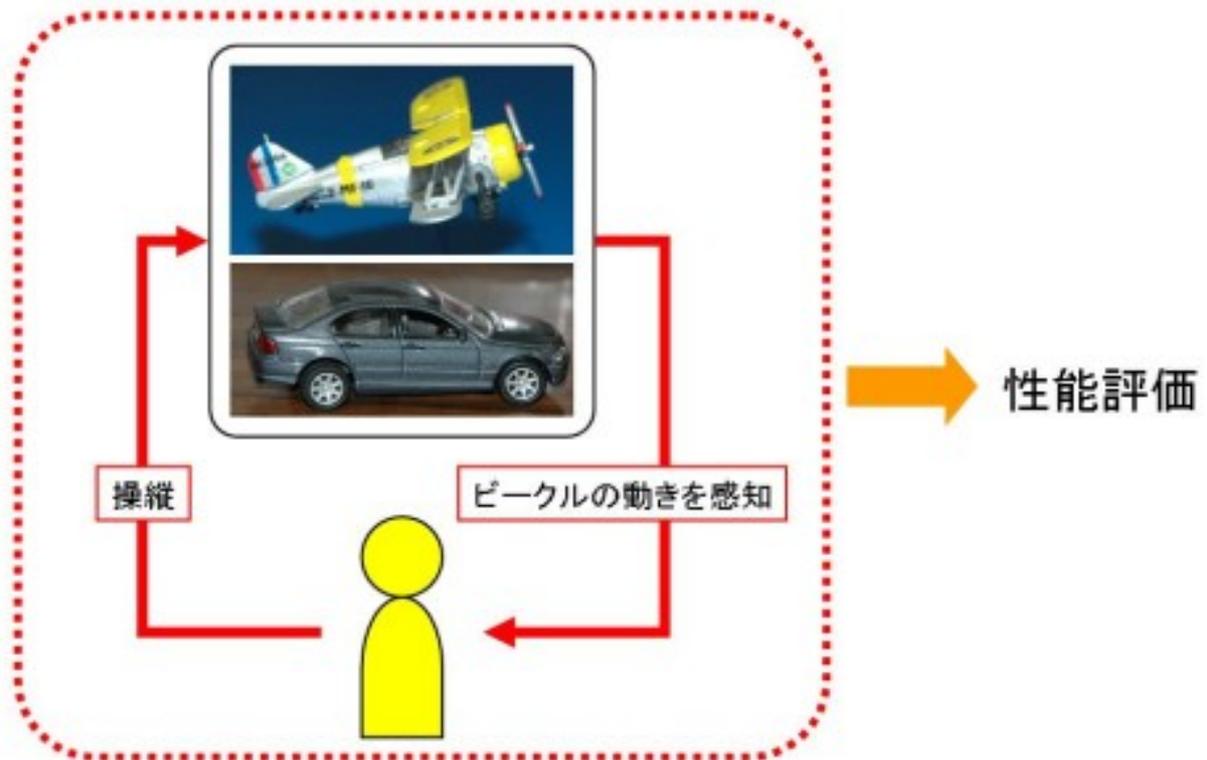


規範オペレータモデル法

人の操縦する乗り物を制御対象とした，新しい制御理論を開発しました．操縦性を向上させることのできる，ダイナミクス・制御系設計手法です．航空機，自動車，小型ビークルなどへの適用が可能です．

