

## 特定事故の研究

## 国際交通安全学会106プロジェクトチーム\*

自動車の事故は、一瞬にして終わってしまう。通常、ドライバー、目撃者等による証言はあまり正確ではないので、事故現場の物的証拠をもとに、出来るだけ忠実に再現する事を試みた。その結果、比較的簡単な力学的法則、模型実験等の手段を併用して、工学的な再現はある程度可能であるが、こと人間の問題となると、適性、生理的要因、心理的要因、動機づけ等まさにブラックボックスである。共通のルールを守る安全教育、さけられないミスカバーするBack upシステムの研究が今後とも重要と思われる。

## A Case Study of Traffic Accident

## IATSS 106 PROJECT TEAM\*

Traffic accidents end in a matter of seconds. Since the testimonial accounts by the drivers and eye-witnesses are usually not very accurate, material evidence at the site of an accident was used to re-construct as accurately as possible what actually happened. The technological reconstruction, using a combination of relatively simple principles of dynamics, model tests and the like, was possible to a degree, but the human aspects—such as aptitude, physiological factors, psychological factors, motivation, etc.—remained literally in the black box. This makes traffic safety education for observation of the common rules and a back-up system which would overcome inevitable mistakes important subjects for continued study.

## 1. はじめに

事故の要因は、人—車—環境のからみ合いと一口にいわれるが、その複雑さのために、必ずしも明らかではない。従って適確なる事故現場の把握から始めて、広範囲にわたる社会システムへのフィードバック、及び評価の積重ねが重要と考えられる。数回にわたる討議の結果、第一ステップとして「事故の実態を把握すること」を主たる目標として、出来

\*メンバーは以下の通りである。

池田義雄 (株)本田技術研究所主任研究員

Yoshio IKEDA Chief Engineer, Wako R&D Center,  
Honda R&D Co., Ltd.

江守一郎 成蹊大学教授(機械工学)

Richard I. EMORI Professor, Seikei Univ.

大場義夫 東京大学教授(健康教育学)

Yoshio OBA Professor, Univ. of Tokyo

岡部冬彦 漫画家

Fuyuhiko OKABE Cartoonist

陀間晋平 国立特殊教育総合研究所教育工学研究室長(教育工学)

Shimpei TAKUMA Section Chief, Department of Educational Technology, The National Institute for Special Education

中島源雄 (株)本田技術研究所次席研究員

Motoo NAKAJIMA Executive Chief Engineer, Wako R&D Center, Honda R&D Co., Ltd.

堀内 数 北海道工業大学教授(機械工学)

Kazu HORIUCHI Professor, Hokkaido Institute of Technology

なお本報告は池田が執筆した。

原稿受理 昭和52年9月30日

るだけ〔人—車—環境〕の一貫した調査が出来るように以下のような目標を設定し、これをAID(Accident Investigation Drill)Project と名づけた。

## AID Project の目標

1. 事故の実態を見る。
2. 事故発生前後の過程を知るために再現してみる。
  - 1) 事故現場の計測、及び状況調査。
  - 2) 道路環境、交通流の調査。
  - 3) 事故当事者の事前・事後の行動調査及び心理的調査。
3. 当該事故に関する問題点の抽出及び考察。

## 2. 調査活動

協議の結果、過去の事故解析調査の実績を考慮し、北海道警察のご協力をいただき、札幌市内を対象とすることに決定した。活動状況についてはTable 1の通りである。現場計測の手段として、安全であること、交通流の妨げにならないこと、小人数でということ等を考慮して、レンジファインダーの試用を試みた。なお解析は第3のケースのみについて行なった。



