

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11974

研究課題名（和文）人間の認知特性からみた都市パターンの設計基準に関する基礎的研究

研究課題名（英文）Fundamental research on design criteria for urban patterns from the viewpoint of human cognitive characteristics

研究代表者

西應 浩司（Nishio, koji）

大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・教授

研究者番号：70364239

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：街路パターン混合割合が格子状の街路が50%、不規則に曲がった街路が50%の街路を街路A、格子状の街路が70%、不規則に曲がった街路が30%の街路を街路B、格子状の街路が30%、不規則に曲がった街路が70%の街路を街路Cと設定して歩行実験を行った。視線計測の結果、街路A、街路Bと街路Cでは空間認識の傾向に差異があり、道路の形状は長期的な記憶においてのサインには不向きなことが分かった。また、距離、角度の把握は角度の方が距離よりも個人差が大きい。また、距離、角度は実際に歩いて空間を案内した方が、疑似的映像で空間を案内したものより認識の個人差が大きく現れる傾向があることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

異なる種類の街路を組み合わせる場合、歩行者の認識からその特性を踏まえる事は重要である。この研究成果の学術的意義は、距離、角度の把握において個人差が生じることが分かったこと。また、立体的なサインとしての建築の要素ほど記憶に役立つとは捉えられていなかった平面的なサインと言える道路の要素の重要性が分かったことである。このような結果から今後も、街路空間において道路にどういった設計やデザインを加えていくかについて検討を続ける必要があるという知見を得た。街路空間の特質を、様々な人々が利用する都市空間を改善する方向に向けた取り組みに援用できる可能性を示したことにこの研究の社会的意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The street pattern mixture ratio is 50% grid-shaped streets and 50% irregularly curved streets as street A, and 70% grid-shaped streets and 30% irregularly curved streets as street B. 30% grid-like streets and 70% irregularly curved streets were set as street C, and a walking experiment was conducted. As a result of eye gaze measurement, there is a difference in the tendency of spatial recognition between street A, street B and street C, and the shape of the road is unsuitable for signs in long-term memory.

Grasping of distance and angle has a larger individual difference in angle than in distance. Regarding the distance and angle, there is a tendency for individual differences in recognition to appear larger when the space is guided by actual walking than when the space is guided by pseudo images.

研究分野：都市計画

キーワード：迷路探査 視線計測 個人差 認知心理学 認知地図 都市計画 空間認知

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

街路パターンは歩行者にとって分かりやすいものであることが望ましいが、現在の都市の街路パターンは、そういった観点で設計されたものではなく、関連研究も少ない。現存の街路パターンは多様なものが混在している。将来的な都市計画を考える時、歩行者からそれらの特性を捉える事は重要であり、デザインの可能性を広げる方法としても有用な知見が得られると推察される。

2. 研究の目的

この研究では、代表的な街路パターンが混在した街路空間を設定し、その性質を歩行者の立場から、記憶の減衰を含めて調べる。それらの性質を調べた結果から歩行者が実際に理解しやすく、歩いて分かりやすい空間になるのかについて、歩行者の個人差を踏まえたうえで検討し、様々な人々が容易に利用可能な空間構造を持つ将来的な都市設計の基準として利用できる結果を得る。

3. 研究の方法

(1) 実験：事前調査：2019年10月16日～11月15日、2020年8月4日～12月7日に断続的に実施。経路探索実験：2019年11月29日～12月27日、2020年10月16日～12月16日に断続的に実施(経路探索実験は2019年より開始)。実験協力者：大阪工業大学学生18～24歳の比較的若く健康な男女52名(男性34名、女性18名)、経路探索実験協力者は32名、男性21名、女性11名である。実験協力者に事前調査-属性識別テスト(優位脳、YG性格診断テスト、方向感覚)を実施した。

