

平成22年6月14日
財団法人 日本交通管理技術協会

1 はじめに

本研究は自主研究として平成18年度から継続実施され、特に平成21年度からは社団法人 損害保険協会の自賠責運用拠出事業による研究助成を受けて2年計画により「交通事故自動記録装置の映像から見た交通事故の実態・原因分析と交通安全施策提言に関する研究」を実施することになった。

2年計画の初年次は、都道府県警察が保有する交通事故自動記録装置(以下「TAAMS」という。)の映像提供を受けデータベース化することとし、第2年次は、データベース化された映像を分析して交通事故の危険要因を発見しその事故防止対策を研究するとともに、交通安全教育における効果的な視聴覚教材作成のための映像処理技術を開発することとした。

本報告は、初年次として行った映像のデータベース化についての研究結果をとりまとめたものである。

2 TAAMS 映像使用に関する警察庁の指導

TAAMS の映像は、証拠として用いる目的で撮影されたものであるが、すべてが証拠となるものでもなく、行政機関が保有する個人情報としての側面もある。これらの性質を持った映像を研究の対象とするためには、警察庁の指導を受けておく必要がある。

警察庁に対して研究の学術性と公益性を説明した結果、平成21年3月31日、一定の条件をもって映像使用の了解を得ることができた。

3 セキュリティ対策の実施

所定のセキュリティ対策を平成21年9月末までに完了した。

(1) 作業環境の改善

詳細省略

(2) データ流失防止対策

詳細省略

4 近接都県警察に対する映像提供依頼

近接都県警察に映像提供を依頼したところ、千葉県警察から VHS テープ内の映像提供承諾があった。

(1) 千葉県警察提供の TAAMS 設置場所

① 東海神駅前交差点(以下「東海神」という。)

JR 船橋駅北東約630メートルに位置する、県道船橋松戸線上の交差点。近くに東葉高速鉄道東海神駅があり、周辺は住宅街に囲まれ、工業団地に接続している。交通量は多い。

図1 東海神駅前交差点位置図



② 岩瀬交差点(以下「岩瀬」という。)

JR 松戸駅東方約720メートルに位置する、国道6号線と八柱霊園方面への市道との交差点。周辺は住宅地で国道沿線上は自動車・部品販売、外食チェーン店等がある。交通量は極めて多い。

図2 岩瀬交差点位置図



③ JR 北松戸駅前交差点(以下「北松戸」という。)

JR 北松戸駅東方約60メートルに位置し、国道6号線と松戸新田方面への市道との交差点。周辺は商業地域で、交通量は極めて多い。

図3 北松戸駅前交差点位置図



5 データベース構築作業

VHS テープの映像をデータベースとして構築するためには、映像をデジタル化(以下「キャプチャ」という。)し、シーン単位に分割して映像ファイルとして保存する。

TAAMS は一定の音を感知すると、感知前にメモリに保存していた 4 秒と感知後の 4 秒の合計 8 秒をテープに録画する仕組みになっているが、1 シーンとは、1 回の感知で録画された映像の 8 秒間を意味している。

デジタル化はアナログ・デジタルコンバータを用いるが、それだけではシーンを分割できないので、平成 18 年度に開発したキャプチャソフト(以下「初期開発ソフト」という。)のシーンカット編集機能を用いてコンピューター上で行う。

ただし、民生用の VHS テープデッキにはコンピューターからの制御命令を受ける装置が付属していないので、VHS テープを DV テープにダビングして DV カメラとコンピューターを IEEE1394 インターフェースで接続してキャプチャを行うこととした。

(1) ダビング作業

VHS テープデッキと DV カメラを接続して DV テープ(1 時間用のみ)にダビングする。基本的には VHS テープの再生時間がダビング時間であるが、ラベル整理やテープ交換などの時間が加わり、ほぼ 1 カ月の期間を要した。

ダビング数は次のとおりである。

- ① 東海神 45 本
- ② 岩瀬 59 本
- ③ 北松戸 6 本

(2) キャプチャ作業

初期開発ソフトを今回の映像に試したところ、自動キャプチャができなかった。その理由は初期開発時のテスト映像と今回の映像構成が大きく異なっていたからである。

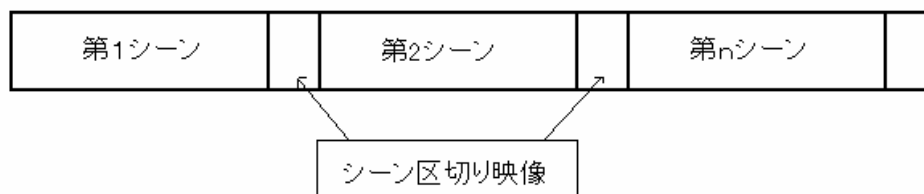
自動キャプチャは手動キャプチャに比べ 20 倍から 30 倍の作業効率性を持っている。例えば、自動キャプチャで 1 時間 300 シーンのキャプチャをしたとすると、手動キャプチャではせいぜい 25～30 シーンしかキャプチャできない。作業効率の点で、ソフトの改修は必須であった。

ア 映像構成による問題点

自動キャプチャのためには、シーンとシーンを識別して分割できることと、その映像に唯一のファイル名を付し、シーン単位に映像ファイルとして保存できる要件が必要である。

なお、「映像構成」とは、

- ① 映像に表示されている撮影年月日、時分秒、信号機階梯番号、カメラ番号等の文字の形と大きさ及び位置 (図 5 から図 9 参照)
- ② シーンとシーンの区切りに用いられている映像(無地の映像など。以下「シーン区切り映像」という。)のタイプとその時間および音声挿入の有無



③ 音声のサンプリング周波数等(今回は 32KHz、16 ビット、ステレオであった)などを意味する。

映像ファイル名の唯一性を担保するため、キャプチャソフトではファイル名の構成を「カメラ設置場所名」+「カメラ番号」+「年月日時分秒」としている。

初期開発ソフトでは、自動キャプチャ機能の一部にカメラ番号と年月日時分秒の文字読取り機能を備え、読み取った文字からファイル名を自動生成する方法を採用していた。

この方法の利点は、

- ① 映像の唯一性を担保でき、ファイル名入力の手作業が不要である。
- ② データベースに登録した際に、時間の指定によって直接映像を検索できる。ファイル名と撮影時間が異なれば、別途両者の変換テーブルを作る必要があり、プログラムが複雑となる。

