

持続可能な生活交通情報フィードバックシステムにおける 時空間融合交通情報基盤の検討

佐々木卓^{*1} 岸浩二^{*1} 萬沙織^{*1} 田中淳^{*2} 松沼毅^{*2} 後藤秀典^{*2}
堀口良太^{*3} 飯島護久^{*3} 花房比佐友^{*3} 吉村方男^{*4} 佐々木政秀^{*5}
(株)長大^{*1} オリエンタルコンサルタンツ(株)^{*2}
アイ・トランスポート・ラボ(株)^{*3} アジア航測(株)^{*4} 柏市^{*5}

本論文は、時空間で変化する交通状態の俯瞰的・網羅的な情報を、ICT 活用による継続運用可能な情報収集・処理システムの開発状況について報告するものである。具体的には、千葉県柏市域をフィールドとした路側・車載カメラからの「交通状態モニタリング」や各種交通情報を融合する「時空間交通情報統合 DB」の構築、それら融合した各データを用いた「ナウキャスト交通シミュレーション」までの収集・蓄積・処理の機能を検討し、今年度実施予定の実証実験内容・来年度以降の本運用イメージについて報告する。

A study for development of Spatio-temporal fusion traffic information infrastructure in the sustainable and regional transport information feedback systems

Suguru Sasaki^{*1} Kouji Kishi^{*1} Saori Yorozu^{*1} Atsushi Tanaka^{*2} Takeshi Matsunuma^{*2} Hidenori Goto^{*2}
Ryota Horiguchi^{*3} Morihisa Iijima^{*3} Hisatomo Hanabusa^{*3} Masao Yoshimura^{*4} Masahide Sasaki^{*5}
Chodai Co., Ltd. ^{*1} Oriental Consultants Co., Ltd. ^{*2}
i-Transport Lab. Co., Ltd. ^{*3} Asia Air Survey Co., Ltd. ^{*4} Kashiwa City ^{*5}

Abstract: In this paper, we report the status of development of the sustainable system which collects and processes the comprehensive traffic information which changes between space-time. "Traffic state monitoring" using the way side and an in-vehicle camera, the "traffic information integration DB between space-time" which unites various traffic information, the "now cast traffic simulation" using each data which united them, The function of these collection, accumulation, and processings is considered, and the employment image in and after the actual proof experiment description in Kashiwa-city, Chiba and next year is reported.

Keyword: *traffic state monitoring , Spatio-temporal fusion traffic information infrastructure ,
nowcast traffic simulation*

1. 検討概要

1-1 取り組みの背景

運輸部門からの CO2 排出量は全体の約 20%を占め、その 9 割は自動車交通からの排出であり、官民挙げてその削減に取り組まれている。自動車交通からの

排出量の削減対策としては、昨今の環境対応車の普及だけでなく、エコドライブの推進や公共交通の利用促進等、移動する側の責務として、移動の仕方の工夫についても一層考えていく必要がある。従来から VICS 等による交通情報提供など、移動者の移動の

仕方の工夫を支援する施策は種々行われてきたが、専ら路上のドライバーを対象とした自動車利用の利便性を高めることに主眼を置かれている面が強い。環境への配慮が一層求められるこれからの時代においては、移動する以前の段階から、利用者が日々の自動車利用とそれによる交通混雑からどれ程のCO2が排出されているか俯瞰でき、真にそれを実感し、経路や出発時刻の変更といった基本的な交通行動変容をはじめ、より効果的に意識改革が進むような戦略的仕組みづくりが必要である。

1-2 生活交通情報フィードバックシステムの概要

近年、路上・路側に設置された各種分散型センサ群からの情報に加え、車載端末、更には歩行者携帯端末など、分散型センサ群を繋ぐいわゆるプローブ情報も多数収集されるようになってきた。しかし、現状ではまだ、現実の時空間を広範囲に渡って網羅できる程のデータを収集・統合し、活用した事例は存在しない。こうした種々の離散的・連続的なデータを統合し、直接観測されていない時空間領域をシミュレーション技術で補完すれば、コンピュータ上で実世界の交通状況を細部まで、それもリアルタイムに推定することが可能である。そしてそれをバーチャルリアリティ技術と融合させ、交通状況やCO2排出量を可視化し、市民に提供することができれば、前述の意識改革を効果的に起こすことが期待できる。

