

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 31 日現在

機関番号：82401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25750380

研究課題名(和文) 乳児の歌い手に対する選好メカニズム：歌いかけのコミュニケーション機能の検討

研究課題名(英文) The mechanism of infants preference for singers : To investigate communicative function of singing to infant.

研究代表者

山根 直人 (Yamane, Naoto)

国立研究開発法人理化学研究所・脳科学総合研究センター・専門職研究員

研究者番号：60550192

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：養育者が乳児に歌いかける行動は様々な場面で見られる。そこには、共に遊びたい、気分を落ち着かせたいなど、養育者の乳児に対する明確なコミュニケーション意図が反映されている。本研究では、乳児がそのような歌唱自体や歌い手の意図をどのように処理しているのか、脳反応と選好注視法を用いた行動実験から検討した。その結果、脳反応測定から乳児が発達の早期から歌唱と言語を異なる信号として処理をしている可能性が示唆された。さらに、行動実験から歌唱音声自体のみならず、視線やと歌いかけ行動自体が乳児の歌い手に対する選好に関係があることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Caregivers sing songs to their infants in everyday life. It's singing have clear communicative intention such as playful interactions and soothing. I investigated how infants process song itself and how they understand such intention, using both brain response and preferential looking experiment. The brain response demonstrated that infants showed different responses to song compared with speech at early in life. Furthermore eye movement results suggested that not only song itself but also singer's gaze and singing behavior would be related to infants' preference to singers.

研究分野：乳幼児心理学

キーワード：歌いかけ コミュニケーション 乳児 母子相互作用

1. 研究開始当初の背景

乳児は日々、多様な言語を耳にしている。例えば、われわれ成人は前言語期の乳児に対して、様々な語りかけを行っている。その際の語りかけは成人向けとは異なる音響的特徴を持っていることが様々な言語や文化で認められている(Fernald, 1991)。この現象はマザリーズと呼ばれ、声が高くなる、ゆっくりと明瞭に話しかけるなど、特にその韻律的特徴が成人向けの発話とは異なることが知られている。このマザリーズには乳児の注意をひきつける、情動的な母子間のコミュニケーションを支えるなどの役割があるとともに、その韻律情報が乳児の言語獲得の手がかりとなっている可能性が示唆されてきた(Trainor, Austin, & Desjardins, 2000)。この語りかけと同様に、母親や父親が前言語期の乳児に歌いかける行動も様々な文化で認められている(Trehub, & Trainor, 1998)。また乳児も母親や父親の歌いかけを好んで聞く特性を持っている(Nakata, & Trehub, 2004; Trehub, Unyk, & Trainor, 1993; Unyk, Trehub, Trainor, & Schellenberg, 1992)。このような歌唱は対乳児歌唱と呼ばれ、遊び場面のみならず、乳児を眠りに付かせる際や、食事の際にも出現する。興味深いことにこの対乳児歌唱の旋律の特徴は、音域が高くなる、テンポがゆっくりなるなどマザリーズの韻律的特徴とよく似ていることが明らかになっている(Trehub et al, 1997)。また、この特徴的な旋律情報もマザリーズの韻律と同様に乳児の注意喚起、母子間の情動的な意図伝達に大きく関与していることが報告されている(Nakata, & Trehub, 2004; Shenfield, Trehub & Nakata, 2003)。

このように、乳児が耳にする対乳児歌唱の旋律とマザリーズの韻律には、音響的特徴に多くの類似点が見られる。実際、マザリーズの韻律はしばしば「メロディアス」と表現され、音楽的な要素を多分に含んでいることが報告されている(Trehub, 2003)。しかしながら、マザリーズを話す親の脳反応をみると、単なる気持の高揚でなく、言葉を伝えようとする意図が反映されている(Matsuda, et al 2009)。つまり、話し手である親は明確に、言語情報を乳児に伝達しているといえる。また、対乳児歌唱も、子どもの発達に応じてそのスタイル、とりわけ音高のレベルや歌詞の発音などが変容する(Bergeson, & Trehub, 1999)。月齢が小さい頃にはやさしく寝かしつけたり、落ち着かせるように歌うのに対し、月齢が上がると一緒に遊んだり、応答しやすくするようにテンポが速く、明るい調子の歌いかけに変容する。このように歌いかけを行う親の側面から見ても、単に言葉(歌詞の意味など)を伝達しようと韻律を誇張しているのではなく、明確に音楽として状況や場面、発達に応じた歌いかけを行っているといえる。つまり、少なくとも語りかけや歌い

