



RT CORPORATION

何をやっていいかを迷う4年生のための  
ロボット分野の

# 研究の進め方

株式会社アールティ

住所: 東京都千代田区外神田3-9-2 末広ビル 3F  
E-mail: [sales@rt-net.jp](mailto:sales@rt-net.jp) TEL: 03-6666-2566(代表)



# 本スライドの目的

研究室に配属されて「研究するぞ！」と意気込んだのはよいものの、先生や先輩に、この研究テーマで、この文献読んで勉強して、といきなり渡されてわけもわからず困っていませんか？実はそれは一通り、研究をやって基礎ができた人がやるやり方です。先生も先輩ももしかしたら、まず文献渡して読んで来い！と教えられて、同じようにやってきたのかもしれませんが、でも、どうしてそうなるのか知れば、もっと頑張れるかもしれませんよね。本スライドは、そんな迷える学生さんのための **最初から無理せず進めるための研究の進め方のガイド**として書きました。

最近のロボット分野はAIも絡んで複雑で、短時間で取得できるスキルではなくなっています。そして、国内外のロボット関連のトップレベルの研究室では、学部1年生の時から、基礎スキルの習得を目的としてロボコン参加を奨励しているところが少なくありません。それは、基礎的な開発スキルセットの醸成と、プロジェクトマネジメントの基本を学んできてほしいからです。もちろん、4年生からでもやる気があれば、どんどん進めていけますので、本書で、研究の進め方を知って、勉強しながら、どんどん手を動かしていきましょう。

ロボットの開発は一人ではなかなか進められないものです。アールティのロボットエンジニアは、自分達の技術を広く伝授して、一人でも多くのエンジニアが育つことを願っています。

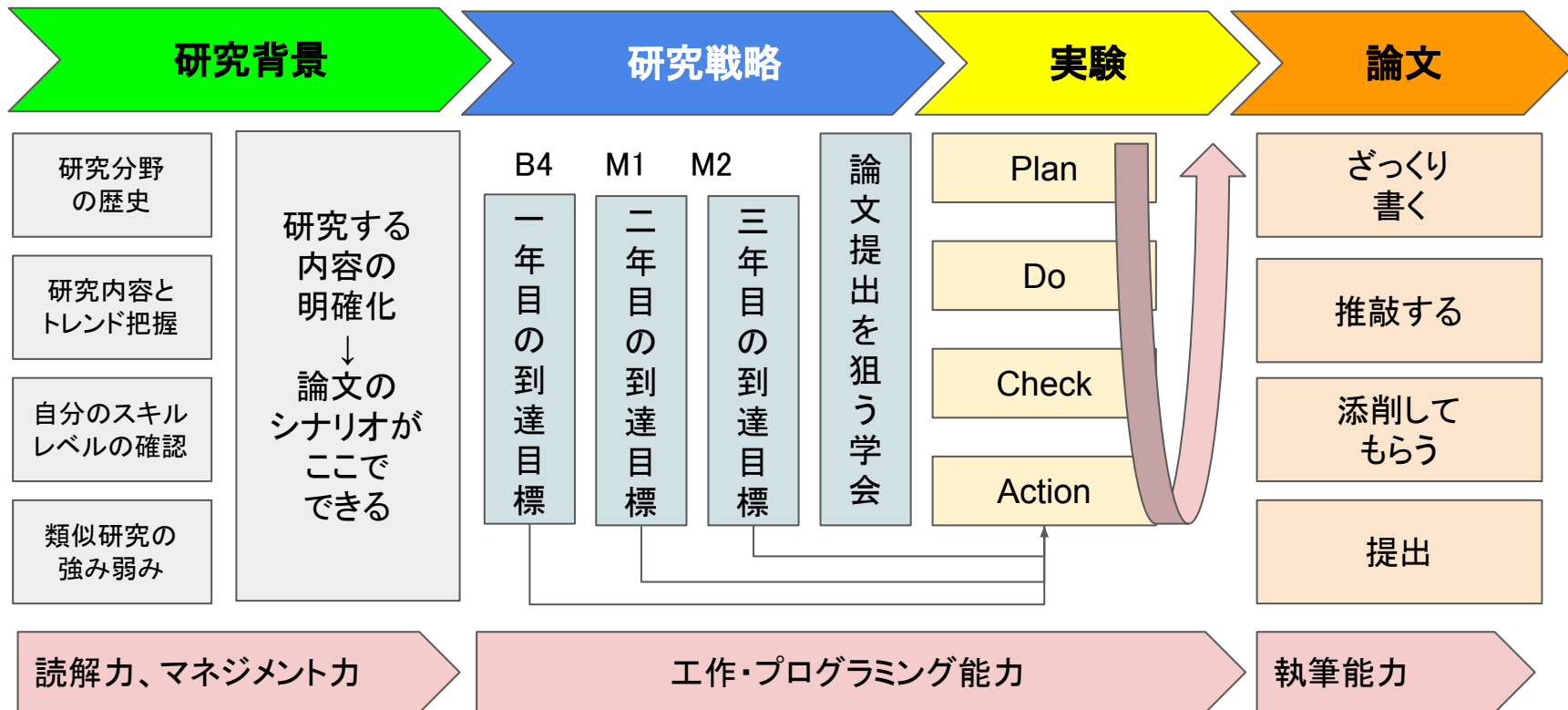


# 研究とは

1. 工学における研究は未知の発見
2. その分野で未知の発見を通じて再現可能な方法確立を目指す
3. 未知であるから、**答えはない**←これまでの「勉強」とは大きく異なる点
4. 指導教官ですらその答えは知らないので**一緒に研究・開発する**
  - 指導教官は、B4～M2の時期の学生は、**学生から研究仲間に変化していく段階**と考えて指導しています。従って、「教えて」ではなく「一緒に考える」事が何より重要です。
  - 具体的には自分で**目標を設定し、調査する方法を身に付け、自分で考えて完成させていく力**を付けることを期待しています。
  - **企業もこれができるエンジニアを大学卒業後には期待しています。**

**ロボットの研究開発の世界へようこそ！**

# 研究背景、研究戦略、実験方法の構造図

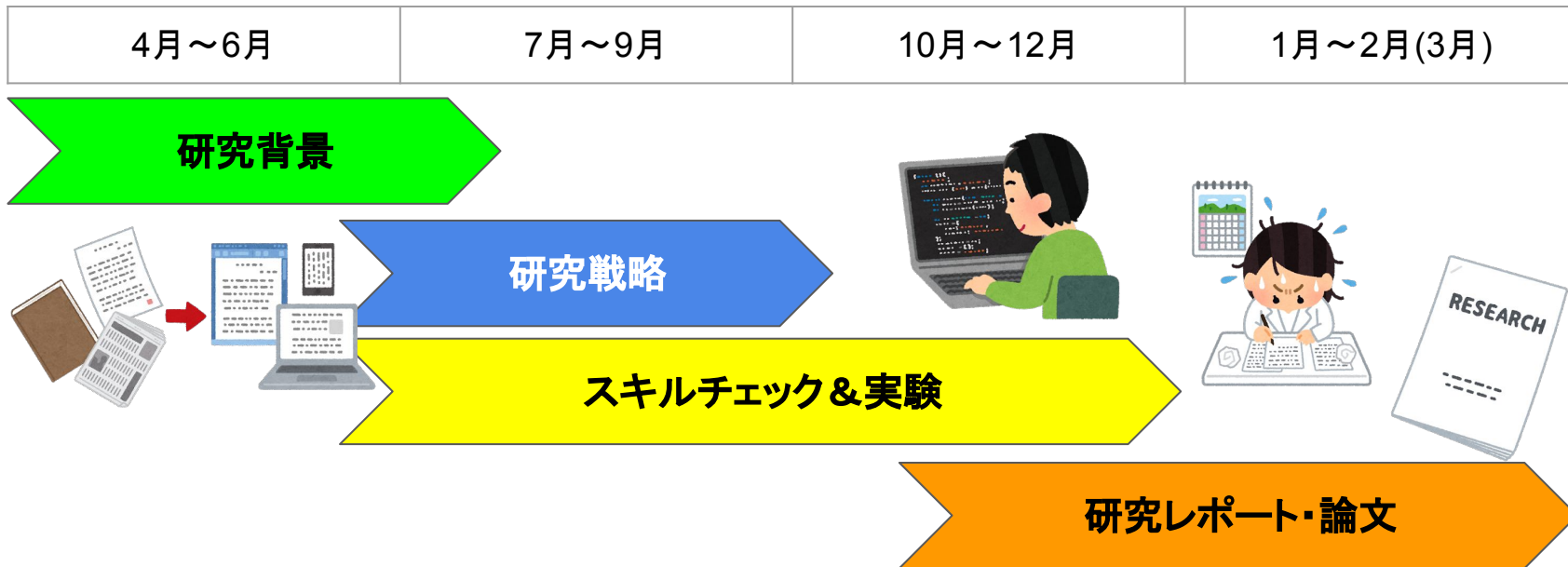


# 研究背景 学際分野の研究背景の実行

1. SMARTフレームワークを使って目標を設定
  - a. 自分で何やってるかわからなくなったときに立ち戻るためのベース作成
2. 文献調査を個別の技術分野で段階的に行う
  - a. 具体的には要素マップ、技術年表を作る
  - b. かかわる技術分野で網羅的に行う
3. 実際に作って自分のスキルレベルを確認
4. 歴史を知ることによって研究分野のトピックスの変遷を理解
  - a. 研究のトレンド把握のコツをつかむ
5. 研究分野の到達点(Goal)を理解
  - a. 自分のやる研究分野の到達点の設定に必要
  - b. 自分のスキルレベルに合わせた目標を設定
6. 他の分野に似たようなものがないかを調査
  - a. その研究分野の強み弱みを把握
  - b. 自分のところに取り入れると新発見になる可能性がある
7. 研究テーマの決定！

# あなたはどこまでやれていますか？

大学3年生、4年生で研究室配属されたらまずやるスケジュール





# 戦略は先生や先輩と相談しよう！

1. 先生は君が来るのを待っています。
  - a. 忙しそうでも、メール攻撃しておけば返事は必ずきますよ！
  - b. ちょっとだけ理論武装しよう⇒文献調査のやり方を見てね
  - c. 作ってみた結果、調べてみた結果という報告は先生の好物です。とにかく、考えてるだけじゃなくて、手を動かしましょう。
2. 戦略は、いろいろある。自分にあった内容を一緒に考えてもらおう
  - a. 自分が何をを目指したいのか、自分に問うてみるのが一番
  - b. 自分のスキルセットやマネジメント傾向、得意分野を知ることも戦略策定には大事
  - c. 学部で卒業するのか、修士まで行くのか、博士まで行くのか、あるいは生涯の仕事とするのかでも取り組み方の戦略は変わります
  - d. 例えば、修士までいくのなら、B4では与えられたテーマを頑張って、M1でテーマとゴールを変えてもよいでしょう。B4のころは右も左もわからずにがむしゃらに走っているので、研究のための知識やスキルの基礎ができたM1のころにM2の修士論文のテーマを決めるという戦略でも構わない先生も多いですよ。



# 目標を設定しよう

SMARTフレームワークを使って目標設定の仕方を習得しよう

S: Specific (明確)

M: Measurable (測定可能)

A: Achievable (達成可能)

R: Related (上位の目標に関連)

T: Time-bound (期間を設定)

もともとはマーケティング用のフレームワークで、汎用的に使えるのでそれぞれの作業に対してこれを設定すると効率化できる。また、紙に書き出しておくことで作業中に迷ったら立ち戻れる指針になる。ぜひ設定を！

参考: <https://infinity-agent.co.jp/lab/set-marketing-goals-with-smart/>





# 例：文献調査のSMART

S(明確)＝研究のベースになる基礎知識の形成

M(測定可能)＝成果物：分野ごとの年表と用語解説

A(達成可能)＝自分の知識レベルに合わせた内容から始める

R(上位の目標に関連)＝卒論を書くのに必要なレベルを調査→先生に聞く

T(期間を設定)＝卒論提出時期から逆算

→どこで発展的にやるか、あきらめるかのプロジェクトマネジメントも必要



# 例:ビジュアルロボットコントロールとは

下記の3つの分野にまたがる学際領域の研究分野

1. 画像処理・画像認識の分野
2. 制御の分野
3. マニピュレーションの分野

一つ of 分野だけでも調べるの大変なのに3つもあるの？！

ちょっと待って、B4にそんなのやれって、どういうこと？



# 学際領域のメリットデメリット

## メリット

- 成果が出しやすい
  - 分野毎に1/100 レベルの内容であっても、3つもあれば、 $1/10^6$ の価値になる。
- 得意な分野に寄せやすい
  - いろんな領域の複合分野なので得意なところを特長とした論文を書きやすい
- ほかの分野の専門家と組みやすい
  - 個別の専門家に教えてもらいやすい
- うまく成果が出せると、いくつも得意分野ができる

## デメリット

- 勉強に時間がかかる
  - 個別の分野毎に知識が必要なので、ドベネックの桶（リービッヒの最小律）のように抜けることがある
  - どれも極められずに終わる可能性もある
- 技術を身に着けるのに時間がかかりすぎる
  - 若いうちは自分の馬鹿さ加減に自信を無くしやすいので注意
- 理論的な新規性は発見しにくい
  - 分野を選ぶことが重要

総合的に考えると学際領域では「理論的な新規性を考えるよりも、応用研究を頑張ったほうがよさそうだ」というのがわかってくる



# 学際領域のメリットデメリット

## メリット

- 成果が出しやすい
  - 分野毎に1/100 レベルの **→論文が書けるといふことだ！**
- 得意な分野に寄せやすい
  - いろんな領域の複合分野 **→大学にいるメリットそれぞれの専門の先生がいる！**
- ほかの分野の専門家
  - 個別の専門家に教えてもらう
- うまく成果が出せると、いくつも得意分野ができる **→博士進学にしても、就職にしても有利**

## デメリット

- 勉強に時間がかかる
  - 個別の分野毎に知識が深い (リービッチの最小律) のよ **→学生なんだから当然悩み不要**
  - どれも極められずに終わる
- 技術を身に着けるのに時間がかかりすぎる
  - 若いうちは自分の馬鹿さ **→ここは要注意**
- 理論的な新規性は発見 **練習と前進あるのみ**
  - 分野を選ぶことが重要 **→先生とよく相談**

総合的に考えると学際領域では「理論的な新規性を考えるよりも、応用研究を頑張ったほうがよさそうだ」というのがわかってくる

# 研究背景 研究の歴史を知る

1. ○○の作り方、のような本やブログがないか調査
2. 技術書が出てるか調査
3. 教科書が出てるか調査
4. 論文を調査

←先生や先輩は、4→1の順番でやれと教えがち

先輩は、研究の基礎ができてからそれができる。  
学部生には用語すらわからず厳しいので、何か  
作ってみたいので、○○の作り方とかの本ないです  
か？と聞くとよい

解説:

文献調査の順番は上記の通り。(理由:読みやすさもこの順番だから)

→個々の研究分野では技術は成熟してビジネス化、あるいはコモディティ化されているので「○○の作り方」がある→ラッキーだよ

→学際領域の場合は個々の分野の調査で時間がかかるのが問題であり利点

→巻末の「参考資料」をたどっていくと論文に行きつくので自分の論文の参考資料にしやすい

# 研究PDCAの回し方 ステップ1

- その分野は素人だと割り切って素人向けの本や雑誌を探す
  - 授業で習ったことがあればラッキー
  - それっぽい本を探す。ブルーバックスとかおすすめ。まず概念や用語理解を目指す
- ○○の作り方、のレベルの文献を読む
  - 最低毎日50p-100p読んで書き出すだけでいい。検証はしなくてよい
- 読んだ内容をキーワードでスライド化する
  - 1キーワード=1スライドで作る(内容の箇条書きが難しければ、文章の抜出しも可)
  - 文献○○の何ページ書いてあったかは重要なので必ず書いておく
  - 開発された年代がわかればそれもメモ(○○の作り方レベルではあまり書いてないのも可)
- 巻末参考文献から「教科書」「専門書」「論文」の別にスライド作成
- 効率悪いだの言う人がいるが、このレベルは四の五の言わずにやる。
- 学際分野なら、この読み込みをそれぞれの分野でやっておく



# スキルセットの確認とセルフマネジメント

1. ○○の作り方/ブログと同じプログラム or 同じ工作をしてみる。
2. すでに誰かが作ってるので、自分も作れる→実現可能
3. 自分の作業時間の目安と見積もりができるようにするために
  - a. やる前に自分が何時間でそれができるか予測しておく(予測だけ、目標にしない)
  - b. 実行時の作業時間を測る
  - c. 見積り時間にできることは稀なので予定より長くかかっても落ち込まない
  - d. これを自分の目安ができるまで繰り返す

→スキルが上がってくるとだんだん時間があってくるのでそれが目安
4. 答えが本にあるので、ちゃんと出来上がるので達成感がある
5. これで**スキルアップを目指す**(←できる先輩と一緒にやるのもよい)
6. ロボコンの人たちは大学1年生、人によっては小学生からこれをやってると思えば頑張らないとだめだってわかるよね？



# 研究PDCAの回し方 ステップ2

- 自分が応用したい分野の事例を検索
  - 論文でもいいし、インターネットでもいい
  - 10個くらい出してくる
- 誰に、どんなニーズがあってそれが研究されてるのかを理由を抽出
  - 文献に書いてなければ想像でもいいので書く(たいていは「はじめに」に書いてある)
  - **答え合わせは先生と**する→適切な回答をくれるはず
  - 想像力を鍛えるために自分ならこうするを書いてもよい
  - やってない理由があるとしたらそれは何か？を考えておく
- 先生と答え合わせが終わったら既存文献＋ $\alpha$ の研究テーマを仮設定
  - 現代技術で実現できるのかを検討する→論文レベルの文献調査が必要
- こころでだいたいの研究の方向性がつけられるようになってるはず

さあ、がんばって研究をはじめましょう！

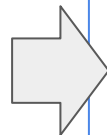


# 研究PDCAの回し方 ステップ3

- 関連論文を10本ランダムでもいいので読む
  - 読んだらスライドを作っておく
    - 後で論文書くときに使うので面倒でもやっておく(研究室のほかの学生を誘って輪講を開くとよい)
- 参考文献で著者を調べる
  - 共通する著者を割り出す⇒論文タイトル、著者、雑誌名、出版年をリスト化
  - その著者の他の論文を探す
  - 年代ごとにまとめると研究トレンドが見えてくる

- **とにかく作りまくること**
  - 真似してどんどん作ること、これが大事です。
  - 手が動くようになってくるとどういう理論がどうしてこうなってるかも理解が早い
  - 論文に載ってる手法を実装できるようになれば、研究は加速！

- 記憶より、記録。
  - 論文も記録があるとよい。**メモ、写真、ビデオはマメに取る**
  - 自分の成長記録にもなって達成感があってよいのでお勧め



論文執筆時に過去の自分をほめたいくなる



# これらができるようになると

## 学部の間は

- とりあえず進め方がわかるので、**気持ちが楽になります。**

**↑学部生はここがすごい大事。**

## 修士、博士に上がってからは

- 後輩を任されたときにやり方をスマートに教えられます。
  - そのまま教えればいいので楽です。ここにはないやり方でいい研究導入の方法を見つけたら、どんどん進化させて教えてあげてください。

## 社会に出てからはこのスキルははっきり言って武器ですよ。

- 上司や仲間との相談の仕方を知っている⇒コミュニケーション力
- 初見の仕事を任されたときに威力を発揮
  - 見たことも聞いたこともない分野でも取り掛かり方は同じなので、学生のうちに経験していれば、**変な不安をもたずに取り組める** ⇒これけっこう社会出たら大事
- 最初のプロトタイプまでたどり着ける時間の予想がつくようになる
  - 知っている分野ならどのくらいの時間できるかわかります。知らない分野でもどのくらい時間をかければ自分がやれそうか、最初の関係書籍探しの段階で時間の測り方がわかります。



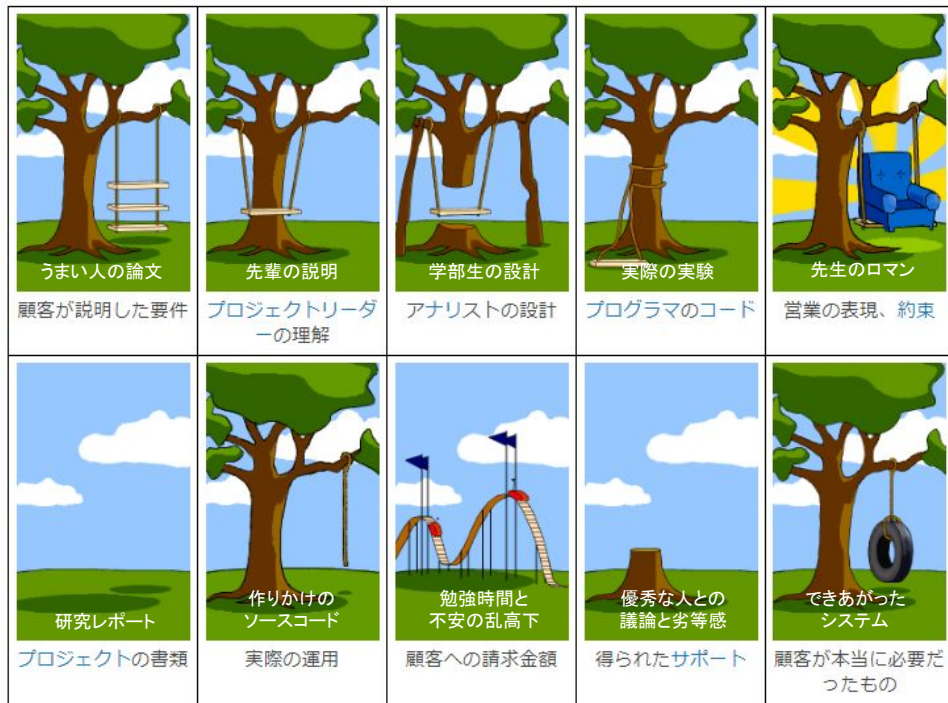
# おわりに

最後までご覧いただきありがとうございます。  
この資料を通じてなんとなくでも研究の進め方がわかっていただければアールティのエンジニア・スタッフ一同、たいへん嬉しく思います。  
ぜひ張り切って研究に取り込み、ロボット沼にどっぷりはまってください。アールティは皆様の研究生活を応援しております！

部品購入、研究試作のご用命は、ぜひアールティに<https://www.rt-shop.jp>



# コラム:ユーザーが本当に必要だった物



工学研究には必ずニーズがある。  
それが実現されると誰がどのようにうれしいのか、それを念頭において研究すると実験計画を立てやすい。

ユーザーが本当に必要だったものはなんなのか？

**本質を見極める目を身に着ける**のが学部生、院生を通じた研究の姿勢である。

左の説明図は、IT系の開発について営業と顧客とエンジニアのそれぞれの理解がうまくいかないことを揶揄した図式。  
絵の中の白文字が大学での理解になぞらえたもの

原典: ニコニコ百科

<https://dic.nicovideo.jp/a/%E9%A1%A7%E5%AE%A2%E3%81%8C%E6%9C%AC%E5%BD%93%E3%81%AB%E5%BF%85%E8%A6%81%E3%81%A0%E3%81%A3%E3%81%9F%E3%82%82%E3%81%AE>

自分のオリジナルでないものは引用を！