

平成24年度～平成28年度
文部科学省 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業

「デジタルアース（俯瞰型情報基盤）による
「知の統合」の研究拠点の形成」（S1201030）

研究成果報告書

平成29年3月

学校法人名	学校法人中部大学
大学名	中部大学
研究組織名	知の統合基盤デジタルアース研究センター
研究代表者名	福井弘道

はじめに

平成24年度に文部科学省の「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」に採択された「デジタルアース（俯瞰型情報基盤）による「知の統合」の研究拠点の形成」の研究は、中部大学の「知の統合基盤デジタルアース研究センター」によって5年間にわたり実施された。

地球温暖化やエネルギー問題、複合広域災害など、人類社会の発展にともなって生じた問題は、複数の学術分野を横断する「問題複合体」である。また常に不確実性や意思決定に関する多様な利害関係者が存在するため、科学者や研究者による専門知の統合だけではなく市民科学による集合知を含めた「知の統合（ガバナンス）」が必要不可欠である。そのためには、関連する現象の様々なデータを統合し、地域から地球まで問題の全体像を俯瞰的に捉え、適切な対応策を解析・検討、熟議を実施するデジタルアース（俯瞰型情報基盤）の開発と、それを問題複合体に応用して運用し、利害関係者の合意形成を支援する仕組み（制度設計）が求められる。

本研究では以上の視点から、「南海トラフ巨大地震など大規模な自然災害への対応」や「地球温暖化の緩和・適応」などの具体的な課題に対し、デジタルアースにより専門知・集合知を集約し、問題複合体の実像を可視化する手法を開発して、問題の全体像の把握、迅速な意思決定を支援する仕組みを検討した。さらに合意形成のために行う、市民参加型のゲーミングシミュレーションや図上演習・熟議に、デジタルアースを運用する手法についても検討した。最終的には、日常時のリスクコミュニケーションから緊急時の危機管理支援までを事例に、「知の統合」と「意思決定」手法の提案や実験を行う研究拠点を形成し、その支援システムの社会的な実装および技術移転を最終目的としている

初年度には研究体制の基盤づくりを行い、必要な研究設備の整備を行った。具体的には、研究拠点であるデジタルアースルーム、俯瞰型情報基盤の根幹であるデジタルアースサーバ、リアルタイム・モニタリングシステムとして危機管理情報収集車および無人飛行機などの整備を行った。2年度以降は、初年度に構築した研究体制、研究基盤を利用する研究事業を推進した。具体的に2年目には、地元自治体である春日井市とのGIS共同研究を開始するとともに、ブータン王国農林省再生可能自然資源研究評議会（CoRRB）と締結したMoUに基づいてClimate SMART (Sustainably Managed Agro-ecosystem and Rural Terrain) Villageを構想した。環境、防災をはじめとしたデジタルアースの応用研究に用いるための基礎データの構築、具体的な応用も開始している。

