

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.173

September 2004

コンテナヤードにおけるヤードトレーラーの 燃料消費量推計モデルの構築

村野昭人・鈴木武

The Model for Estimation of Fuel Economy of Yard Trailer in Container Yard

Akito MURANO and Takeshi SUZUKI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

コンテナヤードにおけるヤードトレーラーの 燃料消費量推計モデルの構築

村野昭人*・鈴木武**

要 旨

地球温暖化ガスの排出量削減など、環境問題への取り組みがますます重要視されつつあり、それは港湾整備事業においても例外ではない。環境対策を推進するためには、港湾のライフサイクル全体を対象とした環境負荷の発生量を正しく把握することが前提となる。

そこで本研究では、港湾荷役作業中にコンテナヤードを走行するトレーラーを対象として、燃料消費量を把握することが可能なモデルを構築することを目的とする。本研究で得られた知見は、環境に配慮した港湾整備計画の作成の一助となると位置付けられる。

トレーラーに GPS 装置及び燃費計を取り付け、コンテナヤードにおいて走行実験を行い、速度と燃料消費量等のデータを取得した。速度・加速度のデータから、転がり抵抗・空気抵抗・加速抵抗の各走行抵抗を算出し、抵抗に対する仕事量と燃料消費に伴う熱量を比較した。次に、速度の推移を基に、走行データを加速区間・等速区間・減速区間などに分割することにより、運転パターンを数値化し、燃料消費量の推計モデルを構築した。最後に、数値化した運転パターンを用いて推定した燃料消費量の推計値と、実測された燃料消費量の比較を行い、モデルの推計精度を検証した。

速度・加速度の実測データより、転がり抵抗・空気抵抗・加速抵抗の各走行抵抗を算出したところ、加速抵抗が全体の70%以上を占め、加速の影響を分析することが重要であることが分かった。一方で空気抵抗は、平均速度が遅いことから、全体の3%程度にとどまった。また、走行抵抗に対する仕事量と、燃料消費に伴う熱量の間には高い相関が認められ、走行抵抗を算出することにより燃料消費量を推計することが可能であることが明らかとなった。ドライバーごとに運転パターンを数値化したところ、直線距離・カーブの配置といったコース形状に起因する要素と、最高速度・加速度などドライバーに起因する要素によって運転パターンが決定されうることを示すことができた。最後に、コンテナヤードの大きさや形状から、燃料消費量を推計するモデルを構築した結果、推計結果と実測値の間にはよい相関が認められ、推計モデルの有効性を示すことが出来た。

キーワード：ライフサイクルアセスメント、ヤードトレーラー、燃料消費量、走行抵抗

*沿岸海洋研究部沿岸域システム研究室研究官

**沿岸海洋研究部沿岸域システム研究室長

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5025 Fax：046-844-5074 e-mail: murano-a92y2@ysk.nilim.go.jp

The Model for Estimation of Fuel Economy of Yard Trailer in Container Yard

Akito MURANO*
Takeshi SUZUKI**

Synopsis

Because port development consumes huge amounts of energy and materials, ports are one of the main sources of CO₂ emissions. For an exact estimation of the environmental impact, it is necessary to assess CO₂ emissions through the life cycle from material production, construction, usage, and maintenance to demolition. In particular, because infrastructure facilities have a long life cycle, the usage stage plays a relatively large part. In this study CO₂ emissions in transportation by a container trailer running in a container yard are investigated, and the relation between fuel economy and running resistance is analyzed. Based on the analysis, the model for estimation of fuel economy is constructed, and its accuracy is verified.

The results are

- 1) The fuel economy of a container trailer can be basically explained by estimating its running resistance.
- 2) The running pattern of a trailer can be expressed in terms of the maximum speed, the speed at passing a curve, the acceleration, and the deceleration.
- 3) The model for estimation of fuel economy is constructed, and its accuracy can be verified.

Key Words : Life Cycle Assessment, Yard Trailer, Fuel Economy, Running Resistance

* Researcher of Coastal Zone Systems Division, Coastal and Marine Department

** Head of Coastal Zone Systems Division, Coastal and Marine Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-46-844-5025 Fax : +81-46-844-5074 e-mail:murano-a92y2@ysk.nilim.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. 燃料消費量に影響を与える要素	2
2.1 自動車の燃費性能	2
2.2 走行抵抗	2
3. コンテナヤードにおける走行実験の概要	3
3.1 走行実験に用いた車両	3
3.2 走行実験の概要	4
4. 燃料消費量推計モデルの構築	5
4.1 消費エネルギー量と走行抵抗に対する仕事量の比較	5
4.2 速度推移データの区間分割	6
4.3 ドライバーごとの運転特性	7
4.4 推計モデルの精度の検証	7
5. まとめ	8
6. おわりに	9
謝辞	9
参考文献	9
付録	11



1. はじめに

発効の時期が近づいている京都議定書において、日本は2008年から2012年の5年間で、1990年に比べ6%の温暖化ガスの排出削減を義務付けられた。しかし、2000年度の排出量は1990年比で8.0%増となっており、早急な対策を講じることが求められている。大規模な施設整備を伴う港湾整備は、大量の資材やエネルギーを消費し多くの温暖化ガスを排出するため、その低減のための努力が求められる。温暖化ガス排出の低減を実行に移すためには、資材生産・輸送・施工からなる建設段階から、維持管理・稼働・コンテナ輸送からなる運用段階、解体廃棄段階に至るライフサイクル全般にわたる温暖化ガス排出量を適切に推計することが前提となる。しかも港湾施設などのインフラストラクチャーは一般の工業製品と比較してライフサイクル期間が長いため、運用時の評価がより重要となる。さらに港湾施設の運用時に排出される温暖化ガスの中では、コンテナ輸送に由来するものが大きな位置を占めるため、輸送時の温暖化ガス発生量を正確に把握することが不可欠である。コンテナ輸送には、コンテナ船による海上輸送から、コンテナヤード内でのヤードトレーラー等による輸送、コンテナトレーラーによる陸上輸送までが含まれる。本研究では、走行車両、走行パターンともに特殊であり、先行研究例がほとんど見られないコンテナヤード内の輸送を研究の対象とする(図-1)。

目的: 港湾整備に伴う温暖化ガス排出の推計方法の取りまとめ

ライフサイクル全体を対象とした推計が必要

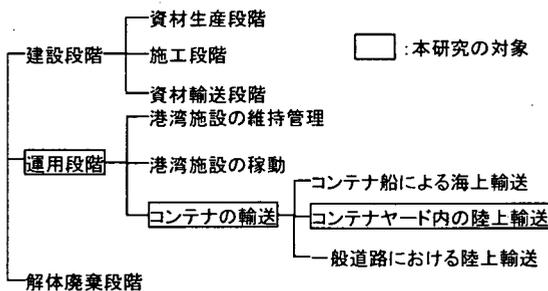


図-1 本研究の対象

国土交通省では、車両総重量 2.5 トンを超えるディーゼル車について燃費基準を作成する際には、負荷率、すなわち最大軸トルクに対する試験時の軸トルクの割合(%)と、エンジン回転数比、すなわち最高出力時のエンジン回転数に対する試験時のエンジン回転数の割合(%)を、一定の順序及び割合で組み合わせてモード化し(図-2)、それに基づいて燃料消費量を測定して行っ

ている。

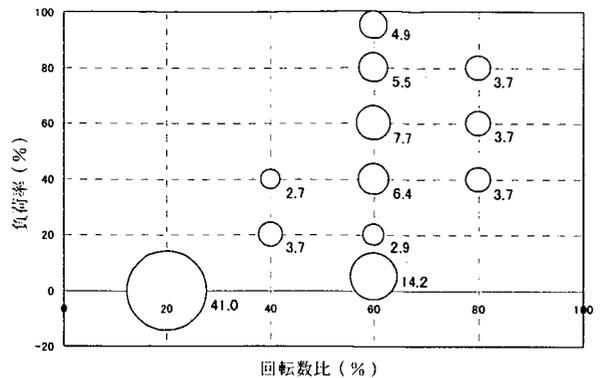


図-2 ディーゼル車の燃費基準作成に用いるモード(13モード)

一方、大型車両の燃料消費量特性について分析した従来の研究としては、一般的なトラックの走行時の環境負荷原単位について数多くの研究報告がある。例えば、(独)交通安全環境研究所においては、エンジンの回転数比や負荷率の組み合わせに対する燃料消費量の理論値を算出し、その値に各走行モードにおけるエンジン回転数比と負荷率の使用頻度を掛け合わせることによって、平均速度と燃費の関係についてシミュレーションを行っている。また、筆者らは過去に、総重量が10トンを超えるコンテナトレーラーを対象として走行実験を行い、走行抵抗を算出することで燃料消費量を推計することが可能であることを示した。

これらの研究成果により、速度から燃料消費量を推計することは可能となった。しかし、港湾整備事業がコンテナ輸送に伴う環境負荷の発生量に与える影響を定量的に把握するためには、コンテナヤードの形状がヤード内を走行するコンテナトレーラーの走行パターンに与える影響を明らかにする必要がある。そこで本研究では、コンテナヤードの形状が走行パターンに与える影響について分析を行う、(図-3)。

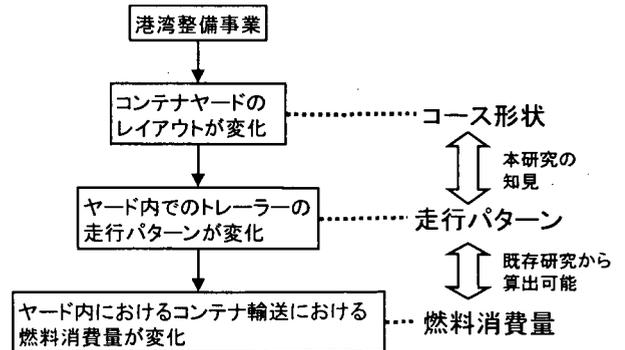


図-3 本研究の意義

コンテナヤードの形状や走行パターンには、多種多様な形態が考えられる。従って、厳密に考えるならば、すべてのコンテナヤード、すべてのドライバー、すべての車両を対象として走行実験を行い、その燃料消費量を調査することが求められる。しかし、そのようなことは現実的に不可能であるため、コンテナヤードの形状、走行パターンを少ない変数で表現し、様々なケースに適用可能なモデルを構築することが求められる。

そこで本研究では、コンテナヤードを走行するトレーラーを対象として、一定の規則に基づいた走行パターンを想定し、パターンに基づいて走行抵抗を算出することによって燃料消費量を推計するモデルを構築することを目的とする。このようなモデルを構築することにより、走行実験を行わなくても、コンテナヤードの形状のデータや、車両のデータを入力することで燃料消費量が推計可能となる。

2. 燃料消費量に影響を与える要素

2.1 自動車の燃費性能

自動車の燃費性能を表す指標としては、燃費性能は、自動車の経済性を示す性能で、次のような値で表される。

- ①燃料 1L あたりの走行距離[km/L]
- ②100km の走行に要した燃料消費量[L/100km]
- ③ (積荷重量) × (輸送距離) に対する燃料消費量
[L/9.8kN・km]
- ④ (輸送人員) × (輸送距離) に対する燃料消費量
[L/人・km]

乗用車は、一般的に燃料 1L あたりに走行距離で燃費性能が表されるが、エンジンの燃料消費率 (rate of fuel consumption) が最小の状態で行走しているときに最も経済的である。

車速を V [km/hour], エンジンの 1 時間あたりの燃料消費量を B [L/hour], エンジンの軸出力を P_e [kW], エンジンの燃料消費率を f [N/kW・hour], 燃料の比重量を γ [N/L] とすると、自動車の燃料 1L あたりの走行距離 L [km/L] は次式で求まる。

$$L = \frac{V}{B} = \frac{\gamma V}{P_e f} \dots (1)$$

したがって、 L は V , P_e , f によって変化し、 f が最小値のときの車速 V が最も経済的であることになる。

2.2 走行抵抗

自動車の燃費性能を改善するためには、走行中に生じる様々な抵抗を少なくすることが必要となる。この抵抗する力の総称を走行抵抗といい、転がり抵抗, 空気抵抗, 勾配抵抗, 加速抵抗が含まれる。

(1) 転がり抵抗

転がり抵抗 (rolling resistance) とは、タイヤが路面上を転がることによって起こるすべての抵抗の和で、タイヤや路面のひずみ、路面の凹凸、ホイール軸受けの滑り摩擦などが原因となる。

自動車の総重量を W [ton], 転がり抵抗係数を μ_r , 重力加速度を g [m/s²] とすると、転がり抵抗 R_r [N] は、

$$R_r = 1000 \times g \times \mu_r \times W \dots (2)$$

で求まる。

μ_r の値は、路面の状態や空気圧、車速によって変化する (表-1)。

表-1 転がり抵抗係数の値

路面の状態	μ_r の値
良好平滑なアスファルト舗道	0.01
良好平滑なコンクリート舗道	0.011
一般のアスファルトまたはコンクリート舗道	0.015
良好な木れんが舗道	0.015
良好な敷き石舗道	0.025
手入れのよい未舗装道路	0.040
手入れ不良の未舗装道路	0.08
新設の固まらない砂利道	0.125
砂道	0.165
かわいた粘土質の自然道	0.25

出典：自動車工学概論

(2) 空気抵抗

自動車が走行するとき、ボディーに空気の力が作用して抵抗を受ける。これを空気抵抗 (air resistance) という。自動車の働く空気抵抗は、圧力抵抗 (pressure resistance) と摩擦抵抗 (frictional resistance) との和である。さらに圧力抵抗は、形状抵抗・凹凸抵抗・吹抜け抵抗・誘導抵抗に分類される。この中で、形状抵抗が空気抵抗の約 60% を占めることから、空気抵抗はボディーの形状によって決定されるといっても過言ではない。

自動車の前面面積を A [m²], 空気の密度を ρ [N・s²/m⁴], 空気に対する自動車の相対速度を V_a [m/s], ボディーの空気抵抗係数を C_d とすると、空気抵抗 R_a は、

$$R_a = \frac{\rho}{2} C_d A V_a^2 [N] \dots (3)$$

となる。表-2 に各種自動車の空気抵抗係数値を示す。

表-2 空気抵抗係数

自動車の種類	空気抵抗係数 C_d
乗用車	0.3~0.5
トラック	0.4~0.6
バス	0.5~0.8
二輪車	0.6~0.9

出典：自動車工学概論

また、空気に対する自動車の相対速度は、空気が静止している場合には自動車の速度と等しいので、一般に無風状態の下での空気抵抗として捉える。したがって、自動車の速度を V [m/s] とすると、

$$R_a = \frac{\rho}{2} C_d A V^2 \text{ [N]} \dots (4)$$

となる。

(3) 勾配抵抗

自動車が一定の速度で勾配のある坂道を登るとき、自動車の総重量の斜面に平行な分力は、進行方向と反対向きに働くので、登坂を妨げる力になる。この妨げる力のことを勾配抵抗 (hill climbing resistance) と呼んでいる。

斜面の傾き角 θ 、重力加速度を g [m/s²] とすると、自動車の重量 W [ton] は、**図-4** に示すように水平な分力 X [N] と垂直な分力 Y [N] になる。このうちの X が勾配抵抗 R_g となり、

$$R_g = 1000 \times g \times W \times \sin \theta \text{ [N]} \dots (5)$$

で求まる。

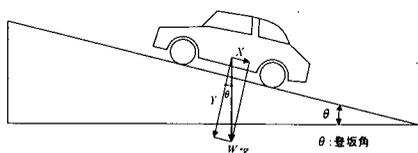


図-4 勾配抵抗

(4) 加速抵抗

自動車を加速した場合には、一定の速度で走行していた時の転がり抵抗、空気抵抗、勾配抵抗のほかに、加速抵抗が発生する。自動車を加速させるためには、等速走行している自動車の慣性に打ち勝つ必要があり、さらに自動車のエンジンから駆動輪までの回転部分の速度を増加させるための慣性にも打ち勝つ必要がある。この二つの慣性に打ち勝って加速が行われることから、これらを加速抵抗 (accelerating resistance) と呼んでいる。この加速抵抗に打ち勝って加速するときの、自動車のエン

ジンの出力の余裕を示す性能のことを加速性能という。

自動車の重量を W [ton]、自動車の加速度を α [m/s²] とすると、加速抵抗 R_{ac} [N] は次式で求まる。

$$R_{ac} = 1000 \times (1 + \sigma) \times W \times \alpha \dots (6)$$

ここで、 σ は回転部分相当質量係数で、乗用車の場合には、トップ状態で 0.08、低速状態で 0.7 前後である。

(5) 走行抵抗

自動車が勾配のある道路を加速しながら走行している場合に働く全走行抵抗 R [N] は、転がり抵抗、空気抵抗、勾配抵抗、加速抵抗の総和となる。すなわち式 (2)、式 (4)、式 (5)、式 (6) から、

$$R = R_r + R_a + R_g + R_{ac} = 1000 \times g \times W \left\{ \mu_r \cos \theta + \sin \theta + (1 + \sigma) \frac{\alpha}{g} \right\} + \frac{\rho}{2} C_d A V^2 \dots (7)$$

となる。

3. コンテナヤードにおける走行実験の概要

3.1 走行実験に用いた車両

走行実験に用いた車両は、重量が 6.35 トンのヤードトレーラーである。その外観を**図-5**に、諸元を**表-3**に記す。キャビンの上部には、空気抵抗を減らすウィンドデフレクターを取り付けている場合がある。この装置は特に高速運転時に効果を発揮し、現在では多くのトレーラーに取り付けられているが、対象車には取り付けられていなかった。主に使用したシャーシの重量は 40 フィートで 6.2 トン、空コンテナの重量は 2.0~5.0 トンであった。



図-5 実験に用いたコンテナトレーラー

表-3 実験に使用した車両の諸元

型番	TH92平成7年式
車体重量	6350kg
シャーシ重量	6200kg
エンジン形式	EXR-72D
幅	2490mm
高さ	2870mm
長さ	5530mm
変速器	6速マニュアル

実験に用いた車両が、平坦な道を等速度で走行した場合の走行抵抗の値を求める。2章の(7)式に、転がり抵抗係数 $\mu_r = 0.01$, 勾配 $\theta = 0$, 加速度 $\alpha = 0$, 空気密度 $\rho = 1.225$, $C_d = 0.5$, $A = 2.49 \times 2.87 = 7.1$ を代入すると、 $R = 98 \times W + 2.2 \times V^2$ [N]となる。

W と V とを変化させた時の、走行抵抗 R の値の変化を図-6に示す。時速 0km 時の走行抵抗が、転がり抵抗の値である。速度が増すに従って、重量ごとの走行抵抗の比率が小さくなっていることが分かる。

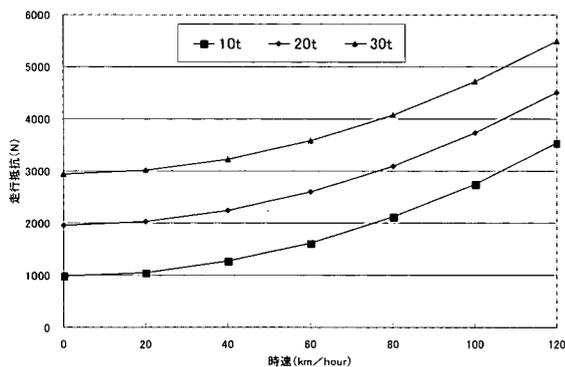


図-6 走行抵抗の値の変化

3.2 走行実験の概要

実験は平成 15 年 7 月 31 日に清水港の袖帥埠頭において、同一の車両を使用して行い、複数のドライバーが運転した。実験当日に、整備工場にて燃費計、GPS 装置を取り付けた。運送会社の通常業務に同乗する形で実験を行い、実験のために特別な走行ルートを設定するという事はしていない。

燃料消費量を測定するための燃費計(図-7, 8), 速度を測定するための GPS 装置(図-9)を取り付け、各データを計測しデジタルデータとして取得した。

実験で使用した燃費計はディーゼル車用のもので、エンジンに入った燃料の流量とエンジンから出てきた燃料の流量を計測し、その差を取って燃料消費量を算出する。

実験で使用した GPS 装置にはディファレンシャル補正機能が付いており、サブメートルのディファレンシャル

測位精度と 0.16km/hour 以下のディファレンシャル速度精度を保持している。すなわち、今回の走行実験での使用に耐える精度を有しているとみなすことができる。一般に町中を走行中には、高層ビルや信号、陸橋などが電波受信の障害となるため、GPS 装置を用いて速度のデータを取得することは困難である。しかし、今回の実験のように港湾エリアのみを走行する場合には、障害物が少ないため速度データを取得できた。

また、走行状況についてビデオ撮影を行い、取得したデータのチェックを行った。

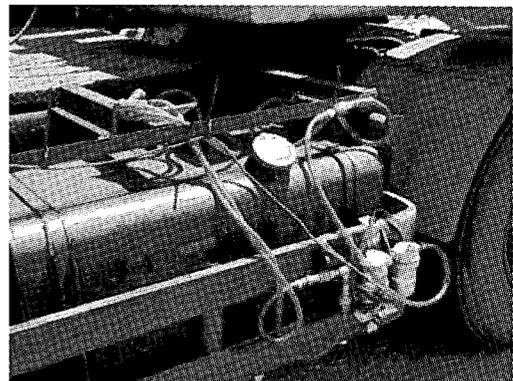


図-7 燃費計(車両側)



図-8 燃費計(計測器側)



図-9 GPS 装置

走行実験によって得られた速度変化の例を図-10に示す。さらに、GPS データから読み取った、トレーラーの軌跡を図-11に示す。

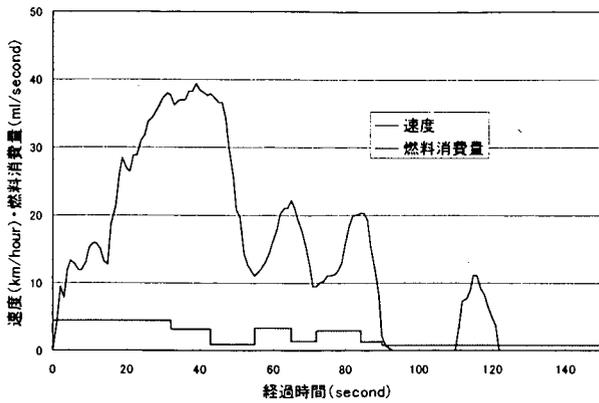


図-10 実測データの例

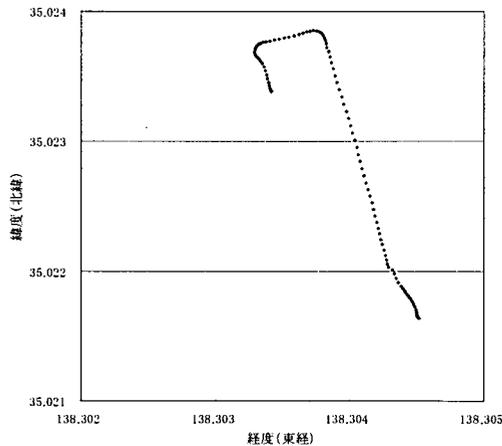


図-11 トレーラーの軌跡の例

これらより、まず時速 40km 前後まで加速し、しばらく等速移動した後、カーブのために、2 回加減速を繰り返したあと、停止したことが分かる。100 秒経過時以降に若干移動しているのは、コンテナの積み降ろし作業のための停止位置の修正によるものである。以後の分析においては、このような小移動については分析対象外とし、スタートから停止するまでを対象とした。

