

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究（A）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19686036
 研究課題名（和文） 屋内生活行動調査に基づく確率モデルを用いた家族・行為・空間に関する人間行動の研究
 研究課題名（英文） Human Behavior Concerning Home, Action and Space Based on Living Activities Investigation By using Probability Model
 研究代表者
 松下 大輔（MATSUSHITA DAISUKE）
 岡山理科大学・総合情報学部・准教授
 研究者番号：90372565

研究成果の概要（和文）：

住戸内における居住者の生活行動を無線センサーにより調査した。被験者や調査員に過度の負担を強い非侵襲で、継続的で、客観的な調査により、居住者の位置と時刻のデータを取得した。一定期間にわたり取得したデータを確率モデル等のデータマイニング手法により分析し、生活行動と室配置との関係を明らかにした。従来の自己申告型の調査票や聞き取りによる調査手法に対して、人間行動の新たな研究手法を提示した。

研究成果の概要（英文）：

The authors investigated residents' behaviors in dwelling units by using wireless sensors. The developed method, which is noninvasive, continuous and objective, allows us to get residents' data concerning the position and time. The characteristic relationship between residents' behavior and dwelling units' plan were derived from the analysis of the data during a certain period by using the data mining technique such as the probability model. The unused method concerning human behavior inside the dwelling units was presented in contrast with the self-reported or the interview researches.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	12,400,000	3,720,000	16,120,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学 ・ 都市計画・建築計画

キーワード：計画論, 生活行動

1. 研究開始当初の背景

居住主体の住居内部における生活実態は、注意深く把握されるべき事象であるが、そのための研究や方法の確立はあまり進んでいない。この理由として、住居内生活行動に関する実態調査特有の問題が存在することが挙げられる。生活行動の調査手法は、主として被験者である居住者が自ら記述する自記留置式調査票や、インタビューに基づいてきた。人間の意思や記憶に基づく自記留置式調査票やインタビュー等の、自己申告型の調査手法は、有意義で質の高い被験者の考えや行動を採取することができる場合がある一方、被験者や調査員や時と場合に依存して、採取できない場合もあり、一次データの質や信頼性に予見できない量のリスクを抱える問題が知られている。以上のように、生活行動の実態把握の手法を提示する既往の研究の多くは、研究の関心や動機は主として自記式調査等により得られる多数の一次データの分析手法にあり、調査手法や一次データの取得方法そのものにはあまり新たな提案がなされてこなかった。また、従来の生活行動の調査手法が短期間の自記式回答やインタビュー等によるのは、調査対象が住居内部の日々の生活というプライベートな領域であるため、調査員が住居に入って居住者の行動を記述したり、居住者が自らの行動の記述を正確に継続的に記述したりすることが困難なことに起因している。そのため多数の被験者の一次データを収集し、統計的に全体的な傾向や類型を明らかにする方法が有効であった。これに対して、本論の特色は、多くの被験者に共通する一般的傾向の把握でなく、ある住居の居住者に対象を定め、一週間という継続的な時間の中における生活行動、すなわちどれほどの時間帯において、どの様な部屋を、どの様な順序で使用しているかをできるだけ客観的に計測し分析する方法を提示しようとする点にある。澤地[1989]も指摘しているように、生活行動の実態調査は、当該論文のもう一方の主題である室内気候の実態調査と異なり、『得られたデータと実際の行動との整合性については、現段階では確認が困難であり、今後適当な観察手法を開発して検討する必要がある。』と一次データの取得方法の問題を今後の課題に委ねていることに対して、本論では一つの観察手法の提示を試みている。ここでは近年技術的な発達の顕著なセンシング技術を採用し、従来の生活行動の実態把握の課題に取り組んでいる。多数の被験者の短期間の行動や行為の意図を採取する手法はこれまで成果をあげてきたが、本論はある世帯の居住者の行動を8日間に亘り継続的に計測し、得られる多くのデータから、その居住者の部屋使用行動について、如何なる傾向や特徴があるか分析する点で目

