

九州情報大学におけるデータサイエンス教育の現状とKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムが学生の履修登録行動に与えた影響

The Status on Data Science Educational Program at Kyushu Institute of Information Sciences and the Impact of This Program on Subject Registrations

橋爪 善光、荒平 高章

Yoshimitsu Hashizume, Takaaki Arahira

要約

Society5.0 に向けた人材育成として、あらゆる分野の全大学生に数理・データサイエンス・AI 教育のリテラシー教育を実施することが求められてきている。九州情報大学では2019年度より情報ネットワーク学科にデータサイエンスコースを設け、カリキュラムにおいてもデータサイエンス教育の充実を図ってきた。本論文では、九州情報大学のデータサイエンス教育の現状の把握と、このような教育プログラムの提示によって学生の履修登録行動に与えた影響を分析することを目的とし、KIIS 数理・データサイエンス・AI 教育プログラムの周知前後の履修登録者数の比較および、アンケートを通じて履修動機についての分析を行った。その結果、教育プログラムの周知によって、情報ネットワーク学科の学生においては履修登録者数の増加をもたらした。また、KIIS 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム（リテラシーレベル）の修了者の多くは将来の為に本教育プログラムを履修していた。今後の広報活動の際には就職後の仕事など将来にどのように活用可能なのかを具体的に示すことが重要である。さらに今後の課題として経営情報学科の学生の履修者を増やす工夫が必要であることが明らかになった。

キーワード: 数理、データサイエンス、AI、データサイエンス教育

1. はじめに

コンピュータの発達により企業では多くのデータを収集することが可能になってきた。このようなビッグデータに基づく判断が様々な場面において必要とされてきている。さらに人工知能技術の発展も目覚ましく、世界中の至る所でその応用が進み、一般家庭の家電にも次々に搭載されつつある。これからの Society5.0 の社会においてデータサイエンスや人工知能 Artificial Intelligence (以下 AI) への対応力が必要不可欠になることが予想される。

内閣府は AI を人・産業・地域・政府のすべてに浸透させ、直面する課題を克服し将来を切り開くことを目的として AI 戦略 2019 を策定した^{1,2)}。つまり、あらゆる分野の全大学生にデータサイエンスのリテラシー教育を実施することが求められてきている。それにとまって、各大学においてデータサイエンス教育の導入に際してカリキュラム開発や教材開発等、様々な取り組みが行われてきている³⁻⁶⁾。ここでデータサイエンスとは、「ビッグデータに限らず、あらゆる種類のデータを処理・分析して、そこから有用な情報（価値）を引き出すための学問分野」であり⁷⁾、その中で

データを扱う手法である情報科学、統計学、アルゴリズムなどを横断的に扱う。例えば、販売データを用いて新製品や新規販売方法についての知見を得たりすることがデータサイエンスであり、経営情報学との親和性が高い学問領域である。

2017年には滋賀大学が日本で初となるデータサイエンス学部を設立した。滋賀大学データサイエンス学部では「データエンジニアリング」、「データアナリシス」、「価値創造」の3つを軸としてカリキュラムが展開されている³⁾。九州情報大学のカリキュラムでは、それぞれ情報系科目、統計系科目、経営・会計系科目や、各種専門ゼミに対応する。

AI戦略2019における教育改革において2025年の実現を念頭にいくつかの目標が設定されている¹⁾。初級レベルの数理・データサイエンス・AI教育をリテラシーレベルとして大学や高等専門学校卒業生全員の年間50万人に習得させる。そしてその内の50%にあたる年間25万人には自らの専門分野への数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を習得させ、さらに年間2千人にはエキスパートレベルとしてデータサイエンス・AIを駆使してイノベーションを創出し世界で活躍できる人材の発掘・育成を行うとしている¹⁾。それにともない、2021年度より数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)が内閣府・文部科学省・経済産業省の3府省が連携して始まった⁸⁾。

