な判断ができ、不安なく自らの意志でAI等の恩恵を享受し、これらを説明し、活用できるようになること。

また、モデルカリキュラムでは、次の4つ項目を中心に据えつつ、適切かつ柔軟に選択・抽出することが記述されている。

1. <導入>社会におけるデータ・AI 利活用

学修目標

- データ・AIによって、社会および日常生活が大きく変化していることを理解する
- 「数理/データサイエンス/AI」が、今後の社会における「読み/書き/そろばん」であることを理解する
- データ・AI活用領域の広がりを理解し、データ・AIを活用する価値を説明できる
- 今のAIで出来ること、出来ないことを理解する
- AIを活用した新しいビジネス/サービスは、複数の技術が組み合わせられて実現していることを理解する
- 帰納的推論と演繹的推論の違いと、それらの利点、欠点を理解する

2. <基礎>データリテラシー

学修目標

- データの特徴を読み解き、起きている事象の背景や意味合いを理解できる
- データを読み解く上で、ドメイン知識が重要であることを理解する
- データの発生現場を確認することの重要性を理解する
- データの比較対象を正しく設定し、数字を比べることができる
- 適切で可視化手法を選択し、他者にデータを説明できる
- 不適切に作成されたグラフ/数字に騙されない
- 文献や現象を読み解き、それらの関係を分析・考察し表現することができる
- スプレッドシート等を使って、小規模データ（数百件～数千件レベル）を集計・加工できる

3. <心得>データ・AI 利活用における留意事項

学修目標

- 個人情報保護法やEU一般データ保護規則(GDPR)など、データを取り巻く国際的な動きを理解する
- データ・AIを利活用する際に求められるモラルや倫理について理解する
- データ駆動型社会における脅威（リスク）について理解する
- 個人のデータを守るために留意すべき事項を理解する

4. <選択>オプション

学修目標

- データ・AI利活用に必要な道具としての数学および統計を学ぶ
- アルゴリズム基礎、データ構造とプログラミング基礎を学ぶ
- 時系列データがもつトレンド、周期性、ノイズについて理解する
- 文章（テキスト）や画像がデータとして処理できることを理解する
- データ処理言語（SQL/Python等）を使って、大規模データ（数万件レベル～）

- を集計・加工できる
- データ利活用のための簡単な前処理（データ結合、データクレンジング、名寄せ）を実施できる
- 教師あり学習と教師なし学習の違いを理解する
- データ・AIを活用した一連のプロセスを体験し、データ・AI利活用の流れ（進め方）を理解する
- 例）仮説検証、知識発見、原因究明、計画策定、判断支援、活動代替、新規生成など
- 課題設定、データ収集、分析手法選択、解決施策に唯一の正解はなく、様々なアプローチが可能であることを理解する

2. 1. 2. 体験を中心に据えた学習モデル

行動下における脳活動の計測技術の発展とともに、脳の多様な機能だけでなく、身体を使った知覚と行動を伴う学習について、脳神経科学等の分野を中心に横断的で活発な議論が行われている。そのひとつとして、「(人間を含む)自己組織化されたシステムが環境内で平衡状態であるためには、そのシステムの情動的自由エネルギーを最小化しなければならない」という、脳についての諸理論を統一的に説明するために導入された規範的原理「自由エネルギー原理」がある [4]。この原理によれば、人間は、外部世界に関する「生成モデル」と「現在の推測」から計算される自由エネルギーを最小化するために、

<1> 脳活動の「生成モデル」または「現在の推測」を変える（無意識的推論）と、

<2> 「行動」によって「感覚入力」（知覚）を変える（能動的推論）

の二つを組み合わせている、と主張する（図2参照）。この原理が特に重要であるのは<2>の「行動」を伴う認識過程に関して説明可能な枠組みを提供した点にあり、その結果、「行動」と「感覚入力」（以下、本稿では知覚と表現する）の関係性が数理的なモデルとして表現されている。つまり、この原理に従えば上記の<1>と<2>により、「行動」と「知覚」の循環的因果が生まれ、その循環を通じて外部世界の認知につながる（図2を参照）。この外部世界の認知こそ「体験を通じた学習」であり、それは、脳活動を司る脳だけではなく、外部世界と相互作用している身体も使いながら外部世界の認知を進めることとなる。

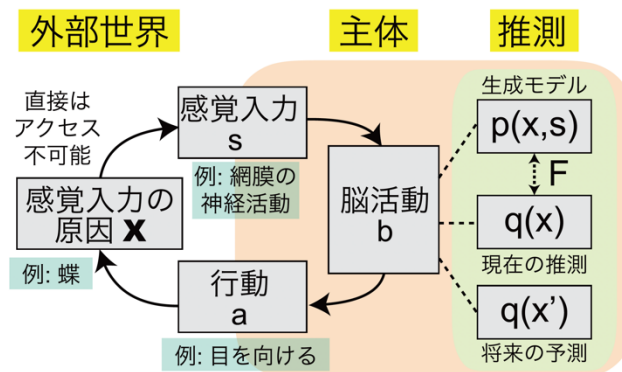


図2：自由エネルギー原理の概念図 [4]

コンピュータ上で動作するデータ解析ツールを含むようにデータサイエンス学習の環境を整備する主たる目的は、解析するデータとそのデータを解析するコードを入力することにより、考察可能な解析結果を得ることにある。しかしデータ解析ツールを用いて意味のある解析結果を取得するためには、データ解析手法を理解するだけでなく、データ解析途中で発生する意図しないエラー等に対応するためのコードの修正や、他者が作成したデータとその解析結果に関する内容理解など、「行動」と「知覚」を伴う解析データの設計や解析結果の把握のプロセスを含むことから、データ解析の方法を伝達するだけでは不十分である。そこで、自由エネルギー原理に従う、「行動」と「知覚」の循環的因果の構成と維持を支援するデータサイエンス学習環境を構成することを検討した。

