

卒業研究の手引き

北海道情報大学

Ver.1210' %

目 次

1. はじめに	4
2. 卒業研究とは	5
2-1. 卒業論文・卒業制作（卒業研究報告書）の目的	5
2-2. 卒業研究に求められるもの	6
1) 【「卒業論文」を書く学生向け】卒業論文に求められるもの	7
2) 【「卒業制作」を行う学生向け】卒業制作に求められるもの	9
3. 卒業研究の手順	11
3-1. テーマを探す	11
3-2. 資料収集	13
1) 資料の種類	13
2) 資料は所有する	14
3) 資料収集の留意点	14
4) インタビューやアンケートの方法について	14
5) フィールドワークについて	15
3-3. データ抽出・分析・考察	15
3-4. 構想を練る・作品制作	15
3-5. 論文（含，報告書）執筆	16
3-6. スケジュールの立て方	16
3-7. データの保存方法について	16
4. 論文執筆上の注意	19
4-1. 執筆の要点	19
4-2. 文体	19
4-3. 句読点	19
4-4. 図表	19
4-5. 引用	20
4-6. 謝辞	21
5. 文献の探し方	22
6. 卒業論文（含，報告書）の体裁と構成	24
6-1. 本文の体裁	24

6－2. 本文の構成	24
1) 目次の構成	24
2) 論文の構成	25
3) 図表の描き方	27
4) 参考文献のサンプル	27
7. 小論集（卒業研究 制作報告集）原稿の体裁	30
7－1. 小論の体裁	30
7－2. 原稿サンプル	31
8. 付録	34
8－1. 卒業研究スケジュール表	35
参考文献	36

1. はじめに

これまで本学では、通信教育部にしか卒業研究の手引き書 [1] が存在しませんでした。また、各学部で発行されている卒業記念小論集（または、卒業研究 制作報告集。以下、小論集とする）の内容を見ても、研究内容だけでなく、その書式から基礎的な文章力にいたるまで、あまりにも幅広いレベルのものが散見されました。

本書は、各学科の教育の特徴を踏まえながらも、卒業研究の進め方の学習や指導の指標となることを目指しました。なお、本書は、あくまで、卒業研究の進め方の資料として作成されています。基本的な日本語の書き方に関しては、文章表現法、または日本語表現Ⅰ・Ⅱ等の授業資料を参照してください。本書を活用し、より完成度の高い卒業研究が進められることを期待します。

[【次の項目（2. 卒業研究とは）】へ進む](#)

2. 卒業研究とは：

卒業研究とは、学士号を取得するために、大学で学んだ学業の集大成として学生自らが能動的に行うものです。卒業研究には、大きく分けて卒業論文と卒業制作があります。卒業制作の場合、作品と卒業研究報告書を併せて、卒業研究とします。

卒業研究は自ら選んだテーマに沿って研究・開発・制作を行い、そのテーマに対する客観的な事実から問題を探求し、自らの考え方や見解をまとめるものです。卒業研究は単なる結果の発表ではなく、論理的思考方法を習得し、大学4年間に習得した知識を用いて研究・制作を行ない、その成果を発表する場であるといえます。

2-1. 卒業論文・卒業制作（卒業研究報告書）の目的：

卒業論文・卒業制作の目的とは、著者自らが設定したテーマに沿って問題を提起し、自分なりの方法で答えを求めるものです。卒業研究は、そのような研究活動のプロセスを通じて自分自身で到達した結論を得ることが目的です。また、この結論は単なる思いつきや知識の寄せ集めではなく、自分の主張を裏付ける論拠と、それに基づく主張（意見）でなければなりません。このため、卒業研究は自ら設定したテーマと、それに対する結果（研究成果）、結論に到達した推論・証明・検証などのプロセスを合わせもったものといえます。

[【次の項目（2-2. 卒業研究に求められるもの）】へ進む](#)

[【目次】へ戻る](#)

2-2. 卒業研究に求められるもの

- 1) 【「卒業論文」を書く学生向け】卒業論文に求められるもの
- 2) 【「卒業制作」を行う学生向け】卒業制作に求められるもの

1) 【「卒業論文」を書く学生はこちら】卒業論文に求められるもの：

「卒業論文 (THESIS)」は単なるレポートや試験の答案ではありません。レポートは教員の求めに応じて書くものであるのに対し、論文は学内外の多数の読者を想定して書くものです。そのため、次のものは論文とは言えません。

- 説明文、感想文、紀行文などのように、事項の説明をただけのもの。
- 主観的に自分の感じている事象を一方向的に自己主張したもの。
- 単なる事実を記録しただけのもの。

卒業論文では、独自性を持って自ら問題を提起し、解決法を探求し、研究を行い、問題に対する評価・考察を行なう必要が有ります。卒業研究には積極的な自主性が要求され、自分で調査・思考することによって論理的思考法を身に付け、何が正しく、何が誤っているのか自ら証明して行くプロセスが重要です。

研究の背景：	何が何処まで明らかにされているか。何が問題なのか文献を調べる。
研究の目的：	問題の何を明らかにしたいか。結果から期待される効果は何か。
研究の方法：	問題を明らかにするため、何をどうやって研究したのか。
研究の結果：	研究や創作で明らかになった事実は何か。
研究の考察：	客観的な評価・考察を行い、自らの考え方や見解を明確に示す。
研究の結論：	本研究で何を明らかにしたのか、今後の課題について。

卒業論文は、自ら提起した問題を論理的に証明し発表するものですから、次の様なものは卒業論文とは言えません。

- 他人の書いた本や論文を要約しただけのもの。
- 他人の考え方をそのまま引用しただけのもの。
- 根拠の無いままに自分の考えを述べたもの。

卒業論文に必要な要素として、図 1 に示した①創造性・独自性 (Originality), ②有効性 (Availability), ③信頼性 (Reliability)が求められます。

大学の卒業論文では、高度な独自性を持った論文を要求するものではありません。ただし学内外に公表するものですから、ある程度の独自性を持って研究・開発する必要があります。そのため、次に示すレベルの独自性が求められます。

- テーマの内容を良く理解し、何冊かの本や論文を比較して、それぞれの違いを明らかにした上で、研究・創作の目的を明確にする。



図 1 卒業論文に必要な要素

- 既に報告されている他の人の調査・研究・創作に対して、それとは異なった事実を見つけ、異なった角度から評価・検証する。
- 大学生のレベルで、何らかの作品が作成できる。

[【本項目の始め】に戻る](#)

[【 2\)「卒業制作」を行う学生向け；卒業制作に求められるもの】へ進む](#)

[【次の章 \(2. 卒業研究の手順\)】へ進む](#)

[【目次】へ戻る](#)

2) 【「卒業制作」を行う学生向け】卒業制作に求められるもの：

「卒業制作」は単なる授業課題ではありません。授業課題は教員の求めに応じて制作するものであるのに対し、卒業制作では、自ら見出したテーマに沿って作品を制作し、その成果報告書として卒業研究報告書を不特定多数の読者を想定して書くことになります。そのため、次のものは卒業制作とは言えません。

- 作品はあるが、その作品を制作する経緯や背景、コンセプト、制作過程等を説明した卒業研究報告書がないもの。
- 作品制作に至った経緯や背景、作品のコンセプト等が明確でないもの。
- 他人の先行作品を模倣しただけのもの。
- 他人の考え方や表現法をそのまま引用しただけのもの。

卒業制作では、独自性を持って自ら問題を提起し、解決法や表現法を探求し、問題に対する回答を作品で表現する必要性があります。卒業研究には積極的な自主性が要求され、自分で調査・思考・制作することによって論理的思考法や表現法を身に付けるプロセスが重要です。卒業研究報告書には、卒業制作の活動について、その背景、制作目的・意義、コンセプトとオリジナリティ、制作過程の説明などを関連する先行作品の紹介等を含めて、明確に記述する必要があります。

制作の背景： なぜ、この作品を制作するのか。何が問題なのか、文献や先行作品等を調べる。

制作の目的と意義： 作品のコンセプトは何か。ターゲットは、どのような相手か。結果から何が期待されるのか。

制作の方法： 作品のコンセプトを具体化するために、何をどうやって制作したのか。

制作の結果： 制作で明らかになった事実は何か。

制作の考察： 作品の種類によっては、コンセプトが実現できているのかの検証を行い、自らの考え方や見解を明確に示す。

制作の結論： 本制作を通じて得られたことは何か。今後の課題について。

卒業制作は、自ら提起したコンセプトに対して、自分なりの考え方を通じて作品を制作するものですから、十分に時間をかけて制作することが求められます。

卒業制作に必要な要素として、図2に示した①独創性・独自性、②メッセージ性、③完成度が求められます。

大学の卒業制作は、高度な独自性を持った制作を要求するものではありません。ただし学内外に公表するものですから、ある程度の独自性を持って制作する必要があります。そのため次に示



