

卒論をどう書くか？

Guide for self-conducting in lab



中田 亨(産総研)

Toru Nakata (AIST)

Part 1: fear

卒論怖い？

- 実質、落第無しなのに？
- そもそも卒論を知らないから怖い？



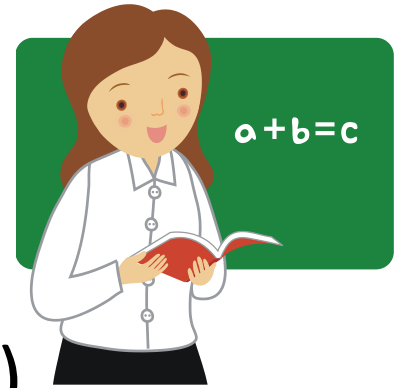
そもそも卒論とは？



- 第1目的:「知識の作り方を身につける」(Acquire skill)
- 第2目的:「知識を作る」
(Create new knowledges)
- 第3目的:「社会人として長期間の仕事をやり返げる」(Do long-term research in team-work)

卒論 is not ...

- 「知識を学ぶ」(Learning)
 - 誰も知らない知識を自分が作る
- 「研究テクニックを座学する」(Passive)
 - いいと思ったことは自発的に試す
- 「成果を出さねばならない」(Achievement)
 - But, you must work at your best effort and fair.



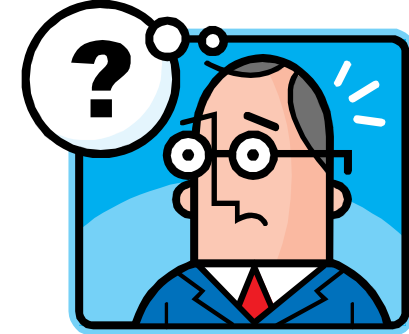
Big 4 paper must have

1. 何の問題を、なぜ解くか？
What and why
2. どのように解くのが一番良いか？
Reason for choosing Solution
3. その解き方が可能なのはなぜか？
Reason for feasibility of solution
4. 十分な証拠を示せるか？
Enough evidences



指導教官からの指定

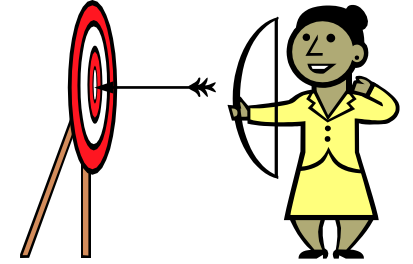
Prof assists you ...



	卒論	修論	博論	プロ
What & Why	指定	ほぼ指定	ゆるく指定	パトロンを説得
Choosing Solution	ほぼ指定	ほぼ自力	自力	自力
Feasibility & Detail Design	詳細部は自力	自力	自力	自力
Evidences	自力	自力	自力	自力

成果の品質

Make work consistent



		卒論	修論	博論	プロ
合理	考えを通して活動する	必要	必要	必要	必要
深さ	何かの問題を解決する		必要	必要	必要
広さ	体系的に持論を作る			必要	必要
持続・表現	長い年月引用される				必要