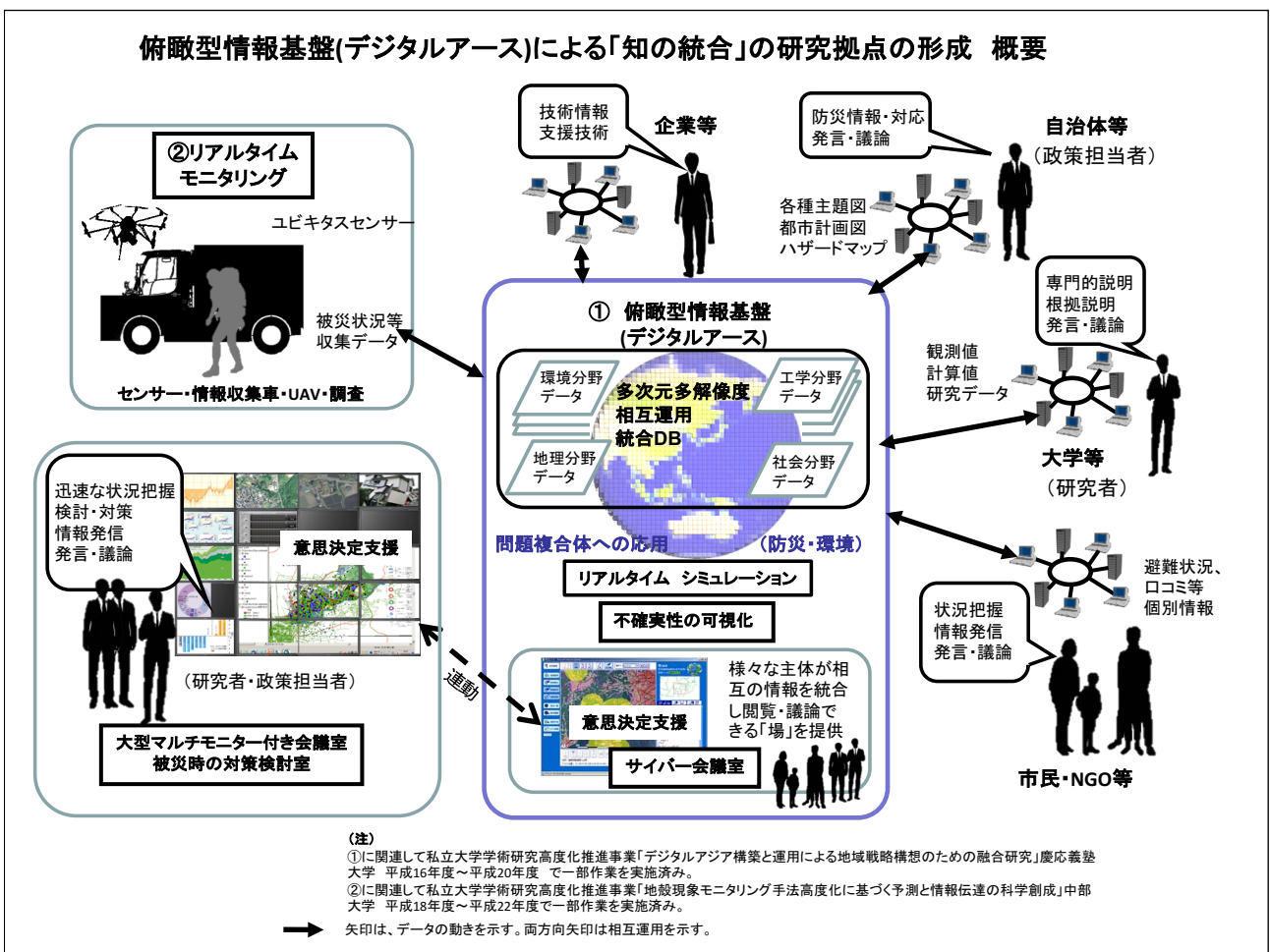
国際的なデジタルアースに関する研究活動は2006年に設立されたISDE (International Society for Digital Earth) が主導して行われている。2014年には、このISDEが主催する5th Digital Earth Summitを「ESDにデジタルアースがどう貢献できるか」をテーマに現地実行事務局として開催し、当センターの国内外でのプレゼンスを高める機会となった。さらにこの年には、文部科学大臣が認定する「問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究拠点」となることができた。これを機に、国内のデジタルアース研究の中心的機関としての役割を果たし、包

括・俯瞰型の目的駆動型共同研究により、一層の学際・分野横断の研究を推進されることとなった。

ここに、最終年度の2016年の研究報告をまとめるとともに、本研究で実施した研究課題の具体的な内容について、次章以降に詳述して研究成果報告書とする。

また別刷の「デジタルアース（俯瞰型情報基盤）による「知の統合」の研究拠点の形成」（S1201030）平成24-28年度 研究業績目録にあるように、本研究を推進し結果として、公刊論文等130編（うち査読付40編）、図書4編、学会発表186件（うち招待講演50件）その他発表34件の学術的成果が発表された。