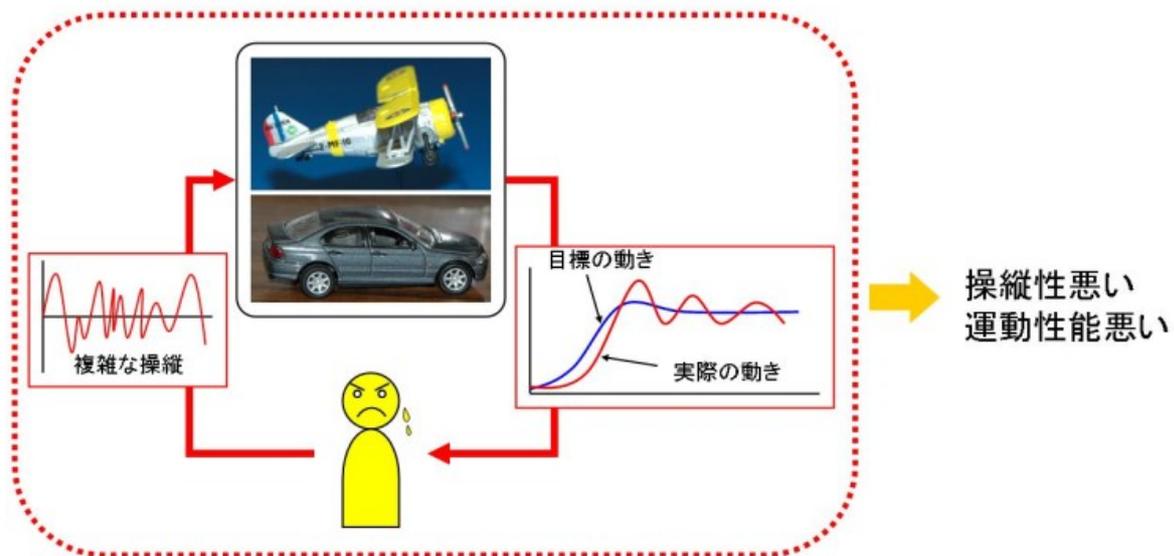
操縦者とビークルの関係

操縦者はビークルの動きを感知して適切に操縦します．ビークルの動きは，ビークルの特性と操縦者の特性両方から決まります．



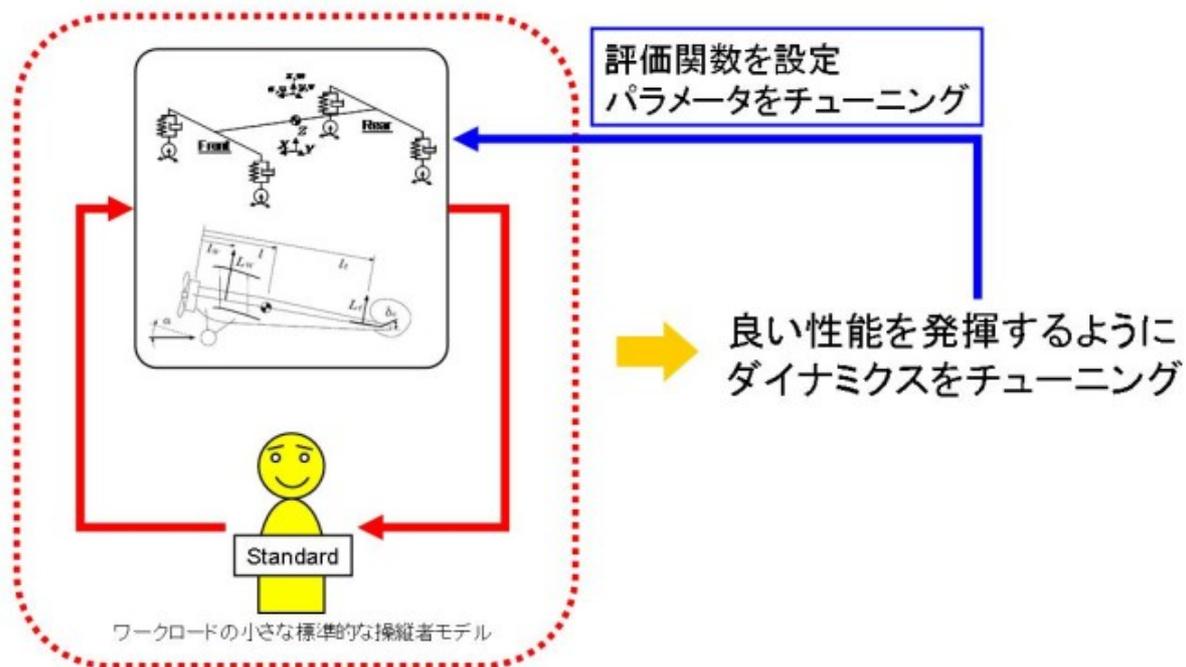
操縦しやすいビークルダイナミクス

操縦者は，自身が感知したビークルの動きから将来の動きを予測して適切な操縦を行います．その結果ビークルの動きが意図したものと違ったり，操縦のワークロードが大きいと，操縦性が悪いと感じます．



