卒研配属学生向け

研究論文の読み方

理学部 物理学科
固体物理学講座
西沢 グループ

なぜ論文を読むのか

最新の研究を行うには、

- 何が求められているのか、何をしりたいのか
- どのようにすれば明らかになるか
- どのように考えればいいのか

が分かる必要がある

既存知識 ⇒ 理解 ⇒ 新たなアイデア（研究）

既存知識：

- これまでに何がわかっていて、何がわかっていないのか
- 先人はどのようにして明らかにしたか
- 先人はどのように考えたか

→ **論文に書いてある**

ゼロから新たなアイデアは生まれない。
なぜならアイデアとは既存知識の組み合わせであるから。

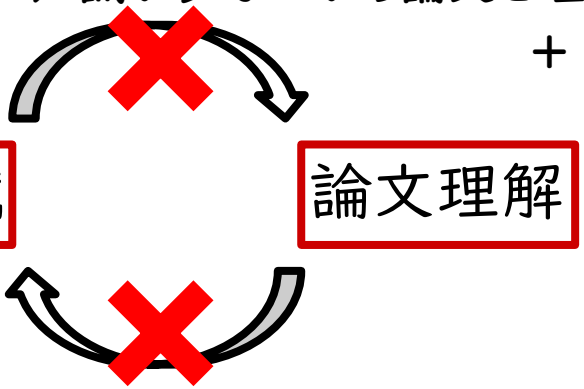
既存知識にとらわれない新たなアイデアというものは存在しない。
たとえあっても同じことを世界の誰かはすでに考え、試した上で失敗している。

アイザック・ニュートン
『私がかなたを見渡せたのだとしたら、それは巨人の肩の上に立っていたからです。』
If I have seen further it is by standing on the shoulders of Giants.

