

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18465

研究課題名（和文）芸術に基盤を求める創造性志向型意識理論の構築

研究課題名（英文）Creativity oriented theory of consciousness based on art

研究代表者

郡司 幸夫（Yukio, Gunji）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：40192570

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：可能なものと実現されるものが一致する人工知能的知性に対し、その一致の条件が揺るがされ、外部を受け入れ、創造性を発揮する知性を、天然知能として定式化した。天然知能の構造自体を作品化することで、作品が特定のテーマを描きながら、描かれていない外部をより積極的に示す作品のあり方が、制作と論考という二つの形式で示され、天然知能の構造が、人間や動物の様々な意思決定に認められることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、外界からの刺激を問題とみなし、認知や知覚をそれに対する解答とみなす、人工知能的理解の方法や、これを基礎に求める閉塞的な脳科学や意識科学に対して、大きな風穴を明け、創造性に新たな意味を持たせる新しい意識論の始まりを告げるものと考えられる。また人工知能的知に基礎づけられた等質的世界によって芸術を囲い込もうとさえしている現代のメディアアートに対し、異質性に基礎を求める本来のアートの力を回復するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Compared with artificial intelligence of which possible state always coincides with actual state, we here propose "natural born intelligence" of which the condition to match the possible state with actual state is deconstructed. Making the structure of natural born intelligence, itself, reveals the novel style of the masterpiece of which what is not explicitly painted is implicitly but positively suggested. They are implemented by both masterpiece of Japanese paintings and discourses on natural born intelligence. We also show that the structure of natural born intelligence can be found in various decision making in human and animals.

研究分野：理論生命科学

キーワード：創造性 日本画 意思決定 自由意志 束論

1. 研究開始当初の背景

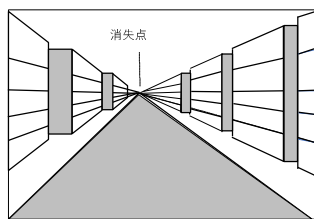
- (1) 研究開始当初、ディープ・ラーニングの空前のブームと相俟って、全てを人工知能化することこそ理解であるとの見解が、様々な分野を席卷した。知能のみならず、認知や知覚、感覚や情動の一切を、人工知能化することが目標にされた。それは、外界の刺激を入力とし、創造を含む認知や知覚を出力とする、計算概念を考えることに他ならない。この延長で現代アートを展開する試みは国際的な芸術賞や時代に敏感な者に高く評価された。
- (2) 本研究が当初掲げた目的は、創造行為に対する、人工知能化に反旗を翻し、「創造性に根幹を持つ意識の理論を、芸術作品の分析と実装を通して、哲学的に明らかにし「創造性とは何か」という問いに、終止符を打つこと」であった。この目的のために、入力（可能なもの）と出力（実現されるもの）の成立条件を解体し、作品全体に通底する、可能性と実現性の不断の交錯・転倒の構造を解読することで、郡司がモデルを提案し、中村・郡司で作品分析を進めることが計画された。

2. 研究の目的

- (1) 計画の実行に伴い、可能なものと実現されるものとの間の脱構築に関して、郡司が創造に根幹を置く意識のモデルを構築し、その芸術における「理論 = 実践」の言説表現を郡司・中村で展開し、さらに「理論 = 実践」の日本画表現を中村が展開するという計画が具体化された。芸術における「理論 = 実践」という成立様式こそ、理論でありながら、その外部を受け入れる構えという意味での理論を特徴付けるものであり、何かを描きながら、何かでないものを示す、中村の志向する絵画を特徴付けるものであった。これについては、半分が画集、半分がテキスト、という画文集としての刊行が目標とされた。
- (2) 「可能なものと実現されたものとの脱構築」は、意識のモデルや芸術に限らず、様々な形式で実装可能なはずだ。ここでは特に、これを、意思決定を帰結するための推論モデルや、自由意思の存在様式として構築することが、研究の目的とされた。

3. 研究の方法

- (1) 創造に根幹を置く意識のモデルは、ニューラルネットや強化学習のような、意思決定を工学的に実装するものではなく、概念モデルとして構想された。その基本にあったものは、第一に、マルセル・デュシャンが可能なものと実現されるものとのズレとして提案した、芸術係数である。ただしそれは、単に、作品が完成と同時に作家の手を離れて自由に鑑賞される以上のことを述べていないとも考えられ、本研究では、デュシャンから出発しながらも、これを意識のモデルに普遍化することが求められた。第二に、可能なものと実現されるものとのズレは、圏論の基本となる随伴性から帰結される同型の条件を解体することで構想される。この両者から出発して、概念モデルが構想された。