4. 燃料消費量推計モデルの構築

4.1 消費エネルギー量と走行抵抗に対する仕事量の比較

速度 V_i [m/s] (t [s] は経過時間を表す) で走行する自動車は、走行抵抗 R_i [N] に逆らって $t = 1 \sim T$ [s] の間走行した際に発生する仕事量 W_T [J] は、式 (8) で求められる。

$$W_T = \sum_{i=1}^T (R_i \times V_i) \cdots (8)$$

平均速度を V [m/s] とすると、 $t = 1 \sim T$ [s] の間に自動車は $V \times T$ [m] 走行するので、単位距離を走行する際に発生する仕事量 W_L [J/m] は、式 (9) で求められる。

$$W_L = \sum_{i=1}^T (R_i \times V_i) / (V \times T) \\ = \sum_{i=1}^T (R_i \times V_i) / \sum_{i=1}^T V_i \cdots (9)$$

式 (8), (9) より、 W_L を求める。2 章で述べたように、走行抵抗は、転がり抵抗、空気抵抗、勾配抵抗、加速抵抗の和として求められる。しかし今回行った実験では、ほぼ平坦な地形のみが対象となったため、勾配抵抗は考慮しないものとする。式 (4) より、空気抵抗 R_a は

速度 V_i の二乗に比例する。従って、 $R_a \times V_i$ の値は V_i^3 に比例する。また、式 (6) より、加速抵抗 R_{ac} は加速度に比例する。従って、 $R_{ac} \times V_i$ の値は $\alpha_i \times V_i$ に比例する。加速抵抗が車両に加わるのは、加速時のみであることから、等速時・減速時の加速度はすべて 0 とみなして集計した。集計した結果を基に、各抵抗に逆らって単位距離を走行する際に発生する仕事量を算出する。算出に用いた抵抗係数を表-4 に示す。回転部分相当質量係数 σ はギア比によって変化するため、車両総重量が約 15 トンの車両を対象に行った赤井ら (1998) の分析に基づき、平均速度を変数とする数式で近似した (表-5)。

表-4 算出に用いた抵抗係数

	記号	単位	設定値
転がり抵抗係数	μ_r	—	0.01
空気抵抗係数	C_d	—	0.75
空気密度	ρ	kg/m ³	1.225
前面面積	A	m ²	7.15
重力加速度	g	m/s ²	9.8
回転部分相当質量係数	σ	—	平均速度により変化

表-5 回転部分相当質量係数の設定

平均速度	σ
10~20km/hour	$\sigma = -0.0161 \times V + 0.75$
20~30km/hour	$\sigma = -0.0154 \times V + 0.736$

次に、燃費が F [km/L] であった場合、1km 走行するために消費された燃料のエネルギー量 E [J] は、式 (10) で求められる。 k はエネルギー効率を示す係数であり、燃

料の単位発熱量やエンジンの熱効率により変化する。ここでは、軽油の発熱量を、資源エネルギー庁の資料に基づいて 3.82[10GJ/kL]、ディーゼルエンジンの熱効率は、実験に用いた車両のデータを手に入らなかったため、資料に基づいて 0.30 とする。

$$E = k \times \frac{1}{F} \dots (10)$$

算出した走行抵抗に対する仕事量の値と、消費エネルギー量の実測値を比較した結果を図-12 に示す。相関係数は 0.82 となり、高い相関が認められた。このことにより、走行抵抗を算出することによって、燃料消費量を推計することが可能であることが明らかとなった。

なお、走行抵抗に占める各抵抗の割合は、加速抵抗が全体の約 72% となり、加速の影響を分析することが重要であることが分かった。一方で空気抵抗は、平均速度が約 20km/hour と低速であったことから、走行抵抗全体の 3% 程度にとどまった。

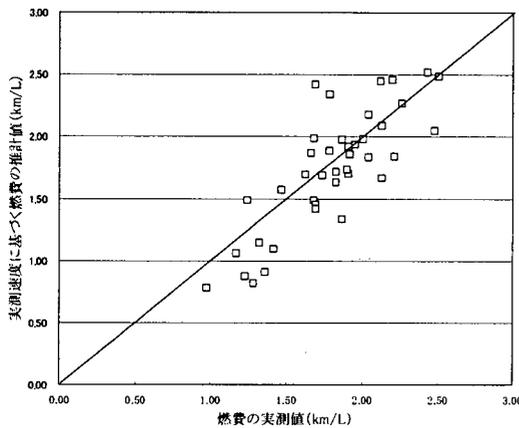


図-12 消費エネルギーの実測値と速度の実測値に基づいて算出した走行抵抗の比較

4.2 速度推移データの区間分割

燃料消費量を推計するモデルを構築するためには、走行パターンをモデル化することが必要となる。そのイメージを図-13 に示す。すなわち、全体を加速区間、等速区間、減速区間、及びカーブのための減速区間、加速区間に分割する。

速度の推移を示すグラフと、トレーラーの軌跡を対照させることにより、走行区間全体を加速区間、減速区間、等速区間等に分割することが可能である(図-14、図-15)。すべてのケースについて区間分割した図を、付録図 A-1~40、付録図 B-1~40 に示す。

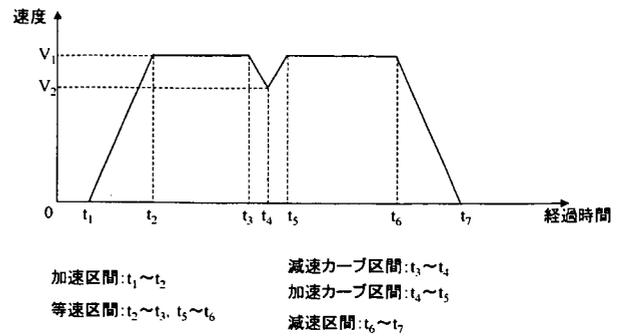


図-13 走行パターンのモデル化

次に、分割した区間ごとに、速度を近似して当てはめることを試みる。区間分割及び速度の近似は、以下の原則に基づいて行った。まず、発車から最初にピークに達するまでを加速区間とし、直線で近似した。次に、最後のピークから停車するまでを減速区間とし、直線で近似した。最後に、ピークとピークとの間をカーブ区間とし、最も速度が遅くなった点を頂点として直線で近似した。分割した結果の例を表-6 に示す。すべてのケースについて区間分割した表を、付録表 C-1~40 に示す。

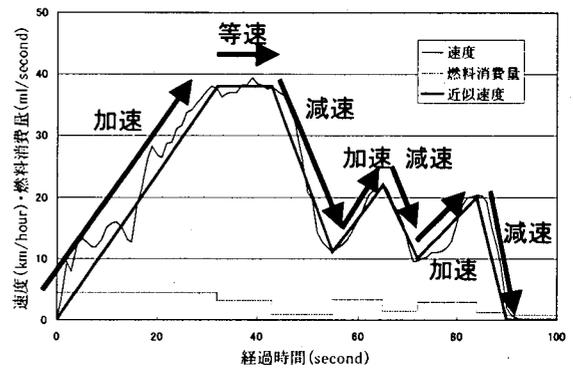


図-14 速度の推移データ上の区間分割

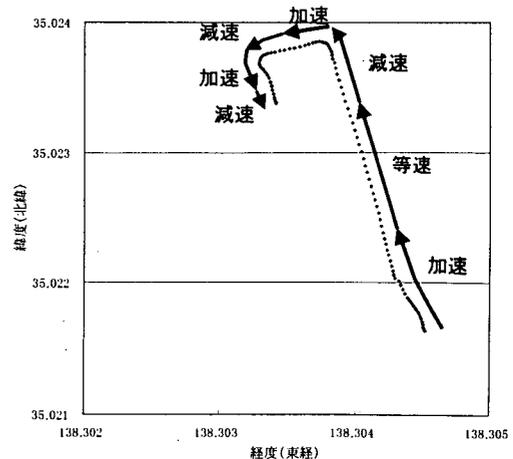


図-15 トレーラーの軌跡上の区間分割

表-6 走行パターンの区間分割

ドライバー	ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻		終了時刻		経過時間	燃料消費率
				second	km/hour	second	km/hour		
		tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
C	16	18.55	加速	0	0	32	38	32	4.41
C	16	18.55	等速	32	38	43	38	11	3.20
C	16	18.55	減速カーブ	43	38	55	11	12	0.92
C	16	18.55	加速カーブ	55	11	65	22	10	3.25
C	16	18.55	減速カーブ	65	22	72	10	7	1.38
C	16	18.55	加速カーブ	72	10	84	20	12	2.91
C	16	18.55	減速	84	20	90	0	6	1.32

4.3 ドライバーごとの運転特性

走行パターンのモデル化の際に使用する変数を決定するため、ドライバーの運転特性について分析を行った。表-7にドライバーごとの速度特性を示す。これによると、最高速度、カーブ通過時の速度とともに、ドライバーごとの大きな変化は見られないことが分かった。すなわち、モデル化においては、それらの値を平均値で代表させることが可能である。モデル化においては、最高速度を38 [km/hour]、カーブ通過時の速度を12 [km/hour]と設定した。

表-7 ドライバーごとの速度特性

速度 (km/hour)			
	DriverA	DriverB	DriverC
平均速度	19.73	19.54	20.00
最高速度	36.60	40.71	37.38
最高速度の標準偏差	3.51	6.68	2.31
カーブ通過時の速度	10.25	12.56	12.21
カーブ通過速度の標準偏差	4.09	6.74	4.60

次に、表-8にドライバーごとの加速度特性を分割した区間ごとに示す。これによると、加速度、減速度ともに、ドライバーごとの顕著な違いは見られなかった。すなわち、モデル化においては、それらの値を平均値で代表させることが可能である。唯一、Driver Bの減速度がやや高い値となっているが、これは車両重量が関係している可能性がある。そこで、車両重量と平均減速度の関係についてドライバー別に分析したところ(図-16)、ばらつきが大きく、明確な関係を読み取ることができなかった。そこで次節以降の分析においては、モデルが過度に複雑になることを防ぐためにも、加速度を0.50[m/second²]、カーブでの加速度を0.35[m/second²]、減速度を-0.60[m/second²]、カーブでの減速度を-0.50[m/second²]と設定し、車両速度の影響は考慮していない。この点については、今後のさらなる分析を進める上での課題となる。

表-8 ドライバーの加速度特性

加速度 (m/sec ²)				
		DriverA	DriverB	DriverC
区間	加速	0.56	0.51	0.50
	加速カーブ	0.34	0.35	0.36
	減速	-0.53	-0.66	-0.55
	減速カーブ	-0.45	-0.48	-0.54
	等速	0.00	0.00	0.00

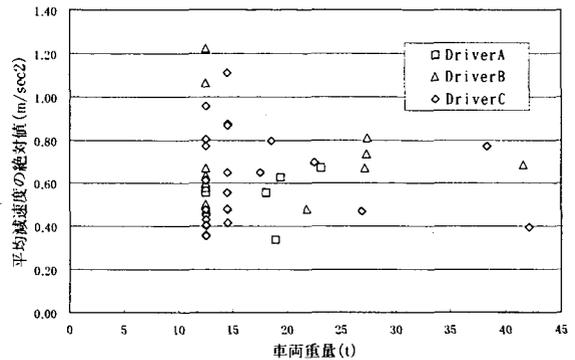


図-16 車両重量と平均減速度の比較

4.4 推計モデルの精度の検証

前節までの分析を基に、燃料消費量推計モデルを構築する。モデルの変数は、直線距離やカーブの数・配置といったコースに起因する要素と、最高速度、加速度などのドライバーに起因する要素の2種類に分けられる。このモデルが有効に機能するためには、コースに起因する要素を外生的に与えた時に、走行パターンが一意的に求まることが必要条件となる。

図-15において、長い直線の距離は、最初の加速区間、次の等速区間、減速カーブ区間での走行距離の合計とみなすことができる。走行距離は、速度の推移を示す直線で囲まれる面積で表される。すなわち、直線距離を与えるとその面積が決定される(図-17)。直線の傾き、すなわち加速度・減速度、及び最高速度は前節で設定した通りなので、面積が与えられれば、その形を一意的に決定することが可能となる。近似した速度の推移と、モデルによって求められた速度の推移を比較した例を図-18に示す。すべてのケースについて比較した図を、付録図D-1~40に、さらにモデルによって求められた走行パターンについて区間分割した表を付録表E-1~40示す。

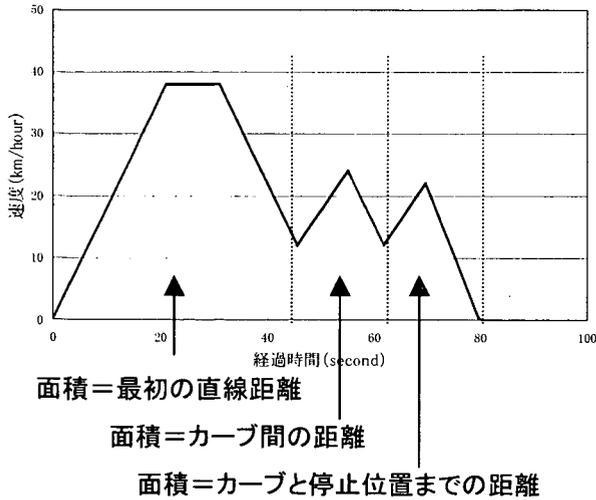


図-17 コース形状と運転パターンの関係

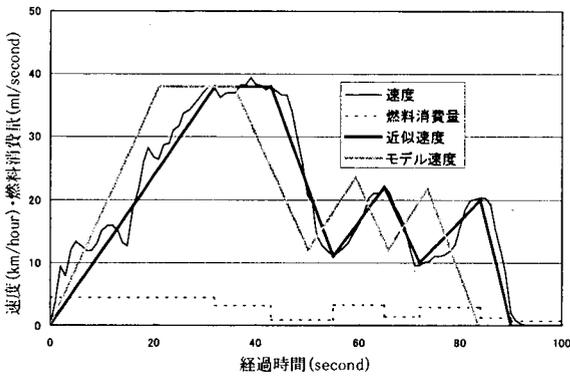


図-18 近似した速度とモデルによる速度

決定された走行パターンを基に、転がり抵抗、空気抵抗、加速抵抗を算出し走行抵抗を求める。次に、求められた走行抵抗の値から、単位距離を走行するために必要となる仕事を算出する。最後に、式(10)に基づいて仕事量から燃費を算出する。

近似速度に基づいて推計した燃費と、モデルを用いて推計した燃費の値を比較したところ(図-19)、相関係数は0.86となり、モデルによる速度が近似速度をほぼ再現できていることが示された。

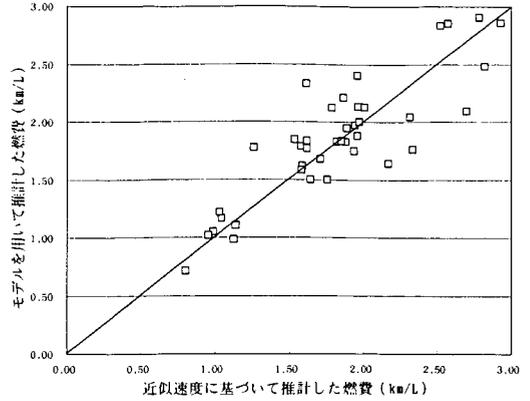


図-19 近似速度に基づいて推計した燃費とモデルを用いて推計した燃費の比較

最後に、燃費の実測値と、モデルを用いて推計した燃費の値を比較したところ、相関係数は0.87となり、モデルの有効性を示すことができた(図-20)。

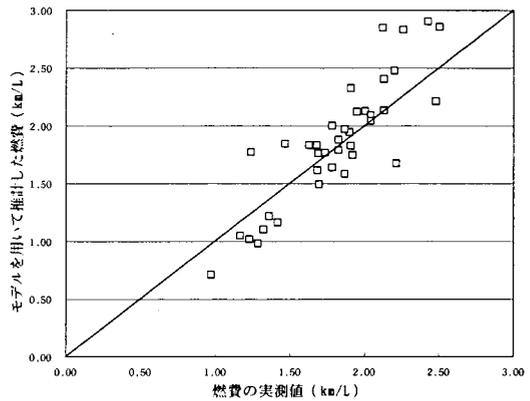


図-20 燃費の実測値と構築したモデルに基づく推計値の比較

以上のことから、本研究で構築した燃料消費量推計モデルを用いることによって、直線距離やカーブの配置といったコースの形状を入力すると、そこを走行するヤードトレーラーの燃料消費量を推計することが可能であることを示すことが出来た。

5. まとめ

港湾荷役作業中にコンテナヤードを走行するトレーラーを対象として、燃料消費量を把握することが可能なモデルを構築することを目的に研究を行った。ここで得られた知見は、環境に配慮した港湾整備計画の作成の一助となるものである。

トレーラーに GPS 装置及び燃費計を取り付け、コンテナヤードにおいて走行実験を行い、速度と燃料消費量等のデータを取得した。速度・加速度のデータから、転がり抵抗・空気抵抗・加速抵抗の各走行抵抗を算出し、抵抗に対する仕事量と燃料消費に伴う熱量を比較した。次に、速度の推移を基に、走行データを加速区間・等速区間・減速区間などに分割することにより、運転パターンを数値化し、燃料消費量の推計モデルを構築した。最後に、数値化した運転パターンを用いて推計した燃料消費量の推計値と、実測された燃料消費量の比較を行い、モデルの推計精度を検証した。

主な結論は以下の通りである。

- 速度・加速度の実測データより、転がり抵抗・空気抵抗・加速抵抗の各走行抵抗を算出したところ、加速抵抗が全体の約 72%となり、加速の影響を分析することが重要であることが分かった。一方で空気抵抗は、平均速度が遅いことから、全体の 3%程度にとどまった。
- 走行抵抗に対する仕事量と、燃料消費に伴う熱量の間には高い相関が認められ、走行抵抗を算出することにより燃料消費量を推計することが可能であることが明らかとなった。
- ドライバーごとに走行パターンを数値化したところ、直線距離・カーブの配置といったコース形状に起因する要素と、最高速度・平均加速度などドライバーに起因する要素によって走行パターンが決定されることを示すことができた。
- コンテナヤードの大きさと形状から、燃料消費量を推計するモデルを構築した結果、推計結果と実測値の間にはよい相関が認められ、推計モデルの有効性を示すことが出来た。

6. おわりに

本研究では、コンテナヤードにおける直線距離やカーブの数・配置といったコースによって規定される変数と、最高速度、加速度、減速度といったドライバーによって規定される変数を与えることによって、走行パターンが一意的に定まり、それを基に走行抵抗を算出することで燃料消費量を精度よく推計することが可能であることを示した。本研究で構築したモデルを、コンテナヤード以外の一般道路の走行時に応用することにより、コンテナトレーラーの燃料消費量におけるドライバーごとの違い

を分析することが可能となる。

今後は、構築したモデルを用いて、コンテナヤードにおける施設配置を変更することが、どの程度燃料消費量を削減するかについて分析し、環境に配慮した港湾施設整備計画の作成に資することが課題となる。また、本研究で構築したモデルでは、急なカーブ、緩やかなカーブといった、カーブの質の違いや、車両重量が加速度に与える影響について考慮していない。これらの要素についても分析を加え、より精度の高いモデルとすることが不可欠となる。

(2004年6月25日受付)

謝辞

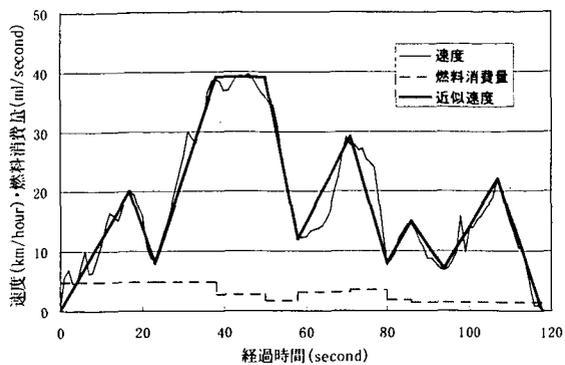
走行実験の実施にあたり、静岡県土木部港湾総室(当事)の八嶽隆様、鈴木(株)の西尾忠久様、鈴木コンテナエンジニアリング(株)の岡村正昭様を始め、多くの方の御助言・御協力をいただきました。この場を借りて厚く感謝申し上げます。

参考文献

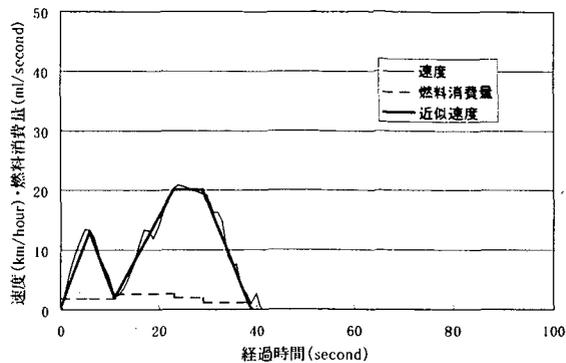
- 環境庁温室効果ガス排出量算定方法検討会(2000): 温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果—運輸分科会報告書—
- 東京都環境保全局(1996): 都内自動車走行量及び自動車排出ガス量算出調査報告書, pp36-46
- Ahn, K., Rakha, h., Trani, A, Van Aerde, M., (2002): Estimating Vehicle Fuel Consumption and Emissions based on Instantaneous Speed and Acceleration Levels, Journal of Transportation Engineering Vol.128, No.2, pp182-190
- 近藤美則, 小林伸治, 森口祐一(2003): 車載型機器を用いた自動車排ガスと走行動態の計測, 環境研究 2003, No.129, pp92-99
- 野田明, 佐藤辰二, 山本敏朗, 塚本雄次郎(2004): 自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究, (独)交通安全環境研究所報告, No5, pp9-23
- Gajendran, P., Clark, N., N., (2003): Effect of Truck Operating Weight on Heavy-Duty Diesel Emissions, Environmental Science Technology Vol.37, No.18, pp4309-4317
- 加藤博和, 鈴木弘司, 丹羽晴紀(2002): 自動車交通流改善施策の環境負荷評価のための走行モード別微視的原単位モデル, 環境システム研究論文集 Vol.30, pp135-141