的が異なる。屋外でGPSなどのセンシング技術を用いて人間や野生動物の移動軌跡を分析した研究や、室内の限られた部屋の特定の行為を精密に分析する研究は見られるが、住居内の部屋使用行動を継続的に計測しようとする研究はあまり見られない。無線装置等の各種調査機器はメーカーが一定の仕様を示している、住宅内部の間仕切りや各種金属部材の影響や、生活家電や電気設備による現場の現実的な電波環境のもとで使用した場合のデータ取得の成否等については未知の部分も多く、調査機器を実環境に設置して調査手法の問題点や有効性を示すことも本論の課題である。小型軽量の装置による被験者や調査員の主観の介在しない行動計測手法は、生活行動の客観的な基礎資料の取得が期待できる。併せて居住者に対する聞き取りで長時間滞在する部屋や往来頻度が多い部屋の要因を発見することにより、改修の方針に資する計画的知見を得たり、住空間に対する潜在的な要求を発見したりする研究を展開して行くことを目標としている。

2. 研究の目的

居住主体の住居内生活行動を時系列に基づく連続的な部屋使用行動として計測し、得られる時空間データを分析する手法を提示する。

3. 研究の方法

(1) センサー受信範囲と滞在部屋の判別率の検討

① センサー装着位置の検討

RFID タグはマッチ箱程度の小型、軽量の装置である。人体は水分が多く、電波を妨げる性質があるので、装置の最適な装着位置の検討を行うために実験1を行った。ある部屋に、タグリーダーを5つ設置し、1m間隔で位置基準点の印を床に添付した。被験者にRFID タグを所定の位置に装着し、各位置基準点に順番に滞在してもらい、RFID タグから発信された信号のRFID タグリーダーによる受信数を計測した。水平で胸前に装着すると、受信数が最大となった。本調査では、装着のし易さと快適性を考慮し、被験者の衣服に応じてRFID タグを肩部分または襟部分に装着することとした。

② RFID タグリーダーの受信範囲の検討

RFID タグリーダー受信範囲を、受信感度(パラメーター: Pk)によって調節する。Pk が小さいほど高感度、つまり、受信範囲が広がる。住居内環境において各 Pk による受信範囲を確認するために実験2を行った。軽量コンクリートの隔壁を有する部屋にRFID タグリーダーを設置し、出入口からRFID タグリーダーまで、0.5m間隔で位置基準点の印を床に貼付した。RFID タグリーダーに最も近接

した位置基準点から順番に後退し、受信に失敗する場合が生じる距離を記録した。

③ RFID タグリーダーの滞在部屋の判別率の検討

実験 2 の結果より、タグとリーダーの間に隔壁がない場合の、Pk と受信範囲の関係が分かった。次に、隔壁と複数のリーダーがある場合に、Pk と位置検知の正しさとの関係を把握するために実験 3 を行った。隣接する二室に、隔壁から等距離で RFID タグリーダーを設置し、一つの部屋に、出入口から RFID タグリーダーまで、1 m 間隔で位置基準点の印を床に添付した。各 Pk の下で、被験者に RFID タグを装着し、各位置点に順番に 30 秒ずつ滞在し、RFID タグリーダーの受信数を記録した。単位時間[分]当たりの、タグ信号の全リーダーによる総受信数に対する、居住者の滞在部屋を正しく判別した受信数の割合(「判別率」とする)を計算した。その結果、隔壁がある場合でも、隣の部屋のリーダーの受信範囲内では、不正位置検知(滞在部屋を誤って認識する位置検知)が一定程度生じ、判別率は常に 100% でないことが分かった。滞在部屋のリーダーの 1 分あたりの受信数は、隔壁を越えた隣室のリーダーの受信数より多かった。また、Pk が大きいほど、感度が小さくなり全てのリーダーの受信数は減少するが、判別率は大きくなる関係が把握された。

以上の結果に基づき、本調査では下記 1)~3) の措置を執った。

1) 判別率を増加させるために、リーダーの受信範囲が隣室に及ぶことを避けるために、リーダーの間の距離が大きくなるように設置した。

2) 部屋の大きさに対して受信範囲が適切となるように、Pk を調節した。

3) 不正位置検知を避けるために、各部屋のリーダーが受信した信号数を分単位に丸め、単位時間中に最も多く信号を受信した部屋を、その単位時間に滞在していた部屋とみなす補正を行った。

