

Title	シソーラスの可視化による発散型英語学習支援ツールの研究
Author(s)	下平, 千恵
Citation	
Issue Date	2006-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/578
Rights	
Description	Supervisor: 國藤 進, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

シソーラスの可視化による
発散型英語学習支援ツールの研究

指導教官 國藤 進 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識社会システム学専攻

450036 下平 千恵

審査委員： 國藤 進 教 授(主査)
宮田一乗 教 授
藤波 努 助教授
西本一志 助教授

2006 年 2 月

要旨

既存の英語辞書の学習における有用性を維持しつつ、コンピュータによる支援のメリットを活かした発散型の英語学習支援ツールを構築する。具体的には、英文作成時の語彙選択の学習を支援するために、複数の単語の類義語をそれぞれ可視化する学習支援ツールを示すとともに、学習者による評価実験により本提案方式が有効であることを示す。

目次

第1章	序論	1
1.1	背景.....	1
1.2	本研究の目的	2
1.3	本研究の位置づけ	2
1.4	本論文の構成	4
第2章	英文作成時の行動	5
2.1	英文作成時の行動パターン	5
2.1.1	実験内容	5
2.1.2	実験結果	6
2.2	アンケート	8
2.2.1	アンケート内容.....	8
2.2.2	アンケート結果.....	8
2.2.3	自由討論	10
2.3	分析結果と設計方針.....	11
2.3.1	分析結果	11
2.3.2	仮説	12
2.3.3	設計方針	13
第3章	学習支援ツールの構築	15
3.1	本ツールの概要.....	15
3.2	本ツールの構成.....	16
3.2.1	類義語検索.....	16
3.2.2	コンテキスト検索	16
3.3	表示ベクトルの算出と空間配置.....	18
3.3.1	スプリング・モデルによる空間配置	18
3.3.2	マグネティック・スプリング・モデル.....	19
3.4	システムの操作.....	21
3.4.1	英文入力ウィンドウ	21

3.4.2	類義語の三次元表示	22
3.4.3	関連(コロケーション)線の表示.....	23
3.4.4	意味および例文の表示.....	24
3.4.5	Web上の例文表示.....	26
3.4.6	新たな類義語表示	27
3.5	実装例	28
3.6	本ツールの特徴.....	33
3.6.1	複数のシソーラスダイアグラム表示	33
3.6.2	本ツールとのインタラクションのサポート	33
3.6.3	配色による刺激.....	33
3.6.4	リアルタイムでの実行.....	33
第4章	評価実験.....	35
4.1	要素技術レベルでの評価.....	35
4.1.1	ディスクに占めるメモリ容量の測定	35
4.1.2	処理速度の測定.....	37
4.1.3	考察	37
4.2	被験者を用いた利用レベルでの評価実験.....	38
4.2.1	本ツールを利用した語句決定までの観察	38
4.2.2	考察	40
4.3	思考レベルでの評価.....	41
4.3.1	アンケート.....	41
4.4	全体の評価・考察	44
第5章	結論.....	46
5.1	まとめ	46
5.2	今後の課題.....	46
謝 辞	48
参 考 文 献	49

目 次

1-1	本研究の位置づけ	3
2-1	英文作成時の行動	7
2-2	英文作成時の辞書の使用	7
2-3	辞書活用と評価(Aグループ：初級者)	9
2-4	辞書活用と評価(Bグループ：中級者)	9
2-5	辞書活用と評価(Cグループ：上級者)	9
3-1	システムの概念図	17
3-2	スプリング・モデルによるグラフのレイアウト	18
3-3	マグネティック・スプリング・モデルによるグラフのレイアウト	19
3-4	初期画面	21
3-5	シソーラスダイアグラムの三次元表示	22
3-6	関係線の表示	23
3-7	意味および例文の表示	24
3-8	クリップボード	25
3-9	Web上の例文表示	26
3-10	新たなシソーラスダイアグラムの表示	27
3-11	シソーラスダイアグラム実装例	29
3-12	クリップボードの実装例	30
3-13	Google検索による例文検索(“violate law”を検索)	31
3-14	Google検索による例文検索(“invade law”を検索)	31
3-15	Google検索による例文検索(“infringe law”を検索)	32
3-16	Google検索による例文検索(“break law”を検索)	32
4-1	システムの処理時間	37
4-2	各機能の利用状況	39
4-3	意味・例文表示機能の利用状況	39
4-4	操作の流れ	40
4-5	本ツールの評価	42

表 目 次

2-1	辞書に関する意見	10
2-2	コンピュータ支援に関する意見	11
4-1	ディスクに占めるメモリ容量.....	36
4-2	アンケート内容	41
4-3	本ツールに関する意見	42
4-4	既存システムに関する意見	43
4-5	英語教員の意見.....	43

第1章 序論

1.1 背景

近年，国内においても英語の必要性はますます高くなってきており，それに伴い英語学習に関する様々なコンピュータ支援システムが研究されている．既存システムには，教育支援を目指したマルチメディア学習教材を利用するCALLシステム[1]や，形態素解析，係り受け解析，専門用語抽出など自然言語処理を駆使した自動翻訳支援システム[2][3]などがあげられる．また，多種多様な教材も開発，販売されている．身近なものとして電子辞書や自動翻訳などが容易に利用できるようになった．

しかし，学習者の英語学習の効果向上に焦点を当てて考えた場合，システムの利用の仕方によっては学習の支援とは必ずしもならない場合がある．例えば，常に自動翻訳機に頼っていたのでは英作文能力は向上しない．様々な支援システムが開発されているにも関わらず，依然として英英辞書やシソーラス辞書が英語学習者に多用されている事実は，これらの辞書の学習における有用性を示している．

辞書を用いて英文作成をする場合，数多い単語や例文の中から目的とするものを学習者自身が試行錯誤しながら見つけ出していくという過程を辿る．さらに，この数多い情報の中から目的とするものを収束させていく過程で，目的とするもの以外からの情報や知識も付くと考えられる．しかし，既存の支援システムには本来学習者がすべき収束の部分の処理を済ませてくれるものが多い．目的とする答は得られるだろうが，システムが収束させるためにふるいにかけた情報や過程を学習者は知ることができない．

英語学習の英作文における語句選択は，学習者が中級あるいは上級になって

も依然として難しい問題として上げられる。語彙指導者の望月らは[6]、指導者の立場から経験知として「単語は辞書で引かなければ身につかない」「訳語を教えて覚えさせるのはよくない」「単語は文脈内で提示しなければならない」と述べている。また「単語を知った」ということは、発音・綴り・語の構成要素・意味・概念・連想する語、文法、コロケーション、頻度、使用域などについて知って初めて知ったと言えらるゝも述べている。

英語学習効果の向上を目的としたコンピュータによる学習支援システムのあり方についてよく検討する必要がある。

1.2 本研究の目的

本研究では、学習効果を高めるのには様々な情報を学習者自身が能動的に収束させていく過程、すなわち、学習者の収束型学習が重要であると考え、この仮説をもとに議論を進める。収束型学習を支援するためには、学習者に多様な情報を提供する、発散型の支援ツールが有効であると考えられる。そこで、本研究は、英語辞書の学習における有用性を維持しつつ、コンピュータによる支援のメリットを活かした発散型の英語学習支援ツールを開発することを目的とする。

具体的には、英文作成時の語彙選択の学習を支援するために、複数の単語の類義語をそれぞれ可視化する発散型の学習支援システムを構築する。さらに、学習者による評価実験を行うことにより本提案方式が有効であることを示す。

1.3 本研究の位置づけ

本研究の位置づけを明確にする。本研究と各種辞書や既存システムとの関係

を図 1-1 に示す．縦軸は電子化度，横軸は支援形態を示す．

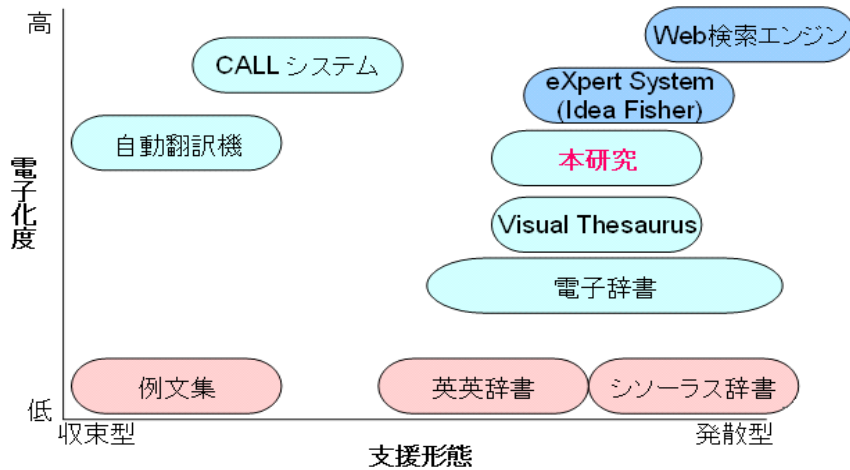


図 1-1 本研究の位置づけ

本研究で開発するツールと類似した既存システムとして Visual Thesaurus があるが，これは指定した 1 単語の類義語を可視化表示するのみであるのに対して，提案システムは複数の単語の関係を，シソーラス情報をもとに可視化することに特色があり，提示する情報量が多い．これによって，コロケーションや単語の使われる文脈（コンテキスト）を利用者が習得することを支援する．

また，語学学習支援ツールではないが，文書作成支援システムとして eXpert System（旧 Idea Fisher）がある．これは，本提案ツールと同様に，発散型の情報提供システムであるが，提供される情報は連想単語辞書に基づく情報であり，語学学習における有用性は疑問である．

Google に代表される Web 検索エンジンは，指定した単語（列）を含む例文を多数列挙するという点で，語学学習の意味でも非常に有用である．しかし，類似した単語間の関係や相違点については何も情報を提供しない．

英英辞書（電子辞書を含む）は，指定した単語に関する詳細でかつ多様な情報を提供する．しかし，同時に複数の単語を検索し，その結果を利用者が比較し，最終的に目的とする単語や文書表現を選択するような場面においては，何度もバックトラックや検索を反復する必要がある上，使い勝手が悪い上，単語間の関係を学習者が理解するのは難しい．一方，本提案ツールは，複数の単語間の関

係を同時に可視化表示するところに特色があり，学習者がコロケーションや単語の関係を発見的に習得することが期待できる．

1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである．

- ・ 第2章では，提案ツールの構築にあたってまず，英語学習者の英文作成時の行動を調査・分析し，結果について述べる．
- ・ 第3章では，英語学習者の英文作成時の行動分析，および既存システムの検討をもとに提案ツールの構築について述べる．
- ・ 第4章では，実験システムを用いた評価実験と考察を述べる．
- ・ 第5章では，本論文の成果と今後の課題について述べる．

第2章 英文作成時の行動

本章では，英語を第二言語とし学習している学習者が英語の文章を作成していく過程で，どのような行動パターンをとるのかを知ることが重要であると考え，学習者の行動パターンとアンケート結果を述べる．またこの分析結果をもとに仮説を述べる．

2.1 英文作成時の行動パターン

英文作成時の行動パターンは，英国の英語教室で通常行っている英作文の練習の時間を利用させてもらって以下の実験を行なった．

2.1.1 実験内容

- ・ 英作文内容：「求人先に自分を紹介する文書作成」と題して，A4, 1枚の紙に，300ワード程度のフォーマルレターを作成する．英文作成時間は英語指導教員のチェック時間を含めて2時間30分以内とする．
- ・ 被験者：英国で生活していくために英語を第二言語として学んでいる英語学習者(IELTS4.0～6.0程度)，12人を対象とする．被験者は予め能力別に英語力の高い方から，レベルC，レベルB，レベルAのそれぞれ4人ずつの3グループに分かれテーブルに着いている．