今後は主たる研究活動の舞台を「デジタルアース共同利用・共同研究拠点」に移し、ISDE日本支部として本研究をさらに発展させていく予定である。



平成29年3月

中部大学 知の統合基盤デジタルアース研究センター長

福井弘道

目次

1. 事業の概要、目的と意義	1
2. 研究組織と役割分担	3
3. 年次計画	5
4. 本事業による重要な達成の概要	7
5. 各研究課題の概要と、それぞれの位置付け	9
6. 各研究課題	13
6.1. 各研究課題の全体概要	15
6.2. デジタルアースの構築とデジタルアースコンテンツ開発	23
6.2.1. 設備・機器、ドローン、360度カメラ	23
6.2.2. 歴史・地理学	29
6.2.3. 地球科学・リアルタイムコンテンツ	35
6.3. デジタルアースによる持続可能な社会・環境・国土の構築	43
6.3.1. 安全・安心・リスク対応型社会	43
6.3.2. 農業・林業・自治体行政	49
6.3.3. 都市計画・地球温暖化	55
6.3.4. ESD	61
7. 外部評価委員会	67
7.1. 外部評価委員会（平成27年 4月27日）	69
7.2. 外部評価委員会（平成27年12月 7日）	73
7.3. 外部評価委員会（平成28年 9月27日）	79
7.4. 外部評価委員会（平成29年 3月 6日）	81
A. 付録：デジタルアース（俯瞰型情報基盤）による「知の統合」の研究拠点の形成キックオフシンポジウム 記録	
B. 付録：Digital Earth Mapping for ESD 記録	
C. 付録：5th Digital Earth Summit 記録	
D. 付録：国際災害支援基地構想の実現に向けた文理融合型産官学ネットワーク形成国際シンポジウム 報告	
E. 付録：デジタルアース・デザイン 連続シンポジウム 第1回 記録	
F. 付録：デジタルアース・デザイン 連続シンポジウム 第2回 記録	
G. 付録：デジタルアース・デザイン 連続シンポジウム 第3回 記録	
H. 付録：Asian Summer School in Bangkok 2012 報告	
I. 付録：Asian Summer School in Bangkok 2013 報告	
J. 付録：Asian Summer School in Bangkok 2014 報告	
K. 付録：Asian Summer School in Bangkok 2015 報告	
L. 付録：Asian Summer School in Bangkok 2016 報告	

1. 事業の概要、目的と意義

地球温暖化やエネルギー問題、複合広域災害など、人類社会の発展にともなって生じた問題は、複数の学術分野を横断する「問題複合体」である。また常に不確実性や意思決定に関する多様な利害関係が存在するため、専門知の統合だけではなく市民による集合知を含めた「知の統合」が必要不可欠である。そのため関連する現象の様々なデータを統合し、地域から地球まで問題の全体像を俯瞰的に捉え、適切な対応策を解析・検討するデジタルアース（俯瞰型情報基盤）の開発と、それを問題複合体に応用・運用し合意形成を支援する仕組み（制度設計）が求められる。本研究プロジェクトではその実現のため、日常時のリスクコミュニケーションから緊急時の危機管理支援までを事例に、「知の統合」と「意思決定」手法の提案や実験を行う研究拠点を形成し、その支援システムの社会的な実装および技術移転を最終目的とする。

複数の学術分野を横断する「問題複合体」の例として、3. 1 1の福島原発事故をめぐる情報は、原子力、防災、環境、エネルギー、健康、生物多様性、地域社会など、広範な専門分野にわたり、それぞれの分野のデータやモデルも多様である。さらに専門家間や専門分野の間に多くの不整合や争点、不確実性が存在している。少なくともヒトへの健康リスク（低線量の被ばく影響）の低減を基軸にした適正な情報の流通は不可欠であり、そのためにはリスクコミュニケーションを通じて、社会が専門家の判断の過程を、言説が表明された時点で直ちに論理的にトレースして追認することを可能にする情報開示サービスの実現が望まれる。本研究拠点は、今の社会が直面する問題複合体の抱えるリスクを多面的に理解し、社会的に逡減することを可能にするプラットフォームを開発、提供することを目指している。

具体的にはデジタルアースの開発において、多様な情報ソースを収集する仕組みや制度を構築し（専門知の集約）、それらの多次元情報をマルチディスプレイによって重層表示させ、問題複合体の実像を可視化する手法を開発する。特に「東海地方における5連動地震の減災」「地球温暖化の緩和・適応」といった具体的な問題に対し、デジタルアースを用いて、多文脈から必要な事象を多解像度で表示し、不確実性を可視化、主題図の多次元表示と空間相関解析など、問題の全体像の把握を行う。さらに、パソコン用のグラフィック描画処理LSIであるGPUを使った並列処理によるシミュレーションの高速化手法などを用いて、必要に応じた準リアルタイムなシミュレーション解析、感度分析などを行って論点を抽出するとともに、迅速な意思決定を支援する。さらに、合意形成のための代替シナリオを、市民参加型のゲーミングシミュレーションや図上演習を通じて具体的なデジタルアースの運用方式を提案する。これらを通じて、対象とする問題複合体についてのシステムシンキング（個々の要素だけでなくその関連性や全体についての理解）、クリティカルシンキング（客観的かつ分析的な理解）が専門家間だけでなく専門家と市民の間でも促進されることが期待される。

