

## 完成車システム特性利用による MT車加速時車体振動解析

Analysis of acceleration shock in MT vehicle  
with using characteristics of complete-car system

伊神 肇

(株)本田技術研究所 栃木研究所

若林 由浩

(株)エステック 技術部

## 目次

1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 目次

→1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 1.はじめに

### <狙い>

マニュアルトランスミッション車の**加速時の車体前後振動**  
(事象名称---ガクガク振動/ロデオショック/ドンギクシャク等)

### <条件>

- ①**設計値ベースでモデル化かつ図面段階での検討が可能なもの**
- ②**2~5Hz付近の極低周波事象を再現かつ構成要素を簡素化**
- ③**主着眼要素は以下のシステム特性**
  - 1)**エンジントルク入力**
  - 2)**駆動系振り剛性**
  - 3)**エンジンマウント支持剛性**
- ④**台上実験等で得られた上記完成車システム特性について、モデル代入が簡便であること**

## 目次

1.はじめに

→2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

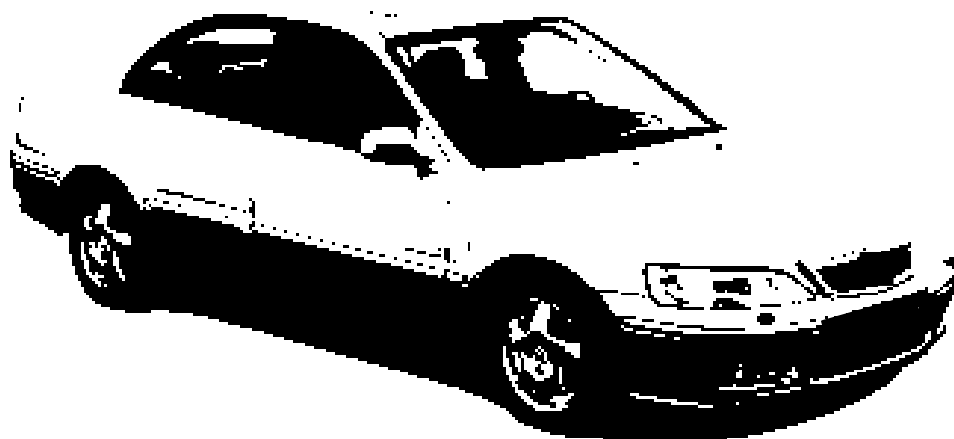
5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 2.実験車両



弊社 欧州仕様  
排気量:1800cc 4気筒  
ガソリンエンジン搭載  
5速マニュアルトランスミッション

## 目次

1.はじめに

2.実験車両

→3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

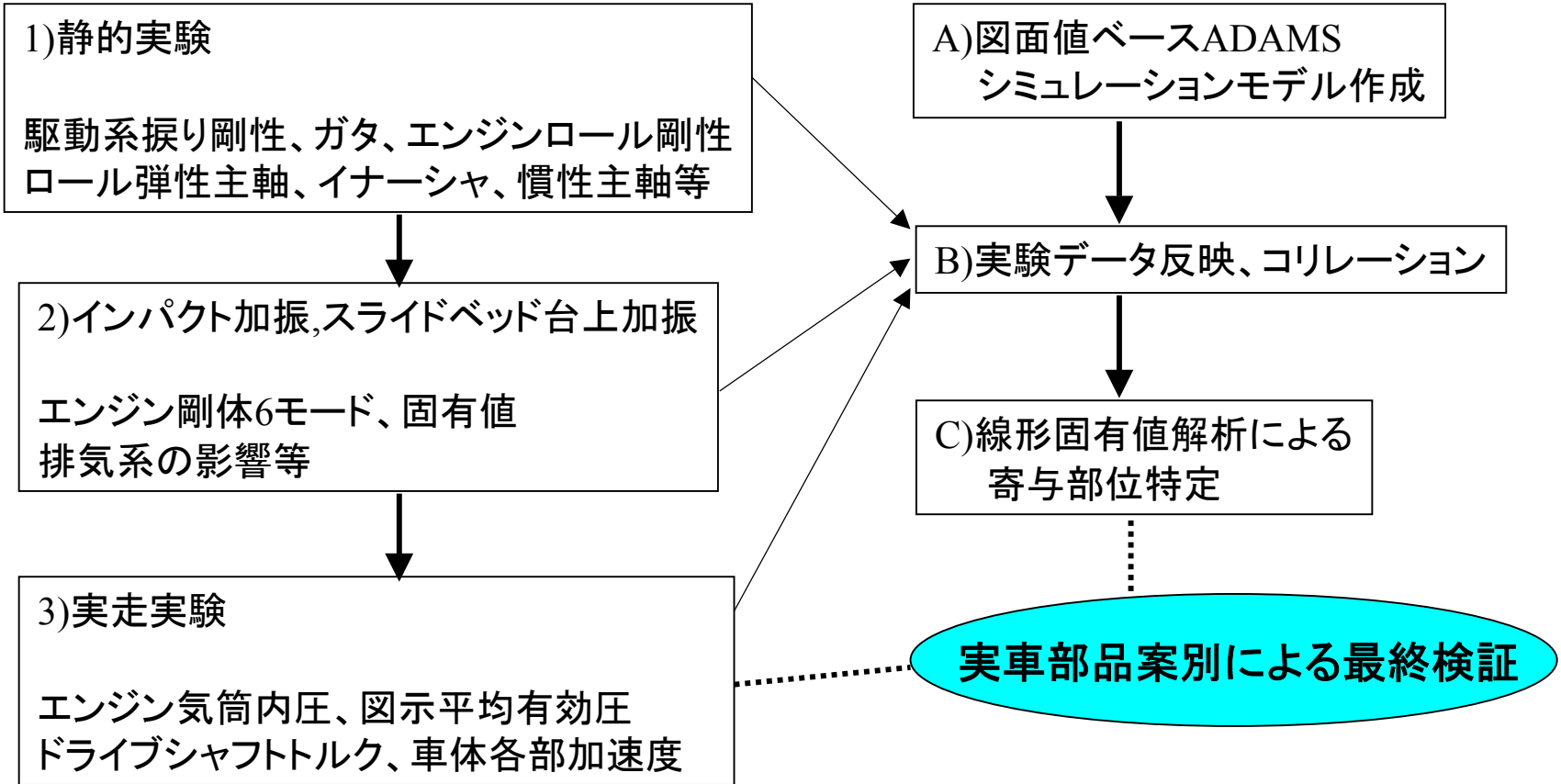
7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 3.アプローチ

