

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007～2008

課題番号：19200007

研究課題名（和文） ウェブ上の知識資源の自在な群抽出・群連携技術と統合再利用・可視化基盤技術の研究

研究課題名（英文） Flexible aggregate extraction and aggregate federation of knowledge resources over the Web and the integrated generic technologies for their reuse and visualization

研究代表者

田中 譲（TANAKA YUZURU）

北海道大学・大学院情報科学研究科・教授

研究者番号：60002309

研究成果の概要：

群抽出・群連携の理論を確立し、これに基づくジェネリックな技術を開発し、さらには、これらの技術を用いたウェブ上の知的資源の統合再利用・可視化基盤技術を確立した。具体的には、(a)ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携理論を確立し、(b)ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムを開発し、(c)ウェブ上の知的資源の統合再利用基盤技術を確立し、(d)ウェブ上の知的資源の統合可視化基盤技術を確立し、(e)統合再利用・可視化基盤技術の応用と評価を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	19,300,000	5,790,000	25,090,000
2008年度	17,100,000	5,130,000	22,230,000
年度			
年度			
年度			
総計	36,400,000	10,920,000	47,320,000

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：WWW、知識連携

## 1. 研究開始当初の背景

近年、ウェブ上の情報やサービスを再構成し新たなアプリケーションを構築する手法としてマッシュ・アップ(Mash Up)などの技術が注目されている。Google や Yahoo!は、クライアント・アプリケーションをウェブ技術とウェブ上に公開されたサービスを用いて実現する、ウィジェットという技術基盤を公開している。しかしこれらの技術はプログラミングを要し、共通の論理基盤を持たないために再構成された新たなアプリケーションを連携して利用することはできない。

ウェブ文書から情報抽出を行うウェブラッパー技術は 1990 年代より盛んに研究されてきた。Washington 大学の Kushmerick らによるラッパー帰納の研究を始め、イリノイ大学の DEPTA に代表される教師なし学習によるラッパー生成技術の研究が盛んになされてきた。一方、教師付き学習によるラッパー生成では、台湾の中央研究院による SoftMealy の研究や、海外共同研究者の Jantke 教授のヘッジパターン・ラッパーの生成に関する Lexicon などの先行研究が存在する。教師なしラッパー生成技術にユーザイ

ンターフェイス技術を組み合わせた研究としては、ブラジルの Minas Gerais 連邦大学の DEByE やオーストリア Vienna 工科大学の Lixto などがある。これらは切りだされた情報を XML 等の標準形式で出力するだけであり、本研究のように、切りだされた情報を元にウェブ上の資源を連係し高度利用に結びつけることを目指した先行研究例はない。

ウェブ上の公開サービスの連係に関しては、ウェブサービスの標準規格に基づくものが殆どである。European Bioinformatics Institute (EBI) が中心となって、生物学分野の研究で用いられるウェブサービスの連係定義を実現した Taverna の研究開発を始め、ウェブサービス連携のワークフロー記述に関しては、BPEL や XDPL4WS といった言語の標準が策定されている。本研究では、ウェブ文書、ウェブ・アプリケーション、ウェブ・サービスから切りだされる同種の情報間の関係をウェブ・リレーションとしてまとめ、ラッパー生成による抽出と、抽出された関係情報間の連携統合をウェブ・リレーションに対する演算として統一的に定義することを目指しており、抽出と連携を統一的に扱うことにより、再利用性、統合性の向上を目指している。先述のように、このような先行研究はない。

データベースを対象とした情報可視化技術の研究としては、Wisconsin Madison 大学の DEVisa や、California 大学 Berkeley 校の Tioga-2、Carnegie Mellon 大学の VQE などの先行研究が存在する。可視化表示間の連係を対話的に定義する技術として Maryland 大学の Snap Together Visualization や、Virginia 工科大学の Visualization Schema、Pennsylvania 州立大学の Improvise がある。これらでは可視化表示の定義や可視化表示間の連携定義を RDB モデルや独自のデータベースモデルを用いて行っている。本研究は、データベース中の関係のみならず、ウェブから抽出された情報群、さらには検索要求、可視化表示のすべてを、ビュー・リレーションとして統一的に扱うことにより、群抽出、群連携、データベースとの統合、検索要求定義、可視化定義、のすべてを統一的に扱う点に特徴がある。これにより、これらの操作を統合環境で行うことが可能になる。このように統一的フレームワークを理論的に設定し、これに基づいて統合環境を実現した先行研究例はない。

