

平成 21 年 4 月 20 日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18700664
 研究課題名 (和文) 理工系学生のためのオブジェクト指向による論理的明快文書作成教育の支援システム構築
 研究課題名 (英文) A Support System Aimed at an Improvement of Logical Writing Ability for Science and Engineering Course Students
 研究代表者
 松本 章代 (MATSUMOTO AKIYO)
 青山学院大学・理工学部・助手
 研究者番号：40413752

研究成果の概要：

本研究は、理工系学生を対象とした、論文執筆のための教育システムの構築を目的とする。文書をクラス図のような形に可視化する推敲システムを提案する。可視化により、理工系学生にとって文章の構造が理解しやすくなると考える。本システムにより文書を客観的に解析することで、自分が書いた文章の不具合を認識させ、学生自身の文書作成能力の向上を図る仕組みである。

3年間の研究期間の中で、システムの設計・開発を行い、運用できるレベルまで仕上げた。それを実際に学生が論文を書く場面において利用してもらい、評価実験を行った。その結果、本システムの有効性が確認された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	300,000	0	300,000
2007年度	200,000	0	200,000
2008年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	700,000	60,000	760,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：教育工学・自然言語処理・情報可視化・作文教育・論文作成支援・文書構造解析

1. 研究開始当初の背景

(1) 理工系学生の現状に対する新しい提案

技術者を目指す理工系学生にとって、論文などの技術文書を執筆する能力は必要不可欠である。しかしながら、論理的な文章を書くことが苦手な理工系学生は多い。一方、彼らは論理的思考能力を必要とするプログラミングは得意である。そこで、プログラミングの技術を論文執筆に活かすために、文書をクラス図のような形に可視化する推敲システムを考案した。可視化により、理工系学生にとって文章の構造が理解しやすくなると

考える。本システムにより文書を客観的に解析することで、自分が書いた文章の不具合を認識させ、学生自身の文書作成能力の向上を図る。

(2) 従来の文章作成教育システム

従来の文章作成教育システムは、文法の正しさ、語彙の豊富さ、文の長さ、漢字の量といった、非常に表面的な指摘を行う添削システムが主流である。これらは主に小中学生の作文を対象としており、高等教育機関における科学技術論文の執筆指導に対応できるも

のではない。

このような従来の文法的な添削支援に対し、本システムは「著者本人が自分の意図が適切に読者に伝わる論理的な文章となっているかどうかを確認・修正を行う」ためのヒントを提供するものである。「文章」を理工系の学生にとって抵抗感の少ない「図」の形に可視化し、それを元に学生本人が考え直すことによって学生自身の文章表現能力の向上を見込めると考えられる。さらに、教員側の基本的な文章表現の指導といった余計な労力を減らし、高度な指導に専念できる。科学技術論文の執筆指導において、学生・教員双方にメリットがあるものと期待できる。

2. 研究の目的

(1) システムの設計・開発

学生の技術文書執筆能力を向上させるシステムを開発する。

(2) 評価実験

本システムを実際の教育現場に導入し、評価実験を行い、教育効果の側面から有用性を確認する。

3. 研究の方法

(1) システムの設計・開発

①システム構成

我々が構築した「技術文書作成支援システム」は「論文の基本事項チェック機構」「意図が伝わりにくい文の検出機構」「論文可視化機構」から構成される。

「論文可視化機構」の機能は、大きく2つである。

- i. 「意図が伝わりにくい文の検出機構」において検出された文に対して、文単位の可視化を行う機能。
- ii. 複数文をまとめて可視化を行い、1つの図を作成する機能。

本システムは、利便性を考慮し、現在ウェブアプリケーションとして構築している。システム自体はVineLinux上で動作しており、開発言語はRuby、日本語の係り受け解析には(株)CSKが開発したパーザを用いている。またグラフの描画にはGraphviz¹を使用する。

