

2021年度 統計データ分析コンペティション
特別賞（審査員奨励） [大学生・一般の部]

教育における芸術の影響
How Art and Arts Can Influence Learning

梶田 朱音
(慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科)
松山 晃之
(株式会社 J Institute)

論文の概要

学力テストの平均正答率について、芸術が教育に与える影響という観点から地域特性によるクラスター分析を行い、絵画や彫刻制作などの手作業を伴う芸術や、博物館や映画などの生活に根差した芸術が学業成績に影響している可能性があることを示した。

論文審査会コメント

当初の問題意識は面白く、既存研究をベースに適切な分析が行われていて評価できる。K-Meansの後の教師付き分離の決定はCARTで行っているようだがプロセスの記載が明確でなく、論文としての論理的構成がやや弱い。

教育における芸術の影響

How Art and Arts Can Influence Learning

梶田朱音^{※1}・松山晃之^{※2}

※1: 慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科

※2: 株式会社 J Institute

第1章 はじめに

第1節 背景

昨今、教育のあり方そのものに関して新たな議論と試みがされている。Society 5.0 において科学技術の発展に貢献できる人材を育成する目的で始まった STEM 教育¹に、純粹・大衆芸術を意味する「Art」や、人文を意味する「Arts」を加えた STEAM 教育²はその議論の中で生まれた代表的な教育概念であり、芸術的な要素が全ての教科、ひいては子供の学力や知性そのものに影響を及ぼすであろうとする概念である。しかしながら、どのような芸術が学力に対して有用に働くのかということについては明らかとなっておらず、専門家の間でも意見が分かれる。

本研究では STEAM 教育などの新たな教育理念が重要な役割を果たすとして提示する「芸術」や「人文」をより包括的に「芸術を含む文化」、または芸術的感性をはぐくむ資源としての「地域特性」や「地域の環境」と捉え直し、どの因子が子供の学力に有意に働いているかについて考察するため、SSDSE 教育用データセットをベースに、既存研究より明らかになっている学力に有用に働く因子や芸術に関連する因子とともに分析を行った。

第2節 先行研究

1. 芸術が一般教育に与える影響

グッゲンハイム美術館が 2014 年から 16 年にかけて行った研究によると、絵画や彫刻などの芸術を学んだ小学生の、事象を綿密に描写する言語能力、仮説を立てる能力、論理的思考能力に向上³が見られ、韓国においても 2003 年に 3D プラットフォームを導入した学習が試験的に行われた結果、参加した生徒の課題への没入度の向上⁴などが報告された。

2. 一般的に教育に対して関連があるとされている因子

学業の成績に関して後天的な関連が認められる因子に、家族構造、家族環境、家族背景と表現される枠組みがある。具体的には食生活や食習慣、規則正しい生活、健康意識⁵、親の所得⁶、キョウダイの数などである。⁷これらは今回の解析において、一般的に教育に対して影響のある因子としてデータフレームに導入した。

第3節 目的と意義

本研究では、芸術的な感性を育むと思われる環境的な要因は、教育に対してどのような影響を及ぼすのかについて検証する。今までに明らかとなっている学力に有用に働く因子、芸術に関連すると考えた「地域特性」、「地域の環境」に関連する因子、そして芸術資源の多さを示すものとして博物館数などを説明変数に加え、目的変数に文科省の実施する全国学力調査の結果を使用して解析を行った。

第4節 分析の全体図

ここまで述べた、教育に関連すると考えた要因を概念図に取りまとめたものを図 1 に示す。

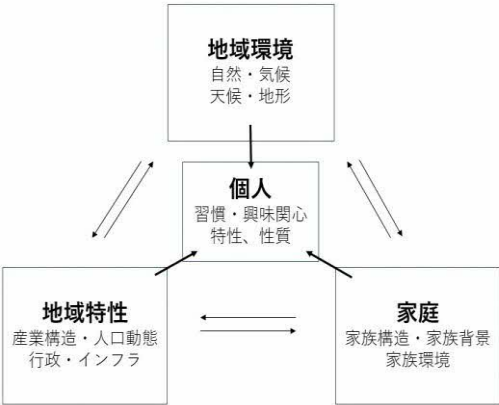


図 1 概念図：学業成績へ影響する因子

地理的な環境が地域特性を育み、地域ごとに家族が生活し、個人が成長していく。こうして個人を取り囲み、相互的に作用する要素が個人の感性や学力につながっていくと考えた。

