

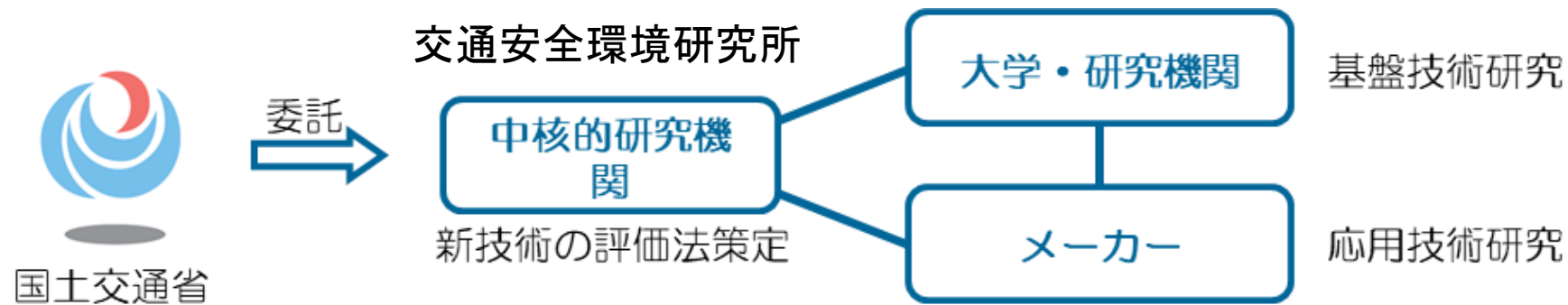
講演 1. 産学官連携による高効率次世代大型 車両開発促進事業の現況について

環境研究部

※鈴木 央一、奥井 伸宜、川原田光典
田中 信壽、新国 哲也

背景

- 運輸分野のカーボンニュートラル化に向けて、商用車部門のCO2削減が必要
- 電動化は重要だが、商用車すべてに適用するのは現実的とはいえず、多岐にわたるアプローチが必須
- 国土交通省では「産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業」を実施して環境性能改善につながる技術の普及や評価法などの基準策定に資する技術開発を実施
- 交通安全環境研究所はその中核研究機関として参画



産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業 (次世代事業)

- 大型車両を対象に環境性能改善につながる技術の普及や評価法などの基準策定に資する技術開発を実施
- 大気汚染の問題が深刻だった2002年より開始し、現在は第5期として2019年度より2023年度までの5ヶ年計画
- とくに「第5期」では自動車メーカー等に加えて多くの大学が参画
- 経緯や実施体制についてフォーラム2020、2021、2022にて発表
- 電動化を含めた車両技術、環境改善に資する排気後処理技術、CO₂排出削減につながる内燃機関の熱効率向上技術などについて調査研究を実施
- R4年度よりカーボンニュートラルにつながる新規3テーマを追加

R5年度の調査研究テーマ (計13テーマ)

テーマ名	本報において
大型車に適用するための高効率化技術開発及び性能評価	成果の一部を紹介
重量車の空力性能改善に関する調査	成果の一部を紹介
道路データを活用した新たな重量車評価手法の検討	✓ (別報)
重量車のパワートレイン改良による電費向上効果の検討	✓
大型車に適用する走行中ワイヤレス給電システムの検討 (R4開始)	
過渡反応・吸着・拡散・固体尿素の挙動解析に基づくSCR触媒システムの高機能化	✓
還元剤濃度の能動的制御による尿素SCR触媒システムの浄化性能向上の調査	✓
重量水素燃料電池自動車の燃料消費率試験法の精緻化に向けた調査 (R4開始)	成果の一部を紹介
大型ディーゼル機関において画期的熱効率向上を実現するための冷却損失低減技術に関する調査	✓
ディーゼルエンジンの壁面熱伝達に及ぼす燃焼スケールの影響解明とその知見に基づく高熱効率燃焼法に関する調査	
すす及び燃料起源デポジット生成の化学及び物理素過程の解明とそのモデル化	
ガスエンジンにおけるノッキング発生メカニズムの解明とその知見に基づく高熱効率燃焼法に関する調査	✓
e-fuel実用化に向けた実車両への影響調査 (R4開始)	関連内容をポスター①で紹介

