

# 論文の書き方について

## ～ひとつの参考として～

小嵐 淳

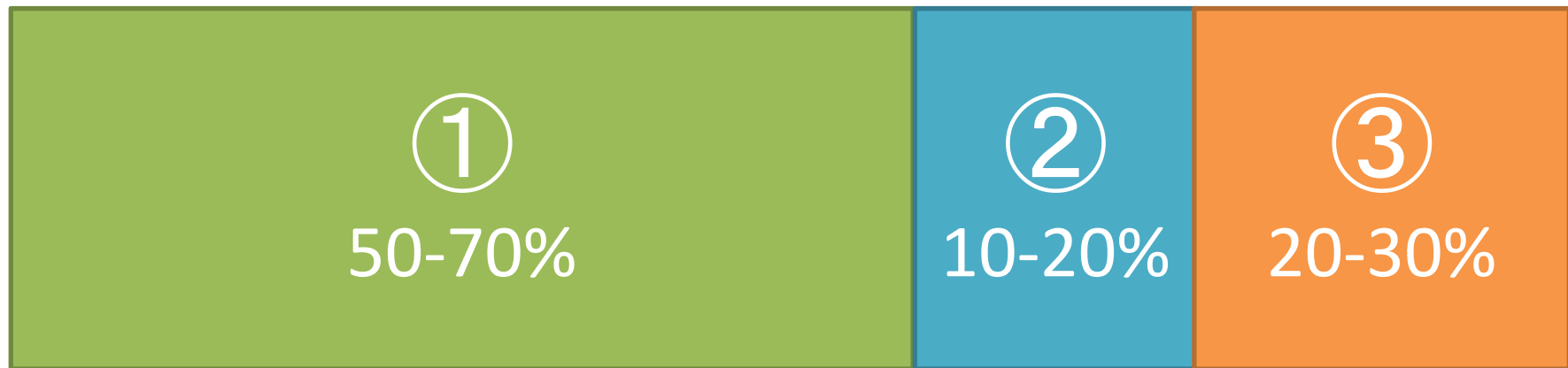
# 研究のプロセス

- ① 研究計画の立案
- ② 実験の準備、実施
- ③ 論文の執筆・発表

Q. どれが重要だと考えますか？  
100%を割り振ってください。

# 重要性の割り振り (研究の質を決定するという観点で)

※あくまでも私見です。



- ① 研究計画の立案
- ② 実験の準備、実施
- ③ 論文の執筆・発表

# では、なぜ、論文を書くのか？

- ①と②で終わってしまうと…

新しい知識を、皆が広く共有できず、  
科学や技術の進歩に貢献できない。

- 研究は、論文を発表することによって完結する。

Q. 「論文をなかなか書けない理由」  
は何ですか？

※書くのは簡単だよ、という方がおられましたら、  
次回、その方法をぜひ紹介してください！

# 論文をなかなか書けない理由

- 論文を書くことは重要ではないと思っている。  
→ 重要なので、書きましょう！（P4参照）
- 書く意思が弱い。意識が低い。  
→ おそらく**最大の理由**だと思います（次ページ）
- 成果の価値を判断できない。  
→ 指導者や先輩、同僚の意見を聞いてみましょう。
- 書き方が分からない。うまく書けない。  
→ **今日の本題（後ほど）**
- 指導者に恵まれていない。  
→ ……。今日の話が参考になれば幸いです。
- 研究をやっていない。  
→ ……………。

# 書く意思はあるけど・・・と主張する方

- まず言えることは、「論文を書くことは大変」だと思わない人はたぶんいません。みんな同じです。
- 大作を、とか、良いものを、と意気込まず、何でもよいのでまずは書いてみましょう！
- (対策例) 毎日、決まった時間帯を、論文を書く時間に充てるというのも良いかも。

# 書き方がわからない、うまく書けない方

大きく分けて3通りに分類:

- ① そもそも**研究デザイン**自体に問題がある(あった)。
- ② 書き方の基本的なことが分からない。
- ③ **論理力**や文章力に問題がある。



# ① 研究デザインに問題がある場合

- 得てして、実験や観測をやること自体（データをとること自体）が目的になってしまっていることが多い。
  - データをとる（つまり、研究の）「ねらい」は何か、をもう一度考えてみましょう。
- **研究計画立案の重要性**（P3参照）を認識して、次は、じっくり時間をかけて良い計画を練りましょう！ →【別の機会に議論を】