けを行っている話し手や歌手は、この二つを、機能や状況に応じ明確に使い分けているといえる。では、言語や音楽を獲得していく乳児は、このマザリーズの韻律と対乳児歌唱の旋律を同様に処理しているのだろうか？それとも未分化な状態から徐々に各々の領域に関する知識を獲得し、区別するようになるのであろうか？

さらに、乳児は発達の早期から、自身に向けられた社会的な信号に強い感受性を持っている。例えば、新生児であっても視線が自身に向けられた顔刺激を視線がそらされた顔刺激よりも選好する(Ferroni et al., 2002)。聴覚的側面では、前述のマザリーズに対しても乳児が単にマザリーズ音声に対してのみではなく、マザリーズの発話者自身にも選好を示す(Schachner & Hannon, 2011)。歌いかけにはマザリーズ同様、明確なコミュニケーション意図が含まれている場合が多く、視線やマザリーズと同様のコミュニケーション機能が期待される。もしそうであれば乳児も歌いかけのコミュニケーション意図を解釈し、適切に反応を示すのではないだろうか？つまり、乳児が「歌手 = 自分に歌いかけてくれる人」と解釈し歌手に反応している可能性が指摘できる。一方で、歌いかけにはコミュニケーション意図以外に乳児の情動を制御する機能も含まれている (Shenfield, Trehub & Nakata, 2003)。乳児もマザリーズ音声より、歌いかけに選好を示す(Nakata & Trehub, 2004)ことから、発達の早期からマザリーズと歌いかけとの働きを区別して処理している可能性も認められる。つまり、歌手のコミュニケーション意図の有無に関わらず、歌いかけ自身に興味を持ち、「歌手 = 興味を抱かせてくれる人」と解釈し歌手に反応している可能性も挙げられる。さらに、その双方、すなわち歌手自身に興味を示すが、そこにコミュニケーション意図が含まれている場合の方がより強く興味を惹かれる可能性もある。

本研究では、1)乳児の歌唱と言語そのものに対する情報処理の相違点について脳反応測定から明らかにし、2)乳児の歌手に対する選好メカニズムについて眼球運動測定実験から検討した。

2. 研究の目的

本研究では、乳児に対する歌いかけのもつコミュニケーション機能を検討するために、1)歌唱聴取における乳児の歌詞と旋律の差異に対する脳反応から、音楽と言語の情報処理の発達的変容を明らかにし、2)乳児の視線計測を用いた歌手への選好反応から、歌いかけの担うコミュニケーション機能を検討することを目的とした。

[乳児の歌唱聴取における歌詞と旋律に対する脳反応の発達的変化]

日本語を獲得しつつある乳児を対象に、歌唱を提示し、歌詞のみを変化させた場合と旋

律のみを変化させた場合の脳反応を近赤外分光法によって測定した。これらの脳反応を異なる月例間で比較することで、歌唱聴取における歌詞と旋律の情報処理の発達過程が明らかとなる。さらにこれまでに報告されている乳児の言語音声に対する脳反応の知見と比較することで、乳児期の歌唱と言語における処理の相違点について検討した。

[眼球運動測定装置を用いた乳児の歌いかけのコミュニケーション意図理解実験]

上記の、歌唱と言語に対する脳反応の違いから、さらに乳児が歌いかけのコミュニケーション意図をどのように理解しているのかを検討した。そのために、社会的な手がかりとして目線(正視、逸視)を、実際の場面として動作(歌いかけ、静止画)を変数として4種類の歌いかけ視聴後の歌い手に対する選好注視反応を計測した。この手続きから、歌い手のコミュニケーション意図の有無による、乳児の歌い手への選好の発達過程を検討した。

3. 研究の方法

[乳児の歌唱聴取における歌詞と旋律に対する脳反応の発達的变化]

