

派生開発カンファレンス2012

ETロボコンへのPFDとUSDMの適用

2012/5/25

株式会社 日立製作所 横浜研究所
組込みソフトウェア研究部

○八木将計, 深谷直彦, 大原貴都, 小川秀人

カンファレンス2012

ETロボコンへのPFDとUSDMの適用

注) 今日はUSDMの話はしません。

2012/5/25

株式会社 日立製作所 横浜研究所
組込みソフトウェア研究部

本日の主張点

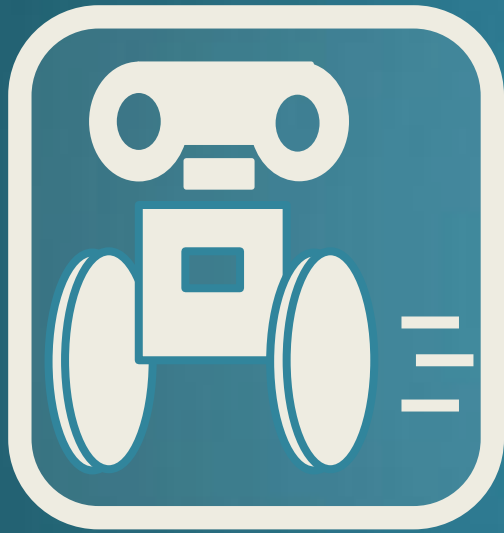
PFDは、
何を提供するか
をちゃんと
考えよう!!



自己紹介

八木 将計(やぎ まさかず)
(株)日立製作所 横浜研究所
組込みソフトウェア研究部 研究員

ロボコン?



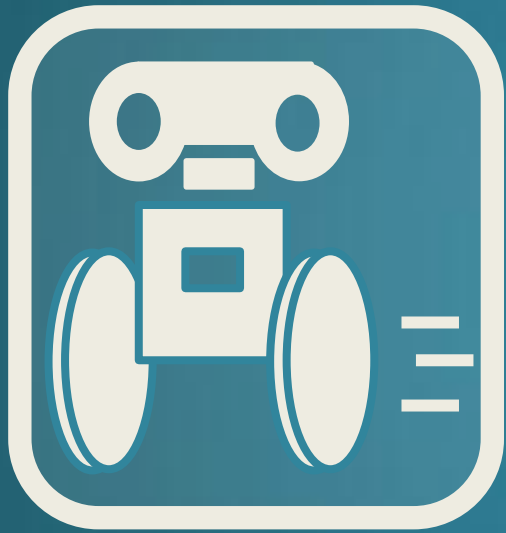
課題は何?



でどうした?



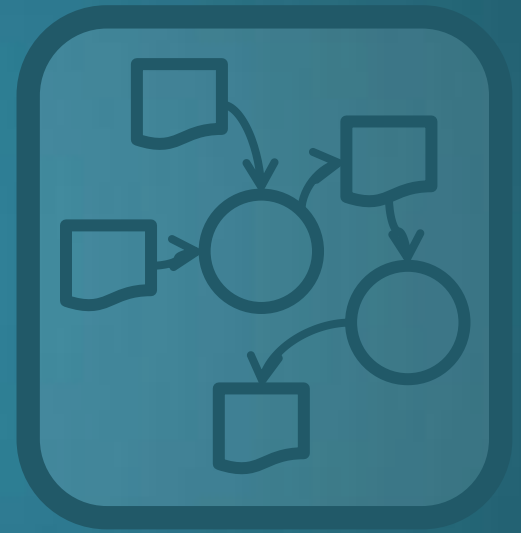
ロボコン?



課題は何?



でどうした?



(1) ETロボコンとは?



ETロボコン2012 ETROBO CON 2012

ETロボコンとは? 地区大会 チャンピオンシップ大会 What's New

ETロボコン2012 参加チーム登録受付は終了しました。
ETロボコン2012 年間スケジュールを公開しました。詳細こちら >>
《2011年の情報はこちら》

ETロボコン2012

- 概要
 - 開催概要
 - 年間スケジュール
 - 参加申込方法
 - 参加規約
 - 競技規則
 - モデル審査基準
 - 参加チーム一覧
- イベント
 - 実施説明会
 - 技術教育
 - 技術教育<その他>
 - 試合会
 - 試合会<その他>
 - 地区大会
 - 1次大会 | 2次大会 | 3次大会 | 4次大会 | 5次大会 | 6次大会 | 7次大会 | 8次大会 | 9次大会 | 10次大会
 - 地区オリジナルイベント
 - チャンピオンシップ大会

ETロボコン2012実行委員会

ETロボコン情報

- ETロボコンの歴史
- 入賞者のインタビュー記事
- メディア紹介記事
- リンク集(過去のETロボコン)

ETロボコン募集要項

- スポンサー募集
- 取材協力、メディア・プレス募集
- 実行委員募集

ロボットレースによる
組込み技術者
育成講座

出典：ETロボコン2012ホームページ
(http://www.etrobo.jp/2012/)

組込みシステム開発分野および同教育分野における若年層および初級エンジニアへの分析・設計モデリングの教育機会を提供すること

1) 目的

組込みシステム開発分野および同教育分野における若年層および初級エンジニアへの分析・設計モデリングの教育機会を提供すること。

- ◎ 若年層および初級組込みシステム・エンジニア向けに、モノづくりの楽しさを経験する機会を提供し、組込み分野への興味を高める。
- ◎ 複雑化する組込みシステム開発において、モデリングによる分析・設計手法の適用を進めるため、開発成果によるコンペ形式とし、実践教育の機会とします。

出典：ETロボコン2012ホームページ
(<http://www.etrobo.jp/2012/>)

で、

どういうモノ？

ロボットの

(1) 走行競技

(2) モデル設計

を競う

(1) 走行競技





走行体(ロボット)

WINDSTORMS



NXT



■ NAME : LEGO
Mindstorms NXT®

■ CPU : ARM7® 48MHz

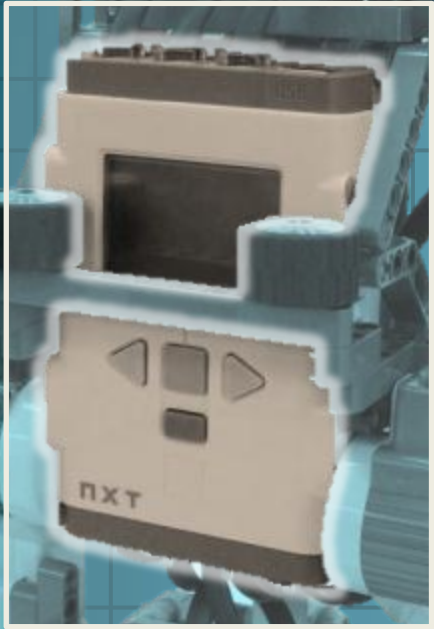
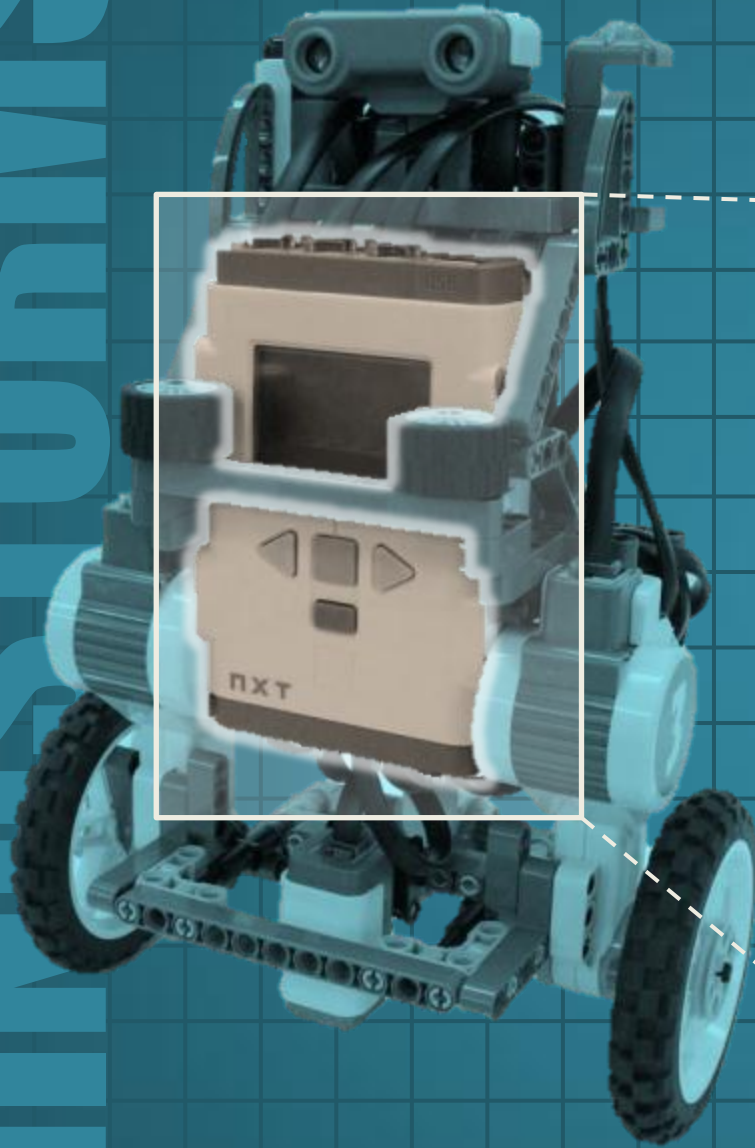
■ OS : TOPPERS/OSEK