- ② 書き方の基本的なことが分からない、
- ③ 論理力や文章力に問題がある、場合

### このケースが今日の本題

- 最初からうまくできる人はいません、たぶん。
- 勉強や練習が必要。
- たくさん書くことで少しずつ上達する（+良い指導で上達速度アップ）。
- 「英語が苦手」というのは小さな問題。英語で書けない人は、日本語でも書けない。要は、**論理力の問題が大きい**。

Q. さて、まず何をやりますか？  
書きはじめる前に必要なことは？

# 論文を書くための出発点

書く段階になって、手元にあるものは・・・

## ① 取り組んだ課題

課題設定は研究の性質でかなり異なる。

(a) Objective-driven型（工学、技術開発など）

→ 事前に設定された目標を達成する。

(b) Question-driven型（自然科学・地球科学など）

→ 仮説を設定して、それを検証する。

## ② 取得した結果（データ等）

この2つを元に論文のストーリーを練ろう！

# ストーリーを練るための手順

【手順①】 結論を想定しながら、取得した結果を解析・解釈する。

結果を図や表にして、じっくり眺めてみる、など。

【手順②】 論文で主張する結論を確定する。

- (留意点) ・ 結果が結論を支持しているか？  
・ 課題と結論は対応しているか？

→ 課題を明確にできる(課題設定の変更も?)