調査研究に関する報告

現在実施中の一部テーマの成果報告

モータと一体化した高効率動力伝達機構（eAxle）の技術開発及び評価を実施し、今後必要となる電動重量車の高効率化に向けた技術開発指針を得る

○基本諸元

モータ : 93kWの汎用品2機

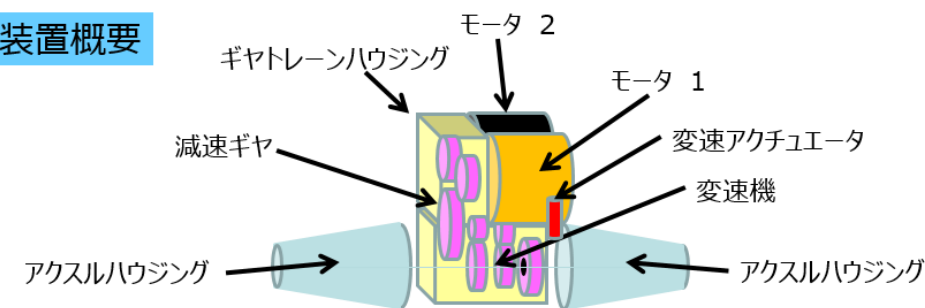
想定車両 : 車両総重量14.5tのトラック

特徴 : エンジン車のようなプロペラシャフトが不要で
積載性向上

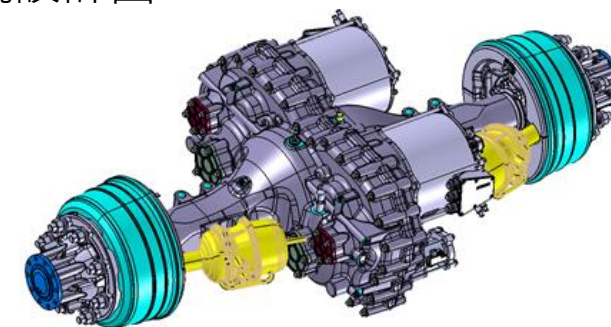
技術開発の基本スタンス

- ・乗用車などで使用される汎用的なモータを使用することで開発費用や工数を削減
- ・1軸を駆動するものとして、2軸とすれば大型車へ適用可能とするなどの拡張性を有するものとする

装置概要



外観設計図



試作検討におけるギア比の選定

- ・ モーター効率は回転数やトルクにより異なる
- ・ 一般的傾向として低回転、高負荷となるギア比が高い方が高効率になるが、加速時などに出力が不足し、変速回数が増加する背反がある
- ・ そこでいくつかのギア比におけるエネルギー効率と変速回数についてシミュレート

2つのモーターのギア比を
同一にするよりも異なる
ギア比にして「役割分
担」した方が効率の良い
結果となった

(変速回数の増加は許容範囲内)

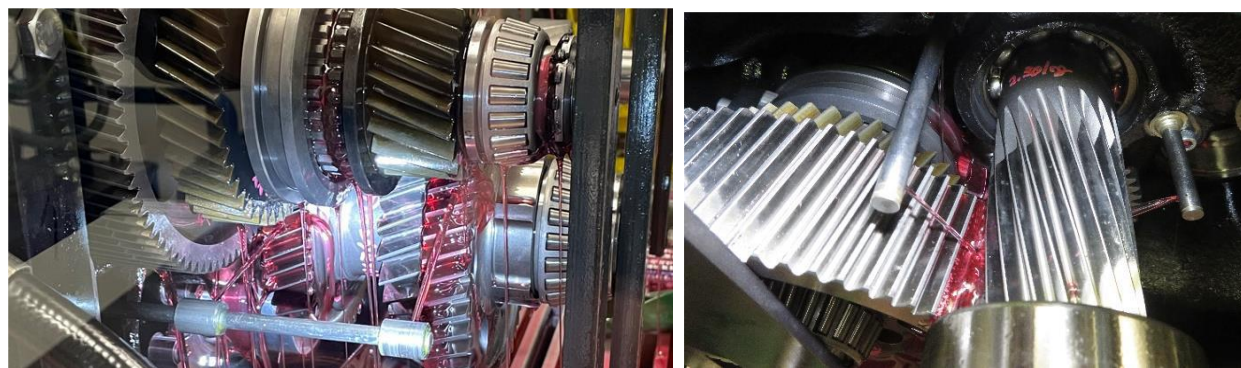
ギア比	モーター1		モーター2		エネルギー効率	変速回数
	ギア1	ギア2	ギア1	ギア2	kWh/100km	回
Default	35.103	13.826	44.754	17.628	70.8416	547
set 1	36.700	13.201	42.600	15.324	70.8951	521
set 2	33.750	14.104	45.550	19.035	70.8894	545
set 3	39.650	14.107	39.650	14.107	71.1264	492