申請者は 1887 年以来、2 次元ならびに 3 次元表現の知識メディア・アーキテクチャと、知識メディアにのった知的資源の出版・再流通のための知識プール (meme pool) アーキテクチャ、さらには知識メディアを応用したアプリケーション・フレームワークの研究を行ってきた。その結果、種々の知的資源を知

識メディアという形式で表現することによって、これらを自在に再編集・機能統合して新しい知的資源を自在に創成し、再流通することができる基盤技術を確立し、2003 年にこれらの成果をまとめ、IEEE コンピュータプレスと Wiley 社から、約 500 ページの Meme Media and Meme Architectures として出版した。さらに、この技術をウェブ上の文書、アプリケーション、サービスに適用することにより、これらのウェブ上の知的資源の自在な機能連携をアドホックに定義し実現することができる知識連携技術を確立し、2006 年に Springer 社から、214 ページの Federation over the Web を Lecture Notes in Artificial Intelligence の 1 巻として出版した。一方、3 次元知識メディア技術の応用として 2002 年にデータベースの可視化フレームワークを検索要求式修飾の部品化という考えに基づき確立し、2004 年には、データベースとウェブ上の知的資源の両方を連携させて可視化するフレームワークを確立した。これらを含む知識メディア技術を基盤としたアプリケーション・フレームワークの研究開発成果は、2004 年に Springer 社から、255 ページの Intuitive Human Interfaces for Organizing and Accessing Intellectual Assets の表題で Lecture Notes in Artificial Intelligence の 1 巻として出版した。

## 2. 研究の目的

上述の知識連携技術は知的資源を 1 つづつ抽出し、これらを 1 対づつ連携させていく逐次抽出・逐次連携の技術であった。一方、データベースとウェブ上の知的資源の両方を連携させて可視化するフレームワークでは、ウェブ上の同種の知的資源を関係表として抽出する群抽出技術と、これらの関係表を連携させる群連携技術の確立が必要となる。既に開発した可視化フレームワークでは、群抽出に関してはマニュアル操作で行い、群連携に関しては特殊ケースのみに限定しており、ジェネリックな基盤技術として確立されていなかった。ウェブ上の相互に関連する膨大な知的資源の統合的活用の重要性が一層増大しつつあることから、本研究では、群抽出・群連携の理論の確立と、これに基づくジェネリックな技術の開発、さらには、これらの技術を用いたウェブ上の知的資源の統合再利用・可視化基盤技術の確立を目指した。具体的には、(a)ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携理論の確立、(b)ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムの研究開発、(c)ウェブ上の知的資源の統合再利用基盤技術の確立、(d)ウェブ上の知的資源の統合可視化基盤技術の確立、(e)統合再利用・可視化基盤技術の応用と評価、の 5 項目の開発ならびに確立を目指した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 研究計画・方法(平成19年度)

研究目標欄に記載した4項目の研究課題に関して、以下のように研究を進める。

ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携理論の確立(田中、吉田)

申請者らは既に、ウェブ文書中のリストから、項目の種類ごとにインタラクティブに2つの項目例の抽出を示し、これらの2つの例から、抽出規則の一般化を実時間で求めて抽出結果をもとのウェブ文書中でハイライトで示し、適切な結果が得られた際にはこの種類の項目の全部を抽出して、抽出結果表お新しい属性欄を追加することができるインタラクティブなシステムを開発している。

2006年には、これとは別に、メタリレーションの考えに基づくラッパー生成手法を提案し、現在、メタリレーションを用いた群抽出法の理論的基盤を確立するために、ライプツヒ大学のStefan Lange教授と共同研究を行っている。平成19年度は、この共同研究で取り組んでいるメタリレーション中の2つのメタタプルに対するアンチユニフィケーションの基礎理論に関する研究を進展させ、単一メタリレーションに対する集合和演算、アンチユニフィケーション演算、集合積演算の3種類の演算と、2つのメタリレーション間の結合演算に関する理論的基盤を確立する。これらを用いて、メタリレーションを用いたウェブ上の知的資源の群抽出の理論と、メタリレーションの結合演算を用いた群連携の理論を確立する。

ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムの研究開発(Lunzer、伊藤)

メタリレーションを用いた群抽出・群連携理論に基づき、ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムの基盤部分を試作開発する。試作システムの開発には、田中が長年研究開発を進めてきた知識メディアシステムを基盤として用いる。ラッパーの生成に相当する、メタリレーションにおけるアンチ・ユニフィケーションの適用の際には、この演算の対象となるメタ・タプルの組み合わせによって、異なるラッパーが生成され、最適なラッパーの生成の試行錯誤をインタラクティブに支援する必要があるが、この問題の解決に、Lunzerが研究してきたサブジャンクティブ・インタフェースの技術を用いる。

ウェブ上の知的資源の統合再利用基盤技術の確立(田中、Lunzer)

ウェブから抽出されたウェブ・リレーションをデータベース中のリレーションと同等に扱い、これらを統合連携して、新しいウェブ文書、ウェブ・アプリケーション、ウェブ・サービスへと再構成して再利用するための

基盤技術を構築する。具体的には、メタリレーションの演算によるメタリレーションの変換理論を確立し、変換結果のメタリレーションとスタイル・シートの組み合わせによるウェブ文書の自動生成技術を確立する。システムの開発には、田中が長年研究開発を進めてきた知識メディアシステムを基盤として用いる。幾つかのスタイルの適用を試行錯誤しながら適切なものを選択するのに、Lunzerが研究してきたサブジャンクティブ・インタフェースの技術を用いる。

ウェブ上の知的資源の統合可視化基盤技術の確立(田中、伊藤)

既に開発している3次元知識メディア技術を用いた可視化フレームワークに、群抽出・群連携のための部品を導入し、ウェブ上の知的資源のインタラクティブな抽出から、それらの連携統合可視化までをインタラクティブに定義実行できる統合基盤技術を確立し、試作システムを開発する。システム機能を拡張し、集合オブジェクトの可視化演算機能を強化する。平成20年度に実施する応用・評価に耐えるよう、システムの高性能化を図る。

統合再利用・可視化基盤技術の応用と評価(伊藤、田中)

初年度はこの項目は実施しない。

#### (2) 研究計画・方法(平成20年度)

研究目標欄に記載した4項目の研究課題に関して、以下のように研究を進める。

ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携理論の確立(田中、吉田)

メタリレーションによる群抽出法の適用範囲を、ウェブ文書のみならず、ウェブ・アプリケーション、ウェブ・サービスへと拡張する。

ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムの研究開発(Lunzer、伊藤)

ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムのマン・マシン・インタフェース部分を試作開発する。特にサブジャンクティブ・インタフェースの技術を用いた試行錯誤の支援インタフェースを強化充実する。試作システムの開発には、田中が長年研究開発を進めてきた知識メディアシステムを基盤として用いる。

ウェブ上の知的資源の統合再利用基盤技術の確立(田中、Lunzer)

ウェブリレーションの一部の属性値を入力として指定することにより、この値に関連するその他の属性の値を出力するウェブ・アプリケーション、ウェブサービスの生成技術を確立する。ウェブ・アプリケーションの生成では、ウェブページのコンテンツやスタイルに関する情報との統合が必要であり、ウェブサービスの生成では、同時にWSDLによるインタフェース記述の自動生成が必要である。

ウェブサービスの生成により、モバイル機器からのアクセスも可能となるので、携帯電話インタフェースも同時に開発する。試作システムの開発には、田中が長年研究開発を進めてきた知識メディアシステムを基盤として用いる。

ウェブ上の知的資源の統合可視化基盤技術の確立(田中、伊藤)

SVG ( Scalable Vector Graphics ) 表現の図形オブジェクトを部品とし得る新しい2次元知識メディアシステムを基盤として用い、多様な2次元の図式表現による可視化が可能な図式可視化フレームワークを確立する。具体的には、自在なグラフィック・デザインによる情報可視化に対応するように、SVG知識メディアシステムを用いたグラフィック・デザイン・エディター・システムを開発し、パラメータを持った基本図形の連携合成として定義されたグラフィック・デザインをテンプレートとして用い、そのパラメータの幾つかをウェブリレーションの属性に対応付けることにより、図式可視化を定義し実行可能な可視化フレームワークを確立する。

統合再利用・可視化基盤技術の応用と評価(伊藤、田中)

インフルエンザ・ウィルスの予測のための自在な群抽出・群連携、統合可視化、知識表現と知識マイニング、マイニングの結果得られた規則に基づく情報可視化の過程のインタラクティブな繰り返しを可能とするシステムを試作開発し、最先端研究現場での評価を行う。

申請者らが正式メンバーとして参加しているEUのIntegrated ProjectであるACGT ( Advancing Vlinico Genomic Trials on Cancer ) において、ウェブ上に分散して公開されているガンに関する臨床・ゲノム情報の統合連携と再利用・統合可視化に適用して、評価を行う。(なお、EUと日本の間の関係から、このプロジェクト参加に対してEU側からの研究助成費の支援は無い。)

これらの評価のためには、膨大な関連情報をローカルにも持つ必要があり、データベースサーバを導入して研究開発に当たる。

( 3 ) 海外共同研究者との共同研究計画  
・Nicolas Spyratos教授(パリ11大学コンピュータサイエンス科)

H19:Spyratos教授のOLAPにおける可視化演算の研究と本研究を関連付けて統合する。

H20:2次元の図式可視化フレームワークと統合する。

各年度、年間3回の会合を持ち、その他の期間は電子メールで連絡を取る。

・Klaus P. Jantke教授(ドイツ人工知能研究所(DFKI))

H19・20:Jantke教授のLexiconなどのウェブラッパーによる抽出技術との関連付けと融

合を図る。

各年度、年間3回の会合を持ち、その他の期間は電子メールで連絡を取る。

・Stefan Lange教授(ライプツヒ大学コンピュータサイエンス科)

H19・20:メタリレーションのアンチユニフィケーションと結合演算の理論を確立。

各年度、年間2回の会合を持ち、その他の期間は電子メールで連絡を取る。

・Nigel Waters教授(カルガリ大学地理科学科)

H19:地理情報の提供を受け、群抽出情報と地理情報の3次元統合可視化に関して共同研究。

H20:SVGに基づく地図システムと、その上での図式可視化の統合に関して共同研究

各年度、年間2回の会合を持ち、その他の期間は電子メールで連絡を取る。

・EU Integrated Project ACGT (Advancing Clinico Genomic Trials on Cancer) ( 仏 ERCIM )

平成18年度より正式メンバーとして参加(EUからの助成金の交付は無い)

H19・20:ガンに関する診療・ゲノム情報の提供を受け、データベースを構築すると共に、本研究成果を応用して、ウェブ上の診療・ゲノム情報とデータベースの統合可視化評価システムを提供。

各年度、年間2回の会合を持ち、その他の期間は電子メールで連絡を取る。

#### 4. 研究成果

項目ごとに成果を述べる。

( 1 ) ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携理論の確立

ウェブ上には、1つのウェブ文書中から任意に選択された複数項目からなる組や、ウェブ・アプリケーションの任意に選択された入出力項目からなる組、さらには、ウェブ・サービスの任意に選択された入出力項目からなる組など、相互に関連する知的資源からなる組が膨大に存在する。これをウェブ・タプルと呼ぶことにする。ウェブ上には同種の間接関係を表すウェブ・タプルが膨大に存在する。同種のウェブ・タプルをまとめたものをウェブ・リレーションと呼ぶことにする。ウェブ上の知的資源の群抽出とは、ウェブ・リレーションの抽出を意味し、それらの群連携とはウェブ・リレーションの連携結合を意味する。ウェブ・タプルの各項目の代わりに、その項目を含むウェブページのurlと、このページ内での項目の相対位置を表すパス表現を接続した式を用いたタプルをメタタプルと定義する。幾つかの同種のメタタプルを含むメタリレーションを考えると、メタタプル間で集合和とアンチユニフィケーションの2種類