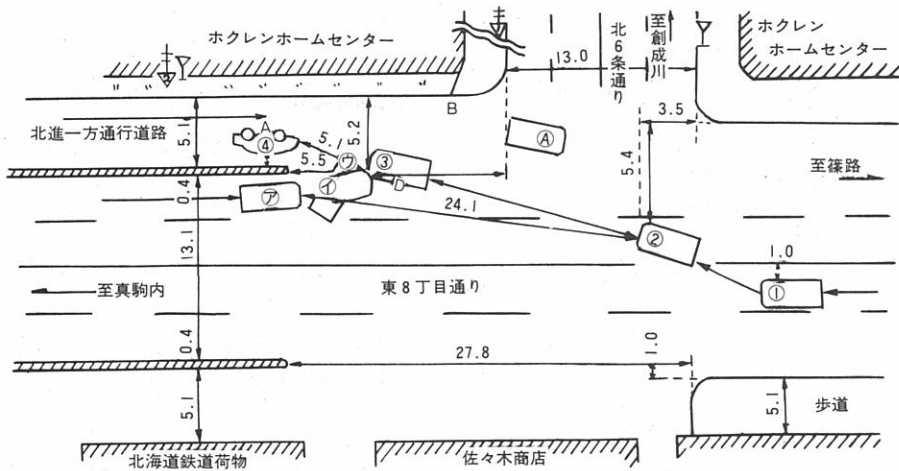
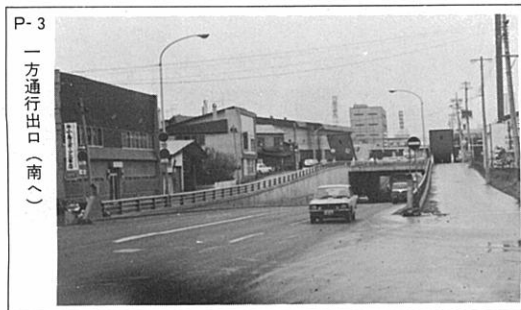
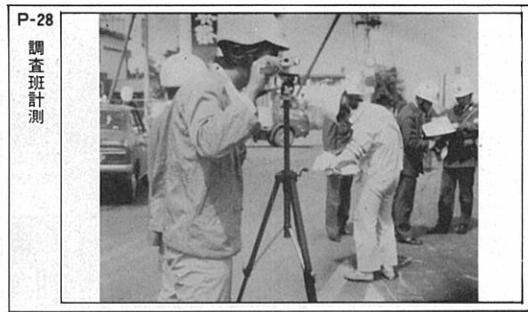
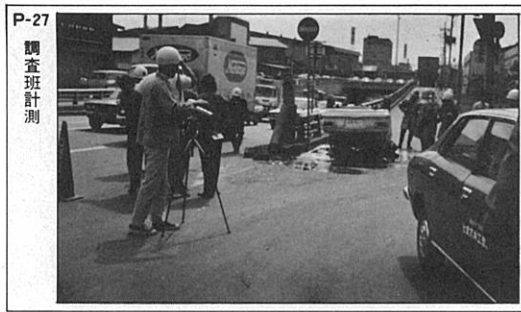


Fig. 1 現場見取図  
Sketch showing how the accident occurred





### 注記

#### 1. 道路状況

事故の発生は、札幌市内を南北に走っている3本の主要線のひとつである東八丁目通り(4車線)と北六条通り(4車線)がクロスする見通しのよい交差点で視界は良好であった(P.1)。東八丁目通りは、この付近から南へ勾配4~5%程の下り坂となり、150m位先で陸橋(国鉄)をくぐり国道につながる。この両側に、右が出口、左が入口の一方通行路が、4~5%の上り勾配で陸橋につながっている。これらはそれぞれ分離柵で区別されているが、柵の始端はコンクリートブロックで、交差点の南側15m位の点に位置している(P.2、3、8)。

信号機はなく、北六条通りは(一時停止、左折)、一方通行出口は(一時停止、直進、左折)、東八丁目通り北進方向は(直進、左折)の標識がそれぞれ出されている。規制速度は40km/hである。なお当該地点での事故は年間を通じて比較的少ないということであった。

#### 2. 事故の概況

今後は1当をA、2当をB、第3者をCとする。Bによると、Fig. 1のように、B(㉞)が当該交差点で左折すべく、東八丁目通りを北進し、分離柵先端付近に達した時、一方通行出口より、C(㉠)が北進すべく、Bのレーンに入ろうとしていることを認め、衝突地点と思われる位置に一時停止をしたのであるが、この時、右前方にA(㉠、㉡、㉢)がセンターラインを越えてくるのが見えたので、追突をおそれて反射的に後を見、更に前を見たところ、Aが5m位の所まで来ていたが、相互の関係位置から、当然避けてくれるものと信じたのであるが、そのままやられたということである。以後Bは回転し、㉡の状態で止まり、Aは左旋回をし、分離柵ブロックに激突、乗り上げ、転覆し、斜めに道路をふさぐような姿勢で停止したのであるが、Fig. 1のA(㉣)の位置及び姿勢(横転)は少し違っている。その後、転覆したA車の柵側からAが、反対側から同乗者2名(男女)が脱出した模様である。その後、群衆の手により、A車の後部を押して、柵と平行に、Bも人手を借りて自転車を路肩まで移動している(P.4、Fig. 1、A、B地点)。

この直後に救急車、消防車が到着し、活動が開始されている。われわれ調査班が到着したのはこの時点である。A車のウインカーランプがなおも点滅を続けていたし、C点付近にはフロントガラスの破片、ウインド近くにあった花が中和剤の下から顔をのぞかせていた(P.5)。またC、D間にはタイヤスキッドマーク(P.6)、及びウインカーレンズ(P.7)の散乱がみられた。

両車とも全体としてはあまり大きな変形はなく、共に左前部が最大の破損箇所である。室内の人体との接触状態は不明であった。A車は1次衝突から落下まで3回にわたる衝撃を受けているけれども、ドアは4枚とも正常に働いて、乗員はすべてドアから脱出出来たようである(A車P.9~18、B車P.19~24)。なお、Aの同乗者は逃走し、Aも救急治療を受けていない。

