
東北学院大学 卒業論文

理工系学生の論文推敲支援を
目的とした文書可視化システム

2020年2月XX日

教養学部 情報科学科

0057000 ○○ ○○

指導教員 松本 章代

目次

第1章	序論	1
1.1	研究の背景および目的	1
1.2	本論文の構成	2
第2章	関連研究	3
2.1	作文・小論文を対象とした添削・評価システム	3
2.2	技術文書を対象とした推敲支援システム	3
第3章	システム構成	4
3.1	動作環境	4
3.2	システム概要	4
3.3	入力から出力までの流れ	5
3.4	文単位の可視化	6
3.4.1	語間の修飾－被修飾関係とその距離	6
3.4.2	一文を構成する句・節の数	8
3.4.3	主語と述語の関係	8
3.5	全体の可視化	8
第4章	評価実験	15
4.1	実験概要	15
4.2	実験準備	15
4.3	実験（システムの利用）	15
4.4	実験1: 被験者に対するアンケート調査	16
4.5	実験2: 第三者による論文の評価	18
4.5.1	実験内容	18
4.5.2	実験結果および考察	18

第 5 章	結論	22
5.1	成果	22
5.2	今後の課題	22
	謝辞	23
	参考文献	24

第1章 序論

本論文では、推敲支援システムが文章を可視化することにより、簡潔性・一義性の観点から分かりやすい文に修正するための指針，および文集合全体の論理性を向上させるための指針を与えられることを示す．さらに，評価実験の結果，実際に学生が自身の文章を改善できたことを報告する．

1章ではまず，本研究の背景と目的，および本論文の構成について述べる．

1.1 研究の背景および目的

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．我々はこれまで，理工系学生を対象とした論文執筆支援システムを構築し，実際の論文指導に利用している [1][2][3]．我々が構築したシステムには，文献 [4][5][6] を参考に，

- 科学技術論文のルール¹に則って書かれていない文
- 意図が伝わりにくい文

を検出する機構が既に備わっている．学生は，論文を執筆した際，教員に添削を依頼する前にこのシステムを利用し，自身の力で校正を行う．しかしながら，ルール違反の文の校正が比較的容易である一方，「意図が伝わりにくい」と判断された場合は，学生自身が文章を修正するに至らないという問題があった．これは，どのように修正すればよいかといった指針が示されないことに起因する．システムが具体的な修正案を提示しないことは，学生自身に考えさせることにつながるという教育効果を考えてのことであったが，実際には「意図が伝わりにくい」と判断された文に学生が手をつけることができない状況となっていた．

そこで，意図が伝わりにくい文や論理的でない部分に対する推敲を支援する機構を考案した [3][7][8]．これは，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のに，論理的な文章を書くことが苦手な理工系学生は多いという現状に

¹ 「常用漢字以外や当て字の禁止」「体言止めの禁止」「です・ます調の禁止」など．

ヒントを得たものである。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」の形に可視化することで、文章の構造が理解しやすくなると考える。文献 [3] で提案した可視化機構は、「文単位の構成を推敲する図」と「文書全体の構成を推敲する図」の2種類の図が出力できる。ただし、全体を可視化した図から論理性を読み取るのが難しいという問題点があった。また、文単位の可視化における推敲の機能は、語間の修飾－被修飾関係とその距離の確認のみであった。そこで、本論文では図の作成法を一から見直し、より効果的に修正に結びつけられるような図の生成を目指す。

Booth は著書 [9] の中で、投稿前に仲間と原稿をチェックしあう重要性について述べている。他人が書いた文章の問題点は気付きやすいのに対し、自分の文章を客観的に見直すことは難しく、不備・不具合に気が付きにくいものである。そこで、本システムは、文章を客観的に解析し提示することで、文章の不具合を書いた本人に認識させ、推敲を支援することを目指す。

1.2 本論文の構成

本論文は全5章で構成される。

まず2章で、従来の作文教育システムに対する本研究の位置づけについて述べる。次に3章で、実装したシステムの概要を説明する。次の4章では、評価実験について述べ、その利用効果について考察する。最後に5章で、成果と今後の課題について述べ、締めくくる。

第2章 関連研究

2章では，従来の作文教育システムに対する本研究の位置づけについて述べる．

2.1 作文・小論文を対象とした添削・評価システム

文章を自動添削し，評価をユーザにフィードバックする教育システムとしては，米国 ETS が開発した「E-rater [10]」，石岡ら [11] による日本語小論文自動評価採点システム「Jess [12]」，日本語作文小論文検定協会による日本語の文章解析ソフト「森リン [13]」など，これまでに多数のソフトが開発されている．これら従来の文章添削システムは，文法の正しさ，語彙の豊富さ，文の長さ，漢字の量といった，表面的な指摘を行うものが主流である．これらは主に中高生の作文・小論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を目的としたものではない．

