

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：84604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K13575

研究課題名（和文）渤海遺跡出土建築部材の基礎的研究 - 三次元計測データの活用 -

研究課題名（英文）A Basic Study of Architectural Components Excavated from the Bohai Sites Using 3D Measurement Data

研究代表者

中村 亜希子 (NAKAMURA, Akiko)

独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所・埋蔵文化財センター・客員研究員

研究者番号：60600799

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、渤海国の都城遺跡で出土した紋様のある磚（センレンガのこと、論文などでは土偏の漢字を使用）をはじめとする陶製建築部材について、三次元計測データを用いて検討したものである。瓦に比べ、磚は紋様面が広く、破片資料で出土した場合、紋様の全容を知ることが困難である。そこで、破片資料の紋様を三次元計測し、そのデータを比較・統合することによって、紋様の復元・型の違いによる分類をおこなった。

この紋様復元・分類の過程で、方磚の型には紋様部分を彫り直して使用されたものがあつたこと、同じ型が遠方に位置する複数の都城遺跡に使用した磚の製作に用いられたであろうことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、瓦磚という考古学資料の記録に適した三次元計測方法を選定し、従来に比べ客観的かつ具体的に資料を検討した。三次元計測自体を目的とするのではなく、取得したデータの分析を通じて歴史を解明するひとつの手段として発展させたところに、学術的な意義がある。

なお、現在、三次元計測は土木や建築など他の多くの分野でも、急速に普及が進んでおり、iPhoneを用いた計測が普及するなど、より身近な存在となってきた。本研究では、フォトグラメトリーによる考古学資料の三次元計測の手法を動画等によって積極的に配信したが、考古学以外の分野の視聴者からの反響も大きく、一定の社会的貢献を果たしたと考えている。

研究成果の概要（英文）：This study examines ceramic building components such as bricks with patterns excavated from the capital city sites of Bohai Kingdom, using three-dimensional measurement data. Compared to roof tiles, bricks have a wider surface for ornamentation. Accordingly, when excavated as shards, it is difficult to know the whole pattern. Therefore, I measured the patterns on the shards, compared and merged the data of them to reconstruct the whole patterns and classify them into some types.

Through the reconstruction and classification of these patterns, it was discovered that one of the bricks was re-carved for reuse, and that the same mold might be used at other capital sites located in distant areas.

研究分野：考古学

キーワード：渤海国 上京城 磚 紋様 型 三次元計測 SfM-MVS フォトグラメトリー

## 1. 研究開始当初の背景

### (1) 渤海の考古学研究とその背景

渤海国(698-926)の歴史研究には、研究遂行上、様々な障壁がある。その一因として、渤海に関する文献史料・出土文字資料が少ないこと、渤海の領域が現在の中国・北朝鮮・ロシアの三か国にまたがること等が挙げられる。特に、後者については、使用言語・研究方法が異なること以外に、近現代国家が自国の支配領域を正当化するために渤海の歴史を利用してきた側面があるため、現在においても、各国の研究者が研究成果を共有することが困難な状況にある。以下、本研究で扱う資料が出土した渤海遺跡の調査とその政治的背景について概略を記す。

20世紀初頭、中国東北地域の渤海の遺跡には、ロシアや日本の研究者が多く訪れるようになった。現在の黒龍江省寧安に所在する渤海の上京龍泉府址(上京城)が注目され、当時萌芽期にあった考古学の手法を用いて調査が開始された。この渤海遺跡における最初期の発掘調査は、在地の研究者を主体としたものではなく、東清鉄道の敷設やロシア革命を契機にハルピン周辺に移住したロシアの研究者、次いで、「満州国」の建国に伴って調査地域を広げた日本の研究者を主体としておこなわれた。特に、1933年と1934年の東亜考古学会による上京城の発掘調査は、その出土資料の扱いに、「満州国」建国の正当性を示そうとする姿勢があったことが否めず、現在も、中国においては、学術調査としての成果を認められることが少ない。

戦後は、1964年に、上京城と吉林省敦化近隣に所在する六頂山渤海墓で、中国科学院と朝鮮社会科学院による合同調査がおこなわれた。中朝両国の間には、1961年に中朝友好協力相互援助条約が、翌1962年には中朝境界条約が締結されており、後者では西古城や八連城といった渤海の遺跡が所在し朝鮮族が多く居住する「間島」の地が中国領に確定していることから、両国の友好関係の証として合同調査が実施されたと考えられる。しかし、渤海の建国者集団等についての歴史的解釈には両国間に大きな隔たりがあり、報告書は中朝個別に刊行された。

