

アスファルトフィニッシャ 自動操舵・拡幅システムの 技術紹介



住友建機株式会社

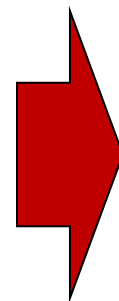
Copyright© Sumitomo Construction Machinery Co., Ltd. All right reserved.

道路機械技術部
2023年9月14日

1. 開発背景
2. 現状の舗装作業と問題点
3. 本システムで見込まれる効果
4. 自動操舵・拡幅システム概要
 - ・ステレオカメラ方式
 - ・3DMC方式
5. 制御方式の比較
6. まとめ

国交省方針・社会を取り巻く状況から、下記7項目を社会的要求として定義

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | 生産効率の向上 |
| 2 | 熟練技術者・技能者の不足（少子高齢化） |
| 3 | 品質確保・監督検査の重要性の高まり |
| 4 | 施工現場の安全確保 |
| 5 | 地球温暖化問題対策 |
| 6 | 社会資本の老朽化と維持管理費の増加 |
| 7 | 国内外における競争 |



自動化技術を用いる事で、左記の内

1. 生産性向上
2. 熟練技能者不足解消
4. 現場の安全性向上
7. 国内外における競争力強化

に対応する事を目標に開発している

2、現状の舗装作業と問題点



オペレータ: **機械の操舵**、**合材ダンプ受入**
(1人) **ホツパ開閉操作**、**合材撒き出し操作**

アジャストマン: **舗装厚調整**、**スクリード伸縮操作**
(1人) **クラウン調整**、**段差調整**、

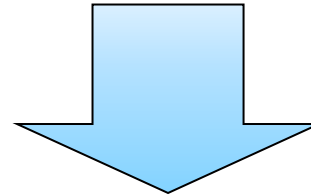
レーキマン: **舗装端部の成形**、(**スクリード伸縮操作**)
(2人)

スコップマン: **舗装不良部への合材運搬・手直し**、
(3~4人) (**スクリード伸縮操作**)

機械周辺には常に7~8人がいる状態で舗装作業が行われており、
① 多人数が機械周囲を行き来しており、機械・周囲への安全配慮が必要
② オペレータとアジャストマンは操作種類が多く、習熟に時間がかかる
③ アジャストマンの伸縮操作が間に合わずレーキマン・スコップマンが補修する場合もある
という問題点が存在する。

3、本システムで見込まれる効果

- ①ホ゜レータとアジヤストマンの作業負担が軽減され、周囲への安全配慮増加へつながる
また、開放道路側での作業量低減も見込まれる
- ②未習熟者が技術習得するまでのアシスト、作業員定着率向上へ
- ③レーキマン・スコップマンが補修等の無駄作業の低減 → 本来の作業に集中可能



- ・現場の安全性向上
- ・熟練技能者不足の解消
- ・作業の生産性向上

が期待出来る

ステレオカメラタイプ



NICHIDO

日本道路(株)様との共同開発
対応舗装幅: 2.9~6.0m



機械左右に取り付けたステレオカメラにより、
型枠や切削面などの段差を舗装端として検知。
舗装端を基準にしながら機械を制御します。



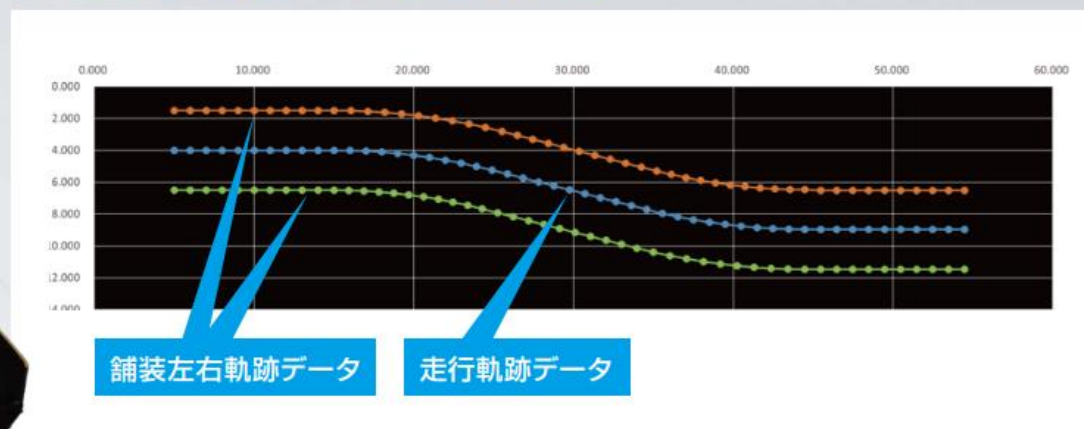
機器の取付のみで、設計データの作成等の事前準備は不要。幅広い現場や工法に対応できます。また別途グレードセンサを併用することで、舗装厚の制御にも対応可能です。

3DMCタイプ

住友重機械工業(株)技術研究所
との共同開発
対応舗装幅: 2.3~6.0m



機械の左右に取り付けた全周囲プリズムの測位データから機械位置を特定し、機械を自動制御します。



機械位置とあらかじめ作成した走行軌跡・舗装端軌跡データとの差分を認識し、目標軌跡データに追従するよう機械を制御します。お客様保有の3DMC測器をそのまま利用できます。(既存の舗装厚制御システムとも連携予定です)