2.2 技術文書を対象とした推敲支援システム

一方，研究レベルでは技術文書を対象とした推敲支援ツールがいくつか開発されている．菅沼ら [14] は，マニュアルの執筆を想定し，読み手に誤解される文の検出を行っている．我々のシステムが機械学習を用いて「意図が伝わりにくい文」を統計的に判断するのに対し，菅沼らはヒューリスティックな理論に基づき判断を行う仕組みを提案している．また，大野ら [15] は技術文章を対象とした校正・推敲支援のためのツールを構築している．技術文書を書く上で順守すべきルールを指摘できる機能や，長文について係り受けの確認と修正を支援する機能は，我々が構築しているシステムの一部と類似している．ただし，本研究は品詞や主語・述語を色・形によって区別し，視覚的に意識させることができる．また，文単位のみならず，文書全体の可視化によって，論理性のチェックを行うことができる．

第3章 システム構成

3章では，試作システムの全体構成を紹介したあと，可視化の仕組みについて詳述する．

3.1 動作環境

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Linux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CaboCha [16]を用いている．またグラフの描画にはGraphviz¹を使用する．

3.2 システム概要

本論文で提案する「論文可視化機構」と，既に文献 [1][2] で報告した「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」とを統合し，「技術文書作成支援システム」として完成させた．「論文可視化機構」は，以下の2つの機能を持つ．

- (1) 「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．
 - (2) 章または節単位の文集合全体を可視化し，一連の図を作成する機能．
- (1) は文の簡潔性・一義性の観点から分かりやすい文に修正するための指針，(2) は文集合全体の論理性を向上させるための指針を与えることを目的とする．

¹<http://www.graphviz.org/>

3.3 入力から出力までの流れ

技術文書作成支援システムを利用する際の流れは次のとおりである。システム画面を図3.1に示す。左側のテキストボックスは入力用、右側のテキストボックスは結果出力用となっている。

1. 基本ルールチェック

- (1) 左のテキストボックスに文章を入力する。
- (2) 「基本ルールチェック」ボタンを押す。
- (3) 科学技術論文を書くうえで順守すべきルールの違反チェックおよび意図が伝わりにくい文の検出が行われ、右のテキストボックスに結果が出力される。
 - ルール違反は該当する語が赤字で表示される。(4) へ
 - 意図が伝わりにくいと判定された文には「この文を可視化」ボタンが出現する。2. へ
- (4) 赤字にカーソルを合わせると指摘内容がポップアップ表示される。
- (5) 左のテキストボックス内の入力文章を修正したら再び (2) へ。

2. 文単位の可視化

- (1) 「この文を可視化」ボタンを押す。
- (2) 新しいタブ（タブブラウザ以外の場合はウィンドウ）が開き、文単位のグラフおよび「意図が伝わりにくい」と判定された理由²が表示される。
- (3) 左のテキストボックス内の入力文章を修正したら再び (1) へ。
- (4) 「この文を可視化」ボタンが出現しなくなったら 3. へ。

3. 全体の可視化

- (1) 「文書全体を可視化」ボタンを押す。
- (2) 新しいタブ（タブブラウザ以外の場合はウィンドウ）が開き、入力文書全体のグラフが表示される。
- (3) 左のテキストボックス内の入力文章を修正したら再び (1) へ。

なお、1. や 2. で指摘された問題点が未解決の状態でも 3. に進むことは可能である。

3.4 文単位の可視化

科学技術文章の原則について、若林は著書 [17] で「文の原則は 3C である。文は正確 (Correct) に、明快 (Clear) に、かつ簡潔 (Concise) に書かなければならない。」と述べている。若林の主張を抜粋・要約すると、以下のとおりである。

- (1) 正確な文を書くためには、主語と述語を意識すべきである。主語・述語を欠かさないこと、主語と述語の照応 (ねじれ) に留意することが必要である。
- (2) 明かな文を書くためには、語順が重要である。複数の意味に解釈できる文を避けるため、修飾語と被修飾語の間を離しすぎないようにし、修飾－被修飾関係を明確化する。また、1 文中に長い修飾節・句が割り込んだ構造の文は、文意が取りにくくなるため避けなければならない。
- (3) 簡潔な文を書くためには、1 文 1 内容とすればよい。長文は避け、意味的なまとまりで文を切ることを心がける。

そこで、文単位の可視化では、以下の 3 つを執筆者に認識させ、適切な修正に導くことを目的とする。

- (1) 語間の修飾－被修飾関係とその距離
- (2) 一文を構成する句・節の数
- (3) 主語と述語の関係




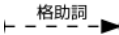
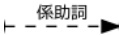
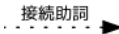
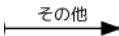
文単位の可視化で生成される図 (図 3.2) は、文章の修飾－被修飾関係 (係り受け関係) を表す。自立語はノード、付属語はエッジ上に表し、エッジの始点が修飾語、終点が被修飾語となる。エッジの長さは、修飾－被修飾関係にある語が 1 文中においてどれだけ離れているかを表す。格助詞 (「が」「を」「に」「で」など)・係 (副) 助詞 (「は」など) によって用言を修飾する関係は、特に重要とみなし、エッジを赤色にしている。同様に、接続助詞は論理的関係を決定づけるため、注目しやすいよう黄色いエッジにしている。一方、ノードの色は、動詞が水色、接続詞が黄色で強調されている。また、四角いノードは、(文章から推定された) 主節の主語と述語である。なお、表 3.1 に示した表記ルールは、文書全体の可視化においても共通である。