③ データベース登録時にデータ項目として必要な事故等発生時間の手入力省ける。
ところにある。

図 6 から図 9 までは今回の T A A M S 設置場所別の表示文字を示す。

図 5 初期開発時表示文字



図 6 東海神表示文字



図 7 岩瀬表示文字



図 8 北松戸表示文字



東海神（図 6）は、文字が縁取りされているだけで、文字読取りは可能と判断したが、岩瀬（図 7）と北松戸（図 8）は目視によっても識別できないほど画質が劣化した映像が多く、文字読取りは不可能と判断した。

次に、TAAMS 設置場所別のシーン区切り映像を検討した。

シーン区切りを識別するための条件としては、コンピューターの性能にもよるが約 1.8 秒以上の区切り間隔（シーンとシーンの間隔）が必要である。

図 10 は中央処理演算装置（C P U）と処理回数（注 1）の関係について示したものである。自動キャプチャを実行する場合はキャプチャ開始点とキャプチャ終了点を自動的に識別しなければならない。キャプチャ開始点とはシーン区切り映像の次のフレーム、キャプチャ終了点とはシーン区切り映像の直前のフレームが理想である。

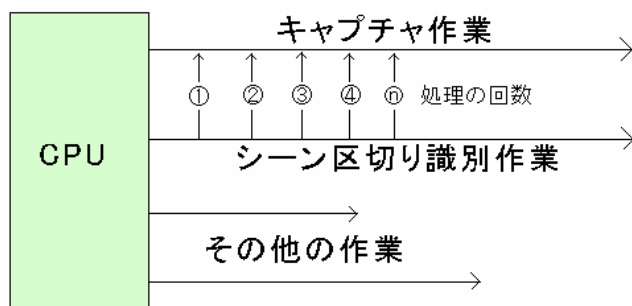
C P U は順番にプログラムの処理を行っており、キャプチャ作業開始命令を出した後に、シーンの終了点を探し続ける。C P U にかなりの負荷がかかるキャプチャ作業の場合、識別の処理（注 2）間隔は最短で 7/30 秒から 12/30 秒である。

性能的にこれ以上の時間間隔で識別処理ができないので、時間間隔が短いシーン区切り映像を無理に識別しようとする、数シーンを飛び越して識別する場合も出てくる。

また、映像によっては識別に誤判断の場合もあるから、1 回の識別処理で正確なシーン区切りであるとは断定できない。

ところが、約 1.8 秒以上の区切り間隔があれば、シーン区切り間隔内で最低でも 4 回の識別を行うことが可能となり、精度としても十分通用する。

図 1 0 CPU と作業回数



設置場所のシーン区切り方法は次の通りであった。

① 東海神

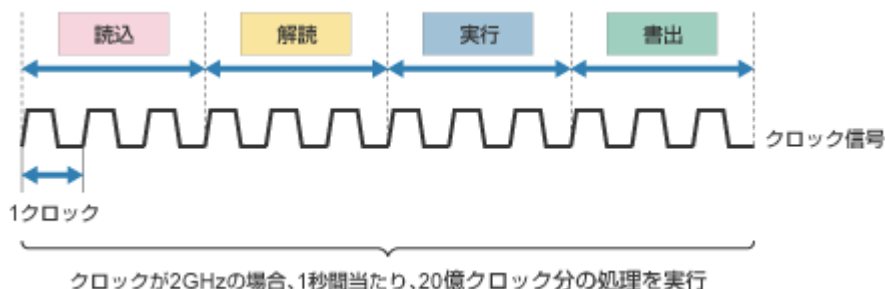
シーンの最終フレームをポーズ状態にして完全無音で 2 秒間挿入されていた。プログラムの小規模な改修で識別可能と判断された。

② 岩瀬・北松戸

カラーリップ（全画面緑色の映像）を低レベルの有音状態で約 0.3 秒～0.5 秒挿入しており、プログラムを全面的に改修する必要があると判断された。

(注 1) CPU の処理速度：クロック

CPU の処理はクロックとよばれる周期的な信号の単位で実行され、1 つの処理は 1～数クロックで行われる。1 秒間あたりにクロックが動作する回数をクロック周波数と呼び、単位は Hz（ヘルツ）。例えば 2GHz の CPU では 1 秒間に 20 億クロック分の処理が実行される。



(注 2) シーン区切り識別方法

1 フレームとは 1 コマとほぼ同じで、テレビカメラの映像は 1 秒間に 30 フレーム（正確には 29.97 フレーム）で構成されている。

識別は、キャプチャ中のフレームを調べて、音声があるかどうか（音声処理）、同じ映像フレームが連続しているかどうか（画像処理）、によって判断される。

しかし、処理時間は音声処理が格段に速く、画像処理は遅い。キャプチャ中に画像処理をするとキャプチャに支障が出る場合もあり、基本的には音声のない映像は自動キャプチャに適さない。

イ プログラムの改修

東海神は文字読取り機能の改修とシーン区切り識別方法の小規模な改修をすることとし、岩瀬・北松戸は文字読取りをしないで仮のファイル名を付し、半自動キャプチャを行う方法を開発して作業を進めることとした。ただし、この方法では、同一ファイル名が存在する可能性があるので、ファイル管理方法も改修しなければならない。

a 文字読取り機能の改修（東海神）

東海神の映像は、初期開発ソフトのテスト映像と比較し、文字サイズがやや大きく、文字に縁取りがあつて、当時のソフトでは対応できないことは既に述べた。

文字読取り手法は確立された手法として広く知られており、その方法も多岐に及んでいるが、実際には読み取る画像の質が読取り精度に大きく影響する。

今回のソフト改修は以下の方法によりを行うもので、読取り精度は正解率 95%以上であつた。

- ① 文字の標準テンプレートによる評価
 - ② 過去の学習テンプレートによる評価
 - ③ 特徴点分析による評価
 - ④ 上記評価を総合して、第 1 候補と第 2 候補を絞り込み最終決定
- 詳細省略。

b 半自動キャプチャ機能の開発

キャプチャ作業における識別処理間隔が 0.2 秒～0.4 秒であるため、シーン区切り時間が 0.3 秒～0.5 秒と短い岩瀬・北松戸の映像に対応できないという問題である。

解決策として、「時間制限キャプチャ」と呼ばれる機能を採用することによって、ほぼ自動的にキャプチャが可能な機能(以下「半自動方式」という。)を開発した。

半自動方式と従前の全自動方式の大きな違いは、全自動方式がキャプチャ中に終了点判断を行うのに対し、半自動方式は指定したキャプチャ時間の到来によってキャプチャ作業を自動的に停止する(以下「時間制限キャプチャ」という。)機能を利用するところにある。

