

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04742

研究課題名（和文）ユーザー感性に基づいた、わかりやすいバス路線図のデザインガイドライン構築

研究課題名（英文）Design guidelines for easy-to-understand bus route maps based on usability

研究代表者

吉城 秀治（Yoshiki, Syuji）

熊本大学・くまもと水循環・減災研究教育センター・准教授

研究者番号：40734926

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、バス路線図のわかりやすさを向上させるために、ユーザビリティの観点からその特徴を明らかにすることを目的としている。被験者にバス路線図を提示し、経路探索実験を行うことで、探索時間、正確性、満足度から評価した。主に、「路線網の複雑さに基づくバス路線図のタイプ分類とその評価に関する研究」、「バス路線図のデフォルメの実態とユーザビリティに基づく評価」、「バス路線図の構成要素が「わかりやすさ」に及ぼす影響」と題した研究に取り組み、わかりやすい路線図の特徴を明らかにしたものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

わかりやすい路線図の作成するための指針が存在しない中、路線網の複雑さに応じたベースマップの選択の考え方を示すとともに、デフォルメの違いによるわかりやすさへの影響、わかりやすいバス路線図を作成する上で重要な要因の特定を行ってきた。ユーザビリティに基づいてデザインとの関連を明らかにしつつ、バス路線図のデザインの実態を明らかにした本研究は、バス事業者が一からわかりやすいバス路線図を作成していく上で有用な情報となることが想定される。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to clarify the characteristics of bus route maps from the viewpoint of usability in order to improve their understandability. By presenting subjects with bus route maps and conducting route search experiments, we evaluated them in terms of effectiveness, efficiency, and satisfaction. Mainly, we worked on the research titled "A Study on the Type Classification of Bus Route Maps Based on the Complexity of the Route Network and its Evaluation," "Actual Condition and Usability-Based Evaluation of Bus Route Map Deformation," and "Study on Understandability of Bus Route Map Design" to clarify the characteristics of easy-to-understand route maps.

研究分野：交通計画

キーワード：バス路線図 ユーザビリティ 公共交通計画

1. 研究開始当初の背景

路線バスは人々にとって身近な移動手段であり、公共交通機関として誰にでも使いやすいものであることが望まれる。しかしながら、国土交通省の「魅力あるバス事業者のあり方研究会 中間とりまとめ」において『多くのバスでは(中略)基本的な情報が利用者にわかりやすい形で提供されておらず、このため、過去に利用したことがある地元住民以外には、乗る際の心理的抵抗が大きい』と指摘されるような状況にある。見知らぬ地域を訪れる場合や普段からバスの利用に慣れていない場合においても「わかりやすい」案内を提供することが求められている。

ここでバスの案内には路線図や時刻表、料金表などの情報が存在するが、中でも路線図にはバス停や運行路線といった基本的な情報が記載されている他、鉄道路線や主要施設の情報を織り込むなどの工夫を凝らしたものも多くみられ、バス利用の際に極めて重要な情報であることは論をまたない。ところが、奥村らによるバス路線図の実態を整理した結果によると、一つの路線図にバス停数が501箇所以上も記載されている路線図も存在し、また、バス停名のフォントも5pt(A3サイズ換算時)にも満たないサイズで記載されているような路線図が全体の1割も存在することなどが明らかにされており、決してわかりやすいとは言えないバス路線図が散見される状況にある。

そこで、これまでもバス案内に着目した研究が行われており、その中でも「バスマップ」を対象とした研究が多くみられる。そして、このバスマップに関しては、学術的な取り組み以外にも全国バスマップサミット実行委員会により日本各地の取り組みの他、その作成のためのガイドラインも紹介されている。また、作成の考え方や留意点については例えば国土交通省九州運輸局においても示されているなど、バスマップ作成のノウハウについては蓄積が進んでいるといえよう。ところが、バスマップに関する取り組みとは異なり、バス路線図自体をどう描くかといったテーマにはあまり着目されておらず、研究も数少ない。先述のバスマップに関わる研究や取り組みの中でも、わかりやすいバス路線図を設計するための具体的な提案等は十分にはなされていない状況にある。

