



**ADAMS**

## ADAMSによるCVT挙動解析

メカニカル・ダイナミクス・ジャパン(株)  
星野 裕昭

hhosh@adams.co.jp

Mechanical Dynamics, Inc.

Trent Meehan

tmeeh@adams.com

'99 ADAMS User Conference

Nov.8 - 9, 1999 Tokyo

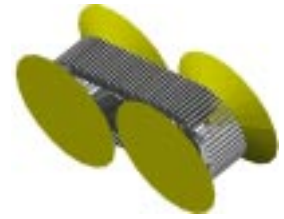




# ADAMS

## 内容

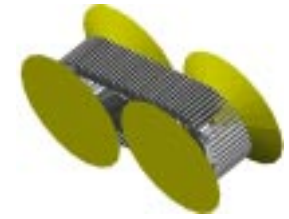
- CVT一般
- ADAMSを用いた解析方法
- 解析結果
- CVT解析の将来技術



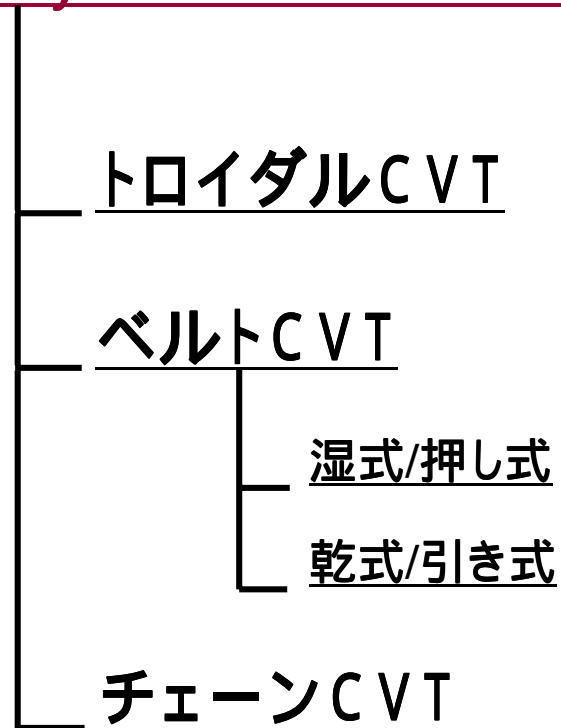


ADAMS

## CVTの種類



### Continuously Variable Transmission (CVT)





ADAMS

## CVT開発の現状

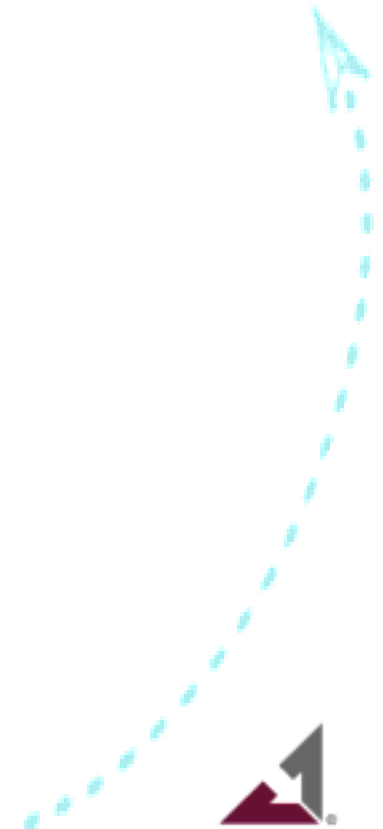


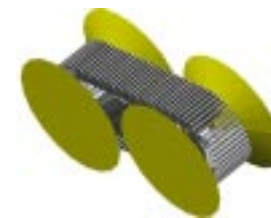
### ■ 実用化

- ◆ 各自動車メーカーで新型車に採用
- ◆ 燃費やドライバビリティーの向上に効果を発揮
- ◆ 地球環境保護と車両性能向上の両立

### ■ 開発上の課題

- ◆ 安定した高トルク伝達特性の要求
- ◆ 構成部品や部品支持部の強度
- ◆ 動力伝達メカニズムの実験的解明が困難
- ◆ 変速メカニズムの解明が困難
- ◆ 構成部品の挙動に伴う動力伝達性能の低下





## ベルト式CVT開発上の要求項目

### ■ CVTに求められる機能

- ◆ プーリとベルト間の円滑なトルク伝達
- ◆ 円滑な変速
- ◆ 耐久性

### ■ 必要な情報

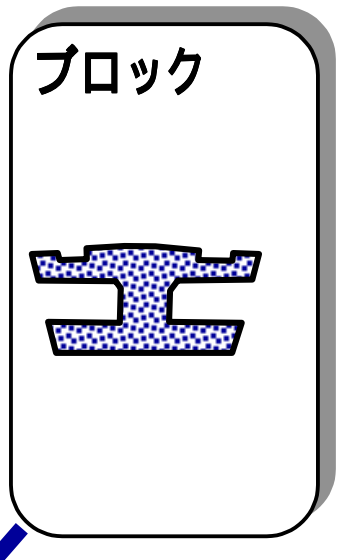
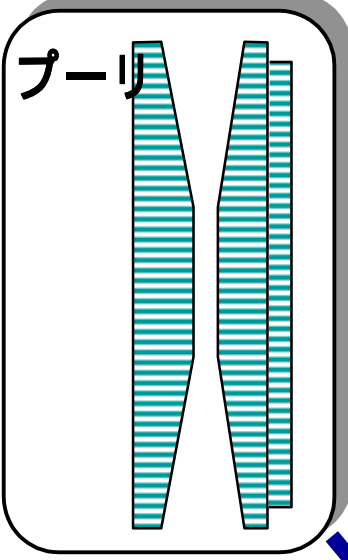
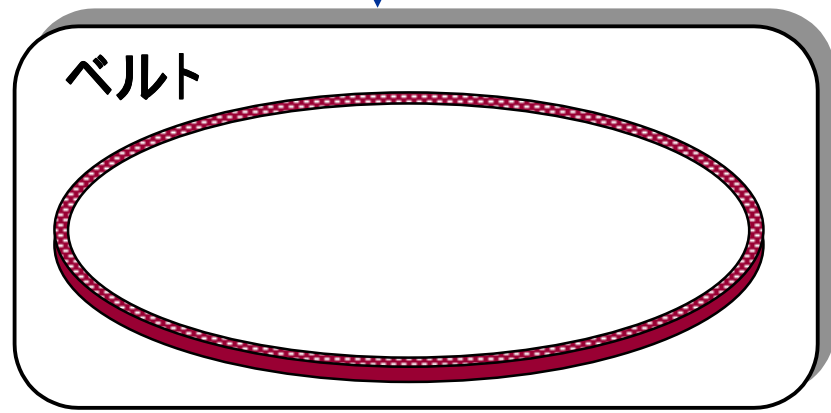
- ◆ 摩擦特性
- ◆ ベルト各部の挙動や力のバランスの把握
- ◆ 変速メカニズムの解明と変速時の伝動状態の評価
- ◆ ベルトの変形状態
- ◆ ブロックやプーリの変形状態
- ◆ ブロックやプーリ変形の動力伝達への影響

### ■ 評価項目

- ◆ ベルト張力
- ◆ ブロック圧縮力
- ◆ ブロック / プーリ間力
- ◆ プーリ変形量
- ◆ 速度比
- ◆ トルク比
- ◆ スリップ比
- ◆ 摩擦力 など

## 乾式CVT挙動解析のアプローチ

MDIの弾性ベルト解析技術



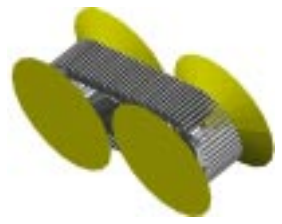
↓ ビーム理論  
(ADAMS/Belt 解析技術の応用)

↓ 剛体あるいは弾性体  
(弾性体ではFEMを使用)

ADAMS 接触要素で結合

解析条件  
(運転条件)