3.4.1 語間の修飾－被修飾関係とその距離

執筆者は、可視化された図を見て、語間の関係が正しいか (本システムの解釈と執筆者の意図とが同じになっているか) 否かを確認する。システムに誤った解釈

² 「主語と述語の距離が離れています。」「修飾句・節が多すぎます。」など。

表 3.1: 表記ルール

自立語（ノード）		
動詞	水色	
接続詞	黄色	
その他の品詞	桃色	
付属語（エッジ）		
格助詞	赤色	
係（副）助詞	赤色	
接続助詞	黄色	
その他の助詞・助動詞	黒色	

をされるようであれば，複数の意味に解釈できる文になってしまっている可能性が高い．そのような場合は，執筆者の意図と一致するよう書き変えるべきである．

また，長いエッジのある文章，すなわち長い修飾節を間に挟んだ文章は「逆茂木型 [18]」と呼ばれ，読みにくい文の典型として知られている．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 3.3 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。」（出典：文献 [5]）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る（図 3.4）．

3.4.2 一文を構成する句・節の数

1文を構成する句・節の数が多いほど文の構成は複雑になり，わかりにくさの要因となる．そこで，動詞（水色のノード）の量を視覚的に見せて意識させ，多いと感じる場合には文を分割するように促す．

3.4.3 主語と述語の関係

文章を書くうえで，主語と述語の関係を意識することは非常に重要である．そこで，以下の4点についてチェックさせ，修正を促す．

- 主語があるか
日本語は主語を省略することができる．しかし，論文中の文は，新聞や文学における文よりも平均的に長いうえ，重要なキーワードを多数含んでいる場合が多いため，主語がないと不明確になりやすい．したがって，理科系の論文においては，主語を省略しない方がよい [19]．ただし，動作の主体が著者であることが明らかである場合や直前の文と主語が同一の場合には，この限りではない．しかし，本システムでは判断できないため，省略可能なケースかどうかは利用者が判断する必要がある．
- 主語に対し述語の表現は適切か
主語と述語がねじれていないか確認する．
- 主語や述語は意図した語が選ばれ関係づけられているか
意図通りでなければ，図が正しくなるように文章の構成を修正する．
- 主語と述語の距離が離れすぎていないか
離れすぎている場合は，文節の入れ替えなどを検討し，エッジが短くなるように修正する．

3.5 全体の可視化

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．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．

そこで，「余計な修飾表現は無い方が，話の流れに集中し易く，文と文の関係を見直す作業の支援につながる」という我々の仮説に基づき，文書全体のあらすじ

を可視化することにより、論理展開のチェックを支援する。そのために、まず、各文から以下に該当する語を抽出する。

- (a) 主節の述語
- (b) (a) に格助詞・係助詞を介して係る語
- (c) (a) に接続助詞を介して係る用言
- (d) 接続詞

文の骨組みと論理チェックに必要な接続詞・接続助詞を残し、余計な修飾語・句や連体修飾節がそぎ落とされることにより、文書全体の筋を読み取ることが容易になる。

次に、抽出された (a)～(d) の語とその関係から図を生成する。処理の流れは次のとおりである。

- (1) 文ごとに上述の (a)～(d) に該当する語を抽出する。
- (2) (1) で抽出した語間の係り受け関係を 1 文ずつグラフにする。ただし、文と文をつなぐ接続詞は文と文の間に置く。
- (3) グラフを上から順に並べ、ひとつの図³にする。

なお、全体の可視化においては、文単位の可視化のときとは図に以下の違いがある。

- (1) エッジの長さは意味を持たない（長さはすべて均一）
- (2) 主語・述語に対しノードの形による区別を行わない

(1) の理由は、全体の可視化の目的が文集合全体の論理性を向上させることであるため、1 文中の修飾－被修飾語間の距離を意識させる必要はないからである。(2) の理由は、流れを読み取り易くする目的で必要最小限の語しか残していないため、あえて主語と述語を強調する必要がないからである。

一方、論理性が求められる文書では、筋がとおる順序でアイディアを示すことが重要である。順序が不自然であったり接続詞が省略されたりすると論旨が理解しにくくなる [20]。利用者は、表示された図を見て、筋がとおっているかどうか、確認を行う。特に、黄色で示された接続詞・接続助詞に着目する。論理の飛躍はないか、文の順序は適切か、接続詞の不足はないか、などに注意しながらチェックを行っていく。

実行例として、文献 [4] の中で、「論理的に飛躍がある文書（図 3.5）」と「それを修正した文書（図 3.6）」として取り上げられている事例について、それぞれ可視化した図を示す（図 3.7, 図 3.8）。

図 3.7 を見ると、接続詞がまったくなく、文と文の関係があいまいであることに

³全体の可視化では、章または節ごとにグラフを作成することを推奨している。

気づく。特に、2文目は、1文目や3文目とどうつながっているのか、不明瞭である。一方、図3.8は図3.7と比べ、話の筋が読み取りやすい。

本節の最後に、上述の仮説を検証するために行った予備実験について述べる。文章中の空欄に接続詞を埋めさせる2種類の問題を用意する。問題Aは原文のまま、問題Bは問題Aから筋を読み取るのに不必要な修飾表現を取り除いた文で構成されている。まずは問題Aを被験者の学生に提示し、解答・回収後に問題Bを提示して改めて解答させる。その場合の問題Aと問題Bの正答率を比較する。被験者は理工系大学生57名である。問題Aの3問のうちの1問を以下に示す。