大型車に適用するための高効率化技術開発及び性能評価

R1～R5年度

＜試作品を評価＞オイル吐出方向と流量測定結果

オイル吐出状況：
不足すると焼き付き
などにつながる



※他に歯当たりや強度試験、NV※についても確認

今年度実施
予定

○総合効率の
評価

○改善設計
(主にNV※の
改善)

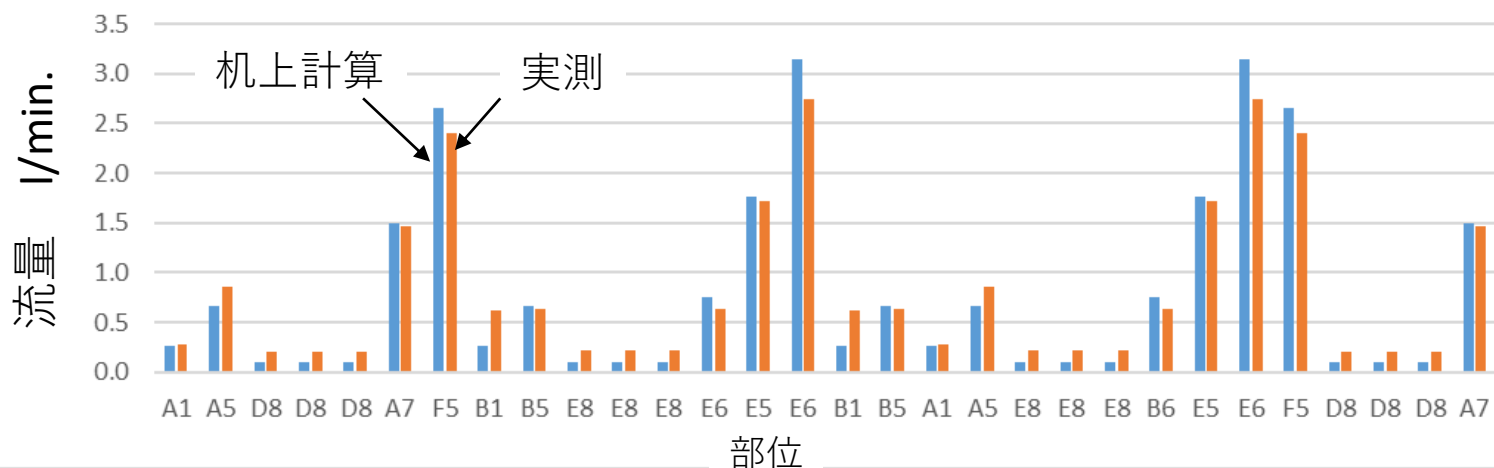
※NV：騒音、振動

設計通りのオイル
量が確保され
ており、適切に
設計されている
ことを確認

《評価結果》

各部のオイル流量：

■机上狙い流量(l/min) ■実測流量(l/min)



車両の空気抵抗係数(Cd値)の変化を数値流体力学(CFD)から求めることができるか、を検討・・・それができれば燃費試験法の効率化につながる

<背 景>

- 大型トラックが80km/h一定で走行すると、必要な仕事の約6割が空気抵抗によるものであり、燃費への空気抵抗の寄与が大きい
- 形状的な制約があり、空気抵抗低減は容易でない
- 空気抵抗が大きいいため、実測時には風の影響を大きく受け、精度の良い測定が難しい
- 基本は実車測定としても、すべてそれをするのは難しく、実際に起こりうる変化を一部数値計算を用いることができれば大幅な効率化になる

