

Contextual Inquiry 法を用いた学習への動機づけ要因抽出 Extracting Student Motivation Factors in Education with Contextual Inquiry

高橋 渉[§]
Wataru Takahashi

小山 昂紘[‡]
Takahiro Koyama

原田 史子[†]
Fumiko Harada

島川 博光[†]
Hiromitsu Shimakawae

1. はじめに

教育では、学生ごとに要望、意欲や能力といった特性の違いがある。学生が学習に動機づけられる要因も異なる。文献 [1] は、学生は学ぼうという意欲があり、それが自分にとって必要だと思ってはじめて、有効な学習方略を用いると述べている。したがって、学生の動機づけを高めることが重要であるといえる。しかし多くの講義では、学生の動機づけ要因に関係なく全員にひとつのカリキュラムに沿った指導をしている。その結果、全学生を動機づけられず、学生の能力の向上を妨げてしまう。学生の動機づけ要因を調査し、それに応じた指導を考案する必要はある。

本論文では、個々の学生の動機づけ要因を抽出する手法を提案する。本手法で抽出した学生の動機づけ要因を用いることによりカリキュラムの改善ができる。

2. 教育における学生の動機づけ要因の違い

2.1 学生の動機づけ要因に応じた指導の重要性

文献 [2] は、問題とされている学生の学力低下を改善するには、学生の学習意欲つまり動機づけが重要な役割を果たしていると述べている。

学生のやる気を引き出す効率の良い指導法を考案するには、教員は個々の学生が動機づけられる要因を把握する必要がある。現在の指導法は、多様な学生の動機づけ要因を考慮していないため、一部の学生のやる気しか促せていない。ひとつのカリキュラムに多くの学生が動機づけられる要因が含まれる指導法を考案しなければならない。学生の特性に応じた指導を実現するには、学生がいかなる時にプログラミングに対して動機づけられるか、個人別に調べる必要がある。

2.2 動機づけ要因

MSLQ[3] はどういった場合にやる気が上がるかを示す動機づけ要因を定義している。4 つの代表的な動機づけ要因を説明する。

Intrinsic goal orientation は授業の目的に対して、学生が持っている内的な動機づけ要因のことである。たとえば、向上心がある、好奇心旺盛である、できる限り目的を達成させようとするといったことが挙げられる。一方、Extrinsic goal orientation は外的な動機づけ要因のことである。たとえば、良い成績が取りたい、ほかの学生に勝ちたいといったことが挙げられる。Task value は、学んでいる分野に対して興味がある、学んでいる分野が大切だと認識しているといった今学んでいる対象自体が動機づけ要因になるものである。MSLQ は学生が獲得すべき自己管理能力についても述べている。Help seeking

はそのひとつである。その能力として、わからないことが生じたときに他の人に助けを求めることができるか、または助けを求める人がいるか、わからないことを解決する方法を知っているかといったことが挙げられる。この能力をもつ学生は困難に遭遇しても、この能力により困難を克服できる。

2.3 Contextual Inquiry 法

学生の動機づけ要因を把握するには、学生がプログラミング演習に対する意見や要望を正確にきめ細かく知る必要がある。既存研究では、学生の特性を把握する方法として選択式アンケート方式、自由記述方式が挙げられる。しかし、選択式アンケート方式では、質問の内容が出題者によって固定されているため質問以外の内容について解答が得られない。自由記述方式では、学生の自由な意見を得ることは可能だが、大まかな内容しか得られない。これらの手法では得られる情報が限定される、もしくは得たい情報の表面しか知ることができない。

質問の内容が固定でなく、自由な意見を大まかではなく正確に得る方法として Contextual Inquiry 法 [4] がある。Contextual Inquiry 法とは、ユーザの行動とサービスやシステムの利用状況から、潜在的な問題点やニーズを把握する手法である。まずユーザに普段の行動をとってもらい、インタビュアーがユーザにその行動をとった理由を質問する。それによりユーザに内在している思考などを把握することができる。Contextual Inquiry 法を用いて、講義を受講している学生の要望、不満、意欲を示した文書が得られれば、これを分析することにより、学生の動機づけ要因が判明する。