第2章 研究方法

第1節 データ収集

地域環境や地域特性を表す変数として SSDSE-B の 2018 年のデータを使用した。SSDSE-C, D については芸術、人文学、文化などに関連する変数や、地域に根付く家庭に関連する変数を芸術変数、家族変数として利用した。芸術変数には、さらに、自然・芸術施設関連の変数を e-stat⁸より取得し追加した。個人を表す変数として学習に対する意識調査質問紙の結果⁹をデータとして加えた。教育効果を示す結果変数には小学生の全国学力調査の各都道府県教科別平均点数を利用した。

今回使用した全国学力調査では小学生と中学生の成績の都市別データを比較した結果が大きく異なっていた。その要因について検討した結果、都市部の私立中学で全国学力調査を受験していないことによる変動の可能性が示唆され、選択バイアスの可能性を考慮し小学生のデータのみを利用することとした。加えたデータは教育用データセットの生活時間データの年数に合わせて 2018 年度のテストの結果とした。

表 1 芸術変数として選択した変数一覧

変数の含まれる因子	分類	各変数名		
芸術(Art)	芸術関連施設	総合博物館(人口100万人当たり)【所】	科学博物館(人口100万人当たり)【所】	歴史博物館(人口100万人当たり)【所】
		動物園(人口100万人当たり)【所】	植物園(人口100万人当たり)【所】	動植物園(人口100万人当たり)【所】
		美術博物館(人口100万人当たり)【所】	野外博物館(人口100万人当たり)【所】	水族館(人口100万人当たり)【所】
		常設映画館数(人口100万人当たり)【館】	図書館数(人口100万人当たり)【館】	生涯学習センター数(人口100万人当たり)【所】
	自然	自然公園面積割合【%】	自然保全地域割合【%】	農業地域割合【%】
		森林地域割合【%】		
	純粋芸術	MB06芸術・文化	MD02美術鑑賞	MD23絵画・彫刻の制作
人文学(Arts)		MB01111_英語	MB01212_英語以外の外国語	MB055_人文・社会・自然科学(歴史・経済・数学・生物など)

表 2 家庭変数として選択した変数一覧

変数の含まれる因子	分類	各変数名
家庭	家族環境	起床7時基準 就寝23時基準 01_睡眠
		養育態度 09_育児
		余暇の過ごし方 0_学習・自己啓発・訓練の総数 00_スポーツ(総数) 00_ボランティア活動の総数
		0_旅行・行楽(総数)
	食習慣	01_穀類 02_魚介類 03_肉類
		04_乳卵類 05_野菜・海藻 06_果物
		07_油脂・調味料 08_菓子類 09_調理食品
		10_飲料 11_酒類 12_外食
	家族構造	世帯人員
	家族背景	一人当たり県民所得

表 3 個人変数として選択した変数一覧

変数の含まれる因子	分類	各変数名	
個人		学習習慣	生活習慣 規範意識
		家庭学習	地域社会への関心

第2節 分析方法

芸術、家族、個人に関する変数に、地域性に関連する変数をクラスタリングした、クラスターの質的変数を加えたデータフレームにて決定木分析を行った。ソフトウェアには JMP を利用した。

クラスタリングは教師なし学習の一種で複数のデータ間にある類似度を学習しクラスターというグループに分類する。データが持っている未知の性質を調べ可視化できる利点がある。

クラスタリング分析にはいくつかの手法があるが、今回の分析では各データとクラスターの中心との距離を計算し比較する事で各データがどのクラスターに属するかを割り当てる K-means 法を採用した。クラスター数は立法クラスタリング基準によって決定した。