これらの社会実証実験を通じて、①気候変動に対する共通認識を醸成し、持続可能な地域、地球社会の形成が支援される、②地震災害や風水害のリスクの高い東海地域を対象に、平常時および発災時の公助・互助・自助に有効な業務・サービスシステムが提供される、などの具体的な成

果が期待される。最終的には多様な利害関係者が協働で社会的な意思決定を行い、持続的なリスクの削減、通減と減災が可能な「リスク対応型国際社会」を構築するため、社会システムパッケージとして集成し、国内外へのシステムの技術移転、国際貢献に寄与する。

2. 研究組織と役割分担

平成28年3月における構成員および役割分担を示す。

所属／職名	研究者名	研究課題	役割分担
国際GISセンター センター長／教授	福井弘道	GISと多次元表示方法の 開発・制度設計	俯瞰型情報基盤の構築・ 研究統括
国際GISセンター 教授	本多潔	GPUシミュレーションと センサーネットワーク開発	情報基盤データベース システム構築
国際GISセンター 准教授	竹島喜芳	自然環境変化と人間社会の 相互影響調査	情報基盤の具体的な事例 への適用
国際GISセンター 講師	杉田暁	デジタルアースの構築とコン テンツ開発	UAVや危機管理情報収集車 両を利用した、3Dデータの 取得と解析および情報基盤と しての利用方法の検討
国際ESDセンター 准教授	古澤礼太	メディア・SNS情報の利用 解析	情報基盤へのデータの収集
国際ESDセンター 講師	岡本肇	市民参加・合意形成手法の 開発	情報基盤運用システムの作成
工学部創造理工学実験 教育科 准教授	井筒潤	地震などの広域自然災害 リスク及び防災	情報基盤の具体的な事例 への適用
人文学部歴史地理学科 准教授	渡部展也	不確実性の表現形式の開発	情報基盤運用システムの作成

外部評価委員会委員を示す。

所属／職名	氏名
関西大学環境都市工学部 教授	盛岡通
立命館大学文学部地理学教室 アトリサーチセンター センター長／教授	矢野桂司
東京大学空間情報科学研究センター 教授	柴崎亮介
中部大学総合工学研究所 教授	林良嗣
アジア工科大学院 GICディレクター／教授	Lal Smarakoon

3. 年次計画

[平成24年度]

本研究は具体的な事例を通じて、実務に耐える情報基盤を構築することにある。そこで、全年度を通して具体的な事例として人々の関心の高い（構築されたシステムの社会的貢献度の高い）2つのテーマを取り上げる。①東海地方における5連動地震の減災②地球温暖化の緩和・適応である。初年度は、「5連動地震」や「地球温暖化」を議論する上で必要だと一般的に考えられるデータを整理・収集し、現在中部大学で保有するデジタルアースサーバーにそれらデータを実装し、平成25年度の図上演習に備える環境を整える。データ収集には危機管理情報収集車も使用しフィールドからの情報収集のシステム構成を整える。併せて、デジタルアースサーバーに専門家から持続的にデータ・専門知が蓄積されていくためのシステム設計、合意形成を行なっていく上で新たに開発すべき4つの研究課題（論点抽出・合意形成のシナリオ/不確実性の可視化/主題図の多次元表示と空間相関解析/ニアリアルタイムシミュレーション）の検討をデータベース蓄積と並行して実施する。初年度の成果は、デジタルアースサーバに「5連動地震」「地球温暖化」を議論するためのデータの実装である。

[平成25年度]

初年度に蓄積されたデータを活用しながら、「5連動地震」「地球温暖化」に関して異なる立場をとる学内外の専門家間でディスカッションを行う。このとき重要な研究的要素は①議論の進行を遅滞させることなくデジタルアースサーバーからデータを引き出し解析表示できるかというシステムとその運用の研究、②ディスカッションの議論の論点をまとめながら合意形成に至るファシリテーションのあり方を明らかにする研究、の二点である。この第一回図上演習では、既存システムを使ったディスカッションのあり方に関する問題点と改善点の抽出にある。その結果を受け、システムのデータの追加・システムの修正を行う。そしてデジタルアースサーバーがパブリックドメインとなり多くの専門家に使用され、同時に彼らが得た新たな知見をデジタルアースサーバーに蓄積されていく仕組みの仕様を明らかにし、平成26年度に行う第二回図上演習のために、新たなチャレンジとして不確実性の可視化、主題図の多次元表示と空間相関解析を行うためのシステムの仕様を作成する。平成25年度の成果は、第一回図上演習とデジタルアースを使った合意形成を行う上での基本的な問題点の抽出と改善方法の発見である。