- 今泉哲夫, 田中雅文, 細井賢三 (1998) : 重量ディーゼル車の燃費推定法の検討ー空気抵抗係数の推定ー, 自動車研究第 20 卷 11 号, pp493-496
- 藤川達夫, 加賀美公彦, 浅野幸子 (1998) : 重量ディーゼル車の燃費推定法の検討ーころがり抵抗係数の推定ー, 自動車研究第 20 卷 11 号, pp497-500
- 赤井泉明, 平井洋, 細井賢三 (1998) : 重量ディーゼル車の燃費推定法の検討ー走行抵抗推定値とエンジン燃費マップによる車両燃費の推定ー, 自動車研究第 20 卷 11 号, pp501-504
- 竹花有也 (1995) : 自動車工学概論, 理工学社, pp176-190
- 資源エネルギー庁長官官房企画調査課 (2001) : 平成 12 年度総合エネルギー統計, 通商産業研究会
- 村野昭人, 鈴木武 (2003) : コンテナトレーラーの燃料消費特性の把握, 国土技術政策総合研究所資料 No.109

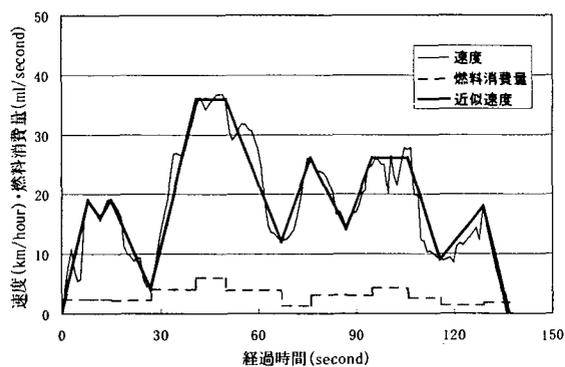
付録A 速度及び燃料消費量推移における区間分割



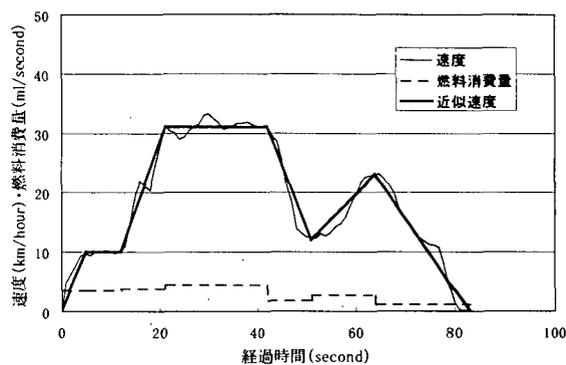
付録図 A-1 ケース 1 (Driver A)



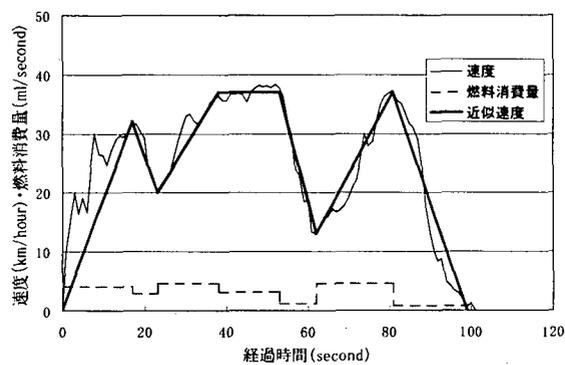
付録図 A-5 ケース 5 (Driver A)



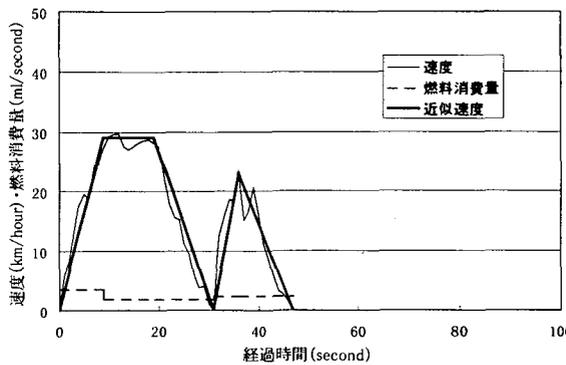
付録図 A-2 ケース 2 (Driver A)



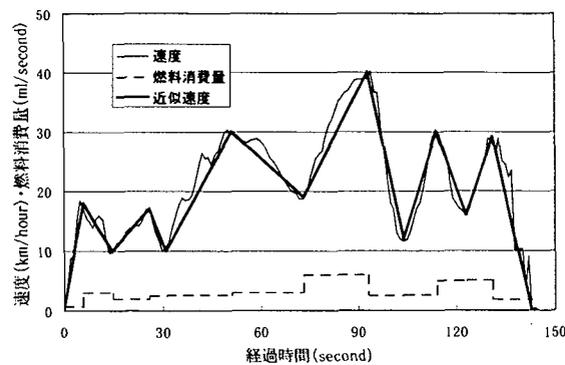
付録図 A-6 ケース 6 (Driver A)



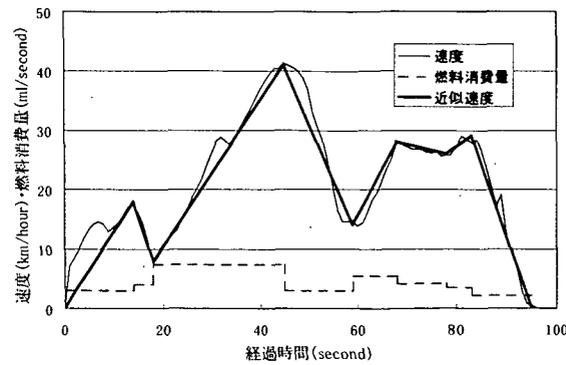
付録図 A-3 ケース 3 (Driver A)



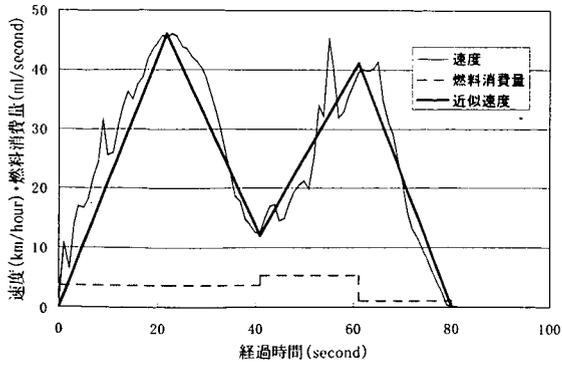
付録図 A-7 ケース 7 (Driver B)



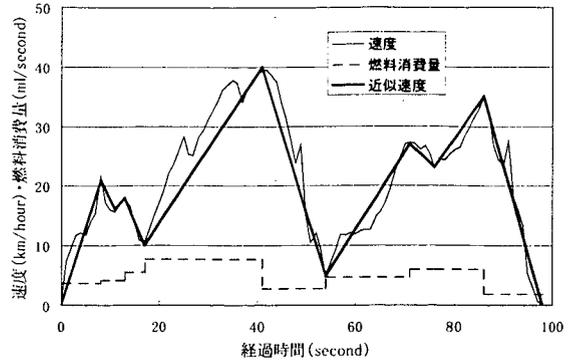
付録図 A-4 ケース 4 (Driver A)



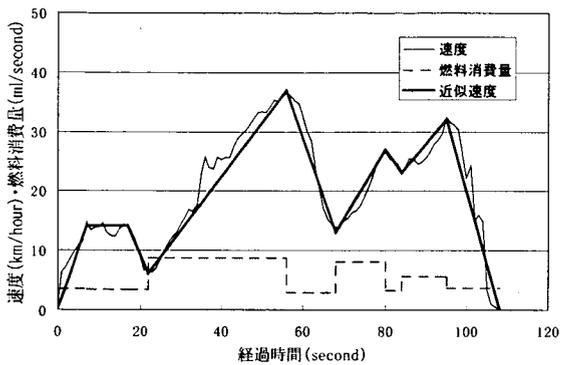
付録図 A-8 ケース 8 (Driver B)



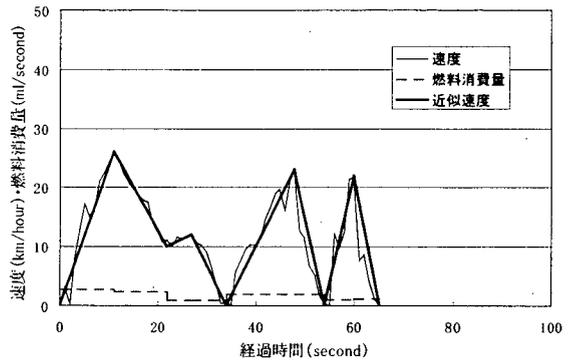
付録図 A-9 ケース 9 (Driver B)



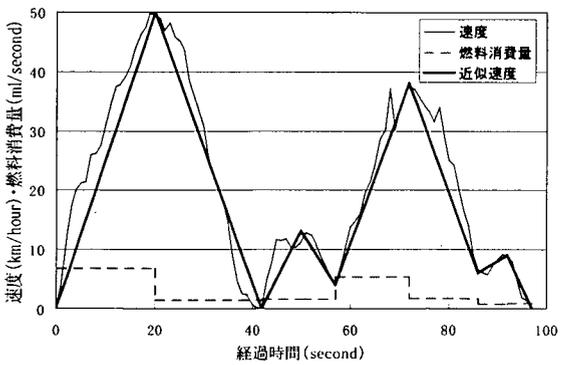
付録図 A-13 ケース 13 (Driver B)



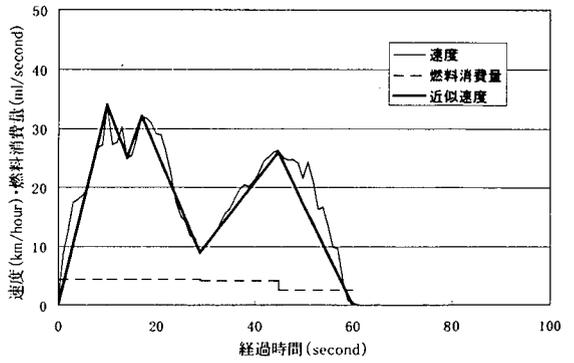
付録図 A-10 ケース 10 (Driver B)



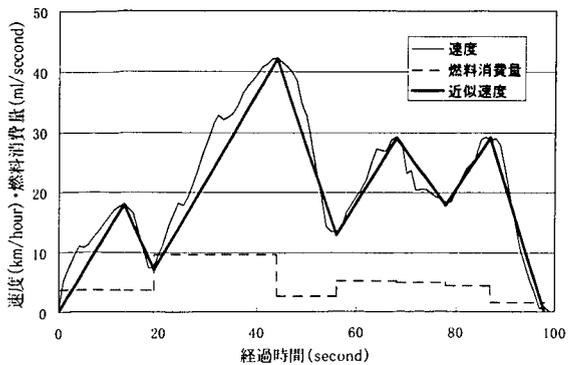
付録図 A-14 ケース 14 (Driver B)



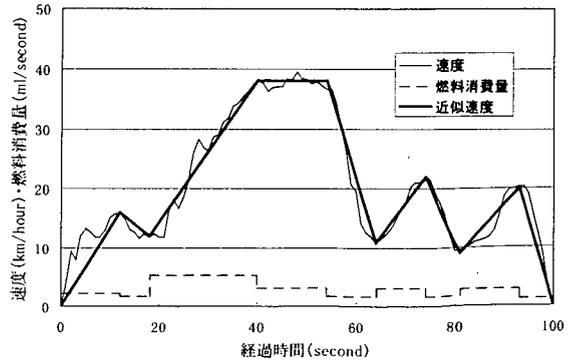
付録図 A-11 ケース 11 (Driver B)



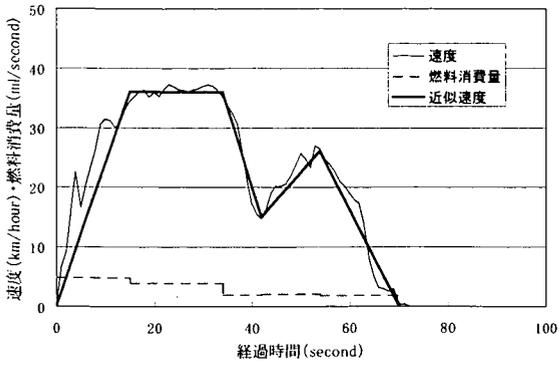
付録図 A-15 ケース 15 (Driver B)



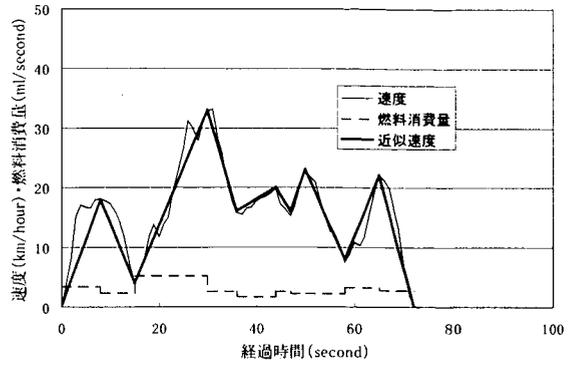
付録図 A-12 ケース 12 (Driver B)



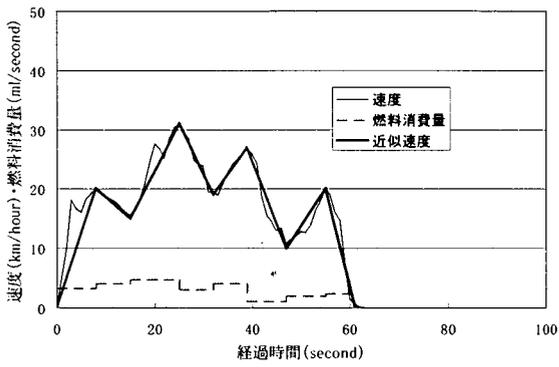
付録図 A-16 ケース 16 (Driver C)



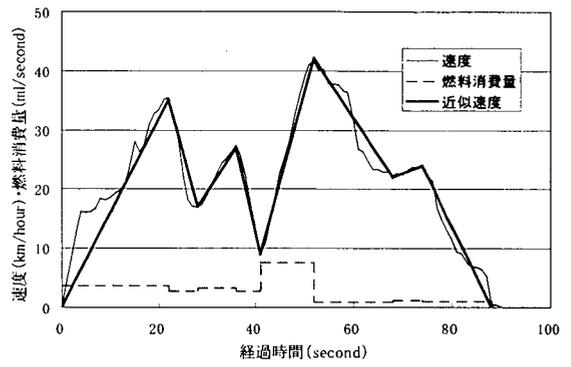
付録図 A-17 ケース 17 (Driver C)



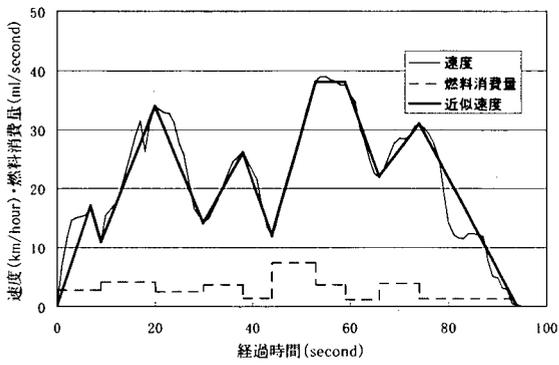
付録図 A-21 ケース 21 (Driver C)



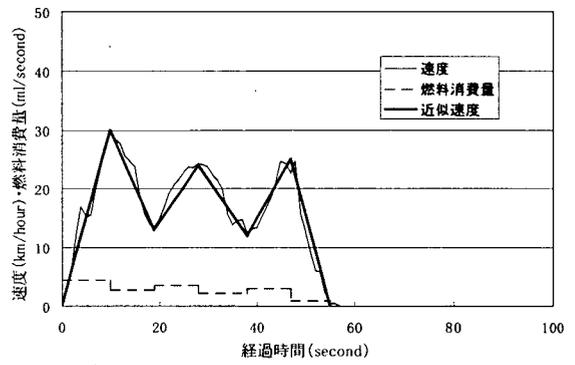
付録図 A-18 ケース 18 (Driver C)



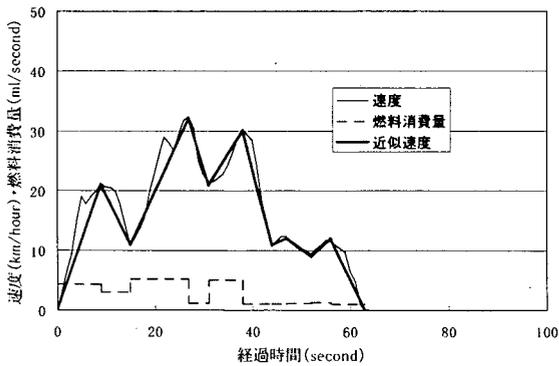
付録図 A-22 ケース 22 (Driver C)



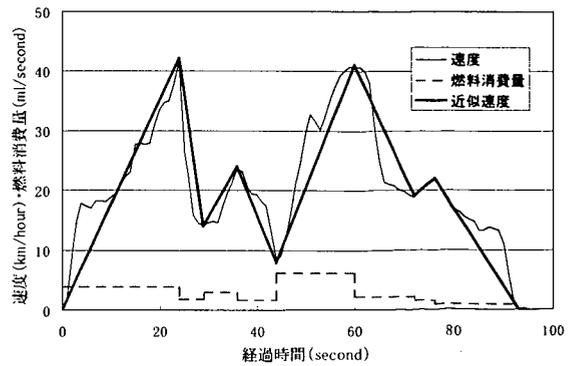
付録図 A-19 ケース 19 (Driver C)



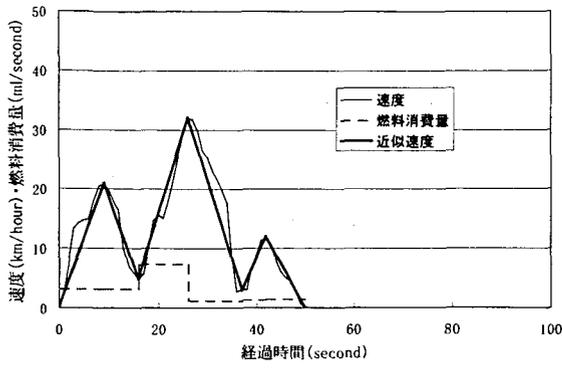
付録図 A-23 ケース 23 (Driver C)



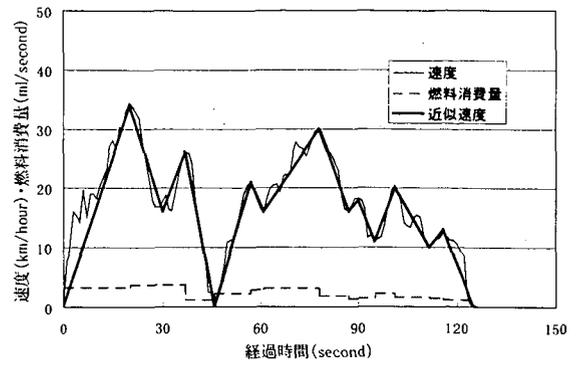
付録図 A-20 ケース 20 (Driver C)



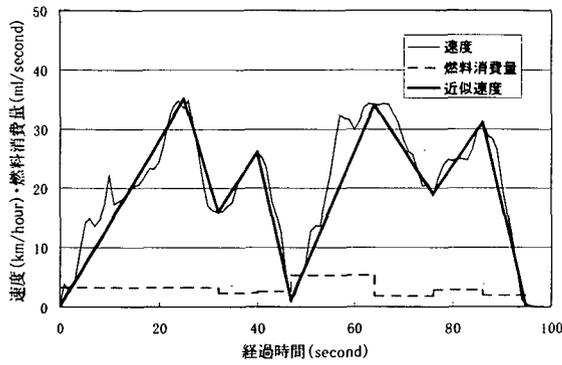
付録図 A-24 ケース 24 (Driver C)



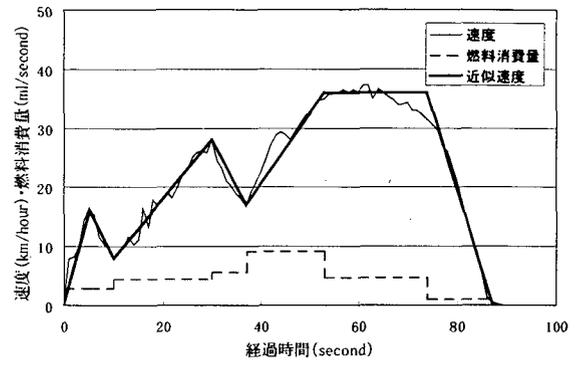
付録図 A-25 ケース 25 (Driver C)



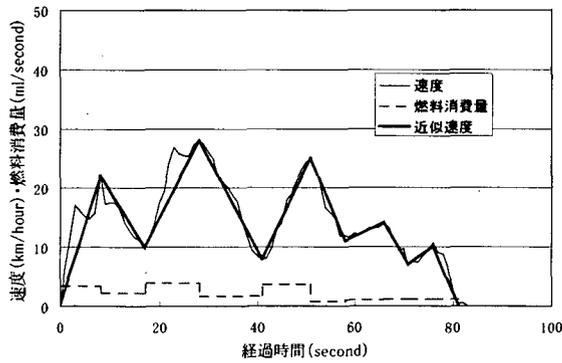
付録図 A-29 ケース 29 (Driver C)



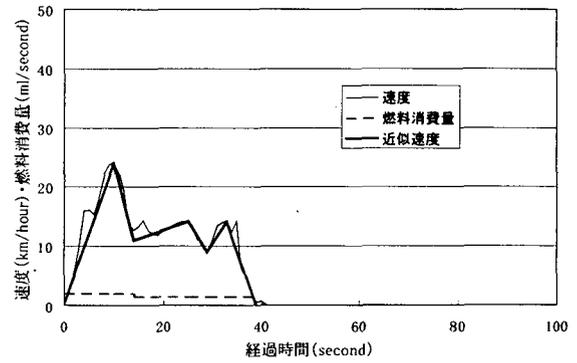
付録図 A-26 ケース 26 (Driver C)