- (2) 可能なものと実現されるものが一致するという例は、遠近法における透視図にみられる。それは視覚における近景と遠景を関係づけ、奥行きを構想する可能性が、透視図としての実現に一致している。近景・遠景の関係づけは消失点によって実現され(左図)、無限遠までを見渡すことで「わたし」を世界の中に封じ込める。これに対して日本画の琳派にみられる山は、あたかも舞台背景の書き割りのように見える。本研究ではこの書き割りとしての山が、視界を断ち切ることで、「わたし」は全てを見渡せず、視界の向こう側に外部が存在することを暗示する装置であると考えた。すなわち、論

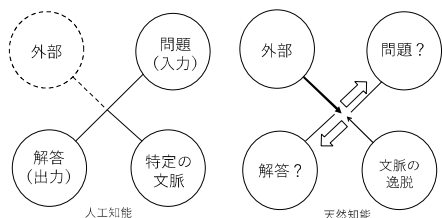
理的に思考される可能な視界と透視図としての実現の間にズレを生じさせ、視界の外部を召喚する装置としての書き割りを、琳派よりも外部を示唆する形で日本画として表現し(中村)その意義を考察する(郡司)という共同研究が取られた。

- (3) 可能なものと実現されるものとのズレを論理的形式および、計算機シミュレーションによって実装する方法も、研究方法として採用された。決定論的世界によって可能な全てを思い描く物理学の描像に対し、実現され、現に存在するこの「わたし」の自由意志は、可能なものと実現されるもの間に明確なズレがあるように思える。このズレを解消する最も簡単な方法は、一方が真であり他方は偽であると考えることだ。実際、多くの物理学者、脳科学者は、決定論的描像は正しく、自由意志は幻想であると主張する。これに対して本研究では、自由意志と決定論が矛盾するような成立条件が存在し、これを解体することこそ、可能なものと実現されるもの間にズレを構築することであるとすると、論理モデルを構想した。また、可能なものと実現されるものは、個人が夢想する可能的な意思決定と、社会の中で実現される実現される意思決定のズレとして構想され、動物の群れのモデルが計画された。可能的なものと実現されるものを一致させるようとする意思決定は、最適化過程によって常に工学的目標になる。これに対して本研究は、両者のズレを推論過程として定式化し、その意義を評価する

方法が計画された。

4. 研究成果

(1) 計画は、当初の予定以上の成果をあげたと言える。創造性に根幹をもつ意識の理論は、創造性に根幹を持つ意識 = 認知のモデル、「天然知能」として実装された。「天然知能」は、与えられる刺激 = 問題と、それに対する認知 = 解答との成立条件(文脈)を一致させる人工知能に対し、文脈を逸脱させることで、問題と解答自体の意味を宙吊りにし、想定外のものを受け取る、徹底して受動的な認知装置である(下図)。

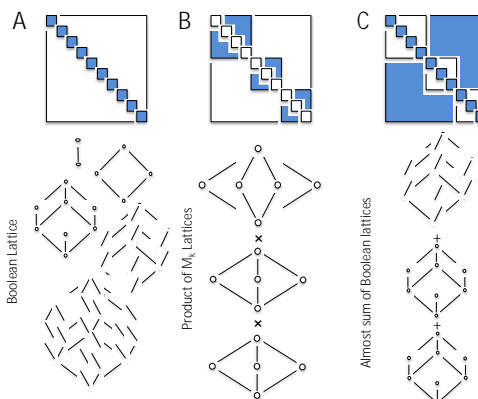
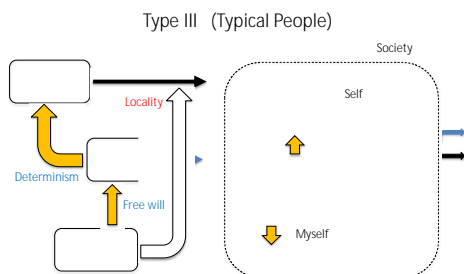


これは一般書『天然知能』(講談社)として著され、その認知におけるモデルは英語専門雑誌で発表された。「天然知能」の芸術作品における分析は、既存の作品の分析ではなく、むしろ「天然知能」を基礎に中村が絵画作品を制作する形で進め



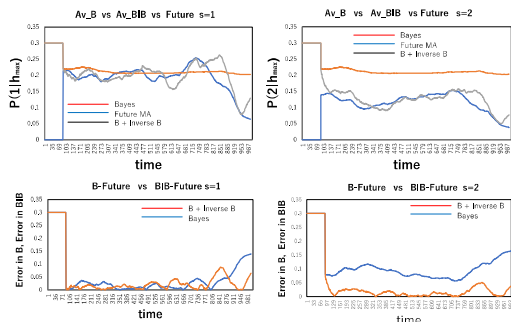
られた。この経過と作品分析は『TANKURI:創造性を撃つ』(水声社)によっても発表された(右図)。すなわち、創造 = 意識の理論と実践は、「天然知能」の実装形式と日本画的実践によって完成したのである。特に可能なものと実現されたもののズレを「書き割り」として表現する作品は、TANKURIの表紙を飾った作品、「花食い鳥」によって実装された。

(2) 天然知能的意思決として、決定論と自由意志が矛盾する条件を解体した。その条件は局所性として定式化され、条件を解体する、すなわち、非局所性を導入することで、自由意志と決定論の関係は宙吊りとなり矛盾しないことが示された(左図)。さらにこの関係を一般化し、決定論・自由意志・局所性のトリレンマが示された。



決定論・自由意志・局所性は、対象と表象の間の二項関係で定義され、トリレンマから、三つの論理構造、ブール代数、中国提灯型束の直積、量子論理に対応するおーそモジュール束が得られることが示された。

(3) 天然知能を推論モデルとして実装するとき、ベイズ推定をしながら仮説を変更し続ける(逆ベイズ過程)過程が形式化された。これによって絶えず想定外の意思決定が現れる様子を、群れにおける意思決定や、動物の探索行動などに見出した。現実の群れの動きは、ベイズのみの推定より、ベイズ・逆ベイズ推定の両者を用いることで説明できることが示された(左図)。天然知能図式は、また



資源探索をする動物のレヴィ歩行を説明するモデルを構築し得た。それはベイズ・逆ベイズ同様、仮説を用いて意思決定しながら、仮説を自ら変えることが要点となっている。

(4) 社会のネットワークモデルはスモールワールド性やスケールフリー性で特徴付けられる。これを説明するとされるモデルは、リンクという不明なものを実体化することでしか説明できていない。これに対して本研究は、天然知能図式における問題・解答の脱構築を、社会的ネットワークにおける、個人の意思決定と、社会的意思決定との関係に適用し、スケールフリー性などが不自然な仮定なしに説明できることを示した。

以上のように、本研究は、創造を基礎に置く意識のモデルを「天然知能」として定式化し、芸術における理論 = 実践を展開したと同時に、これを一般化し、様々な生命現象を説明した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Sakiyama, T., Gunji, YP.	4. 巻 -
2. 論文標題 Optimal random search using limited spatial memory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Roy Soc. Open Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsos.171057	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 Vallverdu, J. Castro, O., Mayne, R., Talanov, M., Levin, M., Baluska F., Gunji, YP., Dussutour A., Zenil, H., Adaamtzky A.	4. 巻 165
2. 論文標題 Slime mould: The fundamental mechanisms of biological cognition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BioSystems	6. 最初と最後の頁 57-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biosystems.2017.12.011	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 該当する
1. 著者名 Horry M, Yoshinari A, Nakamoto Y. and Gunji YP	4. 巻 163
2. 論文標題 Modeling of decision-making process for moving straight using inverse Bayesian inference	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BioSystems	6. 最初と最後の頁 70-81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biosystems.2017.12.006	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 Murakami H, Tomaru T and Gunji YP	4. 巻 144
2. 論文標題 Exclusive shift from path integration to visual cues during the rapid escape run of fiddler crabs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Animal Bsehiour	6. 最初と最後の頁 147-152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.anbehav.2018.08.012	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 Gunji, YP and Igor B	4. 巻 173
2. 論文標題 Embryogenetic remodeling of global chromatin and its role on structure of corresponding lattice representation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BioSystems	6. 最初と最後の頁 273-280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biosystems.2018.09.013	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 該当する

1. 著者名 Gunji YP, Murakami H, Tomaru T and Vasios V	4. 巻 376
2. 論文標題 Inverse Bayesian inference in swarming behavior of soldier crabs	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Philosophical Transaction of the Royal Society A	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsta.2017.0370	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 該当する

1. 著者名 Uragami D and Gunji YP	4. 巻 27399-414
2. 論文標題 Universal emergence of 1/f noise in asynchronously tuned elementary cellular automata	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Complex Systems	6. 最初と最後の頁 -
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 Nakamura K and Gunji YP	4. 巻 -
2. 論文標題 Entanglement of art coefficient or creativity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Foundations of Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10699-019-09586-8	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 Gunji YP and Nakamura K	4. 巻 -
2. 論文標題 Dancing chief in the brain or consciousness as entanglement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Foundations of Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10699-019-09585-9	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 Gunji YP, Tani I & Shirakawa T	4. 巻 -
2. 論文標題 Broken paradox of the heap: Comment on "Does being multi-headed make you better at solving problems? A survey of Physarum-based models and computations"	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Life Review	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plrev.2019.01.008	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 Haruna T & Gunji YP	4. 巻 -
2. 論文標題 Ordinal Preferential Attachment: A Self-Organizing Principle Generating Dense Scale-Free Networks.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-40716-1	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 Gunji YP, Shinohara S, HarunaT, Basios V.	4. 巻 152
2. 論文標題 Inverse Bayesian inference as a key of consciousness featuring a macroscopic quantum logic structure.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BioSystems	6. 最初と最後の頁 44-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1016/j.biosystems.2016.12.003	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 該当する

1. 著者名 Sakiyama T, Gunji YP	4. 巻 32(2)
2. 論文標題 Modulation effect with global ambiguity in 2-dimensional random walk.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems	6. 最初と最後の頁 159-165
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 Murakami, H., Niizato, T., Gunji, YP.	4. 巻 7
2. 論文標題 Emergence of a coherent and cohesive swarm based on mutual anticipation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 46447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2017.06.018	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 Gunji, Y.P., Minoura, M., Kojima, K., Horry, Y.	4. 巻 131
2. 論文標題 Free will in Bayesian and inverse Bayesian inference-driven endo-consciousness.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress of Biophysics and Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 312-324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2017.06.018	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 Andrew Adamatzky, Yukio-Pegio Gunji et al.	4. 巻 131
2. 論文標題 East-west paths to unconventional computing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Progress of Biophysics and Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 469-493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2017.08.004.	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 該当する

1. 著者名 Basios, V., Gunji, Y.P.	4. 巻 3
2. 論文標題 Chaotic dynamics in biological information processing: revisiting and revealing its logic.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Opera Medica et Physiologica	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.20388/omp2017.001.0041	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 該当する

1. 著者名 Horry, Y., Yoshinarari, A., Nakamoto, Y., Gunji, P.Y.	4. 巻 163
2. 論文標題 Modeling of decision-making process for moving straight using inverse Bayesian inference	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BioSystems	6. 最初と最後の頁 70-81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biosystems.2017.12.006	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 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 郡司ベギオ幸夫
2. 発表標題 知覚できないものの存在を直観する知性
3. 学会等名 日仏哲学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郡司ベギオ幸夫
2. 発表標題 中国語を理解する中国語の部屋から天然知能へ
3. 学会等名 日本建築学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukio-Pegio Gunji
2. 発表標題 Chinese room understands Chinese: Logical structure and Proto-Cognition
3. 学会等名 Artificial Life (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukio-Pegio Gunji, Kyoko Nakamura
2. 発表標題 Subjective non-locality in cognitive system
3. 学会等名 Worlds of Entanglement (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kyoko Nakamura, Yukio-Pegio Gunji
2. 発表標題 Entanglement of vision and the outside, its painting expression
3. 学会等名 Worlds of Entanglement (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 郡司ベギオ幸夫
2. 発表標題 脳の中の酋長・三つの意識
3. 学会等名 第五回Yokohama Workshop on Quantum Walk (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郡司ベギオ幸夫
2. 発表標題 脳の中の酋長・私の受動と他者の能動のエンタングルメント
3. 学会等名 日本マーケティング学会AI研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukio-Pegio Gunji
2. 発表標題 Inverse Bayesian inference in wondering animals
3. 学会等名 Current status and future directions of Levy walk research Sunday 10 - Wednesday 13 September 2017, Wiston House, West Sussex, UK（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukio-Pegio Gunji, Kyoko Nakamura
2. 発表標題 Entangled consciousness
3. 学会等名 Symposium: World of Entanglement, Vrije Universiteit Brussel, VUB, Brussel, Belgium（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kyoko Nakamura, Yukio-Pegio Gunji,
2. 発表標題 Entanglement of 'art coefficient', or creativity
3. 学会等名 Symposium: World of Entanglement, Vrije Universiteit Brussel, VUB, Brussel, Belgium（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yukio-Pegio Gunji
2. 発表標題 Inverse Bayesian inference in a swarm of soldier crabs
3. 学会等名 SWARM 2017: The 2nd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics, October 29-November 1, Kyoto University, Kyoto (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郡司ベギオ幸夫・中村恭子・箕浦舞・小島圭以
2. 発表標題 他者の能動性に乗っ取る受動的私
3. 学会等名 第1回共創学会, 早稲田大学理工学術院 (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 郡司ベギオ幸夫	4. 発行年 2019年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 250
3. 書名 天然知能	

1. 著者名 中村恭子・郡司ベギオ幸夫	4. 発行年 2018年
2. 出版社 水声社	5. 総ページ数 198
3. 書名 TANKURI:創造性を撃つ	

1. 著者名 郡司ベギオ幸夫	4. 発行年 2017年
2. 出版社 青土社	5. 総ページ数 320
3. 書名 生命、微動だにせず	

〔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	中村 恭子 (Nakamura Kyoko) (00725343)	東京外国語大学・アジア・アフリカ言語文化研究所・研究員 (12603)	