■ MOTOR : 左右車輪モータ,
尻尾モータ

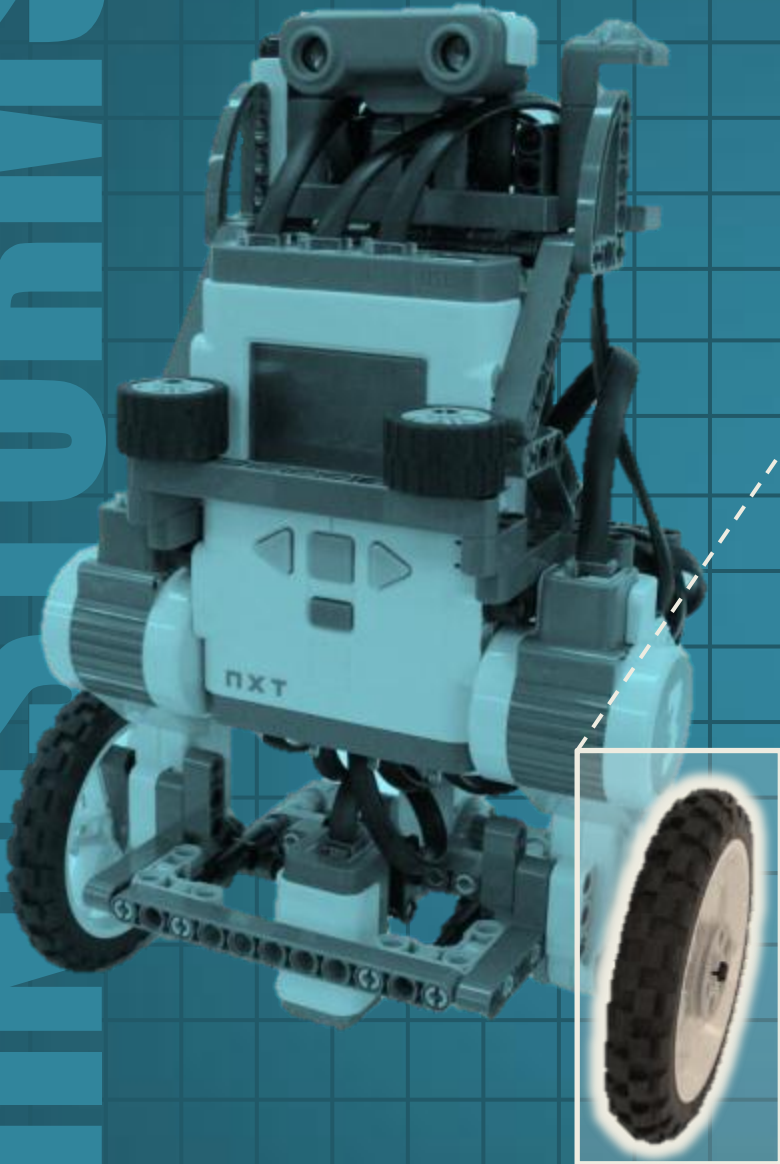
■ SENSOR : 赤外線, ジャイロ,
超音波, タッチ

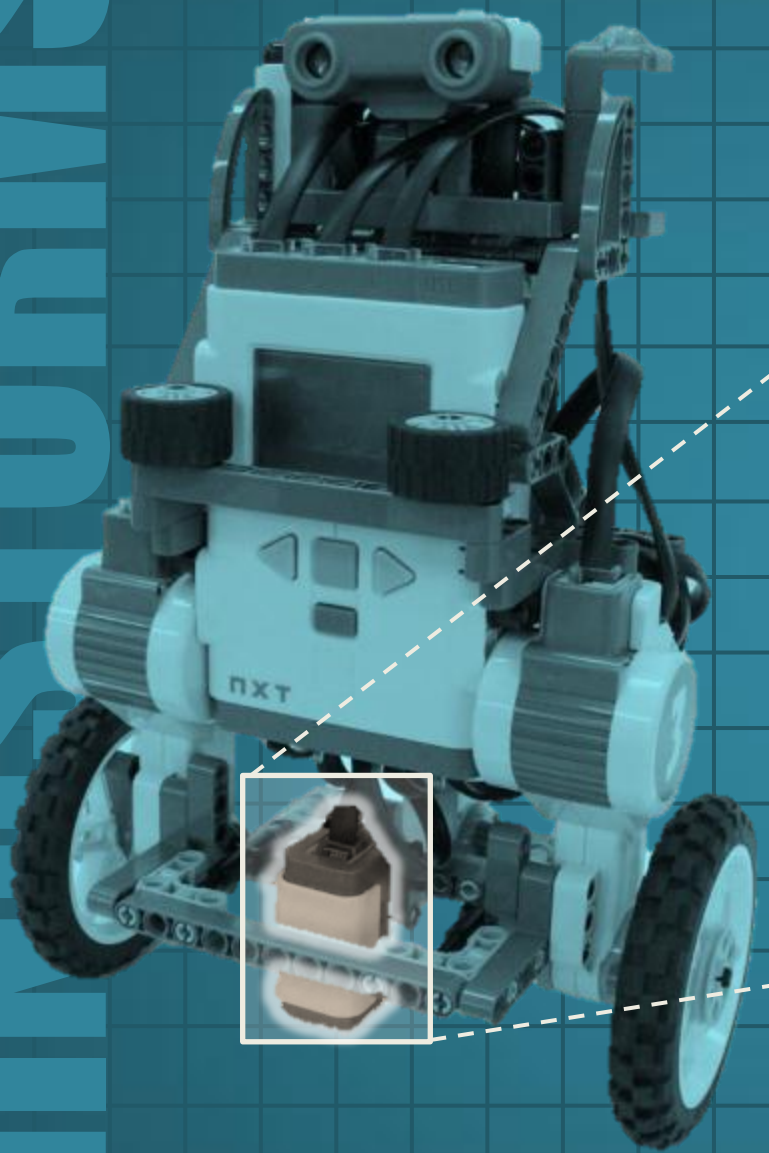
■ ETC : Bluetooth®, USB

本体, Bluetooth®, USB

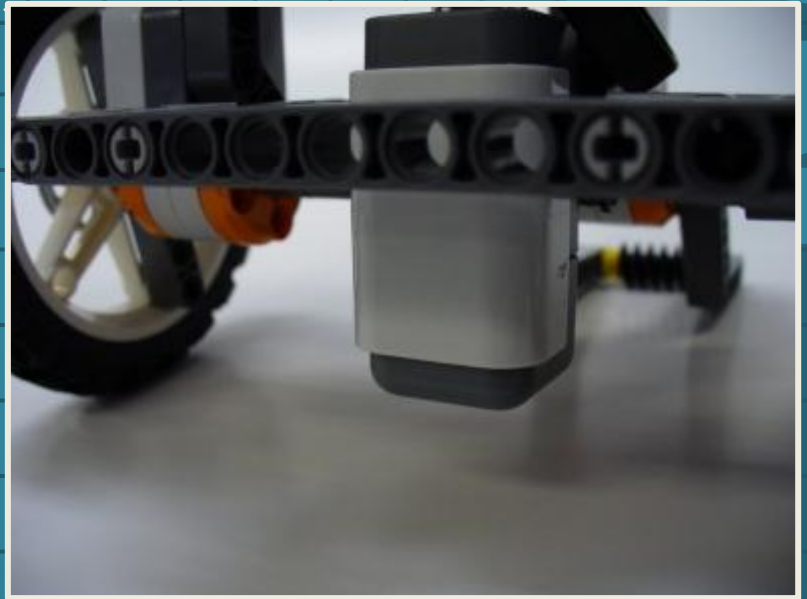


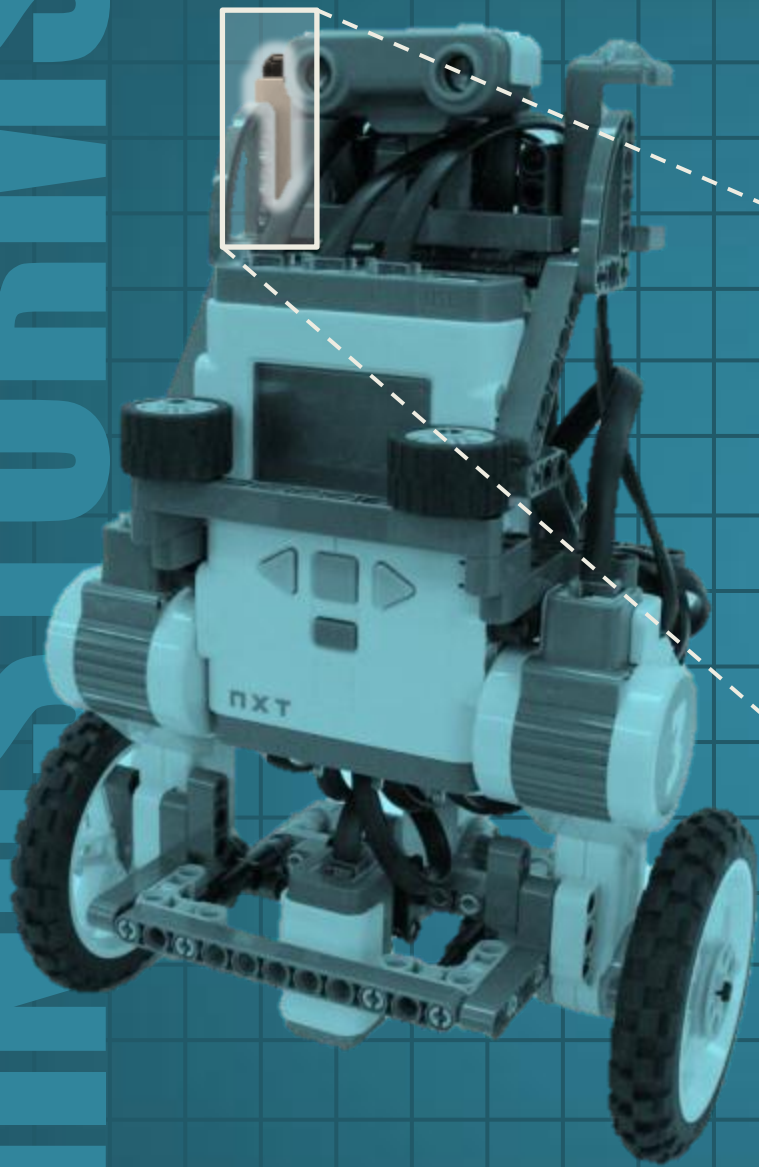
車輪駆動モータ



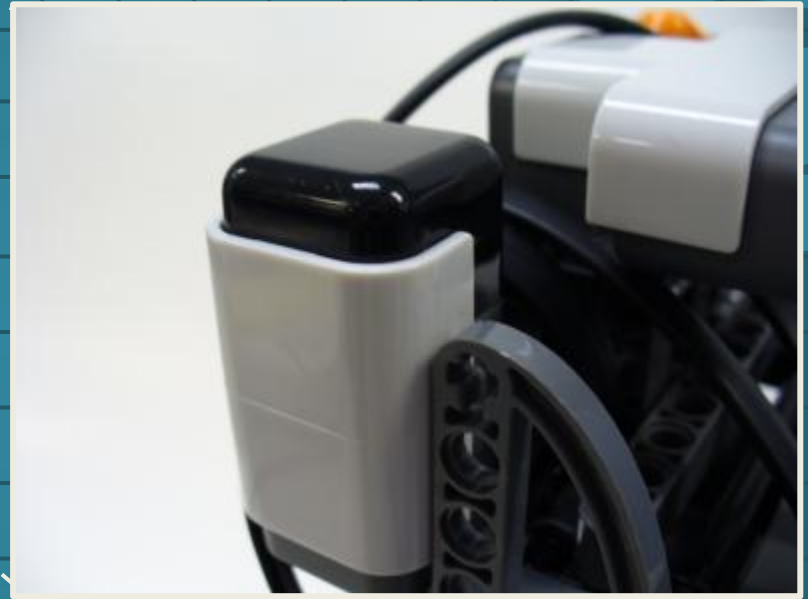


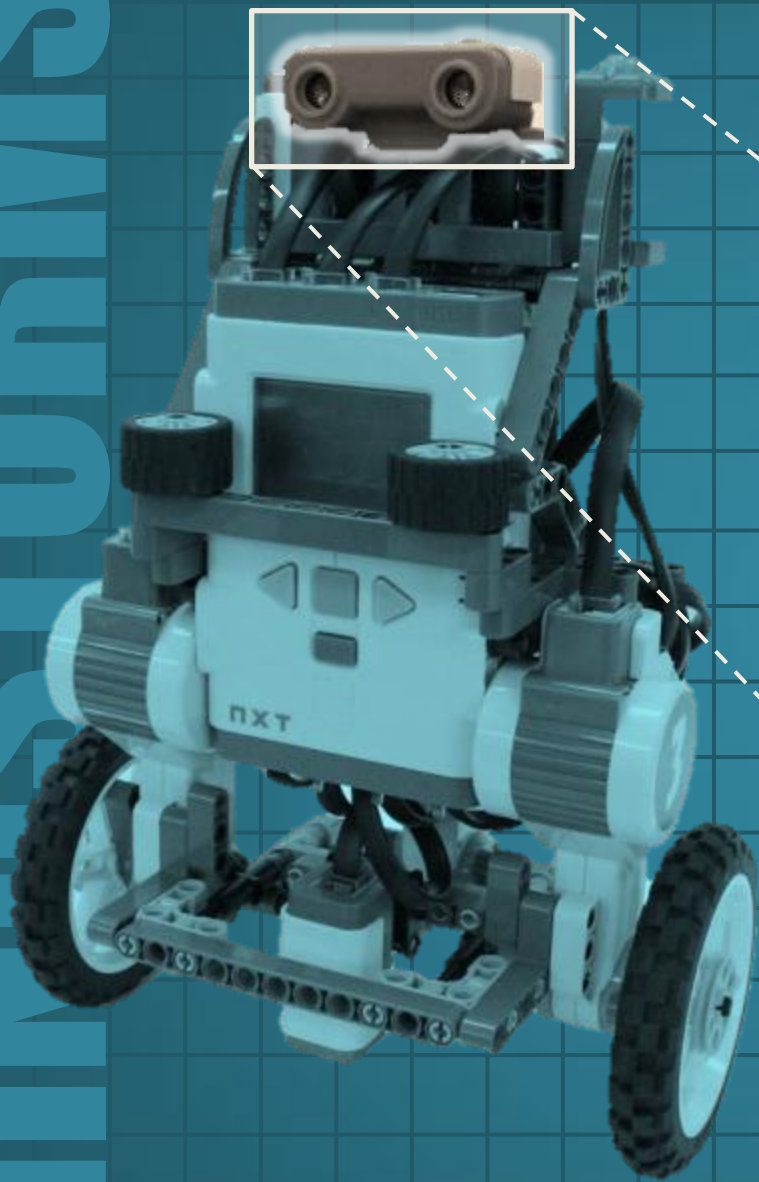
赤外線センサー





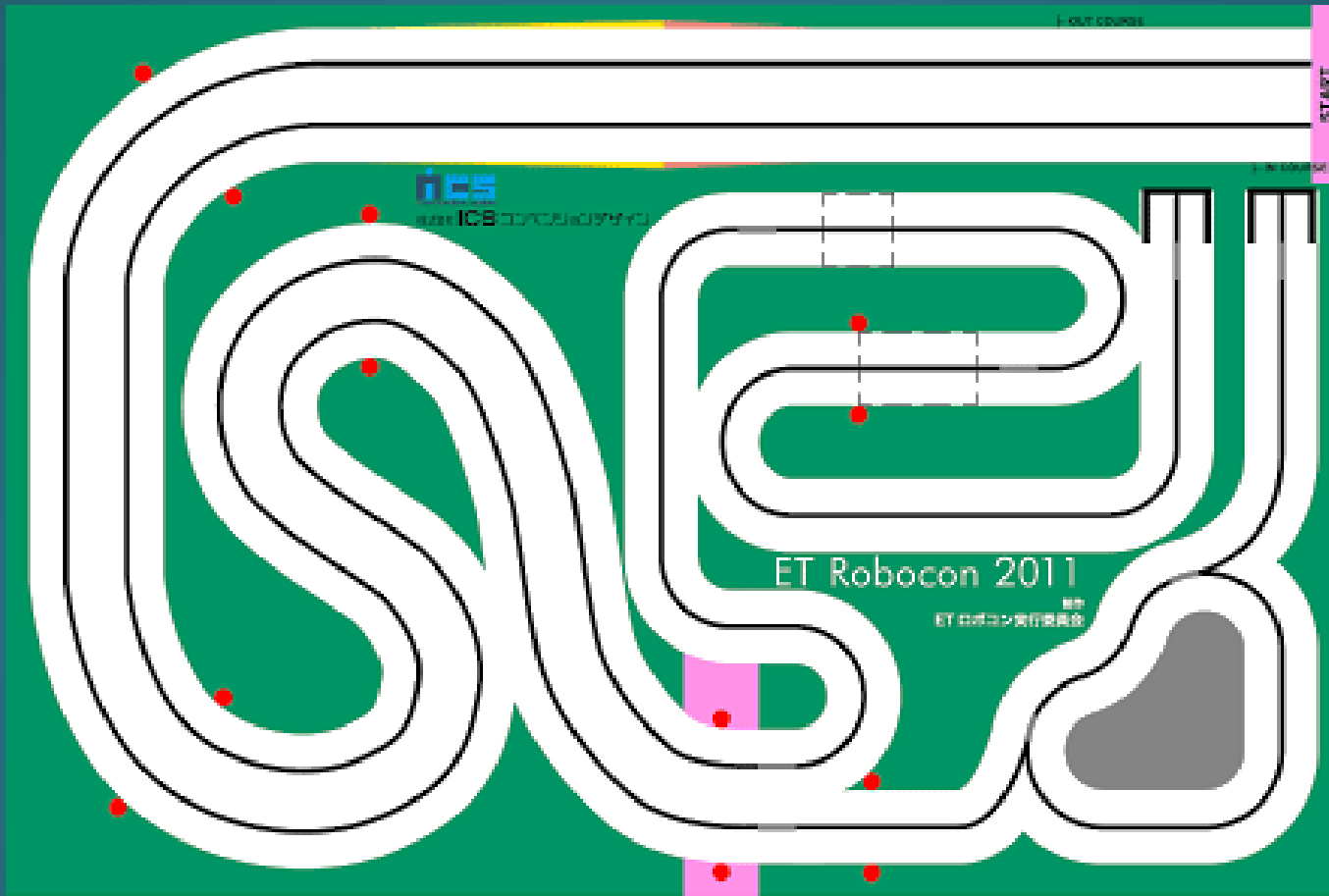
ジャイロセンサー





超音波センサー





競技フィールド

出典：ETロボコン2011ホームページ
(<http://www.etrobo.jp/2011/>)



競技フィールド

出典：ETロボコン2011ホームページ
(<http://www.etrobo.jp/2011/>)

リザルトタイム
= 走行タイム - ボーナスタイム

競技フィールド

出典：ETロボコン2011ホームページ
(<http://www.etrobo.jp/2011/>)



(2) モデル設計

1-1 チームの目標設定

ETロボコンに参加する上で、チームの「ODSC」をプレストで抽出!!

Objectives (目的)	✓会社のプレゼンス向上 ✓メンバーの技術力向上
Deliverables (成果物)	✓モデル審査資料(本資料) ✓ソースコード
Success Criteria (成功基準)	✓エレガントかつチャレンジングに優勝する

SC(成功基準)達成のため、メンバーが持つソフトウェアの手法を活用!!
※ 各種手法を実践できるメンバーの技術力向上
✓使用手法は1-3参照

1-2 課題(キーポイント)

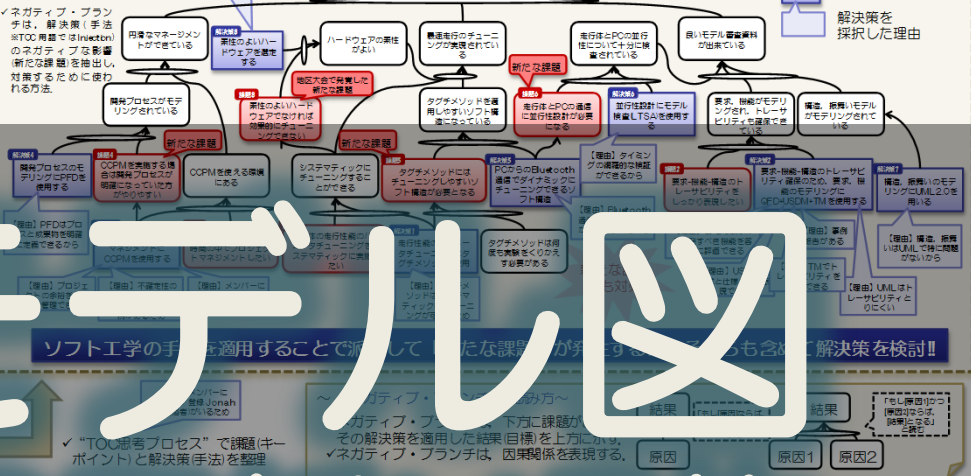
競技規約や過去のモデル審査資料を分析した結果、以下が課題(キーポイント)になると考えた。

- 課題1** 走行体の走行性能のチューニングをシステムティックに実施する
- 課題2** モデル審査資料に要求機能・性能・レスポンスをしっかりと表現する ※UMLだけでは足りない!
- 課題3** 本業務があり限られた時間の中でプロジェクトマネジメントが必要!

1-3 使用手法まとめ

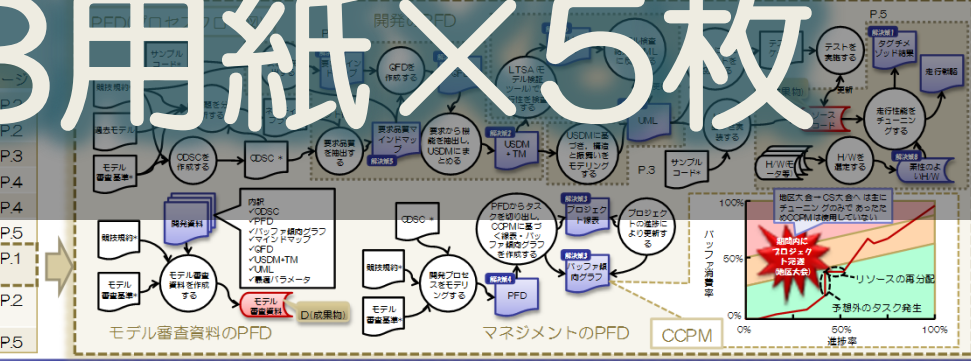
モデル審査基準	解決策	備考
要求	解決策1 GFD	
機能	解決策2 USDM+TM	→P2
構造	解決策3 UML2.0	→P3
振舞い	解決策4 UML2.0	→P4
並行性設計	解決策5 LTSA	→P4
性能モデル	解決策6 タグチメソッド	→P5
(プロジェクトマネジメント)	解決策7 PFD	→P1
	解決策8 COPM	
(ソフト構造)	解決策9 PCでチューニングできる構造	→P2
(ハード)	解決策10 ハードウェアを選定	→P5

TOC思考プロセス 「ネガティブ・ブランチ」



モデル図

A3用紙×5枚



審査対象		審査内容