キャプチャ作業が停止されれば、コンピュータの CPU の負荷は一挙に軽くなるほか、キャプチャ中は標準再生スピードに限定されるテープスピードも、停止、スロー再生など任意に制御できるというメリットが生まれる。

そのためシーン区切り間隔が短くても、シーン区切りの識別回数がスローモードで 4～10 回、標準再生モードでも 2～5 回行うことが可能となり、実用に耐えられる識別精度となった。

ただし、設定時間によって機械的にキャプチャされるため不要な部分がキャプチャされたり、頻繁な前進・後退のテープ制御が行われるため、全自動方式の約 3 倍の時間がかかるデメリットもある。

詳細省略。

(3) 設置場所別録画日数・キャプチャ数・事故数

表 1 は設置場所別録画日数とキャプチャ数である。

「録画日数」とは、年間に日数単位でどれだけ録画されたかを集計したものである。例えば、2003 年 1 月 1 日の日付のある映像と同年同月 2 日の映像しか記録されていなければ、年間の録画日数としては 2 日である(キャプチャ数の多寡を問わない)。

「事故数」とは、これまでに映像から確認できた事故映像の数である。テープを詳細に調べたものではないので、これ以外にも事故映像が確認される可能性はある。

東海神は 2005 年から 3 年間分の映像で、1 年を 365 日とした年間録画日数との比率(以下「録画率」という。)は 90%～98%と高く、テープ交換作業やシステム保守作業の映像も確認されており、非常によく管理されていた。

事故以外には、道路・建物の工事音・バイクのエンジン音、緊急車、広報車、車両ホーンに起因する映像であつた。

岩瀬・北松戸に関する詳細は省略する。

表 1 設置場所別録画日数・キャプチャ数・事故数

場所/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	録画日 数合計	キャプ チャ数	事故 数	テー プ数
東海神	0	0	330	338	358	0	1,026	5,301	6	45
岩瀬								14,945	1	59
北松戸								2,356	0	6
合計								22,602	7	110

(4) 初期データベース登録作業

開発したデータベースコントロールソフトは、ユーザーが未登録の映像をコンピューターに読み込んで映像内容を確認し、初期登録可否の判断を行うことを前提として設計されたが、キャプチャ数が多いのでその方法では処理が追いつかないことから、キャプチャ時にインデックスを作成して全データを初期登録した。

映像データ 1 件の平均容量は約 3 メガバイト、キャプチャ数合計の記録容量は約 680 ギガバイトであった。

6 確認された事故映像の説明

本研究の 2 年次は、データベース化された映像を分析して交通事故の危険要因を発見しその事故防止対策を研究することが計画されている。

映像分析の方向性について考察するに際し、以下に今回確認された事故映像を説明する。

図 11 に東海神駅前交差点(4 差路)の変形形状(特徴点 1)を示す。県道船橋松戸線は、JR 船橋駅方向から松戸方向に向かって東西に延び、緩やかな上り勾配(約 1.5°)である。東海神駅方向から交差点に向かって下り勾配、交差点から夏見方向は水平勾配である。

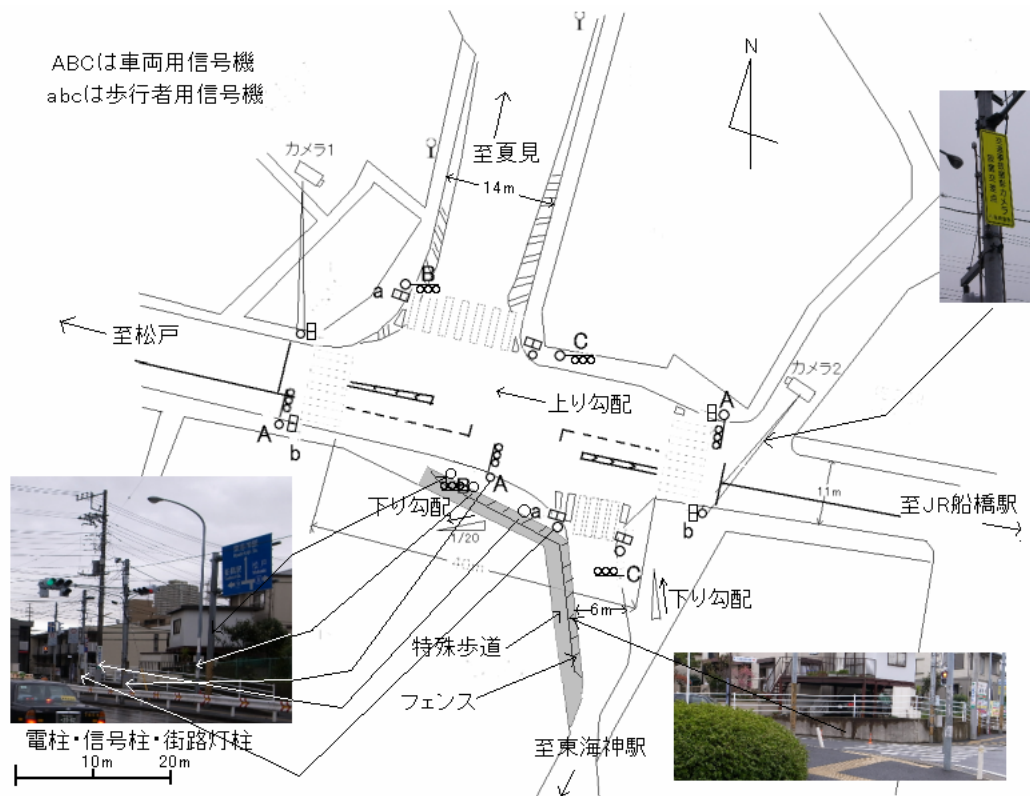
交差点の南西角は特殊構造の歩道(以下「特殊歩道」という。)(特徴点 2)が東海神駅方向から水平に設置され、左に曲がった先から下り勾配(およそ $1/20$)で交差点の西側に接続しているため、図中の写真のように車道と最大約 1 メートルの高低差がある。特殊歩道上には落下防止のパイプフェンスが設置されている。

