

安全運転の考え方とその教育法

九州産業大学情報科学部教授
九州大学名誉教授
松永 勝也
matsnaga@is.kyusan-u.ac.jp
<http://www.is.kyusan-u.ac.jp/~matsnaga/>

内 容

- 運転事故発生メカニズム
- 安全運転とはどのような運転か
- 安全運転と関わる要因
- 安全運転の教育法

資 料

交通事故防止の人間科学 第2版
松永勝也編著
ナカニシヤ出版
2006



安全運転の科学
牧下 寛著
九州大学出版会
2006



九州産業大学情報科学部

交通事故防止の研究を行っている研究室と研究内容



<http://mglab1.is.kyusan-u.ac.jp/KmPortable/welcome>

事故発生への寄与率

	Treat (米国)	Mittenecker (ドイツ)	科警研 (日本)
人要因	92.6%	81.8%	84.8%
道路要因	33.8%		
自動車要因	12.6%		

事故防止に関わる人の要因

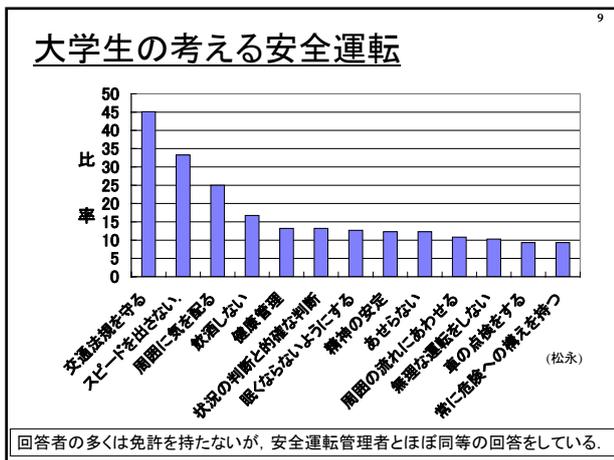
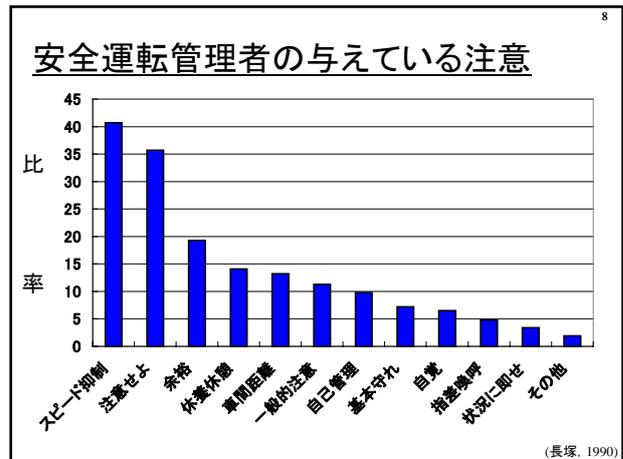
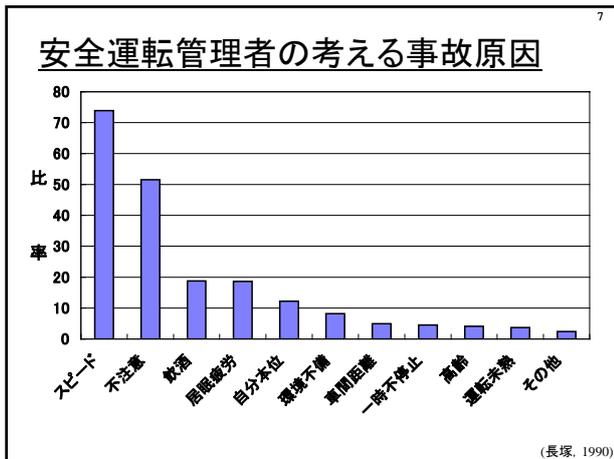
- 1) 自動車を安全に運転できる能力の高いこと。
- 2) 道路を安全に歩行できる能力の高いこと。

上記の改善:

- 1) 道路安全教育 (Education)
- 2) 安全な使用の強制 (Enforcement)

実行者:

行政関係者, 教育者, 研究者,
安全管理者, 雇用者

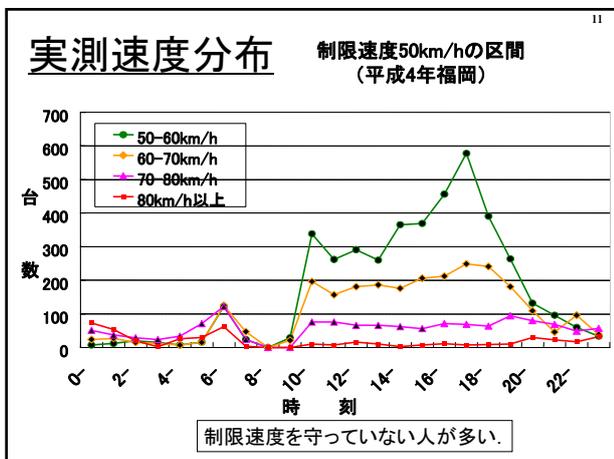


これまでの指導内容で 事故は防止できるか

これまでの指導内容:

- 道路交通法を守った運転.
- スピードを出さない運転.
- 注意した運転.
- 余裕をもった運転.

これらは実行されているか?



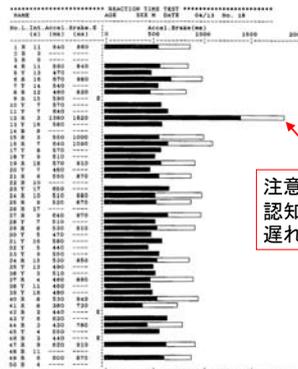
一時停止・安全確認の実行状況

- 一時停止挙動の調査結果
 - 完全に停止して安全の確認を行っている人: 約3-8%.
 - 一時停止線で停止している人: 1-2%.
- 意識調査の結果
 - 意識としては、すべての人が一時停止を行っている」と回答している。

常に注意した運転ができるか？

- 集中しているつもりでも
 気の付くのが遅れる場合がある.
- エラーはつきものである.

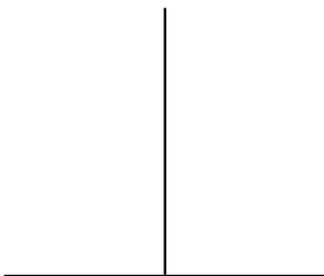
認知・反応時間測定例



注意しているつもりでも
 認知・反応の突発的に
 遅れる場合がある.

(松永ら)

垂直・水平線錯視



垂直線と水平線の物理的長さは等しいが、垂直線の方が長く見える。

現在の運転者教育の問題点

- 制限速度で走行している運転者は少ない.
- 一時停止し安全確認を行っている運転者は少ない.



これまでのような漠然とした指導では、
 運転事故防止は困難.

自動車事故とは...

○事故＝故意ではない操作により自動車、または、その対象に
 損害の生じた場合をいう.