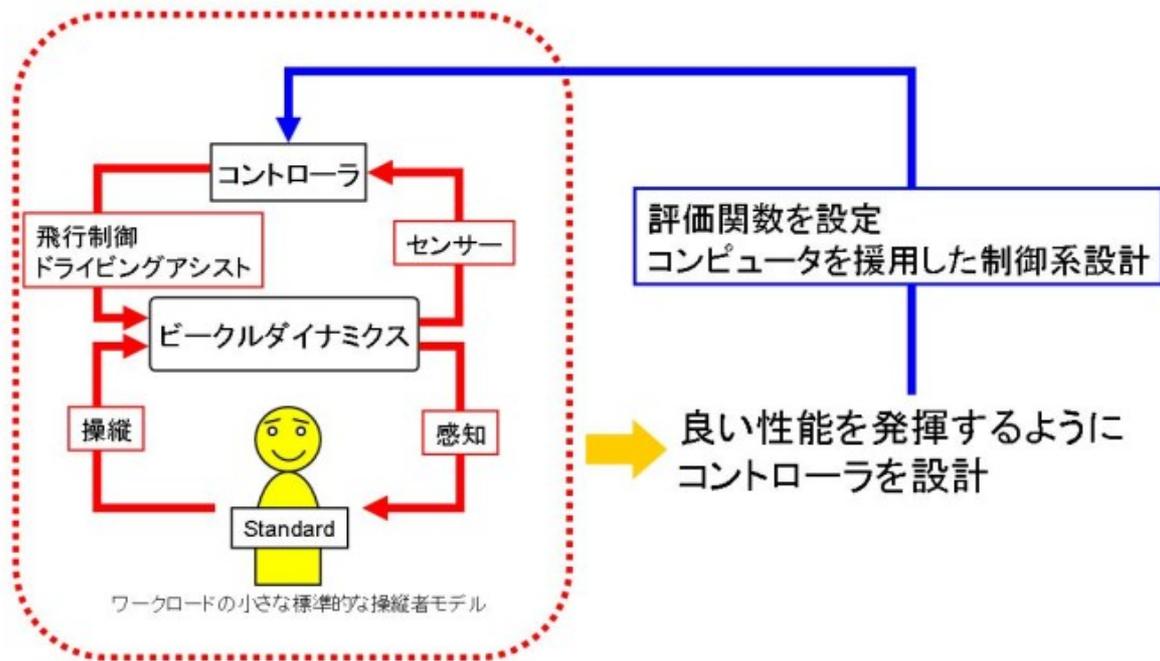
操縦しやすいビークルダイナミクスの実現

まずワークロードの小さな標準的な操縦者モデル（規範オペレータモデル）を設定します．そしてこのオペレータが高い性能を発揮できるようにビークルダイナミクスをチューニングします．



コントローラを使った手法

ワークロードの小さな標準的な操縦者モデルが高い性能を発揮できるように，制御系を設計します．そのとき適切な評価関数を設定し，コンピュータを援用した設計手法を用います．



開発手順

- ・ ドライビングシミュレータやフライトシミュレータを使って、操縦実験を行います。



フライトシミュレータ(JAXA)



(内製)

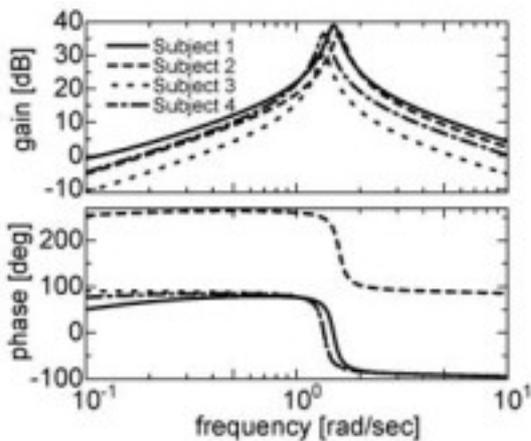


ドライビングシミュレータ(内製)

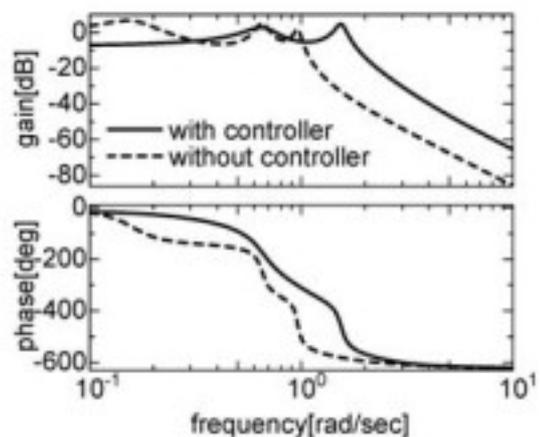


操縦解析用自転車(内製)