経路探索ルートの設定：街路A、B、Cに設定した実在する街路ルート(図1-1～3)の距離は384m近似の長さ(A:384m, B:384m, C:398m)とした。可能な限り3つの街路の距離とLinkの数、Cornerの数が同一となるように調整したが、実際の街路なので街路CのLinkとCornerの数が街路A、Bと比べて少なくなり、比較対象にならない。このため、街路Cだけ南側の端部を南へ12.8mだけ伸ばし、396.8mとした。また、街路パターンごとの特質を探る為に各ルートの街路パターン混合割合が格子状の街路が50%、不規則に曲がった街路が50%の街路を街路A、格子状の街路が70%、不規則に曲がった街路が30%の街路を街路B、格子状の街路が30%、不規則に曲がった街路が70%の街路を街路Cと設定した。Start、Goalを固定することによる実験結果の偏りを防ぐため、A、B、Cそれぞれの街路にStartとGoalを入れ替えたルートを設定し、正ルートはルートの北端をStart、南端をGoal(街路A正、街路B正、街路C正)とし、逆ルートはルートの南端をStart、北端をGoal(街路A逆、街路B逆、街路C逆)とした。

経路探索実験：ルート案内は仮想空間案内と現実空間案内の2つの方法で行った。仮想空間案内は目の高さ150cmの人間が通常速度(4.5km/h)で歩行したという設定で作成した案内映像のアニメーションを、ノートPCに接続したヘッドマウントディスプレイを介して実験協力者に見てもらった。どちらかでルートを覚えた後、認知地図を描いてもらい、それぞれの実験経路をルート案内の通りにStartからGoalまで歩行してもらった。ここでは、1回の実験で、実験協力者が6種類のルート(街路A正、街路A逆、街路B正、街路B逆、街路C正、街路C逆)の中



図 1-1 街路 A 経路探索ルート

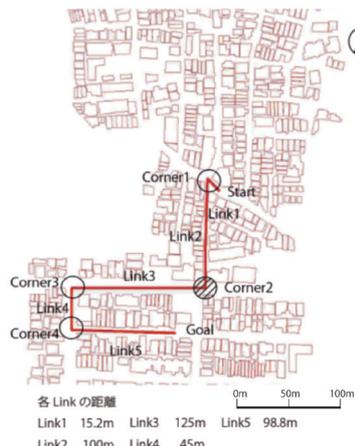


図 1-2 街路 B 経路探索ルート



図 1-3 街路 C 経路探索ルート

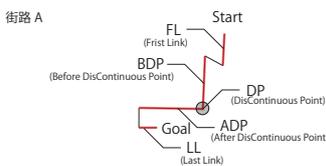


図 2-1 街路 A 経路探索ルート変化点と前後の名称

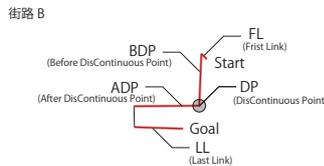


図 2-2 街路 B 経路探索ルート変化点と前後の名称

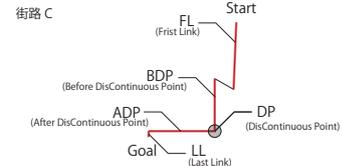
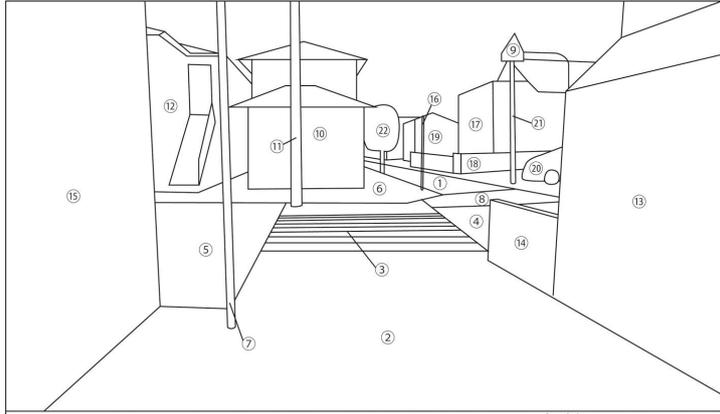