明星大学版 DSL で採用した環境の概観を図3に示す。同環境では、「解析ツールを含む循環的因果」と、「主体以外の Agent を含む循環的因果」の二つが主体を介して結合され、それらの循環的因果を構成・維持できるように、環境は学習者に対して問題を提供する。ここで、データサイエンス学習環境の主たる目的は、「解析ツール」とのやりとりを通じた、考察可能な解析結果を得ることであるから、「主体以外の Agent」を含む循環的因果性の構成は、あくまでも「解析ツールを含む循環的因果」の構成を目指すものであることに注意する。つまり、学習者個人は提供された問題を解くことを目指し、

<1> 解析ツールとのやりとり（行動と知覚）で学習内容を徐々に把握していくことだけでなく、

<2> それを学習者以外の他者（主体以外の Agent）に文字を通して共有することにより、学習者集団として知識を増やすとともに、

<3> それを学習者個人が、再び解析ツールとのやりとりに活用することにより、学習者個人の知識を増やすことを目指す学習モデルを採用した。

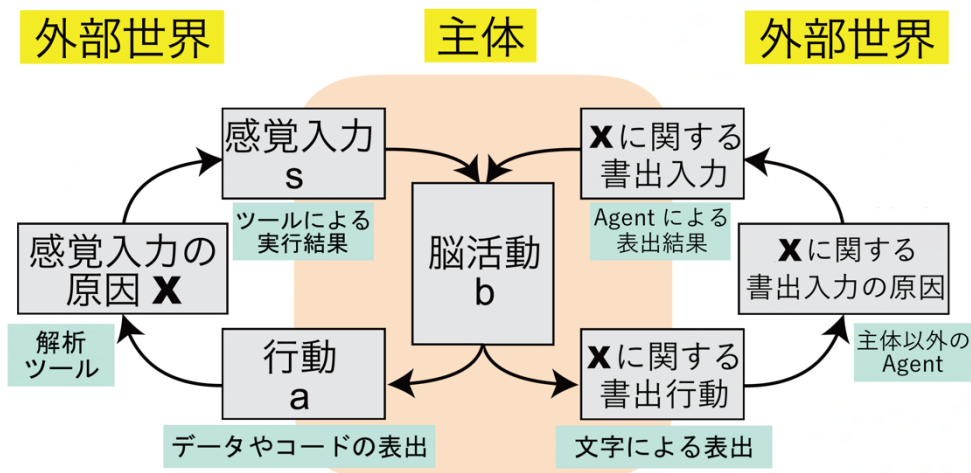


図3：採用したデータサイエンス学習環境の概念図

上記の学習モデルの採用を決めたのち、全学習者の〈1〉〈2〉〈3〉の学習プロセスの記録を可能な限りログとして記録することを目的に、本科目内に3つのシステム（後述）を構成した。これにより、学習者の解析ツールとの循環や他学習者との文字での共有について、学習者本人がその内容を把握できる環境を構成しただけでなく、全学部の学生が履修する環境であっても、学習者の学習プロセスがどこまで進んでいるのかや、どの内容で止まっているのか、そして、どの部分の活動に偏りが生じているのかなどをデータとして把握し、その解析を行うことも可能となる基礎を構成した。

2. 2. 準備

2. 2. 1. カリキュラム

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムでは、モデルカリキュラムの遂行にあたり、ラーニング教材・講義動画を提供している[5]。明星大学版 DSL では、講義に近い形式で実施した方が良い内容と、演習に近い形式で実施した方が良い内容を

〈前半〉 「社会におけるデータ・AI 利活用」「データ・AI 利活用における留意事項」

〈後半〉 「データリテラシー」

と毎回の授業をおおきく二つの時間に分けて実施した（モデルカリキュラムとの対応については図4を参照）。

〈前半〉については、データ AI の利活用事例をラーニング教材・講義動画 [5] を利用し、視聴・閲覧したのち、少し調査等の時間を設け、その上で、受講者同士でその意見交換を行うこととした。特に重要な内容を含むものについては、複数回の時間を設けるようにし、次のような順番で各内容を実施することとした。

1. 社会で起きている変化
2. 社会で活用されているデータ (1)
3. 社会で活用されているデータ (2)
4. データ・AI の活用領域 (1)
5. データ・AI の活用領域 (2)
6. データ・AI 利活用のための技術
7. データ・AI 利活用の現場
8. データ・AI 利活用の最新動向
9. データ・AI を扱う上での留意事項
10. データを守る上での留意事項

導入	1. 社会におけるデータ・AI利活用	1-1. 社会で起きている変化	1-2. 社会で活用されているデータ	<ul style="list-style-type: none"> ● データ・AI利活用事例を紹介した動画（MOOC等）を使った反転学習を取り入れ、講義ではデータ・AI活用領域の広がりや、技術概要の解説を行うことが望ましい。 ● 学生がデータ・AI利活用事例を調査し発表するグループワーク等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい。 	
	1-3. データ・AIの活用領域	1-4. データ・AI利活用のための技術	1-5. データ・AI利活用の現場		1-6. データ・AI利活用の最新動向
	2. データリテラシー	2-1. データを読む	2-2. データを説明する		<ul style="list-style-type: none"> ● 各大学・高専の特徴に応じて適切なテーマを設定し、実データ（あるいは模擬データ）を用いた講義を行うことが望ましい。 ● 実際に手を動かしてデータを可視化する等、学生自身がデータ活用プロセスの一部を体験できることが望ましい。 ● 必要に応じて、フォローアップ講義（補講等）を準備することが望ましい。
基礎	3. データ・AI利活用における留意事項	3-1. データ・AIを扱う上での留意事項	3-2. データを守る上での留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ● データ駆動型社会のリスクを自分ごととして考えさせることが望ましい。 ● データ・AIが引き起こす課題についてグループディスカッション等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい。 	
	心得				

