

三豊エマアイコンカーの紹介

平成22年7月25日(日)

大阪電気通信大学

香川県立三豊工業高等学校

メカトロ部

本行 圭介

松村 三津福



発表内容

1. 三豊工業高等学校・メカトロ部 紹介
2. 今までの成果・マイコンカーの変遷について
3. 昨年度における改良点
4. 今年度のマイコンカーについて



三豊工業高校の紹介



香川県観音寺市大野原町大野原5537番地



三豊工業高等学校

三豊工業高校全景



三豊工業高校の概要

創立	昭和37年(1962年)4月1日			
校訓	事上錬磨(じじょうれんま)			
設置課程 及び学科	全日制課程	1年	2年	3年
	機械科	35(1)	35	35
	電気科	36	33	34
	電子科	35(2)	30	35(4)
生徒数	308名(女子数7名)			
卒業者	8,381名			



メカトロ部の紹介



メカトロ部の紹介

沿革	平成 6年 メカトロ同好会発足 平成11年 メカトロ部に昇格
活動内容	相撲ロボット マイコンカーラリー ロボットアメリカンフットボール 高校生ロボット競技大会
現在の部員数 (19名)	1年 3名(機械2 電気1) 2年 6名(電子) 3年 6名(電子)

メカトロ部室



メカトロ

国産加工実習室















今までの成果 マイコンカーの変遷について



ジャパンマイコンカーラリー戦績

2001大会(平成12年度)	SIVA(第6回大会)	優勝、2位、3位、4位
2002大会(平成13年度)	熊九郎	優勝、2位、3位
2003大会(平成14年度)	よっし〜Jr	優勝
2004大会(平成15年度)	LEVIN	優勝、3位
2005大会(平成16年度)	マグナムセイバー	2位
2006大会(平成17年度)	FALKEN	優勝
2007大会(平成18年度)	トランザム	記録なし(ベストタイム賞)
2008大会(平成19年度)	LineSpear	優勝
2009大会(平成20年度)	MTY-プラス	ベスト8
2010大会(平成21年度)	Wリンク	ベスト16

本校マシンの変遷

平成15年	マクソンサーボ シリコンシート ロータリエンコーダ	4輪駆動(指定)
平成16年	2次電池8本	4輪駆動(指定)
平成17年	逆転ブレーキ 高剛性・低重心	4輪駆動(指定)
平成18年	軽量化・速度制御	4輪駆動(指定)
平成19年	EEPROMによるデータ取り	4輪駆動(指定)
平成21年	ハンドル部の変更 アナログセンサ	完全4輪独立制御 4輪駆動(指定)
平成22年	坂道検出部の改良 モータドライブの改良 新CPUボードへの対応	完全4輪独立制御

昨年度のマイコンカーの紹介

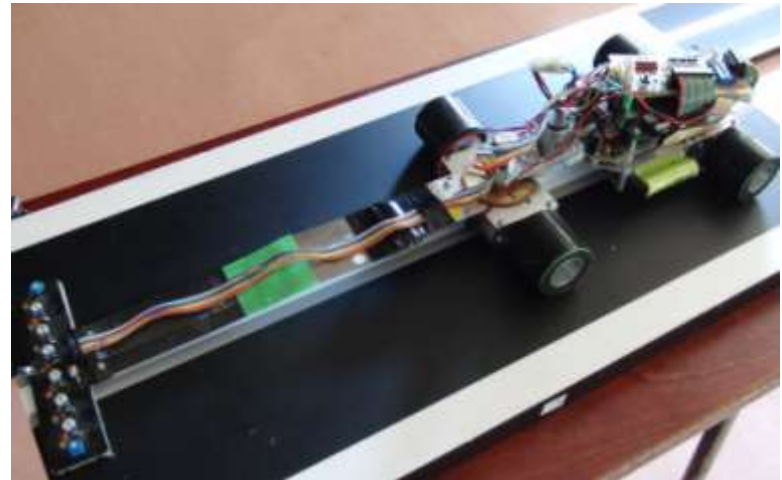


マイコンカーラリー全国大会に 参加したマイコンカー

軌跡



Wリンク



マイコンカーの仕様

車体	全長505mm×幅180mm×高さ110mm
ホイールベース	160mm
重量	1100g(バッテリー含む)
駆動モータ数	RC-260RA×8個(2個／1輪)
減速比	ピニオンギヤZ8×タイヤ側Z56
タイヤ	直径40mm×幅40mm
バッテリー	自作パック(Sanyo Ni-Cd×8本)
操舵用モータ	マクソンRe-Max21(定格4.8V 62.5:1)
操舵用歯車	モータ側Z20:タイヤ側Z60
エンコーダ	日本サーボEX15
ドライバ	自作ドライバ

