

学生レポートの教育評価支援ツールによる表データの解析

松本みどり^{†1} 山口俊夫^{†1} 辻野賢治^{†1} 松本憲幸^{†2} 木下順二^{†1}

電子化された学生レポートを教員が従来のように添削・評価する前に、コンピュータで処理することで、教員による教育評価を支援するというツールを研究開発している。ツールの一つとして、レポート中の表からデータを抜き出して解析するソフトウェアを作成したので、医学部一年生の物理実験レポートで試した。それによって、記入ミスや計算間違い、不正確な有効数字の発見の他、クラス全体の実験結果の傾向を容易に分析できることが確認できた。また、その分析の流れの中で、文字データから数値データへの変換処理を行ったところ、学生が数値データをどのように入力しているのかわかってきた。

Analysis of Tables by Grading Support System of Reports

MIDORI MATSUMOTO^{†1} TOSHIO YAMAGUCHI^{†1}
KENJI TSUJINO^{†1} NORIYOSHI MATSUMOTO^{†2} JUNJI KINOSHITA^{†1}

We study the tool for grading support of reports by a computer before teachers correct and grade reports as usual. In the study we developed a system which analyses data from tables in the reports, and used it for analysis of physics experiment report of first year students in the medical department. By the tool, mistakes of input, calculation and significant figure were found, and the tendency of experiment data in the class were analyzed easily. And in the analysis it is found how students input the numerical value.

1. はじめに

近年の大学生のレポートはワープロソフトなどを利用した電子化が進み、提出や添削処理などは、ネットワークを使って迅速にできるような研究が進められている[1-3]。一方、教員による内容の評価は、一部自動化の試みも行われているようだが[4]、多くの場合、大量のレポートをそのまま教員が読み、気になるところをチェックしていくというアナログ的で骨の折れる作業をしなければならない。

そこで、こうした作業の前に身近なパソコンを使ってレポート評価のための前処理を行い、教員の負担を軽くすると同時に大量のレポート情報に多様な評価の視点を与えることが本ツールの目標である。大学生のレポートの構成要素は主に文章であるが、理科系の実験レポートなどの場合は図や表も重要な要素である。そこで、文章、表、図それ

ぞれについて解析していき、段階的にそれらの解析結果を融合できるようなシステム化を考えている。もちろん、最終的な評価はその講義を受け持っている教員に委ねられるべきだと思うが、以下のように電子化された利点を用いて、評価の目的に合わせた多くの視点をあらかじめ用意しておくことで、教員にしかできない作業に注力して、評価の質を高められると考えている。

(1) 文章

レポートの中心は文章であるから、その内容を解析して学生が理解しているのかどうかを評価したいというのが最終目的である。そのためにはテキストマイニングの手法[5]を取り入れたいと思っているが、その第一段階として、同じ主旨の大量の文章に対する形態素解析を利用し、文章の類似性の検出を行うことにした。近年この分野の研究が進み、様々な方法が試されており[6]、すでに製品化された段階にある[7]。本研究においては、類似性の検出にテキストマイニングの手法を取り入れて、最終目的の文章の傾向や内容解析に役立てることが目的である。この初期段階で検証可能な文章の類似性については、すでに東京女子医大医学部一年生の物理実験レポートなどを使って解析を行い、その結果は報告済み[8]である。

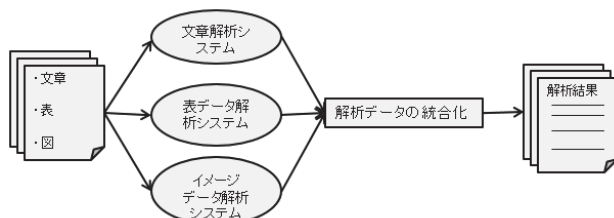


図 1 学生レポートの教育評価支援ツールの構成

^{†1} 東京女子医大物理学
Tokyo Women's Medical University

^{†2} (株)MeraMoJi
MetaMoJi Corporation.