学部生が論文を読む上での注意

知識が少ないから論文を理解できない

＋ 英語が苦手で読むだけでも時間がかかる



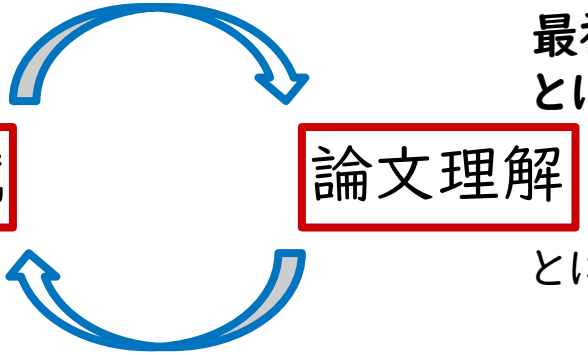
論文が理解できないから知識が増えない

最初から全て理解しようとしない
わからないところは放置か教員に聞く

少しでも知識があると理解できるところが増える

最初は日本語論文でもいいので、
とにかく理解のための前提知識を増やす

基礎物理
対象の性質
考え方
解析方法
得られた知見

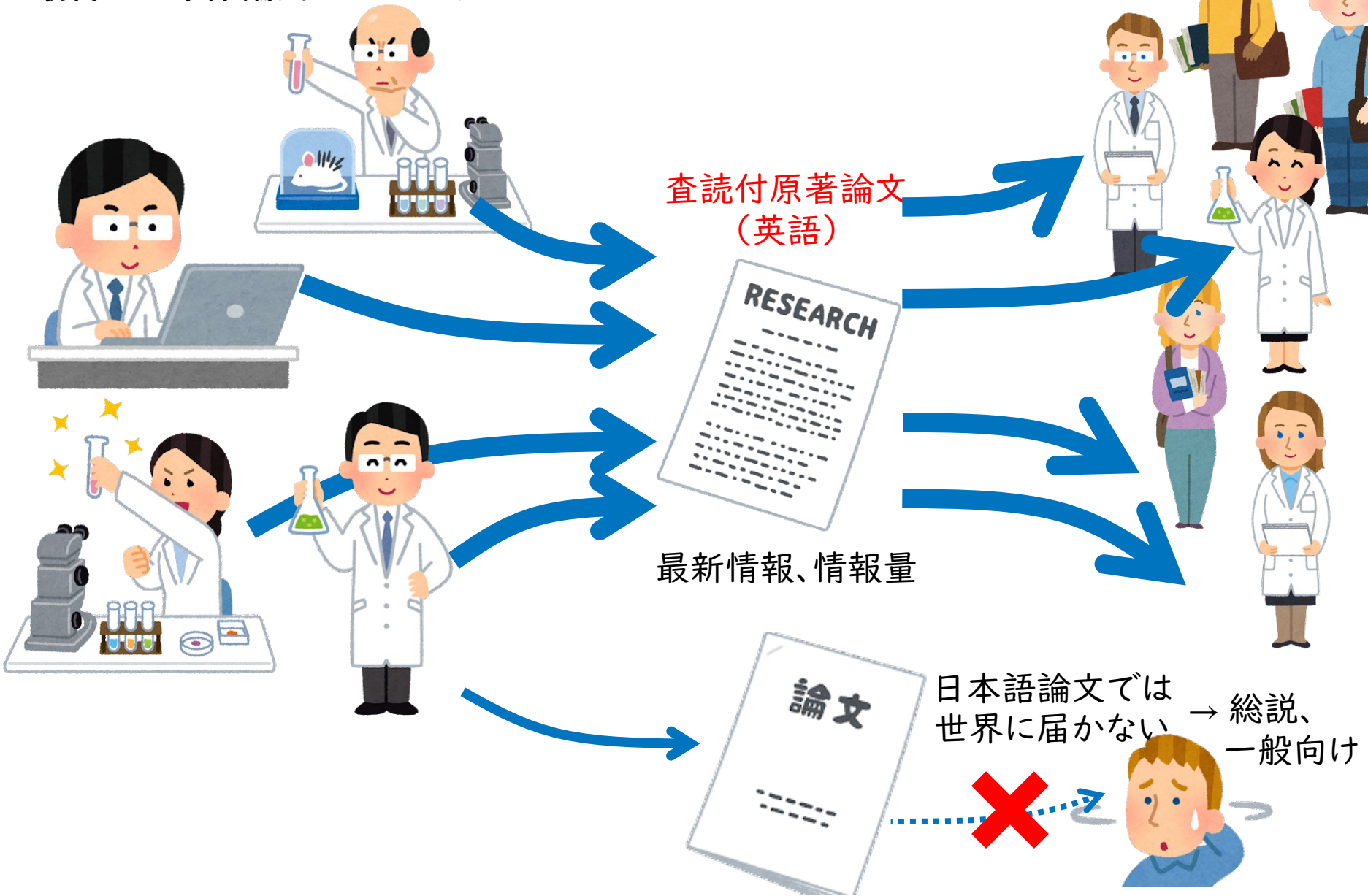


とにかくこのサイクルを回すことが大切

理解できる部分から分かる範囲のものを蓄積する

なぜ英語論文を読むべきなのか

最初は日本語論文でもいいけど・・・・



配属学生向けの論文読みの進め方

1. 研究テーマに沿った日本語の総説を読む

我々のグループの場合

- 日本レーザー医学会誌
  2024年45巻 2号
- 「光アライアンス」2022年8月号
- 「光学」2023年5月号
  （いずれも所属時に配布）

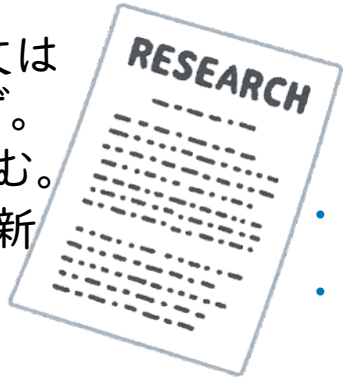
知らない専門用語などは調べて
研究の流れ、必要な情報をざっくりと理解する

専門用語をざっくり掴むためには学部1~3年の授業が重要だったりする

このときに、キーワードとなる単語は英訳しておくこと

2. 研究テーマのうちで指標となっている英語原著論文のうちできるだけ最新のものを読む

研究の流れのうちでマイルストーンとなる論文は
必ず1.の日本語論文でも参照されているはず。
その論文（複数ある場合は最新のもの）を読む。
または配属された研究室（教授）が出した最新
の論文のうち最新かつ高IFのもの



- Kunnen *et al.*,
  J. Biophotonics **8**, 317-323 (2015)