モデルの書き方	正確性	採用した表記法がとがっているかを審査します。 ※UML以外の表記法も可能。
	理解性	<p>図を見た目で理解しやすいかを審査します。 具体的には、以下の内容を審査します。</p> <ul style="list-style-type: none"> レイアウトは適切か 要素数は適切か 色分け等による可読性の向上 図が、印刷された段階で内容を読み取れる適切な大きさになっているか 図が過度に書き込まれていないか <p>モデルをわかり易く伝えるように工夫しているかを審査します。 具体的には、以下の内容について、モデルの内容理解を助ける補足であるか、補足が過剰になっていないかを審査します。</p> <ul style="list-style-type: none"> コンセプトシート モデル全体の説明 訴求ポイント 補足記述 ※補足記述とは、表記法以外で記述された(自然言語、図等)モデル内容の説明を指します。 モデリング方針 モデルの構成、各図についての説明 アルゴリズムや手順の簡潔
設計モデル	機能	<p>ソフトウェアとして、高品質な設計がなされているかどうかを審査します。</p> <p>ソフトウェアが製品の利用者に対し、どのような機能を提供するかを記述してください。 ※UMLではユースケース図などが該当します。</p> <p>具体的には、以下の内容を審査します。</p> <ul style="list-style-type: none"> すべての機能が網羅されている。 機能が妥当であること。 利用者から見て意味・価値のある内容かどうかを審査します。 以下は「妥当でない」場合の例です。 抽象的すぎて利用者視点になっていない。 詳細すぎて利用者視点になっていない。 機能が多くなる場合は、グルーピングや階層化が実施されていること。 <p>〔注〕本大会では、モデルの提出枚数に制限があるため、機能の詳細内容や想定されるシナリオすべての網羅などは必要ありません。</p>
	構造	<p>機能を実現するために必要な要素群を記述してください。 ※UMLではクラス図やオブジェクト図などが該当します。</p> <p>具体的には、以下の内容を審査します。</p> <ul style="list-style-type: none"> すべての要素および要素間の関係が網羅されている。 要素および要素間の関係が妥当であること。 要素は、「概念」、「責務」、「情報」、「関数」など使用される設計手法によって異なります。いずれの手法においても、要素の「凝集度の高さ」、要素間の「結合度の低さ」が重視されます。 要素が多くなる場合は、グルーピングや階層化が実施されていること。 ※UMLではパッケージ図が該当します。 <p>〔注〕本大会では、モデルの提出枚数に制限があるため、要素の詳細内容の記述は必要ありません。</p> <p>機能を実現するために必要な要素群の振る舞い、要素間の相互作用、要素内部の振る舞いを</p>

出典：ETロボコン2011ホームページ
(<http://www.etrobo.jp/2011/>)

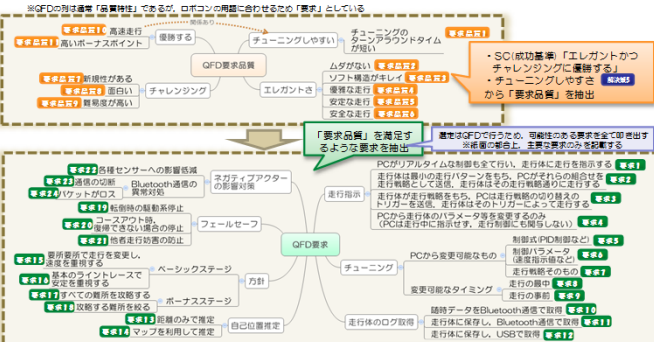
2-1 要求, 機能モデリング概要

- ✓ マインドマップで要求の候補を抽出→QFDで選定→USDMで仕様(機能)化、
- ✓ USDMにITMを接続することで、機能と構造とのトレーサビリティを確保、

対応するPFIDは...