③入力から出力までの流れ

技術文書作成支援システムにおける一連の動作の流れは次のとおりである。

- i. ウェブブラウザのフォームにテキスト(論文)が入力され、「基本ルールチェック」ボタンが押されると、入力データを受け取る。
- ii. ルール違反のチェックを行う。
- iii. 意図が伝わりにくい文を抽出する。

- iv. ii. および iii. の結果をユーザのブラウザ上に出力する。iii. については、「この文を可視化」ボタンを付加する(図1)。
- v. 「この文を可視化」ボタンが押されると、文単位でグラフを作成し、ブラウザ上に画像として出力する。
- vi. 修正後のテキストを受け取る。
- vii. 「文書全体を可視化」ボタンが押されると、1つのグラフを作成し、ブラウザ上に画像として出力する。

④文単位の可視化

文単位の可視化の目的は、

- 修飾－被修飾関係が意図どおりに解釈されない可能性のある部分
- 修飾－被修飾関係にある語が離れている箇所

を執筆者に認識させ、適切な修正に導くことである。

ここで生成される図は、エッジの始点が修飾語、終点が被修飾語を表す。また、エッジの長さは、修飾－被修飾関係にある語が文中においてどれだけ離れているかを表す。なお、語間の係り方の違い(主格、目的格、並列、といった関係)によって、エッジを色分けしている。

執筆者は、可視化された図を見て、修飾－被修飾関係が正しいか(本システムの解釈と執筆者の意図と同じになっているか)否かを確認する。もしも異なっている場合は、一致するよう書き変えるべきである。

さらに、長いエッジについては、修飾－被修飾関係にある語の間に多くの語が挟まれていることを表している。このような文については、文節を入れ替えて短いエッジにできないかどうか、あるいは文を切るといった対応を検討すべきである。

図2は「金色の雨が五月の明るい太陽の下で輝く若葉に降りそそぐ。」を本システムにより可視化した図である。しかしながらこの図の係り受け関係は誤っている。これは執筆者の意図どおりに構文解析が行われなかったことを意味する。もしもこの文が意図どおりに解釈された場合は、「雨」と「降りそそぐ」が非常に長いエッジで結ばれることになる。そこで文を「五月の明るい太陽の下で輝く若葉に金色の雨が降りそそぐ。」と修正すると、エッジの長さが総合的に短くなり、係り先は正しく修正される(図3)。