教育において、多くの学生の特性を把握するには以下の二点が重要である。第一に多くの学生のデータを集める必要がある。そのため、Contextual Inquiry 法をそのまま講義に対して使うと、学生全員のインタビュー結果を教員が分析する必要があり、教員の負荷が増してしまう。第二に改善に有効な情報を収集する必要がある。そのため、授業改善に有効な情報を含む可能性のあるレポートを自動的に選別し、教員が分析すべきレポート数を減らす手段が必要である。また、特定の動機づけ要因をもつ学生の要求だけを抽出し、教員が動機づけ要因にあった指導法を考案することを支援することも重要である。

3. レポート解析による動機づけ要因抽出

3.1 手法の概要

本論文では、学生のレポートをもとに学生を動機づけられる要因を判断し、MSLQ にもとづいて特定の動機づけ要因に関心をもつ学生を抽出する手法を提案する。本手法により、特定の動機づけ要因に関心の高い学生のレポートだけを指導者が読むことを可能にし、指導者の負担を減らすことができる。その方法として、図 1 に示す手順を踏む。はじめに、Contextual Inquiry 法にもとづいて

[§]立命館大学大学院情報理工学研究所

[†]立命館大学情報理工学部

[‡]立命館大学大学院理工学研究所

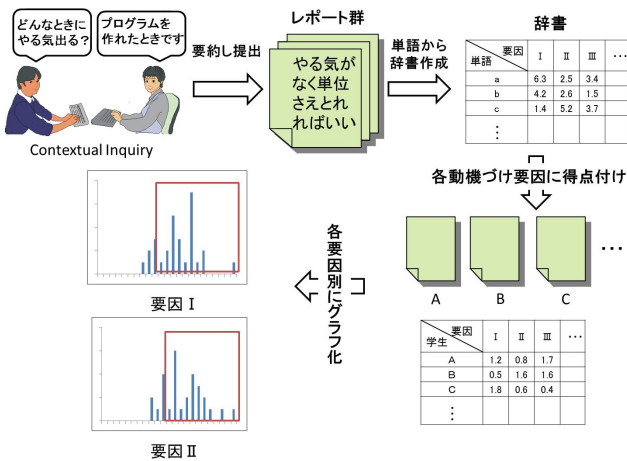


図 1: 本手法の全体的な流れ

学生同士にインタビューさせる。インタビュアーはその結果を要約したレポートを提出する。次にレポートを形態素解析し、学生が使っている単語を調べる。そして、単語ごとに重要度を TF/IDF 法 [5] を用いて計算し、単語と数値の組み合わせの集合を辞書と定義する。

新たに得られたレポートを定義済の辞書を使って次のように解析する。まず新たなレポートから、学生が使っている単語を抽出する。次にその学生が使っている単語について辞書に登録された TF/IDF 値を用い、動機づけ要因の強さを数値化する。最後に各動機づけ要因に対してヒストグラムを作成し、ヒストグラム上の下位に位置する学生をその動機づけ要因を持っていない学生と判断する。これらの解析により、学生の動機づけ要因を把握する。

3.2 レポートの取得

学生からプログラミング演習における潜在的な問題点やニーズを取得するために、学生同士でプログラミング演習について Contextual Inquiry 法にもとづきインタビューさせる。インタビュアーがインタビュー内容を要約したシナリオ形式でレポートとして提出する。学生同士でインタビューすることで、本来の Contextual Inquiry 法では不可能だった多くの学生のデータを取得できる。

多くの学生は演習の意義を理解していない。そのため多くの努力を要する講義を受講中の学生にインタビューを実施すると、不平・不満を述べる学生が多くなる。不平・不満の感情は、学生の学習に対する要求がインタビューに現れることを妨げてしまう。よって、学生の動機づけ要因をうまく抽出できない。一方で、演習が終わってから多くの時間が経過した学生は要求を忘れていた可能性がある。理性的なインタビューを実施するため、インタビューは講義を受講し終えた直後の学生を対象とする。