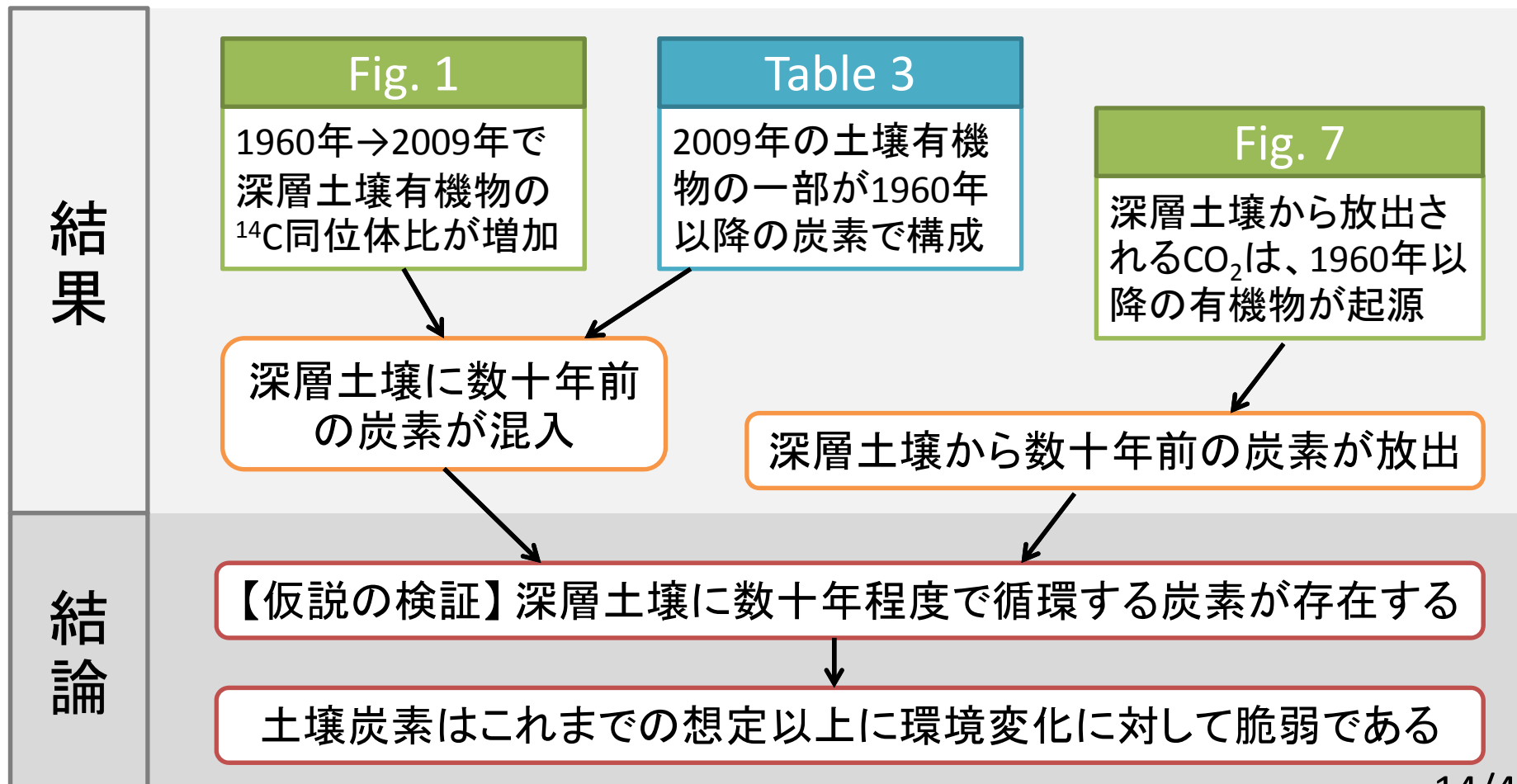
【手順③】 論理の流れを整理する。

→ うまくいかなければ手順①へ戻る。

# ストーリー構想の具体例

## 個々の結果(図表)から結論に至るまでの流れ

【 Koarashi et al., 2012, JGR論文を一例として 】



# 論文の書き方の基本的なこと

ストーリーができあがったら、いよいよ、書き始めます。

## ■ 科学論文の一般的な構成 (IMRAD)

- ① Introduction
- ② Methods (Materials and methods)
- ③ Results
- ④ Discussion

Q. どこから書き始めますか？

# 各セクションの特徴と書く順番

※書く順番に正解はありません。

## ① Introduction 【3 or 4番目】

論文の重要性をしっかりと認識し、論理的に書くことが必要。背景について豊富な知識(勉強)が必要(文献引用)。

## ② Materials and methods 【1番目】

実験方法をそのまま書ける。最も書きやすい。

## ③ Results 【2番目】

中心情報。書きやすいが、Discussionの論拠となる結果の分析と系統化が必要。(でも、ストーリー作りを経て明確になっているはず！)

## ④ Discussion 【3 or 4番目】

おそらく最も難しく、書く人の力量によって内容に最も差が出るセクション。Introductionで書いた課題設定に対してしっかりとした答えを導く必要がある(対応させる)。



Q. Methodsを書くときに、  
もっとも意識することは  
何ですか？

## ② Methodsの書き方のポイント

- 何のために行うのかがわかるように。
- **手法の適切性**が伝わるように。
  - 方法に疑問を持たれると、データを信用してもらえなくなる。
- **再現性**が確保できるように。
  - 読者が再現できるように、できるだけ具体的に書く。
- 不明瞭な点がないか、読者の立場で読み直す。
- 既に行われたことを書くので、基本は過去形で。

Q. Resultsを書くときに、  
もっとも意識することは  
何ですか？

### ③ Resultsの書き方のポイント

- ストーリー構想ができあがっているので、結果として示すべきことがすでに決まっているはず。
- 「結果だけ」を簡潔かつ明瞭にまとめて書く。
  - ・ わかりやすい形でデータを提示する。
  - ・ データが持つ情報(本質)を短くまとめる。
- データを取得した順番ではなく、Discussionを意識して論理的な順序に組みかえて書く。
  - 読者のスムーズな理解を促進。
- ResultsとDiscussionを一緒にしない(次ページ参照)。
  - R→D、R→D、・・・と繰り返し最後まで書き進める構成は、論理の流れが貧弱で結論が弱い。
- 得られた結果を書くので、過去形で。

# ResultsとDiscussionをまとめる場合は？

- ① RとDのどちらか、あるいは両方が、独立させるほど長くない場合(= 両方を区別しなくても、どれがRでどれがDかがすぐわかる場合)。
- ② Rと対応するDが複雑に関係しあっていて、両者を分けることができない場合。  
→ 実際にこの条件に該当する論文はそれほどない。  
**論理の流れに問題がある**とする見方が大半。
- ③ 投稿する雑誌が、「Results and discussion」というセクションを設けている(指定している)場合。