重量車の空力性能改善に関する調査

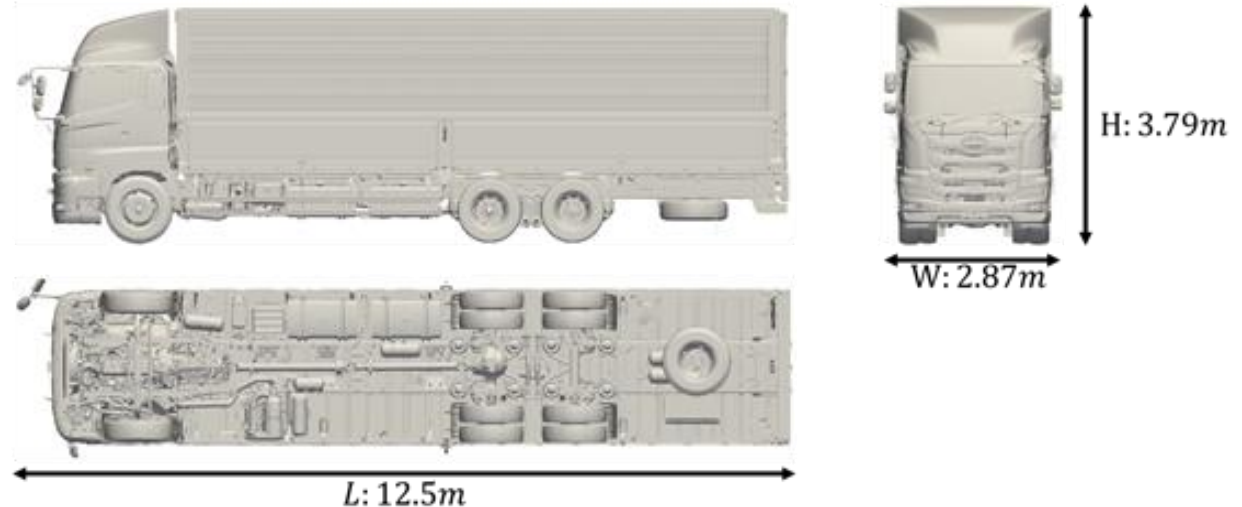
R1～R5年度

数値解析には、現時点における最高水準の精度で検討

↓
詳細車両形状モデルを用いてスーパーコンピュータで計算

計算条件:

車体周辺の格子サイズ	1.09375 cm
格子数	98,934,784 (ほぼ1億!)
風速	22.2 m/s (80km/h相当)



詳細車両形状モデル

影響大

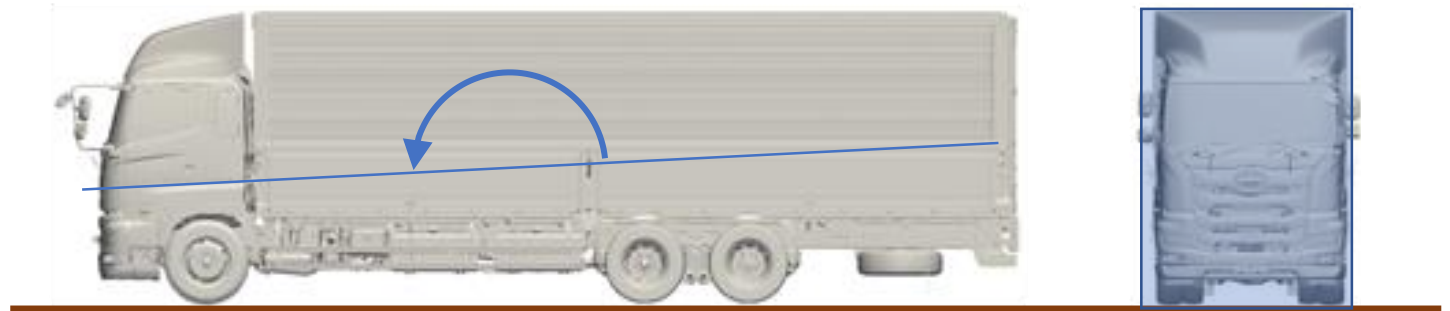
これまでに閉塞率(風洞等の断面積に対する対象物の大きさの比率)、タイヤ回転、変動風などについて検討
ここでは空気抵抗に及ぼす**姿勢の影響**についての計算結果を説明