昨年度の取り組み



昨年度の取り組み

- ハンドル部の変更
- モータドライブ基板の変更
- アナログセンサマシンへの取り組み

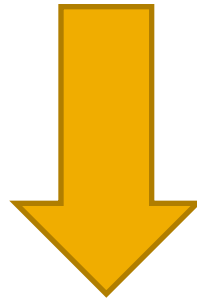


ハンドル部の変更



ハンドル部の変更

- ハンドルモータの変更の目的
 - ハンドルのトルクをアップを図る



トルクを上げることで

カーブ突入スピードを上げることができる

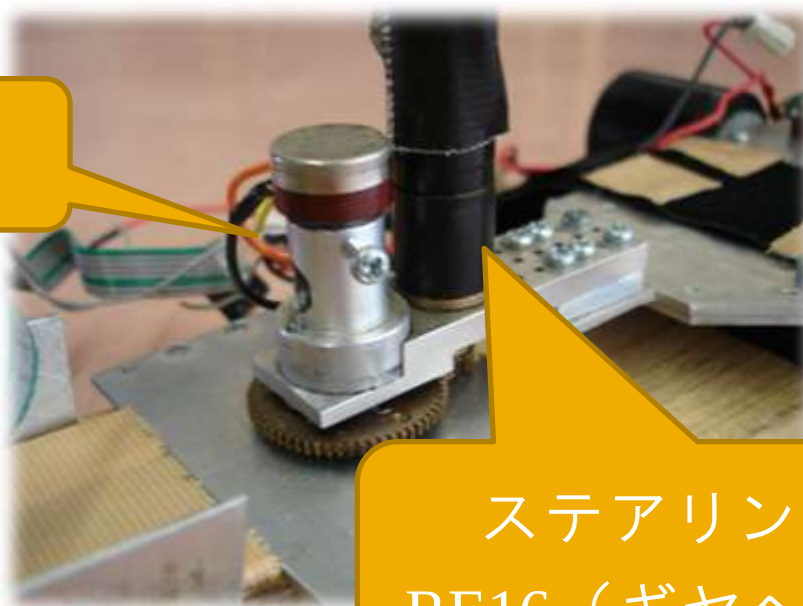


ハンドル部の変更

○今までのハンドル部

- マクソンモータ マクソンRE16
- ギヤヘッド付きを利用

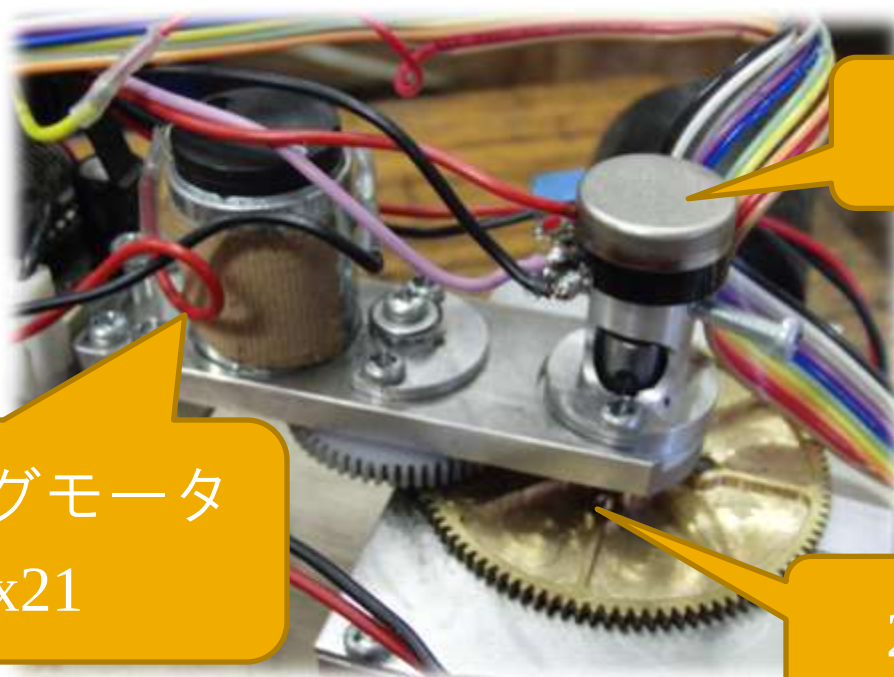
可変抵抗



ステアリングモータ
RE16（ギヤヘッド付き）

ハンドル部の変更

- 今回のハンドル部
 - マクソンモータ Re-Max21を使用
 - 2段ギヤに変更



ステアリングモータ
Re-Max21

可変抵抗

2段ギヤ

モータドライブ基板の変更



モータドライブ基板(旧)

- 車輪用モータ、操舵モータを制御
- 駆動モータ制御にPIC16F872Aを使用
- サーボ制御部分にはPIC16F84Aを使用
- 前輪モータは正転・逆転とフリー・ショートブレーキが可能
- 後輪モータは正転とフリー・ショートブレーキが可能
- 左前、左後と右前、右後が同期してPWM制御を行いモータの速度制御を行う
- PICを使用し、回路を簡単化している