(1) 実験協力児

4.5ヵ月児19名,12ヵ月児24名が実験に参加した。その内、実験中の泣きや体動の激しかった乳児をデータ解析から除外し、4.5ヵ月児14名,12ヵ月児11名のデータを解析に用いた。実験に先立って乳児の保護者に十分な説明と書面による同意を得た後、理化学研究所及びデューク大学の倫理ガイドラインに沿って実施された。

(2) 測定装置

脳反応の測定には多チャンネル近赤外分光法脳機能測定装置(ETG-4000, 日立メディコ)を用い、記録した。光照射プローブ5つ、検知プローブ4つを3×3の格子状に配置し、各プローブ間の距離は3cm,測定チャンネルは左右12チャンネルずつの計24チャンネルであった。これを国際10-20法に則り、プローブの最下線がT3及びT4におおよそ該当するよう、乳児の頭に装着した。

(3) 音声刺激

音声刺激には自然に歌われた成人女性の無意味な歌詞/pa/, /bi/, /gu/, /ko/ の4音素からなる歌唱を用いた。旋律は事前調査の結果、最も音楽らしいと評定されたC4-E4-G4-C4からなる旋律を、成人の発話音声の音域に沿う様に移調したA3-C#4-E4-A3を基準となる旋律として規定した。音声刺激はこの基準となる歌唱/pa/(A3) - /bi/(E4) - /gu/(G4) - /ko/(A3)の開始の音高と音素(/pa/(A3))を固定し、後続する音素及び音高の組み合わせを変更した(図1)。一つの歌唱は約1.6秒であった。

(4) 手続き

実験は歌唱の歌詞の変化に対する反応を測定する歌詞セッション、旋律の変化に対する反応を測定する旋律セッション、歌詞と旋

歌詞の対比

| | /pa/-/bi/-/gu/-/ko/ | /pa/-/gu/-/bi/-/ko/ | /pa/-/ko/-/bi/-/gu/ | /pa/-/ko/-/gu/-/bi/ |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 旋律の対比 | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

図1. 脳反応測定に用いた歌唱刺激

律の双方の変化に対する反応を測定する双方セッションの3課題で構成され、全乳児が全てのセッションに参加した。各セッションは5-8ブロックから構成され、各ブロックの間にはベースラインとして、16種類の音声刺激の内1つが7~9回繰り返し提示された。歌詞セッションにおいて各ブロックはベースライン刺激と旋律が同様で歌詞のみが異なる3種類の歌唱が2回ずつ、これにベースライン刺激を2回加えた計8回の歌唱がランダムな順で、SOAを2.2秒としてで連結された音声刺激が提示された。同様に旋律セッションでは歌詞が同様で旋律のみが異なる歌唱が含まれた音声刺激が、双方セッションでは歌詞と旋律の双方が異なる歌唱が含まれた音声刺激が各ブロックで提示された。実験ではまず、歌詞及び旋律セッションのどちらか一方が遂行され、次いで残りの一方のセッションが遂行された。最後に双方セッションが遂行された。乳児間でベースラインで用いた歌唱は異なっていたが、各乳児のベースラインで用いた歌唱はセッションを通して同一であった。

(5) データ処理

脳反応は10Hzのサンプリング周波数で記録された。それぞれのセッションごとに、アーティファクトが混入したブロックを除外した酸化ヘモグロビン濃度長反応を得た。得られたデータはまず、セッションごとに75秒の時間間隔で離散コサイン変換を用いたハイパスフィルタによる低周波数除去を行った。次いで5秒間隔の移動平均を用いたローパスフィルタによる高周波数除去を行った。さらに、ブロック前後5秒間の値の平均値から課題ブロックごとに線形成分を除去するベースライン補正を行い加算平均した。

以上の下処理を行った後、各チャンネルの値から一次聴覚野近傍に相当する左右3チャンネル(左; ch18, ch19, ch21, 右; ch6, ch7, ch9)の反応をセッションごとに平均した。その後、課題開始から課題終了後5秒までの22.6秒間(17.6秒+5秒)の酸化ヘモグロビン濃度長反応の平均値を用い、月齢別にセッション・左右の領域ごとに課題開始前5秒間のベースラインの平均値と比較した(paired-t test, 補正なし)。併せて、セッション及び領域での反応の差異について検討するため、月齢別にセッション(歌詞・旋律・双方) × 領域(左半球・右半球)を独立変数とする二要因分散