図 4：数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度
モデルカリキュラムと教育方法 [1]

また、〈後半〉については、

1. シートでのデータ分析の基礎
2. 仮説と根拠
3. 平均値の活用
4. 標準偏差の活用
5. 散布図と相関

といった内容について、具体的な実データとともに受講者自身が体験をすることを意識したため、それらの学習内容を上記の順番で繋ぐオリジナルワークシートの作成を行なった。

加えて、毎回の授業で実施した内容を4～5回程度ごとに定期的に振り返り、その内容について受講者同士でピアレビューを行う機会（明星大学版 DSL では「作品展」と名付けた）を設けることで、毎回の授業での作成物の質向上を狙った。

2. 2. 2. オリジナル教科書

前項で記述したカリキュラムに従って DSL を実施するため、オリジナル教科書を制作した。同教科書は、前項で記述した〈後半〉の内容の副読本となりうる市販本 [6] をベースとし、〈前半〉の内容や、作品展での実施をスムーズにする内容を全て含むよう、市販本の関係出版社が実施しているカスタマイズサービスを利用して作成した。

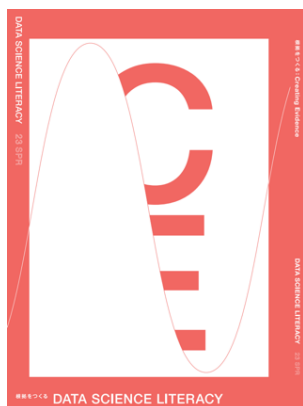


図 5 : 2023 年度前期の
オリジナル教科書の表紙

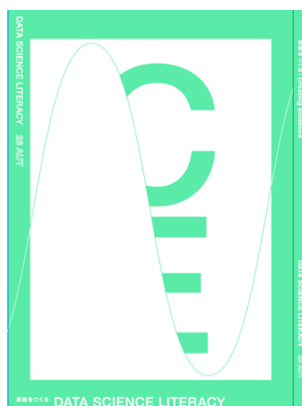


図 6 : 2023 年度後期の
オリジナル教科書の表紙



図 7 : オリジナル教科書
内の増補ページ例

2. 2. 3. 導入したシステム

2023 年度の DSL では、3 つのツール（演習ツール [図 8]，意見交換ツール [図 9]，相互出題ツール [図 10]）を組み合わせ、学習の支援だけでなく、2. 1. 2. で記載した〈1〉〈2〉〈3〉の受講者一人一人の学習プロセスログを記録する環境を構成した。

演習ツール・相互出題ツールは、共著者の長が中心となって作成したオリジナルのシステムを導入している。演習ツールは、一般的なブラウザがあればどのような環境でも動作するシートになっており、このツール上では保存操作を行うたびに、それぞれを別の版のシート

として保存した上で、前の版から書き換えられたセルの位置と値をログとして記録することができる。また、URL を用いて自分自身のシートを他者と共有することも容易であり、相互出題の際にも活用できるシステムとなっている。

意見交換ツールは、広くビジネスチャットとして知られているアプリ [7] をベースとしたが、あるテーマについて受講者自身の記述を書き出して共有することではじめて、他受講者の記述を閲覧することができる仕組みを用いて構成した。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			点数 (点)							
2		回答者ID	A: 公園	B: オフィス	C: 駅付近		度数分布表	度数 (人)		
3		1	3	1	1		点数 (点)	A: 公園	B: オフィス	C: 駅付近
4		2	2	4	3		1			
5		3	5	5	1		2			
6		4	3	1	1		3			
7		5	2	2	5		4			
8		6	5	4	2		5			
9		7	1	1	4					
10		8	5	1	3					
11		9	3	2	5			A: 公園	B: オフィス	C: 駅付近
12		10	4	1	4		平均 (点)			

図 8 : 演習ツールの操作画面



図 9 : 意見交換ツールの操作画面

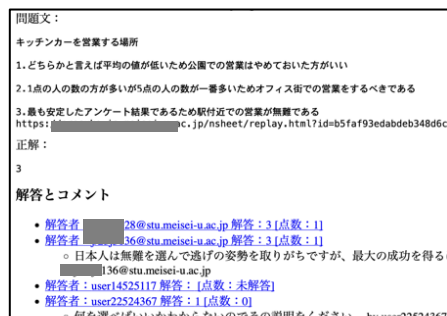


図 10 : 相互出題ツールの問題確認画面

2. 3. 実施

2. 3. 1. 実施体制

DSL は、前期・後期の月・火・水・木曜日の 1 限に開講し、次のように分かれて実施した。

月曜日：教育学部／デザイン学部

火曜日：経営学部／経済学部

水曜日：心理学部／人文学部

木曜日：建築学部／情報学部／理工学部／データサイエンス学環

全学必修科目であるため受講者は通年で 2200 名を超え、半期の各曜日の受講者（同時受講者数）は 260 名から 310 名であった。受講教室は 3 部屋に分け、各授業回で学生の割り当て教室を変更し、学生のグループや座席の固定化の軽減を狙った。各教室に教員 1 名ずつと TA・SA を 2 名ずつ配置しつつ、オンライン上にもアシスタント 2 名を用意し、実施した（オンラインのスタッフは、全教室の進行を揃えるための進行役を担った）。

