

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 9 日現在

機関番号：3 2 6 1 2

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：2 3 7 0 0 1 2 7

研究課題名（和文） 4D世界地図システムによる地域文化の意味的・時空間的分析・検索・可視化環境の実現

研究課題名（英文） Semantic and Spatiotemporal Retrieval and Visualization Environment for Regional Culture Analysis with 4D World Map System

研究代表者

佐々木 史織（SASAKI SHIORI）

慶應義塾大学・政策・メディア研究科・特任講師

研究者番号：90383934

研究成果の概要（和文）：

本研究では、マルチメディアの分析・検索・可視化によって地域文化の差異や類似性の比較分析を可能とするクロス・カルチュラルな4Dマルチメディア世界地図システムを、海外の大学・研究機関の研究グループとの協働により構築・実現した。本システムは、歴史・文化に関する多様な人文社会科学系マルチメディアデータ間の意味的・時空間的関連性計量に適用し、分析結果を時間軸を伴った地図上に可視化することにより、各国・地域・都市の文化的差異・類似性の比較分析を可能とする多元的情報分析システムである。本環境の実現により、利用者の興味・関心・視点・問題領域と時空間情報の組み合わせに応じた、利用者毎の多種多様な歴史的・文化的ストーリー（解釈）生成と新たな学術的メディア・コンテンツの生成が可能となった。

研究成果の概要（英文）：

In this research project, I implemented an environment for regional culture analysis with the "Cross-cultural 4D World Map System," a knowledge representation system which enables semantic, temporal and spatial analysis of multimedia, and integrates and visualizes the analyzed results as a 4-dimensional dynamic historical atlas. The main feature of this system is to create various context-dependent patterns of historical/cultural stories according to a user's viewpoints dynamically. This system enables to analyze the similarities and differences among various regional cultures, generates multiple views of semantic and temporal-spatial relationships among multimedia data of the humanities and social sciences, and provides high visibility of semantic correlations between multimedia in time-series variation with geographic information.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：マルチメディア，情報分析，可視化，比較文化，意味検索，時空間分析

1. 研究開始当初の背景

本研究では、国際社会における各国・地域・都市の歴史・文化的差異や類似性を比較分析することを目的として、海外の大学・研究機関の研究グループとの協働により、クロス・カルチュラルな4Dマルチメディア世界

地図システムを構築・実現する。

人文社会科学者が文書の分析を行う場合、また、美術研究者が文化財の考察を行なう場合は、歴史関連・文化関連の一次資料の解釈学的・定性的な内容分析を行なうことが主流であるが、研究者個人に帰属する高度に専門的な知識に基づいて解釈学的な内容分析が

行われるため、他の研究者や学生がその分析結果を再現し共有することは極めて困難である。この課題に対し、人文社会科学においても分析結果の再現可能性や反証可能性を重視する手法として、構成要素の出現頻度計測や統計解析による定量的な内容分析が広く応用されている。しかし、研究者や学生自身が情報源を収集・評価・コード化・順序付けし、さらに意味的、時空間的な解釈を行うには膨大な時間を要することが指摘される。

一方、データベースシステムの研究領域においては、多様な学術研究分野において生成された大量のマルチメディアデータ群をその分野における共有知識資源として蓄積、共有、検索、統合するための方法論およびシステムの構築が重要な研究対象となっており、異種のデータベース群間での相互運用性や統合を実現するデータベース管理手法、マルチデータベースシステム、時空間的情報を伴ったマルチデータベースシステム、意味的連想検索方式によるマルチメディアデータベースシステムが提案されている。

本研究の学術的な特色は、これら人文社会科学分野の専門知識と情報工学におけるデータベース技術を統合する事により、多面的な内容を含む歴史・文化に関するマルチメディアデータ群を対象として、利用者の興味・関心・視点・問題領域と時空間情報の組み合わせに応じた、動的な分析と可視化によって、利用者毎の多種多様な歴史的・文化的ストーリー（解釈）とその再利用による新たな学術的メディア・コンテンツの生成を可能とする点にある。