中国と朝鮮半島側、特に韓国との歴史認識をめぐる関係は、21世紀を迎えると急激に悪化した。その背景には、中国政府が重点研究課題として採用し2002年に正式に開始したプロジェクト「東北边疆歴史与現状系列研究工程」(「東北工程」)がある。「東北工程」は、中国東北地域の歴史と国境問題の研究を課題とし、高句麗の歴史が中国に帰属することを確定しようとする目的があったとされる。「東北工程」では、高句麗滅亡後に建国した渤海の歴史についても取り上げられ、やはり高句麗・渤海の歴史を自国史とする韓国との間で歴史認識問題に発展した。この間、中国では上京城、八連城、西古城、六頂山墓地等、渤海の重要遺跡で大規模な発掘調査がおこなわれ、大冊の報告書が相次いで刊行された。いっぽう、韓国はロシア沿海地方の渤海遺跡においてロシアとの大規模な合同調査を進め、こちらも報告書の刊行が相次いだ。

日本では、戦後、東亜考古学会の調査に参加した駒井和愛や三上次男をはじめとする研究者らが、渤海の考古学に関するいくつかの論考を発表した。しかし、彼らの研究の主なフィールドは中国以外の別の地域となっており、日本人による渤海の考古学研究は下火となった。再度、日本人による渤海の考古学研究が盛んになったのは21世紀に入ってからである。中でも田村晃一は、東京大学所蔵の東亜考古学会資料の再整理を通して、上京城出土瓦磚の型式学的研究を遂行し、出土瓦当の紋様から、渤海都城の造営過程の復元を試みた。本研究は、田村による型式学的研究の系譜上にあり、これまでは、製作技法や瓦の型の変化といった観点から、型式学的編年の裏付け・補強をおこなってきた。

### (2) 各国における考古学の展開と成果共有における課題

以上のように、渤海の考古学研究は、特に21世紀に入ってから各国において急速に進められた。しかし、国際情勢によっては、国を超えた研究者間の交流・連携が困難であることに加え、各国における考古学という学問領域の発展の方向性の違いも、研究成果の共有において大きな障壁となっている。

日本の考古学研究では、萌芽期以来、出土遺物の型式学的研究が極めて重視されてきた。ここでは、瓦葺き建物の造営年代や性格を検討する上で、出土瓦の紋様や製作技法、軒丸瓦と軒平瓦のセット関係の解明が必須の課題とされ、瓦研究の手法が体系化・細分化されていった。

いっぽうで、中国の考古学研究では、萌芽期においては日本と同様に型式学的研究が脚光を浴びたが、戦後はソヴィエトのマルクス主義考古学を取り入れ、方向性を転換させる。出土遺物の型式学的研究について、分類が研究の最終目的化した資産階級の偽科学と非難し、社会の発展法則の解明を研究目標とする傾向が強くなった。その後、中国の考古学は、アメリカの人類学を土台とし、考古学資料に見られる過去の「記録」を、現在の民族学的事象や再現実験による結果、統計学的分析などを通じて検討する「新考古学」と、それに続く学問を積極的に受け入れてきた。

これら、考古学の学問としての発展・展開の方向性の違いから、渤海の都城研究の方法と結論も日中間では大きな隔たりが生じるようになった。日本では出土瓦の型式学編年から都城の造営過程を復元する手法が展開されてきたが、中国では、都城の設計理念を論じる手法がとられ、双方の主張する渤海都城の変遷にも大きな違いが生じている。本研究は、双方の研究の視座の違いを理解した上で、出土遺物の型式学的編年に基づく渤海都城研究を進め、成果を発信する必要

があると感じ、着手したものである。

## 2. 研究の目的

### (1) 磚の型の特定と編年、渤海都城の変遷の考察

従来進められてきた型式学的紋様分類による渤海の瓦磚研究を、紋様をつけるために用いた型( 範) を同定し、劣化や彫り直し等の痕跡を検討することで、編年に具体性・客観性を持たせ、深化させる。そのうえで、渤海都城の変遷に関する考察を進めることを、本研究の第一の目的とする。