- ・ 被験者の事前知識： 被験者は事前にフォーマルおよびインフォーマルなレターの書式について学んでいる。しかし、英作文のテーマについては今回初めて知らされ作成するものとする。
- ・ 英語指導教師(以下教師)の指導： 教師は途中一人に2度ずつ、英文のチェックを行なう。チェック内容は、基本的な「英単語や英文法のミス」に加え、「フォーマルレター文としての構成が適切かどうか」、「求人先へ出すレターとして文章の内容が適切かどうか」について総合して行なうものとする。しかし、教師は間違っている箇所にアンダーラインを引くだけで、何で間違っているかは、当日中は学習者に一切教えないものとする。さらに、提出された英作文の内容、被験者のレベルにかかわらず、1回のチェックにかかる時間をある程度一定にするよう考慮するものとする。
- ・ 作成環境： 手書きもしくはMicrosoft Word環境のいずれかを選択できる。Microsoft Word環境ではスペルミスチェック機能、単語数のチェック機能を使用できるものとする。
- ・ 辞書の使用： 最初は辞書の使用を禁止する。教師による2度目のチェック後のみ辞書を用いて最終修正をすることができる。辞書は電子辞書以外、何を使用してもよい。

2.1.2 実験結果

まず、本実験2時間30分をどのような時間配分で英文作成したか、その行動と時間を図2-1に示す。図の横軸は学習者のレベル、縦軸は時間(分)を表す。

それぞれ英文完成までにAグループは平均142分、Bグループは平均105分、Cグループは平均93分を要した。また教師がそれぞれチェックに要した時間はレベルに関わりなく平均5分であった。最初の英文作成に要した時間、1回目の修正に要した時間、および2回目の修正に要した時間配分は、全時間のそれぞれAグループは40%、21%、32%、同じくBグループは43%、19%、29%、レベルCグループは44%、17%、28%であった。

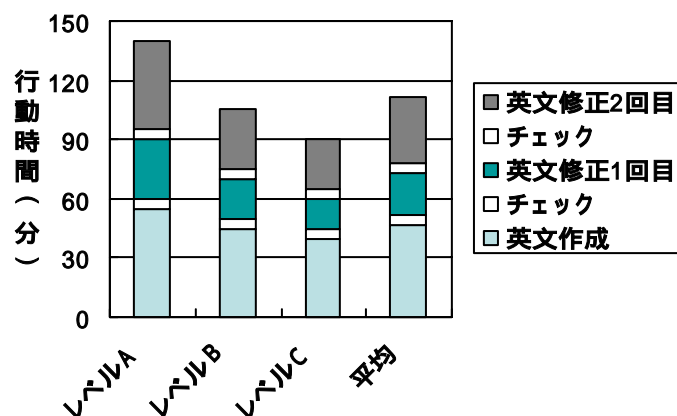


図 2-1 英文作成時の行動

続いて、辞書の使用状況を調べる。教師の2度目のチェック後、学習者は自由に辞書を用いて修正ができる。その際の各種辞書の使用時間を図 2-1 に示す。横軸は学習者のレベル、縦軸は各種辞書を使用していた時間(分)を表す。2回目の英文修正にAグループは平均47分、Bグループは平均32分、Cグループは平均25分を要した。その際の、母国語辞書の使用、英英辞書の使用、英文の修正に要した時間配分は全時間のそれぞれAグループは22%、56%、22%、Bグループは64%、15%、21%、レベルCは80%、4%、16%であった。

英文作成終了後の調査から、辞書使用目的としてAグループは、初めて知る単語の検索と例文の検索が主だったのに対し、Cグループは既に行った文章の phrasal verb(句動詞)、単語、前置詞の確認や、さらに適切と思われる単語を類義語の中から探すのに時間を費やしていることがわかった。

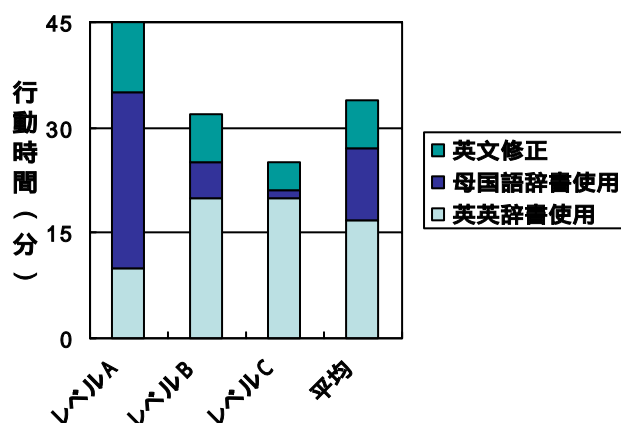


図 2-2 英文作成時の辞書の使用

2.2 アンケート

2.2.1 アンケート内容

(1) 質問内容： 英文作成時に必要とする各種辞書について，利用頻度，期待度，満足度の 3 項目について評価する．利用頻度とは，常に使用する場合を 5，全く使用しない場合を 0 として 5 段階評価する．期待度とは，辞書を使用することで英作文能力の向上にとっても役立っている，もしくは役立つであろうと思われる場合 5，全く役立っていないもしくは役立たないであろうと思われる場合を 0 として 5 段階評価する．満足度とは，思い通りに活用できていると思われる場合 5 を，全く思い通りに活用できていない場合 0 として 5 段階評価する．

(2) アンケート対象者： 英国で生活していくために英語を第二言語として学んでいる英語学習者，A グループ (IELTS ~3.0 程度)5 人，B グループ (IELTS 3.0~4.5 程度)8 人，C グループ (IELTS 4.5~程度)12 人を対象にアンケート調査をする．

2.2.2 アンケート結果

アンケート結果をグループ毎に図 2-3~図 2-5 に示す．横軸は辞書，縦軸は評価値を示す．

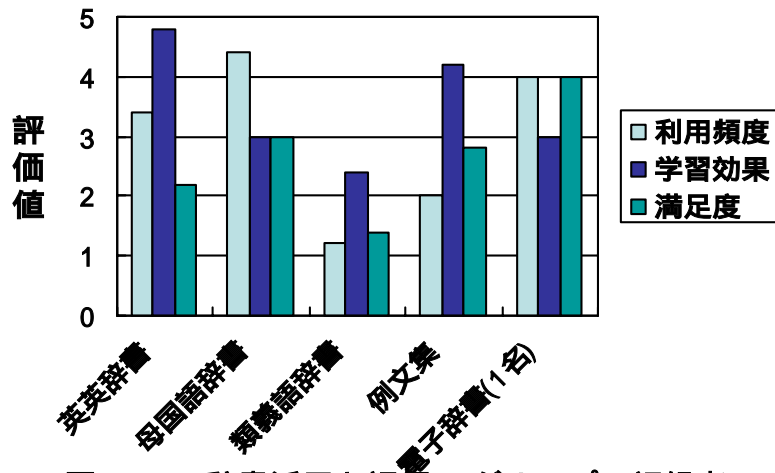


図 2-3 辞書活用と評価(Aグループ：初級者)

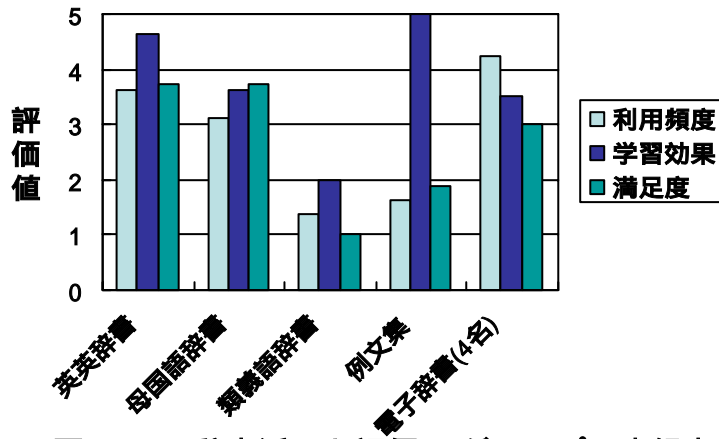


図 2-4 辞書活用と評価(Bグループ：中級者)

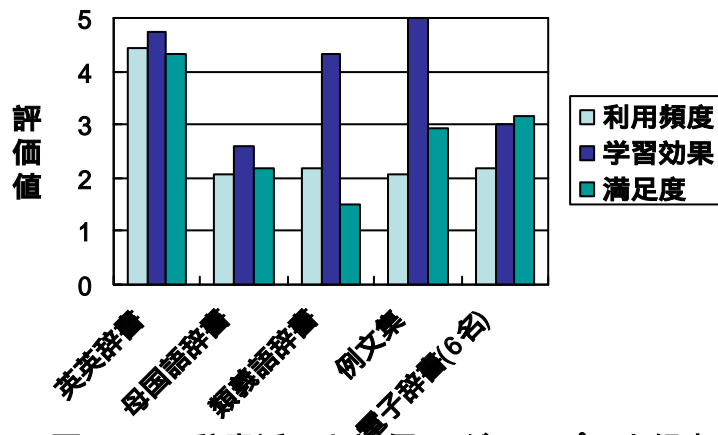


図 2-5 辞書活用と評価(Cグループ：上級者)

2.2.3 自由討論

さらに、アンケート後自由に討論をし、その際に出た辞書に関する意見を表 2-1 に示す。

表 2-1 辞書に関する意見

-
- ・ 英英辞書は学習効果向上に大いに役立つと知っているが、語彙力不足から使いこなしていない。(01)
 - ・ 上級者であっても学術用語のような特殊用語は母国語辞書からでないと調べられない。(02)
 - ・ 思い通りの例文が少ない。特に母国語辞書には少なく、翻訳に無理があるように感じる。(03)
 - ・ 母国語の辞書の例文をそのままネイティブの人に見せると、間違っていると指摘されることがよくある。(04)
 - ・ 何度も同じ単語を引き直すことがあり、どうも定着していないようだ。(05)
 - ・ 同じ意味で複数単語があった場合の使い分けが難しい。(06)
 - ・ 辞書で引いた単語や例文を毎回メモしておくがバラバラにしてしまう。単語帳を作らなければと思っている。(07)
 - ・ 母国語辞書、英英辞書等の複数辞書を同時に使うことがよくある。電子辞書はその点、楽にできるのだろう。(08)
 - ・ いつも同じ単語を使っている。文章を書くとき困ってしまう。語彙力をつけたい。しかし類義語辞書は、同時に例文を見ることができず、利用しにくい。(09)
 - ・ 特定分野に関する例文集はあるが、一般向けにはほとんどない。(10)
 - ・ 英英辞書と類義語辞書および例文が一冊で充実しているのが便利でいいと思われる。その点、電子辞書は同時に検索ができるので使いやすい。(11)
 - ・ 電子辞書を使った時よりペーパー辞書で検索した方が苦勞して検索する分、記憶として残っているように思う。(12)
 - ・ 数行しか見ることができない電子辞書よりペーパー辞書の方が一度に入ってくる情報量が多い。しかし楽なので電子辞書を使ってしまう。(13)
 - ・ 英文自動翻訳機からは何も得られない。完全な自動翻訳機が完成しても使わないだろう。(14)
-

続いて、英語学習に関して、今後コンピュータ支援に期待することについてディスカッションをし、その際に出された自由意見を表 2-2 に示す。但しコンピュータ環境に慣れていない人もいたため、実質 7 名でのディスカッションとなっている。

表 2-2 コンピュータ支援に関する意見

-
- ・ 電子辞書をカラー化しさらにイメージ図を取り入れたらいい。(15)
 - ・ 電子辞書のマルチ画面化をして欲しい。(16)
 - ・ 電子辞書に印刷機能を付けて欲しい。(17)
 - ・ コンピュータ環境がよくなったら、つい頼ってしまいそうで心配。(18)
 - ・ Web 上でも色々なコンピュータ支援がある。しかし、質問したくてもできない。(19)
-

2.3 分析結果と設計方針

2.3.1 分析結果

英文作成時の行動パターン実験、アンケートおよび自由意見から、辞書使用の目的は英語学習レベルが上がるにつれ、今まで知らなかった単語を探し出すためのものから既に知ってはいるが確認や新たな単語への展開のためのものへと使用目的が変化していくのがわかった。つまり、英語学習向上を目的とした人達にとって、辞書は目的とする適語を教えてくれるためだけのものではなく、新たな知識を与えてくれるものであるといえる。辞書に関する意見に「英文自動翻訳機からは何も得られない。完全な自動翻訳機が完成しても使わないだろう。(14)」とある。自動翻訳機では、答に近い文や単語を提示してくれるが、新たな知識を与えてくれるものではないため有用性にかけているようである。