(2) 表データ

理科系の実験レポートでは測定データを表で示すことが多い。個々のレポートから特定の表データを取り出し、解析することは記入ミスや計算間違い、不正確な有効数字の発見の他、クラス全体の実験結果の傾向を見る上でも役立つ。また、その過程で学生が数値データをどのように入力しているのかわかってきた。本稿では表データ解析システムの概要と、それを用いて本学の医学部一年生の物理実験レポートを解析した結果を報告する。

(3) イメージデータ

近年科学界を騒がしているコピー問題では、文章だけでなく、イメージデータの使い回しがある。学生のレポートを見ても同じような図が張り付けてあるのを見かける。図は目立つので、ひとつずつ見れば判定できそうであるが、大量のレポートを処理しているときはやはり難しいだろう。そこで、イメージの類似性についての研究[9][10]も進んでいるようなので、今後、文書と同じようにイメージについても判定するようなシステムを付け加えたいと考えている。

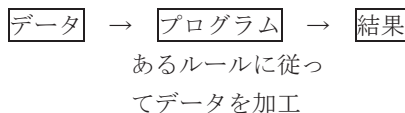
以下、2章で教育評価支援ツールの表データ解析システムの概要を述べる。3章で実際に解析した結果を述べ、4章ではまとめと今後の展望を述べる。

2. 教育評価支援ツール

2.1 記号処理エンジン

文章、表データ、イメージと様々な要素を解析対象にする上、専門分野やテーマによる評価基準の違いもある。これをひとつのハードコードされたアルゴリズムで処理する通常のプログラムで実装すると個別の調整や改良が難しい。そこで、ルールを外部から与えられる記号処理エンジン（株）MetaMoJi の LX）を使うことを考えた。これは一階述語型論理言語で自然言語や XML を含む記号情報処理が可能であり、必要に応じてルールを容易に追加、変更ができるという特色がある（図 2 参照）。

通常のプログラム



LX プログラム

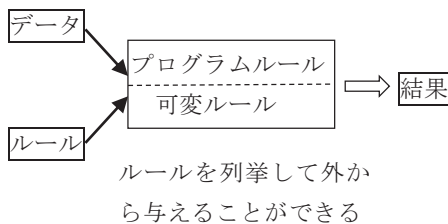


図 2 記号処理エンジン LX

例えば、文章の解析には、形態素解析や専門分野ごとの辞書といったツールがあるが、解析状況に応じて新たなツールを付け加えて自由に進化させることができる。

2.2 レポートフォーマット

このシステムで処理するレポートは市販のワープロソフトで作成した Office Open XML(docx)ファイルであり、教員の指定したフォーマットに基づくものとした。フォーマットは教員が自由に作ったものでよいが、個々の学生が自由に書いてしまうとあまりに自由度がありすぎて、プログラムが不必要に煩雑になりすぎるからである。また、低学年の学生にはレポートの書き方を学ばせるためにも一定のフォーマットがあった方がよいと思われる。

図 3 は本学医学部一年生の物理実験レポートのフォーマットの構成である。実験レポートは「1.目的」「2.方法」「3.結果」「4.考察」「5.参考文献」という項目から構成される。「3.結果」には測定値やそれをもとにした計算値を書き込むための表を用意している。表の数、行と列の数や項目は実験ごとに決めている。表というと表計算ソフトの表を文書ファイルに埋め込みたくなるが、ここではあえてワープロソフトの表機能を使うことにした。表計算ソフトの表は計算や有効数字、指数表示などを自動的にやってしまう。通常は便利な機能であるが、学生の教育という観点で考えると、自分で計算し、有効数字を考える訓練をするべきだからである。