### (2) 三次元計測による具体的・客観的な資料データの取得と情報共有

実測や拓本、写真といった従来の考古学の記録法では、範による微細な痕跡を記録し提示することが極めて困難であった。日本的な瓦磚の型式学的研究法の成果が中国など他国の研究者に受け入れられ難かった背景には、これらの記録・表現方法の限界も関係するのではないかと考えたため、本研究では、三次元計測によって、資料についてのより具体的かつ客観的な情報を取得し、共有することを目指した。

### (3) データの取得方法・分析方法の選定と普及

本研究の開始当初は、三次元計測データを利用した考古学研究の例が少ない状況であった。本研究では、三次元計測の方法として、デジカメで撮影した複数の写真から被写体の三次元形態を復元する Structure from Motion and Multi-View Stereo (SfM-MVS) という技術を用いたが、SfM-MVS の場合、写真撮影に使用したカメラやレンズ、解析ソフトやその設定等によって、データの粗密・信頼度に違いが生じやすい。そこで、どのような機材・ソフトを用い、どのような条件下で撮影・解析したかという情報や具体的な手法を積極的に公開した。

渤海の考古学研究では、日本人研究者が他の国で出土資料の三次元計測をすることが極めて困難であると考えられる。そのため、本研究に用いた手法そのものを、広く国内外の研究者に普及させることも研究目的のひとつとする。

## 3. 研究の方法

### (1) 三次元計測による磚の紋様データの収集

本研究の主な対象資料は、東京大学が所蔵する東亜考古学会の上京城調査出土資料のうち紋様のある磚である。資料は現在、文学部考古学研究室・総合研究博物館・教養学部駒場博物館に分けて保管されている。これらについて、SfM-MVS の技術を用いて、紋様部分の三次元計測をおこなった。使用したカメラは STYLUS TG-4 Tough ( オリンパス社) であり、SfM-MVS の解析には Metashape professional 版 ( Agisoft 社) を使用した。

### (2) 施紋・成形に使用した型の復元

取得した三次元データを、オープンソースソフトウェアである CloudCompare を用いて、比較・統合し、磚の紋様を復元した。具体的には、同じ型を用いて紋様を施紋した可能性がある複数の破片資料の三次元モデルについて、CloudCompare 上で位置合わせし、その一致度を検討、同じ範による製品だと判断した場合、それらの紋様を統合して範全体の紋様を復元した。ここでは、既存の型式分類を再検討するとともに、これまでは分類が保留されていた多くの小片資料についても、範を同定した。さらに、紋様と外形の関係、遺物の断面観察から、成形のための型がどのような構造であり、磚がどのように製作されたかも検討した。

### (3) 範と製品の出土状況の関係の検討

小片資料の範が同定されたことによって、東亜考古学会調査当時の注記内容から、製作に使用した範と磚の使用場所の関係を検討できる資料が飛躍的に増加した。21 世紀以降に刊行された上京城・西古城・八連城の報告書の記載内容と掲載された写真や図を踏まえ、渤海の都城で紋様磚がどのように使用されたかを総合的に検討した。

## 4. 研究成果

### (1) 渤海都城に使用された磚範の復元と編年

東亜考古学会調査資料の悉皆的な調査・検討から、上京城出土の長方磚には 5 つ以上の範が、方磚には 4 つ以上の範が存在することが判明した。このうち、方磚の範のひとつ( 第 1 式) には、使用の過程で紋様を彫り直したことが確認され、彫り直し後に製作した磚が、渤海の西古城遺跡や八連城遺跡といった別の都城遺跡でも出土した可能性が高いことが判明した( 図 1) 。渤海の都城が上京( 上京城) から東京( 八連城) に移った 8 世紀末に、宮殿周りを飾る紋様磚を製作するための型も工房を移動した可能性が高い。

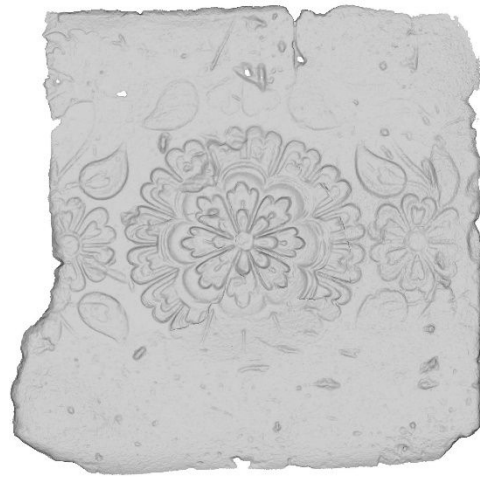
また、従来の目視観察では型式が特定されなかった資料についても、大半の範が判明したことにより、使用地点と範との関係が検討できるようになった。上京城のうち、王が起居し政務をおこなう場であり、最も早く造営に着手したと考えられる第 3・4 号宮殿では、古手の第 2 式長方磚が比較的多く出土する。しかし、ここでは、新しい第 1 式長方磚や第 2 式方磚とともに、出土紋様磚の大半が意図的に打ち欠いて加工されていた。これらの磚は、第 3・4 号宮殿に用いるた