これらのITS基盤情報技術を連携させ、市民の交通行動変容を促進する『持続可能な生活交通情報フィードバックシステム』により、市民の交通行動への「気づき」と、環境に配慮した行動変容への「後押し」の促進を目指すものであり、大きく①収集>②処理・蓄積>③提供の技術分野で構成されるが、本論文では時空間融合交通情報基盤における『時空間交通情報統合データベース』(以下、本DB)の開発を中心に記述する。

①収集：持続可能な交通状態モニタリング

既設路上監視カメラの交通センサ化やライブシミュレーション型全周囲映像配信システムの技術開発を目指すもので、主にナンバープレートセンサからのODデータ(画像センサからナンバープレートを読み取り、計測断面間の通過交通量・旅行時間を算出)や画像センサからの断面交通量・速度データの取得が本DBに求められる要件である。

②処理・蓄積：時空間融合交通情報基盤

本DBではプローブや交通センサ、ライブ画像等のモニタ情報を共通の空間基盤上にデータベース化する

技術や、その部分的な時空間情報を蓄積が求められており、本DBからシミュレーションモデルで面的・網羅的に柏市域の交通再現の精度向上を図り、完全な交通状態を推定するナウキャストシミュレーション技術などの技術開発を目指すものである。

よって、本DBはナウキャストシミュレーション等へのデータ引き渡しの機能が求められる。

③提供：市民向け生活交通情報配信

地域市民が日常的に目にする街頭モニタやデジタルサイネージ、スマートフォン等の様々なメディアで情報を提供する仕組みや、仮想化空間での複合現実感による交通実態の体験システムの構築を目指す。

また、本DBに対して、スマホアプリからの移動軌跡データをパーソンプローブとして収集し、利用者の過去の履歴データをフィードバックして交通行動の確認に用いることをサービスとして提供するものである。

『持続可能な生活交通情報フィードバックシステム』は総務省SCOPE(戦略的情報通信研究開発推進制度)の助成を受けて研究開発を進めており、そのスキームは東大、オリエンタルコンサルタンツ、アジア航測、長大、ITL、国際情報ネット、パシフィックコンサルタンツで以下の体制で取り組んでいる。

(図-1の赤破線部分が本稿での関連範囲)

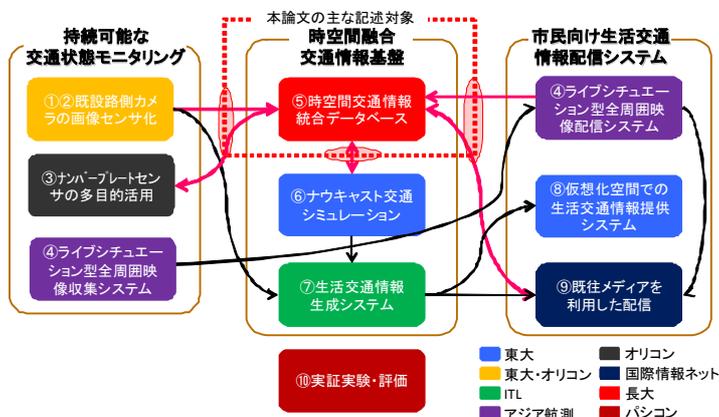


図-1 生活交通情報フィードバックシステム体制

生活交通情報フィードバックシステムは大きく3つの技術分野が連携して、一般市民を対象とした交通・環境情報の「社会フィードバックループ」を構築することを目指している。具体的には図-2に示すように、持続可能な交通状態モニタリングで収集した交通データを本DBにて一元的に集約し、地域の交通環境負荷状況を再現し、市民にその情報を分かりやすく開示することで、環境負荷の少ない交通行動変容へのアクションにつなげていくものである。