○ほとんどの場合、
 衝突により損失が発生



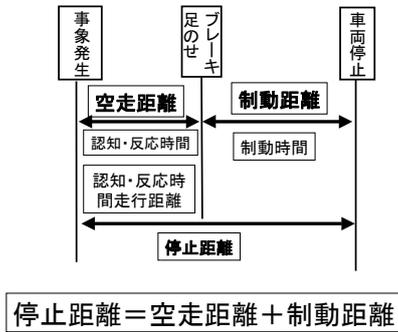
事故は衝突によって発生

進行方向空間距離(用語の定義)



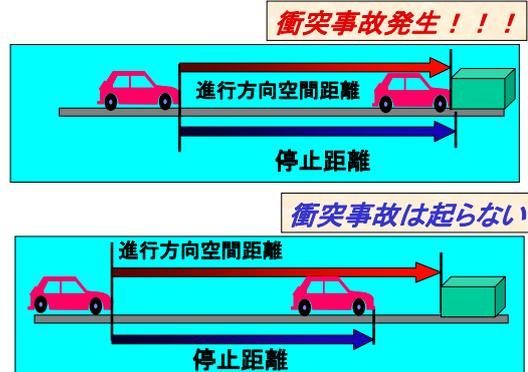
停止距離の定義

19



衝突発生条件と安全運転

20



衝突事故発生メカニズム

21

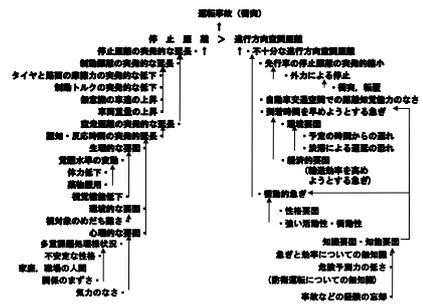
KM理論:

停止距離 > 進行方向空間距離



種々の衝突事故発生要因

22



衝突条件

23

停止距離 > 進行方向空間距離

突発的延長

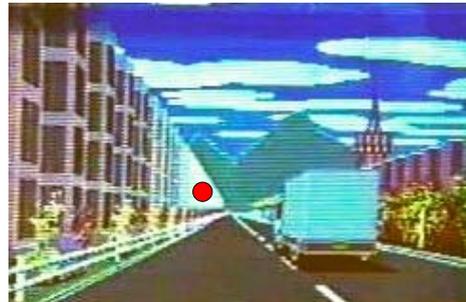
- 空走距離
 - 速度 × 認知・反応時間
 - ・高い速度
 - ・認知・反応時間の遅れ
- 制動距離
 - 速度² ÷ 制動力
 - ・高い速度
 - ・制動力の低下

短縮傾向

- 衝動的な先急ぎ
- 到着時間短縮のための先急ぎ

認知・反応時間検査

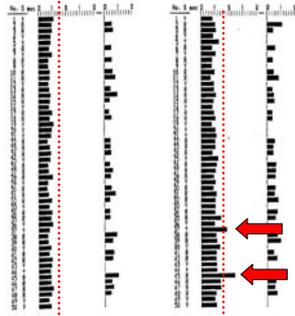
24



認知・反応時間の変動

- ・左側のバーは、アクセルから足を離すまでの時間。
- ・右側のバーは、アクセルからブレーキへの踏み換え時間。

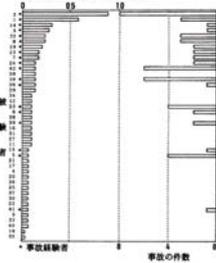
- ・左側: 無事故者
認知・反応時間が比較的そろっている。
- ・右側: 事故経験者
認知・反応時間がばらついている。



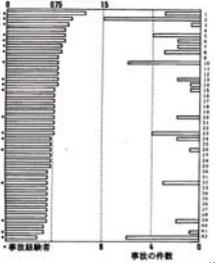
(松永ら)

認知・反応時間の変動と事故件数

標準偏差(ばらつき)



平均値



(松永ら)

運転事故経験者は、認知・反応時間のばらつきが大きい。

停止距離の1突発的延長要因

空走距離の突発的な延長



認知・反応時間の突発的な遅延によって発生。

認知・反応時間の突発的延長要因

- ・生理的要因
- ・環境的要因
- ・心理的要因

生理的要因 (認知・反応時間の突発的な延長の要因)

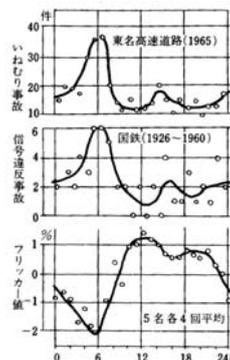
- ・覚醒水準の突発的低下



- ・覚醒水準の変動

- 覚醒水準の変動大
- 体力低下(病気・疲労状態・睡眠不足)
- 薬物・アルコール服・飲用
- 視覚機能低下

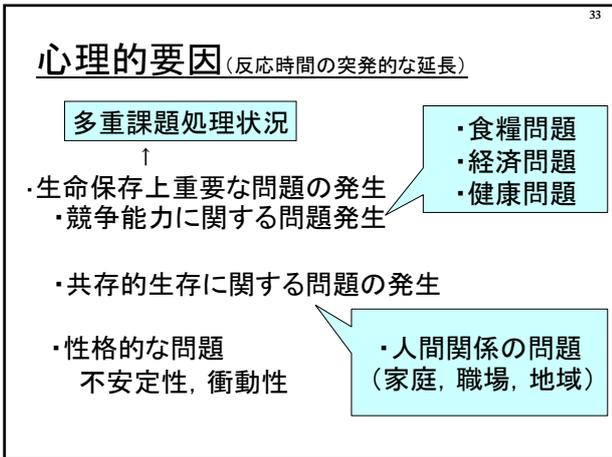
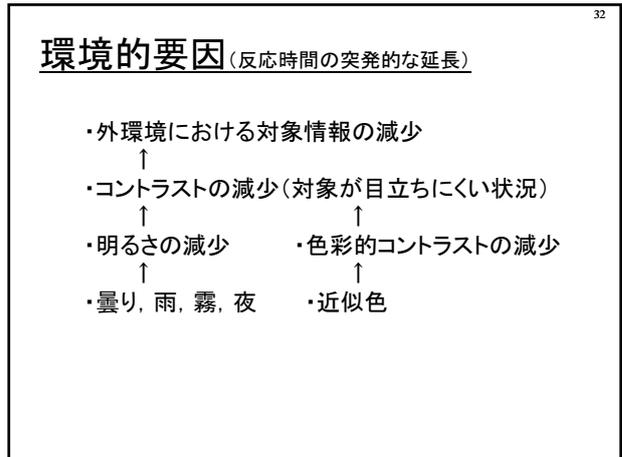
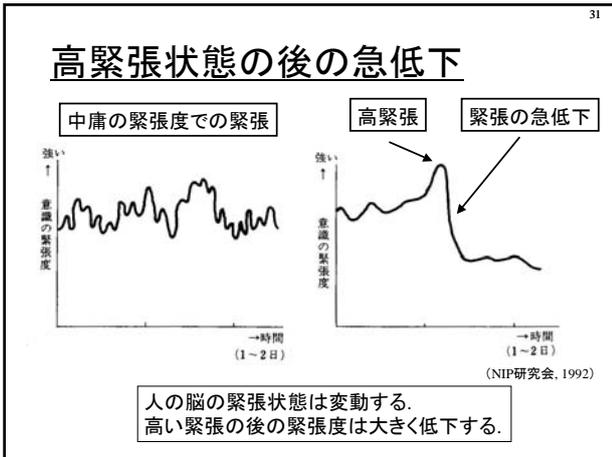
フリッカー値の変動と事故



