

講演 1. 脱炭素に向けた産学官 連携による次世代大型車 開発促進事業について

— 第二報：令和6年度までの進捗状況 —

※鈴木 央一 川原田光典 奥井 伸宜 新国 哲也

環境研究部

講演内容

- 1．事業の概要について
- 2．水素エンジンに関する研究テーマについて
- 3．重量FCVの燃料消費率試験法の精緻化に向けた調査の現況
- 4．まとめ

1. 事業の概要について

重量車のCN化を促進するものとして、国土交通省は「脱炭素に向けた産学官連携による次世代大型車両開発促進事業」を実施

これは、平成14年度より開始している「次世代大型車開発・実用化促進事業」の第6期として、令和6年度より5か年計画で実施する計画

○電動化へ向けた対応
○脱炭素燃料の実用化
がポイント

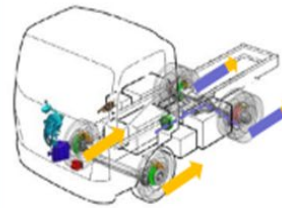
脱炭素に向けた産学官連携による次世代大型車開発促進事業

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年カーボンニュートラルの実現に貢献する。

内容

① 重量車の電動化へ向けた対応

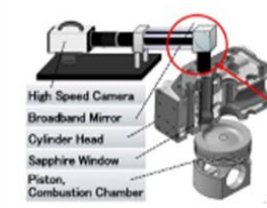


電費向上に資する大型車向けブレーキ回生技術の開発を実施する。

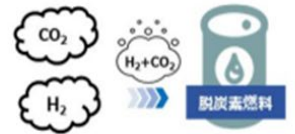


水素燃料電池自動車の重量車燃費測定法を確立する。

② 脱炭素燃料の実用化へ向けた対応



水素燃焼特性の解明及びその高効率利用を図る。



合成燃料使用時の車両信頼性等への影響について検証する。

実施体制



令和7年度国土交通省予算概算要求概要より

実施する調査研究テーマについて

本事業では7つの調査研究テーマを実施
事業の実施体制等については前年度報告
今年度の報告では主に2点：

⑤～⑦の水素エンジンに関するテーマに
おけるポイントなどを紹介

②の重量FCVの燃費試験法の精緻化に向
けた調査の現況を報告

※テーマ④については、ポスター⑥にて関連する内
容を取り上げています。

実施する調査研究テーマ一覧

分野	テーマ名	実施者
電動車両 WG	① 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	東京理科大
	② 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	交通研 自動車 工業会
	③ 電力消費率向上に資する重量電動車の高効率回 生協調ブレーキ技術の開発	いすゞ自動車
内燃機関 WG	④ カーボンニュートラル燃料実用化に向けた実車両への 影響調査	交通研 新エイシーイー
	⑤ 希薄・希釈燃焼による重量車用水素燃焼エンジン の調査	千葉大
	⑥ 水素エンジンの性能向上に向けた熱流束と潤滑性 等に関する技術調査	東京都市大
	⑦ 水素エンジン用SCR触媒に関する調査検討	早稲田大

①②④については令和4年度開始、他は令和6年度から

2. 水素エンジンに関する研究テーマについて

- 自動車メーカーが水素エンジンの研究開発を行う理由に、これまでに蓄積したエンジン技術が活用できること、及び部品の共通化による低コスト化が可能なことなどが挙げられる
(=より低コストなCN化につながる)
- そうした中、なぜ国の事業で水素エンジンに関する調査研究を行うのか・・・？
- 実施中の調査研究について、水素の性状などに係る課題とそれについて、どう対応・挑戦しようとしているのか、という視点で紹介