分析を行った。

[眼球運動測定装置を用いた乳児の歌いかけのコミュニケーション意図理解実験]

(1) 実験協力児

5 ヶ月児 19 名, 12 ヶ月児 18 名が実験に参加した。実験に先立って乳児の保護者に十分な説明と書面による同意を得た後, 理化学研究所及びデューク大学の倫理ガイドラインに沿って実施された。

(2) 測定装置

眼球運動の測定には Tobii T60 XL (Tobii, Stockholm, Sweden)を用いた。実験に先立ち視線解析ソフトウェア(Tobii Studio, Tobii, Stockholm, Sweden)を用いて乳児ごとに 5 点のキャリブレーションを行った。

(3) 音声刺激ならびに視覚刺激

歌唱聴取刺激として, 3 名の成人女性による, 正視して歌いかける動画と 逸視して歌いかけている動画を作成した。また統制条件として, 正視および 逸視の静止画に歌のみを併せた動画を作成した(図 2)。歌唱曲には「おつかいありさん」, 「あめふりくまの子」, 「やぎさんゆうびん」の 3 つを用い, 各々同テンポで歌われるように歌い手に伝えた。

テスト刺激には歌唱聴取時の歌い手の写真と歌い手ではない女性の写真(図 2)左右均等に配置した物を用いた



図 2. 実験パラダイムと刺激

(4) 手続き

実験は歌唱聴取セッションと選好注視セッションの二つから構成された。歌唱聴取セッションでは, まず 15-20 秒からなる歌いかけのビデオが提示された。歌いかけには目線(正視 x 逸視)と動き(歌いかけ動画, 静止画)の要因が含まれ各々 4 パタンの歌いかけ動画が 3 回ずつ提示された。1 つの動画視聴後に, 選好注視セッションが行われた。ここでは対となる顔の写真が 10 秒提示され, 歌い手及び, 非歌い手に対する注視時間を計測した。

(5) データ処理

眼球運動データは 60Hz のサンプリング周波数で計測された。解析には選好注視セッションにおける眼球運動データを用いた。各施行ごとに, 歌い手に対する注視時間, 非歌い手に対する注視時間, その他の領域における

注視時間を計算した。その上でその他の領域が 75%以上の試行と歌い手(非歌い手)のみにしか注視がなかった試行を除外し, 全ての条件で最低 1 試行ある乳児のデータを最終的な解析に用いた。その後歌い手に対する選好割合を計算し, 視線(正視, 逸視)と動き(歌いかけ, 静止画)を独立変数とした二要因分散分析を各月齢ごとに行った。

4. 研究成果

[乳児の歌唱聴取における歌詞と旋律に対する脳反応の発達の変化]

