

AVENUE での燃料消費量と二酸化炭素排出量の算出

by i-Transport Lab.

1. 燃料消費量推計の考え方

AVENUE での燃料消費量の考え方は、(大口ほか, 2002)で提案された次式を基本としている。

$$Q = 0.3T + 0.028D + 0.056 \sum_k \delta_k (v_k^2 - v_{k-1}^2) \quad (\text{式 1})$$

ここで、 Q := 燃料消費量[cc].
 T := 対象区間の旅行時間[sec].
 D := 対象区間の長さ[m].
 δ_k := 時間帯 k で加速状態にあるときは 1, それ以外は 0 となる変数.
 v_k := 時間帯 k での速度 [m/sec].

である。大口らはこの式の係数を、0.1 秒ごとにサンプリングされたエンジンへの燃料噴射量の実測データより同定している。

AVENUE では、各リンクでの旅行時間と停止回数を記録しているマーカー車両を走行させ、1 台ごとに燃料消費量を求めている。AVENUE では、シミュレーションのスキャン間隔が1秒ごとであり、また Q-K 関係に基づく車両移動なので、速度を直接求めている。しかしながら、(式 1)の第 1 項と第 2 項は、推計の対象区間が決まれば瞬間速度に関係なく求められる。また第 3 項は停止状態から速度が単調増加するような、単純な発進挙動を考えれば、最終的に到達する速度、すなわち自由流速度だけで求められる。

ただし、渋滞末尾で2回以上停止する場合は、最後の停止・発進挙動以外は、いわゆるのろのろ運転状態であり、通常とは異なるものと考えられる。AVENUE では直接のろのろ運転の挙動を再現していないので、この状態での第 3 項の値を実測のプロープデータから同定する。

図 1 は、2001 年 3 月 30 日に、秦野市街の国道 246 号をプローブで走行した際の、0.1 秒ごとの速度変動データである。10 時 43 分ごろから 10 時 50 分ごろまでが、1つの信号交差点を先頭とする渋滞区間中を走行しており、その間の速度もほかより小さいことがわかる。この区間では、合計 4 回の停止・発進があったが、そのうちの最初の 3 回について、(式 1)の第 3 項を求め、その平均を調べたところ、

$$\text{第 3 項} = 160.513 \text{ [m}^2/\text{s}^2]$$

となった。従って、AVENUE でのマーカー車両が、長さ L のリンクを T 秒で走行する間に n 回停止した場合、そのリンクでの燃料消費量 Q [cc]は

$$Q = 0.3T + 0.028L + 0.056 * (\delta_{v>0} * V_f^2 + (n - 1) * 160.513)$$

として求めている。なお、 V_f はリンクの自由流速度で、 $\delta_{v>0}$ は 1 回以上停止した場合は1に、そのほかは 0 になる

変数である。

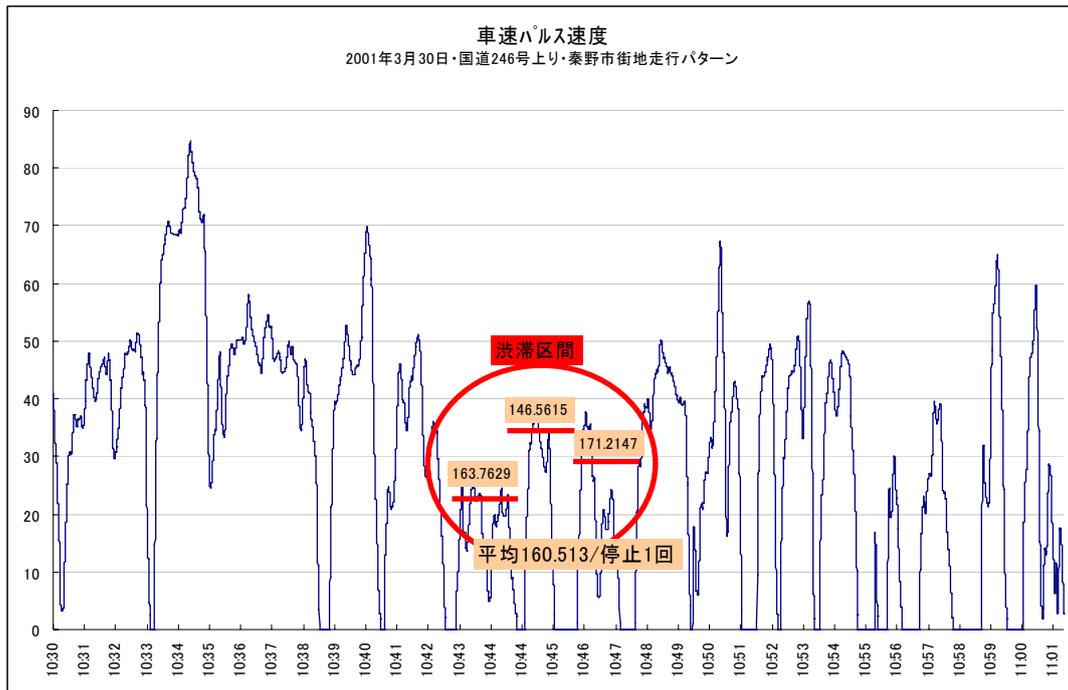


図 1:市街地ののろのろ運転中の速度変動

2. CO₂の排出量推計について

大口らの論文でも指摘されるとおり、燃料消費量とCO₂排出量は比例関係が認められる。これはNO_xとは異なり、消費された燃料に含まれる炭素は、エンジンの燃焼状態によらずいずれは酸素と結びついてCO₂となるためである。したがって、AVENUEでのCO₂排出量推計値 E は、上記の燃料消費量推計値に換算係数 K_c を乗じて求めている。