図 2 卒業制作に必要な要素

すようなレベルの独自性が求められます。

- テーマの内容を良く理解し、いくつかの本や作品を比較して、それぞれの違いを明らかにした上で、制作の目的を明確にする。
- 既に報告されている他人の作品に対して、それとは異なるコンセプトや表現手法を見つけ、異なった観点で制作する。
- 大学生のレベルで、何らかの作品が作成できる。

[【本項目の始め】](#)に戻る

[【1\)「卒業論文」を書く学生向け；卒業論文に求められるもの】](#)へ進む

[【次の章（3. 卒業研究の手順）】](#)へ進む

[【目次】](#)へ戻る

3. 卒業研究の手順

卒業論文やレポートの書き方に関する書籍は、数多く出版されています。本書に加え、木下による「理科系の作文技術」[2] や、河野の「レポート・論文の書き方入門」[3]、小笠原の「新版 大学生のためのレポート・論文術」[4] なども参照すると良いでしょう。また、各種調査分析手法や開発手段などに関する入門書も数多く出版されています。指導教員や各分野の専門教員の指導も仰ぎながら、各自のテーマにあったものを探して、学習に役立てましょう。

3-1. テーマを探す

テーマを見つけることは、卒業研究を行うに当たって最も重要なことです。大学生活の集大成として相応しい内容、ボリュームのテーマを選ぶ必要があります。一方で、テーマが壮大すぎると、ゴールが見えないまま締め切りを迎えることになります。テーマを選ぶ際の近道は、結論の方向性がある程度見えるものを選択することです。調査研究論文や開発研究論文では、先行研究において今までなされていない何らかの考察が含まれるもの（新規性）が望まれます。また、卒業制作においては、メッセージが明確なもの（メッセージ性）、今までなされていない新しい技術や考え方をういたもの（新規性）が望まれます。

研究を行うに当たって、そのテーマを遂行する上での研究環境があるかどうかについても考える必要があります。いくら興味のあるテーマでも、研究環境が揃わなくては、実現できません。研究環境については、指導教員にも相談の上、実現可能かどうか判断しましょう（学生諸君が知らない設備が本学にあたりして、実現の目処が立つ場合も十分にあります。自分だけで判断しないことが重要です）。なお、このような相談は、随時行うことが望ましいでしょう。少し時間をかければ準備できる場合でも、ぎりぎりの問い合わせでは、間に合わないことがあるからです。

テーマは、はじめは漠然としているものです。次の点に着目して少しずつ考え、ゼミで発表することで、漠然としたものがだんだん現実味を帯びてきます。

- 思いついたテーマが自分にとって魅力的なものか。
- 自分自身が、そのテーマについて意見やアイデアを持っているか。
- そのテーマを実現するための、ある程度の予備知識や必要な技術を持ち合わせているか（もしくは、数ヶ月の勉強で、十分対応できそうか）。

はじめのテーマは、百科事典、専門雑誌、その他書籍、ネットの情報などから、イメージを膨らませていくことが出来ます。その段階では、新たに得た知識や気がついた点について、随時、ノートに書き出していくことをおすすめします。マインドマップやKJ法といった発想手法を用いると、より整理がしやすくなります。

マインドマップ（図3参照）は、トニーブザンが考案した発想法です。中心に、発想するテーマを描き、そこから周囲に枝を伸ばして、連想した言葉を書き加えていくことで、頭の中の発想