覚醒水準の低下している深夜や早朝には、信号の見落としや居眠り事故が多い。

フリッカー値の低下は覚醒水準低下を意味する。

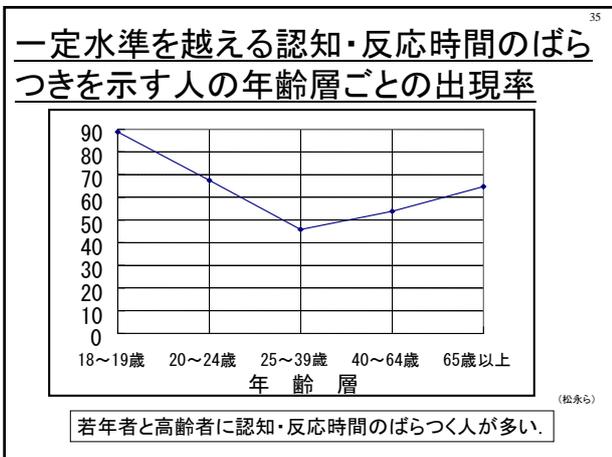
(NIP研究会, 1992)



34

空走距離の問題 (認知・反応時間の問題)

- ・運転者は認知・反応時間の遅れることがあることをほとんど自覚しない。
- ・普段は遅れること自体に気づかない。
例外: 時折体験するハッとした瞬間。



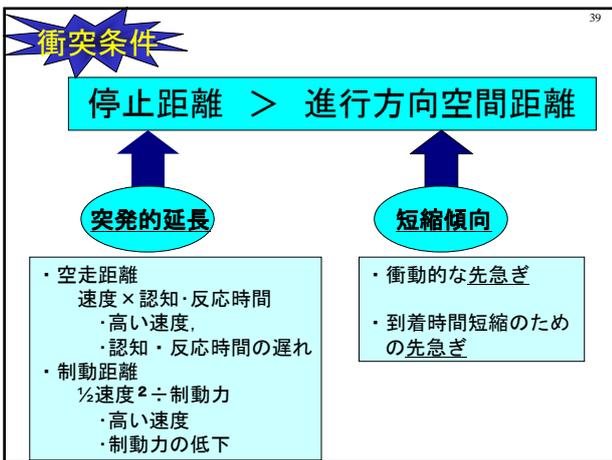
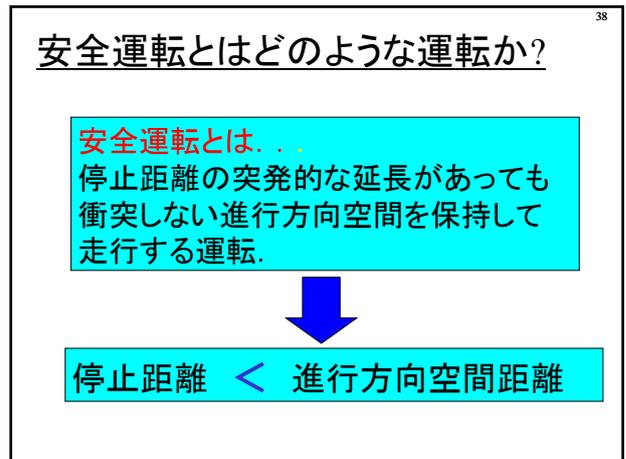
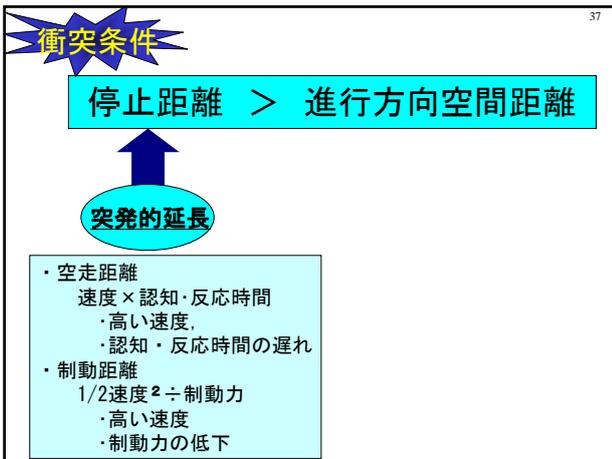
36

制動距離の突発的延長要因

$$\text{制動距離} = \frac{mv^2}{2f}$$

ただし,
m = 車両重量(質量)、v = 速度、f = 制動力

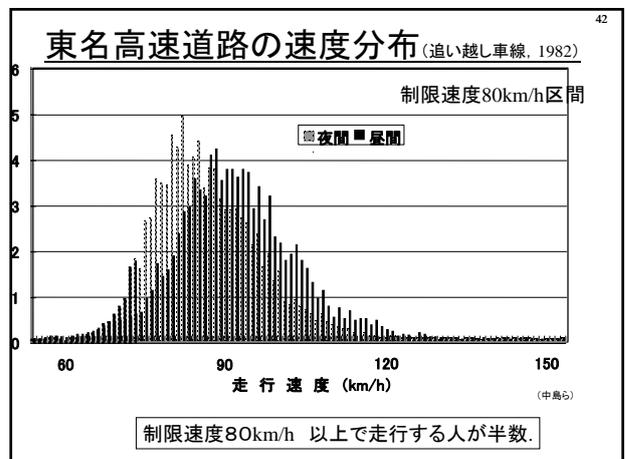
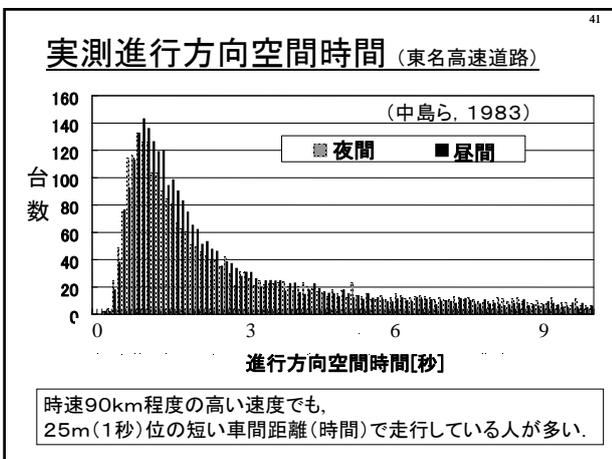
- 無意識的車速の上昇
- 無意識的車両重量の増加
- 制動装置の突発的な機能低下
- タイヤと路面の摩擦力の突発的な減少