$$E = K_c * Q$$

具体的な K_c の値は、参考に記した URL より、

$$K_c = 2.31 \text{ [kg-CO}_2\text{/L]} = 0.0231 \text{ [kg-CO}_2\text{/cc]}$$

としている。

【参考文献】

大口敬, 片倉正彦, 谷口正明 (2002): 都市部道路交通における自動車の二酸化炭素排出量推定モデル, 土木学会論文集, No.695/IV-54, pp.125-136.

【参考ページ】 <http://www.eccj.or.jp/factory/ask/faq/s.html> より転載

S. 二酸化炭素排出係数

(1) 二酸化炭素の炭素換算表示

Q

- 1) CO₂ 排出量の単位で、炭素換算 t-c がありますが、「CO₂ 1mol=44→C 12」と換算するのでよいか。
- 2) これからも炭素換算 t-c を使用するのか。

A

- 1) 御説の通り、炭素換算 12kg の二酸化炭素は実質量として 44kg に相当します。
- 2) 今までは、燃料使用量と同程度の数値となる炭素換算で表すことが多かったのですが、今後二酸化炭素の実質量 で表すようになっていくように思えます。以下の例は、個人的な観察です。
例1) 二酸化炭素の発生量を法律としている地球温暖化対策推進法では、二酸化炭素の量 を公表するようになっていたが、これが炭素換算ではおかしく、現に環境庁では実質量 で表している。
例2) 通産省でも最近公表した 1999 年度エネルギー需給実績(速報)の参考につけている二酸化炭素排出量の推移でも、実質量をメインに炭素換算を付記している。
例3) 電事連では、昨年秋に実質量により表すこととし、電力各社の今年発行の環境レポートでは実質量 ベースになっている。

(2) 二酸化炭素排出係数を教えて

Q

燃料や電気の消費量から二酸化炭素の排出量を計算するための係数が知りたいのですが。

A

地球温暖化対策推進法では、国および地方公共団体の温室効果ガス(主として二酸化炭素)の発生量把握と削減対策のために、毎年温室効果ガスの排出係数を政令で公布することになっています。政令にはまだなっていないようですが、このたび、平成 11 年度までの係数が、環境省のホームページに検討会資料の形で公表されました。

(<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/santeiho/index.html>)

資料には算出根拠等も示されていますが、ここでは、CO₂ の排出係数のみまとめて下記に示します。

この数値は毎年見直しされます。特に一般電力業者からの電気は原子力比率に大きく影響を受けます。

この数値の使用に当たっては、地球温暖化対策推進法、同施行令、施行規則を読んでおいてください。

(法だけは環境庁のホームページで読めます。 <http://www.env.go.jp/hourei/>)

主な燃料等の排出係数

燃料等	排出係数
原料炭	2.64 kg-CO ₂ /kg
一般炭(国内炭)	1.9 kg-CO ₂ /kg
一般炭(輸入炭)	2.37 kg-CO ₂ /kg
石炭(無煙炭等)	2.4 kg-CO ₂ /kg
コークス	3.24 kg-CO ₂ /kg
練炭,豆炭	2.1 kg-CO ₂ /kg
原油	2.65 kg-CO ₂ /L
天然ガス液(NGL)	2.4 kg-CO ₂ /L
ガソリン	2.31 kg-CO ₂ /L
ナフサ	2.23 kg-CO ₂ /L
ジェット燃料	2.4 kg-CO ₂ /L
灯油	2.51 kg-CO ₂ /L
軽油	2.64 kg-CO ₂ /L
A 重油	2.77 kg-CO ₂ /L
B 重油	2.9 kg-CO ₂ /L
C 重油	2.96 kg-CO ₂ /L
潤滑油	2.9 kg-CO ₂ /L
石油コークス	3.3 kg-CO ₂ /kg

AVENUE での燃料消費量と二酸化炭素排出量の算出 (2004 年 2 月 23 日)

液化石油ガス(LPG)	3.02	kg-CO2/kg
液化天然ガス(LNG)	2.79	kg-CO2/kg
天然ガス(LNG を除く)	2.2	kg-CO2/m3
コークス炉ガス	0.854	kg-CO2/m3
高炉ガス	0.355	kg-CO2/m3
転炉ガス	0.937	kg-CO2/m3
製油所ガス	2.04	kg-CO2/m3
都市ガス	2.15	kg-CO2/m3
石油製品	3.2	kg-CO2/L
電気	一般電気事業者	0.357 kg-CO2/kWh
	その他電気供給者	0.602 kg-CO2/kWh
他人からの熱の供給	0.072	kg-CO2/MJ
一般廃棄物	2640	kg-CO2/t
産業廃棄物	廃油	2900 kg-CO2/t
	廃プラ	2600 kg-CO2/t