2. 研究の目的

本研究では、国際社会における各国・地域・都市の歴史・文化的差異や類似性を比較分析することを目的として、海外の大学・研究機関の研究グループとの協働により、クロス・カルチャルな 4D マルチメディア世界地図システムを構築・実現する。本 4D 世界地図システムは、歴史・文化に関する多様なマルチメディアデータ（文書・画像・音楽・動画）群を対象として、各データ間の意味的・時空間的関連性について時代や文化の多様性を反映しつつ動的に計量・分析し、その分析結果を時間軸を伴った三次元地図上に可視化するシステムであり、異文化コミュニケーションの促進に寄与することを目的とした地域文化分析・検索・可視化・共有環境である。

具体的には、これまでの研究において既に実現している(a)専門分野別意味的連想検索空間の実現方式、(b)異種の意味的検索空間の連結方式、(c)因果関係計量データベース構築方式、(d)文化財マルチメディアを対象とした時代・文化別動的メタデータ抽出・クエリ生

成方式、(e) 歴史・文化に関する人文社会科学系ドキュメントデータを対象とした情報分析・可視化システムの実現方式、および、(f)マルチデータベース環境での異種データの時空間的分析・可視化機能の実現方式をベースに、これらを統合し、歴史・文化に関するマルチメディアデータに対して意味的・時空間的な因果関係・相関量計量を行い、その分析結果を、時間軸を伴った三次元地図（4D 世界地図）上に可視化するシステムを設計、構築する。本研究において実現する 4D 世界地図による地域文化分析・検索・可視化環境は、図 1 に示すように、(A)計量・分析システム、(B)出力システム、(C)入力システムから構成される。本環境は、(A)対象とする領域の専門知識を反映した計量・分析システム、(B)対象とする専門領域の大局観を視覚的にユーザに与える出力システム、(C)対象とするデータ集合の概要やユーザの意図・記憶を計量・生成する入力システムから構成される新しいマルチメディアデータベースシステムとして位置づけられる。

3. 研究の方法

本研究（2011 年～2012 年度）以前の研究成果として、研究代表者は、平成 19 年～20 年度文部省科学研究費補助金（若手 B）「国際問題関連ドキュメント群を対象とした高度知識発見・情報分析システムの実現」、平成 21～22 年度同補助金（若手 B）「意味的・時空間的マルチメディア分析・可視化機構を有する 4D 世界地図システムの実現」、および、研究協力者として参加した研究プロジェクトにおいて、以下の方式・機能の実現を行っている：(1) 国際問題関連文書データを対象とした専門分野意味検索空間生成方式、(2) 事象間の因果関係を計量可能とする因果関係データベースの構築、(3) マルチメディアを対象とした時代・文化に応じた印象メタデータ自動抽出方式の実現、(4) ユーザの意図を反映したマルチメディア・クエリの動的生成方式の実現、(5) 歴史・文化・地域情報に関する文書データ群を対象とした時空間的分析機構を有する多元的可視化システム、(6) 意味検索空間と知識発見・情報分析システムの連結による、歴史・文化・地域情報に関するマルチメディアデータ群を対象とした 4D 世界地図システムの実現、および、(7) 文化財マルチメディアの比較分析のための Cross-cultural マルチメディアシステムの実現。これらの知識発見・情報分析システムおよび 4D 世界地図システムの方式・機能を統合し、各国・地域・都市の歴史・文化に関するマルチメディアデータに適用することにより、広域ネットワーク上に日々公開される大量の歴史・文化に関するメディア情報を意味・時空間の観点から自動的に検索し、高度な知識発見・知識獲得を可能とする、総合的な情報分析・可視化システムを実現した。

具体的には、利用者（分析者）の意図や視点、問題領域を自動的に抽出し、その意図に応じてマルチメディアを多角的・動的に検索すると共に、時代・文化の多様性を反映した内容・コンテキストの時系列的变化や地域別差異に関する分析を行い、その分析結果を問題領域別・情報源別・地域別に表示・可視化する機能を持つシステムの構築を行った。

