

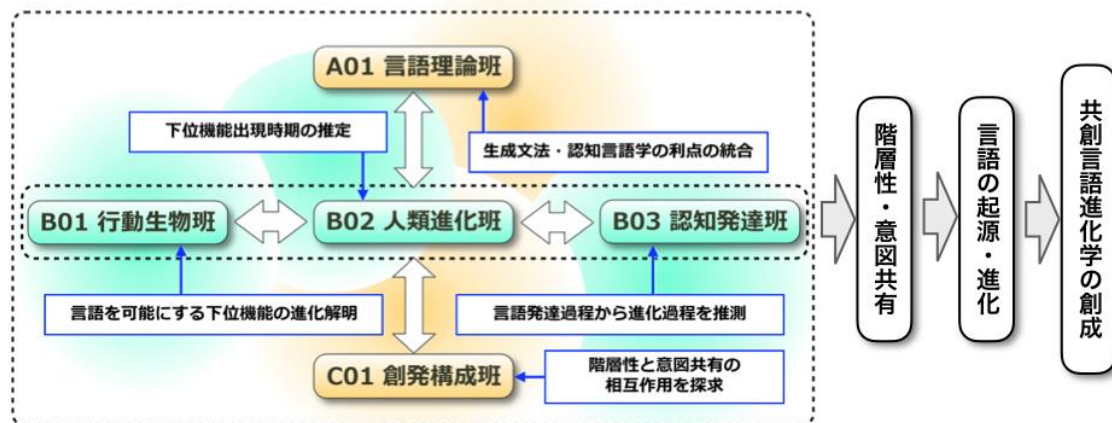
科学研究費助成事業「新学術領域研究（研究領域提案型）」 研究概要
〔令和4年度事後評価用〕

令和4年6月30日現在

機関番号：12601
領域設定期間：平成29年度～令和3年度
領域番号：4903
研究領域名（和文）共創的コミュニケーションのための言語進化学
研究領域名（英文）Studies of Language Evolution for Co-creative Human Communication
領域代表者
岡ノ谷 一夫 (OKANOYA Kazuo)
東京大学・大学院総合文化研究科・教授
研究者番号：30211121
交付決定額（領域設定期間全体）：（直接経費）1,077,000,000円

研究成果の概要

ヒトの言語の起源と進化の問題は、過去には荒唐無稽として退けられていた時期があり、その後も個々の分野毎に他とは独立に考察が行われていた。本領域は異なる5分野（言語理論、行動生物、人類進化、認知発達、創発構成；下図参照）が階層性と意図共有を2つの柱として協力・融合して研究を進めた。結果、1. 言語研究の二大潮流である生成文法と認知言語学を統合する理論を創出し、ヒトと動物をつなぐ研究プログラムを推進した。2. ヒトと動物の音声信号を統一的に分析する手法を開発した。また、言語の根幹のひとつである発声学習について、回路可塑性を制御するメカニズムを同定した。3. 階層性と意図共有の萌芽をそれぞれ考古資料と動物行動とに見出した。4. 意図共有と階層性が融合する過程を個体発達の中に見出した。5. 言語コミュニケーションの創造性をシミュレーションやロボット実験で検証し、共創のための技術を提案した。これらの成果を得る過程で、多くの若手研究者を育成し、800編を超える論文を公表した。本領域の活動は、言語の起源と未来のコミュニケーションについて独自の視点を供給し、新たな融合領域として「共創言語進化学」を創出することに成功した。



研究分野：理論言語学、認知言語学、行動生物学、進化人類学、発達認知科学、複雑系科学、構成論、ロボティクス

キーワード：共創、言語、進化、意図共有、階層性、生成文法、動物コミュニケーション、発声学習、進化、考古資料、指差し、直示コミュニケーション、創発、構成

1. 研究開始当初の背景

ヒトと他の動物を峻別するのは、言語による協力的・生産的・創造的なコミュニケーションである。これを共創的コミュニケーションと名付ける。動物のコミュニケーションは受信者を操作することで発信者（およびその血縁個体）の適応度を上げること(Slater, 1983)が主眼である。一方ヒトの言語では、個々人が概念の階層的な構造(Chomsky, 2005 他)を使って思考し、それを一次元化して発話する。発話の受け手は一次元の音列から概念の階層構造を推測・再構成する。この過程は、話者間の意図共有(Tomasello, 2010 他)が可能にする。このことで言語は他個体の「操作」のみならず個体間の「共創」をも可能にする。