九州情報大学では2016年度情報ネットワーク学科会議におけるコースの再編についての議論においてデータサイエンスコースの構想が始まった。そして、2017年度のカリキュラム検討委員会、2018年度のカリキュラム検討委員会での検討を重ね、2019年度より情報ネットワーク学科にデータサイエンスコースを設け、科目においてもデータサイエンス教育の充実を図ってきた。データサイエンスコースの推奨科目として、後述するKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの原型となる科目を推奨し、2019年度以降の入学生へ配布している。2020年度からは2年生必修科目である基礎ゼミにデータサイエンス基礎ゼミを設置し、データサイエンスに興味のある学

生に対して、より詳細に科目の履修指導を行ってきた。九州情報大学における数理・データサイエンス・AI教育プログラムでは、AI戦略2019の方針に則り、リテラシーレベルと応用基礎レベルの2段階を用意した。そして2021年度前期オリエンテーションにおいて対象となる1年生から3年生に向けてKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムについての説明を行った。その際にはデータサイエンスとは何か、またなぜこのような学びが必要なのかということも合わせて説明を行った。そして教務掲示板や廊下にも本教育プログラムの案内を掲示し本教育プログラムの周知に努めた。

本論文では、九州情報大学のデータサイエンス教育の現状の把握と、このような教育プログラムの提示によって学生の履修登録行動、つまり学習意欲に対してどのような影響を及ぼすのかを分析することを目的とし、KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの周知前の2020年度と周知後の2021年度との履修登録者数の比較を行った。また、履修者アンケートやKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム(リテラシーレベル)修了者アンケートを行い、履修動機等の分析を行った。

2. KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムについて

内閣府はAI戦略2019においてリテラシーレベルと応用基礎レベル、エキスパートレベルの3つのレベルを設定した¹⁾。KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムではAI戦略2019に則り、リテラシーレベルと応用基礎レベルの2つのレベルを設置した。以下にKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの各レベルについての詳細を記載する。

(1) リテラシーレベル

AI戦略2019におけるリテラシーレベルにおいては具体目標として「文理を問わず、全ての大学・高専生(約50万人卒/年)が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得」

と記載されている¹⁾。したがって、本学の教育プログラムのリテラシーレベルにおいても経営情報学科、情報ネットワーク学科の両学科の学生全員が習得可能な科目を設定した。

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが公表しているモデルカリキュラムは(1)社会におけるデータ・AI利活用、(2)データリテラシー、(3)データ・AI利活用における留意事項、(4)オプションの4つで構成されている。そして、それぞれは導入、基礎、心得、選択に分類されている⁹⁾。表1にKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムにおけるリテラシーレベルの科目一覧を示す。各科目名後の括弧書きは上記モデルカリキュラムとの対応を示す。本教育プログラムでは必修科目と選択科目を6科目ずつ用意し、選択科目の中から3科目修得し全部で9科目の単位を修得した時点でKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）を授与することとしている。各期毎に授与する意図は、今後近い将来本教育プログラム修了書を就職活動に活用可能になると期待している為である。

実際、経済産業省は2021年度に数理・データサイエンス・AI教育プログラムサポーター募集を開始した¹⁰⁾。具体的には数理・データサイエンス・AIに関するリテラシーを持つ人材を増やすため、教育プログラムの認定を受けた大学の取り組みに賛同し、ホームページや採用案内などに賛同する旨を記載した賛同企業や団体の募集を始めた。2021年10月20日時点で19企業団体がサポーターとして登録している¹¹⁾。

表1 KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）。括弧内の数字はモデルカリキュラムにおける分類番号を示す。

必修科目	選択科目
情報リテラシー演習(1, 2, 3)	マーケティング論(1)
情報学入門(1)	消費者行動論(1)
基礎数学(4)	マーケティング・リサーチ(1, 2)
情報倫理(3)	経営分析(1, 2)
統計学入門(1, 2, 4)	ビジネスプログラミング(4)
経営情報論 I (1)	経営情報論 II (1, 3)