クラスターの比較

方法	クラスター数	CCC 最適
K Meansクラスター分析	3	0.53352
K Meansクラスター分析	4	0.08866
K Meansクラスター分析	5	0.11195
K Meansクラスター分析	6	0.51967
K Meansクラスター分析	7	0.7205
K Meansクラスター分析	8	0.99786 最適CCC
K Meansクラスター分析	9	0.9368
K Meansクラスター分析	10	0.63932
K Meansクラスター分析	11	0.69186
K Meansクラスター分析	12	0.42908
K Meansクラスター分析	13	0.98744
K Meansクラスター分析	14	0.27436
K Meansクラスター分析	15	0.98576

図 2 立体クラスタリング基準

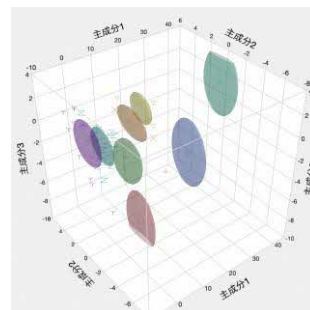


図 3 三次元バイプロット

決定木は機械学習モデルにも一部利用されている。決定木は、説明変数を二進分岐させて生成する。そのため、可読性が高く、感覚的に理解しやすい出力となる。本解析では目的変数がテストの結果であり、連続尺度である。そのため、今回の回帰木の分岐には平方和の分解を用いた。

回帰木の各段階のノードを導く二分岐は次のように選択した。

まず、親ノードにおける基準変数の偏差平方和を計算した。

$$SS = \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$$

N は親ノードのオブザベーションの数であり、 y_i は基準変数の測定値、 $\bar{y}$ は親ノードの基準の平均値である。予測変数 T によって 2 分岐し、右に N_R 個、左に N_L 個のオブザベーションに分かれるものとする、子ノード内の偏差平方和は、それぞれ

$$SS_{TR} = \sum_{i=1}^{N_R} (y_i - \underline{y}_R)^2$$

$$SS_{TL} = \sum_{i=1}^{N_L} (y_i - \underline{y}_L)^2$$

となる。 $\underline{y}_R$ と $\underline{y}_L$ は、それぞれの子ノード内の基準の平均値である。
子ノード内の偏差平方和の和は以下の計算式によって求められ、

$$SS_{TW} = SS_{TR} - SS_{TL}$$

子ノード内の偏差平方和の和と親ノードの平方和の差を以下の数式で計算し、 SS_{TB} 値の最大になる説明変数で分岐を行い、回帰木は成長する。¹⁰

$$SS_{TB} = SS - SS_{TW}$$

回帰木の成長は最良分岐によって行い、成長のストップルールとして、分岐させて AICc が最も小さくなるところ¹¹とした。

第3章 結果

表 4 各クラスターの特徴

クラスター	度数	含まれる都道府県	各クラスターの平均値からみた特徴
1	1	北海道	総人口は比較的多いが、合計特殊出生率は2番目に低い。旅館営業施設数が最も多く、住宅地の価格は最も安い。気温は低く、降水量は少ない。小学校、中学校、高校数は2番目に多く、待機児童の数は少ない。住居費、光熱水道費が最も高い。
2	6	和歌山、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄	総人口は2番目に少ない。合計特殊出生率は最も高い。気温が高く、降水日数、降水量は多い。平均でみると消費支出、光熱・水道費、教養娯楽費が最も少ない。
3	1	大阪	クラスター5(東京)に次いで総人口、各年齢人口、転入、転出の多い地域。交通・通信費が最も安い。
4	3	兵庫、福岡、千葉	光熱・水道費、家具家事用品費が少なく、その他消費支出や食料費が高い。
5	1	東京	総人口、各年齢人口、転入、転出の最も多い地域であり、ほとんどの項目で最も高い水準にあたるクラスター。しかしながら、合計特殊出生率については最も低い。他の地域と比べ被覆及び履物費、保険医療費、教育費、教養娯楽費が高い。居住費、光熱費、交通通信費は安い。
6	19	大分、佐賀、高知、愛媛、香川、徳島、山口、島根、鳥取、奈良、滋賀、山梨、福井、石川、富山、青森、岩手、秋田、山形	総人口、各年齢人口、転入、転出が最も少ない。合計特殊出生率は2番目に高い。交通・通信費は最も高く、家具・家事用品費も比較的高い。
7	3	埼玉、神奈川、愛知	転入者が9番目に多い。若工建築床面積、新築持家床面積、家事・家具用品費が最も多い。
8	13	宮城、福島、茨城、栃木、群馬、新潟、長野、岐阜、静岡、三重、京都、岡山、広島	旅館営業施設が比較的多い。新築持家床面積は比較的高いが、住居費は安い。交通・通信費が高く、消費支出も比較的高い。