図 3 物理実験レポートのフォーマット

2.3 表データの解析システム

レポートに含まれる表を解析する流れは図 4 に示したとおりである。

①同一フォルダーの下には同一テーマで同一フォーマット

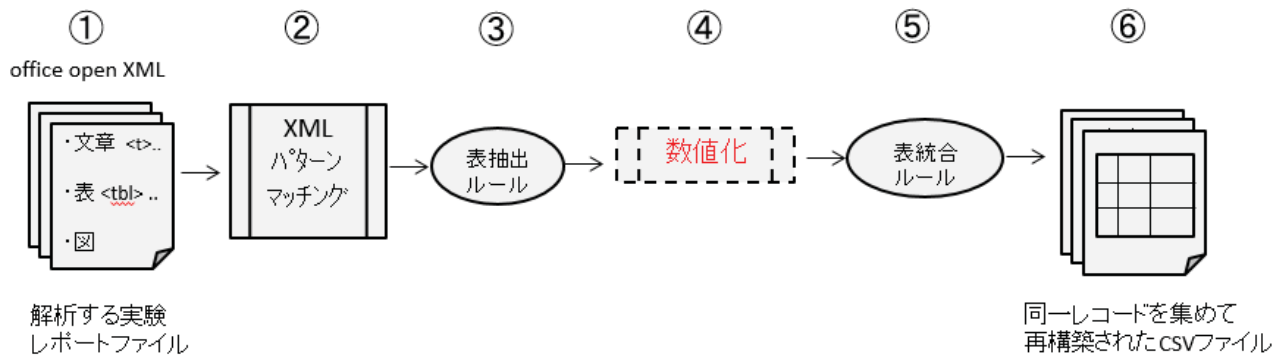


図 4 レポートに含まれる表を解析する流れ

の解析すべきレポートファイルをすべて置く。

- ②各ファイルには文章や表が混在しているが, XML パターンマッチングによって取捨選択ができる。
- ③すべてのレポートに同じ形式の表が同じ順番に含まれているので, それを順番に抽出して番号付けし, 別々の CSV テキストにする。
- ④ここで, 文字列として表現された数値表現を浮動小数点化する。この処理の後, 表計算ソフトで再計算したり, 統計処理をしたり, 各教員が独自の解析をできるようにするためである。この数値化については, 学生の数値の入力方法という, 当初考慮していなかった煩雑さがあることがわかったので, 3.2 で詳しく述べる。
- ⑤数値化したデータはそれぞれの表の同一行ごと(同じ項目のデータごと)に集められた別ファイル⑥となるよう再構成して, 表計算ソフトで扱えるように CSV ファイルにした。

3. 実際のレポートの解析

2 章で述べたツールを使って, 本校の医学部一年生の物理実験レポートの実験データ (H25, 26 年度版) を解析した結果を例として挙げる。このレポートのテーマとなる実験の題目は「電気で測る」で, 目的は人体のインピーダンスを測定することを通して体脂肪計の原理について学ばせることである。H25 年度は 115, 26 年度は 114 のレポートが提出された。まず, 抽出された表データの比較を行った結果を述べる。そして, データを吟味するため文字データから数値データに変換していたときに, 学生は教員が思っていたよりもはるかに様々な方法で入力していることがわかった。

3.1 データの比較

個々の学生レポートに表 1 のような表があった場合, 本稿のツールを使うと表 2 のような再構成された一覧ができる。表 1 の 1 行目のレコードにある「被測定者 A, 被測定者 B」

は表 2 の 1 行目に入る。

表 1 実験データの表の例

001physics2.docx からの表

	被測定者 A	被測定者 B
両腕を円柱と見なしたときの円柱の長さ。 l (m)	0.96	1.20
両腕を円柱と見なしたときの円柱の断面積。 S (m ²)	2.88×10^{-3}	2.88×10^{-3}
人体のインピーダンス。 Z (Ω)	1000	1100
人体の交流の抵抗率。 $\rho = ZSI$ ($\Omega \cdot m$)	3.00	2.64

表 2 表に読み込んだ CSV ファイルの例

FileName		被測定者A	被測定者B
001physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	2.88×10^{-3}	2.88×10^{-3}
002physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0028	0.0028
003physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	$3.906 \times 10^{-3} m^2$	$3.226 \times 10^{-3} m^2$
004physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	3.906×10^{-3}	3.266×10^{-3}
005physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	4.209×10^{-3}	3.667×10^{-3}
006physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	4.209×10^{-3}	3.667×10^{-3}
007physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0043	0.0043
008physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.00429	0.00429
009physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0037	0.0033
010physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0037	0.0033

表 1 の 3 行目に当たるデータを全てのレポート分抽出したものが表 2 である。表 1 の色付きの部分抽出したものが, 表 2 の色付きの部分である。1 列目がレポート名であり, 誰のデータか識別できるようになっている。2 列目は表 1 の 1 列目にあるデータ項目名(項目名が長いので, 表 2 では少し短縮している)で, 3 列目以降は実際のデータである。このような表にすることによって以下の分析が容易にできる。

(1) 測定データの比較

ファイル名の番号 001 と 002, 003 と 004...は共同実験者である。表 2 を見ると, 共同実験者同士のデータを簡単

に比較することができる。このように本来同じデータでなければならないが、間違っただけで違う値を入力したものや逆に共同実験者でもないのにデータが一致しているもの、すなわち他人のデータをコピーしたと考えられるものなど、おかしなものを発見できる。もちろんこれまでは手作業でやっていたが、複数のレポートを同時に見なければならぬので、教員にとってかなりの負担であった。