なお、研究代表者は、これまでの国際会議における研究成果発表や国際共同研究プロジェクトを通じて、フィンランド・ヘルシンキ大学（現 Aalto 大学）、同国タンペレ工科大学、同国ユヴァスキュラ大学、タイ・国立電子コンピュータ技術センター(NECTEC)、ドイツ・キール大学、インドネシア・スラバヤ工科大学、ベトナム・ハノイ大学の研究者グループとの恒常的な研究情報・意見交換を行ってきた。本研究では、これらの実績を活かし、海外の研究協力者との連携・協働により、本 4D 世界システムによる地域文化分析・検索・可視化環境を構築した。

4. 研究成果

研究代表者および研究協力者は、研究期間を通じて以下の計画に基づき 4D 世界地図システムによる地域文化分析・検索・可視化環境の設計および実現を行った。システム構成図を図 1 に示す。

- (1) 利用者が入力した検索条件に応じて広域ネットワーク上の複数情報源から該当するマルチメディアデータを収集する機能を設計、実現した。この機能により、利用者は自動的に問題領域別・ネットワーク上の情報源別・期間別に関連するマルチメディアデータの収集が可能になった。
- (2) 収集したマルチメディア群からメディアデータ別に意味的メタデータおよび特徴量を抽出する機能を設計、実現した。この機能により、検索空間に写像するための専門的かつメディアに特化したメタデータを自動的に獲得することが可能となった。
- (3) 収集したマルチメディア群から抽出された意味的メタデータおよび特徴量を対象として、文化別・時代別のメディア要素（色彩情報、音要素）を抽出し、複数の集合演算子を適用して特定の文化・時代依存の要素を分析する機能を設計、実現した。
- (4) 分析対象メディアデータおよびクエリ生成用メディアデータ群から時間的・空間的情報をメタデータとして抽出する機能を設計、実現した。
- (5) メタデータ化されたメディアデータの情報をベクトル化し、専門分野別・メディアデータ別の検索空間に写像するための計量空間を設計、実現した。この機能により、空間に写像された情報と利用者が入力したキーワードから自動生成されたメディア・クエリとの意味的な近さが相関量として計量される。
- (6) 時空間情報依存の文化的差異や類似性を

計量するための計量機能、および、歴史・文化に関する時間的・空間的情報データベースの設計、実現を行う。必要に応じて研究補助に依頼し、データベース入力を行った。

- (7) (1)(2)(5)による意味的情報検索システム、(3)(6)による文化的差異・類似性計量システム、(4)(6)による時間的・空間的情報データベース間の連結・統合を行うグローバル・アナライザの設計、実現を行った。
- (8) (7)の連結により得られた情報から地理情報を伴った意味内容の時間的遷移分析結果、意味的関連に計量結果、文化的差異・類似性分析結果を可視化する機能の設計、実現を行った。
- (9) (8)から得られた分析結果、および意味的関連性を時系列およびイシュー別・地域別に検索・共有し、対話的協働作業を可能とする 3D ユーザ・インタフェースを設計し、実現した。
- (10) ユーザが入力したキーワード群およびマルチメディア（文書・画像・音楽）群について、リアルタイムに要素抽出と意味解釈を行い、複数の演算子を用いてメディア・クエリを生成する機能を実現した。

以上の分析・検索・可視化・共有機能を用いることにより、利用者はインタフェースにおける検索条件ならびに問題領域に関するキーワードの入力・選択、または、マルチメディアデータの投稿を行うのみで、検索・分析意図に応じて自動的に生成された意味的クエリおよびメディアデータ・クエリによって、歴史・文化に関するマルチメディア群を多角的・動的に検索・分析し、内容やコンテキストの時系列的变化や地域別差異に関する分析し、問題領域別・情報源別・地域別に 4 次元地図上に表示された分析結果を、自動的かつ定量的に獲得することが可能となった。また、同時に、協働的地域文化データベース作成に参画することが可能となった。