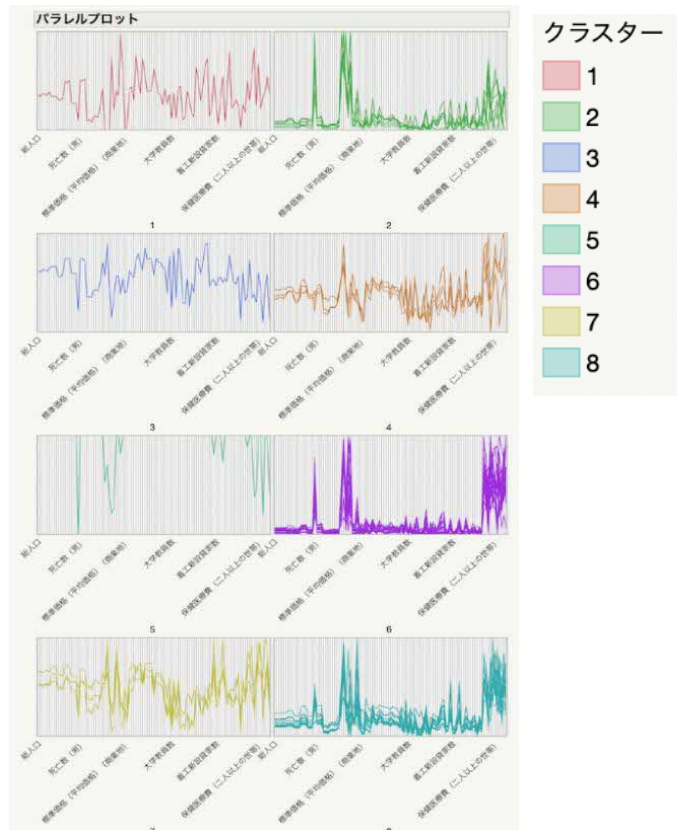
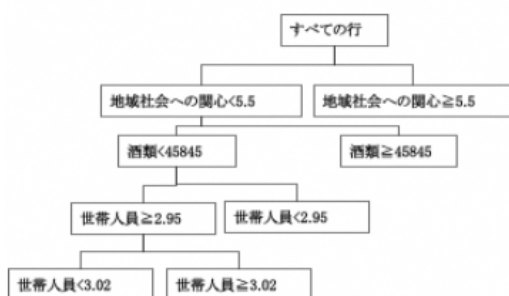


図 4 地域特性クラスター分析の結果



葉のラベル	平均	度数	標準偏差	含まれるクラスターと度数分布
地域社会への関心<5.5&酒類<45845&世帯人員>=2.95&世帯人員<3.02	68.7	9	0.9	
地域社会への関心<5.5&酒類<45845&世帯人員>=2.95&世帯人員>=3.02	70.6	5	0.9	
地域社会への関心<5.5&酒類<45845&世帯人員<2.95	70.9	17	1.1	
地域社会への関心<5.5&酒類>=45845	72.1	9	1.7	
地域社会への関心>=5.5	74.3	7	2.2	

R2乗	RASE	N	分岐数	AICc
0.63	1.3	47	4	173.2

列の番号	項目	分岐数	平方和
1	地域社会への関心	1	79.8
2	世帯人員	2	29.9
1	酒類	1	25.6

図 5 国語の基礎的な問題にあたる国語 A の都道府県別平均点を目的変数とした場合の結果

国語 A は慣用句、漢字、敬語などの知識を問う出題である。最も重要な変数は地域社会への関心であり、地域社会への関心が高い地域の方が成績はよくなるという結果となった。地域社会への関心が高く、国語 A の成績が良い結果につながっている地域は 7 つあるが、そのうち 6 つがクラスター 6 であった。