4. 研究成果

(1) ある高齢者独居世帯を対象に、アクティブ RFID タグを用いて部屋使用行動を観測し、部屋使用行動の特徴を分析する手法を提示した。居住主体の 8 日間の住居内生活行動の特徴を、各部屋の滞在時間、滞在時刻、滞在回数、部屋間の移動頻度に基づいて明らかにした。

① 滞在回数は台所が最大であったが、滞在時間は居間が最大であった。各日に共通する、「午前」、「昼間」、「夕方」の時間帯によって異なる滞在状況が明らかになった。

② 「一つ特定の部屋に集中して滞在」及び「一つ特定の部屋を中心に複数の部屋に滞在」が各日に共通して顕著であった。この

居住者は調査期間の起床中の時間帯の 3/4 以上の時間を、ある特定の部屋を中心に使用する行動に費やしていたことが明らかになった。

③ 居住者の部屋間の移動の頻度と、1 日内の時間帯によって異なる部屋間の移動の特徴が明らかになった。居間と台所と洗面所の間の移動が、部屋間の移動の中で最大であった。「午前中」から「夕方」へ時系列順に、居間と台所、便所と台所間の移動頻度が増加し、逆に、居間と便所、居間と洗面所、洗面所と台所間の移動は減少していたことが定量的に示された。

④ 調査対象居住者については、居間と台所を中心に滞在し、移動する部屋使用行動の特徴が明らかになった。

表 1 各部屋の滞在確率と滞在状況

	時間帯	1回あたりの最大滞在時間(分)	1回あたりの最小滞在時間(分)	1回あたりの平均滞在時間(分)	標準偏差	延べ滞在時間(分)	1時間当たり平均滞在時間(分)	全調査期間の滞在回数(回)	1時間当たり平均滞在回数(回)
寝室	午前中	18	1	5.33	5.05	80	1.48	15	0.28
	午後	6	1	2.89	1.62	26	0.46	9	0.16
	夕方	20	3	7.50	5.32	60	2.25	8	0.30
	一日	20	1	5.19	4.64	166	1.21	32	0.23
台所	午前中	45	1	4.84	6.54	523	9.66	108	2.00
	午後	72	1	8.05	12.18	748	13.36	93	1.66
	夕方	16	1	3.69	3.50	156	5.85	42	1.58
	一日	72	1	5.87	8.97	1427	10.43	243	1.78
居間	午前中	83	1	16.85	20.23	1612	29.79	91	1.68
	午後	123	1	19.01	28.80	1671	29.84	91	1.63
	夕方	146	1	32.40	34.38	1276	47.88	40	1.50
	一日	146	1	20.54	27.30	4559	33.33	222	1.62
便所	午前中	6	1	2.40	1.48	72	1.33	30	0.55
	午後	21	1	2.82	4.16	54	0.96	22	0.39
	夕方	5	1	3.69	3.50	156	5.85	42	1.58
	一日	21	1	2.61	2.67	167	1.22	64	0.47
洗面室	午前中	16	1	3.69	3.44	247	4.56	67	1.24
	午後	28	1	4.83	5.97	137	2.45	29	0.52
	夕方	6	1	3.73	2.15	44	1.65	11	0.41
	一日	28	1	4.00	4.16	428	3.13	107	0.78