水素燃焼の特徴 その1

水素燃焼の主な特徴

火炎の伝播速度が大きい	効率向上と冷却損失増加の両方に影響
消炎距離が小さい	ピストンや燃焼室壁面付近まで火炎が到達 ・・・潤滑は大丈夫？
混合気の可燃範囲が広い (4～75%)	ガソリンエンジンでは不可能なレベルの希薄燃焼が可能
最小着火エネルギーが小さい	油滴やデポジットなどを含む高温部で予期せぬ(＝異常)燃焼が起こってしまう懸念
NO _x 生成に特徴	当量比ではガソリン、ディーゼル燃焼以上のNO _x を生成するが、希薄燃焼では極少の生成となるケースも。

水素燃焼の特徴 その2

○ガソリンや軽油を燃焼させたときの主な排出ガス：**CO₂と水**

○水素を燃焼させたときの主な排出ガス：**水**

空気と燃料を当量比で燃焼させたときの排出ガス中の濃度：
(単純化するため、空気中の酸素は20%、ガソリン等炭化水素はCH₂とする)

生成物	燃料	
	炭化水素	水素
CO ₂	12.5 %	0
水	12.5 %	33.3 %

水素燃焼では多量の水が生成される ・ ・ ・ 様々な問題の原因となる

これらの特性を踏まえて、各種調査研究を実施中

希薄・希釈燃焼による重量車用水素燃焼エンジンの調査

課題：燃焼速度が速い・・・冷却損失増加

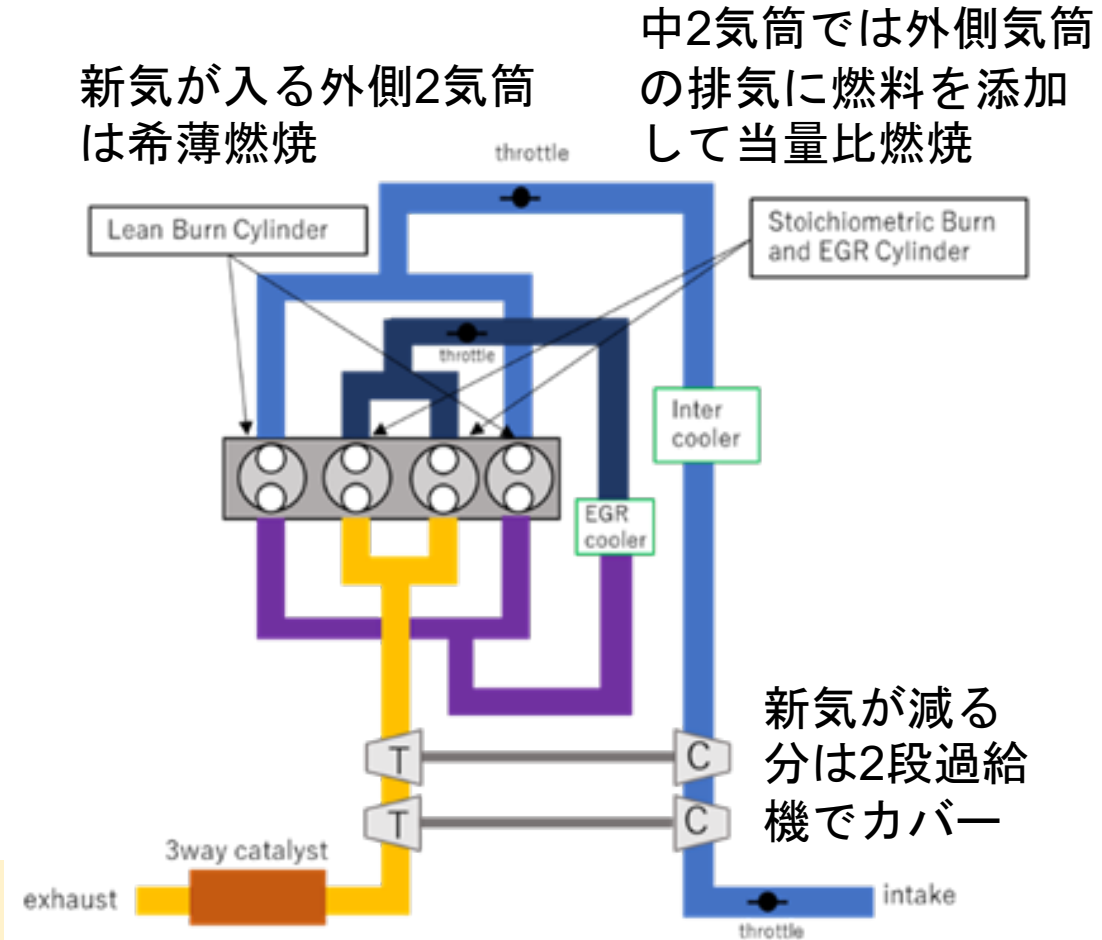
一部の気筒の排気すべてを他の気筒に還流する
Dedicated EGRを採用する水素エンジンコンセプトにより高効率化を目指す