めに設計されたものではなく、製品として既に存在していた磚を、用いる箇所・用途に従って加工したものと考えられる。すなわち、第3・4号宮殿出土の紋様磚は、8世紀半ばの上京城造営初期に設置したものではなく、後世の改修時に付け加えられた可能性が高い。(第2式長方磚については、改修前の第3・4号宮殿に使用していたものを再利用した可能性がある。)

いっぽう、朝賀儀式の場である第1・2号宮殿では、完全な形を保った紋様磚が多く出土する。第1号宮殿の造営時に、床面を装飾するために第1式方磚の生産を開始し、長方磚は基壇外装の装飾用に新たに第1式長方磚の範を作範、紋様磚の量産体制に入ったと考える。



1.復元した第1式方磚の紋様



2.範彫り直し後の第1式方磚

図1 第1式方磚の範の彫り直し

#### (2) 渤海の磚の製作技法の復元

磚の外形と紋様の出現の仕方の関係、粘土の詰め方の考察から、従来言及が少なかった成型型の形態・構造についても復元をおこなった。渤海の方磚・長方磚は、いずれも平らな底板上に分解式の枠型を置き、底面と側面に板状・帯状の粘土片を敷き詰めた内部に粘土塊を押し詰め、最後に上面に縄蓆を敷いて上から押し固めることで成形されたことが明らかとなった。

#### (3) 上京城出土瓦当の範の検討

なお、本研究では、過去の研究(12J02130)の際にレーザースキャナーで取得した上京城出土瓦当の三次元データを用いて、瓦当紋様を復元し、既存の型式においていくつの範が確認できるかも検討した。

#### (4) 同範を検討する三次元計測の手法の選定と普及

本研究では、個人研究レベルの金額で導入できる機材を用いて、瓦磚の紋様の三次元計測データを取得する方法を検討した。SfM-MVSの解析に使用する写真画像の撮影には、コンパクトデジタルカメラであるSTYLUS TG-4 Tough(オリンパス社)を使用し、絞り優先モードで撮影、記録したRAWデータを現像することで、画像データを取得した。なお、紋様面の微細な凹凸具合を計測する目的では、当該カメラでも用をなしたが、遺物の精細な色情報(テクスチャー)や、全形を記録するためには、よりスペックの高いカメラの使用が望まれることも明らかとなった。

SfM-MVSの解析には、Metashape pro(Agisoft社)を使用した。短い資料調査期間の間で、可能な限り多くの資料のデータを確実に収集するため、資料調査先で仮の解析をおこない、計測漏れがないかを確認しながら作業し、調査先から戻った後で、分析用のデータの本解析をおこなった。

このような考古学資料のSfM-MVSによる三次元計測の方法については、YouTubeのチャンネル「SfMの中村さん」([https://www.youtube.com/channel/UCiaz3uLsd04JraZ4\\_tekL-Q?app=desktop](https://www.youtube.com/channel/UCiaz3uLsd04JraZ4_tekL-Q?app=desktop))において、「フォトグラメトリーを使った遺物の三次元計測講座」と題する8本の動画を公開し、同時に、その参考資料として、Researchmapの「資料公開」([https://researchmap.jp/nakamura\\_akiko\\_2018/%E8%B3%87%E6%96%99%E5%85%AC%E9%96%8B](https://researchmap.jp/nakamura_akiko_2018/%E8%B3%87%E6%96%99%E5%85%AC%E9%96%8B))にPDF資料を公開した。2022年5月末現在で、Youtubeには370を超えるチャンネル登録者があり、Researchmapの公開資料も述べ2000を超えるダウンロードがあった。考古学における三次元計測の普及に一定の貢献を果たしたのではないかと考える。

\*以上の研究内容のうち、渤海の考古学研究をめぐる問題と、紋様磚の考察については以下の論文において成果を報告した。

- 中村亜希子 2021 「渤海国の瓦磚の変遷と系譜—紋様磚を読み解く—」『中国考古学論叢：古代東アジア社会への多角的アプローチ』大貫静夫編、同成社、247-268 頁
- 中村亜希子 2022 「渤海瓦磚研究の諸問題 なぜ、考古学者は瓦を研究するのか」『高句麗・渤海史の射程：古代東北アジア史研究の新動向』古畑徹編、汲古書院、31-54 頁

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 中村亜希子	4. 巻 2
2. 論文標題 東の造瓦ことはじめ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アジア地域研究	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 中村亜希子	4. 巻 12
2. 論文標題 軒瓦の三次元計測と「ネガ」・「ポジ」瓦小考	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 真朱	6. 最初と最後の頁 29-37
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中村亜希子・林正憲	4. 巻 35
2. 論文標題 「同范瓦」と「異范瓦」の比較－瓦当三次元データの検討－	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本文化財科学会第35回大会研究発表要旨集	6. 最初と最後の頁 368-369
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中村亜希子・林正憲	4. 巻 2018
2. 論文標題 「同范瓦」と「異范瓦」－東大寺式軒瓦の三次元計測と検討－	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 奈良文化財研究所紀要	6. 最初と最後の頁 76-78
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 中村亜希子	4. 巻 6
2. 論文標題 瓦当紋様の三次元計測データを用いた研究法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 文化財の壺	6. 最初と最後の頁 38-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中村亜希子	4. 巻 17号
2. 論文標題 三次元計測データを用いた瓦研究 東亜考古学会による渤海上京城発掘資料の再検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 中国考古学	6. 最初と最後の頁 21-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中村亜希子	4. 巻 5
2. 論文標題 データベース作成に向けた瓦当の三次元計測法とその実践	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 文化財の壺	6. 最初と最後の頁 12-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中村亜希子・山口欧志	4. 巻 2017
2. 論文標題 瓦当の三次元計測法の検討 - 瓦当データベース構築に向けた模索 -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 奈良文化財研究所研究紀要	6. 最初と最後の頁 66-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 渤海瓦磚研究の諸問題 なぜ、考古学者は瓦を研究するのか
3. 学会等名 二国間交流セミナー「高句麗・渤海史に関する日中研究者会議」予備報告会 / 第5回金毓黻と東北アジア史研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 フォトグラメトリーによる三次元計測データの比較
3. 学会等名 日本文化財科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 渤海上京城遺跡における寺院と禁苑
3. 学会等名 東アジア比較都城史研究会 第1回共同研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 資料調査における三次元計測と取得データを用いた紋様復元の手法 - 渤海都城出土磚による試み -
3. 学会等名 第21回北アジア調査研究報告会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 渤海国における紋様磚の生産と型
3. 学会等名 第31回東アジア古代史・考古学研究会交流会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 渤海国上京城遺跡出土磚の復元研究
3. 学会等名 日本中国考古学会2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 渤海上京龍泉府遺跡出土紋様磚の復元－破片資料の三次元計測データを用いた試み－
3. 学会等名 京都・朝鮮古代研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村亜希子・林正憲
2. 発表標題 「同範瓦」と「異範瓦」の比較 - 瓦当三次元計測データの検討 -
3. 学会等名 日本文化財科学会第35回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, A.
2. 発表標題 Tracing the Construction Process of the Shangjin Palace Site, Bohai Kingdom
3. 学会等名 Eighth Worldwide Conference of the SEAA (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 中国の瓦 中国における瓦の出現と拡散
3. 学会等名 2018東南アジア考古学会 中四国例会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村亜希子
2. 発表標題 渤海国出土紋様磚の検討
3. 学会等名 日本中国考古学会2017年度大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 大貫 静夫 編	4. 発行年 2021年
2. 出版社 同成社	5. 総ページ数 326
3. 書名 中国考古学論叢	

1. 著者名 古畑 徹 編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 汲古書院	5. 総ページ数 252
3. 書名 高句麗・渤海史の射程	

〔産業財産権〕

〔その他〕

SFMの中村さん <a href="https://www.youtube.com/channel/UCiaz3uLsd04JraZ4_teKL-Q">https://www.youtube.com/channel/UCiaz3uLsd04JraZ4_teKL-Q</a>
---

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------