2. 研究の目的

そこで本研究では、バス路線図を被験者に提示し、実際に経路を探索する実験を行うことで、経路を探索する際の利用者の挙動や印象からわかりやすい路線図の特徴を明らかにしていくものである。

3. 研究の方法

(1)経路探索実験

本研究では、路線図の経路探索実験を行うことで、バス路線図をみる人の挙動や意識を分析していく。ここで経路探索実験では、経路探索の一連のプロセスである「目的地の情報を調べる 最寄りバス停や路線を確認する バス路線図による経路探索を行う 実際にバス停へ向かう」のうち、「最寄りバス停や路線を確認する バス路線図による経路探索を行う」までのプロセスを再現して行う。また、本研究では自宅等でバス情報を調べているという状況を想定しPCのモニター上に路線図を提示して実験を行う。

被験者に実験の概要について説明したのち、被験者には出発地と目的地の施設名およびバス停名を記載した地図(A4サイズ)を配布している(本研究では目的地を主要施設(観光地や公

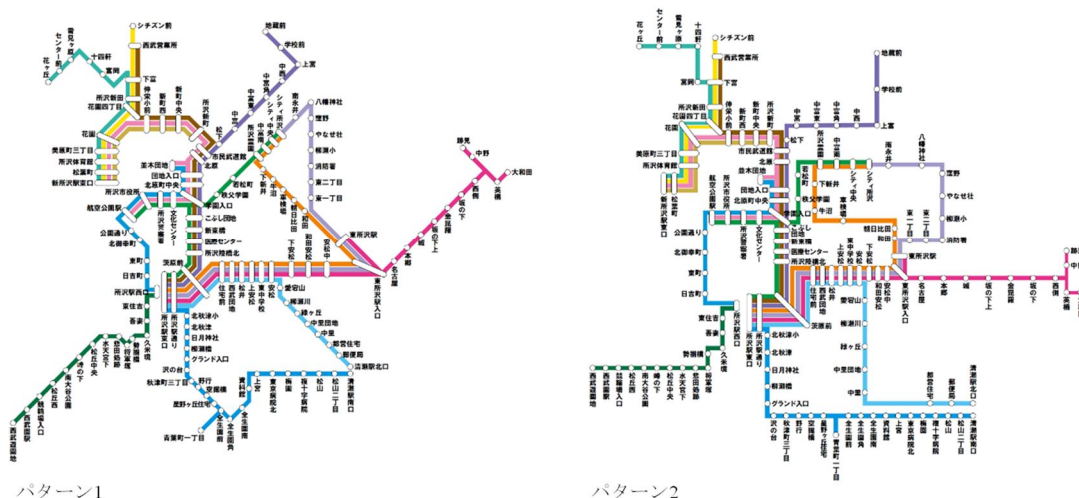


図1 実験で使用した路線図例

共施設)としており、これらの施設の場合、アクセスのために各種ホームページ等で最寄りのバス停名が記載されていることも多い。そこで本実験では、目的地の施設名およびバス停名を記載した地図を被験者に配布し、実験を行っている。そして、その地図を確認した後、調査員がPCモニター上(使用モニターサイズは24インチ)に提示する路線図を用いて経路探索を行い、終了と同時に挙手してもらっている(経路探索中は配布された地図を何度見返してもよいものとする)。各パターンの路線図の探索終了後は印刷した同路線図上に選択ルートを被験者に記入してもらうとともに、SD法による印象評価についても回答してもらっている。なお、経路探索実験に用いる路線図の提示順は被験者ごとにランダムとしている(図1)。