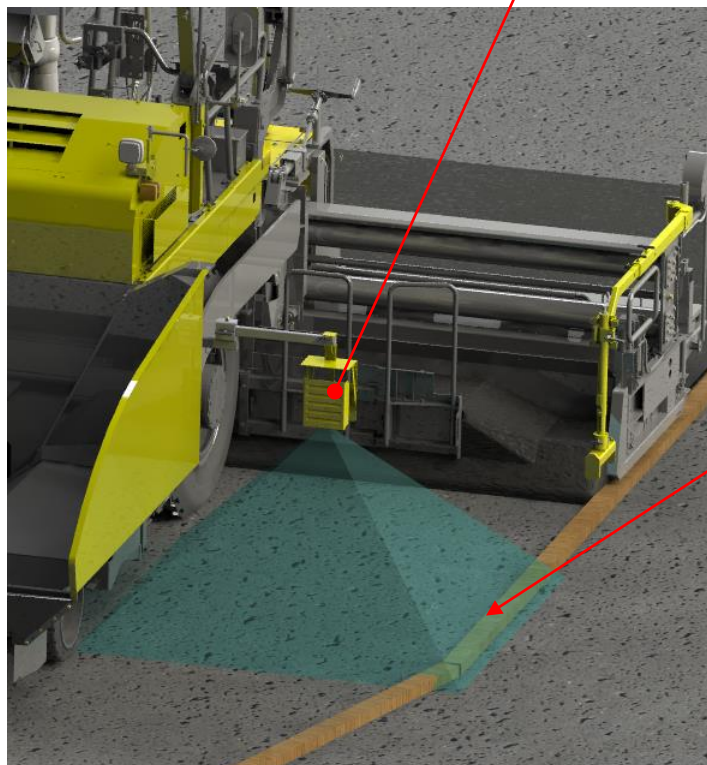
ステレオカメラ方式の概要紹介

4、自動操舵・拡幅システム概要

ステレオカメラの段差検知ソフトは
日本道路様が開発

国内では型枠を使用する、または切削オーバーレイの現場が殆どである為
施工端部には段差が有り、この段差をステレオカメラにより検知して制御に使用する。
車両に対する施工範囲がわかるのでステアリング(操舵)+スクリード幅(拡幅)の
自動制御が可能。

ステレオカメラ (左右各1個)