県道の幅員は約 11 メートル、交差点内はそれより約 3 メートル広くなっており、右折レーンが設けられ、右折矢印の信号で制御されている。

カメラは図のように 2 箇所設置され、「交通事故撮影カメラ設置交差点」の表示がなされている。

図 11 の左下写真は、狭い歩道上に電柱・信号柱・標識柱・街路灯柱が狭い間隔で設置(特徴点 3)されている状況を示した。

図 11 東海神駅前交差点見取り図



(1) 東海神・事故 1

ア 発生日時 2005 年 5 月 7 日(土) 16 時 25 分ころ

イ カメラ番号 2 番

ウ 映像時間 7.7 秒 232 フレーム

エ 事故の内容

- ① 事故の直前状況が撮影範囲外のため図 12 に示した事故の態様は推定である。
- ② 72 フレームは、画面右下にバイクの一部が出現しいったん撮影範囲外になったが、91 フレームで再出現した。
- ③ 115 フレームで乗用車と衝突したが、乗用車の対面信号は、衝突の 9 フレーム前(106 フレーム)に 05(黄)となっていた。
- ④ 121 フレームから 182 フレームにかけてバイクが転倒し、靴・ヘルメット様の物とともに運転者が投げ出されている。
- ⑤ 乗用車側は太陽の正面直射を受けていると推定される。歩行者が信号待ちをしており、目の前の事故であった。

図 12 事故 1 の推定態様



図 12-1 事故 2 の音声解析

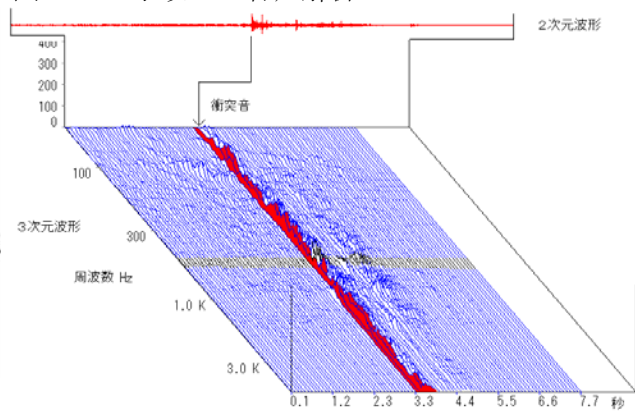


図 13 事故 1 のフレーム抜粋

映像省略

(注)音声解析図について

図 12-1 は映像から音声を取り出し、2 次元波形と 3 次元波形を合成して表示した。2 次元波形と映像を照合すると、その時間のフレーム番号が得られる。

2 次元波形は、音声のレベル(強弱)を波形化したもの、3 次元波形は縦軸に周波数、横軸に時間、高さ軸にレベルを波形化した。

(以下の音声解析図も同じ)

(2) 東海神・事故 2

ア 発生日時 2005 年 9 月 7 日(水) 23 時 21 分ころ

イ カメラ番号 2 番

ウ 映像時間 7.6 秒 229 フレーム

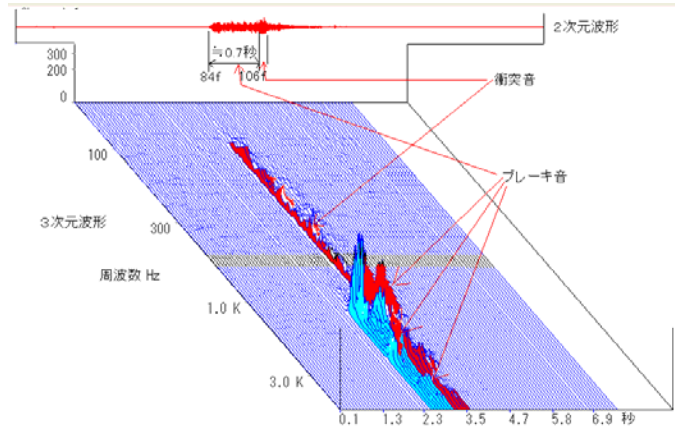
エ 事故の内容

- ① JR 船橋駅方向から進行して右折するバイクと松戸方向から直進する乗用車の事故である。

図 14 事故 2 の態様



図 15 事故 2 の音声解析



② 18 フレームは、バイクが出現し、直進乗用車はヘッドランプだけで車両形状は確認できない。その時の信号機階梯番号は 18 である。

③ 35 フレームは、右折レーン上のバイクである。階梯番号 26 に変わった。

信号機階梯番号の 18 と 26 の意味するところは現在の段階では不明であり、今後の分析で解明する必要がある。

④ 62 フレームは、バイクは右折停止線、乗用車は横断歩道を過ぎた位置関係を示しており、車両形状の一部が確認できる。

⑤ 再生すると 84 フレームから 106 フレームまでの約 0.7 秒間に「キー」という高い周波数のブレーキ音が聴取できる。これは、図 15 の 3 次元波形の 1KHz から 3KHz の周波数帯の音と推定した(東海神・事故 3 にも同様の波形)。

⑥ 107 フレームは、ブレーキ音の直後に鈍い「ドーン」という衝突音が聴取できる。衝突音は周波数帯域が広い特徴があるが、衝突時の映像はヘッドライトのハレーションのため確認できない。

⑦ 154 フレームは、ハレーションの中から現れたバイクの運転者で、210 フレームは同人が立ち上がる挙動にも見えた。

図 16 事故 2 のフレーム抜粋

映像省略

(3) 東海神・事故 3

ア 発生日時 2005 年 10 月 22 日(土) 01 時 54 分ころ

イ カメラ番号 1 番

ウ 映像時間 6.3 秒 190 フレーム

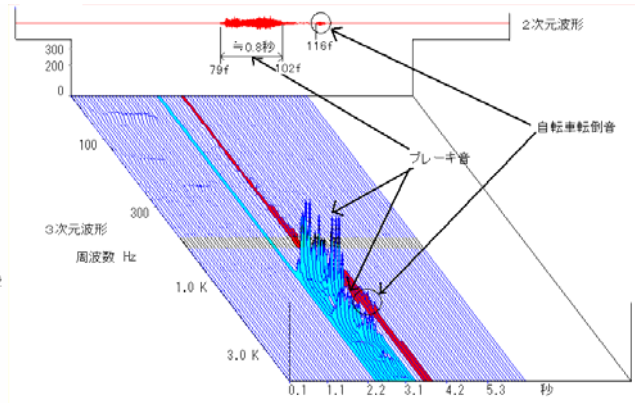
エ 事故の内容

- ① 東海神駅方向から左折進行(推定)したタクシーと特殊歩道方向から夏見方向に横断中の自転車と衝突した事故である。

図 17 事故 3 の態様



図 18 事故 3 の音声解析



- ② 1 フレームは、自転車とタクシー(ヘッドライトハレーションのため車両形状は確認できず、進行経路が不確かである)の位置関係である。信号機階梯番号 23 は、現在のところ意味不明であるが、タクシーの後続車が東海神駅方向から夏見方向に進行していることから、図 17 の C が青と推定できる。