本教育プログラムは文部科学省における令和3年度「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）」の認定を受けた。初年度に認定を受けた78校の多くが1科目あるいは2科目での認定を受けているのに対し、本学のプログラムは科目数が多い（表1）¹²⁾。九州情報大学では両学科ともに経営、会計、情報の3分野を学ぶ為、各自の興味関心のある特定分野だけでなく多様な場面でデータサイエンスの利活用が行われている事を広く学んで、のちの専門教育にも役立ててもらいたい意図がある。また、必修科目では応用基礎レベルの土台となる科目も設定している。基礎数学、情報倫理、統計学入門がそれに当たる。これらの3科目によって実際のデータ解析まではできなくとも、解析結果が提示された際の読解等の役に立つと考えている。

(2) 応用基礎レベル

応用基礎レベルについてはAI戦略2019において、「文理を問わず、一定規模の大学・高専生（約25万人卒/年）が、自らの専門分野への数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を習得」と記載されている¹⁾。つまり、全大学生のうち、およそ半分の学生に習得してもらいたいレベルとして設定されている。したがって、KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの応答基礎レベルにおいては情報ネットワーク学科の学生がデータサイエンス関連の科目を習得することで修了することを想定して設定した。また、

表2 KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム（応用基礎レベル）。括弧内の数字はモデルカリキュラムにおける分類番号を示す。

情報数学 I (1)	情報ネットワーク入門(3)
情報数学 II (1)	データベース論(2)
統計学(1)	アルゴリズムとデータ構造(1, 2)
多変量解析(1)	プログラミング実践 I (1, 2)
データ解析(1)	プログラミング実践 II (1, 2, 3)
データモデリング(1, 2, 3)	機械学習(3)
統計プログラミング(1, 2)	人工知能(3)
計量経済分析(1, 3)	情報セキュリティ(2)

編入生においても本プログラム科目を修得することで卒業可能なように設定している。また、経営情報学科の学生においても他学科履修制度を利用することで応用基礎レベルを修得することが可能である。

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが公表している応用基礎レベルのモデルカリキュラムは(1)データサイエンス基礎、(2)データエンジニアリング基礎、(3)AI基礎、の3つで構成されている¹³⁾。表2にKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムにおける応用基礎レベルの科目一覧を示す。各科目の後の括弧書きは上記モデルカリキュラムとの対応を示す。本学ではリテラシーレベルの修得および表2に示す16科目の修得によってKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム(応用基礎レベル)を授与することとしている。

KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの応用基礎レベルにおいては、文部科学省における教育プログラムの認定制度がまだ始まっていない為、認定は受けていない。しかし、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが公表している応用基礎レベルのモデルカリキュラムの内容を網羅しており、データサイエンス教育の応用基礎レベルとしては十分な内容を含んでいると考えられる。

表3 各学科、学年ごとの学生数(10月1日現在)。経営情報学科、情報ネットワーク学科をそれぞれ“経営”、“NW”と記す。

学年	学科	2020年度	2021年度
1年生	経営	81	72
	NW	47	52
2年生	経営	69	68
	NW	45	42
3年生	経営	66	75
	NW	44	38
4年生	経営	54	66
	NW	35	47

3. KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム科目履修登録者数の比較

表3に2020年度および2021年度における10月1日付けの学生数を示す。各学年ごとに若干の

違いはあるものの、年度による人数差はあまりない。いずれの学年も経営情報学科の学生数の方が情報ネットワーク学科の学生数よりも多いことも共通している。各学年とも退学者等により2020年度から2021年度の対応学年の人数が減り、さらに3年生は編入生の影響、4年生は留年者の影響により人数が増えている。しかし、それらの影響はいずれの年度にもあるため、両年度の学年別の人数構成および学科別の人数構成は概ね同じような構成となっている。このことより、両年度の履修登録者数を比較した結果には年度による影響はほとんどないと考える。