また、アンケート結果から、母国語辞書を使うより英英辞書を使用した方が学習効果に良い、と知りながらも、特に初級者は英英辞書の使用頻度より母国語辞書の使用頻度の方が高いという結果がでた。しかし、中級者、上級者となるにつれ利用頻度は逆転する。これは上級者になるにつれ語彙力がついたことによるものと思われる。辞書に関する自由意見でも「思い通りの例文が少ない。特に母国語辞書には少なく、翻訳に無理があるように感じる。(3)」と経験上知っているので、学習者はある程度力が付いてくると、英英辞書を多く使用するようになる。

しかし、類義語辞書については、学習効果に役立っている、もしくは役立つであろう(利用頻度の低さから後者と考えられる)と高く評価しているにもかかわらず、利用頻度と満足度が低い。辞書に関する自由意見で、「いつも同じ単語を使っている。文章を書くとき困ってしまう。語彙力をつけたい。しかし類義語辞書は、同時に例文を見ることができず、利用しにくい。(9)」とある。語彙力を増やして文章表現に深みを付けるために利用価値は高いと評価しているにもかかわらず、使いこなしていないのが現状のようである。

例文集または例文辞書についても、学習効果に役立っている、もしくは役立つであろう(利用頻度の低さから後者と考えられる)と高く評価している。例文集はある特定の分野、例えばビジネスに関する例文集、工学文書作成に関する例文集等は見かけるが、一般的なものはほとんど見かけない。学習効果に役立つと考えていながらも、実際に使うことができないことから満足度が低いと思われる。

2.3.2 作業仮説

学習者は各辞書の有用性を知りながらも思うように使いこなしていないのが現状であった。英語学習の英作文における語句選択は、学習者が中級あるいは上級になっても依然として難しい問題として上げられ、辞書の活用との関係があると思われる。しかし、目的とする答のみを学習者に提示する手法は学習効果の向上には役立たないと思われる。よって、学習者の学習活動を刺激するためのインタラクションを強化した学習者が能動的に参加できる支援システムが

必要であると思われる。さらに、最終的な答より答を導き出すまでの過程が学習には最も重要であると考えられる。しかし、辞書のみを用いた学習では、学習者は複数の辞書を用いなければならなかったり、その都度記録したりと、辞書検索に多くの時間を費やし負担になる。そこで、コンピュータによる支援を利用することが効果的であると思われる。ただし、コンピュータ支援を使うことによる学習者の負担や、思考過程の妨げを避けるため、システムの動きは普段学習者が行っている英文作成時の動きに近いものにする必要があると思われる。

2.3.3 設計方針

本システムではこれらの仮説をもとに、英文作成時の語彙選択に絞った学習支援ツールを構築する。学習者が必要に応じて適切な単語や例文を検索し、語句の用法を確認することができれば、目的とする語句の選択に役立つと期待される。そこで、本ツールの改善に役立てるための機能も含めた主要機能4つとその解決法を以下に述べる。

1. 検索時の同時並行的意味追求の問題を解決する手法
 - ・ 複数単語の類義語を同時表示する
 - ・ 類義語間のコロケーションの可視化をする
2. 語句の用法を提示する手法
 - ・ Web上から多数例文を検索し表示する
3. 机上でのメモ書き環境を提示する手法
 - ・ クリップボード環境を提示する
4. 本ツールを改善するための手法
 - ・ ユーザの操作履歴を記録する

学習者は予め、自分の知識として持っている英単語を、本ツールに与える。すると類義語が表示され、それらの意味や例文さらには類義語間の関係が可視化され見ることができる。必要であれば、さらに類義語を展開することができる。また検索した類義語、単語の意味はノートに走り書きするイメージでクリ

ップボードに貼り付けしたり保存したりできる。

具体的には、辞書検索に英語のシソーラス辞書である WordNet[11][12]を用い、検索された類義語、単語の意味、例文を、マグネティック・スプリング・モデル[8][9][10]を用いて可視化する。コンテキスト情報は、検索エンジン Google[12]用いて Web 上の情報を検索し表示する。また、机上のノートやメモ書きイメージの機能を持つクリップボードを提供する。さらに、本システムを利用した時の学習者の行動を記録することで、本提案のさらなる改善の指針に役立てる。

第3章 学習支援ツールの構築

本章では，本研究で構築した学習支援ツールについて述べる．

3.1 本ツールの概要

シソーラスデータベースから抽出した英単語群(以下，一単語から抽出した英単語群をシソーラスダイアグラムとよぶ)や Web 検索した情報を可視化し，学習支援するための本ツールの諸機能を以下に示す．

1. 類義語検索

各英単語の語彙検索は，Princeton 大学の認知科学研究所が開発した，英語シソーラスデータベース WordNet[11]を使用する．従来のシソーラスが(狭義の)シノニムを対象としているのに比べ，WordNet は，ある英単語と意味的につながりのある語を多角的，階層的に示してくれる，という特徴をもっている．これによって，従来のシソーラスではカバーできなかった上位語，下位語，さらに意味，例文を調べることができる．

2. 空間配置

シソーラスダイアグラムは，マグネティック・スプリング・モデルを用い三次元の空間配置を提示する．

3. シソーラスダイアグラム間の関係表示

あるシソーラスダイアグラムの中の英単語が，他のシソーラスダイアグラムの中の英単語や意味の中に存在する場合，その関係を表示する。

4. クリップボード表示

WordNet から抽出した意味および例文を別画面のクリップボード画面上で編集，記録，印刷する．

5. Web 検索

WordNet から抽出した例文には限りがあるため，検索エンジン Google を用いて Web 上の例文を検索し，上位 20 件と検索ヒット件数とともに表示する．

3.2 本ツールの構成

前述した機能をもとに Windows XP OS 上に実験ツール，本ツール Thesaurus Diagram を実装する．言語は JAVA を用いる．最初にシステムの内容を紹介し，次にシステムのインターフェース部分の説明をする．最後にシステムの特徴についてまとめる．

本ツールの概念を図 3-1 に示す．

3.2.1 類義語検索

指定した英単語の類義語は三次元のマグネティック・スプリング・モデルにより空間配置する．さらに意味や例文を表示することができる．またシソーラスダイアグラム中の英単語からさらなる類義語検索をし，新たなシソーラスダイアグラムの表示が可能である．ユーザが不必要と思ったシソーラスダイアグラムは自由に削除することができる．

3.2.2 コンテキスト検索

検索エンジン Google を用いて指定した単語の含まれる例文を検索し上位 20 件を提示する．さらにヒット件数も提示する．

3.2.3 クリップボード表示

シソーラスデータベース上の意味および例文をクリップボード上に提示する。ユーザは提示された例文を自由に再配置し、従来のノートブックイメージで操作可能とする。

3.2.4 操作履歴

学習者の操作履歴を逐次記録することで、本提案ツールのさらなる改善の指針に役立てる。

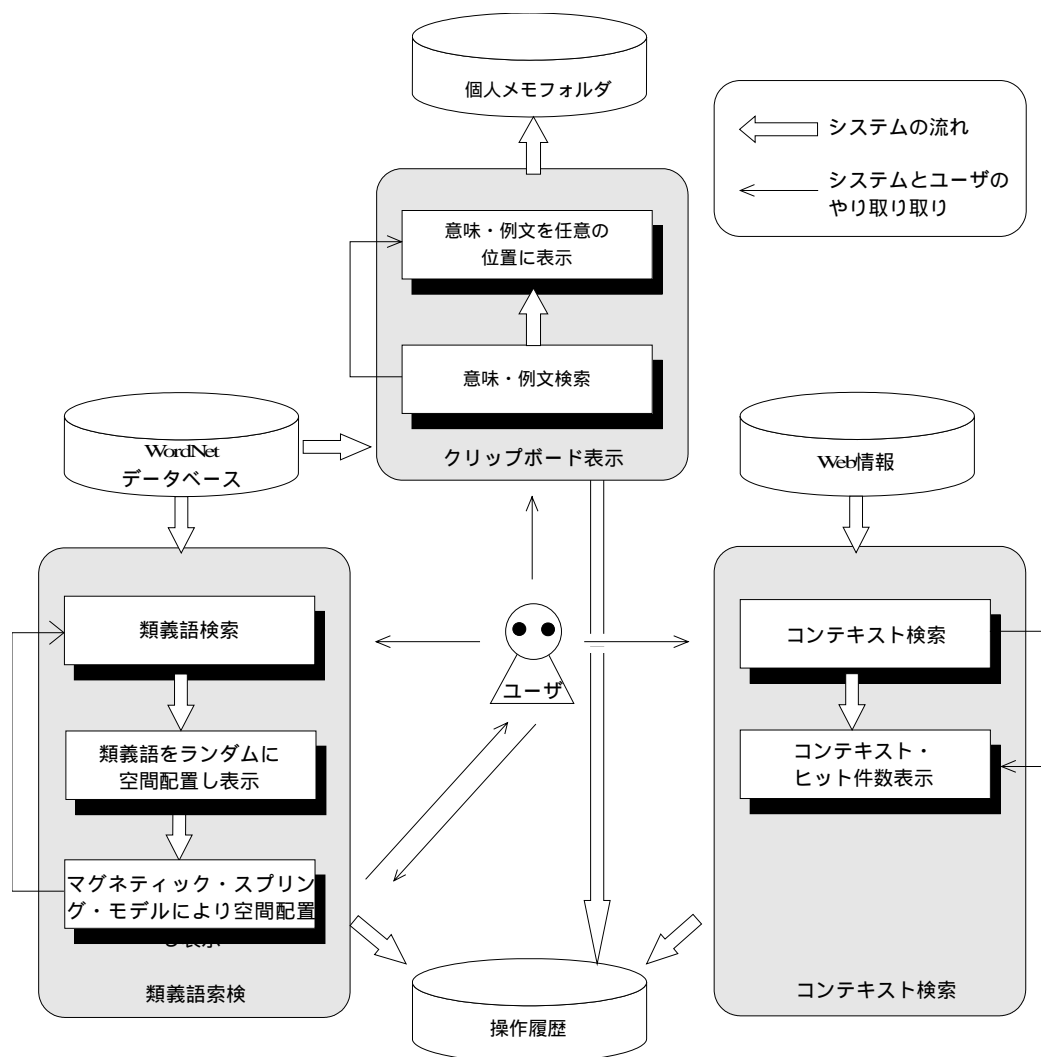


図 3-1 システムの概念図

3.3 表示ベクトルの算出と空間配置

3.3.1 スプリング・モデルによる空間配置

スプリング・モデル[9]は無向グラフのノードを美しく配置する描画法として最も基本となるアルゴリズムである．本アルゴリズムは，エッジ(スプリング)の長さ(自然長)をノード間の距離とし，その対象性を顕示することを目指して無向グラフを描画する場合に多く応用される．

このスプリング・モデルは，ノードを鉄のリングに，エッジは力学系を形成するスプリングに置き換えて，リングの安定状態を見つけることで適切なレイアウトを求めるものである(図 3-2)．

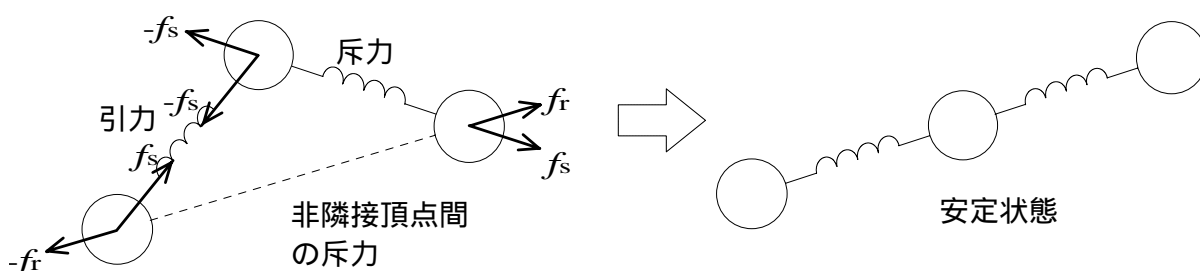


図 3-2 スプリング・モデルによるグラフのレイアウト

このモデルは，隣接するノード間をつなぐバネと隣接していないノード間に斥力を与える 2 種類のパネを用いる．隣接するノード間に働く力 f_s は

$$f_s = c_1 \log(d / c_2)$$

により与えられる．ここで d はノード間の距離， c_1 と c_2 は定数とする． $d > c_2$ のとき f_s は引力， $d < c_2$ のとき斥力， $d = c_2$ のときノード間に力は働かない．また隣接しないノード間に働く力 f_r は

$$f_r = c_3 / d^2$$

により与えられる．ここで c_3 は定数とする．このような力 f_s と f_r をできるだけ緩和するように各ノードを ($c_4 \times$ そのノードに働く力) ずつ移動させることにより，全ての隣接するノード間の距離を近傍に収束させる． c_4 は定数とする．