⑤全体の可視化

全体の可視化では、章または節ごとに1つのグラフを作成することを想定している。

全体の可視化の目的は、論理的な飛躍がある場合、それを執筆者に認識させ、適切な修正に導くことである。

¹ <http://www.graphviz.org/>

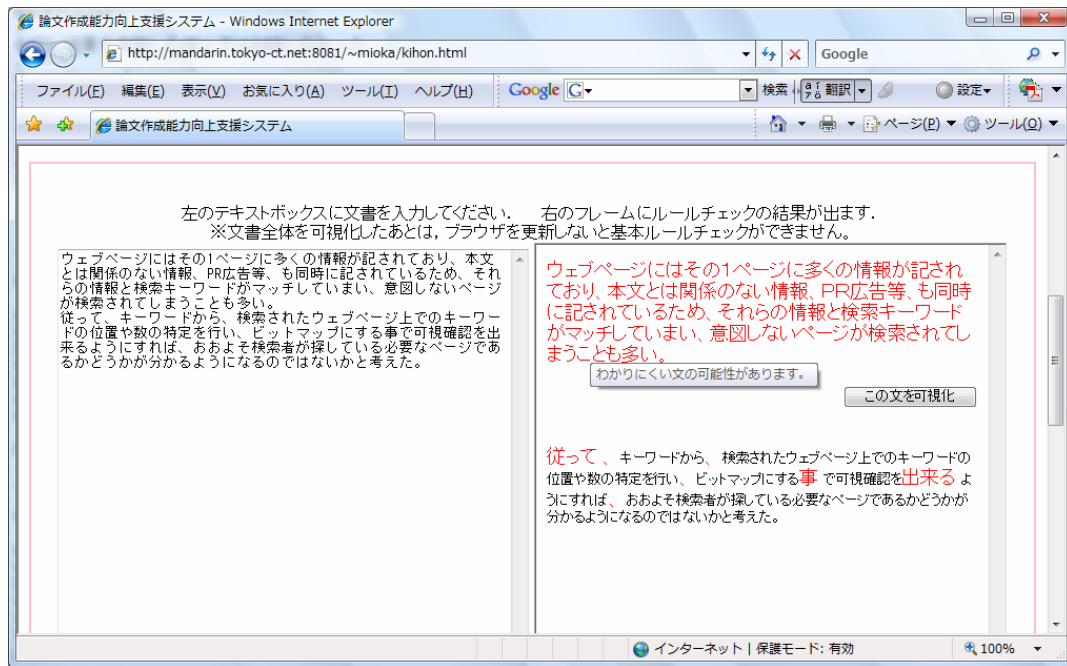


図1 実行画面

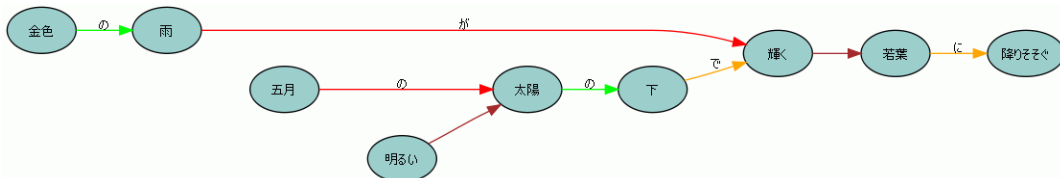


図2 「金色の雨が五月の明るい太陽の下で輝く若葉に降りそそぐ。」を可視化した図

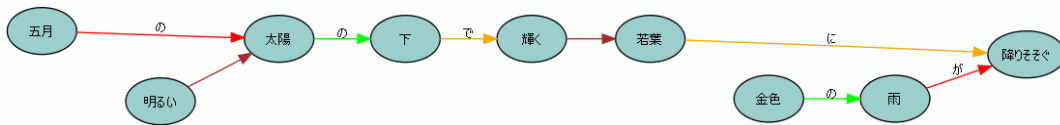


図3 「五月の明るい太陽の下で輝く若葉に金色の雨が降りそそぐ。」を可視化した図

論理展開に飛躍があると、読者にとって執筆者の意図が分かりにくくなるため、できる限り避けるべきである。しかし通常、執筆者自身がこれに気が付くことは困難である。

重要な語を中心に可視化を行うと、論理的に丁寧に述べられていれば、図は読み取り易く、ノードはエッジで連結され1つの大きなグラフにまとまる。しかし、論理に飛躍がある場合は、ノードが思うように連結せず、1つの節を可視化する場合であってもいくつかのグラフに分かれてしまう。

処理の流れは次のとおりである。

- i. 文書全体から、重要と推定される自立語を抽出する。重要度は、文単位の TF-IDF により算出する。
- ii. 文ごとに主語と述語を抽出する。
- iii. i. で抽出した語間の係り受け関係から全体を統合したグラフを作成する。その際、ii. で抽出した主語と述語のノードは、目立つような色・形に変更する。なお、「する」「なる」「ある」といった非

常に一般的な動詞については、同一文のみノードをまとめるものとする。

実行例として、本稿の「あらし」を可視化した図の一部を図4に示す。

(2) 評価実験

今回実装した可視化システムの評価実験について述べる。利用前と利用後の論文を比較し、文章が適切に改善されているか否かを評価する。

① 実験概要

評価実験は、大きく分けて次の2種類の実験で構成する。

- i. 理工系学生を被験者として、実際の論文執筆時に可視化システムを利用させる。
- ii. システム利用前後の文書を第三者に提示し、どちらがより分かりやすい文書かを判断させる。
- iii. 文章読本のルールに基づき、システム利用後に文書が改善されていることを統

