

個票データと位置情報を用いた自動車部品産業に関する研究

蔣 湧（愛知大学地域政策学部）

要旨

国勢調査や工業統計調査など行政が公開した統計データは、通常行政区単位、もしくはメッシュ単位、つまり一定の空間範囲において集計したデータであり、行政区レベルの地域研究によく使われている。一方、企業レベルの生産活動や企業間の取引を中心とした地域研究は、本社、工場、従業員、製品、入荷先、仕入先など含め、より細かな企業個票の属性とその位置情報が望ましい。しかし、こうしたデータの入手は非常に困難であることに加え、データの処理と分析に高度なIT技術と空間解析の知識が必要になる。本報告は、自動車部品産業を対象に、個票データと位置情報を統合した時空間データベースシステムの研究と開発を解説し、この情報統合システムを活用した学際的な地域研究の手法を考察する。

キーワード：個票データ、位置情報、テキストマイニング、データベース、地理情報システム

1. はじめに

情報通信技術の飛躍的進歩によって、地域社会の各分野から、人々の日常生活の隅々まで、多彩な情報とデータが溢れている。こうしたデータには膨大な知識や潜在的価値が埋蔵されているため、その有効活用が今後の学術研究や産業発展の鍵となる。

これまでの地域研究においては、主に行政区単位、またはメッシュ単位の統計データを利用してきた。例えば、豊橋市の人口数、豊川市の事業所数などは、行政区単位の属性として使われる。しかし、行政区界内の人口分布、或いは行政区界の概念を超えた流域の人口分布、産

業立地、産業ネットワークなどの実態を明らかにするには、行政区単位の集計データに限界があり、より粒度の細かい情報が求められる。このような背景のもと、現在、個票ベースの非集計データ、言い換えれば、集計前の個票データを活用した地域研究が注目されている¹⁾。ところが、個人情報保護などの理由から、未集計の個票データの入手は非常に困難であるから、個票データの発掘は最初の課題として研究者の前に立ち現れる。さらに、集計データと違って、個票データは通常膨大な情報量を持つ、処理と分析に高度なIT技能に加え、地理情報、統計学、地域産業など、学際的な地域研究手法が求められる。

本研究は、日本自動車部品産業を対象に、工場ベースの個票データを用いた地域産業の研究を試みる。自動車産業は、極めて裾野の広い基幹産業として、日本の経済を牽引している。転換期を迎える今日の日本自動車産業には、主に4つの課題を抱えている²⁾。一つ目は、グローバル経済の影響を受け、海外での部品生産と調達が増大したことで、主要自動車メーカーの業績が向上し続ける反面、国内部品生産の規模は縮小している。二つ目は、人口規模の減少と少子高齢化による国内自動車市場の委縮。三つ目は、日本の自動車産業が集積している太平洋沿岸部地域は、南海トラフ巨大地震と津波による甚大な被害が予想されている。四つ目は、自動車動力の革命により、ガソリンエンジンは電気モーターに進化しつつある。この進化の過程において、これまで自動車の中核と言われるエンジン系統、駆動系統と排気系統などが淘汰されることで、部品メーカーに大きな衝撃が予想されている。

こうした自動車産業の動向が、地域経済に与える影響を空間的、かつ定量的に分析するためには、行政区単位の集計データだけではなく、企業や工場のレベルにおいて、従業員、製造部品、生産方法、取引先など含めより詳細な企業情報が求められている。本研究は、このような背景のもとで行われた。

本文の第2章では、情報粒度の視点で、

本研究の意味をまとめる。第3章と第4章は、個票データの発掘から情報統合システムの構築まで、研究に必要な情報システムの開発プロセスを解説する。第5章は情報統合システムを活用した学際的な地域研究の手法を考察し、第6章は、システム開発の視点から、本研究の問題点と今後の方向性を示す。

2. 情報の粒度

情報の粒度 (Granularity) とは、情報の荒さ、あるいは細かさの度合いを表す言葉である。図1では、愛知県製造業の事業所に関する4種類のデータを用いて、情報粒度の概念を表す。

図1-a～図1-cは、それぞれ市区町村単位、町丁字単位とメッシュ単位の事業所集計数の分布、図1-dは事業所個票データの分布を表す。企業立地に関する位置情報の粒度は一目瞭然である。図2では、さらにデータ構造の視点から、情報の粒度を考察する。

通常、個票データには、企業の属性や企業間の関連など、様々な情報をデータセットの形でまとめている。一方、集計データは、一定の期間と空間において、その中に含まれる複数の個票のある指標に対する集計結果である。その集計の過程において、個票に含まれている多くの情報が失われることになる。集計で得られた統計データは、情報量が少ないた