#### 4. 事故の再現

##### (1) 車の諸元及び三面図

事故の解析に必要な車の諸元、三面図を以下に示す。大きさ、重量ともほぼ同じと考えてよい。

Table 7

		第1当事者(A)	第2当事者(B)
型 式		日産サニー1200セダン(B110)	スバルレオーネ1200セダン(A-25)
年 式		S-44	S-50
全 長		3,830m	3,995m
全 幅		1,470m	1,500m
全 高		1,390m	1,385m
ホイールベース		2,300m	2,445m
トレッド 前		1,240m	1,275m
トレッド 後		1,245m	1,220m
車 輛 重 量		670kg	810kg
慣 性 能 率		149kg-m-sec <sup>2</sup>	180kg-m-sec <sup>2</sup>

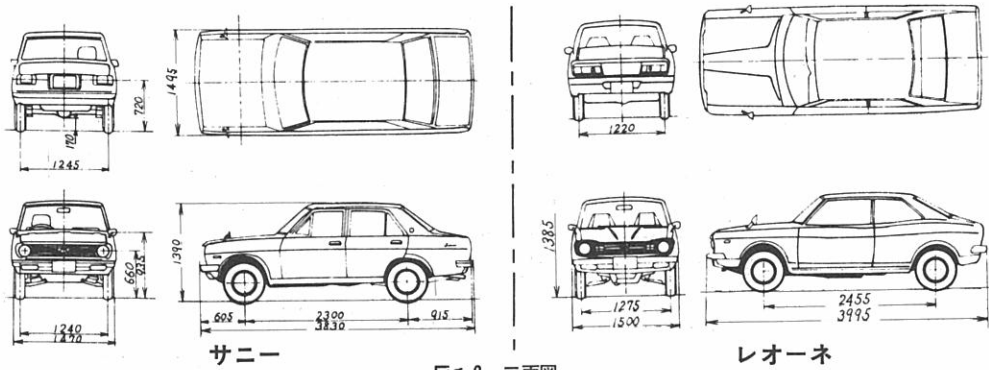


Fig. 2 三面図  
Sketches of the cars A and B

(2) 事故の再現

衝突後の車の姿勢、相互の位置は、衝突速度及び方向を推定するための重要な手がかりとなるが、通常調査前に移動されているので注意深く調べる必要がある。

1) B車の衝突後の動き

B車はP.21からわかるように、左前部200~300mm幅にかなりの食い込みがみられ、フロントフレームまで曲りを生じている。この点に作用する衝撃力がB車の重心を通るとすれば、B車は回転を生じないはずであり、重心をはずれていれば、重心回りの回転と力の方向への並進運動が同時に生ずるはずである。Fig. 1によれば明らかに回転を生じている。とすると、衝突地点が問題となるが、計測しておいたスリップ痕 (Fig. 3) に縮尺模型を合わせて調べてみると、B車の前輪と一致しFig. 4のような効きをしたことがわかる。但しハの跡は無関係と思われる。B車の各時点での重心を結ぶとほぼ一直線上に

のり、この方向に衝撃力が働いたことがわかる (約14°)。従って、衝突地点は分離柵前縁より約7.5~8mの地点であったと思われる。また重心の移動距離は3~4m程度である。運動量の交換によって与えられたエネルギーはすべて、タイヤ・路面間で吸