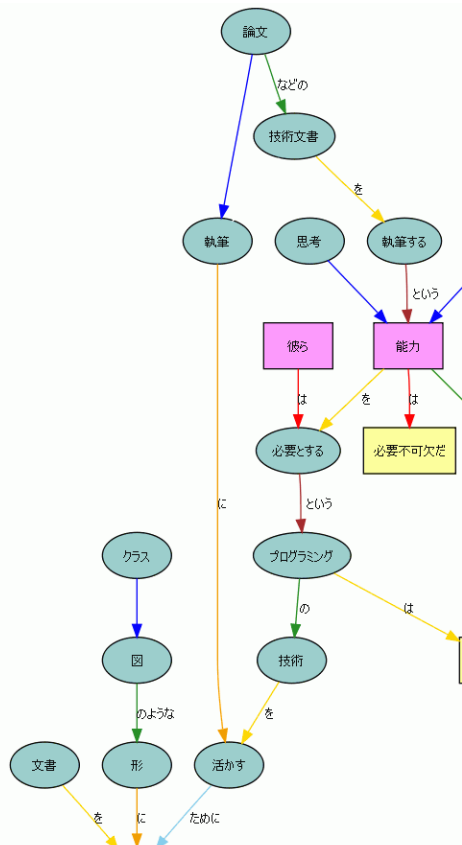


図4 実行例(本稿の「1. (1)」を可視化)

計的に示す。

- i. については③および④, ii. については⑤, iii. は⑥で詳細に述べる。

② 実験準備

被験者は高専情報工学科の5年生5名とする。卒業論文の第1章(序論)を執筆する際に本システムを利用させる。

まずは自由に書かせた後、「論文の基本事項チェック機構」を利用し、ルール違反についてはすべて独力でクリアさせた。以降、この段階の論文のことを指して、論文①と呼ぶ。

③ 実験1: 文単位の可視化に関する評価実験

➤ 実験内容

被験者に対するアンケート調査ならびに修正前後の文の分析を行う。

論文①の中で「意図が伝わりにくい文」という指摘を受けた各文について、文単位の可視化を行った上で文章の修正を行う利用実験である。

ただし、「意図が伝わりにくい文」という指摘が無い、もしくは少なかった場合のことを考え、「意図が伝わりにくい文」という指摘に限らず、すべての文について出力できるようにした。執筆者自身が「分かりにくくなってしまっているかもしれない」と感じた文を任意で選び、可視化することができる。

この実験1では、被験者に次のことを依頼

した。

- 論文①の中で、「意図が伝わりにくい文」という指摘を受けた文を抽出する。「意図が伝わりにくい文」が5文に満たなかった場合、「この文章、分かりにくいかもしれないな」と自分で思った文を抽出する。これらをあわせて、少なくとも5文以上を選ぶこと。それぞれの文に対する可視化について、以下の項目に対しまとめること。
- a) 可視化した文
 - b) 可視化された図から、文の不具合に気付くことができたか
 - c) 気付いた場合、どのようなことに気付いたか
 - d) どのように直せばいいのかわかるか、ということについて、ヒントを得られたか
 - e) 実際、どのように書き直したか

➤ 実験結果

実験1を実施したところ、合計29文について回答を得ることができた。結果をまとめ、以下に示す。

- b) 可視化された図から、文の不具合に気付くことができた数:
 - 29/29文 (100%)
- c) 図を見て気が付いたこと:
 - 意図した係り受けと異なる: 13文
 - 係り受けが遠い: 7文
 - 主語が無い: 6文
 - 主語や述語が意図しないものになっている: 5文
 - 文が長すぎる: 3文
 - 図が適切でない: 1文
- d) どのように直せば良いか、ヒントを得られた数:
 - 20/29文 (69%)