- N. Nishizawa *et al.*,
  J. Biophotonics **14**, 202000380 (2020)

3. 2.を読んで理解を深める上で重要と思われる論文を過去に遡って読む
もしくは、2.の論文を参照しているそれよりも新しい論文を読む

2.の論文を基点にして1つ**過去**のマイルストーン論文を読む
（1.の総説にも載っているはず）
同時に、2.の論文を基に研究された一つ**未来**の論文を読む

読む上でのポイント

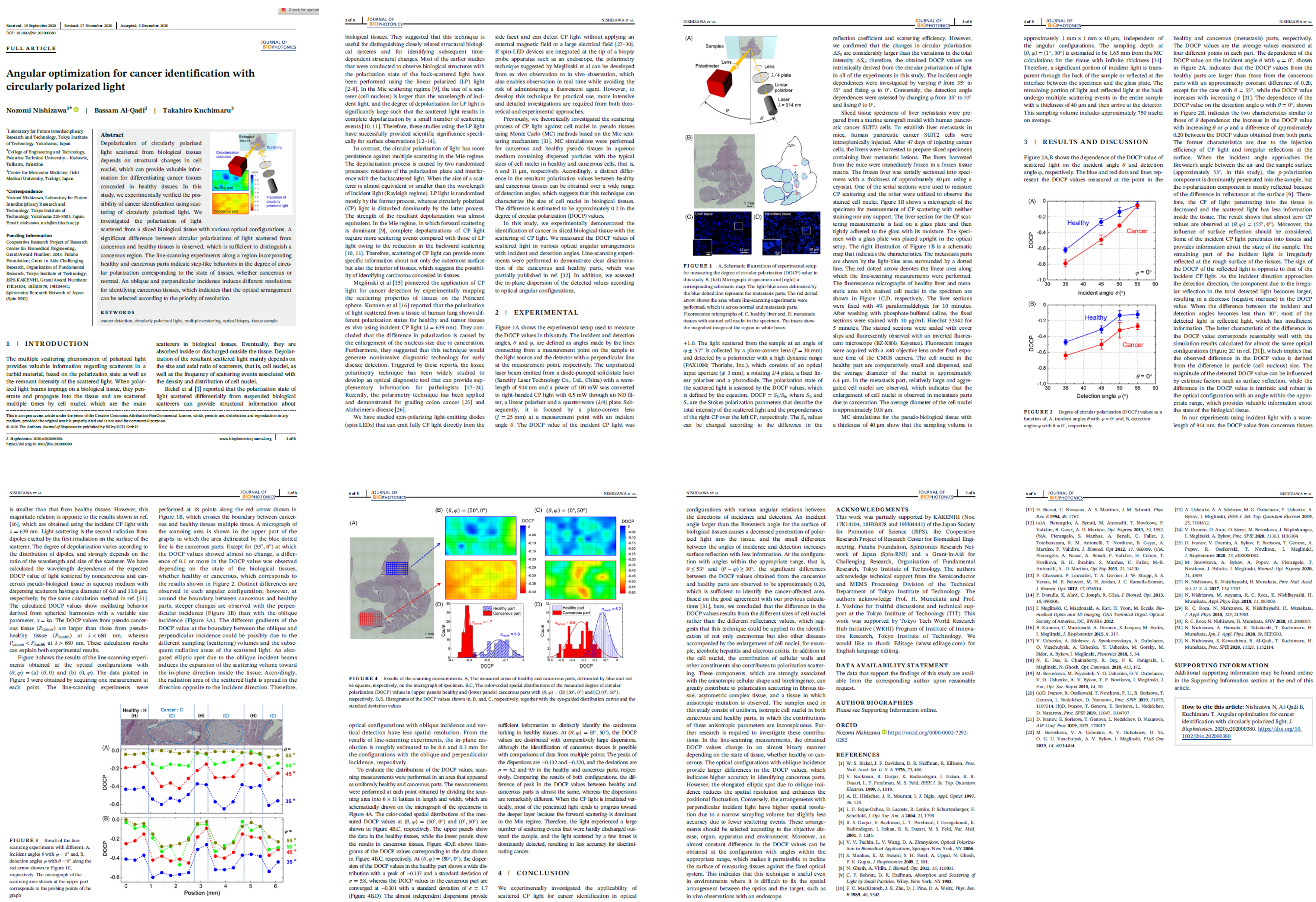
1. 完璧を求めない
   100%理解するなんて無理なので50%でOK、60%で上出来
2. 論文選びに迷ったら教員や先輩を頼る
   最初は先人に貰うのが手っ取り早い
   自分で選んでもこれでよさそうか聞こう
3. 最初から最後に向かってまっすぐ読まない
   論文は小説ではないので最初から最後に向かって読む必要はない。
   8ページ以降に示すような順序で読むと理解は早いと思われる
4. 論文の内容を鵜呑みしない
   教科書ではないので、必ずしも正しいとは限らない
   （そもそも大学以上では教科書も100%正しい訳では無いけど）
5. 論文の内容を自分の研究と結びつけておく
   自分の研究と直接結びつかないと思われる論文であっても、
   常に自分の研究との関連を意識しながら読む。
   新たなアイデア（研究）になる可能性や自分の研究で予想外の結果が出たときの助けになることもあるが、それ以上に理解したことを記憶に定着させるのに役に立つ。
6. 英語翻訳ツールは使ってもいいが頼りすぎないこと
   DeepLやGoogle翻訳などを使うことは悪いことではない。大枠を捉える、読むべきかどうかを判断するなどの場合は積極的に使う。ただし、本文を一度も読まずにコピペではいつまでたっても読めるようにはならない。辞書を使ってじっくり読む時間も作ること。