図 2-3 街路 C 経路探索ルート変化点と前後の名称



- ①道路上
- ②道路下
- ③横断歩道（中央）
- ④道路右
- ⑤道路左
- ⑥正面歩道
- ⑦左手前標識
- ⑧横断歩道（奥）
- ⑨歩道標識手前右
- ⑩正面建物（白黒）
- ⑪白黒前電柱
- ⑫白黒左家（茶）
- ⑬右建物（白）
- ⑭白家レンガフェンス
- ⑮左建物（灰）
- ⑯一通標識
- ⑰右奥家（ページュ）
- ⑱右奥コンクリフェンス
- ⑲最奥家邸
- ⑳車
- ㉑車前電柱
- ㉒奥木

図3 分析地点簡略図

から、実験者が選んだ1つのルートのみを、時間を空けて3回（1回目：1回目の実験において経路案内を受けた直後、2回目：1回目の実験において経路案内を受けた20分後、3回目：1回目の実験において経路案内を受けた6日後^{注①}歩行した。また、ルートを間違える、またはGoal到達と同時に歩行終了とする。また、分析用に街路パターンが切り替わる地点を設定した（図21~3）。分析地点（DP）の写真から簡略化した図を作成した（図3）

視線計測実験：経路探索実験と同時に実施する。経路探索実験時、装着者の視線を追跡記録し、動画データとして保存作成可能なTobii社の眼鏡型アイトラッカーを協力者に装着してもらい、StartからGoalまでの視線を計測する。

4. 研究成果

(1) 平均到達LINK数、平均歩行速度：経路探索実験の結果（図4~7）から、到達LINK数は街路Aが最も高い。平均歩行速度は、格子状街路パターンの多い街路Bの歩行速度が最も高かったことに対して、不規則に曲がった街路パターンの割合の多い街路Cの数値が最も低い結果となった。

(2) 分析地点の抽出・構成要素の分類：アイトラッカーで記録した視線付き動画データは毎秒フレームでPC上のアプリケーションに蓄積される。このデータから歩行中の実験協力者が街路パターンの切り替わる地点において体の転回開始を終点とした転回するまでの10秒間（250フレーム）を分析の対象とした。さらに分析対象箇所のアイトラッカーの視線検出率が実験回数分（一人につき3回分）全て70%以上^{注②}の協力者11名を分析対象とした。分析地点の写真から簡略化した図を作成し構成要素を分類、対象を比較・分析した（図8）。平均速度および、視線計測実験において街路Cの視線計測数の総量が他よりも多かったことから不規則に曲がった街路パターン割合が多いと周囲を確認する時間を必要とするため歩行速度も低かったと推測される。全街路を合計した分析から立体的なサインである建築要素より平面的なサインである道路要素の視線計測数が多いことが判明し、経路探索においてのサインとして重視しているのは道路要素だといえる。分析対象者の視線計測データを構成要素別で1フレームごとにカウントし、全街路の計測数を合計。それを基に構成要素の視線計測回数

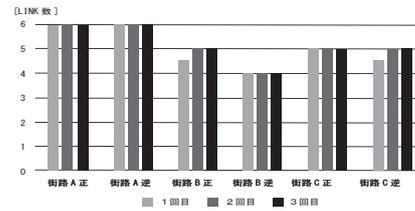


図4 平均到達LINK数（実空間案内）

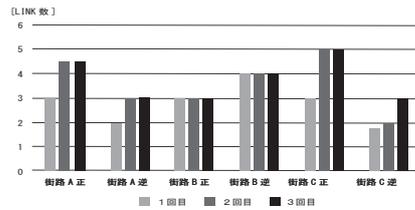


図5 平均到達LINK数（仮想空間案内）

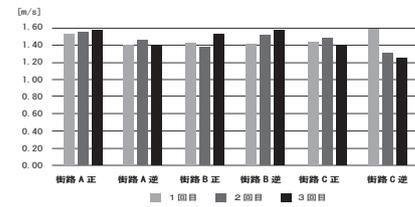


図6 平均歩行速度（実空間案内）

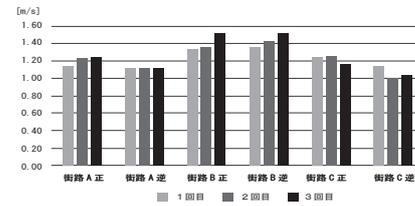


図7 平均歩行速度（仮想空間案内）

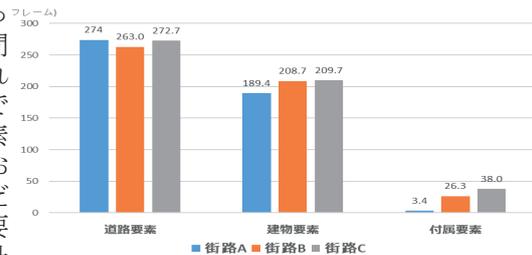


図8 3要素抽出グラフ（街路別）

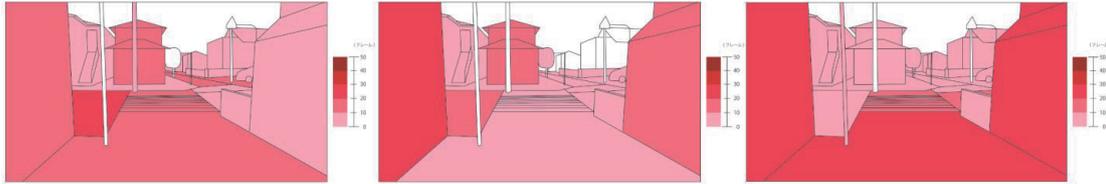


図9 注視ヒートマップ (街路A 1回目)

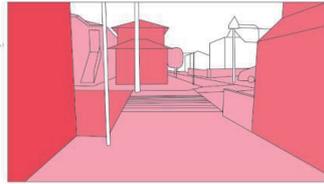


図12 注視ヒートマップ (街路B 1回目)

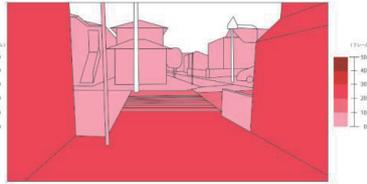


図15 注視ヒートマップ (街路C 1回目)

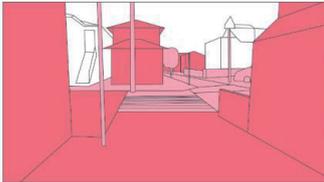


図10 注視ヒートマップ (街路A 2回目)

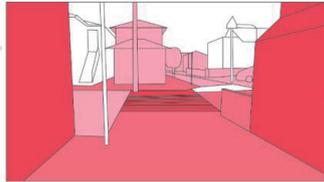


図13 注視ヒートマップ (街路B 2回目)

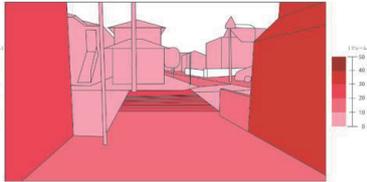


図16 注視ヒートマップ (街路C 2回目)

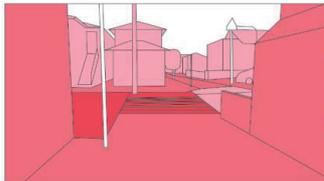


図11 注視ヒートマップ (街路A 3回目)

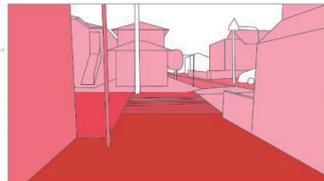


図14 注視ヒートマップ (街路B 3回目)

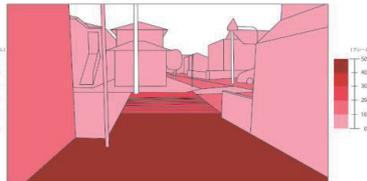


図17 注視ヒートマップ (街路C 3回目)

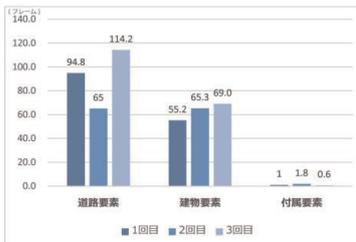


図18 3要素抽出グラフ (街路A)



図19 3要素抽出グラフ (街路B)



図20 3要素抽出グラフ (街路C)