[平成26年度]

平成26年前期は、3つの新たな機能をデジタルアースサーバーに実装する。①専門家がデジタルアースサーバーに彼らのデータを追加する仕組み、②不確実性を可視化する仕組み、③主題図の多次元表示と空間相関解析の仕組み、の実装である。これら新たな3つの仕組みに加え、前年度

に明らかになった2つの観点からの問題点（システムの運用・合意形成の手法）を改善し、16面マルチディスプレイを使った第二回の図上演習を行う。また、第一回演習から、必要と考えられるニアリアルタイムシミュレーションの必要な事柄に対し、システムの仕様を明らかにし、実装に入る。後期は、先の5つの観点から、デジタルアースサーバーをつかった合意形成を円滑に行うための問題点と改善点を整理し、平成27年度の第三回図上演習に備える。平成26年度の成果は、第二回図上演習、専門家などがデータをデジタルアースサーバーに登録していく仕組みのデジタルアースサーバーへの実装である。

[平成27年度]

平成27年前半に行う第三回図上演習では、前年度までに追加・改良を行った5つの観点からの情報基盤の改修に加え、新たな観点1つを追加した図上演習をおこなう。第二回までは、予めデジタルアースサーバーの管理者がディスカッションのテーマに応じて予めセッティングしたデータを使っていたが（合意形成の5つの観点を洗練させるための図上演習）、第三回ではそれらのデータに加え、サーバー管理者以外の者がサーバーにデータを蓄積させたデータを使う。それらのデータは、あるときは専門家がデジタルアースサーバーのデータをつかい新たに創造した知見であり、メディアの報道であり、またあるときはSNSなどから追加されていく市民からの情報などメタバース情報である。これらのデータを合意形成のための新たなデータとして使い、それらデータの有効性をや問題点を洗い出し、最終年度の「知の統合」俯瞰型情報基盤の構築に備える。また、ニアリアルタイムシミュレーションを実現するシステムもこの年度完成させる。平成27年度の成果は、第三回図上演習、ニアリアルタイムシミュレーションを行うシステム、メタバースとの連携の構築である。

[平成28年度]

平成28年前半に行う第四回図上演習では、7つの観点（デジタルアースシステム・合意形成のシナリオ・管理者以外がデータを登録（知の統合・相互運用基盤）・不確実性の可視化・主題図の多次元表示と空間相関解析・ニアリアルタイムシミュレーション）全てを加味した図上演習を行い、「知の統合」のための情報基盤整備を完成させ、各7つの観点からの「まとめ」を行う。また、併せて「知の統合」のための情報基盤としてパッケージ化を行う。さらに様々なテーマでこのような「知の統合」が行えるよう、各種マニュアルを整え、システムのパッケージが最終的な成果となり、技術移転を図る。さらに他の問題複合体に関するユーズケースの検討を行う。

4. 本事業による重要な達成の概要

I. 「問題複合体の解題のためのデジタルアース」基本概念の策定

I.1. (1) デジタルアース・システムは現実のデータと予測をサイバースペース上に構成し、迅速かつ俯瞰的に表示するためのアルゴリズムと表示装置から構成される。(2) 意思決定・合意形成支援のための運用は、サイバースペースと問題複合体解題のための意思決定を結びつけるネットワーク構成からなる。

I.2. システムの具体的実現を進め、現実のデータと予測をサイバースペースを介して俯瞰的に表示する意思決定・合意形成のためのプラットフォーム（プロトタイプ）を「デジタルアース・ルーム」として中部大学に実現した。

I.3. サイバースペースと実際の意思決定を結びつけるネットワーク強化を行った。特に、代表的な問題複合体である防災・災害対策分野について、第1フェーズ（構想・準備）：産・官・学連携による「国際災害支援情報基地構想研究会」の発足（平成24年）、第2フェーズ（実証実験）：春日井市と「春日井市と中部大学との地理情報システムにおける相互協力に関する覚書」の締結（平成26年）、第3フェーズ（実装運用）：名古屋市と「地理情報システム等を活用した防災・減災対策の推進に関する相互連携協定」の締結（平成28年）を行い、防災の核となる自治体・地方行政との連携体制のもと共同研究を推進した。