Part 2



Technical writing

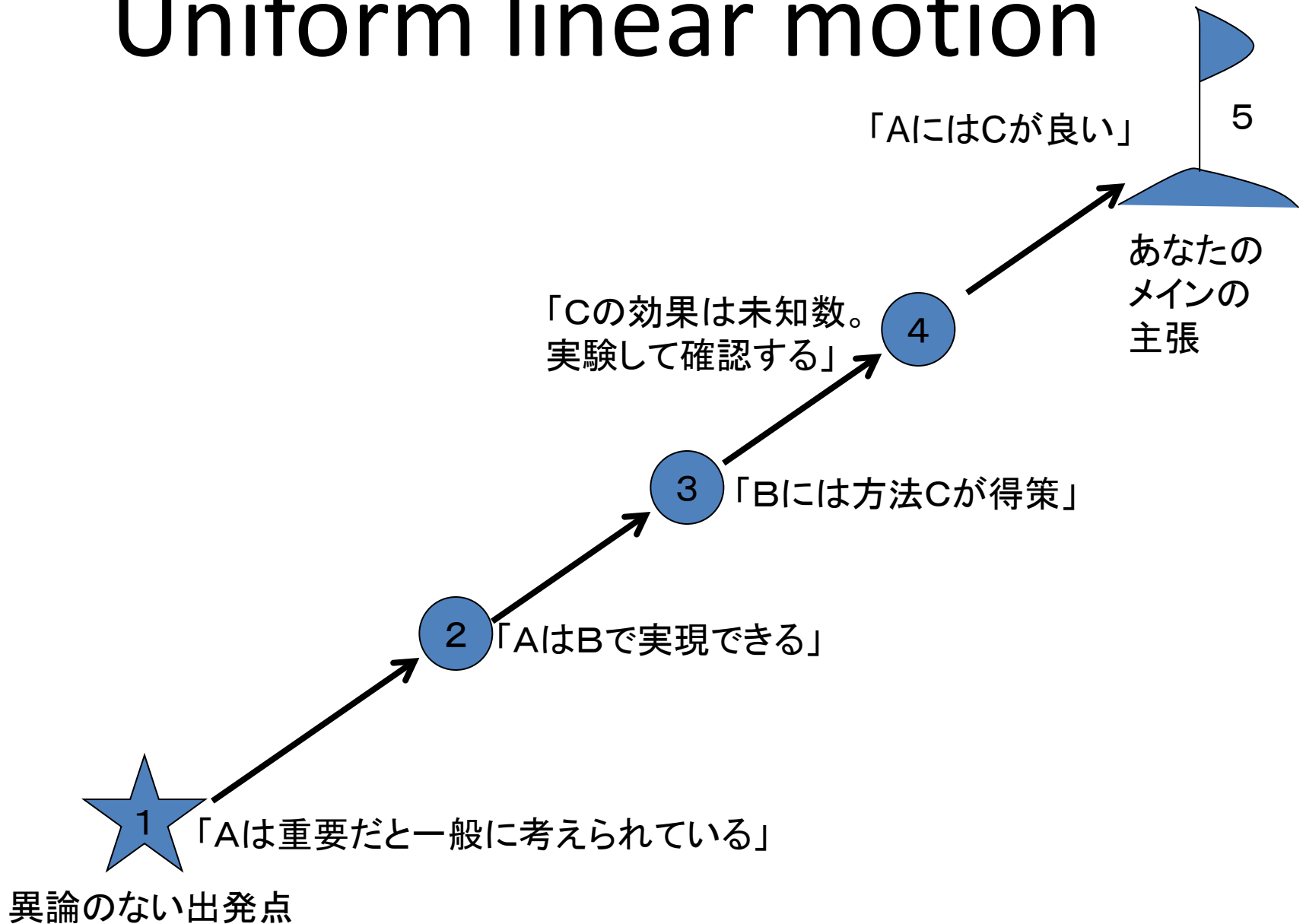
仕事の文章とは
どう書くものか？

“In my opinion, anyone beginning a logos ought to present a starting principle that is indisputable and a style that is simple and stately.”