3.3.2 マグネティック・スプリング・モデル

マグネティック・スプリング・モデル[8]は，スプリングモデルに磁場の概念を入れたものである(図 3-3)．

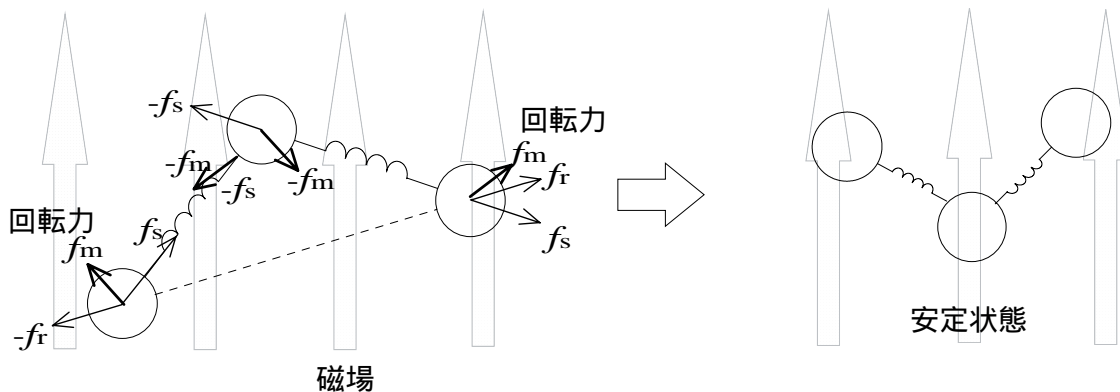


図 3-3 マグネティック・スプリング・モデルによるグラフのレイアウト

エッジを磁針と見なし，グラフの置かれた磁場から回転力を受ける．マグネティック・スプリング・モデルの磁場には，有効エッジに働くものと無向エッジに働くものの二種類がある．有効エッジの場合はエッジの終点が磁場の北を向くように回転力を受ける．無向エッジの場合は磁場の向きは関係なく，ノードの南北に向きに近い方を向くように回転力が働く．回転力は次のように定義される．

$$f_m = c_5 b d | t |$$

ここで， b は基準点(エッジの中心)における磁場の強さ， d は現在のエッジの長さである． t はエッジの基準点における磁場の北から終点のずれの角度である．

つなわち，有向エッジの場合は $0 < t$ ，無向エッジの場合は $0 < t < 1/2$ となる．また， k は辺の長さの回転力への影響を制御する定数， t は t の回転力への影響を制御する定数である．また，隣接するノード間に働く力と隣接しないノード間に働く力は， f_s と f_r を用いる．

マグネティック・スプリング・モデルは，複数種類のエッジを持つ有向グラフのレイアウトにおいてそれぞれのエッジを一定の方向に向かせることや，有向エッジと無向エッジが混在したグラフのレイアウトにおいて有向エッジだけを一定の方向に向かせ，また無向エッジも特定の方向に揃える等の応用に用いられる．

3.4 システムの操作

3.4.1 英文入力ウィンドウ

ユーザがシステムを起動すると英単語入力画面が開く(図 3-4) .まずユーザは調べたい英単語を英単語入力領域にキー入力する .

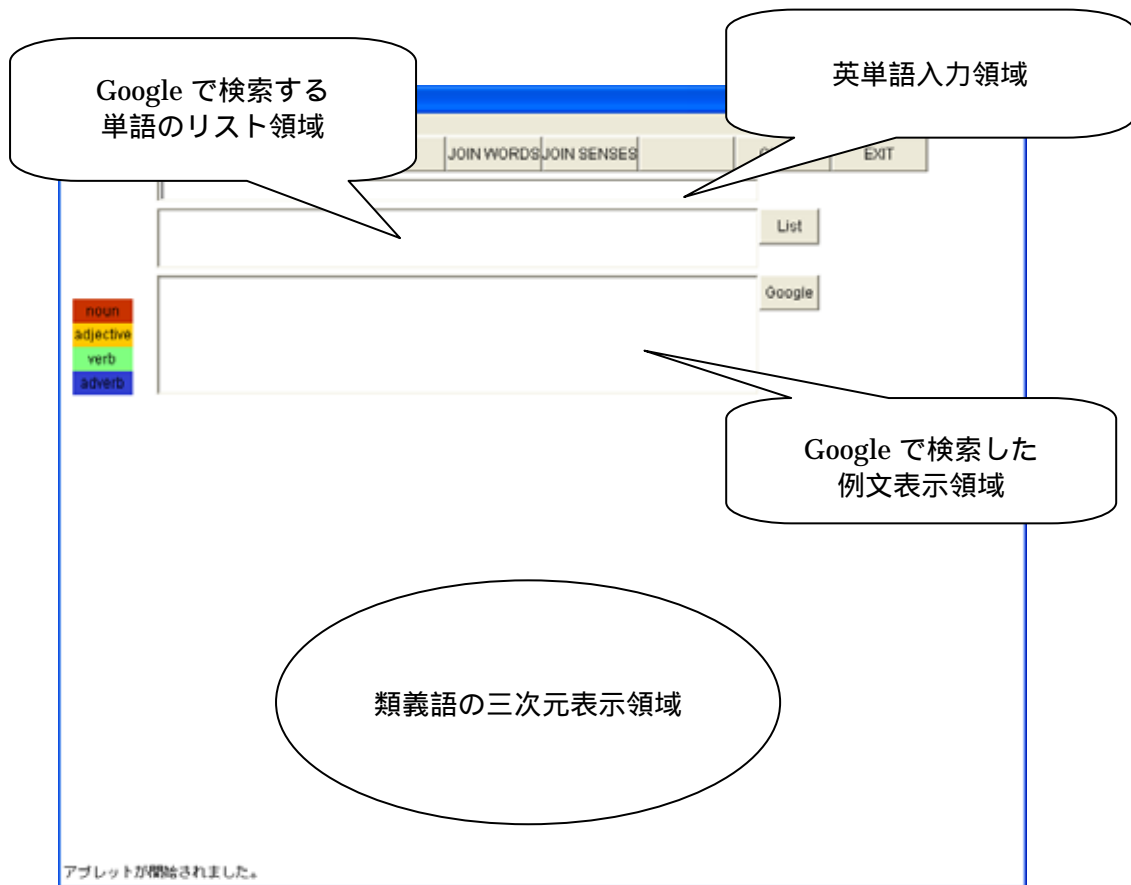


図 3-4 初期画面

3.4.2 類義語の三次元表示

英単語入力領域に入力された全て、または指定された英単語に関する1階層下位の類義語をそれぞれ三次元表示する(図 3-5)。このシソーラスダイアグラム内の中心の英単語と端の類義語の間にあるノードは、それぞれ品詞ごとに色分けしてある(赤：名詞、橙：形容詞、緑：動詞、青：助動詞)。ユーザはシソーラスダイアグラムを自由に回転、移動、拡大・縮小、追加、削除ができる。



図 3-5 シソーラスダイアグラムの三次元表示

3.4.3 関連(コロケーション)線の表示

表示してシソーラスダイアグラム全てまたは指定したシソーラスダイアグラムについて,それらの間の関連(コロケーション)を線で結び表示する(図 3-6). 各ノードには予め意味と例文が入っている. 赤の線は一方のシソーラスダイアグラムの中の英単語が,他方のシソーラスダイアグラムの中のノードの意味または例文の中に含まれていることを意味する. また緑の線は(図 3-6 は赤の線のみ)互いの英単語同士が一致していることを意味する.

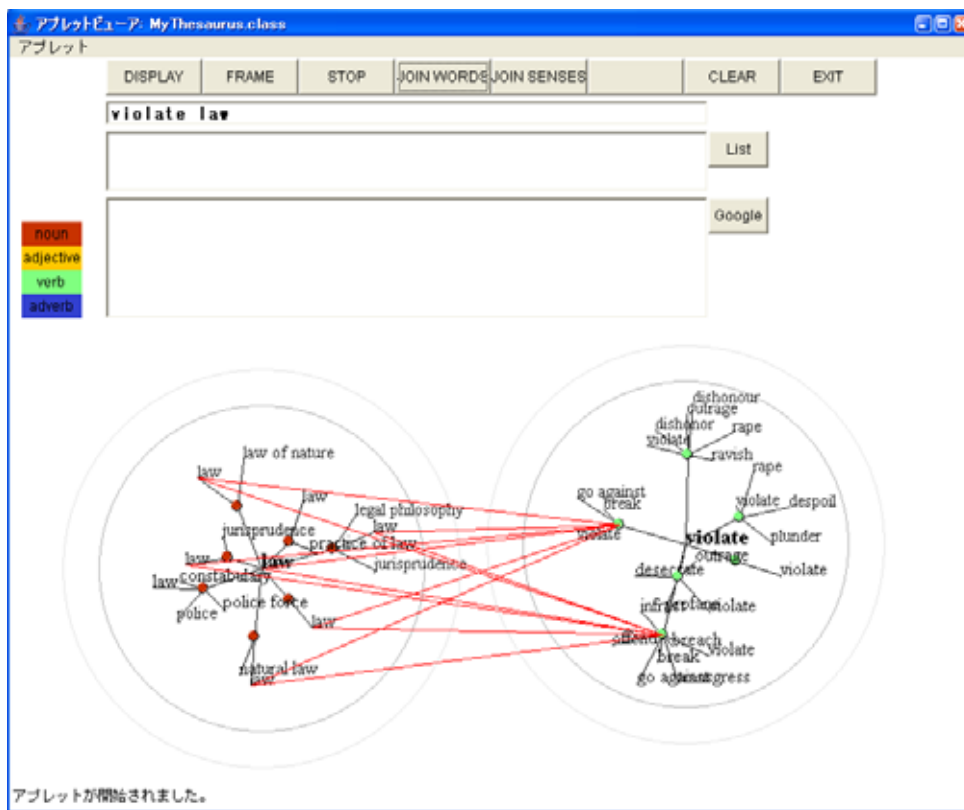


図 3-6 関係線の表示

3.4.4 意味および例文の表示

指定されたノードの意味および例文を表示する(図 3-7) .意味および例文の背景色は , ノードの色と同じく品詞ごとに色分けしている . また , 赤で表示されている文章が意味で , " " で囲まれ青で表示されている文章が例文である .