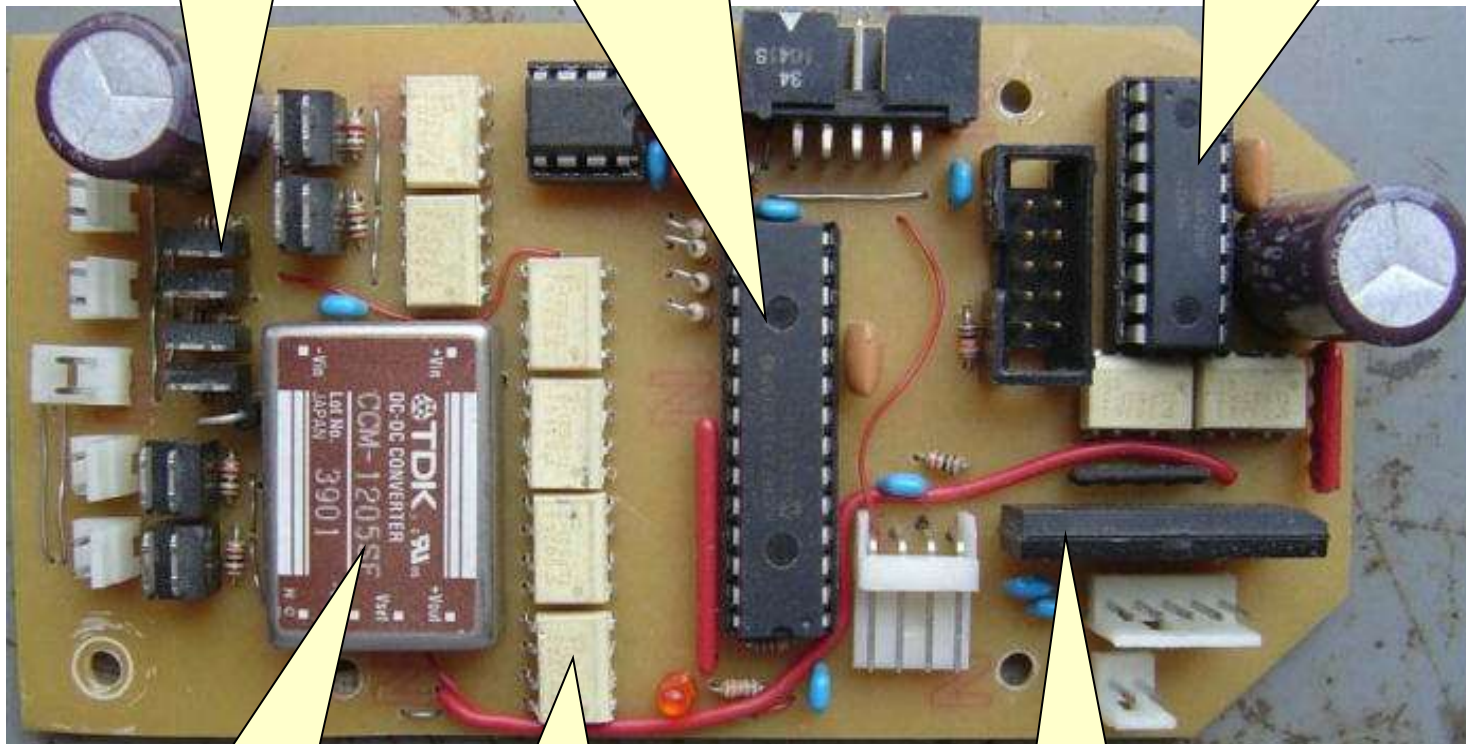


サーボ・駆動モータ制御基板（旧タイプ）

モータ制御用FET

モータドライバ制御用
(PIC16F873)

操舵信号制御用
(PIC16F84)



DC-DCコンバータ

ホトカプラ

操舵用FET

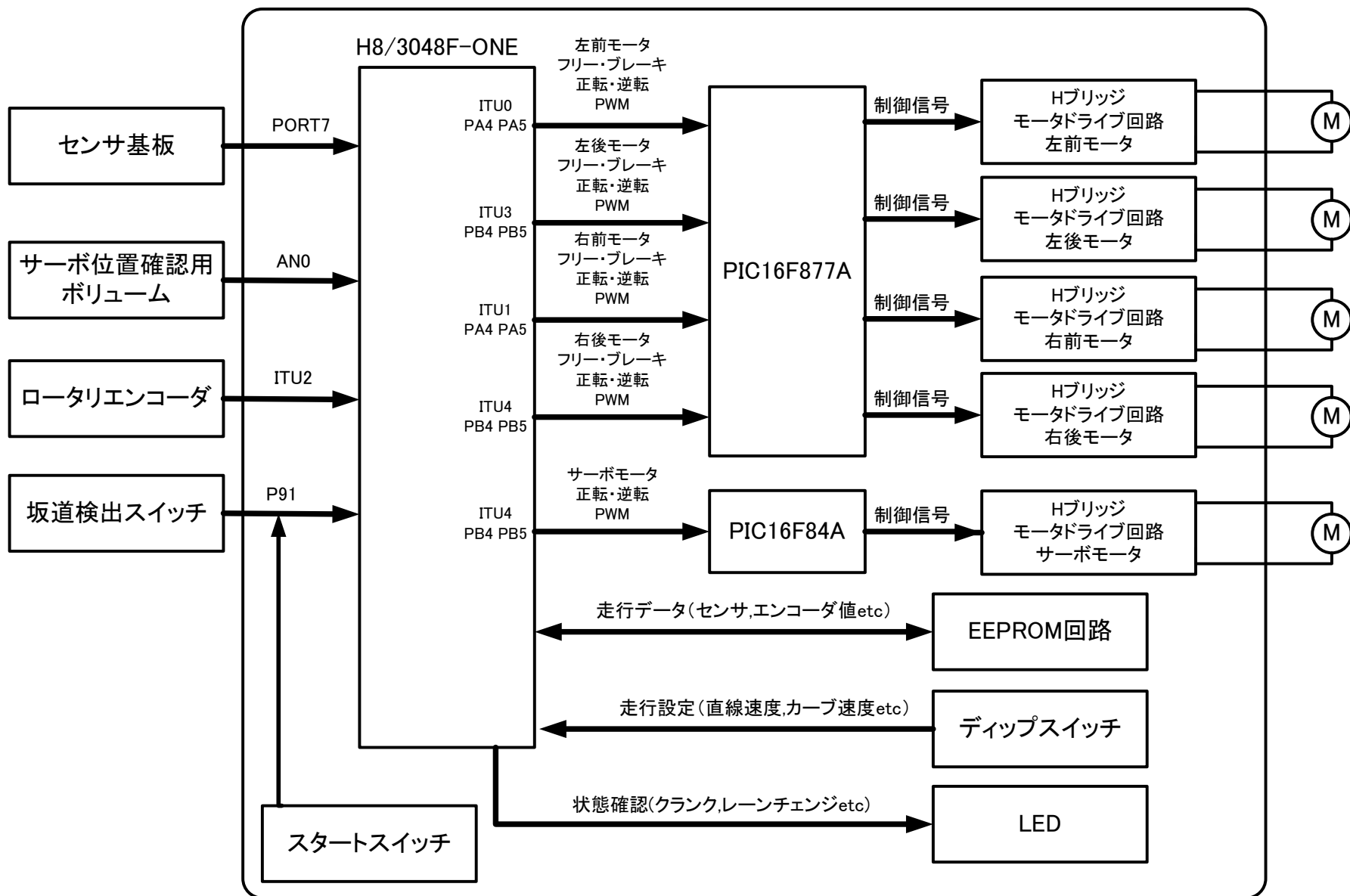


製作した4輪独立制御基板について

- 4つの駆動モータとサーボモータを独立で制御
- 駆動モータ制御にPIC16F877Aを使用
- サーボ制御部分にはPIC16F84Aを使用
- 4つのモータを独立させて、速度制御が可能
- 4つのモータに対してフリー、ショートブレーキ
逆転ブレーキが可能
- ディップスイッチによる各種設定が可能
- EEPROMを搭載
- LEDで状態を確認



4輪独立制御基板ブロック図



4輪独立基板

モータドライバ制御用
(PIC16F877A)

操舵信号制御用
(PIC16F84)