II. 学理としての発信

II.1. 国際的にも、平成26年9月にデジタルアース国際会議「5th Digital Earth Summit (Digital Earth for ESD)」をホスト、サイドイベントとして世界で初めてデジタルアースをプラネタリウムドームにマッピングする試みとして「Digital Earth Mapping for ESD」を開催した。デジタルアースに関するこの拠点のビジョンである「仮想空間上で地球の過去・現在・未来をシームレスに可視化し、持続可能な開発・発展を熟議するツール」を世界的に発信し、地歩を確立した。

II.2. 平成28年度には3回連続の「デジタルアース・デザイン連続シンポジウム」を開催し、5年間の研究を総括した。デジタルアース分野の今後の研究の展開において、この拠点のビジョンが駆動的な位置づけにある事を確認した。

II.3. 研究成果として査読付論文40編、査読なし論文・記事55編、会議抄録35編、図書4冊、招待講演50件、学会・研究会・セミナー発表136件、その他の発表を35件（それぞれ別冊目録を参照）の報告を行った。特に、平成25年には風媒社刊行「アリーナ2013」で「デジタルアースの最前線」特集号を出版した。

III. 研究者ネットワークと研究拠点の実現

III.1. タイ王国 Asian Institute of Technology (AIT)、ブータン王国 The Council for Renewable Natural Resources Research of Bhutan (CoRRB), Ministry of Agriculture and Forest、ネパー

ル連邦民主共和国 Kathmandu University、国際機関 International Center for Integrated Mountain Development (ICIMOD)、と MoU (Memorandum of Understanding) を締結し、国際的な研究者ネットワークを構成した。

III.2. 本事業の成果を踏まえ、「知の統合」の研究拠点として、中部大学「問題複合体を対象とする共同利用・共同研究拠点」が、文部科学省共同利用・共同研究拠点に採択され拠点活動が始まった（平成26年度）。

5. 各研究課題の概要と、それぞれの位置付け

デジタルアースは、多次元多解像度の多様なコンテンツから構成され、地域から地球までを俯瞰することが可能な、サイバースペース（インターネット空間）上の地球である。「宇宙船地球号」という言葉は、20世紀を代表する未来学者であるバックミンスター・フラーがその著書「宇宙船地球号操縦マニュアル」で1968年に最初に使用している。地球をひとつの宇宙船ととらえ、世界の賦存資源を調査し、その持続可能な運用を考える彼の発想は、人類が直面している全地球的な問題の解決に大きな示唆を与えた。これは、「デジタルアース」を持続的開発のために利用しようとする先駆的な取組であったといえる。

社会が急速にグローバル化する今日、地球の資源の分布をはじめ、人口や経済など人間活動の分布、社会インフラの整備状況、環境条件などを、総合的に俯瞰することの必要性は、ますます高まっている。さらに過去から現在に至る、これらの要素の相互の依存関係や相互に与えるインパクト等をモデル化して、人間活動に伴う地球環境への影響評価や将来の地球を予測、評価することは重要である。デジタルアースは、地域から地球スケールまでシームレスにデータを把握、記述し、モデリングを行って、インターオペラビリティ（相互運用性）を確保しながら、データや評価システムを、Web Serviceとして提供することが可能であり、そのための情報基盤、プラットフォームを提供するものとして、大いに期待されている。

本研究は、中部高等学術研究所の8名の研究者により推進されている。本章では、続く6章で述べる各研究者が実施する研究課題の概要とその位置づけについて述べる。

本研究は、1) デジタルアースを構築するための基盤となる技術要素の開発および、環境・災害・エネルギーといった問題複合体を解題するために必要となる地域レベルから地球レベルの主要な地理空間情報を収集整備して、地球の持続的な発展のため実利用が可能なデジタルアースを構築すること、2) それを具体的な環境や災害といった問題複合体に応用して、デジタルアースによる持続可能な社会・環境・国土の構築を図るとともに、デジタルアースにより「知の統合」や「合意形成」が支援され、解題が促進できることを実証すること、の二つから構成されている。

本研究では、初年度に整備した設備・機器を具体的に活用し、これまでに開発習熟した利用手法を用いて、1) では無人飛行機（UAV）および有人飛行機や情報収集車両およびサーバーを活用して、国内外の詳細な地表被覆データや災害情報を具体的に収集するケーススタディをさらに実施した。また2) では15面マルチディスプレイを具備したデジタルアースルーム（図上演習室）を用いて、多様な科学的実証データを、多解像度、多次元、多主題で表示し、エビデンスを基に熟議をおこなって科学コミュニケーションを活性化する手法についての開発を実施した。

（1）デジタルアースの構築とデジタルアースコンテンツの開発

デジタルアースの構築については、固定翼型、及び回転翼型のドローンや危機管理情報収集車両に搭の360度全周カメラを活用して収集・蓄積した情報や衛星画像、リアルタイム情報やソーシャルメディア情報を含んだ各種地理空間情報を、デジタルアース・サーバによって処理・統合的な可

視化を行い、デジタルアース・ルームにおいてマルチ・チャンネル入力対応の大画面ディスプレイに表示し、気候変動や災害などの様々な問題複合体に関する合意形成・意思決定支援を行うプラットフォームとしている。これらの有機的な連携により構築された研究基盤は、例えば、災害時に被災情報を把握するため、緊急的なデータ取得にUAVや情報収集車両を機動的に活用することが有効である(6.2.1)。

今日の最新の地理空間データが膨大に蓄積されていく一方で、過去の地理空間情報の整備はあまり進められていない。過去の地形図や航空写真などを入手可能な地域もあるが、広い範囲を客観的な情報として整備するという観点からは必ずしも簡単ではない。こうした点を鑑みると、1960年代-70年代を中心として撮影されたCORONA衛星写真は、広域の過去の空間情報として極めて有効であると考えられる。そこで本研究では、CORONA画像や外邦図といった大量の過去のアーカイブされた空間データを補正して、60年代や70年代のアジアの空間基盤データを整備しデジタルアースの基盤情報の一部とすることを進めている。具体的な応用事例として、都市域の変遷の確認と、先史時代遺跡の検出および遺跡分類図作成が行われた。急速な開発で消えゆく歴史的な景観や、古代以来の土地に根差した土地利用のあり方を知るうえで大きな手掛かりを与えてくれることが再確認された。これらのデータは、WMS (Web Mapping Services) サーバーを立ち上げ、配信されている(6.2.2)。

さらに、地球科学的な各種の観測データは、そのほとんどすべてが観測点の緯度経度などの位置情報や時間情報を持つ地理空間情報であることから、デジタルアースそのものを形作る基礎となるものと考えられる。日本国内においても、南海トラフ地震・首都直下地震などの地震活動や火山活動、集中豪雨や台風などによる広域な激甚災害の危険にさらされており、防災・減災の観点からも各種地球科学的観測データの利活用の重要性は極めて大きい。本研究では広域複合災害や地球環境問題やエネルギー問題など、持続可能な社会を脅かす様々な問題複合体への解決のため、各種地球観測データの収集・解析を行った。例えば、地震現象の把握のために必要となる地球科学的データをセンシングして、収集解析を行い、予測や予知といった付加価値の高いサービスを創造して、デジタルアース上に可視化することを行っている。ここでは、地震活動の指標として東海地方及び日本全国のb値(グーテンベルグ・リヒター式のb値、通常1前後の値をとるが、大地震の前にはb値が小さくなることが指摘されている)を毎日自動的に計算し、その時空間変動をモニタリングするシステムの開発を行い、データ表示、マッピングを実施している(6.2.3)。

(2) デジタルアースによる持続可能な社会・環境・国土の構築

近年、自然災害の頻発・激化によって、国土とりわけ人々の生活空間において十分な安全・安心が確保され難くなっている。また、世界規模の急激な人口増加や人口分布の変動、無秩序な都市化によって、災害対応の方法も都市の脆弱性を考慮したものが求められている。本研究では、安全・安心・リスク対応型の社会の構築に貢献するため、以下の3フェーズで、防災・減災に関するデジタルアースを地方自治体の行政実務において利用するための共同研究を推進した。1(構想)：「国際災害支援情報基地構想研究会」を発足、最先端の防災・減災基盤を構想。2(実証実験)：春日井市との防災技術に関する共同研究。3(実装運用)：名古屋市とGIS等を活用した防災・

減災対策の推進に関する相互連携協定で、実装・運用への取組みを開始。具体的には、デジタルアースが現実社会に貢献するために必要となる機能の改善や、運用時の問題点の洗い出しを事例研究を通じて行うとともに、実際に春日井市や名古屋市の行政業務の効化・高度化を実現し、デジタルアースの成功事例を創出することでデジタルアースの社会的実利用が促進されることを目標としている（6.3.1）。