3.3 TF/IDF 法による単語の重みづけ

インタビューの対象者である学生は、いくつかの動機づけ要因を持っている。特定の動機づけ要因に対して強い関心がある学生は、その動機づけ要因に関係する単語を頻繁に使用すると考えられる。本研究では、特定の動機づけ要因に強い関心がある学生のレポートを多数集める。集めたレポートから単語を抽出し、単語ごとに各動機づけ要因における関連性を重みとして決定する。

ある学生が特定の動機づけ要因に対してのみ強い関心

があり、他の学生は関心がないのであればこの学生へのインタビューを記録したレポートには、その動機づけ要因に関連した単語が多く用いられ、かつ、その単語は他の学生へのインタビューを記録したレポートには現れないと考えられる。よって、重みを決定するときには、TF/IDF 法を用いる。TF/IDF 値は単語の出現頻度とその単語が特定の文書にのみ現れる度合いの積で計算される。あるレポートにおける総単語数を N 、その文書内に単語 w が n 回出現したとき、この単語の出現頻度 tf は

$$tf = n/N \quad (1)$$

で表される。また、得られたレポート総数が R のときに、そのうち r 個のレポートに単語 w が出現したとき、単語 w が特定のレポートに現れる度合い idf は

$$idf = \log_2 \frac{R}{r} \quad (2)$$

で計算される。単語 w が少数のレポートに現れるとき、 idf は大きくなる。単語 w の TF/IDF 値を f とすると、

$$f = tf \cdot idf \quad (3)$$

と表現される。よって f は、あるレポート内に単語 w が多く出現し、かつ w が出現するレポートが全体の中で少ないときに大きな値をとる。各単語が持つ TF/IDF 値を、その単語のその動機づけ要因に対する重みとする。

さまざまな動機づけ要因に対し、各単語の重みづけを計算する。動機づけ要因 m_i に対する単語 w_t の重みづけを f_t^i とすると、 n 個の動機づけ要因に対して組

$$(w_t, f_t^1, f_t^2, \dots, f_t^n)$$

ができる。この組は各単語の、すべての動機づけ要因に対する重みを表している。この組を単語ごとにつくり、その集合を本研究で使用する辞書と考える。単語 w_t の動機づけ要因 m_i に対する重みづけを f_t^i が大きな値をもつならば、この単語 w_t を使う学生は動機づけ要因 m_i に対し強い関心をもつことを意味する。

3.4 学生が関心をもつ動機づけ要因の抽出

特定の動機づけ要因に対して関心が高い学生が事前に判明していれば、その動機づけ要因に関係する指導方法を検討するうえで、指導者はその学生が記述したレポートに注力することができる。本節では、それぞれの動機づけ要因に高い関心をもつ学生を抽出する方法を説明する。動機づけ要因に対する関心度の抽出の流れを図 2 で示す。作成した辞書から、各学生のレポート内に出現した単語を抽出し、抽出した単語と作成した辞書から単語の動機づけ要因ごとの重みを検索し、その重みを動機づけ要因ごとに総計する。レポートには長さによらず長さが異なる単語が長くとり出される。長いレポートは単語を多く含み、単語の重みの総和値が大きくなる。レポートの長さによらず、関心度を公正に評価するため、総和値を総和値の算出に使った単語の出現数の総和で割る。すなわち関心度は、辞書に登録された単語の出現 1 回あたりの重みの平均値となる。対象となるレポート内の単語の総数を n とすると、学生の各動機づけ要因の関心度 $v(m_i)$ は数式 4 となる。