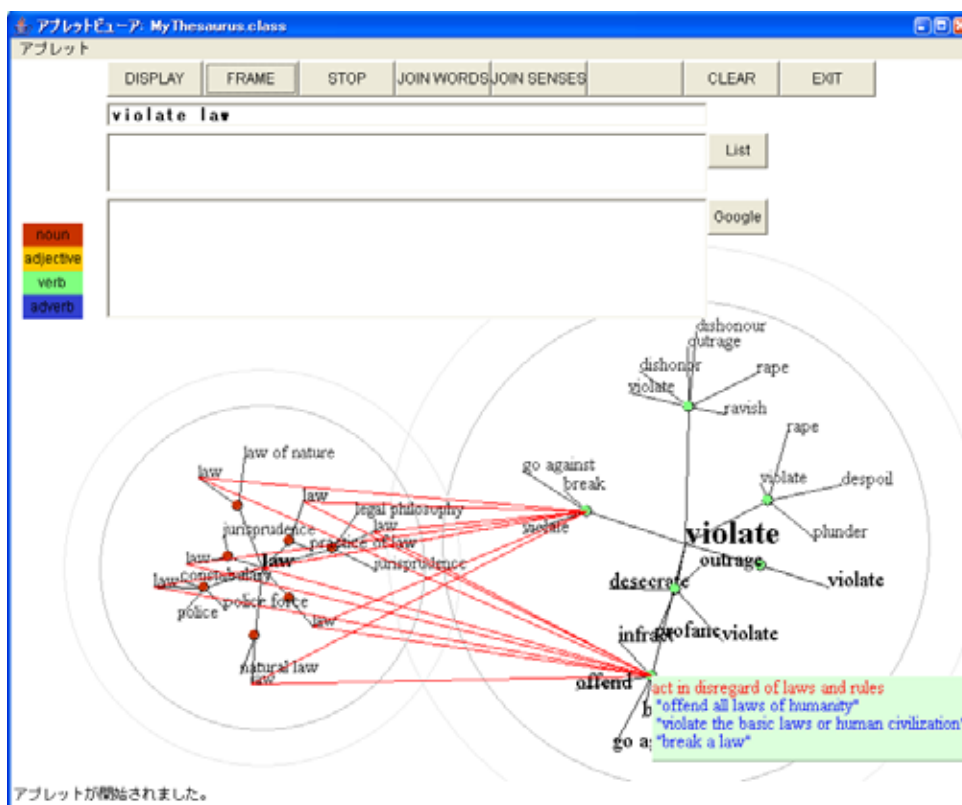


図 3-7 意味および例文の表示

さらに別画面のクリップボードに，シソーラスダイアグラム中の指定されたノードの意味および例文を表示する(図 3-8)．背景色は，先ほどと同様にそれぞれ品詞ごとに色分けされている．ユーザはこのクリップボードにメモ紙を貼り付けるイメージで，配置換え，削除，ファイルへの保存ができる．

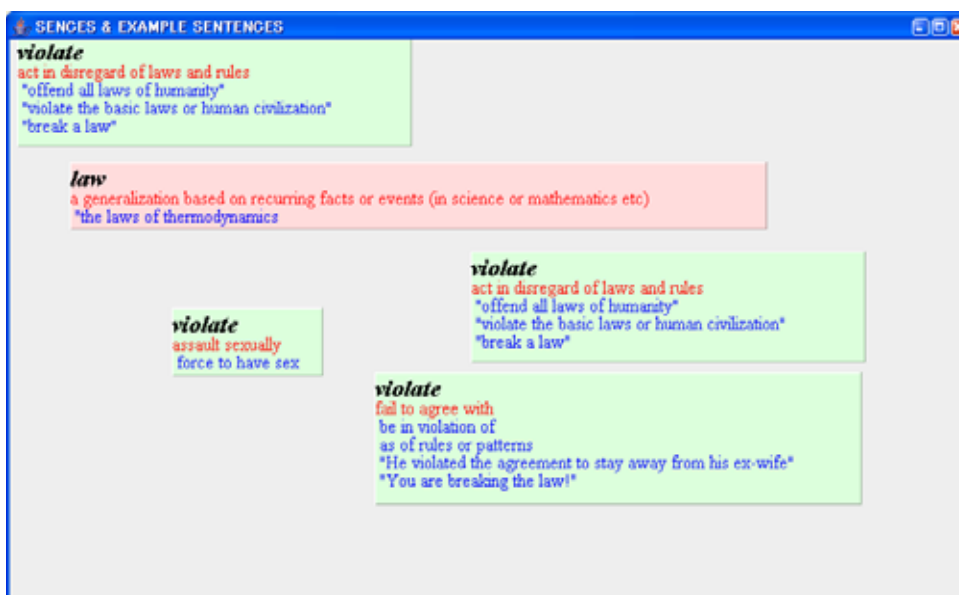


図 3-8 クリップボード

3.4.6 新たな類義語表示

指定されたシソーラスダイアグラム内の英単語から，さらに新たなシソーラスダイアグラムを展開する(図 3-10)。

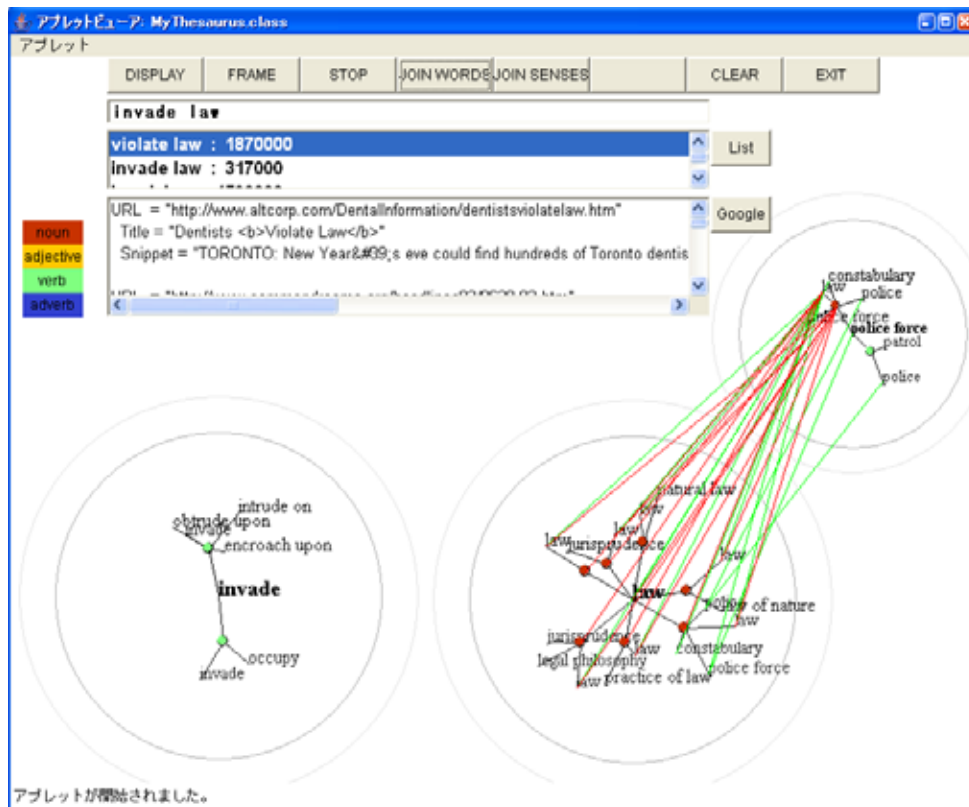


図 3-10 新たなシソーラスダイアグラムの表示

3.5 実装例

本ツールを用いて、「法律違反する」に最適な英語を探し出すまでの実装例を以下に示す。

まず、和英辞書を用いて調べると、「法律」は law、「違反する」は、violate、infringe、invade、break などが見つかる。

そこでまず、law、violate、infringe、invade の4単語を入力してそれぞれのシソーラスダイアグラムとこれらの関係(コロケーション)を表示してみる(図 3-11)。まず、invade のシソーラスダイアグラムから law のシソーラスダイアグラムには1本も線が出ていないことがわかる。infringe は1カ所から、violate は2カ所から law に線が出ている。つまり「違反する」には、invade より infringe や violate の方が、適当である可能性が高いといえる。

また、law のシソーラスダイアグラム内に向けて線が出ているノードと、一本も出ていない invade の2つのノードの意味および例文をクリップボードに表示してみる(図 3-12)。このクリップボードではそれぞれの意味の違いが確認できる。さらにユーザはこのクリップボードで、グループ化や配置換えをして、ファイルに保存しておくことができる。

さらに break を加えた4組のコロケーション“violate law”“infringe law”、“invade law”、“break law”をそれぞれ含む例文(コンテキスト)を Web 検索する(図 3-13 ~ 図 3-16)。これら Web 上の記事を読むことで、語句の背景や使われ方を知ることができる。

また、この Web 検索のヒット数はそれぞれ“violate law”が1,870,000件、“infringe law”が414,000件、“invade law”が329,000件、“break law”が4,720,000件であった。この結果から「法律違反する」には“break law”または“violate law”が適当である可能性が高いであろうと推測できる。

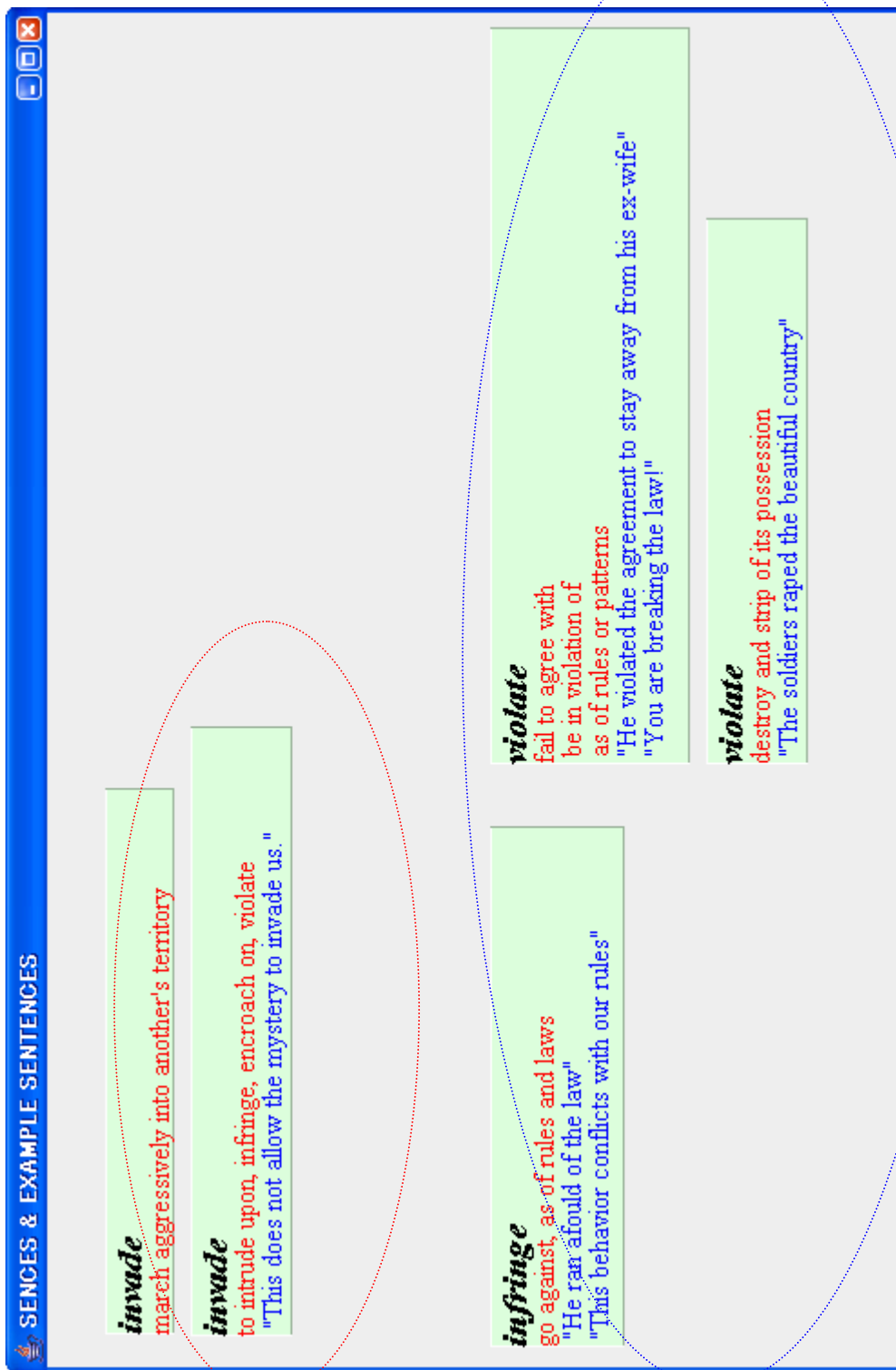


図 3-12 クリップボードの実装例

URL = "http://www.azcentral.com/arizonarepublic/news/articles/0113alito-domestic-spying13.html"
 Title = "Alito says presidents can violate law"
 Snippet = "WASHINGTON - Supreme Court nominee Samuel Alito, pressed on President Bush's controversial domestic spying policy, told the Senate Judiciary Committee on ..."