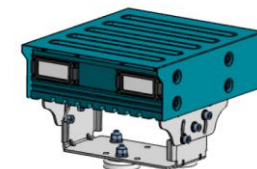
型枠



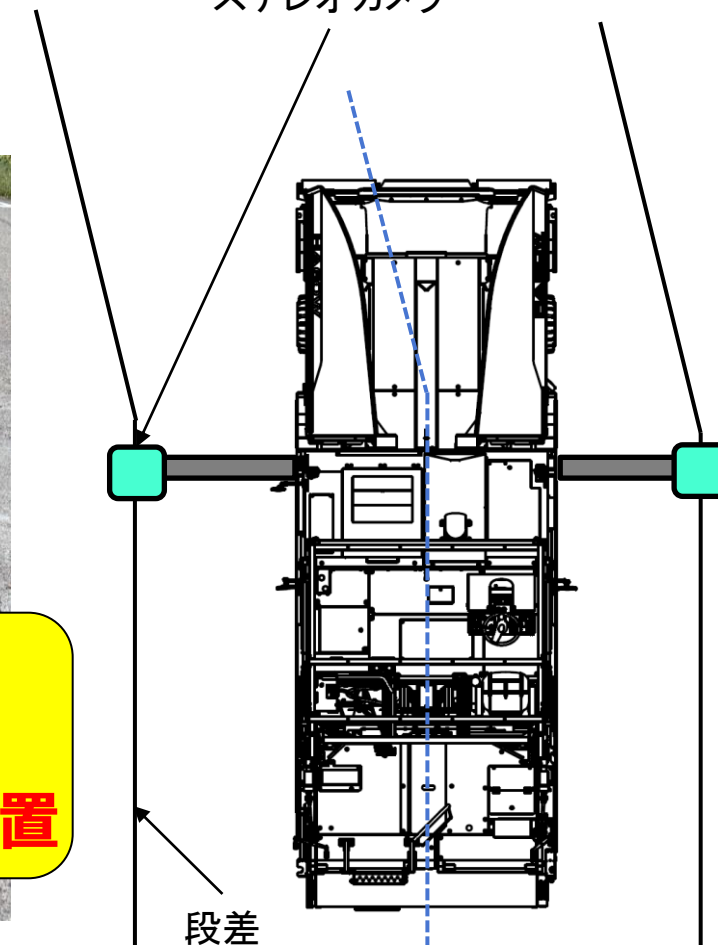
段差

~~外部機器
設計データ~~
導入ハードルの低い自動化装置

切削面



ステレオカメラ



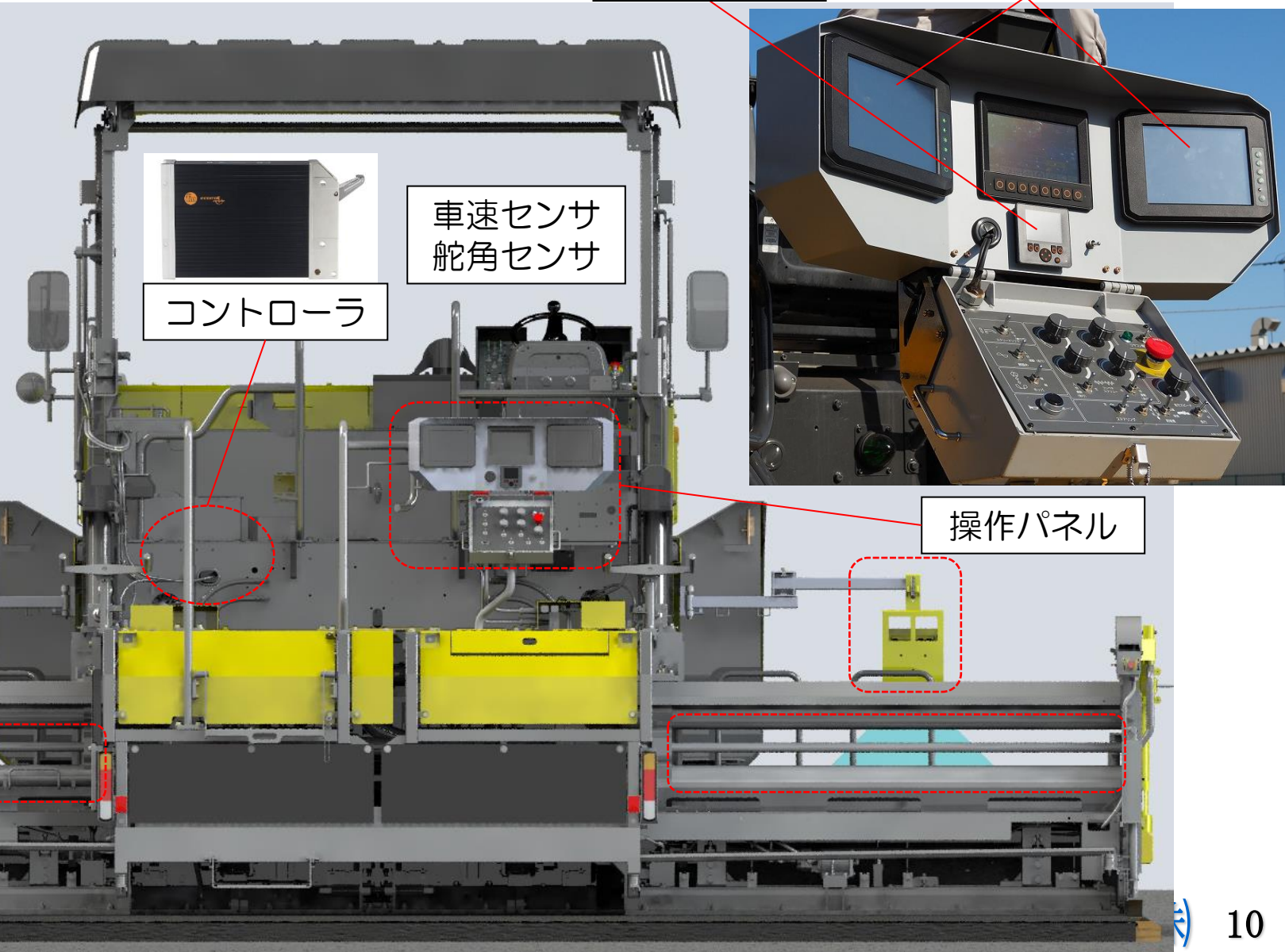
段差

システム機器構成

SUMITOMO



ステレオカメラ



自動機能用
サブモニタ

カメラモニタ

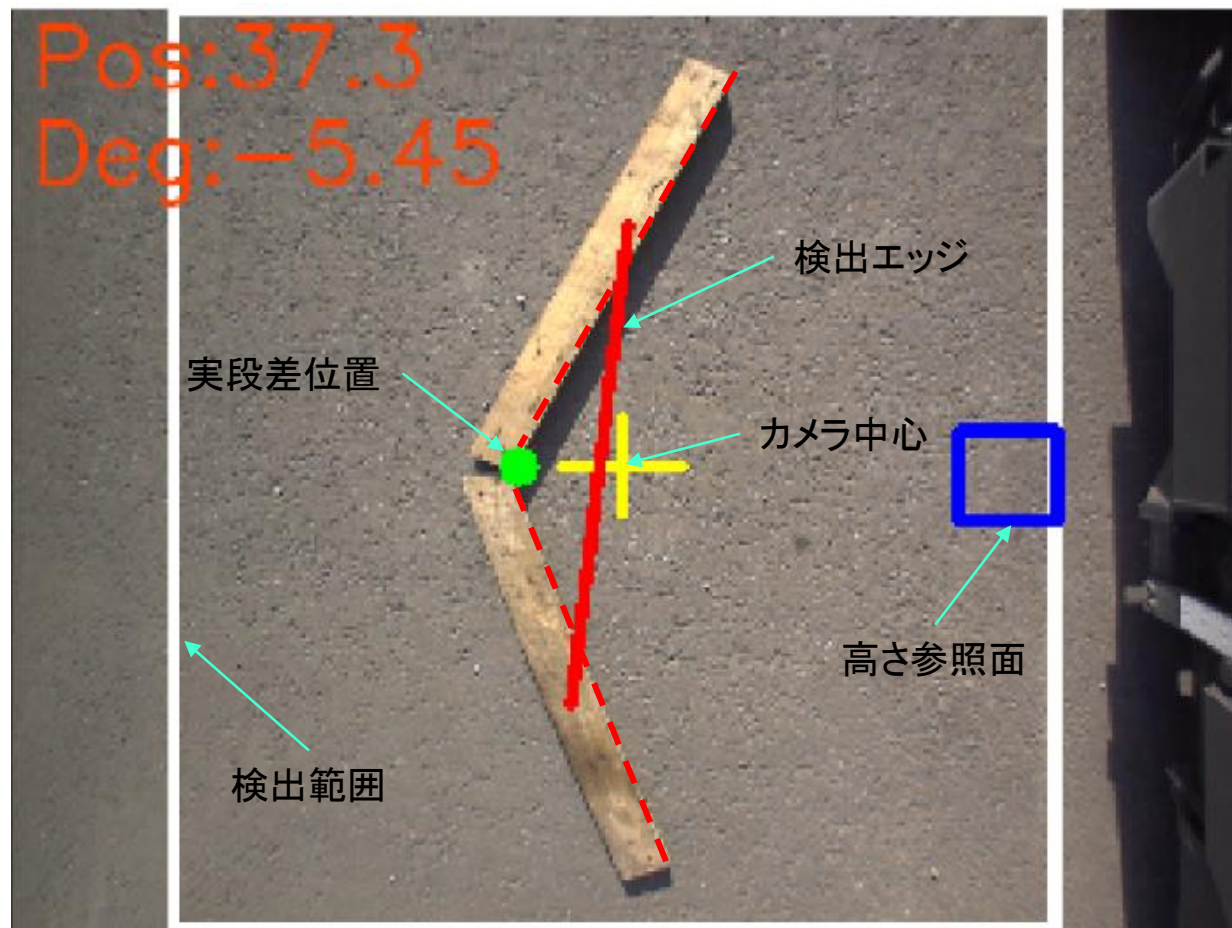
車速センサ
舵角センサ

コントローラ

操作パネル

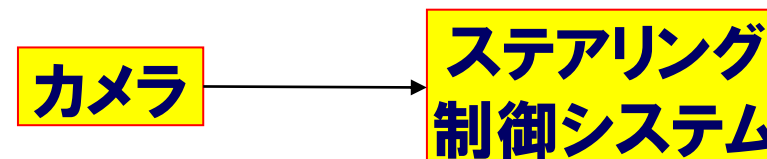
ストロークセンサ
(シリンダ内臓)



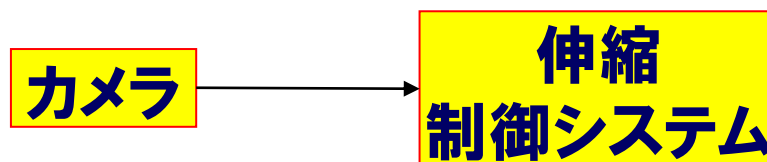


カメラ撮影画像

検出した段差を平均化し1本の直線
(検出エッジ)として認識
カメラ中心から検出エッジまでの偏差 $d1$ と
カメラ(車体)との角度 θ を
車両側のステアリング制御システムに出力