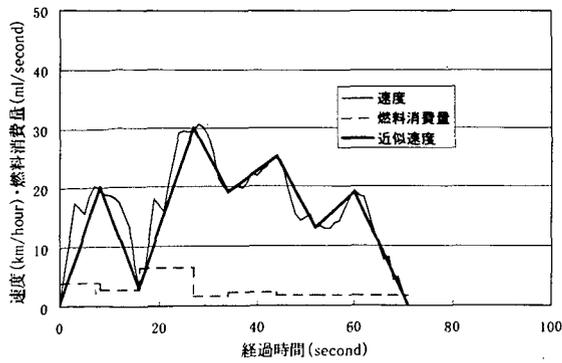
付録図 A-30 ケース 30 (Driver C)



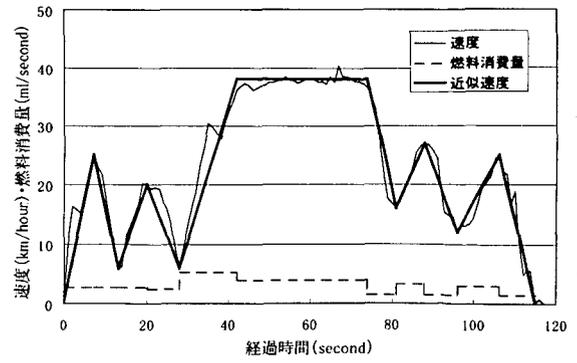
付録図 A-27 ケース 27 (Driver C)



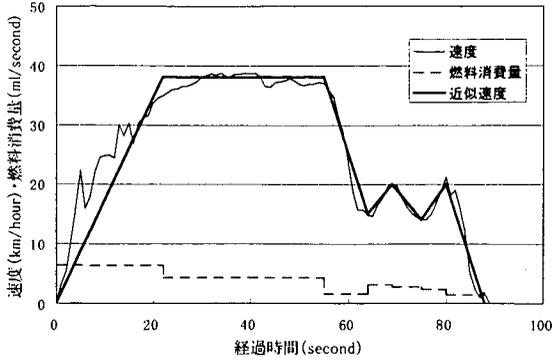
付録図 A-31 ケース 31 (Driver C)



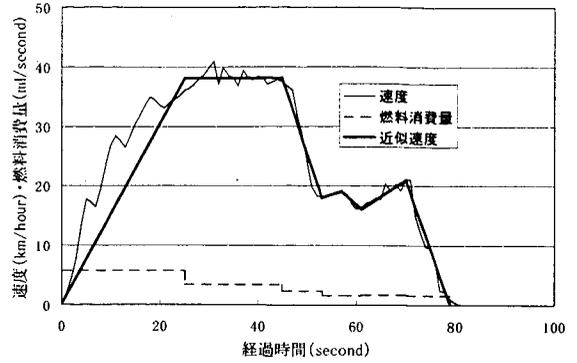
付録図 A-28 ケース 28 (Driver C)



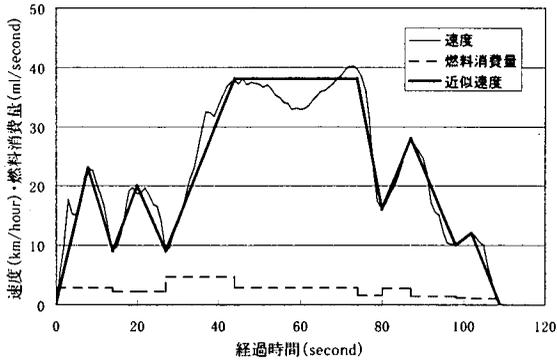
付録図 A-32 ケース 32 (Driver C)



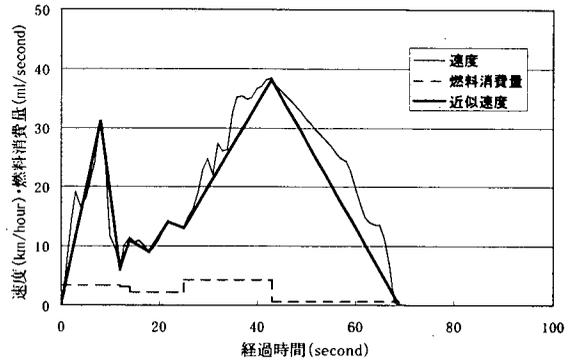
付録図 A-33 ケース 33 (Driver C)



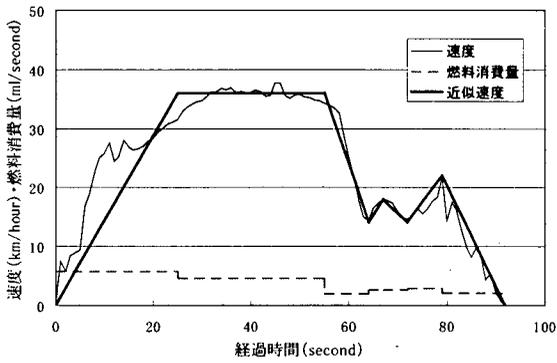
付録図 A-37 ケース 37 (Driver C)



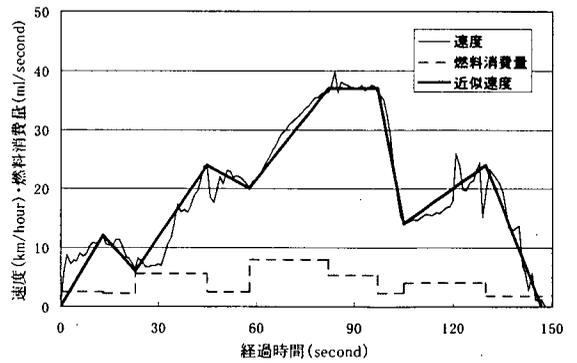
付録図 A-34 ケース 34 (Driver C)



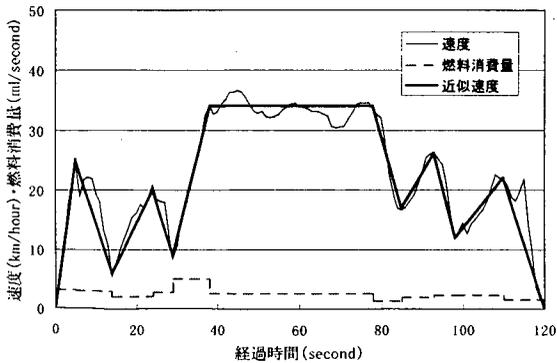
付録図 A-38 ケース 38 (Driver C)



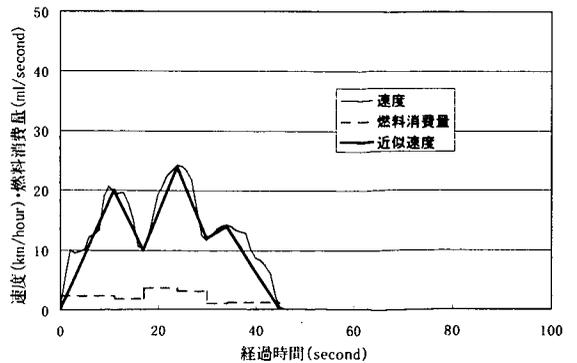
付録図 A-35 ケース 35 (Driver C)



付録図 A-39 ケース 39 (Driver C)

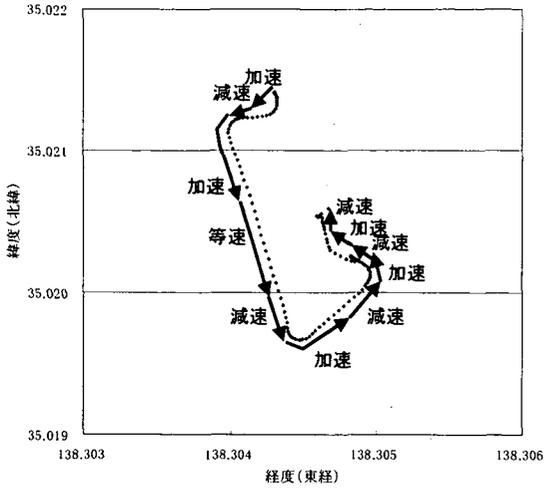


付録図 A-36 ケース 36 (Driver C)

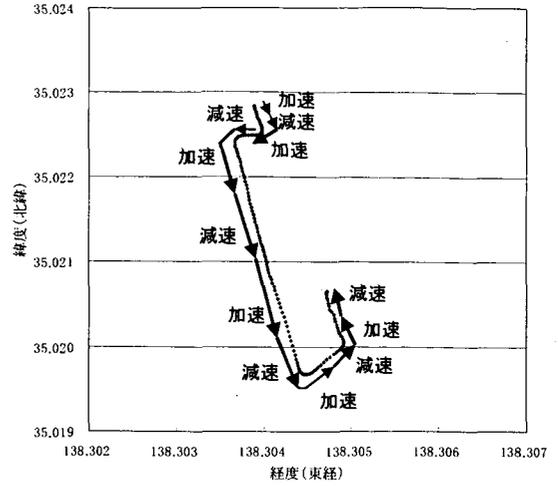


付録図 A-40 ケース 40 (Driver C)

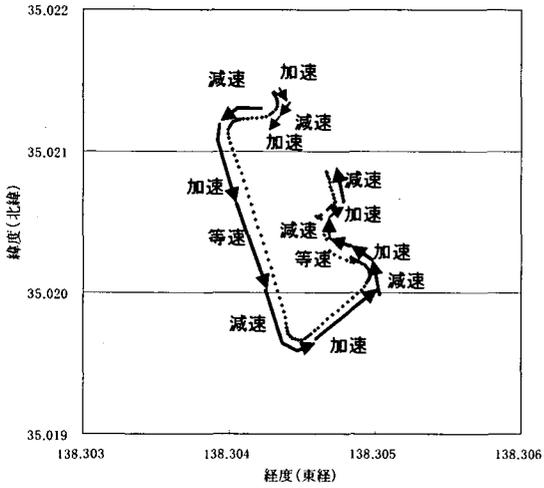
付録B トレーラーの走行軌跡における区間分割



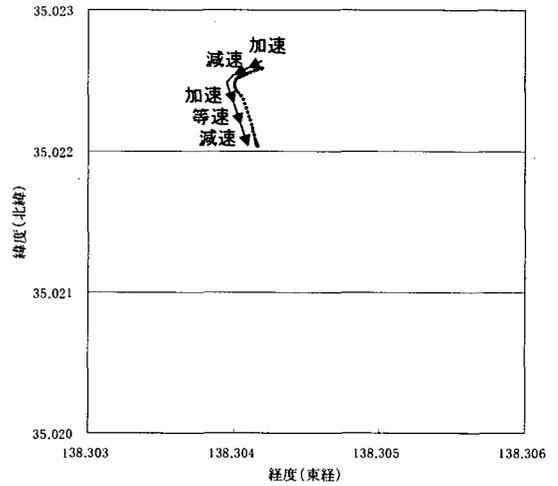
付録図 B-1 ケース 1 (Driver A)



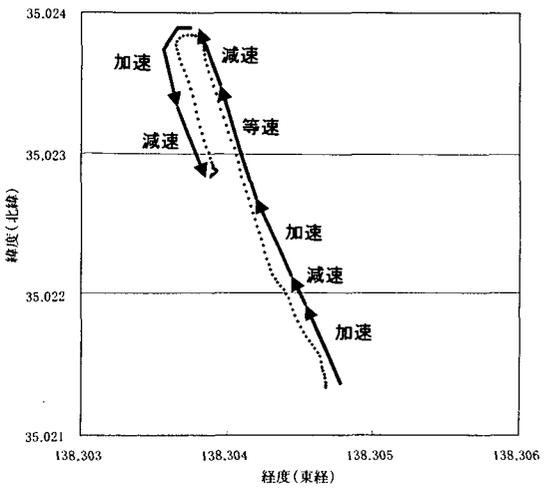
付録図 B-4 ケース 4 (Driver A)



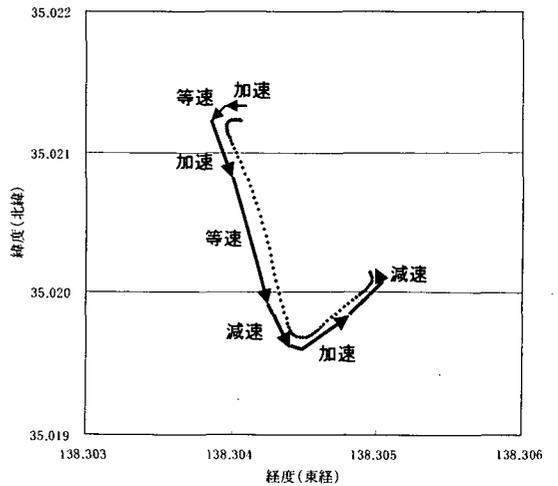
付録図 B-2 ケース 2 (Driver A)



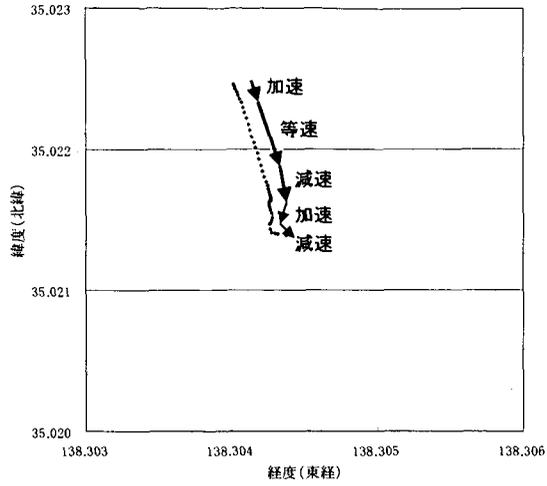
付録図 B-5 ケース 5 (Driver A)



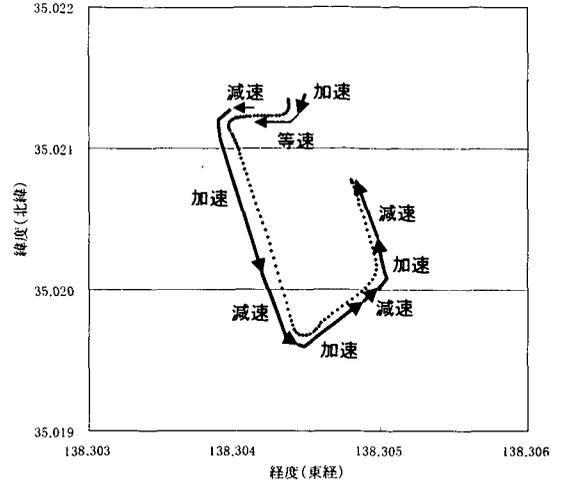
付録図 B-3 ケース 3 (Driver A)



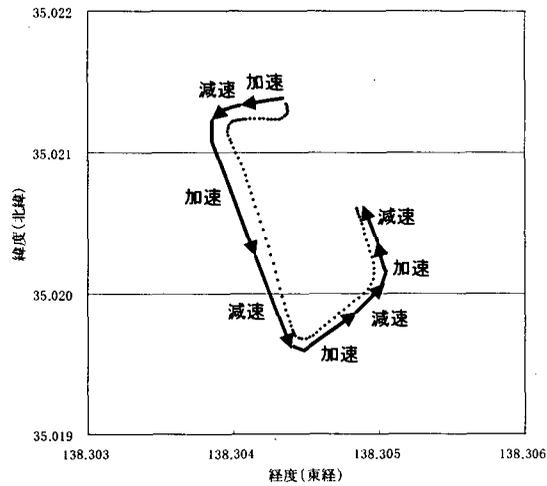
付録図 B-6 ケース 6 (Driver A)



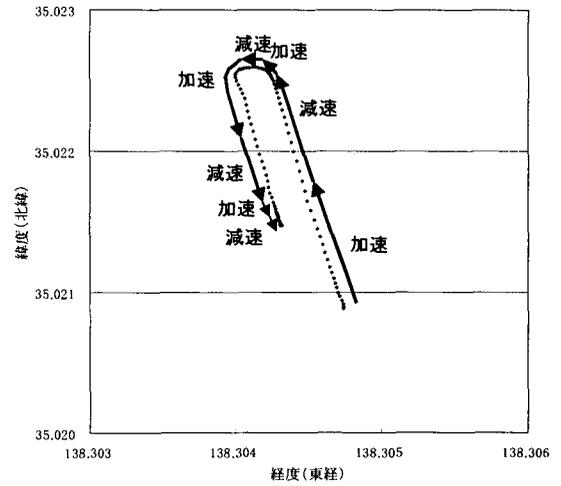
付録図 B-7 ケース 7 (Driver B)



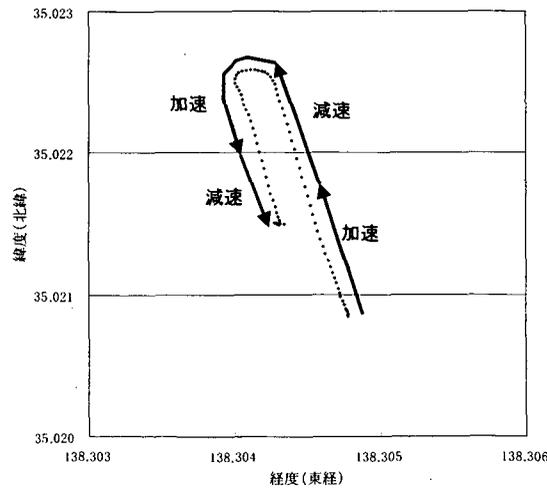
付録図 B-10 ケース 10 (Driver B)



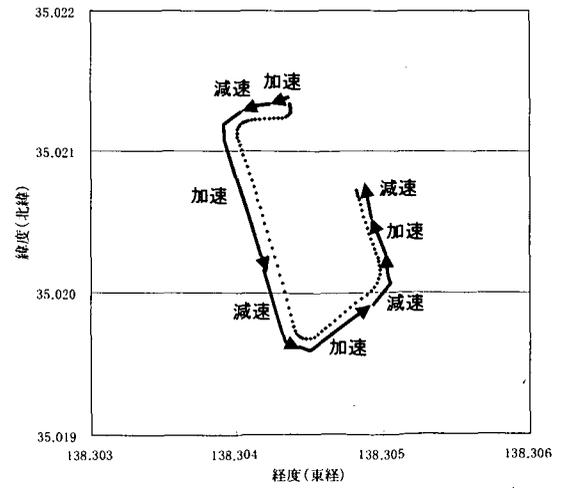
付録図 B-8 ケース 8 (Driver B)



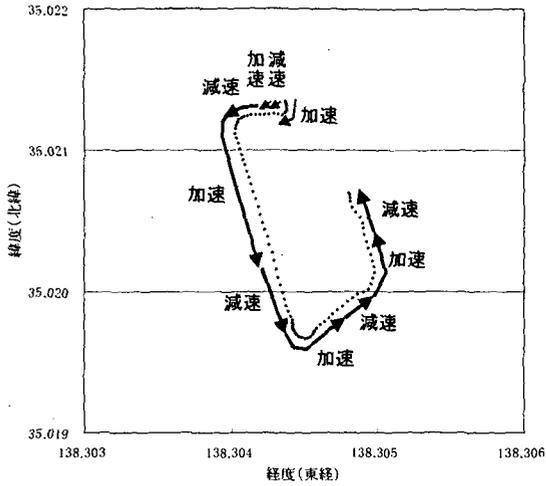
付録図 B-11 ケース 11 (Driver B)



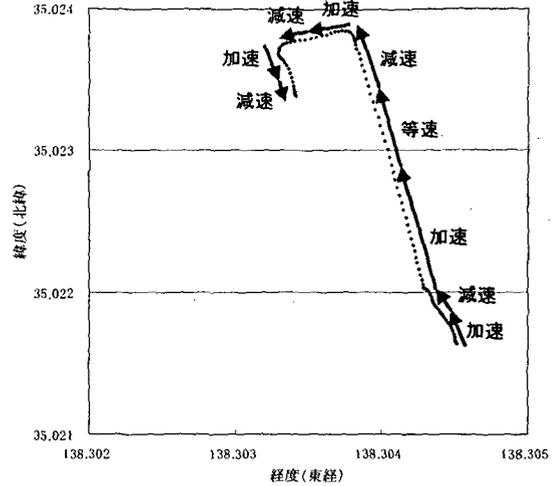
付録図 B-9 ケース 9 (Driver B)



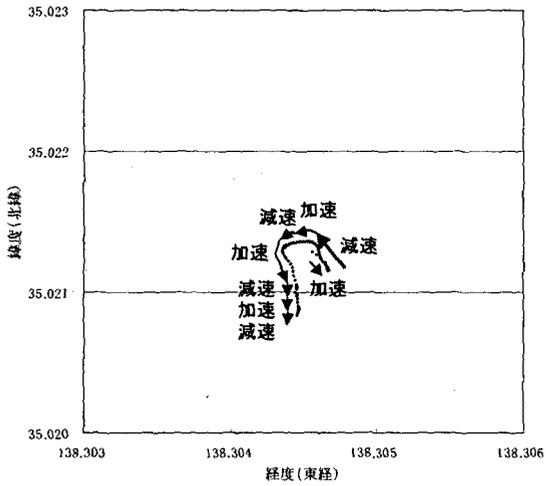
付録図 B-12 ケース 12 (Driver B)



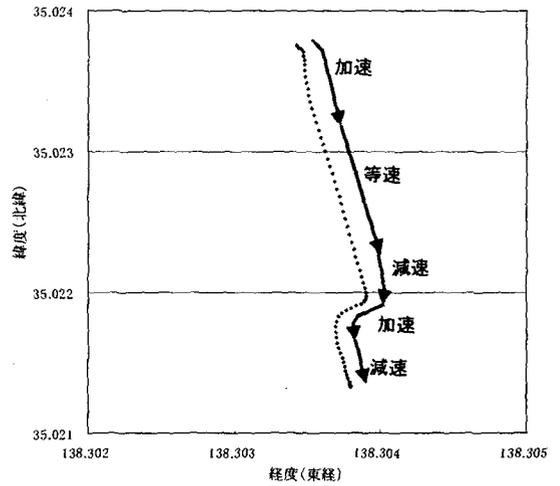
付録図 B-13 ケース 13 (Driver B)