タクシーが JR 船橋駅方向からの直進経路であるとすれば、対面信号は図 17 の A が青→黄色→右折矢印(推定 14 秒)→黄色を経て赤のステップであり、タイミングとして赤で進入するとは考えにくいので、ここでは東海神駅方向からの進行経路と推定する。

- ③ 51 フレームは、自転車が横断を開始し、タクシーの形状が一部確認できた状況である。

- ④ 79 フレームは、音声解析図における 1KHz から 3KHz 帯域のブレーキ音の開始位置で、約 0.8 秒間続く。

- ⑤ 94 フレームは、衝突映像である。タクシーの停止直前の衝突のためか、衝突音は目立たない。

- ⑥ 110 フレームは、タクシーの進行が完全停止した位置である。

- ⑦ 116 フレームは、自転車の転倒とわずかながら転倒音が確認された映像である。

図 19 事故 3 のフレーム抜粋

映像省略

(4) 東海神・事故 4

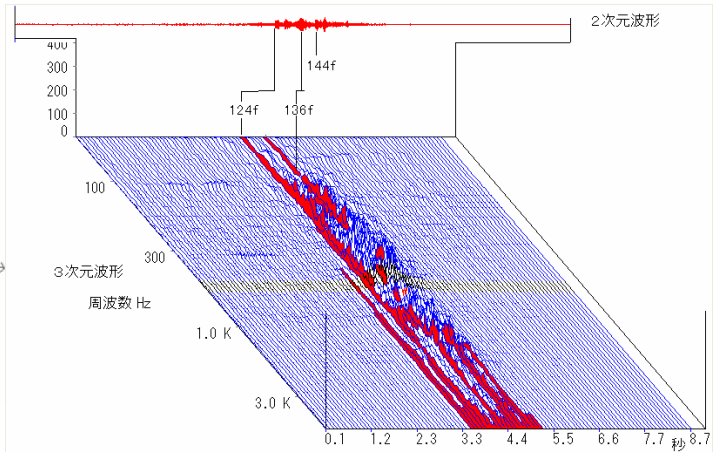
- ア 発生日時 2006 年 12 月 14 日(木) 18 時 46 分ころ
 イ カメラ番号 1 番
 ウ 映像時間 8.1 秒 242 フレーム
 エ 事故の内容

① JR 船橋駅方向から夏見方向に右折した乗用車と松戸方向から JR 船橋駅方向に直進中と推定されるバイクの非接触型転倒事故である。

図 20 事故 4 の態様



図 21 事故 4 の音声解析



② 1 フレームは、松戸方向から JR 船橋駅方向に向かって、白い車両が直進しており、その前方方向はヘッドライト等の光源によりハレーションを起こしているが、124 フレーム以降の映像から判断すると、直進車の右には右折車が待機していることが分かる。

路面は濡れており、信号待ちの歩行者が傘を差している。

信号機階梯番号 03 は歩行者用信号 a が赤青点滅、車両用信号 A は青である。

③ 11 フレームは、信号機階梯番号が 04(歩行者用信号 a が赤)になった。1 フレームにおける対抗直進車はわずかしかな進行していないこと、その前方の光源の量及びこの時間帯における他の映像等から判断して JR 船橋駅方向は渋滞中であることが推定される。

④ 102 フレームは、信号機階梯番号が 05(車両用信号 A が黄)となる。

⑤ 124 フレームは、右折車が右折を開始したため、わずかであるが車両形状の一部が確認できるようになる。このときの音声解析によると、それほど大きなレベルではないが、広域に及ぶ周波数帯の音声が記録されていた。再生して聴取したところでは、路面への第 1 次転倒音と推定される。音は続いて第 2 次の小さな衝撃音があった。

⑥ 136 フレームは、最も大きな衝撃音である。

⑦ 144 フレームは、画面にバイクの運転者の一部が出現し、路面の滑走音らしき音が聴取された。

⑧ 178 フレームは、滑走の停止したバイクとその運転者の状況である。

⑨ 242 フレームは、立ち上がったバイクの運転者が右折車の方向を見つめた状況である。

図 22 事故 4 のフレーム抜粋

映像省略

(5) 東海神・事故 5

ア 発生日時 2007 年 01 月 25 日(木) 18 時 32 分ころ

イ カメラ番号 1 番

ウ 映像時間 8.8 秒 264 フレーム

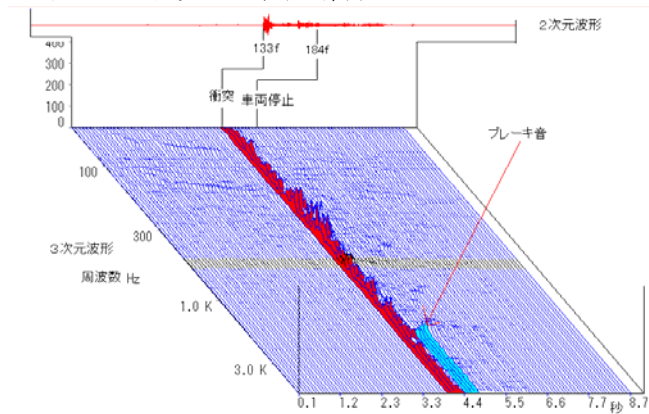
エ 事故の内容

- ① 東海神駅方向から松戸方向に左折したワゴン車が、特殊歩道方向からから夏見方向に横断中の自転車と衝突した事故である。

図 23 事故 5 の態様



図 24 事故 5 の音声解析



- ② 1 フレームは、左折中のワゴン車位置と横断歩道手前の自転車の位置を示す。信号機階梯番号は 10 と 11 を繰り返しているが、その意味は現段階で不明である。
- ③ 75 フレームは、横断を開始し始めた自転車と東海神駅方向への右折停止線付近のワゴン車の位置を示す。
- ④ 81 フレームは、前フレームに続いて止まることなく自転車が横断を開始した直後に、信号機階梯番号が 12 に変わった映像である。自転車の対面歩行者も横断をしていることから、歩行者用信号 b は青と推定される。
- ⑤ 133 フレームは、衝突の映像である。
- ⑥ 137 フレームは、自転車の運転者の頭部がフロントガラスに当たったような映像である。
- ⑦ 151 フレームはワゴン車の前底部に自転車運転者が巻き込まれるような状況の映像で、ワゴン車に急制動後の上下運動が認められた。
- ⑧ 184 フレームは、ワゴン車が完全に静止した映像である。