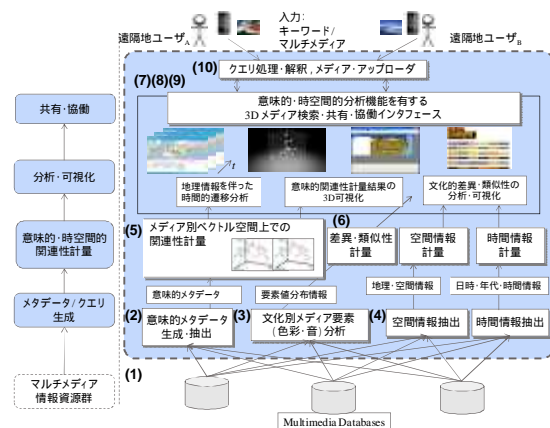


図 1 意味的・時空間分析・可視化機構を有する 4D 世界地図システム、および、これを用いた地域文化分析環境の構成

主な応用分野として、以下 ~ の歴史・文化関連マルチメディアを対象とした地域情報分析・可視化システムを構築した。

4D 世界地図を用いた文化財画像対象・文化別特徴色抽出・可視化システム

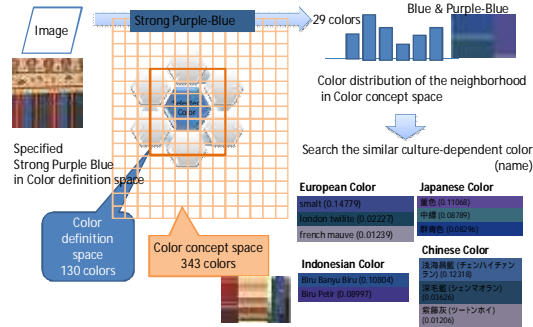


図 2 テキスタイル（伝統模様）を対象とした特徴的色彩抽出(1)

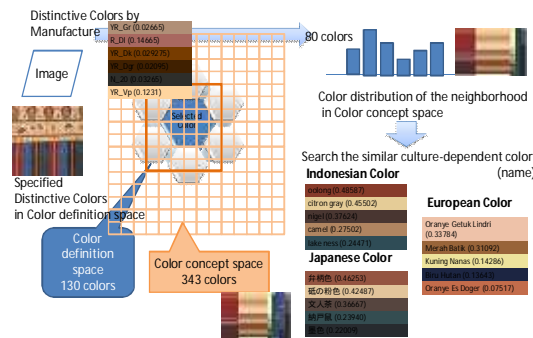


図 3 テキスタイル（伝統模様）を対象とした特徴的色彩抽出(2)

	India	U.K.	Japan	Indonesia	France	Thailand	Belgium
Group's mean (full color)							
Difference from grand mean (full color)							
Difference from grand mean (distinctive colors)							
	337	116	16	11	9	2	2