$$v(m_i) = \frac{\sum_{t=0}^n f_t^i}{n} \quad (4)$$

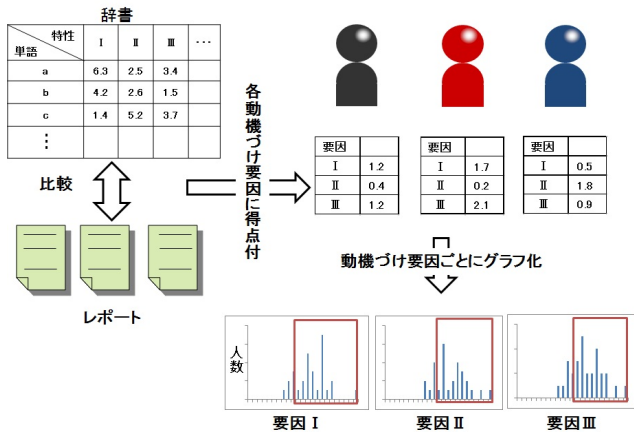


図 2: 動機づけ要因の関心度抽出

以上の手順で学生の各動機づけ要因に対する関心度を得点付けする。次に、各学生の関心度を動機づけ要因ごとに集計してヒストグラムを作成し、ヒストグラム上の上位の学生を抜き出す。それら学生はレポート中にその動機づけ要因に関与する単語を頻繁に使用すると考えられるため、その動機づけ要因に関心があると判断する。

本手法では、上位の学生を抜き出す方法により、性能が左右される。一般に多くの学生は、複数の動機づけ要因に関心をもっている可能性がある。関心度が特に強い学生のレポートだけを参考にして指導者が教育の方針を考えるのは好ましくない。このため、ある程度低い閾値を設定して、指導者の負担を過度に増やさない程度に、関心度の非常に低い学生だけを除外する必要がある。また、特定の動機づけ要因にのみ、大きな関心を持つ学生がいる場合、平均値が高くなってしまふ。このため、閾値を平均値をつかって決定することは避けるべきである。以上を考慮して、本研究では、第一四分位点を閾値とし、下位 25% に位置する学生の関心度以下の学生を、その動機づけ要因に対して関心が低いとみなし、上位 75% の学生を高い関心をもつものとみなす。

4. 動機づけ要因への関心度抽出の実例

4.1 インタビューによるレポートの取得

本手法を用いてプログラミング演習について学生の動機づけ要因を抽出する実験をした。本実験では 74 人の学生を対象とした。学生には Contextual Inquiry 法を事前に教えてある。本実験で取得したレポートの平均の単語数は 574 語、レポート内の単語数の分散は 163472 となった。この分散値から学生のレポートの長さには、大きくばらつきがあると考えられる。本実験では、プログラミング演習を終えた学生を対象とし、プログラミング演習の際どのような時にやる気がでたかという題目でレポートを課した。レポートの作成にあたり、学生 2 人を 1 組として互いにインタビューする形式をとった。インタビュー内容をまとめたレポートを各人ひとつ提出した。

4.2 レポートの解析による辞書作成

学生のレポートを、辞書作成用と解析用に 7:3 の割合で分けた。そして辞書作成用の学生のレポートを MSLQ に基づき、動機づけ要因に関心のあるレポートを抜きだし、各動機づけ要因に関心のある学生を集めてひとつのグループとした。本実験では、MSLQ において定義されて

いる 4 つの動機づけ要因について関係する記述をレポートが含んでいるとき、その動機づけ要因があると判断する。これにより、レポートの 4 つのグループができる。ここで、ひとつのレポートは複数のグループに属してもよい。次に、各グループ内のレポートを解析し、単語を抽出した。抽出した単語ごとに TF/IDF 値を計算し、計算から導出した値をその動機づけ要因における単語の重みとした。単語との組の集合を辞書として作成した。本実験では、辞書に 1881 語の単語が抽出された。

4.3 辞書を用いた学生の関心度抽出

学生のレポートについて、そのレポートに現れる単語の各動機づけ要因の重みから学生の関心度を定量的に判定した結果と、レポートの読者が判断して学生の各動機づけ要因への関心の有無を判断した結果を比較した。