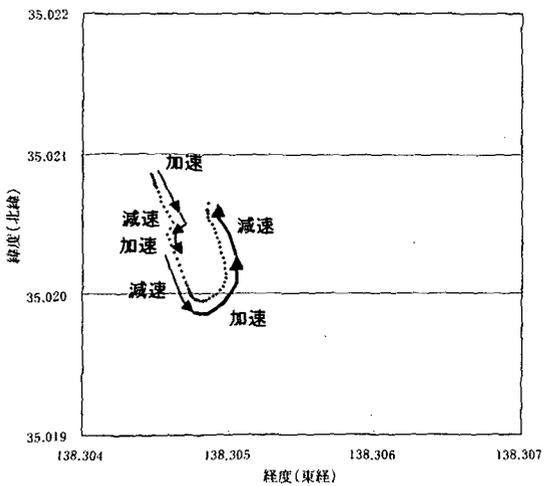
付録図 B-16 ケース 16 (Driver C)



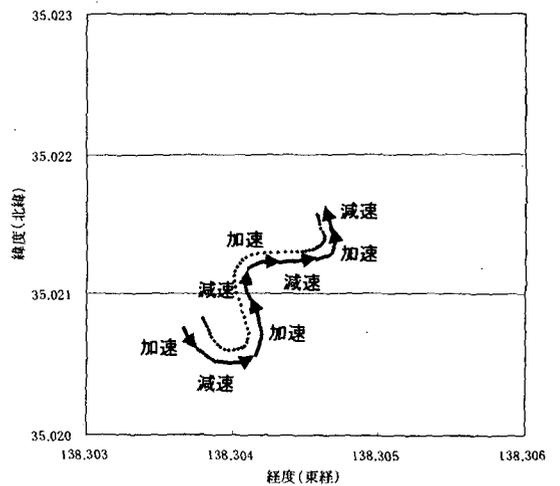
付録図 B-14 ケース 14 (Driver B)



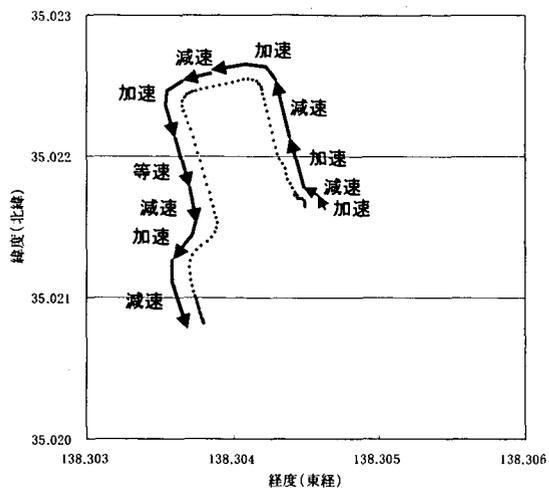
付録図 B-17 ケース 17 (Driver C)



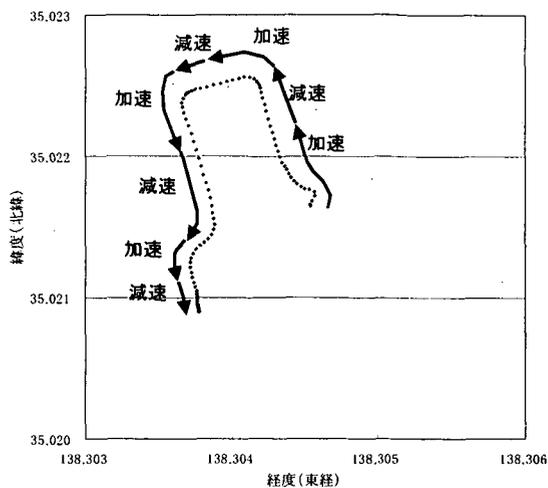
付録図 B-15 ケース 15 (Driver B)



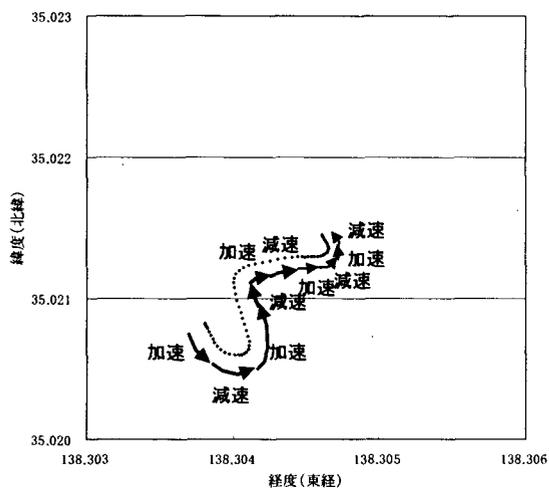
付録図 B-18 ケース 18 (Driver C)



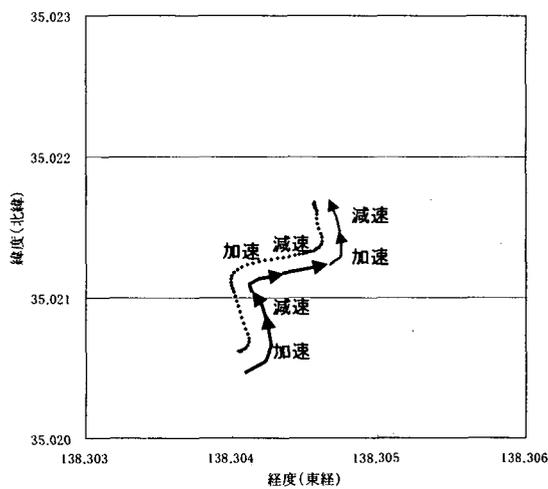
付録図 B-19 ケース 19 (Driver C)



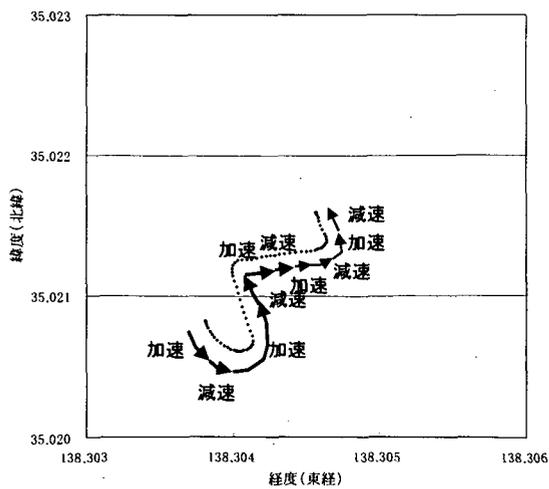
付録図 B-22 ケース 22 (Driver C)



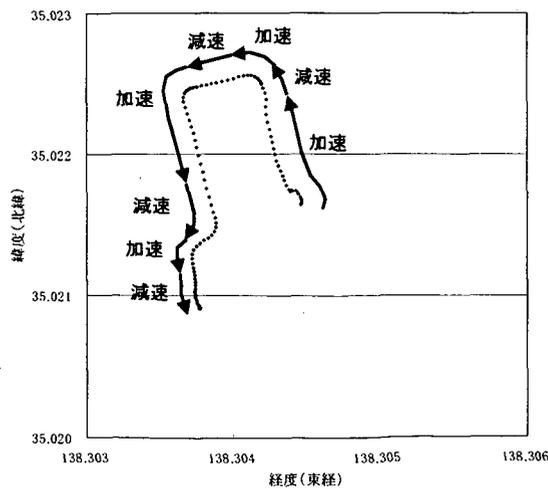
付録図 B-20 ケース 20 (Driver C)



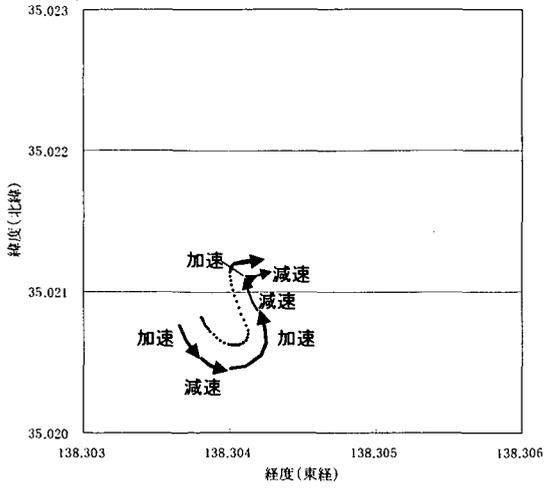
付録図 B-23 ケース 23 (Driver C)



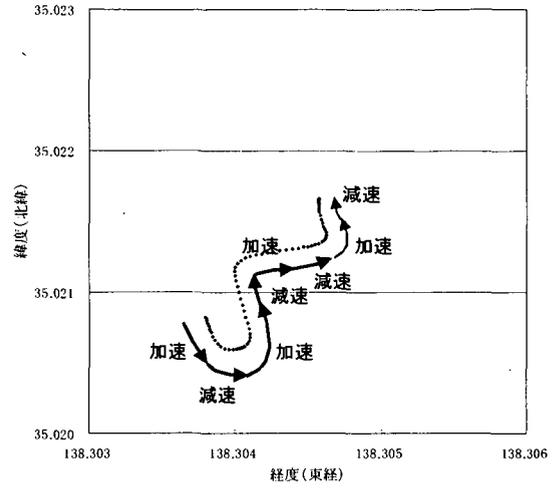
付録図 B-21 ケース 21 (Driver C)



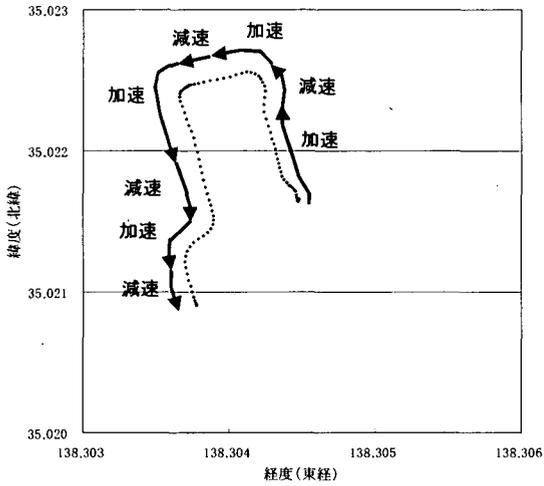
付録図 B-24 ケース 24 (Driver C)



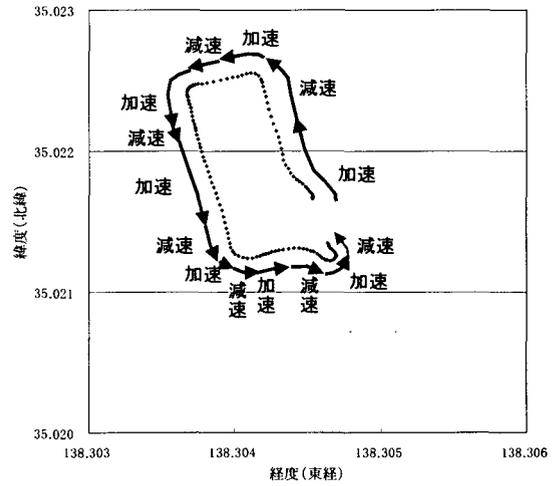
付録図 B-25 ケース 25 (Driver C)



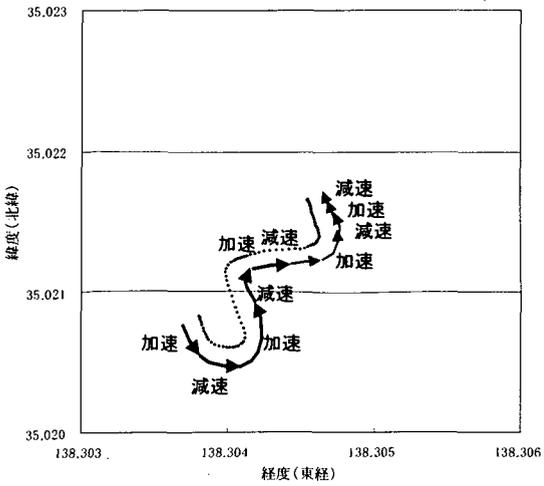
付録図 B-28 ケース 28 (Driver C)



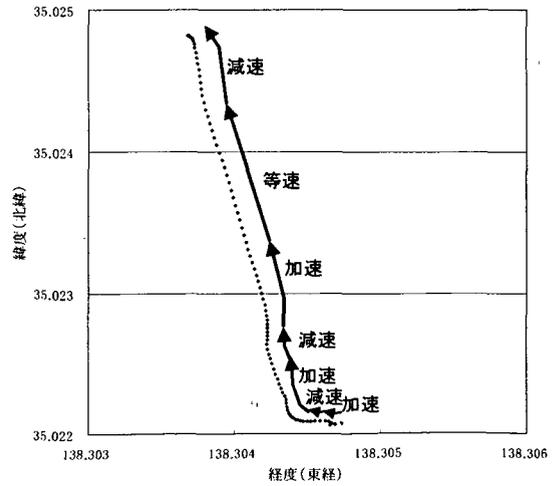
付録図 B-26 ケース 26 (Driver C)



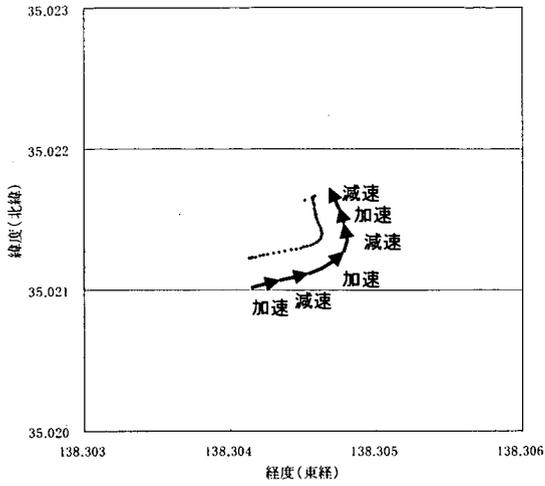
付録図 B-29 ケース 29 (Driver C)



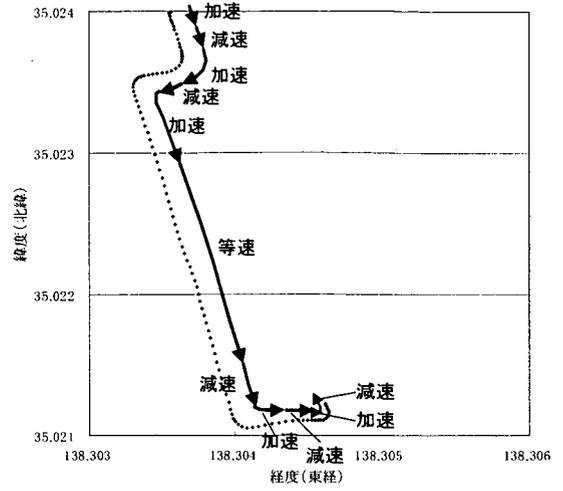
付録図 B-27 ケース 27 (Driver C)



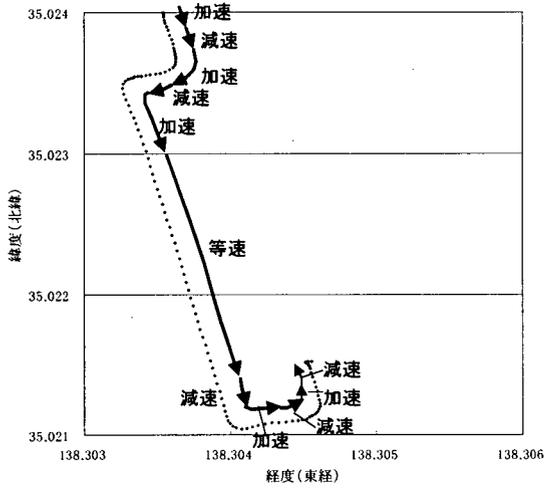
付録図 B-30 ケース 30 (Driver C)



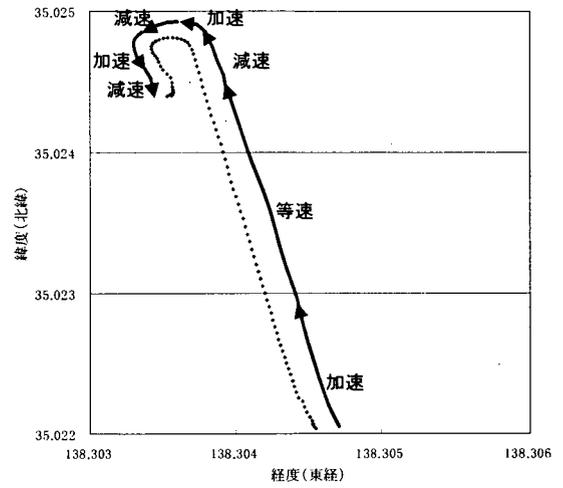
付録図 B-31 ケース 31 (Driver C)



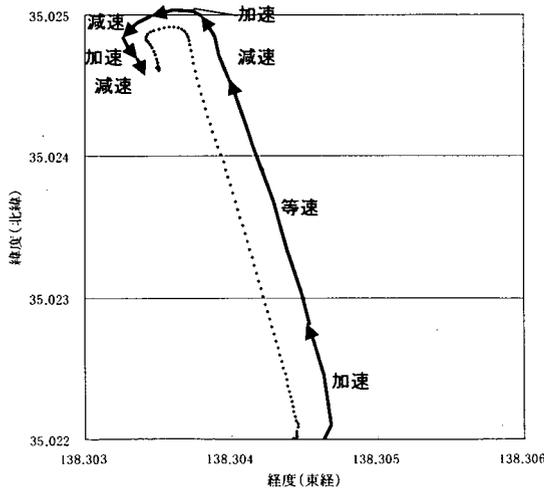
付録図 B-34 ケース 34 (Driver C)



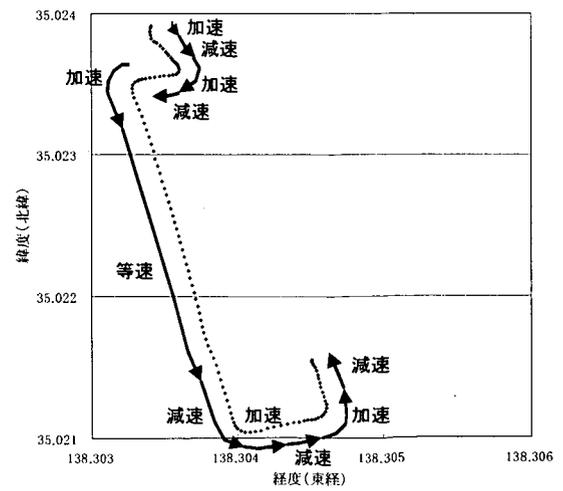
付録図 B-32 ケース 32 (Driver C)



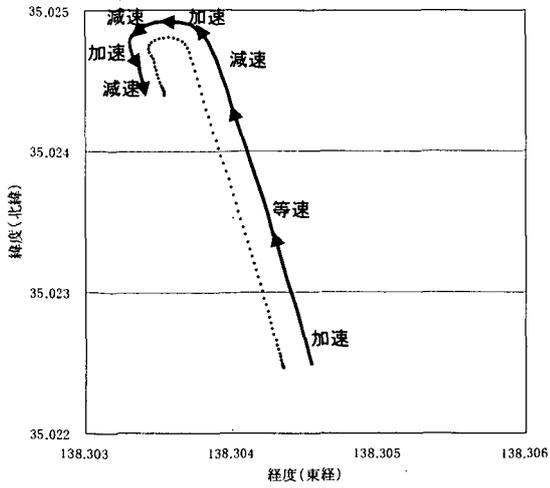
付録図 B-35 ケース 35 (Driver C)



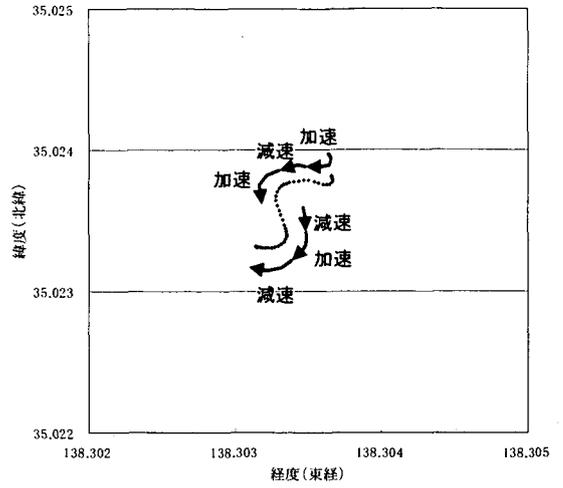
付録図 B-33 ケース 33 (Driver C)



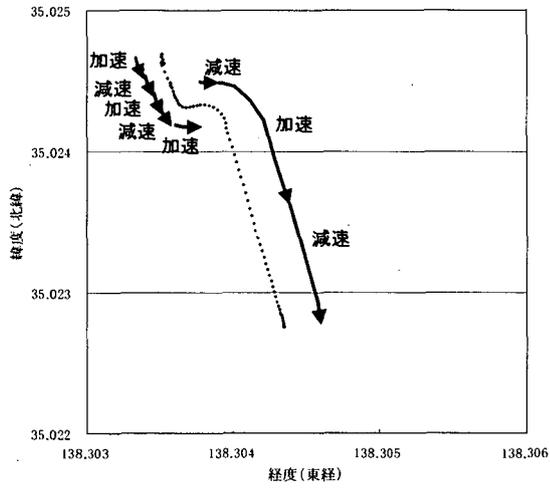
付録図 B-36 ケース 36 (Driver C)



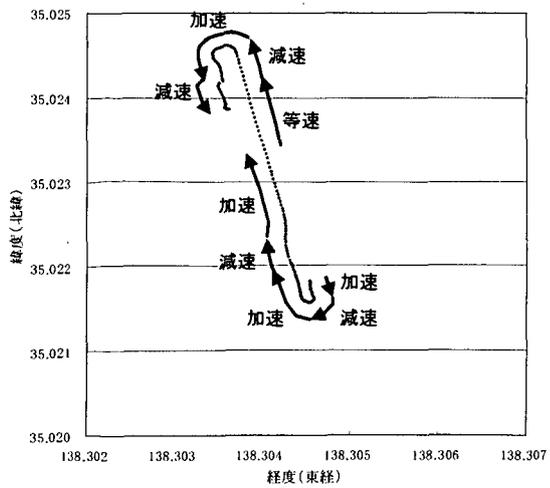
付録図 B-37 ケース 37 (Driver C)



付録図 B-40 ケース 40 (Driver C)