論文の読み方

1. 批判的に読む
   常に疑問の姿勢で読む。良い論文の著者はその疑問を解消させるように書いている。
   生じた疑問はメモをとっておき、それについて書いてあるかチェックする
2. 図（フローチャート）を書きながら読む
   論理展開を→で結びながらフローチャートを書く。
   論理の結びつき、対応、並列関係、因果関係を書く。
3. 紙に印刷し、色を付けながら読む
   （私の場合）4色ボールペンを使う
   Important sentence (重要な文章：赤だけ読んでも論文が一貫する文)
   Unknown word (専門用語のうち知らない単語 → 後で復習)
   Authors thoughts (著者の解釈、推測、結論)
   My thoughts (3.の疑問、著者の考えに対する自分の意見)
4. 記録をつける
   （私の場合）白紙の紙を用意して、そこに
   フローチャート（4.）とともにImportant sentence（3.の赤）、
   著者の意見（3.の青）、自分で生じた疑問や意見（5.の黒）
   をまとめて書く。
   それを論文の最後に入れてホッチキスでとめてファイリング

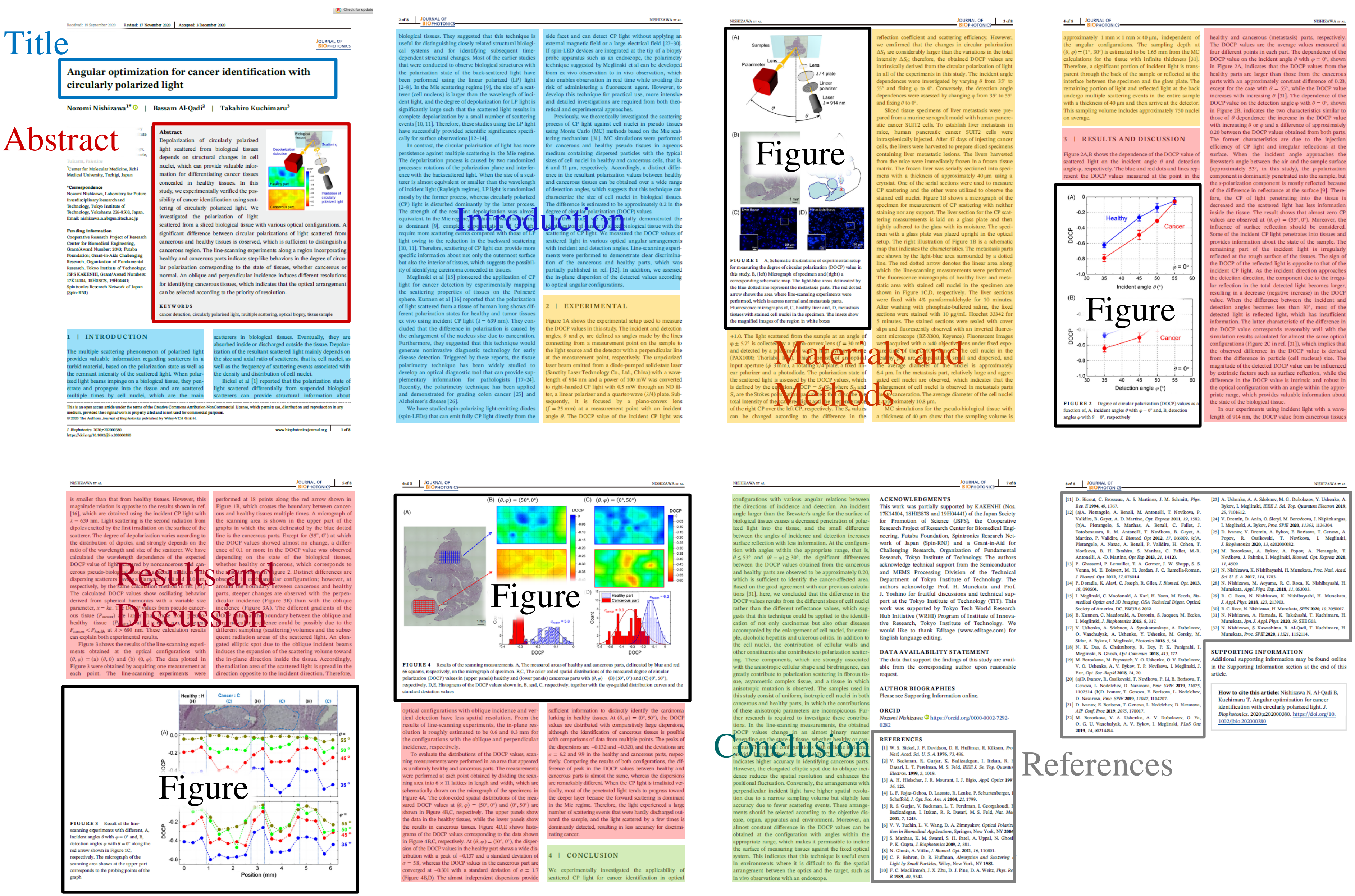
具体的な論文の読み方

N. Nishizawa *et al.*, J. Biophotonics **14**, 202000380 (2020) を手本に

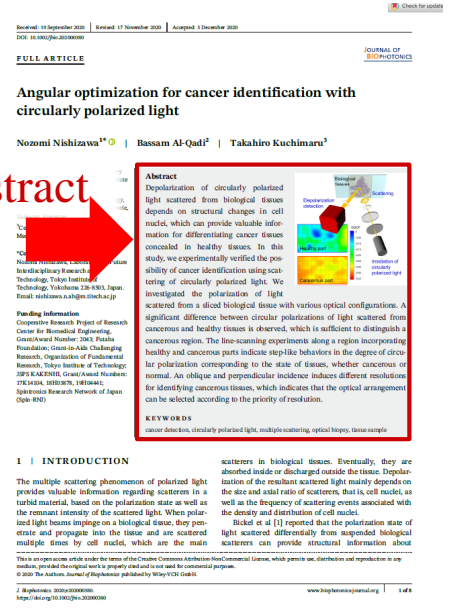


典型的な論文の構成

N. Nishizawa *et al.*, J. Biophotonics **14**, 202000380 (2020) を手本に

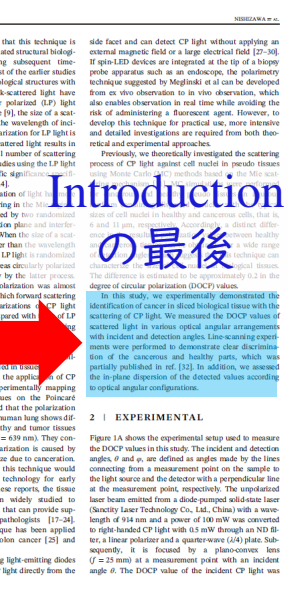


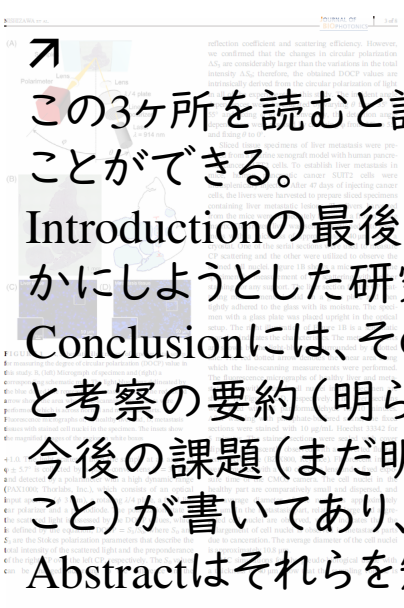
最初に読む場所（論文の概要を把握する）



Abstract

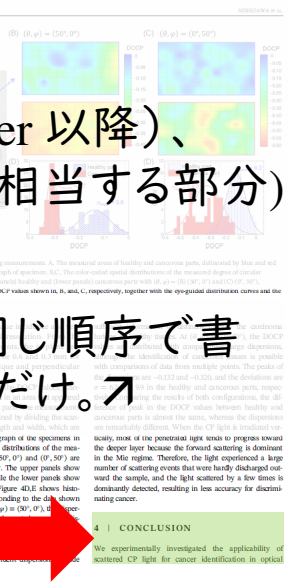
Introduction の最後





↗
この3ヶ所を読むと論文の大枠を捉えることができる。
Introductionの最後にはこの論文で明らかにしようとした研究目的。
Conclusionには、その目的に対して結果と考察の要約（明らかになったこと）から今後の課題（まだ明らかになっていないこと）が書いてあり、
Abstractはそれらを短くまとめている。

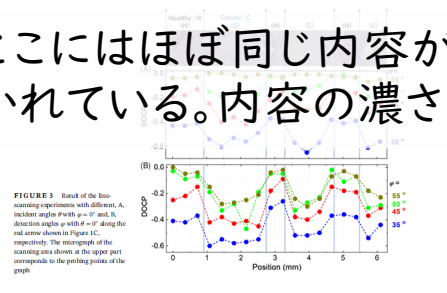
最初に読むのは、
Abstract（要約）、
Introductionの最後（in this paper 以降）、
Conclusionの前半(Summaryに相当する部分)
の3ヶ所



Conclusion

英語に不安があっても同じことを表現を変えて書いてあるのでどれかはしっかり読めるはず。
これらの部分だけはしっかり読もう。

ここにはほぼ同じ内容がほぼ同じ順序で書かれている。内容の濃さが違うだけ。↗



2番目に読む場所（図の位置づけを把握する）

次に読む（見る）のは、Figure
Figureだけを抜き出して見てみる。

まずはCaptionと図を見て読み取れるかを眺めてみる。
縦軸や横軸、パラメータは理解できるものか

次に図とConclusionsに短くまとめられていた結果と考察が結び付けられるかを見てみる

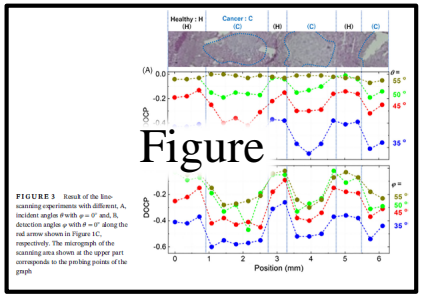


FIGURE 3 Result of the line-scanning experiments with different, A, incident angles θ with $\varphi = 0°$ and, B, detection angles φ with $\theta = 0°$ along the red arrow shown in Figure 1C, respectively. The micrograph of the scanning area shown at the upper part corresponds to the probing points of the graph