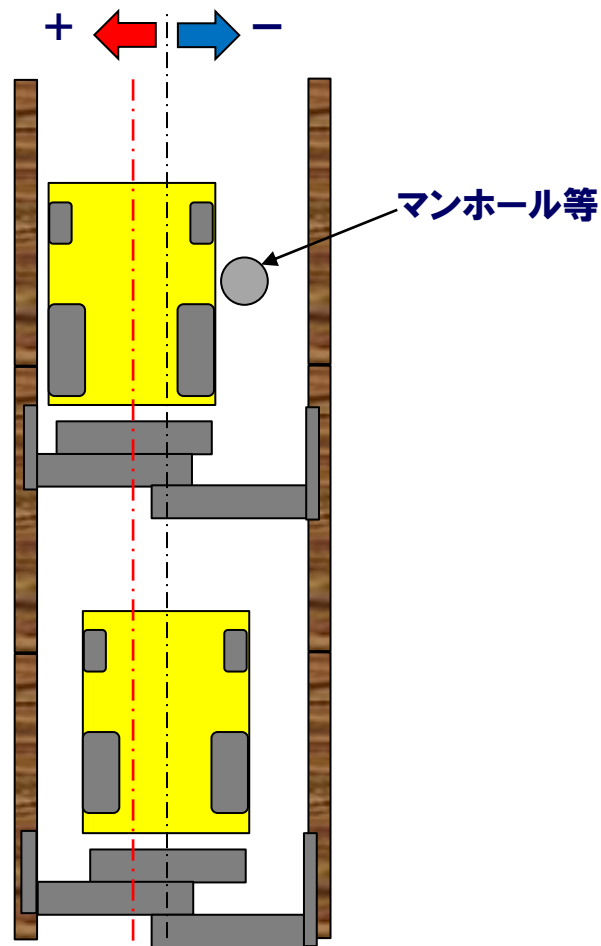


また、カメラ中心軸上の実際の段差位置
との偏差 $d2$ を伸縮制御システムに出力
段差位置を記憶し伸縮制御で使用する



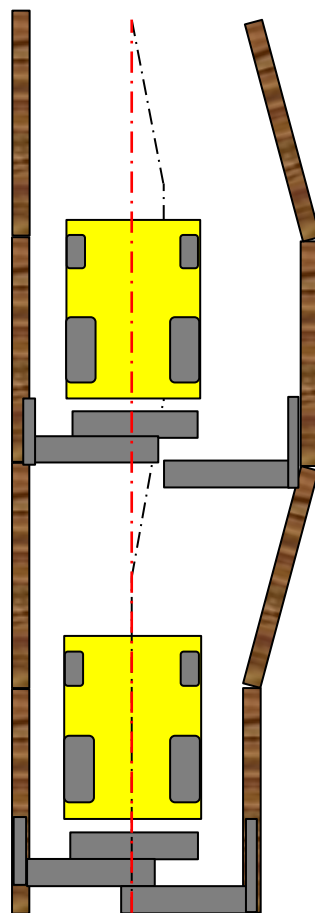
中心を走ると障害物がある
ので避けたい

[オフセット機能]



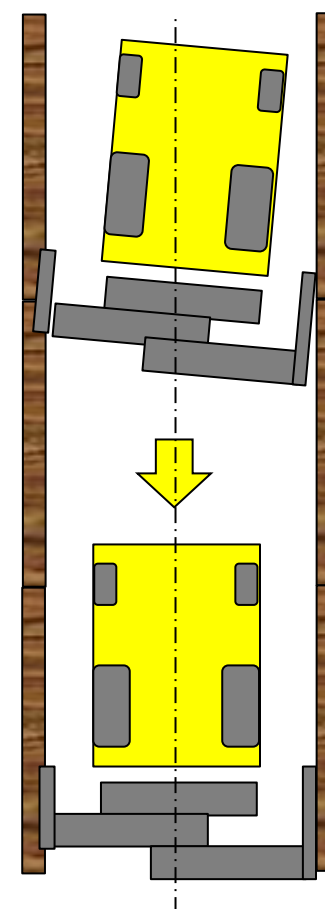
真直ぐ走って伸縮だけで
幅を合わせたい

[片側追従機能]