### 実験

### 解析



実験と解析を並行で行うことにより  
モデルの精度向上を狙った



## 目次

1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

→4.ADAMS解析モデル

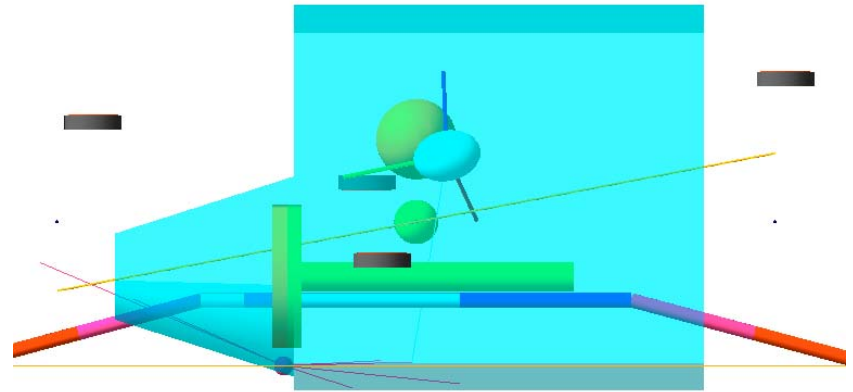
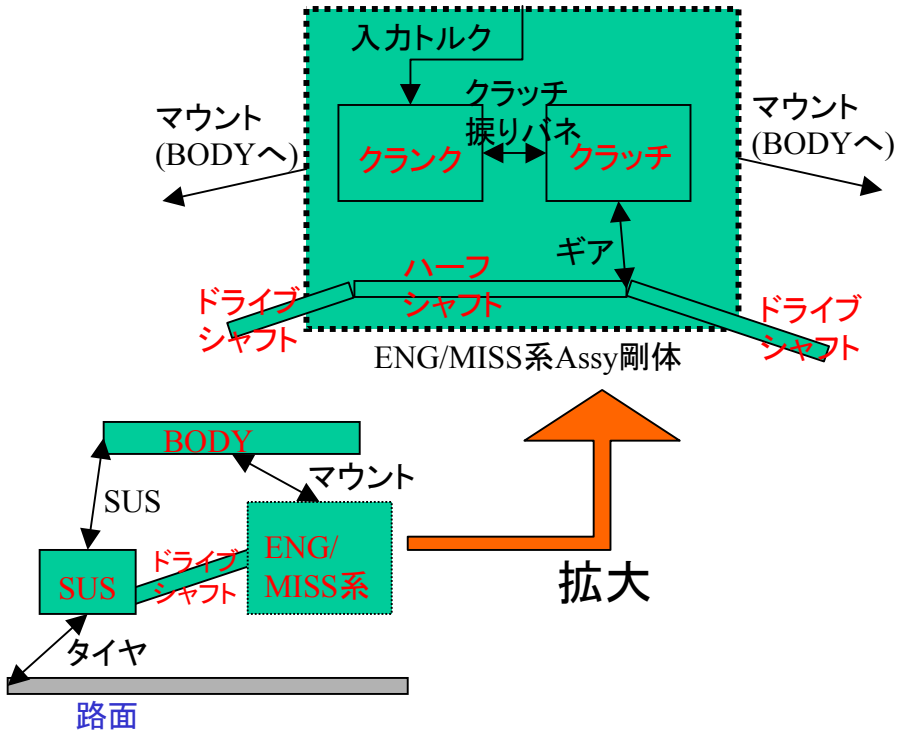
5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

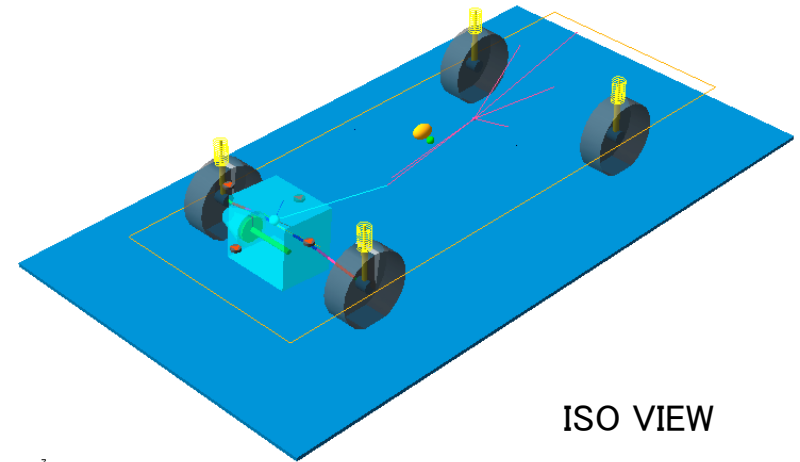
7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 4. ADAMS解析モデル



FRONT VIEW



ISO VIEW

**エンジンの入力波形以外は  
全て物理的要素でモデル化**

## 目次

1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

→5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

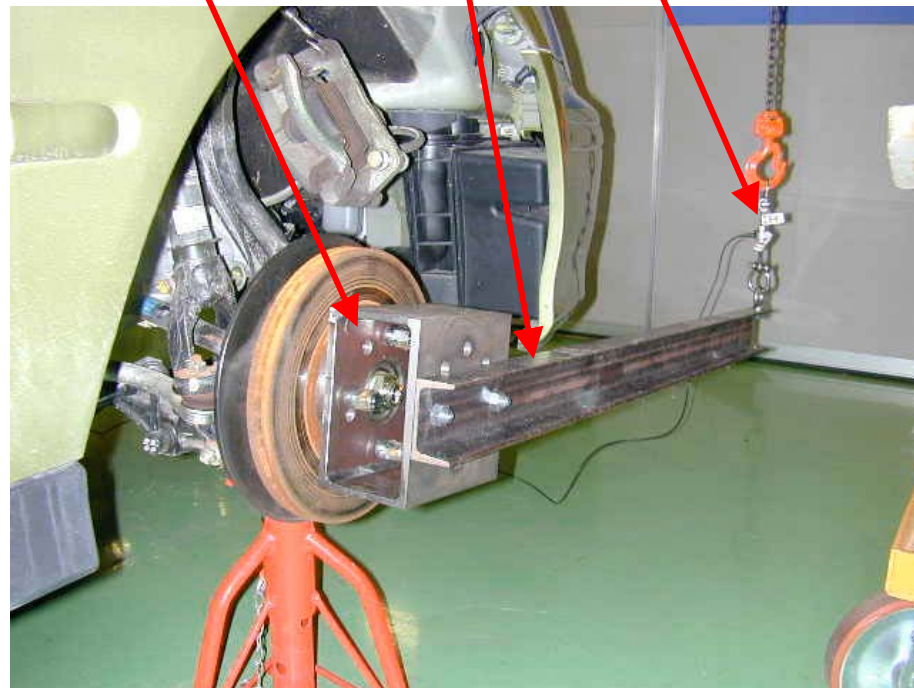
## 5-1. 静的実験手法

ホイールハブ固定治具



前輪左側ホイールハブ固定

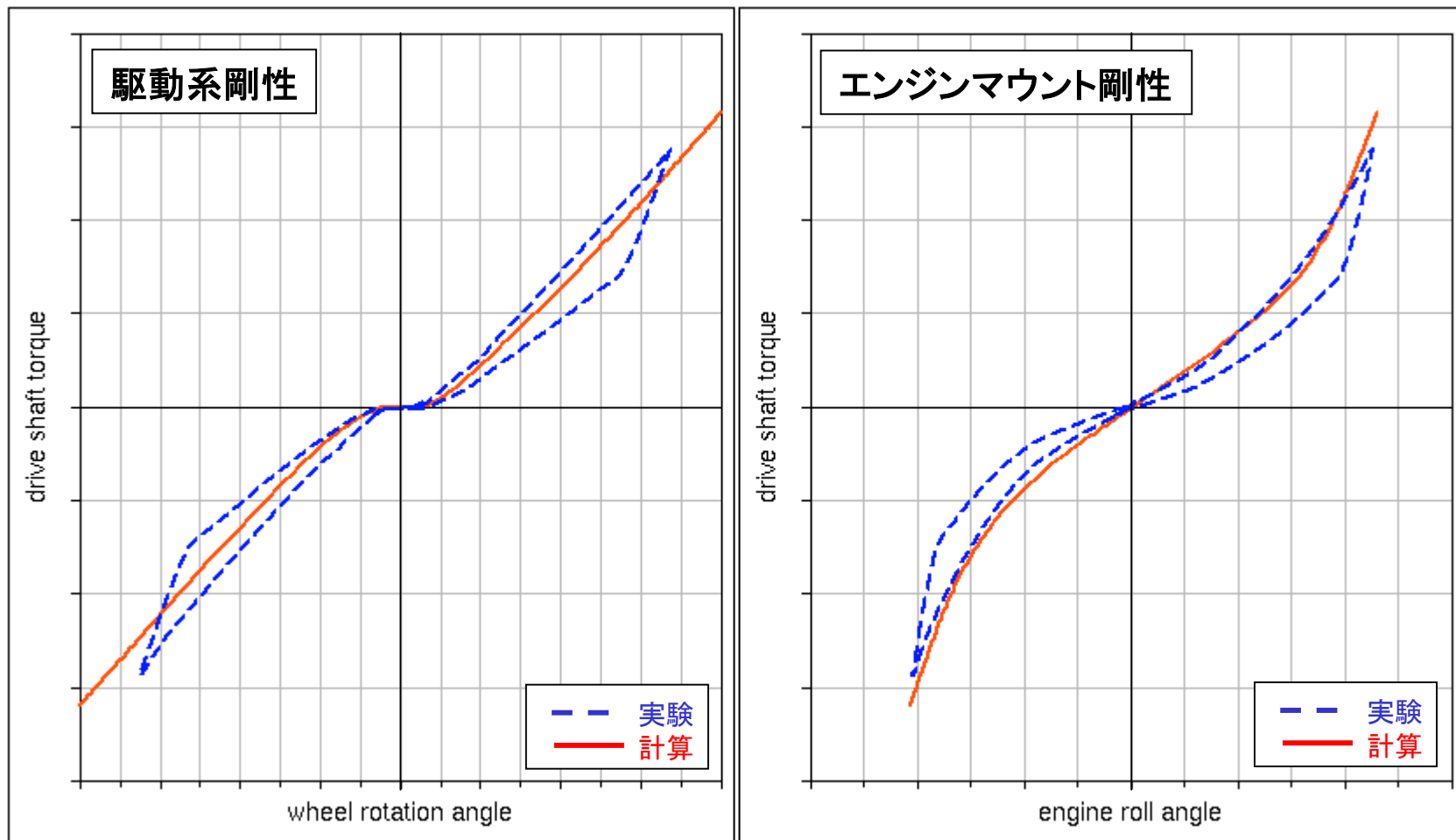
トルクバー  
ホイールハブアタッチメント  
ロードセル



前輪右側トルクバーによるトルク負荷

トルクバー入力に対する駆動系/エンジンマウント系の回転方向剛性を確認

## 5-2. 静的実験解析結果



実験結果の傾向を十分に再現した

## 目次

1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

5.静的実験及び解析結果

→6.走行実験及び解析結果

7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 6-1.走行実験手法

### 〈走行条件〉

#### ◎ドンギク走行（1車両4条件）

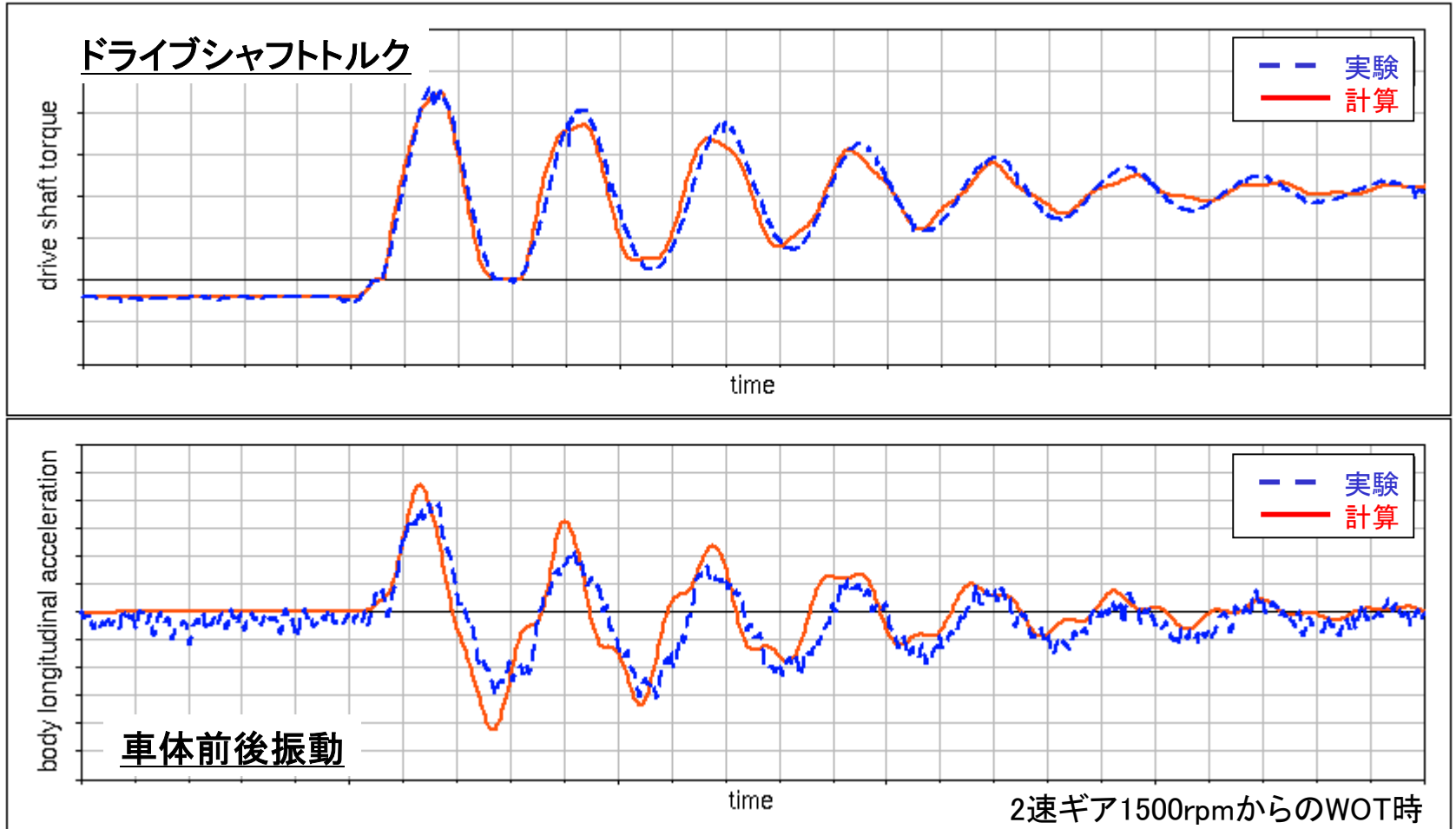
- ・1速ギア/2速ギア
- ・低速コースト
  - 1)1500rpmからの1/8スロットル開度
  - 2)1500rpmからの全開加速

### 〈主な評価点〉

- ◎車体側前後方向振動
- ◎ドライブシャフトトルク
- ◎図示平均有効圧値(Pi値)

※その他参考として、エンジン、  
車体系の各部振動を測定

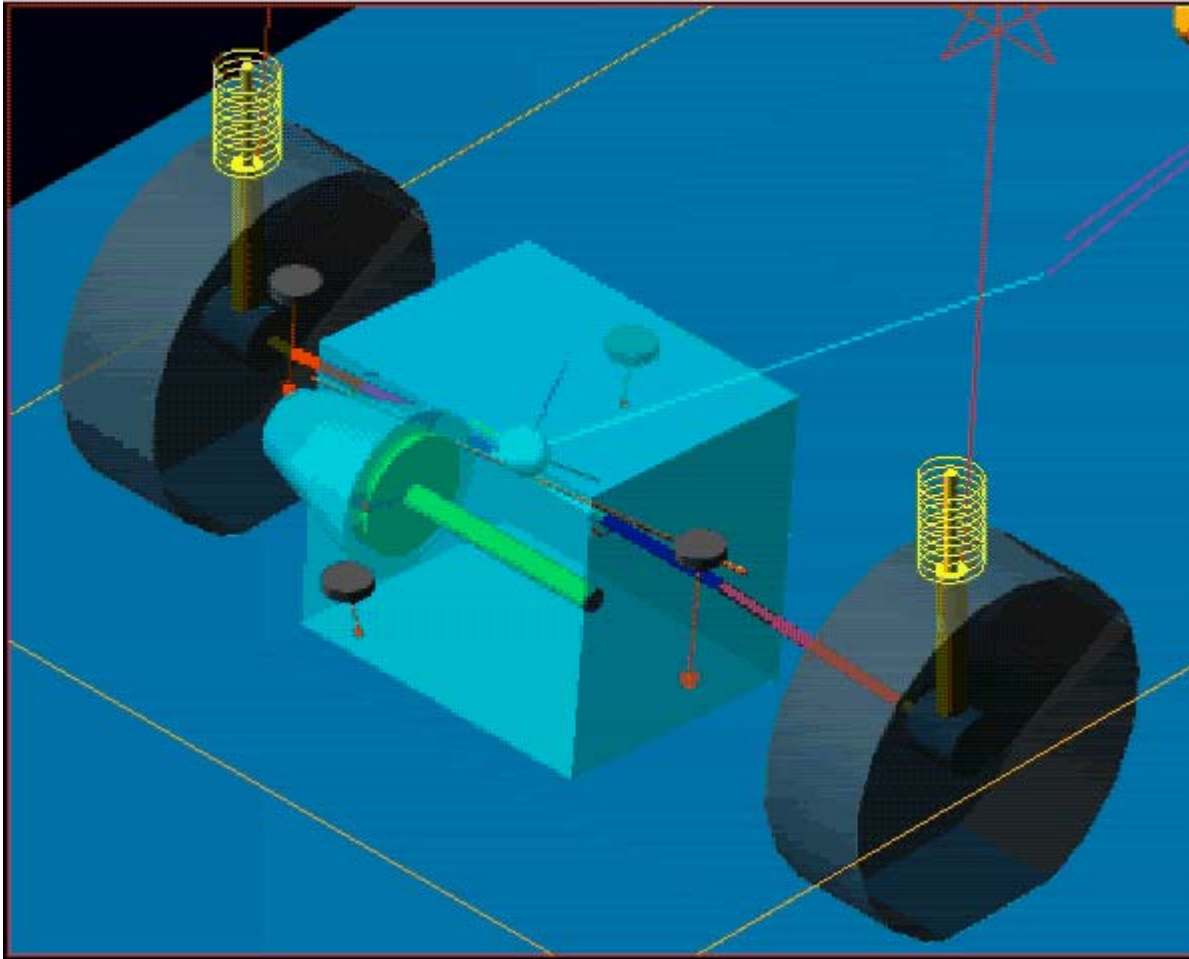
## 6-2.走行実験解析結果



動解析でも実験結果の傾向を十分に再現した



## 解析結果アニメーション



2速ギア1500rpmからのWOT時

## 目次

1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

→7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

8.まとめ

## 7-1.線形固有値解析

### 運動エネルギー分布 (重量イナーシャ)

表8.1 ドンギク現象の固有モード形態 運動エネルギー密度分布 (2速ギヤ)

Percentage Distribution of Kinetic Energy										
parts	direction									
	Total	X	Y	Z	RXX	RYY	RZZ	RXY	RXZ	RYZ
body	19.31	5.81	0.00	0.81	0.00	12.69	0.00	0.00	0.00	0.00
engine	5.06	1.93	0.00	2.82	0.05	0.27	0.00	-0.01	0.00	0.00
crank_shaft	52.57	0.00	0.00	0.01	0.00	52.56	0.00	0.00	0.00	0.00
clutch	17.51	0.00	0.00	0.01	0.00	17.50	0.00	0.00	0.00	0.00
half_shaft_inr	0.07	0.01	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
half_shaft_otr	0.07	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
drive_shaft_lh_inr	0.10	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	-0.01
drive_shaft_rh_inr	0.07	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	-0.02
drive_shaft_lh_otr	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
drive_shaft_rh_otr	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
axle_fr_lh	0.40	0.28	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
axle_fr_rh	0.39	0.27	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
axle_rr_lh	0.43	0.30	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
axle_rr_rh	0.42	0.30	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
tire_fr_lh	0.30	0.11	0.00	0.05	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
tire_fr_rh	0.31	0.11	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
tire_rr_lh	0.26	0.18	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
tire_rr_rh	0.25	0.18	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
exhaust	0.12	0.11	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
luggage	2.20	1.88	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ENG/MISS内部の回転物の寄与が大きい

## 7-1.線形固有値解析

歪エネルギー分布  
(バネ要素)

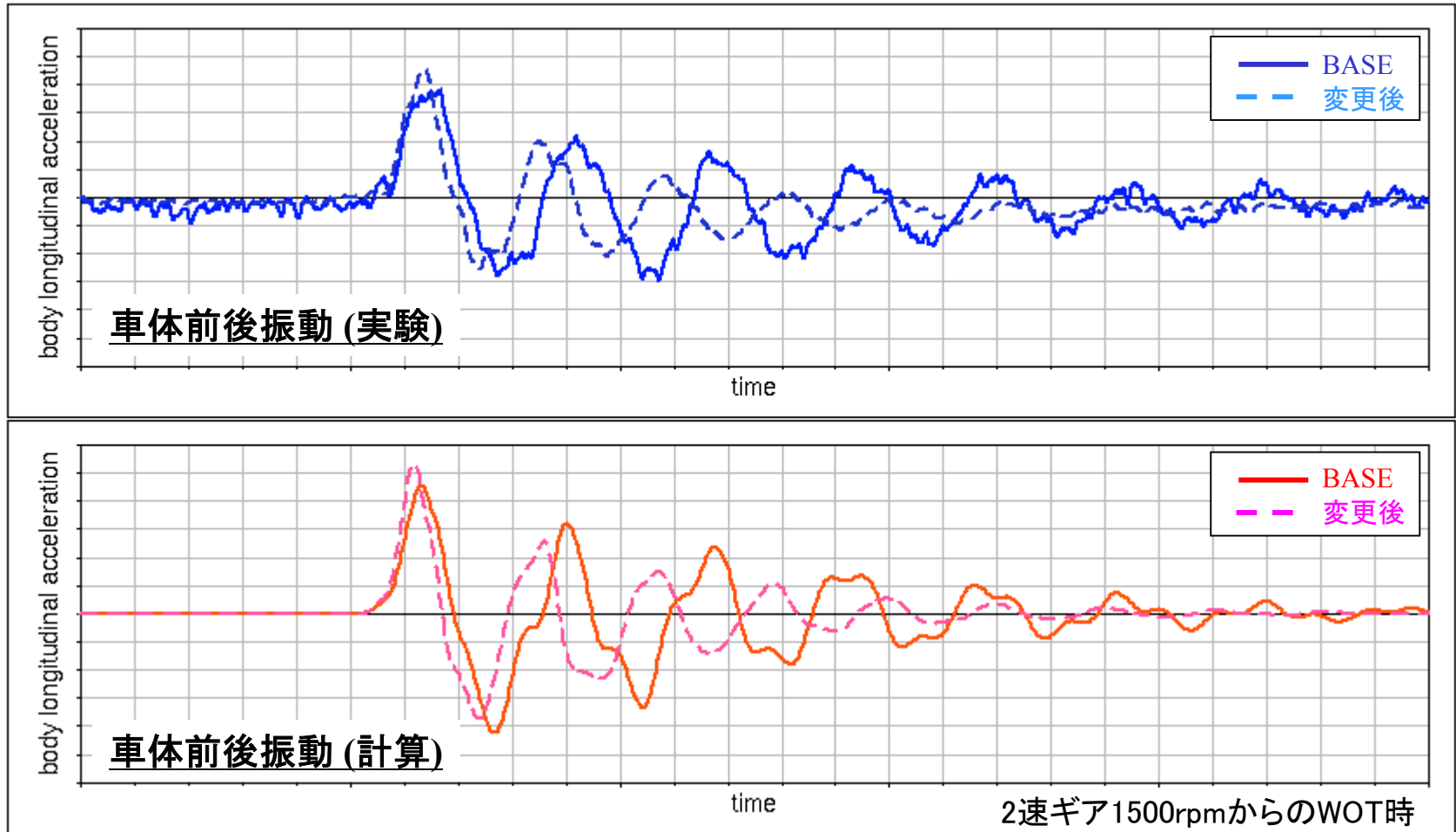
表8.2 ドンギク現象の固有モード形態 歪みエネルギー密度分布 (2速ギヤ)

force_elements	direction						
	Total	X	Y	Z	RXX	RYY	RZZ
exhaust_mount1	1.00	0.01	0.01	0.99	0.00	0.00	0.00
exhaust_mount2	0.07	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
exhaust_mount3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
exhaust_mount4	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
exhaust_mount5	0.04	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
exhaust_flex_joint	0.40	0.07	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00
engine_torque	0.00	-	-	-	-	-	-
clutch_stiffness	0.06	-	-	-	-	-	-
half shaft stiffness	6.31	-	-	-	-	-	-
drive_shaft_stiffness_lh	15.41	-	-	-	-	-	-
drive_shaft_stiffness_rh	15.77	-	-	-	-	-	-
suspension_stiffness_fr_lh	8.61	8.53	0.00	0.09	-	-	-
suspension_stiffness_fr_rh	8.51	8.42	0.00	0.09	-	-	-
suspension_stiffness_rr_lh	0.92	0.00	0.00	0.92	-	-	-
suspension_stiffness_rr_rh	0.84	0.00	0.00	0.84	-	-	-
tire_fr_lh	16.50	4.02	0.00	1.07	0.00	11.40	0.00
tire_fr_rh	17.46	4.16	0.00	1.17	0.00	12.13	0.00
tire_rr_lh	1.64	0.01	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00
tire_rr_rh	1.57	0.01	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00
engine_mount_lh	0.45	0.41	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
engine_mount_rh	0.40	0.31	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
engine_mount_fr	1.33	0.11	0.01	1.21	0.00	0.00	0.00
engine_mount_rr	2.68	0.02	0.00	2.66	0.00	0.00	0.00