(2) 計算間違いの発見

理系の実験では、測定データから計算をして最終的に結果となる値を求めることはよくある。解析例の物理実験でも最終的に電気抵抗率を求めるのであるが、以前はレポートを読みながらチェックをしていた。レポートフォーマットのところで述べたように、表の自動計算機能を持たないワープロソフトの表を使っているため、学生はひとつひとつ自力で計算しなければならない。これは教育的配慮から必要なことであるが、教員にとってはかなり負担である。本稿のツールを使えば表計算ソフトによって、表 3 のように簡単に正しい計算結果と学生の結果と比較して計算間違いを指摘することができる（色付きの部分）。なお、本稿の例で解析した交流抵抗率 ρ は

$$\rho = Z \cdot S / \ell$$

ℓ (m); 両腕を円柱と見なしたときの円柱の長さ

S (m²); 両腕を円柱と見なしたときの円柱の断面積

Z (Ω); 人体のインピーダンス

で表されるが、このような簡単な計算であるのに関わらず計算間違い率は H25 年度は 16%, H26 年度は 20% と結構多かった。

表 3 計算間違い

FileName	ℓ (m)	S (m ²)	Z (Ω)	$\rho = ZS / (\ell \cdot m)$ 学生の結果	$\rho = ZS / (\ell \cdot m)$ 正しい計算
001.physics2.docx	1.2	0.00288	1100	2.64	2.64
002.physics2.docx	1.2	0.00288	1100	2.64	2.57
003.physics2.docx	1.16	0.003226	900	2.53	2.50
004.physics2.docx	1.16	0.003266	900	2.534	2.53
005.physics2.docx	1	0.003667	800	2.93	2.93
006.physics2.docx	1	0.003667	800	2.93	2.93
007.physics2.docx	1.08	0.0043	800	3.19	3.19
008.physics2.docx	1.08	0.00429	800	3.177	3.18
009.physics2.docx	1	0.0033	900	2.97	2.97
010.physics2.docx	1	0.0033	900	2.97	2.97

(3) 個々のデータから全体の傾向へ

レポートを見るのは個々の学生の学習達成度を評価するためであるが、クラス全体を見渡して講義の難易度や課題が適切であったかなど、教育をする側の評価をするためでもある。理科系の実験は同じものを同じやりかたで測定することが多いので、クラス全体の測定データのばらつきを見ることで、測定の難易度がわかる。また、学生の実験結果全体をまとめることでわかってくこともある。今回の実験は各学生が個別に自分の体脂肪率と

自分の体の交流抵抗率とを求めているが、それらの間に相関があるかどうかは個々のデータだけではわからない。クラス全体のデータがあればある程度見えてくるので、これまでは実験終了後に学生からデータを入力してもらったが、教員が一つ一つのレポートを見ながらデータを取り出して集計してするしかなかったが、本システムを使えば、簡単に図 5 のようなグラフが描ける。これによると一定の相関がありそうだが、ばらつきが大きいことがわかった。体脂肪率は市販の測定器で測っているが、抵抗率は独自の回路で人体のインピーダンスを測定し、人体をモデル化した上で計算している。それを一致させるのは難しく、実験担当者の今後の課題である。

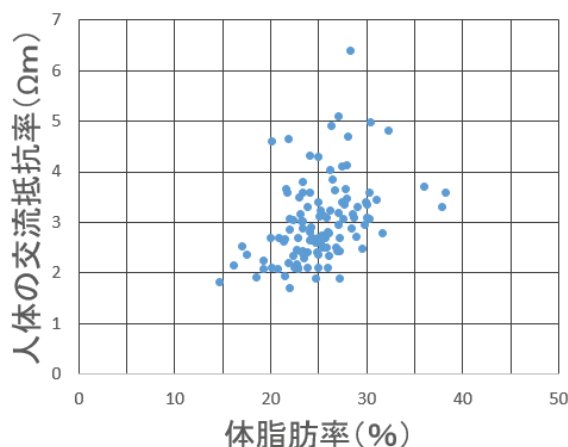


図 5 H25 年度体脂肪と人体の交流抵抗の関係

(4) 測定データの書き方のチェック

測定データを記入するときは必ず有効数字を考慮しなければならない。それは測定値には必ず不確かさが含まれるからであり、理科系の実験では最初に指導されことである。表 2 の測定値では「0.0028」と小数で書いたり、「 2.88×10^{-3} 」と指数で書いたりしている。共同実験者同士で数値が違うのも問題であるが、有効数字が 3 桁なら「 2.80×10^{-3} 」と書くべきである。その他、項目欄に単位が指定されているにも関わらず個々のデータに単位を付けるものもある。同じデータの一覧を作ることで、全員を俯瞰した評価が可能となり、書き方の指導に有効であると考えられる。