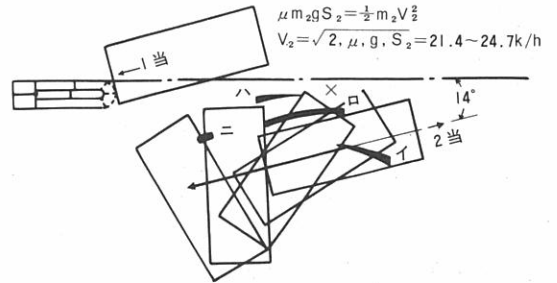


Fig. 4 A・B車の衝突後の動き  
Motion of the cars A and B after the impact

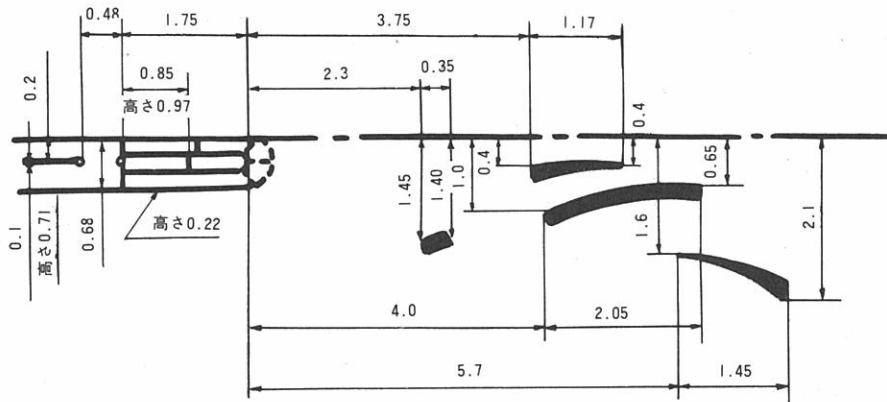


Fig. 3 スリップ痕  
Tire skid marks

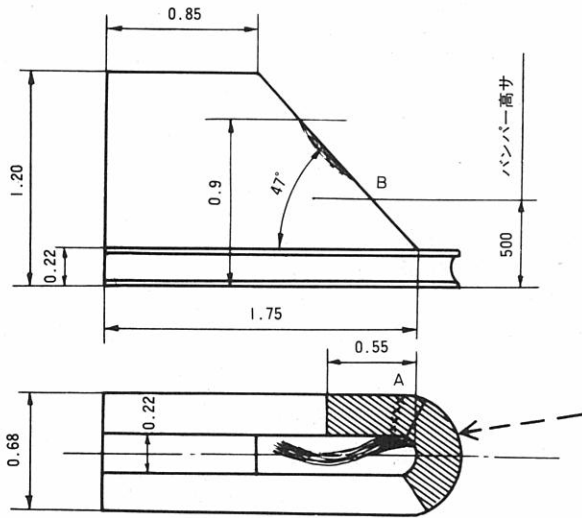


Fig. 5 分離柵  
Divider

取されるとすれば、B車の質量を $m_2$  <sup>kg</sup> 衝突直後の速度を $V_2$  m/sec、移動距離を $S_2$ 、タイヤ・路面間の摩擦係数を $\mu=0.6$ とすると、

$$\mu \cdot m_2 \cdot g \cdot S_2 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot V_2^2 \text{ の関係より}$$

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot S_2} = 5.9 \text{ m/sec (21.4 km/h)} \sim 6.9 \text{ m/sec (24.7 km/h)}$$

が求められ、20~25km/h程度の初速度を与えられたものと思われる。

2) A車の乗り上げ方向及び速度

分離柵ブロックの損傷状態はFig. 5、P. 8に示してある。A車の前部が1次衝突でどの程度変形しているかは不明であるが、車の構造から考えると、まず、バンパー部分が斜面に接触するであろう。バンパー下面の高さは約500mmであるのでFig. 5のB点に相当する。バンパーが左ウinker付近から折れ曲り、下面が左端まで黒く焼けている(P.10、12)こと、斜面のBより上の黒い痕跡から、これらは乗り上げ時のものと思われる。次に分離柵スカート部の破損は、何が当たったのであろうか。この部分の高さは約220mmである。一方A車のロアアームの地上高さは176mmであり、下面中央部にかなり強い当たり傷がある。特に前縁部はコーン状に凹んでいる。(P. 13) 以上の事から、まずバンパー、フロントエッジ部分が変形した後、ロアアームがスカート部に当たって破損させ、さらに斜面エッジに当たり、左サス系全体が後退し、フロアを破ったことになる。この状態を描いてみると、Fig. 6、7、8の様になり衝突の角度は約10°前後になる。

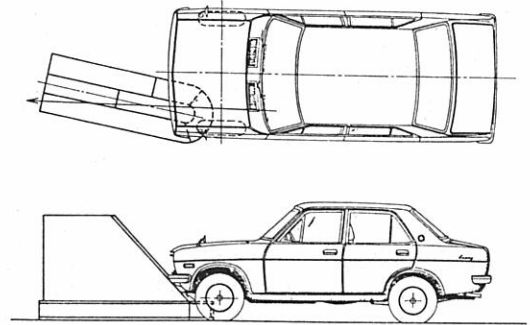


Fig. 6 分離柵と衝突時(初期)  
Sketch showing how the automobile struck the divider at time of the impact (Fig. 6 ~ 8)

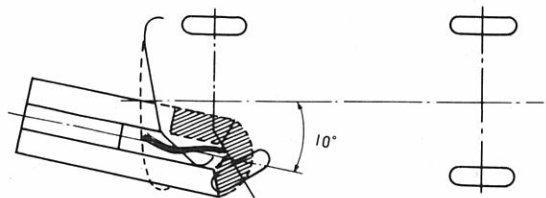


Fig. 7 分離柵と衝突時(乗り上げ初期)

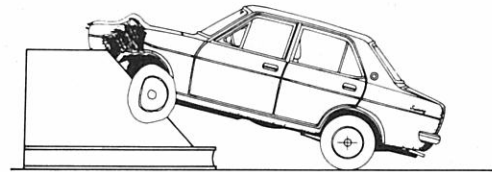


Fig. 8 分離柵乗り上げ後

さらにボディの右側面の変形状態を見るとP. 14のように、①ルーフ前縁がピラーを中心に凹んでいる ②ラジオのアンテナが、ピラーに沿って斜めに折れ曲っている ③左フェンダーミラーが回転して、フェンダーと平行になっている ④リヤドアに座屈を生じている ⑤フロントガラスは全壊している、という状態であるが、路面と擦った傷跡はみられないので、バンパー左端と右後輪を支点として一挙に回転し、フロントピラーの上端部から接地したものと思われる。