EEPROM

操舵用FET

LED

設定用ディップスイッチ

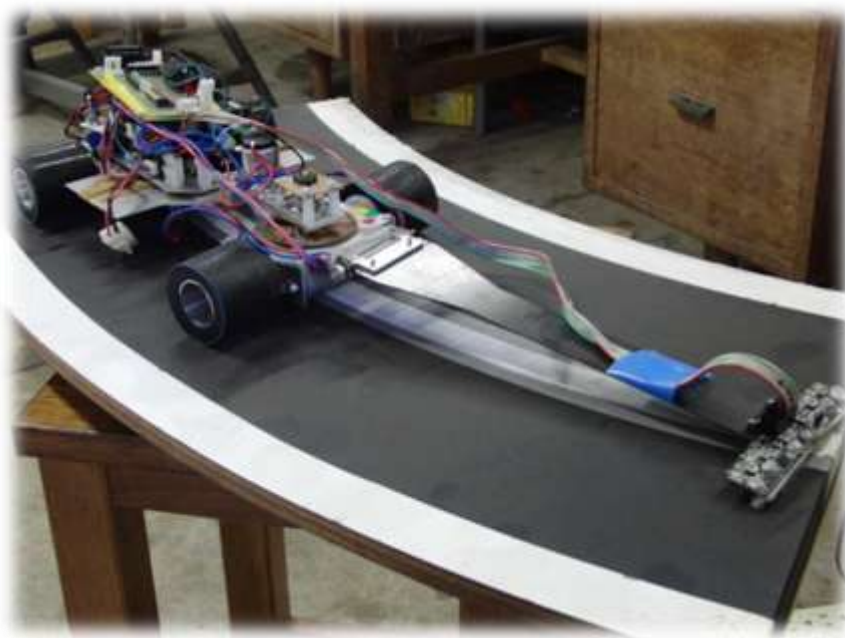
ロータリエンコーダ

モータ制御用FET



アナログセンサマシンへの取り組み

- 走行できるプログラムは完成
- 本校のデジタルマシンより安定していない。
- まだ、検討する部分も多い。



今年度のマイコンカーの取り組み



今年度の取り組み

- 坂道検出の改良
- モータドライブ基板の改良
- 新CPUボードへの対応

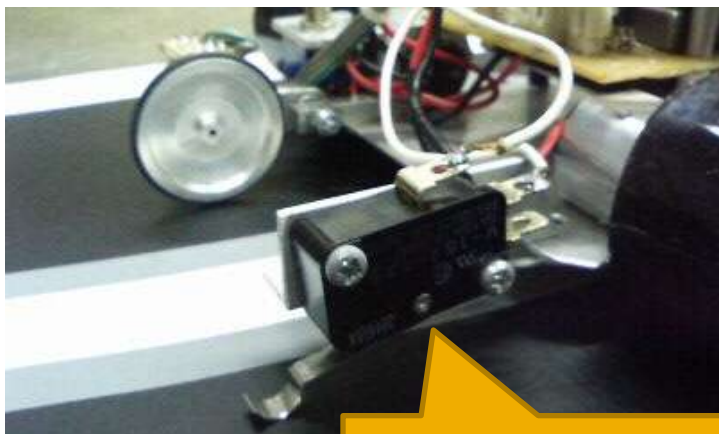


坂道検出の改良



坂道検出の改良

現在の坂道検出



リミットスイッチ

- リミットスイッチで坂道を検出

改良した坂道検出



可変抵抗

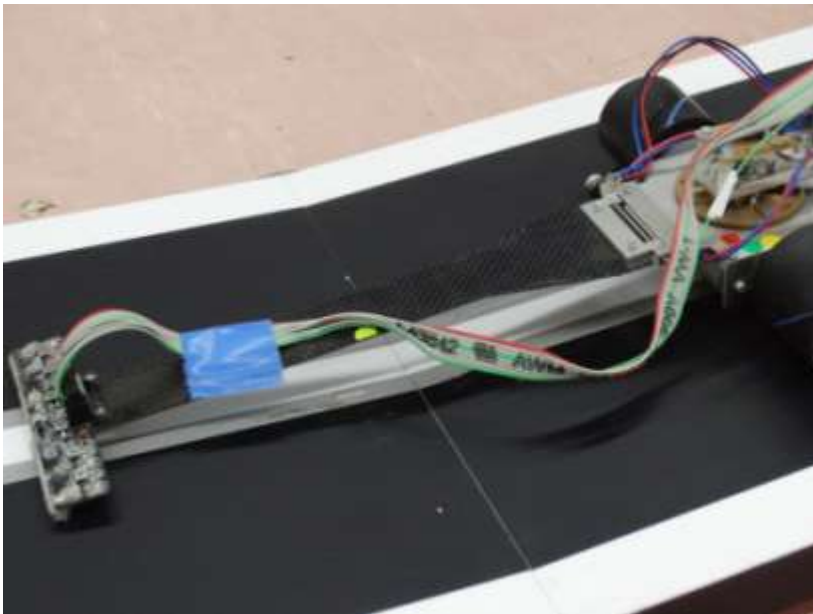
- 可変抵抗を利用し坂道を検出



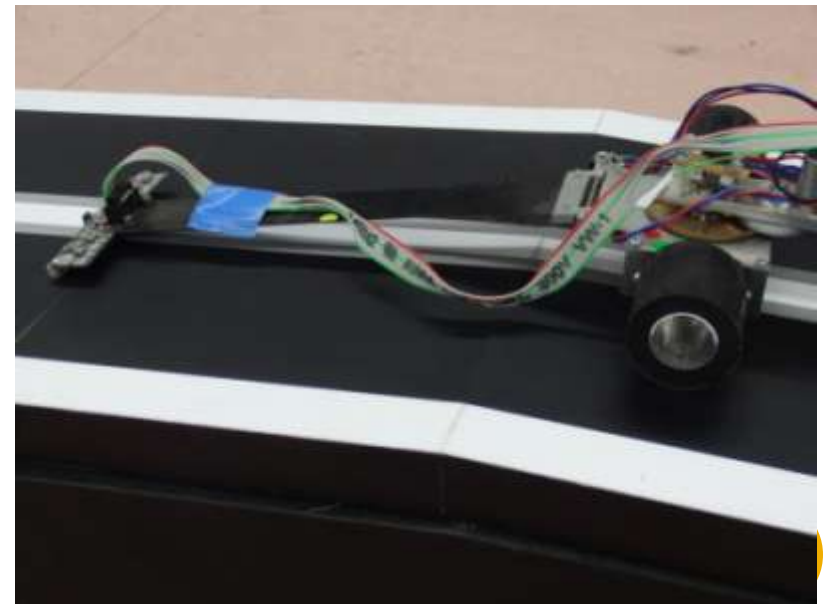
坂道検出の改良

○新しい坂道検出

- センサアームの上下で可変抵抗値を変化させる。
- コンパレータを使用し、センサアームの下り、上がり判断

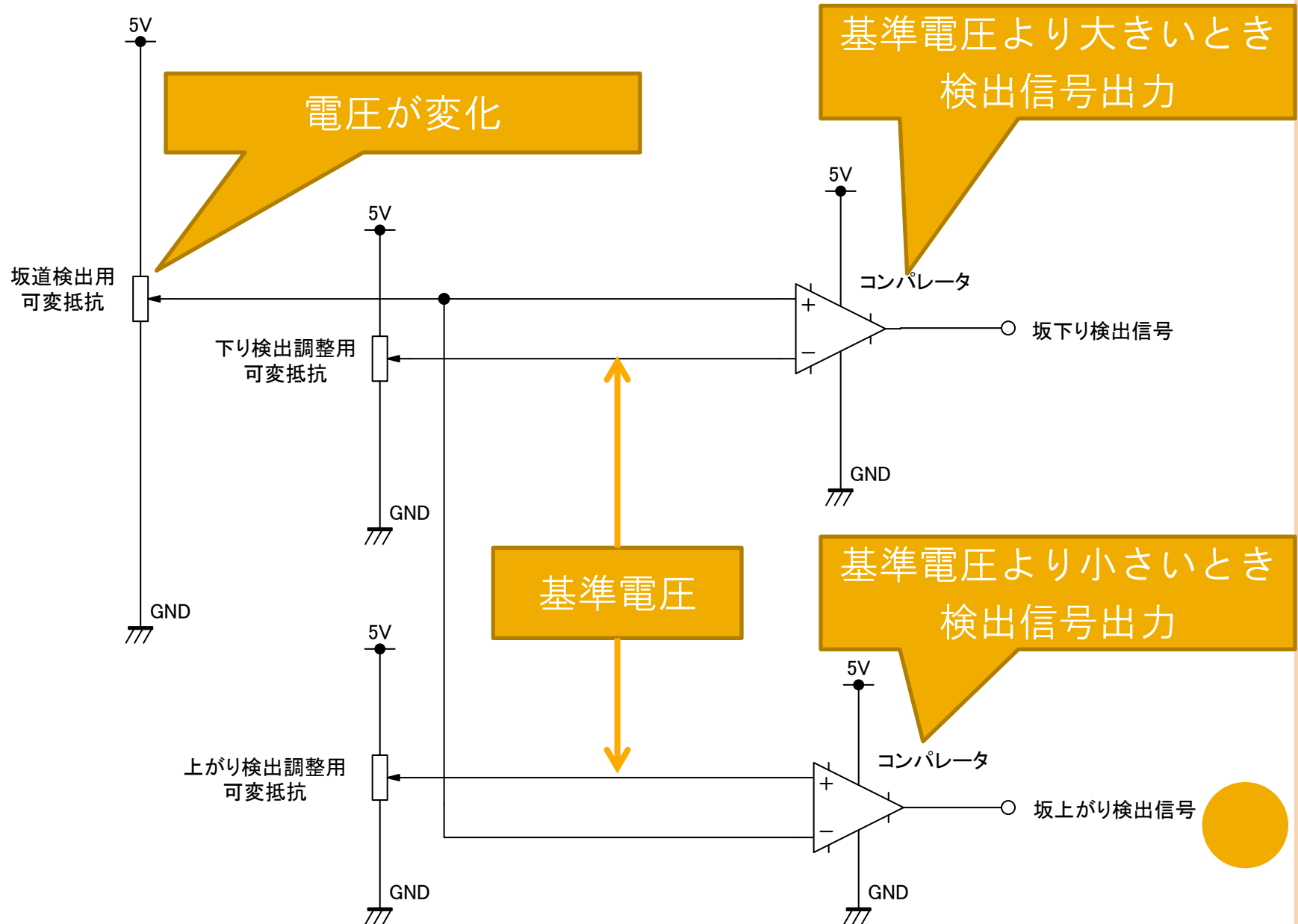


センサアーム上がり



センサアーム下がり

坂道検出の改良



坂道検出の改良

○坂道の走行制御（上り）

- ① センサアームの上がりを検出
- ② その後、走行中にセンサアームの下がりを検出
- ③ ある速度以上ならブレーキ処理

○坂道の走行制御（下り）

- ① センサアームの下がりを検出
- ② その後、走行中にセンサアームの上がりを検出
- ③ 下りなのでブレーキをかけない。



