

特別講座

RobotC Rev 1.1

ロボットをつくれるようになるには

～大学で学ぶべきこと～

工学部 機械知能工学科

熊谷正朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部

ロボット開発工学研究室

RDE

概要

○ロボットをやりたいときに、学ぶべきこと

◇ロボットとロボットを構成するもの

◇方向性ごと 学ぶべきこと

◇座学 と 実践

◇本講座の対象

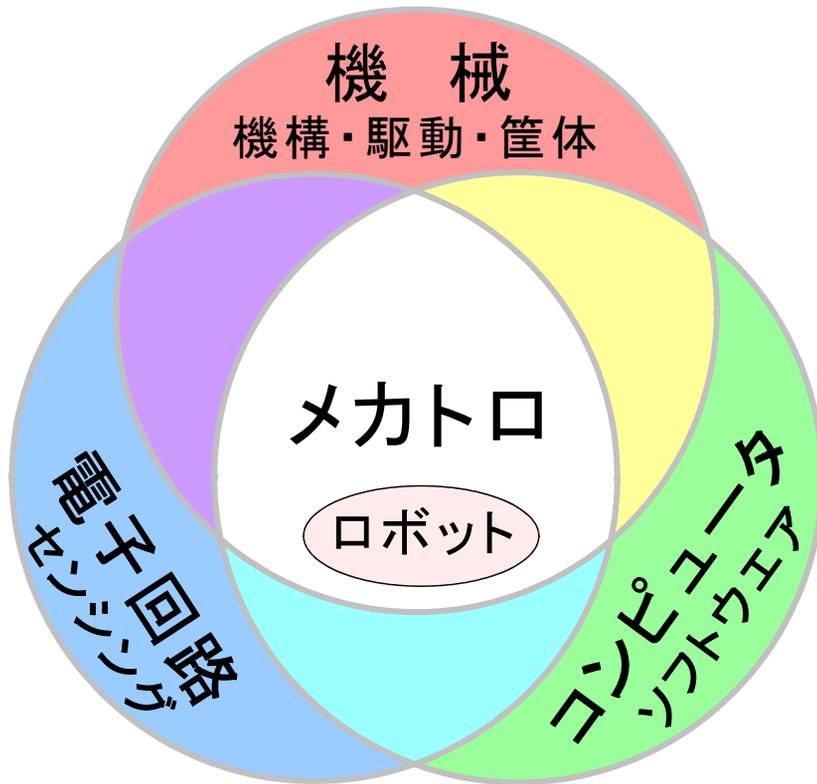
- ・1年生でロボットを学びたい(入学動機)
- ・2年生でロボットを学びたい(現状・今後)
- ・3年生でロボットをやりたい

→ 卒業研究室と就職

メカトロニクスとは

機械工学(メカニクス) + 電子工学(エレクトロニクス)

→ メカトロニクス (Mechatronics, メカトロ)



・元は安川電機の造語
(S47に商標登録)

→ 普通名詞化

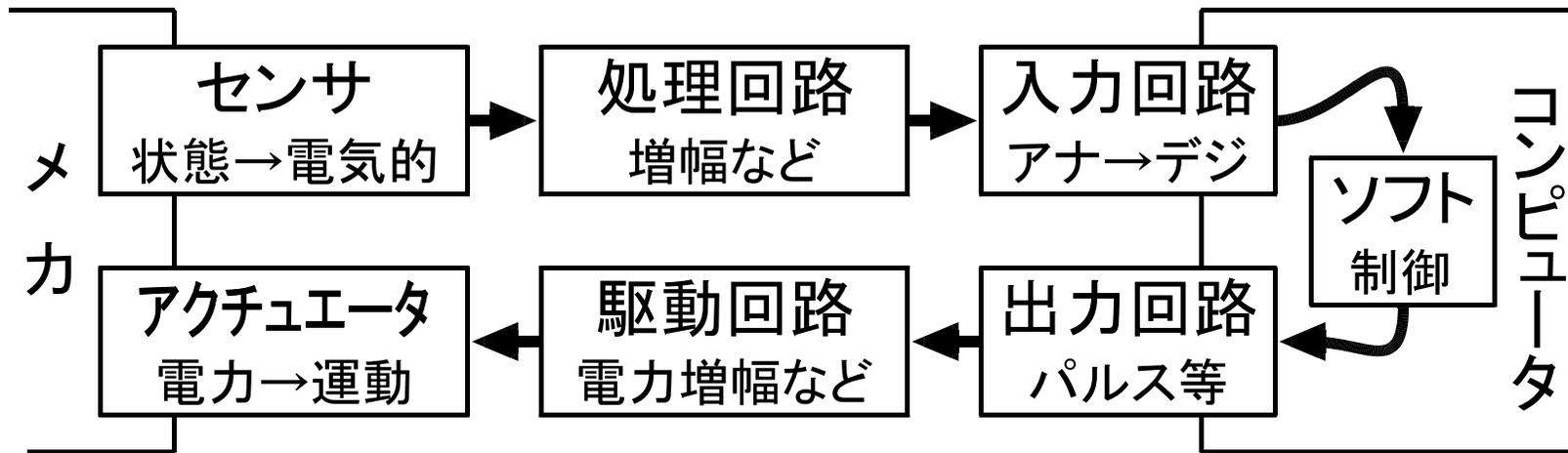
→ 世界に通じる英語に

・電子回路、
コンピュータによる
機械制御全般

・ロボットは技術的には
メカトロの一部

メカトロニクスの構成

○メカとコンピュータの情報のループ



上: **計測** センサで**対象の状態**を得る

下: **操作** 対象を**動かす**

全: **制御** 対象を**確認しつつ、意図通りに動かす**

概要

○ロボットの要件（熊谷説）

- 1: メカトロニクス機器であること
- 2a: すでに類似品がロボットとされている
- 2b: 類似品が既存しない新規のものに「ロボット」と名前を付けて発表する
- 2c: 既存品を大幅に高性能化して「ロボット」と名前を付けて発表する
- 3: 他の人に「そんなのロボットじゃない」と思わせない

概要

○ロボットの要件

3: 他の人に「そんなのロボットじゃない」と
思わせない

→ なんらかの「ロボットっぽさ」は必要

※一般だけでは無く、専門家からも

※たたかれないような

→ これを支えるのは実は数学

概要

○ロボットの構成技術 = つくるには必須

◇メカトロの部分

- ・メカ
形、動作、構造、機構、設計、製造
- ・センサとアクチュエータ
- ・センサ回路、駆動回路
- ・マイコンと制御ソフトウェア
制御理論、組み込み、C言語

概要

○ロボットの構成技術 = つくるには必須

◇ロボット化する部分

- ・ 多様な要求に応えうる制御手法

- ・ 多自由度同時動作メカトロ

多軸を指令するための制御、数学、理論

※「ロボットどうか」の境：多軸同時

- ・ アプリケーション層

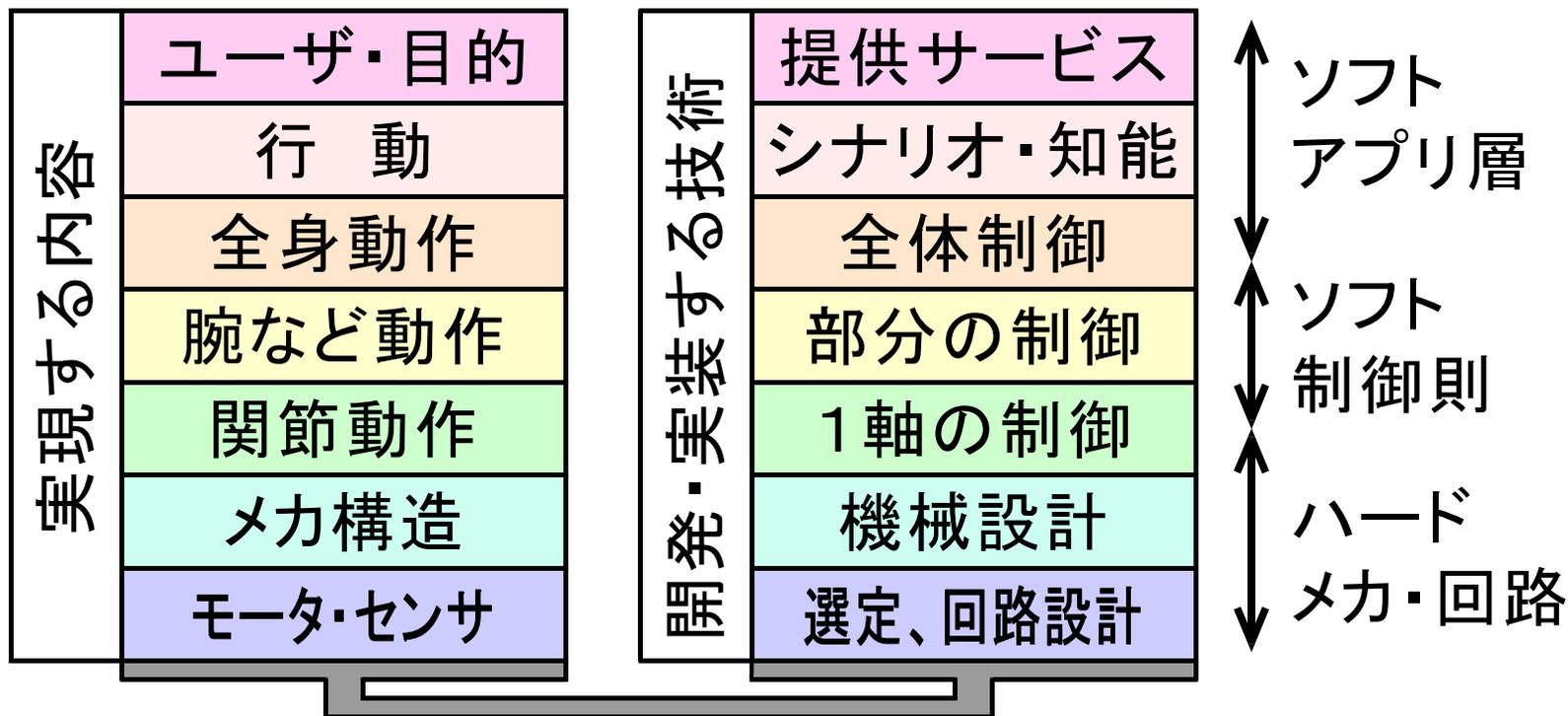
ユーザインタラクション、ネット、知能

(・ 不特定多数に対する安全性)

概要

○ロボットの構成レイヤ

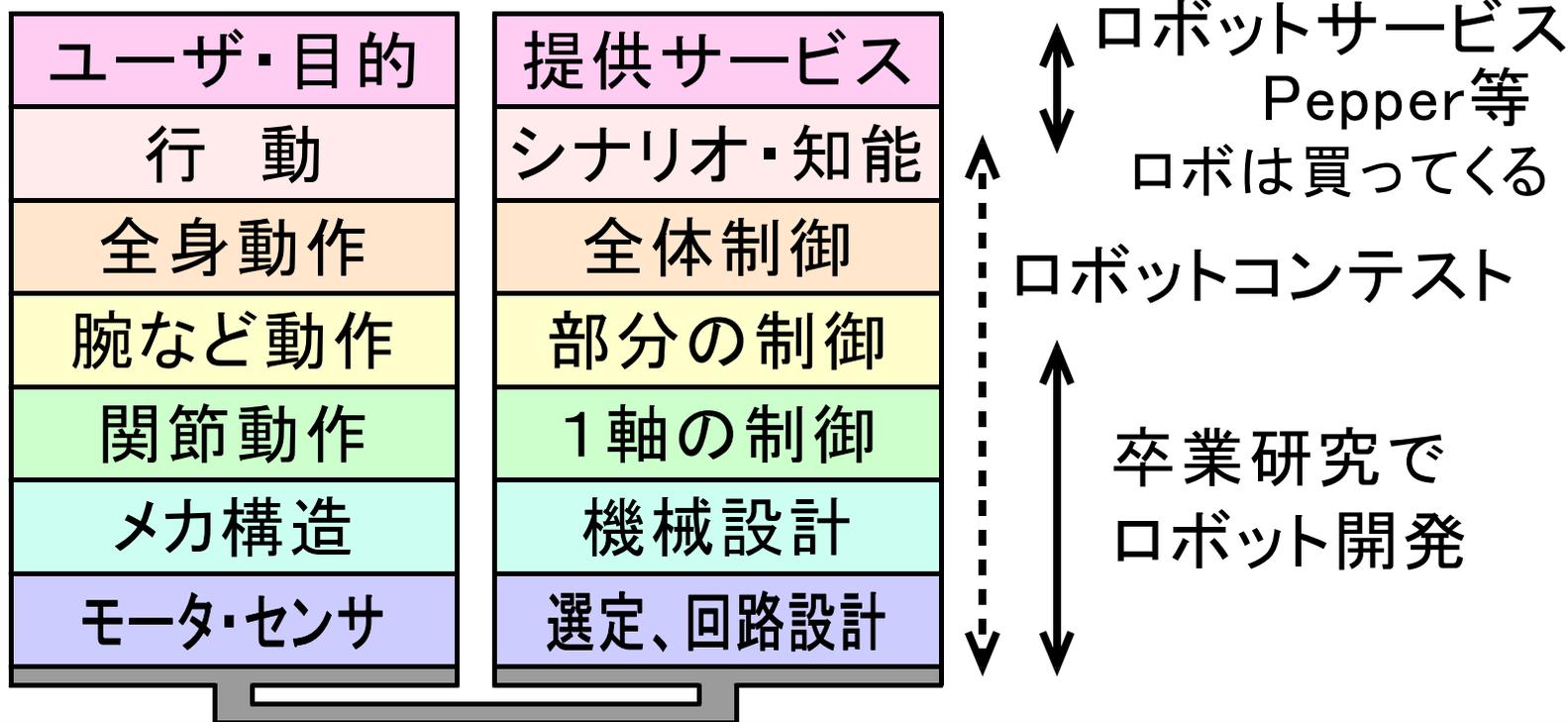
◇ロボットの実現と技術分野の対応



概要

○ロボットの構成レイヤ

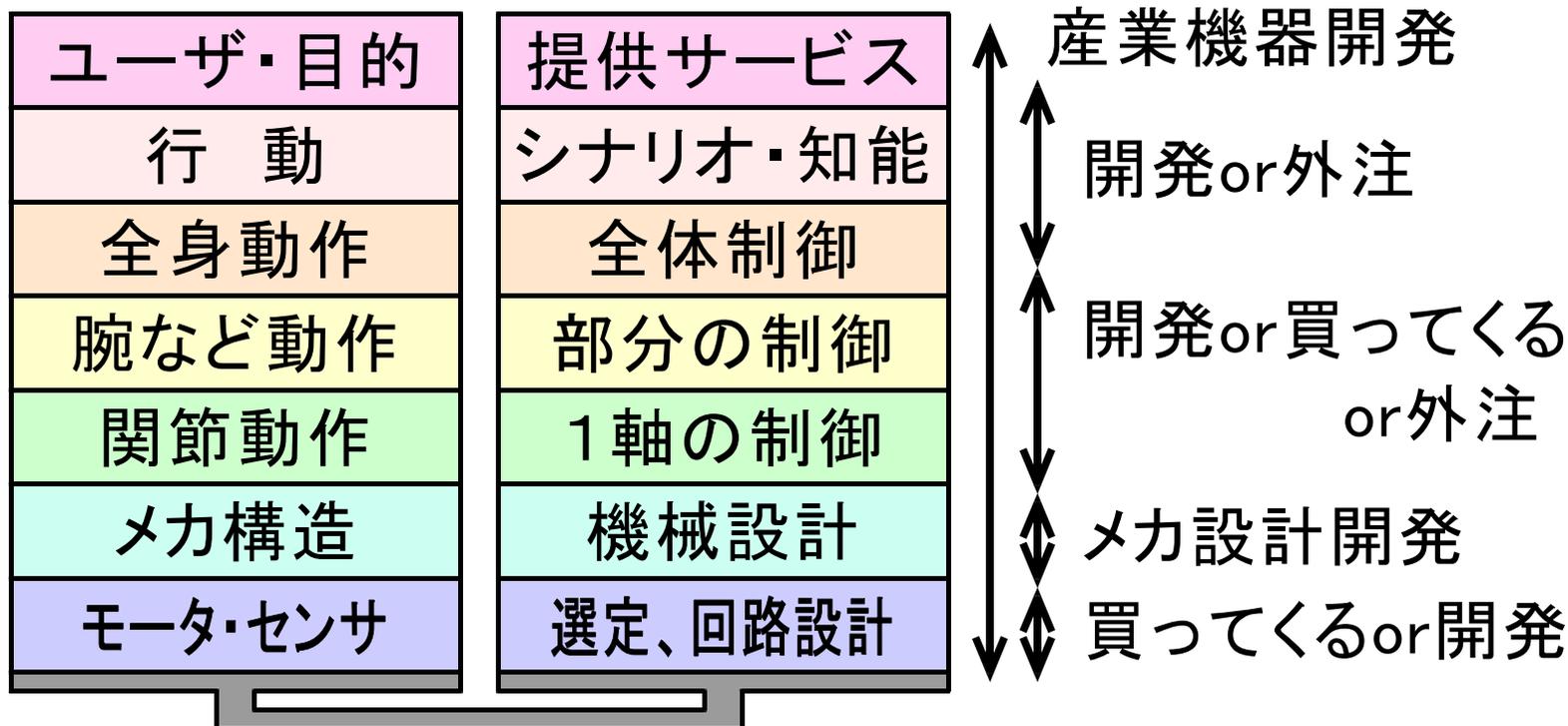
◇方針別「ロボットをやる」



概要

○ロボットの構成レイヤ

◇実用機器の開発(メカトロ系)



方向性ごと 必要な要素知識

○全部は厳しいので、概略と専門分野を

◇ロボットは多分野総合→2, 3年では足りない

◇どこかに得意分野＝専門的軸足

- ・メカ主体：見た目、ただし制御まで考える
- ・動作主体：思った通りにメカを動かすソフト
ただし、そのためにメカを知る
- ・ソフト主体：ユーザへのサービス提供
実態必要ならメカ構造への理解
- ・回路主体：就活主眼(電気電子)

方向性ごと 必要な要素知識

○全部は厳しいので、概略と専門分野を

◇どこかに得意分野＝専門的軸足

◇得意分野をもつ意義

・自信、売り(就活などでも)

・「この分野に引っ張ってくれば勝てる」

ロボットメカトロは複合＝実現手段多様

→ ハードで実現する VS ソフトで

という境界線調整がある

例)機構で動作 VS 全モータ＋ソフト

方向性ごと 必要な要素知識

○全部は厳しいので、概略と専門分野を

◇どこかに得意分野＝専門的軸足

◇ただし、

- ・最初から極端な専門にはならないこと、
他もある程度できる、ことが大事。
- ・他の分野より2, 3倍得意、程度の感覚
- ・3人くらいでチームを組むときに、
自分の分担を立候補できる程度
「オレ、ソフト慣れているから、それやる」

方向性ごと 必要な要素知識

○ものとしてのロボットをつくりたい

◇主にロボット実体、外見、動作

※メカトロ

- ・ **機械分野**

機構、構造、材料、設計、製図、加工

- ・ **回路分野**: 電気素養、センサ回路など

- ・ を、支える数学(後述)

- ・ ただし、「なにをしたいか」からの検討、制御しやすいメカの開発。

提供サービス
シナリオ・知能
全体制御
部分の制御
1軸の制御
機械設計
選定、回路設計

方向性ごと 必要な要素知識

○ものとしてのロボットを動かしたい

◇主にハード寄りプログラミング系

- ・プログラミングの素養、言語知識(C系)

- ※一つは「使える言語」を身につける

- ・組み込み(制約下プログラミング)、実時間

- ・制御理論、ロボット理論

- ・を、支える基礎

- 微分(積分)、線形代数(行列ベクトル)

- 物理

提供サービス
シナリオ・知能
全体制御
部分の制御
1軸の制御
機械設計
選定、回路設計

方向性ごと 必要な要素知識

○ロボットでなにかしたい・させたい

◇主にユーザ寄りプログラミング系(情報基盤向)

- ・プログラミングの素養、言語知識(各種)
言語の例:C系、Java系、Python等
※作りたいサービスによって変わる
- ・ミドルウェア(大規模システム構築補助)
などのソフトウェアツール導入能力
- ・デザイン力(サービス、動作、見た目)
- ・情報処理向けの数学、確率統計

提供サービス
シナリオ・知能
全体制御
部分の制御
1軸の制御
機械設計
選定、回路設計

方向性ごと 必要な要素知識

○ロボットでなにかしたい・させたい

◇主にユーザ寄りプログラミング系(情報基盤向)

- ・CGでだめ? ※各種VR/MR技術も
- ・CGでいいなら
 - ・物理法則にとらわれない(※自然さ)
 - ・現実につくれるかは不問
 - ・もののメンテ不要、複製コストかからず
- ・CGであってもロボット数学は必要
座標変換、ロボットの挙動作り

提供サービス
シナリオ・知能
全体制御
3DCG
シミュ

方向性ごと 必要な要素知識

○アニメやSFな感じのロボット

◇現実ではむり 映像の世界で

- ・ 3DCGの技術 ≡ 3次元設計術
- ・ 工学的妥当性 と 見た目のかっこよさ等

◇妥当性のための数学・物理＝ロボット用フル

- ・ 三角関数
- ・ 線形代数(座標、座標変換)
- ・ 力学系科目(動作の妥当性)
- ・ ロボット基礎工学(形態と理論)

数学 と 物理

○ロボット・工学の基盤

◇ロボットを動かすため、直接的に必須

◇数学

- ・ **三角関数** (回転するところあれば)
- ・ **線形代数** (座標・座標変換類)
- ・ **微分** ※積分は主に数値積分

◇物理

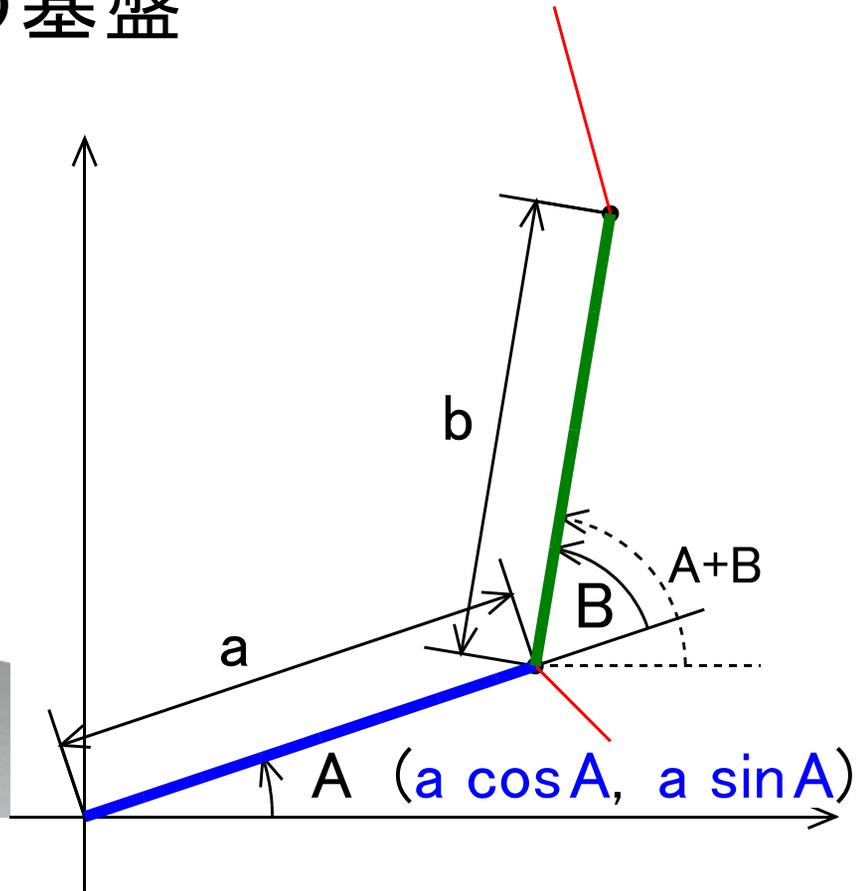
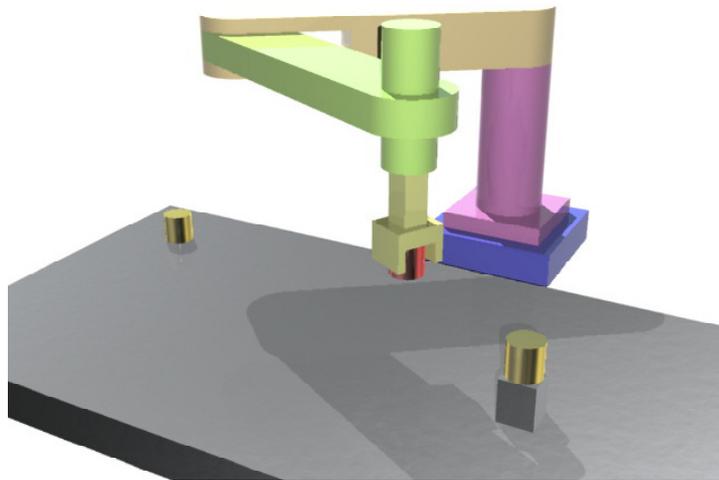
- ・ **力学関係**
- ・ **電気関係**

数学 と 物理

$$(a \cos A + b \cos(A+B), \\ a \sin A + b \sin(A+B))$$

○ロボット・工学の基盤

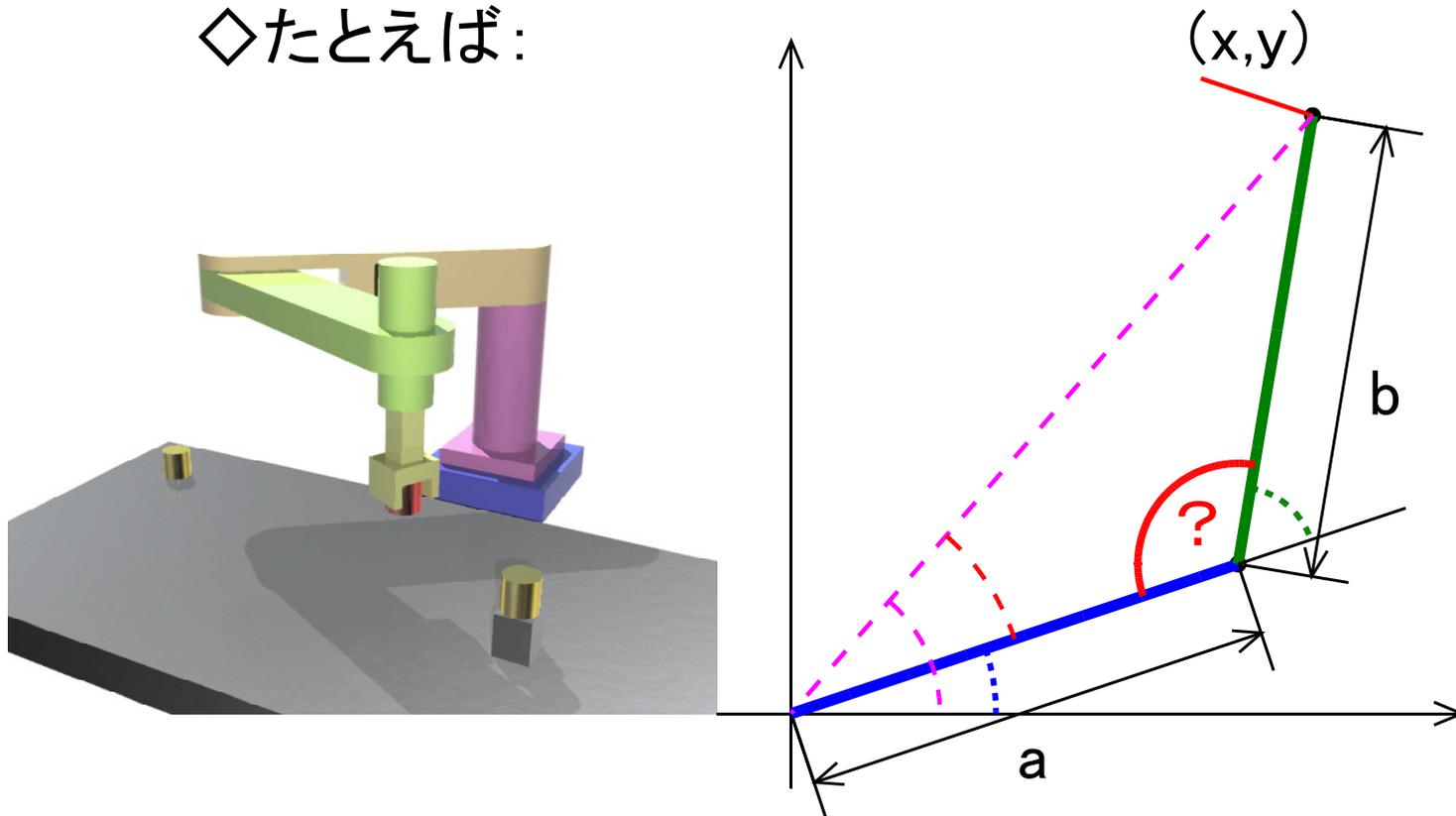
◇たとえば:



数学 と 物理

○ロボット・工学の基盤

◇たとえば:

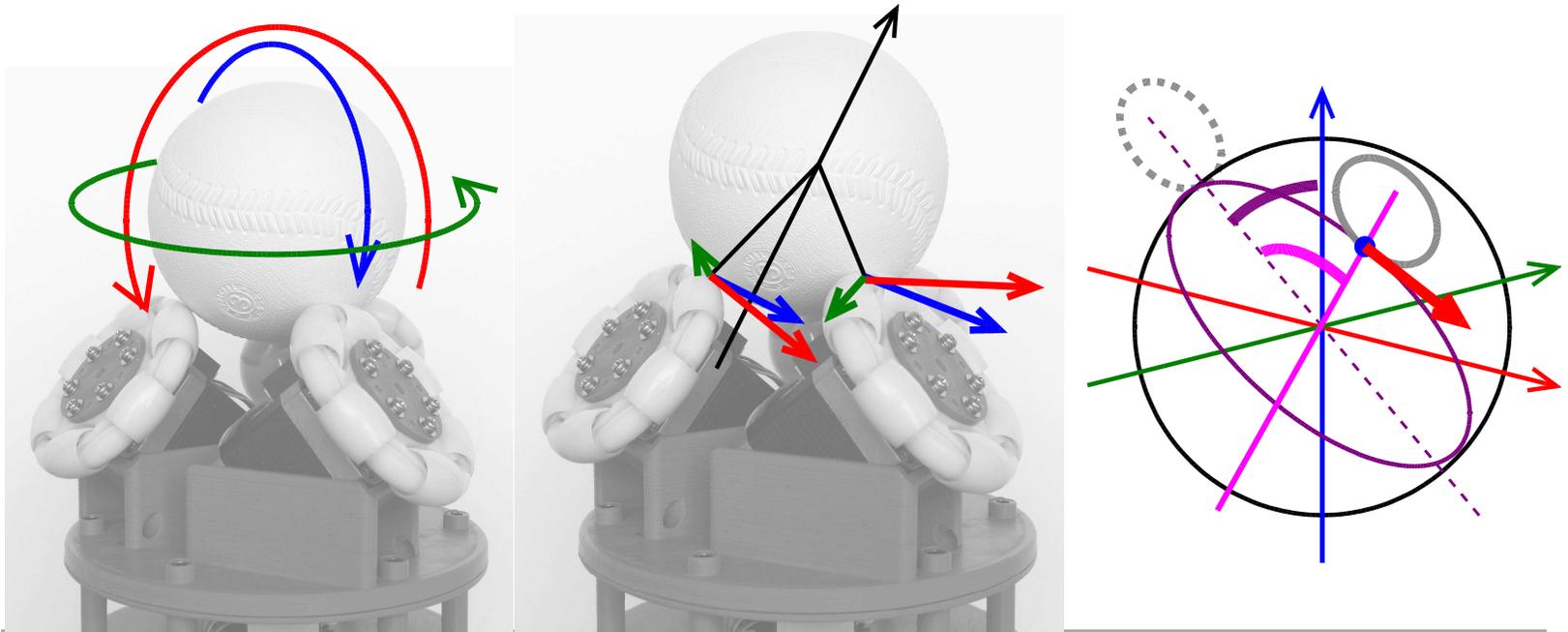


数学 と 物理

○ロボット・工学の基盤

◇設計に数学を取り入れる

・直感的な決め方 → 数学で合理的に



数学 と 物理

○ロボット・工学の基盤

◇設計に数学を取り入れる

・直感的な決め方 → 数学で合理的に

◇直感と数学の統合

・経験に基づく直感的アイデア

→ 数学的な表現、チェック、数学的最適化

→ メカ設計への反映、直感的評価

→ 数学側での調整など

： 大学で学ぶがゆえの可能性



学年別重点

○1年生

◇学部共通1年

- ・ 微分積分、線形代数
- ・ 物理学（および基礎） 自然科学実験
- ・ 英語（技術に必須）
- ・ プログラミング
- ・ やりたいことの見極め（オープンキャンパス）

◇機械1年

- ・ メカノデザイン工作演習

学年別重点

○2年生

◇学部共通

- ・ **フーリエ解析** 人を扱うなら統計学
- ・ **プログラミング** **微分,線形代数忘れない**

◇機械

- ・ 専門基盤(工業力学、材料力学、設計学)
- ・ **機械設計製図**
- ・ **工作学**、計測学
- ・ 複素関数・**ラプラス変換**

学年別重点

○3年生

◇学部共通

- ・ やりたいことの確定化、卒研テーマ

◇機械

- ・ メカトロニクス ロボット基礎 制御工学
- ・ 機械知能工学実験
- ・ ジュニア 세미나(研究室選び)
- (・ 単位数にとらわれない科目選択)

座学 と 実践

○工学に実践・経験は不可欠

◇教室で習うべきこと(座学)

- ・実践のための下地、理論的裏付け

◇実践で得るべきこと

- ・理論の実体験
- ・理論化しがたいこと(≡教えられないこと)

◇理論と実践は両輪

座学 と 実践

○実践方法

◇ピュアソフト系は一人でもやりやすい

- ・ 開発ツールの無償提供（VisualStudio等）
- ・ 豊富な解説、サンプル
- ・ パソコンあれば自習できる

◇ハードを動かすソフト系

- ・ 課題は実ハードの用意
- ・ ロボットのある環境 or
市販の回路、ロボットキット類

座学 と 実践

○実践方法

◇ものづくり(ハード系)は自力が難しい

- ・ 工具、部品類の調達

※家にある and/or FabLab SENDAI等

- ・ 設計までは楽(CADソフトの無償提供)

◇実践の場としての大学、研究室

- ・ 工具、部品、材料類がいろいろある

※一部研究室のみ

- ・ 学内工場への依頼

座学 と 実践

○ロボット研究会（学習サポートコース）

◇ロボットづくりは4年生になってからでは遅い

- ・ なにか自分でできそうになるころには卒業
- ・ 就活も忙しい
- ・ 無理はできない ←「卒業研究として」

◇1年生から研究室でものづくり実践

- ・ 卒研などと同レベルの開発環境
 - ・ チームによる、すこし大物への挑戦
- ※昔、コンピュータ版にお世話になった

座学 と 実践

○ロボット研究会（学習サポートコース）

◇向く人

- ・開発が好き（嫌いでない）
- ・つくってみたいものがある
（熊谷研に入りたい：直結でないが有利）

◇向かない人

- ・ものづくりに関心がない
- ・就活に有利そうだからという理由だけ
- ・入試の面接のネタのためにロボットと言った

座学 と 実践

○熊谷研

◇「**つくること**」に**重点**のあるロボットメカトロ系

※「**ロボットの研究室**」は必ずしもロボット
そのものをつくるわけではない。

※使う研究、動かす(制御)研究、つくる手間

◇**学生さんの「つくりたい」**を優先

- ・発想の自由さに期待

 - 玉乗り、トレーラ、バドミントン他

- ・「このロボットがすごい2016」参照

座学 と 実践

○熊谷研

◇学生さんの「つくりたい」を優先

→ 実際のところ、かなり無謀

◇学生さんと熊谷の**分担開発方式**

- ・メカ: 学生さんに責任を持ってもらう

 - ※機械科なので

- ・動作原理: 学生さんにも考えてもらう

- ・制御回路や低レベル制御ソフトなどの
専門性が必要なところは熊谷担当

座学 と 実践

○熊谷研

◇テーマの範囲：広範囲雑多

- ・主にメカトロ系

 - ※メカをモータで操作、マイコン制御

- ・純メカ系（どまりが多い）

- ・純ソフト系（画像処理など、ロボット向け）

- ・アクチュエータ開発（熊谷：球面モータ）

- ・パイプオルガン（純メカの種類）

座学 と 実践

○熊谷研主要設備(=ロボ研)

- 機械
- 小型フライス、旋盤、ボール盤
 - 3次元プリンタ(計5台 + α)
 - 3軸小型CNCフライス(2台)
 - 圧延ローラ
 - 電気炉(～1000度)

- 電気
- 基板加工機 回路/基板設計ソフト
 - リフローハンダ付け用小型電気炉
 - 800W(80V/80A)直流電源装置 × 3

まとめ

○話全般

◇数学がんばって

- ・工学全ての基本
- ・実世界の課題解決への数学適用力こそ、「大学で工学」の価値

◇分野別

- ・全部を一気には難しいので、まずは得意を
- ・「ロボット」といっても、どこをやりたいかで身につけるべき方向性がかなり違う。

まとめ

○ロボット研究会／熊谷研

◇ロボット研究会に関する問い合わせ

- ・システムについては熊谷

※だいたい、話すべきことは話した

- ・サークル活動としては、現部員

※主に放課後、2号館2204室あたり

◇熊谷研に関する問い合わせ

- ・熊谷まで

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp