

3.6 シミュレーション計算に必要な入力データ

一般的に交通シミュレーション計算には、道路条件や走行条件などの多数・多種の入力データを必要とするが、本節では tiss-NET における入力データの分類とその意味について述べる。この内容のシステムアーキテクチャにおける位置付けは、アプリケーション・インターフェイス (AI) である。

tiss-NET では、3 つ目のコンセプト「システムの透明性」を担保するために、シミュレータに外的に与えるパラメータ（データ）には、極力 OD 表や規制速度、道路幅員、信号データなど明示的で測定可能な設定が可能なものとしている。

3.6.1 入力データの分類定義

まず、本研究における入力データを 3 種類に分類し「システム入力値」、「システム設定値」、「システム調整値」と定義した。

- ・システム入力値は、信号現示パラメータやノード間の距離、OD 交通量、最高速度などの交通規制など物理的に計測・決定可能なデータである。
- ・システム設定値は、乱数のシード値や何時間分のシミュレーションを行うのか（＝計算時間）など、計算シミュレーション計算実行のための条件の設定値を意味している。
- ・システム調整値は、いわゆるパラメータと呼ばれるもので、シミュレーション結果を変化させる何らかの値で、システム入力値以外のものである。

tiss-NET では、これらの入力データの分類を厳密に定義している。これはコンセプトの一つである行動的モデリングを極力明確にするためにも重要なことであり、その中でもシステム調整値の種類を極力減らすことで、説明が不可能な「パラメータ・チューニング」をやり難くしている。

表 3.6.1 入力値の種類定義

「システム入力値」	計測可能な物理的データ 例：信号現示パラメータ、OD 交通量、交通規制
「システム設定値」	シミュレーション計算を行うための設定値 例：計算時間、ランダムシード値
「システム調整値」	シミュレーション結果に作用する何らかの値でシステム入力値以外 例：希望速度指数分布

3.6.2 システム入力値

tiss-NETに必要なシステム入力値は、道路・交差点といった道路側のデータ類、交通需要のデータ、車両性能のデータである。ただし、車両性能については、基本的な性能を有した車両及び普通車と大型車の二種類のモデルしか作成していないため、標準的に組み込まれていることから新たに入力することは行っていない。これらの全てのデータは、データファイルとして実行時に読み込まれることで、入力される。

表 3.6.2 tiss-NETにおけるシステム入力値

システム入力値の種類	説明	例
道路ネットワーク構造	道路網の構造をノードとリンクで記述したもの。	ノード数、リンク数、接続状況（結合行列）、座標
道路属性	一般道路部（交差点以外）に関するデータ	規定速度、車線構成、幅員、方向規制、座標
交差点属性	交差点部に関するデータ	幾何構造、停止位置、走行位置、信号パラメータ、横断歩行者量
交通需要	車両の発生集中需要のデータ	時間別車種別 OD 表（任意時間）

3.6.3 システム設定値

システム設定値とは、シミュレーションを実行する時に必要な設定値だが、この値を変化させることではシミュレーションの本質的な結果については変化⁸を発生させないものと言う点が重要であり、次に述べるシステム調整値とは意味が大きくことなる。純粋なシミュレーション条件の設定の意味であり、tiss-NETにおけるシステム設定値は以下のものがある。

⁸ この場合における「本質的に変化をさせない」とは、例えばシミュレーション計算時間を1時間から2時間に変化させても、後者の2時間の内、最初の1時間については、前者（1時間分の計算）の結果となら変わりはしないことを示している。

表 3.6.3 tiss-NET におけるシステム設定値

システム設定値の名称	説明	設定値の例
シミュレーション時間	シミュレーションで計算させる時間を秒で指定する。	3600 秒 (1 時間の計算)
ランダムシード値 ^{脚注h)}	tiss-NET 内で利用されている擬似乱数発生機構の初期設定値。擬似乱数は、車両発生時刻、ロジットモデル等の確率判断モデルでの行動決定に利用されている。	1~15 までの 15 種類を任意に設定可能
実行モードの切り替え(その 1)	確認を要する処理時に停止動作を行うかどうかの指定。(デバック用)	0 : 停止しない 1 : 停止する
実行モードの切り替え(その 2)	計算時に各種メッセージ(処理内容等)を表示させるかどうかの指定。(デバック用)	0 : 表示しない 1 : 表示する
一時停止時刻	一時的に計算を停止させる場合の時刻(経過時間)を秒で指定する。	1234 秒

3.6.4 システム調整値 (パラメータ)

システム調整値とは、システム入力値及びシステム設定値に当てはまらないもので、この調整値を変化させることによって、なんらかのシミュレーション結果の違いが発生するものである。一般的に言われる計算実行時のパラメータである。tiss-NET では道路・交通条件によって自動車が自らの行動を決定する行動的モデルを積極的に採用しているため、このようなパラメータは少ないが、現時点で計測不能な数値・分布や、車両挙動にばらつきを発生させるために設定している(表 3.6.4)。

^{h)} ランダムシード値は、擬似乱数の発生初期値を設定するものなので、シミュレーション結果は一見して異なることもありえる。例えば、一台目の発生時刻が異なるなどである。しかし、これはシミュレーションの結果を本質的に変化させるとは言えないため、システム設定値として分類定義している。

表 3.6.4 tiss-NET におけるシステム調整値

システム調整値の名称	説明【サブシステム分類】	備考
フェーズタイム	【経路設定 Sub-System】 出発時に車両に与える最短時間経路を計算する時間間隔のパラメータ。設定が2分なら、2分毎に最短時間経路を再計算することになる。標準は2分。	任意時間で設定可能。
セクションタイム・オプション	【経路設定 Sub-System】 個々の車両が計測したセクションタイムを最短経路計算時にどのように利用するかのパラメータ。1つのセクションを複数車両が走行した場合、平均値をとるか、最新値をとるかかの指定。標準は最新値。	過去10台分の平均値などの詳細設定も可能だが、一般には使用していない。
希望速度指数	【車両挙動 Sub-System】 個々の車両挙動にばらつきを持たせるためのパラメータ。車両は道路属性に記述された規定速度で走行を行うが、その規定速度に希望速度指数を乗することで実際の走行速度が決まる。また、この指数は最終的な速度だけでなく、挙動モデルの加速度にも乗算して挙動のばらつきを表現している。標準設定は1.0固定であるが、必要に応じて $\sigma=0.2$ の正規分布（+上下限值設定）や一様分布などの設定する。	実際の設定は、期待値と分布形を与える。期待値1.0に固定すると、全ての車両は同じ挙動となる。

3.7 tiss-NET を構成するアプリケーション

アプリケーション・インターフェース (AI) を tiss-NET 利用者側から見ると、図 3.7.1 に示すようにそれぞれの用途に応じた複数の独立アプリケーションプログラムの集合である「アプリケーション・スイート」と捉えることができる。図から分かる通り、tiss-NET は数値計算と結果表示を同時に行う「リアルタイムシミュレーション」ではなく、データ作成を支援するアプリケーション、数値計算を行うアプリケーション、結果を表示するアプリケーションの3つの機能をもった非リアルタイムシミュレーションである。この結果、コンセプトのひとつである「システム使用性」が向上している。例えば、事前に計算した結果だけを検討の場に提示することが可能となり、住民参加における資料提示などのプレゼンテーションの使用性が高まっている。また、各アプリケーションは、GUI (Graphical User Interface) を強化し、一般人でも分かりやすいシステム構築を進めてきている^{3) 4) 5)}。各アプリケーションの概要を表 3.7.1 に述べる。

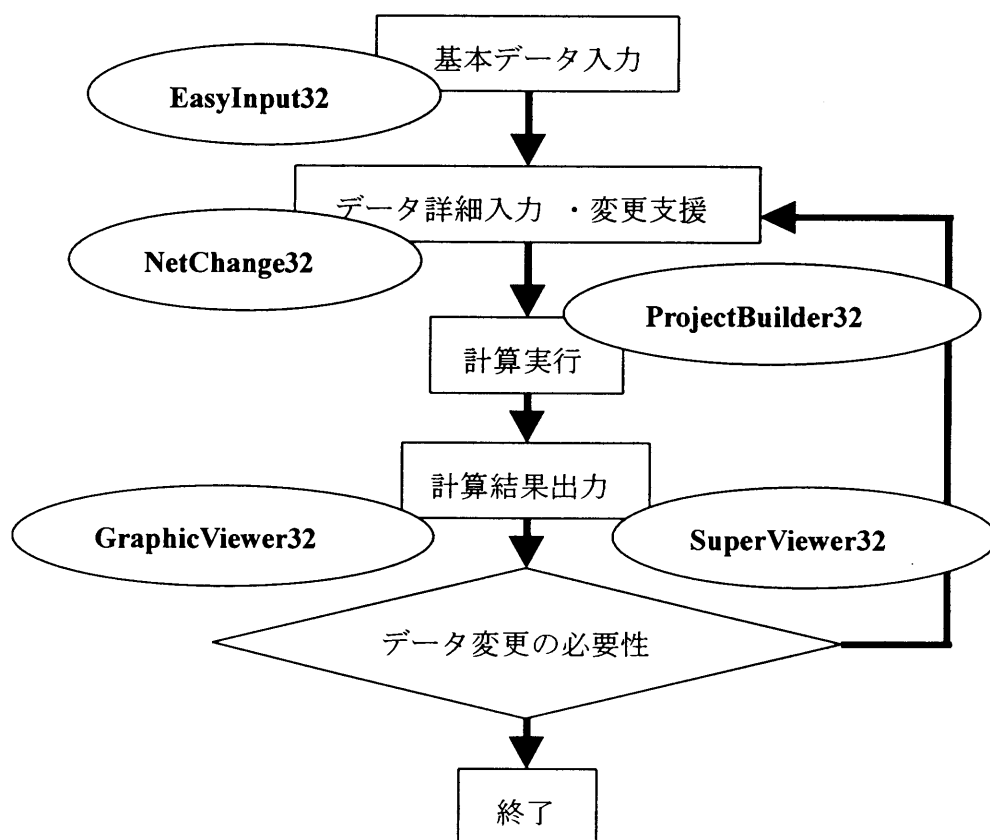


図 3.7.1 tiss-NET を構成するアプリケーションとその位置付け

表 3.7.1 tiss-NET を構成するアプリケーション群

アプリケーション名 (括弧内は省略名)	機能分類	概要
EasyInput (EI)	データ入力支援	基本的な道路・交通データの入力を行う
NetChange (NC)		交通規制や信号現示などの調整を行う
ProjectBuilder (PB)	数値計算実行	システム設定値の入力とシミュレーション計算実行指示を行う
(tiss-NET 本体)		実際の数値計算を行うアプリケーション。使用者には意識されることはない。
GraphicViewer (GV)	結果表示	結果のアニメーション表示を行う
SuperViewer (SV)		結果の統計表示を行う

3.7.1 データ入力支援システム -EI、NC-

シミュレーション計算に必要なデータは、種類も多く詳細な設定が必要である。tiss-NET では全てのデータ（システム入力値、システム設定値、システム調整値）は、テキスト形式のファイルによって記述されているため通常のエディタで作成・修正が可能である^{脚注i)}。ただしファイルは tiss-NET 独自のフォーマットが設定され、その結果としてファイルの内容は数字の羅列となるため、システムに熟練していない場合はデータの入力・修正に多くの時間を要したり、ミスデータ（データバグ）が発生したりするために、シミュレーションの正常な実行までのハードルが高い。そこで、tiss-NET では「EasyInput」「NetChange」の二種類の入力支援システムを構築している。

この2つのシステムの有効性は顕著であり、特にデータ作成時間の短縮効果は10倍以上となった。具体的な有効性の確認は、図 3.7.2に示す仮想的な十字路のデータファイル作成の時間を比較することで行った。非常に単純な十字路であるが、tiss-NET によるシミュレーションのためには、多数のデータファイルを必要とするため、特にファイルフォーマットに関して熟知しない者が入力に要した時間は10時間を越える場合もあった。これはデータ入力のバグの発見に時間を要した結果でもあるが、実用的な値とは言えない。一方、図 3.7.3に示すように EI や NC などの GUI 機能を用いた場合には、データ入力に要する時間が激減することが分かる。特にフォーマットに関する熟練度別に見て、エディタによる編集では10時間以上かかった初級者でも、16分程度でバグのないデータ作成が可能となっている。上級者や中級者においても、同様の大幅な改善は見られている。

ⁱ⁾ 通常のテキストエディタで編集可能とは、OS や文字コードの違いを意識せずに、PC や UNIX、ワークステーションなどの各種プラットフォームで編集可能ということ意味する。

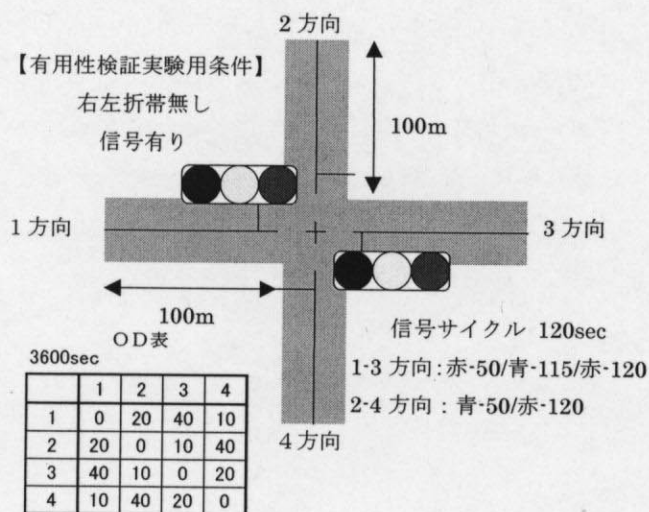


図 3.7.2 入力支援システムの有効性確認用の仮想十字路

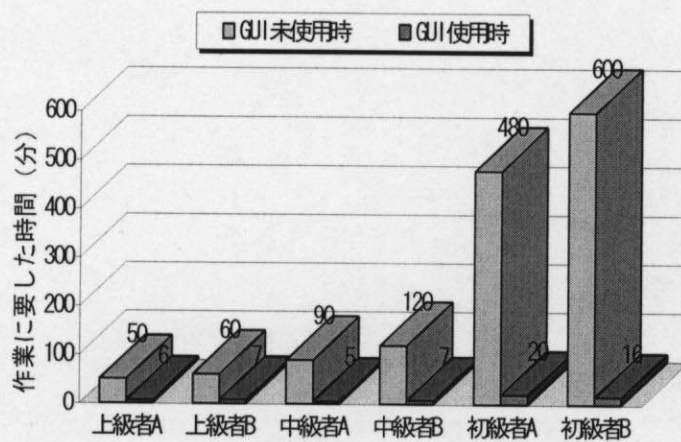


図 3.7.3 支援システム利用によるデータ作成時間の改善（熟練度別）

(A) EasyInput (EI)

シミュレーションデータ作成時には、まずこのアプリケーションを利用することでシステム入力値の中でも基本的な、ネットワーク構造データや道路属性データなどを作成する。具体的な入力項目は、「ネットワーク構造」「リンク」「ノード」「OD」の四項目で、tiss-NETに必要な最小限のデータが作成される。実際の使用例のスクリーンショット（リンク入力）を図 3.7.4に示す。

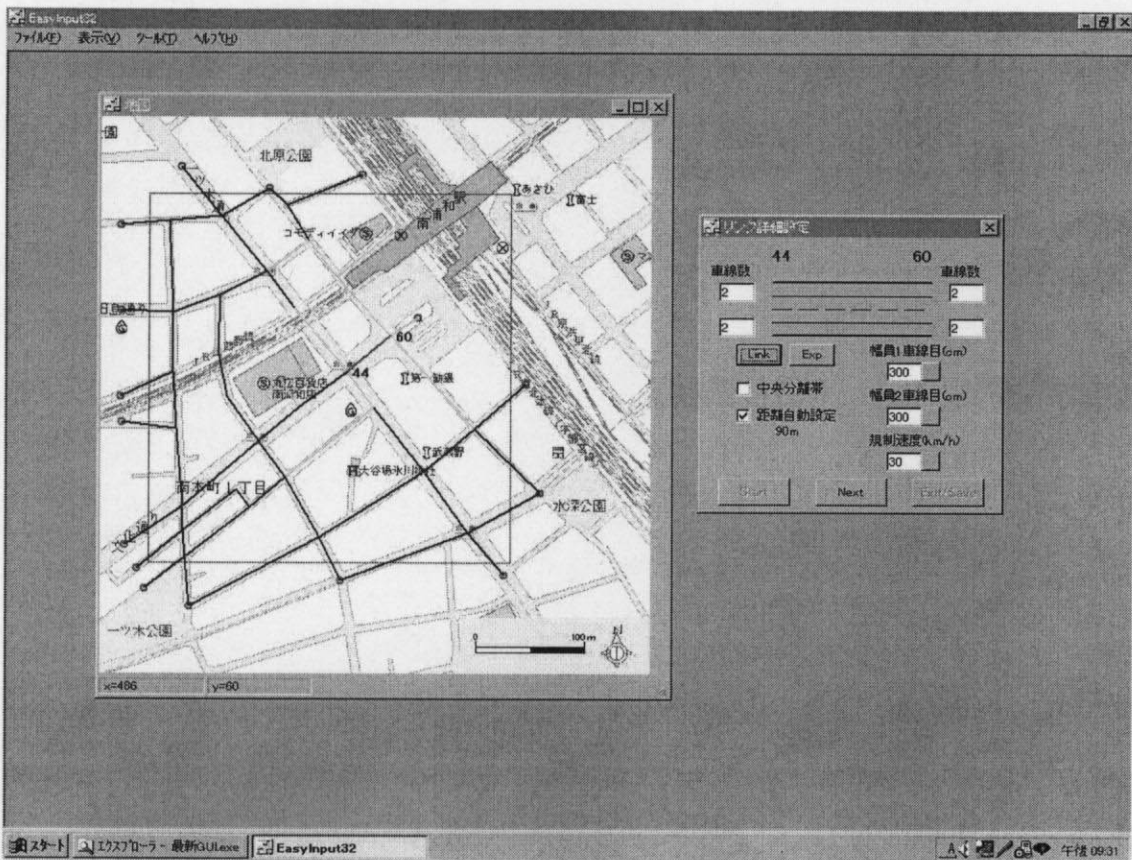


図 3.7.4 EasyInput スクリーンショット

(B) NetChange (NC)