「人類を含むすべての生命が住む生物圏は、地球全体の大きさに比べたら、取るに足らない存在かもしれない。()、地上4500メートルの大気中で糸に乗って漂っていたところを捕獲された蜘蛛や、大海原や緑の大陸を経て、6000メートル上空の熱帯ストームを横切って渡るコンドルのような鳥、あるいは、バクテリアが住むという地下数千メートルの地殻を考えたとき、われわれは生物圏の幅の大きさに気づく。」(出典:S.C.モリス『カンブリア紀の怪物たち』講談社現代新書)

続いて、この問題Aの対になる問題Bを以下に示す。

「生物圏は、取るに足らない存在かもしれない。()、われわれは生物圏の幅の大きさに気づく。」

逆接の接続詞(原文は「それでも」)を解答できれば正答とする。実験の結果、この問題Aの正答率は33.3%であったのに対し、問題Bは63.2%に上昇した。他の2問においては、ここまで顕著な結果にならなかったものの、正答率が下降することはなかった。ゆえに、実験によって仮説が裏付けられたと考える。なお、本システムで可視化を行うと、さらに「取るに足らない」「生物圏の幅の」の部分は削除される。しかし、本システムは執筆者自身による推敲のための使用が前提であり、内容は把握できている状況での利用となるため問題ないと考えられる。