付録図 B-38 ケース 38 (Driver C)



付録図 B-39 ケース 39 (Driver C)

付録C 走行パターンの区間分割

付録表 C-1 ケース1 (Driver A)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
1	18.05	加速カーブ	0	0	17	20	17	4.86
1	18.05	減速カーブ	17	20	23	8	6	4.86
1	18.05	加速	23	8	38	39	15	4.86
1	18.05	等速	38	39	50	39	12	2.70
1	18.05	減速カーブ	50	39	58	12	8	1.66
1	18.05	加速カーブ	58	12	71	29	13	3.10
1	18.05	減速カーブ	71	29	80	8	9	3.51
1	18.05	加速カーブ	80	8	86	15	6	1.76
1	18.05	減速カーブ	86	15	94	7	8	1.43
1	18.05	加速カーブ	94	7	107	22	13	1.43
1	18.05	減速	107	22	118	0	11	1.43

付録表 C-2 ケース2 (Driver A)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
2	19.45	加速カーブ	0	0	8	19	8	2.37
2	19.45	減速カーブ	8	19	12	16	4	2.37
2	19.45	加速カーブ	12	16	15	19	3	2.37
2	19.45	減速カーブ	15	19	27	4	12	2.19
2	19.45	加速	27	4	41	36	14	4.08
2	19.45	等速	41	36	50	36	9	5.93
2	19.45	減速カーブ	50	36	67	12	17	3.96
2	19.45	加速カーブ	67	12	76	26	9	1.33
2	19.45	減速カーブ	76	26	87	14	11	3.18
2	19.45	加速カーブ	87	14	95	26	8	3.01
2	19.45	等速	95	26	106	26	11	4.32
2	19.45	減速カーブ	106	26	116	9	10	2.57
2	19.45	加速カーブ	116	9	129	18	13	1.41
2	19.45	減速	129	18	137	0	8	1.77

付録表 C-3 ケース3 (Driver A)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
3	12.55	加速	0	0	17	32	17	4.05
3	12.55	減速カーブ	17	32	23	20	6	2.83
3	12.55	加速	23	20	38	37	15	4.56
3	12.55	等速	38	37	53	37	15	3.14
3	12.55	減速カーブ	53	37	62	13	9	1.20
3	12.55	加速カーブ	62	13	81	37	19	4.54
3	12.55	減速	81	37	99	0	18	0.79

付録表 C-4 ケース4 (Driver A)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
4	23.15	加速	0	0	6	18	6	0.70
4	23.15	減速カーブ	6	18	15	10	9	3.04
4	23.15	加速カーブ	15	10	26	17	11	1.97
4	23.15	減速カーブ	26	17	31	10	5	2.46
4	23.15	加速カーブ	31	10	51	30	20	2.54
4	23.15	減速カーブ	51	30	73	19	22	2.94
4	23.15	加速カーブ	73	19	93	40	20	6.05
4	23.15	減速カーブ	93	40	104	12	11	2.44
4	23.15	加速カーブ	104	12	114	30	10	2.55
4	23.15	減速カーブ	114	30	123	16	9	4.93
4	23.15	加速カーブ	123	16	131	29	8	5.06
4	23.15	減速	131	29	143	0	12	1.82

付録表 C-5 ケース5 (Driver A)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
5	12.55	加速	0	0	6	13	6	1.83
5	12.55	減速カーブ	6	13	11	2	5	1.83
5	12.55	加速カーブ	11	2	23	20	12	2.56
5	12.55	等速	23	20	29	20	6	1.92
5	12.55	減速	29	20	39	0	10	1.14

付録表 C-6 ケース6 (Driver A)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
6	18.95	加速	0	0	5	10	5	3.52
6	18.95	等速	5	10	12	10	7	3.52
6	18.95	加速	12	10	21	31	9	3.81
6	18.95	等速	21	31	42	31	21	4.48
6	18.95	減速カーブ	42	31	51	12	9	1.87
6	18.95	加速カーブ	51	12	64	23	13	2.69
6	18.95	減速	64	23	83	0	19	1.16

付録表 C-7 ケース7 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
7	12.55	加速	0	0	9	29	9	3.58
7	12.55	等速	9	29	19	29	10	1.86
7	12.55	減速	19	29	31	0	12	1.86
7	12.55	加速	31	0	36	23	5	2.35
7	12.55	減速	36	23	47	0	11	2.37

付録表 C-8 ケース8 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
8	27.25	加速	0	0	14	18	14	3.02
8	27.25	減速カーブ	14	18	18	8	4	3.98
8	27.25	加速	18	8	45	41	27	7.44
8	27.25	減速カーブ	45	41	59	14	14	2.99
8	27.25	加速カーブ	59	14	68	28	9	5.45
8	27.25	減速カーブ	68	28	78	26	10	4.22
8	27.25	加速カーブ	78	26	83	29	5	3.57
8	27.25	減速	83	29	95	0	12	2.26

付録表 C-9 ケース9 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
9	12.55	加速	0	0	22	46	22	3.71
9	12.55	減速カーブ	22	46	41	12	19	3.71
9	12.55	加速カーブ	41	12	61	41	20	5.29
9	12.55	減速	61	41	80	0	19	1.00

付録表 C-10 ケース 10 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
10	41.65	加速	0	0	7	14	7	3.54
10	41.65	等速	7	14	17	14	10	3.40
10	41.65	減速カーブ	17	14	22	6	5	3.39
10	41.65	加速	22	6	56	37	34	8.78
10	41.65	減速カーブ	56	37	68	13	12	2.82
10	41.65	加速カーブ	68	13	80	27	12	8.09
10	41.65	減速カーブ	80	27	84	23	4	3.32
10	41.65	加速カーブ	84	23	95	32	11	5.55
10	41.65	減速	95	32	108	0	13	3.67

付録表 C-14 ケース 14 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
14	12.55	加速	0	0	11	26	11	2.76
14	12.55	減速カーブ	11	26	22	10	11	2.37
14	12.55	加速カーブ	22	10	27	12	5	0.96
14	12.55	減速	27	12	34	0	7	0.96
14	12.55	加速	34	0	48	23	14	1.89
14	12.55	減速	48	23	54	0	6	1.93
14	12.55	加速	54	0	60	22	6	1.00
14	12.55	減速	60	22	65	0	5	1.17

付録表 C-11 ケース 11 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
11	12.55	加速	0	0	20	50	20	6.75
11	12.55	減速	20	50	42	0	22	1.39
11	12.55	加速カーブ	42	0	50	13	8	1.53
11	12.55	減速カーブ	50	13	57	4	7	1.57
11	12.55	加速	57	4	72	38	15	5.34
11	12.55	減速	72	38	86	6	14	1.74
11	12.55	加速カーブ	86	6	92	9	6	0.83
11	12.55	減速	92	9	97	0	5	0.94

付録表 C-15 ケース 15 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
15	21.85	加速	0	0	10	34	10	4.42
15	21.85	減速カーブ	10	34	14	25	4	4.42
15	21.85	加速カーブ	14	25	17	32	3	4.42
15	21.85	減速カーブ	17	32	29	9	12	4.42
15	21.85	加速カーブ	29	9	45	26	16	4.16
15	21.85	減速	45	26	60	0	15	2.54

付録表 C-16 ケース 16 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
16	18.55	加速	0	0	12	16	12	2.20
16	18.55	減速カーブ	12	16	18	12	6	1.74
16	18.55	加速	18	12	40	38	22	5.36
16	18.55	等速	40	38	54	38	14	3.07
16	18.55	減速カーブ	54	38	64	11	10	1.69
16	18.55	加速カーブ	64	11	74	22	10	3.17
16	18.55	減速カーブ	74	22	81	9	7	1.70
16	18.55	加速カーブ	81	9	93	20	12	2.83
16	18.55	減速	93	20	100	0	7	1.24

付録表 C-12 ケース 12 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
12	27.35	加速	0	0	13	18	13	3.63
12	27.35	減速カーブ	13	18	19	7	6	3.63
12	27.35	加速	19	7	44	42	25	9.66
12	27.35	減速カーブ	44	42	56	13	12	2.63
12	27.35	加速カーブ	56	13	68	29	12	5.21
12	27.35	減速カーブ	68	29	78	18	10	4.93
12	27.35	加速カーブ	78	18	87	29	9	4.45
12	27.35	減速	87	29	98	0	11	1.58

付録表 C-17 ケース 17 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
17	12.55	加速	0	0	15	36	15	4.78
17	12.55	等速	15	36	34	36	19	3.93
17	12.55	減速カーブ	34	36	42	15	8	1.94
17	12.55	加速カーブ	42	15	54	26	12	2.10
17	12.55	減速	54	26	70	0	16	1.84

付録表 C-13 ケース 13 (Driver B)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
13	27.45	加速カーブ	0	0	8	21	8	3.59
13	27.45	減速カーブ	8	21	11	16	3	4.15
13	27.45	加速カーブ	11	16	13	18	2	4.15
13	27.45	減速カーブ	13	18	17	10	4	5.45
13	27.45	加速	17	10	41	40	24	7.65
13	27.45	減速カーブ	41	40	54	5	13	2.68
13	27.45	加速カーブ	54	5	71	27	17	4.65
13	27.45	減速カーブ	71	27	76	23	5	5.93
13	27.45	加速カーブ	76	23	86	35	10	5.98
13	27.45	減速	86	35	98	0	12	1.78

付録表 C-18 ケース 18 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
18	14.55	加速	0	0	8	20	8	3.30
18	14.55	減速カーブ	8	20	15	16	7	4.00
18	14.55	加速カーブ	15	16	25	30	10	4.65
18	14.55	減速カーブ	25	30	32	19	7	3.02
18	14.55	加速カーブ	32	19	40	27	8	3.99
18	14.55	減速カーブ	40	27	47	10	7	1.01
18	14.55	加速カーブ	47	10	56	20	9	1.97
18	14.55	減速	56	20	61	0	5	2.39

付録表 C-19 ケース 19 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
19	12.55	加速	0	0	7	17	7	2.80
19	12.55	減速カーブ	7	17	9	11	2	2.80
19	12.55	加速	9	11	20	34	11	4.10
19	12.55	減速カーブ	20	34	30	14	10	2.44
19	12.55	加速カーブ	30	14	38	26	8	3.64
19	12.55	減速カーブ	38	26	44	12	6	1.41
19	12.55	加速カーブ	44	12	53	38	9	7.36
19	12.55	等速	53	38	59	38	6	3.65
19	12.55	減速カーブ	59	38	66	22	7	1.15
19	12.55	加速カーブ	66	22	74	31	8	3.86
19	12.55	減速	74	31	94	0	20	1.33

付録表 C-20 ケース 20 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
20	14.55	加速	0	0	9	21	9	4.36
20	14.55	減速カーブ	9	21	15	11	6	2.99
20	14.55	加速	15	11	27	32	12	5.18
20	14.55	減速カーブ	27	32	31	21	4	1.14
20	14.55	加速カーブ	31	21	38	30	7	5.09
20	14.55	減速カーブ	38	30	44	11	6	1.03
20	14.55	加速カーブ	44	11	47	12	3	1.03
20	14.55	減速カーブ	47	12	52	9	5	1.20
20	14.55	加速カーブ	52	9	56	12	4	1.29
20	14.55	減速	56	12	63	0	7	1.01

付録表 C-21 ケース 21 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
21	14.55	加速	0	0	8	18	8	3.43
21	14.55	減速カーブ	8	18	15	4	7	2.38
21	14.55	加速	15	4	30	33	15	5.18
21	14.55	減速カーブ	30	33	36	16	6	2.59
21	14.55	加速カーブ	36	16	44	20	8	1.74
21	14.55	減速カーブ	44	20	47	16	3	2.58
21	14.55	加速カーブ	47	16	50	23	3	2.18
21	14.55	減速カーブ	50	23	58	8	8	2.18
21	14.55	加速カーブ	58	8	65	22	7	3.30
21	14.55	減速	65	22	72	0	7	2.73

付録表 C-22 ケース 22 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
22	12.55	加速	0	0	22	35	22	3.67
22	12.55	減速カーブ	22	35	28	17	6	2.80
22	12.55	加速カーブ	28	17	36	27	8	3.21
22	12.55	減速カーブ	36	27	41	9	5	2.78
22	12.55	加速カーブ	41	9	52	42	11	7.61
22	12.55	減速カーブ	52	42	68	22	16	0.91
22	12.55	加速カーブ	68	22	74	24	6	1.18
22	12.55	減速	74	24	88	0	14	1.08

付録表 C-23 ケース 23 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
23	14.55	加速	0	0	10	30	10	4.36
23	14.55	減速カーブ	10	30	19	13	9	2.79
23	14.55	加速カーブ	19	13	28	24	9	3.56
23	14.55	減速カーブ	28	24	38	12	10	2.21
23	14.55	加速カーブ	38	12	47	25	9	2.94
23	14.55	減速	47	25	55	0	8	0.86

付録表 C-24 ケース 24 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
24	12.55	加速	0	0	24	42	24	3.88
24	12.55	減速カーブ	24	42	29	14	5	1.89
24	12.55	加速カーブ	29	14	36	24	7	2.98
24	12.55	減速カーブ	36	24	44	8	8	1.72
24	12.55	加速カーブ	44	8	60	41	16	6.26
24	12.55	減速カーブ	60	41	72	19	12	2.27
24	12.55	加速カーブ	72	19	76	22	4	1.56
24	12.55	減速	76	22	93	0	17	0.93

付録表 C-25 ケース 25 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
25	14.55	加速	0	0	9	21	9	3.10
25	14.55	減速カーブ	9	21	16	5	7	3.09
25	14.55	加速カーブ	16	5	26	32	10	7.23
25	14.55	減速カーブ	26	32	37	3	11	1.14
25	14.55	加速カーブ	37	3	42	12	5	1.34
25	14.55	減速	42	12	50	0	8	1.45

付録表 C-26 ケース 26 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
26	12.55	加速	0	0	25	35	25	3.24
26	12.55	減速カーブ	25	35	32	16	7	3.20
26	12.55	加速カーブ	32	16	40	26	8	2.35
26	12.55	減速カーブ	40	26	47	1	7	2.60
26	12.55	加速カーブ	47	1	64	34	17	5.32
26	12.55	減速カーブ	64	34	76	19	12	1.82
26	12.55	加速カーブ	76	19	86	31	10	2.88
26	12.55	減速	86	31	95	0	9	2.01

付録表 C-27 ケース 27 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour		
27	14.55	加速	0	0	8	22	8	3.41
27	14.55	減速カーブ	8	22	17	10	9	2.22
27	14.55	加速カーブ	17	10	28	28	11	3.95
27	14.55	減速カーブ	28	28	41	8	13	1.65
27	14.55	加速カーブ	41	8	51	25	10	3.62
27	14.55	減速カーブ	51	25	58	11	7	0.73
27	14.55	加速カーブ	58	11	66	14	8	1.06
27	14.55	減速カーブ	66	14	71	7	5	1.15
27	14.55	加速カーブ	71	7	76	10	5	1.15
27	14.55	減速	76	10	81	0	5	1.15

付録表 C-28 ケース 28 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
28	14.55	加速	0	0	8	20	8	3.95
28	14.55	減速カーブ	8	20	16	3	8	2.67
28	14.55	加速カーブ	16	3	27	30	11	6.33
28	14.55	減速カーブ	27	30	34	19	7	1.53
28	14.55	加速カーブ	34	19	44	25	10	2.20
28	14.55	減速カーブ	44	25	52	13	8	1.76
28	14.55	加速カーブ	52	13	60	19	8	1.68
28	14.55	減速	60	19	71	0	11	1.68

付録表 C-29 ケース 29 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour</td> <td>second <td>km/hour</td> <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour	second <td>km/hour</td> <td>second <td>ml/second</td> </td>	km/hour	second <td>ml/second</td>	ml/second
29	12.55	加速	0	0	20	34	20	3.32
29	12.55	減速カーブ	20	34	30	16	10	3.67
29	12.55	加速カーブ	30	16	37	26	7	3.64
29	12.55	減速	37	26	46	0	9	1.20
29	12.55	加速	46	0	57	21	11	2.25
29	12.55	減速カーブ	57	21	61	16	4	2.88
29	12.55	加速	61	16	78	30	17	3.13
29	12.55	減速カーブ	78	30	87	16	9	1.79
29	12.55	加速カーブ	87	16	90	18	3	1.28
29	12.55	減速カーブ	90	18	95	11	5	1.37
29	12.55	加速カーブ	95	11	101	20	6	2.26
29	12.55	減速カーブ	101	20	112	10	11	1.51
29	12.55	加速カーブ	112	10	116	13	4	1.49
29	12.55	減速	116	13	125	0	9	1.22

付録表 C-30 ケース 30 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour</td> <td>second <td>km/hour</td> <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour	second <td>km/hour</td> <td>second <td>ml/second</td> </td>	km/hour	second <td>ml/second</td>	ml/second
30	38.35	加速	0	0	5	16	5	2.86
30	38.35	減速カーブ	5	16	10	8	5	2.86
30	38.35	加速カーブ	10	8	30	28	20	4.43
30	38.35	減速カーブ	30	28	37	17	7	5.59
30	38.35	加速カーブ	37	17	53	36	16	9.10
30	38.35	等速	53	36	74	36	21	4.71
30	38.35	減速	74	36	87	0	13	1.00

付録表 C-31 ケース 31 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour</td> <td>second <td>km/hour</td> <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour	second <td>km/hour</td> <td>second <td>ml/second</td> </td>	km/hour	second <td>ml/second</td>	ml/second
31	14.55	加速	0	0	10	24	10	1.96
31	14.55	減速カーブ	10	24	14	11	4	1.96
31	14.55	加速カーブ	14	11	25	14	11	1.48
31	14.55	減速カーブ	25	14	29	9	4	1.37
31	14.55	加速カーブ	29	9	33	14	4	1.37
31	14.55	減速	33	14	39	0	6	1.37

付録表 C-32 ケース 32 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td></td>	km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td>	second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td>	second <td>ml/second</td>	ml/second
32	12.55	加速	0	0	7	25	7	2.76
32	12.55	減速カーブ	7	25	13	6	6	2.76
32	12.55	加速カーブ	13	6	20	20	7	2.76
32	12.55	減速カーブ	20	20	28	6	8	2.44
32	12.55	加速	28	6	42	38	14	5.34
32	12.55	等速	42	38	74	38	32	3.95
32	12.55	減速カーブ	74	38	81	16	7	1.42
32	12.55	加速カーブ	81	16	88	27	7	3.21
32	12.55	減速カーブ	88	27	96	12	8	1.44
32	12.55	加速カーブ	96	12	106	25	10	2.99
32	12.55	減速	106	25	115	0	9	1.38

付録表 C-33 ケース 33 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td></td>	km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td>	second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td>	second <td>ml/second</td>	ml/second
33	22.55	加速	0	0	22	38	22	6.44
33	22.55	等速	22	38	55	38	33	4.33
33	22.55	減速カーブ	55	38	64	15	9	1.53
33	22.55	加速カーブ	64	15	69	20	5	3.09
33	22.55	減速カーブ	69	20	75	14	6	2.74
33	22.55	加速カーブ	75	14	80	20	5	2.37
33	22.55	減速	80	20	88	0	8	1.41

付録表 C-34 ケース 34 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td></td>	km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td>	second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td>	second <td>ml/second</td>	ml/second
34	12.55	加速	0	0	8	23	8	2.89
34	12.55	減速カーブ	8	23	14	9	6	2.89
34	12.55	加速カーブ	14	9	20	20	6	2.26
34	12.55	減速カーブ	20	20	27	9	7	2.16
34	12.55	加速カーブ	27	9	44	38	17	4.73
34	12.55	等速	44	38	74	38	30	2.87
34	12.55	減速カーブ	74	38	80	16	6	1.60
34	12.55	加速カーブ	80	16	87	28	7	2.74
34	12.55	減速カーブ	87	28	98	10	11	1.39
34	12.55	加速カーブ	98	10	102	12	4	1.23
34	12.55	減速	102	12	109	0	7	1.08

付録表 C-35 ケース 35 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
			second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
	tonn		second <td>km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td></td>	km/hour <td>second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td></td>	second <td>km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td></td>	km/hour <td>second <td>ml/second</td> </td>	second <td>ml/second</td>	ml/second
35	26.95	加速	0	0	25	36	25	5.67
35	26.95	等速	25	36	55	36	30	4.53
35	26.95	減速カーブ	55	36	64	14	9	1.92
35	26.95	加速カーブ	64	14	67	18	3	2.58
35	26.95	減速カーブ	67	18	72	14	5	2.64
35	26.95	加速カーブ	72	14	79	22	7	2.91
35	26.95	減速	79	22	92	0	13	2.10

付録表 C-36 ケース 36 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
36	12.55	加速	0	0	5	25	5	3.09
36	12.55	減速カーブ	5	25	14	6	9	3.06
36	12.55	加速カーブ	14	6	24	20	10	2.08
36	12.55	減速カーブ	24	20	29	9	5	2.74
36	12.55	加速	29	9	38	34	9	5.02
36	12.55	等速	38	34	78	34	40	2.62
36	12.55	減速カーブ	78	34	85	17	7	1.34
36	12.55	加速カーブ	85	17	93	26	8	2.01
36	12.55	減速カーブ	93	26	98	12	5	2.33
36	12.55	加速カーブ	98	12	110	22	12	2.35
36	12.55	減速	110	22	120	0	10	1.53

付録表 C-37 ケース 37 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
37	17.55	加速	0	0	25	38	25	5.78
37	17.55	等速	25	38	45	38	20	3.34
37	17.55	減速カーブ	45	38	53	18	8	2.32
37	17.55	加速カーブ	53	18	57	19	4	1.59
37	17.55	減速カーブ	57	19	61	16	4	1.61
37	17.55	加速カーブ	61	16	70	21	9	1.63
37	17.55	減速	70	21	79	0	9	1.60

付録表 C-38 ケース 38 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
38	12.55	加速	0	0	8	31	8	3.38
38	12.55	減速カーブ	8	31	12	6	4	3.38
38	12.55	加速カーブ	12	6	14	11	2	3.08
38	12.55	減速カーブ	14	11	18	9	4	2.15
38	12.55	加速カーブ	18	9	22	14	4	2.15
38	12.55	減速カーブ	22	14	25	13	3	2.15
38	12.55	加速	25	13	43	38	18	4.29
38	12.55	減速	43	38	69	0	26	0.64