言語の起源と進化について、18世紀より Rousseau や Herder ら哲学者による著作が発表されている。一方、あまりに思弁的・荒唐無稽な論文が多いとの理由により、パリ言語学会が1866年に言語起源に関する論文を受けつけないとの会則を定めたほど学術的には評判が悪かった時期もある。こうした歴史はあったが、動物コミュニケーションの比較認知科学、ゲノム科学、認知考古学、シミュレーション科学等の進展により1996年よりこの分野の国際会議 (Evolang) が形成され、隔年で開催されるようになり、現在も続いている。これを契機として、言語の起源・進化の研究が、学問として成立するようになった。

ヒトは共創的コミュニケーションによって知識を共有・蓄積して文明を築いてきた。ヒトはこれによって生活圏を広げ、平等を進め暴力を減らしてきた(Pinker, 2012)。反面、ヒトはこれによって内集団・外集団の区別を必要以上に強くし、大量殺戮を可能にする技術を作ってしまった。ヒトの未来を考えるために、ヒトがなぜ、どのように言語を獲得したのかを知る必要があると私たちは考えた。

2. 研究の目的

言語は人類が個人を超えた知を結集し、文明を作ることを可能にした画期的なテクノロジーである。現在、人類は、言語と情報技術を基盤とした新しいコミュニケーションを創出しようとしている段階にある。言語は、「階層性」と「意図共有」の2つの能力が融合したところに発生した、と私たちは考える。階層性とは、要素のまとまりが新たな機能を実現し、さらに、それら(=要素のまとまり)のまとまりがより上位の機能を実現することであり、意図共有とは、相手が持つ実現したい状態を理解し、自分もそれを実現する意欲を持つことである。本領域では、言語の起源と進化について、階層性と意図共有を2つの柱とした理論言語学的な仮説を構成し、生物進化・人類進化・個体発生の異なる時間軸のレベルで実験研究を行う。得られた実験結果を用いて、数理モデルの構成とシミュレーション実験を行う。そして再び、理論言語学的な考察を加えて仮説を更新する。こうした理論・実験・構成の研究ループを通して、言語の起源と進化について説得力のあるシナリオを構築し、さらに、未来のコミュニケーションのあり方を提言することが本領域の目的である。本領域は、グローバル化によって生ずる国際的軋轢、情報利用の格差によって生ずる幸福格差、急激に変化するコミュニケーション様式への適応障害、自閉スペクトラム症をはじめとする発達障害との共生不全など、現在起こっている問題の解法を提言すると共に、人間性の本質と可能性について理解を深化させる意義を持つ。

3. 研究の方法

言語は、思考のために獲得された心的な階層構造を、コミュニケーションのために一次元化して使用するという特徴を持つ。このため話し手と聞き手は互いが持つ意図(階層構造)を共有する努力をせねばならない。このような共創的コミュニケーションはどのように始まり、どのように進化してきたのか。理論言語学からの枠組みを、系統発生・人類発生・個体発生の3つのレベルから実験的に検討し、得られた結果を、心理実験、ロボット実験、数理モデル、数値シミュレーションなどの構成的方法に供給して言語起源・進化のシナリオを構成する。さらに、高度に情報化され今後も高度化する社会における共創的コミュニケーションの未来を示し、情報技術の用法について提言を行う。

A01 言語理論班(言語の起源・進化研究の理論的枠組み): 生成文法理論と認知言語学の対立事項を精査し、言語起源・進化研究が立脚すべき枠組みを作る。これに基づき、音韻論・文化進化論の知見も加え、階層性と意図共有を中心に据えた、言語の実験的研究の新たな枠組みを提供する。B01-B03 および C01 の成果と枠組みを照らし合わせ理論の改訂を続ける。