外側2気筒：希薄燃焼により冷却損失低減

内側2気筒：当量比燃焼だが、酸素濃度や比熱比の低下から冷却損失を低減

それらの効果等を予測、解析するシミュレーションツールの構築を合わせて実施

千葉大学森吉教授を中心に、大分大学、日野自動車株式会社、株式会社アネブルなどが共同で実施



水素エンジンの性能向上に向けた熱流束と潤滑性等に関する技術調査

課題：大量の水を生成・・・潤滑に課題

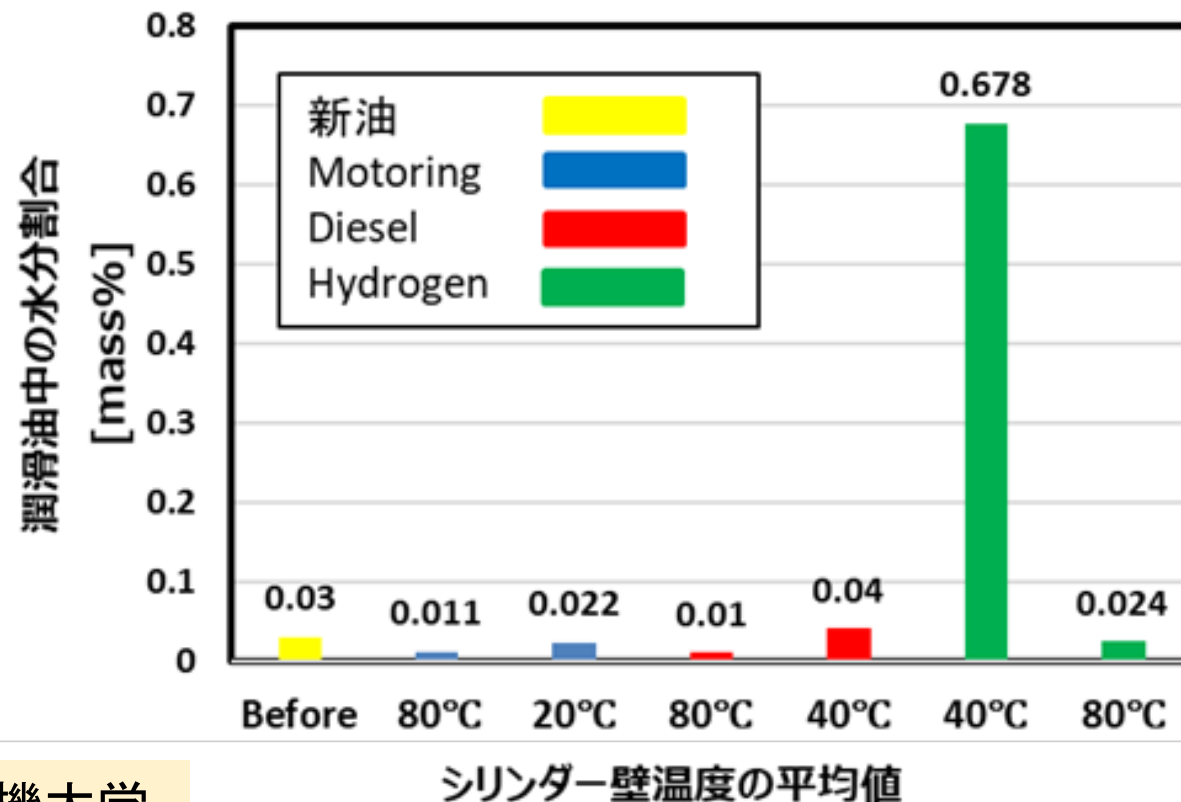
潤滑性の確保と、それに大きく影響する表面熱流束の測定や解析を実施する

図に示す通り、とくに低温時に水素エンジンでは多量の水がオイルに混入する