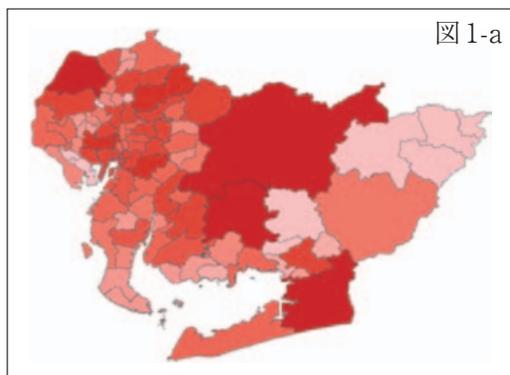


図 1-a



図 1-b

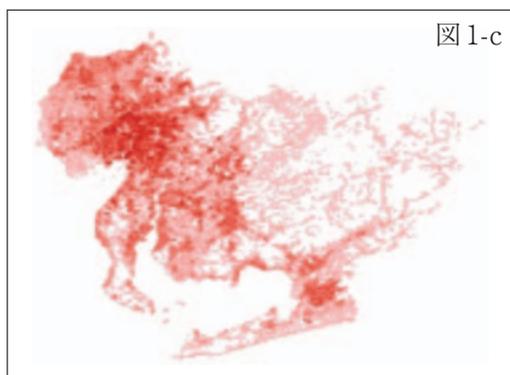


図 1-c

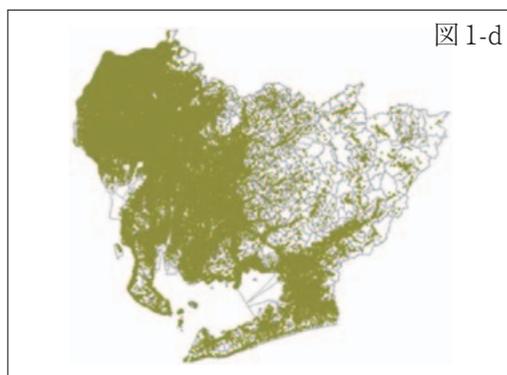


図 1-d

図 1 愛知県製造業の事業所に関する情報の粒度：

- a) 市区町村単位の集計，データ数=83,
- b) 町丁字単位の集計，データ数=13131,
- c) 1kmメッシュ単位の集計，データ数=20348,
- d) 事業所個票データ，データ数：420712

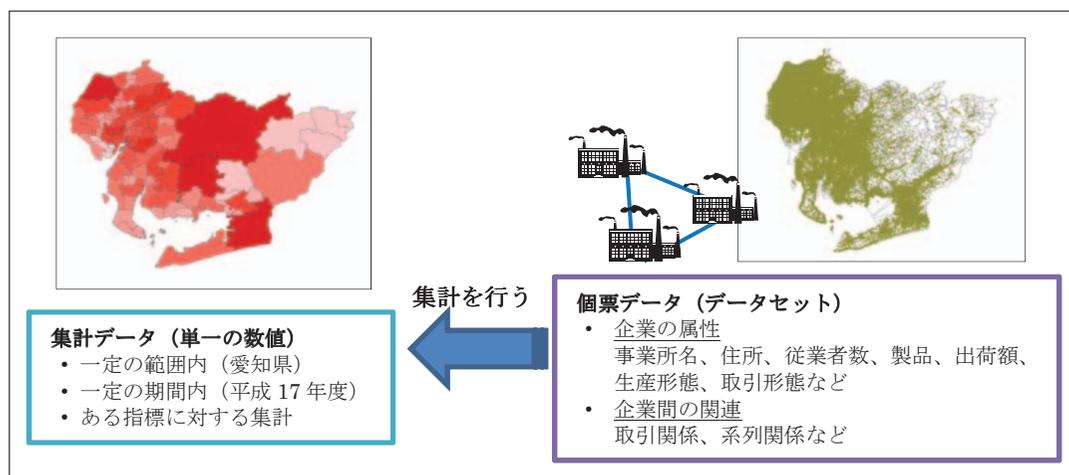


図 2 個票データと集計データ

表1 本研究に使用するデータ一覧

データ	出所
道路網データ	ESRI Japan
国勢調査データ	総務省
工業統計1kmメッシュデータ	経済産業省
経済センサス個票	経済産業省
産業連関表	経済産業省
地震震度、津波水深のメッシュデータ	内閣府
ArcGIS Data Collection 2010	ESRI Japan

め、分析処理の軽快さと特徴表現の明快さがメリットとして、行政区レベルの研究に適している。一方、情報粒度の細かい個票データは、各々企業の多様な属性のみならず、企業間の関連も含め様々な側面から分析することは可能になった反面、膨大な情報量を扱うことに高性能な情報機器の導入をはじめ、情報統合システムの構築やデータ解析などを含め、広い意味でのコスト増は避け得られない。

本研究は、自動車部品企業の個票データを用いて、前述の課題が自動車産業に与える影響、さらに自動車産業の盛衰が地域経済に与える波及効果を空間的、かつ定量的に分析することを目標とする。表1には、本研究に利用する主なデータを示す。

自動車部品産業の企業個票データは、アイアールシー社が出版した「トヨタ自動車グループの実態」、「日産自動車グループの実態」、「三菱自動車グループの実態」、「ホンダ自動車グループの実態」、

「スズキ自動車グループの実態」などの資料を基づいて作成した。その際、テキストマイニングなどのIT技術を活用し、自動車部品産業データベースシステムを構築した。その詳細について、次章以降に解説する。

3. 個票データの発掘

アイアールシー社が出版した「○○○自動車グループの実態」のシリーズは、図3の左のようなテキストベースの資料であり、大量な文字情報から研究に必要な個票データを抽出することが目標である。

図3の右側には、個票データ構造のイメージを示す。トヨタ、日産など完成車メーカーに複数の組み立て工場があり、そこに決められた車種の自動車が組み立てられ、出荷される。車種ごとに異なる部品ユニットが搭載され、それらは部品メーカーの工場生産される。通常、日

従って情報を抽出することは、筆者に置かれている最初の課題である。図4は、この作業のプロセスを表す。まず、資料をスキャナーにかけ文字情報をPDFファイルに変換する。次には、OCR(Optical Character Recognition/Reader)ソフトを用いてPDFファイルの文字情報を活字化し、Excelファイルに保存する。その場合、大抵70%以上の活字成功率があり、残りの訂正作業は手動で完成させる。そしてExcelデータが、筆者自ら開発したテキストマイニングシステムに読み込ませると、個票データが自動的に抽出されることになる。PC画面上抽出された個票データの詳細を確認し、必要な場合に編集作業を加え、「追加」ボタンをクリックすることで、データは自動車部品産業データベースに流れる。さらに、データベースからメーカー本社や部品工場の住所だけを抽出し、東京大学空間情報研究センターへ送ると、向こうから住所情報から変換した位置座標データを返信される。こうしてメーカーと工場のポイントデータが作成できる。最後に工業