駆動系剛性やFR/SUS前後剛性・FRタイヤ前後力特性などの寄与大

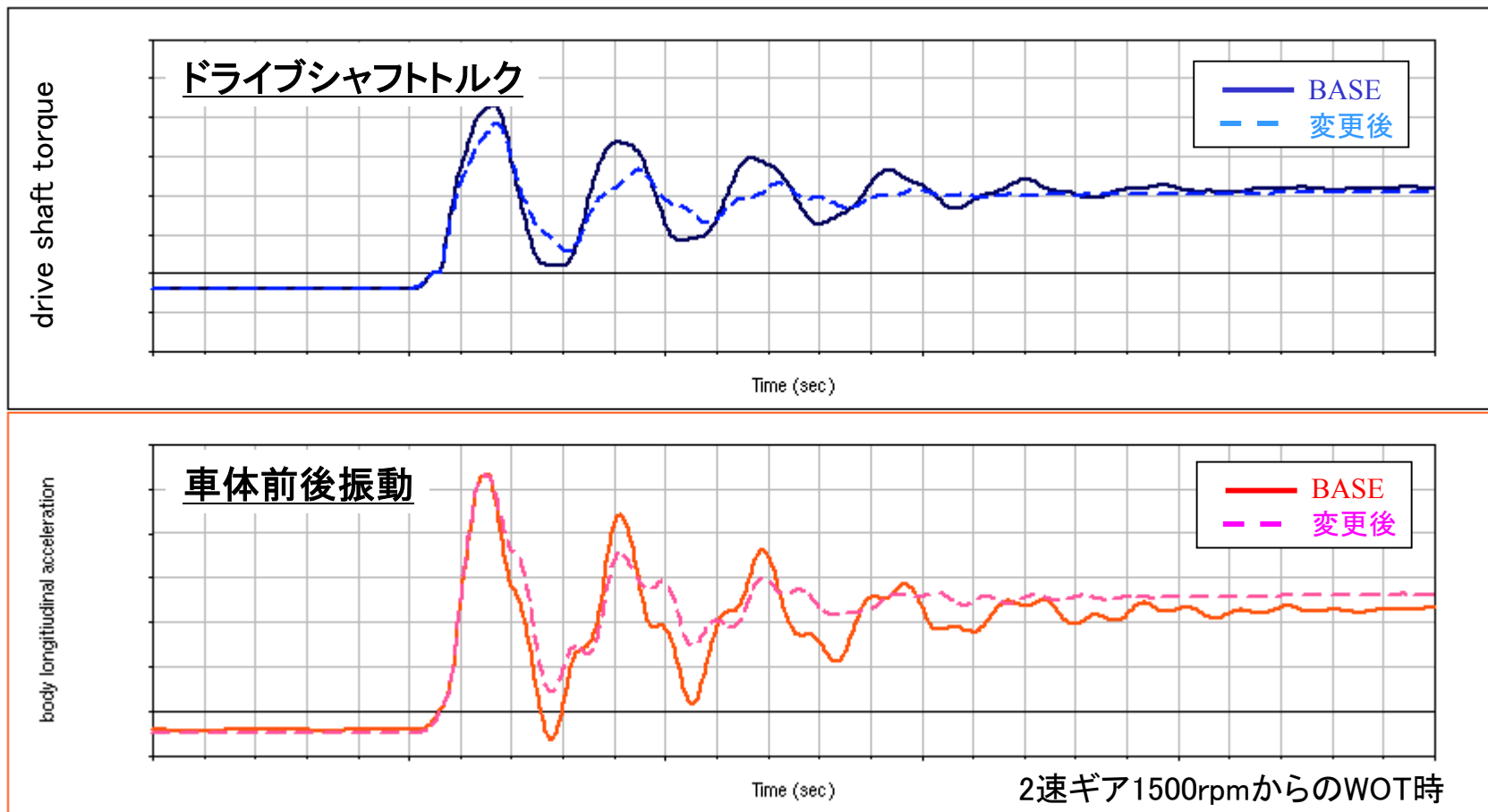
## 7-2. 検証実験解析結果

変更内容→駆動系高剛性化(振り剛性2.7倍)



**駆動系高剛性化による固有値上昇が再現**

## 着眼部位以外での確認事例 変更内容→軽自動車用タイヤサイズ適用(前後力0.7倍)



**タイヤサイズダウンにより、前後振動収斂性が大幅に低減**

## 目次

1.はじめに

2.実験車両

3.アプローチ

4.ADAMS解析モデル

5.静的実験及び解析結果

6.走行実験及び解析結果

7.線形固有値解析及び  
検証実験解析結果

→8.まとめ

## 8.まとめ

- 1.モデル化時に実現象を代表する精度良いパラメータの選定を行うことで、複雑なモデルを作成することなく汎用ソフトウェアの一般的な機能を使って迅速で十分な成果が得られることが判った。
- 2.実験で得られた完成車システム特性を活用することで、机上での実車現象の再現が可能となり、各部特性別での比較検討が可能となった。