表 1：2023 年度 DSL の教員 / TA・SA の体制

		延べ人数	実人数	内訳
前期	教員	12 名	5 名	各曜日 3 名ずつ
	TA・SA	32 名	16 名	各曜日 8 名程度
後期	教員	12 名	6 名	各曜日 3 名ずつ
	TA・SA	32 名	12 名	各曜日 8 名程度

2. 3. 2. 実施結果

表 2 に 2023 年度後期の学部ごと（DS 学環はデータサイエンス学環の略）の学習プロセスログを示す。実施曜日ごとに学部を分類し、全学部の平均は下部にまとめた。各学部の集計結果は、各項目の学部内の合計数を学部的人数で平均を取り、学生 1 人あたりの平均値とした。全学部の平均は、学部の数値の平均の平均ではなく、全学部の合計数を全学部の合計人数で平均を取っている。

なお、以下に表 2 の各項目の説明を記載する。

- 「保存回数計」は、演習ツール上で行われた保存操作の合計回数であり、作成したファイルごとに生成された版の数の合計である。
- 「更新セル数計」は、保存操作を行なった際に、前回の保存操作時点から更新されたセルの数を保存し、その更新されたセルの保存の合計である。
- 「送信回数計」は、意見交換ツール上でメッセージの送信回数の合計で、「2. 2. 3. 導入したシステム」で紹介した内容について送信されたメッセージの両方が対象である。
- 「送信文字数計」は、授業の期間内において送信したメッセージの文字数の合計であり、全 15 回の授業の中で、どれだけ多くの意見を発信したのか、返信したのかの指標である。授業の中では、送信する文字数に 10 文字以上という制限を加えた回がごく数回あったが、それ以外は制限を設けていなかった。

表 2：学部ごとに集約した学習プロセスログ（学生一人当たりの平均値）

開設曜日	学部	演習ツール		意見交換ツール				相互出題ツール				
		保存回数計	更新セル数計	送信回数計	送信文字数計	付与 Stamp	受領 Stamp	出題ログ		回答ログ		
								出題問題数計	問題文字数計	回答回数計	コメント回数計	コメント文字数計
月1	教育学部	45.1	2467.0	55.3	2841.4	39.3	12.1	7.5	516.0	42.3	21.3	395.2
月1	デザイン学部	38.0	1819.4	51.0	2399.0	36.7	9.2	7.2	434.8	36.3	15.7	267.6
火1	経済学部	30.7	1602.7	42.5	1741.4	37.9	5.0	6.5	330.8	46.0	17.7	216.8
火1	経営学部	36.1	1476.0	44.9	1873.7	46.7	6.4	6.3	337.7	46.7	22.5	277.3
水1	人文学部	34.8	1993.4	51.2	2325.4	42.3	9.4	6.0	434.9	39.3	17.8	310.0
水1	心理学部	41.3	2433.9	55.9	2644.3	45.5	8.0	7.2	563.6	43.8	23.5	444.3
木1	理工学部	37.4	1812.8	47.3	2216.9	34.0	5.7	6.6	483.6	42.8	17.7	279.6
木1	情報学部	52.8	3694.2	51.3	2889.0	38.3	5.3	8.1	831.8	47.6	14.4	287.9
木1	建築学部	35.8	2092.0	50.2	2244.1	38.7	3.9	7.0	526.2	40.7	16.1	257.6
木1	DS学環	60.0	5615.4	47.1	2501.6	31.6	3.1	5.6	549.6	34.9	19.4	486.4
	全学部平均	39.1	2136.1	50.1	2364.5	40.0	7.9	6.9	477.9	42.8	19.1	314.4

- 「付与 Stamp」は、受講曜日を問わず、メッセージの送信者が学生なのか TA・SA なのか教員なのかに関わらず、授業期間内に送信されたメッセージに対してスタンプでリアクションをした回数の合計である。TA・SA や教員からのメッセージに対しては、各授業回にて 2 回程度スタンプを指示していたり、関心を持った学生のメッセージに対してスタンプでリアクションすることを指示していたりした。この観点から、他者のメッセージに目を通して数とも読み替えられることにも期待している。
- 「受領 Stamp」は、自身が送信したメッセージに対して、受講曜日を問わず他者からスタンプがもらえた回数の合計である。特定の学生が多くスタンプがもらえていた場合、メッセージの内容に一定の関心を集められ、他の学生からポジティブなフィードバックが得られていること期待される。しかし、「付与 Stamp」に比べて「受領 Stamp」は少なくなっている。この理由は、「2. 2. 3. 導入したシステム」で紹介した「(2)自分の意見を発信してから他者の意見を確認する」手順で送信したメッセージの場合、そのメッセージの送信者が特定されない仕組みとなっているため、「受領 Stamp」の対象外としているためである。
- 「出題問題数計」は、各授業回で設定したテーマに沿って、ツール上で 6 人のグループを設定し、学生間で相互に出題した際の、一人の学生が出題した問題数の合計である。一つのテーマに対して、ツール上は複数の問題を作成して登録することができるようにしていたが、授業の進行上、時間内に複数の問題の作成に取り組んでいる学生は少なかった印象が強い。なお、回答方法が選択式に制限し、選択肢に関する内容も問題文に含ませているため、より具体的な問題文の作成を課している。
- 「問題文字数計」は、一人の学生が作成した全ての問題文における文字数の合計である。出題した際に、グループ内の他の学生に回答してもらい、回答時には回答者が出題者に対して複数回コメントがもらえるようになっている。この際、回答者から問題文における情報量が足りないといった旨のコメントが見られたことから、問題文の文字数は、出題する際の重要な要素であると期待している。
- 「回答回数計」は、各授業回で設定した一つのテーマについて、ツール上でグループ内の 6 人の学生の問題に対して回答した回数の合計である。このため、この回数の推移については、授業への参加度合いへの読み替えを期待している。なお、回答方法は選択式のみとしたため、授業に参加できているのであれば、回答欄が空欄となる可能性は低いと想定している。
- 「コメント回数計」は、ツール上で割り振られたグループ内の学生が出題した問題に対し、コメントを添えた回数の合計である。一つの問題に対して、複数回コメントができ、欠席や遅刻などの何かしらの理由で回答が間に合わなかったとしても、後日コメントを添えることが可能である。
- 「コメント文字数計」は、上記のコメント時のコメントの文字数の合計である。文字数を制限していなかったこともあり、「良い問題でした！」といった端的なコメントも見られたが、他の学生のコメントも閲覧できることもあってか、より具体的なコメントを添える学生も散見された。