図 6 国語の応用的な問題にあたる国語 B の都道府県別平均点を目的変数とした場合の結果

国語 B には文章を読んだ上で自身の考えをまとめるような問題や議論を行うような出題がされている。列の寄与は地域社会への関心が最も高く、次いで英語以外の言語という変数があがっていた。また、人口あたりの常設映画館数が多い場所も得点が高くなっていた。映画館は商業施設であるため、需要のある都市に設置されていることが考えられるが、都市部に限定はされておらず、複数のクラスターが含まれていた。地域特性も決定木に寄与しており、設置映画館数の多い地域の中で、クラスター 5(東京)とクラスター 6 は他のクラスターよりもやや平均点が高くなるという結果であった。



図 7 算数の基礎的な問題にあたる算数 A の都道府県別平均点を目的変数とした場合の結果

算数 A は知識に関する出題がされている。具体的には計算、数の大小、単位量の大きさ、空間の位置の表し方、直径、円周、円周率の関係、割合、グラフの読み取りなどである。寄与率の最も高い変数は絵画・彫刻の制作であった。絵画・彫刻の制作時間の少ない地域では家庭学習の時間の長さが高得点につながっていた。絵画・彫刻の制作時間の多い地域では起床時間が遅い地域が高得点につながっていた。分類された地域は京都、大阪、兵庫、福岡、沖縄、東京であった。



図 8 算数の応用的な内容にあたる算数 B の都道府県別平均点を目的変数とした結果

算数 B は図形の観察と論理的な考察、日常生活の事象の数理的な処理と解釈、情報の解釈・判断と根拠の説明などの問題が出題された。算数 B の決定木の R2 乗は 0.5 であり、他のモデルと比較してあまり当てはまりはよくない。このモデルについても地域社会への関心が最も寄与率の高い変数としてあがっており、続いて常設映画館数があがっていた。

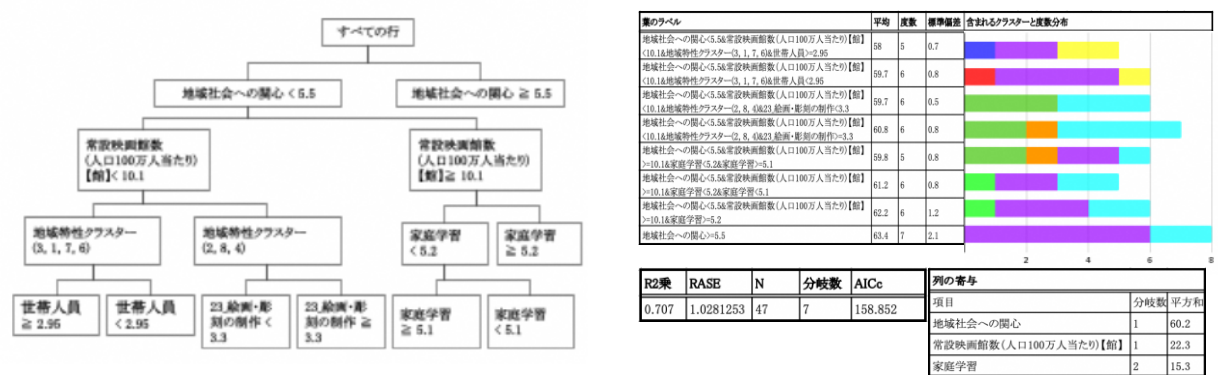


図 9 理科の都道府県別平均点を目的変数とした結果

理科はある特定のシチュエーションを基にした理科知識を問う問題が含まれている。このテストの結果についても地域社会への関心の高さや常設映画館数が寄与率の高い変数としてあがっていた。

第 4 章 考察

第 1 節 分析結果より得られた仮説について

分析結果の多くに地域社会への関心が寄与率の高い変数としてあがっており、地域社会への関心が高く、平均点が高いノードにはクラスター 6 が多く含まれていた。そのため、クラスター 6 に分類される地域はそもそも平均得点の高い地域であったのではないかと仮説が生じた。仮説を受け、クラスターを色分けし、各教科の得点と地域社会への関心という変数の分布を調べた。