図 25 事故 5 のフレーム抜粋

映像省略

(6) 東海神・事故 6

ア 発生日時 2007 年 08 月 04 日(土) 09 時 18 分ころ

イ カメラ番号 1 番

ウ 映像時間 8.8 秒 264 フレーム

エ 事故の内容

① カメラ 1 側の横断歩道を夏見方向から東海神駅方向に横断中の自転車と、松戸方向から東海神駅方向への右折レーンを進行中の乗用車が衝突した事故である。

図 26 事故 6 の態様

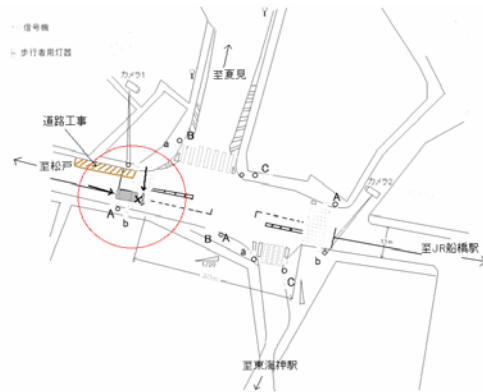
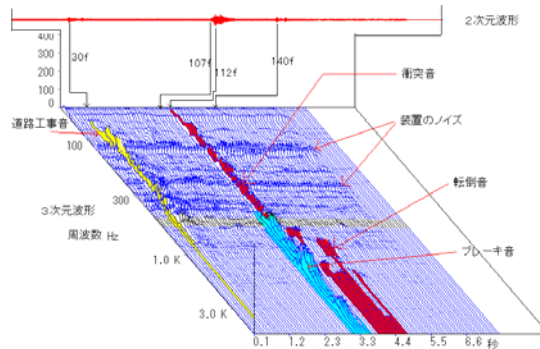


図 27 事故 6 の音声解析



② 1 フレームは、カメラ 1 側横断歩道を横断中の自転車(赤丸内)と、その後方歩道上に横断待ちをしている自転車(赤丸内)、道路工事作業員(赤丸内)、JR 船橋駅方向から夏見方向に右折する車群、信号機階段番号 26 の映像である。

信号機階段番号 26 の意味は不明であるが、JR 船橋駅方向への直進車最後尾がカメラ 2 側歩道に見えることから、信号機 A の青に続いて、黄色か右折矢印の状態である。

そうであるなら、歩行者用信号 b は赤であると推定される。他の映像からカメラ 1 側付近で道路工事が行われており、JR 船橋方向への車両は通常車線のやや右側を通行していた。

朝の太陽光が JR 船橋駅(東)方向から射しており、乗用車運転者の正面直射の可能性はある。

③ 97 フレームは、乗用車の出現と自転車の位置関係である。この 10 フレーム(0.3 秒)後にブレーキ音が記録されていることから、乗用車の運転者が自転車を発見し、急ブレーキをかけた付近の前後と推定される。

④ 107 フレームは、ブレーキ音であった。

⑤ 112 フレームは、衝突音があり自転車運転者が一瞬ボンネット上に乗せられた。

⑥ 117 フレームは、112 フレームに続いてボンネットから振り落とされる挙動の映像である。

⑦ 140 フレームは、頭部から路面に落下する映像である。

⑧ 182 フレームは、乗用車が停止した位置である。

図 28 事故 6 のフレーム抜粋

映像省略

(7) 岩瀬・事故7

ア 発生日時 2004年08月10日(火) 21時10分ころ
イ カメラ番号 1番、2番
ウ 映像時間 1番6.7秒 200フレーム、2番5.3秒 160フレーム
エ 事故の内容