URL = "http://www.commondreams.org/headlines03/0630-02.htm"
 Title = "Amnesty International: US Iraqi Detentions Violate Law"
 Snippet = "Amnesty International: US Iraqi Detentions Violate Law. by Jim Krane. BAGHDAD,
 Iraq -- Amnesty International said Monday it has gathered evidence that ..."

URL = "http://www.bgnews.com/vnews/display.v/ART/2003/04/11/3e96cf677e4a8"
 Title = "The BG News - Innocent downloads violate law"
 Snippet = "The BG News On-Line is the counterpart to Bowling Green State University's Independent Student Press. Find Web Extras as well as a PDF Archive of the ..."

URL = "http://worldnetdaily.com/news/article.asp?ARTICLE_ID=46820"
 Title = "WorldNetDaily: Did payment to Miers's firm violate law?"
 Snippet = "According to the charges, the arrangement violated Texas law that prohibited lottery commissioners from being compensated by lottery contractors. ..."

URL = "http://www.becketfund.org/index.php/article/169.html"
 Title = "Proposed curbs on churches violate law, state and federal ..."
 Snippet = "Proposed curbs on churches violate law, state and federal constitutions. Apr 2, 2001. A proposal to limit the size of new churches in rural areas of King ..."

図 3-13 Google 検索による例文検索(“violate law”を検索)

URL = "http://www.commondreams.org/headlines06/0113-06.htm"
 Title = "US Law Unclear if Bush Can Invade Without Congress OK: Alito"
 Snippet = "US Law Unclear if Bush Can Invade Without Congress OK: Alito. Supreme Court nominee Samuel Alito said US law is unclear as to whether President George W. ..."

URL = "http://news.yahoo.com/s/afp/20060112/ts_alt_afp/usjusticepoliticsiran"
 Title = "US law unclear if Bush can invade without Congress OK: Alito ..."
 Snippet = "Supreme Court nominee Samuel Alito said US law is unclear as to whether President George W. Bush could launch a military invasion of Iran or Syria without ..."

URL = "http://supreme.lp.findlaw.com/constitution/amendment04/05.html"
 Title = "FindLaw Constitutional Law Center: US Constitution: Fourth ..."
 Snippet = "Inevitably, the use of electronic devices in law enforcement was ... area is to be invaded rather than 'particularly describing' the communications, ..."

URL = "http://www.topix.net/forum/who/samuel-alito/T2QM3CA2SFS0SVEBN"
 Title = "Re: US law unclear if Bush can invade without Congress OK: Alito"
 Snippet = "US law unclear if Bush can invade without Congress OK: Alito & middot; Free Republic |
 Thursday Jan 12. Posted on 01/12/2006 10:08:37 AM PST by Sub-Driver US law ..."

URL = "http://lawofnations.blogspot.com/2005/08/dont-evade-em-invade-em.html"
 Title = "Opinio Juris: Don't evade 'em, invade 'em!"
 Snippet = "Don't evade 'em, invade 'em! I didn't intend to sound disparaging about humanitarian
 ... I have always regarded him, in the international law field, ..."

図 3-14 Google 検索による例文検索(“invade law”を検索)

URL = "http://cyber.law.harvard.edu/metaschool/fisher/domain/tm.htm"
 Title = "Overview of Trademark Law"
 Snippet = "In addition to bringing an action for infringement, owners of trademarks can also
 bring an action for trademark dilution under either federal or state law. ..."

URL = "http://www.findlaw.com/"
 Title = "FindLaw - The Law, Lawyer, Lawyers, Attorney, Attorneys and Legal ..."
 Snippet = "findlaw - thousands of legal sites, cases, codes, forms, law reviews, law schools,
 ... Google Talk VoIP Services Alleged To Infringe Patents. By Eric Sinrod ..."

URL = "http://www.fplc.edu/tfield/copynet.htm"
 Title = "Copyright on the Internet"
 Snippet = "There is little law directly on point because the few parties involved in such
 ... Unless copyright infringement has been actively encouraged, however, ..."

URL = "http://www.iplawbulletin.com/"
 Title = "IP Law Bulletin: Home"
 Snippet = "IP Law Bulletin. Subscribe to our free newsletter ... Google has asked a judge
 to toss out the class action copyright infringement suit filed against the ..."

URL = "http://www.copyright.gov/legislation/dmca.pdf"
 Title = "The Digital Millennium Copyright Act of 1998"
 Snippet = "copyright infringement when engaging in certain types of activities. ... 101 of
 the Copyright Act in order to extend the protection of US law to those works ..."
 :

図 3-15 Google 検索による例文検索(“infringe law”を検索)

URL = "http://www.dol.gov/dol/topic/workhours/breaks.htm"
 Title = "US Department of Labor - Find It By Topic - Work Hours - Breaks ..."
 Snippet = "Federal laws pertaining to work hours, breaks and lunch breaks are enforced
 the Wage and Hour Division of the US Department of Labor's Employment ..."

URL = "http://www.dol.gov/esa/programs/whd/state/rest.htm"
 Title = "DOL WHD: State Labor Laws: Minimum Rest Period Requirements"
 Snippet = "state labor offices and labor laws. ... Employees may not be required to work
 during a break period. Break area must be provided with adequate seating and ..."

URL = "http://www.factmonster.com/ipka/A0774596.html"
 Title = "When People Break The Law"
 Snippet = "When People Break The Law. Depending on the crime a person has committed,
 ...
 When minors, people under age 18, break the law, they usually appear in
 ..."

URL = "http://www.technopagan.org/politics/broken.html"
 Title = "HOW TO BREAK THE LAW, by Duncan Frissell"
 Snippet = "Before you decide to break the law you must have convinced yourself that the State is
 ... But it is important to realize that when you break the law you are ..."

URL = "http://www.bizhelp24.com/business_law/employee-working-hours-breaks.shtml"
 Title = "Employee Working Hours & Employee Break Entitlements"
 Snippet = "Home > Business Law > Employee Working Hours & Break Entitlements
 ... General
 Business Law. An Overview of Copyright Protection & An Overview of Trademarks ..."
 :

図 3-16 Google 検索による例文検索(“break law”を検索)

3.6 本ツールの特徴

3.6.1 複数のシソーラスダイアグラム表示

従来の辞書(電子辞書を含む)を用いた辞書検索や既存の多くのシステムでは、最終的に目的とする単語や文書表現を選択するような場面において、何度も検索を反復する必要がある、使い勝手が悪い上、単語間の関係を学習者が理解するのが難しい。しかし本提案ツールは、複数のシソーラスダイアグラムを表示して単語間の関係を同時に可視化表示することができ、学習者がコロケーションや単語の関係を発見的に習得することが期待できる。

3.6.2 本ツールとのインタラクションのサポート

本ツールはユーザに対話的なインターフェースを提供する。ユーザは本ツールがシソーラスダイアグラムの空間配置を行っていく過程において、さらに新たなシソーラスダイアグラムを表示したりまたは削除したり、さらにはクリップボードの使用や、Web 検索など自由に介入したりまたは変更したりできる。よってユーザは、システムからの一方的なプロセスを辿るのではなく、自分に合わせたプロセスで作業を進めることができる。これによりコンピュータ支援を使うことによる思考過程の妨げをあまり感じることなく、ユーザのより積極的な利用を促せると思われる。

3.6.3 配色による刺激

シソーラスダイアグラム間の単語の関係(コロケーション)や単語と意味・例文との関係、さらに品詞ごとの色分けをし、色で違いを見せることにより学習効果に役立つと考える。

3.6.4 リアルタイムでの実行

ユーザは、シソーラスダイアグラムの追加・修正、拡大・縮小の操作、シソーラスダイアグラム間の関係を表示や Google 検索、クリップボードの表示・印刷等をリアルタイムに操作が可能である。これにより、ユーザの思考を妨げることなく自然な操作ができると考える。

第4章 評価実験

本章では，作成したシステムに対する評価について述べる．
評価方法は，文献[19]に従って，以下の三点について行う．

- ・ 要素技術レベル： システムの性能に関する評価
- ・ 利用レベル： システムに対しユーザがどのような機能をどのように使ったかを測定し評価
- ・ 思考レベル： システムがユーザの学習活動をどのように支援できるかを評価

最初の2つは定量的な評価を示す．最後の思考レベルは，被験者の行動に大きく依存するため，定量的な評価は困難である．よって，思考レベルの評価は定性的な評価とする．

4.1 要素技術レベルでの評価

本ツールの性能を評価する．WordNet 辞書検索，マグネティック・スプリング・モデル処理による表示，Google 検索の3処理それぞれに関するディスクに占める容量と処理速度を測定した．

4.1.1 ディスクに占めるメモリ容量の測定

まず ,ディスクに占める容量を表 4-1 ディスクに占めるメモリ容量に示す . 容量は , JAVA のクラスがインスタンス化される際に展開されるメモリ空間 , JAVA ヒープサイズを表している . メモリ容量は , 例に示す単語についてそれぞれ 10 回ずつ測定し平均を求めた .

表 4-1 ディスクに占めるメモリ容量

例	辞書検索 された単語数 (件)	容量(バイト)			Google 検索 された件数 (万件)
		辞書検索	表示	Google 検索	
pen	10	3524K	3497K	2664K	458
look	35	2507K	3163K	3407K	8160
hand	48	3424K	3552K	3577K	3460
loose	71	3256K	3171K	3498K	481
have	91	4156K	4199K	3502K	28700
good	102	4405K	4030K	3536K	8480
go	132	3713K	4022K	4271K	19900

この表は , 例えば , pen を WordNet 辞書検索すると 10 件の類義語情報 (意味および例文を含める) が得られる . この辞書検索時に使用される容量が 3524K バイトである . 続いてマグネティック・スプリング・モデルを用いて表示するのに 3497K バイト , Google 検索に 2664K バイトの容量を使用することを示している .

辞書検索された単語数が , 辞書検索のメモリ容量およびマグネティック・スプリング・モデルを用いた表示に使用するメモリ容量に影響していない理由は , 辞書検索される単語数に関わらず , 予め , 辞書検索用メモリ容量および表示に使用するメモリ容量を固定長で確保していることによる . また , Google 検索した例文はいずれの場合も上位 20 件のみの表示をしている .

この方法では , 辞書検索された単語数が少ない場合にメモリに無駄が生じるが , 高速化を考え , 予め容量の最大値を測定し固定長のメモリ領域を設定した .