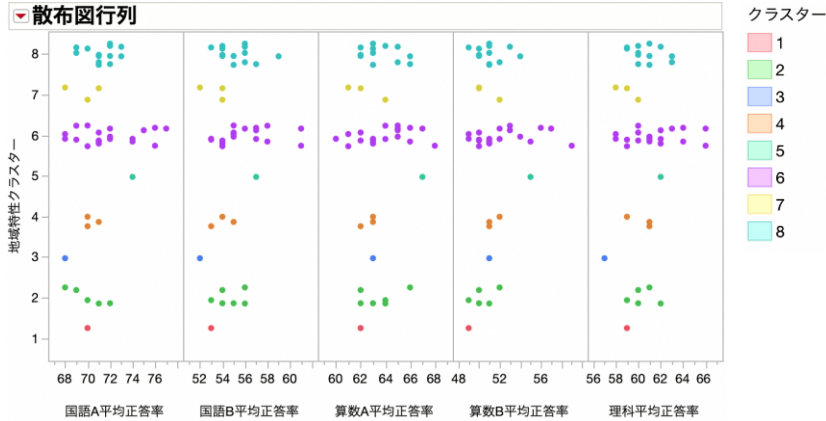


図 10 地域特性クラスターと各教科平均得点の散布図

ほとんどのクラスターでは平均点が同じような水準に偏っていたが、クラスター 6 については一部、平均正答率の高い地域が含まれていた。東京やクラスター 8 の一部にも平均値の高い地域があった。

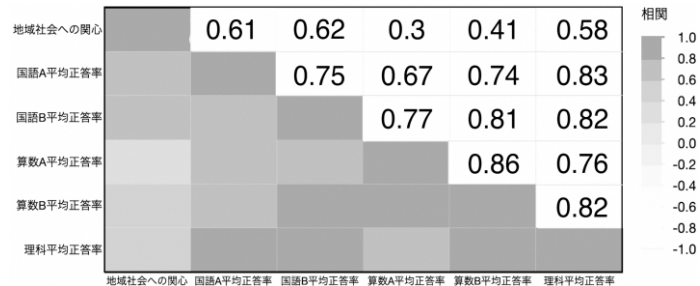


図 11 各科目と地域社会への関心の相関関係

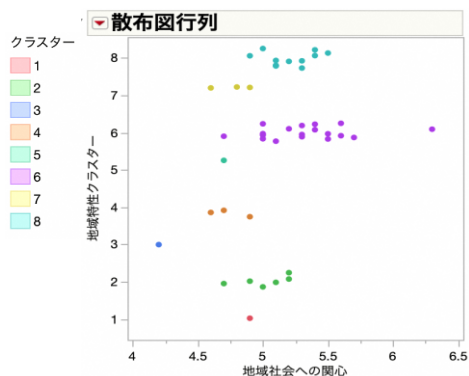


図 12 地域社会への関心とクラスター

今回の解析では、解析の性質上、地域社会への関心が高いから成績がよくなるという因果関係を導き出すことはできない。

しかしながら、学習は乳児期に自身の手を認識して自己と他者を理解するところから始まり、同心円状に世界を広げていく営みであり、そうした学習の性質から地域社会への関心という項目はどの科目においても重要な変数となった可能性が考えられる。また、クラスターごとの地域社会への関心はクラスター6 やクラスター8 が相対的に高くなっており、都市部よりも地方で暮らす小学生の方が自身の住んでいる地域への関心が高くなる傾向にあることがわかった。

既存の研究で学業成績と関連があるとされていた家族構造に該当する世帯人数は理科、国語 A の科目において寄与している変数として出力された。また、一般的に学業成績を向上させるための取り組みとして考えられている家庭学習についても理科、算数 A の科目において寄与している変数として現れており、家庭学習への取り組みの重要性を再確認することとなった。

今回芸術変数に取り入れた博物館、映画館については寄与率の高い項目としていくつかの科目に出力された。

算数 A の算数基礎に当たる部分は絵画や彫刻の制作が重要な変数としてあがってきているという点で特徴的であった。

第 2 節 本研究の結論

今回算数の基礎的な問題出題に分類される算数 A の決定木の結果には絵画や彫刻制作の時間が多いかどうか寄与率の高い変数としてあがり、理科についても絵画や彫刻の制作時間といった変数に寄与率が見られる結果となった。このことから「芸術が本当に教育に有用に働くのか？」という問いについては、現在の学業成績指標においては手作業を伴う芸術が関係する可能性が示唆された。この結果は古くからある労作教育などの分野に通じる結果であり、日本で STEAM 教育を運用する場合の「A」について利用できる部分であると考えられる。