モータドライブ回路の改良



モータドライブ回路の改良

- サーボモータ・駆動モータの制御周期を上げたい。
 - 制御周期を上げることで、モータ制御を細やかにできる。
 - ハンドル部 ステアリング制御を早くできる。
アナログセンサでは重要では？
 - 駆動モータ部 → 駆動モータを細やかに制御
- 制御周期を上げるためには
 - 制御周期に対応できるようにモータドライバの信号処理を速くする必要がある。



モータドライブ回路の改良

- 現在の基板では難しい！
 - フォトカプラの使用
 - 応答速度が遅い ($25\mu \sim 50\mu$ 秒)
 - PICの処理速度の関係
 - プログラムで行っているので処理時間がかかる。
 - サーボモータ処理 $6\mu \sim 8\mu$ 秒程度
 - 駆動モータ処理 25μ 秒程度



モータドライブ回路の改良

○応答速度が遅い

- モータへの伝達が遅れる。
- 制御周期を上げる限界がある。(20kHzまで)

○PICの処理速度

- 信号のサンプリング間隔が変わる

○制御周期 1 [ms]

- 駆動モータ部 PWMサンプリング間隔 2.5%
- サーボ部 PWMサンプリング間隔 0.6%

○制御周期 100 [μ s]

- 駆動モータ部 PWMサンプリング間隔 25%
- サーボ部 PWMサンプリング間隔 6%



モータドライブ回路の改良

- 制御関係部品を変更し、改良
 - PICからCPLDへ変更
 - PIC (PIC16F877)
 - プログラムで複雑な制御が可能
 - 複数のことを同時にできない
 - CPLD(Altera EPM7064)
 - 論理回路で作るので複雑な処理は難しい
 - 論理回路なので高速動作が可能