## (2)わかりやすさの定義と評価項目

本研究は、背景でも述べたように「わかりやすい路線図」について検討を行うものであるが、「わかりやすさ」とは利用者による主観的な評価であるため、何をもって「わかりやすい路線図」であるかについてはその定義が必要となる。そこで本研究の「わかりやすさ」については先行研究(8)と同様に、「ユーザビリティ」の考え方に着目する。ここでユーザビリティとは、「ある製品が、指定された利用者によって、指定された利用の状況下で、指定された目的を達成するために用いられる際の、有効さ、効率及び利用者の満足度の度合い」と標準規格(JIS Z 8521:1999)において定義されており、さらに「有効さ(effectiveness)」、「効率(efficiency)」、「満足度(satisfaction)」は後掲の表1に示すとおり定義がなされている。すなわち、本研究における「わかりやすさ」とは、ユーザビリティの考え方に即したものとし、「有効さ(effectiveness)」、「効率(efficiency)」、「満足度(satisfaction)」から多面的に評価されるものとする。そのため、わかりやすい路線図とはユーザビリティが高い路線図、わかりにくい路線図とはユーザビリティが低い路線図と同意となる。本研究で「わかりやすさ(ユーザビリティ)」を評価するための項目とそれぞれの定義、計測方法を表1に示す。

## 4. 研究成果

### (1) 路線網の複雑さに基づくバス路線図のタイプ分類とその評価に関する研究

本分析では、バス路線図の描画形態とベースマップの有無に着目し、路線図のタイプごとのデザイン方法にどのような特徴があるのかを明らかにするとともに、路線網の複雑さごとに路線図のタイプと利用者評価の関係について明らかにしてきた。路線図のタイプでも「路線のデフォルメを行っている非リアルマップ形態で、背景にベースマップのない路線図(デフォルメ路線図)」と「路線をデフォルメしていないリアルマップ形態で、背景にベースマップのある路線図

表1 本研究に用いた評価項目

指標	JISでの各用語の定義	項目	定義	計測方法
有効さ effectiveness	利用者が、指定された目標を達成する上での正確さ及び完全さ	ルートの正誤	出発地から目的地までの選択ルートが乗換なしで最短でたどりつけるかどうか	被験者がA4用紙に印刷した路線図上に選択したルートを記入し、最短ルートであるかどうかを記録
効率 efficiency	利用者が、目標を達成する際に正確さと完全さに関連して費やした資源	探索時間	調査員が路線図を提示してから被験者が経路を見つけ挙手するまでの時間(秒)	路線図の提示から被験者が経路探索し終えるまでを調査員がストップウォッチにて計測
		地図を見返す回数	経路探索中に出発地と目的地が書かれた地図を見返した回数(回)	実験中に調査員によるカウント
		画面を動かす回数	マウスのドラッグ(マウスをクリックし始めてから離れるまでを一回とする)の回数(回)	PCの画面録画機能を用いて被験者の挙動を記録
		拡大縮小回数	路線図を拡大または縮小した回数(回)	PCの画面録画機能を用いて被験者の挙動を記録
		カーソルの移動距離	カーソルが移動した総距離(cm)	カーソルの移動距離を記録するソフトウェア「checkMK」にて計測
満足度 satisfaction	不快さのないこと、及び製品使用に対する肯定的な態度	路線図の印象	経路探索の際に感じた路線図を見たときの印象	SD法を用いた印象評価を各路線図の経路探索を行うごとにヒアリングして実施

表2 路線網の複雑さに関するクラスター分析結果(平均値)

グループ	n	バス停数	路線(系統)数	路線網のD値	運行範囲(km <sup>2</sup> )	特徴
1	92	68.8	7.6	1.27	130.8	最も運行範囲が狭くバス停数や路線(系統)数が少ない
2	52	210.0	30.5	1.42	125.9	運行範囲はグループ1と同程度な一方、グループ1よりもバス停数や路線(系統)数が多く、路線網も複雑
3	40	357.2	27.7	1.34	932.2	路線(系統)数はグループ2と同程度であるものの、運行範囲が広い
4	40	211.3	13.7	1.30	378.9	全体的に平均的
全体	224	178.5	17.6	1.32	317.1	-