統計メッシュデータを活用し、メーカーごとの出荷額に按分計算を行い、位置情報を付随した個票データセットを時空間データベースに格納し、本研究に欠かせない情報統合システムを構築した。システム構築に関する詳細について、次の章に解説する。

4. データベースシステムの構築

研究グループの全員がデータ共有、編集作業などを行えるために、筆者はマイクロソフトのASP.Net技術を用いたWebアプリケーションの仕組み³⁾で、データベースシステムを構築した。表2はシステム構成の一覧である。

データベースシステムの開発において、MS ASP.Net 4.0が推奨したADO.NET Entity Frameworkテクノロジーを試みた。データベース設計、実装とO/Rマッピングを含め、Codeless Programming環境を活用した視覚的、かつ効率的な開発手法を実践した。

図5では、Entity Framework を用い

表2 システム構成の一覧

構成	型番
OS	Window Server 2008
データベースサーバー	MS SQL 2008 R2
開発環境	MS Visual Studio 2010, ASP.Net 4.0
GISシステム	Esri ArcGIS Desktop 10.1
Server	Dell PowerEdge R330

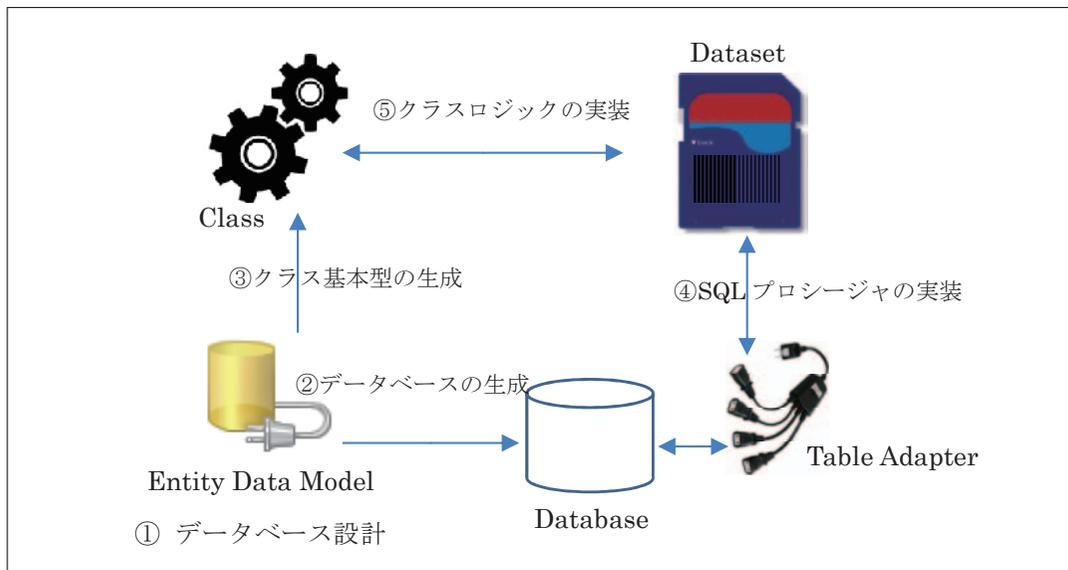


図5 O/Rシステム構成と構築プロセス

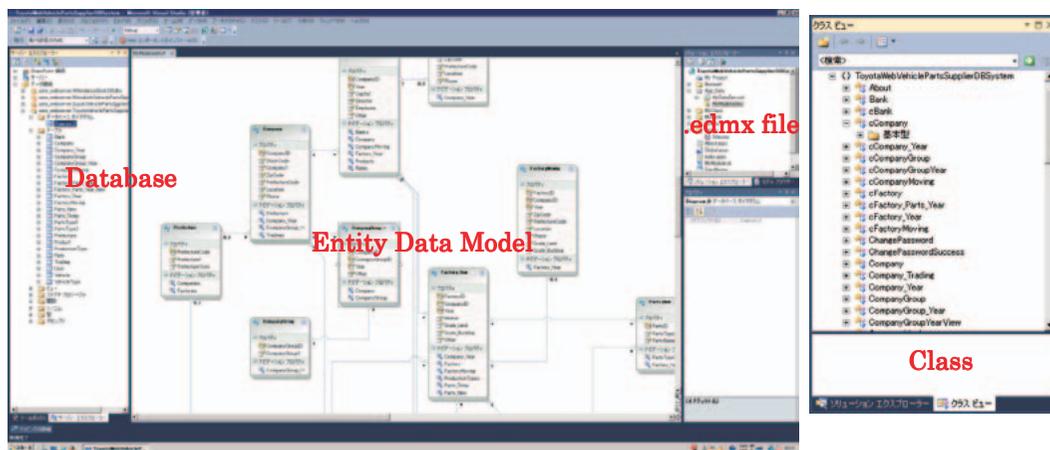


図6 Entity data mode, データベースとクラス

たO/Rシステム構成と構築プロセスを示す。この部分のシステムは、Entity data model, SQLデータベース, ADO. NetのDataset, Datasetに含まれているTable Adapterとユーザー作成のクラスにより構成している。

構築プロセスとしては、まず、Entity data modelを用いてデータベースの設計を行う。設計作業はCodelessであり、視覚的に行われる。データベース概念モデル, ストレージモデル, モデルの間のマッピングなどを含めた設計結果は

XML形式で.edmxファイルに保存される。次には、Entity data modelからデータベースとentityベースのクラスを自動的に生成させる。

図6は、MS Visual Studio 2010のEntity data modelの作成、.edmxファイル管理、データベースとクラスを含めた総合開発環境を示す。Entity data modelから生成されたentityベースのクラスには、Entity Propertyに関する標準なプロパティプロシージャが備えている(図6の右)。

データベースプログラミングは、ADO.NetのDataset、つまりMS.Net Frameworkの非接続型テクノロジーを利用した。クライアント側が初めてデータベースを利用するとき、データベースに接続しながら取得したデータをクライアントサイトのインメモリオブジェクト