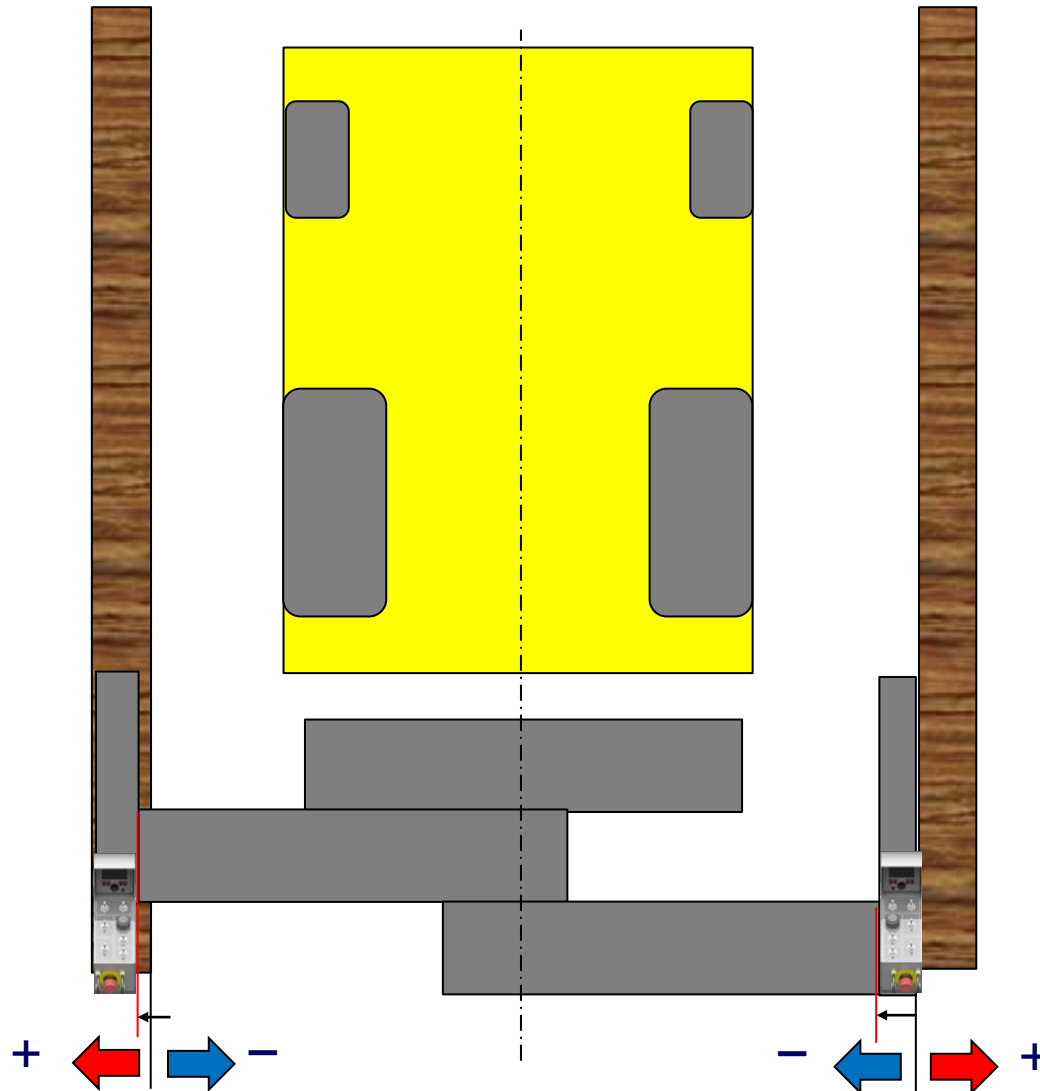


施工スタート機械設置時に
バックで中心に車両を置きたい
[後進自動操舵機能]

*直線のみ

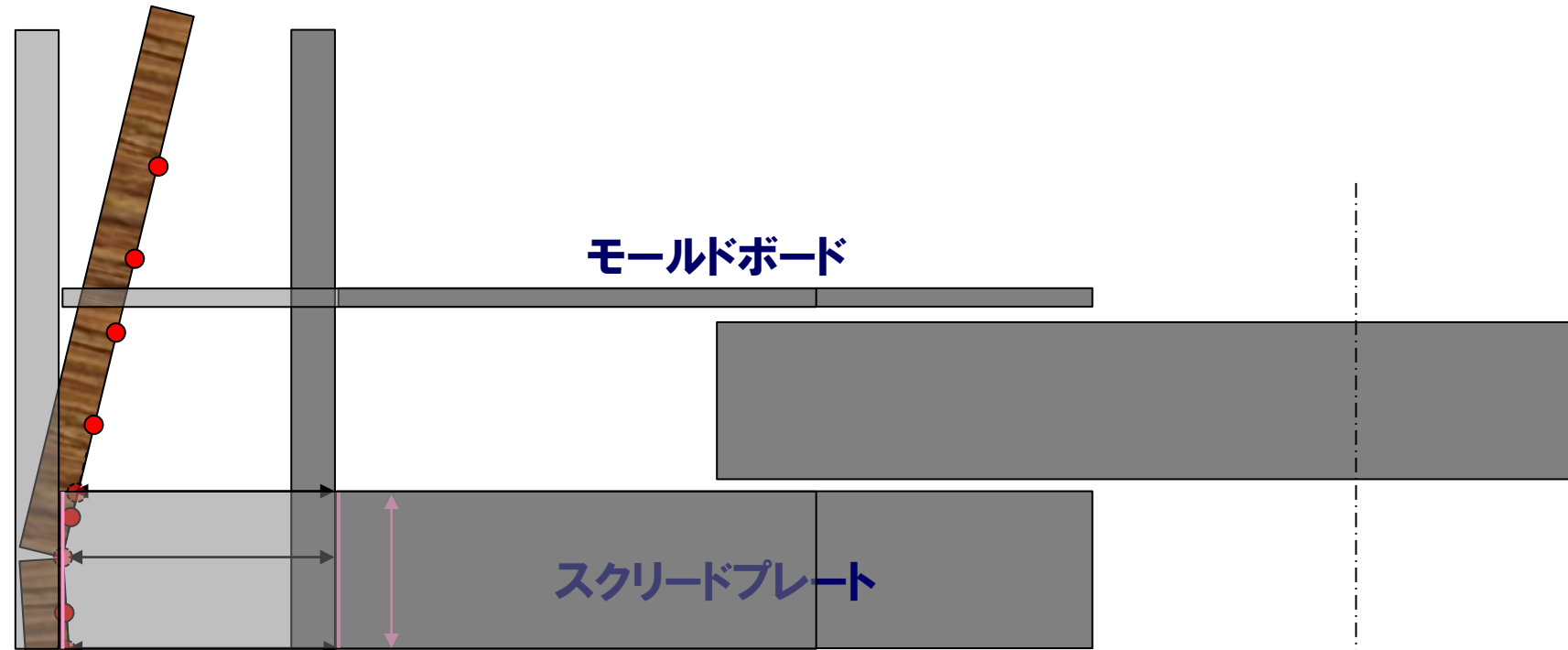


[オフセット機能]



自動制御中に通常のスクリーン側の伸縮スイッチ操作を行うと
合わせた位置を正としてオフセット量を自動で設定する。
(運転席側の伸縮スイッチ操作は無効)