- ・ 操縦実験のデータから、オペレータモデルを同定し、操縦のワークロードとオペレータ特性の関係を調査します。



パイロット同定結果



閉ループ系同定結果

- ・ オペレータが注目している各種性能を定式化します。
- ・ ワークロードの小さな規範オペレータモデルを設定します。

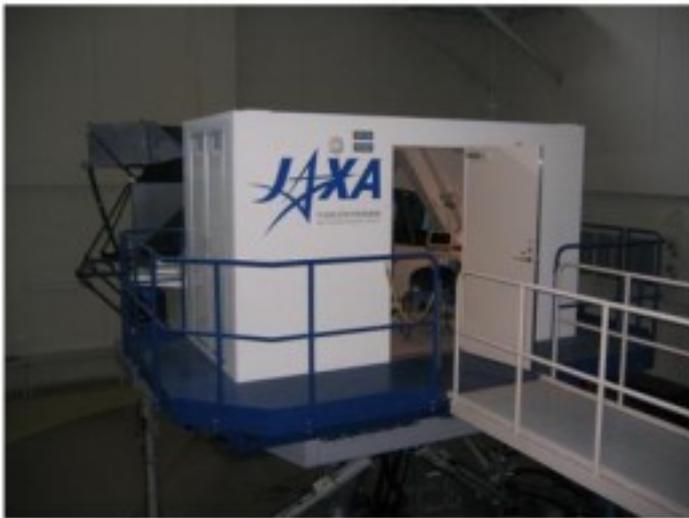
- ・規範オペレータモデルが高い性能を発揮できるような、ダイナミクス設計，制御系設計を行います。
- ・シミュレータや実際のビークルを使った操縦実験を行います。

確立した技術

1. シミュレータ装置の構築，シミュレーションプログラム，シミュレータ実験での条件設定，外乱の与え方
2. 実験結果からのオペレータモデルの同定手法，プログラム
3. オペレータの注目する性能の抽出手法，性能解析プログラム
4. オペレータモデルとワークロードの関係，ワークロードの推算プログラム
5. 車両 - ドライバ系の運動シミュレーションプログラム
6. ワークロードの小さな規範オペレータモデルの設定手法
7. ダイナミクス設計，制御系設計時の評価関数の設定手法
8. コンピュータを援用した設計手法，プログラム

応用例

ボーイング 747 のベア・ダイナミクス（飛行制御器を搭載していない生のダイナミクス）に適用し，フライトシミュレータを使った実験で実際のパイロットに評価してもらいました。



- ・ Hiroshi Tokutake, Jin Fujinaga, Yumiko Miura, "Lateral-Directional Controller Design Using Pilot Model and Flight Simulator Experiments," AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit, Keystone, USA, August 21 - 24, 2006
- ・ Hiroshi Tokutake, Masayuki Sato, "Controller Design Using Standard Operator Model," AIAA Journal of Guidance, Control and Dynamics, Vol.28, No. 5, pp.872-877, 2005/9-10
- ・ 得竹 浩, 伊藤恵理, "規範パイロットモデルを用いた制御系設計," 日本航空宇宙学会論文集, Vol.51, No.593, pp. 321-326, 2003/6

典型的な乗用車のダイナミクスに適用し，内製のドライビングシミュレータで検証しました。



- Hiroshi Tokutake and Yumiko Miura, "New Design Method of Driving Assist System via Standard Operator Model," The 9th International Congress on Automotive, CAR20051026, Pitesti, Romania, November 2-4, 2005
- Yumiko Miura, Hiroshi Tokutake, and Hiroshi Okubo, "Evaluation Method of Handling Qualities of Passenger Car using Vehicle Responses," The 9th International Congress on Automotive, CAR20051027, Pitesti, Romania, November 2-4, 2005
- Hiroshi Tokutake, Yumiko Miura, and Hiroshi Okubo, "Workload Analysis Method via Optimal Driver Model," Motorsports Engineering Conference and Exhibition, SAE Technical Papers 2004-01-3536, Dearborn, USA, November 30-December 2, 2004

自転車に適用し、操縦を補助する自転車を製作しました。



- 得竹 浩, 砂田 茂, 藤永 仁, "低レイノルズ数で作動する回転翼による小型アクチュエータ," 日本航空宇宙学会論文集 (掲載決定)
- 倒れにくい自転車 高齢者に優しい操縦補助, 日経ビジネス, pp112-114, 2005年9月26日

ビークルの操縦性, 運動制御

戻る