を色の濃淡で表現した注視ヒートマップを作成 (図9-17)、各街路ごとに3要素を抽出し、比較した (図18-20)。実験回数別の分析から2回目以降の道路要素は視線計測数が上昇している。ここから、道路要素の記憶は減衰しやすいため、短期的な記憶を目的としたサインには適してはいるが、日数を経るような長期的な記憶を目的としたサインには適していないことが推測される。それに対し建築要素は2回目以降の視線計測数が低下しており、建築要素の記憶は減衰しづらく長期的な記憶を目的とした目印に適している。また、街路別分析から街路AとBは奥行き意識が強く、手前と奥を区別した空間認識を行った歩行の傾向が強い。街路Cは奥行き意識が弱く、奥の建物は区別せず手前の道路と視界の左右側面重視の空間認識を行う歩行傾向が強いことが推測される。

(3) 認知地図の分析

認知地図は環境に対するイメージを絵で表現できる方法であり、その現実空間との誤りは重要な観点である。本分析に使用するデータは、実験を行なった実験協力者の内、認知地図の描画に成功しなかつ、分析に使用する箇所の距離を書いている計15名のデータを使用した。ここで分析した距離は経路距離 (LINK) と角度 (1LINK, 2つのLINK間) である。ルート分析に用いた部分は認知地図に描かれたルートの部分としてFL (最初のLINK), LL (最後のLINK), DP (異なる街路が接する地点), BDP (異なる街路が接する地点前のLINK), ADP (異なる街路が接する地点後のLINK)。このように変化点前後を設定したうち、最も空間構造の変化による認識結果が現れると予想できるFL, BDP, DPを用いた (図2-1~3)。

(4) 認知地図の距離分析

スタートLINKと地図の構造が変化する地点 (DP地点) を基準として測定した。FLとBDPにおける個人別の距離の誤差 (実際の距離との差) の回数による記憶減衰の推移を示す (図21-22)。距離の記憶は、全体的に比較すると、異なる街路が接する地点前の経路の方が出発点の経路よりも個人差が大きい。案内の種類で比較すると、出発点の経路は実空間の案内の方が仮想空間での案内した場合よりも個人差が大きい。異なる街路が接する地点前の経路は仮想空間の案内の方が、実空間での案内した場合よりも個人差が大きい。これをルートの部分で比較すると、出発点の経路、異なる街路が接する地点前の経路の個人差は同程度である。仮想空間の案内では、異なる街路が接する地点前の経路の方が出発点の経路よりも個人差が大きい。空間構造の変化点である、異なる街路が接する地点前の経路の記憶の方が、出発点の記憶である出発点の経路よりも個

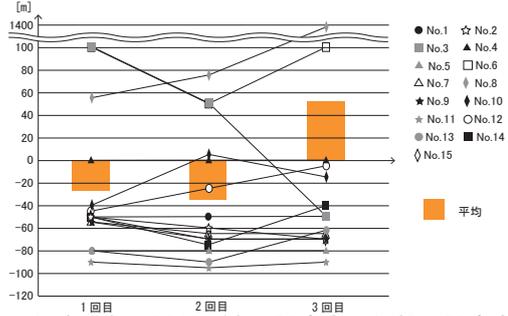
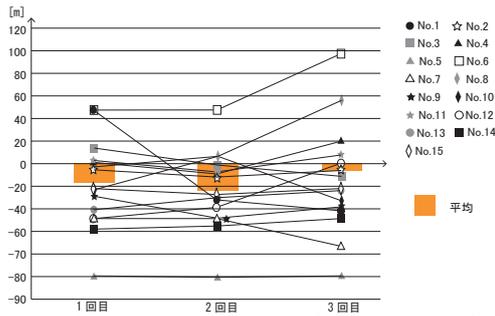


図 21 FL 総合距離の誤差 (実空間案内・仮想空間案内) 図 22 BDP 総合距離の誤差 (実空間案内・仮想空間案内)