① 国道6号線を東京方向から柏方向に直進するバイクと、柏方向からJR松戸方向に右折する乗用車が衝突した事故である。

図28は衛星画像を参考に作成した見取り図(縮尺を含む)で、当事車両の位置及び距離は映像から推定した。

図28 事故7の態様

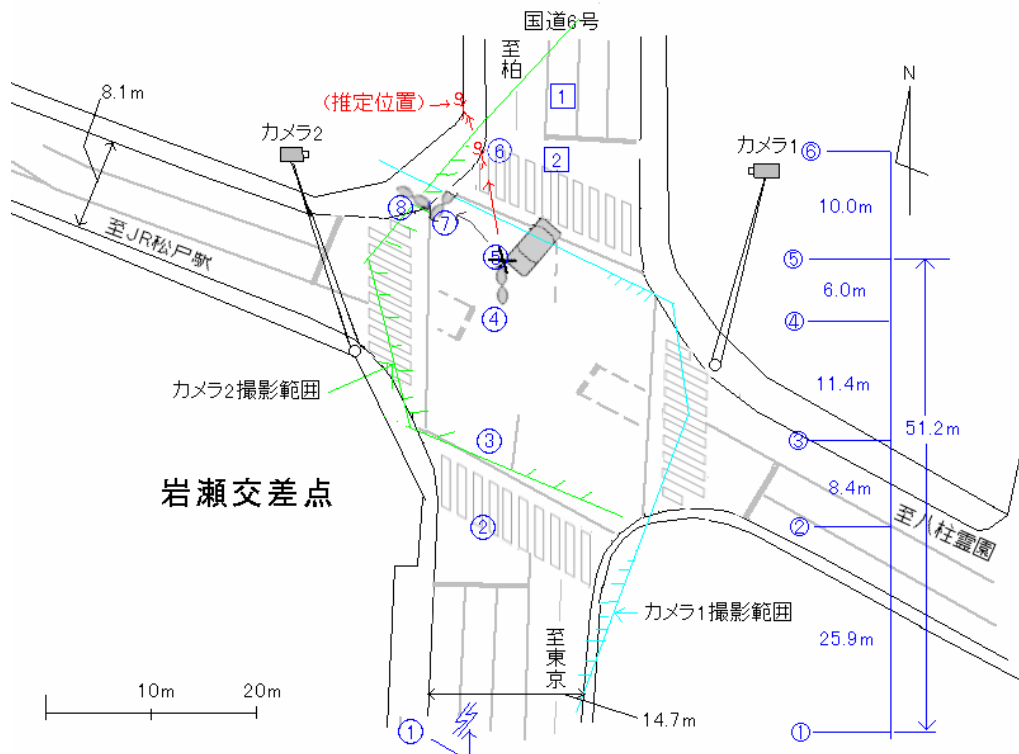
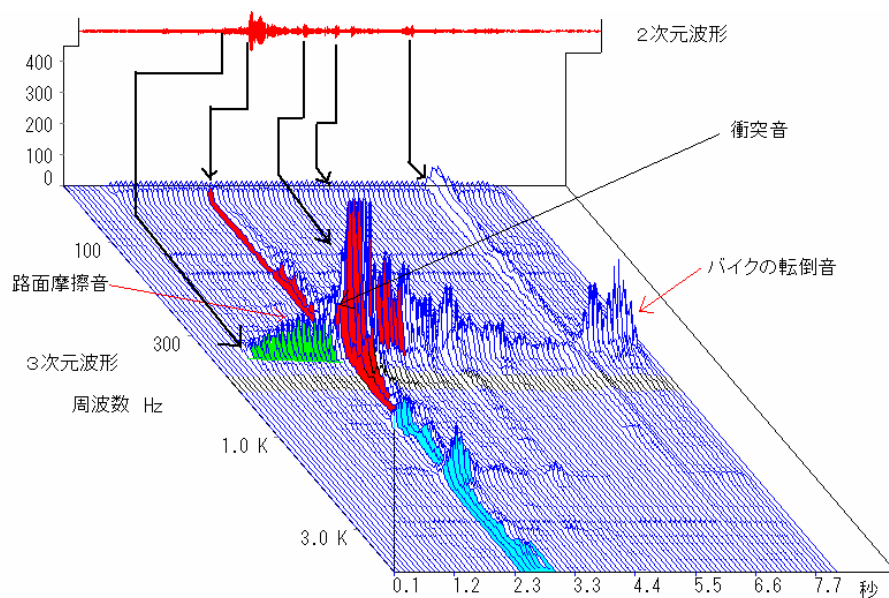


図29 事故7の音声解析(カメラ1)



② カメラ 1 とカメラ 2 は、ほぼ同時にこの事故を記録したが、記録時間はカメラ 1 が 6.7 秒、カメラ 2 が 5.3 秒となっていた。

カメラ 1 の撮影範囲は図 28 の水色線、カメラ 2 の撮影範囲は同図の緑色線で境界を示している。

図 30 は、両カメラの音声解析結果から両カメラの衝突フレームを同期するための基準フレームとして、No1 から No9 までのペアとなったフレーム(以下「ペアフレーム」を省略する)を表している。

衝突フレームはカメラ 1 が 87 フレーム、カメラ 2 は 46 フレーム、両カメラのフレーム差は 41 フレームである。このことから逆算すると、カメラ 1 が 64 フレームであればカメラ 2 は(41 フレーム少ない)23 フレームがペアとなる。(但し、No1 ペアフレームは両カメラの撮影開始時間の違いから同期フレームがないので参考フレームとした。)

適正な同期であることを示すために、音声の 2 次元波形を表示した。

「適正な同期であることを示す」とは、キャプチャ後の音声と映像は常に同期するようプログラムされているが、TAAMS による原映像と音声とが完全に同期されて撮影されているとは限らず、わずかにズレて記録される場合があるからである。

③ No1 のカメラ 1 にバイクが出現し(図 28-①)、その位置は進行方向前方停止線手前約 20 メートルと推定した。(参考としてカメラ 2 は、カメラ 1 の 25 フレーム後である右折前の乗用車の位置(図 28-[1])を示した。)

信号機階梯番号は 04 であるが、意味は現段階で不明である。

④ No2 のカメラ 1 はバイクが横断歩道端(図 28-②)で信号が 06(赤と推定)となった。カメラ 2 はその時の乗用車の位置(図 28-[2])である。

⑤ No3 のカメラ 1 にバイク位置(図 28-③)、カメラ 2 にはバイクと相手当事車両が出現した。国道と交差する市道側は信号赤であった。

⑥ No4 はバイクのタイヤ接地面付近から白煙が出された位置(図 28-④)で、図 29 によると 320Hz 前後の低周波音で、タイヤと路面の摩擦音と推定された。この周波数帯の音声は、以後の映像により、衝突によりバウンドを繰り返すバイクのタイヤと路面の衝撃から発生したものと推定できた。

⑦ No5 は、衝突(図 28-⑤)のフレームである。両カメラとも音声波形は鋭い立ち上がりを示している。

⑧ No6 のカメラ 2 は、衝突後にバイク運転者が空中に跳ね飛ばされている(図 28-⑥、図 30 の A)状況である。その後、バイク運転者はカメラの撮影範囲外にまで跳ね飛ばされた。