作成した辞書を使い解析用のレポートから 4 つの動機づけ要因に対する関心度を算出した。解析では学生のレポートから単語を抽出し、出現した単語の辞書に登録されている各動機づけ要因における重みを足し、最後に足した回数で割る。この値を、そのレポートのインタビューの対象者の、各動機づけ要因に対する関心度とした。

学生の動機づけ要因に対する関心度を動機づけ要因ごとに集め、ヒストグラムを作成した。作成したヒストグラムの上位 75% を抽出し、指導者がレポートを読み学生を分類した結果と比較した。指導者が分類した学生がヒストグラムの上位 75% に含まれる割合を再現率として数値化した。

5. 評価

5.1 実験結果

MLSQ で挙げられている項目のうち Intrinsic goal orientation, Extrinsic goal orientation, Task value, Help seeking について評価した。そのうち Intrinsic について実験で得られたヒストグラムを図 3 に示す。

ヒストグラムの横軸が学生の各動機づけ要因に対する関心度、縦軸が人数である。ヒストグラムは学生の各動機づけに対する関心度の分布を示している。intrinsic に関して、レポートの読者がこの動機づけの関心度が高いと判断した学生の人数は 8 名であった。そのうち 7 名の学生がヒストグラムの上位 75% 以上に位置していた。本手

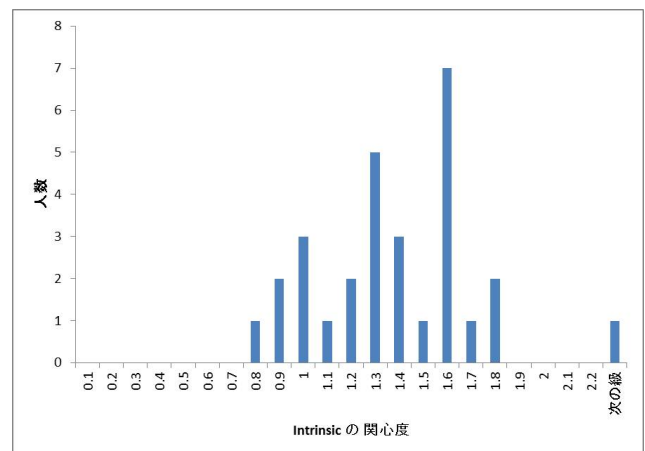


図 3: intrinsic の関心度

表 1: 各動機づけ要因の再現率

	intrinsic	extrinsic	task value	help seeking
再現率	87.50%	71.43%	55.56%	91.70%

法で関心度が高いと判断した学生は、関心度の値が 1.4, 1.6 に多く分布していた。レポートの読者が関心度が高いと判断した学生は関心度が 1 であった。extrinsic に関して、レポートの読者がこの動機づけの関心度が高いと判断した学生の人数は 7 名であった。そのうち 5 名の学生のヒストグラムの上位 75% 以上に位置していた。本手法で関心度が高いと判断した学生は、関心度の値が 1.6, 1.7 と高い位置に分布していた。その反面、上位 75% 以上に位置しなかった学生は、関心度の値が 0.9, 1.0 と低い位置に分布していた。task value に関して、レポートの読者が関心度が高いと判断した学生が 9 名であった。そのうち 5 名が上位 75% に位置していた。9 名のうち 2 名は関心度が高かったが、残りの 7 名本手法で決めた閾値付近に分布していた。help seeking はレポートの読者が関心度が高いと判断した学生は 12 名でそのうち 11 名が本手法で関心度が高いと判断された。ひとりのレポートの読者が判断して、各動機づけ要因に対する関心度が高いとしたなるであろうと思われる学生がヒストグラム上の上位 75% に入っているか調べた。関心度が高くなるであろうと思われる学生が、本手法により作成されたヒストグラムの上位 75% に入っている割合を計算し、再現率とした。その結果を表 5.1 に示す。task value 以外の動機づけ要因に対しては 70% 以上の再現率が得られた。intrinsic, extrinsic, help seeking の 3 種類の動機づけ要因に対しては、教員が各動機づけ要因に対して関心度が高いと判定した学生は、本手法で抽出することが可能であるといえる。そのため、本手法を用い教員に対して各動機づけ要因に対して関心の高い学生のレポートを推薦することにより、教員が学生のレポートを読む数を減らすことができる。その結果、教員の負担を減らすことが可能であると考えられる。