※実際に、地球科学分野の雑誌の多くは、RとDを分けることを推奨しています。これによって、論理性が向上するとともに、査読にかかる時間も短縮されるとのこと

Q. Introductionを書くときに、  
もっとも意識することは  
何ですか？

# ① Introductionの書き方のポイント

- 「どうしてやるのか」を説得できるように。
  - ・ どのような問題があるのか (Objective or Question)
  - ・ どうしてその問題に取り組むのか。その解決が何をもたらすのか。
  - ・ どのような着眼点で、何をやるのか。
- 「わかっていないからやる」、「だれもやっていないからやる」は説得力がない典型例
  - そもそも、研究とは、わかっていないことを調べる行為の一部。
  - それをやること(明らかにすること)の学術的意義をしっかりと説明しないといけない。

# Introductionの構成方法(1)

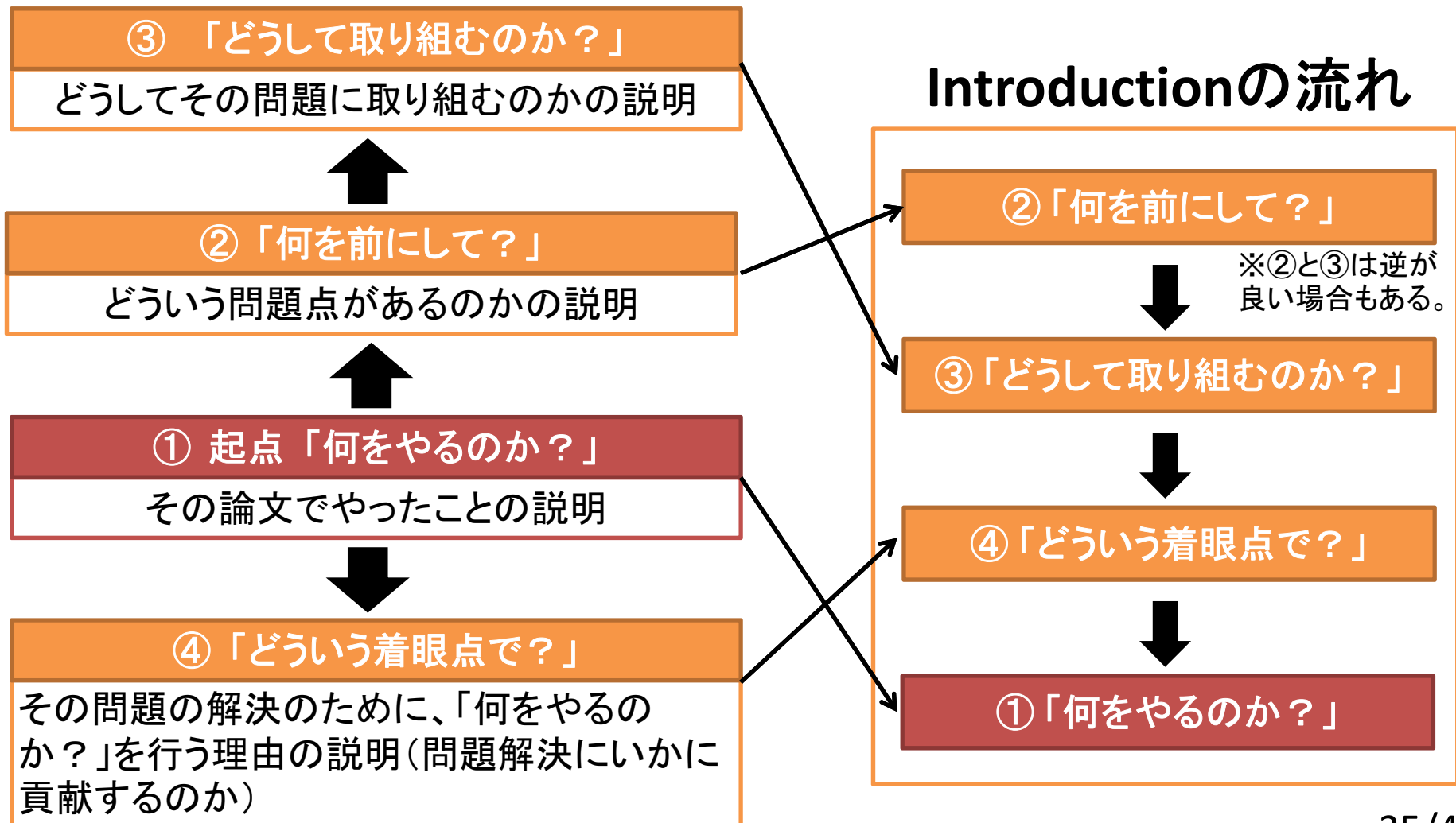
研究目的、背景、研究方法、結果、結論の5つを  
バランスよく書く。

【分量の目安】

1	研究目的(Objective)	20%	イントロの中心。目的を明確に！
2	研究の背景(Background)	50%	読者が目的とその重要性を理解するのを助ける。背景に関する適切な文献を引用しながら。 ※目的と背景は順番が逆の場合もある。
3	研究方法(Methodology)	10%	その目的のために、どんな方法で研究したのか。
4	主要な結果(Key result(s))	10%	
5	主要な発見、結論(Key conclusion(s))	10%	結論に結びつく主な結果は何かを示し、最後に結論



# Introductionの構成方法(2)



Q. Discussionを書くときに、  
もっとも意識することは  
何ですか？

## ④ Discussionの書き方のポイント

- Introductionで研究が必要だと紹介したことについて、自分の研究によって新たにどの程度まで進展したかを示す。
- 次の3点についての見通しを立ててから書く。
  - (1) **得られた結果から、研究目的についてどんな結論が引き出せるか。** (Introductionに呼応して)
  - (2) 文献等ですでに発表されている結果と照らし合わせると、研究目的についてどんな結論を引き出せるか。
  - (3) 確立されている理論や原理と照らし合わせると、...
- 上記で**(1)が最も重要**。(2)と(3)は二次的なもので、得られた結果の考察の理解の助けや、科学的裏付けを示すため。

## ④ Discussionの書き方のポイント(続き)

- 書くときに常に念頭に置くべき3点