重量車の空力性能改善に関する調査

R1～R5年度

$$\text{走行抵抗 } F = \underbrace{\mu_r W}_{\text{転がり抵抗}} + \underbrace{\mu_a A V^2}_{\text{空気抵抗}}$$

転がり抵抗
空気抵抗



前面投影面積A

μ_a : 空気抵抗係数 (Cd)

A : 前面投影面積

V : 速度

車両を減速させると矢印方向の力がかかり前が下がる方向に傾く
走行抵抗測定方法として「惰行法」があるが、惰行時には約0.7° 前傾
となると考えられる(-0.7° のピッチング)

ピッチ角-0.7° （それだけ前傾）時と通常時の空気抵抗の違いを比較

重量車の空力性能改善に関する調査

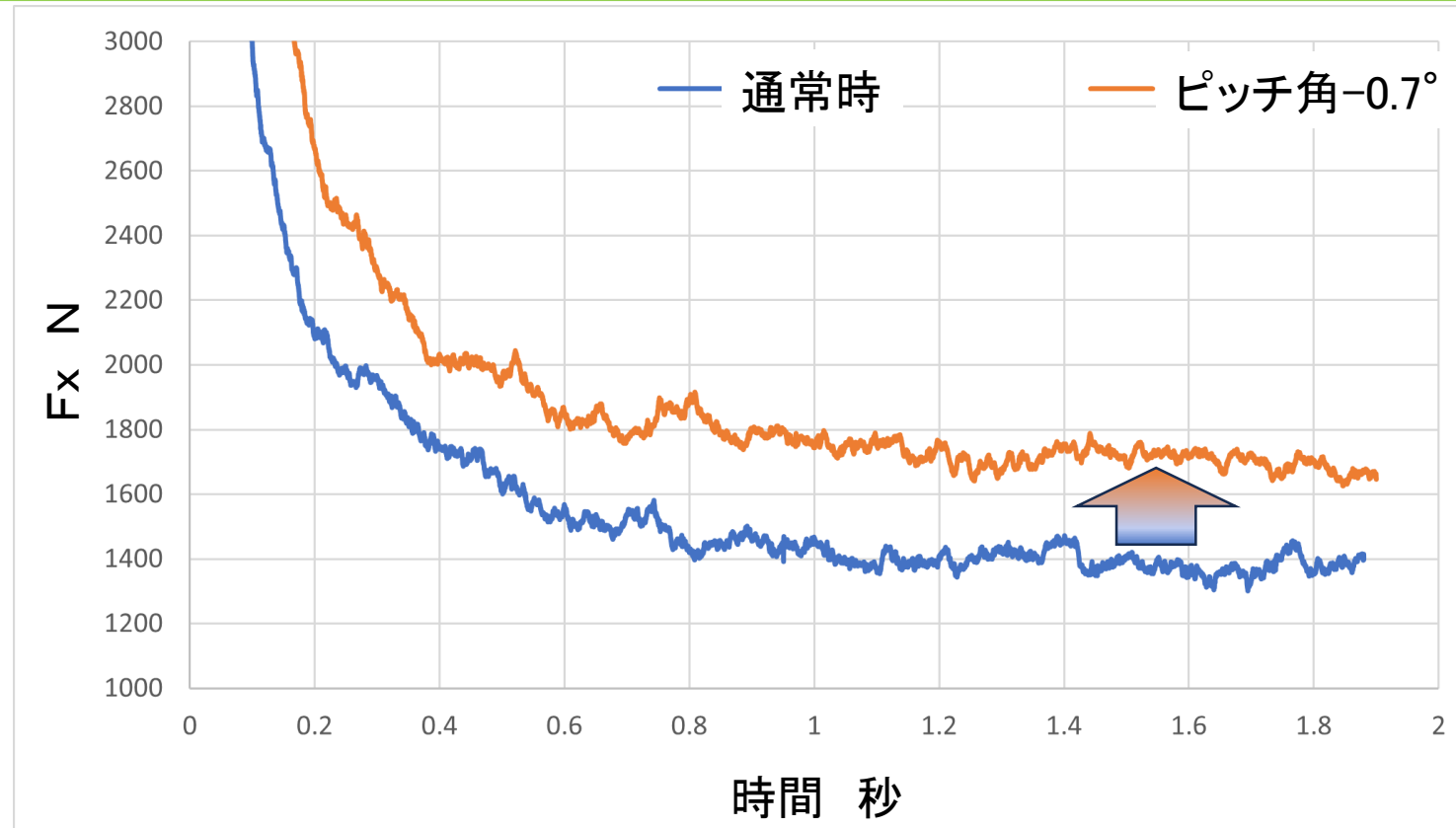
R1～R5年度

惰行試験を想定したピッチ角 -0.7° （それだけ前傾）時（橙）と通常時（青）の抗力を計算

ピッチ角ありでは、抗力（＝空気抵抗）が通常姿勢より2割ほども大きい

今年度実施予定

横風等の影響について解析するとともに、各種因子の影響についてまとめて、数値計算の活用の可能性について検討



注) 前刷りに掲載した図とは異なります

重量FCVにおける水素消費量測定の精緻化に関する調査

R4～R8年度予定

<背 景>