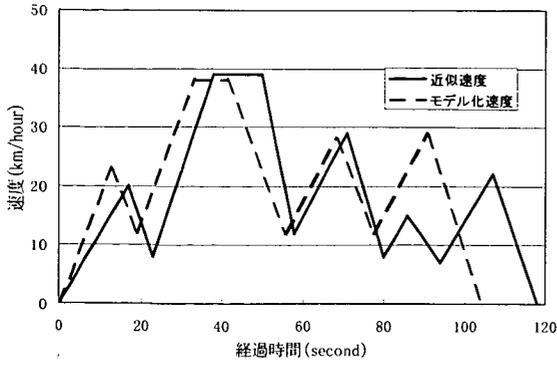
付録表 C-39 ケース 39 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
39	42.15	加速	0	0	13	12	13	2.45
39	42.15	減速カーブ	13	12	23	6	10	2.16
39	42.15	加速	23	6	45	24	22	5.61
39	42.15	減速カーブ	45	24	58	20	13	2.42
39	42.15	加速	58	20	82	37	24	7.93
39	42.15	等速	82	37	97	37	15	5.32
39	42.15	減速カーブ	97	37	105	14	8	2.34
39	42.15	加速カーブ	105	14	130	24	25	4.07
39	42.15	減速	130	24	147	0	17	1.76

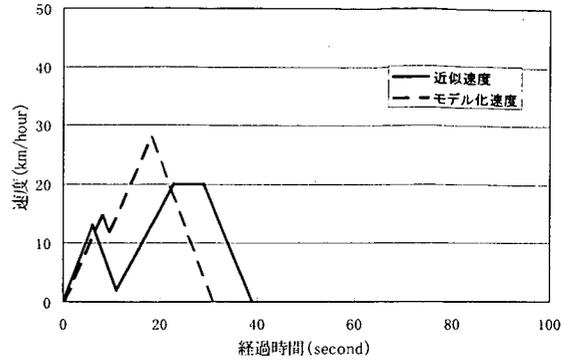
付録表 C-40 ケース 40 (Driver C)

ケース番号	総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間	燃料消費率
	tonn		second	km/hour	second	km/hour	second	ml/second
40	12.55	加速	0	0	11	20	11	2.39
40	12.55	減速カーブ	11	20	17	10	6	1.84
40	12.55	加速カーブ	17	10	24	24	7	3.59
40	12.55	減速カーブ	24	24	30	12	6	3.17
40	12.55	加速カーブ	30	12	34	14	4	1.10
40	12.55	減速	34	14	45	0	11	1.17

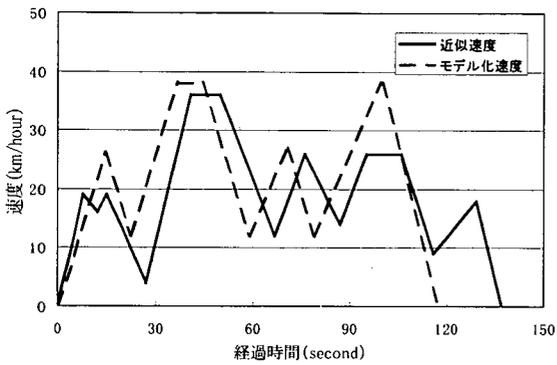
付録D 近似速度とモデルによる速度の比較



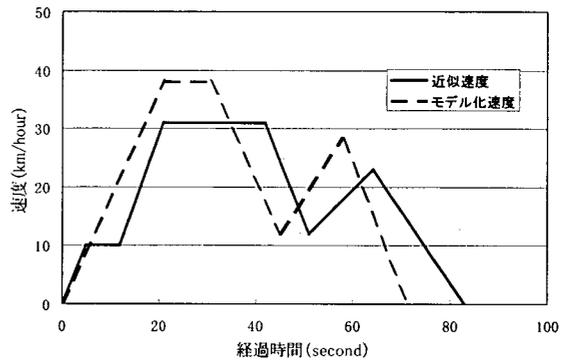
付録図 D-1 ケース 1 (Driver A)



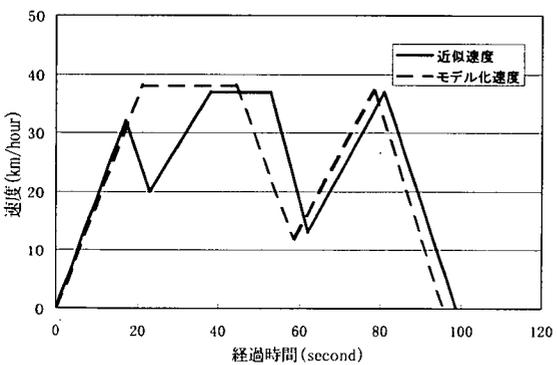
付録図 D-5 ケース 5 (Driver A)



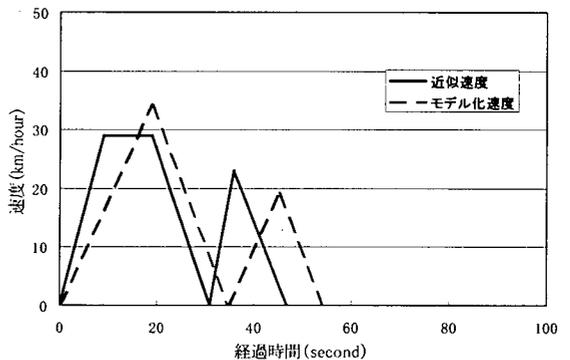
付録図 D-2 ケース 2 (Driver A)



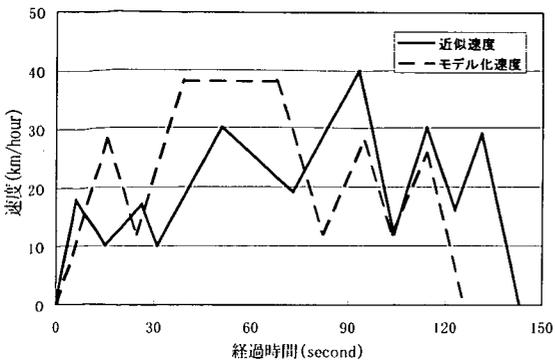
付録図 D-6 ケース 6 (Driver A)



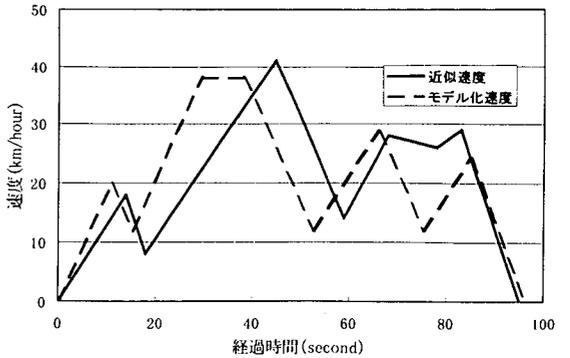
付録図 D-3 ケース 3 (Driver A)



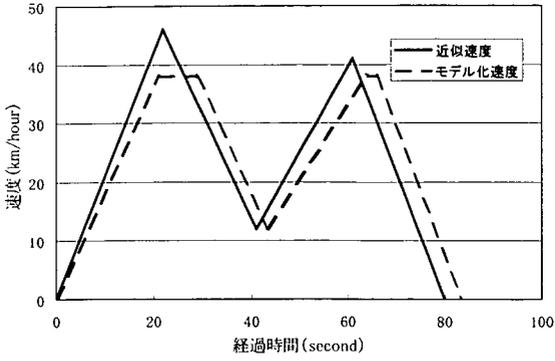
付録図 D-7 ケース 7 (Driver B)



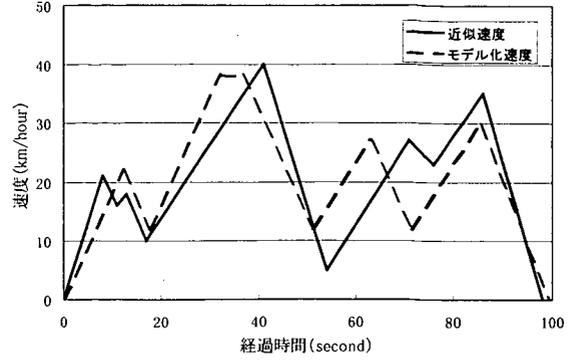
付録図 D-4 ケース 4 (Driver A)



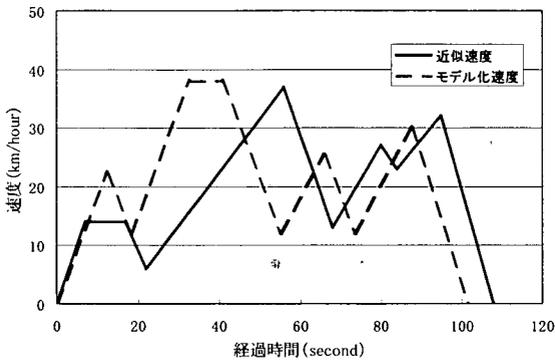
付録図 D-8 ケース 8 (Driver B)



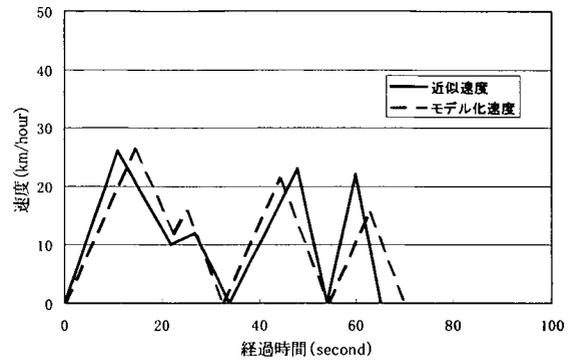
付録図 D-9 ケース 9 (Driver B)



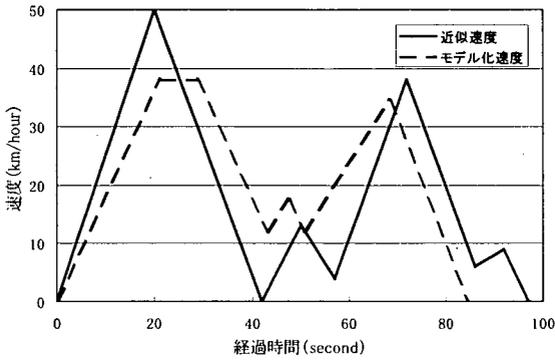
付録図 D-13 ケース 13 (Driver B)



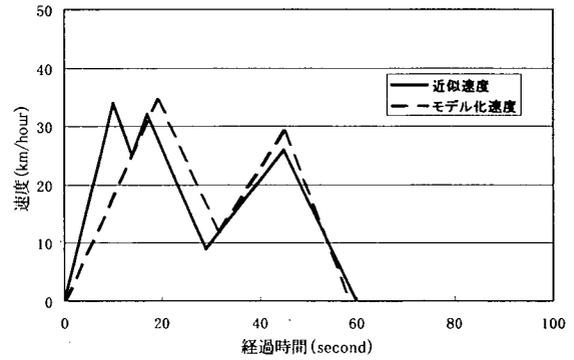
付録図 D-10 ケース 10 (Driver B)



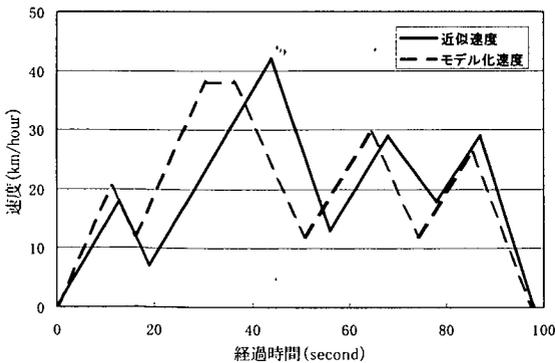
付録図 D-14 ケース 14 (Driver B)



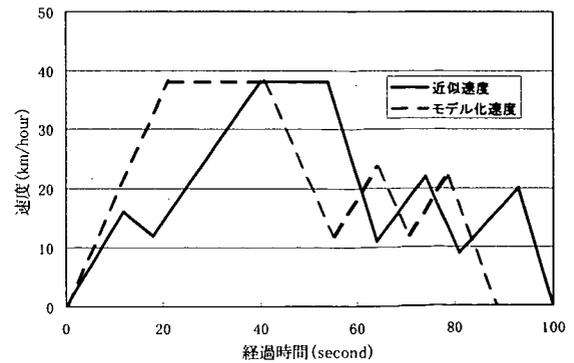
付録図 D-11 ケース 11 (Driver B)



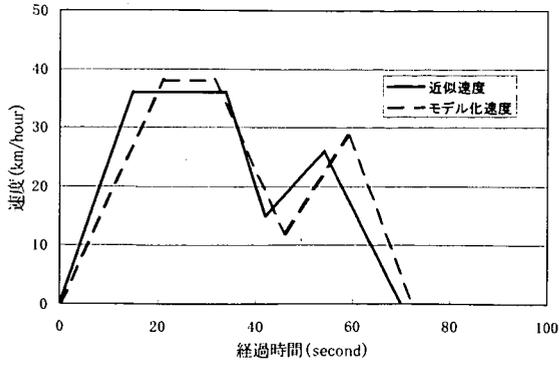
付録図 D-15 ケース 15 (Driver B)



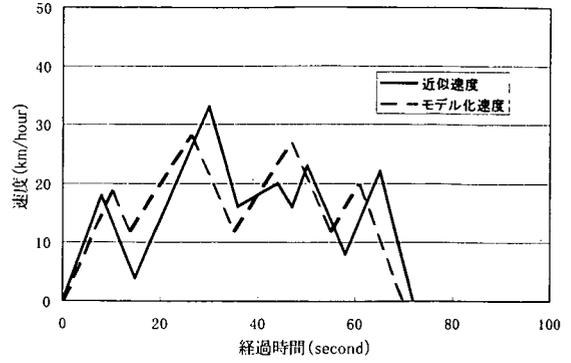
付録図 D-12 ケース 12 (Driver B)



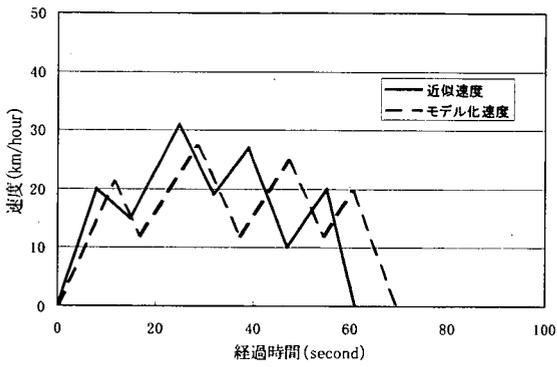
付録図 D-16 ケース 16 (Driver C)



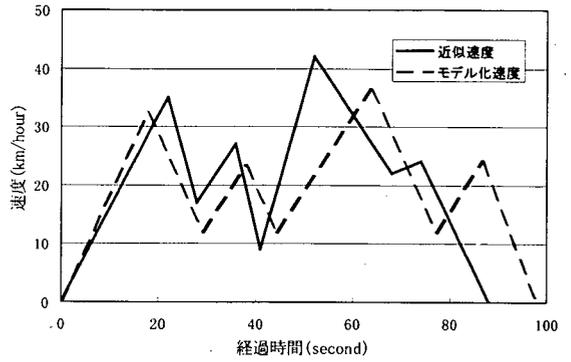
付録図 D-17 ケース 17 (Driver C)



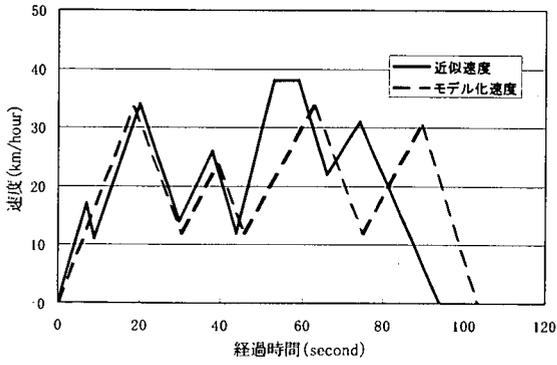
付録図 D-21 ケース 21 (Driver C)



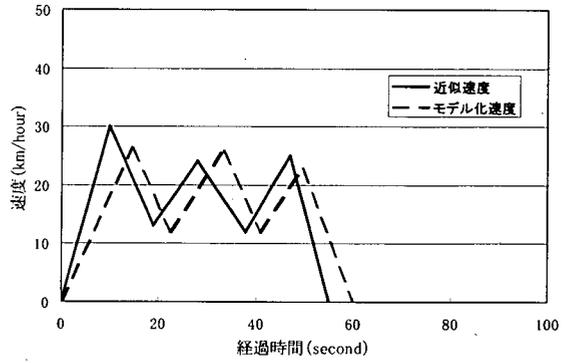
付録図 D-18 ケース 18 (Driver C)



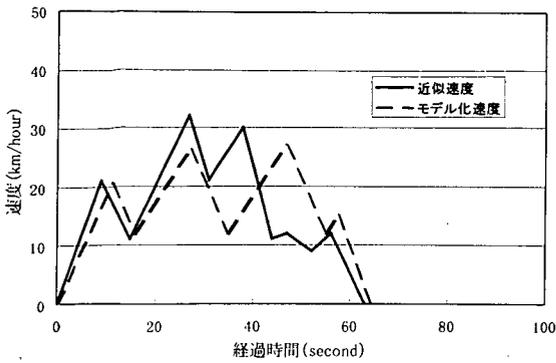
付録図 D-22 ケース 22 (Driver C)



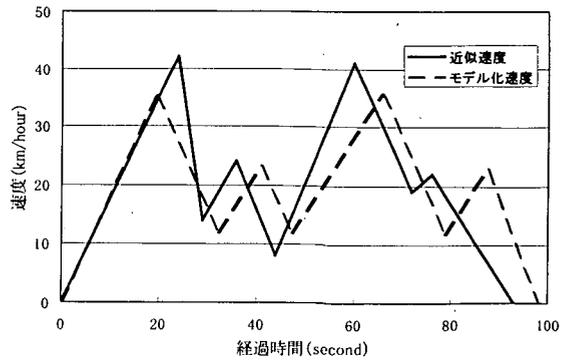
付録図 D-19 ケース 19 (Driver C)



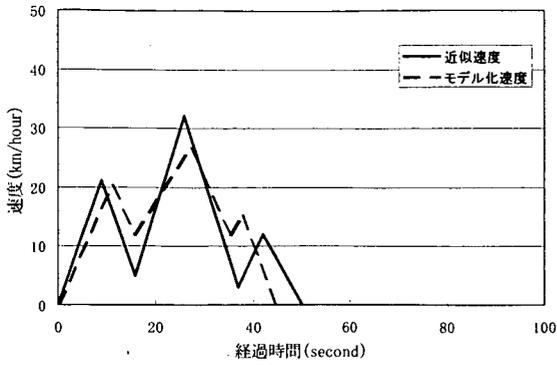
付録図 D-23 ケース 23 (Driver C)



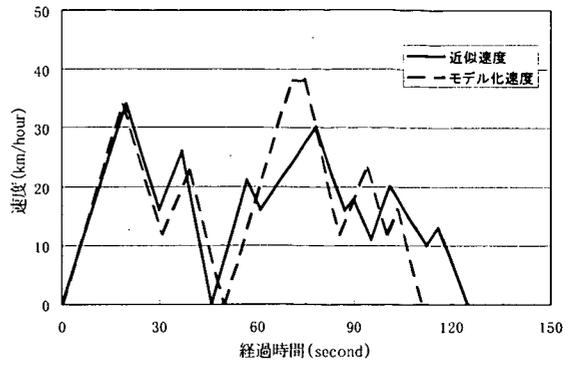
付録図 D-20 ケース 20 (Driver C)



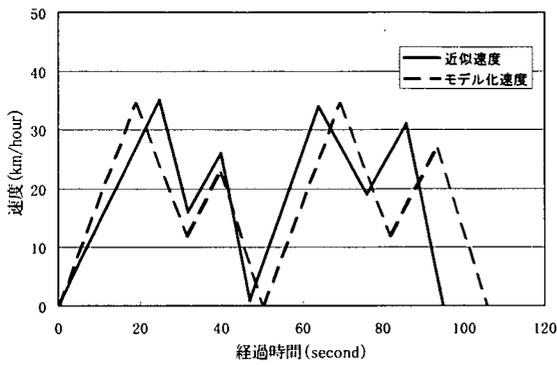
付録図 D-24 ケース 24 (Driver C)



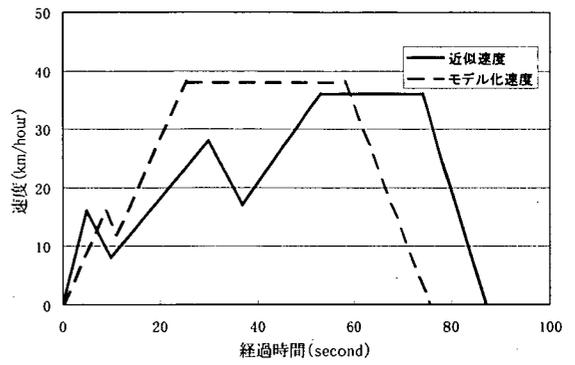
付録図 D-25 ケース 25 (Driver C)



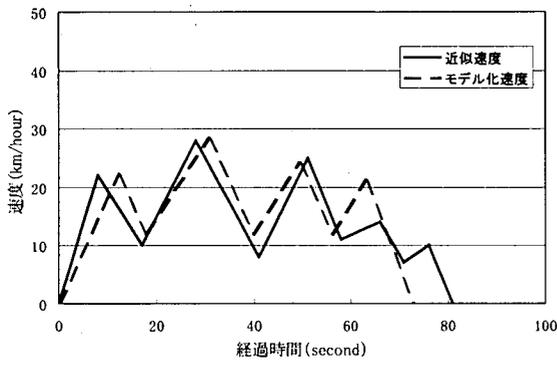
付録図 D-29 ケース 29 (Driver C)



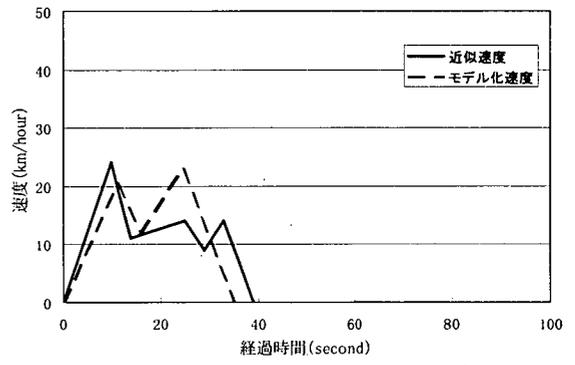
付録図 D-26 ケース 26 (Driver C)