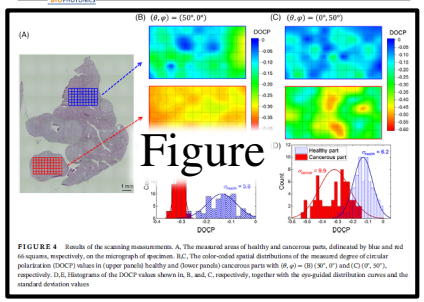


FIGURE 4 Results of the scanning measurements. A, The measured areas of healthy and cancerous parts, delineated by blue and red 66 squares, respectively, on the micrograph of specimen. B,C, The color-coded spatial distributions of the measured degree of circular polarization (DOCP) values in (upper panels) healthy and (lower panels) cancerous parts with $(\theta, \varphi) = (30°, 0°)$ and (C) $(\theta, 50°)$, respectively. D,E, Histograms of the DOCP values shown in, B, and, C, respectively, together with the eye-guided distribution curves and the standard deviation values

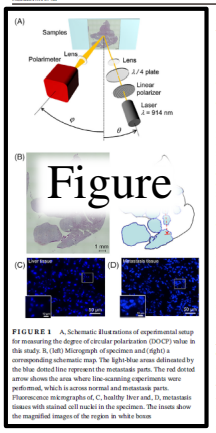


FIGURE 1 A, Schematic illustrations of experimental setup for measuring the degree of circular polarization (DOCP) value in the study. B, (left) Micrograph of specimen and (right) a corresponding schematic map. The light-blue areas delineated by the blue dotted line represent the metastasis parts. The red dotted arrow shows the area where line-scanning experiments were performed, which is across normal and metastasis parts. Fluorescence micrographs of, C, healthy liver and, D, metastasis tissues with stained cell nuclei in the specimen. The insets show the magnified images of the region in white boxes

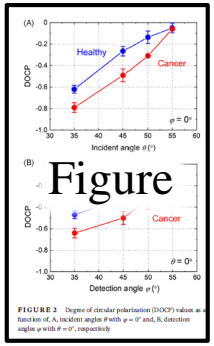


FIGURE 2 Degree of circular polarization (DOCP) values as a function of, A, incident angles θ with $\varphi = 0°$ and, B, detection angles φ with $\theta = 0°$, respectively

論理的にしっかりと結びつかなくてもいいので、それぞれの図の論文中での位置づけを把握しておく。

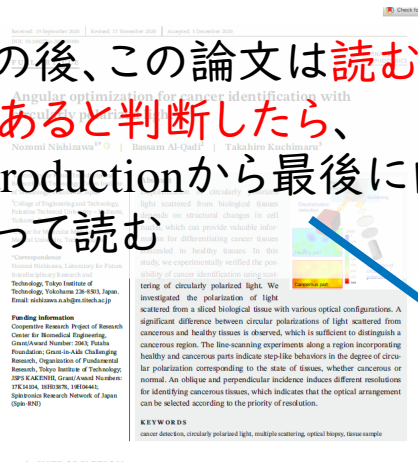
この論文では、Figure1は試料や実験方法について、Figure2～4が実験結果で、それぞれ一点測定したもの、線上に測定したもの、面内を測定したもの、ぐらいが分かればいい。

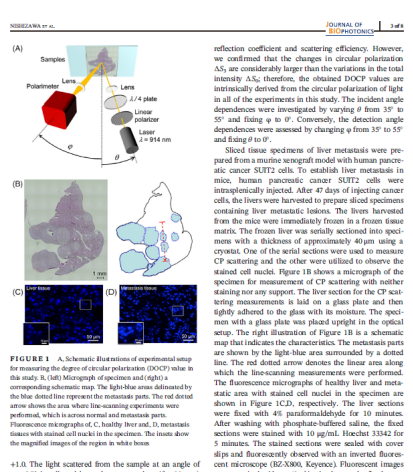
1回目

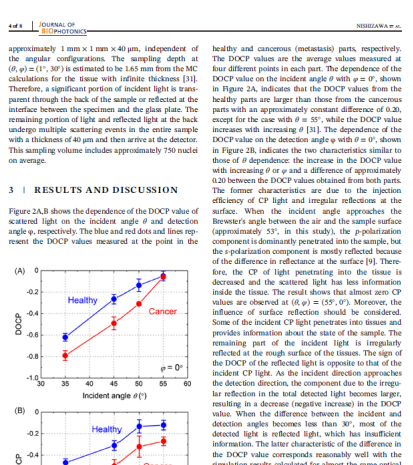
その後、この論文は読む価値があると判断したら、
Introductionから最後に向かって読む