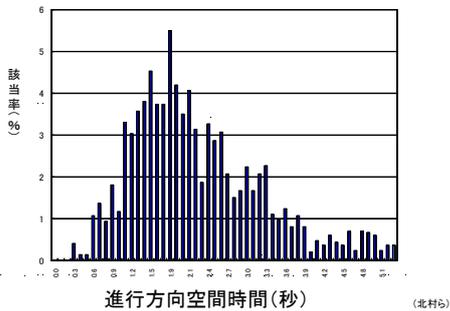
40

十分な進行方向空間の保持法

- ・見通しの良いところであれば、停止距離以上の進行方向空間となるように走行。
- ・見通しのよくないところ(交差点)では、完全に停止した状態で確認し、相手車両の停止距離以上の空間を確保し、発進。

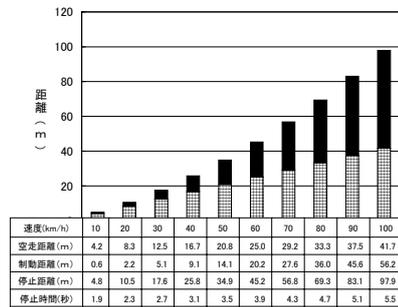


実測進行方向空間(車間)時間 (国道3号:佐賀県内)



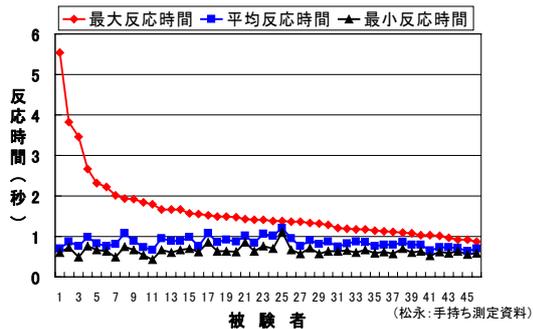
一般道路では2秒の進行方向空間(車間)時間で安全と思っている人が多いが、現実には、衝突可能性のある車間距離(時間)である。

停止距離(乾燥路面の場合)



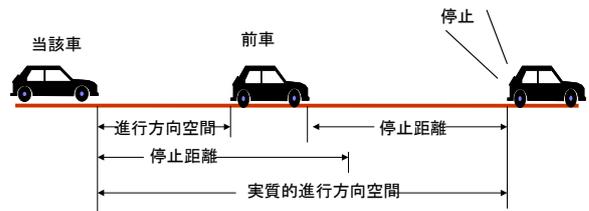
(運転者の認知・反応時間: 1.5秒, 摩擦係数: 0.7として)

認知・反応時間の変動と個人差



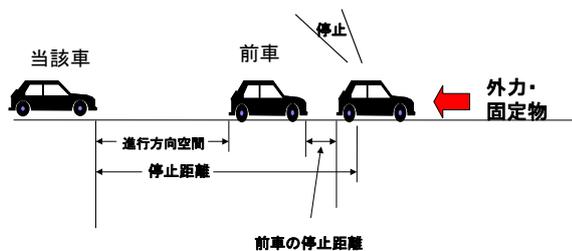
認知・反応の大きく遅れる人が少なからず認められる。

進行方向空間が停止距離より短くても衝突が発生しない理由



前車が普通に停止し、かつ、当該車と前車の停止距離にあまり差がなければ、1秒程度の進行方向空間時間の保持でも衝突しない場合が多い。

前車の停止距離が異常に短くなると衝突が発生 (高速道路の多重衝突など)

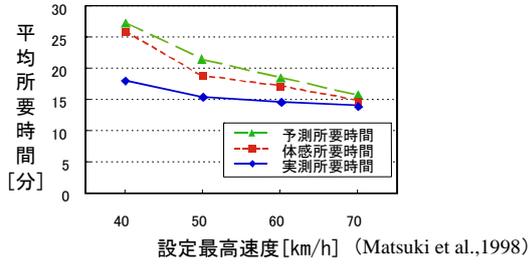


進行方向空間の突発的縮小要因

先急ぎ要因

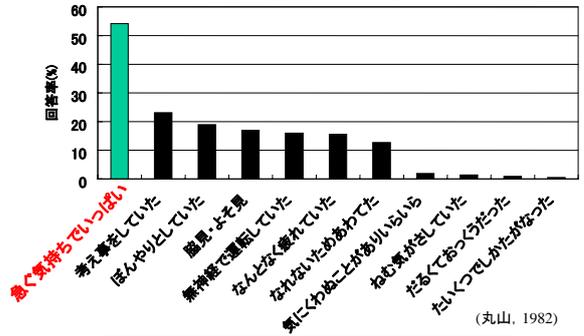
- 目的地への到着を早めるための先急ぎ:
 - ・ 予定の時間よりの運行の遅れ.
 - ・ 渋滞(以降の運行の遅れを心配).
 - ・ 輸送効率を高めようとする先急ぎ.
- 高い先急ぎ衝動による先急ぎ:
 - ・ 性格要因(高い活動性性格, 衝動性).
- 知識要因:
 - ・ 先急ぎ運転と移動効率についての無知識.
 - ・ 安全運転に関する無知識.

予測所要時間と実測所要時間の関係



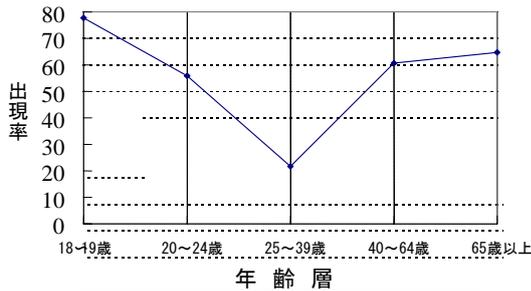
高い速度で走行するほど、目的地に早く着くと思っている人がほとんどであるが(黄緑線)、現実には、速度とは比例しない(青線)。

事故時の心理状態



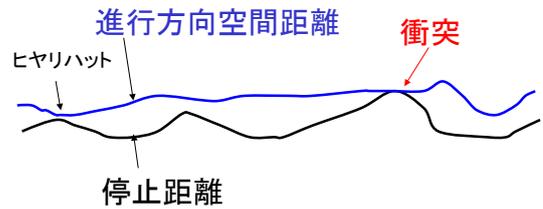
急いでいるときに事故を起こしている人が多い。

一定水準を越える先急ぎ度を示す人の年齢層ごとの出現率



若年者と高齢者に先急ぎ度の高い人が多い。

停止距離と進行方向空間距離の関係で事故(衝突)が発生



先急ぎ運転は得な運転か(得失比較)