図1から図3にそれぞれKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムリテラシーレベル必修科目、同リテラシーレベル選択科目、同応用基礎レベルに含まれる科目の履修登録者数を各学年別に2020年度、2021年度の2年間分プロットしたものを示す。薄い灰色と濃い灰色はそれぞれ経営情報学科(経営)、情報ネットワーク学科(NW)の登録者数を表す。

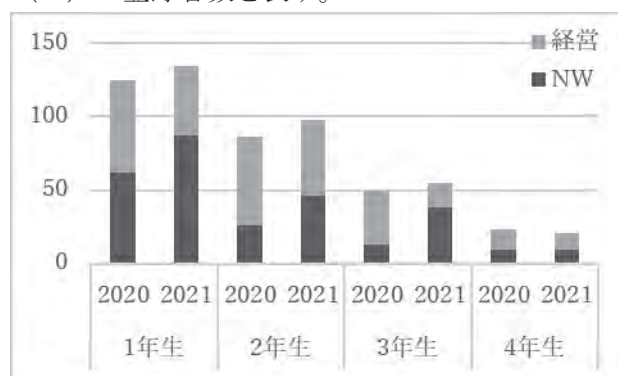


図1 リテラシーレベルにおける必修科目の履修登録者数。ただし、卒業必修科目である情報倫理と情報リテラシー演習は除く。薄い灰色と濃い灰色はそれぞれ経営情報学科(経営)と情報ネットワーク学科(NW)の学生の登録者数を示す。

「はじめに」でも述べたが、本教育プログラムは2019年度入学者より適用であるため、2021年度春のオリエンテーションにおいて1年生から3年生に告知した。また、2020年度までは、入学時に配布するコース紹介冊子中のコースの推奨科目として提示していた。つまり、2020年度の履修登録時点では本教育プログラムとしての広報活動ではなく、他のコース同様コースの推奨科目とし

ての案内のみを行っていた。したがって、2020年度と2021年度の登録者数の違いを比較する事で本教育プログラムによって学生の履修行動にどのような影響を及ぼしたのか考察していく。

リテラシーレベルの必修科目の中には卒業必修科目である情報リテラシー演習と情報倫理が含まれている。この2科目に関しては本人の希望とは無関係に履修登録される科目である為、図1のデータからは除外した。図1より1年生から3年生まではいずれの学年も2020年度に比べ2021年度の登録者数が多くなっていた。一方で4年生に関してはあまり差がなかった。したがって、本教育プログラムの存在が履修登録行動に影響を及ぼした可能性がある。

次に学科ごとに影響の有無について検討する。

図1の薄い灰色で示す経営情報学科の学生は2020年度から2021年度にかけて1年生は63人が47人に、2年生は60人が52人に、3年生は37人が17人に、4年生は14人が12人へと若干

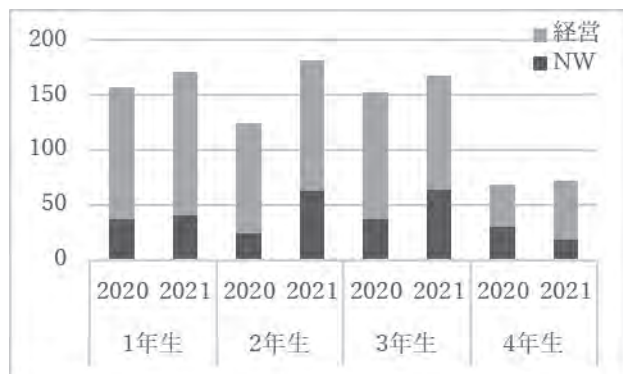


図2 リテラシーレベルにおける選択科目の履修登録者数。薄い灰色と濃い灰色は図1と同様。

減少していた。それに対して、図1の濃い灰色で示す情報ネットワーク学科の学生は本教育プログラムの対象となっていない4年生は両年度とも9人と変わらなかったが、対象となっている学年である1年生は62人が87人に、2年生は26人が46人に、3年生は13人が38人へと履修登録延べ人数がいずれも増加していた。このことより情報ネットワーク学科の学生の方が本教育プログラムの存在によって履修登録行動に影響を受けたと考えられる。