  - (1) Organization (構成)
  - (2) Flow (流れ)
  - (3) Logic (論理)

→ 一つでも不備があると、理解が困難になり、**結論を**  
**読者と共有できなくなる。**
- 原則的には、著者が行った仕事は過去形。真実として認知されている事実を文献から引用する場合は現在形。ただし、著者が得た結果であっても、真実とみなされるものは現在形が自然(著者がその事実の确实性を判断する必要)。

# Discussionの構成例

- (1) こういうことを明らかにしたという主張を展開する。  
取得したデータを的確に解釈し、それらを統合して結論を導くための議論を論理的に展開する。
- (2) 問題解決に向けてどう貢献したのかを述べる。  
明らかにしたこと主張した上(上記)で、その明らかにしたことが、取り組んだ問題の解決にどう貢献するのかを述べる。
- (3) その問題を解決したことでもたらされる、より一般的な学術的意義を述べる。  
取り組んだ問題を(部分的にせよ)解決できたことで、どのような一般的な意義(その学術分野の一般体系を構築することへの貢献)がもたらされたのかを積極的に述べよう。
- (4) 今後の展開を述べる。  
その学術分野が進むべき道を指し示すために！

# Discussionの書き方のポイント(その他)

- Resultsセクションで提示したすべてのデータを使って議論する。使わないデータは不要なので、削除。
- データが持つ情報をまとめた「短い言葉」を使って議論
- 図表を引用しながら。
- データの不十分な点や主張を支える根拠として弱い点も指摘する。
  - 主張の正当性を総合的に検討して議論する必要がある。次の段階の研究にもつながる。
- 自由度が高いだけに、どこまで言えるか見極めが大事。
  - データを的確に解釈して、誰もが納得する論理を組み立てる(飛躍がないように)。論文を書くというのは、自分の主張を絞り込んでいく作業。

# Discussionを書くための心構え

- そもそも、「Discussionを書くのは楽しいこと」なのです！
  - ・ 書きたいことを思い切って書ける、最も自由度の高いセクション(ただし、論理的に)。
  - ・ 苦勞して取ったデータを元に、研究成果の学術的意義を宣伝できるセクション。Discussionを書くためにデータを取っているはず(P9, P13-14参照)。
- 同じデータ(材料)を元に書いても、人によって全く違う論文が出来上がる！！(※特に、Question-driven型研究の場合、P12参照)
  - 質の高い論文をたくさん読む、自分の書いた論文を良い指導者に書き直してもらうなどで、感動と驚きを経験することが大事。意識が変われば成長します