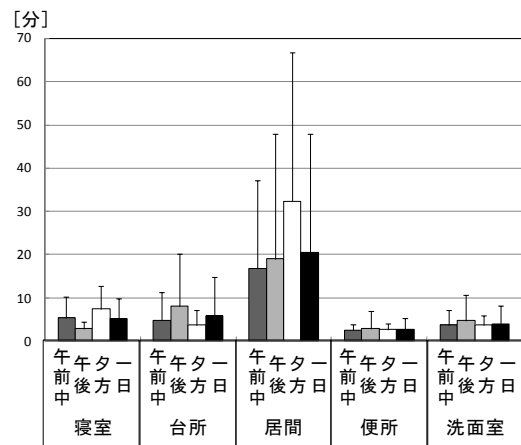


図 2 全調査日の各部屋の一回あたりの平均滞在時間とその標準偏差

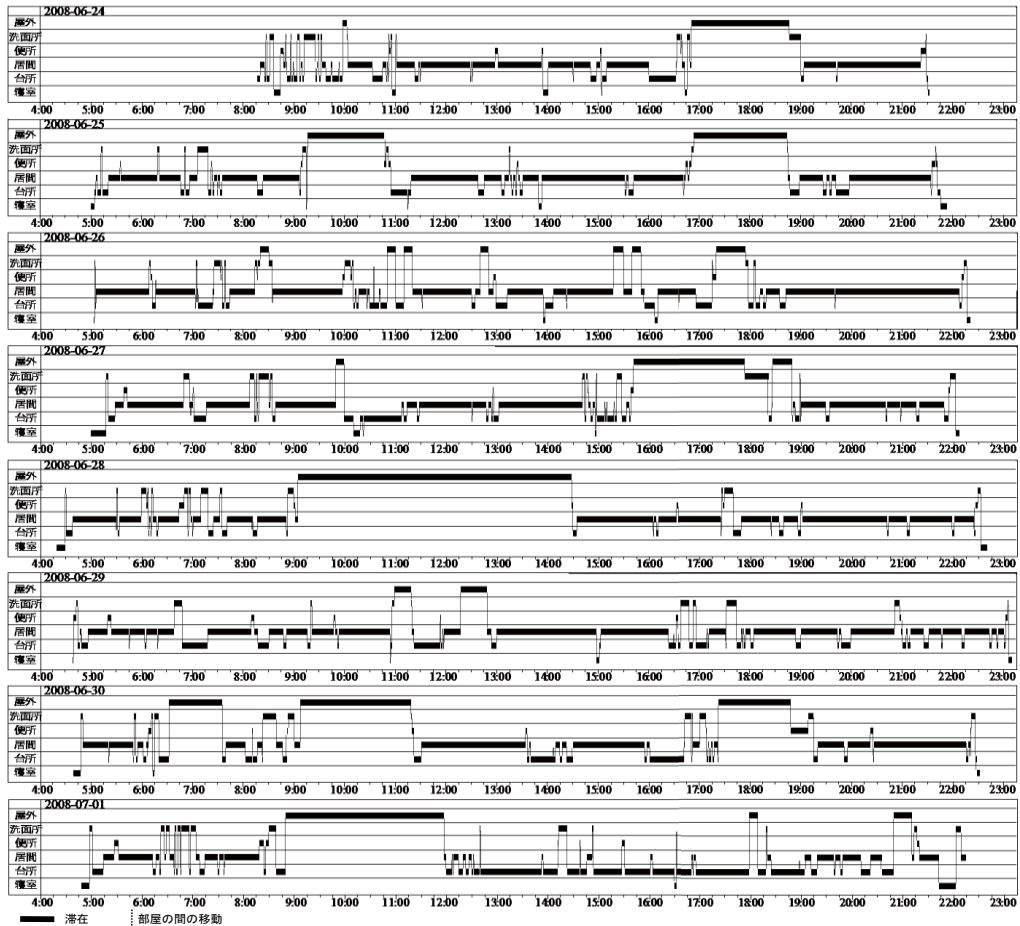


図1 居住者の8日間の部屋使用履歴

表2 部屋間の移動頻度

1時間当りの回数

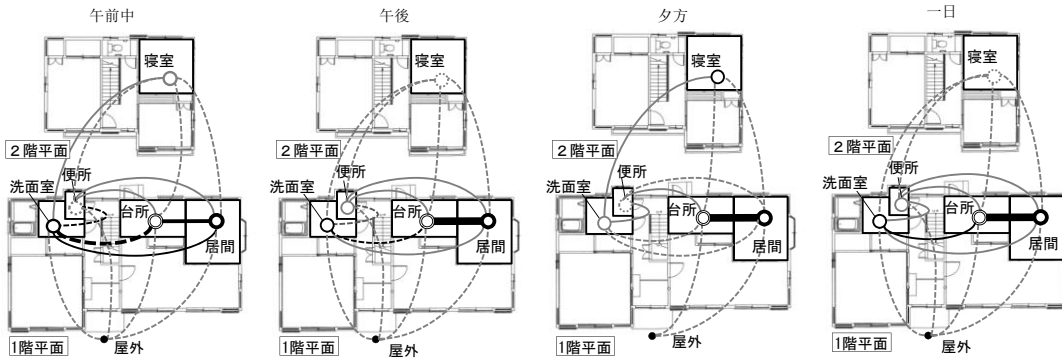
午前中						午後					夕方					一日								
	台所	居間	便所	洗面所	屋外	寝室	台所	居間	便所	洗面所	屋外	寝室	台所	居間	便所	洗面所	屋外	寝室	台所	居間	便所	洗面所	屋外	
寝室	0.15	0.02	0.04	0.22	0	0.09	0.14	0.04	0.05	0	0.11	0.04	0	0.19	0	0.12	0.07	0.03	0.15	0				
台所	-	2.35	0.26	1.09	0.15	-	2.41	0.27	0.52	0.07	-	2.48	0.30	0.11	0.04	-	2.40	0.27	0.67	0.10				
居間	-	-	0.39	0.63	0.09	-	-	0.25	0.21	0.18	-	-	0.19	0.11	0.04	-	-	0.29	0.36	0.12				
便所	-	-	-	0.41	0.04	-	-	-	0.18	0.05	-	-	-	0.38	0	-	-	-	0.31	0.04				
洗面所	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	0.09	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0.09			

左より移動頻度最大、第2位、第3位

 「午前中」から「夕方」へ時系列順に増加していた移動頻度

 「午前中」と「夕方」ほぼ同じ、「午後」に最小である移動頻度