⑨ No7、No8 のカメラ 2 は、バイクのタイヤと路面の衝撃と反動により跳ね飛ばされて図 28-⑧で停止した状況である。

⑩ No9 は、信号機階梯番号が 07 になり、市道側が青になった。

⑪ 参考として、以下にバイクの推定速度を計算した。

①-②間 93Km/h

②-③間 112Km/h

③-④間 82Km/h

④-⑤間 80Km/h

図 30 事故 7 のフレーム抜粋

映像省略

7 今年度の研究に関する方向性の考察

(1) 個別事故の研究所見

今年度の研究の方向性を示すために、事故の推定原因と危険要因についての所見を次表にまとめた。

表 2 事故の所見

事故番号	態様	所見
1	横断歩道直近を横断中のバイクと直進乗用車の出会い頭(推定)	図 13 の映像によれば、歩行者が信号待ちをしていた直前の横断歩道上で事故が発生したから、バイクは通行方法に違反し、あえて危険な信号状況のなかで横断していた。 事故直前の位置関係が不明であるが、乗用車側に発見の遅れがあったとすれば、太陽光の正面直射もその一つの原因として推察できる。
2	右直事故	右折タイミングに起因する事故である。交差点は T 字を 2 個接続したような変形 4 差路である。幅員 11m に対し、交差点内東西距離は約 40m で、右折停止線は実際の右折開始点よりもかなり手前に設定されている。 本件以外の映像には、強引な右折車に対するクレームホーンやニアミスの状況が相当数記録されている。 強引な右折を惹起する理由、右折タイミングの判断を誤らせる原因等の分析を、交通流量、交差点形状等から検討すべきと考えられる。
3	横断自転車と直進タクシーの出会い頭	タクシーは左折(青)して加速中に横断中の自転車(青)に衝突した。特殊歩道と車道との高低差及び信号柱等の視界障害物によって、左折車は特殊歩道を通行中の歩行者・自転車を発見しにくい交差点形状であることと変形交差点における信号制御方法の検討が分析のポイントであろう。
4	右直事故回避	直進バイクは黄色信号直後に交差点に入るようなタイミングで右折開始の乗用車に危険を感じ、スライディングによって衝突を避けたのではないかと推察した。 下り勾配で雨天時のスリップしやすい条件下において、すでに右折車が待機していた状況を考えると、バイク側に慎重行動を求めるべきとも考えられるが、そう判断できない事情があるのかどうか分析のポイントである。
5	横断自転車と直進ワゴン車の出会い頭	事故形態は事故番号 3 と同じである。異なる点は、事故番号 3 はブレーキ後に衝突したが、本件は衝突後にブレーキ音が記録され、衝撃力は強い。 自転車運転者の衝突後の状況が記録されており、頭部がフロントガラスに衝突(推定)したこと、自動車の前底部に巻き込まれるように落下したことから、ヘルメット未着装に関する安全教育素材として活用できよう。
6	横断自転車と右折レーン走行中の乗用車の出会い頭	県道側は黄色か右折矢印、一方、横断歩道は自転車や歩行者が信号待ちをしている状況から、自転車は赤信号(推定)であるにもかかわらず、また安全確認の挙動もなく進行して右折レーンの直進乗用車と衝突した。 真夏の朝の太陽が当事者の乗用車を照らしている。自転車運転者は夏休みの子供のようでもあった。 信号無視であったとはいえ、97 フレームで急ブレーキをかけたが、それ以前の 50 フレーム付近で左前方に自転車を発見できる可

		能性はあった。発見できていれば、衝突を回避できたか、できないまでも軽傷で済んだ可能性がある。 道路左側端で工事が行われており、やや右側より通行していたこと、太陽光の幻惑、直進車の停止線の位置などが危険要因として存在していたのではないかと考えられる。 自転車運転者は衝突後、ボンネットに乘せられ頭から落下する状況が認められた。ヘルメット未装着に関する件は事故 5 と同じ。
7	右直事故	お互いに黄色から赤信号にかけて交差点に進入したバイクと乗用車が衝突し、バイクの運転者は 10m 以上跳ね飛ばされた。 バイクは停止線の手前約 5m で前車を追い抜き(45 フレーム)、時速 90Km～110Km で交差点に進入、ブレーキをかけたものの間に合わなかった。 追い越された車両は停止線で停止している。 一方、当事者の乗用車は右折を前提にした普通で進行したが、事故回避(右折の中断、急ブレーキ)の挙動と音声記録はない。 カメラ 2 台が明瞭に事故のメカニズムを捉えているので、安全教育用の映像として活用できよう。

(2) 考察に関する総括

以下に今年度の研究の方向性について考察を総括する。

ア 東海神の映像について

年間の録画率が 90%～98%と高く、日々の交通実態を記録したものとして非常に貴重なデータベースが構築できた。

周辺は、1996 年に東葉高速鉄道が開通(西船橋駅・東葉勝田台駅)し、ベッドタウンとして急成長を続けている新興住宅地域である。

ただ、夏見地区には工業団地もあり、大型車の通行量も少なくない。

東海神駅方向へは午前 8 時から午前 8 時 30 分までの間、小学校のスクールゾーン規制で進入が禁止されている。

朝と夕方は JR 船橋駅方向への交通渋滞も慢性化しているが、県道が東西に延びているので太陽光の正面直射も受けやすい立地条件である。

交差点は、図 11 で示したような変形形状で、車道路面との高低差のある歩道があり、しかも歩行者・自転車の発見を遅らせるような電柱等が狭い歩道に 5 本設置されている。

以上を総合すると、今年度の研究主眼は、

- ① 事故番号 3 と 5 に類似するニアミス映像の発見
- ② 右折と直進に関するニアミス・トラブル映像の発見

を行い、それが本件交差点の立地条件や変形形状とどのような関わりを持つのかを究明する方向で進めて行きたい。

8 参考

図 31 は、調査車両にビデオカメラをセットして JR 船橋駅方向から松戸方向に通常走行しながら撮影した東海神交差点の映像抜粋フレームである。この映像では特殊歩道方向から進行して信号待ちをしている自転車をカメラが捉えたが、電柱等の視界障害物のため調査者は発見できなかった。

図 31 走行調査抜粋フレーム



- ① 交差点手前から前方道路左側に設置された柱類である。道路右側に比較して非常に多い。
- ② 横断歩道手前から見た前方方向の状況である。
- ③ 交差点内に入った時点の前方方向の状況である。
- ④ 右折停止線付近の前方方向の状況である。円内に柱の影となっていた自転車が撮影されている。
調査時点では、未発見であった。
- ⑤ 特殊歩道上の自転車である。パイプフェンスや背景の看板にまぎれていて未発見だった。
- ⑥ カメラ 1 側横断歩道手前からの前方方向の状況である。
- ⑦ 歩行者用信号とその前方方向の状況である。

イ 岩瀬の映像について

岩瀬は事故のメカニズムが明確に記録されている映像 1 件を確認したが、99%以上の映像が通過交通音による録画であることから、危険要因の類似映像を集めて分析するという手法になじまない。本研究の目的には、交通安全教育における効果的な視聴覚教材作成のための映像処理技術の開発も含まれており、その分野の研究に活用するのが妥当と思われる。

研究の内容は、概ね次の項目を方向性として検討したい。

- ① カメラ 2 台による同時撮影映像について、自動的に同期をとり、同時再生する技術の開発
- ② 映像と音声のずれを修正する技術の開発
- ③ 衛星画像と交差点画像の重ね合わせから、被写体の位置を特定する技術の開発
- ④ 3 次元投影変換によって車両群が正射投影されて再生できる技術の開発
- ⑤ 上記で得られた映像のタイトル、シーンつなぎ目のトランジション等の簡易編集技術の開発

以上