NCは、EIで十分な設定できなかった詳細な道路・交通データを入力・修正するアプリケーションである。具体的には信号交差点の信号現示パターン設定や、交差点の右左折禁止設定、リンク上の規定速度の変更、OD表の修正などを行う。実際に使用中のスクリーンショットを図 3.7.5 (信号現示調整) に示す。

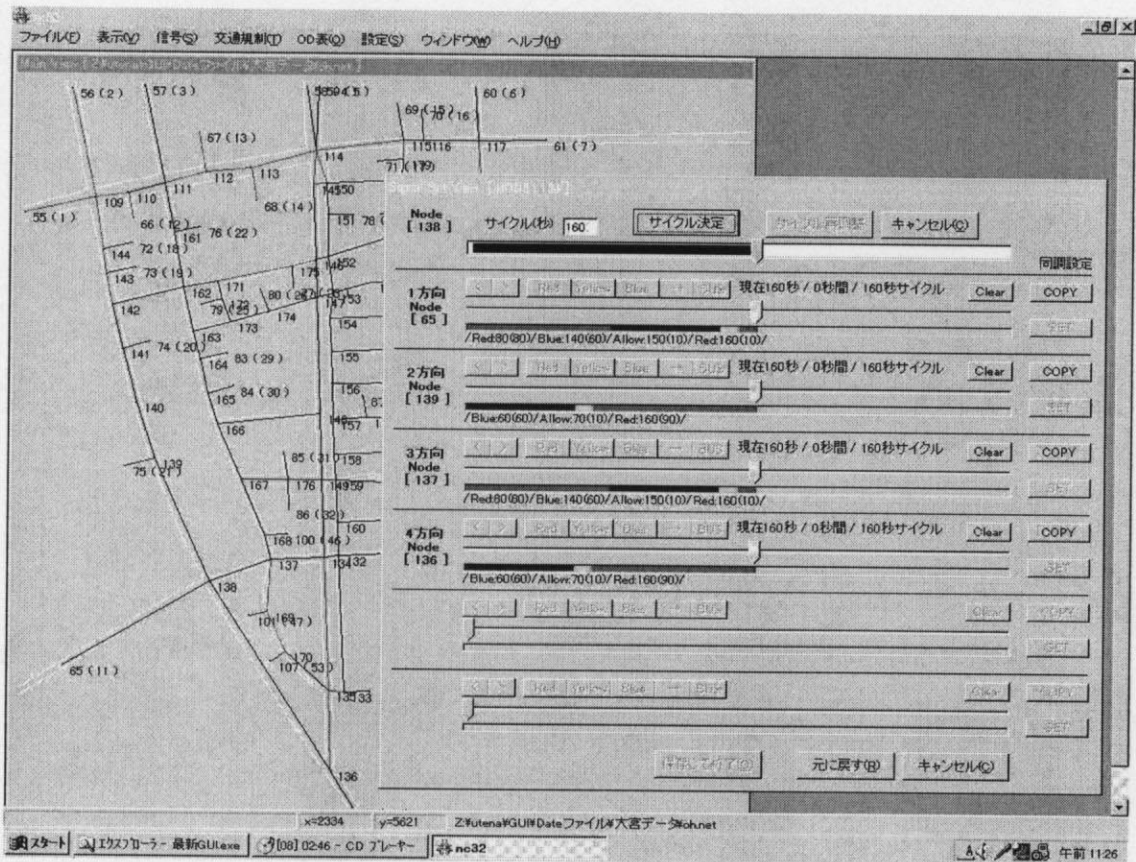


図 3.7.5 NetChange スクリーンショット

3.7.2 数値計算実行システム -PB、tiss-NET 本体-

PB は、シミュレーション実行に必要なシステム設定値を入力・修正する機能と、実際に数値計算を行うアプリケーション「tiss-NET 本体」を起動させるランチャ機能を有している。図 3.7.6に PB のスクリーンショット（システム設定値の設定）を示す。

tiss-NET 本体は OS などのプラットフォームを選ばない実行ファイルが作成可能であるが（C 言語）、通常は Microsoft 社の Windows 環境（Windows95、Windows98、WindowsNT4、Windows2000、WindowsMe）で実行するファイルとしてコンパイルされている。