の演算を考へることによりウェブ・リレーションの抽出を行うことができる。この基本アイデアを精緻化すると共に発展させ、さらには、群連携をメタリレーションの関係結合演算として理論化すべく、メタリレーションの演算体系に関する理論体系の確立をおこなった。

(2) ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携インタラクティブシステムの研究開発

ウェブ上の知的資源の群抽出・群連携理論に基づき、インタラクティブな群抽出・群連携システムをジェネリックな基盤技術として開発した。ウェブ上の文書中に埋め込まれた項目群、ウェブ・アプリケーションの入出力項目、ウェブ・サービスの入出力項目のすべての知的資源を対象とし、これらの知的資源群の関係をウェブ・リレーションとして抽出できるシステムを開発した。

(3) ウェブ上の知的資源の統合再利用基盤技術の確立

ウェブから抽出されたウェブ・リレーションをデータベース中のリレーションと同等に扱い、これらを統合連携して、新しいウェブ文書、ウェブ・アプリケーション、ウェブ・サービスへと再構成して再利用するための基盤技術を構築した。

(4) ウェブ上の知的資源の統合可視化基盤技術の確立

ウェブから抽出されたウェブ・リレーションをデータベース中のリレーションと同等に扱い、これらを統合連携して、3次元座標空間に可視化する基盤技術を構築した。既に開発している可視化技術では扱えない集合オブジェクトの可視化を、検索要求式修飾法に基づき理論化し、可視化システムの部品として実現した。さらに、開発中の、SVG (Scalable Vector Graphics) 表現の図形オブジェクトを部品とし得る新しい2次元知識メディアシステムを基盤として用い、多様な2次元の図式表現による可視化が可能な図式可視化フレームワークを確立しつつある。これにより、チャート表現のみならず、自在なグラフィック・デザインによる情報可視化が可能となる。

(5) 統合再利用・可視化基盤技術の応用と評価

本研究の成果となるウェブ上の知的資源の群抽出・群連携と、統合再利用・可視化システムの最先端研究現場における応用と評価を目的として、北海道大学人獣共通感染症リサーチセンターと共同研究を行い、高病原性鳥インフルエンザの人への流行予測への応用と評価を最先端の研究現場で行った。さらには、申請者らが正式メンバーとして参加しているEUのIntegrated ProjectであるACGT (Advancing Vlinico Genomic Trials on Cancer) において、ウェブ上に分散して公開

されているガンに関する臨床・ゲノム情報の統合連携と再利用・統合可視化に適用して、評価を行うべくシステムを開発している。

メタリレーションと、それに対する集合和、アンチユニフィケーション、集合積、結合演算などからなる演算体系の定義と、これらを用いた群抽出・群連携の統合的取り扱いは、学術的にオリジナルな基盤理論である。群抽出・群連携の結果として得られるウェブ・リレーションは、関係データベースのビューリレーションと同等に扱うことができ、既に開発しているデータベースの統合可視化フレームワークと整合性良く統合できた。後者は、データベース中の関係表、検索要求、可視化表現のすべてを、ビューリレーションとして扱い、これらの部品化とその合成をビュー修飾として定式化している。この定式化を拡張することにより、群抽出・群連携の操作も、同様に部品化してこのフレームワークに統合することができた。このようにして得られるシステムは、ウェブからの知的資源の群抽出、それらの群連携、再利用、統合可視化のすべてを統一的な理論モデルの上で定式化することができ、統合環境の中で部品化し、自在に組み合わせて利用することが可能となる。この部品化と組み合わせのシステム基盤として、申請者が長年研究開発をしてきた知識メディアアーキテクチャを用いることができた。このような統一的理論モデルには先行研究はなく、それに基づく統合システムに関しても先行研究例は無い。このようなシステムの実現は、データベースとウェブ上の公開資源を高度に連携させながら研究開発を進めていく現在の先端的研究の現場において、強力な支援基盤となりうると期待できる。本研究ではインフルエンザ・ウィルスの流行予測に関する先端研究の現場にこの技術を応用して評価を行うと共に、EUのIntegrated ProjectであるACGTにおいて、評価を試みた。この試みは、将来のe-サイエンスの発展に繋がる大きな意義を持つ。

## 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5件)

- (1) Igarashi M, Ito K, Kida H, Takada A.: Genetically destined potentials for N-linked glycosylation of influenza virus hemagglutinin, *Virology*. 376(2), pp.323-329, 2008. 査読有
- (2) Ito, K. and Tanaka, Y.: A Visual Environment for DOM-based Wrapping and Client-side Linkage of Web Application. Intellectual Property Protection for Multimedia Information

Technology, Information Science Reference, IGI Global, Hershey, PA, pp.219-240, 2008. 査読有

- (3) A. Lunzer and K. Hornbæk: Subjunctive interfaces: Extending applications to support parallel setup, viewing and control of alternative scenarios, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol 14, No 4, Article 17 (January 2008), 44 pages, 2008. 査読有
- (4) Hakim Hacid, Tetsuya Yoshida: 局所更新に基づく逐次の近傍グラフ構築手法, FIT 情報科学技術レターズ, vol.6, pp.103-106, 2007. 査読有
- (5) Minato, S. and Ito, K.: Symmetric item set mining method using zero-suppressed BDDs and application to biological data, Trans.JSAI., 22, pp.156-164. 2007. 査読有

〔学会発表〕(計8件)

- (1) Zhen-Sheng Guo, Masahiko Itoh, and Yuzuru Tanaka: A Framework for Integrating 3D Geographical Simulation Systems and Related Geo-Information Web Resources, In Proceedings of the International Conference on Advanced Geographic Information Systems & Web Services (GEOWS 2009), Feb. 3, Cancun, 2009. 査読有
- (2) A. Lunzer and J. Fujima: Building and Exploring with the RecipeSheet, In Proceedings of the Seventh International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5 2009), Jan. 19, Kyoto, , 2009. 査読有
- (3) Elghazel, H., Yoshida, T. and Hacid, M.S.: An Integrated Graph and Probability Based Clustering Framework for Sequential Data, Proc. of the 11th International Conference on Discovery Science (DS-08), Oct. 23, Budapest, pp.246-258, 2008. 査読有
- (4) Yuzuru Tanaka, Jun Fujima, Micke Kuwahara: Meme Media and Knowledge Federation, Proceedings of the Advances in Artificial Intelligence, 31st Annual German Conference on AI (KI2008), Sept. 23, Kaiserslautern, pp.2-21, 2008. 査読有
- (5) Jun Fujima, Shohei Yoshihara, Yuzuru Tanaka: Web Application Orchestration Using Excel, Proceedings of the IEEE/WIC/ACM

International Conference on Web Intelligence (WI07), Nov. 25, Silicon Valley, pp.743-749. IEEE Computer Society, 2007. 査読有

- (6) Masahiko Itoh, Jun Fujima, Makoto Ohigashi, and Yuzuru Tanaka: Spreadsheet-based Framework for Interactive 3D Visualization of Web Resources, In Proceedings of the 11th Int'l Conf. on Information Visualization (IV07), July 2, Zurich, pp.65-73. IEEE Computer Society, Jul. 2007. 査読有
- (7) Elghazel, H., Yoshida, T., Deslandres, V., Hacid, M.S. and Dussauchoy, A.: A New Greedy Algorithm for improving b-Coloring Clustering, Proc. of the 6th Workshop on Graph-based Representations (GbR2007), June 11, Alicante, pp.228-239, 2007. 査読有
- (8) Hakim Hacid, Tetsuya Yoshida: Incremental Neighborhood Graphs Construction for Multidimensional Databases Indexing, May 29, Montreal, pp.405-416, 2007. 査読有

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 謙 (TANAKA YUZURU)

北海道大学・大学院情報科学研究科・教授  
研究者番号：60002309

### (2) 研究分担者

ランザー アラン エドワード  
(LUNZER ARAN EDWARD)

北海道大学・大学院情報科学研究科・特任  
准教授  
研究者番号：50374608

伊藤公人 (ITO KIMIHITO)

北海道大学・人獣共通感染症リサーチセン  
ター・准教授  
研究者番号：60396314

吉田哲也 (YOSHIDA TESTUYA)

北海道大学・大学院情報科学研究科・准教  
授  
研究者番号：80294164

### (3) 連携研究者

なし