3.2 測定データの入力

前述したように、測定データは表に文字列として記入されているので、前節のように数値を比較するためには浮動小数点化する必要がある。レポートを見ると、一見、全角で書いてあるものと半角で書いてあるもの、指数表示をしてあるもの、「1230」や「0.123」のように整数や小数表示で書かれているものがあるくらいだと思っていたが、分析を進めていくと、「 1.23×10^{-4} 」のような指数表示をしてい

る場合には以下のように実に様々な方法で入力していることがわかった。

(1) 指数部に文字飾りの上付きを利用しているもの

これにもいくつか種類があり、「-4」のように両方も全角、または「-4」のように半角で入力しているものと「-4」のように全角と半角が入り乱れているものがあった。半角のマイナスは小さいので学生としては気がつかなかったのだろうが、かなりの手間であろう。

(2) 指数部に Unicode の指数文字を使っているもの

これは「まいなすよん」と入れて環境依存の候補を選択したのか、ワープロソフトの「挿入」「記号と特殊文字」メニューから選択したものと思われる。

(3) 数式入力をしているもの

これも二種類あって、「 1.23×10^{-4} 」全体を数式入力しているものと「 10^{-4} 」の部分のみ数式を使っているものがあった。

(4) その他

「 1.23×10^{-3} 」のような書き方や Unicode を入力してそれに上付きをかけているものもあった。

H25	
入力方法	割合
上付	0.271014
上付×上付	0.05942
上付×Unicode	0.013043
Unicode	0.078261
一部数式	0.221739
全部数式	0.052174
^表示	0.017391
小数表示	0.286957
合計	1

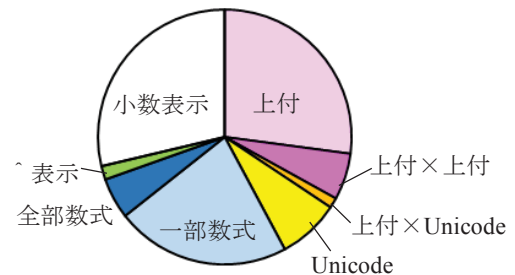


図 6 H25 年度の入力方法

FileName		被測定者A	被測定者B
001.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	2.88数式(×10 ⁻³)	2.88数式(×10 ⁻³)
002.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0028	0.0028
003.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	3.906×10 ⁻³ 上付(-3)	3.226×10 ⁻³ 上付(-3)
004.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	3.906×10 ⁻³ 上付(-3)	3.266×10 ⁻³ 上付(-3)
005.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	4.209×10 ⁻³ 上付(-3)	3.667×10 ⁻³ 上付(-3)
006.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	4.209×10U(-)U(3)	3.667×10U(-)U(3)
007.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0043	0.0043
008.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.00429	0.00429
009.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0037	0.0037
010.physics2.docx	円柱の断面積S(m ²)	0.0037	0.0037

表 4 学生の入力方法の例

表 4 は表 2 の数値データの入力方法を表したものである。このように学生の入力方法は教員が思っているよりも様々であることがわかった。そして、一部には非常に効率の悪い入力方法もある。有効数字を考慮していない小数表示が多いのは、そのことを反映しているのではないと思う。

以上より、数値化の処理は入力方法の判別が必須で、それに応じた処理が必要になった。判別の後、半角化、浮動小数点化という手順で処理を行うことにした。

一方、教育的な観点から考えるととても興味深い。普通にレポートを読んでいるだけでは決してわからなかったことであり、情報処理教育と自然科学系の教育との接点の部分ではないだろうか。そこで、学生の入力方法を年度別で比較してみたものが図 6, 7 である。

H25 年度では大きく分けて、上付き、数式、小数入力がそれぞれ 1/3 ずつ程度である。また、少数ではあるが、Unicode やその他の方法でも入力していることがわかる。

H26	
入力方法	割合
上付	0.49115
上付×上付	0.061947
上付×Unicode	0
Unicode	0.004425
一部数式	0.115044
全部数式	0.079646
^表示	0
小数表示	0.247788
合計	1