(地図あり路線図)」に着目し、まずはそのデザインの特徴について集計を行った。そして、基本的にバス路線図を描く上での前提条件となる項目である、バス停数、運行範囲、路線(系統)数、路線網の形状の複雑さの4項目を取り上げ、クラスター分析により4グループに類型化している(表2)。そして、この類型結果に基づき、路線図のタイプと利用者評価との関係性をユーザビリティの観点から明らかにした。経路探索実験を行い、主成分分析によってバス路線図の総合的な評価を行った結果、以下の知見が得られている(図2)。

最も運行範囲が狭くバス停数や路線(系統)数が少ないバス路線図の集団であるグループ1に分類されている路線図が最もわかりやすい(ユーザビリティが高い)との結果になっていた。次いで、運行範囲はグループ1と同程度である一方、グループ1よりもバス停数や路線(系統)数が多く、路線網も複雑であるグループ2、全体的に平均的な路線網の複雑さのグループ4、そして最も運行範囲が広いグループ3の順となっている。

そして各グループ内での地図あり路線図とデフォルメ路線図の平均値の差の検定結果に着目すると、グループ1と3では統計的な有意差は示されず、グループ2と4では示される結果となった。まず、統計的な有意差が示されたグループ2と4に着目すると、ともに地図あり路線図のほうが主成分得点の平均値がマイナスとなっており、よりわかりやすい(ユーザビリティが高い)との結果であった。

一方、統計的な有意差がみられなかったグループ1においては他のグループと比較してシンプルな路線図が多く、そのため地図あり路線図であろうとデフォルメ路線図であろうとわかりやすさ(ユーザビリティ)にさしたる影響はなかったものと考えられる。他方で、グループ3については、運行範囲が広くバス停数も多い路線図であるため、どちらの形態であってもわかりにくい(ユーザビリティが低い)との結果が得られている。

## (2) バス路線図のデフォルメの実態とユーザビリティに基づく評価

本分析では、バス路線図のデフォルメに着目し、全国におけるその実態を明らかにするとともに、そのデフォルメ手法の違いが利用者のわかりやすさに及ぼす影響について明らかにしてきた。まず、デフォルメについて定義し、202の路線図をもとに集計を行った。その結果、実際には一直線ではない区間を直線にする「直線化」が多くの路線図で取り入れられており、右左折に関わる表現を省略する「角減化」も多くなされていた。また、約8割の路線図でバス停は等間隔に配置されており、約9割の路線図で縦方向、横方向に軸を揃えて路線が描画されていた。

そして、路線図の類型化を行い、全国におけるデフォルメの傾向を把握した。6グループに類型化した結果、最も多くみられた路線図は基軸の3軸が揃っているものであった(パターン1)。次に多くみられた路線図は斜めの軸がなく、縦横のみに軸を揃えて表現しているものであり(パターン2)、その他には方位変化がなされている路線図(パターン3)、始点から終点までを直線で表記している路線図(パターン4)、路線網に丸みをもたせて表記している路線図(パターン5)、ほぼデフォルメがされていない路線図(パターン6)がみられた。