B01 行動生物班(言語の下位機能の生物学的実現): 霊長類・齧歯類・鳥類のコミュニケーション行動や認知行動を対象として階層性と意図共有の萌芽を探る。この中から、A01 が提供する枠組みを元に、言語の下位機能の神経科学的・分子生物学的実現を解明する。得られた結果から、階層性と意図共有を理解するための仮説を作る。

B02 人類進化班(言語の創発過程の人類学的研究): 考古学的遺物・化石人骨・ゲノム資料を材料として階層性と意図共有の発現を検討する。これに基づき、A01 が提供する枠組みを元に、ヒト科における言語機能の発生過程を実証的データ(遺物・化石・霊長類行動)と数理生物学的な手法を用いて描き出す。

B03 認知発達班(言語の発達過程の認知的研究): 音韻・文法・語彙・語用論という言語の各面と関係する非言語情報について、乳児、幼児の言語およびコミュニケーションの発達過程を精査する。A01 が提供する枠組みを元に、階層性と意図共有が乳幼児でいかに発現し発達するかを解明し、個体発生と系統発生に共通するコミュニケーションの原理を構築する。

C01 創発構成班(言語の起源・進化の構成的理解): 言語起源・進化を理解するための暫定的枠組みにもとづき、モデル化とシミュレーション技法、および心理・行動実験の方略を検討する。またロボット実験とシミュレーション実験の適用範囲を明確に定義する。A01 が提供する枠組みと、B01-B03 で得られたデータをもとに、ロボット実験、数理モデル、数値シミュレーションを駆使して言語起源・進化のシナリオを作る。また、言語進化実験・対話実験・SNS 解析から言

語の文化進化のメカニズムを探る。さらに情報環境の変化を考慮に入れたシミュレーションにより、ヒトと技術の共存についての提言を行う。

4. 研究の成果

本領域は人間が言語を用いて行う独自の「共創的コミュニケーション」が人間性の本質的理解への重要な手掛かりであると位置づけ、言語およびコミュニケーションの起源・進化の問題に学際的に取り組み、これを解明しようとした。その際、階層性と意図共有を共創の2大要因として位置づけ、これらの特質を生み出すメカニズムを進化的に明らかにすること、さらにこれら2つを統合的に理解することを直接の目的として、多様な異分野融合研究を展開した。A01班が提示した理論をB01-B03班が実験的に検証し、C01班がモデル化する、さらにそれに基づきA01班が新たな理論を作るというループが効果的に機能した。

2022年9月には、本領域が中心となって、言語起源に関する国際的な2つの組織Evolang（言語の文化進化に重点）とProtolang（言語の生物進化に重点）を統合した合同国際会議JCoLE (Joint Conference on Language Evolution)を金沢で開催することとなった。このことは、本領域の活動が国際的にも高く評価されていることを示す。また、基礎研究を活かした共創コミュニケーション技術においても、特にコロナ禍のもと対面コミュニケーションが限定された状況で、どのように意図共有が可能であるかについて深く考察し、それに基づきインターフェイス開発を行った。ロボットを司会として介入させ認知症患者の会話を誘発し言語機能を高める共想法はその成果のひとつである。領域全体の活動を通じて「共創言語進化学」という新たな学問領域を創成することができたとと言える。以下、研究項目ごとの概要を述べる。

A01班：理論言語学を中心とする言語進化研究を推進した。階層性と意図共有の統合的理解の観点から、言語の階層構造およびその思考への適応に注視する生成文法と、コミュニケーションに代表される言語の社会的機能に注視する認知言語学を無理なく融合することを目指した。言語学内部では激しく対立してきた2つの領域の融合を達成できた点において、本研究は革新的・創造的な学術研究と言える。組み合わせ操作として生成文法でいう「併合 Merge」を仮定しながらも、これは言語専用ではなくより一般的な認知機能の領域固有化の例であるという認知言語学的視点を加え、その認知機能には「多重注意」が含まれるとした。これらの成果は、B01-B03班の実験デザインとC01班のモデル構成を刺激した。

B01班：ヒトの言語と動物のコミュニケーション信号を連続的に理解する枠組みを構築した。第1に、動物の発声信号を言語学の諸概念を活用して分析する研究を先導した。ジュウシマツ、テナガザル、ヒトの発声信号を記号化した文字列が、いずれも文脈自由文法で記述できることを示した。また、シジュウカラの発声の分析から、動物の音声参照的に用いられていること、組み合わせにより新たな意味が創発する可能性があることを示した。第2に、家畜化による行動変容が、ヒトの言語能力と動物の発声可塑性に貢献した可能性について、オキシトシンとグルタミン酸による神経回路の制御に注目して論じた。いずれも広く関連分野を刺激する研究である。

B02班：7万年前の石器から樹脂の痕跡を発見したことで矢の存在が示唆された。また、チンパンジーが肉食獣と対峙して集団で屍肉食を行う様子を観察した。前者は階層性の萌芽であり、後者は意図共有の萌芽である。多くの学問分野において、文化的存在である人間と自然の一部である動物との間の不連続性が、暗黙のうちに前提とされている。しかし、自然と文化の二項対立に基づくこのような理解は、どのような進化的過程が自然の中に文化を生ぜしめたのかという極めて重要な問いを、単に回避するものである。人類進化の過程で獲得された言語が、人間を自然から脱却させたとの説明がなされることがあるが、言語能力がいつ、いかにして出現したのかを探求する試みはこれまで不十分であった。本研究領域の成果は、文化的存在である人間がいかにして自然の中に出現したのかを理解する道を拓き、関連学問分野に波及効果を及ぼすことが期待される。

B03班：発達心理学・発達言語学を中心とする言語進化研究を推進した。個体発生を人間の発達として捉え、階層性と意図共有が子どもにおいてどのように出現・発達するか、またそれらの融合・発展がいかに起こるかを明らかにした。これまでコミュニケーション能力発達に関する研究は、多くが意図共有の発達に関するものに偏る傾向があった。B03班は指差しなどの直示（意図明示的）コミュニケーションでは、意図共有は階層性を伴って提示されることにより精緻に起こること、逆に階層性はより精緻な意図共有を試みる中で発達することを、様々の実験結果により実証的に明らかにした。直示コミュニケーションの発現が言語進化を促す可能性を提示した。

C01班：階層性と意図共有、その融合について、創発構成論を駆使した研究を進めた。階層性を生む再帰的結合能力の進化シナリオ、ニューロエボリューションによる階層的認知の進化可能性、統語の階層性の文化進化のプロセスを提示した。また、意図共有の計算原理に関して、身体シミュレーションの重要性、敵対的模倣による相互作用の複雑化、フラクタル次元による運動意図推定など大きな進展があった。そして、両者の統合についても、2つの要素を再帰的に関連づけるself-attentionの意図共有における役割を示した。さらに、共創的コミュニケーションのデザインを可能とする、共想法、ニューロフィードバック、協調的会話を促進するエージェントの性質の解明など、様々な革新的な手法を開発した。

5. 主な発表論文等（受賞等を含む）

受賞

1. 京都大学たちばな賞（優秀女性研究者賞）西本希呼 「〈茨の国〉の言語 – マダガスカル南部 タンルイ語の記述」（令和元年）
2. 科学技術振興機構センター・オブ・イノベーションストリーム最優秀賞 吉村優子（令和元年）
3. 文部科学大臣表彰・若手科学者賞 新村毅「音声コミュニケーションの制御機構の解明と応用に関する研究」（令和2年）
4. 文部科学大臣表彰・若手科学者賞 鈴木俊貴「鳥類の音声コミュニケーションに関する動物言語学的研究」（令和3年）

発表論文（代表者、分担者、*責任著者）

A01

1. Moving beyond domain-specific vs. domain-general options in cognitive neuroscience. *Asano R, Boeckx C, Fujita K. *Cortex*, in press.
2. Human language evolution: A view from theoretical linguistics on how syntax and the lexicon first came into being. *Fujita H, Fujita K. *Primates* online, 2021.
3. Merge-generability as the key concept of human language: Evidence from neuroscience. *Tanaka K, Ohta S, et al., *Frontiers in Psychology* 10, 1-16, 2019.
4. Essential role of intraparietal sulcus in response inhibition predicted by parcellation-based network. *Osada T, Ohta S et al., *Journal of Neuroscience* 39, 2509-2501, 2019.
5. On the parallel evolution of syntax and lexicon: A Merge-only view. *Fujita K, *Journal of Neurolinguistics* 43B, 178-192, 2017.
6. Trait respect is linked to reduced gray matter volume in the anterior temporal lobe. *Nakatani H, Nakai T, Okanoya K et al. *Frontiers in Human Neuroscience* 14, 344, 2020.

B01

1. Evolutionary loss of complexity in human vocal anatomy as an adaptation for speech. Nishimura T, Tokuda IT, Miyachi S, Dunn J, Herbst CT, Ishimura K, Kaneko A, Kinoshita Y, Koda H, Saers JP, Imai H, Matsuda T, Larsen ON, Jürgens U, Hirabayashi H, Kojima S, *Fitch WT. *Science*, in press.
2. Graphomotor memory in Exner's area enhances word learning in the blind. Mizuochi-Endo T, Itou K, Makuuchi M, Kato B, Ikeda K, *Nakamura K. *Communications Biology* 4, 1-12, 2021.
3. Production of regular rhythm induced by external stimuli in rats. Katsu N, Yuki S, *Okanoya K. *Animal Cognition* 24, 1133-1141, 2021.
4. Measuring context dependency in birdsong using artificial neural networks. Morita T, Koda H, Okanoya K, *Tachibana RO. *PLoS Computational Biology* 17, e1009707, 2021.
5. Cockatiels sing human music in synchrony with a playback of the melody. *Seki Y. *PLOS ONE* 16, e0256613, 2021.
6. Variation in auditory neural activation in response to strain-specific songs in wild and domesticated female Bengalese finches. Kagawa H, Kato Y, Suzuki K, Kato M, *Okanoya K. *Behavioural Brain Research* 395, 112840, 2020.
7. Corticobasal ganglia projecting neurons are required for juvenile vocal learning but not for adult vocal plasticity in songbirds. Sánchez-Valpuesta M, Suzuki Y, Shibata Y, Toji N, Ji Y, Afrin N, ... Okanoya K, *Wada K. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 116, 22833-22843, 2019.
8. Other species' alarm calls evoke a predator-specific search image in birds. Suzuki TN. *Current Biology* 30, 2616-2620, 2020.
9. A feedforward circuit regulates action selection of pre-mating courtship behavior in female *Drosophila*. Ishimoto H, *Kamikouchi A. *Current Biology* 30, 396-407, 2020.

B02

1. Greetings among female chimpanzees in Mahale, Tanzania. *Nakamura M. *American Journal of Primatology*, in press.
2. Object sorting into a two-dimensional array in humans and chimpanzees. *Hayashi M, Takeshita H. *Primates* 62, 29-39, 2020.
3. Quantifying the spatial pattern of dialect words spreading from a central population. *Takahashi T, Ihara Y. *Journal of the Royal Society Interface* 17, 20200335, 2020.
4. A 1.4-million-year-old bone handaxe from Konso, Ethiopia, shows advanced tool technology in the early Acheulean. Sano K, Beyene Y, Katoh S, Koyabu D, Endo H, Sasaki T, Asfaw B, *Suwa G. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 117, 18393-18400, 2020.
5. Wild chimpanzees deprived a leopard of its kill: Implications for the origin of hominin confrontational

scavenging. *Nakamura M, Hosaka K, Itoh N, Matsumoto T, Matsusaka T, Nakazawa N, Nishie H, Sakamaki T, Shimada M, Takahata Y, Yamagami M, Zamma K. *Journal of Human Evolution* 131: 129-138, 2019.

6. The earliest evidence for mechanically delivered projectile weapons in Europe. *Sano K, Arrighi S, Stani C, Aureli D, Boschini F, Fiore I, Spagnolo V, Ricci S, Crezzini J, Boscato P, Gala M, Tagliacozzo A, Birarda G, Vaccari L, Ronchitelli A, Moroni A, Benazzi S. *Nature Ecology & Evolution* 3, 1409–1414, 2019.

B03

1. Marked Pointing Facilitates Learning Part Names: A test of lexical constraint versus social pragmatic accounts of word learning, *Kobayashi H, Yasuda T, Liszkowski U. *Journal of Child Language*, First View, 1-15, 2022.
2. Ostensive gaze shifting changes referential intention in word meanings: an examination of children's learning of part names, *Yasuda T, Kobayashi H. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 48, 272-283, 2022.
3. School readiness in language-minority dual language learners in Japan: Language, executive function, and theory of mind, *Sudo M, Matsui T. *The Journal of Genetic Psychology* 7.5875, 375-390, 2021.
4. Perception of native and non-native phonemic contrasts in children with autistic spectrum disorder: effects of speaker variability, *Matsui T, Uchida M, Fujino H, Tojo Y, Hakarino K. *Clinical Linguistics and Phonetics* 39, 44580, 2021.
5. Developmental differences in the hemodynamic response to changes in lyrics and melodies by 4- and 12-month-old infants, *Yamane N, Sato Y, Shimura Y, Mazuka R. *Cognition* 213, 104711, 2021.
6. Self-face perception in 12-month-old infants: A study using the morphing technique. *Nitta H, Hashiya K. *Infant Behavior and Development* 62, 101479, 2021.
7. Sequential interpretation of pitch prominence as contrastive and syntactic information: Contrast comes first, but syntax takes over, *Hirose Y. *Language and Speech* 63,455-478, 2020.
8. Syntactic structure influences speech-gesture synchronization. Kashiwadate K, Yasuda T, Fujita K, Kita S, *Kobayashi H. *Letters on Evolutionary Behavioral Science* 11, 1014, 2020.
9. Development of attentional networks during childhood and adolescence: A functional MRI study. Saito DN, *Fujisawa TX, Yanaka HT, Fujii T, Kochiyama T, Makita K, Tomoda A, Okazawa H. *Neuropsychopharmacology Reports* 2022.

C01

1. Psycho-linguistic differences among competing vaccination communities on social media. Shi J, Ghasiya P, *Sasahara K. *APSIPA Transactions on Signal and Information Processing*, accepted.
2. Evolution of metamemory based on self-reference to own memory in artificial neural network with neuromodulation. *Yamato Y, Suzuki R, Arita T. *Scientific Reports* 12, 6233, 2022.
3. Multiagent multimodal categorization for symbol emergence: Emergent communication via interpersonal cross-modal inference. *Hagiwara Y, 他 3 名. *Advanced Robotics* 36, 239-260, 2022.
4. Evolution of trustfulness in the case where resources for cooperation are sometimes absent. *Kurokawa S. *Theoretical Population Biology* 145, 63-79, 2022.
5. The emergent constructive approach to evolinguistics: considering hierarchy and intention sharing in linguistic communication. *Hashimoto T. *J Systems Science and Systems Engineering* 29, 675–696, 2020.
6. A semantic web-based representation of human-logical inference for solving Bongard problems. Maniama J, *Wagatsuma H. *J Universal Computer Science*, 26, 1343-1363, 2020.
7. Mechanisms of intentional joint visual attention. *Konno T. *Philosophical Inquiries* 7, 63-76, 2019.
8. An integrated model of gene-culture coevolution of language mediated by phenotypic plasticity. *Azumagakitō T, Suzuki R, Arita T. *Scientific Reports* 8, 8025, 2018.
9. Commitment-enhancing tools in Centipede games: Evidencing European–Japanese differences in trust and cooperation. *Krockow EM, Takezawa M, 他 5 名. *Judgment and Decision Making* 13, 61-72, 2018.
10. Cognitive intervention through photo-integrated conversation moderated by robots (PICMOR) program: A randomized controlled trial. *Otake-Matsuura M, 他 7 名. *Frontiers in Robotics and AI* 8, 633076, 2021.

ホームページ等

共創言語進化領域 HP <http://evolvinglinguistics.net/>

領域主催国際会議 JCoLE の HP <https://sites.google.com/view/joint-conf-language-evolution/home>