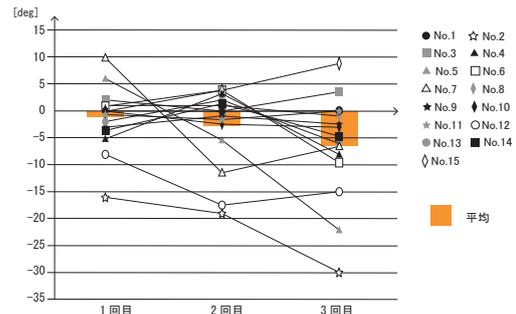
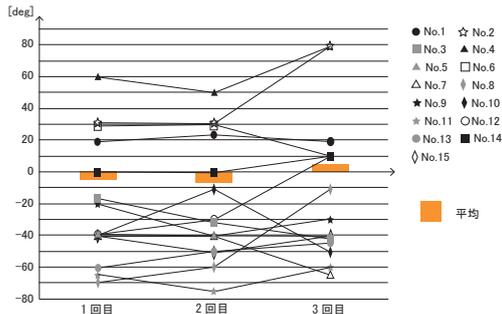


図 23 FL 総合角度の誤差 (実空間案内・仮想空間案内) 図 24 DP 総合角度の誤差 (実空間案内・仮想空間案内)
人差を生じやすいと考えられる。その傾向は、仮想空間の案内の方が実空間の案内よりも大きい。

(5) 認知地図の角度分析

スタートの Link と地図の構造が変化する地点 (DP 地点) を基準として測定した。FL と DP における個人別の角度の誤差のデータを実空間案内と仮想空間案内、全て重ね合わせた回数による全体的な記憶減衰の推移を示す (図 23、24)。角度の記憶は、全体的に比較すると、出発点の経路の方が、異なる街路が接する地点よりも個人差が大きい。案内の種類で比較すると、出発点の経路、異なる街路が接する地点前の経路とも実空間の案内の方が仮想空間での案内した場合よりも個人差が大きい。これをルートの部分で比較すると、実空間、仮想空間での案内とも、出発点の経路の方が、異なる街路が接する地点前の経路よりも個人差が大きい。最初の記憶である、出発点の経路の記憶の方が、空間構造の変化点である異なる街路が接する地点前よりも個人差を生じやすいと考えられる。その傾向は、実空間の案内の方が仮想空間の案内よりもかなり大きい。

(6) まとめ 研究の意義と今後の課題

この研究において、視線計測実験の結果から街路 A、街路 B の歩行時の空間認識の傾向と街路 C の空間認識の傾向において差異が生じていることが分かった。その理由について推察すると、街路 A、街路 B の街路設定として不規則に曲がった街路パターンの混在割合が 50%以下であり、街路 C はそれを越えた 70%の混在割合だったことが要因の一つとして推察される。この混合比が不規則に曲がった街路パターンが 50%以上の街路ルートで空間認識の方法を変動させた要因だと考えられる。異なる種類の街路を組み合わせる場合、その距離、角度の把握に個人差が生じていることが分かった。それは角度の方が距離よりも大きくなる傾向がある。また、距離、角度ともに実際に歩いて空間を案内した方が、擬似的映像で空間を案内したものより認識の個人差が大きく現れる傾向がある。擬似的映像で案内を行った異なる種類の街路が接する部分で、実際の動きを伴わない距離記憶は個人差が大きい、角度では逆の傾向であった。今回の研究では、アイトラッカーの視線計測データによるヒートマップという新手法で、立体的な建築要素より記憶効果が弱いと考えられてきた平面的サインである道路の要素 (形状) の重要性が浮上、その性質の一端を捉えた。だが、これは記憶に残りにくく、長期的な記憶のサインには不向きな傾向がある。結果から、今後も複数の異なる街路パターンを混在した設計を想定し、歩行者からみた空間的性質の解明、平面的サインの可能性の検討を継続する必要がある。

<注>

①参考文献①より、大きく記憶が減衰する時間的な変化点を設定した。

②アイトラッカーによる視線計測は個人の身体的個性や天候、日光の強弱に非常に影響され、可能な限り曇り空の日や日照りの弱い早朝、夕暮れ時を設定し実験を行った。その中でも特に分析対象である 250 フレーム間の視線検出率が 70%以上であったデータのみを使用している。

<参考文献>

① R・L・クラッカー：記憶のしくみ 第 2 版 認知心理学的アプローチ サイエンス社、pp. 482 pp. 484, 1982

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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