2-2 QFDによる要求分析

- ✓ SCI(成功基準)と「チューニングしやすさ」から「要求品質」を抽出し、「行」に配置、
- ✓ 「要求品質」を満足する「要求」をQFDの「列」に配置、



QFD (品質機能展開)

※QFDには要求のみを記載

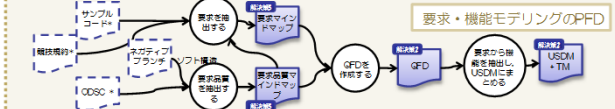
要求	走行性能	PCからの要求	ログ取得	自己ロジック	チューニング	フェールセーフ	ネガティブアクター
走行性能	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度
PCからの要求	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度
ログ取得	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度
自己ロジック	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度
チューニング	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度
フェールセーフ	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度
ネガティブアクター	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度	走行速度

「行」に配置

要求品質

要求品質	走行性能	PCからの要求	ログ取得	自己ロジック	チューニング	フェールセーフ	ネガティブアクター
チューニングがDTAT(早い)	5	○	○	○	○	○	○
ムダがない	5	○	○	○	○	○	○
ソフト構造がキレイ	4	○	○	○	○	○	○
複雑な走行	3	○	○	○	○	○	○
安定な走行	3	○	○	○	○	○	○
安全な走行	3	○	○	○	○	○	○
新規性がある	5	○	○	○	○	○	○
面白い	5	○	○	○	○	○	○
複雑性が高い	2	○	○	○	○	○	○
高速走行	5	○	○	○	○	○	○
高いボースポイント	5	○	○	○	○	○	○

対応関係
 ○: 対応
 △: 対応が劣る
 ×: 対応が劣る



2-3 USDM+TM

- ✓ QFDで選定した「要求」から「機能」を抽出、ただし、主要な機能のみを示す

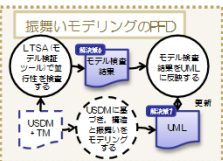
要求	機能ID	機能ID	内容	走行性能	PC	フェールセーフ	ネガティブアクター
要求 001	機能 001	機能 001	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 002	機能 002	機能 002	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 003	機能 003	機能 003	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 004	機能 004	機能 004	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 005	機能 005	機能 005	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 006	機能 006	機能 006	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 007	機能 007	機能 007	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 008	機能 008	機能 008	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 009	機能 009	機能 009	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 010	機能 010	機能 010	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 011	機能 011	機能 011	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 012	機能 012	機能 012	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 013	機能 013	機能 013	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 014	機能 014	機能 014	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 015	機能 015	機能 015	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 016	機能 016	機能 016	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 017	機能 017	機能 017	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 018	機能 018	機能 018	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 019	機能 019	機能 019	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 020	機能 020	機能 020	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 021	機能 021	機能 021	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 022	機能 022	機能 022	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 023	機能 023	機能 023	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 024	機能 024	機能 024	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 025	機能 025	機能 025	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 026	機能 026	機能 026	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 027	機能 027	機能 027	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 028	機能 028	機能 028	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 029	機能 029	機能 029	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 030	機能 030	機能 030	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 031	機能 031	機能 031	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 032	機能 032	機能 032	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 033	機能 033	機能 033	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 034	機能 034	機能 034	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 035	機能 035	機能 035	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 036	機能 036	機能 036	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 037	機能 037	機能 037	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 038	機能 038	機能 038	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 039	機能 039	機能 039	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 040	機能 040	機能 040	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 041	機能 041	機能 041	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 042	機能 042	機能 042	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 043	機能 043	機能 043	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 044	機能 044	機能 044	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 045	機能 045	機能 045	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 046	機能 046	機能 046	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 047	機能 047	機能 047	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 048	機能 048	機能 048	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 049	機能 049	機能 049	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 050	機能 050	機能 050	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 051	機能 051	機能 051	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 052	機能 052	機能 052	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 053	機能 053	機能 053	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 054	機能 054	機能 054	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 055	機能 055	機能 055	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 056	機能 056	機能 056	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 057	機能 057	機能 057	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 058	機能 058	機能 058	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 059	機能 059	機能 059	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 060	機能 060	機能 060	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 061	機能 061	機能 061	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 062	機能 062	機能 062	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 063	機能 063	機能 063	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 064	機能 064	機能 064	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 065	機能 065	機能 065	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 066	機能 066	機能 066	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 067	機能 067	機能 067	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 068	機能 068	機能 068	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 069	機能 069	機能 069	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 070	機能 070	機能 070	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 071	機能 071	機能 071	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 072	機能 072	機能 072	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 073	機能 073	機能 073	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 074	機能 074	機能 074	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 075	機能 075	機能 075	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 076	機能 076	機能 076	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 077	機能 077	機能 077	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 078	機能 078	機能 078	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 079	機能 079	機能 079	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 080	機能 080	機能 080	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 081	機能 081	機能 081	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 082	機能 082	機能 082	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 083	機能 083	機能 083	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 084	機能 084	機能 084	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 085	機能 085	機能 085	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 086	機能 086	機能 086	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 087	機能 087	機能 087	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 088	機能 088	機能 088	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 089	機能 089	機能 089	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 090	機能 090	機能 090	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 091	機能 091	機能 091	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 092	機能 092	機能 092	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 093	機能 093	機能 093	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 094	機能 094	機能 094	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 095	機能 095	機能 095	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 096	機能 096	機能 096	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 097	機能 097	機能 097	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 098	機能 098	機能 098	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 099	機能 099	機能 099	走行性能の向上	○	○	○	○
要求 100	機能 100	機能 100	走行性能の向上	○	○	○	○



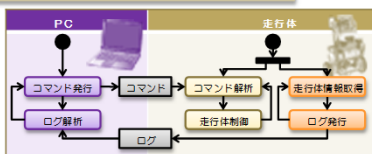
4-1 振舞いモデリング概要

- ✓ 構造と同様にUML 2.0で振舞いモデリング
- ✓ アクティビティ図と状態遷移図で全体像を示し、主要動作の詳細をコミュニケーション図で示す。
- ✓ コマンド通信がキーポイントになるため、通信の並行性についてモデル検査技術を用いて検証する。

対応するPFIDは...



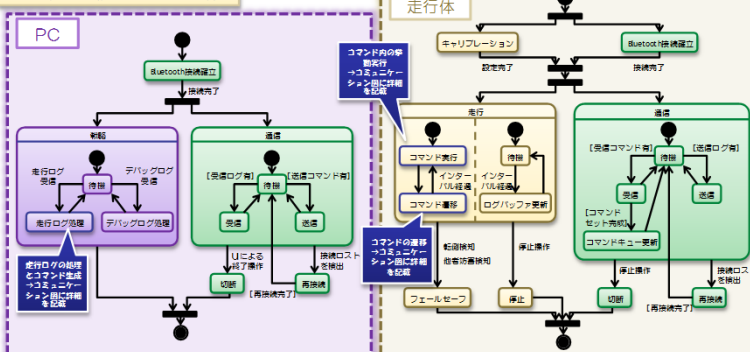
4-2 アクティビティ図(PC-走行体間)



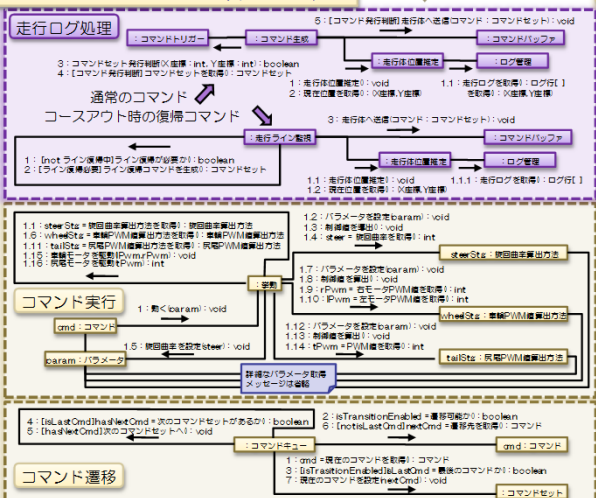
PCと走行体それぞれの振舞いは...

主要な要素の振舞いは...

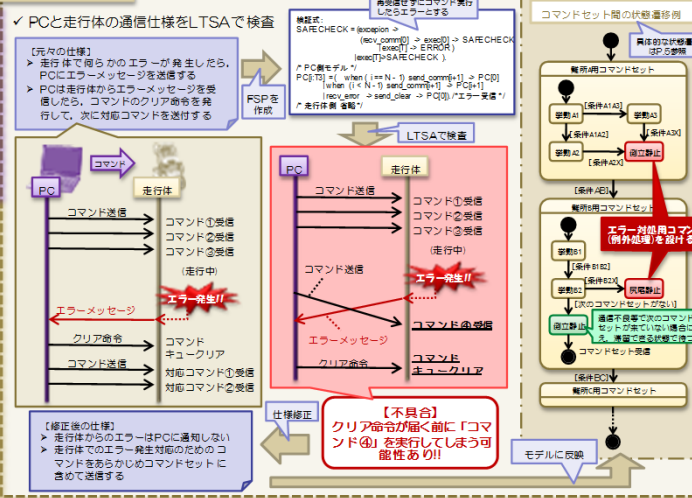
4-3 状態遷移図(PCと走行体)



4-4 コミュニケーション図(主要なもののみ)



4-5 並行性検証

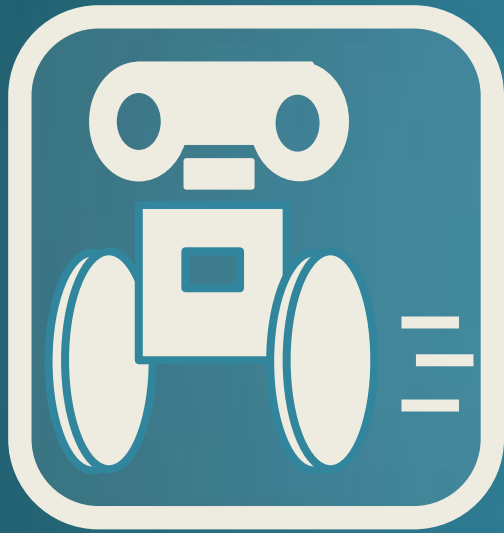


というモノです

ETロボコン2011に
1~5年目くらいの若手研究者
11名で参加(ほぼ初参加)

というモノです

ロボコン?



課題は何?



でどうした?