そして、これら6パターンの特徴を反映したバス路線図を作成し(表3)、ユーザビリティに基づく経路探索実験と評価

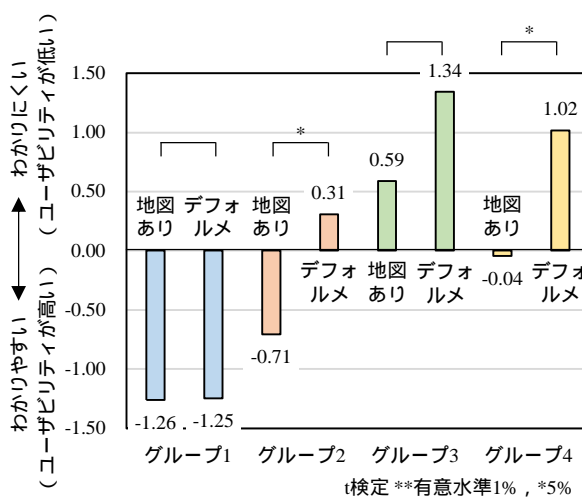


図2 わかりにくさ(非ユーザビリティ)の度合い

表3 作成した路線図の水準

パターン	角減化	曲線化	方位変化	基軸化縦	基軸化横	基軸化斜め
1	21%	0%	なし	あり	あり	あり
2	24%	0%	なし	あり	あり	なし
3	26%	0%	あり	あり	あり	なし
4	一直線	0%	なし	なし	なし	なし
5	16%	27%	なし	あり	あり	あり
6	0%	0%	なし	なし	なし	なし

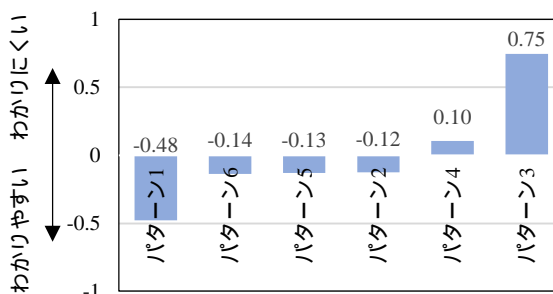


図3 わかりにくさの度合い

を行った。まず「有効さ」を示す経路探索の正確性について検証した結果、横一直線に路線を並べた路線図のみ、他のグループと比して正答率が低い傾向にあった。次に、「効率」と「満足度」に関わる指標について集計した結果、特に印象面においてパターンによる違いがみられ、まず、北を上とした地図から方位を大きく変化させた路線図では可読度が低かったものの、横一直線に路線を並べたものは可読度は高くなっていた。また、これらの両路線図は好感度が低いことも示されており、丸みをもたせたデザインの路線図では特に好感度は高くなっていた。

さらに、わかりやすさに関する総合指標を作成し、デフォルメのパターンの違いとの関係进行分析した(図3)。その結果、パターン1の主成分得点の平均値が最も小さくなっており、3方向ともに軸を揃えていること等がわかりやすさを向上させる上で重要である可能性が示されている。一方で、統計的な検定結果からは大きくわかりやすさを向上させるデフォルメの手法は確認できなかったものの、パターン3のように北を上とした地図から方位を大きく変化させて路線網を描くと特にわかりにくい路線図になることが明らかになった。

### (3) バス路線図の構成要素が「わかりやすさ」に及ぼす影響

本分析では、バス路線図の構成要素とその水準がバス路線図のわかりやすさに及ぼす影響を明らかにしてきた。バス停数、文字の大きさ、路線の見やすさに関する要素、地図要素といった四つの構成要素を取り上げ、8パターンのバス路線図を作成し(表4)、経路探索実験を行った。重回帰分析による結果からは、わかりやすさに最も影響を及ぼす要因はバス停数であり、次いで文字の大きさであることが明らかになった(表5)。以下に、図4に基づくわかりやすいバス路線図のためのバス停数と文字の大きさに関して得られた知見を示す。

- ・バス停数が44箇所と表記が少ない場合では、その文字の大きさが6ptと小さくてもある程度のわかりやすさを保つことができる。
- ・113箇所のバス停の記載がある場合、その文字の大きさは11ptと大きくすることが必要になってくる。ただし、その数のもと文字の大きさを11ptにすることは実現困難な場合も多い。
- ・実現可能性が高く、かつわかりやすいバス路線図における最大のバス停数は、バス停数86箇所、文字の大きさ9ptとなる。したがって、この値以上にバス停数の表記が多い場合には、実現可能なわかりやすいバス路線図とするために、エリア版を作成する等のバス停数の表記を減らす工夫を行うことが望ましい。