表 3：演習ツールの学習プロセスログの四分位数

開設曜日	学部	演習ツール									
		保存回数計：四分位数					更新セル数計：四分位数				
		最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値	最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値
月1	教育学部	132	59	42	30	5	14168	2707.25	1561	1075	90
月1	デザイン学部	131	47	28	16	2	13858	1613.5	845	421	91
火1	経済学部	99	44	29	15	1	13689	1366.5	855	458.5	22
火1	経営学部	101	49	32	19	3	9946	1929	922	508	58
水1	人文学部	127	48	31	18.25	0	15351	2242.75	1099.5	577.75	0
水1	心理学部	114	58	37	23	5	17374	2774.5	1572	699	126
木1	理工学部	828	41	28	18	5	15498	1777.5	1135	553	124
木1	情報学部	310	58.5	47	33	5	18118	5721.5	1746	1110.5	64
木1	建築学部	100	47.25	33.5	21	2	11975	2340.5	1519	568.5	95
木1	DS学環	126	70	53	45	11	12140	8041	6649	1773.5	890
	全学部	828	50	35	21	0	18118	2243	1282	659	0

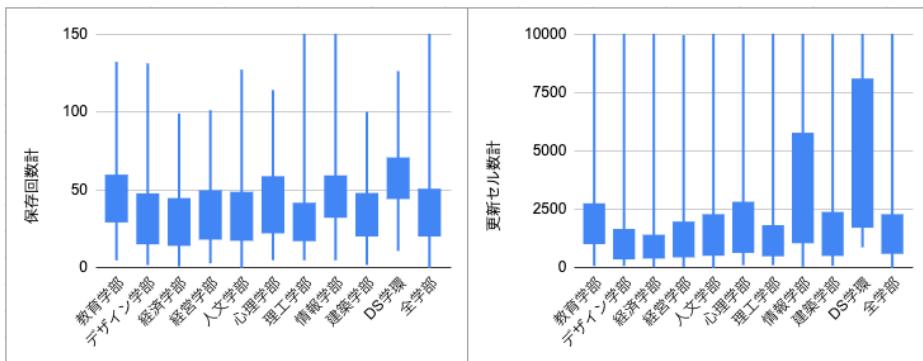


図 12：演習ツールの箱ひげ図（保存回数計・更新セル数計）

次に、3つのツールの各項目について詳述する。表2の内容について詳細な分布を把握するため、ツールごとに四分位数を求め表3から表6を作成し、それをもとに箱ひげ図（図12から図16）を作成した。なお、箱ひげ図は、ひげの両端を最大値と最小値とし、箱の両端を第3分位数と第1分位数とした。

(1) 演習ツール（表2および表3を参照）

表2は全15回の演習における学習プロセスログであり、その結果、1回の演習で平均2.6回の保存操作を行い、142.4セルの更新を行っていたことが読み取れる。

表 4：意見交換ツールの学習プロセスログの四分位数（1）

開設曜日	学部	意見交換ツール									
		送信回数計：四分位数					送信文字数計：四分位数				
		最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値	最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値
月1	教育学部	87	64	56	47.75	19	8275	3295	2692	2009.5	601
月1	デザイン学部	83	64	49	38.5	22	6319	2935	2032	1482	832
火1	経済学部	71	51.5	43	30	17	3726	2241.5	1646	1118.5	350
火1	経営学部	75	55	46	33	16	6440	2278	1794	1198	416
水1	人文学部	88	61.75	52	39	21	7211	2939.25	2228.5	1443.75	529
水1	心理学部	85	67	57	45.5	24	6231	3410.5	2446	1836	649
木1	理工学部	90	56	46	36	25	10381	2565	1955	1350	718
木1	情報学部	105	62.5	52	41	16	6108	3788	2486	1877	858
木1	建築学部	85	59.5	53	39.5	23	6343	2895.25	2037.5	1335	678
木1	DS学環	74	58	44	34.5	27	3786	2843	2452	1921	1745
	全学部	105	61	50	39	16	10381	2967	2179	1499	350