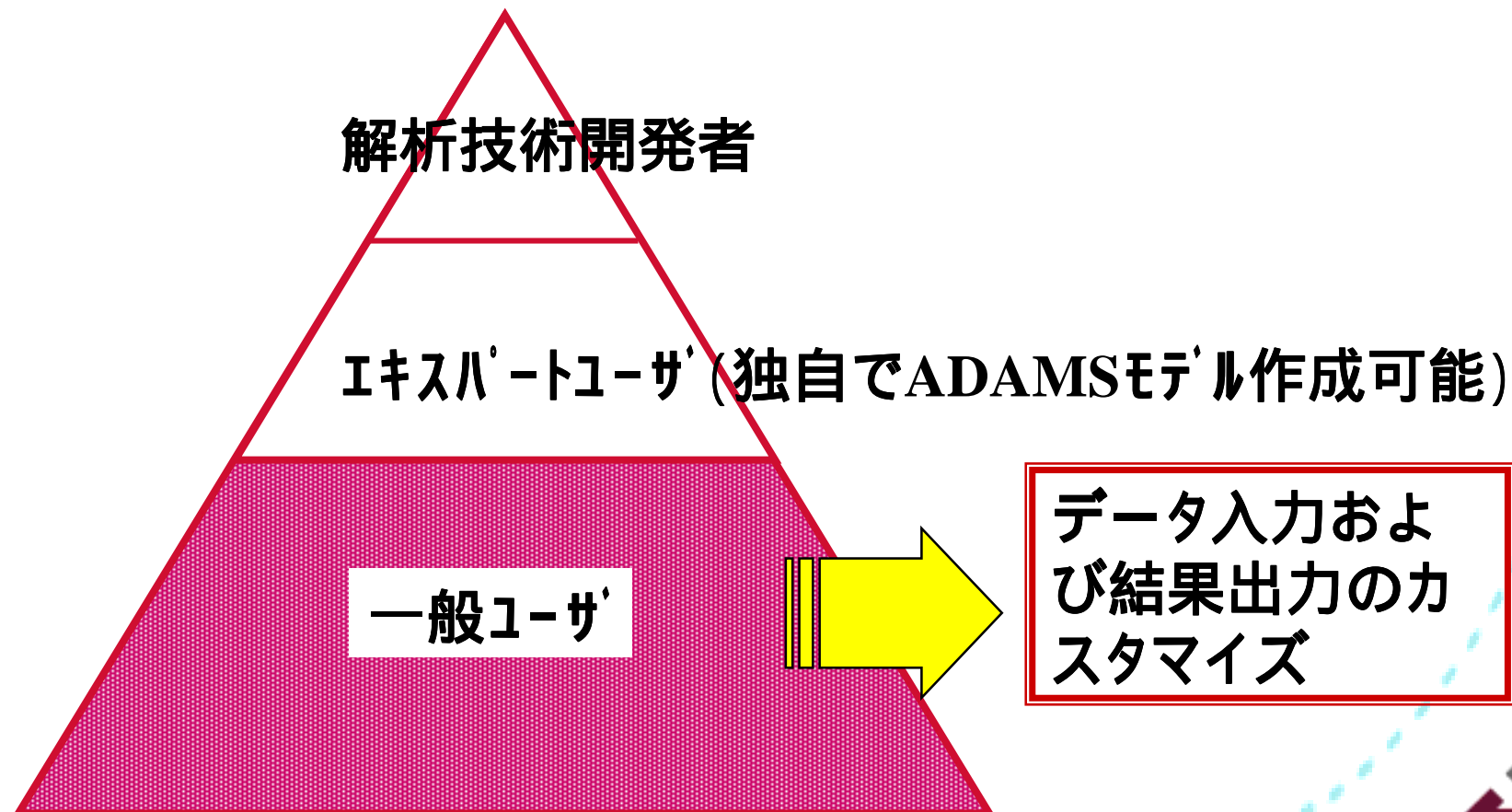
評価項目の出力





## プリ・ポストのカスタマイズ

- CVT開発者(一般ユーザ)にとってモデル作成やパラメータ・スターディが容易なシステム





# ADAMS



## CVT / ADAMSシステムの概要

### Pre processor

モデル条件  
 ・設計仕様  
 ・運転条件  
 ・接触/摩擦条件

カスタマイズされた  
 ADAMS/View \*\*

BOUNDARY C	
I	1.0
Nin	1666.7
Tdr	100.0
PLdr thrust	500.0
PLdn thrust	500.0

.adm ファイル

### ADAMS solver

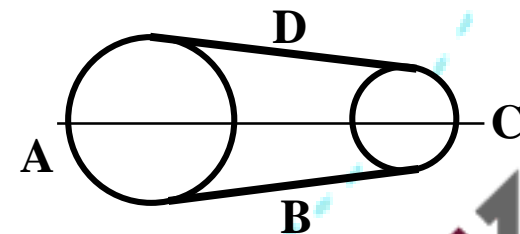
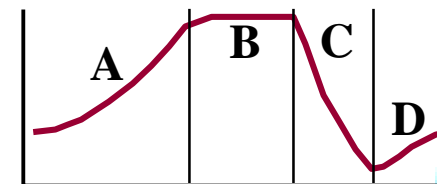
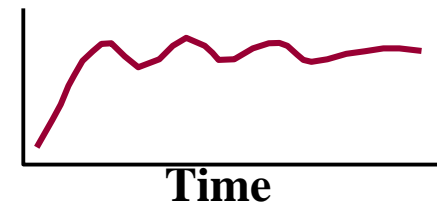
acf ファイル

ADAMS/solver

.req ファイル  
 Snapshot

### Post processor

カスタマイズされた  
 ADAMS/View \*\*

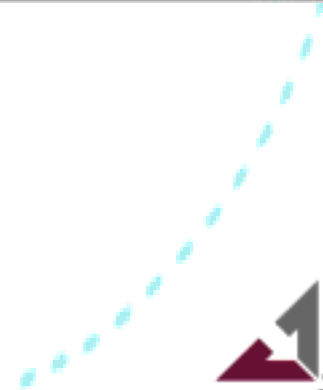
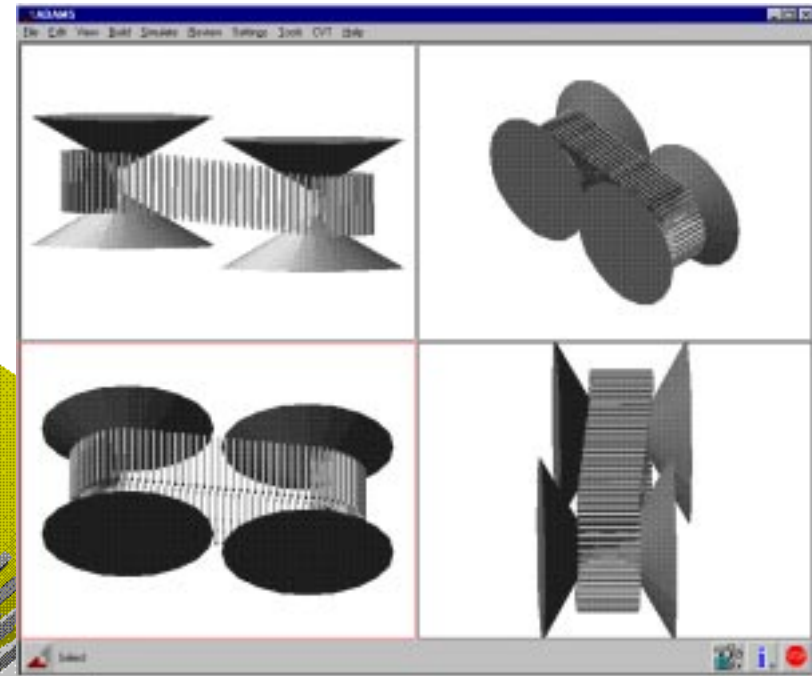
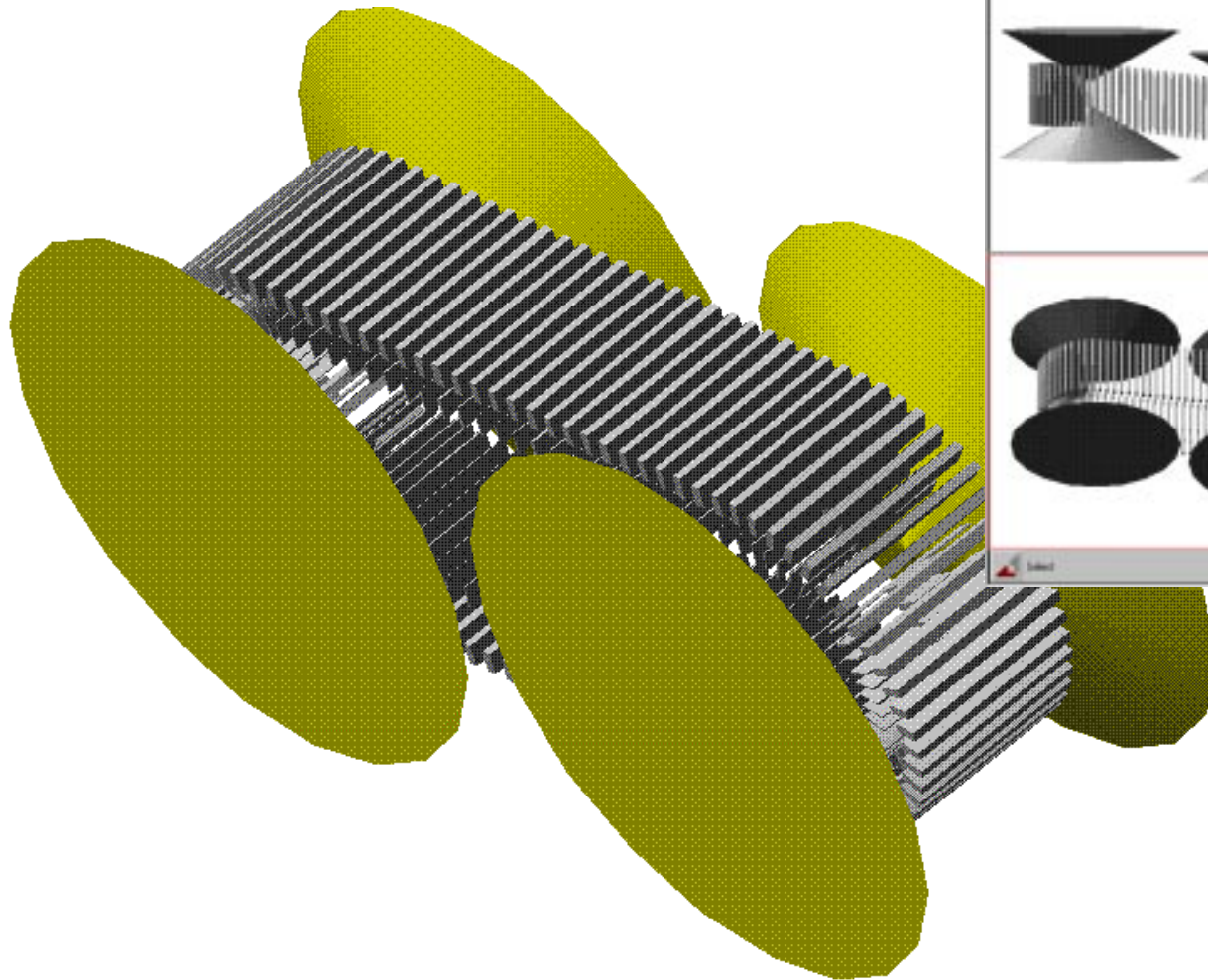
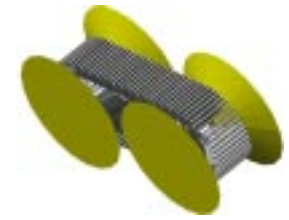


\*\* ADAMS/SDKでカスタマイズ



**ADAMS**

# 乾式 CVT ADAMSモデル





# ADAMS

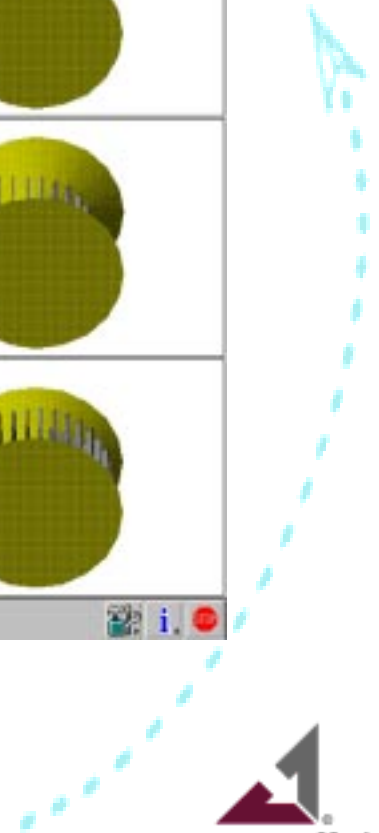
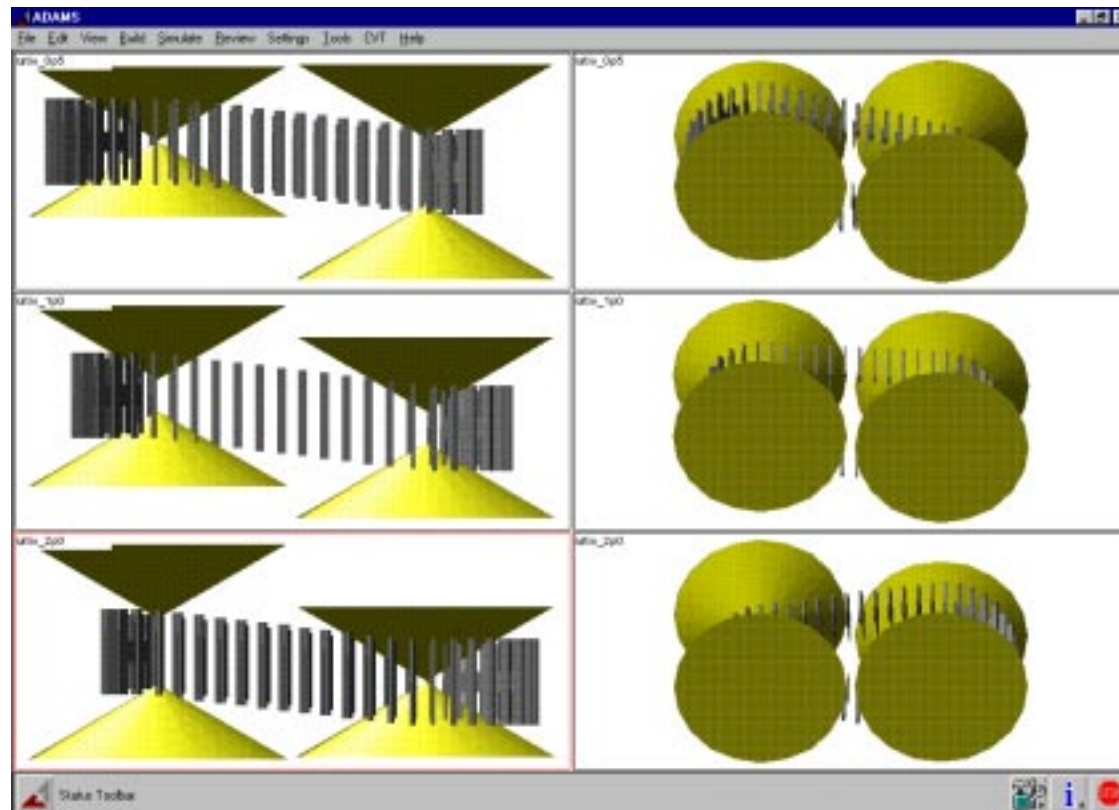


## ADAMSモデル(3速度比変数)

速度比 2.0

速度比 1.0

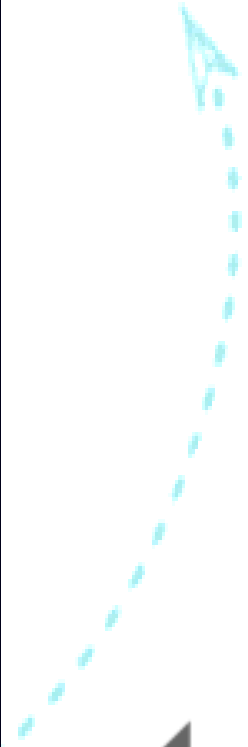
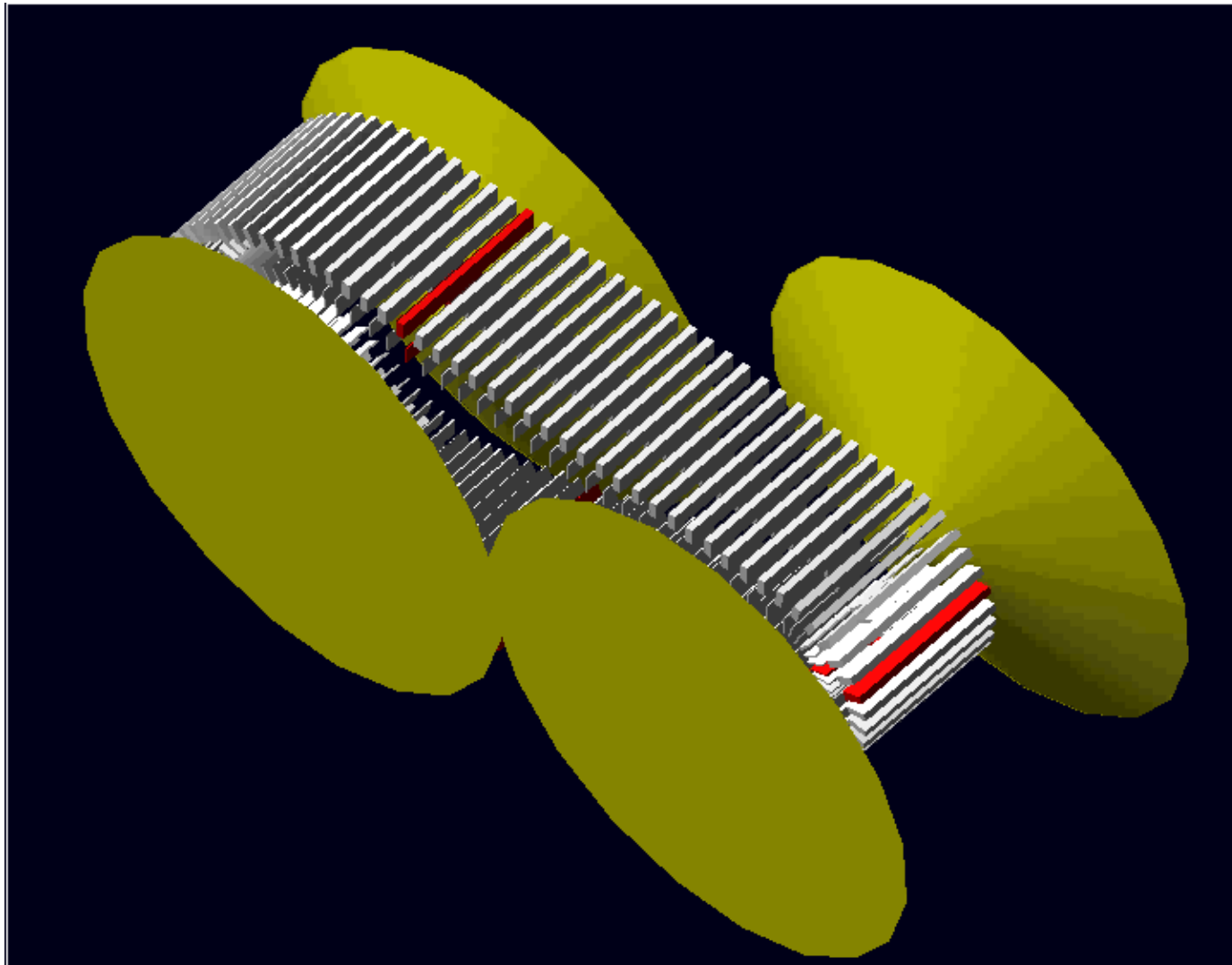
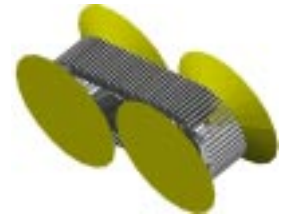
速度比 0.5





**ADAMS**

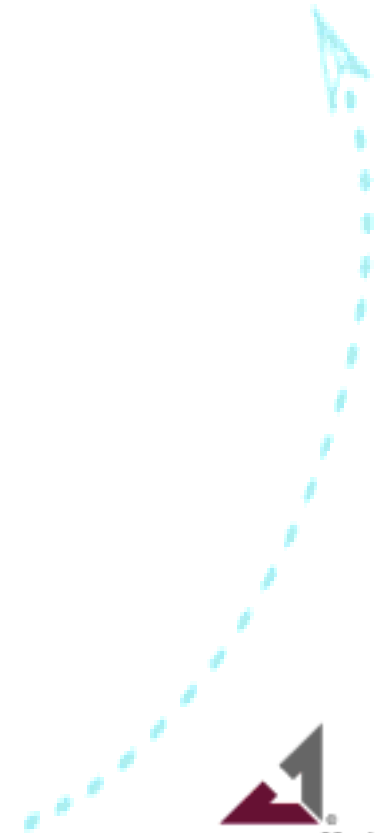
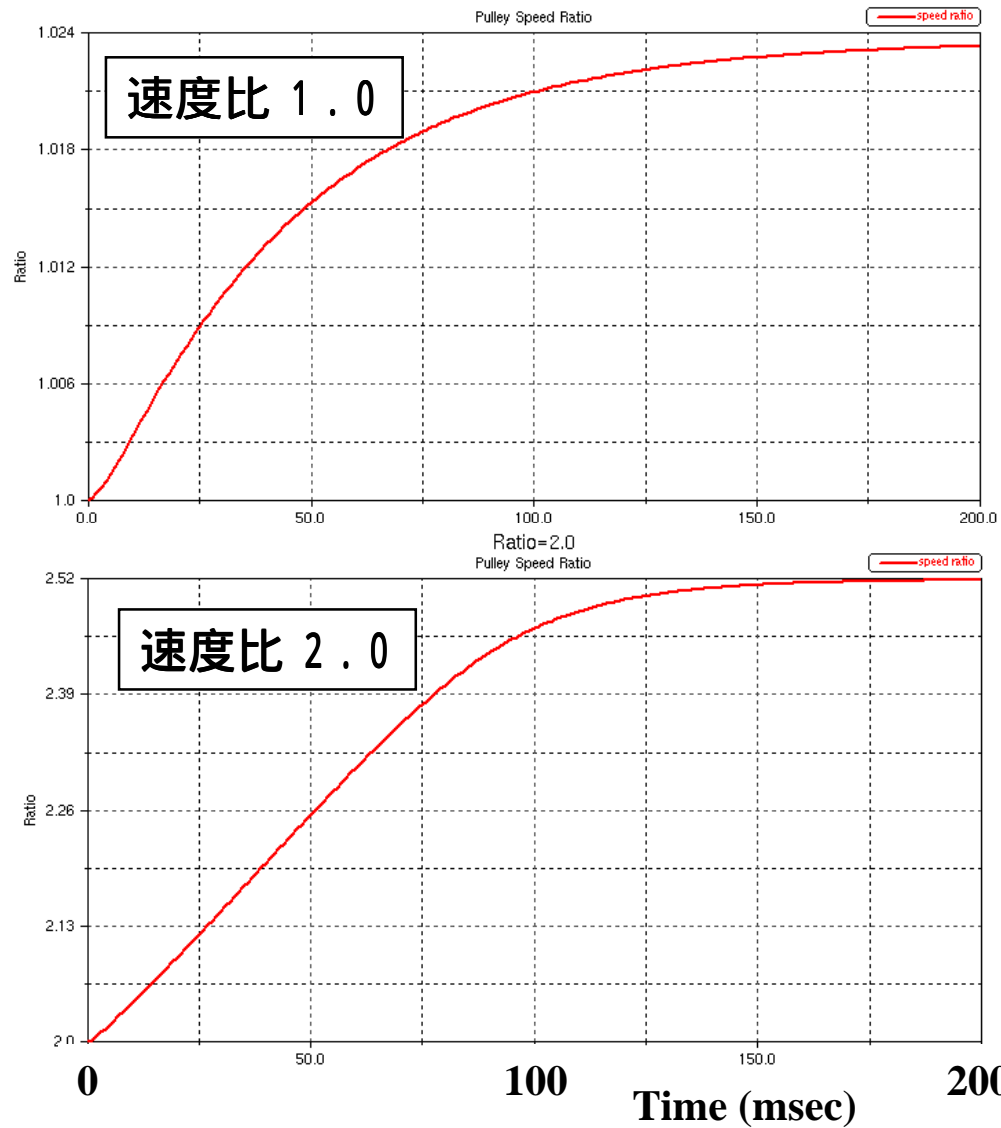
## 一定速・解析結果(アニメーション)





# ADAMS

## 解析結果 (速度比)

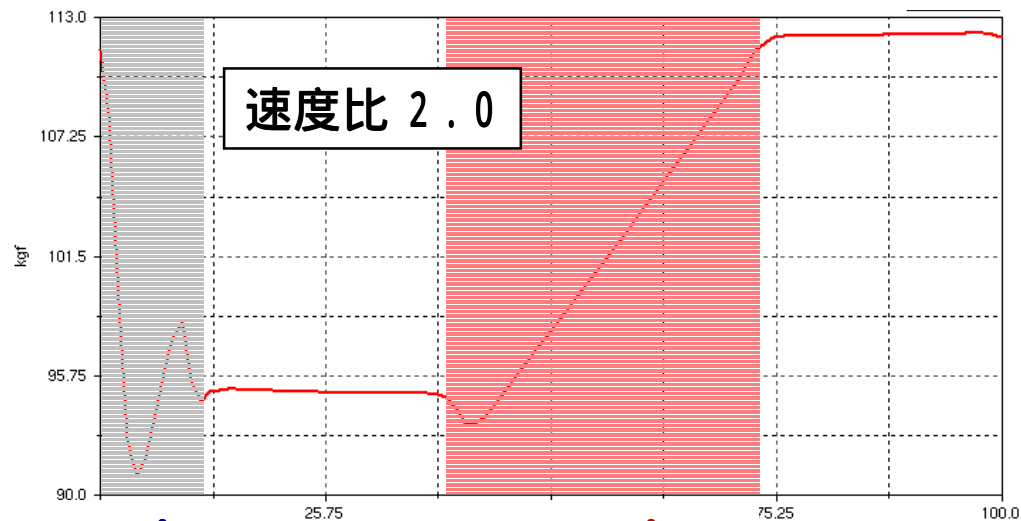
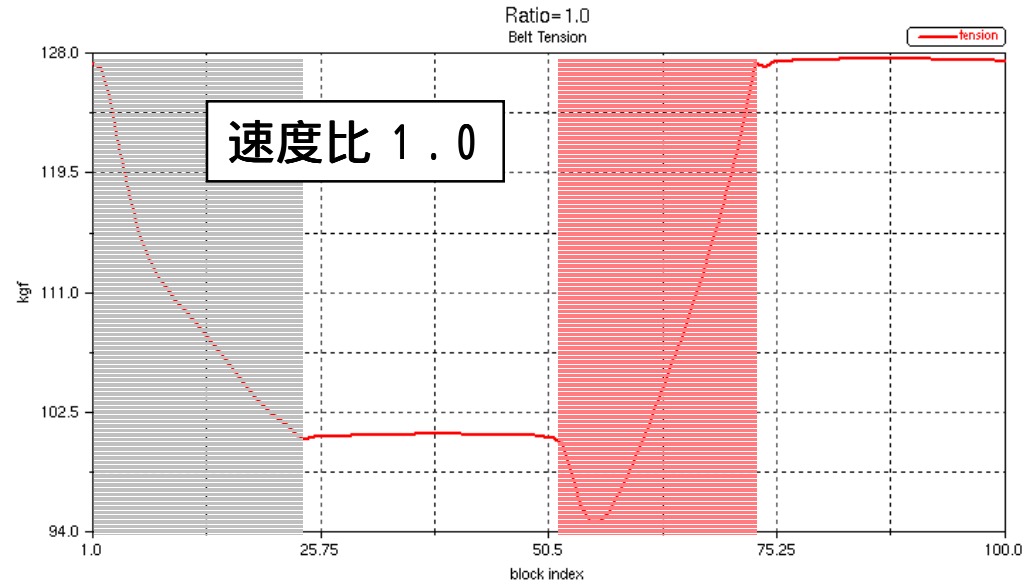




**ADAMS**



## 一定速・解析結果(ベルト張力)



駆動プーリ

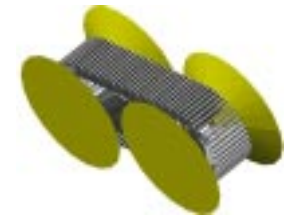
被駆動プーリ



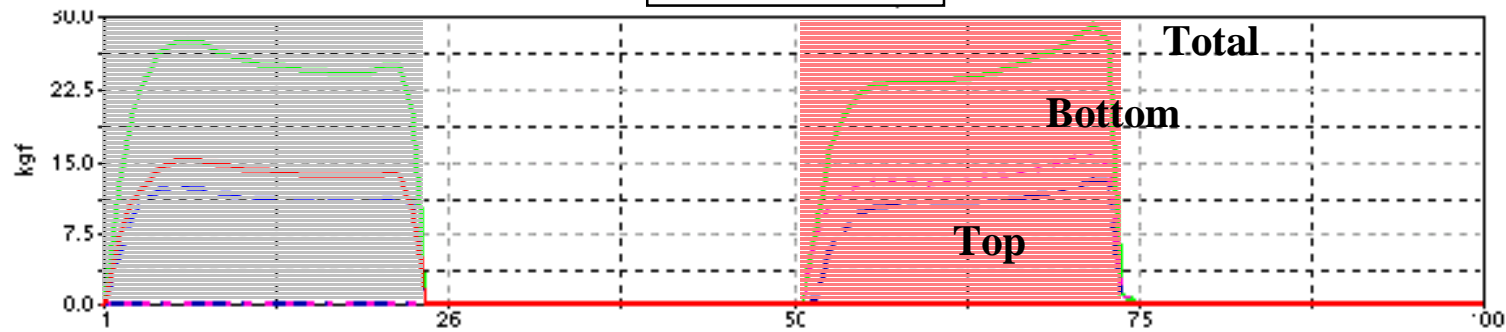


# ADAMS

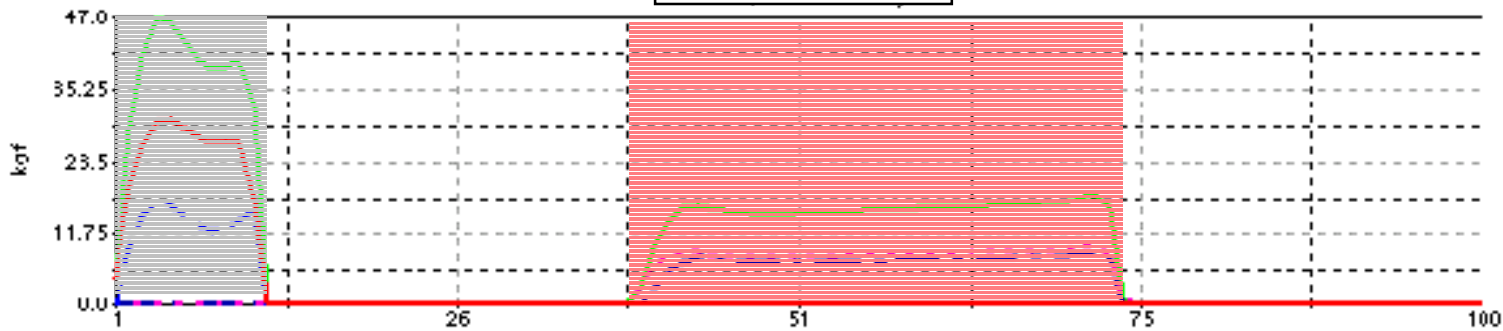
## 一定速・解析結果 (ベルト・プーリ間面直力)



速度比 1.0



速度比 2.0



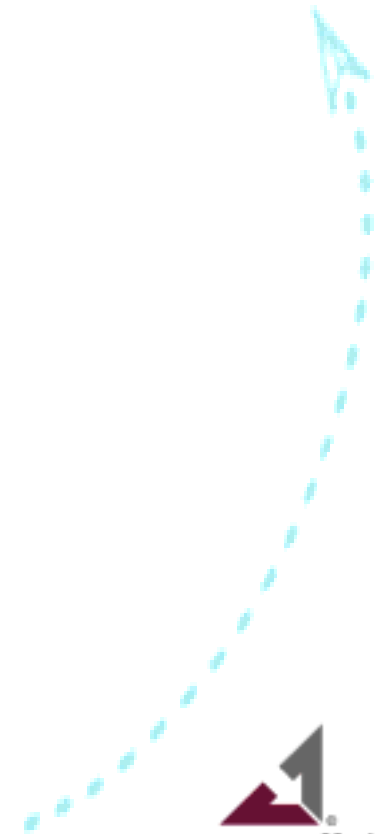
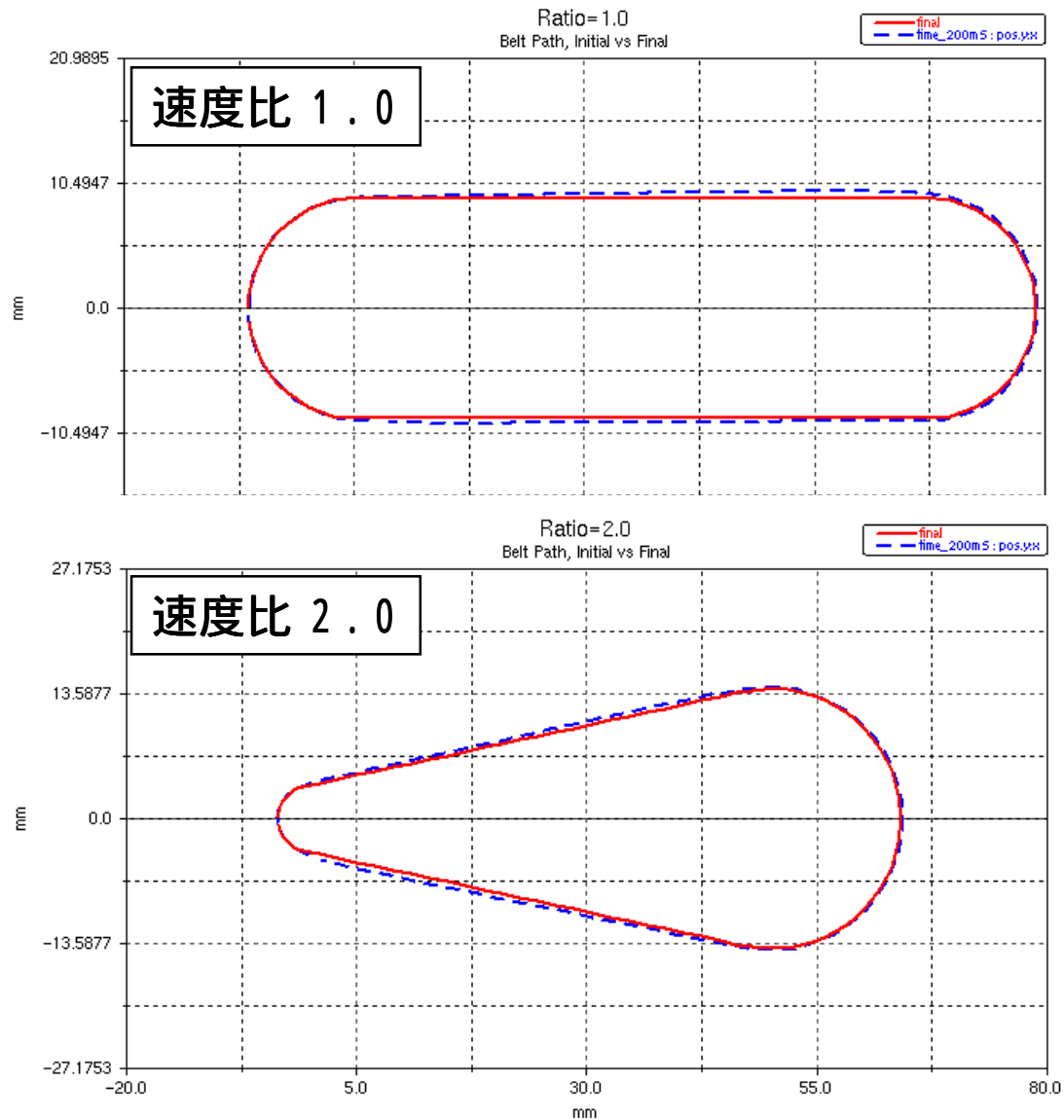
駆動プーリ

被駆動プーリ



# ADAMS

## 解析結果(ベルト形状)



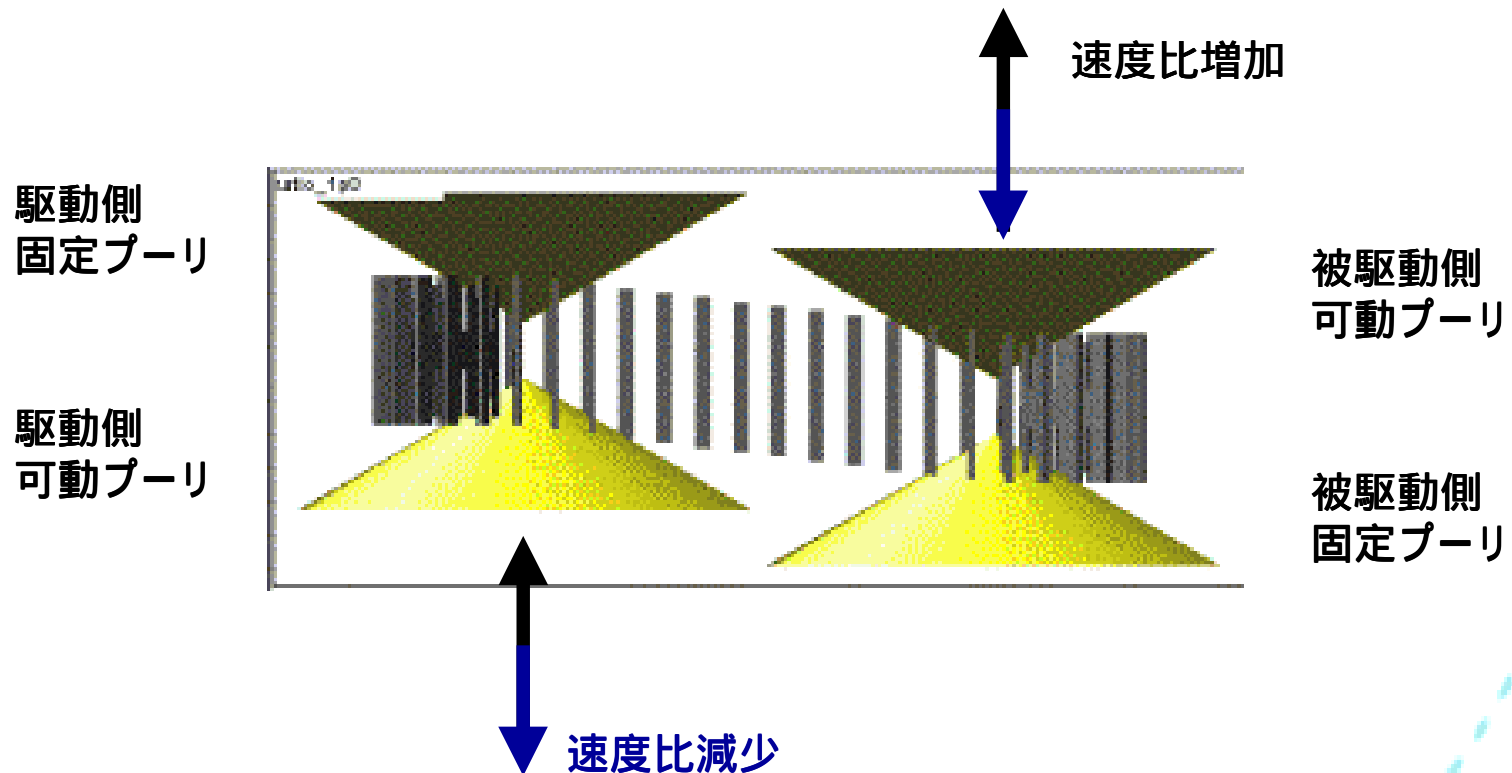


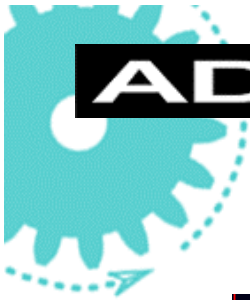
ADAMS



## 変速時の可動プーリの動き

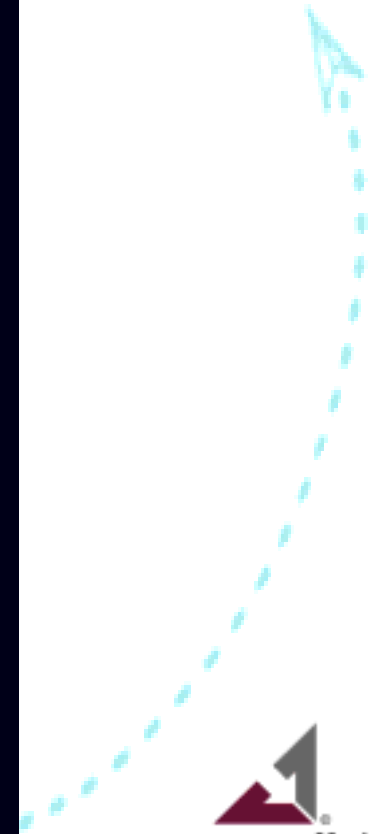
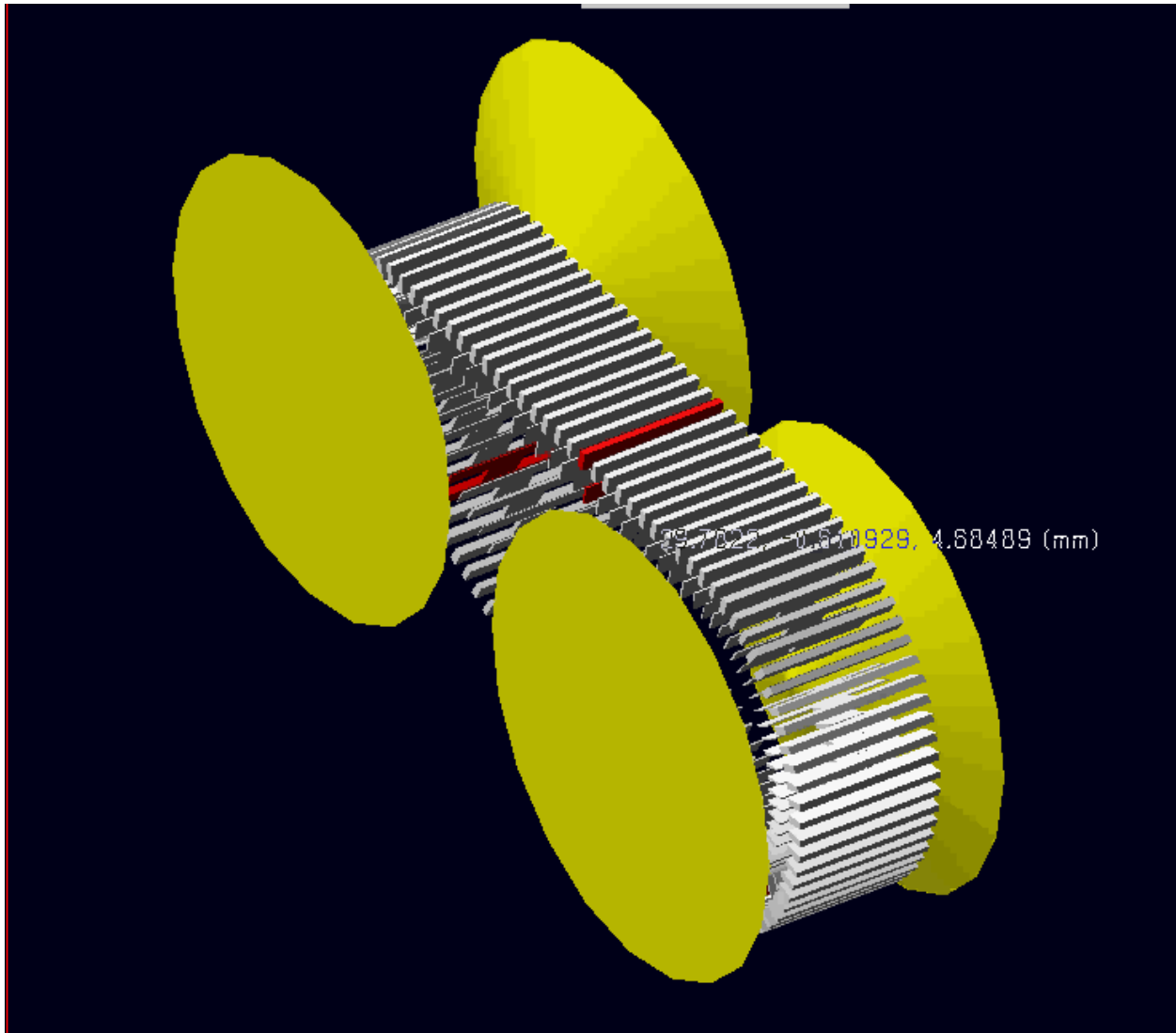
駆動側と被駆動側の可動プーリは同時に動く