	安全運転	急ぎ運転	差
所要時間	47時間53分	45時間5分	2時間48分
速度	57.6km/h	60.8km/h	3.2km/h
追越台数	534台	898台	364台
急制動回数	7回	184回	177回
燃料消費量	220ℓ	274ℓ	54ℓ
タイヤ磨耗	1mm	2mm	1mm

(スイスにおける実験。比較走行距離は2,782km)
(Cohenら, 1968)

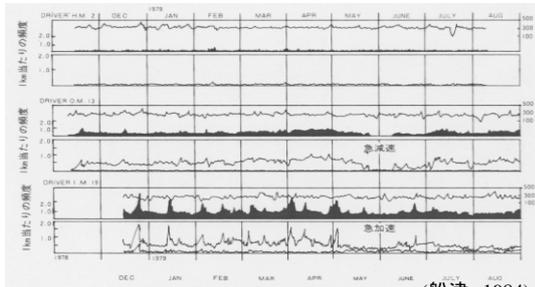
278kmの走行距離での得失推定

	安全運転	急ぎ運転	差
所要時間			16分48秒
追越台数	11台	18台	6台
急制動回数	0回	18回	18回
燃料消費量	22ℓ	27ℓ	5ℓ

(Cohenら, 1968)

- 急ぎの運転を行っても、期待するほど到着時間は早くならない。
- 急ぎの運転を行うと、失うものもある(事故可能性:高, 燃料消費:多)。

走行状態と走行距離(タクシー運転者の例)



(船津, 1984)

急がない運転者の方の稼働距離が長い(収入が多い).

先急ぎ運転時の身体負担

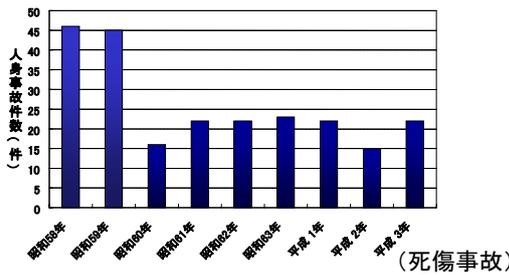
状況(名神高速道路)	時速	血圧変動
並んで徐行するトラックと小型車のために追越できずいらする	100	+50 (120→170)
左から接近した車との接触を避けるために右側のグリーンベルトに乗り上げそうになる	85	+43 (142→185)
追い越し路線に出たとき前方車も右に出る	90	+40 (180→220)
信号待ちでいらする	0	+30 (130→160)

(万井,1967)

先急ぎ運転は, 身体に対する負担(疲労)が大きくなる.

60km/h以下走行規制後の事故件数

(北九州市 T タクシー)



60km/h以下走行規制後の昭和60年以降は, 事故が半減している.

収入, その他の変化

- ・疲労による欠勤が減少
- ・病気による休職が減少
- ・疲労が減少することによる走行距離の増大

稼働率の増大

以前より20%ほど収入が増加

認知・反応時間のばらつきと先急ぎ度の測定法(動作型)

KM式安全運転助言検査(動作型)

- ・認知・反応時間検査
- ・タイミング検査

認知・反応時間検査



アクセルを踏み続ける



青信号表示

アクセルを踏み続ける.



黄信号表示

アクセルをはなす.



赤信号表示

アクセルをはなし, プレーキを踏みかえる.

(松永)

焦燥性を認識させる方法

タイミング検査

時間の流れ

ボール移動 → 壁に隠れる → 反対側から出る

ボタンを押す → 計時開始

ボールが出てくると思われるときにボタンを押す → 計時終了

KM検査

認知反応時間 (グラフ) → タイミング検査 (グラフ, 数値)

評価 → 認知反応時間 (数値)

アドバイス

推定停止距離

携帯電話での簡易検査: <http://its.is.kyusan-u.ac.jp/test/>

飲酒運転

- 飲酒状態では
 - 認知・反応の突発的な遅れが発生する。
 - 先急ぎ度が高くなる。

(ほとんどが事故を起こしやすい状況での走行となる)

- ところが、事故を起こさないかぎりふつうに運転できていると思っている人が多い (飲酒運転を繰り返す要因)。

飲酒時の挙動1

試験項目	1		2		3		4		5	
	飲酒前	飲酒後								
黄色反応時間の最大値(秒)	0.84	1.02	0.84	1.02	0.84	1.02	0.84	1.02	0.84	1.02
赤色反応時間の最大値(秒)	0.74	0.84	0.74	0.84	0.74	0.84	0.74	0.84	0.74	0.84
ブルー反応時間の最大値(秒)	1.1	1.4	1.1	1.4	1.1	1.4	1.1	1.4	1.1	1.4
黄色反応時間の標準偏差(秒)	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04
運動時間最大反応時間(秒)	1.13	1.5	1.13	1.5	1.13	1.5	1.13	1.5	1.13	1.5
運動時間最大反応時間標準偏差(秒)	0.15	0.08	0.15	0.08	0.15	0.08	0.15	0.08	0.15	0.08
平均速度(家車)(km/h)	67	67	54	65	58	66	63	64	64	48
平均速度(家車)(km/h)	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
最高速度(家車)(km/h)	33	29	37	23	38	31	42	23	34	25
最高速度(家車)(km/h)	47	38	31	58	3.6	—	—	—	—	—

(松永,2008)

すべての被験者において、飲酒状態では事故を起こしやすい生理・心理状態となっている。

飲酒時の挙動2

試験項目	5		6		7		8		9		10	
	飲酒前	飲酒後										
黄色反応時間の最大値(秒)	1.14	1.02	0.92	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.92	0.92	0.92	1.15
赤色反応時間の最大値(秒)	0.72	0.8	0.73	0.81	0.81	0.78	0.78	0.78	0.72	0.72	0.72	0.91
ブルー反応時間の最大値(秒)	1.14	1.51	1.08	1.48	1.5	1.38	1.9	1.55	1.09	1.09	1.09	1.3
黄色反応時間の標準偏差(秒)	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.11	0.08	0.11	0.08	0.11	0.08	0.11
運動時間最大反応時間(秒)	1.43	1.88	1.74	2.14	1.8	1.65	2.63	1.83	1.38	1.38	1.38	2.6
運動時間最大反応時間標準偏差(秒)	0.18	0.09	0.21	0.11	0.13	0.14	0.33	0.14	0.19	0.19	0.19	0.6
最大速度(家車)(km/h)	53	—	50	63	58	51	54	51	60	60	48	—
平均速度(家車)(km/h)	45	—	45	44	38	45	41	43	43	43	43	—
最高速度(家車)(km/h)	39	—	35	38	25	35	29	29	22	22	22	—
最高速度(家車)(km/h)	2.4	—	1.7	5.8	3.1	5.3	3.3	3.6	3.4	3.4	3.1	—

(松永,2008)

すべての被験者において、飲酒状態では事故を起こしやすい生理・心理状態となっている。

飲酒時の挙動3

(大分県警,2007)