次に速度の推定であるが、バリア衝突との対比から $V_{A_2} = \sqrt{\frac{h}{a}} \cdot V_B$  が近似的に用いられている。こ



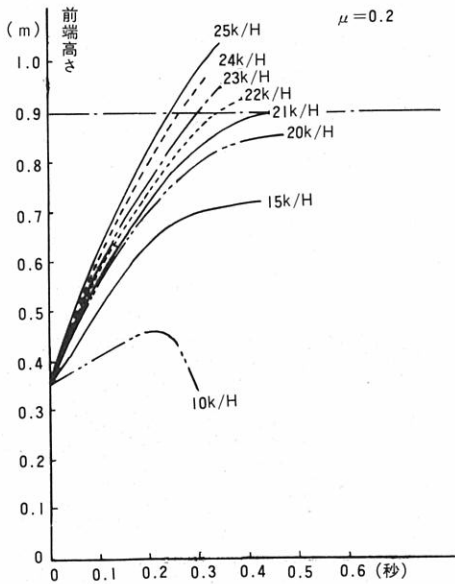


Fig. 9 乗り上げ速度の推定  
Relationship between impact speed and speed with which the automobile is thrown into the air

ここに  $b$  = 実際の破損幅 = 250~300mm、 $a$  = 車幅 = 1500mm、 $V_B$  = バリヤ衝突時にダッシュボードまで影響のある速度  $\approx 55$ km/h、 $V_{A_2}$  = A車の推定速度 (2次衝突) である。

これより  $V_{A_2} = 22.5$ km/h ~ 24.5km/h となる (P. 11)。また簡単にするために、2次元運動を考え、バンパー、斜面間の摩擦係数 = 0.2 として解いてみると、Fig. 9 のようになり、約 21km/h 程度以上あれば乗り上げられそうである。以上のことから A 車は 20~25 km/h 程度の速度で分離柵に激突したものと思われる。

3) A、B 両車の衝突速度及び方向

1次衝突後のA車の速度は、制動の跡も見られないので、変わらないとすると、Bは停止していたので重量も殆ど同じであることから、Aの衝突速度は40~50km/hであったことがわかる。次に両車の衝突角度であるが、自動車事故学\*の図式解法で解いてみた。衝突直前の速度を45km/hと仮定し、衝突角度が  $\alpha = 0, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$  の場合の衝突直後の速度ベクトルと角速度を求めたものが Fig. 10 に示してある。実線は反発係数  $e = 0$ 、点線は  $e = 0.2$  の場合である。但しB車の位置は、スリップ痕より推定し