図 4 各国のテキスタイル（伝統模様）を対象とした特徴的色彩抽出



図 5 各国テキスタイル（伝統模様）を対象とした特徴的色彩抽出結果と生産国・輸入国関係の 4D 世界地図上への可視化

風景画像の色彩情報と 4D 世界地図を用いた各国・地域の観光情報提供・可視化システム



図 6 画像のランキングと各国・地域の観光情報提供インタフェース



図 7 各国・地域の観光情報とその季節変化表示インタフェース

4D世界地図を用いた国際貿易史における
国際関係可視化システム

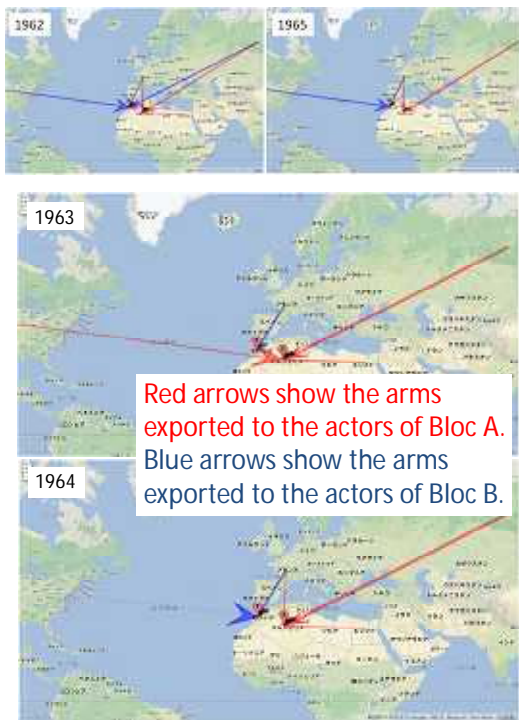


図 8 国際貿易史における国際関係可視化イ
ンタフェース

歴史関連書籍を対象とした意味検索およ
び 4D 世界地図を用いた可視化システム



図 9 歴史関連書籍情報の国境情報付き 4D 世
界地図への可視化

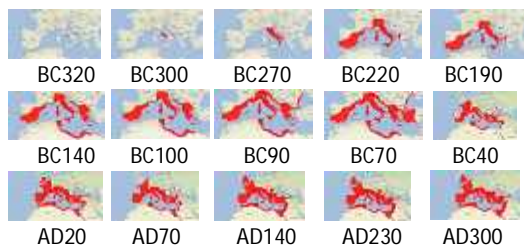


図 10 年代別国境情報の可視化インタフェ
ース

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に
は下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

- [1] Sasaki, S., Vojtas, P., Jannaschk, K., Thalheim B., Jaakkola, H., and Kiyoki, Y., "Multimedia Information Systems for Social, Cross-Cultural and Environmental Computing," Information Modelling and Knowledge Bases. Vol. XXIV, pp.344-362, May 2013. 査読有
- [2] Itabashi, Y., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "Cross-cultural Image Computing with Multiple Color-Space Transformation," Journal of EMITTER Vol.2 No.2, pp. 182-192, 2012. 査読有
- [3] Kiyoki, Y., Sasaki, S., Nguyen, N. T., Nguyen, T. N. D. "Cross-Cultural Multimedia Computing with Impression-based Semantic Spaces", Conceptual Modelling and Its Theoretical Foundations, Lecture notes in Computer Science, Springer, pp. 316-328, 2012. 査読有

[学会発表] (計 18 件)

- [1] Takano, K. and Sasaki, S., "Nature Sound Ensemble Learning in Narrative-Episode Creation with Pictures", the 15th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2013), Las Vegas, Nevada, USA. 6 pages, 21 - 26 July 2013 (to appear). 査読有
- [2] Itabashi, Y., Sasaki, S., and Kiyoki, Y., "Distinctive-Color Analytical Visualization for Cross-Cultural Image Computing with 5D World Map," Knowledge Creation & Intelligent Computing 2013, South Bali, Indonesia, pp. 37-44, March 20-21, 2013. 査読有
- [3] Fujioka, H., Sasaki, S., and Kiyoki, Y., "An Analytical Visualization System of Historical, Geographical and International Trading Information for 5D World Map," Knowledge Creation & Intelligent Computing 2013, South Bali, Indonesia, pp. 51-58, March 20-21, 2013. 査読有
- [4] Kashiwagi, H., Sasaki, S., and Kiyoki, Y., "An Event Information Provision System with Multi-Dimensional Computations," Knowledge Creation & Intelligent Computing 2013, South Bali, Indonesia, pp.99-106, March 20-21, 2013. 査読有
- [5] Komori, Y., Sasaki, S., and Kiyoki, Y., "Descriptive Bibliography Search System with Historical Geographic 5D World

- Map Visualization," Knowledge Creation & Intelligent Computing 2013, South Bali, Indonesia. pp. 125-131, March 20-21, 2013. 査読有
- [6] Nguyen D. T. N., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "WEE: A Mashup System using Social Networks for Collaborative Environmental Monitoring Education with Spatiotemporal Analysis and Visualization," The 10th IASTED International Conference on Web-based Education (WBE 2013), Innsbruck, Austria. pp. 909-916, February 13-15, 2013. 査読有
- [7] Mori, M., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "A Bird-World Image-Map System with Spatiotemporal and Color Analysis Functions," 10th International Conference on IEEE ICT and Knowledge Engineering (ICT-KE 2012), Siam University, Bangkok, Thailand, pp.104 - 111, Nov 21-23, 2012. 査読有
- [8] Nguyen, D. T. N., Sasaki, S. and Kiyoki, Y.: "Visualization and Analysis of Global Environmental Change with Multimedia Retrieval", International Forum for Sustainable Asia and the Pacific (IGES - ISAP 2012), Yokohama, Japan, July 24-25, 2012. 査読有
- [9] Diep Thi-Ngoc NGUYEN, 佐々木史織, 清木 康: "SPATIOTEMPORAL ANALYSIS AND VISUALIZATION SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH AND EDUCATION", 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.2, 札幌, 2012年7月15日. 査読有
- [10] Sasaki, S., Itabashi, Y., Nguyen, D. T. N., Kiyoki, Y., Barakbah, A. R. and Takano, K., "Cross-cultural Image Database System with Impression-based Color Arrangement", The 1st Indonesian-Japanese Conference on Knowledge Creation and Intelligent Computing (KCIC 2012), 8 pages, Surabaya, Indonesia, 13-14th March 2012. 査読有
- [11] Nguyen, D. T. N., Sasaki, S., and Kiyoki, Y., "IMAGINATION-BASED TRAVEL DESIGNING SYSTEM WITH 5D WORLD PICMAP", The 1st Indonesian-Japanese Conference on Knowledge Creation and Intelligent Computing (KCIC 2012), 8 pages, Surabaya, Indonesia, 13-14th March 2012. 査読有
- [12] Takano, K. and Sasaki, S., "An Interactive Music Learning System in Ensemble Performance Class", The sixth International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA 2011), Barcelona, Spain, October 26-28 2011. 査読有
- [13] Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "Cross-cultural Database System for Textile Design", National Electronic and Computing Technology Center Annual Conference and Exhibition (NECTEC-ACE 2011), September 16th 2011, Bangkok, Thailand. 査読無
- [14] Mori, M., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "A Semantically Related Information-Extraction System of Living Things by Spatial, Temporal and Color Analyzer," the 13th Industrial Engineering Seminar (IES2011), E-H202-2, pp.235-240. Surabaya, Indonesia, Oct. 26, 2011. 査読有
- [15] Toyoshima, Y., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "A Cross-cultural Meaning Recognition System for Sign-Logo by Color-Shape-Based Similarity Computations of Images," the 13th Industrial Engineering Seminar (IES 2011), E-H202-5. pp. 255-260. Surabaya, Indonesia, Oct. 26, 2011. 査読有
- [16] Itabashi, Y., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "Cross-cultural Image Computing with Multiple Color-Space Transformation," Industrial Engineering Seminar (IES 2011), B-D103-8. pp.86-92. Surabaya, Indonesia, Oct. 26, 2011. 査読有
- [17] Nguyen, T. N. D., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "5D World PicMap: Imagination-based Image Search System with Spatiotemporal Analyzers," Proceedings of The IADIS e-Society 2011 (ES 2011), Avila, Spain, pp.272 - 278, March 9th - 13th, 2011. 査読有
- [18] Nguyen, T. T. N., Sasaki, S. and Kiyoki, Y., "A Cross-Cultural Music Museum System with Impression-based Analyzing Functions," Proceedings of The IADIS e-Society 2011 (ES 2011), Avila, Spain, pp.253 - 261, March 9th - 13th, 2011. 査読有

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.mdbl.sfc.keio.ac.jp/sashiori/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 史織 (SHIORI SASAKI)

慶應義塾大学・政策・メディア研究科・特任講師

研究者番号：90383934