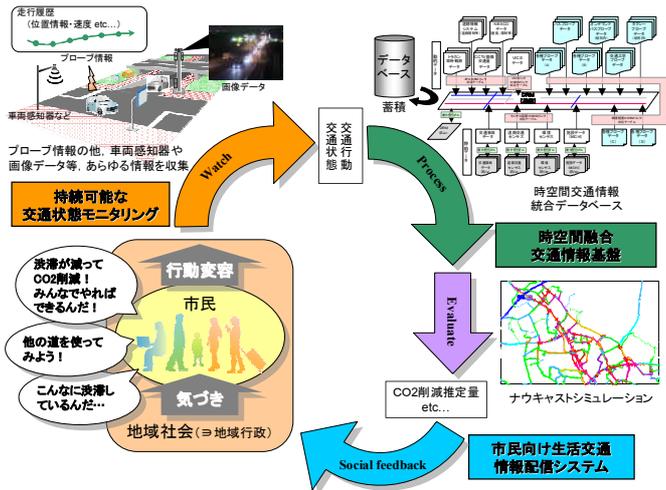


図-2 生活交通情報フィードバックシステムの運用によるループイメージ

ここで開発される技術は、ITS モデル都市である千葉県柏市をフィールドとして柏 ITS 推進協議会との取り組みと連携して技術開発を行っている。本協議会は柏市の国道6号・16号を中心とする幹線道路の慢性的な交通渋滞・事故などの道路交通問題や、それに伴う自動車からのCO2排出などの環境負荷問題、都市構造の変化に伴うモビリティ確保の問題など、様々な都市課題に対してITSを活用して次世代環境都市を実現すべく、活動している協議会であり、テーマ別に6つの部会に分かれている。そのうち、第5部会の活動内容である『プローブ情報を核としたITS基盤情報システムの研究開発』を基に、ITS基盤情報システムを市民向けに生活交通情報を訴求し、環境負荷低減に資する交通行動変容への「気づき」と「後押し」を促す『生活交通情報フィードバックシステム』とした経緯がある。

1-3 検討の目的

本研究は地域市民を対象に、時空間で変化する交通状態の俯瞰的、網羅的な情報を融合する「時空間融合交通情報基盤」の中核である『時空間交通情報統合データベース』を開発するものである。

現在、交通量等の地点データのデータウェア化や多量なプローブデータの収集・統合については研究開発事例があるが、多種に及ぶ異なる交通データ(地点交通量, OD交通量, プローブによる速度・旅行時間等)を統合し、シミュレーションのインプットとして取り込みやすいデータ変換・蓄積する仕組みが必要である。そこで、ナウキャスト交通シミュレーションのインプットデータとして、多岐に及ぶ交通データが必要であるが、それら进行处理するためには、時空間データを一元的に統合したデータベースが必要であるため、異なるデータ内容や周期の相違を解消するデータベース技術を開発し、安定かつ持続可能な運用方法の検討を行うものである。

今回は千葉県柏市域限定であるが、他地域への展開も可能であり、より広域的な交通状態のモニタリングが可能となる。

【時空間交通情報統合データベース構築の目的】

- ・現在、各種交通情報(交通量, 所要時間, 渋滞度, OD等)は、各々の調査主体や情報収集主体が整理・管理している状況にある。
 - ・各種交通情報を活用する場合、情報源に対し情報提供を依頼すると共に、同一の地図上での表現や、データ間の関連付けを行うため、データを利用する側で各々変換処理を実施している状況にある。
- 上記の課題を受け、本DBでは各種交通情報の取り扱いの煩雑さを少しでも軽減し、関連する情報を容易に結合し、分析等が可能な環境構築を目指す。