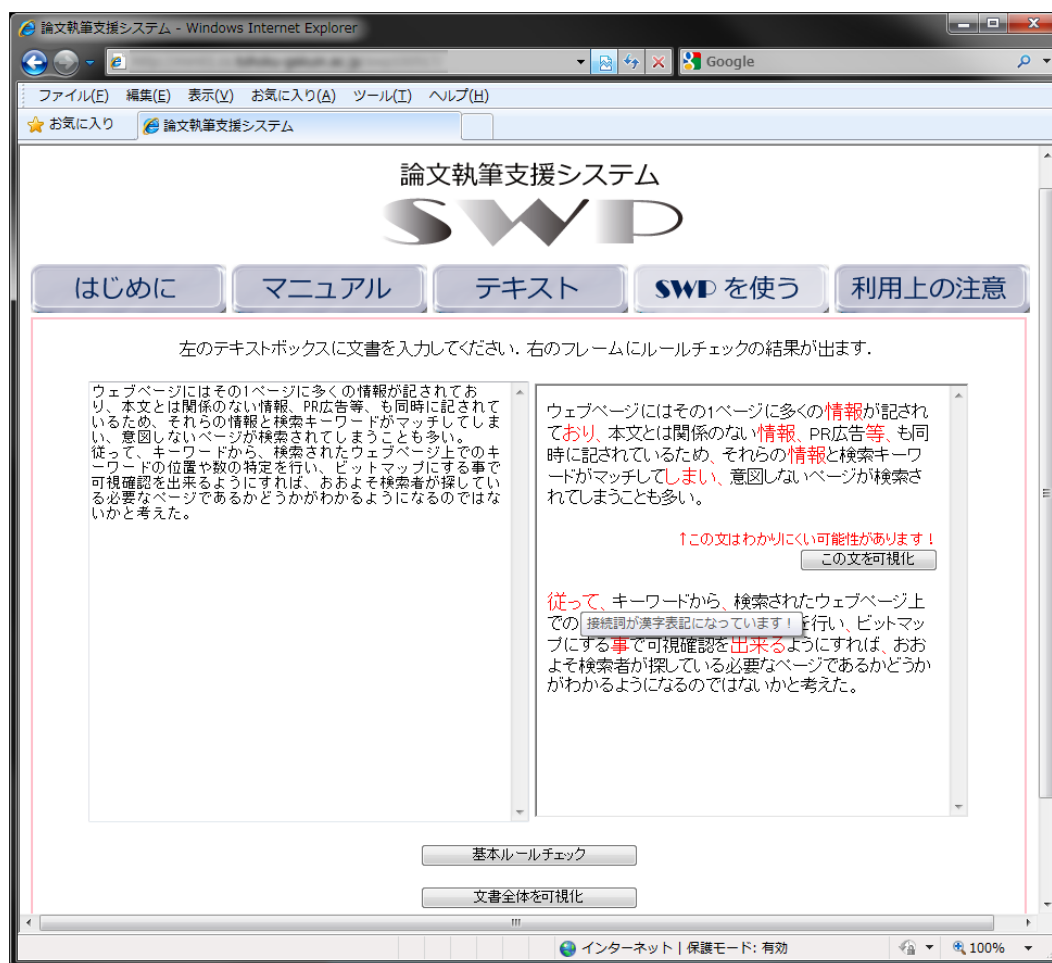


図 3.1: システム画面

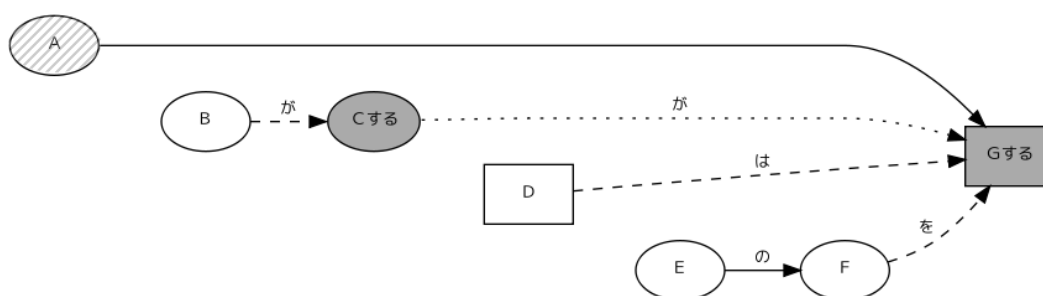


図 3.2: 文単位の可視化

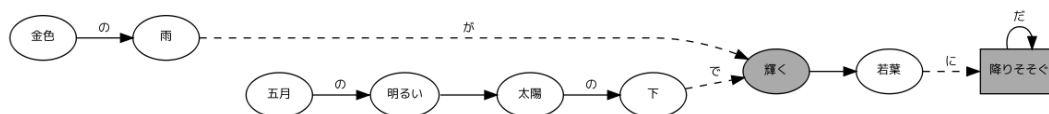


図 3.3: 「金色の雨が五月の明るい太陽の下で輝く若葉に降りそそいだ。」を可視化

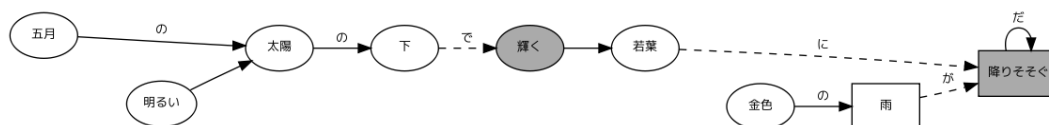


図 3.4: 「五月の明るい太陽の下で輝く若葉に金色の雨が降りそそいだ。」を可視化

A 氏は X 法を提案し、物質 C の合成を行った。一般に、 $T > 100^{\circ}\text{C}$ では、C を高い収率で合成するのは困難とされている。著者は、Y 法と Z 法を提案した。Z 法は $T = 200^{\circ}\text{C}$ で Y 法より高い収率を示した。今後、X 法の改良を行いたい。

図 3.5: 論理的飛躍がある文書

一般に、 T が高いほど反応速度が速いので、 T を高めることが望まれる。A 氏は X 法を提案し、物質 C の合成を行った。しかし、 $T > 100^{\circ}\text{C}$ では、C を高い収率で合成するのは困難とされ、X 法でも収率が低下する。著者は、 $T \sim 200^{\circ}\text{C}$ では、P 反応が生ずるため、収率が高まる可能性がある。P 反応を引き起こしやすい Y 法と Z 法を提案した。 $T = 200^{\circ}\text{C}$ で実験し、両者を比較したところ、Z 法は Y 法より高い収率を示した。しかし、P 反応を生じた形跡はなく、収率 0.1% は実用可能水準とされる 3% には遠く及ばなかった。したがって、Y 法と Z 法の実用化は困難と判断した。今後、X 法の高温化の可能性を探りたい。