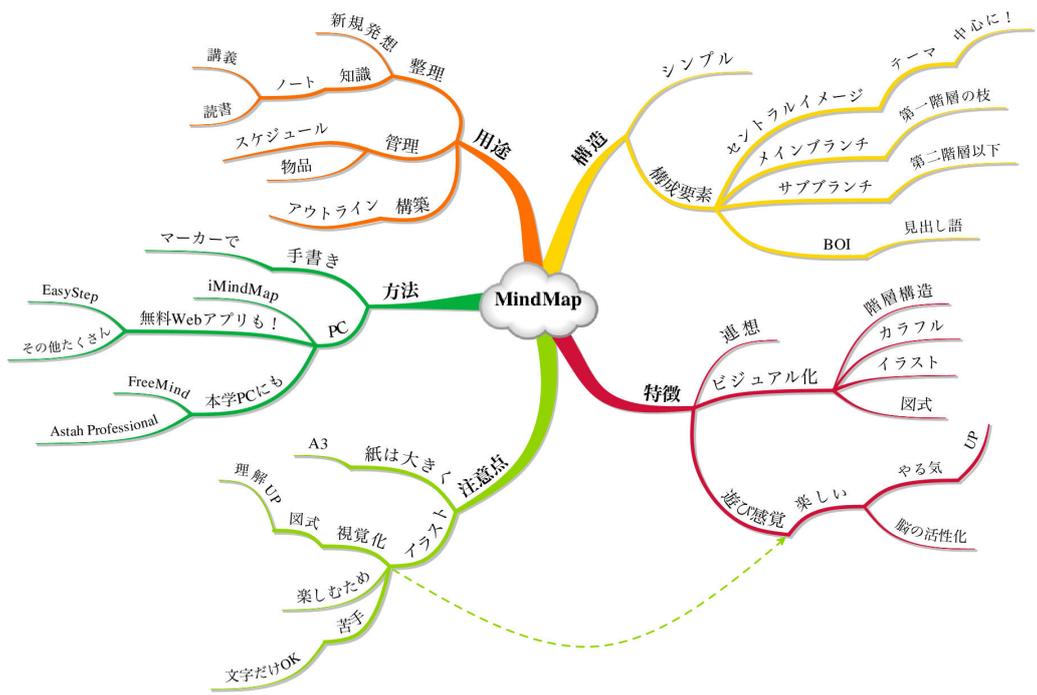


図 3 マインドマップで描いたマインドマップの概要

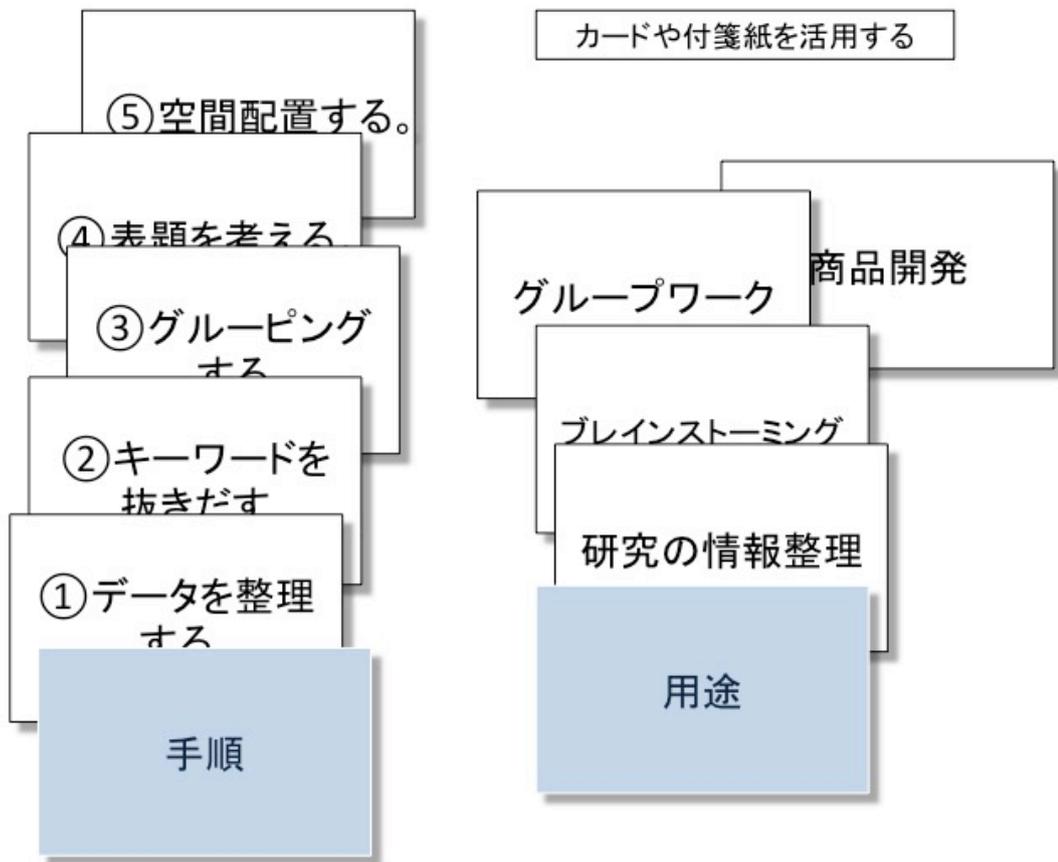


図 4 KJ 法のイメージ

をビジュアル化し、整理すると共に、新たな発想を誘発させます。また、書籍などから得た知識を視覚的に整理するのも向いています [5]。このため、多くの一流企業でも、企画やプロジェクトの計画・管理等に用いられています。KJ法（図4参照）は、地理学者の川喜田二郎が開発したものです。調査資料などの生データのエッセンスをカードや大きめの付箋紙に書き込み、カード（付箋紙）を空間配置することでデータを整理しながら、頭を整理して状況を分析することに用いられます [6]。研究用の手段としてだけでなく、商品開発などの現場でも広く使われている手法です。

キーワードとその説明をうまく整理しておくとし、後で見返した際に、新たな発見が出来ることも多々あります。この作業には、ある程度の時間をかけることが重要です。情報は、少し寝かせると、違った視点で物事を見ることが出来るため、熟成させることが出来ます。また、途中経過をゼミ内で発表しておくとし、ゼミ担当教員や他のゼミ生から有益なアドバイスや情報をもらうことも出来ます。

この段階では、次の点に留意して作業を進めましょう。

- テーマが小さすぎる場合は、幾つかのアイディアを併せて、少し大きなテーマにすることを考える。
- テーマが大きすぎる場合は、小さなテーマに分割して考えてみる。
- 研究を進める上で十分な資料が手に入るかどうかを検討する。
- 本研究の意義は何かを客観的に考えるようにする。

3-2. 資料収集：

研究を進める上で、最初に行うことは参考となる資料を探すことです。どんなに興味深い研究でも、既に他人が行っているものでは、研究の意味がなくなってしまう。資料には、書籍、雑誌（論文誌を含む）、新聞、公刊物、社史、ネットの情報などがあります。ただし、ネットの情報は、書籍と異なり、いつ改変されたり、削除されたりするか分かりません。また、誰でも自由に公開できるため、参考文献として適切な記述がなされているものとも限らないことに注意しましょう。

資料は、次のように集めることが出来ます。

1) 資料の種類

卒論に用いる資料には、文献資料やアンケートなどの調査によるデータがあります。

文献資料；

- 百科事典、現代用語の基礎知識、辞典、年鑑、白書など用語や事象の解説をしている書籍を調べる。
- 書籍や雑誌、新聞の縮刷版を調べる。
- 社史、企業の広報資料を企業の広報部に問い合わせたり、大学図書館などで調べる。

- 論文や研究概要を小論集，大学の紀要，各種学会の論文誌などで調べる。
- 国や地方公共団体，独立行政法人の発表している白書や報告書，道庁，市役所や商工会議所など公的機関を利用する。公的機関には，一般の書店では手に入りにくい資料を販売している場所もあります。

その他の資料

- アンケートや実地調査，インタビューなどを行って，独自の生データを収集する。公的機関が行った調査結果と比べ，数的には不利ですが，自分の研究目的にあった適切なデータを取得することが可能です。

2) 資料は所有する

資料は，必要時にすぐに見られるように手元に置いておきましょう。ネット上のデータもいつなくなるか分からないので，ダウンロードしておくことが重要です。高価で購入できないものなどは，必要箇所をコピーしてファイリングしておきましょう。スキャンデータとして保存する場合は，バックアップも忘れずにとっておきましょう。

3) 資料収集の留意点

資料は，できる限り新しい文献資料から手に入れましょう。時として古い文献も重要ですが，最新の先行研究を知るためには，最新の資料を読むことが重要です。原典がある場合は，引用文献でなく，原典を読むようにしましょう。引用の場合，その著者の主観により，原典と異なる意味にとらえられている場合もあります。また，外国語が原典の場合は，翻訳ミスなどもあり得るため，可能な限り原典を読むのが望ましいですが，語学力の問題があるときは，定評のある翻訳を用いるようにしましょう。こういったケースでも，指導教員に相談をしながら進めるのがよいでしょう。

4) インタビューやアンケートの方法について

インタビューやアンケートの方法には，様々な手法が存在します。先行研究を数多く調べると，適切な調査分析手法の事例を見つけることが出来ますが，しっかり理解して行わないと，取得したデータの信頼性が全くなくなってしまう場合もあります。インタビュー手法やアンケート手法に関する解説書が多く出回っていますので，自分の研究目的にあった手法をしっかりと勉強した上で，行うようにしましょう。これらの勉強にあたっては，本学の図書館などでも調べられるだけでなく，指導教員をはじめ，その分野が専門の教員に相談すると，参考文献などのアドバイスをもらうことが出来ます。実際のアンケートやインタビューの準備には，少なくとも1ヶ月は要します。余裕を持って準備するようにしましょう。また，調査後には礼状を送ること，研究が完了した際は，論文のコピーを送ることも重要です。

5) フィールドワークについて

実地調査（フィールドワーク）は、事前に先方の許可を取ることが必要です。事前の準備にはかなりの労力が必要です。フィールドワークに関する解説本も数多く出ているので、それらや同様の調査を行っている先行研究を参照して、しっかりと準備をしましょう。これらの勉強にあたっては、本学の図書館などでも調べられるだけでなく、指導教員をはじめ、その分野が専門の教員に相談すると、参考文献などのアドバイスをもらうことが出来ます。協力者には、事後の礼状や論文のコピーを送ることも重要です。

3-3. データ抽出・分析・考察：

集めた資料を読む際には、①自分のテーマを常に意識し、②筆者の論点をとらえる努力をし、参考文献や分析したデータを確認しながら、論の展開を理解するように心がけます。参考文献の書式や文体も、自分の論文執筆の参考となるものなので、漠然と読まないことが重要です。

テーマを練る時と同様に、利用できるデータを抽出したら、カードやノートなどに箇条書きし、纏めておきます。このときも、マインドマップや KJ 法といった発想手法が有効です（pp11-13 参照）。1枚のカード（もしくは1ページ）に一つの項目を書くようにしておくと、後で整理するのが楽になります。PCのツールにも、アウトラインプロセッサ（MS Word などのアウトライン機能）やマインドマップを描くツール（iMindMap, EasyStep, MindMeister など）があるので、同様の方法で整理することができます。本学実習室の PC には、同様のマインドマップ作成ソフトとして FreeMind と astah professional がインストールされています。なお、PC を利用する場合は、万が一のデータ損失に備え、後述のデータ保存の項を参照してバックアップをとりましょう。（詳細は3-7 参照）

資料は、何度も読み返しましょう。読み返すことで、理解が深まり、新たな発見に繋がるものが良くあります。読み返し考えを深め、次の文献を同様に読み進めることで、テーマが熟成され、詳細化されていきます。

調査結果の分析には、様々な手法があります。先行研究を調べると、各種分析手法が用いられていますので、自分の研究に適切なものを探しましょう。ただし、統計データなどは扱い方を間違えると、全く信頼性のないものになってしまいます。研究論文によっては、その分析手法の扱い方を間違っているものもあるので、分析手法についても入門書などを読み、しっかりと理解した上で用いる必要があります。特に統計ソフトはブラックボックスとなっているため、一見簡単に扱えるように思えますが、使用法を間違えると、とんでもない結果が出力されることがあります。そのまま考察すると、誤った結果を導くことになるため、注意してください。

3-4. 構想を練る・作品制作：

1) 論文の構想を練る

論文の構想を練るときは、論旨の展開をイメージしながら、まず目次を構成してみましょう。

はじめは大まかな目次でも構いません。書きたい項目毎にカードや大きめの付箋 1 枚に纏め、それらのカードを並べ替えて、章立てを考えます。マインドマップも活用できます(pp11-13 参照)。また、アウトラインプロセッサも便利です。

2) 作品の構想を練る・制作する

作品を制作する場合は、制作の意図や背景、制作方法などを卒業研究報告書に記述する必要があります。意図や背景などは、作品の構想段階から準備できるものなので、少しずつ書き溜めておきます。このときも、項目毎にカードに記載するか、マインドマップやアウトラインプロセッサを活用すると便利です。作品ができあがってから書くべき部分に関しては、後から記述しましょう。まずは、作品を作り上げることが重要になります。作品制作は、予想以上に作業時間がとられるものです。余裕を持ったスケジュールを心がけましょう。制作スケジュールは、早めに指導教員に確認してもらいましょう。

作品の構想には「ひらめき」も必要ですが、目的に向かって一つ一つ積み上げることでコンセプトが作り上げられる場合もあります。現状の問題点や、自分の興味など、作品の構想に役立つ情報をしっかり整理しておくことが重要です。目的、背景、コンセプトなどの考え方に加え、スケッチやイメージ図などをノートやカードに書き出しておき、常に見返せるようにしましょう。

また、アイディアの元になる作品が既に存在する場合があります。著名な作品や優れた製品などを日頃から、よく観察するようにしましょう。

3-5. 論文（含、報告書）執筆：

論文執筆は時間がかかるものです。読み手に誤解を与えず、分かりやすい文章を書く必要があります。何度も読み返し、誤字脱字、句読点の付け方や文章の構成などをしっかりとチェックしましょう。文章は、1 文に複数の内容が入らないように、できる限り簡潔に区切ることを心がけましょう。優れた文章とは、いわば、試合前のボクサーの身体のように贅肉をそぎ落としたものだといえます。不要な単語は避け、明快な文章にしましょう。本文執筆時には、指導教員の添削をこまめに受けましょう。それが文章上達の早道かもしれません。

3-6. スケジュールの立て方：

卒業研究において、スケジュール管理は成否を握る鍵といえます。ゼミの指導教員の指示に従って、添付のスケジュール表に書き込みましょう。

3-7. データの保存方法について：

データを適切に保存していなかったために、提出間際に問題が起こることが多々あります。図 5 に示すように、バックアップは、複数種類のメディアに最低でも 3 カ所保存しておくべきです（例えば、自宅 PC の HD、USB メモリー、大学の HD）。USB メモリーや HD、SSD は消耗品です

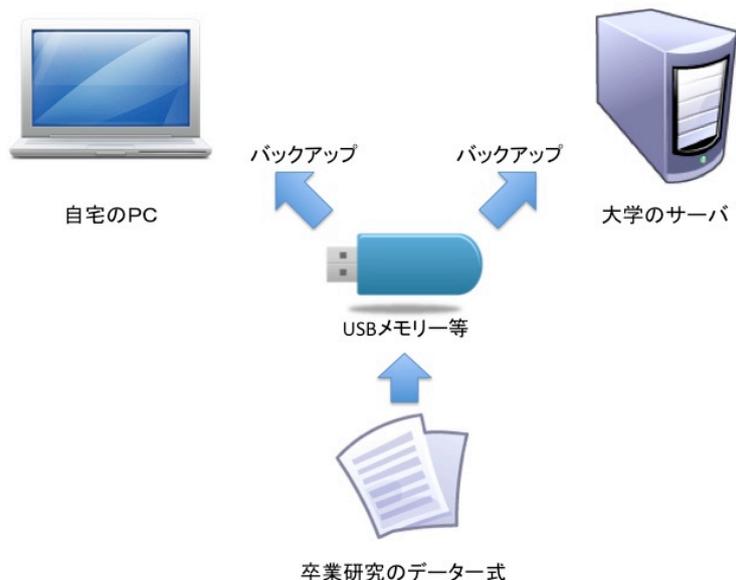


図 5 データのバックアップについて

ので、いつ壊れるか分かりません。また、USB が故障したために、差し込んだ機器が壊れてしまう場合も考えられます。そのとき、上述したように大学と自宅の PC の HD に分散してバックアップしてあれば、どれか一つは、壊れずに残すことができます。

バックアップデータを同じメディアに入れている学生も時々います。しかし、そのメディアが壊れてしまったら、バックアップの意味をなしません。また、自動的にバックアップをとってくれるソフトも多く出ています。それらには、一つのバックアップファイルに上書きをしたり、特殊なファイル形式でハードディスクを丸ごとバックアップしたりするものがあります。しかし、バックアップ中にファイルが壊れてしまうこともあるため、このようなバックアップだけで

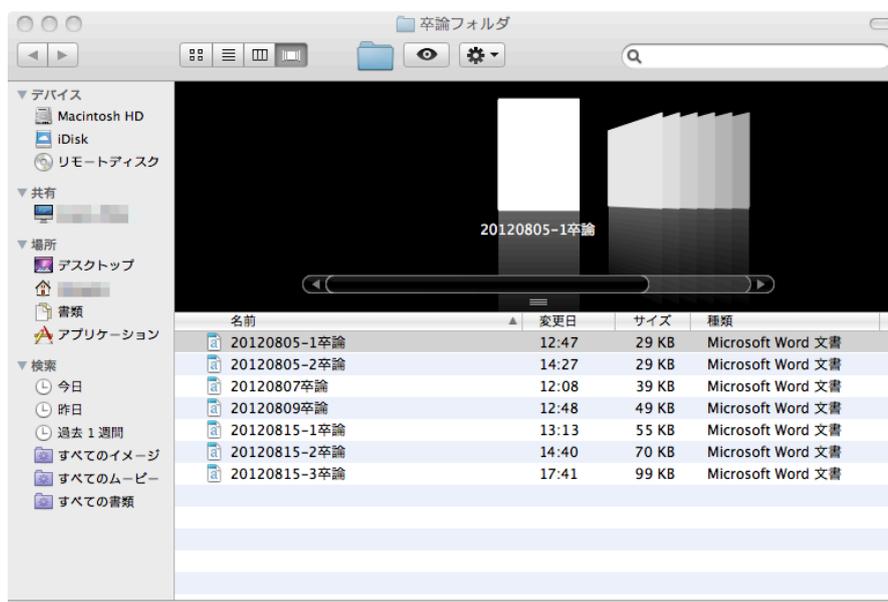


図 6 ファイルはこまめに「名前を付けて保存・・・」する

は、いざというときに役に立ちません。実際に、データが破損して、大変な状況に陥った学生が何人もいます。

このようなリスクを避けるためには、各自、毎日の作業が終了した時点や同日でも作業の大幅な進展が見られた時などに、ファイル名に日付や番号を入れて別名保存したバックアップファイル（例えば、20120805-1 卒論）を複数用意します（図6参照）。その上で、それらを複数のメディアにバックアップすることが重要です（古くて不要なファイルは適宜消去・整理しましょう）。本文に関しては、プリントアウトをクリアファイルにファイリングして、内容を書き換えたらそのページを再印刷するなどのリスクマネジメントも必要でしょう（提出直前にプリンタが壊れるなど、予想せぬことが起きるものです）。図7には、予想されるリスクと対策例を示します。