5.2 考察

本手法では学生の動機づけ要因に対して関心度の高い学生を抽出することはできたが、学生の関心度の正負までは判定できなかった。そのため、教員は学生のレポートを読んで学生の関心度の正負を判定しなければならない。しかし、本手法を用いることにより、教員が手動で学生のレポートを読んで動機づけ要因の正負を判断するさいに、読むべきレポートを限定できることがわかった。このことから、教員が授業改善に有効な情報を含む可能性のあるレポートを選別する支援ができる。

レポートの読者による判断と異なる結果を本手法が出力していた場合を調べてみると、提出されたレポートが極端に長い場合と極端に短い場合であった。

本手法では、動機づけ要因に対する学生の関心度を、辞書に登録された単語の出現 1 回あたりの重みの平均として算出している。レポートが極端に長いものについては動機づけ要因に対する重みづけが小さい単語も多くレポート中に出現する。これらの単語をすべて計算に使用してしまうため、平均値は小さな値となることがある。このため、本来は関心が高い動機づけ要因に対して、長

いレポートを書いた学生は多数の動機づけ要因に関心がないと判定されてしまう可能性がある。この問題は、動機づけ要因に対する重みづけが小さい単語を関心度の計算から省くことで回避できると考えられる。レポートが極端に短い場合、意味ある、十分な記述がないので、動機づけ要因に対する関心度を計算することはそもそも不可能である。このようなレポートは人手でも判定不可能であるので、本手法の対象外と考えることとする。

別の問題として、学生が書いたレポートをもとに辞書を作成したため、ある学生が辞書作成のために使ったレポートとは違った単語を使っている場合は正確に学生の動機づけ要因を把握できなかった。これは、辞書を作成するために使う学生のレポートの数を増やし、辞書を充実させることで解決できると考えられる。

6. おわりに

本論文では、Contextual Inquiry にもとづいた学生のレポートを解析し、学生の動機づけ要因の関心度を測る手法を提案した。学生のレポートから単語に対して重みづけをし、学生の使った単語から動機づけ要因に対する関心度を抽出した。学生の各動機づけ要因の関心度を抽出することで、教員が学生の動機づけ要因を把握するさいに、読むべきレポートの数を減らすことができる。

提案手法の有用性を評価するために、本手法を用いて動機づけ要因に対する関心度が高い学生を抽出した結果と、実際に教員が学生の動機づけ要因に対する関心度が高い学生を抽出した結果を比較した。比較の結果、intrinsic, extrinsic, help seeking の 3 つの動機づけ要因について高い再現率を出すことができた。これにより、本手法を用いることにより、各動機づけ要因に対する関心度の高い学生を抽出できたといえる。

今後の課題として、各動機づけ要因に対して重要な単語の絞り込み、学生のレポートの長さによる関心度のばらつきへの低減が挙げられる。

参考文献

- [1] 森 陽子:努力観, 自己効力感, 内発的価値及び自己制御学習方略に対する有効性とコストの認知が自己制御学習方略の使用に及ぼす影響, 日本教育工学論文誌, 28(2), 109-118, 2004
- [2] 石井 秀宗, 椎名 久美子, 前田 忠彦, 柳井 晴夫: 大学教員における学生の学力低下意識に影響する諸要因についての検討, 行動計量学, 第 34 巻 1 号, 67-77, 2007
- [3] Paul R. Pintrich, David A. F. Smith, Teresa Garcia, Wilbert J. McKeachie: A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), Technical Report No.91-B-004, The University of Michigan, 1991
- [4] Hugh Beyer, Karen Holtzblatt: Contextual Design, Morgan Kaufmann, 1998
- [5] Jiawei Han, Micheline Kamber: Data Mining, Morgan Kaufmann, 2006