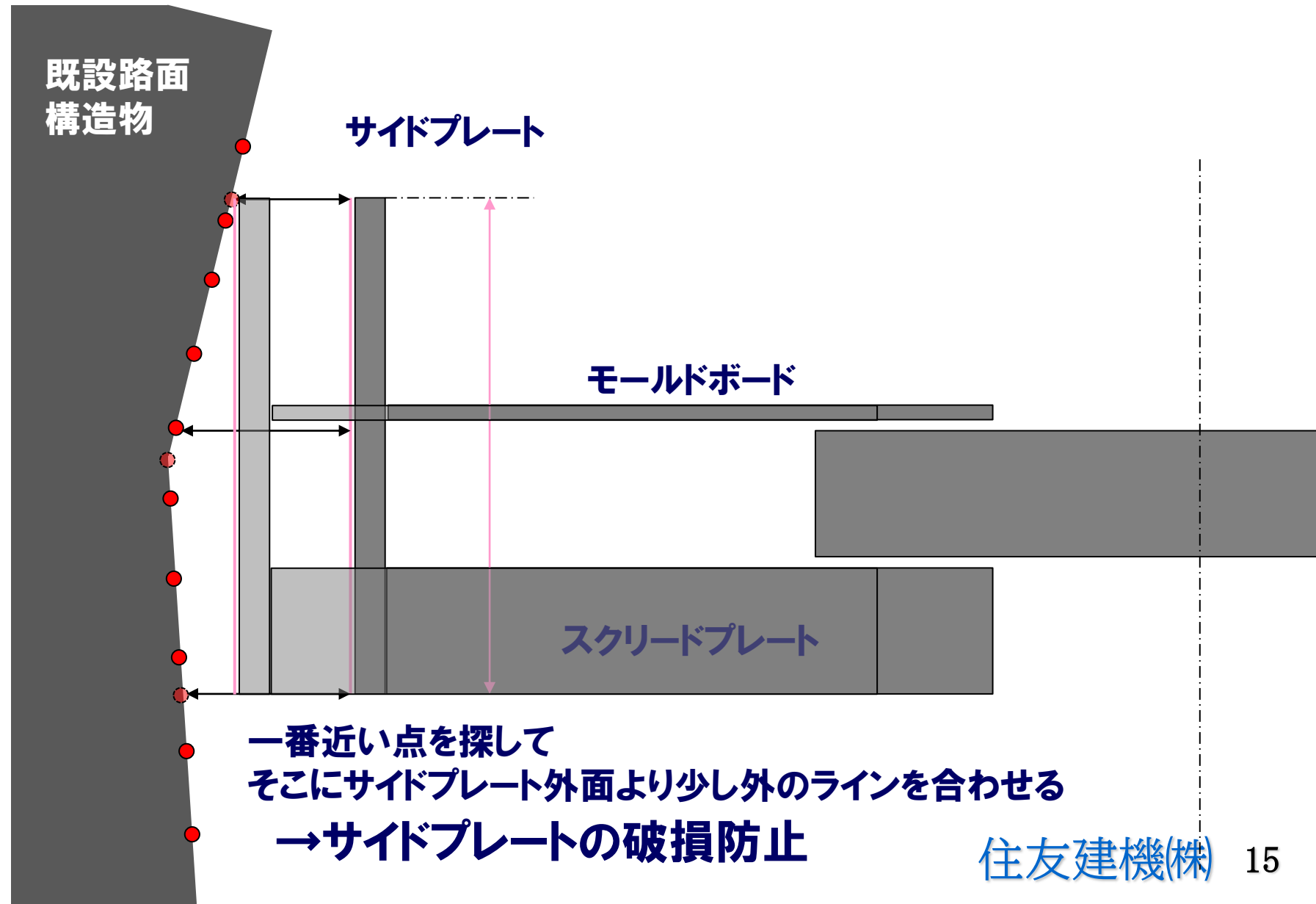
スクリーンプレート 合わせモード （型枠、表層）



一番遠い点を探して
そこにスクリーンプレート外面を合わせる
（プレート前端、後端、一定以上の角度が付いた角部の型枠位置も検出）

→プレート前から後まで使い舗装端部まで
材料を締め固める

サイドプレート 合わせモード （切削下層等）

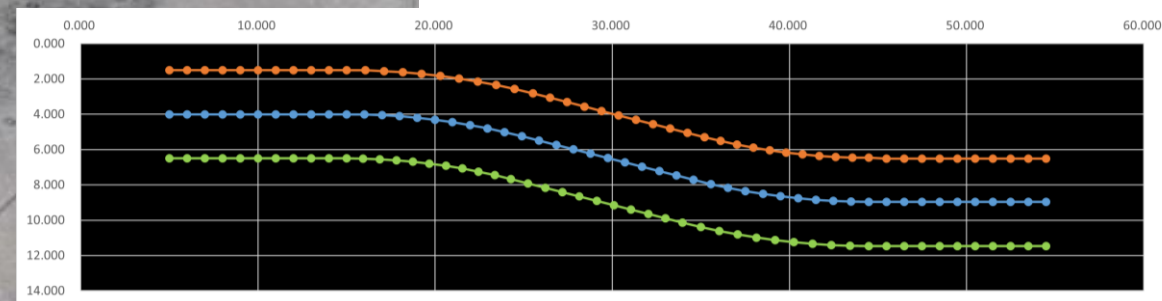
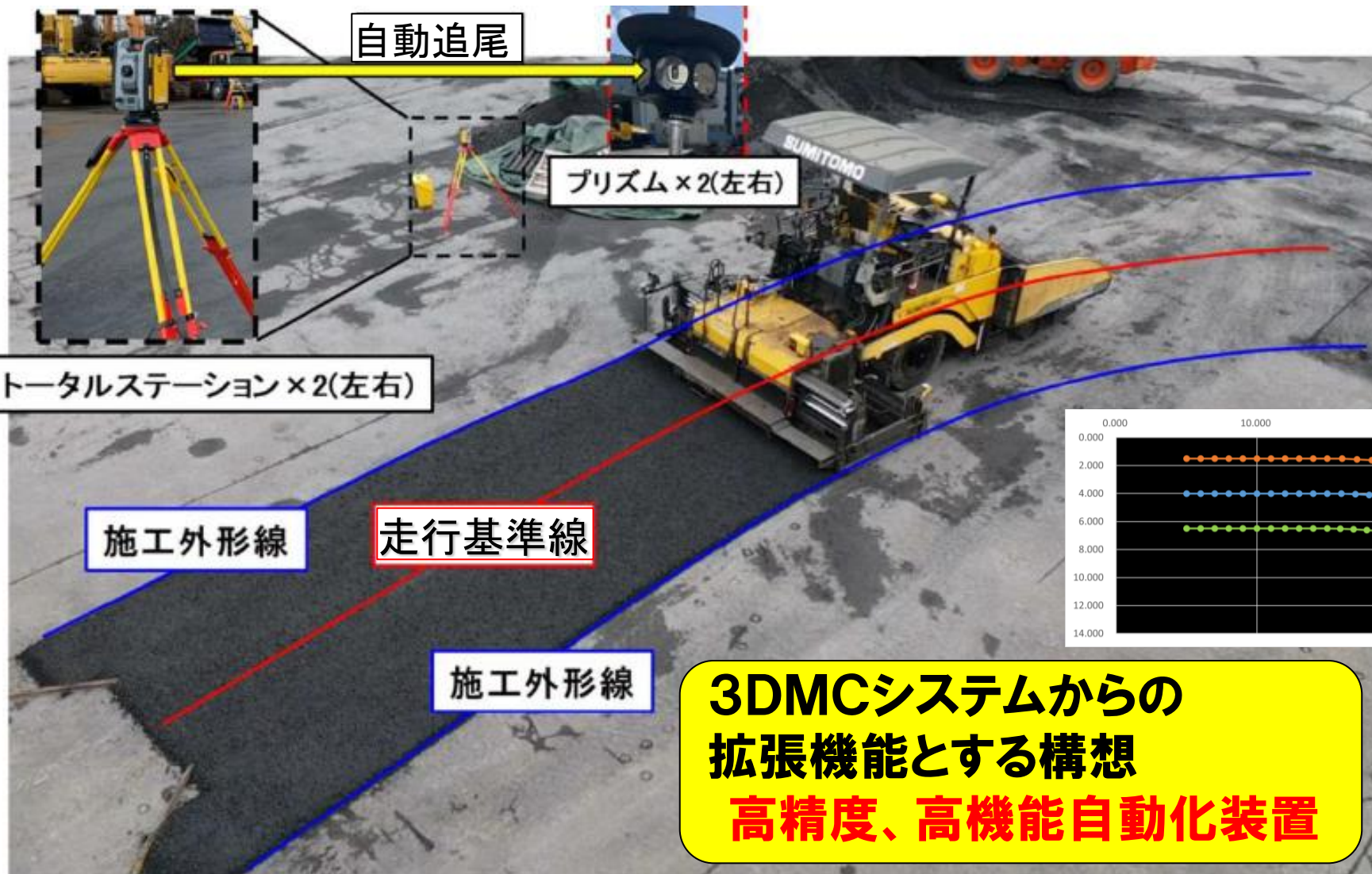