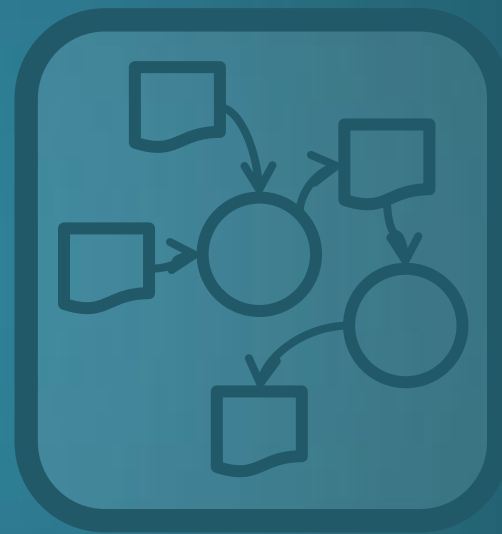
ロボコン?



課題は何?



でどうした?



(2) 課題は何か?

日立グループ内の
他のチームに
聞いてみたところ

深夜残業

休日出勤



我々も初参戦だったので
理由がわから
なかった…





このまま
だと...

↓ごうは なりた ↓やう!!!

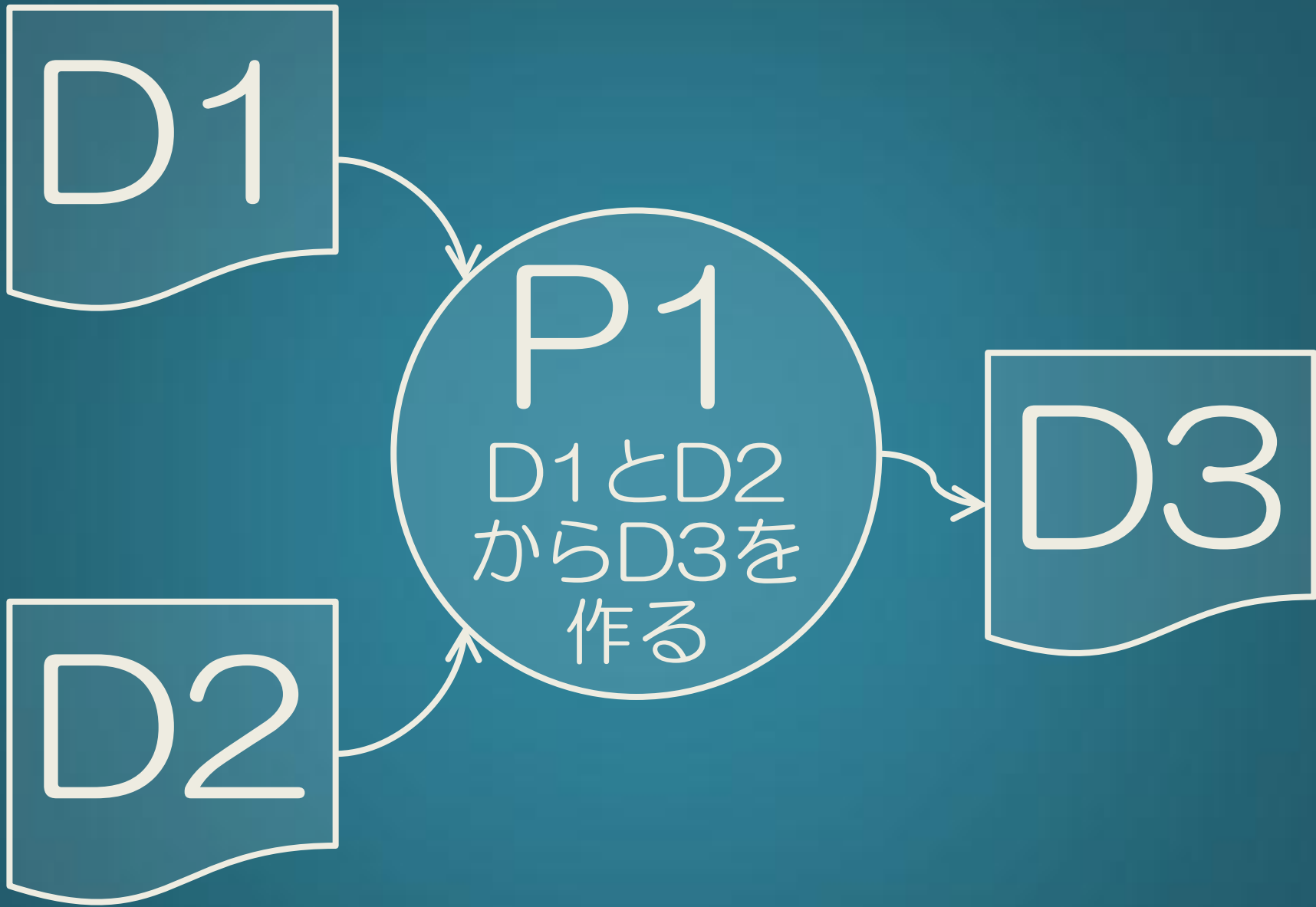


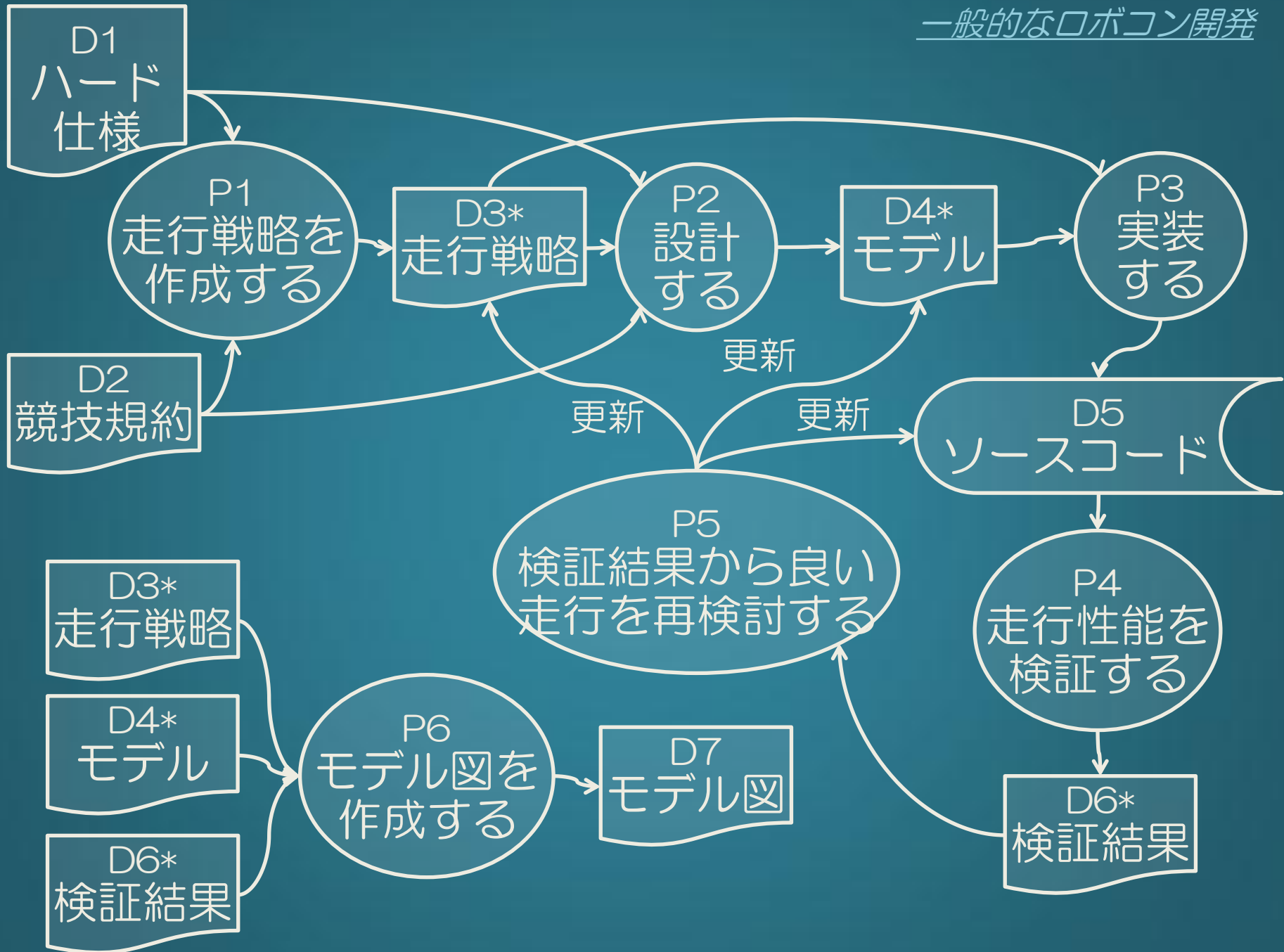
“PFD”
で分析

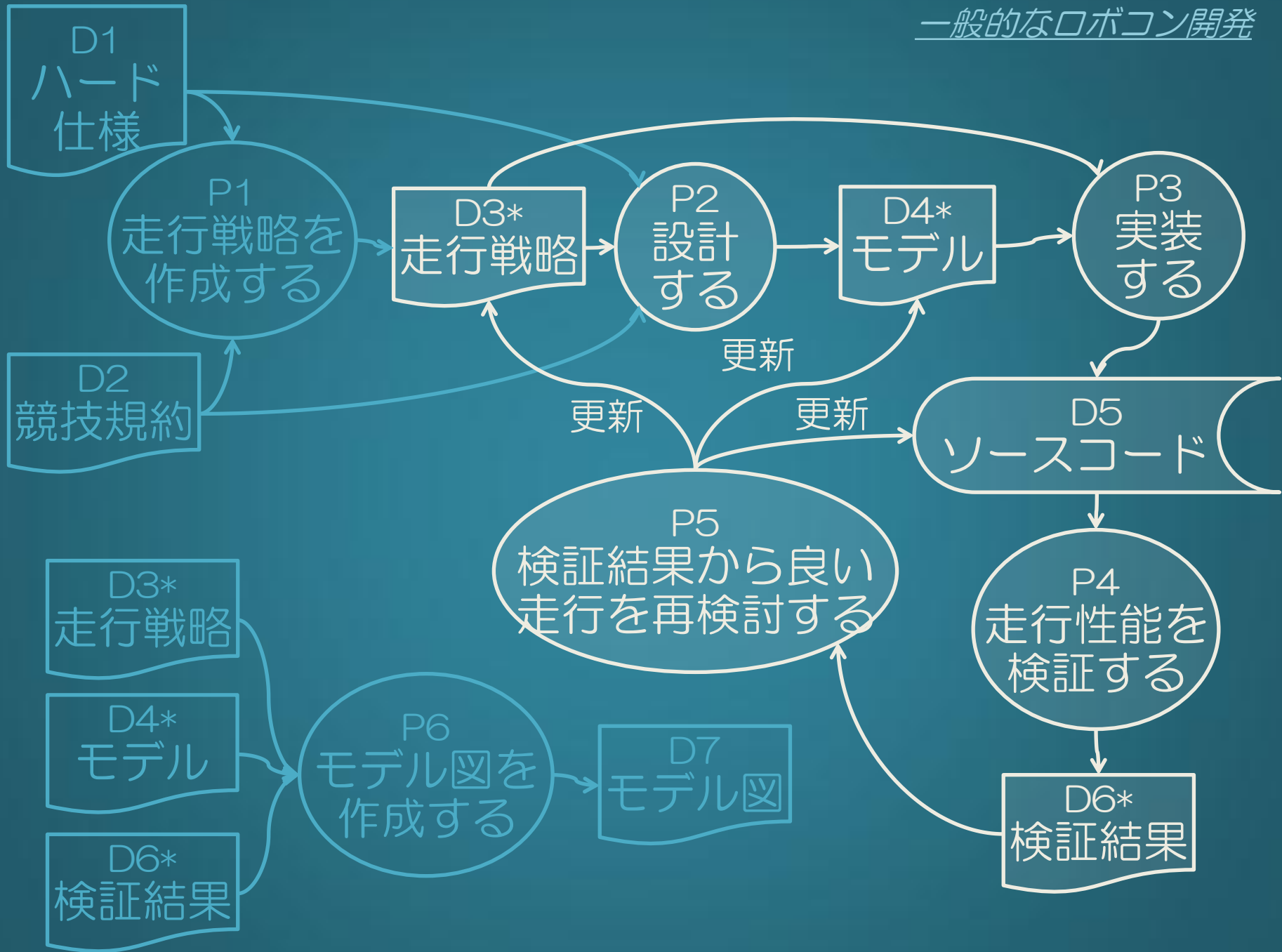


PFED

ご存知ですよね？





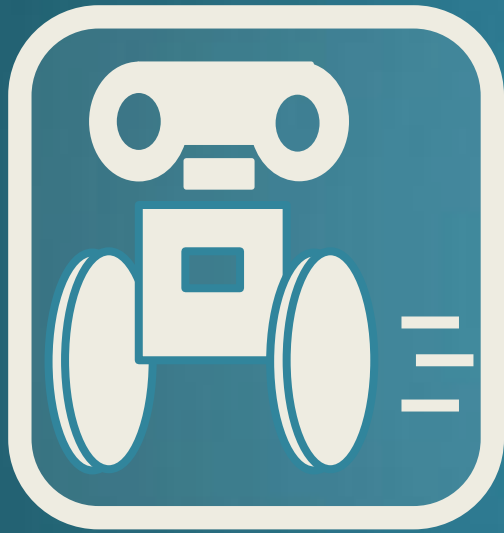


↓ こうなる



大きな
「手戻り」
が問題!!