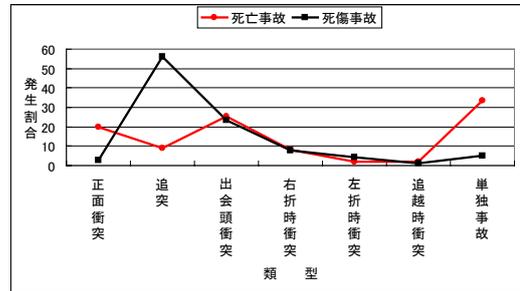
被験者	飲酒	助視力	視野	停止距離	回避/逸脱	速度	制動	その他
A	非	0.1	166	22m/58km/h	適/無	—	—	—
0.15	飲酒	0.2	170	16.9m/49km/h	適/無	高い	遅れ/弱	右寄り
B	非	0.8	175	17.6/56km/h	適/無	—	—	—
0.17	飲酒	0.8	172	22.3m/59km/h	適/無	高い	遅れ	大回り
C	非	0.5	197	13.7m/50km/h	適/無	—	—	—
0.2	飲酒	0.4	197	14m/49km/h	適/無	—	—	見通し
D	非	0.9	205	15.4/54km/h	適/無	—	—	—
0.27	飲酒	0.5	190	16.6m/50km/h	適/無	高い	遅れ	—
E	非	0.7	183	13.5m/50km/h	適/無	—	—	—
0.41	飲酒	0.3	183	18.6m/55km/h	否/有	高い	遅れ	集り、高速
F	非	0.2	163	16.8m/55km/h	適/無	—	—	—
0.47	飲酒	0.5	147	20.4m/50km/h	否/有	高い	遅れ	集り、高速
G	非	0.5	175	21m/60km/h	適/無	—	—	—
0.54	飲酒	0.1	160	19.7m/50km/h	否/有	高い	遅れ	内輪差無視
H	非	0.4	157	14.3m/50km/h	適/無	—	—	—
0.63	飲酒	0.4	156	14.6m/54km/h	否/有	—	遅れ/弱	右寄り

飲酒の影響があっているにもかかわらず、回避に失敗した人や走路を逸脱した人以外は普通に運転できたと認識している。

安全運転の教育・訓練法

67

死傷事故と死亡事故の事故類型



H17年

(人との衝突を除く)

68

追突事故を防止するには

下記の条件を満たした運転が必要

停止距離 < 進行方向空間距離
(車間距離)

69

これまでの安全車間距離の説明

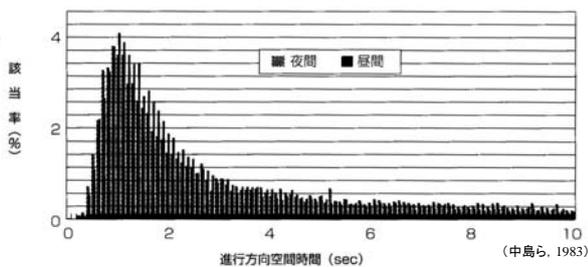
(交通の教則より)

停止距離を考えて、危険が発生した場合でも、安全に停止できるような速度で運転しましょう。

天候、路面やタイヤの状態、荷物の重さなどを考えに入れ、前の車が急に止まっても、これに追突しないような安全な車間距離をとらなければなりません。

70

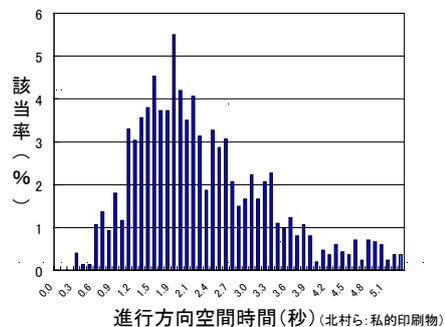
実測進行方向空間距離(東名高速道路)



時速90km程度の高い速度でも、25m(1秒)位の短い車間距離(時間)で走行している人が多い。

71

実測進行方向空間時間(国道3号:佐賀県内)



一般道路では2秒の進行方向空間(車間)時間で安全と思っている人が多いが、現実には、衝突可能性のある距離(時間)である。

72

これまでの考え方の問題点

- 先行車と後続車の停止距離が等しいと仮定しての車間距離保持量の指導.
- 車間距離が大きいと覚醒水準が低下し、遅れ時間が大きくなるとの考えもあつての指導.

自動車運転事故防止法(松永)

ほとんどの自動車事故は衝突である.

衝突する対象がなければ、自動車事故は発生しない.

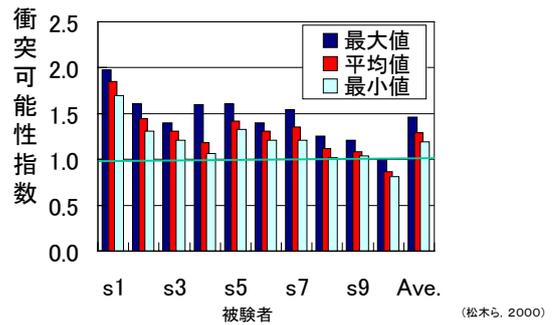
衝突しないだけの車間距離を保てばよい.

先行車の停止距離決定に関わる問題点

種々の要因により、各車の停止距離は大きく異なる.

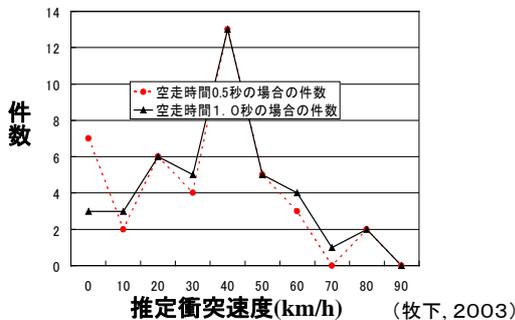
- 運転者の認知・反応時間
- 制動条件
- 路上の工作物に衝突
- 玉突き事故
- 横転

実測データにおける追突可能性



現状の進行方向空間距離では、ほとんどが衝突の可能性有り.

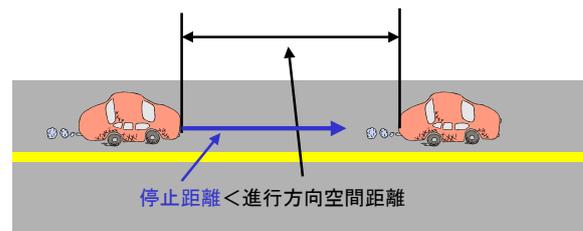
空走時間0.5秒と1.0秒の場合の衝突速度



認知・反応時間を0.5秒早めても追突を回避できる車両はごく少数.