# 論理の流れを常に確認しよう

書いているうちに（または原稿を通して読み直して）、論理の流れがおかしいと気づくことが、しばしばあります。

批判的思考で読み直すこと、他者に読んでもらうことも、論理に不備がないかを確認する上で有効です。

論理の流れが**少しでも**おかしいと感じる場合は、**ストーリーを練る作業に戻って**考えてみましょう。

※読者は著者以上におかしいと感じるに違いありません。



# 論理が伝わる文章の書き方とは？

## ■ 明快な文章を書く。

次の3ステップで、下書き原稿から最終原稿へ。

- ① 無駄な言葉を除く、
- ② あいまいな言葉を置き換える、
- ③ 長くて複雑な文章を分ける。

## ■ 論文内で一貫性を持たせる。

用語の統一、結果の比較における文章構造の統一など。

## ■ パラグラフで書く。

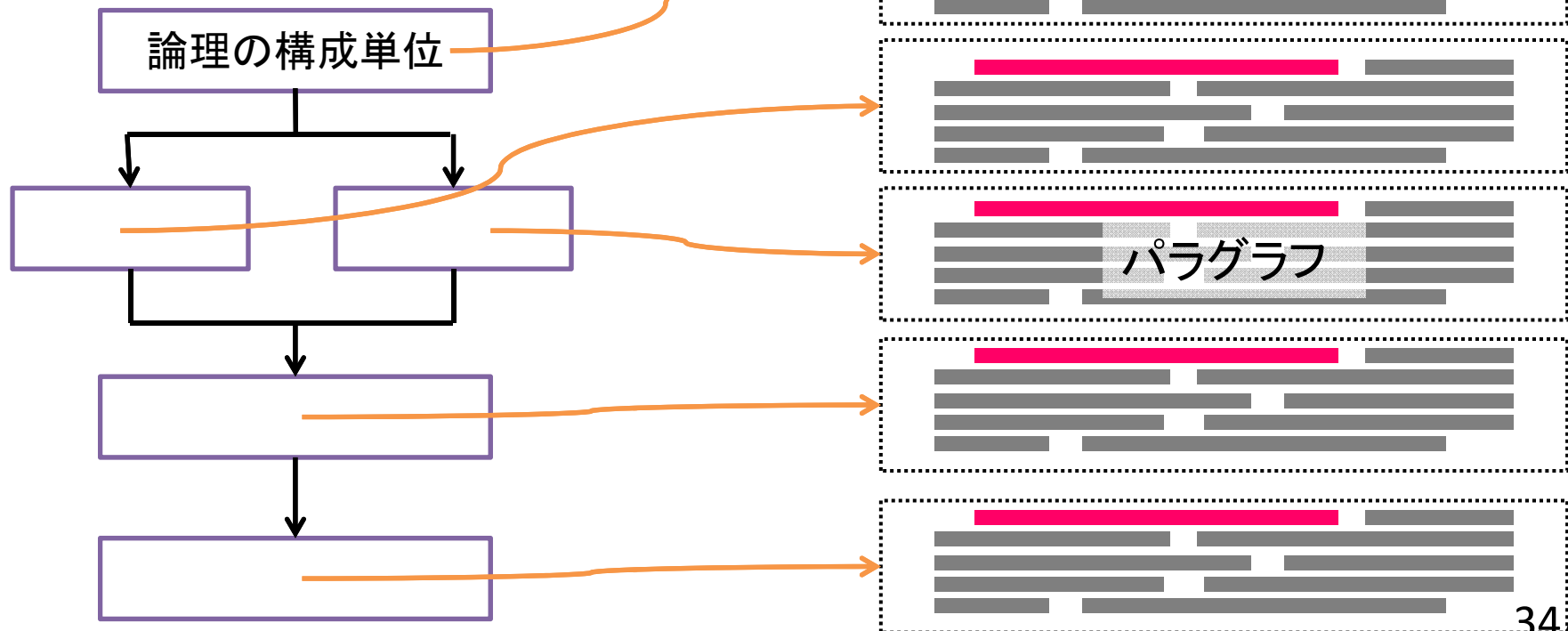
パラグラフ・ライティングの技術(次ページから)