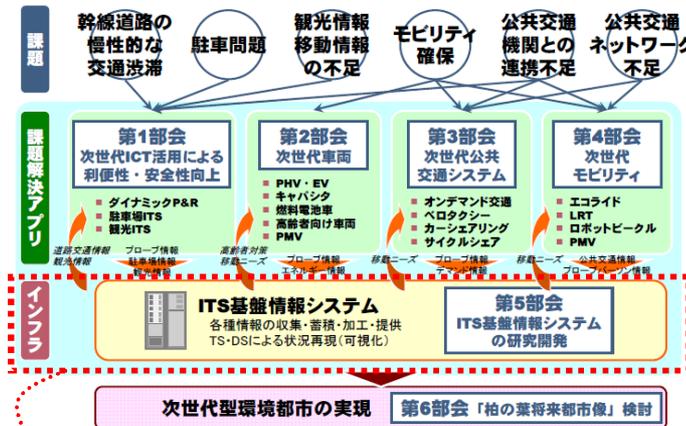
2. 基本要件の検討

2-1 検討の進め方

- 本DBの開発に向けて、以下の流れで進めてきた。
- (1) 時空間交通情報統合データベースの全体像
 - (2) 取り扱いデータの管理方法の要件

各種インプットデータのフォーマット等を整理し、ナウキャスト交通シミュレーションが取り込みやすい形で一元的に集約するためのデータ管理方法を検討し、対象データの蓄積機能要件を検討する。
 - (3) 取り扱いデータの抽出・システム構成検討

本DBで収集・蓄積対象とするデータ内容を整理し、抽出したデータを収集・格納するシステム構成を検討し、機能に応じたサーバの配置を検討する。



『生活交通情報フィードバックシステム』として研究開発

図-3 柏 ITS 推進協議会の体制

2-2 時空間交通情報統合データベースの全体像検討

本 DB は多岐に渡る交通状態モニタリング情報を共通の空間基盤上に融合するものである。その構成は主に路側画像センサからの断面交通量とナンバープレートセンサからの OD データをオンラインで収集する受信サーバとオフラインのデータも含めて、時空間で統合・蓄積する DB サーバで構成される。

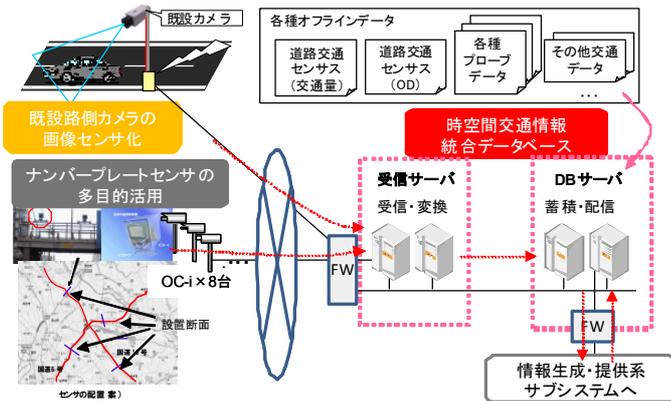


図-4 時空間交通情報統合データベースの構成

2-3 取り扱いデータの管理方法の要件

本 DB は点（地名、緯度経度等）や線（センサ、DRM 等）、面（2 次メッシュ、市町村等）といった、様々な空間的表現方法による交通データを長期的に融合・蓄積する交通情報 DB とするため、空間軸・時間軸で以下の要件を満たす必要がある。

- ・空間軸…地点データ（点）、リンク単位データ（線）、メッシュデータ（面）といった異なる空間的表現方法のデータ間の関連付け
- ・時間軸…複数の時間断面での経年変化を容易に行えるよう、空間軸（DRM、センサ等）のバージョン情報を明確化。

交通量や速度など複数のデータ元が存在するデータについては論理和（OR）を基本としたフォーマットで蓄積し、情報源を示す種別を付与し、交通流通基盤としての発展を考慮し、座標（緯度経度）と DRM リンクとの関連付けを基本方針とする。DRM リンクは 2 次メッシュと 2 つの DRM ノード（昇順）、その並び順を示す方向（0・1）で表現する定義とした。