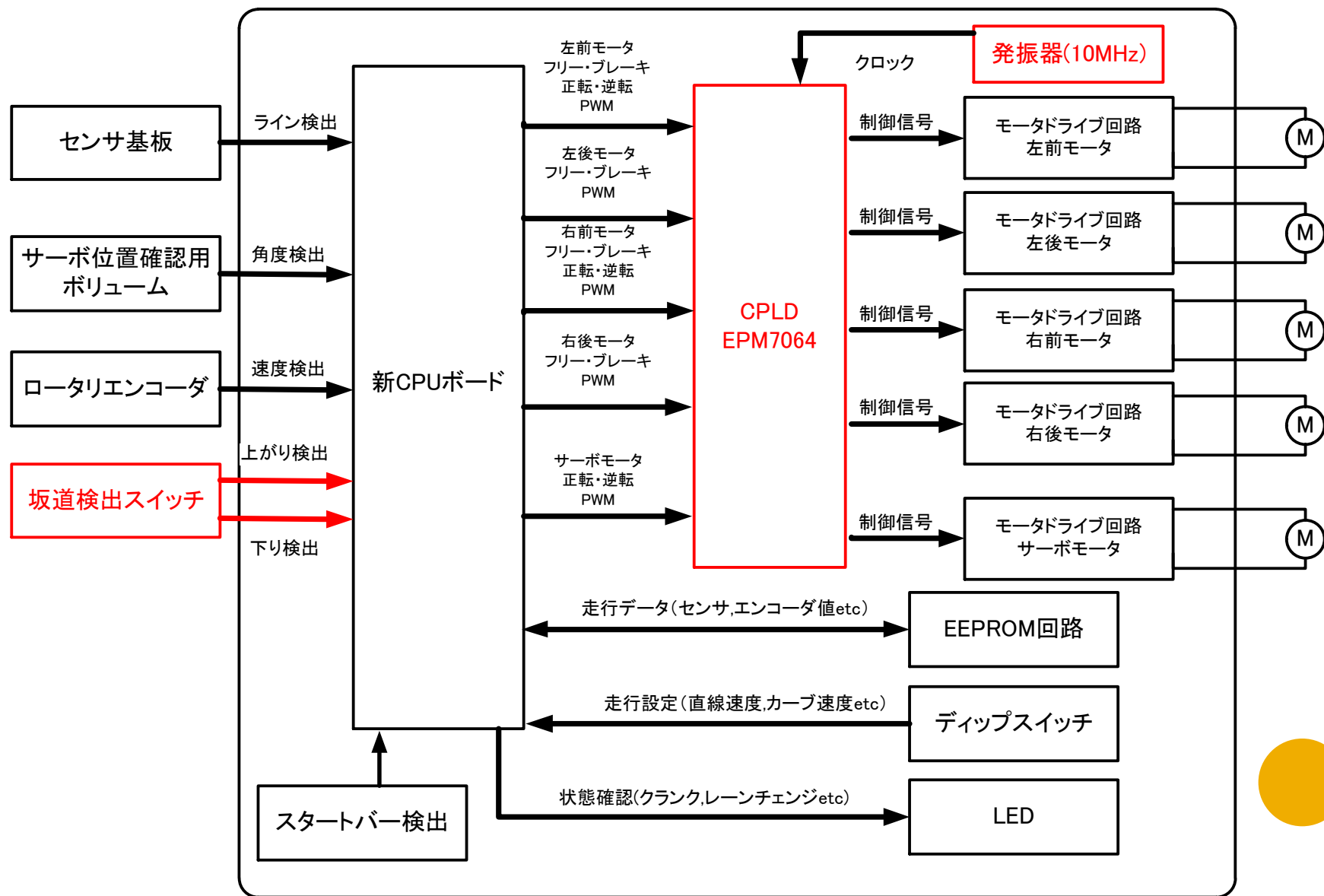


モータドライブ回路の改良

- 制御関係部品を変更し、改良
 - フォトカプラから高速ゲートドライバへ変更
 - マイクロチップ社 TC4427を利用
 - 応答時間 50ns (TLP521の1000倍)
 - 応答時間を速くし、モータの反応速度を向上させる。