3DMC方式の概要紹介

4、自動操舵・拡幅システム概要

道路の設計データをベースに走行基準線、施工外形線の座標データを作成

測量機器で自車位置を検出し、目標軌跡データに追従する様、ステアリング(操舵)+スクリード幅(伸縮)を制御する。



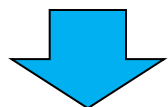
**3DMCシステムからの
拡張機能とする構想
高精度、高機能自動化装置**

制御概略(制御フロー)

設計データから追従目標となる座標データを作成し、
コントローラに読み込ませる。



測量機から現在位置座標を取得



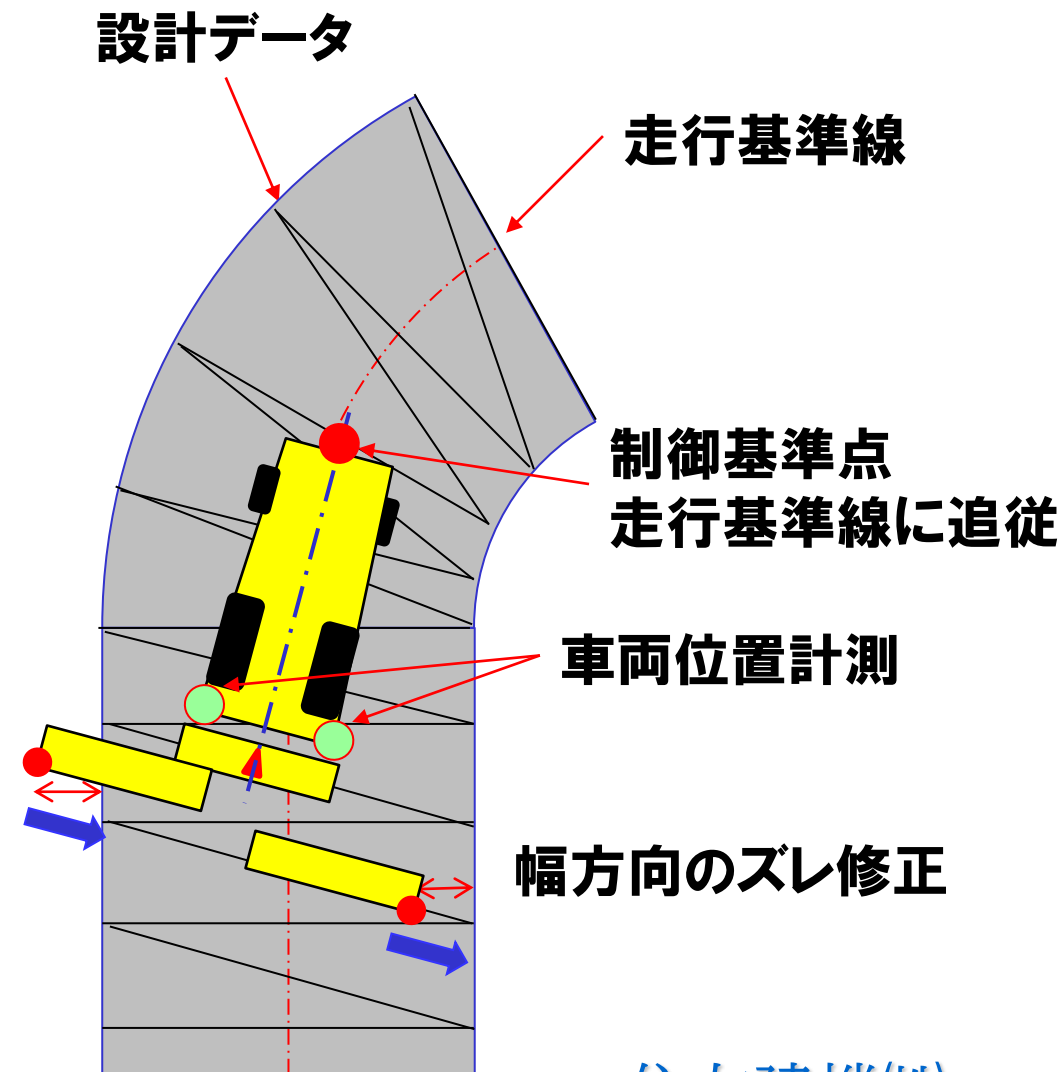
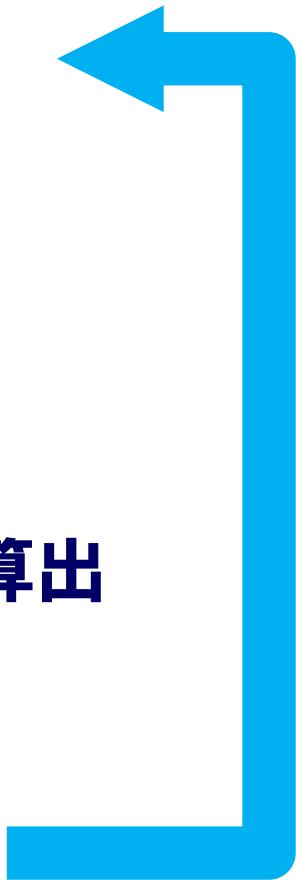
制御基準点の位置を算出
スクリード端の位置を算出