■本 DB で取り扱う DRM リンクの表現方法

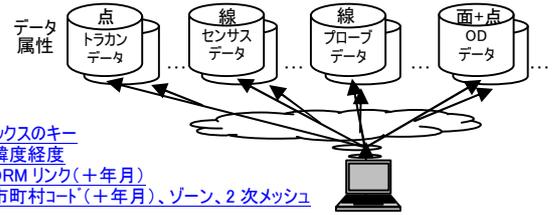
[2 次 mesh_DRM node1_node2 (12 桁)]_[方向 (1 桁)]

- ・DRM node1 < DRM node2
- ・方向 0: node1 → node2, 1: node2 → node1

(例) 533977_00007_00019_0 → 2 次メッシュ 533977 の起点ノード 00007 → 終点ノード 00019 のリンク (方向が 1 の場合は 00019 → 00007)

■空間軸

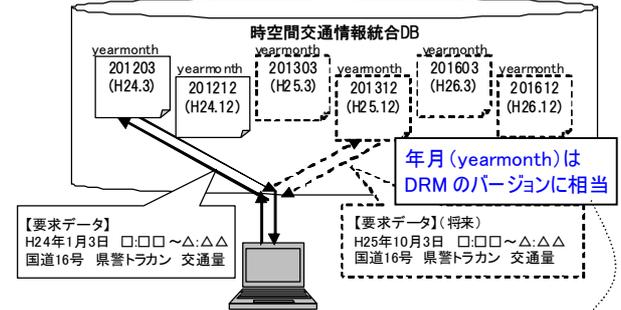
緯度・経度と DRM リンクの対応付け
 センサス区間と DRM リンクの対応付け
 緯度・経度と DRM リンクの対応付け
 OD ゾーンと緯度経度の対応付け



※インデックスのキー
 点 緯度経度
 線 DRM リンク(十年月)
 面 市町村コード(十年月)、ゾーン、2次メッシュ

■時間軸

テーブル内の年月 (yearmonth) で時間軸を管理
 ⇒データ自体は 1 つのテーブルに蓄積



DRM バージョン別のリンク列情報

DRM リンク ID	DRM リンク長 (単位: m)	DRM 道路種別	DRM リンク種別
DRM2203	DRM2203	DRM2203	DRM2203
DRM2303	DRM2303	DRM2303	DRM2303
DRM403	DRM403	DRM2403	DRM2403
533967.00001.00002.0	242	3	1
533967.00001.00002.1	242	3	1
...

柏市に関連する交通データを入手
 ⇒年月 (DRM バージョンを基本) + データ種別の指定

図-5 時空間交通情報統合の概念

DRM リンクの時間軸での管理方法として、事前に柏市域 5 メッシュ分 (533957・533967・533977・534050・534060) を対象に 3 世代に渡る DRM バージョンのリンク列を保持した。

また、断面の交通量データは国交省の常時観測地点データ、県警トラカンデータ、画像センサからの交通量データの 3 種類存在する。これらの断面交通量集計データ (テーブル名: det_agg_data) のフォーマット整合を図るため、年月と種別 (1=常観, 2=県警, 3=画像センサ) によるデータの統合処理を行った。さらに空間軸の統合処理として、地点 ID をキーとした感知器情報 (テーブル名: det_info) を設定し、設置地点の緯度経度に該当するリンク ID を事前に登録することで、ナウキャストシミュレーションで扱いやすい形式とした。(図-6 参照)