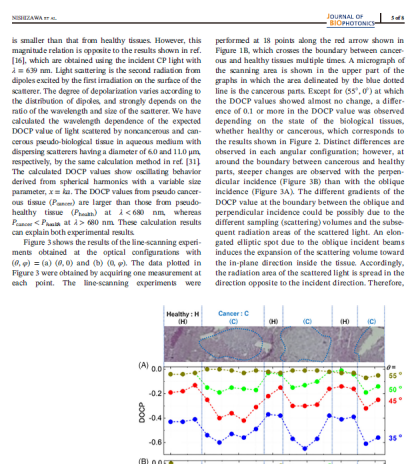
多少、分からない部分があっても読み飛ばす（ただし、メモしておく）

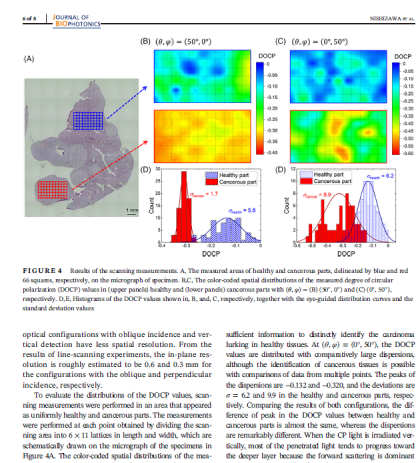
結論に対しての位置づけを意識しながら読もう





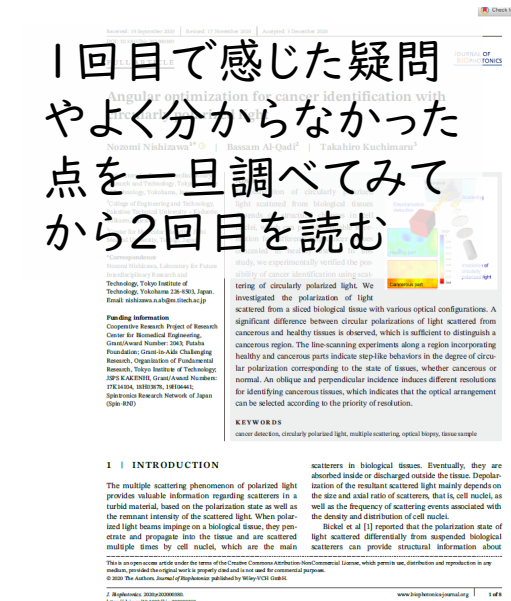


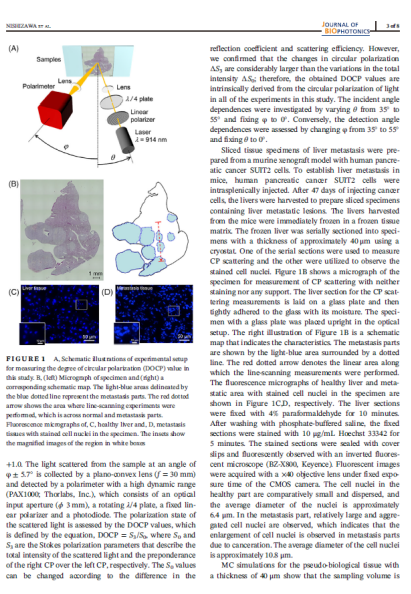


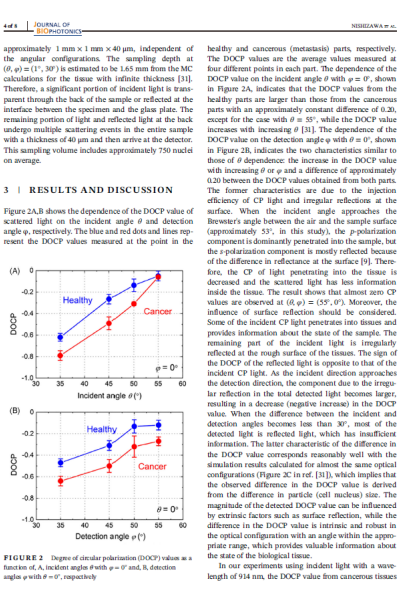


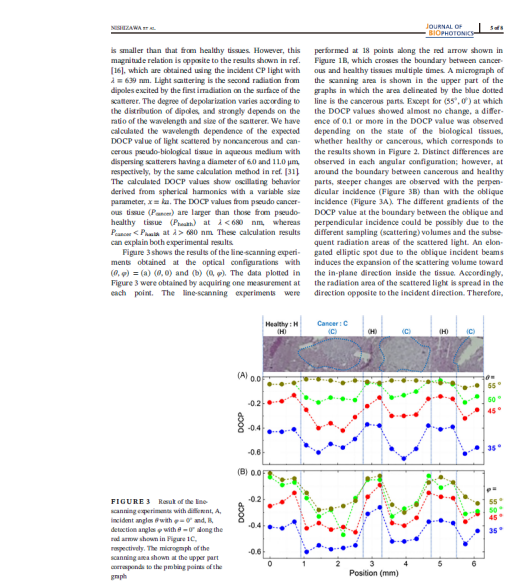
2回目以降

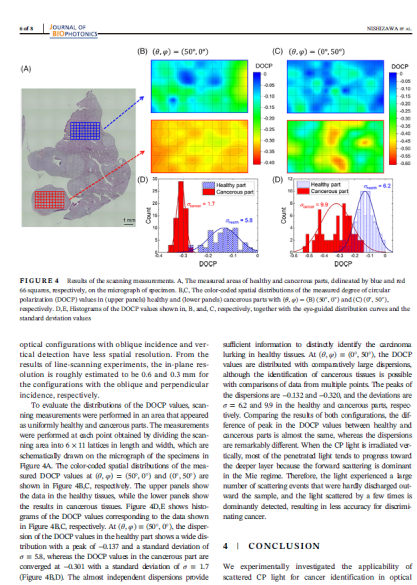
1回目で感じた疑問
やよく分からなかった
点を一旦調べてみて
から2回目を読む

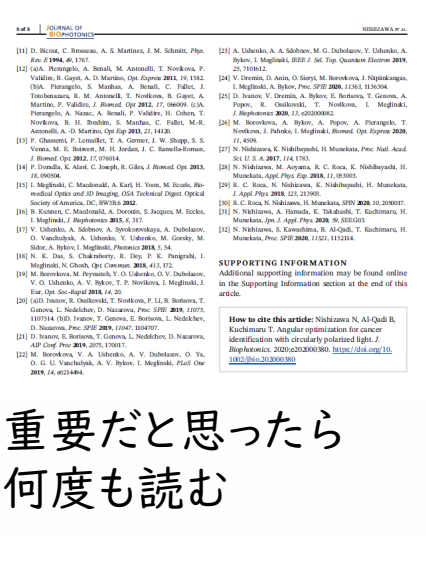










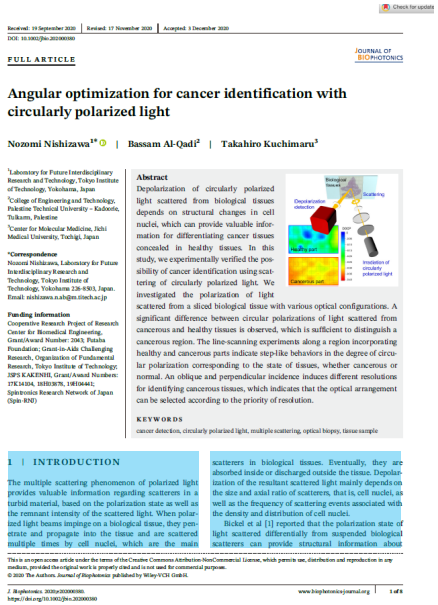


重要だと思ったら
何度も読む

各部の読み方　Introduction

Introductionは一般に広いところから狭いところへ、そしてこの論文の焦点のところまで話の焦点を絞っていくように書かれている

研究の歴史や既存技術や対抗技術・手法・材料の研究動向や利点・問題点などを整理してくれている場合もあるので研究全体の流れを捉えるのに便利。この部分の参考文献は把握しておくべき