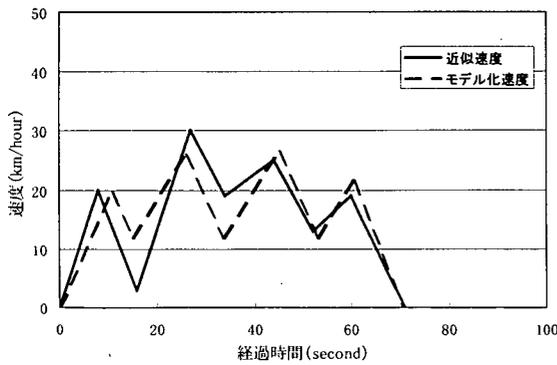
付録図 D-30 ケース 30 (Driver C)



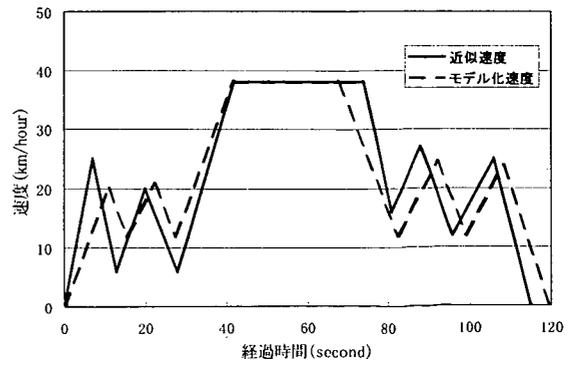
付録図 D-27 ケース 27 (Driver C)



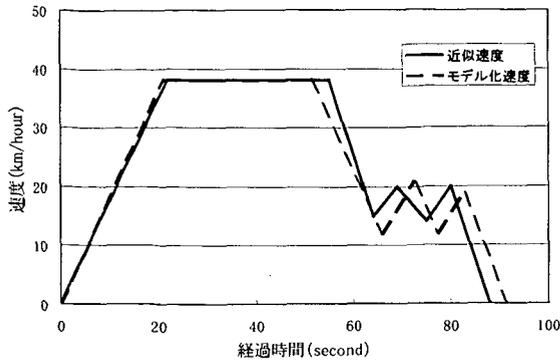
付録図 D-31 ケース 31 (Driver C)



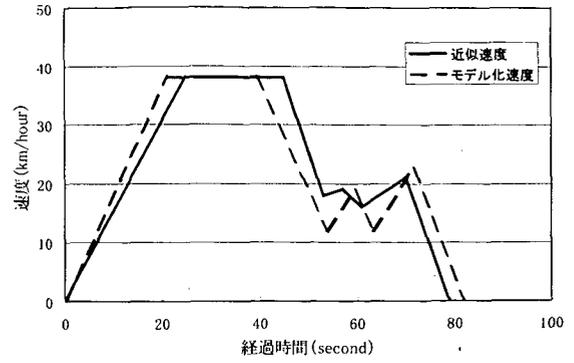
付録図 D-28 ケース 28 (Driver C)



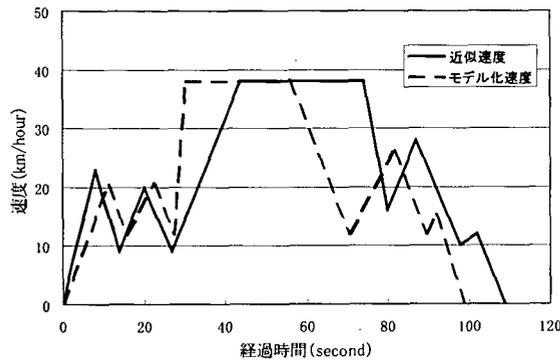
付録図 D-32 ケース 32 (Driver C)



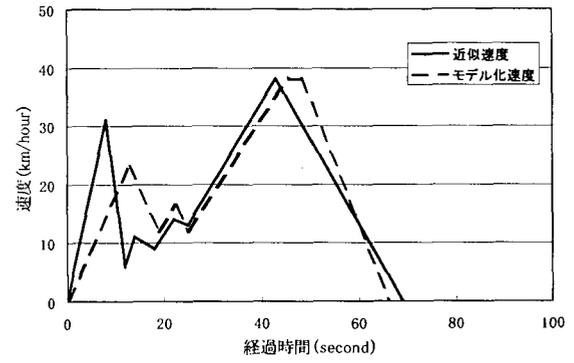
付録図 D-33 ケース 33 (Driver C)



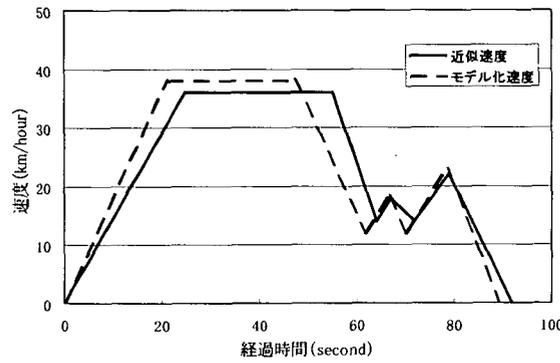
付録図 D-37 ケース 37 (Driver C)



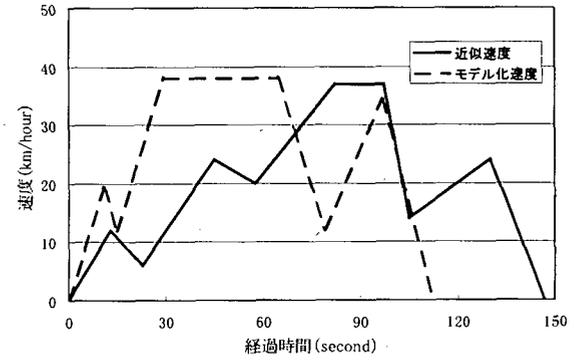
付録図 D-34 ケース 34 (Driver C)



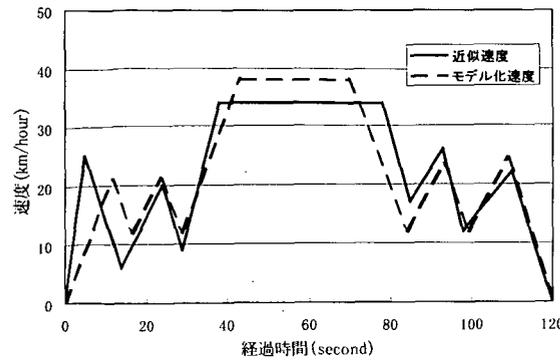
付録図 D-38 ケース 38 (Driver C)



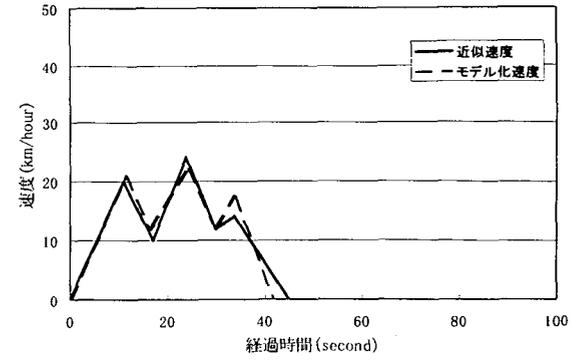
付録図 D-35 ケース 35 (Driver C)



付録図 D-39 ケース 39 (Driver C)



付録図 D-36 ケース 36 (Driver C)



付録図 D-40 ケース 40 (Driver C)

付録 E モデルによって求められた走行パターンの区間
分割

付録表 E-1 ケース 1 (Driver A)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
18.05	加速	0	0	13	23	13
18.05	減速カーブ	13	23	19	12	6
18.05	加速	19	12	33	38	14
18.05	等速	33	38	41	38	8
18.05	減速カーブ	41	38	56	12	14
18.05	加速カーブ	56	12	68	28	13
18.05	減速カーブ	68	28	77	12	9
18.05	加速カーブ	77	12	91	29	13
18.05	減速	91	29	104	0	13

付録表 E-2 ケース 2 (Driver A)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
19.45	加速	0	0	14	26	14
19.45	減速カーブ	14	26	22	12	8
19.45	加速	22	12	37	38	14
19.45	等速	37	38	44	38	8
19.45	減速カーブ	44	38	59	12	14
19.45	加速カーブ	59	12	71	27	12
19.45	減速カーブ	71	27	79	12	8
19.45	加速カーブ	79	12	100	38	21
19.45	等速	100	38	100	38	0
19.45	減速	100	38	118	0	18

付録表 E-3 ケース 3 (Driver A)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	21	38	21
12.55	等速	21	38	44	38	23
12.55	減速カーブ	44	38	59	12	14
12.55	加速カーブ	59	12	78	37	20
12.55	減速	78	37	96	0	17

付録表 E-4 ケース 4 (Driver A)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
23.15	加速	0	0	16	28	16
23.15	減速カーブ	16	28	24	12	9
23.15	加速	24	12	39	38	14
23.15	等速	39	38	68	38	29
23.15	減速カーブ	68	38	82	12	14
23.15	加速カーブ	82	12	94	28	12
23.15	減速カーブ	94	28	103	12	9
23.15	加速カーブ	103	12	114	26	11
23.15	減速	114	26	126	0	12

付録表 E-5 ケース 5 (Driver A)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	8	14	8
12.55	減速カーブ	8	14	9	12	1
12.55	加速	9	12	18	28	9
12.55	減速	18	28	31	0	13

付録表 E-6 ケース 6 (Driver A)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
18.95	加速	0	0	21	38	21
18.95	等速	21	38	31	38	10
18.95	減速カーブ	31	38	45	12	14
18.95	加速カーブ	45	12	58	28	13
18.95	減速	58	28	71	0	13

付録表 E-7 ケース 7 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	19	34	19
12.55	減速	19	34	35	0	16
12.55	加速	35	0	45	19	11
12.55	減速	45	19	54	0	9

付録表 E-8 ケース 8 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
27.25	加速	0	0	11	20	11
27.25	減速カーブ	11	20	15	12	4
27.25	加速	15	12	30	38	14
27.25	等速	30	38	38	38	9
27.25	減速カーブ	38	38	53	12	14
27.25	加速カーブ	53	12	66	29	13
27.25	減速カーブ	66	29	75	12	9
27.25	加速カーブ	75	12	85	24	10
27.25	減速	85	24	96	0	11

付録表 E-9 ケース 9 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	21	38	21
12.55	等速	21	38	29	38	8
12.55	減速カーブ	29	38	43	12	14
12.55	加速カーブ	43	12	64	38	21
12.55	等速	64	38	66	38	2
12.55	減速	66	38	83	0	18

付録表 E-10 ケース 10 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
41.65	加速	0	0	12	22	12
41.65	減速カーブ	12	22	18	12	6
41.65	加速	18	12	33	38	14
41.65	等速	33	38	41	38	8
41.65	減速カーブ	41	38	55	12	14
41.65	加速カーブ	55	12	66	25	11
41.65	減速カーブ	66	25	73	12	7
41.65	加速カーブ	73	12	88	30	14
41.65	減速	88	30	102	0	14

付録表 E-14 ケース 14 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	15	26	15
12.55	減速カーブ	15	26	22	12	8
12.55	加速カーブ	22	12	25	16	3
12.55	減速	25	16	33	0	7
12.55	加速	33	0	44	21	12
12.55	減速	44	21	54	0	10
12.55	加速	54	0	63	15	9
12.55	減速	63	15	70	0	7

付録表 E-11 ケース 11 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	21	38	21
12.55	等速	21	38	29	38	8
12.55	減速カーブ	29	38	43	12	14
12.55	加速カーブ	43	12	48	18	4
12.55	減速カーブ	48	18	51	12	3
12.55	加速カーブ	51	12	69	34	18
12.55	減速	69	34	84	0	16

付録表 E-15 ケース 15 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
21.85	加速	0	0	19	34	19
21.85	減速カーブ	19	34	32	12	12
21.85	加速カーブ	32	12	45	29	14
21.85	減速	45	29	59	0	13

付録表 E-12 ケース 12 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
27.35	加速	0	0	11	20	11
27.35	減速カーブ	11	20	16	12	5
27.35	加速	16	12	30	38	14
27.35	等速	30	38	36	38	6
27.35	減速カーブ	36	38	51	12	14
27.35	加速カーブ	51	12	65	29	14
27.35	減速カーブ	65	29	74	12	10
27.35	加速カーブ	74	12	85	26	11
27.35	減速	85	26	98	0	12

付録表 E-16 ケース 16 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
18.55	加速	0	0	21	38	21
18.55	等速	21	38	41	38	20
18.55	減速カーブ	41	38	55	12	14
18.55	加速カーブ	55	12	64	23	9
18.55	減速カーブ	64	23	71	12	6
18.55	加速カーブ	71	12	78	22	8
18.55	減速	78	22	89	0	10

付録表 E-13 ケース 13 (Driver B)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
27.45	加速	0	0	12	22	12
27.45	減速カーブ	12	22	18	12	6
27.45	加速	18	12	32	38	14
27.45	等速	32	38	37	38	4
27.45	減速カーブ	37	38	51	12	14
27.45	加速カーブ	51	12	63	27	12
27.45	減速カーブ	63	27	72	12	8
27.45	加速カーブ	72	12	86	30	14
27.45	減速	86	30	99	0	14

付録表 E-17 ケース 17 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	21	38	21
12.55	等速	21	38	32	38	10
12.55	減速カーブ	32	38	46	12	14
12.55	加速カーブ	46	12	59	29	13
12.55	減速	59	29	72	0	13

付録表 E-18 ケース 18 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	12	21	12
14.55	減速カーブ	12	21	17	12	5
14.55	加速カーブ	17	12	29	27	12
14.55	減速カーブ	29	27	37	12	8
14.55	加速カーブ	37	12	47	25	10
14.55	減速カーブ	47	25	54	12	7
14.55	加速カーブ	54	12	60	20	6
14.55	減速	60	20	69	0	9

付録表 E-19 ケース 19 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	18	33	18
12.55	減速カーブ	18	33	30	12	12
12.55	加速カーブ	30	12	39	23	9
12.55	減速カーブ	39	23	46	12	6
12.55	加速カーブ	46	12	63	34	17
12.55	減速カーブ	63	34	75	12	12
12.55	加速カーブ	75	12	89	30	15
12.55	減速	89	30	103	0	14

付録表 E-20 ケース 20 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	11	20	11
14.55	減速カーブ	11	20	16	12	5
14.55	加速カーブ	16	12	27	26	11
14.55	減速カーブ	27	26	35	12	8
14.55	加速カーブ	35	12	47	27	12
14.55	減速カーブ	47	27	55	12	8
14.55	加速カーブ	55	12	57	15	2
14.55	減速	57	15	64	0	7

付録表 E-21 ケース 21 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	10	18	10
14.55	減速カーブ	10	18	14	12	4
14.55	加速カーブ	14	12	26	28	13
14.55	減速カーブ	26	28	35	12	9
14.55	加速カーブ	35	12	47	27	12
14.55	減速カーブ	47	27	55	12	8
14.55	加速カーブ	55	12	61	20	6
14.55	減速	61	20	70	0	9

付録表 E-22 ケース 22 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	18	32	18
12.55	減速カーブ	18	32	29	12	11
12.55	加速カーブ	29	12	38	23	9
12.55	減速カーブ	38	23	44	12	6
12.55	加速カーブ	44	12	64	36	19
12.55	減速カーブ	64	36	77	12	14
12.55	加速カーブ	77	12	87	24	10
12.55	減速	87	24	98	0	11

付録表 E-23 ケース 23 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	15	26	15
14.55	減速カーブ	15	26	23	12	8
14.55	加速カーブ	23	12	33	26	11
14.55	減速カーブ	33	26	41	12	8
14.55	加速カーブ	41	12	49	23	8
14.55	減速	49	23	60	0	11

付録表 E-24 ケース 24 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	19	35	19
12.55	減速カーブ	19	35	32	12	13
12.55	加速カーブ	32	12	41	23	9
12.55	減速カーブ	41	23	47	12	6
12.55	加速カーブ	47	12	66	35	19
12.55	減速カーブ	66	35	79	12	13
12.55	加速カーブ	79	12	87	23	9
12.55	減速	87	23	98	0	11

付録表 E-25 ケース 25 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	11	20	11
14.55	減速カーブ	11	20	16	12	5
14.55	加速カーブ	16	12	27	27	12
14.55	減速カーブ	27	27	35	12	8
14.55	加速カーブ	35	12	38	15	2
14.55	減速	38	15	45	0	7

付録表 E-26 ケース 26 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	19	34	19
12.55	減速カーブ	19	34	32	12	12
12.55	加速カーブ	32	12	40	23	8
12.55	減速	40	23	50	0	10
12.55	加速	0	0	19	34	19
12.55	減速カーブ	19	34	31	12	12
12.55	加速カーブ	31	12	43	27	12
12.55	減速	43	27	55	0	12

付録表 E-27 ケース 27 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	12	22	12
14.55	減速カーブ	12	22	18	12	6
14.55	加速カーブ	18	12	31	28	13
14.55	減速カーブ	31	28	40	12	9
14.55	加速カーブ	40	12	49	24	10
14.55	減速カーブ	49	24	56	12	7
14.55	加速カーブ	56	12	63	21	7
14.55	減速	63	21	73	0	10

付録表 E-28 ケース 28 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	11	20	11
14.55	減速カーブ	11	20	15	12	4
14.55	加速カーブ	15	12	26	26	11
14.55	減速カーブ	26	26	34	12	8
14.55	加速カーブ	34	12	45	26	11
14.55	減速カーブ	45	26	53	12	8
14.55	加速カーブ	53	12	61	21	8
14.55	減速	61	21	71	0	10

付録表 E-29 ケース 29 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	19	34	19
12.55	減速カーブ	19	34	31	12	12
12.55	加速カーブ	31	12	39	23	8
12.55	減速	39	23	50	0	10
12.55	加速	50	0	71	38	21
12.55	等速	71	38	75	38	4
12.55	減速カーブ	71	38	85	12	14
12.55	加速カーブ	85	12	94	23	9
12.55	減速カーブ	94	23	100	12	6
12.55	加速カーブ	100	12	103	16	3
12.55	減速	103	16	111	0	7

付録表 E-30 ケース 30 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
38.35	加速	0	0	9	16	9
38.35	減速カーブ	9	16	11	12	2
38.35	加速	11	12	25	38	14
38.35	等速	25	38	58	38	33
38.35	減速	58	38	76	0	18

付録表 E-31 ケース 31 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
14.55	加速	0	0	11	20	11
14.55	減速カーブ	11	20	16	12	5
14.55	加速カーブ	16	12	25	23	9
14.55	減速	25	23	35	0	11

付録表 E-32 ケース 32 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	11	20	11
12.55	減速カーブ	11	20	15	12	4
12.55	加速カーブ	15	12	22	21	7
12.55	減速カーブ	22	21	27	12	5
12.55	加速	27	12	42	38	14
12.55	等速	42	38	68	38	26
12.55	減速カーブ	68	38	82	12	14
12.55	加速カーブ	82	12	92	24	10
12.55	減速カーブ	92	24	99	12	7
12.55	加速カーブ	99	12	108	24	9
12.55	減速	108	24	119	0	11

付録表 E-33 ケース 33 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
22.55	加速	0	0	21	38	21
22.55	等速	21	38	51	38	30
22.55	減速カーブ	51	38	66	12	14
22.55	加速カーブ	66	12	73	21	7
22.55	減速カーブ	73	21	77	12	5
22.55	加速カーブ	77	12	83	19	5
22.55	減速	83	19	91	0	9

付録表 E-34 ケース 34 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	11	20	11
12.55	減速カーブ	11	20	16	12	5
12.55	加速カーブ	16	12	23	21	7
12.55	減速カーブ	23	21	27	12	5
12.55	加速	27	12	30	38	14
12.55	等速	30	38	56	38	26
12.55	減速カーブ	56	38	71	12	14
12.55	加速カーブ	71	12	82	26	11
12.55	減速カーブ	82	26	90	12	8
12.55	加速カーブ	90	12	92	15	2
12.55	減速	92	15	99	0	7

付録表 E-35 ケース 35 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
26.95	加速	0	0	21	38	21
26.95	等速	21	38	47	38	26
26.95	減速カーブ	47	38	62	12	14
26.95	加速カーブ	62	12	67	18	5
26.95	減速カーブ	67	18	70	12	3
26.95	加速カーブ	70	12	79	23	9
26.95	減速	79	23	89	0	11

付録表 E-39 ケース 39 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
42.15	加速	0	0	11	19	11
42.15	減速カーブ	11	19	15	12	4
42.15	加速	15	12	29	38	14
42.15	等速	29	38	64	38	35
42.15	減速カーブ	64	38	79	12	14
42.15	加速カーブ	79	12	97	34	18
42.15	減速	97	34	112	0	16

付録表 E-36 ケース 36 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	12	21	12
12.55	減速カーブ	12	21	17	12	5
12.55	加速カーブ	17	12	24	21	7
12.55	減速カーブ	24	21	29	12	5
12.55	加速	29	12	43	38	14
12.55	等速	43	38	70	38	27
12.55	減速カーブ	70	38	84	12	14
12.55	加速カーブ	84	12	93	23	9
12.55	減速カーブ	93	23	99	12	6
12.55	加速カーブ	99	12	109	24	10
12.55	減速	109	24	120	0	11

付録表 E-40 ケース 40 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	12	21	12
12.55	減速カーブ	12	21	16	12	5
12.55	加速カーブ	16	12	24	22	8
12.55	減速カーブ	24	22	30	12	6
12.55	加速カーブ	30	12	34	17	4
12.55	減速	34	17	42	0	8

付録表 E-37 ケース 37 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
17.55	加速	0	0	21	38	21
17.55	等速	21	38	39	38	18
17.55	減速カーブ	39	38	54	12	14
17.55	加速カーブ	54	12	59	19	5
17.55	減速カーブ	59	19	63	12	4
17.55	加速カーブ	63	12	72	23	8
17.55	減速	72	23	82	0	10

付録表 E-38 ケース 38 (Driver C)

総重量	区間特性	初期時刻	初速	終了時刻	終速	経過時間
tonn		second	km/hour	second	km/hour	second
12.55	加速	0	0	13	23	13
12.55	減速カーブ	13	23	19	12	6
12.55	加速カーブ	19	12	23	16	4
12.55	減速カーブ	23	16	25	12	2
12.55	加速	25	12	46	38	21
12.55	等速	46	38	48	38	3
12.55	減速	48	38	66	0	18

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
No.173 September 2004

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話：046-844-5018