リテラシーレベルの選択科目においては必修科目同様全体として2020年度よりも2021年度の方

が履修登録者数が増加していた(図2)。各学科別では図2の薄い灰色で示す経営情報学科は1年生が120人が130人に、2年生は100人が118人に、3年生は115人が103人に、4年生は38人が54人に変化していた。つまり1, 2, 4年生は微増し、3年生は履修登録人数が若干減少していたが、いずれも大きな差はなく、あまり本教育プログラムの影響を受けていないものと考えられる。図2の濃い灰色で示す情報ネットワーク学科の学生においては、1年生が37人が41人に、2年生は24人が63人に、3年生は37人が64人に増加し、4年生は30人が18人へと減少していた。つまり、リテラシーレベル必修科目同様情報ネットワーク学科の学生の登録者数は1年生から3年生まではいずれも増加していた。このリテラシーレベル選択科目の多くは経営系や会計系の科目となっている。この事から経営情報学科の学生は本プログラムと無関係に登録者数があまり変わらず、一方で、情報ネットワーク学科の学生の多くは元々あまり履修登録をしない科目であったが本プログラムの修得の為、登録者数が増加した可能性がある。特に情報ネットワーク学科2年生と3年生の登録者数がそれぞれ約2倍に増加していた。これは、本教育プログラムの提示を受ける前の2020年度には経営系科目を履修していなかった情報ネットワーク学科の学生が、本教育プログラム修得の為に経営系の選択科目を履修したものと考えられる。情報ネットワーク学科の学生の2年生、3年生にとっては、残り数科目で修得できる手の届きやすい目標となり、履修登録する学生が増えた可能性がある。

図3の応用基礎レベルの登録者数においては、3年生科目の新設科目で読み替え科目の無い2020年度末開講であったデータ解析、データモデリング、統計プログラミング、機械学習、人工知能の5科目、および卒業必修科目である情報セキュリティを除く12科目の登録人数を集計した結果となっている。両学科の合計では1, 2年生はそれぞれ117人と164人で両年度において同数となっており、3年生は213人が215人とほぼ同数、4年生は88人が107名へと増加していた。学科別でみると、経営情報学科は1年生は50人が42名へ、2年生は42名が

20名へ、3年生は74名が45名へ減少し、4年生は44名が54名へと増加していた。それに対して情報ネットワーク学科においては、1年生は67名が75名へ、2年生は122名が144名へ、3年生は41名が57名へ、4年生は21名が31名へと全ての学年において増加していた。このような結果となった理由として、元々応用基礎レベルに設定している多くの科目は情報系の科目であることが挙げられる。したがって、経営情報学科の学生の履修登録数が情報ネットワーク学科の学生よりも少なくなる傾向がある。4年生がいずれの学科に関しても微増していたのは卒業がかかっているため、まだ未習得の科目の履修登録をした結果ではないだろうか。ただし、情報ネットワーク学科の学生においては2020年度よりも2021年度の方が履修登録者数が若干多かった。したがって、情報ネットワーク学科の学生においては応用基礎レベルの提示が履修登録行動に影響を受けた可能性はある。



図3 応用基礎レベルにおける履修登録者数。ただし、新設科目で2020年度未開講であったデータ解析、データモデリング、統計プログラミング、機械学習、人工知能、および卒業必修科目の情報セキュリティは除く。薄い灰色と濃い灰色は図1と同様。