水を含んだオイルは、加熱するだけでは元に戻らないことがわかってきており、引き続き研究を継続

東京都市大学三原教授を中心に、九州大学、東京電機大学、自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）が共同で実施

実機エンジンを1000rpmで3時間運転



水素エンジン用SCR触媒に関する調査検討（SCR:選択還元触媒）

課題：大量の水を生成・・・触媒劣化を加速

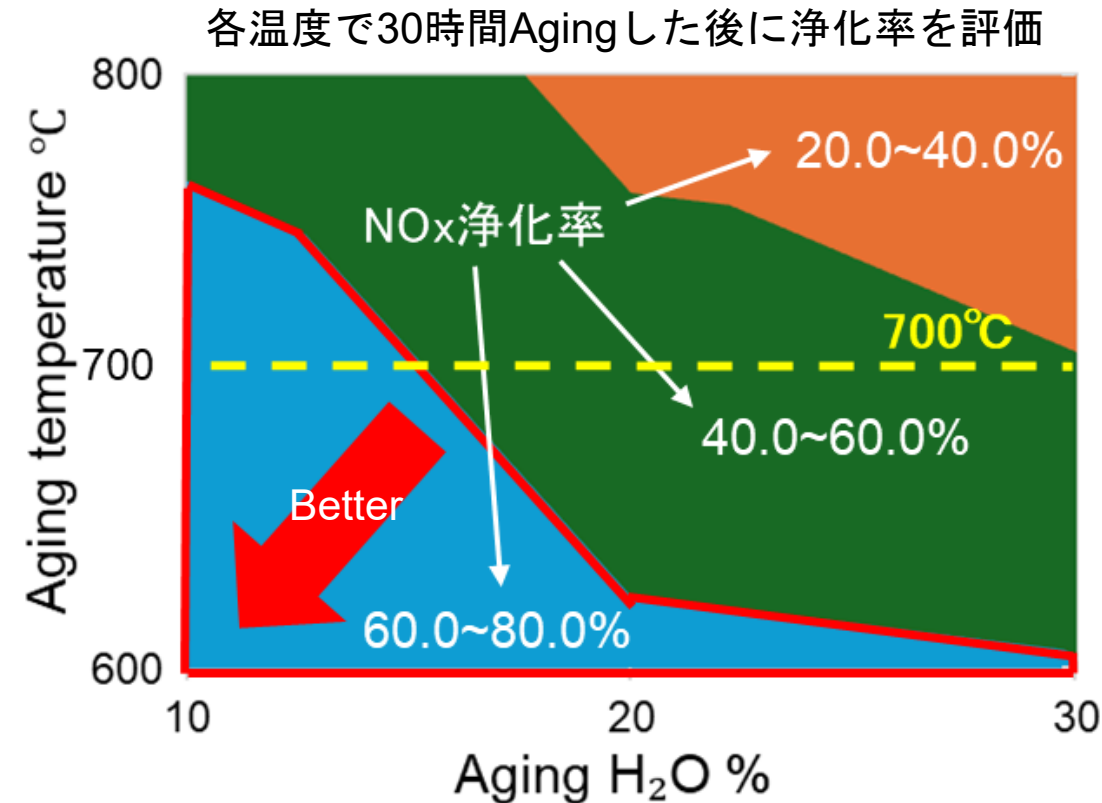
熱と水は触媒の性能を劣化させる主要因子で、水素エンジンにおける触媒は、従来エンジンにない厳しい環境におかれる