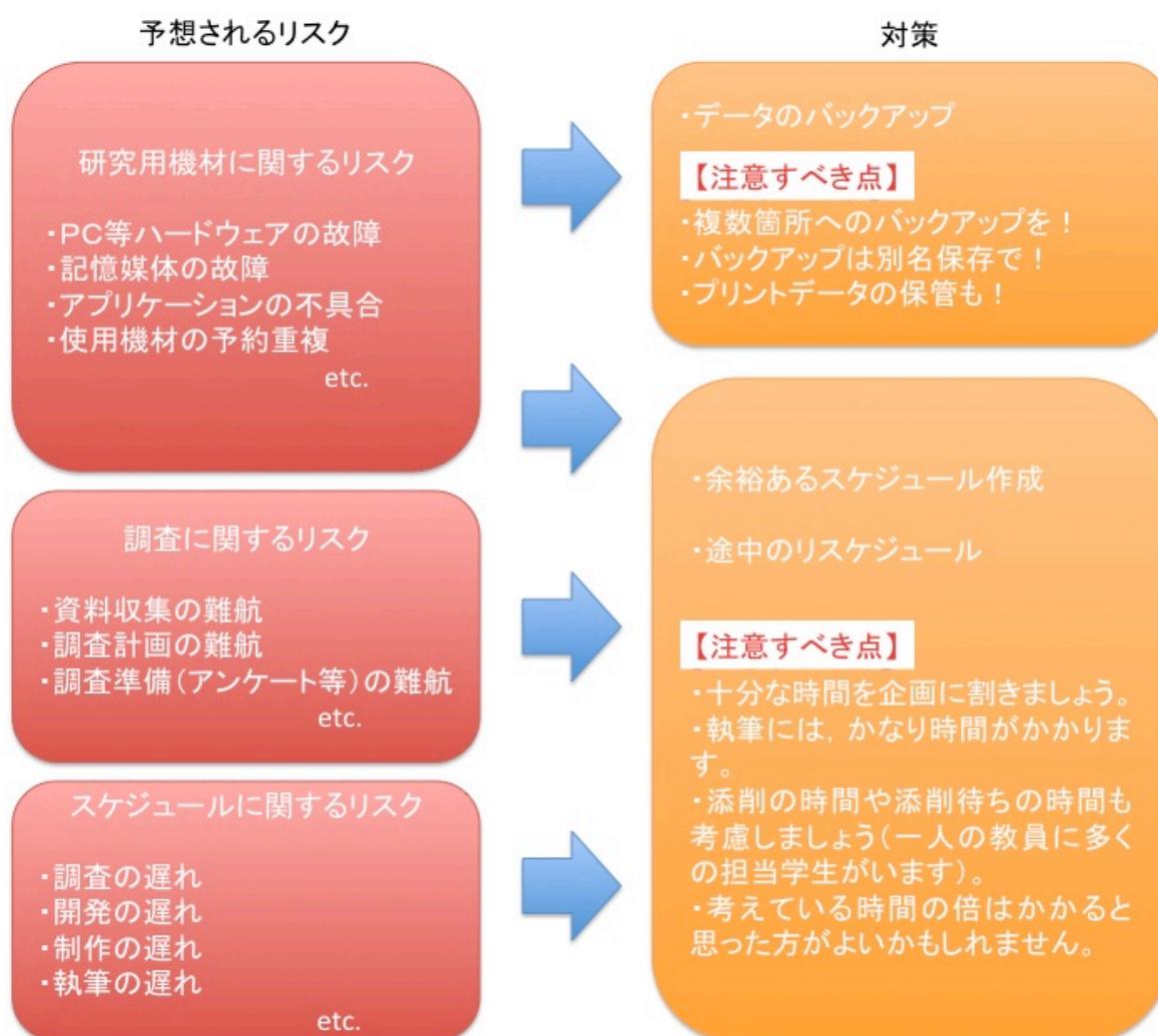


図7 卒業研究におけるリスクマネジメント

[【本章の始め】に戻る](#)

[【次の章（4. 論文執筆上の注意点）へ進む](#)

[【目次】へ戻る](#)

4. 論文執筆上の注意点

4-1. 執筆の要点

- 本質を見極め、明瞭で簡潔な文章で書く。
- 無駄に長くせず、肝心なことを分かりやすく書く。
- 余分な言い回しや、文学的表現は不要。
- 結果を明確に示す（正しい、誤っている、分からない、研究の必要が有る等）。
- 項目に分けて、誰にでも理解されることを心掛ける。
- 自分の意見（研究結果）と他人の意見（研究結果）を明確に区別して記入する。後者には参考（引用）文献を明記する。全部引用するのは盗作。

4-2. 文体

文体としては常体(である調)を用い、敬体(です、ます調)は使用しません。論文では常に「である」調を用いるものと考えてください。また、「と思われる」や「ではないか」といった曖昧な表現も極力避けましょう。

自分(書き手)を示すこととしては「著者」あるいは「筆者」を用います。「私は……」という書き方はしません。

4-3. 句読点

横書きは、日本政府の公用文作成の要領（昭和26年10月30日通知）に従い、「，」および「。」を用いることとします。ただし、数式の後は「。」ではなく「.」を用います。事物を列挙するときには、「，」のかわりに「・」（なかつん）を用いることができます。

4-4. 図表

木下是雄のロングセラー「理科系の作文技術」（71版）[2]の28ページには次の文章があります。自然科学・工学のみならず、人文・社会科学も含めた論文の執筆全般について言えることです。参考にしてください。

理科系の仕事の文書では、しばしば図や表がいちばん大切な役割を演じる。そういう文書では、本文を書き始める前に図・表を準備することをすすめる。それによって、なにを書かなければならないかがはっきりする場合が多い。この目的には、印刷用原稿として使えるようにきちんと仕上げた図を描く必要はない。多くの場合にフリーハンドの図で十分である。

なお、最終的に論文に使用する図や表には、それぞれ出てくる順番に番号をつけます。（図1. 表1など）本文中には当然これらを指し示した説明が記述されていなければなりません。図の表題は図の下、表の表題は表の上にあります。

4-5. 引用

卒業研究・卒業制作には何らかの新規性が含まれているはずですから、関連する研究や作品を十分に調査し、本文中で自分の研究または作品がそれらとどのように違うのかを明確にしなければなりません。調査した文献(または作品)は、論文の最後に参考文献として正確に記載し、読者が容易に参照できるようにします。当然ですが、非公開文書や機密文書を引用してはいけません。また、参考として掲げた文献は本文中で必ず引用しなければなりません。引用する際には、巻末の参考文献リストに記した文献番号を本文中に付す必要があります。文献番号の記載方法は、各種論文誌によって上付にしたり、文 1)、文 2) のように記載したりと様々ですが、本手引きでは、電子情報通信学会の和文論文誌の記載方法[7]にならって、[1]のように記載します。論文執筆の際は、指導教員の指示に従って、適宜記載方法を変えてください(ただし、小論集原稿に関しては、後述の通り記載方法が定まっていますので、厳守のこと)。

本文中で文献を引用する際は、「田中[3]によれば……」というように出てくる順番に番号をつけて最後にまとめて書誌情報(著者、表題と誌名(あるいは書名)、出版社、出版年、巻、号、開始ページ、終了ページ等)をしるします。複数の著者による文献を引用する際は、原則として、本文中に初めて示す部分では全著者の姓を並べ、2回目以降は「田中[4]らは……」のように書きます。

他人の著作物からあるまとまった長さの文あるいは文章を引用する場合は、本文中で改行と段下げを行い、引用していることが一目で明らかになるようにします。もちろん、出典は明示しなければなりません。

引用文の引用元を明記せずに、あたかも自分の記述したもののよう記載することは、剽窃(ひょうせつ)といって、禁じられています。本学では、Turnitin という剽窃を検出するソフトウェアを導入しているため、学生の皆さんも自分の引用の仕方に関して確認することが出来ますし、教員も各論文をこのソフトウェアなどを用いてチェックしています。Turnitin は、**POLITE** から使用することが可能です(POLITE の上部にある「**コピペとプラジャリズムについて**」[8]参照)。また、**Turnitin の使用法**(上記記事参照)や引用の仕方に関する記事(**そうだったのか!引用の仕方**[9])も掲載されています。各自、積極的に活用しましょう。

デジタル情報として公開されていない著作物(すなわち紙のみの出版物)から図表、写真などを転載する場合には著作権者の許可を得なければなりません。無許可で行うと著作権法違反になります。デジタル情報で公開されているものについては転載できますが、出典はかならず明示します。参考文献としては極力、紙の形で出版されている著作物を示すようにしなければなりません。やむを得ずインターネット上だけに公開されているデジタル情報を引用する場合は、URLとともにサイト運営者の機関名(または氏名・所属)および最終アクセス日を書誌情報として明記します。

参考文献の書き方は研究分野によって異なるため、本論の参考文献は、指導教員の指示に従ってください。ただし、小論集(卒業研究・制作 報告集)に関しては、小論集のフォーマット(後述)に従ってください。

[参考文献の書き方サンプル（電子情報通信学会和文論文誌の場合）はこちら](#)

4-6. 謝辞

末尾の参考文献の直前には謝辞を入れます。謝辞はその研究の指導者や協力者に対する感謝のことばです。何について感謝するのかを明確にし、本人の了解を得て記載します。ただし、小論においてはスペースの関係上、指導教員への謝辞は省略して構いません。

[【本章の始め】](#) に戻る

[【次の章（5. 文献の探し方）】](#) へ進む

[【目次】](#) へ戻る

5. 文献の探し方

ICT が普及した現代では、文献検索および情報検索にもインターネットを活用すべきです。インターネット上のいろいろな文献検索サイトでは、表題、著者、その他キーワードを入力することにより、多数の文献のリストを一挙に入手することができます。ここで重要なことは、文献の信頼度です。インターネット上には様々な文献が存在しており、中には内容が信用できないものも少なくありません。ネットの情報は、初期の情報収集には有益な場合がありますが、信頼のおける出所の情報を用い、情報の中に、参考文献があげられていれば、元となった参考文献を必ず手に入れて調べるようにすることが重要です。また、ネットの情報の作成日やアクセスした日の情報も一緒に整理しておき、データをダウンロードしておきます。