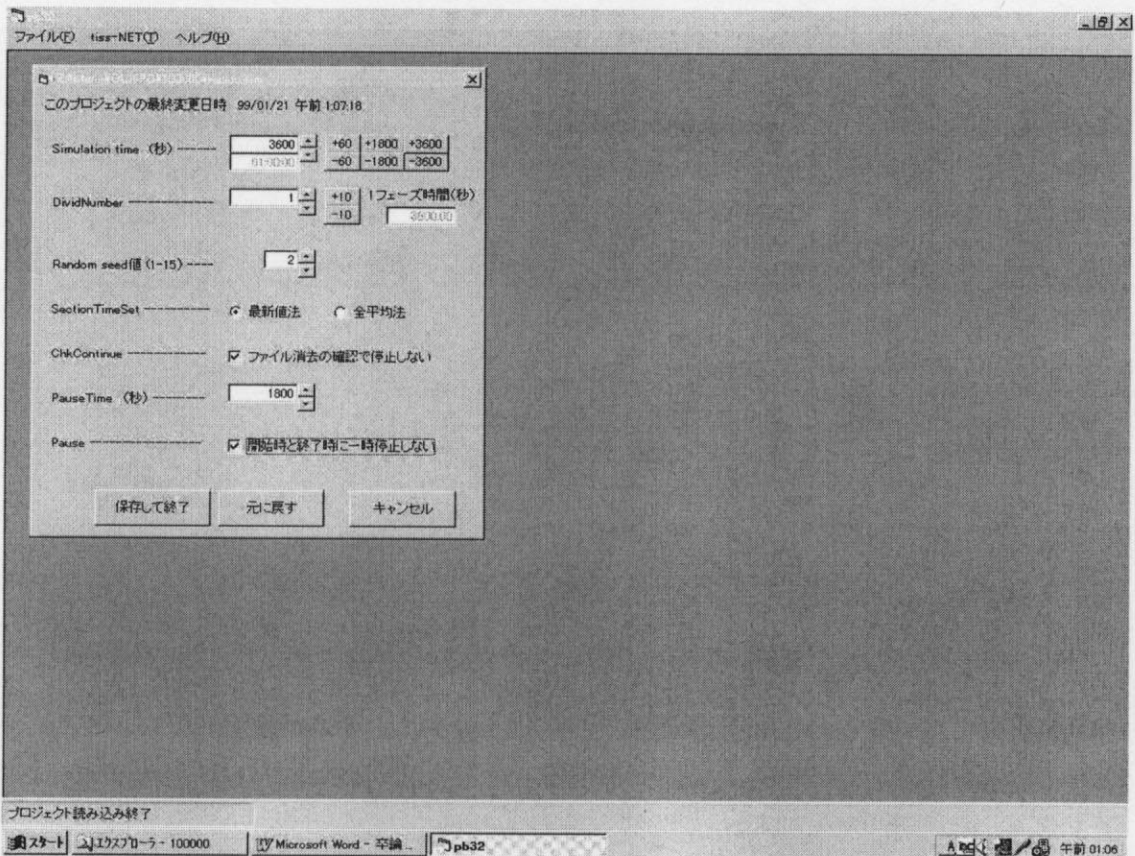


図 3.7.6 ProjectBuilder スクリーンショット

3.7.3 結果表示システム –GraphicViewer、SuperViewer–

結果表示システムは、GraphicViewer(GV)と SuperViewer(SV)の二つのアプリケーションから構成されている。ただし、これは提示できる結果の形式がこの二つのアプリケーションに限定されるということではない。tiss-NET のアウトプットデータは複数あるが、そのメインとなるデータは、車両行動の軌跡が記録されたそのものである。つまり、一台一台の車両を区別した上で、コンパートメント間の移動(イベント)そのものを時系列データとして出力している。例えば 40km/h ($\approx 11.1\text{m/s}$) の速度で走行する車両が 100m 走行した場合、20 イベント [= $100\text{m} \div 5\text{m}$ (コンパートメント長)] 分のデータが記録され、記録の時間間隔は 0.5 秒 [= $5\text{m} \div 11.1\text{km/h}$] 程度となる。当然、等速移動ではない場合は記録の時間間隔はそれぞれ異なったものとなる。GV と SV はこのイベント結果のリストであるアウトプットファイルを適時処理することで、アニメーションや交通量データを表示しているに過ぎない。

(A) GraphicViewer (GV)

GV は、結果をアニメーション表示するアプリケーションで、計算結果を「鳥」の様に上空からの画像としてみる事ができる。また必要に応じて表示速度を調整したり、部分的に拡大したり、特定 ID や OD ペアを指定して着色することも可能である。