\*「自動車事故学」江守一郎著参照

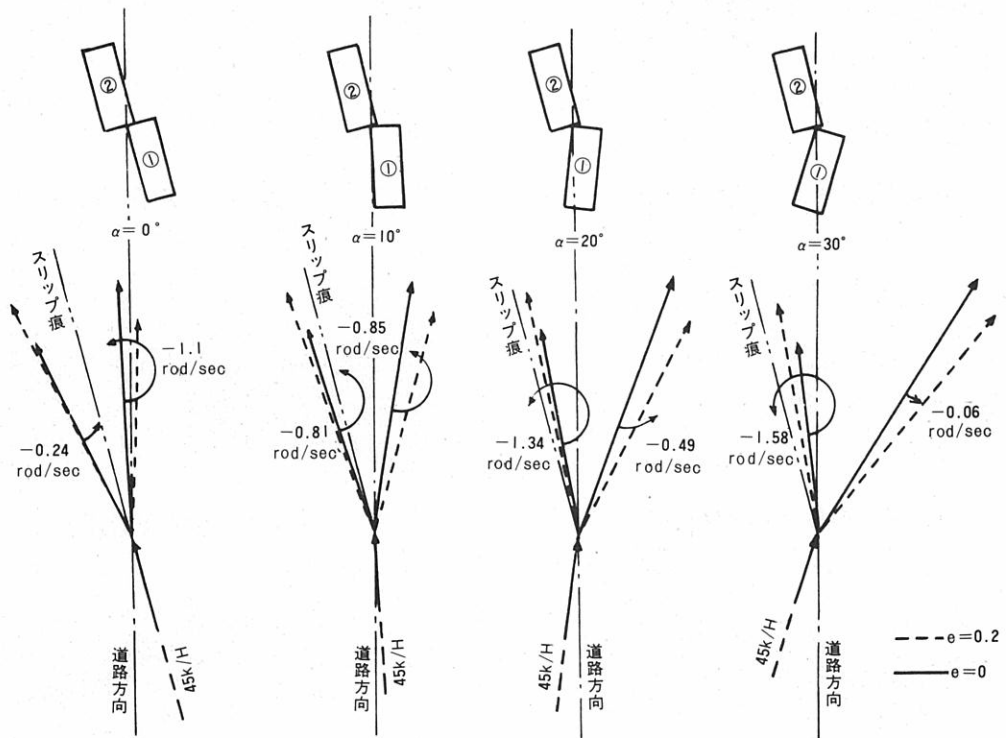


Fig. 10 衝突直後の速度ベクトル  
Velocity vector just after an impact

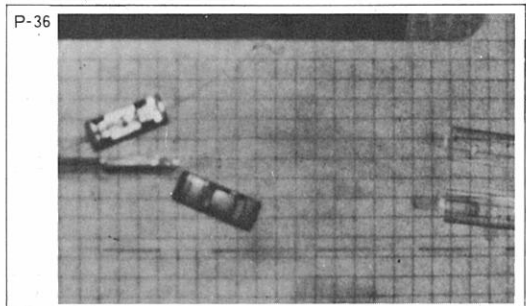
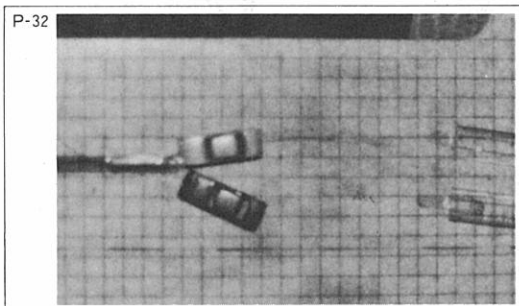
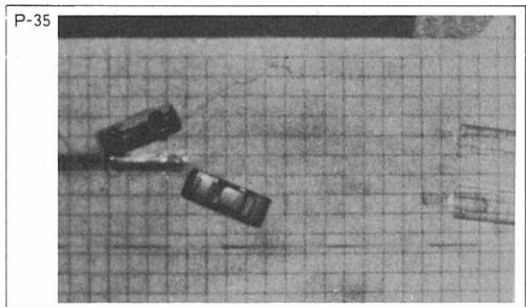
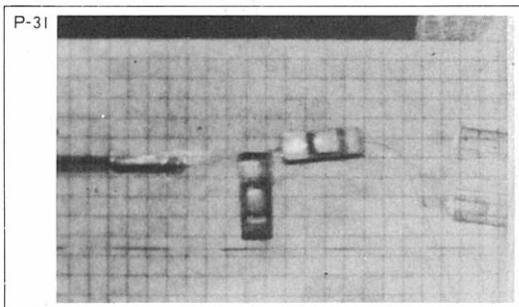
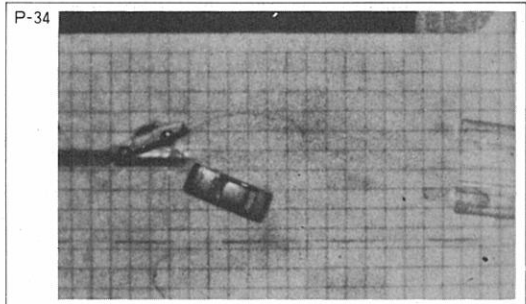
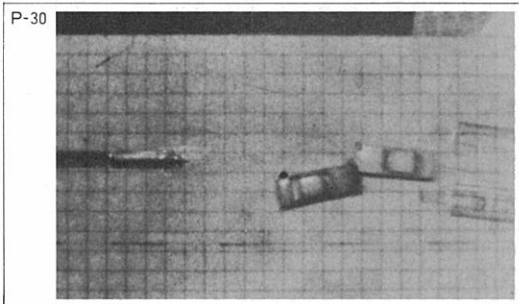
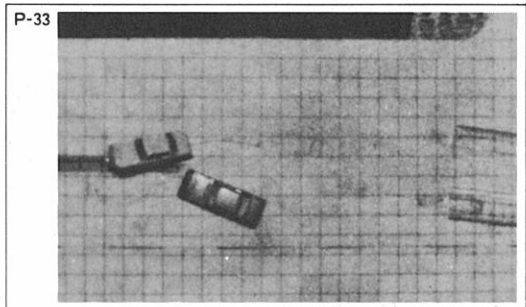
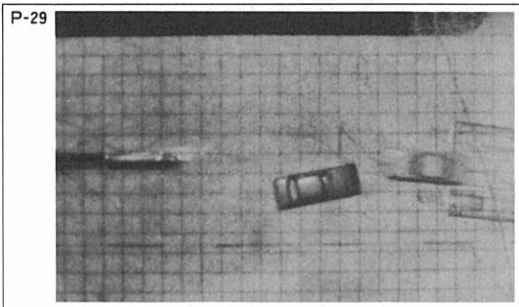
たものである。重要なのは両車の回転角速度である。 $0^\circ$ と $30^\circ$ では明らかに両者の位相は逆になっている。従って車の最終姿勢角がわかれば、ある程度の推定が出来るはずである。この計算の場合、B車の重心の動きが、スリップ痕より求めたものに近いこと、B車の方が回転角度が大きいことから、 $15\sim 20^\circ$ 程度の角度で衝突したものと思われる。A車の衝突後の軌跡が、分離柵にたどりつくか否かは、かなり厄介な計算を必要とするので、これまでの仮定も含め

て、模型実験により確かめてみた。

#### 4) 模型実験\*

市販のミニカーを使用した。両車の大きさ、重量は同程度であるので、同型の模型2台（全長75mm、重量50gr）を用いた。これを8mm（64駒/秒）で撮影した一部をP.29～36に示す。路面及び斜面の $\mu$ 等不明の点もあるが、予想した通りの動きを示している。定性的には理解出来る。但しこの写真の場