匿名による文献(例えば Wikipedia の情報など)を信用できないことは当然ですが、たとえ著者が明らかで書籍(あるいは電子書籍)の形態をとっていても私家版のように第三者による編集を経ずに出版・公開されている文献(あるいはブログのようなもの)は避けるべきです。国や地方公共団体、独立行政法人の発表している白書や報告書、国内外の主要な学会の会誌や論文誌、大手出版社の発行している書籍や雑誌は一般に信頼度が高いと言ってよいでしょう。文献の中にはインターネット上で全文が公開されているものもあれば、抄録のみが公開され全文のダウンロードには別途料金を支払わなければならない場合もあります。したがって、インターネット上で検索をおこなって欲しい文献が見つかった場合は、まず、本学図書館がその文献を所蔵しているか否か、あるいは本学図書館が契約する外部機関を経由して入手可能か否かを調べましょう。本学では入手できず、所在情報(その文献を所蔵する大学図書館や公共図書館等の名称)のみが得られた場合は、基本的にはそこに出向いて複写をさせてもらうこととなりますが、一部の図書館(例えば国立国会図書館など)からはコピー郵送のサービスが受けられます。いずれにしろ、この場合は料金が発生するので入手に当たっては指導教員に相談しましょう。

文献調査には、過去から現在までの研究の進展を時系列に沿って調べる場合と逆に時間をさかのぼって調べる場合があります。前者はある程度評価の定まった過去の文献を出発点としてそれを引用している新しい文献を探し、得られた文献を引用しているさらに新しい文献を探すことにより、その分野の最新の研究成果にまでたどり着く方法です。これを書籍や雑誌の記事を直接調べながら行うことには大きな困難を伴いますが、インターネットを利用すれば比較的簡単に行うことができます。例えば、Google Scholar™を用いた文献検索で表示される文献リストには、それらを引用している新しい文献のリストが合わせて表示されるようになっています。それを次々に手繰っていくと、最新の研究成果にまでたどり着くことができます。後者は比較的新しい文献を出発点として、それが引用している過去の文献を探し、得られた文献が引用するさらに過去の文献を探す、といった逆の方法をとります。これは各文献の参考文献を参照することによって簡単に行うことができます。教科書や研究書では末尾の章を文献紹介に充てている場合もあります。

以下にいくつかの文献検索サイトを掲げます。

- ① HIU OPAC 北海道情報大学(書籍)
<http://libsrv.do-johodai.ac.jp/webopac/catsre.do>
- ② NDL Search 国立国会図書館(論文・書籍その他) <http://iss.ndl.go.jp/>
- ③ CiNii Articles 国立情報学研究所(論文) <http://ci.nii.ac.jp/>
- ④ Webcat Plus 国立情報学研究所(書籍) <http://webcatplus.nii.ac.jp/>
- ⑤ Google Scholar™ グーグル(論文) <http://scholar.google.co.jp/>
- ⑥ Google Books™ グーグル(書籍) <http://books.google.co.jp/>
- ⑦ MEDLINE 医薬文献検索 <http://www.healthy.pair.com/>

(注) ③は①にログインして利用すると多くの論文の本文が入手できます。

[【本章の始め】に戻る](#)

[【次の章（6. 卒業論文（含、報告書）の体裁と構成）へ進む](#)

[【目次】へ戻る](#)

6. 卒業論文（含、報告書）の体裁と構成

ここでは、フォーマット上の注意事項、目次の構成など、論文作成上の注意点について説明します。

卒業論文に関わらず、論文は何らかのテーマに関する「問い」とそれに対する「答え」という形を備えている必要があります。その形式を満たすためには、論文の書く順序においても一定の形式を踏まえておく必要があります。

6-1. 本文の体裁

本学の卒業論文や卒業研究報告書には定まった書式はありませんが、一般的に、本文は 10.5 ポイント程度で書き、A4 一段組の横書きです。必要文字数やページ数などもゼミごとに異なりますので、詳細については、指導教員に確認してください。指導教員の手元には、過去の優秀な卒業論文等が保管されているので、指導教員の指示を仰ぎながら、それらの論文を参考にすると良いでしょう。3 章「論文執筆上の注意点」も必ず参照してください。小論集原稿の書式を参考にするのも良いでしょう。

6-2. 本文の構成

1) 目次の構成と書式

一般的な論文は、以下のような順序で書かれます。

1. 目次
2. 要旨
3. 本文
4. [付録]
5. [謝辞]
6. 参考文献

[]で囲まれていない部分は、論文のなかで必ず必要な項目です。

目次の章番号、項番号などの番号の書式は、各種学会誌によって異なりますので、各自、指導教員の指示に従って記載してください。なお、小論集では、巻全体の統一感を持たせるため、電子情報通信学会や情報処理学会が採用している書式を採用します（ただし、文字サイズは、両学会指定のものと異なります）。詳細は、[小論集の体裁](#)を参照の上、作成してください。

論文は「目次」「要旨」「本文」「付録」「謝辞」「参考文献」などから構成されています。このなかで、論文の最も重要な部分であり、筆者が提示した問いを論理的・実証的に論述するのは「本文」です。「本文」では、「序論（はじめに）・本論・結論（おわりに）」の順で書いていくことになります。それぞれで書く内容は以下のとおりです（より詳しい内容は後で述べます）。

- 序論：筆者があるテーマのもとで問題を設定する箇所
- 本論：序論で設定された問題について、論理的・実証的に論述する箇所

- 結論：本論で展開された論述を踏まえて、設定した問題に答える箇所
以下では、論文の各パートで書かなければならない具体的な内容について説明します。

2) 論文の構成

①「目次」で書くこと

- 「目次」では、「本文」や「目次」自体、「参考文献」など、論文に書かれているすべての内容項目について、順番にタイトルを付け、その内容が始まるページ数と合わせて書きます。
- 「本文」で書かれる内容は、まとまりの大きい順に「部-章-節」と階層的に区分されます(「本文」で書くことを参照)。目次では、本文の章・節にそれぞれ章番号・節番号と章・節のタイトルをつけて書きます。タイトルに副題がある場合は、ダッシュ[—]またはコロン[:]を主題と副題の間にはさんで区別します。

②「要旨」で書くこと

- 「要旨」では、問題の提示から結論までを含む論文全体の内容を400字前後でまとめて書きます。
- 「要旨」の役割は、この部分を読むだけで読者に論文全体の内容をつかんでもらうことにあります。そのため、要旨を書く際には論文の問い、問いの論じ方、論じた結果明らかになったことが読み手にわかる形で書くことを心がける必要があります。

③「本文」で書くこと

すでに述べたように、「本文」は「序論(はじめに)」「本論」「結論(おわりに)」の三つのパートからなります。各パートに何を書く必要があるかについて、以下に述べていきます。

「序論(はじめに)」

「序論」を書く目的は、筆者が選んだテーマに関して問題を提示すること、さらに提示された問題をどのような手順で解決していくかその概略を示すことにあります。このことにより、「序論」は「本文」全体の見取り図になります。従って、「序論」で書く必要がある内容は以下の4点です。

- テーマの導入：
「本文」で論じるテーマを導入・提示します。また、何故このテーマを選んだのかその動機や理由を示します。テーマを示すことで、その後の議論が無制限に広がってしまうことを防ぐことができます。
- 問題の提示：
筆者が選んだテーマに関して問題を提示します。ここで提示された問題と「結論」で示される解答とがセットになり論文の骨格となりますので、論文全体として最も重要な箇所になります。

- 解決方法の提示：
提示した問題に対して、どのような観点から、どのような方法によって解決しようとするのかを提示します。また「本文」で実験・観察・統計分析・フィールドワークなどで実証を行った場合その具体的な方法について述べます。
- 「本論」で書く順序の予告：
「本論」で、どのようなことを論じ、「結論」でどのような解を導くのかを、順を追って簡潔に予告します。

「本論」

「本論」は「序論」で提示した問題に対して、何らかの解決策を提示するために議論を展開していくところになります。「本論」で書くべき内容は多岐にわたりますが、「本論」の文章を組み立てるときに必ず意識しなければならないのは、「本論」で論じる内容が、「序論」で提示したテーマと問題にどうかかわっているのかを示すということです。以下では「本論」を組み立てる際の注意点について述べます。