# パラグラフで書く意味

- パラグラフは、1つのトピックを説明した文の集まり。
- 「パラグラフ」＝「論理の構成単位」。
- 論理の流れと文章のレイアウトが一致。

【文章】

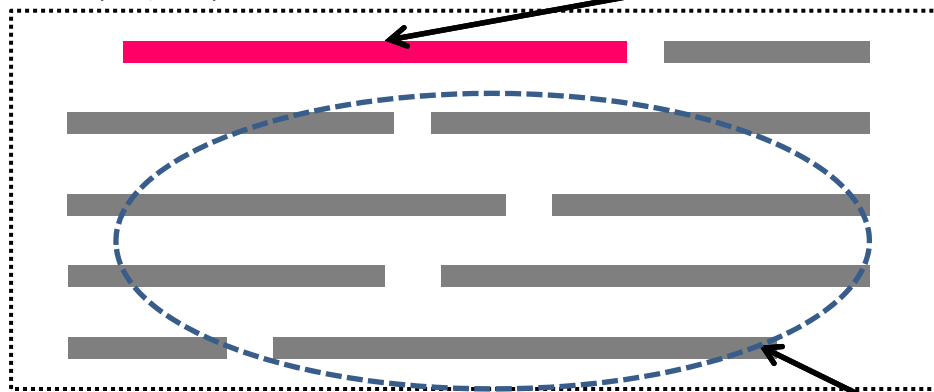
【論理の流れ】



# よいパラグラフの構成とは？

- 1つのパラグラフには、1つの話題。
- 原則として、1つのTopic sentence (要約文) と、複数のSupport sentences (補足情報の文) で構成する。