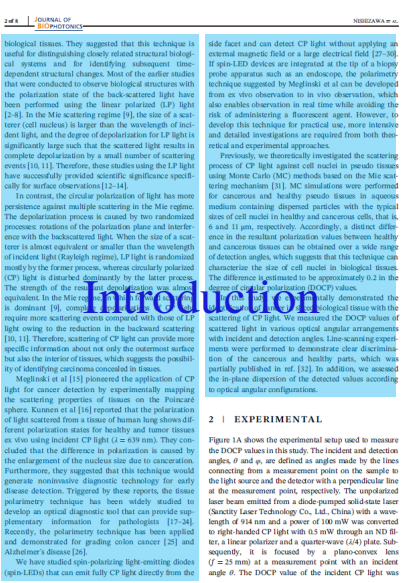


Angular optimization for cancer identification with circularly polarized light

Nozomi Nishizawa | Bassam Al-Qadi | Takahiro Kuchimaru

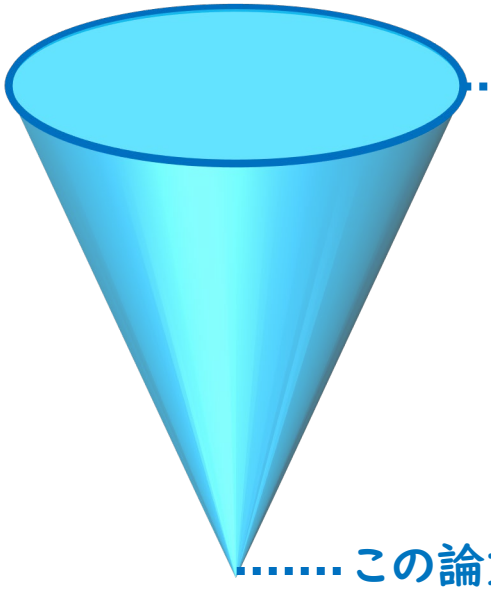
Abstract

1 | INTRODUCTION



2 | EXPERIMENTAL

Introduction



広め　狭め

……書き出し

光（偏光）とは

偏光の利用
（されてない）

偏光を使った
生体観察が報告

他の技術を凌ぐ
利点は？

……この論文の焦点

がん診断は大切

がん検出の
現状と課題

偏光を使うと
解決できるかも

偏光の多重散乱は有用

がんを観察できる可能性

他のがん観察技術

偏光が他技術を凌ぐ点

偏光の研究動向と課題

偏光を利用した生体評価

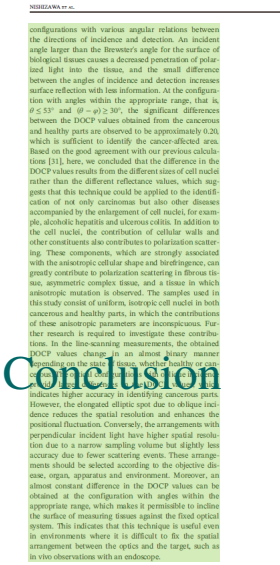
各部の読み方　Conclusion

Conclusion部は
SummaryとConclusion(Message)からなる

Summaryは これまでの内容のまとめ　（この部分に初見の内容は書かれない）

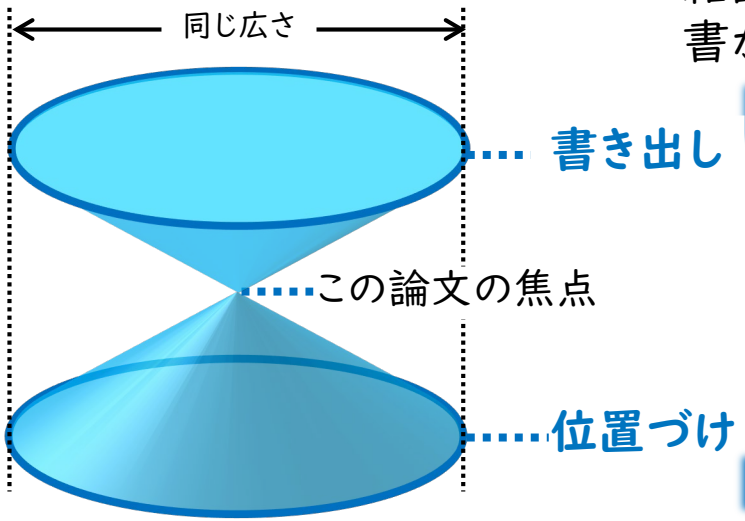
- 研究目的
- 研究手法と内容、結果
- それぞれの結果に対する考察

← discussionでは複雑・難解だが、ここでは簡素に書かれるので読みやすくなっている



Conclusionは著者が読者に向けたMessageに相当する

- 考察を集約して導き出された結論
- この結論の研究全体における位置づけ（結言）



結論の位置づけは、Introductionの書き出しに対応する形で書かれるときれいにまとまった良い論文と言える

広め　書き出し　狭め

光（偏光）とは	がんとは	偏光の多重散乱は有用
↓	↓	↓
この結論は光学分野全体において・・・。	この結論はがん検出において・・・	この結論は偏光の多重散乱の有用性を・・・。