- 章と節の構成：文章を論理的に書き進めるために
「本論」では、テーマや問題に対してどのようにアプローチするかによって、いくつかのまとまりを作りながら書き進めていくことになります。その内容のまとまりを「(部-)章節」と呼びます。卒業論文では、本論を複数の章を立てて論じる場合、複数の節からなる一つの章で論じる場合もあると思いますが、いずれの場合も章と章の関係、章と節との関係を頭にいれながら書き進めていく必要があります。章と節、段落の関係を図にすれば以下のようにになります。

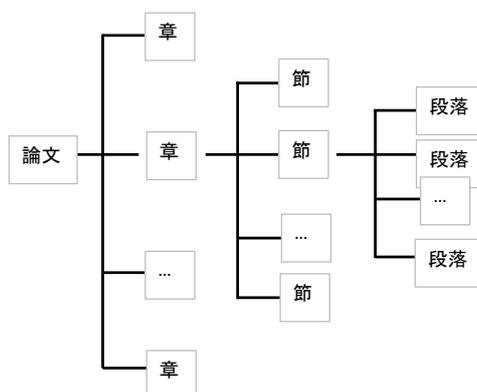


図8 論文の章立て 出所: 河野(2002) [3] p.63 を修正

- 証拠の提示：説得力のある論述を行うために
「本論」は、問題に対する解決策を述べる「結論」から見れば、何故そのような結論に至るのかを証明する部分になります。論文ですから、もちろん証明は文章で論理的に進めていくわけですが、必要に応じて実験や観察、アンケート調査やフィールドワークなどから得られた証拠、またはすでに証明された主張などを用いて、自らの主

張をサポートする必要があります。適切な証拠を用いて自分の主張を展開することで、信頼するに足る強い主張を行うことができます。この時、現在議論しているのが、自分のオリジナルな意見なのか、すでに誰かに言われている考えなのかをはっきりさせてください。特に、他人の主張を述べる場合には、その主張はどこで述べられているのかその出所を明確に記載する必要があります。

「結論（おわりに）」

「結論」は、「本論」で展開してきた議論に基づき、「序論」で提示した問いに対して解答を与える部分になります。そして、ここでの主張が筆者の最終的な主張になります。

結論で書く必要のある内容は以下の3点です。

- 「本論」の要約：
「本論」の内容を短くまとめて、論文でこれまで行ってきた内容を確認します。
- 「本論」に基づく考察と最終的な主張の提示：
ここでは、「本論」での議論に基づいて考察を行い、最終的な主張を明確に述べます。ここが「結論」部分の中心となる内容になります。ここで注意することは、この部分で「本論」での議論を超える範囲のあらたな議論を始めないということです。あくまでも「結論」で述べられるのは、「本論」で論じた内容から得られる主張でなくてはなりません。
- 論文の意義と今後の課題：
結論となる主張を提示した後で、今回の論文で示した結論が設定したテーマに対してどのような意義を持つかを述べます。その上で、この論文では十分に議論できなかったところなど、論文の課題があればそれを最後に述べます。

3) 図表の描き方

論文に図表が必要なのは、読み手にとって文章だけでは説明が不十分となる内容に対し、補足的な情報を提示するところにあります。従って、論文の内容に直接関係のない図表は描いてはいけません。

図表を描く際に特別なルールのようなものではありません。ただ、読み手にとってわかりやすく、書き手としても論文内容の伝達に効果的な図表を描くためには、その図表を用いることでどのようなことを伝えたいのか、論文の中でその図表が果たす役割は何なのかを、できるだけ明確に意識しながら描くことを心がけましょう。

4) 参考文献のサンプル（電子情報通信学会和文論文誌の場合）

ここでは、書誌情報の書き方の例として電子情報通信学会和文論文誌の「投稿のしおり」[7]に記載されているものを以下にしるします。なお、本文中の文献の引用方法も、各種論文誌の規定

ごとに異なりますが、電子情報通信学会和文論文誌では、本文中の適当な箇所に半角で[12]等の番号を付けて引用し、文献番号（例えば、[12]）は上付きにしないことになっています。

(2012年3月10日現在, URL: http://www.ieice.org/jpn/shiori/iss_2.html)

■ 雑誌

[1] 著者名, "標題," 雑誌名, 巻, 号, pp.を付けて始め—終りのページ, 月年.

[1] 山上一郎, 山下二郎, "パラメトリック増幅器," 信学論 (B), vol.J62-B, no.1, pp.20-27, Jan. 1979.

[1] W. Rice, A.C. Wine, and B.D. Grain, "Diffusion of impurities during epitaxy," Proc. IEEE, vol.52, no.3, pp.284-290, March 1964.

■ 著書, 編書

[2] 著者名, 書名, 編者名, 発行所, 発行都市名, 発行年.

[2] 山田太郎, 移動通信, 木村次郎 (編), (社) 電子情報通信学会, 東京, 1989.

[2] H. Tong, Nonlinear Time Series: A Dynamical System Approach, J.B. Elsner, ed., Oxford University Press, Oxford, 1990.

■ 著書の一部を引用する場合

[3] 著者名, "標題," 書名, 編者名, 章番号または pp.を付けて始め—終りのページ, 発行所, 発行都市名, 発行年.

[3] 山田太郎, "周波数の有効利用," 移動通信, 木村次郎 (編), pp.21-41, (社) 電子情報通信学会, 東京, 1989.

[3] H.K. Hartline, A.B. Smith, and F. Ratliff, "Inhibitory interaction in the retina," in Handbook of Sensory Physiology, ed. M.G.F. Fuortes, pp.381-390, Springer-Verlag, Berlin, 1972.

■ 国際会議

[4] 著者名, "標題," 会議名, no.を付けて論文番号, pp.を付けて始め—終りのページ, 開催都市名, 国名, 月年.

[4] Y. Yamamoto, S. Machida, and K. Igeta, "Micro-cavity semiconductors with enhanced spontaneous emission," Proc. 16th European Conf. on Opt. Commun., no.MoF4.6, pp.3-13, Amsterdam, The Netherlands, Sept. 1990.

■ 国内大会, 研究会論文集

[5] 著者名, "標題," 学会論文集名, 分冊または号, no.を付けて論文番号, pp.を付けて始め—終りのページ, 月年.

[5] 川上三郎, 川口四郎, "紫外域半導体レーザ," 1995 信学全大, 分冊 2, no.SB2-1, pp.20-21, Sept. 1995.

■ Web ページ

[6] 著者名, "標題," 著者名, Web ページタイトル, サイト管理者名等, URL, 文書年月または

参照年月日.

[6] 著者名, "標題, " D. Provan, "Request for comments 1234: Tunneling IPX traffic through IP networks," IETF,<http://www.ietf.org/rfc/rfc1234.txt>, June 1991.

[6] 著作権管理委員会, "本会出版物（技術研究報告以外）に掲載された論文等の著作権の利用申請基準," 電子情報通信学会,

http://www.ieice.org/jpn/about/kitei/files/chosaku_hyou3.pdf, 参照 Aug. 3,2009.