➤ 文の分析結果

論文A~Eについて、修正前後の文を見比べて比較分析を行った。その結果、修正後の文には以下の変更が行われている傾向が確認された。

- 文が分けられている。
- 文の構成を変えている。
- 言い回しを変えている。
- 読点が増えられている。
- 単語の余計な反復がなくなっている。

④ 実験2: 全体の可視化に関する評価実験

➤ 実験内容

実験1同様、被験者に対するアンケート調査ならびに修正前後の文の分析を行う。

実験2では、文単位の可視化による修正を反映させた論文を用いる。以降、これを論文②と呼ぶ。

この実験 2 では、被験者に次のことを依頼した。

実験 1 (文単位の可視化) による修正を反映させたものを利用する。章や節全体を一度に、もしくは意味的につながりのある段落ごとに可視化し、次の項目に対しまとめること。

- a) 可視化した文
- b) 可視化された図から、文の不具合に気付くことができたか
- c) 気付いた場合、どのようなことに気付いたか
- d) どのように直せばいいのか、ということについて、ヒントを得られたか
- e) 実際、どのように書き直したか

➤ 実験結果

以下に実験 2 の結果を示す。被験者全員合わせて、計 12 回の可視化が行われている。

b) 可視化された図から、文の不具合に気付くことができた数：

- 9/12 回

c) 図を見て気がついたこと：

- 主語・述語の数が足りない。
- 係り受けが複雑すぎる。
- 文前後のつながりが把握しにくい。
- 主語と述語が期待どおりのものではない。
- 主語が無い。

d) どのように直せば良いか、ヒントを得られた数：

- 7/9 回

➤ 文の分析結果

論文 A~E について、修正前後の文を見比べて比較分析を行った。その結果、修正後の文には以下の変更が行われている傾向が確認された。

- 主語が明確になっている。
- より詳細に丁寧に述べられている。

⑤ 第三者による論文の評価

➤ 実験内容

全体の可視化を通して修正された文書が、修正する前より分かりやすくなっているかどうかを評価する実験を行う。第三者である評価者 10 名に、同一人物が書いた修正前後の論文を並べて見せ、どちらが分かり易いか判断させる。

また、「どちらの文書も分かりにくい」「全体的に分かりにくいほうの文書でも、この 1 文については、もう片方より分かりやすい」など、総合的な意見や 1 文ごとに対する意見なども収集する。

実験に使用した論文は、論文②と全体の可視化を通して修正された 5 名の論文である。それぞれ、修正前と修正後を適当な順番に並べ、どちらが修正前か後かは分からないようにする。その双方に対して、同一の人物が書いたものであることを表す A~E の番号を振る。

➤ 実験結果

評価者 10 名から得られた結果をまとめ、表 1 に示す。

修正後の文書に対し、以下のような評価者の意見が得られた。

- この研究で何がしたいのかが明確に記述され、どのように役に立つかまでが書かれている。
- 理由や目的の記述の方法が整っていて、読みやすいと感じた。
- 問題の改善策を提示するのに、何が原因でどう対処すべきかが示されるため読みやすいと感じた。
- 段落ごとに内容がまとまっていて読みやすい。

表 1 「分かりやすい」と評価した人数

	修正前	修正後
論文 A	5	5
論文 B	1	9
論文 C	4	6
論文 D	3	7
論文 E	0	10

⑥ システム利用前後における文章の差

文章読本のルールに基づき、システム利用後に文書が改善されていることを統計的(客観的)に示す。表 2 は 1 文あたりの数値であり、論文 A~E の平均値である。ここで「距離」とは、主語と述語との間に挟まる語数(主語と述語の距離)のことである。6 つの調査項目すべてにおいて、修正後の方が望ましい値になっている。

表 2 システム利用前後における文章の差

	修正前	修正後
文字数	58.21	48.20
文節数	16.30	13.49
動詞数	3.55	2.87
接続助詞数	0.63	0.51
動詞連用形数	0.44	0.33
距離	6.69	5.15