\*「自動車事故学」江守一郎著参照







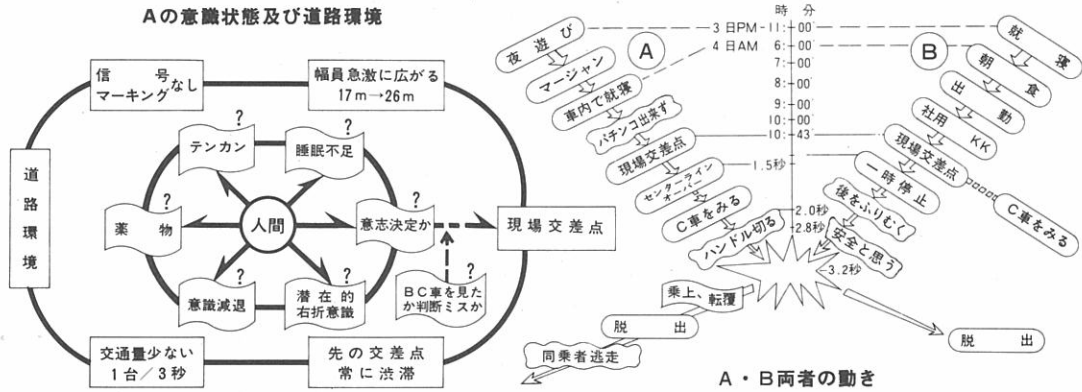


Fig.12

はAはかなりの経験者（詳細不明）であり、Bは3度目（1年以内）の被害であった。一方道路環境をみると、ある程度動機づけの要因はあるように思われる。更にこの北六条通りは先端で、ひとつ手前の信号のある交差点を通る北七条通りと一緒にすること、Aの目的地の方向から考えて、どこかで右折するという意識はあったであろうことなどから、Aはこの辺の地理にはあまり精通しておらず、右折の場所を間違ったものと思われる。このミスが原因で意識状態は不明であるが（酒、薬ではない）ウイinkerも出さずに右折を開始したのではないだろうか。ただ、この時にB、Cを見なかったか、停止していると判断を誤ったか、いずれにしろ、認知、判断の誤りと、徐行して中央寄りで回るといったルールを犯している。これが第1の原因であることは明らかである。一方Bは同年1月、3月に受けた追突事故の経験が災いしてか、最も重要なAの方向転換の動作を見ていなかったために判断を誤っている。几帳面ではあるが注意力の配分に欠ける人ではないだろうか。以上でこの考察は終わるが、このパターンは多くの事故に共通するものと思われる。前方不確認のままの無理な追越し、地理不案内な交差点、高速道路の分岐点等の事故がそれである。そして単に1当、2当だけの問題でなく、第3者により誘起されること、第1フェイズでは避けられても第2フェイズで事故になるという型である。通常第3者は優良ドライバーということになる。Bはルールを守ってCを先行させたが、CによりAはBの所へ戻って来たということで、Aが居眠りでもしていれば、当然Cと衝突したであろうし、Bが衝突後失神してブレーキ操作を

行なわなければ、実験でもわかるように暴走し、大変な事故になる可能性があったわけで、見ること、見られやすいこと、注意の配分、共通のルールを守ることがいかに重要であるかがわかる。

(2) 交通規制（環境）と運転者行動

事故後、この地点の交通状態（同一時間帯）を調べてみた（8mm、100駒/分）。Fig.13の如く、かなり複雑な流れが見られる。主流は東八丁目通りであり、北六条通り及び側路は極端に少ないけれども、右折禁止の箇所を18台/2300台/時（0.7%）もの車が、ウイinkerも出さずに右折している状態がよくわかる。これは北六条通り及び一方通行路に限って考えれば、それぞれ10%、7%もの多くが違反していることになる。意識的にやっているのか、地理不案内でやるのか、事前の情報不足のためであろうか、ルールを守らないこのような運転が潜在的に危険であることは確かであるが、これが（直接）事故につながるとは限らない。車の流れが確実に知覚されたか、偶然に来なかったことが成功へ導いたということであろう。以上のことから、これまでは比較的事故は少なかったということであるが、何らかの対策が必要と思われる。例えば、

- ①道路のマーキング等により、中央寄りで曲るように誘導する。
  - ②信号制御により、右折も可能にする
  - ③周辺も含めて、システムの改善をはかる
- 等が考えられる