図 3 に各セッション・左右半球ごとの酸化ヘモグロビン変化量の平均波形を, 図 4 に課題時の酸化ヘモグロビン変化量の平均値を月齢群別に示した。

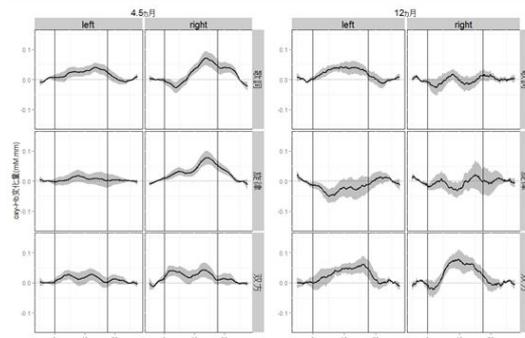


図 3. 各セッションにおける左右両領域における脳反応の平均波形

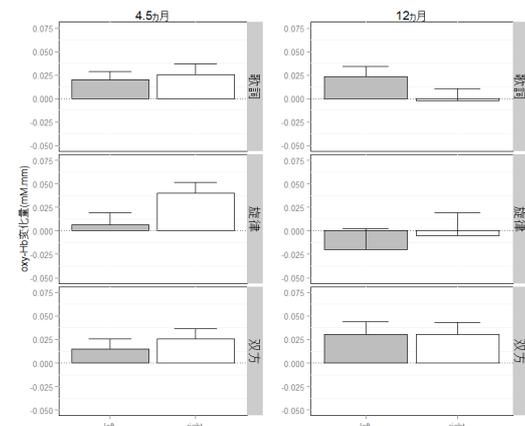


図 4. 各セッションにおける左右両領域における脳反応の平均値

図に示したように 4.5 ヶ月群では歌詞セッションで左右の両側頭部, 旋律セッションと双方セッションで右側頭部において有意な活動の増加が観察された。特に全セッションを通して, 歌唱聴取時には左半球に比べ右半球において脳反応が大きかった。それに対し 12 ヶ月児では歌詞セッションで左側頭部, 双方セッションでは左右の両側頭部において有意な活動の増加が観察された。これまでに, 乳児の楽器音を用いた音楽認知研究で, 旋律の変化などの音楽的な刺激の変化や言語音と比較した音楽的な刺激の処理には右半球が優位に活動すること (Dehaene-Lambertz, et al, 2010)が報告さ

れている。本研究において 4.5 ヶ月児で見られた歌唱聴取における歌詞，旋律，双方の変化に対する右半球の有意な活動の増加から，乳児が発達の早期から歌唱を音楽として認知している可能性が示唆された。すなわち，楽器音による音楽と同様に歌唱を音楽と認知し，発達の早期から音楽の旋律情報と言語の韻律情報に対する処理が異なっている可能性が示唆された。

[眼球運動測定装置を用いた乳児の歌いかけのコミュニケーション意図理解実験]

図に各条件ごとの歌い手に対する注視割合(歌い手への注視時間-非歌い手への注視時間) / (歌い手への注視時間 + 非歌い手への注視時間)の平均値を月齢ごとに示した。

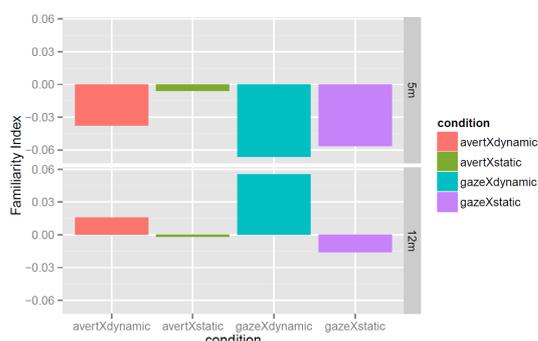


図 5. 各月齢・条件における歌い手への注視割合

図に示したように、12 ヶ月児で正視 x 歌いかけ動画視聴後に歌い手に対する有意な選好注視反応が見られた。この結果は乳児が歌いかけ行動の中でも自身にコミュニケーション意図が向けられた場合に、歌い手を選好する可能性を支持するものと考えられる。これまでの研究報告から、乳児は自身に向けられた社会的な信号に能動的に働きかけていることが明らかとなっている。つまり、本研究で明らかとなった正視 x 歌いかけ視聴後の歌い手に対する選好反応は歌いかけ行動自体に対する興味とは、性質が異なっているということが推測される。つまり、乳児がどのような場面でも、どのような歌いかけでも同様に好んで聴く(視聴する)のではなく、そこには実際に歌っているという行動そのものや目線に代表される社会的な信号が関与している可能性が指摘できる。ただし、本研究では選好注視反応のみに焦点を当てたが、歌いかけ動画視聴時の注視時間や生理的反応が選好注視反応に影響を与えている可能性も否定できない。

本研究では脳反応測定によって、乳児期に同じ音声情報処理でも言語と歌唱とではその処理メカニズムが発達的に異なる可能性を示した。さらに歌いかけによって伝達されるコミュニケーション意図は、歌唱そのもののみならず、目線や歌いかけ行動と共に乳児が認知している可能性を明らかにした。つま

り、乳児が歌いかけに含まれるコミュニケーション意図を認識し、能動的に歌い手に働きかけている可能性を指摘した。これらの知見は育児・子育て場面で「何を歌うか」ということだけではなく、「いつ、どのように乳児に歌いかけるのか」という点の重要性を指摘できるデータとなり、乳児の視点にたった育児・保育場面での歌いかけのあり方について議論を深める一データとなると考えられる。

<引用文献>

Bergeson, T. R., & Trehub, S. E. (1999). Mothers' singing to infants and preschool children. *Infant Behavior & Development*, 22, 51-64.

Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., & Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain & Language*, 114, 53-65.

Fernald, A. (1991). Prosody in speech to children: prelinguistic and linguistic functions. *Annals of Child Development*, 8, 43-80.

Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9602-9605.

Matsuda, Y-T., Ueno, K., Waggoner, R. A., Erickson, D., Shimura, Y., Tanaka, K., Cheng, K., & Mazuka, R. (2011) Processing of infant-directed speech by adults., *Neuroimage*, 54(1), 611-621

Nakata, T., & Trehub, S. E. (2004). Infants' responsiveness to maternal speech and singing. *Infant Behavior & Development*, 27, 455-464.

Schachner, A., & Hannon, E. E. (2011). Infant-directed speech drives social preferences in 5-month-old infants. *Developmental psychology*, 47(1), 19.

Shenfield, T., Trehub, S. E., & Nakata, T. (2003). Maternal singing modulates infant arousal. *Psychology of Music*, 31, 365-375.

Trainor, L. J., Austin, C. M., & Desjardins, R. N. (2000). Is infant-directed speech prosody a result of the vocal expression of emotion? *Psychological Science*, 11, 188-195.

Trehub, S. E. (2003). The developmental origins of musicality. *Nature Neuroscience*, 6, 669-673.

Trehub, S. E., & Trainor, L. J. (1998). Singing to infants: Lullabies and play songs. In Rovee-Collier, C., Lipsitt, L. P., & Hayne, H. (Eds.), *Advances in Infant*

Research: Volume 12 (pp.43-77), Westport: Greenwood Publishing Group.

Trehub, S. E., Unyk, A. M., Kamenetsky, S. B., Hill, D. S., Trainor, L. J., Henderson, J. L., & Saraza, M. (1997). Mothers' and fathers' singing to infants. *Developmental Psychology*, 33, 500-507.

Trehub, S. E., Unyk, A. M., & Trainor, L. J. (1993). Maternal singing in cross-cultural perspective. *Infant Behavior & Development*, 16, 285-295.

Unyk, A. M., Trehub, S. E., Trainor, L. J., & Schellenberg, E. G. (1992). Lullabies and simplicity: A cross-cultural perspective. *Psychology of Music*, 20, 15-28.

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 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

山根直人

乳児の歌唱の音響特性

第 68 回日本保育学会, 2015 年 5 月 9-10 日, 椙山女学園大学 (愛知県・名古屋市)

山根直人

乳児の歌唱音声に対する脳反応からみた言語と音楽の違い

第 26 回日本発達心理学会 2015 年 3 月 20-22 日, 東京大学 (東京都)

Naoto Yamane

Musical development from infancy to childhood.

第 4 回玉川大学脳科学研究所リトリート(招待講演), 2015 年 2 月 25-27 日, 箱根湯本富士屋ホテル(神奈川県・箱根町)

Naoto Yamane, Kristin Johnson, Ashkey Ruba, Yuri Hatano & Reiko Mazuka.

Sensitivity to emotional Vocalization in infant: A Cross-linguistic Study with Japanese and English learning Infant.

IASCL2016, 2014 年 7 月 14-18 日, Amsterdam, Netherlands.

山根直人, 佐藤裕, 志村洋子, 馬塚れい子
乳児の歌唱聴取における脳反応とその発達
日本赤ちゃん学会第 13 回学術集会, 2013 年 5 月 25, 26 日, アクロス福岡(福岡県・福岡市)

〔図書〕(計 1 件)

山根直人 他, フレーベル館, 保育ナビ 2015 年 12 月号, 2015, 69-71

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山根直人 (Yamane Naoto)

国立開発研究法人理化学研究所・脳科学総合研究センター・専門職研究員

研究者番号: 60550192