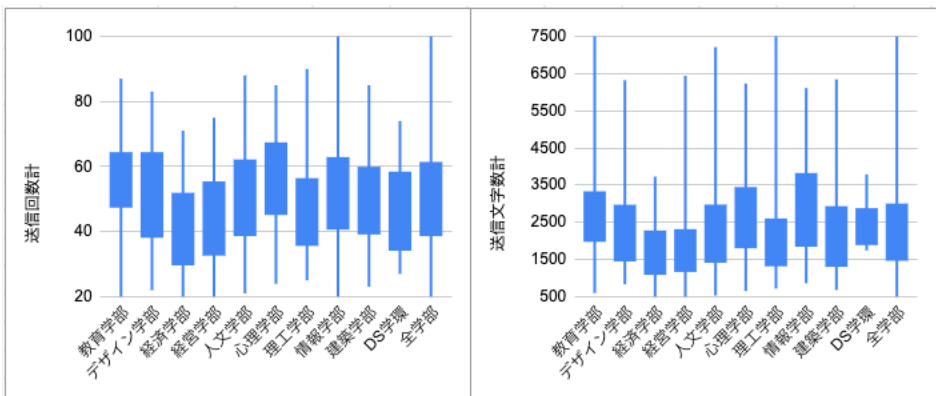


図 13：意見交換ツールの箱ひげ図（送信回数計・送信文字数計）

(2)意見交換ツール（表 2 および表 4，表 5 を参照）

2023 年度後期は，15 回の授業の中で，各回 2 回程度のメッセージ送信を促し，演習の取り組みの中では 29 回のメッセージ送信を課していたことから，表 2 の「送信回数計」の全学部平均の 50.1 回は，授業内で必要とした送信回数に達していたことが読み取れる．表 4 の「送信文字数計：四分位数」を，59 テーマでのメッセージの送信の機会があったと見ると，最も多くの文字数を送信した学生が，一つのメッセージあたり平均 175.9 文字であり，中央値で見ると，一つのメッセージあたり平均 36.9 文字であった．

表 5：意見交換ツールの学習プロセスログの四分位数（2）

開設曜日	学部	意見交換ツール									
		付与Stamp：四分位数					受領Stamp：四分位数				
		最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値	最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値
月1	教育学部	326	48	32	19	1	98	14	7	3	0
月1	デザイン学部	136	46.5	35	17.5	4	27	15	8	3	0
火1	経済学部	123	54.5	33	19.5	2	37	7	2	1	0
火1	経営学部	232	63	40	27	1	49	7	3	1	0
水1	人文学部	293	52	32.5	20.25	1	82	12	5	2	0
水1	心理学部	108	61	38	27	7	42	11	4	1	0
木1	理工学部	132	44	29	18	3	43	7	3	1	0
木1	情報学部	373	45.5	26	15	0	69	6	1	0	0
木1	建築学部	173	46.25	31	20.25	9	19	5	3	1	0
木1	DS学環	66	43	20	17	15	7	5.5	4	0	0
	全学部	373	52	33	20	0	98	10	4	1	0

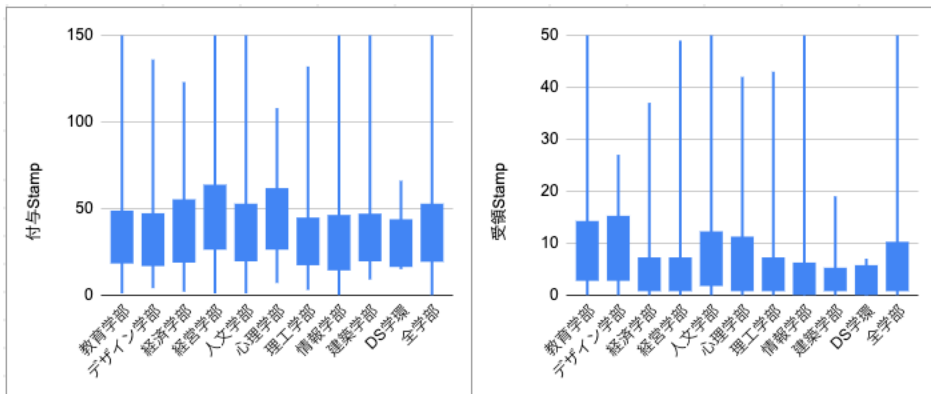


図 14：意見交換ツールの箱ひげ図（付与 Stamp・受領 Stamp）

(3) 相互出題ツール（表 2 および表 6，表 7 を参照）

2023 年度後期は、第 5 回目の授業から第 14 回目の授業までの毎授業で 1 テーマずつ問題を作成する時間を設けたため、計 10 テーマの問題が作成されることを期待していた。しかし、表 2 の平均を見ると、用意したテーマ数に満たない「出題問題数計」となっている。本件について詳細を確認するため、表 6 の「出題問題数計：四分位数」を見てみると、上位 25% は概ねテーマ数を達成できており、全体の半分程度は 6 割～9 割程度の作成率であったが、下位 25% の作成数が少なかったことにより、平均を引き下げていることが見てとれた。

表 6：相互出題ツールの学習プロセスログの四分位数（1）

開設曜日	学部	相互出題ツール									
		出題問題数計：四分位数					問題文字数計：四分位数				
		最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値	最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値
月1	教育学部	19	10	8	5.75	1	1750	719.25	478	291.25	12
月1	デザイン学部	16	10	7	5	0	1784	548.5	353	227	0
火1	経済学部	15	9	7	5	0	948	479.5	311	165.5	0
火1	経営学部	16	9	6	4	0	1490	498	288	140	0
水1	人文学部	13	8	6	3	0	1767	637	358	153.5	0
水1	心理学部	13	10	8	4	0	1853	754.5	494	291	0
木1	理工学部	12	9	7	5	0	2161	632.5	411	242.5	0
木1	情報学部	12	9	9	7	1	2887	992.5	824	512	32
木1	建築学部	16	10	7	4	0	2896	751.5	476	191.5	0
木1	DS学環	12	8.5	6	2	0	983	832.5	605	297	0
	全学部	19	9	7	5	0	2896	646	414	221	0