に流し込む。利用終了後、データベースとの接続を切断する。その後はデータベースに接続せず、クライアント側のメモリの中にデータ操作を行う。更新作業を行う度に、データベースとの同期作業を行う。その非接続型のデータベースプログラミングも、図7に示したようにCodeless Programming環境で視覚的に行われる。図7の左には、完成したCompanyViewTableAdapterの事例を示し、選択(Select)、追加(Insert)、更新(Update)と削除(Delete)などSQL Procedureが実装され、それはデータベースとDataset間の「パイプ」役を果たしている。

最後に、前述のTableAdapterで構築したSQL ProcedureをクラスMethodの処理ロジックに埋め込み、各々のオブジェクトと関連データベースのマップ

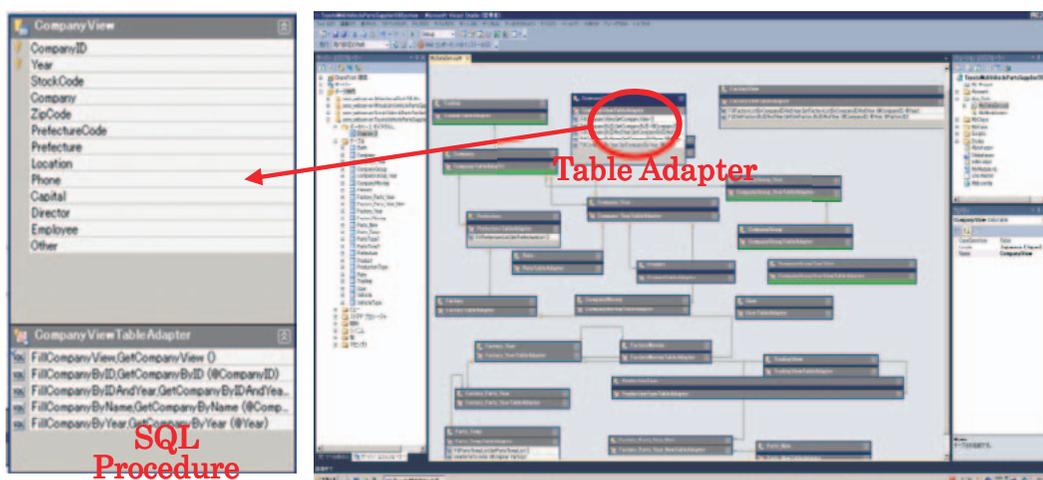


図7 DatasetとTable Adapter

表3 クラス中のSQL Procedure実装

```

Public Class cCompany
    Inherits CompanyView ①

Public Function GetCompanyByName() As DataTable ②
    Dim ds As New MyDataSet ③
    Dim daCompanyView As New MyDataSetTableAdapters.CompanyViewTableAdapter ④

    daCompanyView.FillCompanyByName(ds.CompanyView, Me.Company) ⑤
    Return ds.CompanyView ⑥
End Function

.....

End Class
    
```

ピングを完成させる。表3には、会社名 (CompanyName) で会社個票を検索する Method をクラス cCompany に実装する事例を示す。

まず①では、Entity Data Modelが自動生成したcCompayViewクラスを継承する。継承したクラスには、Entity Property (ここでは会社の主な属性) に関する標準なプロパティプロシージャが既に備えている。ライン②以下は、GetCompanyByName() Method のコードに入り、そのうち③と④はそれぞれ Dataset と Table Adapter を宣言し、⑤では、CompanyViewTableAdapter に実装した FillCompanyByName() Method を経由し、データベースから CompanyView のデータをデータセットの ds.CompanyView に流し (初回目のみ)、そのときの検索引数は、ク

ラス属性の Me.Company (会社名) である。最後の⑥には、データセットの ds.CompanyView から会社個票データを DataTable 型で返す。

ADO.NET Entity Framework の導入には、2つのメリットがあげられる。まず、Codeless Programming 環境を利用することで、これまで煩雑であったデータベースプログラミング作業は、視覚的にかつ効率的に行われ、クラス内部の構文は非常に簡潔になった。次に、Entity Framework の導入により、システム開発は MVC モデルに向け、大きく前進した。MVC モデルとは、Data 処理部分、ビジネスロジック処理部分と Web 表現部分をお互いに独立、分離することで、システムの柔軟性と保守性を向上させるためのモデルである。表3で分かるように、クラスのビジネス処理においては、

データベースプログラムの詳細は記述していない。つまり、TableAdapterの導入により、ビジネス処理とデータベースの処理は分離させた。TableAdapterの設定を変えるだけで、様々なデータソース（例えば、実験用DB、PC内臓のDB、本番の遠隔DBなど）に対応できるが、その際クラスのビジネス処理は変わらない。また、表4には、ビジネスロジック処理とWeb上のデータ表現処理を分離することを示す。

表4は、事例として、会社名から会社個票を表示するコードを示す。Web Form上の「検索」ボタンをクリックすると、このSubプログラムが起動される。そのとき、会社クラスcCompanyが生成され(①)、ユーザーから入力した検索文字をクラス属性c.Companyに送り(②)、表3で実装した検索Method、c.GetCompanyByNameを呼び出し、検索結果を直接にWeb上のGridView(データテーブルを表示するための部品)、つまりMe.gvCompanyList.

DataSourceに流れ、データを表示される(③)。よって、表4のコードの中、検索に関するビジネスロジックは記載されていないので、Webデザイン作業とビジネスロジック処理は分離されている。

次には、完成した主なシステムの操作画面を紹介する。図8は完成車メーカーごとのシステムTop Pageである。著作権保護の観点から、本システムは研究センター内部において、研究プロジェクトメンバーに限りアクセス権を与える。図9では、Excelデータの読み込み、テキストマイニングとデータベースへの書き込みとデータ編集などの機能を備えたページを表す。

図10と図11は、それぞれ本社個票と工場個票の検索、データ編集のシステムを示す。その他に、系列関連、部品関連、取引関連とユーザー管理など複数のシステムにより、自動車部品産業の情報統合システムを構築した。次の章には、この情報統合システムを活用した学際的な地域研究の手法を考察する。

表4 Web上のデータ表現

```
Protected Sub btnSearchFromName_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As EventArgs)
    Handles btnSearchFromName.Click
    If Me.txtSearchName.Text <> "" Then
        Dim c As New cCompany ①
        c.Company = Me.txtSearchName.Text & "%" ②
        Me.gvCompanyList.DataSource = c.GetCompanyByName ③
        Me.gvCompanyList.DataBind()
    End If
End Sub
```

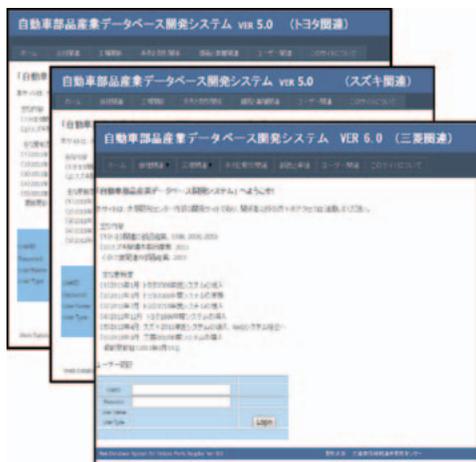


図8 自動車メーカーごとのシステム



図9 テキストマイニングの機能



図10 本社の編集システム



図11 工場の編集システム

5. 位置情報持つ個票データを用いた地域産業研究の考察

この章では、開発した情報総合システムに、地理情報システム ArcGIS とネットワーク分析ツール R を加え、位置情報を持つ個票データを用いた地域研究の分

析手法を考察する。

行政区単位から個票データまで、情報の粒度が細かくなったことで、情報の分析と表現に変化が起きる。例えば、図1に示したように、マップ上の基本要素は、面から点へ変わる。その場合、従来の人口密度、産業密度の概念、つまり、行政

区単位面積あたりの人口数や企業数の概念は、面積のないポイントデータ（個票データ）に変えた場合、ポイントの「密度」はどう考えるべきか？このような問題を踏まえ、以下は、産業集積、産業集積の空間相関性、部品調達圏、産業組織と取引ネットワーク、4つの側面から個票データを用いた地域産業の研究方法を考察する。

5.1 産業集積

これまで産業集積は、ほとんど行政区

単位の統計データで定量化される。地理学において、地域概念は「形式地域」と「実質地域」に分けることができる。形式地域とは、行政区や選挙区や校区など、人的に区切られた区域を指す。形式地域の区域境界は明確に定められていることから、通常、行政の計画、予算、財政、施策は、形式地域を対象に行われている。一方、実質地域は、生活圏、流域圏、生態圏、災害危険区域など、同質的な要素や性質をもつ地域を指し、その意味で自動車部品産業の集積エリアは実質地域に属する。形式地域と違って、実質地域の

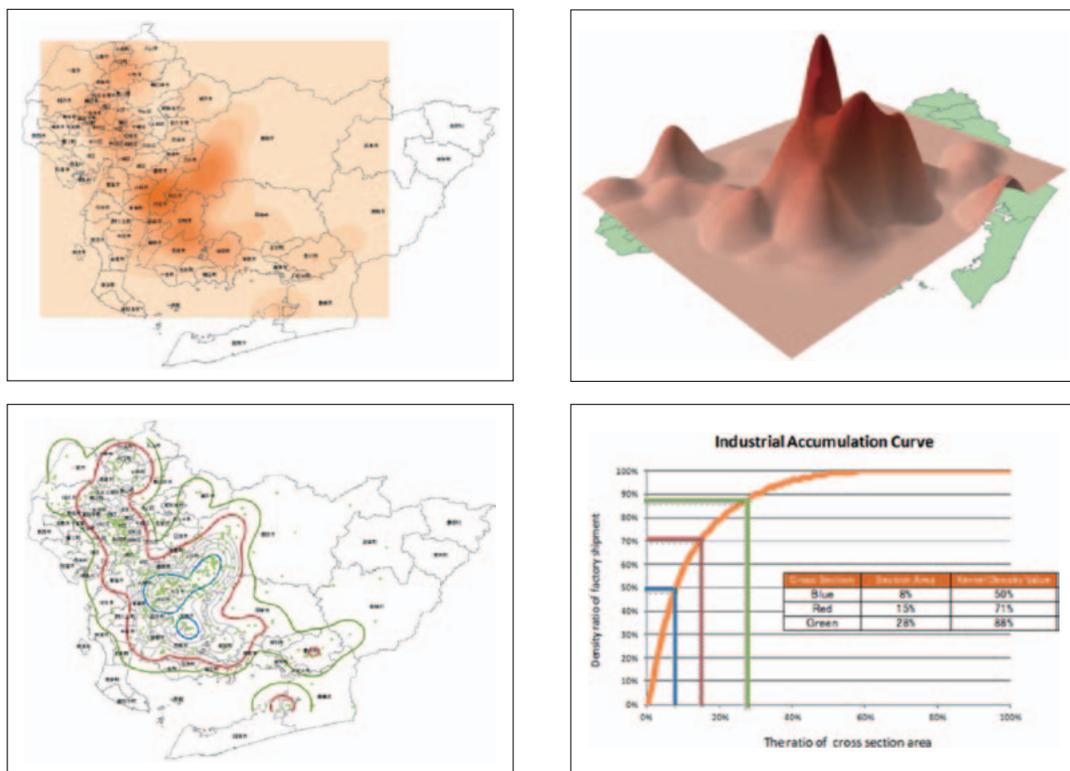


図12 愛知県の自動車産業（トヨタ関連）の集積。企業出荷額のカーネル密度（左上）、カーネル密度の三次元表現（右上）、③集積等値線の定量化（左下）、④集積曲線（右下）

範囲は大抵不明、或いは曖昧であり、定量化は難しい。図12では、愛知県におけるトヨタ関連の部品メーカーを事例に、企業個票データを用いた産業集積の分析方法を示す。集積エリアは、点分布（企業出荷額の点分布）のカーネル密度で定める。図12の左上と右上は、ArcGIS環境でカーネル密度の分布を求め、図12の左下ではPythonプログラミングで密度等値線を抽出し、等値線から集積エリア（GIS上のポリゴン）を求める。最終的には、集積曲線をはじめ、集積エリアを利用した各種の集計は可能になる。これまで、筆者は、産業集積エリアと地震・津波危険区域、産業集積エリアと道路・社会インフラ、産業集積エリアと人口・就業者などを含め、産業集積エリアを用いた様々な空間解析を行った^{4), 5), 6), 7), 8), 9)}。

5.2 産業集積の空間相関

同質の空間対象（ここでは企業を指す）の近接性は、空間相関性と呼ぶ。同質の対象が空間的に隣接していることは空間的に相関していると言う。図13では、企業出荷額の規模を評価指標として、同質の企業、つまり、出荷額意味上の中小企業と大型企業を着目し、その空間上の近接性を調べ、企業間の空間相関性を表す。

ここでは、ArcGISのホットスポット分析 Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*) ツールを利用し、工場出荷額の Getis-Ord G_i^* 統計値を指標として、値の高い群をホットスポット (Hot Spot) と低い群をコールドスポット (Cold Spot) と呼び、それらの空間近接性を求める。図13の左には、Getis-Ord G_i^* 統計量有意義性レベルP値と限界値zスコアを示し、右図は、中小企業 (Cold Spot)

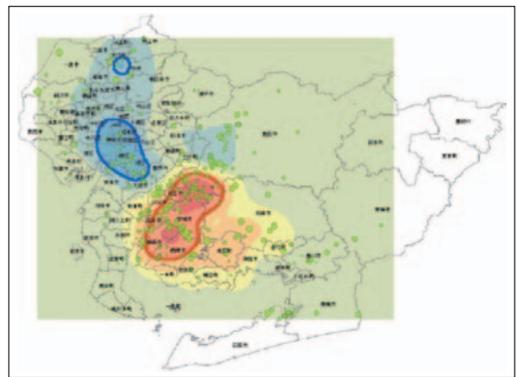
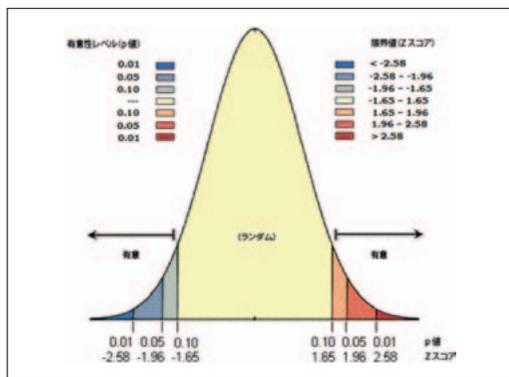


図13 産業の空間相関性。Hop SpotとCold Spotの統計信頼空間(左), Hop SpotとCold Spotの空間近接性(右)

と大型企業（Hot Spot）の空間相関性を表す。

5.3 部品調達圏

一台の自動車は約2~3万件の部品を有し、末端の部品から完成車まで、多くの企業が生産過程に関わっている。そこに道路を利用した部品調達圏の存在が容易に想像できる。特に、トヨタの「カンバン方式」と「Just in Time」生産方式の実現に、部品調達圏においた産業集積は必要不可欠である。また、部品調達圏も、行政区界の概念を超え、実質区域であり、その範囲の確定に意味がある。図14の左は、愛知県の道路ネットワークを示す。図14の右には、ArcGISのネットワーク分析ツールを用いて、各完成車組み立て工場から国道を沿って、道路の法定速度で走行する場合、一定時間内に到達可能な範囲を表す。この到達可能な範囲を部品調達圏と呼ぶ。

図14右には、色別にそれぞれ完成車の組み立て工場から車走行で20分、40分と60分の部品調達圏を示し、既存の研究^{4),5),6)}には、各部品調達圏内の工場数、従業者数、出荷額をはじめ、部品調達圏ごとに部品種類別の生産実態を解析した。

5.4 部品メーカーの組織と取引ネットワーク

日本の自動車産業では、多くの場合、完成車メーカーと部品メーカーとの間に、取引部品の仕様等をすり合わせるために、系列組織を築き上げ、緊密な関係を維持してきた。しかし近年、技術・取引関係の両面において、自動車部品産業の系列には大きな変化が見られ、こうした変化が自動車部品メーカーの行動・パフォーマンスに与える影響に関する研究が注目されている¹³⁾。

系列と取引関係は、ネットワークモデ

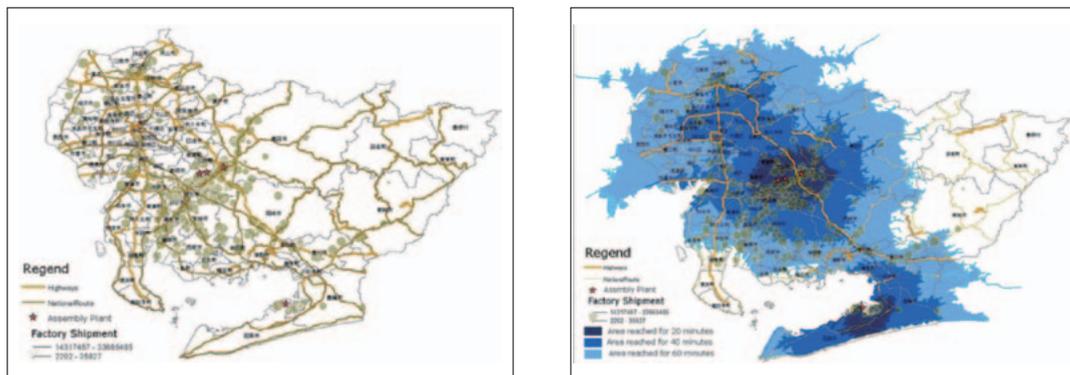


図14 道路（左）と部品調達圏（右）

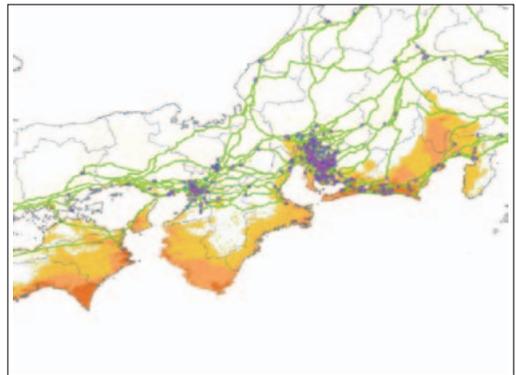
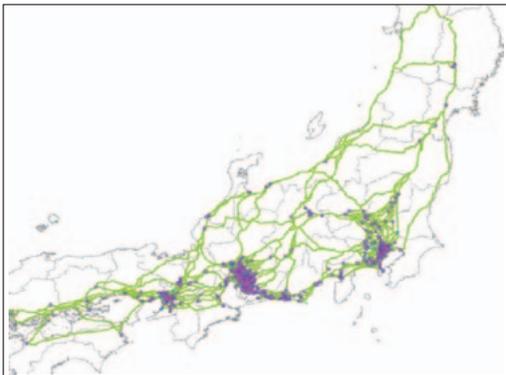
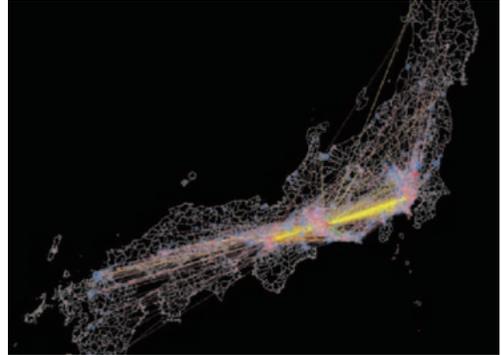
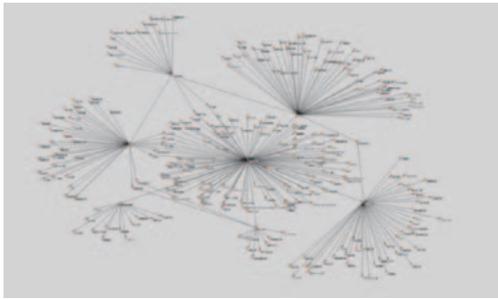


図15 系列のトポロジー関係を示すSocial Network (左上), ネットワークのノードが地理空間に落としたネットワーク (右上), Geographic Network (左下), 災害リスクとGeographic Networkの関係 (右下)

ルで表現できる。そのとき、対象間のトポロジー関係を重視し、空間的な要因が無視できる場合は、Social Networkモデルの利用は一般的である。一方、ネットワークのトポロジーに加え、ノードと枝の地理的な立地特徴も考慮しないといけない場合は、Geographic Networkモデルの方が適している。

図15では、統計ソフトRとArcGISを利用し、トヨタ系列と一部の取引データを用いたネットワーク分析の事例を示す。図15の左上には、トヨタ関連のエ

ンジン系統、駆動系統と電子部品メーカーの系列組織を示し、Rを用いたネットワークトポロジーに関する分析は可能になる。一方、図15の右上は、ネットワークノード(節点)を地理空間に落とした結果であり、ネットワークのトポロジー構造が地理空間上に現れ、空間的に解析できる。さらに図15の左下には、ネットワーク上の枝は、直線ではなく、道路ネットワーク上最短距離で計算した道路を利用し、地理的な近接可能なGeographic Networkを示す。その

場合、ネットワークのトポロジーとその背景にある自然環境や社会状況を統合した分析は可能になる。その研究事例として、図15の右下に示した南海トラフ大地震と津波が東海地域自動車産業に与える災害リスクに関する研究のマップを示す。災害危険区域、自動車部品工場、サプライチェーンと道路システムなどの要素を総合的に分析するためのモデルになる。

6. まとめ

今日、日本の自動車部品産業に取り巻く課題を詳細に分析するためには、企業レベルの定量的な研究は欠かせない。そのとき、研究の視点は、ミクロからマクロへ、目線を常に変化させることで、ミクロレベルの各々の個体の動きを、マクロレベルの群れの動向にまとめることは重要である。それは、従来のモデル駆動

型の演繹的な思考ではなく、データ駆動型の回帰的な思考を基づいた研究手法であり、そのとき情報粒度の細かい個票データの使用は必要不可欠である。一方、個票データを利用するには、IT技術をはじめ、数理統計、人工知能、情報科学、地理空間などを含め、最近Data Scienceと言われたような学際的な知識体系が求められている。

筆者の研究は、集計データから非集計へ、モデル駆動からデータ駆動へ、静的なシステムから動的なシステムへ、3つのコンセプトのもとで研究活動を進めてきた。データ駆動と動的なシステムの観点から、現段階の情報統合システムにまだ多くの課題が残っている。大量のデータ計算に耐えられ、しかもAgent-based modelも対応できることは次期統合システム開発の目標である。図16と表5は、次期の情報統合システムの構想を示す。

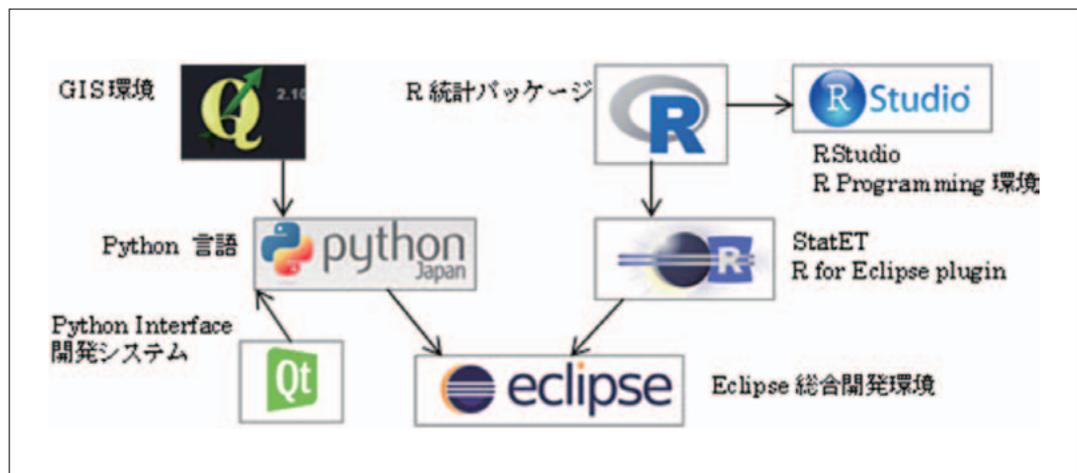


図16 次期の情報統合システム構想

表5 次期の情報統合システム構成一覧表

System	Version	Download Site	Note
QGIS	QGIS-OSGeo4W-2.4.0-1-Setup-x86_64	http://download.osgeo.org/qgis/win32/	Free GIS system
R	R 3.2.1 Win	https://cran.r-project.org/bin/windows/base/rtest.html	R 64bit 統計処理
RStudio	RStudio-0.99.467	https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/	R Programming環境
StatET	statet-3.4.2	http://www.walware.de/?jsessionid=b8212cfff4ca59fe009bee15e6?page=/it/statet/installation.html	R for Eclipse plugin system
Eclipse	Pleiades All in One 4.4.2.v20150310	http://ftp.jaist.ac.jp/pub/mergedoc/pleiades/4.4/pleiades-e4.4-ultimate-jre_20150310.zip	日本語化Eclipse 4.4 Lunaルナ
Qt	qt-unified-windows-x86-2.0.2-1-online	https://www.qt.io/download/	Visual develop system for Python Application

QGIS, R, Pythonとeclipse含めOpen Sourceで構成したシステムを用いて、RプログラムとQGIS環境のPythonプログラムの連携と強化で、計算スピードとGIS Simulation性能の向上を目指す。

謝辞

本研究は、2010-2012年文部科学省の私立大学戦略的基盤研究の「地域に根差した研究」プロジェクトである「三遠南信地域における地域連携型GISに関する研究」の研究補助と2013-2018年文部科学省 共同利用・共同研究拠点「越境地域政策研究拠点」の研究補助を受けている。また、愛知大学三遠南信研究センターの梶原純子氏は、長い間データ整理の作業に取り組んで頂き、本研究に大きく貢献したことに謹んで感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) 橋本 操, 村山祐司「小地域におけるミクロ空間データの取得と可視化—筑波大学キャンパスGISの構築を事例に一」, 『多目的統計データバンク報告書No.89』, 2012.
- 2) 中部経済産業局「東海地域の自動車部品産業の現状について～『地域経済産業調査』から特別調査～, 2012.
- 3) Bill Evjen, “Professional ASP.NET 4 in C# and VB” , Wrox, 2010.
- 4) Yong Jiang, Xiaomin, Tomoki Suzuki, “Facing a transition period of automobile industry in Aichi prefecture of Japan A research for its spatial feature and economic impact” , International Conference of Spatial Economics, 2011.
- 5) 蔣湧, 曉敏, 鈴木伴季, 「自動車部品製造業の再編による経済波及効果の推計—愛知県のトヨタ関連部品メーカーを中心

- に－], 2011年度日本GIS学会論文集Vol. 20, 2011.
- 6) Yong Jiang, “A spatial analysis for economic impacts affected by the industrial structure change in automotive industry”, 6th KOREA-CHINA-JAPAN, JOINT CONFERENCE ON GEOGRAPHY, 2011.
- 7) 蔣湧, 「非集計データと帰納法を用いた空間分析の試み」, 地域政策学部地域政策学研究センター, 第1回公開研究会, 2012.
- 8) Yong Jiang, “A spatial analysis of tsunami hazard in Toyohashi-Tahara area of Japan”, 7th KOREA-CHINA-JAPAN JOINT CONFERENCE ON GEOGRAPHY, 2012.
- 9) 蔣湧, 「データ集約型科学的探索手法を用いた産業立地に関する研究」, GISを活用した地域産業に関する研究, 平成22～24年度文部科学省私立大学戦略的基盤研究支援事業研究報告書, 2013.
- 10) 蔣湧, 「GISを用いた津波被害想定に関する研究」, GISを活用した地域防災に関する研究, 平成22～24年度文部科学省私立大学戦略的基盤研究支援事業研究報告書, 2013.
- 11) 蔣湧, 「GISを活用した地域産業に関する研究」, 平成22年度～24年度 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業, 「三遠南信地域における『地域連携型GIS』の研究」, 研究報告書, 第三分冊.
- 12) Yong Jiang, “A Spatial Analysis for Social Impact of Natural Disasters”, The Seventh International Annual Conference of the Chinese Scholars Association for Management Science and Engineering (CSAMSE), 2014.
- 13) 池内 健太等, 「取引関係のオープン化が日本の自動車部品産業の生産性に与えた影響の分析」, 独立行政法人経済産業研究所, 2015.