⑦ 考察

➤ 論文可視化システムについて

実験 1 および実験 2 において得られた結果から、「可視化された図を見ることで、執筆

者自身が文書の不具合に気付く」という効果は確認された。それに対し、修正のためのヒントを得られた件数は若干少なめである。得られなかったケースでは「図をどのように見ればいいのか、まだよく分からない」「図を見ても、もっと分かりやすく書くにはどうしたらいいのか分からない」という意見が寄せられた。また「グラフをつなげようとするあまり、分かりやすさを追及することを失念した」という意見もあった。

このことから、文書を修正するヒントを得るためには、図の使い方を十分に理解する必要があると考えられる。

▶ 第三者による評価について

評価対象となる論文の数が少ないため断定はできないが、修正後の方が「分かり易い文書」として選ばれる傾向にある。「分かりやすさ」は全体可視化により向上すると言えそうである。

▶ 評価実験全体を通して

評価実験全体を通して、「可視化システムの使い方に慣れれば、このシステムは非常に有効なものになりうる」という知見を得られた。第三者評価では、システムの利用時間が長い学生ほど、修正後の文書が選ばれる傾向にあった。それらの学生は、「図の使い方はよく分かった」「図を見ると自分の文書がどれだけひどいものかよく分かる」といった前向きな意見を挙げている。一方で、論文Aのように、分かりやすさにあまり変化が無い学生は、「図をうまく使えたとは思えない」といった意見を述べている。このことから、図の見方や修正のためのノウハウを伝えたり、長期間の利用により慣れてもらったりすることが「文書の可視化によって、執筆者本人が文書の不具合に気づき、修正するシステム」を実現するうえで重要と分かった。

4. 研究成果

本研究では、理工系の学生を対象とした技術文書執筆のための教育システムとして、「学生が書いた論文を可視化して客観的に解析することにより、書いた本人に自分の論文の問題点を気づかせるシステム」を構築し、その有効性を検討した。

今回の評価実験において、本システムの有効性が確認できた一方、システムをより有効に利用するためには慣れが必要であることも観察された。そこで、今回の実験の被験者には引き続きシステムを利用してもらい、効果を追跡調査していく予定である。また、システムの利用方法についてのマニュアルを整備すれば、より一層の効果を期待できる。

さらに今後は、論文執筆能力の向上、すなわち「本システムをしばらく使用し続けた場

合、それ以降の論文の書き方に何か影響を及ぼすか」について検証を行いたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)

1. 鈴木雅人, 松本章代, 田中大輔, 山田未央佳, 山田翔, 北越大輔: 理工系学生を対象とした文章作成能力向上のための支援システム, 東京工業高等専門学校研究報告書, No. 40(1), pp. 59-62, 2009. 査読無

〔学会発表〕(計 4件)

1. 松本章代, 山田未央佳, 山田翔, 鈴木雅人: 理工系学生を対象とした技術文書作成支援システム, 情報処理学会コンピュータと教育研究会 2009-CE-098, Vol. 2009, No. 15, pp. 91-96, 電気通信大学(東京), 2009.
2. 田中大輔, 松本章代, 鈴木雅人: 理工系学生を対象とした論文における文章作成能力の向上を促すシステムの開発, 電子情報通信学会 情報・システムソサエティ誌 2008年総合大会特別号, pp. 62, 早稲田大学大学院情報生産システム研究科ギャラリー(北九州), 2008.
3. 松本章代, 鈴木雅人, 市村洋: 理工系学生の論文作成支援を目的とした文書可視化システム, 教育システム情報学会研究報告, vol. 21, no. 6, pp. 136-139, 千里金蘭大学(大阪), 2007.
4. 松本章代, 鈴木雅人, 市村洋: 理工系学生の論理的な文書作成支援を目的とした論文可視化システム, 情報処理学会第69回全国大会講演論文集, Vol. 4, pp. 411-412, 早稲田大学(東京), 2007.

〔その他〕

試作システム URL

<http://www.sw.it.aoyama.ac.jp/akiyo/swp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 章代 (MATSUMOTO AKIYO)
青山学院大学・理工学部・助手
研究者番号: 40413752

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし