

Modeling Forum 2015

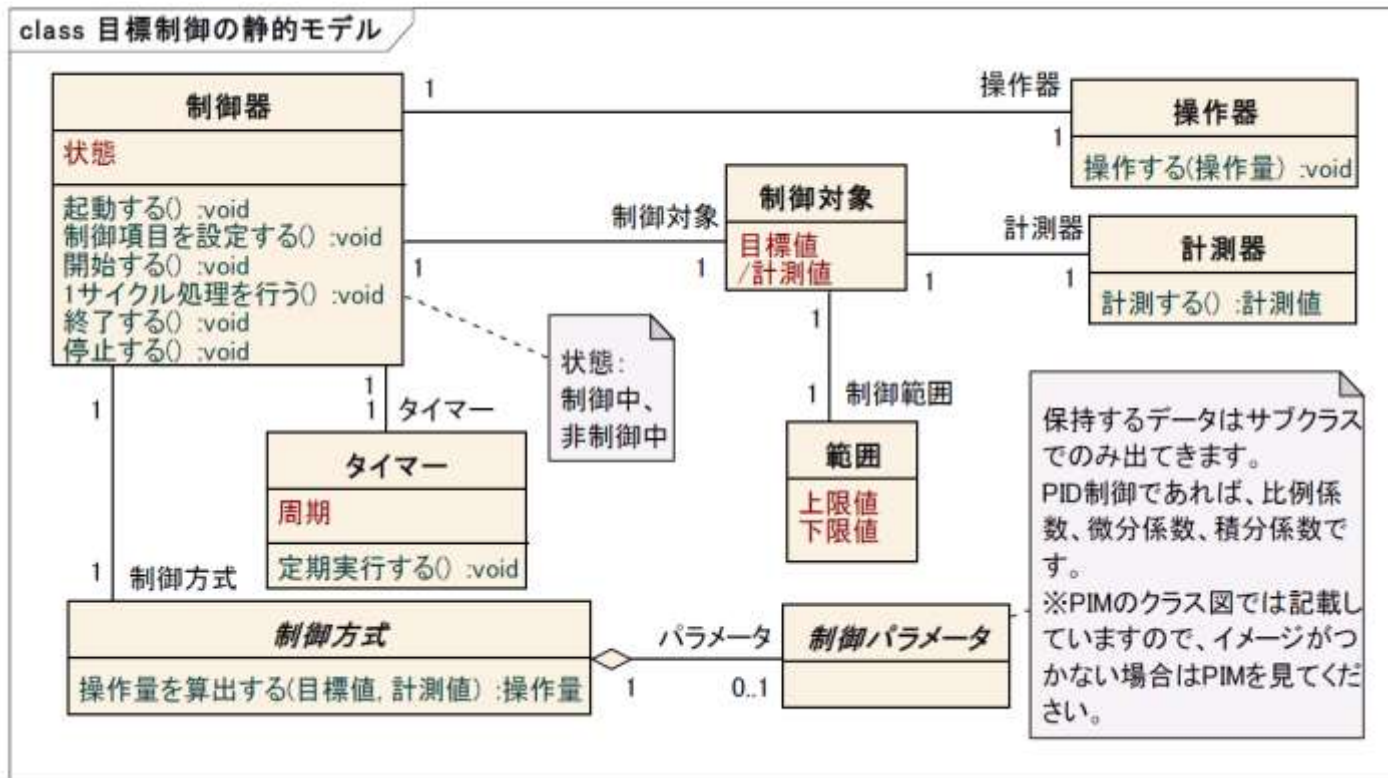
# 組込みシステムの設計実装への モデルカタログの活用

仙台高等専門学校 情報システム工学科

力武克彰, 新村祐太(豊橋技科大), 菊池雄太郎(仙台高専)

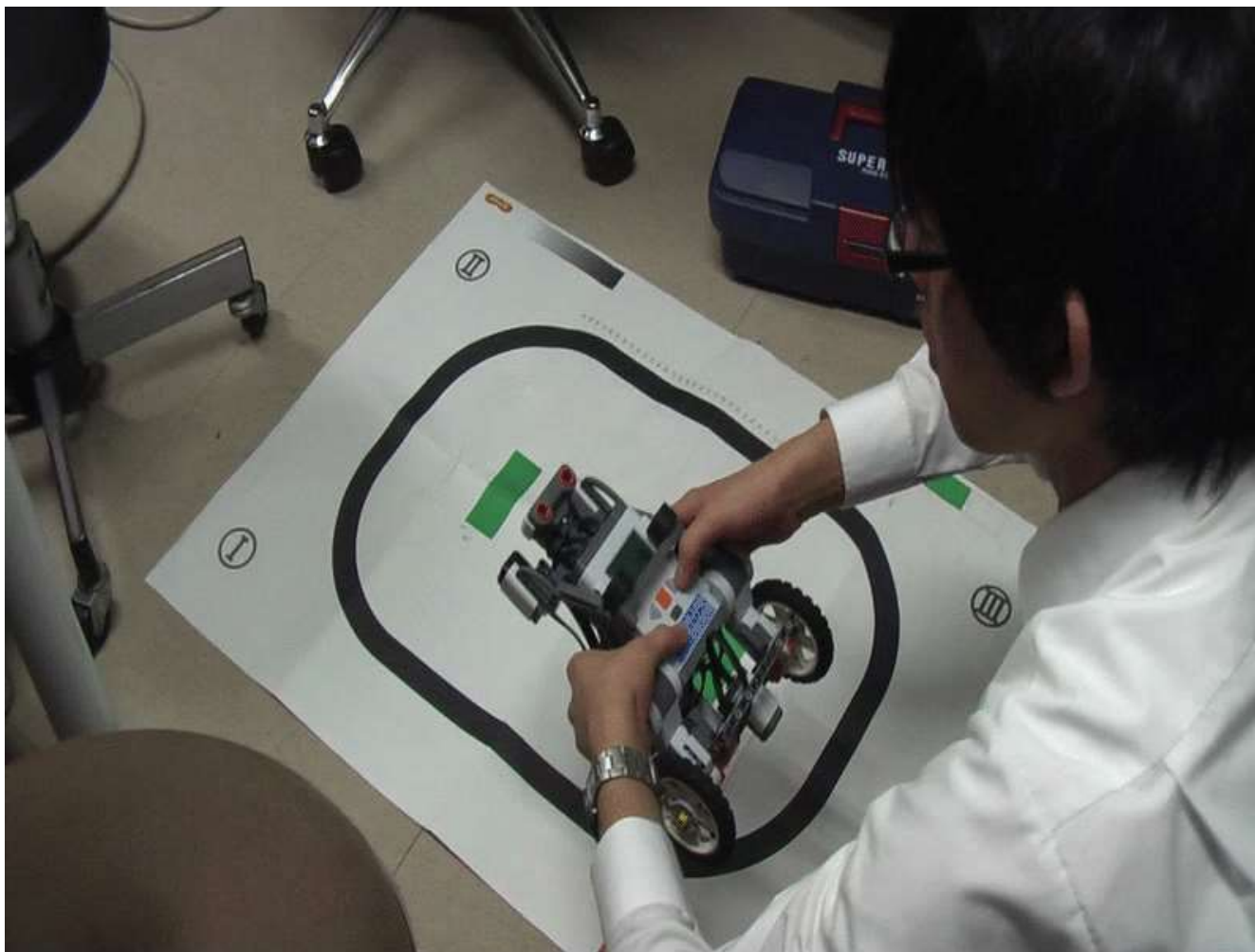
「組込み分野のためのUMLモデルカタログ(\*)」  
のモデルを実装してみました。  
(\* 以下、モデルカタログと呼びます)

## モデルカタログ：目標制御モデル



モデルカタログより引用

## 実装：目標制御モデル



# Agenda

- モデルカタログとは？
- 今回やったこと
- 目標制御モデルの実装
- まとめ

モデルカタログとは？

# 組込みモデリング部会

- 活動目的

- » 組込み分野におけるUMLモデリングによる開発を促進するため、お手本となるべきモデルの流通化を目指す
- » モデリングによる開発の生産性の向上
- » 技術者のモデリングスキルの向上

- 活動内容

- » 組込み分野のためのUMLモデルカタログの作成
- » 「小さなモデル」の作成 ⇒ ワークショップ

# 組込み分野のためのUMLモデルカタログ

組込み分野でモデリングする全ての人に捧げるモデル集

<http://www.umtp-japan.org/modules/introduction1/index.php?id=47&tmid0=24>

組込み分野のさまざまなモデルを集めたカタログ

- 様々な製品、機能、部品に対してお手本となるようなUMLモデルを提供
  - » モデル解説書(pdf)
  - » Enterprise Architectのモデルファイル



# モデルカタログ掲載モデル

- 製品編

- » ある製品を実現するようなもの
  - インライン装置、エアコン、など(5製品)

- 機能編

- » 多くの製品に共通して搭載されるような機能
  - 認証、自己診断

- 部品編

- » 汎用的でライブラリとして使用できる部品
  - 目標制御、プログラム更新機能

# 各モデルの構成

- 一つの要求仕様(製品、機能、部品)に対して複数のモデルを掲載
  - » 異なるコンセプトに基づくモデル
- 分析モデル、PIM設計モデルまでを掲載
- PSM設計モデルは未掲載



※PSM 設計モデルは、本書の対象外。将来の改版において含める予定。

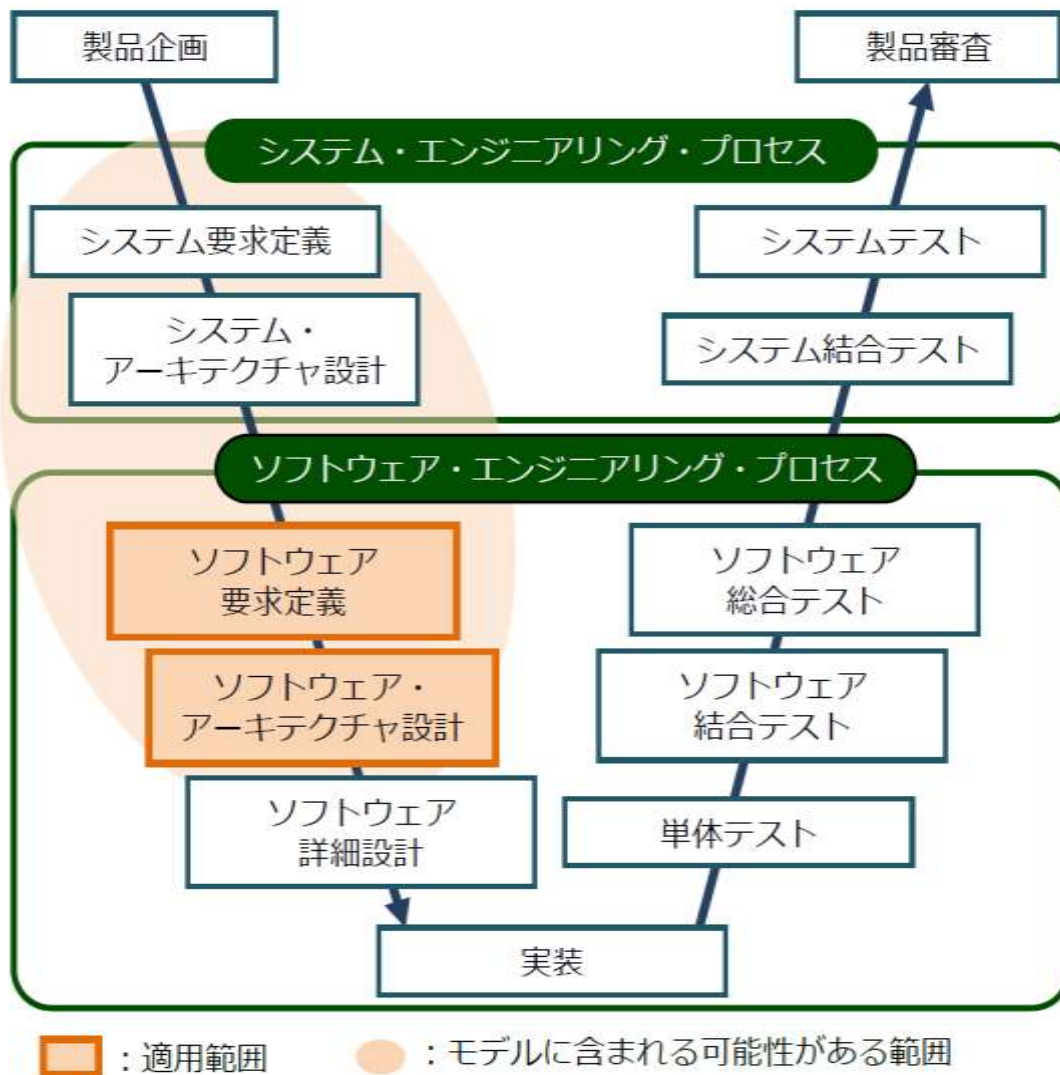
PIM: Platform Independent Model

PSM: Platform Specified Model

モデルカタログより引用

- モデル解説書例：部品編 目標制御
  - » 要求仕様
    - ユースケース図、ユースケース記述、用語集などで記述
  - » モデル一覧
  - » モデルのコンセプト
  - » 分析モデル
    - 静的モデル：クラス図、オブジェクト図、等
    - 動的モデル：ステートマシン図、シーケンス図、等
  - » PIMモデル
    - 静的モデル
    - 動的モデル

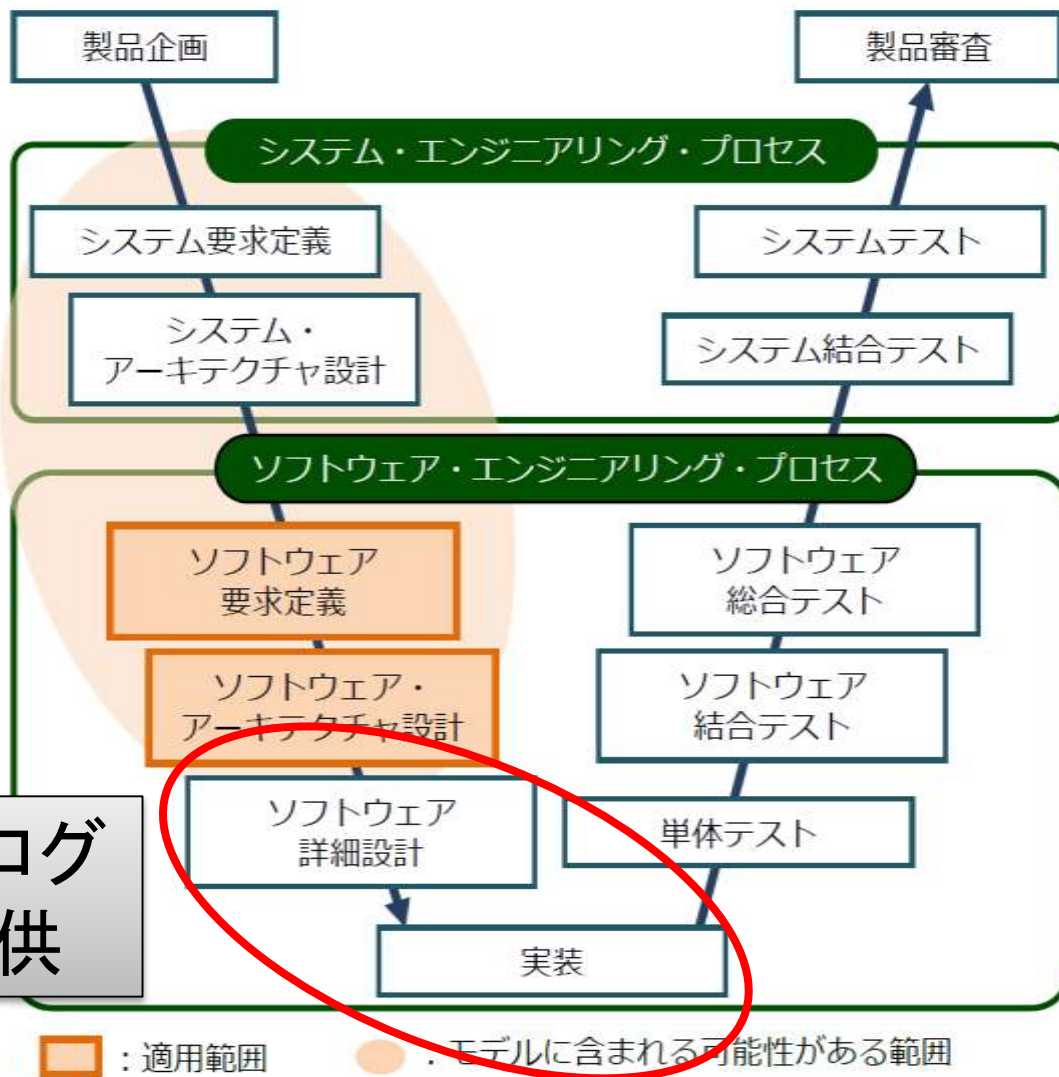
# モデルカタログの適用範囲



モデルカタログより引用

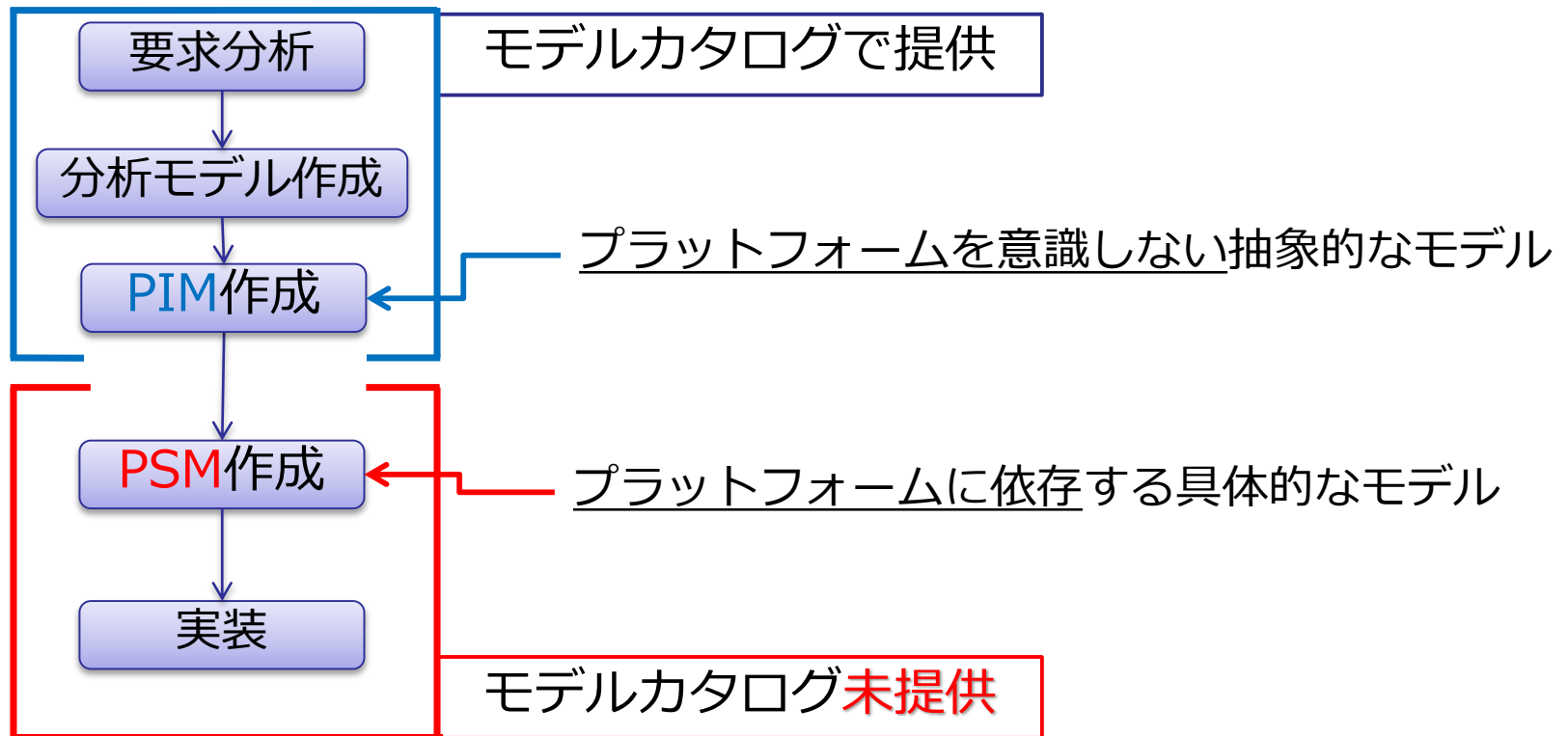
今回やったこと

# モデルカタログの適用範囲



モデルカタログ  
では未提供

# モデルカタログへの不安

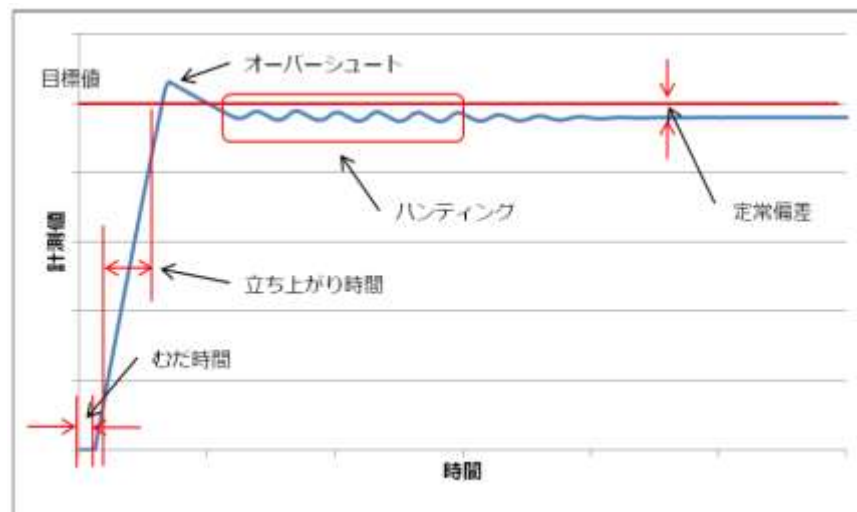


- PSMをどのように作ればいいのか分からない
- 開発事例が無く、システムを実現出来るか分からない

# カタログ提供モデルの実装

カタログ提供モデルを使って組込みシステムの開発を行い、モデルの実装事例を提供する

- 対象モデル：
  - » [部品編] 目標制御モデル



モデルカタログより引用

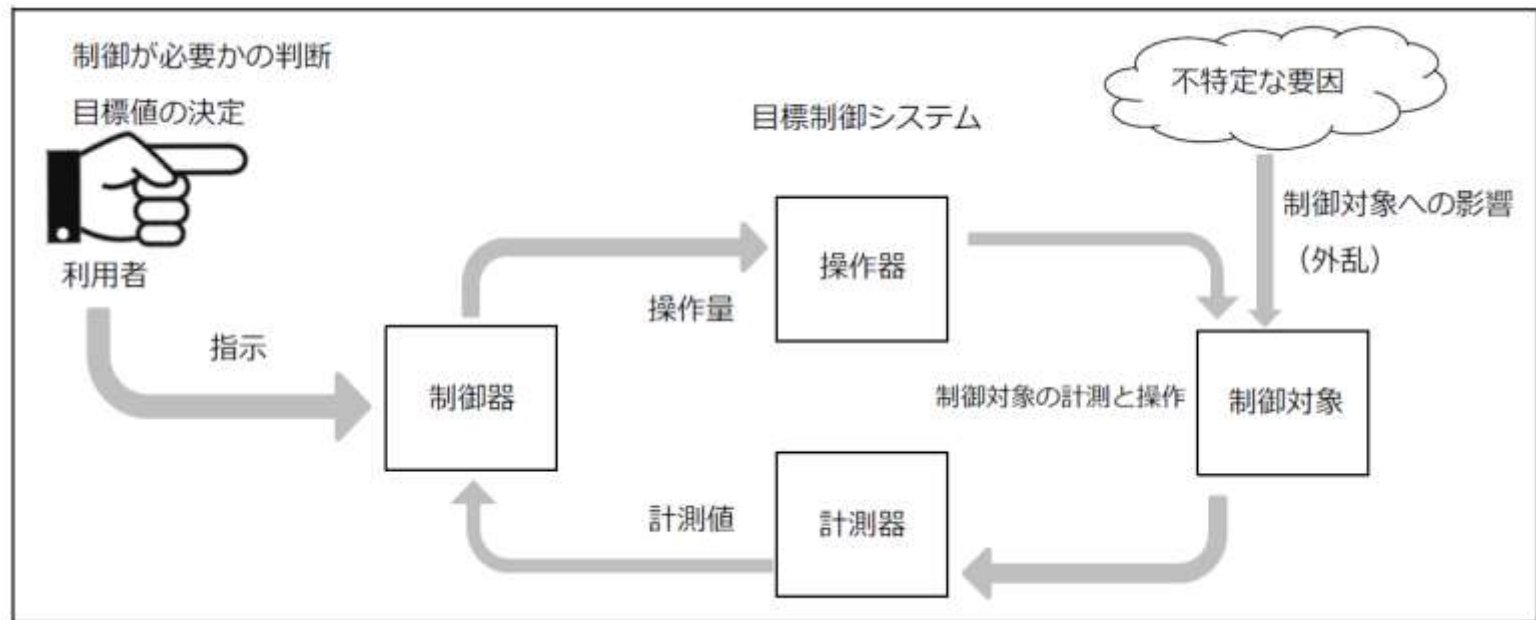


# 目標制御モデルの実装

# 目標制御モデル(モデルカタログ)

- 目標制御

- » 制御対象の計測値が目標値となるように制御する方式
  - 例) エアコンの室内温度の調整
- » 非常に汎用的なモデル

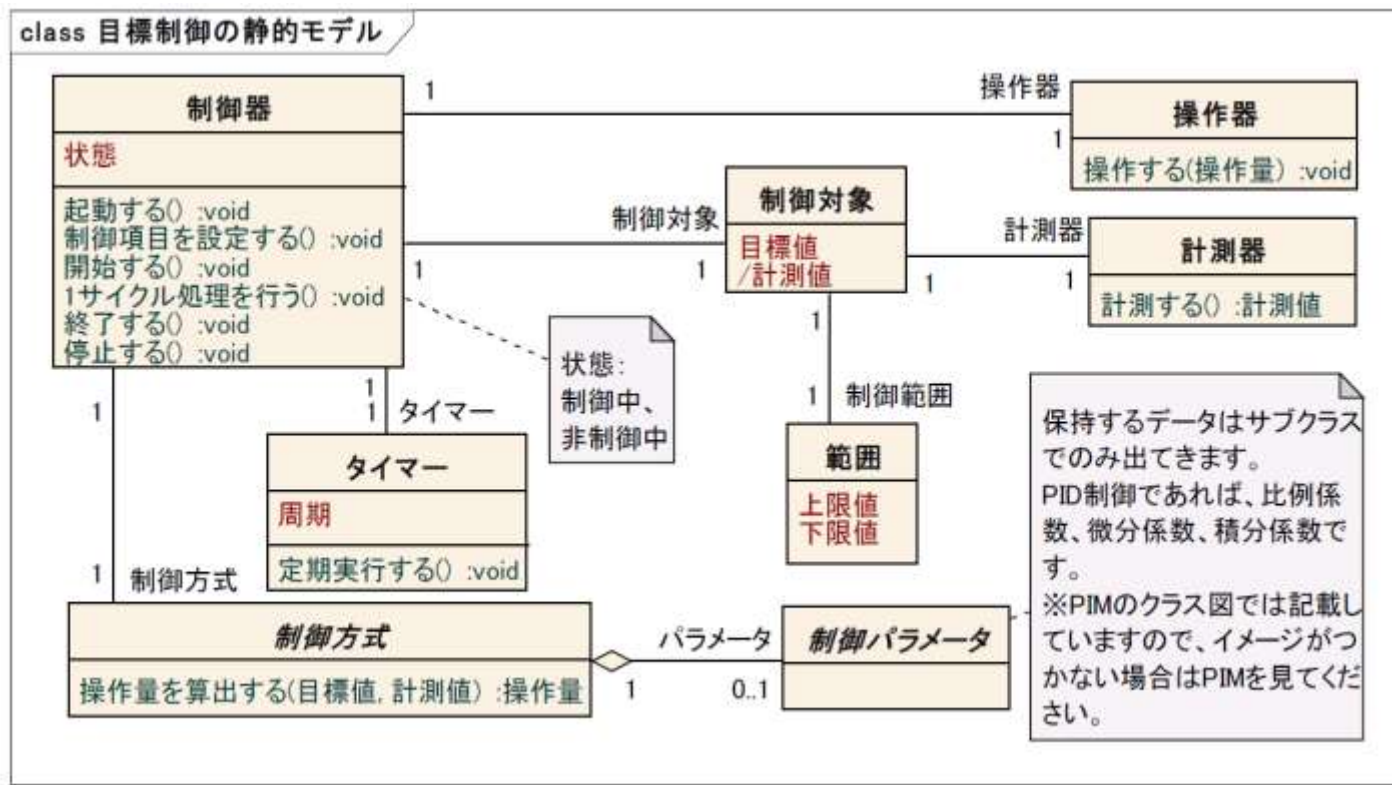


モデルカタログより引用

# 目標制御モデル(モデルカタログ)

- 分析モデル(静的モデル)

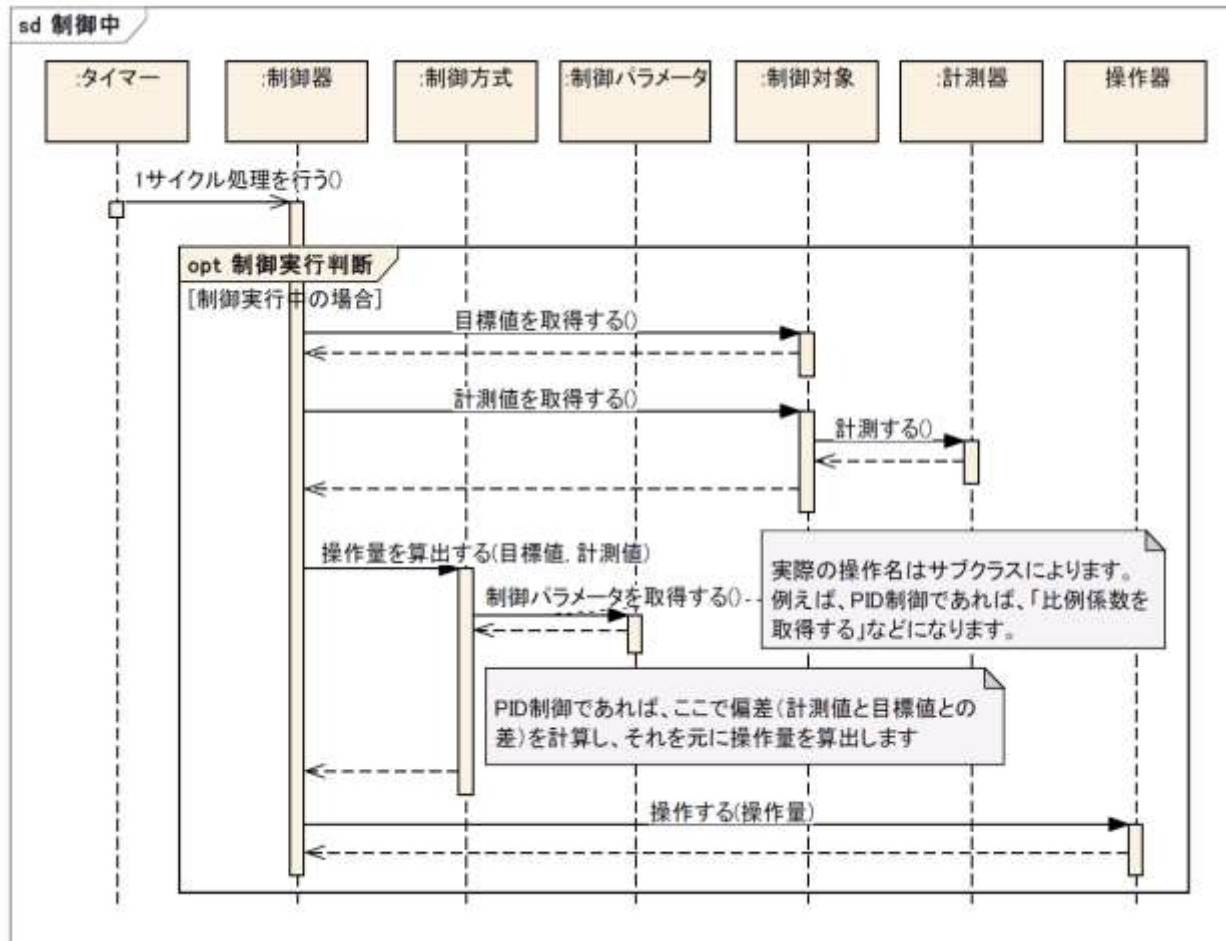
» 制御器、操作器、制御対象、計測器がそのままモデル要素へ



モデルカタログより引用

# 目標制御モデル(モデルカタログ)

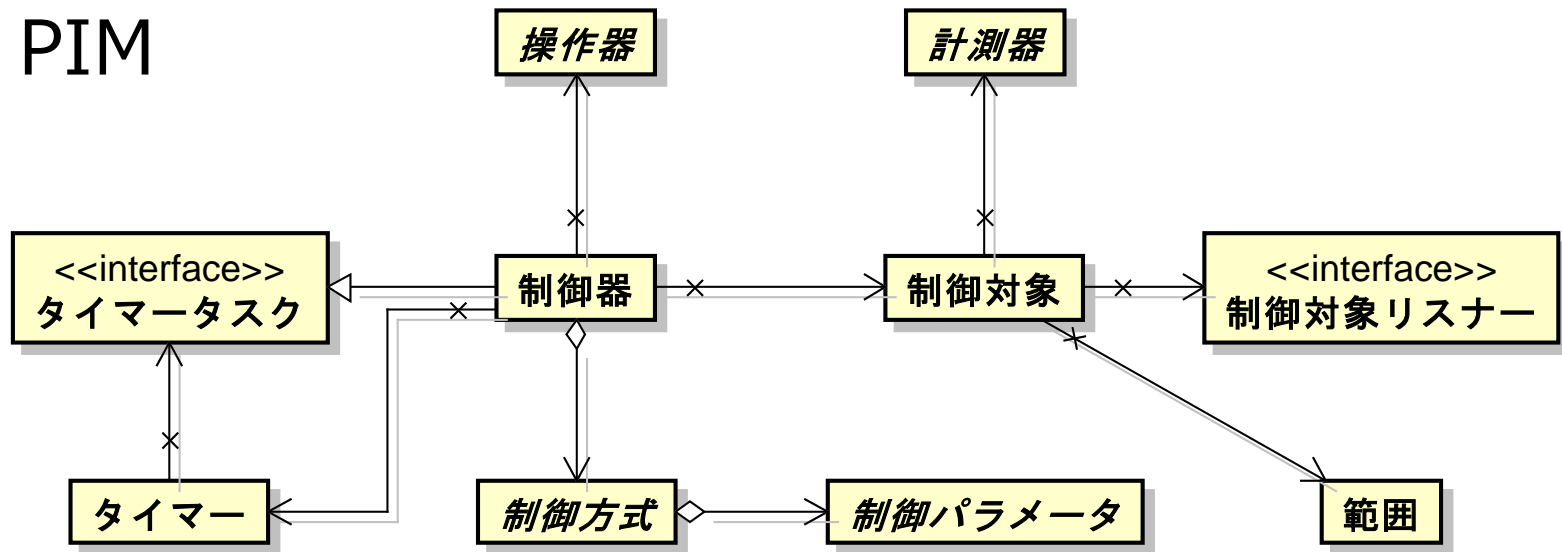
- 分析モデル(動的モデル)



モデルカタログより引用

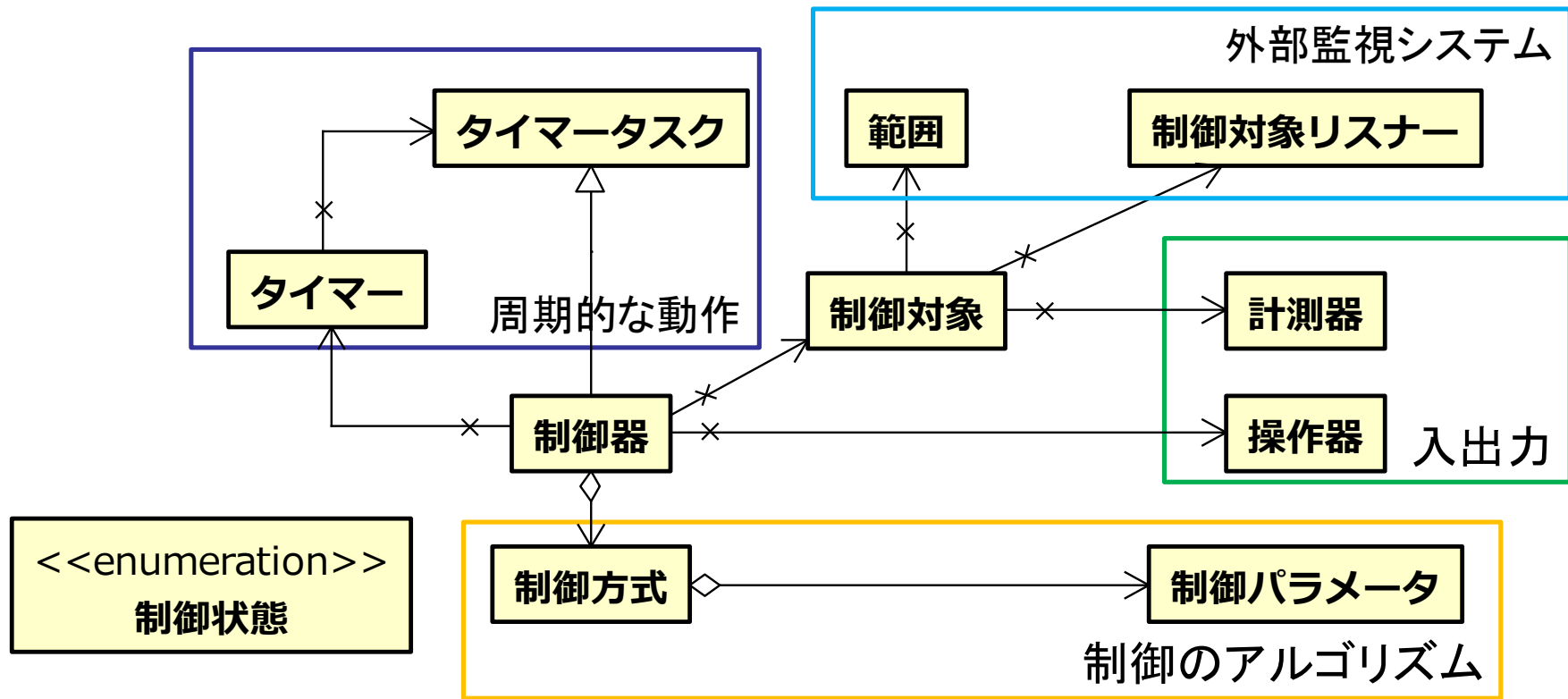
# 目標制御モデル(モデルカタログ)

- PIM



- » 各クラスのメソッドの詳細化
- » タイマによる制御呼出しの検討
- » 例外的状況への対応の検討(範囲クラス)

# 目標制御モデル(モデルカタログ)



# 実装対象のハードウェア

## ETロボコン走行体(LEGO MINDSTORMS NXT)

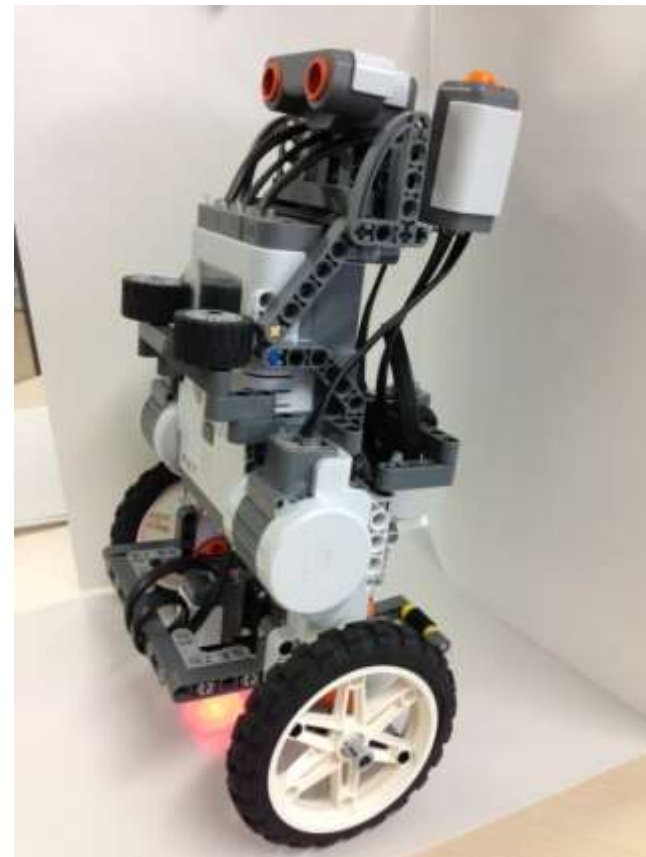
- インターフェース

- » サーボモータ (両車輪、尻尾)
- » 各種センサ (光センサ等)

- ファームウェア

- » leJOS-NXJ
  - Java
- » nxtOSEK
  - C/C++環境

2つの開発  
プラットフォーム



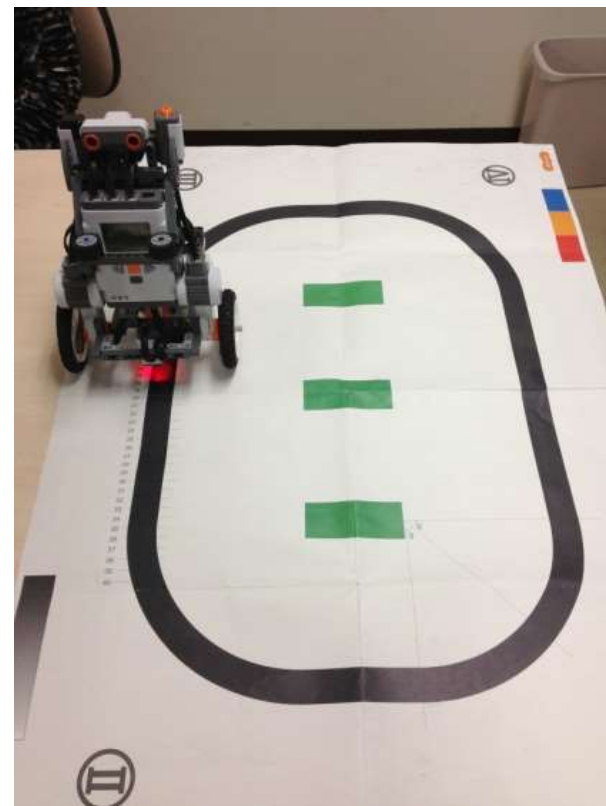
# 開発システム

## ライントレース走行システム

- システム構成要素

- » 輝度値制御
- » 速度制御
- » 尻尾角度制御
- » (曲率半径制御)

3つの  
ドメイン

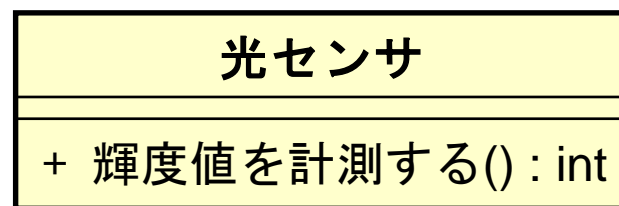
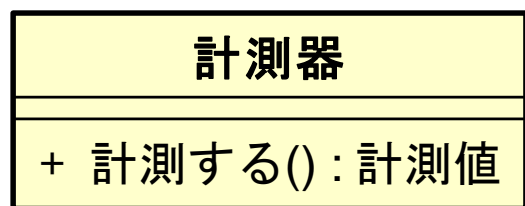


1つの目標制御モデルのPIMから、  
3ドメイン×2プラットフォームのPSMを作成、実装



# PIMのドメインへの適用

汎用的な目標制御モデルの言葉を、各ドメイン(輝度値制御、走行速度制御、尻尾角度制御)の言葉に置き換える。



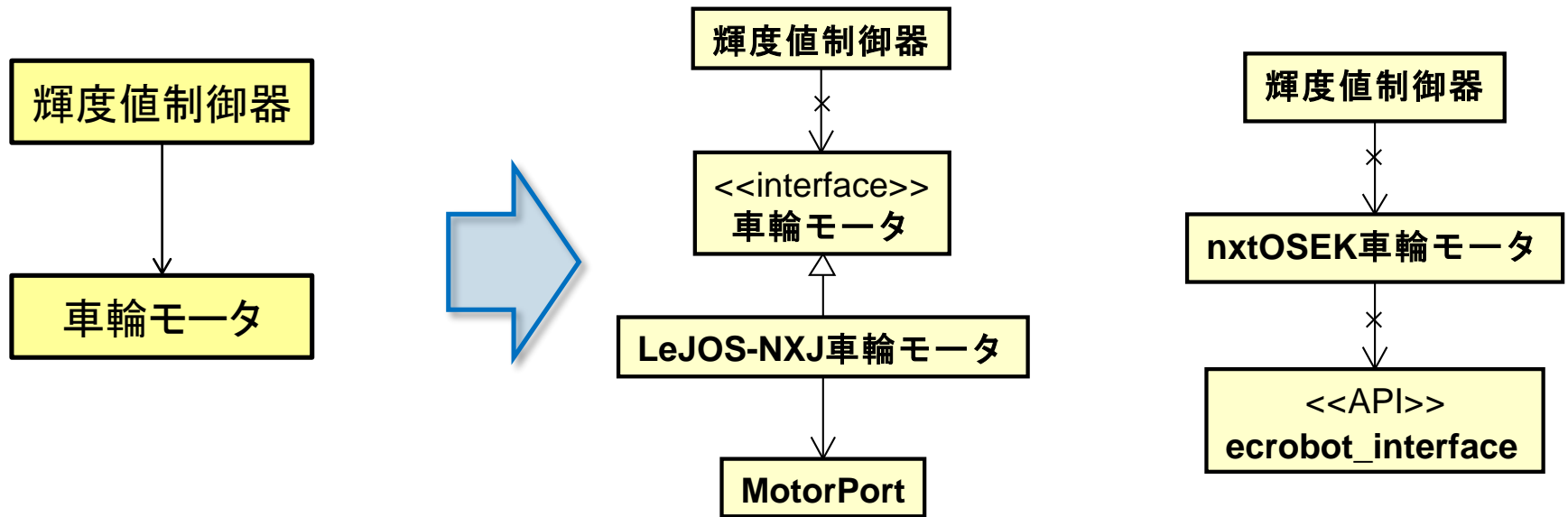
## 目標制御PIM

- » 計測器とは?
- » 何を計測するのか?
- » 計測値のデータ型は?