しかし、いずれの学年も経営情報学科の減少人数と同程度の増加であるため、年度ごとの登録人数の誤差の範囲内である可能性も否定できない。

4. アンケート結果

本章では2021年度前期でKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムリテラシーレベルを修了した学生7名にとった修了者アンケートの結果、および1年生後期科目である情報数学Iを

2021年度に履修登録をした88名に対して履修登録の理由をアンケートした結果を示す。

まずリテラシーレベル修了者へ本プログラム科目を履修したきっかけを調査した。今回リテラシーレベルを修了した学生7名の内訳は全員情報ネットワーク学科であり、6名が3年生で1名が2年生、7名の内1名が留学生であった。

履修のきっかけについての質問項目は、まず複数回答を可とした問の後、その中で一番のきっかけとなった理由を1つ選んでもらった。回答の選択肢は1. 自分が学びたい授業を全て履修したら、たまたま修了条件を満たした、2. 前期オリエンテーションで説明を聞いて本プログラムに興味を持ったため、3. チラシをみて本プログラムに興味を持ったため、4. 壁の掲示を見て本プログラムに興味を持ったため、5. データサイエンスに興味があったため、6. 就職活動に利用したいと思ったため、7. 卒業研究に役に立つと思ったため、8. 社会に出てから役に立つと思ったため、9. ゼミの先生から指導を受けたため、10. 資格や検定を取ることが趣味だったため、11. 文科省から認定されたプログラムだったため、12. その他の以上12個用意した。

アンケートは修了者7名中5名からの回答を得ることができた。その結果、1. の学びたい授業を全て履修したらという理由が1名、2. の前期オリエンテーションで聞いたからという理由が2名、5. のデータサイエンスに興味があったが4名、6. の就職活動に利用したいが3名、8. の社会に出て役に立つが3名、9. のゼミの先生から指導を受けたが2名いた。その中で一番のきっかけについては5. のデータサイエンスに興味があったが3名、1. の学びたい授業を履修したらと、6. の就職活動に利用したいがそれぞれ1名ずつであった。このアンケート結果より、2021年度前期でリテラシーレベルを修了した学生の多くは元々データサイエンスに興味があった学生が多いため、学びたいデータサイエンスに関連した科目を履修した結果、リテラシーレベルの科目の多くを履修していたのであろう。そして、5名中2名が前期オリエンテーションでの案内がきっかけとなったと回答していることより、プログラム

の宣伝によって、不足していた残り数科目を履修するという形で履修登録行動に影響を与えたと考えられる。

また、応用基礎レベルについても修得しようと考えているかを回答してもらった結果、全員が修得したいと回答していた。その理由についての回答では、3名の学生が大学院の進学や就職など将来に役に立つと考えているという内容の記述をしていた。このことから、リテラシーレベルを修了した学生は単にデータサイエンスについての学習をしたいというよりもむしろ自分自身の将来のために学習をしたいというモチベーションの学生が多い。ただし、今回修了した7名に関しては、入学時よりKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの科目の多くを履修していた学生であるため、自分自身の為に履修していたごく一部のモチベーションの高い学生だけがピックアップされている可能性もある。しかし、アンケート結果を踏まえ、今後の本プログラムの広報の際には将来どのように活用される可能性があるのか等を織り交ぜると履修者が増えると考えられる。

情報数学Ⅰの履修者に対する履修のきっかけについてのアンケートについては、88名中80名からの回答を得た。履修登録者の内訳は経営情報学科37名、情報ネットワーク学科51名で、4年生18名、3年生11名、2年生8名、1年生51名であった。つまり、70名の学生が本教育プログラムの対象となっている学年となる。履修のきっかけについては積極的な理由や消極的な理由を含めて9つの選択肢とその他として自由記述欄を設けた。その結果、一番回答者が多かった選択肢は「単位が必要」で46名（57.5%）、次に「数学が好き」38名（47.5%）、3番目に「数理・データサイエンス・AI教育プログラムの応用基礎レベルを狙っている」が23名（28.7%）であった。さらにその中で一番のきっかけを選択させた結果、上位3つの順番や内容は変わらず、それぞれ32.5%、27.5%、10%という結果であった。したがって、本教育プログラムの提示によって1割から3割程度の学生が積極的に情報数学Ⅰの科目を履修したという結果を得た。