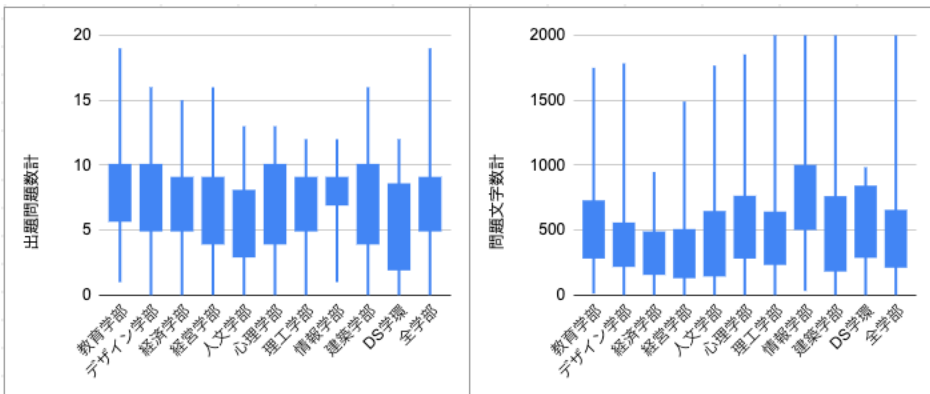


図 15：相互出題ツールの箱ひげ図（出題問題数計・問題文字数計）

3. 実施結果から見えた特色と改善点

3. 1. 実施結果から見えた特色

(1) 演習ツールの学習プロセスログ（表 2 および表 3，図 12 を参照）

15 回の演習の中では、課題として 8 ファイルで 77 ステップの手順、451 セルの更新を用意していた。77 ステップの中では、ステップごとに保存操作を指示していたが、表 3 より上位 25% の学生は基準を超えていたが、「更新セル数計」と合わせると、試行錯誤している学生の「保存回数」としては少ない印象が残った。学部間の傾向を見ると、データサイエンス学環、情報学部、教育学部の学生は、「保存回数計」と「更新セル数計」の両方が高いことから、漏れが少なく各演習に取り組んでいたことが推測される。また、情報学部とデータサイエンス学環の「更新セル数計」が広く分布している部分は顕著である。451 セルの更新が必要となる課題を用意していたことに対し、10 倍を超える更新セル数が各学部の上位 25% の多くに見られていることと合わせると、演習中に試行錯誤を繰り返しながら多くのセルを修正していたことが想定される。

表 7：相互出題ツールの学習プロセスログの四分位数（2）

開設曜日	学部	相互出題ツール														
		回答回数計：四分位数				コメント回数計：四分位数				コメント文字数計：四分位数						
		最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値	最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値	最大値	第3分位数	中央値	第1分位数	最小値
月1	教育学部	71	53	44.5	36	0	66	32	20.5	8	0	2277	562.75	318.5	139.5	0
月1	デザイン学部	58	49	43	25	0	43	25	14	4	0	1042	378.5	253	43	0
火1	経済学部	68	58	47	38	2	50	27	16	3	0	858	332.5	198	34.5	0
火1	経営学部	75	61	51	34	6	58	38	20	7	0	1028	394	240	67	0
水1	人文学部	59	51	44	29.25	0	53	29	14	4	0	1307	495.25	234.5	60.25	0
水1	心理学部	63	55	48	35.5	0	50	37	26	8.5	0	1406	657	409	132.5	0
木1	理工学部	59	51	46	38	0	51	28	14	7	0	1350	355.5	222	103	0
木1	情報学部	61	53	51	44	21	53	20	11	3	0	1920	348	168	50	0
木1	建築学部	57	52	42.5	33	7	45	25	12	5	0	1279	352.5	165.5	88.25	0
木1	DS学環	57	47	35	25	8	46	32.5	15	4.5	1	969	780	508	169.5	29
	全学部	75	53	45	35	0	66	31	16	5	0	2277	469	241	72	0

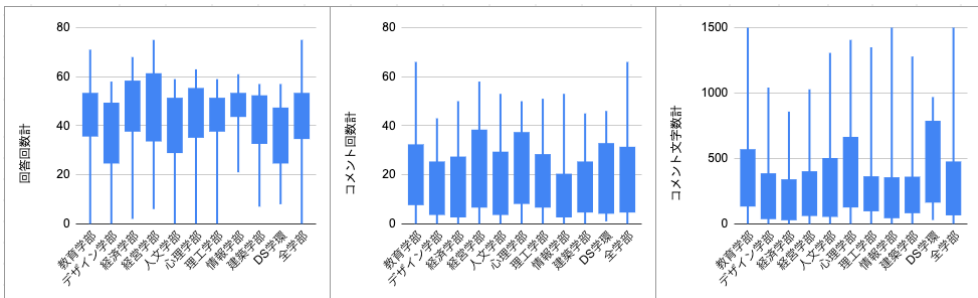


図 16：相互出題ツールの箱ひげ図（回答回数計・コメント回数計・コメント文字数計）

(2) 意見交換ツールの学習プロセスログ（表 2 および表 4, 表 5, 図 13, 図 14 を参照）

59 テーマのメッセージの送信の機会があったことから、一つのメッセージあたり 50 文字の送信を期待すると、2950 文字となり、全学部で見たときに上位 25%は達成できたとと言える。なお、この 59 テーマについては、授業開始時のアイスブレイクの要素のあるテーマも含んでいるため、テーマごとに細分化し、期待される文字数や内容の精査をすることで、より分析しやすくなると考えている。この状況を踏まえると、図 13 において教育学部、心理学部、情報学部の上位 25%がさらに 300 文字以上記録していることが見て取れ、一つのメッセージでみると 5 文字程度の追加ではあるものの、いずれかのテーマの中で比較的詳細なメッセージが書き出せていると考えられる。表 5 の「付与 Stamp：四分位数」を見ると、教育学部と情報学部の最大値 326 と 373 が際立っている。また、「受領 Stamp：四分位数」においては、教育学部と人文学部の最大値 98 と 82 が目を引く。加えて、図 14 にて上位 75%の取り組みを見ると、経営学部と心理学部が積極的に Stamp によるリアクションに取り組んでいることが読み取れる。