— Diogenes of Apollonia



Uniform linear motion



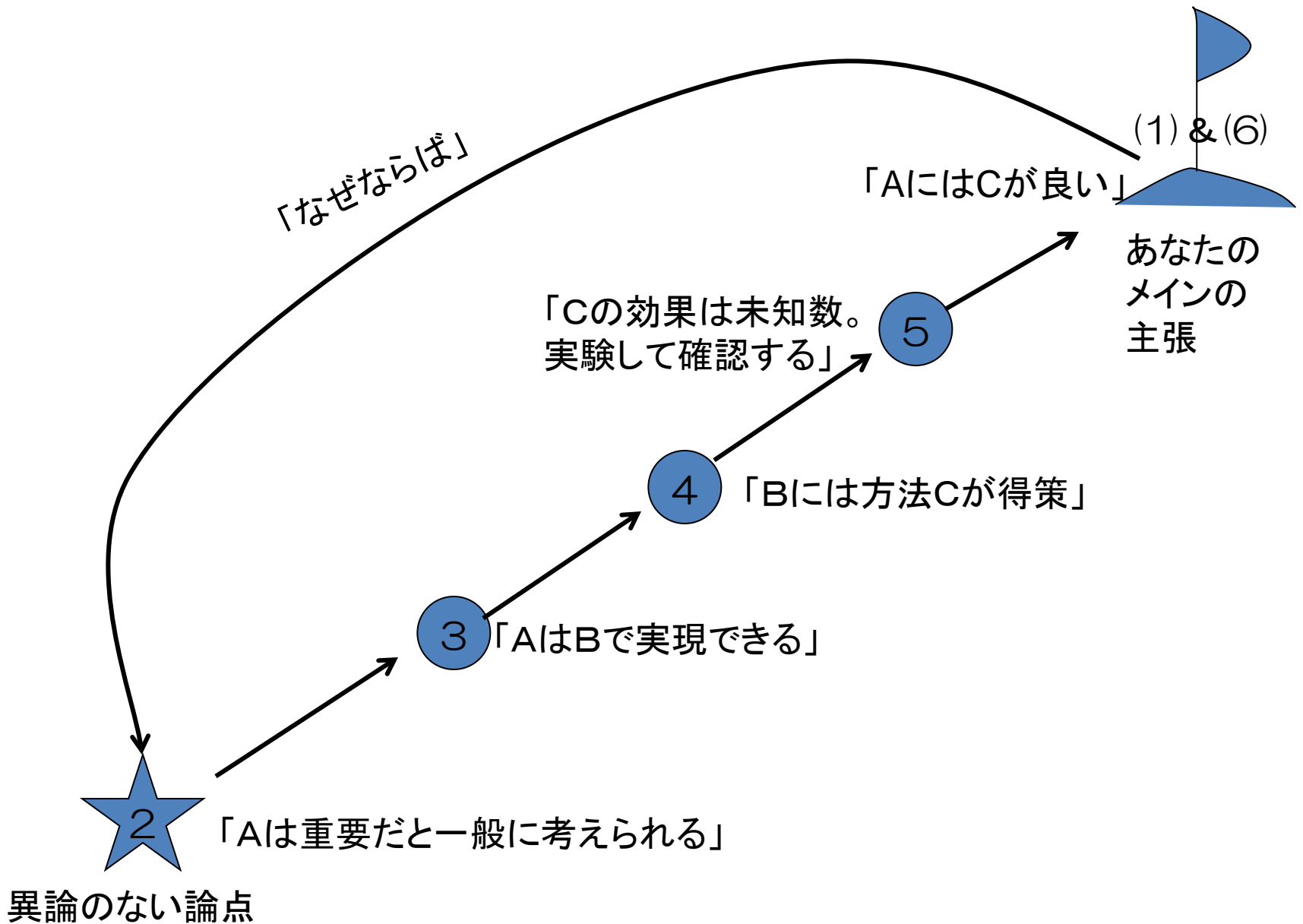
読者は忙しいから

結論を

先に書く

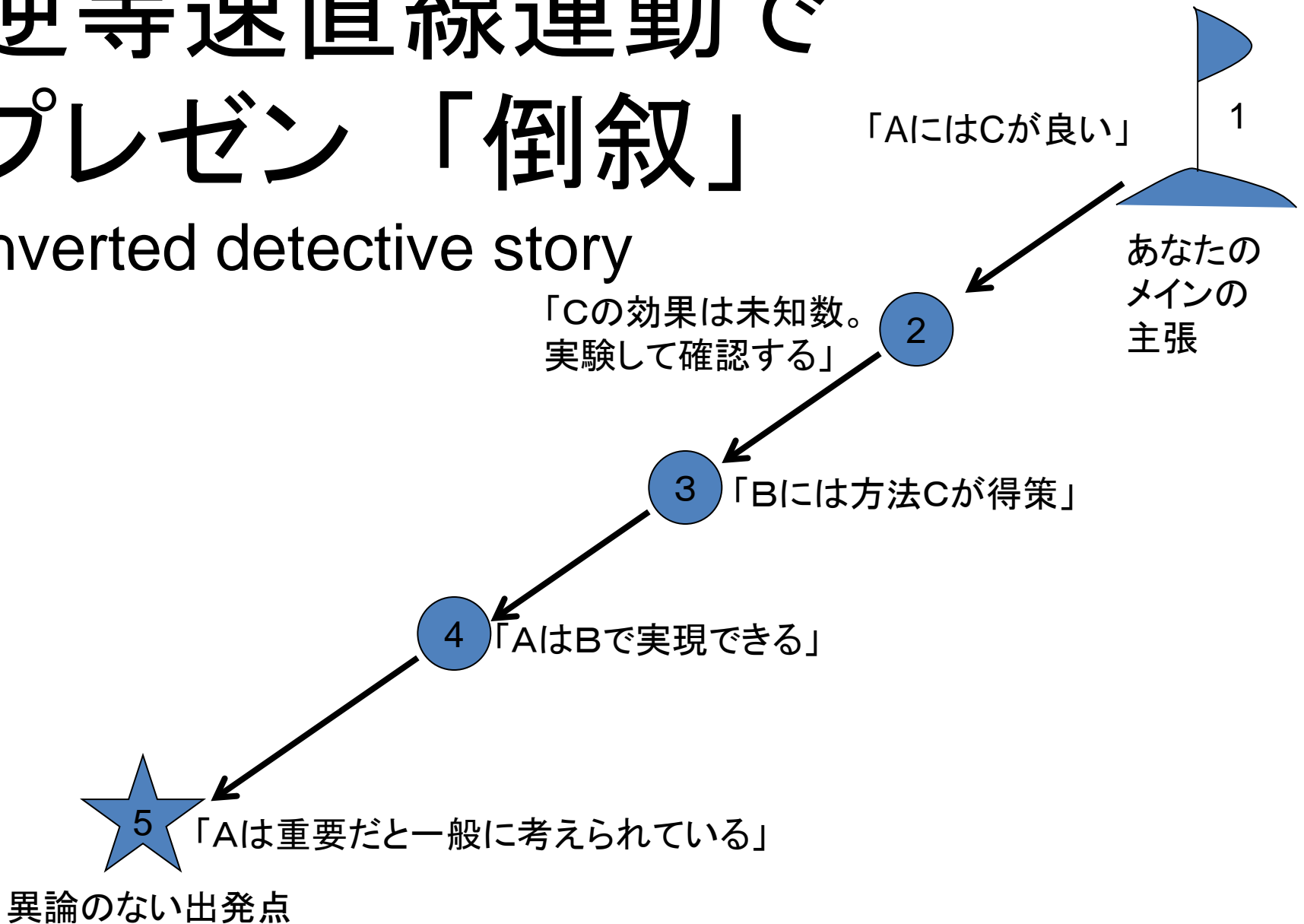
目立つ所に書く

State most important point first



逆等速直線運動で プレゼン「倒叙」

Inverted detective story



Newspapers are multi-resolution

- 「桃太郎だ」
- 「桃太郎は鬼退治した」
- 「桃太郎は子分を率いて鬼ヶ島の鬼を退治した」
- 「桃太郎は、桃から生まれて、犬・猿・キジの子分を率いて鬼ヶ島の鬼を退治した」
- 「桃太郎は、〇月×日に桃から生まれ、紀州犬・日本猿・キジの子分を率いて、〇月×日に鬼ヶ島の鬼10匹を50分で退治し、1億円の財宝を得た」

Readers read shallow, not linear

題「桃太郎のリーダーシップ」

第1章 桃太郎の業績

1-1節 鬼退治の成功

1-1-1 企画の動機

A村は鬼の略奪に苦しめられていた。

1-1-2 チームへの勧誘と編成

1-1-3 個性を活かした戦法

第2章 桃太郎の出自



忙しい読者は
題・章の見出し
しか見ない。
結論を上位レ
ベルに書く。

段落は1命題だけ

One paragraph, one message.

- 1段落1命題
- 第1文にずばり結論
- 以降の文は補足情報

Part 3



論文の構造

What to be written

卒論のOutline

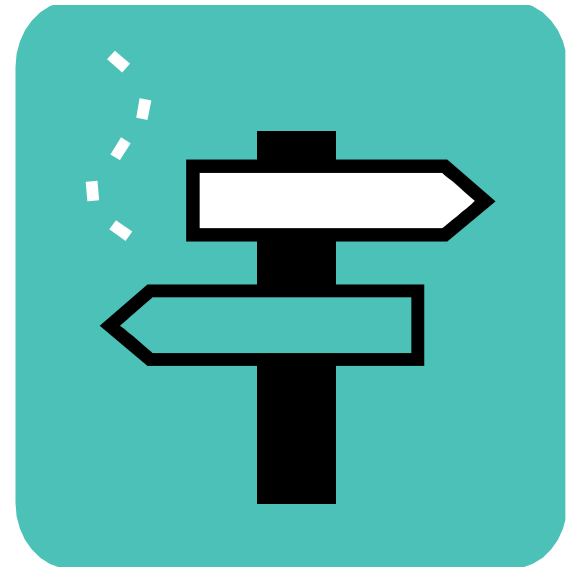
- 表紙
- 要約文
- 第1章:序論
- 第2章:解法の選択
- 第3章:解法の理論的根拠
- 第4章:検証実験
- 第5章:まとめ
- 謝辞
- 参考文献



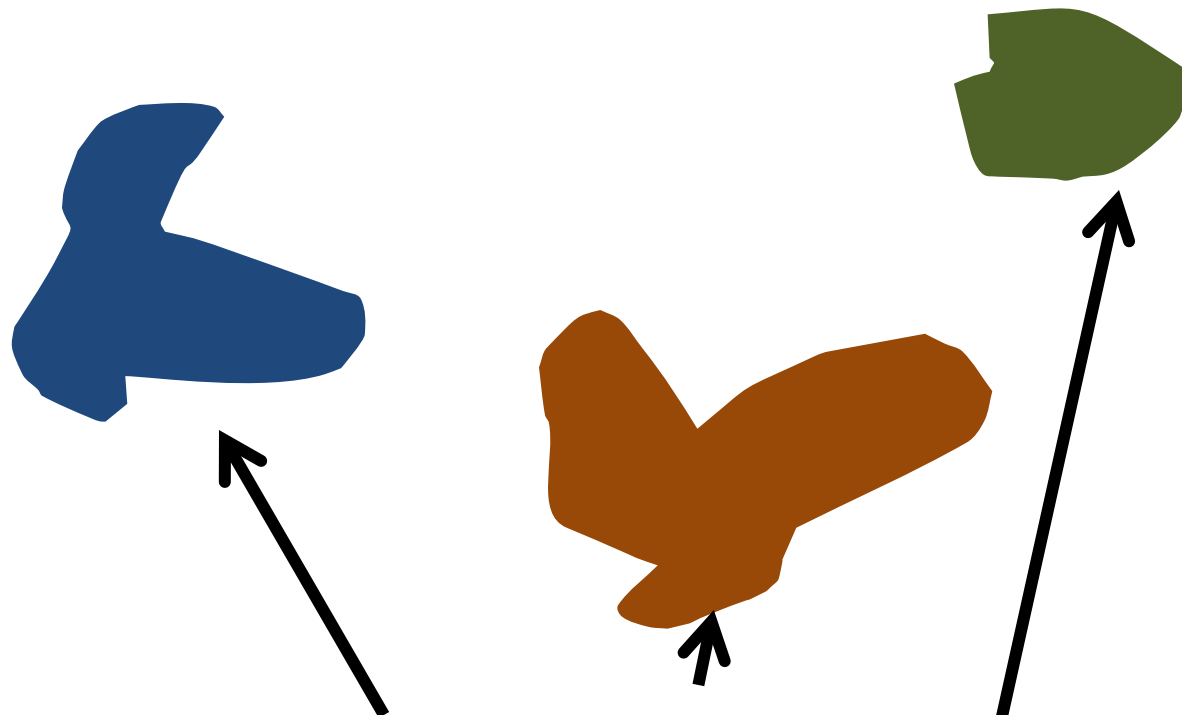
4本柱

序論とは

- 何の問題を解くか？
- なぜ解くか？

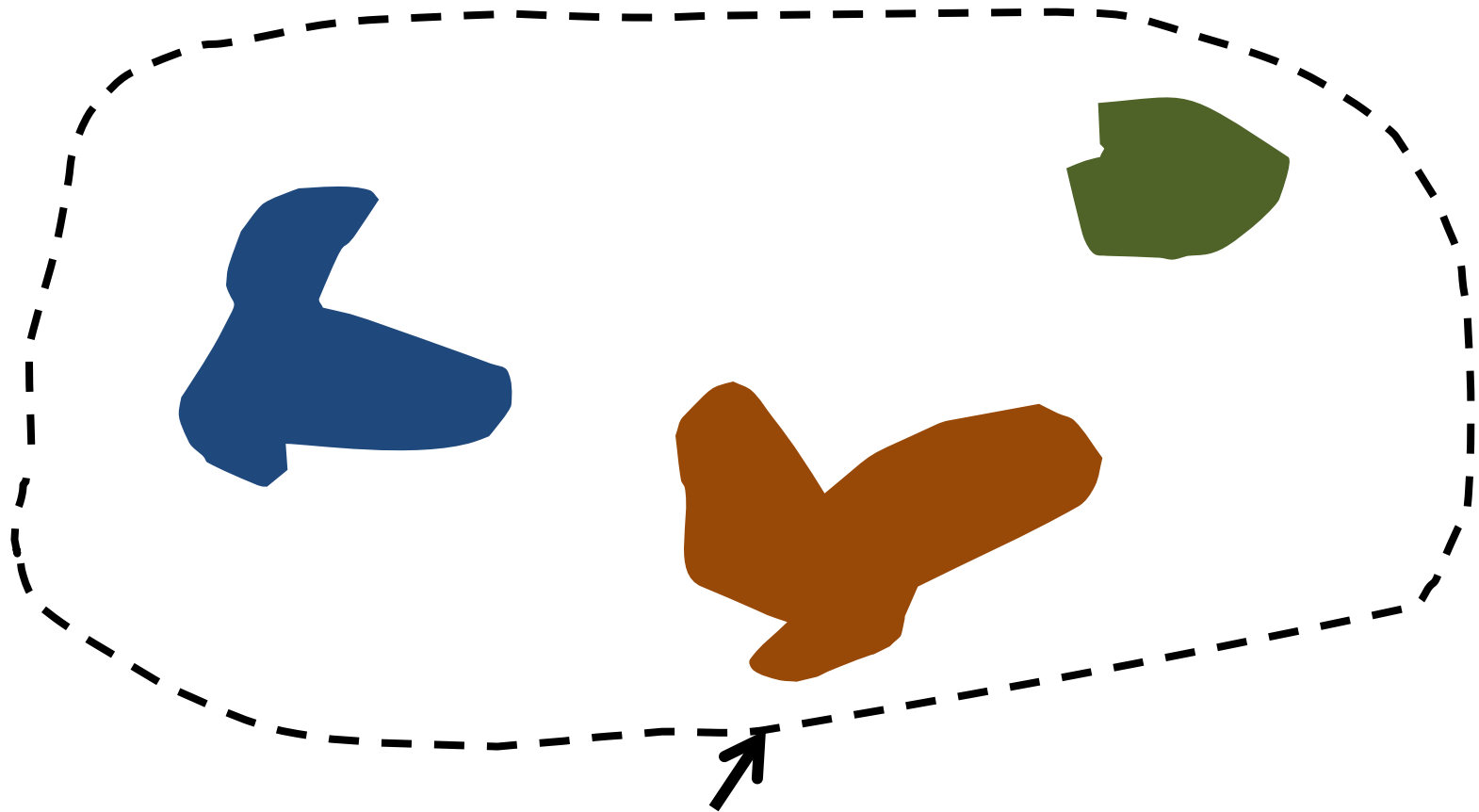


金出先生の理論



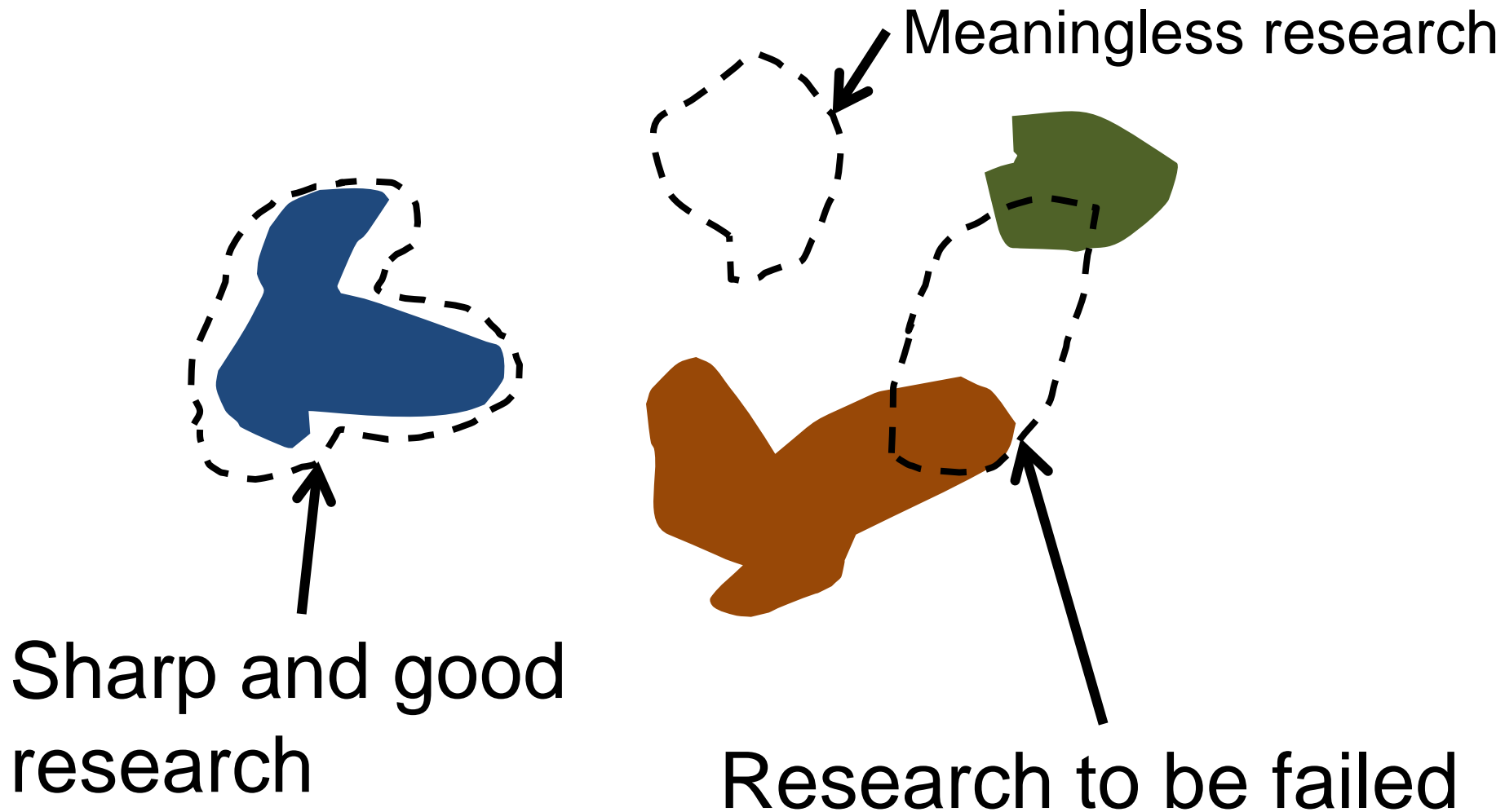
Problems worth to be solved
解いて意味のある問題

金出先生の理論

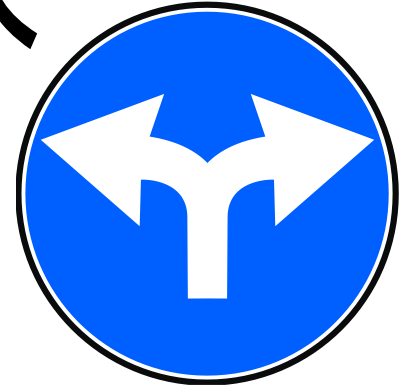


Idealistic but impossible research

金出先生の理論



第2章 解法の選択



- 定跡範囲と新手

—どの点までは先行研究を踏襲する？

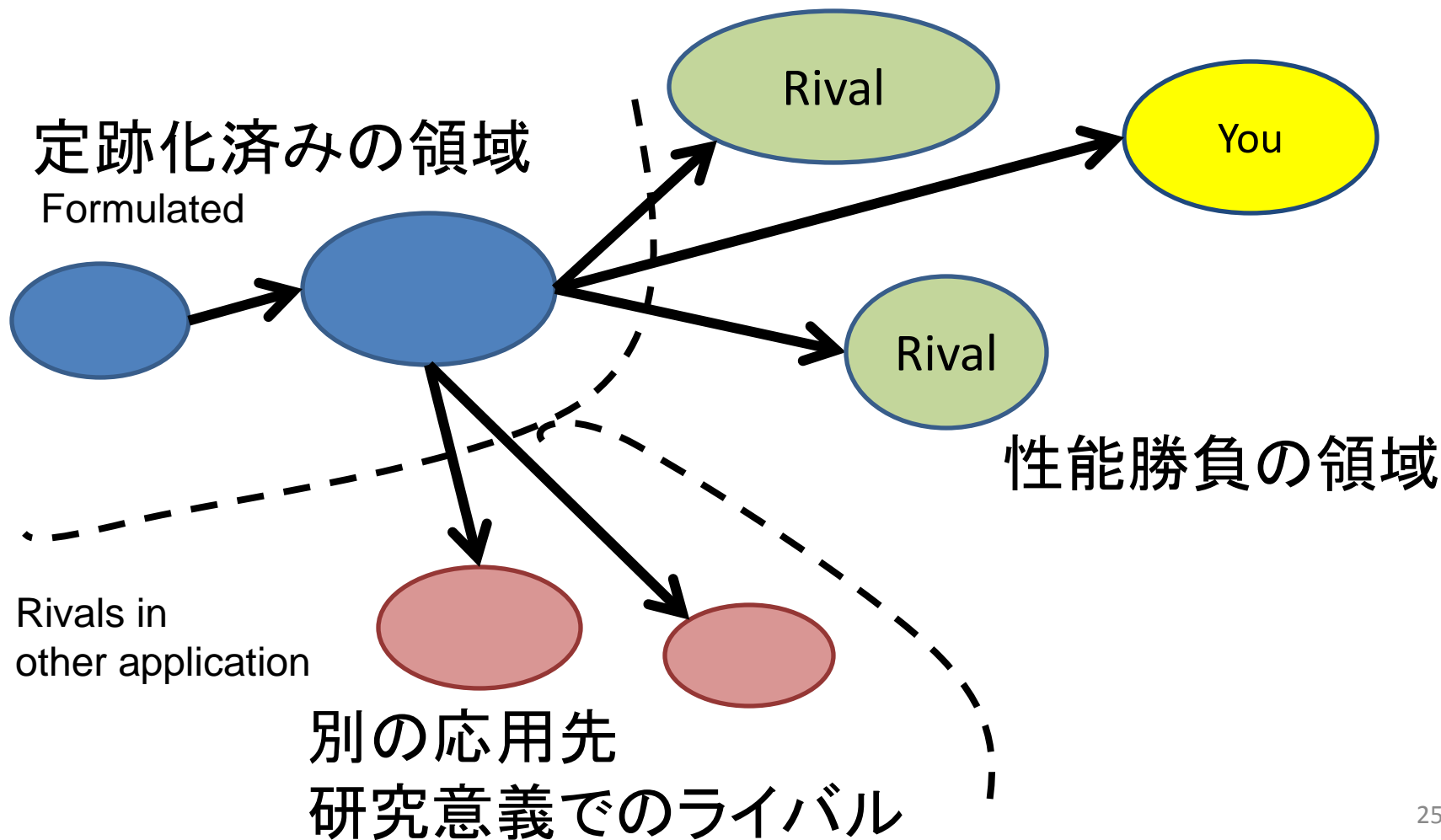
—そこからは、どう新手？

Put your new idea on traditional opinions

研究の必要条件

- 「世界一」であること
 - 先例を上回る成果
- 卒論でも「世界一」が必要
 - 自分が勝てるニッチで戦う
 - 先例が少ない問題探し
 - 正面突破もありえる
 - 年々、機械の性能は向上する
 - ➔ 普通にやっても先例に勝てる(?)

研：無駄枝をはらう 究：詰みまで読む



第3章 解法の feasibility

- 自分のアイデアが、
本当に成功する見込みが
あるか？

「信頼性が無くてよいのなら、
どんなシステムだって作れ
る」(G.M. Weinberg)



Break down table

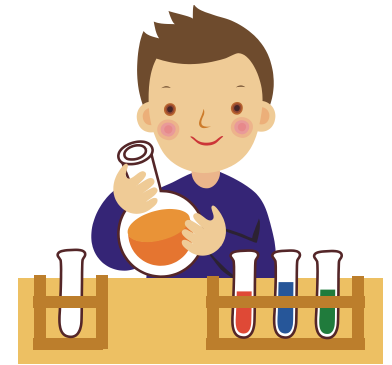
大目的からアイデアへ

Goal	Problem	Action
空を飛ぶ	重いとだめ	機体軽量化
	着陸の衝撃	水面に下りる
	嵐に弱い	気象予報を使う

第4章 検証実験

Write facts, results, and your opinions separately.

- 事実と意見を混ぜてはダメ
 - 4-1 実験材料・装置・手順・条件
 - 4-2 実験結果
 - 4-3 考察



第5章 まとめ

chapter of conclusion

- 「要するに何がわかったのか？」

“In short, we got ...”



- ここだけしか読まない忙しい読者が多い

Table of Conclusion

Goal	Prblm	Action	Result
空を飛ぶ	重いと だめ	機体軽 量化	15kg減
	着陸の 衝撃	水面に 下りる	10回着水に 耐えた
	嵐に弱 い	気象予 報を使う	〇月〇日の 嵐を避けた

Part 4



実験の設計

Strategy of research

1.勝ってから戦え



「論文を書いてから、実験する」— Landsteiner

論文捏造はなぜ起こる(その1)

No forecast, no respect for result.

- 予想の不徹底な実験

- なぜ予想が外れたのか疑問に
思わない

- 「有意差さえ出ればいいんだ！
数字いじっちゃえ」



“Good Science is in the details”

(研究の良さ) = F(詳細度)

“If your pictures aren’t good enough, you’re not close enough.” — R. Capa

2. 平凡に会戦しない

Fight under special and best condition

「自然の真理を知りたければ、優しく尋問しても無駄である。自然を拷問にかけるべし」(ロジャー・ベーコン)

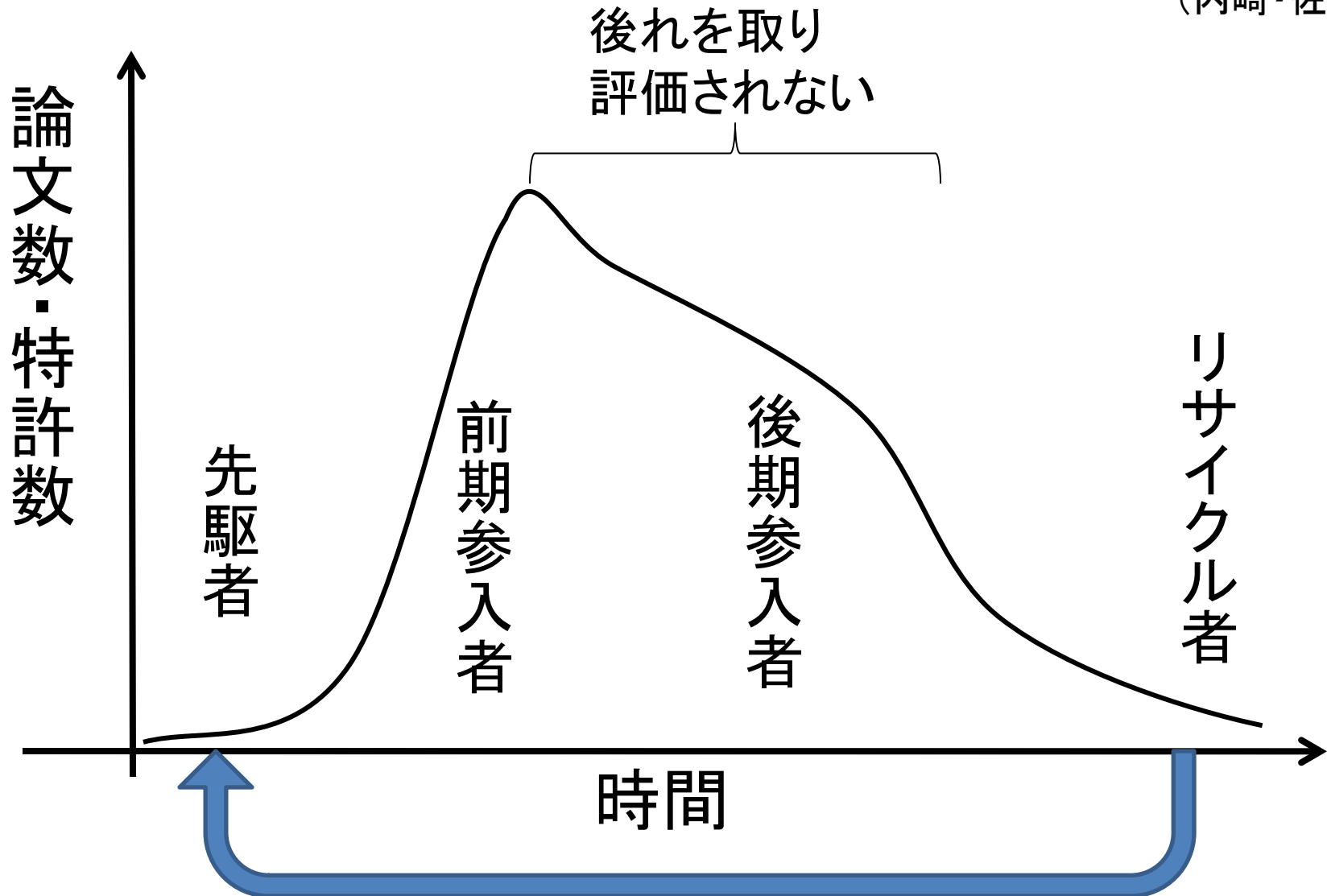
3. 人の行く裏に道あり

Do different

- 「みんなの逆をやればだいたいうまくいく。世評とは間違っているものだ」(ミンスキー)
- 先駆者：誰も見向きもしないものから出発

Lifecycle of research boom

(内崎・佐藤)

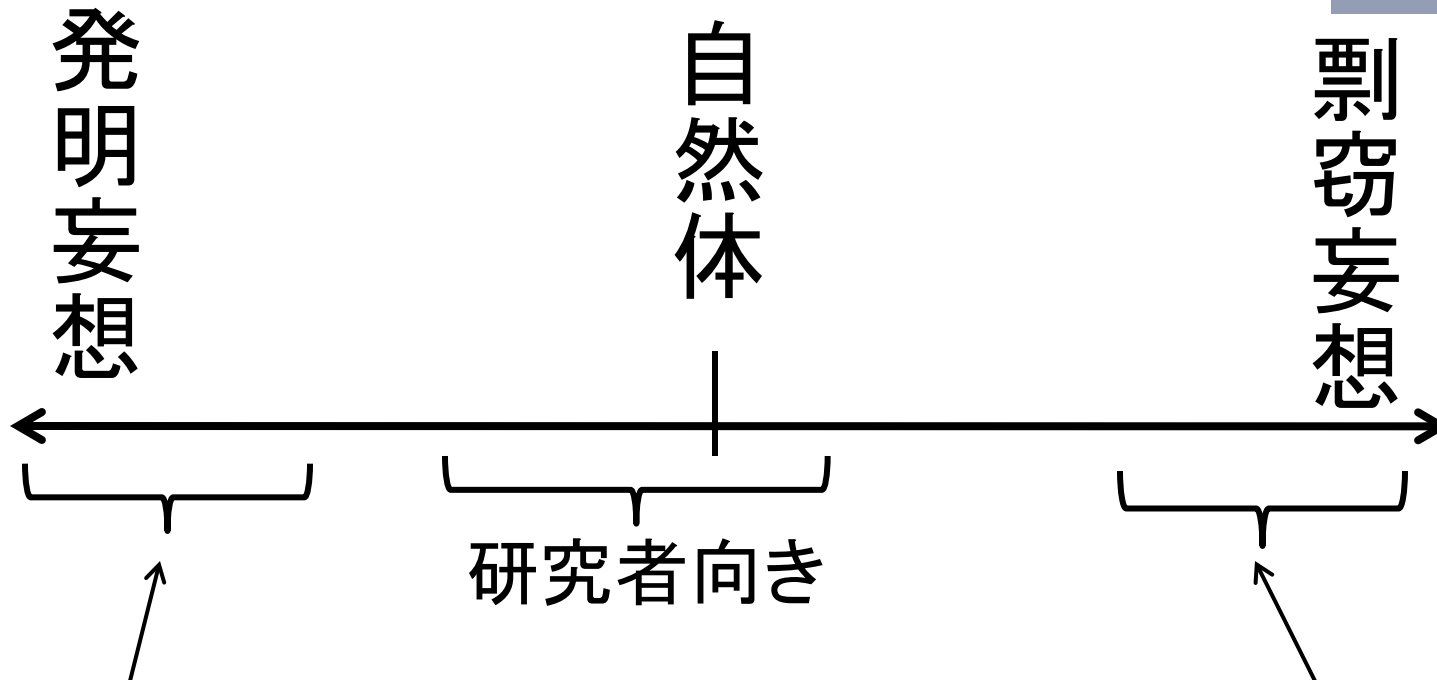


いわゆる「エリート病」

- 飽きっぽい。見透かしてしまう
 - 「それは、すでに研究されつくされている」
 - 「簡単すぎる。その成果は知れたものだ」
 - 「もっと他に先進的なテーマがあるはず」
- しかし、そうでない研究テーマなんて残っているのか？
- No practice, no advance.



謙虚さと勇氣

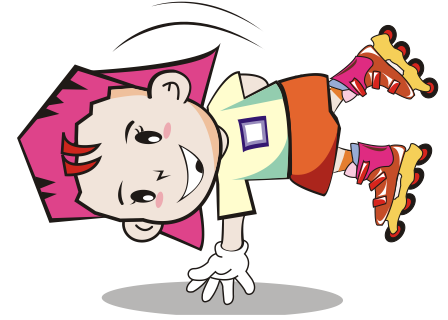


“Newness is not virtue;
usefulness is.”

“People remember those who
made it really work first, not who
said it first.” (Takeo Kanade)

“Anything that
works is OK.”
(Takeo Kanade)

4. 転んでもただでは 起きない



「できなかつたら、“機能”にしてしまえ」—

G.M. Weinberg

論文捏造はなぜ起こる(その2)

Adopt result, State 'as-is'.

- 成功イメージへの執着



- 「こうするとこう成功するはず」

- 「有意差さえ出ればいいんだ」

- 正しい対応は、「こうすると、こうなる」を報告

Part 5

研究室生活

Teamwork



Responsibility for team

Responsibility for your career

上司との報・連・相

原稿締め切り

進学

勉強

英語

研究くらがえ

留学

自己責任の世界

Annual schedule

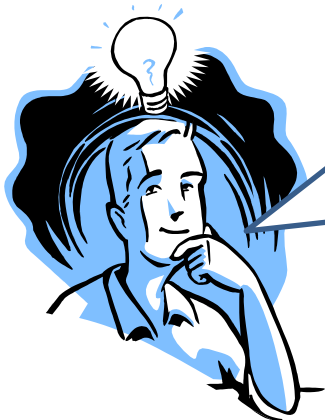
- 4～6月：研究室に慣れる
- 7～9月：進路が決まる
- 10～11月：研究前期（試行錯誤）
- 12月：研究中期（まとめあげに梶切り）
- 1月：研究後期（論文化作業）

英会話能力

- 米国大学のESL school へ
 - 3週間～2ヶ月程度
 - Technical Writing
 - 円高😊



Lab is team. Do be alone.



ネタ・
社会
動向

実行



外渉
財務



協力
者



技術
情報



設備整備
法令順守

卒研は一人でやるものではない

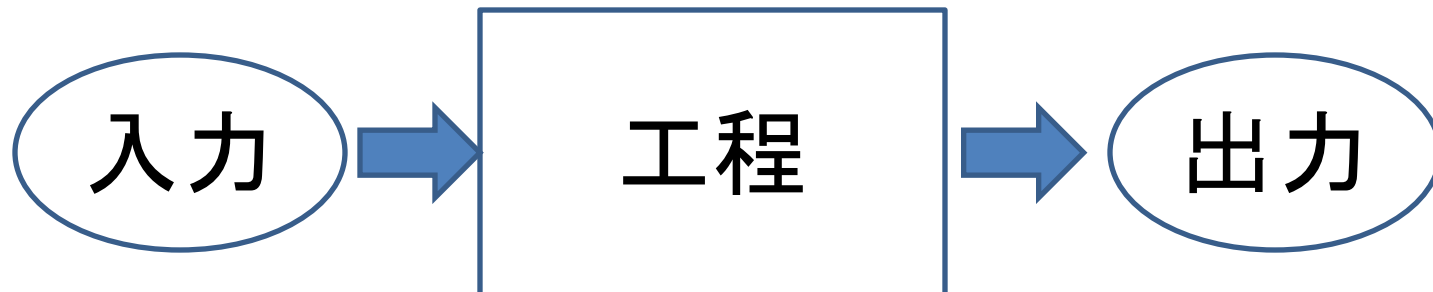
研究ノート



- 書かないと死ぬ
No notebook, no life.
- なんでも書き込む・貼る
- 先生にオープンに見せる

Write down what you think and do today

- その仕事をこなすには
 1. 何が必要か
 2. それをどうすればよいか
 3. どの程度に仕上げればよいか
- 自明でも必ずノートに書くこと



スケジューリングを書く



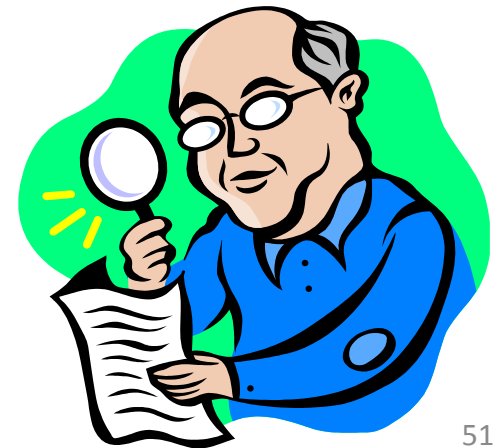
Last week	This week	Future
<ul style="list-style-type: none">●分析プログラムver1 製作●180C 加熱実験。効率45%。不調。●Jacobson 論文読了。温度範囲広いが、効率よくない。	<ul style="list-style-type: none">●定電圧の出力実験。10試行。●金：発表練習●エタノール買う	<ul style="list-style-type: none">●7/15: JSME投稿締め切り←交流実験まで目途に取りまとめ●7/29:高木研訪問

Use your adviser

- 「一方的に指示するだけ」に見えて学生の創意工夫を求めている
- 「放任で指示しない」と見えて研究の筋書きを持っている
- 「批判者・監視者・第三者」に見えて実務家肌の味方である

メール Mail to boss

- 報告事項(activity)
 - 先週
 - Aを作った
 - Bを動かさせた
 - 今週の予定
 - Cを作る
- 相談事項(problem)
 - Bの低い効率
 - Dの発表計画



参考文献

- 金出、「素人のように考え、玄人として実行する」、PHP文庫、2003年
研究舵取りの考え方
- ワインバーグ、「コンサルタントの秘密 技術アドバイスの人間学」、共立出版、1990年
“問題をどう解くか”の指南書
- 内崎・佐藤、「創造的技術者のための研究企画」、日刊工業新聞社、1998年
研究のマネジメントに関する基本の書
- 中田亨「理系のための即効卒業論文術」、講談社、2010年
この資料の元本