また、このような運転行動の実態は、明らかに規制と運転者心理のジレンマを示しているものであり、単にここだけの問題ではなく札幌市内の他の箇所は

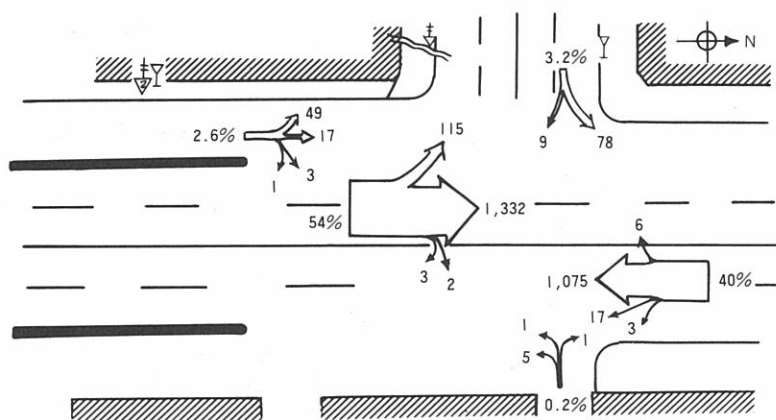


Fig. 13 事故現場交通量と運転行動  
Relationship between traffic volume and driver behavior at the spot of the accident

(Aモデル) - 「顕在的に危険な人間」



Fig. 14 Aモデル

Aモデル [顕在的に危険な人間]

(成長過程の特徴)

1. 年齢の割に幼稚な行動をとり、残忍性がある。
2. 爆発的な行動がある。
3. けんかっ早い (強いものには向かわない)。
4. 衝動性があり、情緒不安定である。

[事故時の特徴]

- 安全運転意識が欠如している。

事故頻発児の心理特性  
—幼稚性と残忍性—



けんかっ早い



爆発的性格



衝動性



勿論のこと、全国至る所で見られるものと思われる。従ってこのような規制効果と運転者心理、行動に関する調査研究を更に多く進めることにより、今後の交通問題の基本的な解析が出来るのではないかと考えられる。そしてまたこのような交通環境の調査方法は更に改良し利用されるならば、その効果は期待出来るものと思われる。

**(3) 運転者の性格モデル**

この事故当事者の性格についての数回の討議の結果、われわれは事故者の性格モデルについて考えてみた。過去の例や体験等から、運転者の性格には、いくつかのパターンがある。そのモデルは、A、B、C、D……等であろうが、今回の事故者はそれぞれ特異な事故経歴をもっていることから、A、Bのモデ

ル(すなわちAモデルは顕在的に危険な性格、Bモデルは潜在的に危険なモデル)と仮定した。これを要約すれば、Fig. 14、Fig. 15である。この仮定はひとつの事例であるが、このような性格モデルと事故の類型等との関係は、どのようなものであろうか。さらに多くの事例の中から当事者の性格を調査し、モデル化をすすめ、事故との相関が求められるならば今後の安全運転教育等に資することが出来ると考えられる。(運転適性検査と運転行動、事故との関係を事例研究と対応させること)。

**(4) 当事者の補償の問題等**

今回の事故の場合、①A車に対しては保険無効の事実があること ②Bは4ヵ月を経た事後においても治癒しておらず、その治療費についての保険金の

(Bモデル) - 「潜在的に危険な人間」

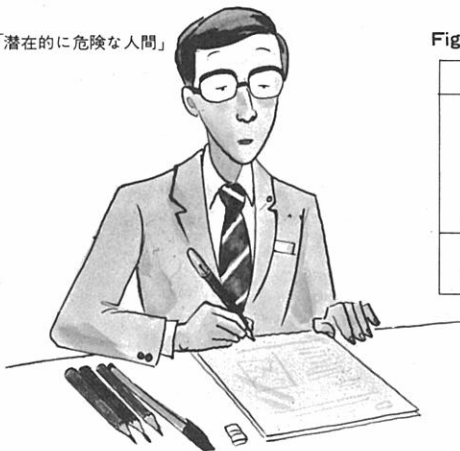


Fig. 15 Bモデル

Bモデル【潜在的に危険な人間】
(成長過程の特徴)
1. 社会性の未発達 (自分と仲間の区別が不明)
2. 反抗期のない良い子 (自我の形成不十分)
3. 自己中心性が強い (過保護に育つ)
4. 自主性に欠ける
(事故時の特徴)
○自己防衛手段が不適切である。

社会性の未発達



過保護



反抗期の欠如



自己中心性



支払い問題は未解決であるという状態である。事故の減少とともに、無関心・低意識層の割合の増大する可能性を考えると、今後検討すべき問題である。

## 6. おわりに

今回は1例しか解析出来なかったけれども、非常に多くの重要かつ広範囲にわたる問題が含まれていたと考えられる。特に人的要素については調査できなかったけれどもまさにブラックボックスである。しかし札幌で調査した他の2件の事故も、1件は、蜂を追いはらうための脇見運転であり、他の1件は廃車管理の問題であり、いずれも人的要素が主たる原因であったと思われる。従って今後とも、さらに多くの事例につき調査解析を積み重ねるとともに、安全意識の高揚、教育、PRの徹底、避けられないミスをカバーするためのバックアップシステムの開発が重要と考えられる。

最後に北海道警察、札幌北警察の方々の好意あるご協力に深く感謝いたします。また現場の計測、資料の整理に奔走していただいた事務局の仲井主任、東大大学院生の古川、岡室の諸氏にお礼申し上げます。