安全な進行方向空間距離(車間距離)

前の車が急停止しても衝突しないだけの進行方向空間距離(車間距離)



79

自転車の場合

停止距離(時間) < 進行方向空間距離(時間)

80

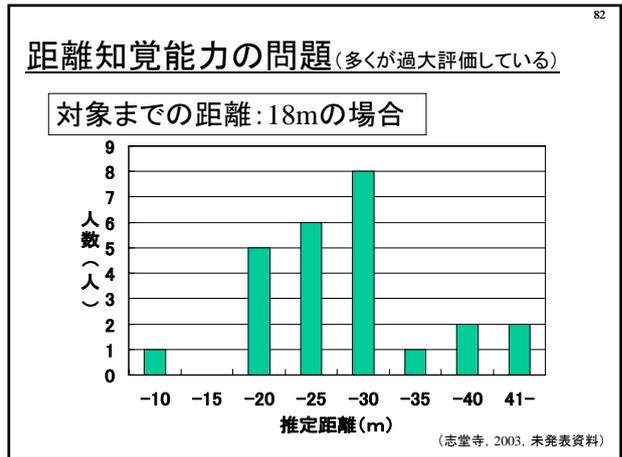
駐車車両の影に子供がいる場合

停止距離(時間) < 進行方向空間距離(時間)

81

交差点の場合

停止距離(時間) < 進行方向空間距離(時間)



83

空間の大きさを時間で測る

前車の走行位置に到達するまでの時間を計測.

(写真: 松永)

84

追突事故を防止するには

停止距離(停止時間)以上の車間距離(車間時間: 約4秒以上)を保持しての走行習慣が重要.

ヒヤットすることがあれば,
さらに大きな車間距離を保持しての走行が必要.

出合頭の衝突事故を防止するには

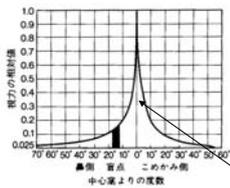
信号のない交差点では、
停止した状態での安全確認が必要。

一時停止の実施状況と意識

- ・ 路上観察によると：
完全に停止して安全確認を行っている人は約3-8%（小森ら，1996）。
- ・ 意識調査では：
一時停止をしていなくても、一時停止を行っているとは回答する（志堂寺ら，1998）。

徐行状態での安全確認は困難

- ・ 安全確認には視野の中心部で対象を捉える必要有り。
- ・ 安全確認に必要な時間：約1秒以上。



中心視でのみ、
物体の認識が可能。

出会い頭衝突を防止するには

- 1) 完全に停止した状態での安全確認が重要。
- 2) その習慣形成が重要
習慣形成できていなければ、
実行できない場合が多くなる。

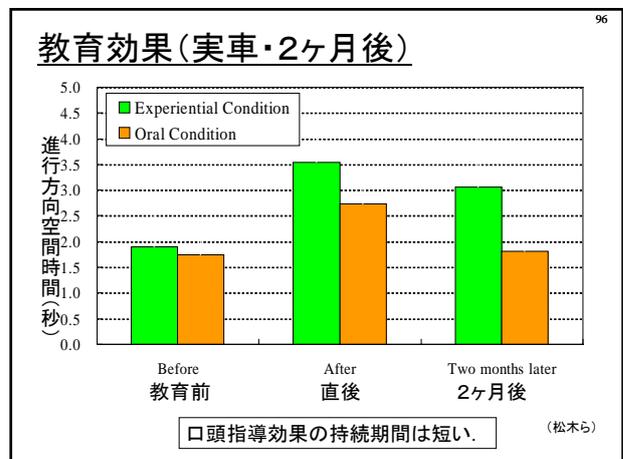
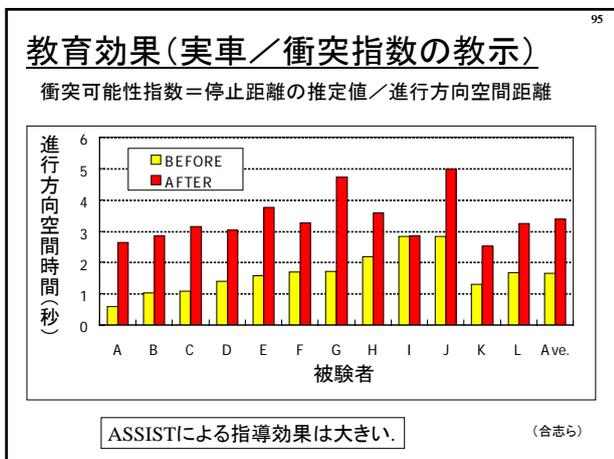
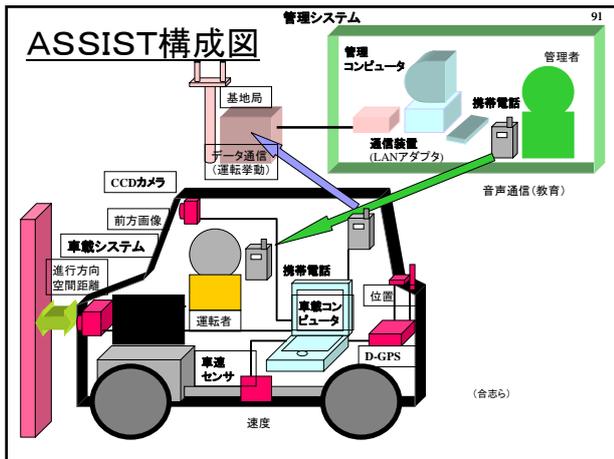
安全運転の教育・評価・管理法