**ADAMS**

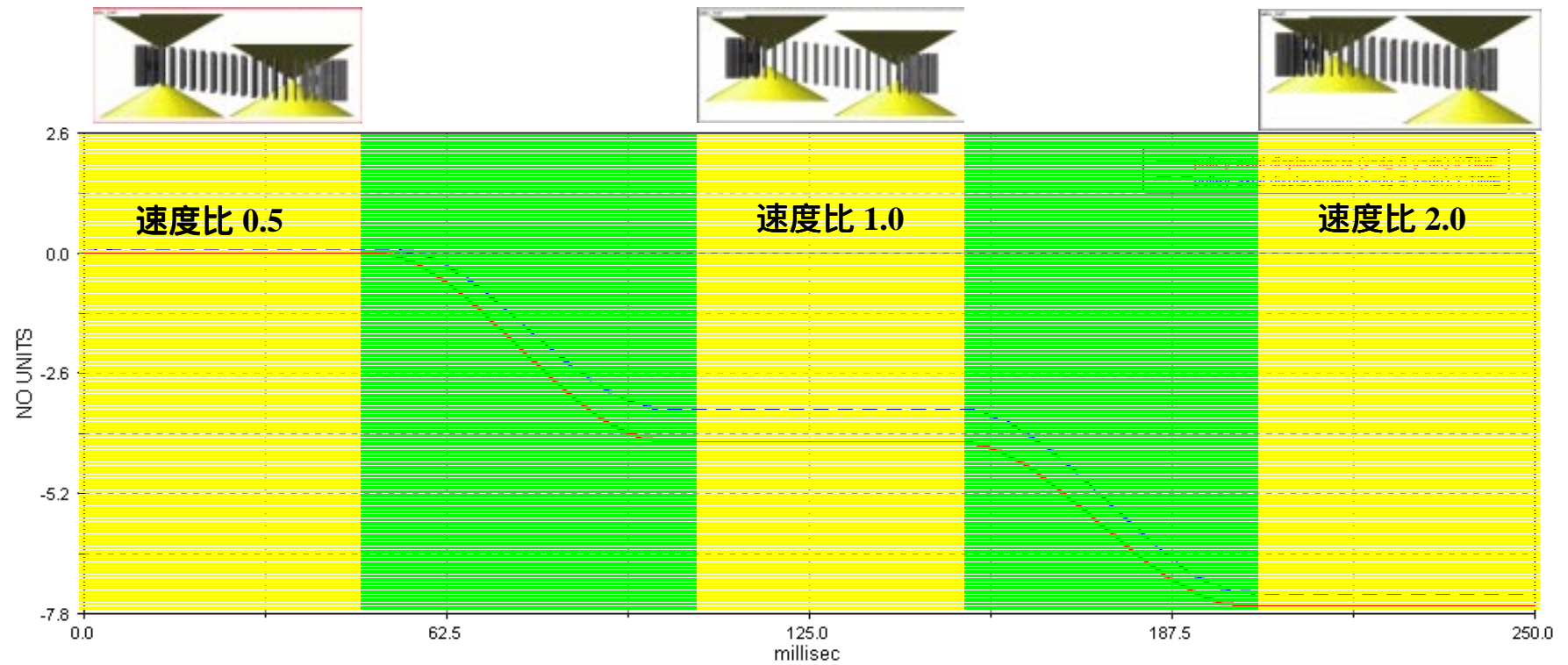
## 変速・解析結果(アニメーション)