[【4-5. 引用】の最後に戻る](#)

[【本章の始め】に戻る](#)

[【次の章（7. 小論（卒業記念小論集, 卒業研究・制作 報告集）原稿の体裁と注意事項）】へ進む](#)

[【目次】へ戻る](#)

- ⑤ 下記のフォント（字体）・フォントサイズ（文字の大きさ）を遵守すること。
- ※ タイトル → 【ゴシック体・フォントサイズ「20」】
 - ※ サブタイトル・氏名 → 【ゴシック体・フォントサイズ「16」】
 - ※ 学科名・ゼミ名・学籍番号 → 【ゴシック体・フォントサイズ「11」】
 - ※ 図表の表題・各項目（章など）のタイトル → 【ゴシック体・フォントサイズ「10.5」】
 - ※ 本文・その他 → 【明朝体・フォントサイズ「10.5」】
- ⑥ ページ番号は『打たない』こと。
- ⑦ 小論集はディスクでも配布されるため、制作した作品等がインターネット上で公開されている場合、図などにリンクを積極的に配置しましょう。それにより、人々に作品を見てもらえるチャンスを増やせることになります。
- ⑧ 章・節番号の書式は、電子情報通信学会・情報処理学会の書式（1. 1.1 1.2 2. 2.1 2.2 等）に準拠することとします。ただし、文字サイズは上記⑤の規定とします（上記二学会指定の文字サイズと異なりますので、注意のこと）。
- ⑨ 参考文献の書式は、電子情報通信学会の書式に準拠することとします。

7-2. 原稿のサンプル：

次ページから、[小論原稿のサンプル](#)を提示します。サンプルファイルは、POLITEからもダウンロードできるので、サンプルファイルに上書きする形で原稿を作成すると、間違いが少なくなります。

[【本章の始め】](#)に戻る

[【次の章（8. 付録）】](#)へ進む

[【目次】](#)へ戻る

遺伝的プログラミングによるエージェントの強化

—ロボカップサッカー選手プログラム開発—

××学科 新庄 剛ゼミ

08×××××

情報 二郎

1. はじめに

RoboCup[1]とは、ロボット工学と人工知能の融合・発展のために自律移動ロボットによるサッカーを題材として日本の研究者らによって提唱された、国際的プロジェクトの名称である。現在 RoboCup は 5 つのリーグに分類されているが、我々が取り扱っているのはリーグの中で最も歴史のあるシミュレーションリーグである。

筆者は、所属研究室が以前より開発を進めてきた選手プログラム (Nopporo3) に遺伝的プログラミング[2]を適用し、更なる強化を試みた。結果として、ボール支配率を約 10%向上することができた。

2. RoboCup シミュレーションリーグとは

シミュレーションリーグでは、SoccerServer というコンピュータ上の仮想フィールドで試合が行なわれる。このサーバに各チームの選手プログラムを接続し、動作させるクライアント・サーバ方式で行なわれる。選手プログラムからサーバに送る事ができる情報は、蹴る方向や強さなど、ごく限られている。逆に送られてくる情報も、その選手の顔の向きから見えている物 (ボール、他選手等) の位置情報 (誤差も有) と限られており、その少ない情報から強い選手プログラムを作成することが要求される。このような点から、シミュレーションリーグは現実のサッカーに最も近いルールで行われている。

3. 遺伝的プログラミングによる開発

3.1 遺伝的プログラミングとは

教師なし学習[3]の手法は、いくつか知られている。遺伝的プログラミング (Genetic Programming : 以下 GP) は、その中でも進化論的手法の 1 つである。進化論的手法とは、遺伝や自然淘汰等の生物の進化の過程を真似て作られたアルゴリズムである。GP 以外の進化論的手法としては、遺伝的アルゴリズムや進化論的戦略、進化論的プログラミング等がある。

GP のアルゴリズム[4]は、以下のプロセスに分割することができる。

- ① 期集団生成 ……ランダムで初期世代の集合を作成する。
- ② 適応度の評価 ……現在の集合内の各個体に対して適応度を計算する。
- ③ 選択 ……適応度に応じて残す個体を選択する。
- ④ 交叉 ……選択した個体を交配させ新たな集団を生成する。
- ⑤ 突然変異 ……ある確率で個体の一部を変える。これは交叉だけでは生成できない個体を生成して多様性を持たせるためである。
- ⑥ 2 に戻る ……2 の条件が満たされるまでループする。

3.2 遺伝的プログラミングの適用

本研究で設定した評価基準は 2 つある。1 つは試合全体のうち、ボールがどのポジションに

あるかである。敵のゴールに近い位置にボールがある場合は、より長い時間攻めている判断して評価増とした。逆に、自陣ゴールに近い位置にボールがある場合は、攻められていると見て評価減にした。

2つ目はFWとMFがボールを蹴った回数である。FWとMFが蹴った回数が多いほどゴールチャンスが多いと判断し、評価を上げている。勝敗は、力が拮抗する対戦相手との間の評価基準として不適切と判断した。

この2つを評価基準としてプログラムに組み込んだ Nopporo3GP を、強化前の選手プログラム Nopporo3 を対戦させた。試合を5回行いその平均値を出し、Nopporo3GP のほうだけに選択・交叉・突然変異を施し、試合を5回行う。これを繰り返し、一番評価の高い値を見つけ出し最適値とする。

実際に試合が終わった後に表示される結果例を表1に示す。これらは、地域毎のボール支配率やボールタッチ回数を示したものである。

表1 平均適応度の変化

地域	ボール支配率	ボールタッチ回数
top	28.30%	1612
middle	45.37%	126
bottom	26.33%	-

4. 実験結果・検証

GPを10世代に渡り実験を行った(図1)。適応度は筆者が設定した基準に従って評価を行ったものを数値化したものである。大半の世代で、評価1, 2が共に増加しているのがわかる。評価2の増加が少なく見えるのは評価方法の違いで、間違いなく進化している。実際の試合で測定した結果では、Nopporo3よりも10%ほどボール支配率が高くなった。得点能力は、およそ5%の増加であった。得点能力については、今回の実験では評価値の計算式や代替ルーチンの設定などに、直接シュート技術に結

びつく対象をほとんど盛り込んでいないのでこの程度の進化にとどまったものといえる。

これら実験結果などから、十分にGPの適用効果が確認されたと考える。

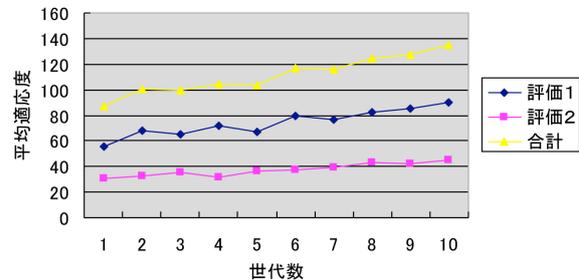


図1 平均適応度の変化

5. 今後の課題

選手プログラムの行動の最適化を行うためにGPを適用した。たしかにGPを行うことでゴールチャンスは増えたが、問題点もある。GPでは、ドリブルをシュートにしたり、パスをドリブルにしたりとゴールを得るための最適値を求めることができるが、そもそものシュート・パス・ドリブルの内容までは変えられない。これを解決するには、時間をかけるか、初期段階から各プレイを強いものにする必要があると考える。

参考文献

- [1] ロボカップ日本委員会, 日本委員会公式ホームページ, ロボカップ日本委員会, <http://www.robocup.or.jp>, 参照 Aug. 3, 2012.
- [2] 伊庭齊志, 遺伝的プログラミング入門, 東京大学出版会, 東京, 2001.
- [3] Sutton, R.S. and Barto, A.G.: Reinforcement Learning, MIT press, Cambridge, 1998. [邦訳] 三上貞芳, 皆川雅章 (訳), 強化学習, 森北出版, 東京, 2002.
- [4] 平野廣美, 遺伝的アルゴリズムと遺伝的プログラミング—オブジェクト指向フレームワークによる構成と応用—, パーソナルメディア株式会社, 東京, 2001.

8. 付録

8-1. 卒業研究スケジュール表

[【参考文献】へ進む](#)

[【目次】へ戻る](#)

参考文献

- [1] 北海道情報大学通信教育学部, 平成 24 年度卒業論文手引きとテーマ, 北海道情報大学, 江別, 2011
- [2] 木下是雄, 理科系の作文技術 (中公新書 624), 中央公論社, 東京, 1981
- [3] 河野哲也, レポート・論文の書き方入門(第 3 版), 慶応義塾大学出版会, 東京, 2002
- [4] 小笠原喜康, 新版 大学生のためのレポート・論文術 (講談社現代新書 2021), 講談社, 東京, 2009
- [5] トニー・ブザン, マインドマップ超入門 (トニー・ブザン天才養成講座 1), 近田 美季子 (監訳), ディスカヴァー・トゥエンティワン, 東京, 2008
- [6] 川喜田二郎, 発想法—創造性開発のために (中公新書 136), 中央公論社, 東京, 1967
- [7] 電子情報通信学会, "和文論文誌の「投稿のしおり」", "電子情報通信学会", http://www.ieice.org/jpn/shiori/iss_2.html, 参照 Mar.10.2012.
- [8] 北海道情報大学 学習ポータル POLITE, "コピーとプラジャリズムについて", 北海道情報大学, <http://polite.do-johodai.ac.jp/~hiulms/moodle/>, 参照 Mar.27.2012.
- [9] 北海道情報大学 学習ポータル POLITE, "そうだったのか!引用の仕方", 北海道情報大学, <http://polite.do-johodai.ac.jp/~hiulms/moodle/>, 参照 Mar.27.2012.

[【目次】へ戻る](#)