- 重量車ではバッテリーEVが成立しがたい用途があり、FCVは有望な技術であり、その水素消費量測定は重要
- 軽・中量車では試験前後における水素ボンベの重量差から消費量を算出する手法（重量法）がほぼ確立している
- しかしながら、重量車では重量法の適用は困難と予想される

<目 的>

- ✓ 重量FCVにおける燃費（水素消費量）評価を行うにあたり、水素流量を直接計測する流量法の活用を目指す
- ✓ それに向けて重量法との比較検証を行い、バラツキ原因の解明や精度向上を図る
- ✓ これらの知見は国際基準調和の際に活用できる

R4年度は両測定法の比較とバラツキ原因の分析をシャシダイナモ試験により実施

重量FCVにおける水素消費量測定の精緻化に関する調査

R4～R8年度予定

シャシダイナモ試験について

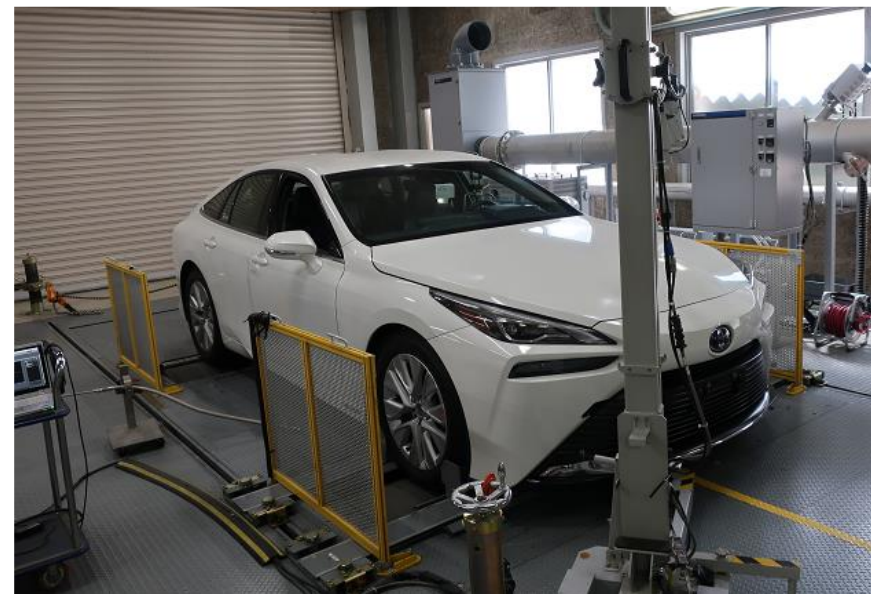
ボンベガスの水素を用いてFCVをシャシダイナモ上で様々な走行をさせて

- 重量法
- 流量法

による評価を実施し、両者を比較

<評価に用いた試験モードなど>

- ・WLTC(3フェーズ), WLTC(4フェーズ)
- ・JC08Cモード
- ・JE05モード(2t積載トラックの標準諸元(T2)設定)
- ・一定速度走行(40, 60, 80, 100, 120km/h)