パラグラフ



## Topic sentence

パラグラフのトピックを表明した文。パラグラフの先頭に置く。

## Support sentences

そのトピックをより詳しく説明／補強する文。トピックに直接関連するものだけ。

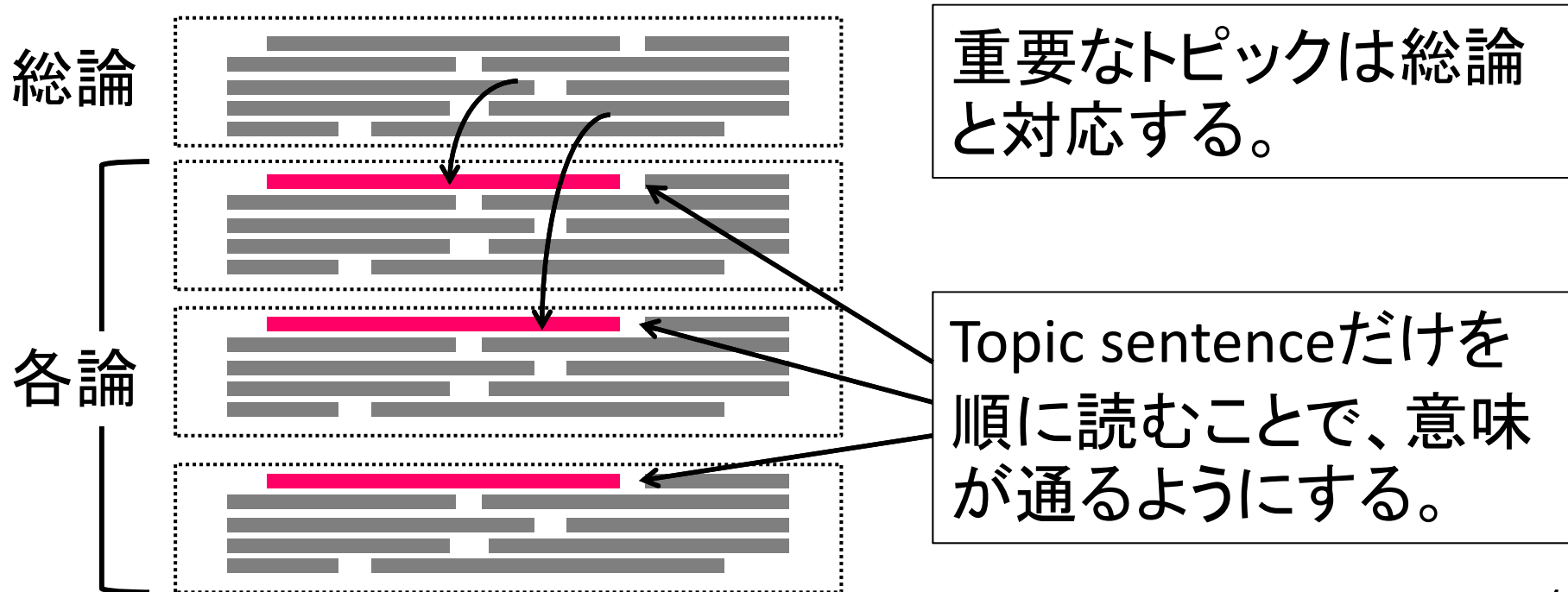
常に「そのパラグラフの話題は何か」を意識することが重要

# Topic sentenceで始める効果

- 大事な情報を強調できる。
- 読者は、内容を理解しやすく、根拠の正当性を確認しながら読める。
  - 説明、説明、・・・、主張(トピックの要点)だと、最後にたどり着くまで何を言おうとしているのかが分からないまま。読者に脳内辞書を早く選択させたい。
- Topic sentenceだけを追っていけば、論理の流れが伝わる(次ページ)
- 読んだ後に、知りたい情報を論文内から探しやすい。

# パラグラフで文章(階層)を構成する

- 論理(文章や階層)は、複数のパラグラフを縦や横につなげることで構成する。
- 総論パラではじめることで、以降のパラグラフの接続関係が明確に伝わり、論理もしっかり伝わる。



# パラグラフ接続の2つのパターン例

## ① 引継型(縦つながり)

総論のパラで、スタート(A)とゴール(D)というキーワードを結んだあと、各論のパラの要約文で、A→B→C→Dと引き継いでいく。

総論

\_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_

各論

A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_

B \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_

C \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_

## ② 展開型(横並び)

総論パラでA、B、Cというキーワードを羅列した後、各論のパラの要約文で、A、B、Cを説明する。

\_\_\_\_\_ A、B、C \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_

# まとめ

- **論理的に考え、論理が伝わる文章を書く技術は、論文執筆だけでなく、研究費の申請書の作成などにも役に立ちます。**
- 近年、論文の文字数制限が厳しくなり、**1文の重要性が増大**（著名な雑誌ほどその傾向が強い）。
  - ・ 地球科学分野では、Big dataはSupplementaryとして電子情報化。論文本体では、結果の本質をつかんで議論を展開することが主流。
  - ・ 1文1文（特に**Topic sentence**）に魂を込めて書く！
- たくさん読むことで、書くことで、感動することで、うまくなる（はず）。

Q. 今日の話は役に立ちましたか？  
論文を書けそうな気持ちに  
なりましたか？



1 もうバッチリ書けそう！

→ イヤイヤ、そんなに甘くはないですよ。でも、試行錯誤しながら何度も挑戦することで、きっとできるようになるはずです！

2 何となくコツがわかったので、論文を書く気力が湧いてきた。はやく居室に戻りたい！

→ 今日の話は成功です。ありがとうございました！

3 ぜんぜん役に立たなかった。

→ 論文を書くための貴重な時間を無駄にしてしまい、本当にすみませんでした。。。

# 最後に・・・

- 論文を「**書けない**」最大の理由は、研究デザインに問題があるから。デザインに問題があると、結果がいくつあっても、結論を論理的に導けない。
- 論文を「**書かない**」最大の理由は、意思が弱いから(甘えがあるから)。**強い意思**をもって、論文を書きあげて、研究を完結させましょう。
- 科学の世界で良く使われる言葉：  
“Publish or Perish”  
(訳：論文を公表せよ、さもなければ、消えよ)

とにかく、今日から書き始めましょう!

# 参考文献

- (1) 科学者・技術者のための英語論文の書き方－国際的に通用する論文を書く秘訣－、R. Lewis, N. Whitby, E. Whitby著、東京化学同人.
- (2) これから論文を書く若者のために、酒井聡樹著、共立出版.
- (3) はじめての科学英語論文、R. Day著、美宅成樹訳、丸善株式会社.
- (4) Publishing High Quality Papers, Brian D. Fath, Elsevier Author Workshop, August 2, 2010.
- (5) [雑報] 英語論文を読むことと書くこと、関根郁夫、千葉医学、90、251-258 (2014).
- (6) 「分かりやすい文章」の技術、藤沢晃治、講談社.
- (7) 論理が伝わる「書く技術」、倉島保美、講談社.