2-4 取り扱いデータの抽出

本データベースで取り扱う入力データと関連サブシステムへの出力データ内容の項目 (空間・時間単位, 更新頻度) を次ページの表-1 のように抽出した。

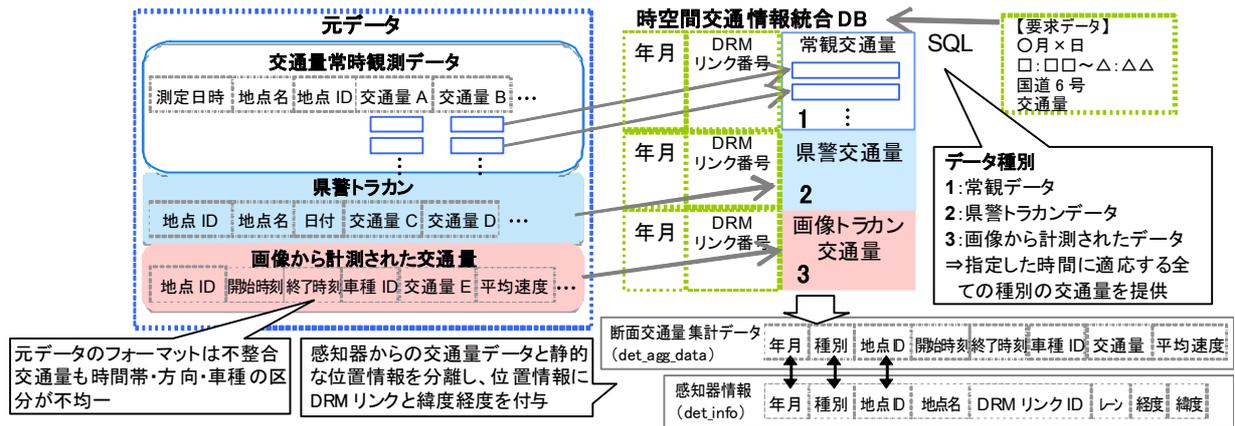


図-6 同種データにおける異なる情報源データの統合イメージ

国交省からは主に道路交通センサスやパーソントリップ関連の台帳データをはじめ、国道16号の常時観測データ、プローブデータ（ITS スポット、民間プローブ）を収集し、千葉県警からは信号関連の基本情報やトラカンデータを収集した。

さらに、プローブデータは民間のナビゲーションサービスであるゼンリンデータコム「いつもNAVI」の履歴データを6か月分（3ヶ月を2カ年）取り込む予定である。当該データは柏市周辺の2次メッシュ5エリア分を対象に、実際に「いつもNAVI」のサービスから車モードでのナビゲーションを利用した際のアプリケーション側で蓄積している移動軌跡データ（任意ID、時刻、緯度経度等）である。2012年9月4日の実績データから5メッシュ内における車ユーザ数は1日約2700ID、15分間（朝7:30～45）で最大58IDと十分なデータ内容として取得した。

また、ライブシチュエーション型全周囲映像や仮想化空間映像の参照位置も保有する予定である。

3. システム機能構成の検討

前述までの取り扱いデータの管理方法と具体的なデータ内容を受け、基本的には以下の機能に応じたサーバ配置とした。

- ・受信サーバ【データ受信・変換機能】…路側画像センサからの交通量やナンバープレートセンサからのAVIデータをオンラインで取得し、データ管理要件により、年月や情報源種別の追加による取得処理を実装する。
- ・DBサーバ【データ蓄積・配信機能】…オフラインデータでも手動で取り込む際は年月や情報源種別を設定して、DRMの年次対応やセンサス～DRM間の対応テーブルによるバージョン・データ間相違の対応を施し、オンラインデータも含めた全テーブルを一元的に蓄積する。

表-1 データベース内の取り扱いデータ一覧

分類	概要	調整先	期間
信号制御	信号設置位置、信号制御の設定情報	千葉県警	事前作成
ODデータ	道路交通センサスODデータ、ODゾーン基本情報・形状情報	国交省	H22年OD
感知器データ (断面交通量)	常時観測データ(R16号1箇所)	国交省	H23年1年分
	県警トラカンデータ	千葉県警	H23年9～11月
	画像センサからの交通量データ(4箇所)	オリコン担当	オンライン収集
AVIデータ (ナンバープレートセンサからのODデータ)	AVI設置位置、区間、マッチングデータ等	オリコン担当	オンライン収集
プローブデータ	ITSスポットからのアップリンクデータ	国交省	H23年4～12月
	民間プローブデータ(インターナビ、ユビークリンク)	国交省	H22年1月～H23年10月
	ナビゲーション履歴データ(いつもNAVI)	ゼンリンデータコム(ZDC)社	H23・24年9～11月
パーソントリップ (PT)データ	東京都圏PTデータ	国交省	H22年
	携帯GPSのPTデータ	国交省	H23年
	市民向け生活交通情報配信で構築予定のスマホアプリからの移動軌跡	国際情報ネット担当	オンライン収集
センサスデータ	道路交通センサス箇所別基本表、時間別交通量、DRMリンク対応表	国交省	H22年