NO_x浄化に用いられる一般的な銅チャバサイトSCR触媒を用いて高温耐久評価を実施

例えば700℃の場合、水分10%ではNO_x浄化率60%以上を十分確保できるが、同30%では浄化率40%確保をやっと確保できるレベルとなる

触媒コート層を見直すなど耐久性向上に向けた調査研究を進める

早稲田大学草鹿教授を中心に、東京濾器株式会社、スズキ株式会社が共同で実施



3. 重量FCVの燃料消費率試験法の精緻化に向けた調査の現況

- FCVの水素消費量を測定するにあたり、乗用車など軽・中量車においては水素ボンベの試験前後の重量差から求める重量法で行われる
- 重量車では、消費量が多くボンベ1本では足りないケースがあること、マップ状に多数のデータを取得する方法等もあるため、時間のかかる重量法の適用が現実的でない
- 流量計を用いた「流量法」の適用可能性を検討

燃費マップの試験点は試験法より30ポイント以上（各ポイントの測定時間は安定後1分）
1回の測定に15分かかるとすると7.5時間（×2）要する

これまでにやってきたこと

これまでFCVの車両を用いたシャシダイナモ試験で重量法と流量法の比較評価を実施

○水素を供給するにあたり1.0MPa超だと「高圧ガス」に該当し、多くの法的制約が生ずる

○シャシダイナモ設備は一般に重量車を対象としたものはごく限られる

初年度はハードルの低いFC乗用車を低圧水素で評価
その後高圧水素を用い、2024年度には重量車を用いた試験を実施

年度	2022	2023	2024
供給水素 圧力	低圧	高圧	高圧
車両	乗用車	乗用車	重量車

測定に用いた流量計

FCVの水素消費を測定するには

- ・ 流量変化が大きい
- ・ 圧力や温度の調整が困難

➡ 容積ベースの測定では精度確保が困難と予想されコリオリ式流量計を採用



長所：測定対象の圧力や温度の変化に強く高精度

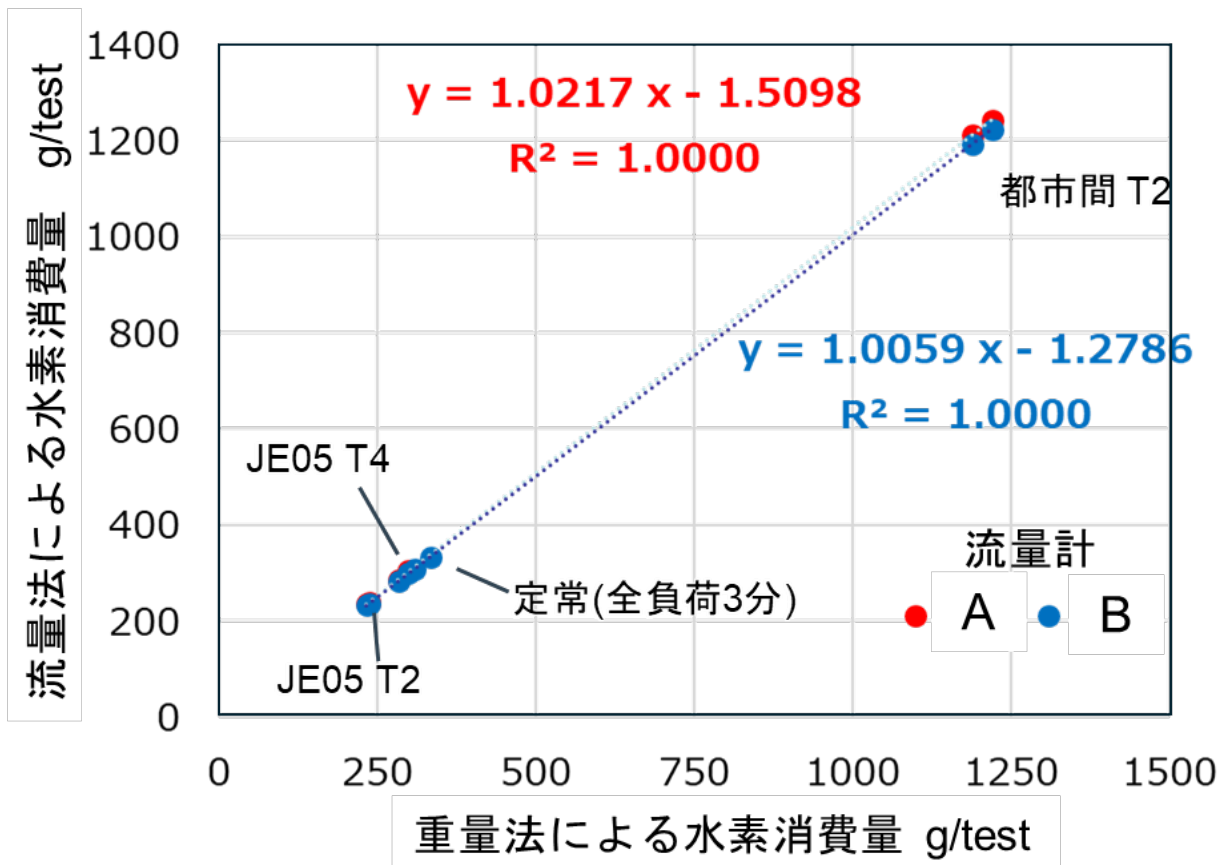
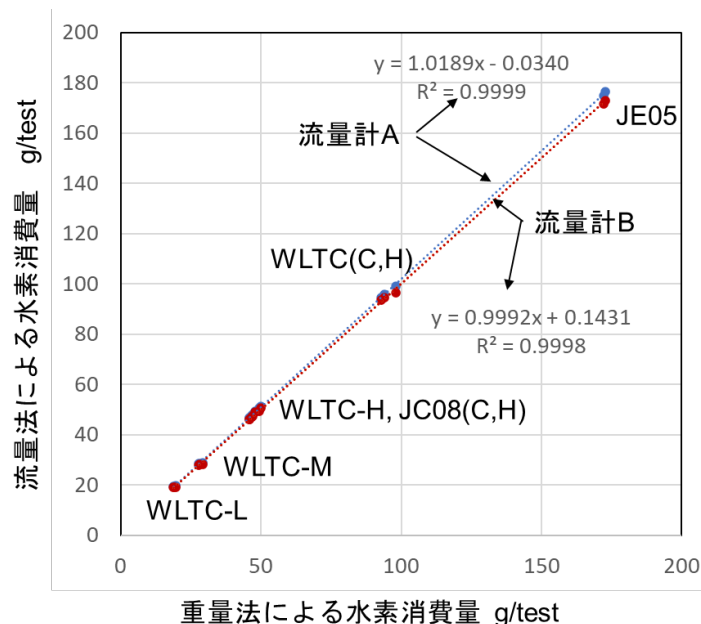
短所：相対的に高価で振動に弱い

	流量計A	流量計B
測定原理	コリオリ式	コリオリ式
最大測定流量(kg/h)	8	450
測定誤差(%RS)	±0.5	±0.35
最大圧力(MPa)	2.5	43.09
測定物の温度範囲(℃)	5～50	-50～205
その他特徴	測定部前後に圧力調整機構を有する	汎用性が高い
形状		