図 3.6: 論理的飛躍を解消した文書

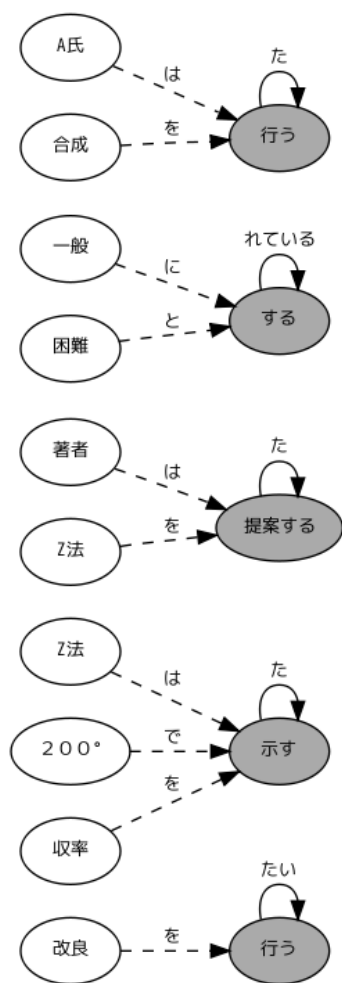


図 3.7: 論理的飛躍がある文書の全体可視化例

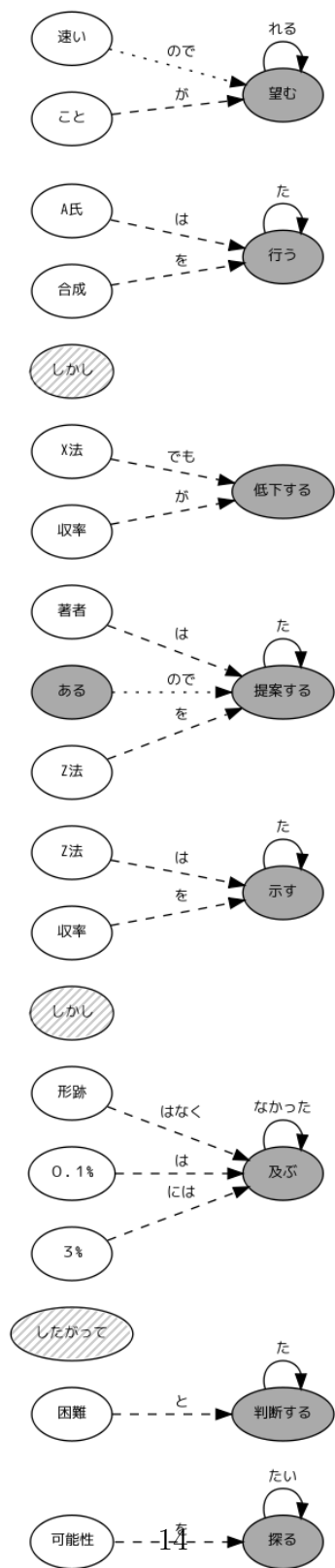


図 3.8: 論理的飛躍を解消した文書の全体可視化例

第4章 評価実験

4章では，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．

4.1 実験概要

まず，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．その後，次の2種類の評価実験を行う．

- (1) 被験者に対し，アンケート調査を行う．提案システムは，文の修正のヒントを提示するのにすぎず，いくら提示しても実際に修正されなければ意味がない．アンケート調査の主な目的は，修正されなかった文の割合やその理由を確認することである．
 - (2) システム利用前後の文書を第三者に提示し，各文章が改善されているかどうか判断してもらう．
- (1) については4.4節，(2) については4.5節で詳細に述べる．

4.2 実験準備

被験者は大学理工学部の2年生と3年生，計16名である．こちらからテーマを与え，A4用紙1枚（1200～1600文字程度）のレポートを執筆させる．その後，本システムを利用して推敲させるものとする．

4.3 実験（システムの利用）

被験者にシステムの利用方法，図の見方，対処方法などを説明する．被験者は全員，本システムを初めて利用する．

システムの利用に際しては、あくまでも文章を改善することが目的であって改善要求の指摘を無くすることが目的ではないことを説明し、文章がおかしくなってしまうような本末転倒な修正を行わないよう注意を促す。

4.4 実験 1: 被験者に対するアンケート調査

この実験 1 では、被験者にアンケートの回答を依頼し、実際にどう対処したかや修正できなかった理由、システムの問題点などについて調査する。

表 4.1 の左列にアンケート項目、右列に 16 人分の集計結果を示す。括弧内の数値は、修正が行われた文・行われなかった文の割合である。なお、1 つの文が複数の項目に該当することもあるため、複数回答可となっている。可視化前の段階で、被験者全員のレポートを構成している文の合計数は 458 文、1 文書あたり平均 28.6 文であった。そのうち、文単位の可視化によって修正された文の数は 172 文（平均 10.6 文）であり、全体の 37.6% を占めた。

表 4.1 のアンケート結果について考察する。

1. 文単位の可視化について

まず、修正を行った場合の対処法について述べる。集計結果を見ると、(A) 修飾－被修飾関係の誤り・(B) 主語－述語関係の誤り・(C) 修飾－被修飾語間・主語－述語間の距離、のいずれも、文章の分割・語順を入れ替え・言い回しの変更などさまざまな対応で修正が行われている。各学生ごとにアンケートの回答を見ても、どれか一つの対応に偏ることなく、文ごとに対処法を検討して修正していたことがわかった。

次に、修正が行われなかったケースについて述べる。(A)・(B) の対応として、修正が行われなかったのは 20% 未満である。(A)・(B) を修正しなかった理由としては「列挙文のため修飾関係が明らか」など、コンピュータによる係り受け解析の限界を挙げるものが多かった。一方、(C) については修正されなかった文の割合が 30% 程度あり、(A)・(B) と比較すると修正されなかった文が多い。修正しなかった理由についても、「変更すると不自然になる」(5 名)、「元の文章以上の修正案が思いつかなかった」(3 名)、「順番を入れ替えたり文章を分割する必要が感じられない」(2 名)といった意見がほとんどを占め、(A)・(B) とは異なる傾向であった。

2. 全体の可視化について

全体可視化では、論理性のチェックを行うことが目的であるため、「接続詞を補った」「文・文節を補った」「文の順番を入れ替えた」といった対応が期

待されたが、意外にも「その他」の修正が最も多かった。文単位の可視化は「意図が伝わりにくい文」と判定された文しか可視化されないのに対し、全体の可視化ではすべての文が対象となる。すると、文単位の可視化を行わなかった文で「主語・述語がおかしい」などと気づくことになり、修正に結びついたようである。

3. システムを今後も利用したいと思うか

本システムを今後利用したくない理由として、「コンピュータのチェックであるため、融通さに欠ける」といった意見（2名）や「修正作業に時間がかかる。」という意見があった。一方、75%の学生は「システムを今後も利用したい」と回答しており、システムが概ね好意的に受け止められたことがわかった。