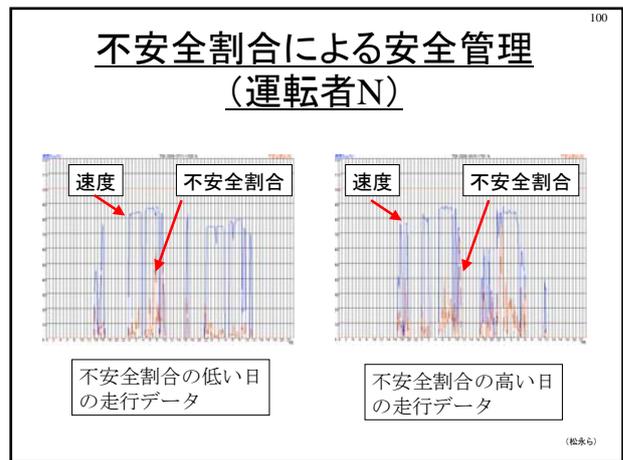
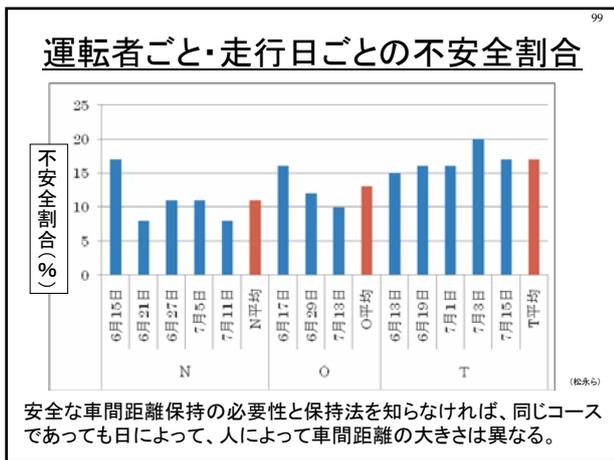
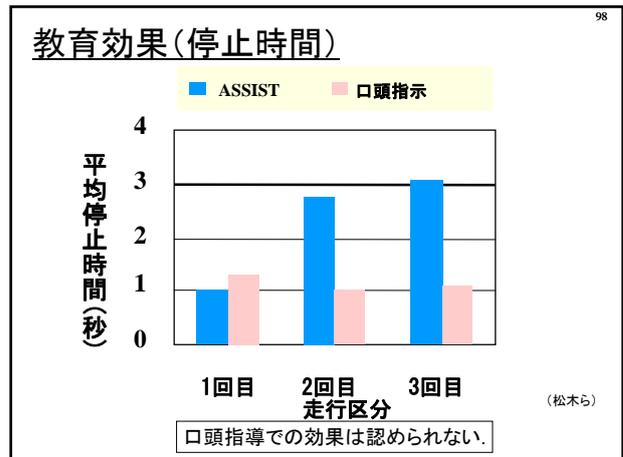
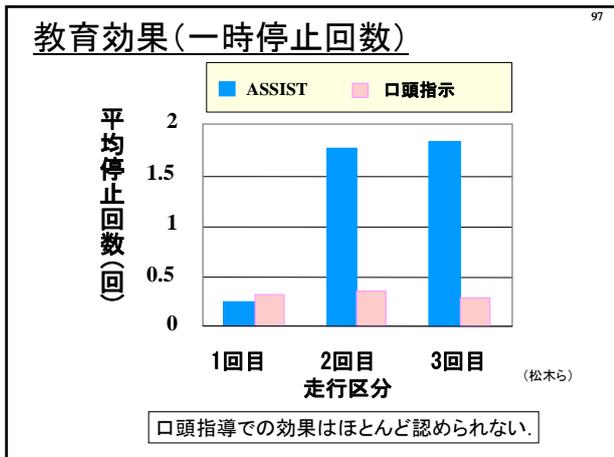
- ・ 一時停止教育用運転シミュレータ
- ・ 安全運転管理教育システム (ASSIST)

危険運転を管理する方法

安全運転管理教育システム (ASSIST)

- ・ 事故防止には、事故を起こしそうな挙動をおこなったときに、即座に指導することがもっとも効果的である。



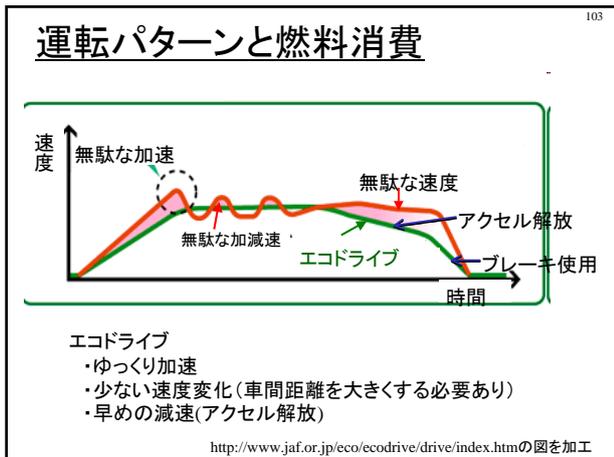


発進時・車線変更時の事故防止法

防止法: 発進(前進・後退)操作・車線変更操作前に安全確認を行う習慣の形成が必要。

現 状: 運転時には、アクセルペダル操作、ハンドル操作は必ず行い、また、その頻度が高いので、それらの操作を素早く行いうるよう(反射的に実行可能)になっている。このために、現状では、発進操作やハンドル操作をしながらの安全確認となっている場合が多い。これでは、気がついても衝突を回避できない場合が生じる。

- ### 安全運転はエコドライブをもたらす
1. 不要なアイドリングをやめる。
 2. タイヤの空気圧を適正にする。
 3. 不要な荷物を降ろす。
 4. 急発進、急加速をやめる。
 5. 車間距離を大きく(速度変化を少なくするために)。
 6. エンジンブレーキを積極的に使う。
 7. 駐車場所はよく考えて
 8. 夏のカーエアコンの設定は高めにする。
 9. 暖機運転を極力少なくする(暖気運転は不要)。
 10. 経路を事前に調べ、最短距離での走行をする。
- 参考: (財)省エネルギーセンター・JAF



104 ドライビングシミュレータ教育

- ・ 体験学習が効果的である。
- ・ 実車にて体験させることには限界がある。
危険回避
非効率的

↓

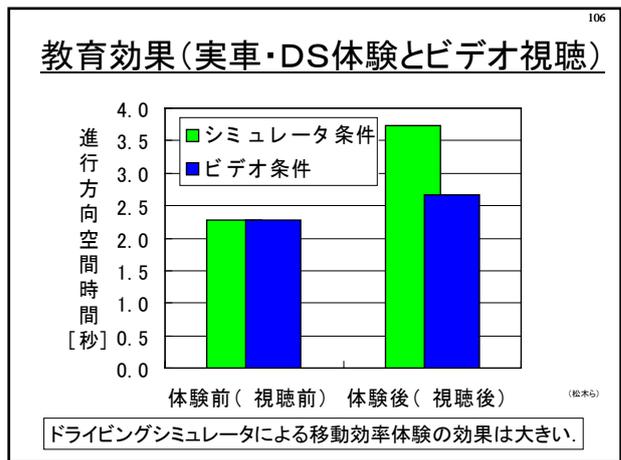
ドライビングシミュレータによる教育

- ・ 一時停止教育
- ・ 先急ぎ抑制

105 移動効率体験型ドライビングシミュレータ

実在の道路をモデルとしており、移動効率を一致させるために、その道路にある信号機の位置、動作を再現した。

(松本ら)



107 一時停止の仕方のドライビングシミュレータ(DS)による教育の必要性

- ・ 一時停止箇所では一時停止する運転者は、数%程度である。
- ・ ほとんどの運転者は一時停止箇所では一時停止していると回答する。
- ・ 実際の挙動と意識にズレがあり、このような運転者に対して一時停止に関する講義をおこなっても教育効果は期待できない。

108 一時停止訓練用DS構成図

ドライビングシミュレータによる一時停止教育の効果は大きい。

(梅崎ら)

まとめ(1)

衝突は下記の関係で発生する。

停止距離 < 進行方向空間距離

- ・人は停止距離の突発的な延長要因を持つ。
- ・人には強い先急ぎの衝動特性があり、進行方向の空間(車間距離)は短くなりがち。

まとめ(2)

- **安全運転**: 停止距離が突発的に延長しても衝突しない進行方向空間距離(十分な車間距離)を保持しての走行。見通しがよくないところでは、一時停止しての安全確認の習慣形成が必要
- 先急ぎ運転をしても期待するほどの時間短縮はできないことを理解させることが安全教育の基礎。
- 急がない運転が自動車社会では得であることが理解できれば、積極的に安全運転を実行するようになる。

ご静聴有り難うございました