設計データと現在位置の偏差を算出



偏差に基づきステアリング指令、
スクリード伸縮指令を決定し出力

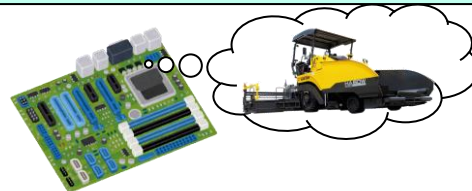
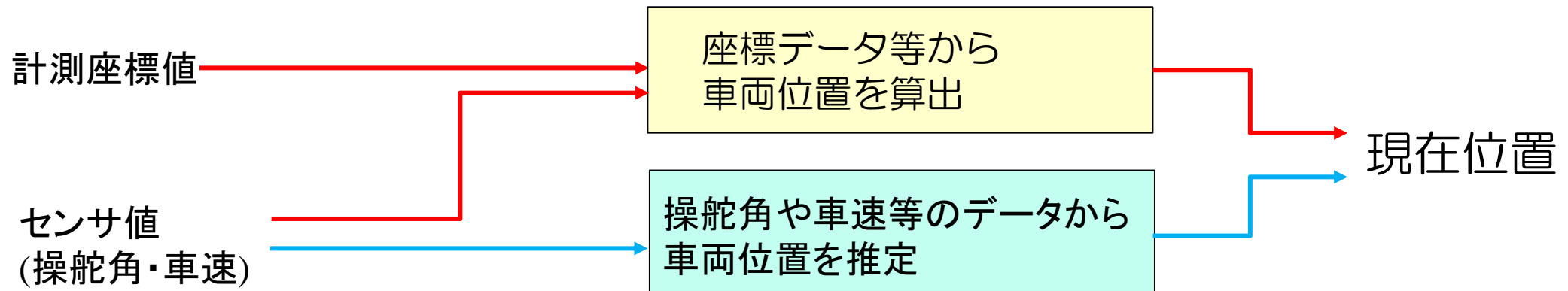


[自己位置推定機能]

車速センサ、舵角センサから車両の位置等を推定しており、
測量機のデータが一時的に途絶えた場合でも大きく目標経路からずれることが無くなる。

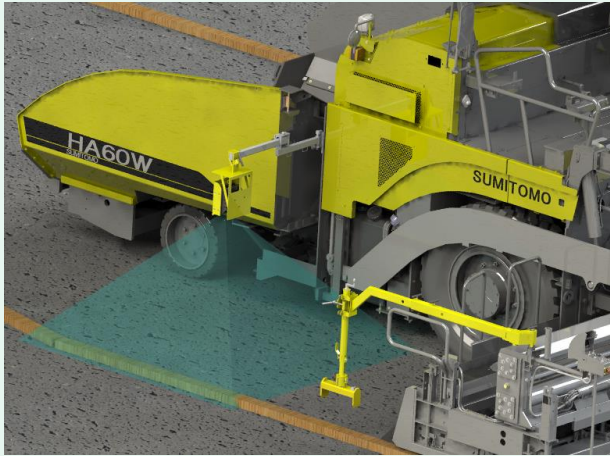
(イメージ)

- : データが正常の場合
- : データが途絶した場合



5、制御方式の比較

ステレオカメラ方式



長所

- ・価格が比較的安価で導入ハードルが低い
- ・使用方法がシンプルで容易
- ・多くの現場ですぐに使える

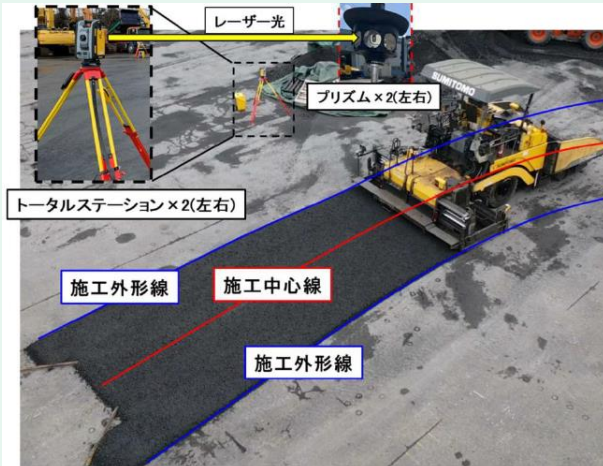
短所

- ・舗装厚自動制御は別のシステムが必要
- ・測地系に基づいたデータは残せない



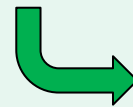
誰でも気軽に使用できる敷居の低さ

3DMC方式



- ・将来的には3DMCシステムと連携し舗装厚の自動調整も実現可能
- ・既に3DMCシステムを導入済であれば測量機器は流用可能(予定)
- ・測地系に基づいた施工結果を残せる

- ・3D測器自体の価格が高く導入ハードルが高い
- ・使用方法が比較的複雑
- ・予め設計データを用意する必要がある



より高い舗装精度、高機能を追求

- 本システムで期待される効果
 - ・ 現場の安全性向上
 - ・ 熟練技能者不足の解消
 - ・ 作業の生産性向上

- 開発のねらい
 - ・ ステレオカメラ方式
設計データ不要で導入コスト、取り扱いの煩雑さを抑え
現場で使って頂ける、敷居の低い自動化装置
販売開始目標：2024年内
 - ・ 3DMC方式
高精度、高機能な自動制御装置
データの蓄積、施工管理への適応も視野に

ご清聴ありがとうございました