4. 感想・意見・改善案

(1) 文単位の可視化

- 語順を入れ替えると正しく認識されることがあるが、そのために文章が読みにくくなることもあるので注意が必要だと感じた。
- 目で図として見れるのはわかりやすく直しやすくてよかったと思う。
- 係り受けが一目でわかって文の構造をつかみやすかった。

(2) 全体の可視化

- 文章の骨組みだけをすっきりとした形で見れたので直しやすかった。
- 文書全体の流れを確認するのに役立った。
- 接続詞がピックアップされていて見やすかった。
- 全体的にみると接続詞の足りないところや余計なものがよくわかった。

以上のように図を効果的に利用できたと思われる感想がある一方、以下のように一切修正を行っていない学生の感想も見受けられた。

- 長い文書を書いていると全体がつかみづらくなってくるので、この機能はとても使えると思う。今回は短い文書だったので使用する必要がなかった。
- 全体を見ても直す必要が感じられず、何もできなかった。直すべき部分がわかりづらい。

最後の意見については、利用法についての事前指導を今後さらに工夫することで対応したいと考えている。

その他、システムのユーザインタフェースに関する要望が多く寄せられた。

4.5 実験2: 第三者による論文の評価

4.5.1 実験内容

可視化を通して修正された文書が、修正する前より改善されているかどうかを評価する実験を行う。評価は、科学技術文書の執筆教育に携わる理系大学教員に依頼する。同一人物が書いた修正前後の論文を並べて提示し¹、修正が加えられているすべての文に対し、改善が認められるかどうかについて、以下の3段階で評価してもらう。

1. 明確に改善が認められる
2. どちらとも言い難い
3. むしろ読みにくい、不自然な文になってしまっている

4.5.2 実験結果および考察

7名の評価者から得られた結果をまとめ、表4.2に示す。各文に対して7名の判定の中央値（median）を評価値とする。表中の「計」とは「変更が加えられた文の数」、「総文数」とは「レポートを構成している文の総数」である。

変更が加えられた174文のうち、平均約52%の文に改善が認められた。被験者16名全員が、「3」より「1」の評価を受けた文の方が多いこともわかった。ただ、修正したすべての文を改善できた学生もいれば（16人中5人の学生は75%以上）、修正した13文中わずか2文しか改善できなかった学生もいる。システムを有効活用できている学生とできていない学生がおり、有用性に個人差があることが分かった。ただし、本実験は、本システムを初めて利用する学生のみを対象としたため、継続使用した場合には別の結果となる可能性がある。システムに慣れることによる影響は、今後確認していきたい。

修正後の文書に対する、ある評価者からの感想を以下に引用する。

評価が「3」の理由としてもっとも多かったのは、主語－述語間・修飾－被修飾語間の距離を文節の入れ替えで縮めようとした結果、もともと文が持っていた日本語的雰囲気・情感が損なわれてしまったケースである。たとえば「将来はネットに頼りすぎない教育を考えなければならなくなるかも知れない」は文脈と意味を考えれば「将来は」は「考えなければ」に係るのは明らかである。しかし、意味を考えなければ

¹このとき、どちらが修正前でどちらが修正後かは明示している。

「頼りすぎない」にも係る可能性がある。このあいまいさをなくしたのが学生の修正文「ネットに頼りすぎない教育を将来的には考えなければなくなるかも知れない」だが、結果的に元の文の自然さが失われている。意味を考慮しない校正には超えがたい限界があると感じた。

表 4.1: アンケート項目および集計結果

1. 文単位の可視化について		
(A) 修飾－被修飾関係（矢印）が間違っ	て解釈されていた	_____ 文
– そのうち修正を行ったもの	_____ 文	61
文章を分割した	_____ 文	51 (83.6%)
語順を入れ替えた	_____ 文	18
言い回しを変更した	_____ 文	27
その他 具体的に:	_____	27
– 修正を行わなかったもの	_____ 文	2
修正しなかった理由:	_____	10 (16.4%)
(B) 主語－述語が間違っ	て解釈されていた	_____ 文
– そのうち修正を行ったもの	_____ 文	46
文章を分割した	_____ 文	37 (80.4%)
語順を入れ替えた	_____ 文	14
言い回しを変更した	_____ 文	20
その他 具体的に:	_____	15
– 修正を行わなかったもの	_____ 文	1
修正しなかった理由:	_____	9 (19.6%)
(C) 「長い」と感じる矢印が存在していた	_____ 文	71
– そのうち修正を行ったもの	_____ 文	49 (69.0%)
文章を分割した	_____ 文	24
語順を入れ替えた	_____ 文	18
言い回しを変更した	_____ 文	16
その他 具体的に:	_____	0
– 修正を行わなかったもの	_____ 文	22 (31.0%)
修正しなかった理由:	_____	
(D) 主語を含めた方がよいと気付かされた	_____ 文	43
2. 全体の可視化について		
● 修正した文の数	_____ 文	36
接続詞を補った	_____ 文	11
文・文節を補った	_____ 文	8
文の順番を入れ替えた	_____ 文	0
その他	_____ 文	17
3. 今回利用したシステムについて、該当するものに○を付けてください。		
(1) このシステムを今後も利用したいと思いましたが？		
① 思う		12
② どちらとも言えない		4
③ 思わない		0
(2) (1) で ② ③ と答えた方に質問します。		
① 次からはこのシステムに頼らなくても大丈夫だと思う		0
② ルールが身についたとは思わないが、このシステムを利用したいとは思わない		0
③ システムの一部分のみ利用したいと思う		
a) ルールチェックのみ		3
b) ルールチェックと文単位の可視化のみ		1
c) その他		0
(3) (2) で ② ③ と答えた方に質問します。利用したくない理由を教えてください。		
4. 感想・意見・改善案など自由に記入してください。		
(1) 文単位の可視化について	20	
(2) 全体の可視化について		