シャシダイナモ試験中の状況
(フロントドア下部に車両に燃料を供給する水素配管、写真左外に水素ボンベがある)



コリオリ式流量計
設置状況

重量FCVにおける水素消費量測定の高精度化に関する調査

R4～R8年度予定

シャシダイナモ試験結果

○重量法と流量法の相関（過渡と定常の別）

いずれも R^2 は0.99程度以上で高い相関を有する

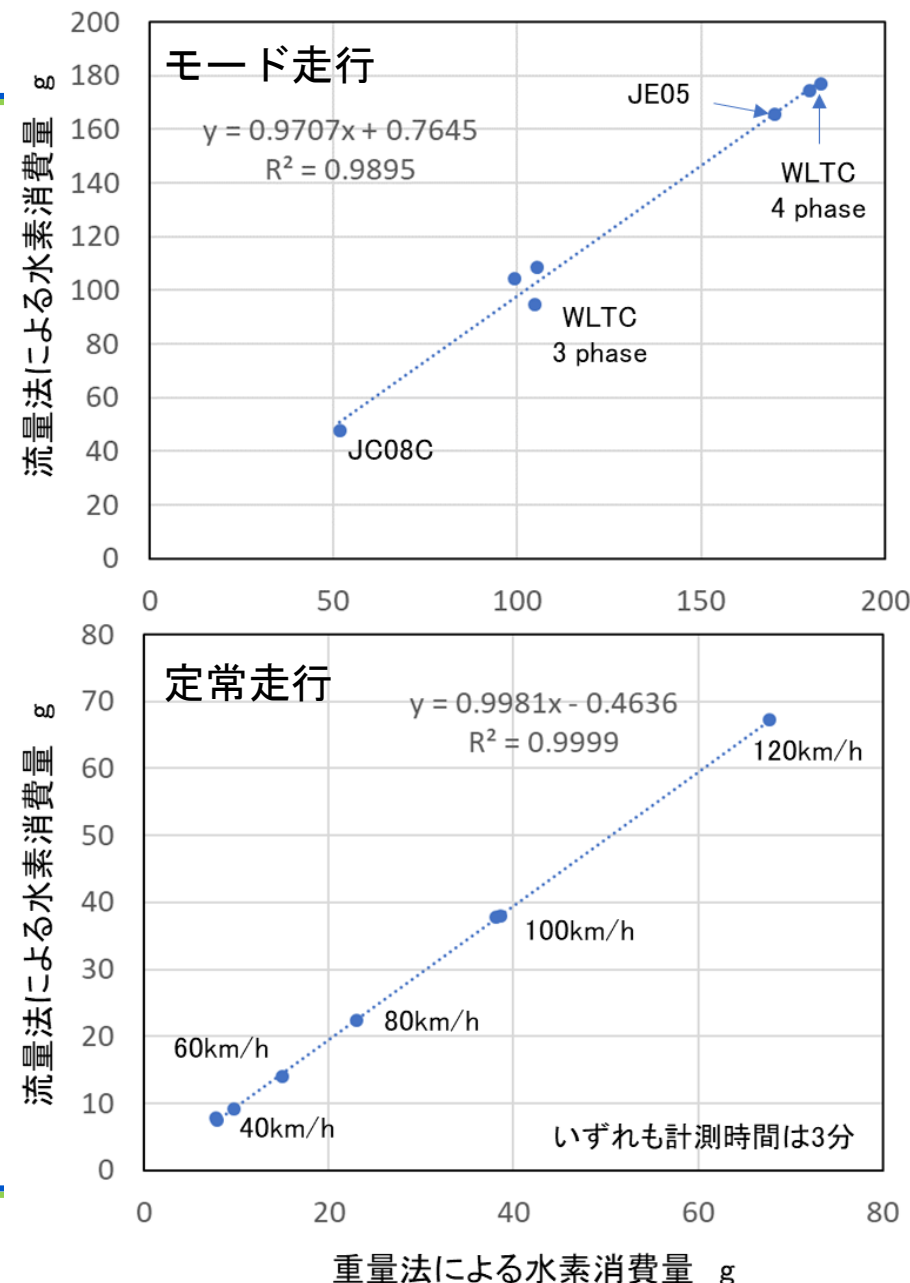
両者を比較すると、定常走行時に

- ・傾きが1に近く
- ・y切片は0に近く
- ・相関係数は大きい

以上より、定常走行時は流量法で高い精度で評価が可能である一方で、モード走行時のばらつき原因については現時点では明らかでない

今年度実施予定

他の流量計あるいは異なる手法（例えば車両信号の活用）で測定を行うなどにより、ばらつき原因などについて、考察



次年度以降（第6期）に向けた青写真

国土交通省では令和6年度予算の概算要求で、大型車分野におけるさらなるカーボンニュートラル実現に向けて、本事業を引き続き継続していくべく要求を行っている

そこでは令和4年度より開始したFCVの燃費測定や合成燃料(e-fuel)への対応などの記載に加えて、

・ブレーキ回生技術

・水素燃焼の高効率化

の記載がある。(要求段階であり暫定)

これら新規内容を含めることを想定しつつ、引き続き国土交通省と連携して事業を進めていきたい

脱炭素に向けた産学官連携による次世代大型車開発促進事業

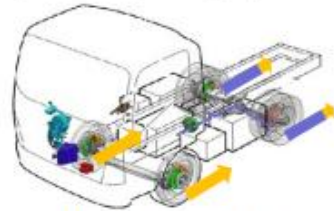
【583百万円（517百万円 1.1倍）】

事業目的