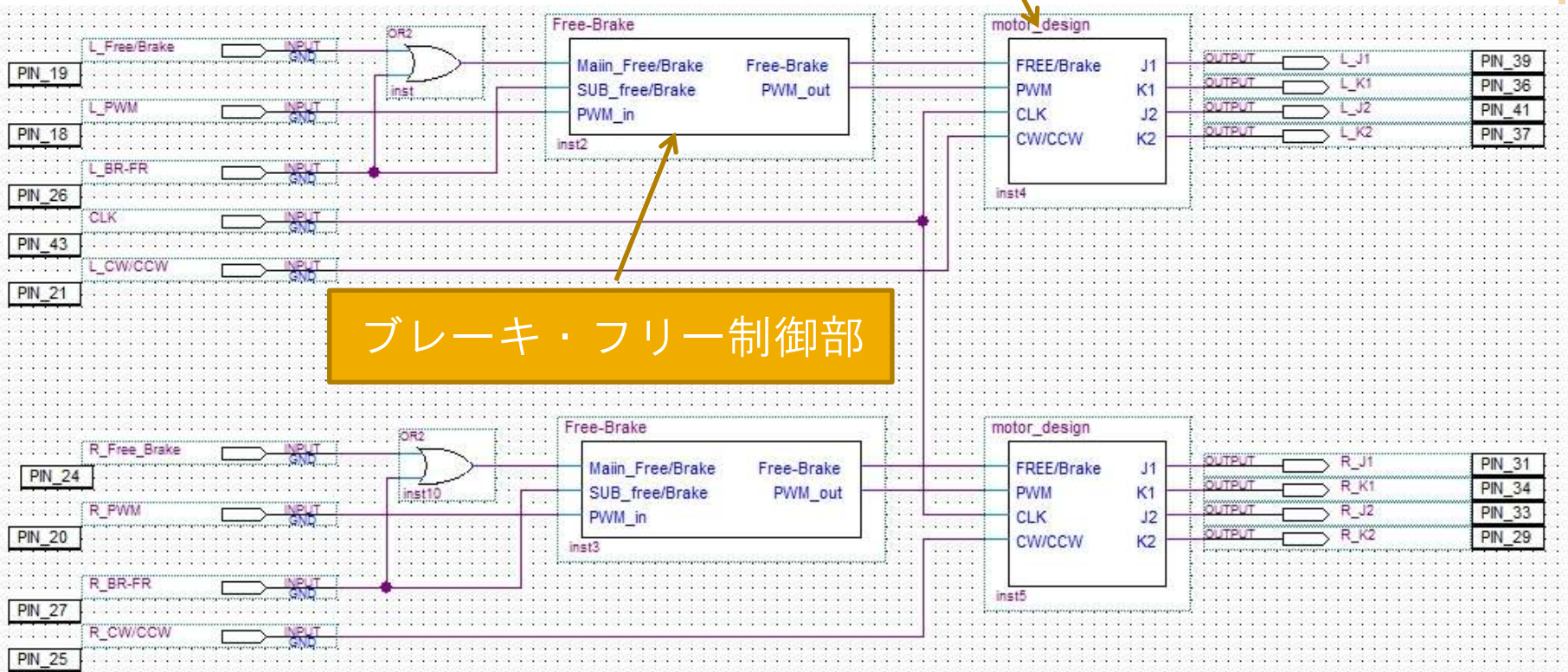


新モータドライブ基板ブロック図



新モータドライブ基板制御回路 (論理回路 ①)

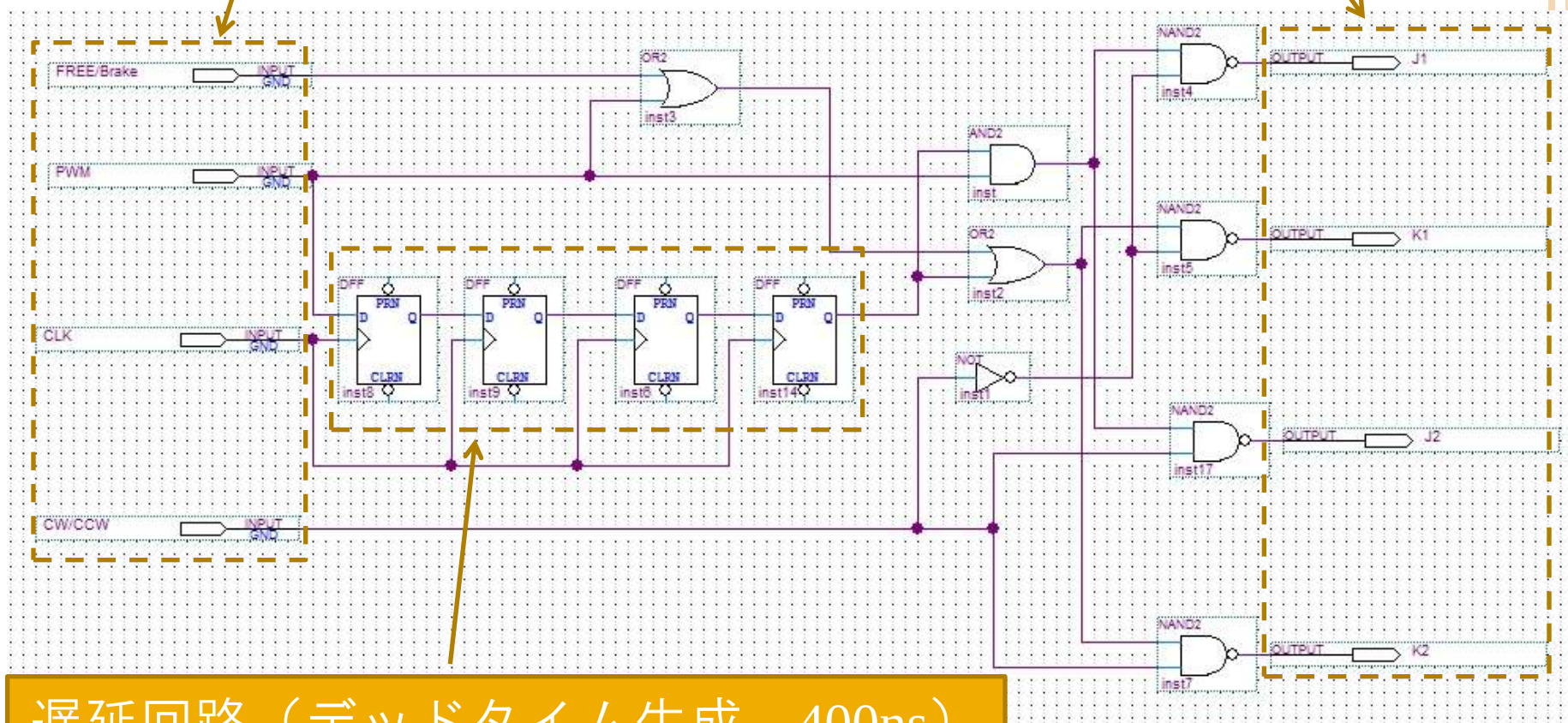
モータ制御 (PWM, 回転方向, フリー・ブレーキ)



新モータドライブ基板制御回路 (モータ制御 論理回路)

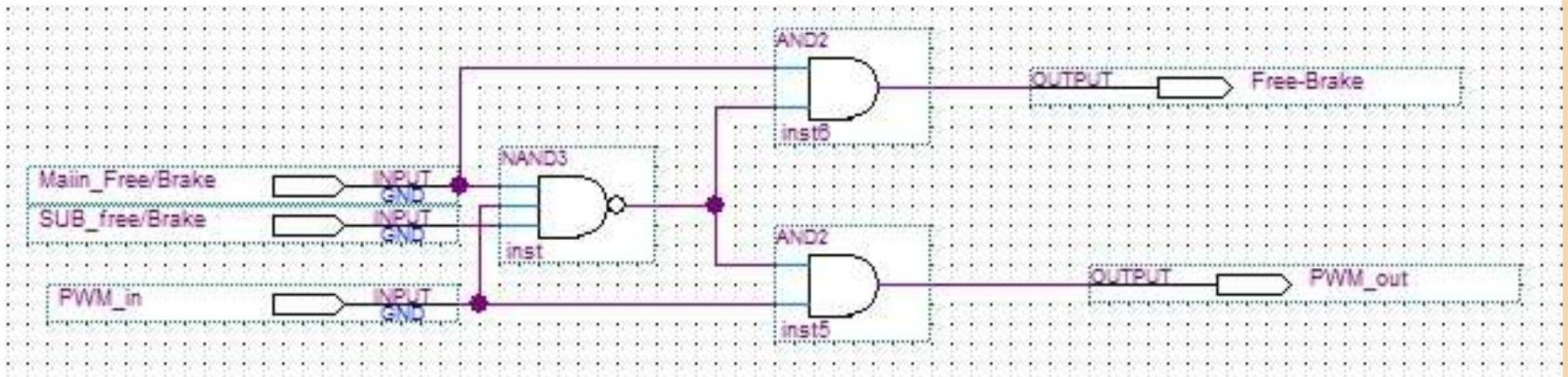
入力信号

出力信号



遅延回路 (デッドタイム生成 400ns)