(3) 相互出題ツールの学習プロセスログ（表 2 および表 6, 表 7, 図 15, 図 16 を参照）

10 テーマの問題を作成する時間を用意し、時間内で複数の問題を作成することも指示していたため、「出題問題数計」の中央値付近が 10 となることを期待していたが、上位 25%の達成に留まった。中央値の状況は、欠席時に授業時間外での問題作成ができなかったことでは

ないかと推測している。「問題文字数計」については、情報学部が突出している。その他の学部を見ると、教育学部、心理学部、建築学部が高く、意見交換ツールの「送信文字数計」との相関性が推察された。「回答回数計」では、経営学部や経済学部、心理学部が目立つ。10テーマの問題に対して、各テーマ6回の回答を可能としていたので、60回の回答を期待していた。図16より「コメント回数計」を見ると、経営学部と心理学部が多くコメントを添えてくれていると言える。さらに「コメント文字数計」を見ると、データサイエンス学環の多さは目立つが、心理学部の上位25%がこの項目でも他学部より多くなっていた。

3. 2. 改善点

3. 2. 1. 実施体制の改善

2023年度のTA・SAの体制は前期後期で通算すると、延べ人数64名、実人数17名であり、学生の所属学部の内訳を見ると情報学研究科4名、情報学部11名、教育学部2名であった。また、学年別で見れば、2年生2名、4年生11名、大学院1年生4名である。2023年度は4年生の割合が多く、教育実習や就職活動などによって同時期に複数の学生が抜けてしまった期間があったことから、2024年度以降はTA・SAとして関わる学生の増加と多様化を狙っている(2023年度は開講初年度であったことも特定の学年に偏ってしまった原因の一つである)。今後は、既受講者が増えていくことから、より頑強な実施体制構築を行いたい。

3. 2. 2. 学習材の改善

本科目における書出の量を増やし、演習時間をより効率的に実施できるよう2024年度の実施からオリジナルワークブックを導入し、教科書とワークブックの2冊体制で実施することにした(教科書は、2023年12月に出版された「はじめて学ぶ 数理・データサイエンス・AI」[8]を採用)。同ワークブックは半期ごとに改訂し、明星大学版DSLの中核を担う学習材として位置付ける。2023年度のオリジナル教科書も半期ごとに改訂していたが、オリジナル教科書の原稿の入稿時期との兼ね合いで、受講生の興味深い書出や作成した問いを取り上げ、場合によってはワークブック内で共有することはできなかった。2024年度以降は、2冊体制での実施としたことで、積極的な改訂を行なっていく予定である。

3. 2. 3. 学習プロセスログの利活用方法の改善

DSLでは3つのシステムを用いて、学習プロセスを可能な限り記録しているため、その記録を本人と第三者が動的に知覚できる。学習プロセスログの分析については前節で主に学部間分析に重点をあてたが、今後は個人における時系列データとしての分析や、学部などのパラメータに注目してパネルデータとみなし固定効果モデルとして分析することで、教育効果を高めることができると考えている。

さらに、学習プロセスログの記録結果を受け、2024年度以降の受講生に対し、授業中のどのような情報開示・介入がどのような変化をもたらすのか、についても分析を行なっていく。この点を実現するためには、各授業における数値目標の明確化や、各演習課題の中で学生の学習プロセスを予測し、介入の有無で差分を観察できるように授業設計を行うことなどの必要性を感じている。

2023年度は、受講者同士での学習プロセスログの一部共有を行っていたものの、積極的なログの開示は行っていなかった。2024年度以降、学習におけるペースメーカーとなる数値の提示を含め、学習プロセスログに基づいた定量的な情報を受講者に提供する予定である。これにより受講者自身が自分のデータを確認しつつ、自分の過去の行動を振り返り、改善することを誘発したい。なお、全体情報の定量化データをそのまま開示する可能性もあるが、学習意欲の低減を避けるため、同データの周辺情報の提供とすることも検討している。

4. 終わりに

本研究では、2023年度に明星大学で開講された DSL のグランドデザインの明確化と同年度の実施報告を行なった。同科目に導入した3つのシステム（演習ツール・意見交換ツール・相互出題ツール）を通じて、グランドデザインで想定した「体験を中心に据えた学習モデル」に従う形で、全受講者の学習プロセスログを記録可能な学習環境が構築されていることを示した。一方、学習プロセスそのものや、そこで記録された学習プロセスログの利活用方法には改善できる余地が残されていることも明らかになった。今後、教室内外でのサポート体制のさらなる強化、学習材の適時な改訂、学生間のコミュニケーションを促進するための取り組みなど、データに基づいた学習環境の改善を進める。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K03153 および 22K03011 の助成を受けたものです。また、明星大学教育新構想事業（2023）の支援を受けております。

参考文献

- [1] 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度, 文部科学省,
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_datascience_ai/00001.htm (2024年2月29日参照)
- [2] 明星大学 データサイエンス学環, 明星大学,
<https://www.meisei-u.ac.jp/academics/datascience/>
(2024年2月29日参照)
- [3] 数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム, 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム,
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model_literacy.html
(2024年2月29日参照)
- [4] 吉田正俊, 田口茂: 自由エネルギー原理と視覚的意識, 日本神経回路学会誌 25 巻 3 号 pp. 53-70 (2018)
- [5] ラーニング教材・講義動画, 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム,
<https://www.youtube.com/@user-xj8wh7tt5b> (2024年2月29日参照)
- [6] 学生のためのデータリテラシー, FOM 出版 (2021)
- [7] Slack, <https://slack.com> (2024年2月29日参照)
- [8] はじめて学ぶ 数理・データサイエンス・AI, FOM 出版 (2023)