# ADAMS

## 变速・解析結果 (プーリ軸方向変位量)



一定速

变速

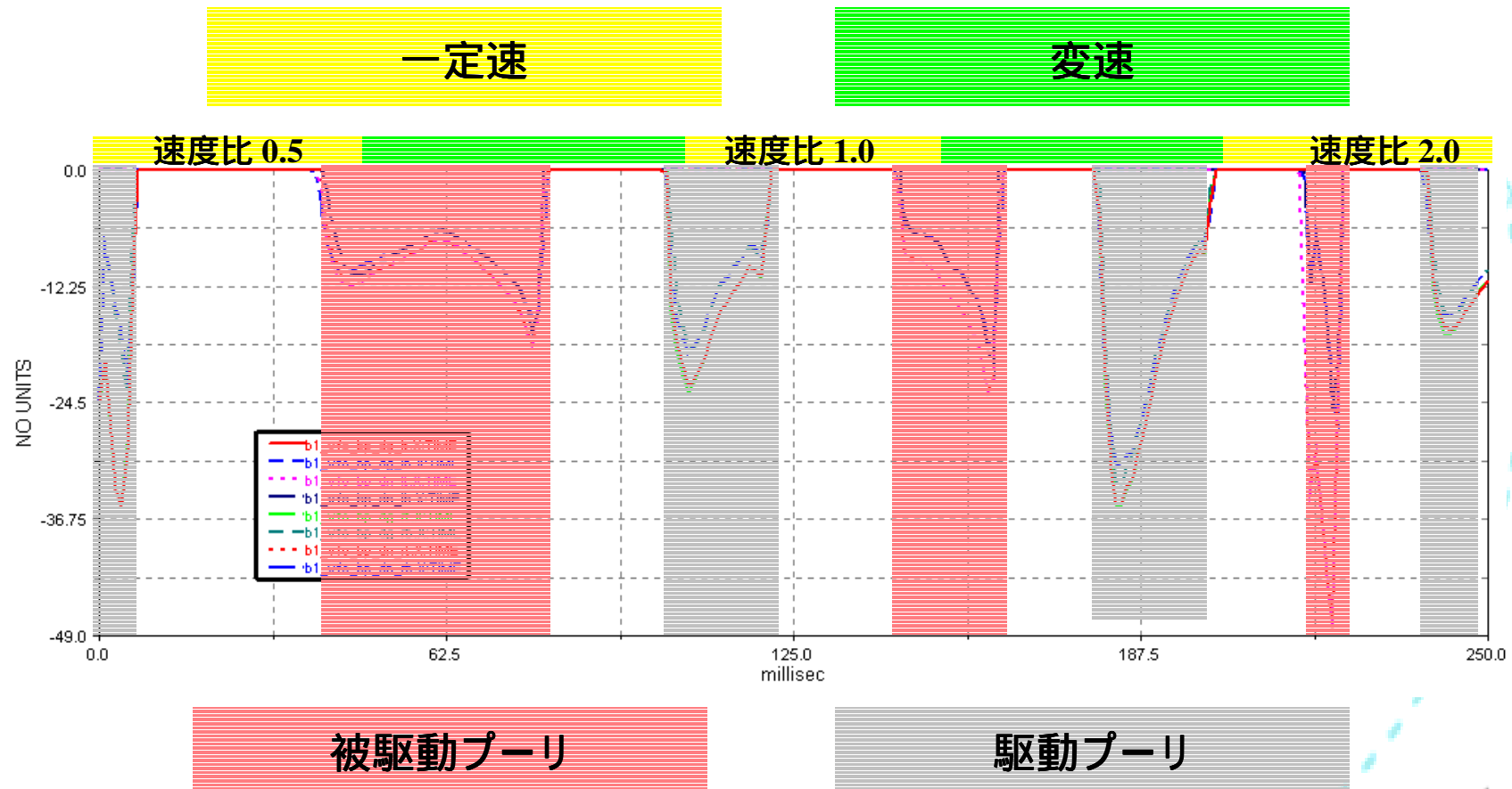




# ADAMS



## 変速・解析結果 (ベルト・プーリ間面直力)





ADAMS



## 湿式CVTと乾式CVTの相違点

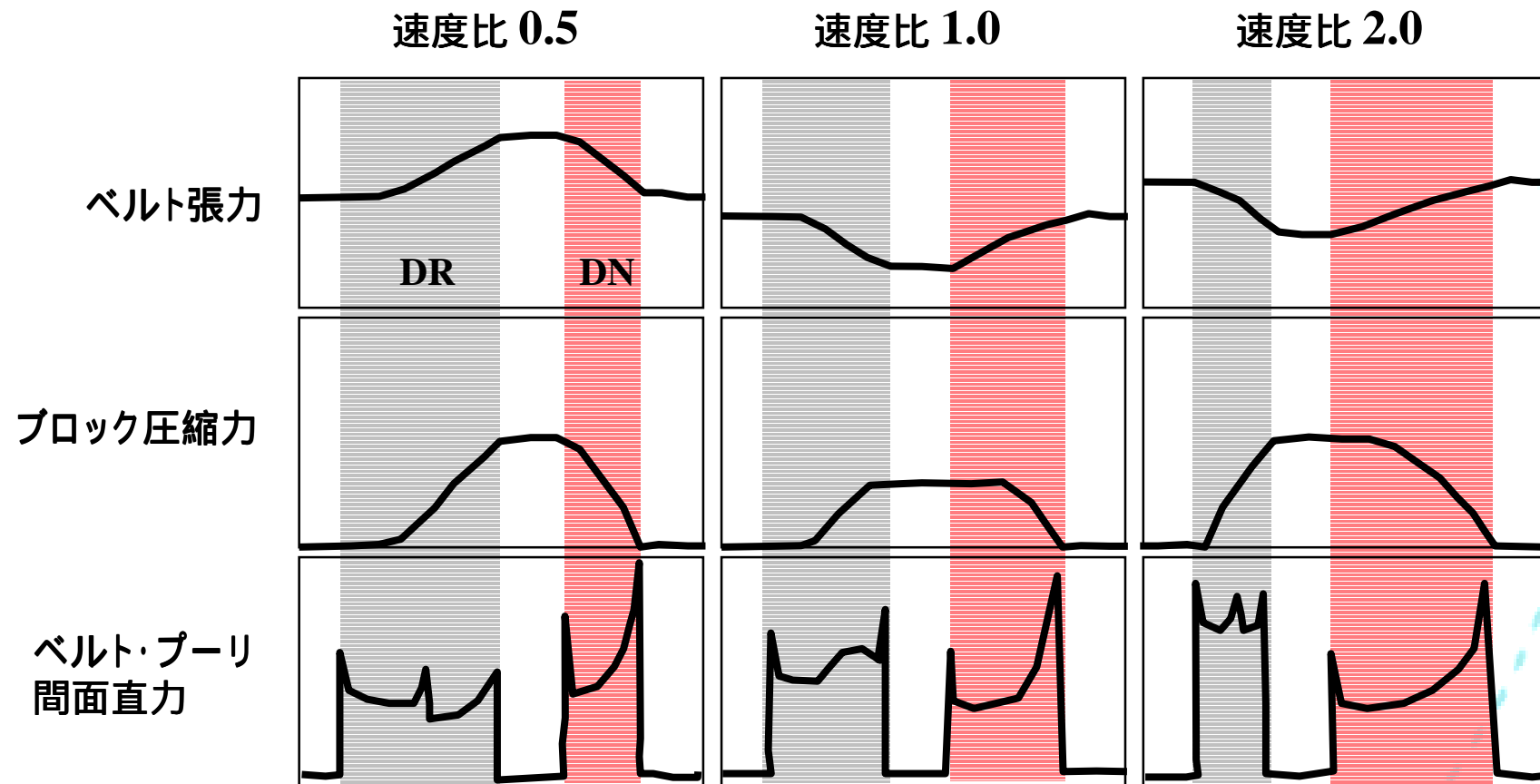
	乾式	湿式
駆動力伝達経路	駆動プーリ ベルト 被駆動プーリ	駆動プーリ <b>ブロック</b> ベルト <b>ブロック</b> 被駆動プーリ
ブロックの役目	ベルトの補強	駆動力伝達 (ブロック圧縮力も作用)
ベルト摩擦係数	湿式の約2倍	乾式より低い
適用車種	軽乗用車	普通乗用車



ADAMS



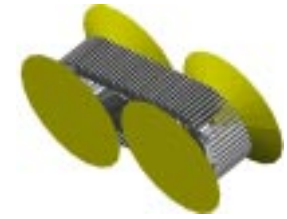
## 湿式CVT解析での解析結果イメージ





**ADAMS**

## CVT解析技術の将来と開発項目

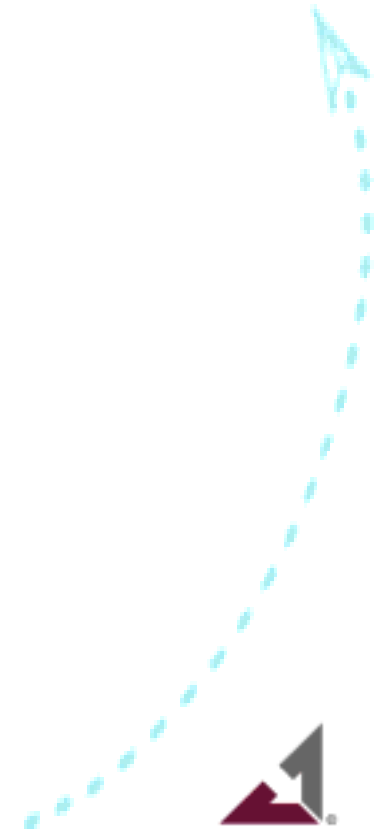


### ■ CVT解析技術の将来

- ◆ 高速回転時のシミュレーション
- ◆ 部品変形の伝達力に与える影響
- ◆ 部品の耐久性評価
- ◆ 潤滑油の影響
- ◆ 設計最適化

### ■ 開発項目

- ◆ 解析速度の向上
- ◆ 部品の弾性変形と機構解析の組み合わせ
- ◆ より高精度の接触および摩擦の表現
- ◆ プリ・ポストのさらなる簡素化





**ADAMS**

## 参考文献



- (1) Toru Fujii et al., A Study of Metal Pushing V-Belt Type CVT (Part 2), SAE 930667 (1993-3)
- (2) 桑原信也ほか、金属Vベルトを用いたCVTに関する研究、自動車技術会学術講演会前刷集 964 (1996 - 10)
- (3) Tohru Ide et al., Experimental Investigation on Shift Speed Characteristics of a Metal V-Belt CVT, International Conference on CVT 96, (1996)
- (4) 金原茂ほか、押しブロック金属Vベルトを用いたCVTの動力伝達機構に関する研究、日本機械学会論文集 63巻613号 (1997 - 9)
- (5) 藤村修ほか、金属VベルトタイプCVTの変速メカニズムに関する研究、自動車技術会学術講演会前刷集 No.74-98 (1998 - 10)
- (6) 結城司、乾式複合ベルトのCVTを実用化、日経メカニカル 1999.2 No.533
- (7) Jack Yamaguchi, Two new CVTs for mini cars, Automotive Engineering International /March 1999 (1999-3)
- (8) Takeshi Miyasawa et al., Power Transmission Mechanism of a Dry Hybrid V-Belt for a CVT, SAE 1999-01-0751 (1999-3)
- (9) 今井田真ほか、2.0LエンジンクラスベルトCVTのプーリ開発、自動車技術会学術講演会前刷集 No.8-99 (1999 - 5)
- (10) 宮澤敬之ほか、乾式複合Vベルト式CVTに関する研究、自動車技術会学術講演会前刷集 No.8-99 (1999 - 5)
- (11) 内山博一ほか、金属VベルトCVTの変速メカニズムについて、自動車技術会学術講演会前刷集 No.8-99 (1999 - 5)