本DBを介した入出力データの流れを図-7に、本DB内の取り扱いデータと他の関連サブシステムとのデータ受配信方法（FTP・SQL等）等を示した全体データ構成・サブシステムとの関連図を図-8に示す。

平成24年11月から前述までのデータ内容とシステム構成で実証実験を実施し、今後は更なる定着化に向けたデータ拡充、特にプローブデータのオンライン収集に向けた継続的な調整を進めていく予定である。

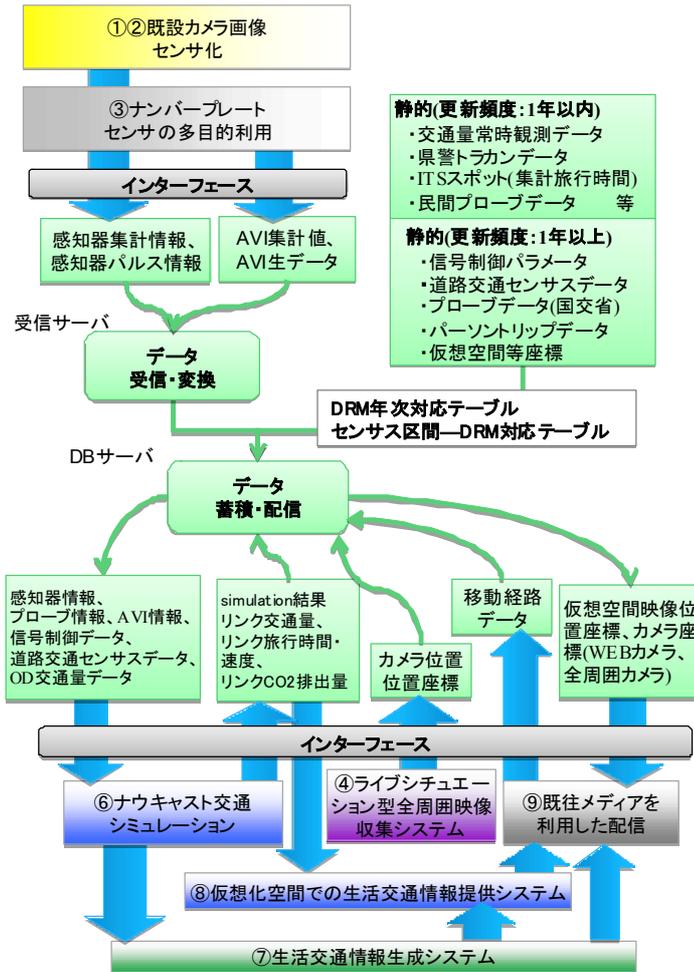


図-7 時空間交通情報統合データベースの流れ

4. まとめ

本 DB は柏市域における各種交通データを一元的に融合し、ナウキャストシミュレーション等の関連サブシステムが活用しやすいデータ形式とするため、主に以下の変換処理を加えて構築した。

- ・時間軸のデータ管理方法として、DRM バージョンで区別した年月 (yearmonth) を設定し、別途 DRM リンクの年次対応テーブルを用意。
- ・空間軸のデータ管理方法として、緯度経度および DRM リンク ID との対応付けた管理を基本とした
 - ①位置情報は緯度経度と DRM リンク ID (2 次 mesh_DRM node1_DRM node2_方向) で関連付け。
 - ②センサス区間は事前にセンサス区間に含まれる DRM リンク ID を対応付けたテーブルを用意。
- ・複数の同種データ (例; 断面交通量における国交省常時観測データや県警トラカン、画像センサ) は年月や種別 (情報源で分別) を追加。