また、これらの結果は「どのような芸術が教育により影響しやすいか」についてより細かい考察を促すものとなった。今回の分析結果からは、より高尚かつ難解なイメージを持たれがちで客層が限られる、純粋芸術(fine art)に触れる環境を表す美術館数のような変数よりも、博物館数や映画館数のように、提供される表現の価値が自明であり、大衆的に親しまれるものが多くの科目に現れたことから、生活に根差した美、そして文化への関心や積極的な関わりが学業成績に対して影響がある可能性が考えられた。この Art/Arts の役割については、多くの科目において重要な変数であると示された地域社会への関心という項目とも共通したものとなった。今回の結果から見ても、学習の拡がりには身近な事柄にいかに関心を持つかということが重要であることが考えられ、身近なことに関心を持つきっかけを提供する機会的意味合いとして Art/Arts は重要な役割を担うことができる可能性が示唆された。

第3節 本研究の限界と今後の課題

本研究において、芸術資源として博物館、及び類似施設の数を変数として利用したが、それらがその土地に設置された背景として芸術を享受する文化を持つ、教育に熱心な地域であった可能性も否めない。また映画館についても、商業施設であるため、需要のない場所には設置されない。よってその地域が元来文化的需要のある地域である事を単に表しているとも考えられる。

既存研究で関連が高いとされていた社会階級因子として取り入れた産業労働人口や収入を代替するものとして取り入れた県民所得は、あまり関係性の見えない結果となったが、今回解析に使用したデータの粒度が粗かったことに一因がある可能性が考えられる。

また、今回の学習成績の評価は従来の成績評価方法にしたがって算出された数値である。STEAM教育で得られる効用は自ら新しい問題と、それに対する答えを生み出す事ができる能力の育成であり、従来の成績評価の枠組みで測定仕切れていないということが限界として考えられる。

参考文献

- ¹ "Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが ... - 文部科学省." 5 6 月. 2018, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf. アクセス日: 31 8 月. 2021.
- ² "STEAM 教育等の各教科等横断的な学習の推進 - 文部科学省." https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/mext_01592.html. アクセス日: 31 8 月. 2021.
- ³ Randy Kennedy. "Guggenheim Study Suggests Arts Education Benefits Literacy Skills". (2006-7-27). New York Times.
- ⁴ 魏 晶玄. "スマート G ラーニングと教育革新ー G ラーニング・ベース STEAM プラットフォーム 開発 ケー ス". (2015). 日本情報経営学会誌. Vol. 35, No.4.
- ⁵ "学業成績に影響を及ぼす関連要因の検討 - CORE." <https://core.ac.uk/download/pdf/229023099.pdf>. Accessed 6 Jul. 2021.
- ⁶ "大学生の学業成績を左右する諸要因 - 茨城大学学術情報リポジトリ." https://rose-ibadai.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=11546&item_no=1&attribute_id=20&file_no=1. Accessed 6 Jul. 2021.
- ⁷ "家族環境が子どもの教育的地位に与える影響 : 生活習慣 ... - CiNii 論文." <https://ci.nii.ac.jp/naid/120005255707>. Accessed 7 Jul. 2021.
- ⁸ "政府統計の総合窓口 統計でみる日本 都道府県別データ" <https://www.e-stat.go.jp/regional-statistics/ssdsview/prefectures>
- ⁹ "平成 30 年度 全国学力・学習状況調査 調査結果資料 【都道府県別】" https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/factsheet/18prefecture-City/18p_101.pdf
- ¹⁰ 豊田, 秀樹. データマイニング入門. 東京図書, 2008.P96
- ¹¹ "尤度・AICc・BIC-JMP." 14 月. 2021, <https://www.jmp.com/support/help/ja/15.2/jmp/likelihood-aicc-and-bic.shtml>. アクセス日: 31 8 月. 2021.