4.1.2 処理速度の測定

表 4-1 の例に示す 7 つの単語について、WordNet 辞書検索、マグネティック・スプリング・モデルを用いた表示、Google 検索の 3 処理について、それぞれ処理時間を測定した(図 4-1 システムの処理時間)。WordNet 検索、Google 検索が線形増加である対し、マグネティック・スプリング・モデルを用いた表示処理は指数関数増加である。

(WordNet Search + M_S Model)/3 は、WordNet 辞書検索からマグネティック・スプリング・モデルの可視化が終了するまでの時間の 1/3 を示している。これは、シソーラスダイアグラムが表示されてから、どの時点で支障なく類義語の文字が読み取れるようになるかアンケートを採った結果、得た値である。

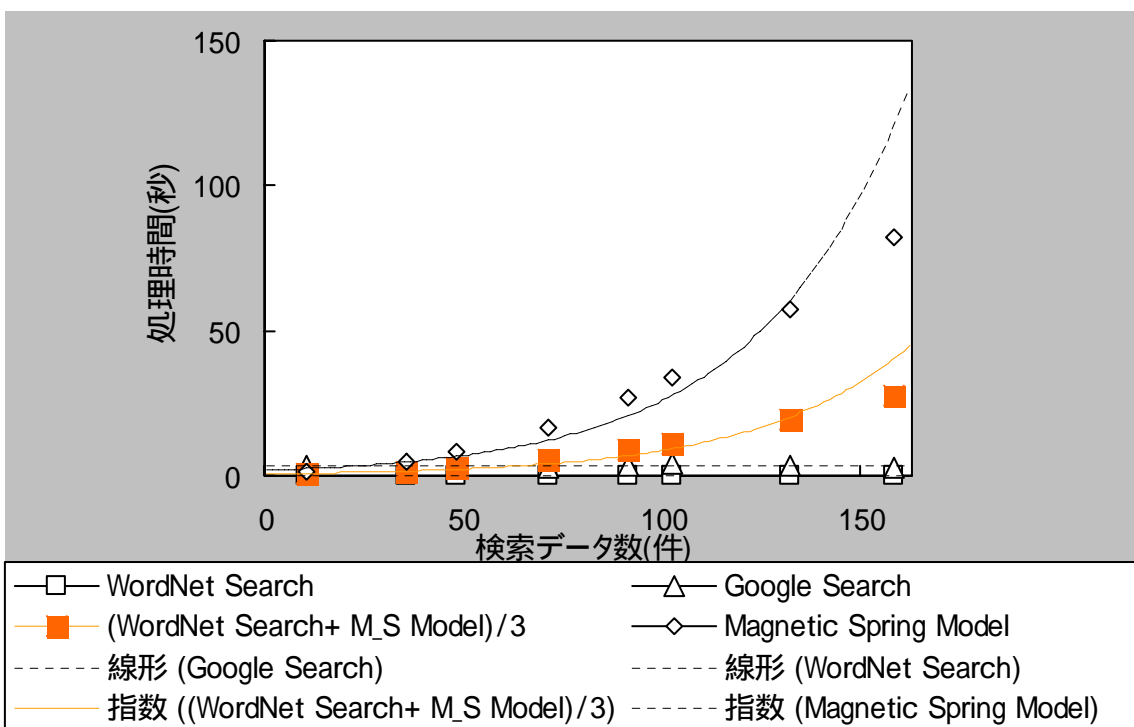


図 4-1 システムの処理時間

4.1.3 考察

メモリ容量を可変長サイズ設定から固定長サイズに切り換えたことで、当初より高速化を図ることができた。しかし依然としてマグネティック・スプリング・モデルを用いた表示は WordNet 辞書検索された単語数が 100 件を越すあたりから、急激に低速になる。収束の精度を高く設定しており、実際には被験者のアンケートから、WordNet 辞書検索からマグネティック・スプリング・モデルの可視化が終了するまでの時間の 1/3()あたりから、ランダムに配置され見にくかった英単語も読み取れるようになると結果が出たが、高速なプログラミング言語に変更する等の措置がさらに必要と思われる。

このユーザの待ち時間中の対処法として、マグネティック・スプリング・モデルが処理中であってもそのシソーラスダイアグラムへの介入や他シソーラスダイアグラムの介入等、さらにはクリップボード作成や Google 検索等、処理ができる。このことでユーザと本ツールのレスポンスの欠点の緩和を図っている。

4.2 被験者を用いた利用レベルでの評価実験

被験者は、英国で生活していくために英語を第二言語として学んでいる学習者 10 人を対象とした。コンピュータ環境に慣れてない人もいたため、3~4 人のグループに分かれ、英語で雑談をしている間に気付いた単語や語句について気軽に本ツールおよび既存システムを利用してもらい評価してもらった。

4.2.1 本ツールを利用した語句決定までの観察

被験者が本ツールを利用した場合に、どのような機能を使用したか利用履歴を採った。

各機能の利用状況を図 4-2 示す。この図は、(1)既に表示してあるシソーラスダイアグラムから新たなダイアグラム表示、(2)関係線の表示、(3)クリップボード表示機能の利用、(4)Google 検索の 4 機能の利用割合を示している。

さらに意味・例文表示機能の利用状況を図 4-3 示す。これは、関係(コロケ

ーション)の線を表示をした際、線が発生しているノードを目的とする単語とし、線が発生していないノードを目的としない単語として、それぞれ意味・例文表示機能を利用した割合を示している。

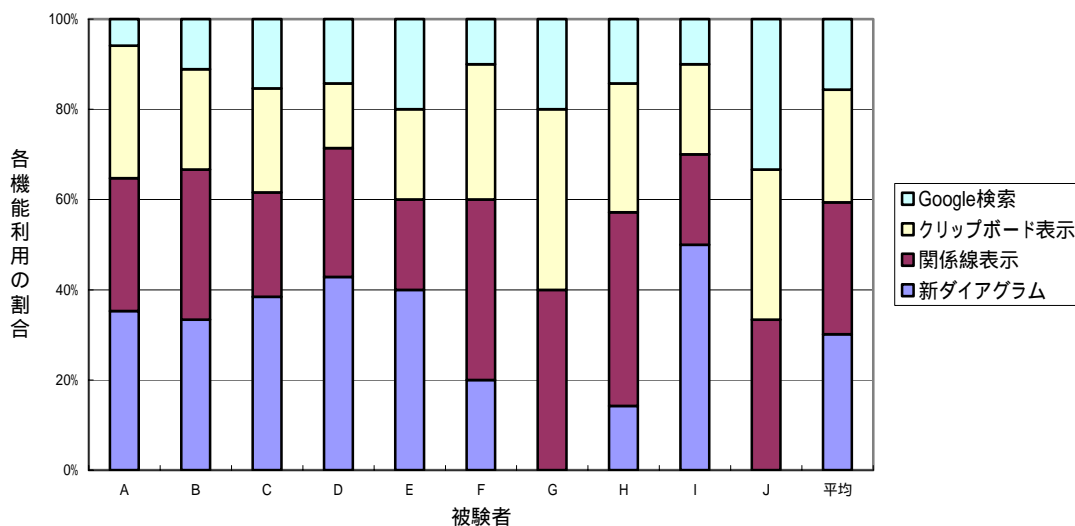


図 4-2 各機能の利用状況

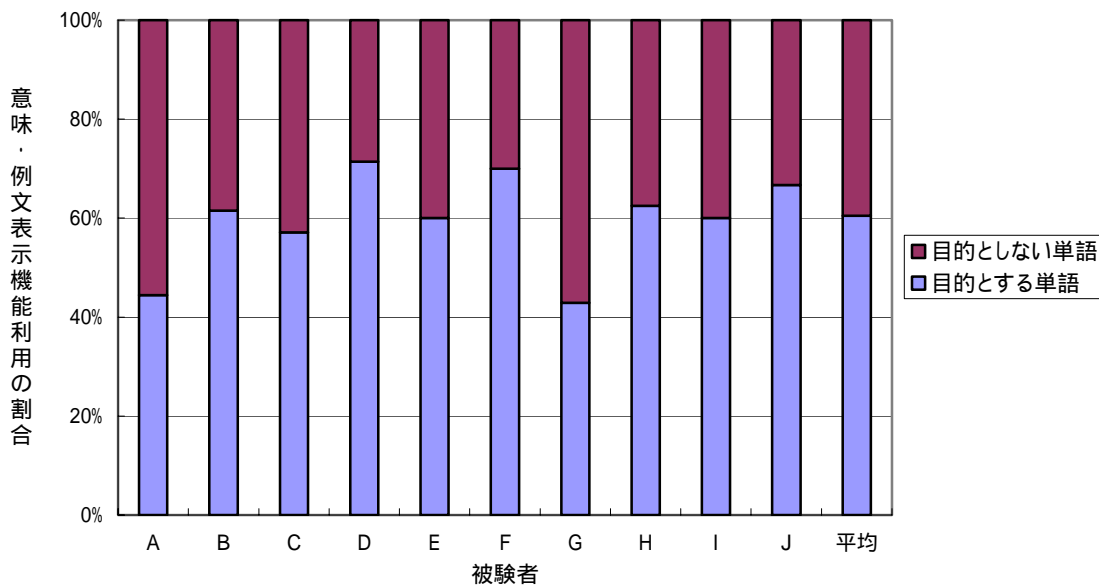


図 4-3 意味・例文表示機能の利用状況

4.2.2 考察

図 4-2 から目的とする単語を見つけるまで各機能を隈無く利用していることが分かる。

また、図 4-3 から目的とする単語についてだけでなく、目的としていない単語についても 40%に近い頻度で意味・例文を表示し確認している。実験開始時に、目的とする単語を見つけるよう説明をただけであったが、被験者は目的としない単語についても興味をもって意味や例文を表示して調べていた。目的とする単語と目的としない単語との意味や例文を比較することで、語彙のさらなる確認をしていたものと思われる。

また、実験の各処理の利用履歴から多かった操作の流れを図 4-4 に示す。

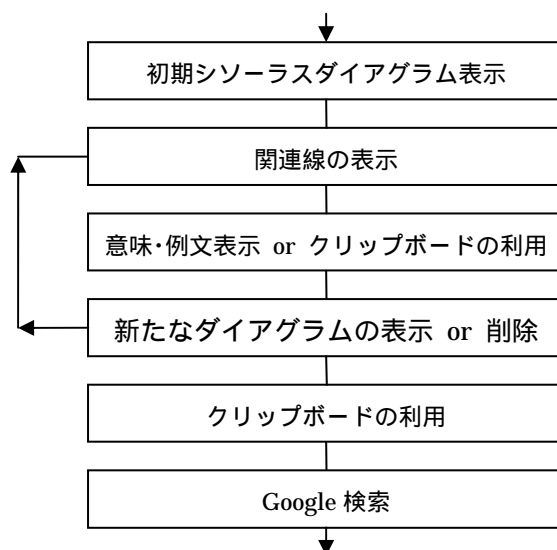


図 4-4 操作の流れ

初期の複数のシソーラスダイアグラム間の関係線の表示をもとにクリップボード等を用いて意味や例文を確認し、さらに新たなシソーラスダイアグラムへと展開する過程を平均 3.7 回繰り返していた。今回は日常会話中に気付いた語彙を調べるといった方法をとったため比較的少ない回数で収束したと思われる。しかし、英文作成のような正確性を要する場合には、この回数はもっと増える

ことと思わる。

ある程度目的に近い語彙が見つかったところで、最後に Google を用いて例文やヒット件数を表示し確認をするケースが多かった。

被験者は、短時間内で実験を行った。よって、各自自由に本ツールを利用できたかは疑問である。数日かけて操作してもらおう等の実験をさらに試みるべきであると考える。

4.3 思考レベルでの評価

本ツールおよび既存システムを利用後、アンケートに答えてもらうという形式で行った。アンケート内容を表 4-2 に、アンケート結果の本ツールに関する評価を図 4-5 に、本ツール関しての意見を表 4-3 に、既存システム関しての意見をエラー! 参照元が見つかりません。にそれぞれ示す。また、本ツール作成中に英語教員からいただいた意見を表 4-5 に示す。

4.3.1 アンケート

表 4-2 アンケート内容

文脈 context	単語から文脈はわかりましたか? Did you understand context of the word which you want?
連想語 association words	目的とする単語からさらに新たな単語が習得できましたか? Did you get new association words from the words?
連語 collocation	目的とするコロケーションが見つかりましたか? Did you get collocations which you want?
使い勝手 easy to use	操作は簡単でしたか? Was it easy to use?
有用性 useful	有用性があると思いますか? Will it be useful?