ロボコン?



課題は何?



でどうした?



ロボコン?



課題は何?



でどうした?



(3) でどうした???

PFDDで
開発プロセスを
再考することで
問題を解決

どういうことか？

まず基本に帰ってみましょう

“最初に成果物を
決めておくことで
ムダな成果物を
作らない”

—— 清水吉男



成果物

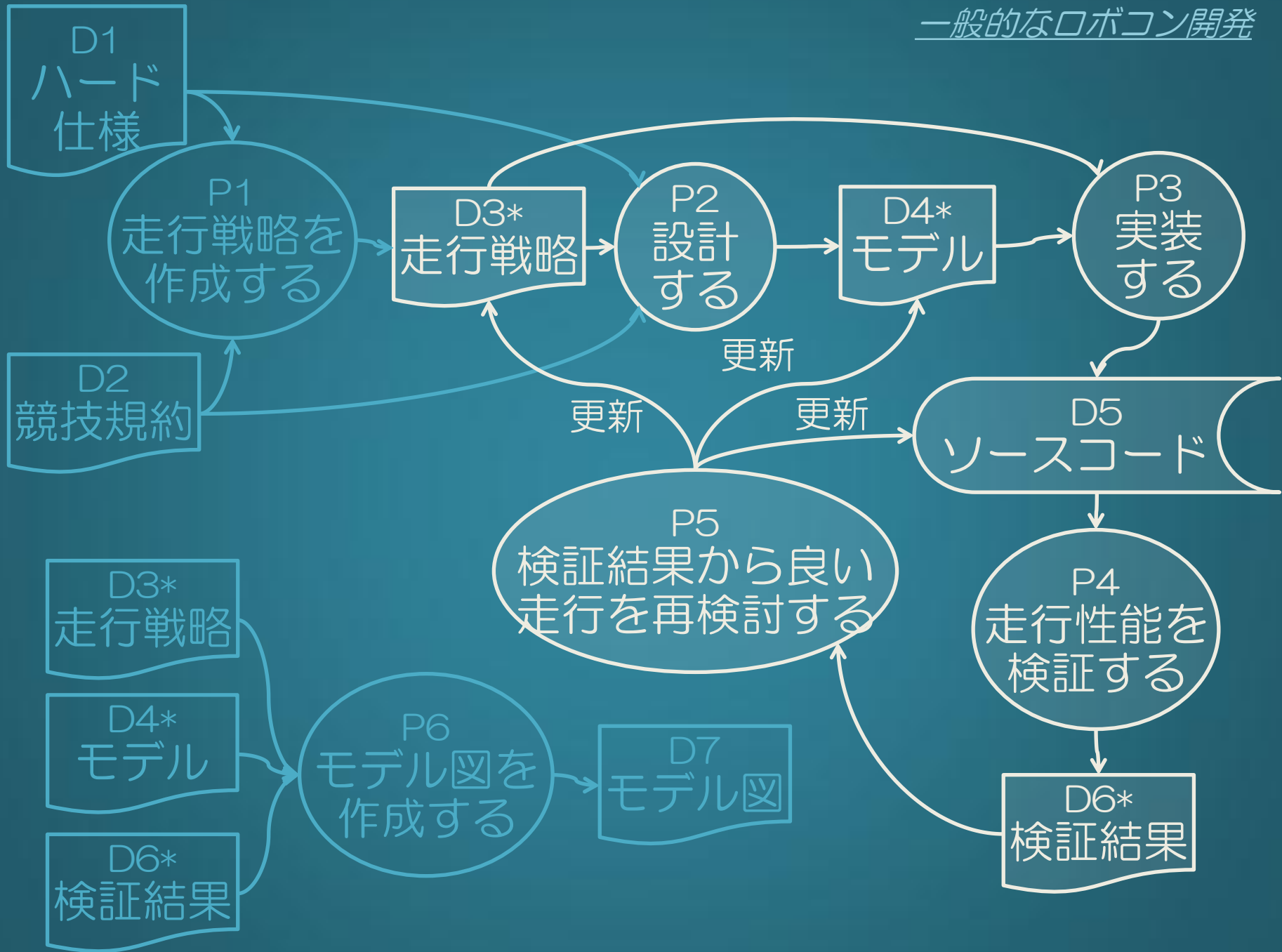
って何でしょう？

ソニー ~~ス~~ ロード



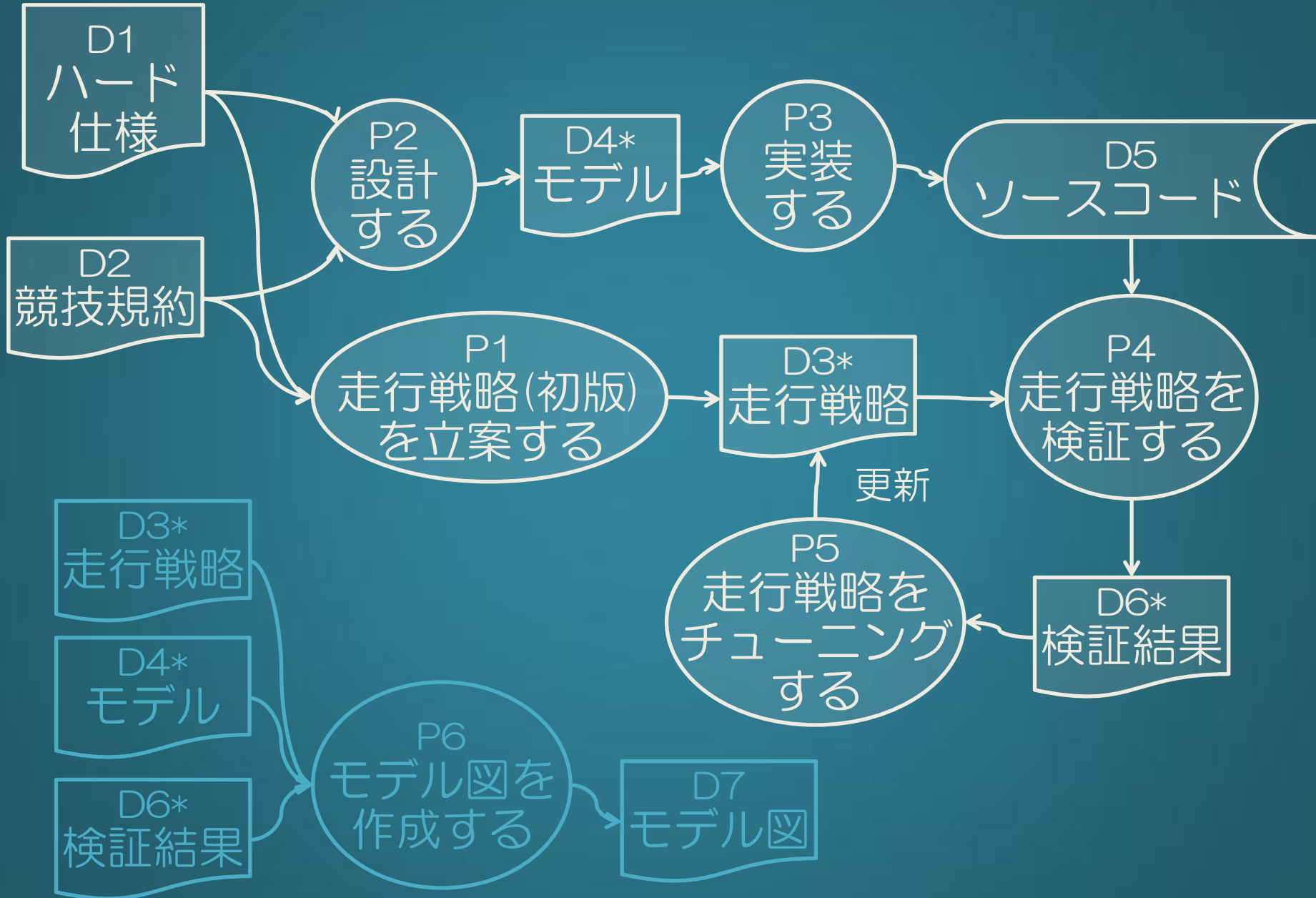
走行成績
(高速・安定性)

→ 「走行戦略」

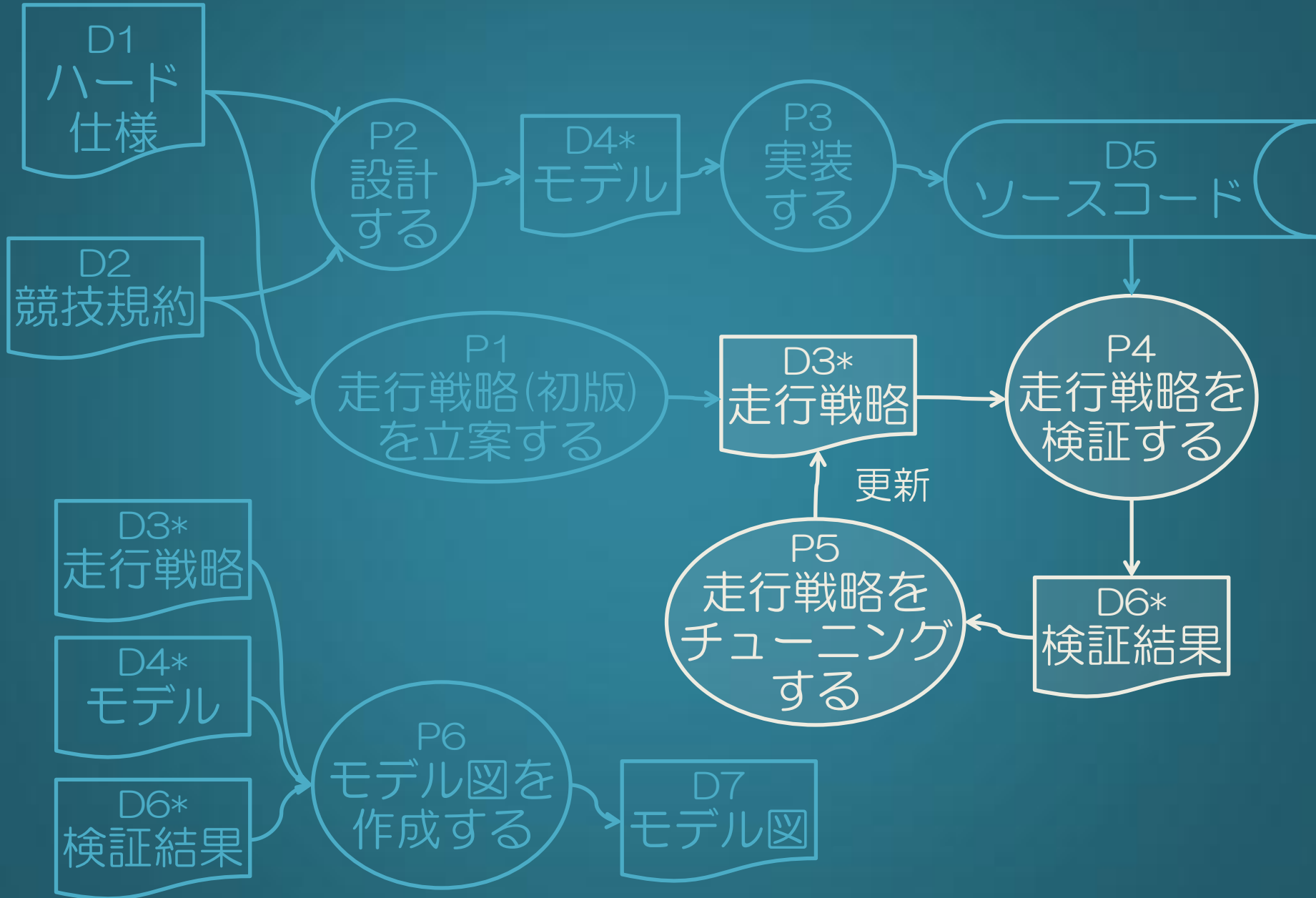


そこで!!

ロボコン用に設計した開発プロセス

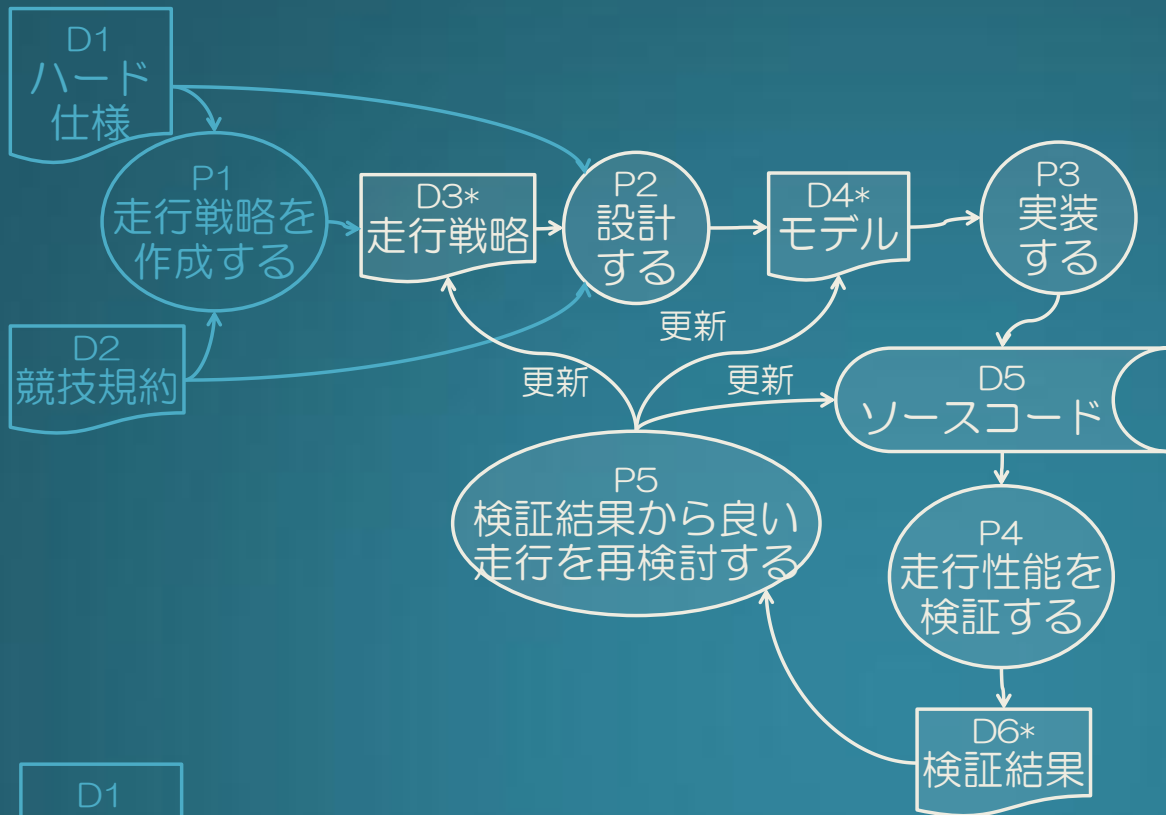


ロボコン用に設計した開発プロセス

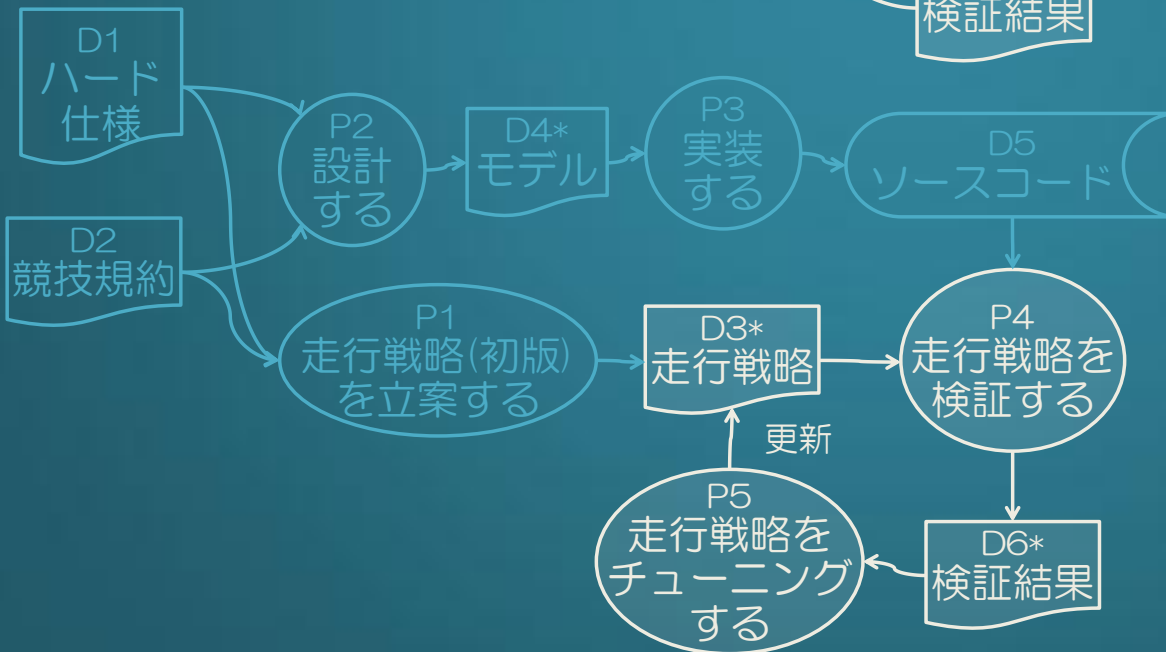


「手戻り」
を局所化!!
(短TAT開発!!)

比較してみましよう

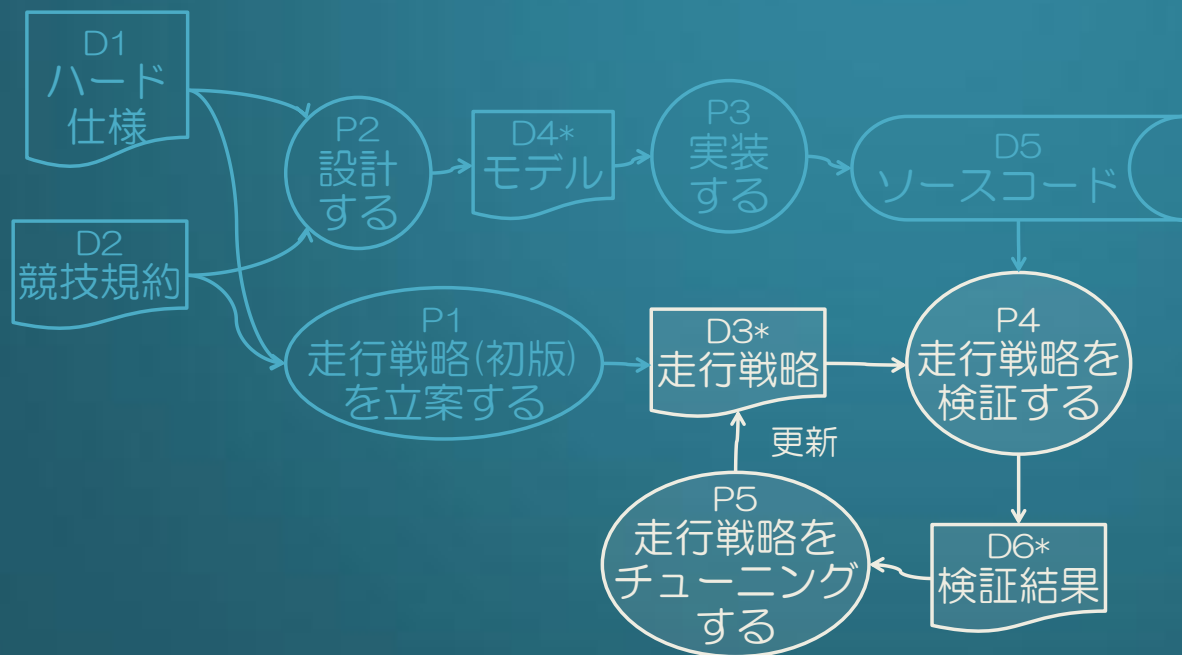


← 従来



← 短TAT

どうやって 実現するのか？

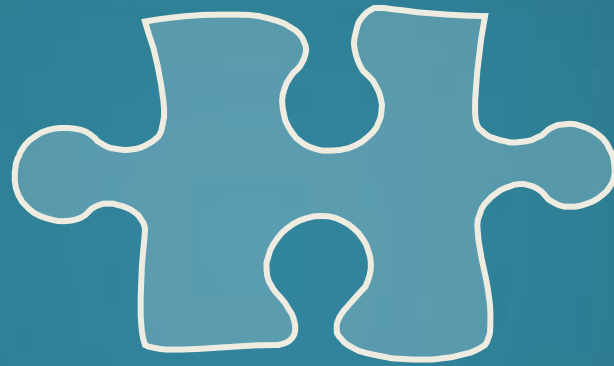


← 短TAT

(1) ロボットの挙動パーツを準備



ライン
トレース
走行



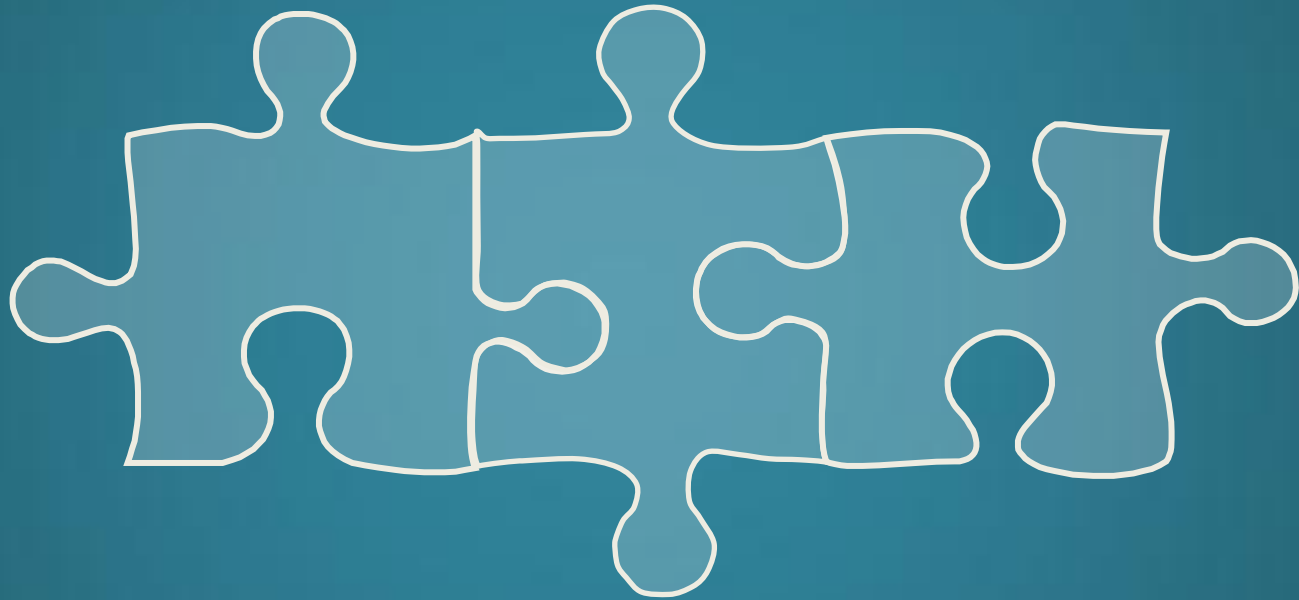
ブラインド
走行
(ライントレースオフ)