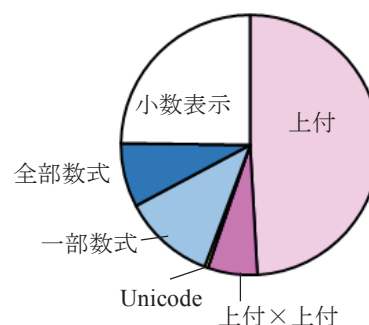


図 7 H26 年度の入力方法

一方、H26 年度では小数入力はほとんど同じであるが、半分以上が上付き入力、数式入力が少なくなり、Unicode やその他の方法はほとんど使われていない。わずか一年で

ずいぶん変化したことがわかった。これについて、医学部一年生の「情報処理・統計」の講義担当者に聞いたところ、両年度のワープロの使い方の講義で取り入れているのは、[ホーム]-[フォント]-[上付き][下付き][挿入]-[記号と特殊文字]-[数式]

ということであった。また、実技試験では両年度とも「数式の作成」を出題し、H25年度の正解者は76名、H26年度の正解者は53名ということであった。したがって、当然かもしれないが、「数式の作成」の成績がよいほど数式入力を使う割合が大きいということがわかった。

その他の理由は分かっていないが、今後両方の講義で連携していくことは有意義であると思う。

4. まとめと今後の展望

教員によるレポート評価の前処理として使えるようなレポート評価支援ツールの開発を目指している。本稿ではそのツールの構成要素の一つである表データ解析システムについて報告した。それを使って、医学部一年生の物理実験レポートの表データを抽出したところ、全てのレポートのデータとの比較から、記入ミス、計算間違いなどを簡単に発見することができた。また、個々の学生のデータを集計してクラス全体の傾向も知ることができた。そして、この解析システムによって、一見して視覚的な認識が難しい学生の数字の入力方法が分かり、情報処理教育とのつながりがもてた。

今後はより多くのレポートを解析して、役立てると同時にシステムの改良を図っていきたいと思う。また、レポート評価支援ツールとしてはテキストマイニングの手法を取り入れた文章解析や図の類似度などを判定するシステムの開発へも進めていきたい。

謝辞 本研究において、東京女子医大の「情報処理・統計」の講義についてご協力頂いた情報科学室の露木敏勝先生および化学教室の佐藤梓先生に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 坂東宏和, 大即洋子, 澤田伸一: 手書きとテキストによるレポート添削ツール, 情報処理学会研究報告, 2002-CE-66(2), pp.9-16 (2002).
- 2) 角世元, 李曉永, 出口博章, 太田剛, 酒井三四郎: オンラインレポート添削支援システムにおけるターンアラウンド時間の分析, 情報処理学会論文誌, 48(8), pp.2781-2790 (2007).
- 3) 奥田麻衣, 石田三樹, 平嶋宗, 越智泰樹, 隅谷孝洋: 経済学講義における論述問題を対象とした作成・添削支援ツールの開発と運用, 情報処理学会研究報告, 2011-CE-108(17), pp.1-9 (2011).
- 4) 渡邊博之: ニューラルネットワークを用いた実習レポート評価支援システムの開発, 電子通信学会信学技報, pp.7-12, ET2008-18, 2008-7.
- 5) KH Coder,

<http://khc.sourceforge.net/>

- 6) 上田和志, 富永浩之: 類似性に基づくレポート剽窃の検出ツールのプラグイン化, 情報処理学会研究報告, 2010-CE-103(4), pp.1-8 (2010).
- 7) アンク社, コピペ判定支援ソフト コピペルナー, <http://www.ank.co.jp/works/products/copype/na/>.
- 8) 松本みどり, 山口俊夫, 辻野賢治, 松本憲幸, 木下順二: 文章の類似性に基づく物理実験レポートの解析, 日本物理学講演概要集, Vol.68, No.1, pp.477 (2013).
- 9) 門倉健斗, 長名優子: タッチの類似性を考慮したイラストの検索, 情報処理学会第75回全国大会講演論文集, 2013(1), pp.603-604 (2013).
- 10) 大内義成, 山本泰弘, 越後富夫: 個人特徴分離画像における推定閾値を用いた類似度評価, 情報処理学会研究報告, 2011-CVIM-177(2), pp.1-8 (2011).