また、tiss-NET では出力結果がイベント単位であるために、結果は離散的なデータとなっているが、GV ではこの離散的データによる表示のばらつき(もたつきや早回し)を抑える工夫をしている。つまり、ある一秒間は車が 1000 台動いて、ある一秒間は車が 10 台しか動かないという状況を、同じ一秒として扱うために離散的データを時系列データに置き換えることで対応している。現在、この時系列の精度は 3 種類(1 秒、0.5 秒、0.2 秒単位)が用意されている。例えば、自動車の速度が 60km/h ($\approx 16.7\text{m/s}$) だとすると、コンパートメント間の移動に 0.3 秒程度を要するため、スムーズな表示のためには 0.2 秒の表示精度で十分であるためである。

実際に使用中のスクリーンショット(アニメーション表示)を図 3.7.7 に示す。

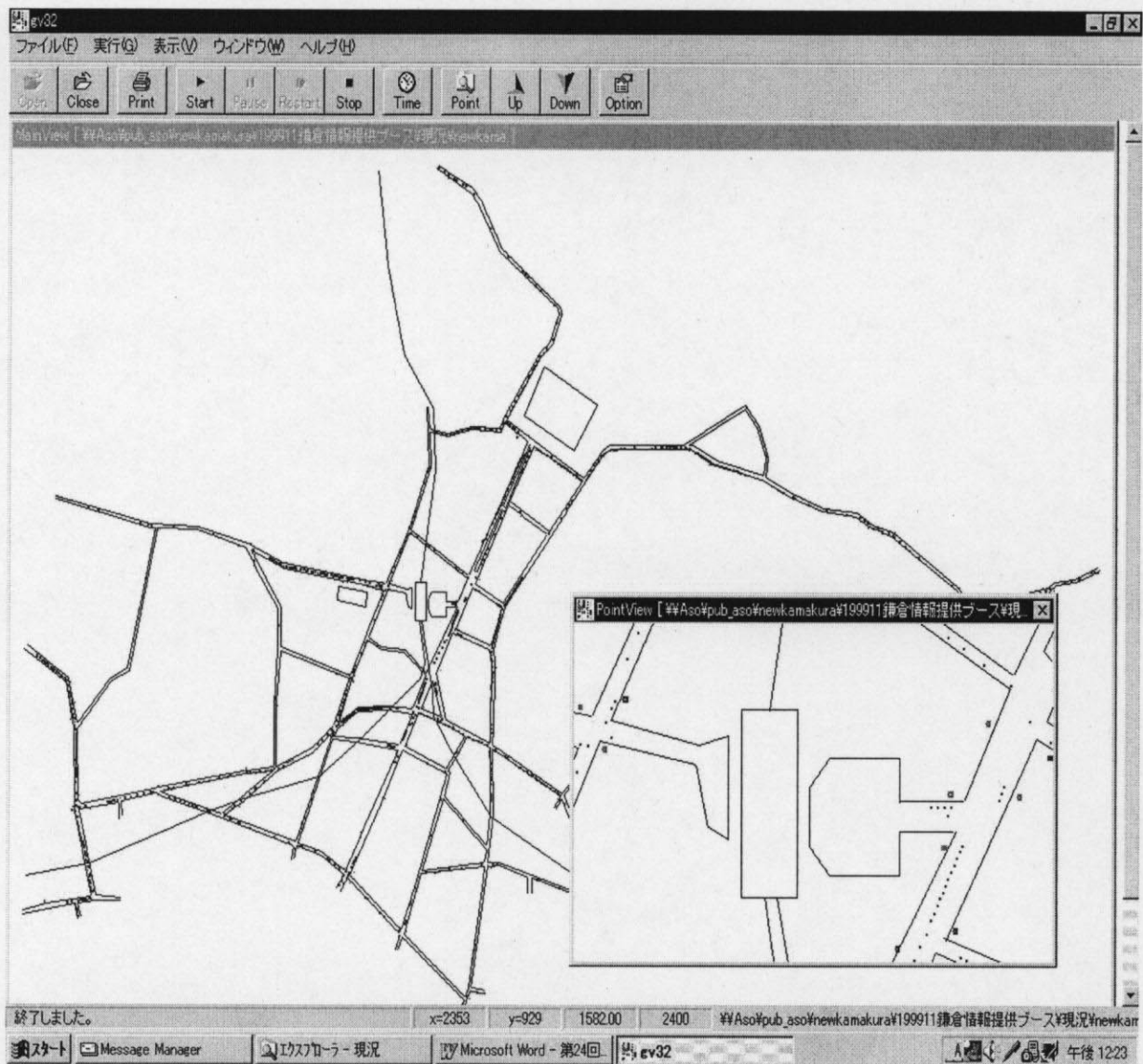


図 3.7.7 GraphicViewer スクリーンショット

(B) SuperViewer

SVは、シミュレーション結果の各種統計値をみるためのアプリケーションである。表示可能な結果としては、「車両走行経路」、「車両走行時間」、「リンク交通量」、「タイムスペース図」、「計算用データ」などが挙げられる。これらは全て、出力結果を処理して表示するためのものであり、必要に応じて拡張を行ってきた。実際に使用中のスクリーンショット（リンク交通量表示）を図 3.7.8に示す。