 「午前中」から「夕方」へ時系列順に減少していた移動頻度



移動頻度 (回/時間) ----- (0,0.2) ——— (0.2,0.4) - - - - (0.4,0.6) ——— (0.6,0.8) - - - - [1.0,1.2] ——— [2.2,2.4] ——— [2.4,2.6]

延べ滞在時間の順番: (長きの順に) ○ > ○ > ○ > ○ > ○

図3 部屋間の移動頻度と延べ滞在時間の大小関係

(2) 高齢の中国人夫婦世帯の集合住宅の住戸内での起床から就寝までの主な室利用の型を明らかにした。アクティブ RFID を利用して、いつ、どの部屋に被験者が滞在しているかを連続的に記録したデータを分析することによって、朝、昼、晩の各々で最長の時間滞在する部屋をベース、最も頻繁に往来のある部屋の組をメインリンクとして被験者夫婦のベースとメインリンクを特定した。また、この指標をもとに室利用の型を明らかにした。この型に基づく知見は以下に示す通りである。

① 全ての被験者にとって終日、居間が最もしばしばベースに選ばれ、次に主寝室がベースに選ばれる。食事室と居間の間はしばしば往来され、この2室は共に、往来のある室の総数が多いハブとして使用される。台所はこの2室との往来が多い。食事室は、主寝室との往来も同じく多い。朝、被験者は居間と主寝室に滞在する傾向があり、食事室をハブとして使う。午後には、食事室はやはりハブとして使用されるが、居間も同じく多くの部屋との間で往来がある。晩には、被験者は居間に滞在する傾向があり、居間をハブとして使用している。主人に比べると、主婦の室使用では、台所が他の多くの部屋との間、中でも、主寝室と居間との間で、より往来が多い。

② 夫婦の主な室利用は、夫婦共有のベースの住戸内での位置によって3つの型、つまり住戸内での中央配置の共有ベース型、コーナー配置の共有ベース型、端部配置の共有ベース型に分類することができる。