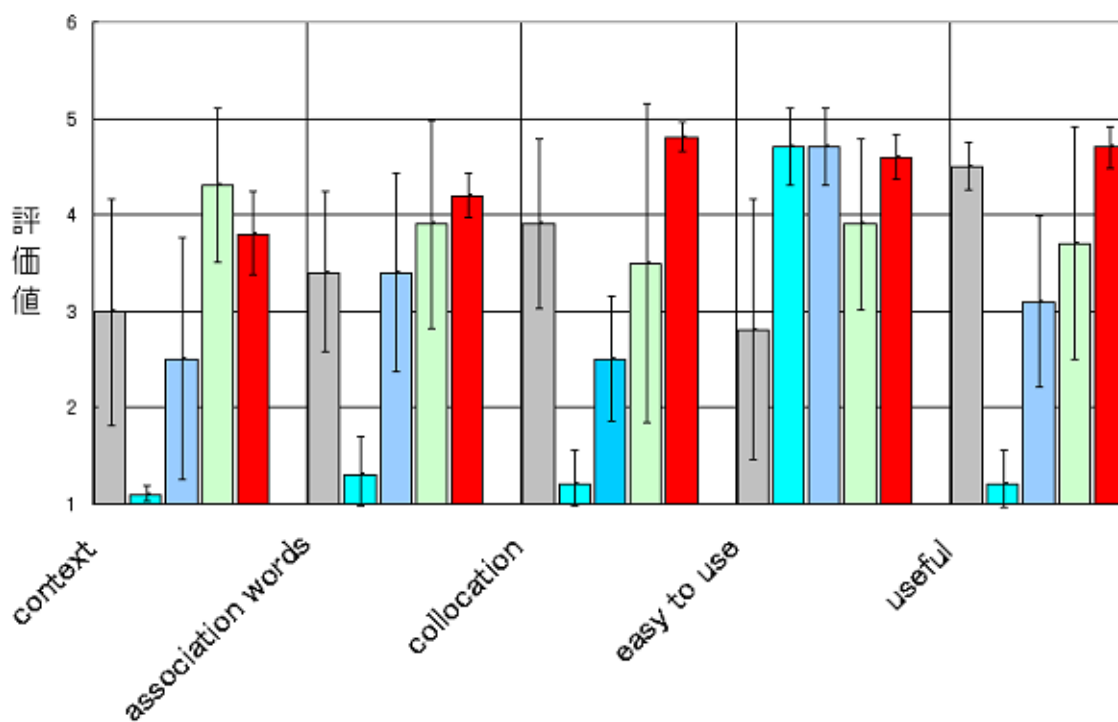


図 4-5 本ツールの評価

Dictionary
 Translation on Website
 Visual Thesaurus 3
 eXpert System
 Thesaurus Diagram

表 4-3 本ツールに関する意見

利点

- ・ コロケーションを見つけるのにいい．辞書では時間がかかる．(01)
- ・ Google 検索で，単語の文脈が分かる．実際に Web を開き，写真等を見ることができれば初心者にもイメージ作りにもっとよくなるだろう．(02)
- ・ 品詞や関係線が色分けしていて文書の説明からただでは理解できない部分を図が補ってくれる．(03)
- ・ 単語をふるいにかけていないのがいい．(04)
- ・ 単語から単語へとダイアグラムが即座に辞書引きでき，さらにその場で両方が比較できるのは学習者にとってとても重要．しかしペーパー辞書では手間がかかる．(05)

欠点

- ・ シソーラスデータベースに問題がありそうである。(06)
 - ・ Google 検索画面を別画面にしてシソーラスダイアグラム領域をもっと広くしたらいい。(07)
 - ・ シソーラスダイアグラムの検索範囲を1階層だけでなく、多階層とするとともに単語の背景理解と、関係線の強化が図れるかも知れない。(08)
-
-

表 4-4 既存システムに関する意見

利点

- ・ 既存のシステムは処理が速く、インパクトある画面である。(09)
- ・ 特に eXpert System の写真は単語のイメージ作りにとてもいい。(10)

欠点

- ・ eXpert System は提示される情報量が多すぎ選択に困る。(11)
 - ・ eXpert System は単語の抽出に飛躍しすぎの感じがする。ネイティブにはいい辞書かもしれないが英語を習っている初・中級者には使いこなせない。(12)
 - ・ Web 上の自動翻訳は特に日本語のような曖昧さを含んだ言語からではうまく翻訳できない。(13)
-
-

表 4-5 英語教員の意見(1)

As I haven't seen the whole programme in operation, I can't really comment on how well it works but in theory it seems it would be a useful tool for students at an intermediate level of English. The diagram that appears when you enter a word is a little confusing in that it also gives meanings of words which form part of that word. E.g. the word 'business' is linked with the word 'bus' However, I'm sure this can be corrected. I particularly like the idea that students can link to a website which would give them several examples of the word used in context and can download the relevant definitions and examples to their notebook for future reference.

表 4-6 英語教員の意見(2)

Your computing project was extremely interesting and I thought a very good idea. For language students this is an important area not simply being able to translate words but to be able to use the correct English word in the correct situation and to know which other words it collocates with.

So I like the idea and there are many aspects of the programme that are very useful. I like that the students are able to transfer items to a clipboard to be used as a notebook function. I also liked that there are links to other important Internet sites including Google. The idea of having the Thesaurus type diagram is good and there has obviously been a great deal of work to put that all together.

It is difficult to comment further as I was only seeing a programme in production and not the finished useable item.

Obviously I also can not understand the Japanese text in your document. There are some parts that need to be tightened up. The diagram can be difficult to read at times and there are one or two words that are wrongly being shown. These are hopefully things that can be sorted out before the programme is used by language students.

4.4 全体の評価・考察

シソーラス辞書をそのまま使い、英語辞書の学習における有用性を維持しつつ、コンピュータによる支援のメリットを単語検索部分と表示部分に使用し、発散型の英語学習支援ツールを開発し評価実験した。その結果、被験者が目的とする単語だけでなく、目的としない単語についても積極的に調べながら、最終的には目的とする語彙を探し出していることがわかった。このことから、本ツールは研究の第一の目的としていた「学習者自身が能動的に収束させていく

過程”を支援するツールであると思われる。

さらに、設計目的としていた以下の機能を構築することで、よい評価を得ることができた。

- (1) 複数単語の類義語を同時表示し類義語間のコロケーションの可視化することで検索時の同時並行的意味追求の問題を解決した。
- (2) Google 検索によりコンテキストを表示することで例文不足の問題を解決した。
- (3) 別画面のクリップボードを使用することで、従来の机上でのノートイメージの環境を使えるようにした。
- (4) 本ツールの問題点把握をするため、ユーザの機能利用履歴を記録する機能をつけたことで今後の対策に役立てることができる。

しかし、英語教員からの指摘にもあるように WordNet データベースに新旧両者混在していることに気付いた。まずは全て最新版の WordNet に換え、再度検討すべきであると考えている。また、マグネティック・スプリング・モデルによるシソーラスダイアグラムの表示を高速化するため、適切なプログラム言語に変更する必要があると思われる。

第5章 結論

5.1 まとめ

本研究では、学習効果を高めるのには様々な情報を学習者自身が能動的に収束させていく過程、すなわち、学習者の収束型学習が重要であり、この収束型学習を支援するためには、学習者に多様な情報を提供する発散型の支援ツールが有効であると仮説を立てた。さらに、この仮説をもとに支援ツールを構築し、評価実験を行った。

収束型システムでさらにシステム側の制約が強い既存システムと、本ツールとの比較を行ったが、前者は学習者にとって必ずしも支援とはならないだけでなく、学習者の積極的な利用にも繋がらない傾向が観察された。さらに、問題解決の際の行動パターンは人それぞれ違った。しかしこのそれぞれ違うはずのユーザの行動がシステムに依存しなければならないのでは、学習者の本来の学習プロセスが制限され、思考が中断されることもあると考えられる。このことも学習者の積極的な利用ができないことと関係があうように思われる。それに対し、本ツールは各機能にフレキシブルに介入できるので、ユーザが普段行っている学習の過程をあまり換えることなく利用できる。これらが、よい評価を得た要因と考える。

5.2 今後の課題

5.2.1 本ツールに関する今後の課題

本ツールについては、さらにシソーラスデータベースの上位階層や下位階層概念を取り入れ、可視化することで、より有効的なシステムになると期待できる。また、任意な階層までの類義語を提供することで、コロケーションを見つけやすくなると思われる。しかし、検索階層を増やすことでシソーラスダイグラムの可視化の処理速度の問題がでてくるため、相互について検討をすることが必要である。複数の辞書データベースを利用することも考えている。

また、現在 Google による Web 検索は、ユーザが指定した単語を含むサイトをそのまま検索して提示しているだけであるが、例えば、類似語間の微妙な違いやその具体例を、辞書や Web のコーパスから自動的に見つけ出す機能、つまり、形態素解析、係り受け解析、専門用語抽出など自然言語処理の技術を取り入れることで、ユーザが知りたい情報に近いものを提供できると考える。

謝 辞

本研究を進めるにあたりましては、多くの方々に多大なご支援をいただきました。この場を借りてお世話になりましたの方々にお礼を申し上げます。

指導教官であります國藤進教授には、研究に関して様々なご指導、ご鞭撻を賜りました。また研究室配属の際にも多大なご心配をして頂きました。こころより深く感謝いたします。

副テーマ指導教官である井川康夫教授には、副テーマ以降も細やかなお気遣いを頂きました。深く感謝いたします。

審査員の宮田一乗教授、藤波努助教授、西本一志助教授には研究に関する種々の助言を賜りました。こころより感謝いたします。

三浦助手をはじめとする、創造性開発システム論講座のみなさまには、研究に対する助言や議論を頂きました。こころよりお礼を申し上げます。ありがとうございました。

お忙しい中、評価実験にお付き合い下さいました Stevenson College Edinburgh の先生方を始めとする皆さまにも心よりお礼を申し上げます。ありがとうございました。

最後に、学生生活を精神的に支えてくれた夫と子供達にこころから感謝をします。ありがとうございました。

参 考 文 献

- [1] 高橋秀夫：「CALL を英語指導の中心に据えて」『英語教育』2004年7月号，大修館書店，2004
- [2] 任福継：MMMにおける知的英作文支援システムの開発，徳島大学 技術シリーズ集，pp.67，2002
- [3] 鈴木健二，梅村恭司：情報検索システムを利用した日英対訳推定，情処研報，NL-151-1，pp.1-6，2002
- [4] 高倉佐和，古郡廷治；Trans Aid英文書作成支援システム，情処研報，NL-150-2，pp.7-14，2002
- [5] 木寺敦則，桐山伸也，堀内裕晃，竹林洋一：英語のコミュニケーションスキル獲得のためのマルチモーダル知識コンテンツの利用，FIT2003，2003
- [6] 望月正道・相澤一美・投野由紀夫：英語語彙指導マニュアル，大修館書店
- [7] 中島義明：『映像の心理学：マルチメディアの基礎』，サイエンス社，2004
- [8] 杉山公造：ブラフ自動描画とその応用- ビジュアル ヒューマン インターフェース- ，計測自動制御学会，1993
- [9] Peter Eades：A Heuristic Graph Drawing，Congressus Numerantium，Vol.42，pp.149-160，1984
- [10] 三末和男，杉山公造：マグネティック・スプリング・モデルによるグラフ描画法について，情報処理学会研究報告 ヒューマンインタフェース 55_3，pp.17-24，1994
- [11] Word Net：a lexical database for the English language，Cognitive Science Laboratory Princeton University
<http://wordnet.princeton.edu/>
- [12] Google
<http://www.google.com>

- [13] 安藤進著：翻訳に役立つGoogle 活用テクニック ,丸善 ,ISBN4-621-07294-3 ,
2003
- [14] 大鹿広憲 ,佐藤学 ,安藤進 ,山名早人：検索エンジンを使った翻訳サポ
ートシステムの構築 ,電子情報通信学会技術研究報告 ,Vol.104 ,No107 ,
pp.237-242 ,2004
- [15] 大鹿広憲 ,佐藤学 ,安藤進 ,山名早人：Google を活用した英作文支援シ
ステムの構築 ,電子情報通信学会 ,DEWS2005 4-B-08 ,2005
- [16] 猪野陽子 ,松井藤五郎 ,大和田勇人：WordNet からの共通概念抽出による
テキスト分類 ,日本ソフトウェア科学会第 22 回大会 ,2005
- [17] 堀浩一：発想支援システムの効果を議論するための - 仮説 .人工知能学
会誌 ,Vol.35 ,No.10 ,pp.1998-2008 ,1994
- [18] 竹林洋一 ,鈴木優 ,岐津俊樹 ,浦田耕二 ,網淳子 ,宮澤隆幸 ,金沢博史：
“ ユビキタス環境における音声対話システムMKIDSの開発 ” 日本音響学会
2002年春季研究発表会講演論文集 ,2-5-13 ,pp.99-100 ,2002
- [19] 女部田武史 ,國藤進：複数の kj 法図解の差異や共通部を可視化するシス
テムの実現について .第 18 回システム工学部会研究会「発想支援技術」
資料 ,pp.21-28 ,1995