環境分野への応用研究として、農業や林業といった一次産業をデジタルアース技術によって支援する基盤研究を継続して行った（7.3.2）。農地と森林は土地利用で多くの面積を占め、持続可能な発展には食料や木材の生産に加え適正な土地利用への配慮は欠かせない。さらに人類は地球温暖化に直面し、農林業の原資である純一次生産は大きなリスクを抱えることとなった。この不安を払拭し持続可能な社会を築くにはリスクを正しく評価し、環境や社会の視点からも農林業について議論し、合意形成していく必要がありそれをサポートするツールがデジタルアースといえる。そこで最も早急にツールを必要とする農業・林業従事者に向けた研究を行った。デジタルアースの重要な基盤技術であるフィールドセンサーネットワーク、衛星リモートセンシング、UAV（無人飛行機）といったマルチスケールの環境計測技術やクラウドセンサ情報基盤は、IT農林業の情報基盤である。また、モニタリングツールのみならず、環境計測により構築された、精度が担保された情報基盤により構築されるデジタルアースは、逆解析によるモデルパラメータ同定へ利用、農林業におけるシナリオシミュレーションへの活用が可能であり、農林作業の最適化やリスク管理へ応用するなど、付加価値の高いサービスへ発展することが可能である。さらに、現在の農地や森林・将来の農地や森林をどのように維持管理、利用していくかについて、次世代に責任をもって議論を行うためには、これらを取り巻く様々な情報を多様な価値観を反映して、時空間的に様々なスケールで可視化できる「デジタルアース」は、科学コミュニケーションのプラットフォームとしても活用することが可能である。今後の農林業の展開に関する意思決定支援システムとしても展開することを課題としている。

本研究で目指す「デジタルアースによる知の統合」は分野横断的な俯瞰的研究や最先端知見の統合などの役割が期待される一方、地域環境活動の内容や結果などの「地域の知」のボトムアップによる知の統合についても重要な役割があると考えられる。デジタルアースは時間・空間情報の「見える化」により俯瞰的・直観的な把握を可能とし、まちづくりの計画策定や評価、地球温暖化の適応策・緩和策での環境コミュニケーション等における活用が期待できる。例えば都市計画におけるデジタルアース活用事例として、コンパクトシティ実現化に関する研究である。具体的に愛知県内の主要自治体を対象に、①都市構造分析による都市の集約度の現状評価、と②実現化に向けた政策の実態調査、を行った。その結果、各自治体の集約傾向の度合いをある程度把握することができ、この度合いは政策によってではなく地形の特徴により規定されることがわかった。また各自治体では都市の集約を重要課題として認識しているものの、有効な施策や住民を交えて議論を行っているところはほぼ無いことがわかった。そして実現化を促すためには、住民を交えたコミュニティ単位での議論が必須であり、そのためのデジタルアース活用法の提案を行った（6.3.3）。

地球温暖化はグローバルな現象で、身近なものとして認識しにくく、対策の意義が実感しにくい。このような問題特性により問題認知からの対処行動の評価による行動の実践に結びつきにくい。そこで本研究では、より身近な問題として捉える環境コミュニケーションの構築と、そのための様々な場面でのデジタルアースの活用を検討した。ここでは例えば以下の知見が得られている。① 適応策ワークショップ、②省エネ効果の共有、③エコ交通アドバイス、等の事例での検討の結果、個人レベルの身近な情報提供とフィードバックにより動機づけ効果が認められ、デジタルアースの特性を生かした情報提供を当事者の都合を配慮して行うことが重要と考えられる(6.3.3)。

さらに、中部大学では、国連「持続可能な開発(発展)のための教育(E S D : Education for Sustainable Development)」の推進を行っている。例えば、流域圏を単位としたE S D活動における空間情報の利用について、「専門知」と「市民知」の二つのアプローチを実施した。前者の活動の一つである中部高等学術研究所主催の「サステナブル流域水研究会」では、伊勢・三河湾流域圏の事例を中心に、流域管理に関する研究発表やフィールドワークを実施した。また、後者の取り組みとして、中部大学が幹事機関を担う中部E S D拠点協議会は、伊勢・三河湾流域圏を対象地域として、伝統知をもちいたE S Dの推進手法を研究している。このような研究の中でデジタルアースによる情報の可視化は、人々の問題意識の共有に有効であることが確認されている(6.3.4)。

また、デジタルアースは、持続的発展のために不可欠であることから、引き続き、デジタルアース技術や持続的な開発を国際的な環境で学ぶサマースクールを計画、実施した。

今後は、さらなるデジタルアース構築の基盤技術の深化と、コンテンツの充実をはかり、より具体的な問題複合体を事例として、デジタルアースの知の統合や合意形成への支援機能の評価、有効な活用方法の探求、実利用のユーズケースや成功事例の確立へと展開する予定である。