## 輝度値制御PIM

- » 計測器: 光センサ
- » 計測するもの: 輝度値
- » 計測値のデータ型: int型

# PSMの作成 各プラットフォームへの適用



## 輝度値制御PIM

1. 抽象クラスをどう実装するか？
2. 操作器はどのように操作を行うか？

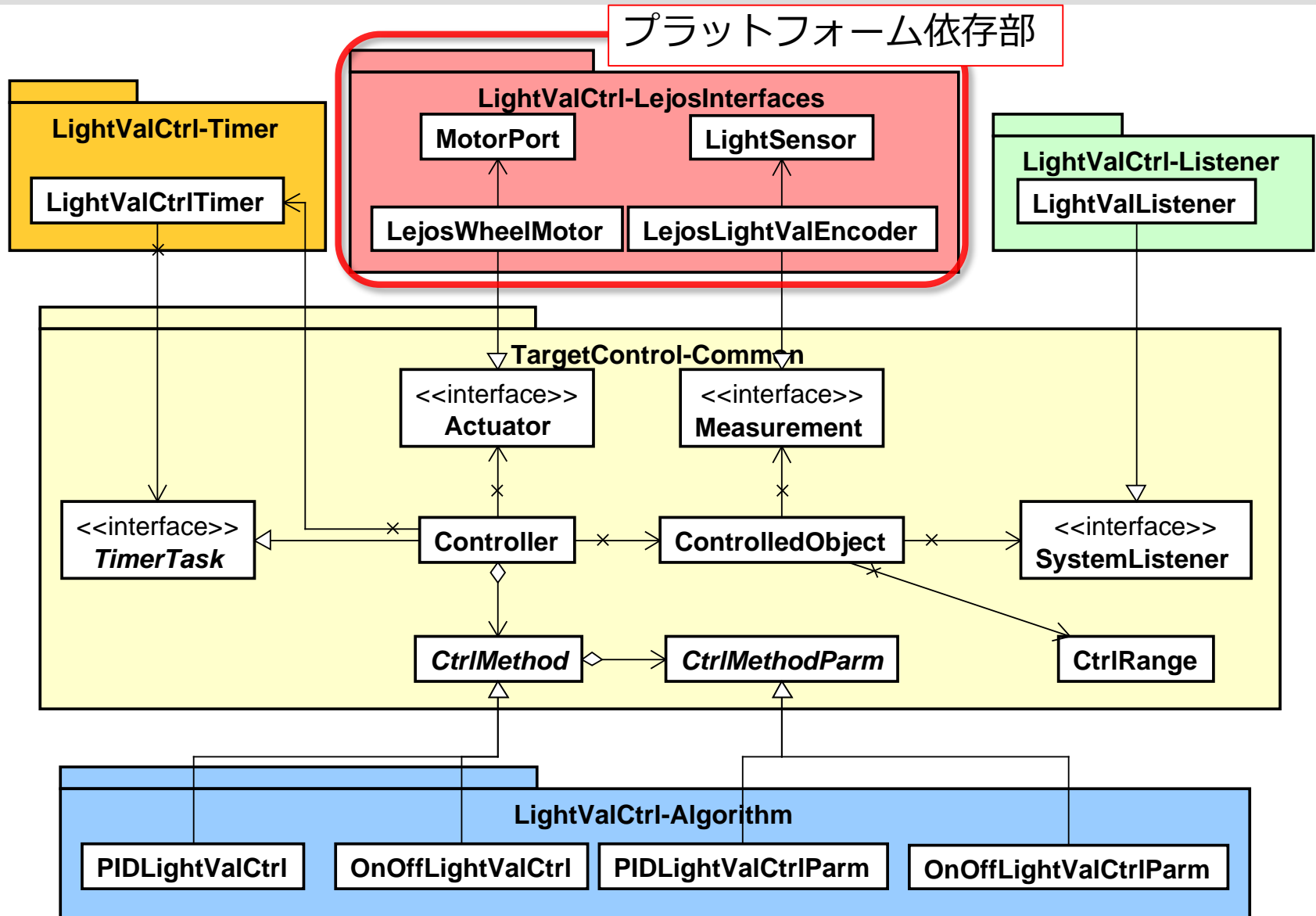
## leJOS-NXJ版 輝度値制御PSM

1. 継承して実装
2. 操作APIを持つクラスの利用

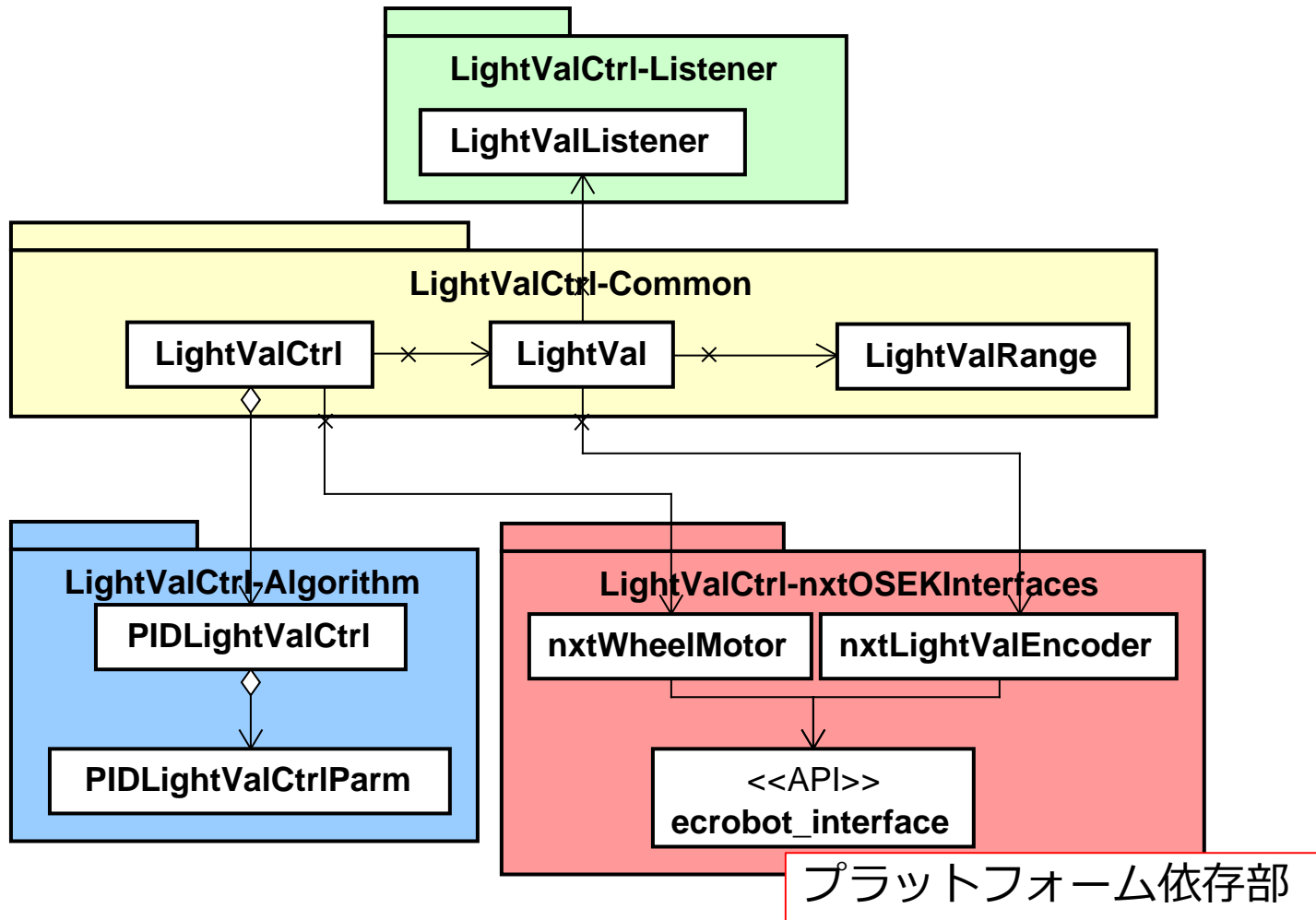
## nxtOSEK版 輝度値制御PSM

1. 除去して実装
2. 操作APIを持つライブラリの利用

# leJOS-NXJ版 輝度値制御システムPSM(静的)



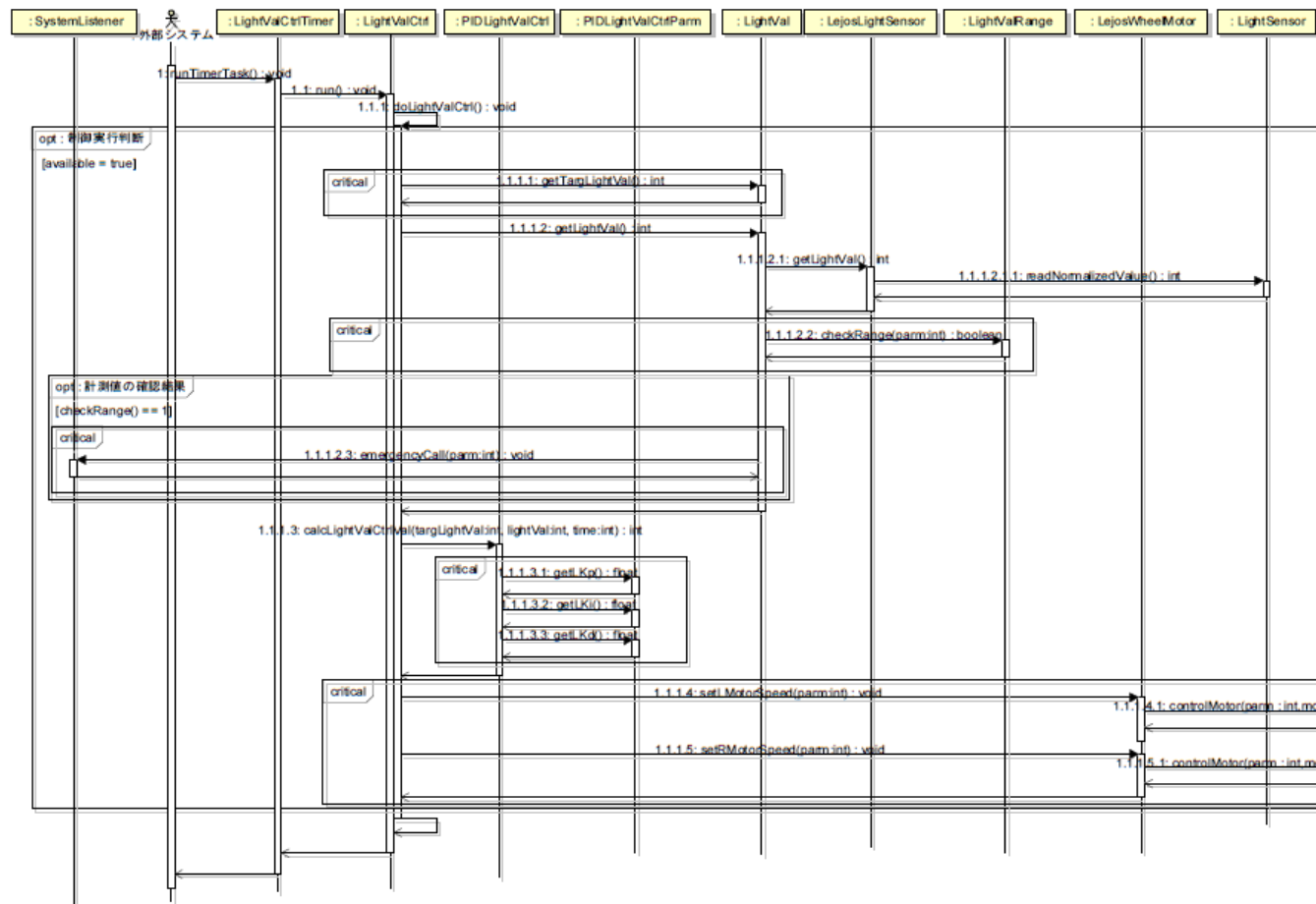
# nxtOSEK版 輝度値制御システムPSM(静的)



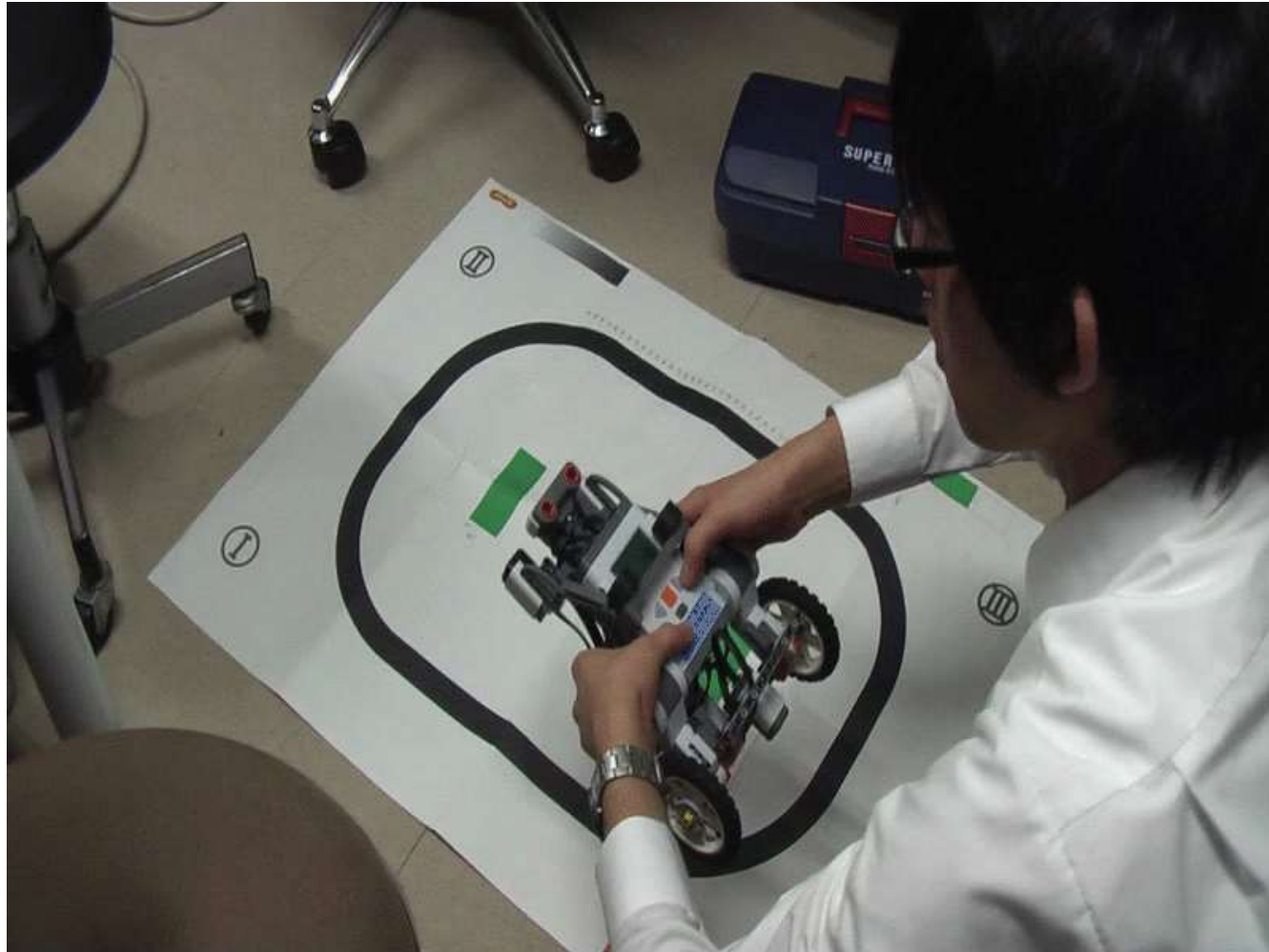
# leJOS-NXJ版輝度値制御システムPSM(動的)