広め　結言　狭め

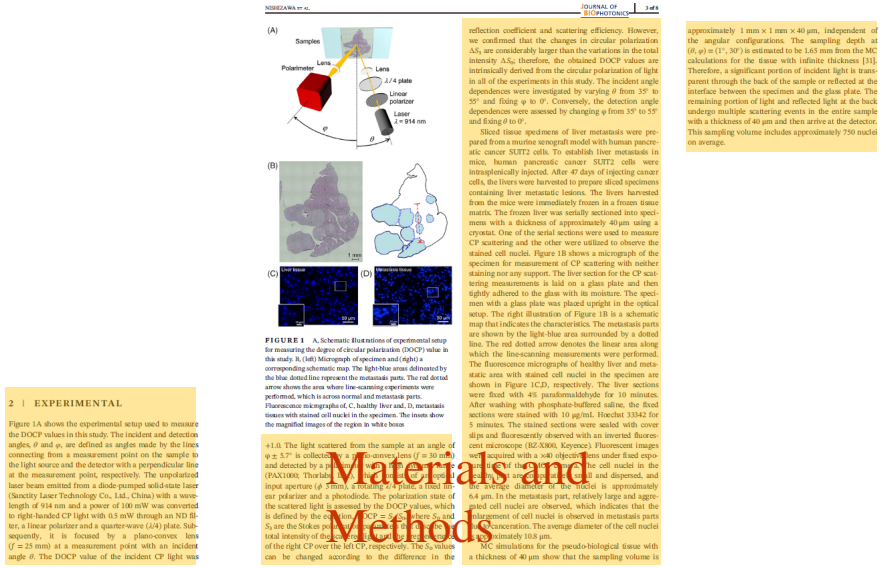
各部の読み方 Materials and methods

Materials and methods部は実際に行った実験や解析の手法が書かれている。

Materials部は
- 対象となる材料、検体、素子の特性
- 準備方法
- 加工方法等

Methods部は
［実験］
- 実験手法や条件、
- 使用した装置（市販品か自作か）
- 振ったパラメーターとその根拠
- データ解析の手法

［Simulationや計算］
- 計算手法、条件
- 振ったパラメーターとその根拠
- 得られたデータの正当性（予め示せる場合のみ）

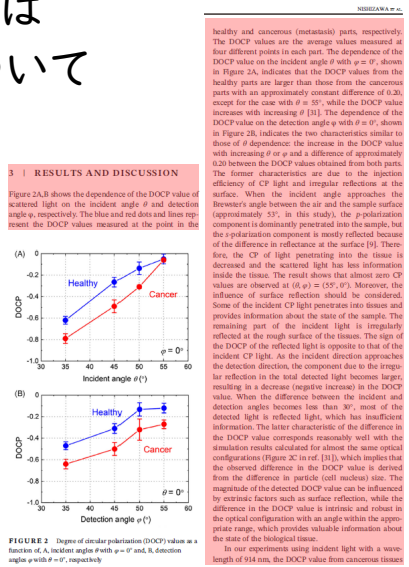


細かい記述で理解が大変ではあるが、次の結果を理解する上では重要な部分。
また、結論が正しいのかどうかを判定する、同じ（様な）実験をする等の場合には一字一句よく読み込む必要がある

Nature系などは論文の最後の方にまとめられていたり、補足資料（Supplementary materials）に入れられている論文誌もある

各部の読み方　Results and Discussion

Results and Discussion部は
文字通り結果と考察について
書かれている



（Result → Discussion）×n
または
Results → Discussion 見出しで分けられている
という構成のどちらかが多い

Results部は
得られた結果を示した図、グラフ、画像に
対しての説明を中心にかかれているため、
比較的理解しやすい

Discussion部は
得られた結果の解釈、著者の考察が書かれている論文でいちばん重要な部分

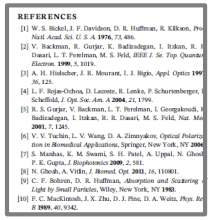
結果の位置づけや解釈の他、今後の展望や今回はできなかった部分なども書かれることがあるので、読者にとっては有益なこともある

根拠となる参考文献のうち重要と考えられるものをリスト化しておく

各部の読み方 References

References（引用文献）

本文中で引用、または参考にした論文の
リスト（すべてを読む必要はないが重要な
ものは目を通す必要がある）



References

Introductionに紐づけされた引用文献

その研究に至った歴史の部分においてはマイルストーンとなる論文を順に挙げている
ことが多いので、次に読む論文を探す場合などはここ
また、焦点の絞り具合によって、より広い領域の重要論文などが挙げられており、
必要とする段階に応じて目を通す必要がある

Materials and Methodsに紐づけされた引用文献

同様の試料や手法を使った実験、手法そのものについての論文などもある

Results and Discussionに紐づけされた引用文献

考察の根拠などに関しての引用の場合、詳細が書かれている場合もある

Conclusionsに紐づけされた引用文献

今後の展望の部分では次の研究の指標になる論文が挙げられている場合もある

※ 本論文と著者が同じなのか違うのかによって意味合いが変わることがあるので注意

論文の探し方

論文検索サイト

- Google Scholar ← 私のオススメ
- Web of Science
- PubMed

英語で検索すること
専門用語で検索すること
△ stomach cancer
○ gastric cancer

ある特定の情報が得たい場合、
自分の研究に用いるデータを探す場合、
自分の研究に似た研究を探す場合、

⇒ キーワードをできれば複数
動詞を入れる、出版年代を限定する
限定検索にするなどで絞れることがある
また、検索結果をサイト検索でスクリーニングするのも手である

ある論文を基にその論文の周辺論文を調べる場合、
特定の手法や現象の原理を知りたい場合、

⇒ その論文の引用文献から探る方が早い
引用文献は代表となる論文を挙げているので選択しなくても重要であることがわかる

ある論文のその後を発展やどう使われたかを知りたい場合

⇒ その論文のページにある“cited by”を調べる（その論文を引用した論文のリスト）

研究全体の流れや歴史を捉えたい

⇒ Review論文を探す“Reviewed paper”で検索（ただし長編であることが多い）

論文の探し方


Top 5 Free Tools for an Effective Literature Search
R DISCOVERY
250M+ Research Papers (incl. 40M+ OA articles)
Personalized Reading Feed with New Paper Alerts
Multilingual & Full-Text Audio
Integration with Zotero/Mendeley
Gen AI Search, Summarized Answers With References
GOOGLE SCHOLAR
Largest Repository with 350M+ Papers
Export Citations in Various Formats
Monitor Citations and Research Ranking
Create a Public Author Profile
Locate the Complete Document
PUBMED
37M+ Research Papers
Top Source for Biomedical and Life Sciences Literature
MeSH Terms Added for Better Search Results
Save, Email, or Export citations in Various Formats
SEMANTIC SCHOLAR
220M+ Academic Papers
Quick Paper Assessment
Save, Annotate, and Track Metrics (Citations, h-index)
Enhanced PDF Reader with Definitions, Citations, and More
LENS
200M+ Scholarly Records
Largest Public Patent Database
Create, Annotate, and Personalize Patents and Scholarly Works
Explore Scholarly Influence on Patents and Products