倒立静止

(2) 拳動パーツを組合せて 「走行戦略」を作成

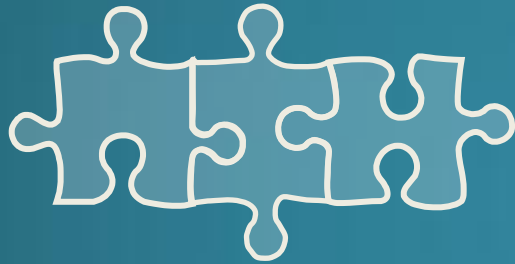
※PCで



ライントレース→静止→ブラインド

(3) Bluetooth通信で送信された 走行戦略のとおりロボットが走行

走行戦略



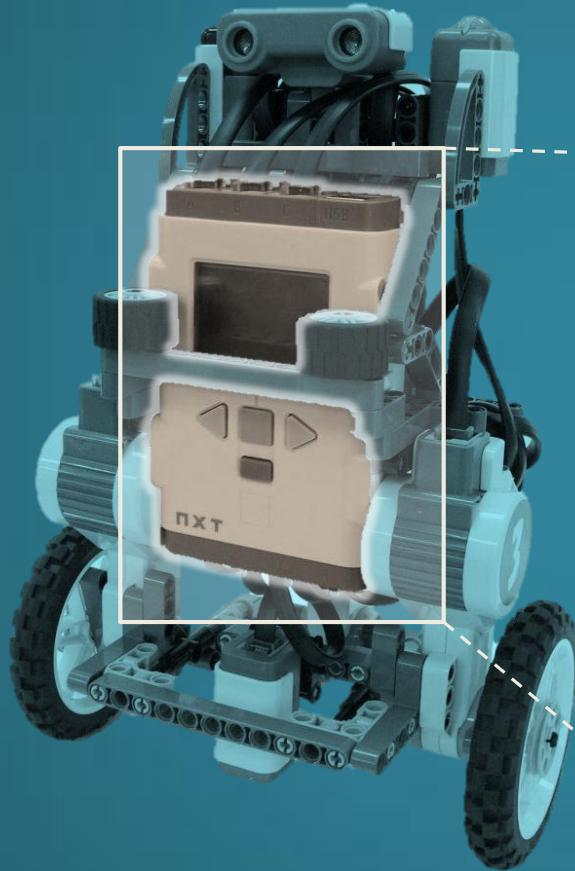
Bluetooth



リョウカイ

…という
分散アーキテクチャ
を採用

ちなみに通常は…



本体, Bluetooth®, USB



USBでフラッシュを書換える

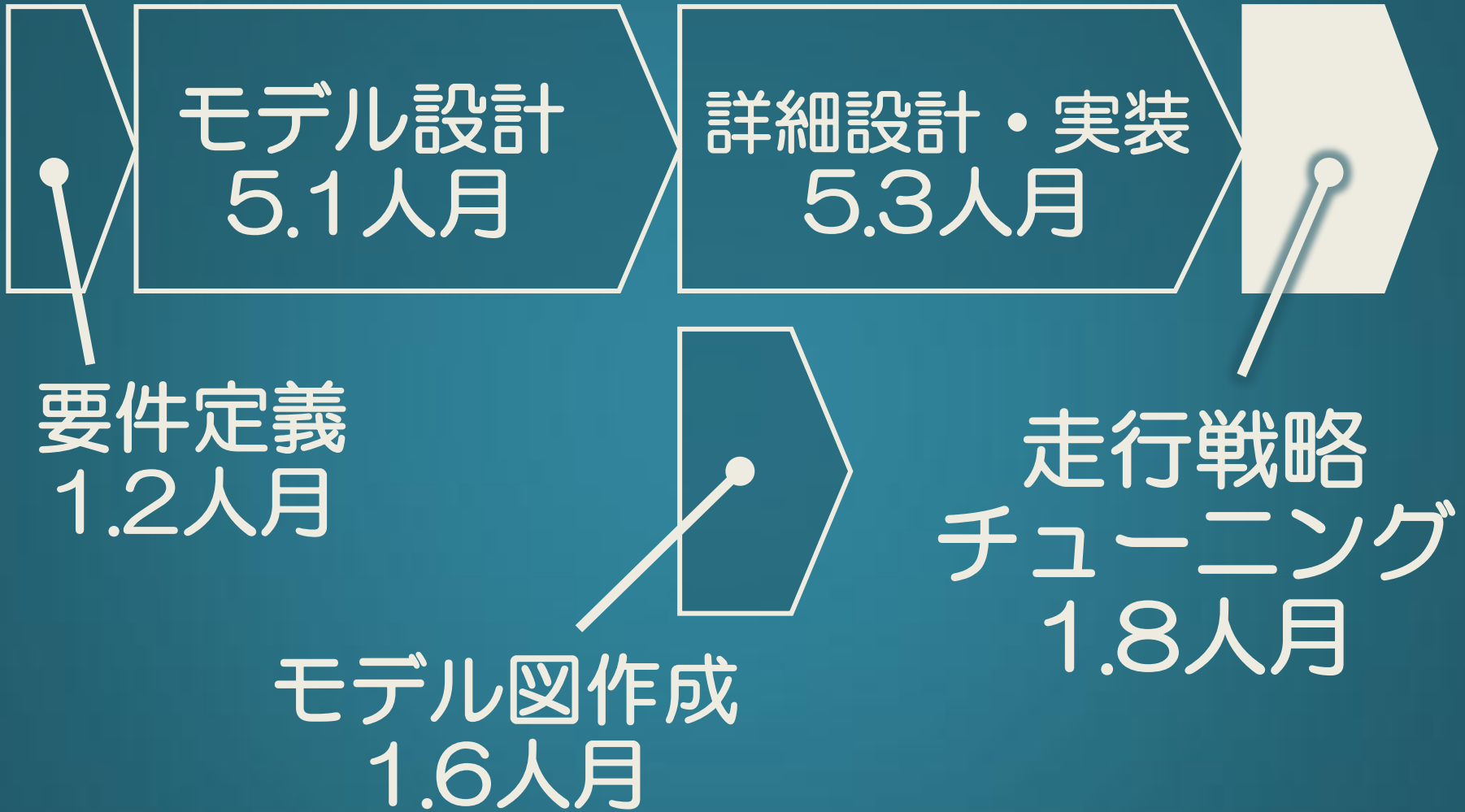
手毛

結果...

(基本的に)

NO深夜残業

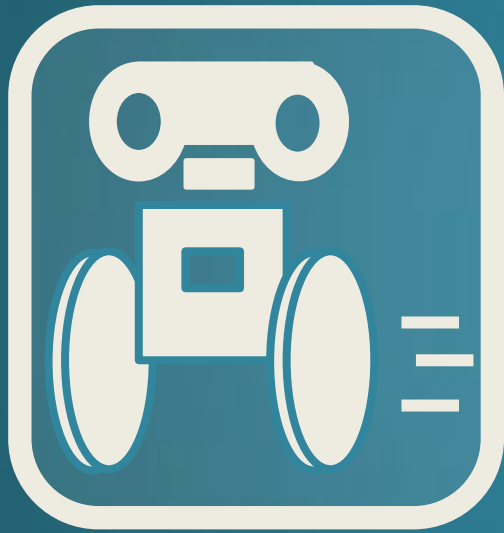
NO休日出勤



「成果物」

を中心に開発プロセス
を再考することで
短TAT開発を実現!!

ロボコン?



課題は何?



でどうした?



ロボコン?



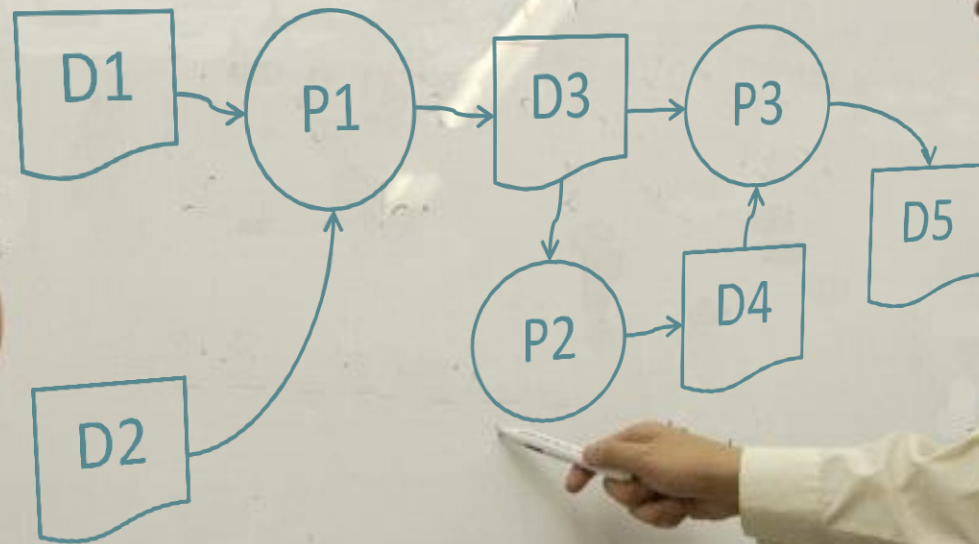
課題は何?



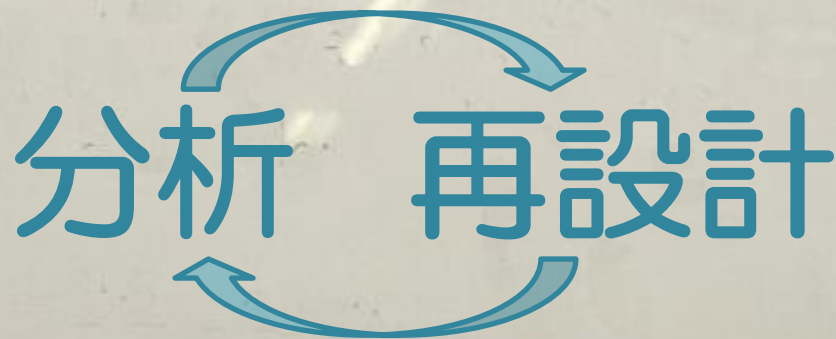
でどうした?



(4)まとめ



PFD=シミュレーション



本日の主張点

PFDは、
何を提供するか
をちゃんと
考えよう!!

ソースコード
じゃないかも?



ご清聴ありがとうございました。

END

ETロボコンへのPFDとUSDMの適用

2012/5/25

株式会社 日立製作所 横浜研究所
組込みソフトウェア研究部

○八木将計, 深谷直彦, 大原貴都, 小川秀人

HITACHI
Inspire the Next 