分析モデルのシーケンス図を基に作成。

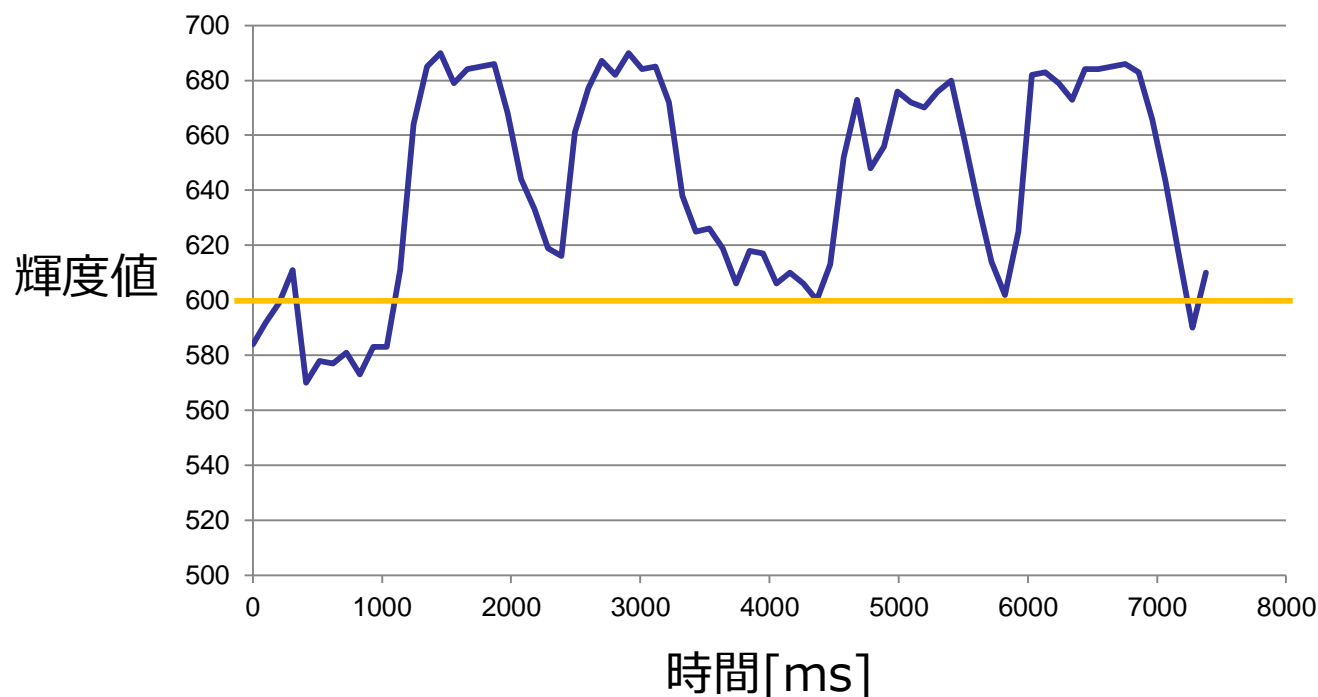
実際には、ソースコード⇔PSM間での修正



# 実装・動作検証



## 輝度値制御(ライントレース)



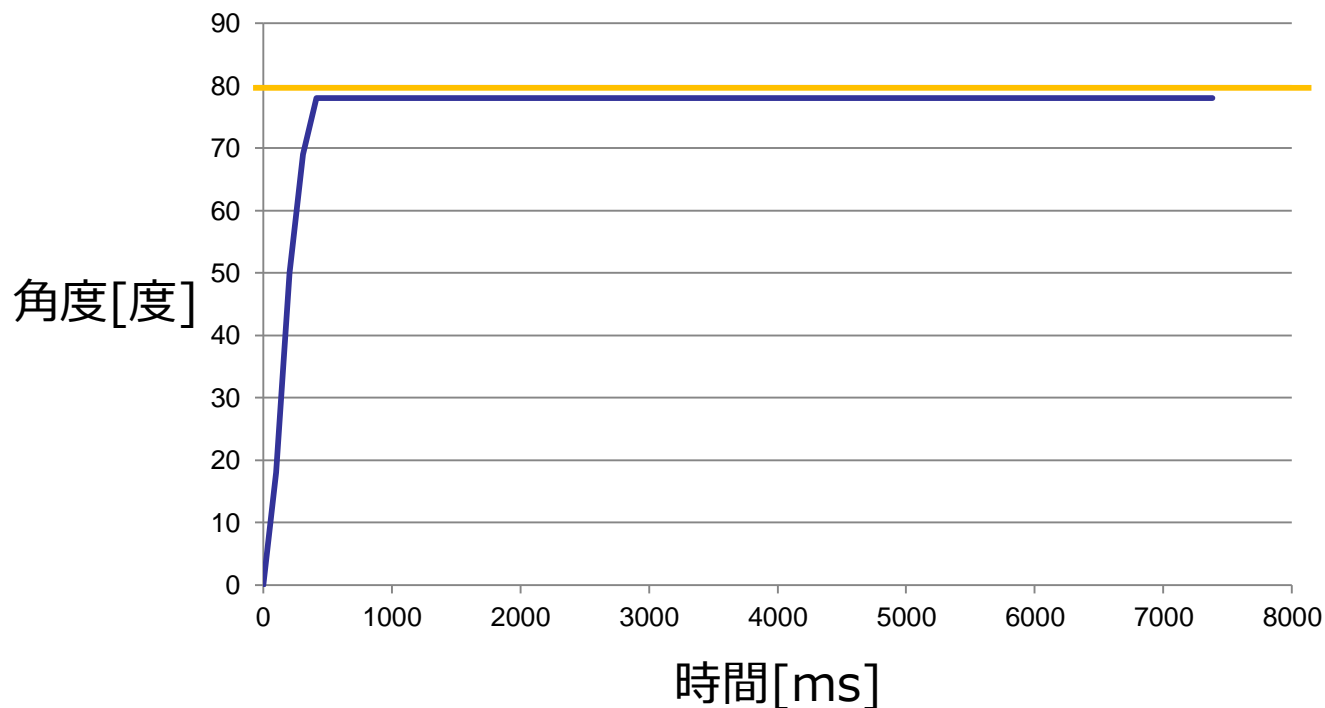
制御方式：PID制御

制御対象：輝度値 0~1023

操作量：旋回量 -100~100

$K_p = 1.85$ ,  $K_i = 0.03[1/s]$ ,  $K_d = 0.03[s]$

## 尻尾角度制御



制御方式：P制御

制御対象：尻尾角度

操作量：モータ出力 0~100

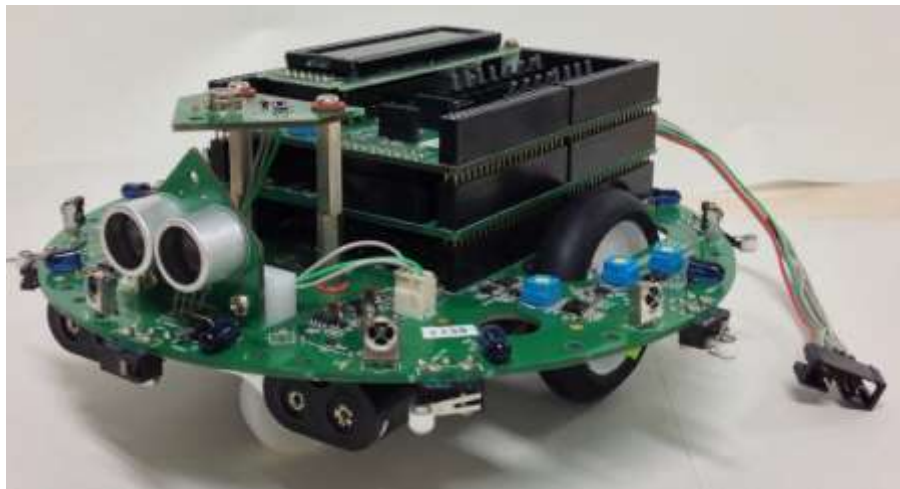
$K_p = 1.85[1/\text{度}]$



# 他のハードウェアでの実装

- DONKEYロボットキット((株)北斗電子)

- MPU ルネサスM16C/Tiny
- OS無し
- 開発言語 : C, アセンブラ



- 計測器
  - » ロータリエンコーダ
- 操作器
  - » 車輪DCモータ (左右一つずつ)
  - » PWM駆動

nxtOSEK版 速度制御システムPSMとほぼ同じモデルで、  
モータ回転速度制御を実装可

# 目標制御モデルの実装までの流れ

1. カタログを読み込む(特に要求分析、分析モデル)
  - » 前提条件、制約条件、モデルの意図の理解
  - » 用語の整理・統一
2. PIMをドメインへ適用する(PIMの変更)
  - » 目標制御モデルの構造はほぼそのまま利用可能
3. 各プラットフォームに適応したPSMの作成
  - » 目標制御モデルではPIMにおいて、プラットフォームに関連するところ、しないところが明確に分かれている
4. プログラムの実装
  - » (可能であれば)ツールの利用 + シーケンス図の活用