運輸部門におけるCO₂排出量の約4割を占める大型車分野に関して、産学官連携のもと、①**重量車の電動化技術**と②**水素、合成燃料をはじめとするカーボンニュートラル燃料における内燃機関分野等の開発促進の強化**を図り、2050年のカーボンニュートラルの実現に貢献する。

事業内容

① 重量車の電動化へ向けた対応



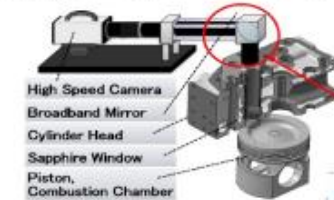
ブレーキ回生技術



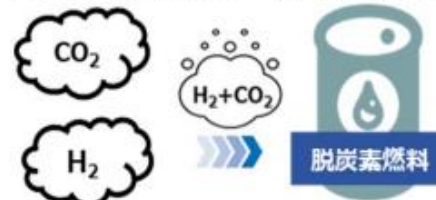
水素燃料電池車の燃費測定法

- 電費向上に資する大型車向けブレーキ回生技術の開発を促進する。
- 水素燃料電池自動車の重量車燃費測定法を確立する。

② カーボンニュートラル燃料の実用化へ向けた対応



水素燃焼の高効率化



合成燃料使用への対応

- 水素燃焼特性の解明およびその高効率化を図る。
- 合成燃料使用時の排出ガス性能と車両信頼性への影響について検証する。

国土交通省「令和6年度物流・自動車関係予算概算要求概要」より

まとめ

- 「産学官連携による高効率次世代大型車両開発促進事業」の現状として、一部の調査研究テーマに関する成果を紹介
- 既存10テーマについては2023年度にとりまとめる・・・紹介した2つのテーマも含めて順調に進捗
- 重量FCVにおける水素消費量測定については、流量計の誤差原因の考察などを継続して進めていく
- 来年度以降についても、R4年度開始の3テーマに加えて電動化等カーボンニュートラルにつながる事業として進めていきたい

おわりに

委託元である国土交通省はじめ、事業内容などを審議いただく検討会、WGを構成する委員の先生方、個別の調査研究を実施いただいている企業、大学の研究者各位の協力と献身の上に成り立っていることに謝意を表します

ご清聴ありがとうございました