また、被験者のベースが住戸の北側に位置する食事室になることが多い理由が、エアコンを使用しなくても夏に涼しく快適であるためであることをヒアリングによって確認した。このことから、ベースとなる室が必ずしも、戸外に南面する室とは限らないことも明らかにした。さらに、台所と食事室の往来回数が多くなるのは、台所が狭いため、食事室も用いて調理をすることが多いためであることも確認した。

	Husband							Wife						
	Living room	Dining room	Master bedroom	Secondary bedroom	Studio	Kitchen	Toilet	Living room	Dining room	Master bedroom	Secondary bedroom	Studio	Kitchen	Toilet
Couple A	Morning	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Afternoon	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Evening	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Couple B	Morning	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Afternoon	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Evening	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Couple C	Morning	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Afternoon	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Evening	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Couple D	Morning	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Afternoon	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Evening	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図4 調査対象者のベースとメインリンクのパターン

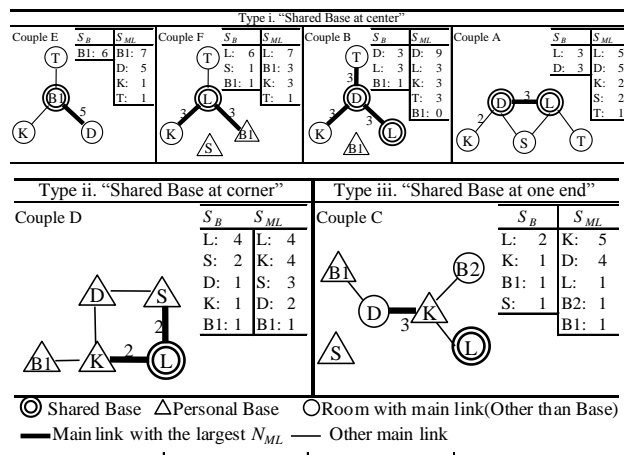


図5 部屋使用パターン類型

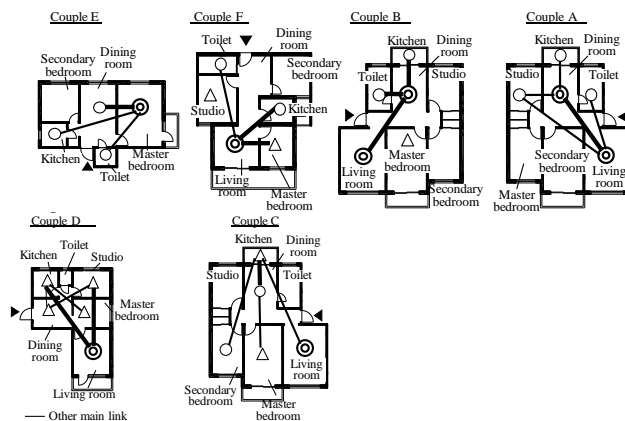


図6 部屋使用パターンと住戸プランの重ね合わせ

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4件)

① QU Xiaoyu, MATSUSHITA Daisuke, MUNEMOTO Junzo, Active RFID Survey of Elderly Chinese Couples' Primary Room Use in Dwelling, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 査読有、vol.9 No.1 May, 2010.

② 屈小羽, 松下大輔, アクティブ RFID タグを用いた住宅における部屋滞在行动観測手法, 日本建築学会計画系論文集, 査読有, 2010年4月 第75巻 第650号, pp.797-804.

③ QU Xiaoyu, MATSUSHITA Daisuke, MUNEMOTO Junzo, Probabilistic Analysis of Room Use of Elderly Living Alone in Detached House based on Observation by using Active RFID, Journal of Habitat Engineering, 査読有, vol.1 No.1, Feb. 2010.

④ QU Xiaoyu, MATSUSHITA Daisuke, MUNEMOTO Junzo, Probabilistic Model of Room-using

Behavior of Elderly Living Alone in Detached House Using Active Radio Frequency Identification System, 第25回ファジィシステムシンポジウム、査読有, 日本知能情報ファジィ学会(SOFT) 2009.07.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松下 大輔 (MATSUSHITA DAISUKE)
岡山理科大学・総合情報学部・准教授
研究者番号：90372565

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：