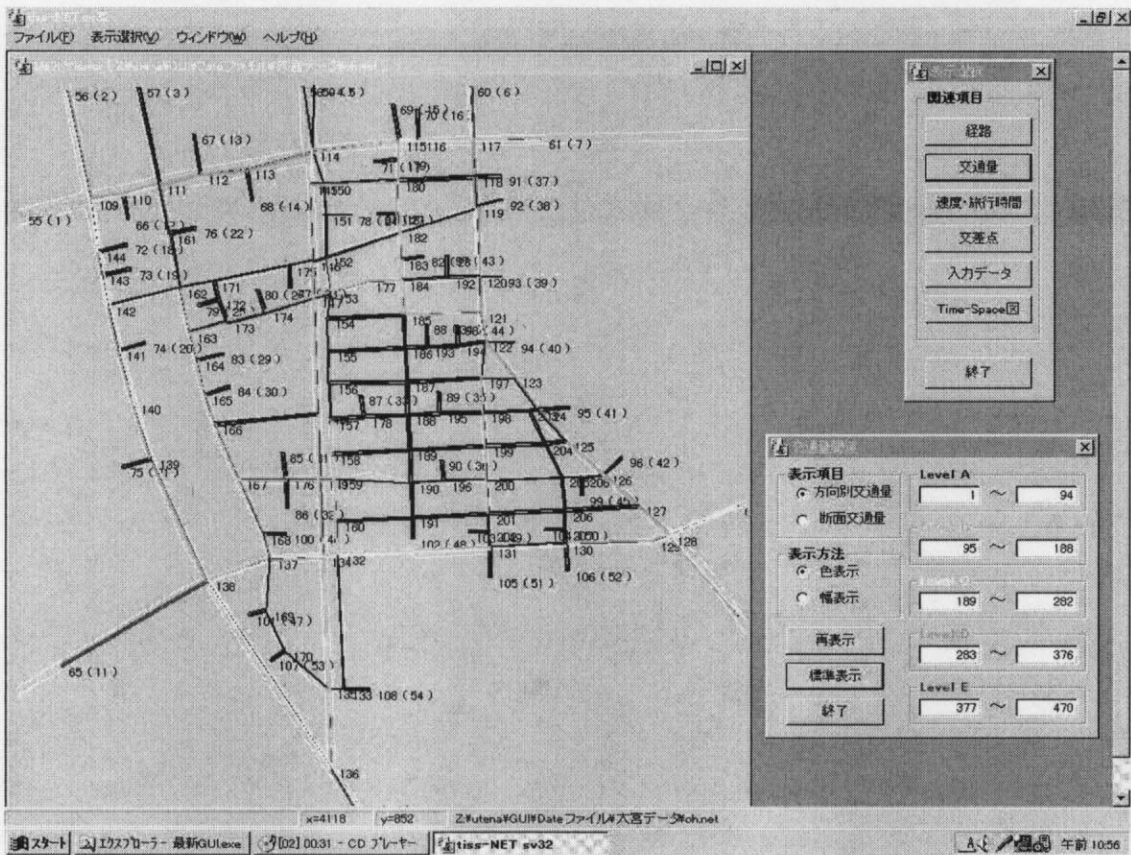


図 3.7.8 SuperViewer スクリーンショット

【第3章】

- 1) 曾田信行, 久保田尚, 高橋伸夫: 混雑時の市街地における車両挙動シミュレーション, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp45-48, 1995
- 2) 小原誠, 坂本邦宏, 久保田尚, 高橋洋二: tiss-NETによるバス優先方策の効果分析—鎌倉地域を対象として—, 土木計画学研究・論文集 No.16, pp.927-932, 1999
- 3) 坂本邦宏, 久保田尚, 杉浦孝臣, 高橋伸夫: tiss-NETWIN-GUIを考慮した交通インパクトシミュレーションシステムの開発, 土木計画学研究・講演集 No.18(2) pp.181-184, 1995年12月
- 4) 坂本邦宏, 久保田尚, 佐藤雅一, 小原誠 交通シミュレーションにおけるGUI機能を伴った入力システムの開発 第53回土木学会年次学術講演概要集, 第4部, pp.536-537 1998.10
- 5) 臺敦, 坂本邦宏, 久保田尚: 交通シミュレーションシステムにおけるGUI機能の開発, 第54回土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, pp.478-479, 1999.9