新モータドライブ基板制御回路 (ブレーキ・フリー制御 論理回路)

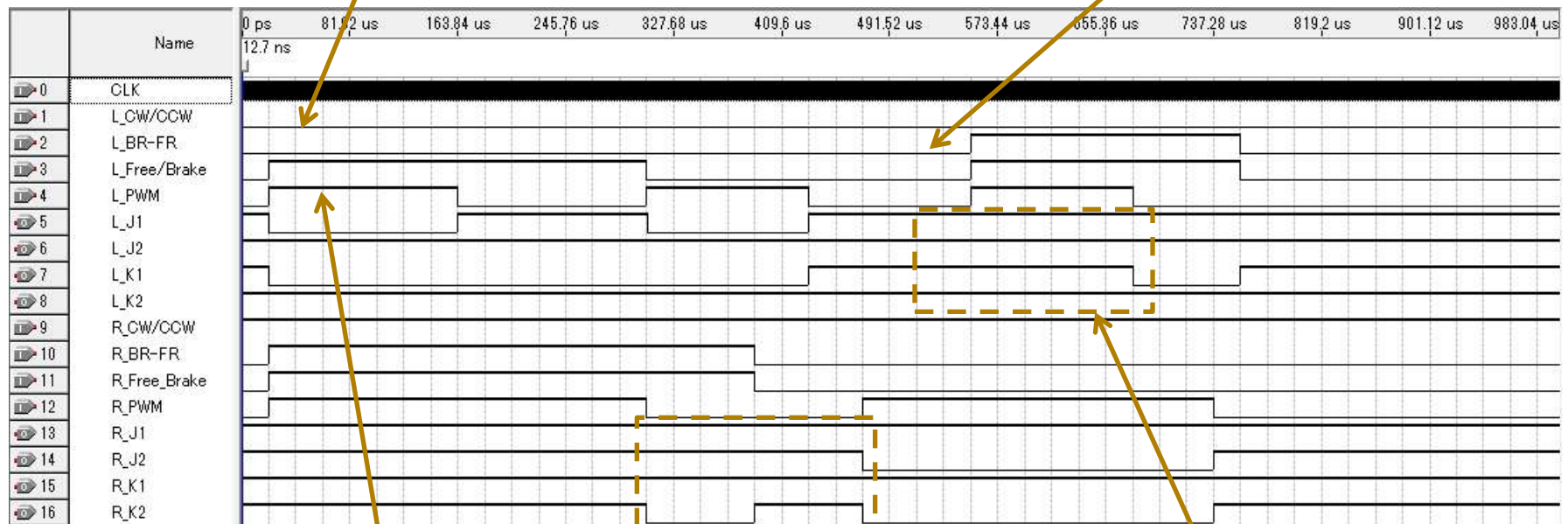


- PWM信号でショートブレーキの強さを調整
- 速度制御で活用

新モータドライブ基板制御回路 (タイムチャート 制御部分)

CW/CCW
0:正転 1:逆転

Free/Brake
0:ブレーキ 1:フリー



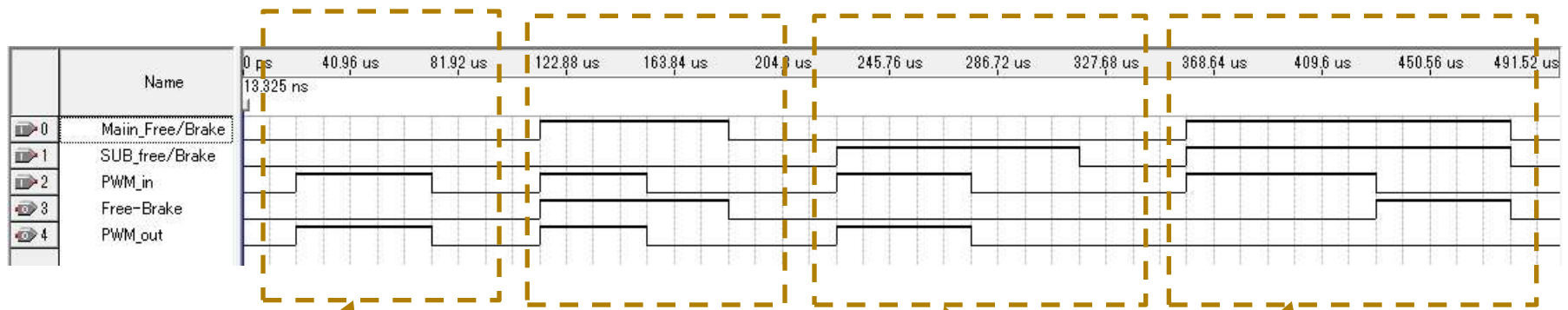
PWM

右モータ

左モータ



新モータドライブ基板制御回路 (タイムチャートブレーキ・フリー制御)



モータ回転
ブレーキ

モータ回転
ブレーキ

モータ回転
フリー

ブレーキ・フリー



新CPUボードへの対応



新CPUボードへの対応

- 今年度から新CPUボードが可能
 - マイコンカー講習会で参加者に配布
 - 本年の講習会で講習される
- H8/3048からR8C/38Aに変更
 - 低電圧動作 → リセットがかかりにくい？
 - 性能がアップしている
 - ピン配置がどのようなになるか？
 - モータドライブなどの自作基板などの変更

ご静聴

ありがとうございました