### 参考文献

1) 奥村友利愛, 吉城秀治, 辰巳浩, 堤香代子, 今里鈴花: バス路線図の実態把握と評価に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.75, No.5 (土木計画学研究・論文集第36巻), pp.1\_911-1\_922, 2019.12

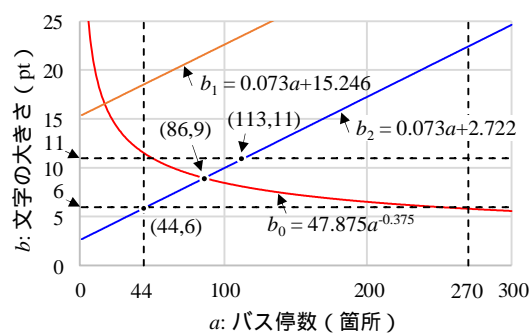
表4 直交配列表によるバス路線図の実験パターン

No. \ 要素	バス停数 (箇所)	文字の大きさ (pt)	路線の見やすさに関する要素	地図要素
パターン1	44	6	あり	あり
パターン2	44	11	なし	なし
パターン3	98	6	あり	なし
パターン4	98	11	なし	あり
パターン5	175	6	なし	なし
パターン6	175	11	あり	あり
パターン7	270	6	なし	あり
パターン8	270	11	あり	なし

表5 わかりやすい路線図に関する重回帰分析結果

変数	B	b	P
バス停数	0.0078	0.3910	P < 0.001
文字の大きさ	-0.1064	-0.1572	0.0083
路線の見やすさに関する要素 (なし:0 あり:1)	-	-	-
地図要素 (なし:0 あり:1)	0.3417	0.1009	0.0885
定数項	-0.4091	-	0.3157
修正済み決定係数	0.1787	-	P < 0.001

B: 偏回帰係数, b: 標準偏回帰係数



※交点の座標値は小数点以下四捨五入

図4 わかりやすさとバス停数、文字の大きさの関係

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 吉城秀治, 辰巳浩, 植村翼, 遠山輪	4. 巻 78
2. 論文標題 路線網の複雑さに基づくバス路線図のタイプ分類とその評価に関する研究	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_573-I_585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.78.5_I_573	査読の有無 有
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 吉城秀治, 辰巳浩, 堤香代子, 奥村友利愛, 原安沙実	4. 巻 41
2. 論文標題 バス路線図の構成要素が「わかりやすさ」に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 交通工学研究発表会論文集	6. 最初と最後の頁 699-706
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 吉城 秀治、辰巳 浩、堤 香代子、奥村 友利愛、原 安沙実	4. 巻 8
2. 論文標題 バス路線図の構成要素が「わかりやすさ」に及ぼす影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 交通工学論文集	6. 最初と最後の頁 A_281 ~ A_290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14954/jste.8.2_A_281	査読の有無 有
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 吉城秀治, 辰巳浩, 堤香代子, 奥村友利愛, 長友陸	4. 巻 77
2. 論文標題 バス路線図のデフォルメの実態とユーザビリティに基づく評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_721-I_733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.77.5_I_721	査読の有無 有
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3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉城秀治, 辰巳浩, 堤香代子, 植村翼
2. 発表標題 バス路線図のデザインの実態把握に関する研究 - バス事業者の運行規模に基づいて -
3. 学会等名 第64回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 遠山輪, 辰巳浩, 吉城秀治
2. 発表標題 運行規模からみたバス路線図の表現方法の実態把握および評価に関する研究
3. 学会等名 令和3年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉城秀治, 辰巳浩, 堤香代子, 奥村友利愛, 長友陸
2. 発表標題 バス路線図のデフォルメがわかりやすさに及ぼす影響
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究分担者	辰巳 浩  (Tatsumi Hiroshi)  (50243895)	福岡大学・工学部・教授    (37111)	

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
---------	---------