5. まとめ

本論文では、九州情報大学のデータサイエンス教育の現状の把握と、このような教育プログラムの提示によって学生の履修登録行動に与えた影響を分析することを目的とし、KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの周知前後の履修登録者数の比較および、履修者アンケートやKIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）修了者アンケートの分析を行った。その結果、まず、KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムはリテラシーレベル、応用基礎レベルともに、数理・データサイエンス教育コンソーシアムが公開しているモデルカリキュラムを網羅していることが分かった。そして、KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムの周知によって、リテラシーレベル科目の履修登録者数は情報ネットワーク学科の学生において増加した。応用基礎レベル科目においても情報ネットワーク学科の学生においては微増しており、応用基礎レベルの科目である情報数学Ⅰの履修理由において20名前後の学生は本教育プログラムの提示から履修行動に影響を受けたことが分かった。また、KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）の修了者の多くは将来の為に本教育プログラムを履修しており、今後の広報活動の際には就職後の仕事など将来にどのように活用可能なのかを具体的に示すことが重要である。

KIIS数理・データサイエンス・AI教育プログラムをより多くの学生に修得してもらうためには、今後2つの取り組みが必要であると考えられる。1つ目は、本教育プログラムを修了した学生の多くは自分の将来につながると意識している学生であることより、将来の事を中心に教育プログラムの広報を行う事が大事である。そして2つ目には、経営情報学科の学生にはあまり本教育プログラムによる履修登録行動に変化がない事より、経営情報学科の学生にとって魅力のある広報が必要となる。その為には経営情報学科の学生がどのように履修登録科目を選択しているかなど、KIIS数理・

データサイエンス・AI教育プログラムだけでなく視点からの調査も必要である。

参考文献

- 1) 「AI戦略2019～人・産業・地域・政府すべてにAI～」統合イノベーション戦略推進会議決定、2019年。
- 2) 「AI戦略2021～人・産業・地域・政府すべてにAI～（「AI戦略2019」フォローアップ）」統合イノベーション戦略推進会議決定、2021年。
- 3) 松井秀俊「滋賀大学におけるデータサイエンス教育の展開」第11回横幹連合カンファレンス、A-1-1、2020年。
- 4) 木村友久「文系学生を対象としたデータサイエンス教育を考える2020年度帝京大学FDセミナー報告」『共通教育センター論集』12、85-119、2021年。
- 5) 松尾由美、玉田和恵「文系・私立大学におけるデータサイエンス教育の課題」『江戸川大学紀要』31、249-255、2021年。
- 6) 小泉和之「横浜市立大学でのデータサイエンス教育の現状と課題」第11回横幹連合カンファレンス、A-1-4、2020年。
- 7) 竹村彰通、姫野哲人、高田聖治他『データサイエンス入門』学術図書出版社、2019年。
- 8) 「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度（リテラシーレベル）」
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suri_datascience_ai/00002.htm、文部科学省(参照 2021-11-14)。
- 9) 「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）モデルカリキュラム～データ思考の涵養～」数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム、2020年。
- 10) 「数理・データサイエンス・AI教育プログラム支援サイト」
https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/MDASH/mdashsupport.html、経済産業省(参照 2021-11-14)。
- 11) 「数理・データサイエンス・AI教育プログラムサポーター」
https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/MDASH/mdashsupporters.html、経済産業省(参照 2021-11-14)。
- 12) 「令和3年度『数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）』の認定・選定結果について」
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suri_datascience_ai/1413155_00011.htm、文部科学省(参照 2021-11-14)。
- 13) 「数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）モデルカリキュラム～AI×データ活用の実践～」数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム、2021年。