表 4.2: 文の改善度

(単位：文，評価人数：7名)

レポート番号\評価値	1	2	3	計	総文数
1	6	2	0	8	30
2	4	5	0	9	23
3	4	5	1	10	30
4	3	1	0	4	27
5	6	3	0	9	35
6	5	1	0	6	24
7	6	3	0	9	29
8	3	9	0	12	33
9	6	11	2	19	30
10	2	10	1	13	29
11	4	2	0	6	29
12	8	6	1	15	39
13	8	8	0	16	25
14	4	9	1	14	32
15	7	2	0	9	23
16	15	0	0	15	20
平均	5.7	4.8	0.4	10.9	28.6
合計	91	77	6	174	458

1. 明確に改善が認められる
2. どちらとも言い難い
3. むしろ読みにくい，不自然な文になってしまっている

第5章 結論

本論文では，理工系学生の論文推敲支援を目的とした文書可視化システムを構築し，その有効性を検討した．

5章では，その成果と今後の課題について述べる．

5.1 成果

提案システムが文章を可視化することにより，簡潔性・一義性の観点から分かりやすい文に修正するための指針，および文集合全体の論理性を向上させるための指針を与えられることを示した．

今回の評価実験において，提案システムを利用して変更が加えられた 174 文のうち，平均約 52% の文に改善が認められた．本システムの有効性が確認できた一方，効果に個人差があることも観察された．

5.2 今後の課題

今後は，アンケート調査の結果を踏まえシステムを改善していくとともに，継続利用によって「システムを有効活用できなかった学生に変化が表れるか」や「それ以降の論文の書き方に何か影響を及ぼすか」といった効果の検証を引き続き行いたいと考えている．

謝辞

本研究を行うにあたり，丁寧な御指導と適切な御指示，御助言を頂きました，静岡大学の伊東幸宏教授，小西達裕准教授，言語情報処理研究所の高木朗殿，国立情報学研究所の小山照夫教授，中京大学の三宅芳雄教授に深く感謝致します。また，同じ研究チームで苦楽を共にした西口直樹氏，伊藤慎一氏，池田彰吾氏，山本晋太郎氏を始め，伊東・小西研究室の学生諸氏には多大な御協力を頂きました。

また，仕事と学業を両立するにあたり，サレジオ高専の市村洋教授ならびに東京高専の教職員の皆様には多大なご支援を賜りました。

以上の方に論文の末尾ではありますが，改めて感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 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, p. 62 (2008).
- [2] 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 (2008).
- [3] 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, 情処技報 2009-CE-98, Vol. 2009, No. 15, pp. 91–96 (2009).
- [4] 中島利勝, 塚本真也: 知的な科学・技術文書の書き方, コロナ社 (1996).
- [5] 阿部圭一: 明文術—伝わる日本語の書きかた, NTT 出版 (2006).
- [6] 戸田山和久: 論文の教室—レポートから卒論まで, 日本放送出版協会 (2002).
- [7] 松本章代, 鈴木雅人, 市村 洋: 理工系学生の論理的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 (2007).
- [8] 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 (2007).
- [9] Booth, V.: *Communicating in Science: Writing a Scientific Paper and Speaking at Scientific Meetings*, Cambridge University Press (1993).
- [10] Attali, Y. and Burstein, J.: Automated essay scoring with e-rater v.2, *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, Vol. 4, No. 3 (2006).

- [11] 石岡恒憲, 亀田雅之: コンピュータによる小論文の自動採点システム Jess の試作, 計算機統計学, Vol. 16, No. 1, pp. 3–18 (2003).
- [12] Jess, <http://coca.rd.dnc.ac.jp/jess/>.
- [13] 森リン, <http://www.mori7.info/moririn/index.php>.
- [14] 菅沼 明, 小野貴博: 文章推敲支援における読み手に誤解される文の抽出, 情報処理学会研究報告, 2007-DD-61, Vol. 2007, pp. 31–38 (2007).
- [15] 大野博之, 稲積宏誠: 技術文章の校正・推敲支援ツールにおける機能拡張容易性の向上, 電子情報通信学会教育工学研究会 技術研究報告, ET2007-89, pp. 31–36 (2008).
- [16] 工藤 拓, 松本裕治: チャンキングの段階適用による日本語係り受け解析, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 6, pp. 1834–1842 (2002).
- [17] 若林 敦: 理工系の日本語作文トレーニング, 浅倉書店 (2000).
- [18] 木下是雄: 理科系の作文技術, 中公新書 (1981).
- [19] 高木隆司: 理科系の論文作法, 丸善株式会社 (2003).
- [20] Weston, A.: *A Rulebook Arguments*, Hackett Publishing Company, Inc (2001).