5. 謝辞

本研究は総務省の SCOPE の一環で遂行しているものである。研究に当たり、柏 ITS 推進協議会における関係各位から貴重な助言等を得た。ここに記し感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 柏 ITS 推進協議会,HP: <http://kashiwa-its.jp/>
 [2] 総務省, 戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)
 SCOPE HP: http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/scope/

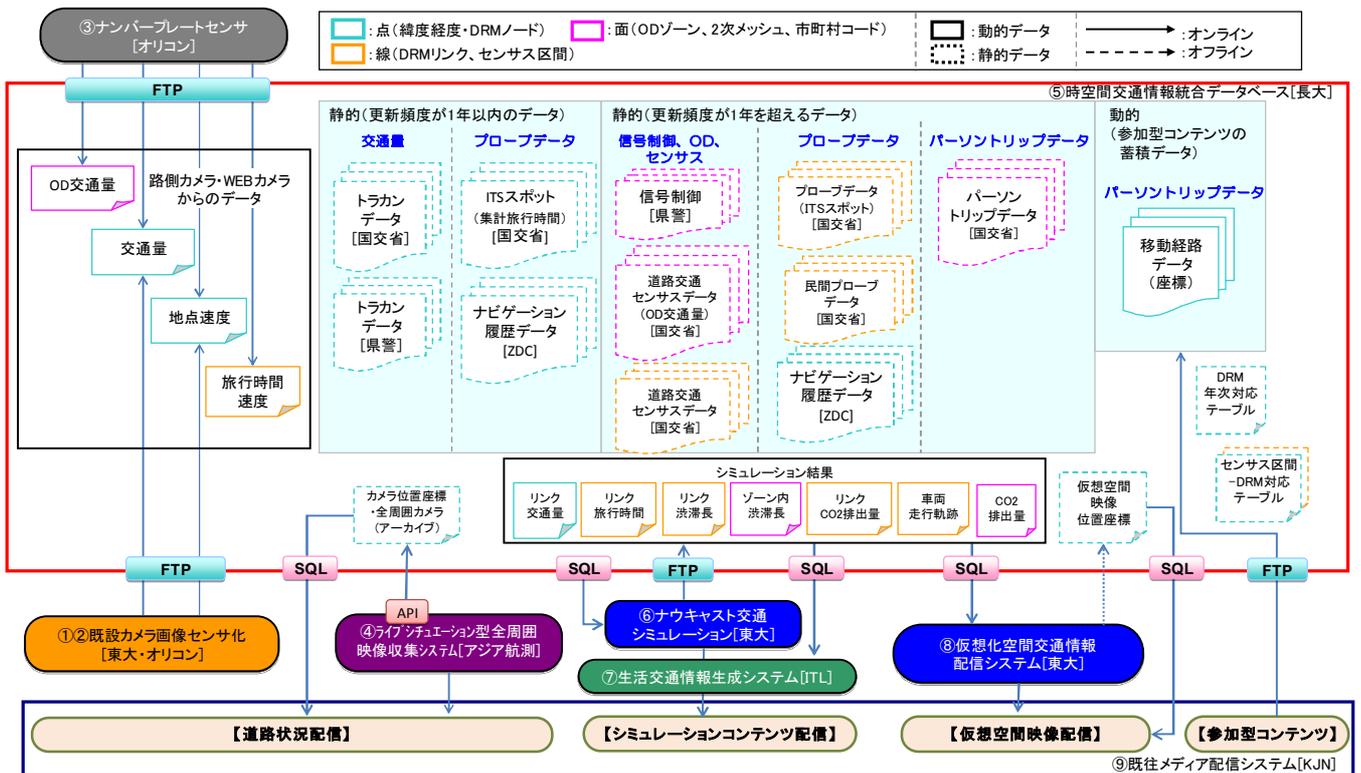


図-8 時空間交通情報統合データベースの全体データ構成図・サブシステムとの関連図