試験結果：重量法と流量法の相関

各走行モードにおける重量法と流量法による測定値の相関を示す
ほぼ1:1といえる高い相関

傾きなどは乗用車の試験結果とほぼ一致しており、再現性についても確保されていることを確認



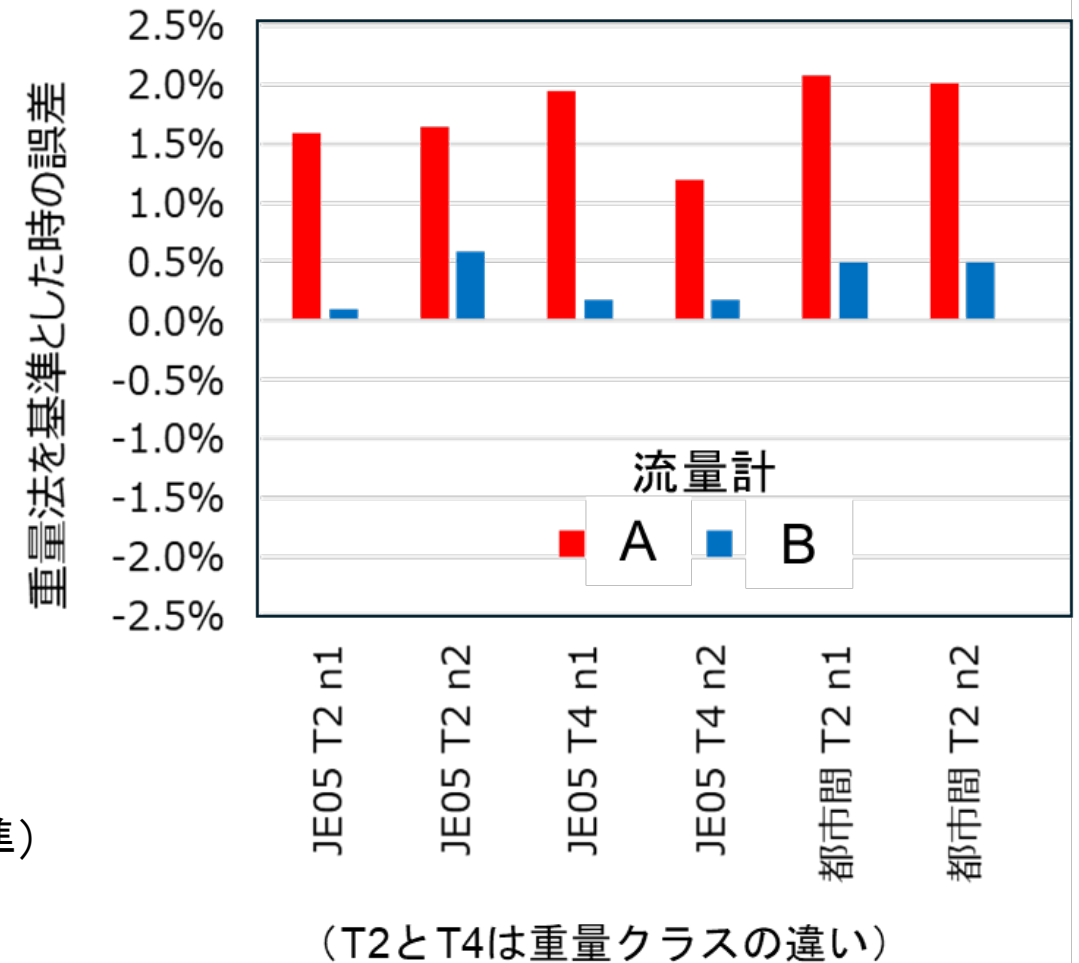
燃費評価モードにおける誤差率

重量車の燃費評価で用いられる
JE05モード及び都市間モードに
おける最大誤差は

- ・ 流量計Aで約2.1%
- ・ 流量計Bで約0.6%

燃費試験法で求める性能要件：

「燃料消費量の精度は $\pm 1.0\% \text{f.s.}$ 又は $\pm 3.0\% \text{rdg}$ のいずれかの大きい値とする。」（今回の測定はフルスケールよりも相当に低い水準）
を、いずれの流量計も満たす



4. まとめ

- 令和6年度より開始している水素内燃機関に関する調査研究では、水素を燃料とすることによる性能向上や課題解決に向けた調査研究を進めている。
- 重量FCVの水素消費量測定について、令和6年度までにコリオリ式流量計を用いた流量法が燃費試験法で定める性能要件を広い流量範囲で満たすことが示された。
- 大型車のカーボンニュートラルに向けた重要な取り組みとして、社会に資するものと考えており、引き続き取り組んでく。