

領域略称名：共創言語進化
領域番号：4903

令和4年度科学研究費助成事業
「新学術領域研究（研究領域提案型）」
に係る研究成果報告書（研究領域）兼
事後評価報告書

「共創的コミュニケーションのための言語進化学」

領域設定期間

平成29年度～令和3年度

令和4年6月

領域代表者 東京大学・大学院総合文化研究科・教授・岡ノ谷 一夫

目 次

研究組織

1 総括班・総括班以外の計画研究	2
2 公募研究	3

研究領域全体に係る事項

3 交付決定額	9
4 研究領域の目的及び概要	10
5 審査結果の所見及び中間評価結果の所見で指摘を受けた事項への対応状況	12
6 研究目的の達成度及び主な成果	14
7 研究発表の状況	19
8 研究組織の連携体制	24
9 研究費の使用状況	25
10 当該学問分野及び関連学問分野への貢献の状況	27
11 若手研究者の育成に関する取組実績	28
12 総括班評価者による評価	29

研究組織 (令和4年3月末現在。ただし完了した研究課題は完了時現在、補助事業廃止の研究課題は廃止時現在。)

1 総括班・総括班以外の計画研究

研究項目[1]	課題番号 研究課題名	研究期間	研究代表者 氏名	所属研究機関・部局・職	人数 [2]
X00 総	17H06378 共創言語進化・総括班	平成29年度 ～ 令和3年度	岡ノ谷 一夫	東京大学・大学院総合文化 研究科・教授	1
A01 計	17H06379 言語の起源・進化研究の理論的枠 組み	平成29年度 ～ 令和3年度	藤田 耕司	京都大学・大学院人間・環境 学研究科・教授	5
B01 計	17H06380 言語の下位機能の生物学的実現	平成29年度 ～ 令和3年度	岡ノ谷 一夫	東京大学・大学院総合文化 研究科・教授	5
B02 計	17H06381 言語の創発過程の人類学的研究	平成29年度 ～ 令和3年度	井原 泰雄	東京大学・大学院理学系研 究科・准教授	5
B03 計	17H06382 言語の発達過程の認知科学的研究	平成29年度 ～ 令和3年度	小林 春美	東京電機大学・理工学部・教 授	4
C01 計	17H06383 言語の起源・進化の構成的理解	平成29年度 ～ 令和3年度	橋本 敬	北陸先端科学技術大学院大 学・先端科学技術研究科・教 授	9
総括班・総括班以外の計画研究 計 6 件 (廃止を含む)					

[1] 総：総括班、国：国際活動支援班、計：総括班以外の計画研究、公：公募研究

[2] 研究代表者及び研究分担者の人数（辞退又は削除した者を除く。）

2 公募研究

研究 項目[1]	課題番号 研究課題名	研究期間	研究代表者 氏名	所属研究機関・部局・職	人数 [2]
A01 公	18H05062 実験室の言語進化と理論言語学をつなぐ新造語の研究	平成 30 年度 ～ 令和元年度	宇野 良子	東京農工大学・工学研究院・准教授	1
A01 公	18H05065 多言語能力への生物言語学的アプローチ	平成 30 年度 ～ 令和元年度	尾島 司郎	横浜国立大学・教育学部・准教授	1
A01 公	18H05081 音韻範疇を対象とした併合操作により構築される回帰的階層構造の実在性を探求する研究	平成 30 年度 ～ 令和元年度	那須川 訓也	東北学院大学・文学部・教授	1
A01 公	18H05086 共創言語進化における間投詞の意味・機能・構造に関する研究	平成 30 年度 ～ 令和元年度	川原 功司	名古屋外国語大学・外国語学部・准教授	1
A01 公	18H05091 言語と音楽の階層的神経情報表現に関する定量モデルの構築	平成 30 年度 ～ 令和元年度	中井 智也	情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター・研究員	1
B01 公	18H05056 他個体から得た情報と実体験を統合する神経回路の解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	野村 洋	北海道大学・薬学研究院・講師	1
B01 公	18H05059 音声コミュニケーションをとまなう向社会行動の神経基盤の解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	正水 芳人	理化学研究所・脳神経研究センター・副チームリーダー	1
B01 公	18H05063 発声の制御遺伝子の同定と分子進化の解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	新村 毅	東京農工大学・農学研究院・准教授	1
B01 公	18H05069 ショウジョウバエをモデルとした歌学習機構の解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	上川内 あづさ	名古屋大学・理学研究科・教授	1
B01 公	18H05070 霊長類の警戒音声は生得的な脅威対象と連合するか？警戒音声言語進化仮説の検証	平成 30 年度 ～ 令和元年度	川合 伸幸	名古屋大学・情報学研究科・教授	1
B01 公	18H05071 イルカのコンタクトコールの進化から探るヒトの名前の起源	平成 30 年度 ～ 令和元年度	森阪 匡通	三重大学・生物資源学研究科・准教授	1
B01 公	18H05072 類人猿と鳥類のその場にはない物事を抽象的に理解する能力の解明：意図理解・記憶・想像	平成 30 年度 ～ 令和元年度	狩野 文浩	京都大学・高等研究院・特定准教授	1

B01 公	18H05074 鳥類をモデルに探る統語の進化の 制約要因	平成 30 年度 ～ 令和元年度	鈴木 俊貴	京都大学・白眉センター・特 定助教	1
B01 公	18H05088 齧歯類の同異概念形成を担う脳内 メカニズムの解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	櫻井 芳雄	同志社大学・脳科学研究科・ 教授	1
B01 公	18H05089 聴覚一発声制御の神経回路と社会 的刺激によるその調整	平成 30 年度 ～ 令和元年度	小林 耕太	同志社大学・生命医科学部・ 准教授	1
B01 公	18H05090 下位言語能力としての向社会性を 支える脳機能	平成 30 年度 ～ 令和元年度	横山 ちひろ	理化学研究所・生命機能科 学研究センター・上級研究 員	1
B02 公	18H05058 臨床例からみた言語の下位機能と 階層性に関する統合的研究	平成 30 年度 ～ 令和元年度	鈴木 匡子	東北大学・医学系研究科・教 授	1
B02 公	18H05066 文化技術の構造から言語進化を 探る	平成 30 年度 ～ 令和元年度	中橋 涉	早稲田大学・社会科学総合 学術院・専任講師	1
B02 公	18H05077 言語進化から見た摩擦子音を含む 音節の構音に必要な解剖学的・物 理的条件	平成 30 年度 ～ 令和元年度	野崎 一徳	大阪大学・歯学部附属病院・ 准教授	1
B02 公	18H05080 ヒトらしさの進化：民族集団史と 言語・音楽の共進化関係の解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	松前 ひろみ	東海大学・医学部・助教	1
B02 公	18H05085 ヒトの言語進化と法進化の連動性 研究：言語・道徳・法の進化と実証 的「神経法学」	平成 30 年度 ～ 令和元年度	和田 幹彦	法政大学・法学部・教授	1
B03 公	18H05060 コミュニケーション意図の推論と その非定型性に関する定量的検討	平成 30 年度 ～ 令和元年度	明地 洋典	東京大学・大学院総合文化 研究科・助教	1
B03 公	18H05061 音声とジェスチャーの分節化：発 達認知脳科学的手法による相互発 達過程の解明	平成 30 年度 ～ 令和元年度	開 一夫	東京大学・大学院総合文化 研究科・教授	1
B03 公	18H05067 自閉スペクトラム症幼児における コミュニケーション態度を伝達す る音声処理の脳内基盤	平成 30 年度 ～ 令和元年度	吉村 優子	金沢大学・人間社会研究域 学校教育系・准教授	1
B03 公	18H05082 言語獲得初期における階層性学習 と意図共有の脳内機構	平成 30 年度 ～ 令和元年度	皆川 泰代	慶應義塾大学・文学部・教授	1

B03 公	18H05083 自閉スペクトラム症児への包括的 言語発達支援プログラムの開発と 評価	平成 30 年度 ～ 令和元年度	山本 淳一	慶應義塾大学・文学部・教授	1
B03 公	18H05084 感覚から記号、記号体系へ：触知覚 語における習得及び喪失過程の実 験的検討	平成 30 年度 ～ 令和元年度	今井 むつみ	慶應義塾大学・環境情報学 部・教授	1
C01 公	18H05057 深層学習を用いた模倣学習による 文法創発モデル	平成 30 年度 ～ 令和元年度	飯塚 博幸	北海道大学・情報科学研究 院・准教授	1
C01 公	18H05064 (廃止) 意図共有と言語階層化に向けた集 団適応に基づく人とエージェント のインタラクション	平成 30 年度	高玉 圭樹	電気通信大学・大学院情報 理工学研究科・教授	1
C01 公	18H05068 認知アーキテクチャを用いた自閉 的傾向のコミュニケーションモデ ルの構築	平成 30 年度 ～ 令和元年度	森田 純哉	静岡大学・情報学部・准教授	1
C01 公	18H05076 発話意図を表す機能語の獲得と進 化の構成的理解	平成 30 年度 ～ 令和元年度	岡 夏樹	京都工芸繊維大学・情報工 学・人間科学系・教授	1
C01 公	18H05079 教示学習を通じた記号化から言語 化への経時的認知発達に基づく構 成論的研究	平成 30 年度 ～ 令和元年度	久保田 直行	首都大学東京・システムデ ザイン学部・教授	1
C01 公	18H05087 脳波デコーディングを用いた階層 的コミュニケーションの構成的検 証と制御	平成 30 年度 ～ 令和元年度	奥田 次郎	京都産業大学・情報理工学 部・教授	1
A01 公	20H04991 認知言語学に基づいた言語進化実 験にみる文の創発	令和 2 年度 ～ 令和 3 年度	宇野 良子	東京農工大学・工学研究院・ 教授	1
A01 公	20H05007 音韻系における併合操作と階層構 造の実在性を探求する研究	令和 2 年度 ～ 令和 3 年度	那須川 訓也	東北学院大学・文学部・教授	1
A01 公	20H05015 レキシコンの起源に関する理論 的・実証的研究	令和 2 年度 ～ 令和 3 年度	大関 洋平	東京大学・大学院総合文化 研究科・講師	1
A01 公	20H05018 共創言語進化におけるイデオフォ ンの階層性と意図共有に関する研 究	令和 2 年度 ～ 令和 3 年度	川原 功司	名古屋外国語大学・外国語 学部・准教授	1

A01 公	20H05023 言語と音楽を介した能動的コミュニケーションの脳情報モデル構築	令和2年度 ～ 令和3年度	中井 智也	情報通信研究機構・脳情報 通信融合研究センター・ 研究員	1
B01 公	20H04987 比較オミックス解析による霊長類 の発声行動と音声コミュニケーション の遺伝基盤の解明	令和2年度 ～ 令和3年度	早川 卓志	北海道大学・地球環境科学 研究院・助教	1
B01 公	20H04997 歌識別学習を制御する記憶システ ムの分子基盤	令和2年度 ～ 令和3年度	上川内 あづさ	名古屋大学・大学院理学研 究科・教授	1
B01 公	20H04998 マーモセットは他個体の脅威の状 況に合わせて警戒音声を発する頻 度を変えるか？	令和2年度 ～ 令和3年度	川合 伸幸	名古屋大学・情報学研究科・ 教授	1
B01 公	20H05000 類人猿の他者の誤信念理解に基づ く予測的注視の研究：心の理論と ミニマル心の理論	令和2年度 ～ 令和3年度	狩野 文浩	京都大学・野生動物研究セ ンター・特定准教授	1
B01 公	20H05001 鳥類の音声コミュニケーションに おける階層的な情報の併合	令和2年度 ～ 令和3年度	鈴木 俊貴	京都大学・白眉センター・特 定助教	1
B01 公	20H05012 鳥類音声模倣学習を可能にする内 分泌脳内サージの発生時期特異的 作用機構の解明	令和2年度 ～ 令和3年度	本間 光一	帝京大学・薬学部・教授	1
B01 公	20H05017 メタ認知的コントロールの比較認 知	令和2年度 ～ 令和3年度	後藤 和宏	相模女子大学・人間社会学 部・准教授	1
B01 公	20H05020 齧歯類の概念形成とメタ認知を担 う脳内メカニズムの解明	令和2年度 ～ 令和3年度	櫻井 芳雄	同志社大学・脳科学研究科・ 教授	1
B01 公	20H05021（廃止） 霊長類脳の2光子カルシウムイメ ージングにより解明する社会行動 の神経基盤	令和2年度 ～ 令和3年度	正水 芳人	同志社大学・脳科学研究科・ 教授	1
B02 公	20H04988 中期更新世人類遺跡における石器 製作技術の学習行動の分析とその 進化的意義	令和2年度 ～ 令和3年度	高倉 純	北海道大学・埋蔵文化財調 査センター・助教	1
B02 公	20H04999 古代人の顎形状を用いた歯茎摩擦 音/s/発音の下位機能発現時期の推 定	令和2年度 ～ 令和3年度	吉永 司	豊橋技術科学大学・機械工 学系・助教	1

B02 公	20H05011 階層的構造に基づく創造的オプション生成の神経基盤	令和2年度 ～ 令和3年度	飯島 和樹	玉川大学・脳科学研究所・研究員	1
B02 公	20H05013 集団史から見た、ホモ・サピエンスにおける言語の多様性と進化	令和2年度 ～ 令和3年度	松前 ひろみ	東海大学・医学部・助教	1
B02 公	20H05014 階層的な文構造処理のためのブローカ野と小脳の連携仮説の提案とその検証	令和2年度 ～ 令和3年度	中谷 裕教	東海大学・情報通信学部・講師	1
B03 公	20H04990 2者間の非言語情報の同調が言語コミュニケーションに与える影響	令和2年度 ～ 令和3年度	川崎 真弘	筑波大学・システム情報系・准教授	1
B03 公	20H04993 自閉スペクトラム症幼児における意図共有の脳内基盤と初期の言語獲得過程の関連	令和2年度 ～ 令和3年度	吉村 優子	金沢大学・学校教育系・准教授	1
B03 公	20H04995 多様な個人による共創的コミュニケーションの認知神経科学的研究	令和2年度 ～ 令和3年度	藤澤 隆史	福井大学・子どものこころの発達研究センター・准教授	1
B03 公	20H05002 ダイナミックシステム・アプローチによる語の意味分化と誘導に関する発達モデルの構築	令和2年度 ～ 令和3年度	阪上 雅昭	京都大学・人間環境学研究所・教授	1
B03 公	20H05008 授与動詞構文の理解を支える視点取得能力の発達	令和2年度 ～ 令和3年度	米田 英嗣	青山学院大学・教育人間科学部・准教授	1
B03 公	20H05009 自閉スペクトラム症児の共創的コミュニケーションへの発達支援	令和2年度 ～ 令和3年度	山本 淳一	慶應義塾大学・文学部・教授	1
B03 公	20H05010 発達初期の階層性学習の脳内基盤と発声の階層性構造	令和2年度 ～ 令和3年度	皆川 泰代	慶應義塾大学・文学部・教授	1
C01 公	20H04989 累積的文化進化における敵対的模倣学習によるシグナルの構造化	令和2年度 ～ 令和3年度	飯塚 博幸	北海道大学・情報科学研究院・准教授	1
C01 公	20H04994 潜在的な階層性をもつ非言語行為の意図推定過程の解明	令和2年度 ～ 令和3年度	日高 昇平	北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授	1
C01 公	20H04996 階層的コミュニケーションの成立に寄与する自閉傾向に関する認知モデリング	令和2年度 ～ 令和3年度	森田 純哉	静岡大学・情報学部・准教授	1

C01 公	20H05004 対話行為(発話意図)を表す機能語の獲得と進化の構成的理解	令和2年度 ～ 令和3年度	岡 夏樹	京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・教授	1
C01 公	20H05005 共時的情報を統合する神経回路網による数学概念の獲得と感覚-記号関係の探求	令和2年度 ～ 令和3年度	末谷 大道	大分大学・理工学部・教授	1
C01 公	20H05019 実験記号論の拡張に基づく環境適合的言語構造の共進化過程の構成的検証	令和2年度 ～ 令和3年度	奥田 次郎	京都産業大学・情報理工学部・教授	1
C01 公	20H05022 言語能力と認知機能の生涯発達を支援する共創的コミュニケーション技術の開発	令和2年度 ～ 令和3年度	大武 美保子	理化学研究所・革新知能統合研究センター・チームリーダー	1
公募研究 計 66 件 (廃止を含む)					

[1] 総：総括班、国：国際活動支援班、計：総括班以外の計画研究、公：公募研究

[2] 研究代表者及び研究分担者の人数（辞退又は削除した者を除く。）

研究領域全体に係る事項

3 交付決定額

年度	合計	直接経費	間接経費
平成 29 年度	212,160,000 円	163,200,000 円	48,960,000 円
平成 30 年度	304,330,000 円	234,100,000 円	70,230,000 円
令和元年度	300,690,000 円	231,300,000 円	69,390,000 円
令和 2 年度	298,870,000 円	229,900,000 円	68,970,000 円
令和 3 年度	284,050,000 円	218,500,000 円	65,550,000 円
合計	1,400,100,000 円	1,077,000,000 円	323,100,000 円

4 研究領域の目的及び概要

研究領域全体を通じ、本研究領域の研究目的及び全体構想について、応募時の領域計画書を基に、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。なお、記述に当たっては、どのような点が「革新的・創造的な学術研究の発展が期待される研究領域」であるか、研究の学術的背景や領域設定期間終了後に期待される成果等を明確にすること。

ヒトと他の動物を峻別したのは、言語による生産的かつ協力的なコミュニケーションが可能にする創造性である。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（図1A）。一方、ヒトの言語では、個々人が概念の階層的な構造（Chomsky, 2005）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、一次元の音列から逆に概念の階層構造を推測・再構成する。そしてこの過程は、話者同士が互いの表現の背後にある意味を理解しようとする意図共有（Tomasello, 2010）の姿勢によって支えられている。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」をも可能にするものである（図1B）。

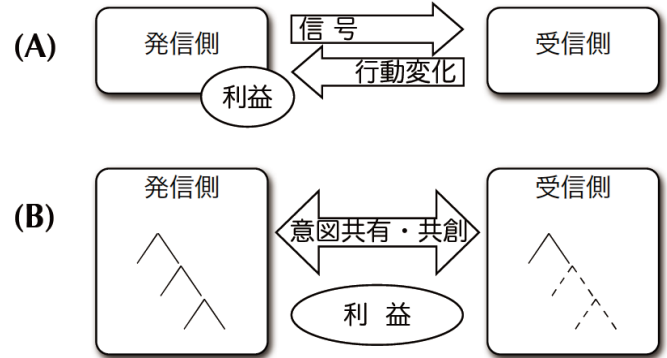


図1 (A)動物コミュニケーションと (B)共創的言語コミュニケーション

ヒトの言語はいかに現れ（起源）、どのように現在のようになったのか（進化）。この疑問は過去には荒唐無稽であるとされていたが、諸科学の発展により、1996年にこの分野の国際会議（Evolang）が発足し隔年開催されている。しかしEvolangを含め、欧米における言語進化研究は（1）異分野間の協力関係が十分成立しておらず各研究者は自らの専門分野内にとどまって時には他分野をよく理解しないまま相互批判を繰り返している、（2）言語能力の精緻な理論化を行う理論言語学の知見が十分に反映されていない、（3）理論言語学内部でも生成文法学派（Chomsky, 2005 他）と認知言語学派（Tomasello, 2010 他）の間に、言語能力の生得性や領域固有性・モジュール性を巡って深い対立が続いている、という根深い問題を抱えてきた。こうした背景がある状況において、本領域が採択されるまで3回の新学術領域研究への申請も含め、領域代表者・計画班代表者らを中心とした議論を続けてきた結果、私たちは以下の着想を得た。前述の学問的視点の相違から分離してきた理論言語学の二大学派を統合することで、言語・概念の階層構造と意図共有の双方を主軸としかつそれらを統合する共創的コミュニケーションの包括的理論を作ることができる。現代の生物学・人類学・認知科学の知見から、言語の下位機能の予測が可能であり、その進化・発達と神経機構を解明することができる。共創的コミュニケーションの理論に基づき、実験的知見を統合し、構成論でその妥当性の検討と工学的な実装ができる。この体制で言語の起源と進化を理解し、より豊かな共創的コミュニケーションのあり方が見えてくるはずである。

言語はゲノムと文化の両方に関わるものであり、生物進化と文化進化の相互作用によって発生したと考えられる。言語を中心としたコミュニケーションの起源と進化の問題は、必然的に広い領域の科学の統合を必要とする。本領域には、言語理論班、行動生物班、人類進化班、認知発達班、創発構成班が設けられている。それぞれの班が対象とする学問分野は左表にまとめられるとおりであり、人文・社会系の学問と自然科学系・工学系の学問が含まれている。言語理論班による分析的・説明的枠組みを、行動生物班・人類進化班・認知発達班により実験的に検証し、得られた結果

研究実施班	関連分野
言語理論班	生成文法・認知言語学・歴史言語学・音韻論・生物言語学
行動生物班	分子生物学・ゲノム科学・認知科学・文化進化 神経科学・生物心理学・霊長類学・生物言語学
人類進化班	進化モデル・認知考古学・形態人類学・霊長類学・ゲノム科学
認知発達班	発達心理学・言語獲得・語用論・認知言語学・認知科学
創発構成班	複雑系科学・言語進化実験・計算モデル・進化モデル 文化進化・社会ネットワーク解析・ロボット工学

を創発構成班によってまとめあげる。このことで、言語とコミュニケーションの起源と進化に関する科学的妥当性の高いシナリオを作るとともに、急激に変化する情報環境と生物学的ヒトとの軋轢の中で、人類の幸福につながる未来の共創的コミュニケーションのあり方について提言を行うことを目指す。

本領域は、言語起源・進化研究には理論言語学を中心に据えることが重要であることに合意している点、また理論言語学の土台に生物学・心理学を中心とした実証的研究を配し、その成果を構成論的にまとめあげる体制をとっている点において国内外に例を見ない独創性・新規性を有するものであり、この研究分野において最も統合の進んだグループとして認識され、国際的評価も高い。さらに、階層性と意図共有を言語の両輪と捉え、そこから生まれるコミュニケーションを共創的コミュニケーションとして研究対象にした点に独創性がある。

A01 言語理論班は、理論言語学の最新知見に基づいた言語進化の妥当なシナリオを構成し、これを作業仮説として領域全体に提供する役割を担う。この仮説を他班による実験やモデル化を通じて検証し、より整合性と説明力に富んだ仮説へと昇華することで、領域全体として革新的な言語進化理論の構築を目指す。またその中で、これまでは不可能であった異分野の統合を実現し、共創言語進化学という新しい学際領域の確立と推進を行う。言語は複数の前言語的機能からなる複合的能力である。この共通理解に基づき、そのそれぞれの前駆体の同定とそこから人間言語へと推移する「生物進化」の様態の究明、さらにその後の歴史的過程におけるコミュニケーションに動機づけられた言語の「文化進化」のメカニズムの解明を行う。

B01 行動生物班は、言語が複合的な機能であることを前提に、基盤となる機能を動物行動に同定し、その進化と神経機構を解明することを目指す。階層性は、分節化（その逆の操作としての凝節化も含む）と規則形成とに分割できる。意図共有は、同調と視点取得に分割できる。同調とは、他者と時間的に相関する動作を起こすことであり、視点取得とは他者の視点（立場）からの眺め（状況）を推測することである。これら4つの機能について、齧歯類・鳥類・ヒト以外の霊長類・ヒトの4つの動物群を対象とした研究を行う。それぞれの機能について、行動・神経回路・遺伝子の3つのレベルの分析を適用する。

B02 人類進化班は、ヒトと他の動物とを隔てる最重要要素のひとつとしての言語能力に注目し、その起源と進化を解明する。B02のメンバーは、各自の研究（形態人類学、考古学、類人猿の社会生態、遺伝子文化共進化、比較認知科学）を通じ、言語進化研究における2つの課題を認識するに至った。第1は、言語能力進化の歴史的側面の理解である。化石人骨や考古遺物の証拠に基づき、言語能力を構成する個々の下位機能の出現を人類進化のタイムライン上に位置付ける。第2は、生態学的側面の理解である。ヒト科の中で人類でのみ言語能力が発生した理由を知るために、ヒトと類人猿の社会生態学的要因を比較し、言語能力の下位機能がどのような社会生態学的ニッチへの適応であったのかを明らかにする。

B03 認知発達班は、意図共有と階層性が絡み合っ直示（ostension）が出現し、人間の共創的コミュニケーションの進化に繋がったという仮説を立て、言語の個体発達過程からこの仮説を検討する。直示コミュニケーションとは、ヒトが他者に意図明示的に行うコミュニケーション様式であり、「ooと相手は考えていると自分はわかっていることを相手は知っている」のような、複雑な埋め込み文で記述可能な階層性を伴う。本班では協力的な社会構築に寄与しうる、人間の共創的コミュニケーション発達のあり方を提示することも目指す。

C01 創発構成班は、人間の言語コミュニケーションの特質は、階層構造を実現する再帰的な統語演算能力、および、他者と意図共有する能力が結合して、新しい概念を組織や集団で累積的に構築する共創が可能になる点にあると考える。この共創的コミュニケーションの起源・進化について、システムを構築し動かして解析する創発構成論の方法により複雑な対象の創発・複雑化・構造化を解明するため、以下の3つを目的とする。A) 言語の階層性と意図伝達能力が、生物進化や文化進化、その間の相互作用を通じて形成・発展するプロセスを示す。B) 意味・概念を表し意図を共有する記号コミュニケーションシステムが創発し累積的に発展するプロセスを示す。C) 実社会において現在も変化し続けている言語の文化進化プロセスとメカニズムを示す。

本領域は、言語起源の2つの柱として階層性と意図共有を置いた。これらを統合することで新たな言語起源論を作り、さらに未来のコミュニケーションへの提言を与えることが、本領域の目的であった。言語の階層性に関する理論的研究の中心である Chomsky は共著書 *Why Only Us* (2015)において領域代表である岡ノ谷の鳥のさえずり研究を大幅に引用してヒトの特異性を論じ、その後もいくつかの共著論文でこの論点を発展させている。言語の意図共有を代表とする Tomasello は、領域会議で講演した後、引き続き我々との議論を続けており、今年7月にもシンポジウムを共催する。このように、当初の目的である階層性と意図共有の統合は、着実に進んでおり、そこから汎用併合や自己家畜化と言った新たなアイデアに基づく研究を生み出している。また、これらの基礎研究を応用した共創の技術についても重要な研究成果を得ている。

5 審査結果の所見及び中間評価結果の所見で指摘を受けた事項への対応状況

研究領域全体を通じ、審査結果の所見及び中間評価結果の所見において指摘を受けた事項があった場合には、当該指摘及びその対応状況等について、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。

(審査結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況)

審査結果の所見において、以下の3点の留意事項・参考意見があった。

1. 「各計画研究ではヒトを対象とした研究が薄い印象があるので、公募研究ではこれを強化することが必要である。」

対応：各計画研究では、言語理論 (A01) はそもそもヒトを対象とし、音楽知覚・生成や描画行動 (B01)、考古学データ (B02)、乳幼児・成人 (B03)、言語進化実験や社会・言語データの分析 (C01) など、ヒトを対象とした研究を行っている。加えて、公募班では40件以上のヒト対象の研究があり、乳幼児・成人・高齢者など様々な対象に対し最先端の手法で研究が進められ、計画研究で元々進めていたヒトを対象とした研究に公募研究が結びつき、言語の起源・進化のヒト研究の分厚い層を築いた。

2. 「C01 班においてシミュレーションやロボット実験と言語起源・進化の理解をどのように融合していくかについては不明瞭である。ロボット実験は共創的コミュニケーション解明の成果を適切に見せる重要なポイントであるので、どのように連携して共創的コミュニケーションに寄与するのかを明確にすることが必要である。」

対応：言語コミュニケーションは複数の機能が相互作用して実現し、その進化過程ではニッチ構築や自家畜化など環境・適応度自体の変化や、発達・文化進化・生物進化の相互作用がかかわる。このような複雑なメカニズムと進化ダイナミクスの理解には、言語コミュニケーション行動やその前駆体を想定しつつある程度抽象化されたモデルによる、大規模・長期のシミュレーションによる分析、計算モデルの構築とエージェントやロボットへの実装による検証が不可欠である。C01 班は他班が提示する言語の起源に関する仮説に基づくモデル構築により、仮説の妥当性・実装可能性を検証し、種々の条件や異なる計算機構による実験を通して新たな知見の提供や仮説の精緻化を行った。

C01 班の研究では、言語起源・進化について他班の成果も採り入れたロボット実験やシミュレーションで、共創的コミュニケーションの実現・促進にかかわる様々な知見を得た。ロボットに階層性と意図共有を採り入れることで、ヒトの曖昧な指示がロボットに解釈可能となり、ヒト・機械の知識共有と価値創出への道筋を示した。仮想空間コミュニケーションのモデルにより、グループの自発的な解散・再構築を促す協力的エージェント、グループを分断し再構築のきっかけをつくる非協力的エージェントが共に協調的会話の促進に有用であることを発見した。さらに、言語能力と認知機能の生涯発達を支援する共創的コミュニケーション技術である共想法を、対面のグループ会話、スマートフォンアプリを用いた非対面遠隔会話、ロボットとの対話、話題共有等で実装した。結果、ロボットとの対話は対面のグループ会話と同様の効果が得られるという興味深い知見を得た。ヒト同士の対面・オンラインの相互作用に加え、人工エージェントとの共創が起こるであろうこれからの世界に寄与する革新的で非常に有効な知見を示し得たと言える。

3. 「「階層性」と「意図共有」の融合で何が生まれるのか、5年間の達成目標、計画研究班間の具体性など抽象的であり、広く理解できるよう分かりやすく説明することが望まれる。」

対応：領域での議論・研究を通じて次の作業定義ができた。階層性：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。意図共有：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。この作業定義により研究方針は以下のようにより具体的になった。作業定義を理論言語学の概念で説明 (A01) し、作業定義に基づいて実験を計画・実行 (B01-B03)、モデル構築・言語進化実験 (C01) を進めた。

新しい概念を生む階層性とそれを他者と共有する意図共有の融合により言語能力が出現し、コミュニケーションが共創的になって、高度な物質文化・精神文化や社会制度を生み出し発展させた。未来のコミュニケーションも両者のバランスよい融合で生み出されるべきだが、むしろ現代社会の問題の一面はこのバランス欠如による面がある。たとえば、本領域の研究により、階層性を進化させた言語は意図共有が過度に生じやすいオンライン環境下では、フェイクやヘイトが拡散するという負の側面が顕わになった。本領域は、意図共有・階層性・その融合の実現について、生物進化・人類学的知見・言語理論・発達の制約に照らし、かつ計算原理としても妥当なシナリオを提示することを達成目標とした。この理解を基盤に両者のバランスを取る方法を提案できる。たとえば、SNS で共有過多を生み出す原因の理解、協力的・非協力的エージェントの有効性、誤解の創造への有効性など、言語およびヒトのコミュニケーション性向の理解に基づく対策の検討を進めた。

(中間評価結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況)

中間評価結果の所見において、以下の2点の指摘を受けた。(評価結果:A)

1. 「階層性や意図共有それぞれについて、さらに精緻な研究が進展することを期待したい。」

対応: 各班および班間連携で階層性・意図共有・両者の融合について精緻な研究を展開し、以下の通り様々な成果を得た。

階層性については、「併合」の進化的前駆体について「運動制御起源仮説」および「カテゴリ化起源仮説」の2つの重要な仮説を提起し両者の統合を試みたほか、その神経基盤や音楽など言語以外の機能との進化的関係性を掘り下げて検討した。また併合を「容器のメタファー」から認知言語学的に捉え直すことで生成文法と認知言語学の融合の手掛かりを得た。ヒト・テナガザル・ジュウシマツの発声信号から同じ方法で規則抽出をした結果、どの種の信号でも長距離依存性と埋め込みのパターンがあるという、種を超えた階層性の基盤を連携研究により発見した。人類による道具の製作や使用を支える神経基盤が言語能力の前適応となった可能性を検討するため、言語学者、考古学者、霊長類学者らの連携により、言語が持つ階層性と石器製作工程の階層性との間の認知的な対応関係を見出した。発達に関しては、階層性を含む音声の基盤単位の組み合わせについて、すでに乳児期から感受性が高いことを明らかにした。そして、併合の適応的機能は生成物・生成方法の多様化であり、資源獲得競争が厳しい環境で進化し得ることを示した。

意図共有については、定型発達児と自閉症スペクトラム児の比較による間投詞の意図共有に果たす役割を明らかにしたほか、会話分析や相互行為と認知のインターフェイスの研究から言語コミュニケーションにおける意図共有の仕組みを解明した。オカメインコ・ラット・マーモセットを対象とした連携研究において、他者の行動表象が自己の行動を変調するという、種を超えた意図共有の基盤を発見した。直示コミュニケーションにおける指さしの意味解釈について、指の動きや視線と指さしの協調から意図解釈が起こることを示した。意図共有の計算原理に関して、記号による意図理解でも身体シミュレーションが有効であること、行為時系列のフラクタル次元推定により潜在的意図の判別が可能なこと、意図の共有・非共有が競合する敵対的模倣学習により相互作用ダイナミクスの複雑化・構造化が生じることを明らかにした。

さらに、階層性と意図共有の融合については、両者に共通する認知基盤として「多重注意」に着目することで、両者の統合理解が可能であることを示した。両者の融合として表出すると考えられる「心の理論」について、チンパンジーを対象とした視線計測により強い証拠を得ることができた。さらに、先史人類学的証拠に基づいて、階層性と意図共有の能力の出現、および両者の融合が起こった時期と、その生態学的要因を推定した。階層性と話者の意図が表れやすい韻律について、句の階層構造の解釈は、句が発せられるときの韻律が促すことを明らかにした。心の理論と補文構造の研究では、他者の意図を推測する能力が、補文構造理解の発達と関係することを示し、意図共有が階層性構築を促す可能性を明らかにした。構成論・言語発達・言語理論の連携研究により、2つの要素を再帰的に関係づける **self-attention** を計算原理として発話意図を伝える終助詞の獲得をモデル化し、U字型の発達過程や終助詞と内容語の並行獲得など、終助詞獲得のメカニズムとプロセスを一部明らかにした。

2. 「階層性と意図共有の融合に関して数理モデルとシミュレーション実験による仮説検証を行うことについて、研究項目間でどのように統合してモデル化するのか、さらなる検討が必要である。」

対応: 若手研究者を中心として有志が集まり階層性と意図共有の融合を各班での成果に基づいて検討する特設班を設け、階層性と意図共有に関わる仮説を因果グラフによりまとめ、可能な融合のあり方とその意味を考察した。この成果が各班での成果を統合してモデル化するためのプラットフォームになる。たとえば、「多重注意」は階層性と意図共有をつなぐ1つの要因になっており、各班の研究対象で多重注意にあたるものが何で、どういう関係にあるかを具体的に議論した。

他にも特設班での検討に呼応して両者の融合について様々な研究も進めた。言語進化実験により、階層的な記号列に意味と意図を多重に表す行動が自発的に創発・共有され得ることを示し、階層構造による複雑な意味の創発とこれによる意図共有の促進の理論仮説を検証できた。階層性の創発に意図共有が与える影響を確認するため、人工言語を利用して参加者が意図を共有し、その言語が次世代へ文化伝達される中で階層性が創発し得ることを実験で検討した。共想法形式の会話による意図共有を通じて、階層構造を持った文の生成を繰り返すことで、高齢参加者の言語流暢性(言語生成に関わる認知機能)の向上につながることを示唆した。計算モデルでの研究では、意図を表す言外の意味を語用論的に扱うメカニズムが、階層的曖昧性を解消するメカニズムに成り得ることを示唆した。

6 研究目的の達成度及び主な成果

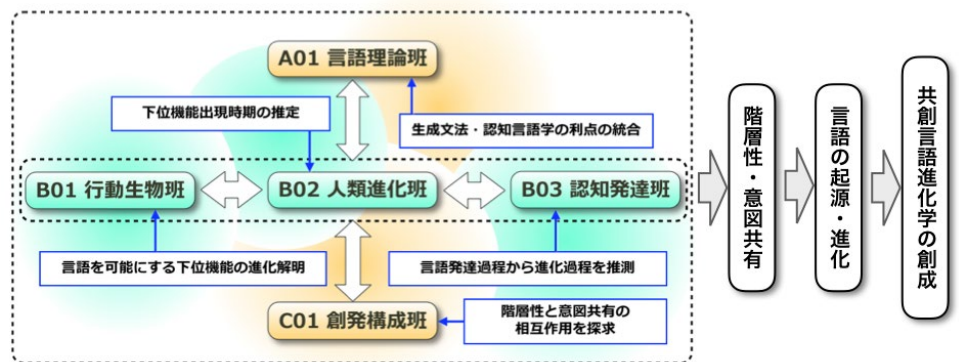
(1) 領域設定期間内に何をどこまで明らかにしようとし、どの程度達成できたか、(2) 本研究領域により得られた成果について、具体的かつ簡潔に5頁以内で記述すること。(1)は研究項目ごと、(2)は研究項目ごとに計画研究・公募研究の順で記載すること。なお、本研究領域内の共同研究等による成果の場合はその旨を明確にすること。

(1) 領域設定期間内に何をどこまで明らかにしようとし、どの程度達成できたか

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。

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す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言える(右図)。以下、研究項目ごとの概要を述べる。



研究項目 **A01** では、以下の5つの研究グループを組織して

それぞれの目標に取り組み、いずれも達成できた。[A] 生成文法：併合を中心とする統語理論の一層の精緻化、および脳機能イメージングによる併合の神経基盤の解明。[B] 認知言語学：幼児の語彙獲得を通じた語彙の進化様態の解明、会話のマルチモーダル分析や発話修復の分析に基づく意図共有のメカニズムの解明、相互分節化仮説および運動制御起源仮説の認知意味論的検討と洗練化。[C] 音韻論：併合理論の音韻構造生成への拡張、他種の音声コミュニケーションにおける階層性・合成性との比較。[D] 歴史言語学：「コミュニケーションの言語」に焦点をあてた文化進化および意図共有の諸相解明。[E] 生物言語学：言語以外の認知ドメインにおける階層性の探求と併合の前駆体の同定、併合および人間言語の出現時期の推定。理論言語学を中核とする本計画研究においては、これまで対立が目立った生成文法と認知言語学双方の利点を融合することが重要であり、それが翻って言語学内部にも大きなインパクトをもたらすと考えたが、生成文法の主張する「併合」に対し一般的認知能力に根ざした進化様態を提案した点で、両者の融合を実現できた。階層性と意図共有の統合理解については、「多重注意」に着目した共進化シナリオを提案した。

研究項目 **B01** では、[A] 階層性・意図共有の萌芽が系統発生上どのように発現したか、また、[B] それらが脳においてどう実現されているか、を探った。[A] については、ジュウシマツ(鳥類)、テナガザル(霊長類)およびヒトの発声信号を統一的に解析できるアルゴリズムを開発し、それぞれの発声を文脈自由文法で記述できることを示した。また、オカメインコ(鳥類)、ラット(齧歯類)とマーモセット(霊長類)が同種他個体の行動を表象していることを行動学的に示した。これらの結果は、階層性・意図共有の萌芽が多くの分類群に見られることを示唆し、言語が生物学的に普遍的な基盤をもとにして成立したという仮説を支持する。[B] については、鳥類の運動前野と大脳基底核の連結を分子生物学的操作により取り除く方法を開発し、発声学習の初期においてこの伝導路が重要であることを確認した。また、これらの領域において感覚情報と運動情報を統合するミラーニューロンが存在することを分子遺伝学および電気生理学の手法により示した。また、ヒトの脳のイメージング研究から、言語的機能と描画機能とが運動前野において重なり合うことを発見した。これらの結果は、階層性・意図共有の神経基盤として多様な感覚と運動の統合が必要であることを示唆する。

研究項目 **B02** では、言語の階層性・意図共有の認知基盤がいつ（歴史的側面）、どのようにして（生態学的側面）出現したのかを明らかにしようとした。歴史的側面については、化石人骨や考古遺物の証拠に基づき、言語能力の下位機能の出現を人類進化のタイムライン上に位置付けることを目指した。生態学的側面については、ヒトと大型類人猿の社会生態・認知の比較を通じて、言語能力がどのようなニッチへの適応だったかを理解することを目標とした。以下の5つの小課題を設定した。[A] 化石頭蓋から過去の人類の脳機能を推定し、言語能力の進化的変遷を探る。[B] 複合的連鎖構造を持つ組合せ道具の出現時期を推定し、階層性の認知基盤の起源に迫る。[C] 大型類人猿の野外観察を通じて、言語能力の前駆体と考えられる認知機能を探索する。[D] 大型類人猿を対象とした実験から、行動系列の背後にある行動・認知の特徴と進化を探る。[E] 階層性・意図共有の認知基盤の出現を駆動した淘汰メカニズムを数理モデル化する。それぞれの小課題について、当初の目的を達成し、より大きな課題を発見することができた。

研究項目 **B03** では、次の5つのテーマに取り組み、目的を達成することができた。[A] 階層構造の基盤単位の出現と発展：音声等における基盤単位の特定・その組み合わせに関する感受性と産出能力の解明。[B] 直示コミュニケーションにおける非曖昧化：指さしの意味解釈における精緻化の解明。[C] 直示コミュニケーションにおける発話推論：視線との同時解釈による推論機構の解明。[D] 韻律が句の階層化に果たす役割：意図共有を促進する韻律が階層性を明確化することの解明。[E] 補文構造と心の理論：意図共有の機構が言語の階層構造をもたらす可能性の解明。発達心理学・言語発達論において、子どものコミュニケーション能力に関する研究では、その多くが意図共有の発現と発達に関するものに偏る傾向があった。本計画研究では、階層性という概念を取り入れ、子どものコミュニケーション能力解明のために意図共有と階層性が融合し精緻化する過程を明らかとすることを目指した。結果、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、様々な実験結果により実証的に明らかにすることができた。

研究項目 **C01** は、モデル構築や対話実験等の創発構成論の方法を駆使して、A01からの理論仮説、B01-03からの実証的証拠をまとめ上げ、新たな仮説としてフィードバックするという役割を担った。そして、次の3つの研究について解明することを目的とし、それぞれ概ね達成できた。[A] 言語コミュニケーションに必要な階層生成と意図共有の能力の進化メカニズムを計算モデルにより示した。[B] 記号コミュニケーションの創発・発展のプロセスをロボット・人間・計算モデルの相互作用実験により示した。[C] 社会の中で変化する言語の文化進化プロセスとメカニズムを社会ビッグデータ解析により示した。特に、階層性・意図共有の進化可能性、意図共有の計算原理について新たな知見を提示できた。さらに、[D] 共創的コミュニケーションのありかたを提言するという領域の目標に関し、階層性・意図共有に関する成果を活用・統合する革新的な発想や方法論を駆使して目標達成に寄与した。

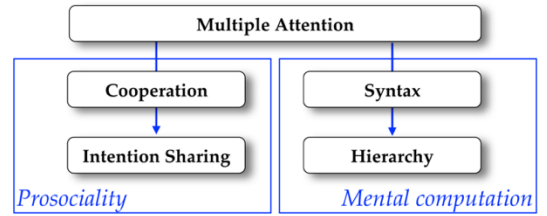
(2) 本研究領域により得られた成果

各研究項目における成果の概要をその研究を推進した主な研究者名とともに述べる。括弧内に複数名が書かれているものは、本研究領域内の共同研究による成果である。

A01 計画研究

言語の階層構造を生み出す「併合」の進化的前駆体として道具製作に見られるような物体の複合的組み合わせ能力を措定する「運動制御起源仮説」を基本作業仮説として採択し、その妥当性を人類進化学や神経科学の観点からある程度裏付けることができた（藤田・協力 池内・B02 佐野・C01 橋本ら）。この仮説は言語専用の併合が領域個別化する前の段階として多様な認知ドメインに等しく働く汎用併合があるとするが、特に音楽と言語の関係について詳細に検討し、同じ神経基盤が領域ごとに異なる使われ方をすることを明らかにした（海外協力 浅野・同 Boeckx ら）。また認知言語学の立場から、この仮説を「容器のメタファー」として捉え直すことを提案し、これにより本計画研究が目指した生成文法と認知言語学双方の利点の融合が実現可能であることを示した（谷口・藤田）。一方で言語併合の神経基盤については、階層構造に基づく依存関係の処理において左下前頭回を中心とする言語野が活動することをfMRIで確認し、この部位がそれに該当することを明らかにすることができた（太田・協力 福井ら）。意図共有を巡っては、英語史における完了助動詞の変化を大規模コーパス調査に基づきコミュニケーション上の適応進化として特徴づけた（保坂・C01 笹原ら）ほか、コミュニケーションの重要なツールとなる音韻においても統語と同様の階層構造があることを指摘し、階層性と意図共有を統合する手掛かりを見出した（田中・公募 那須川）。また詳細なマルチモーダル会話分析や相互行為論の立場からもコミュニケーションの実相に迫り意図共有のメカニズム

を探究した（協力 木本・同 遠藤ら）。階層性と意図共有の統一理解については、相手の意図理解に求められる「多重注意」が言語の複雑な階層構造を構築する際にも求められるという洞察に基づき、この多重注意をキーワードとする多角的研究を推進して両者の共進化シナリオを構築した（藤田・特設班、右図）。



A01 公募研究

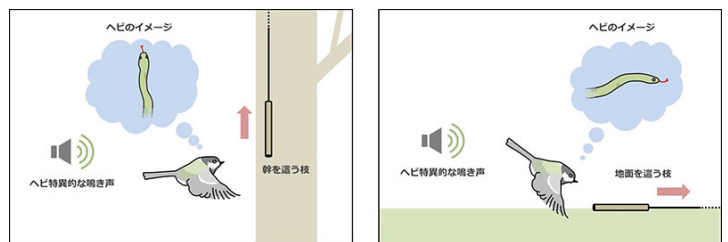
階層性については、音韻範疇にも併合の適用対象を広げ、形態素内音韻構造も再帰的階層構造を有することを解明した（那須川）。これにより、狭義統語構造に留まらない言語の一般特性としての階層性研究が可能になった。またオノマトペやジェスチャーが言語表現としてどう使用されるのかという角度からも言語の階層性に関する新たな知見を得、意図共有との関連についても検討した（川原）。さらに、言語と類似の階層構造を持つ数式刺激を利用した脳活動の解析により、脳の左右半球の側性化パターンが言語と数学で相関することを明らかにした（中井・B01 岡ノ谷）。言語進化にとって併合の入力となる語彙の出現は併合同様の重要な要因であるが、実験的手法を用いて新語生成の背後に「不確かな」意図共有があることを示した点も大きな成果である（宇野）。語彙生成については理論的・神経科学的立場からも従来の統語・語彙の2分法を超える新たな視点が示されており、より包括的な言語進化シナリオの構築につながる（大関）。

B01 計画研究

階層性の進化的基盤について多方面から研究を進めた。サピエンスにおいて自己「家畜化」が発声可塑性を進めてきた可能性について、ヒトと同様に発声学習を行う鳥類を対象にした研究を根拠として、ストレスの緩和によりオキシトシンとグルタミン酸の脳内発現が増加したことが要因である可能性を指摘した（岡ノ谷・A01 海外協力 Boeckx）。鳥類はヒトと同様に感覚学習と感覚運動学習を経てさえずりを学習するが、感覚学習時に大脳皮質から大脳基底核に投射する神経細胞を除去してしまうことで学習が阻害されることを示した（和多・岡ノ谷）。階層性が扱いやすくなるような変化は中枢のみならず末梢にもみられる。霊長類の発声器官の構造が、進化の過程でヒトのみで単純化され、発話音に最適化されていることを発見した（香田）。意図共有の進化的基盤についても数種の比較による研究が進められた。ラットがレバー押し行動を他個体と同期して行い、他個体が行動を自発できなくなると、代わりにレバー押しを行う現象（岡ノ谷・PD 勝）、オカメインコがヒトの音楽が急に停止するとその続きを歌い出すこと（関）は、どちらも共創的コミュニケーションにおいて他者の行動が表象されていることを示唆する結果である。階層性と意図共有に関わる脳機能は聴覚発声系に限定されているわけではない。盲人において手書き文字の想起に画像的な記憶が活性化されることの発見は、ヒトにおける言語の本質的な多感覚性を示している（幕内・B03 小林）。

B01 公募研究

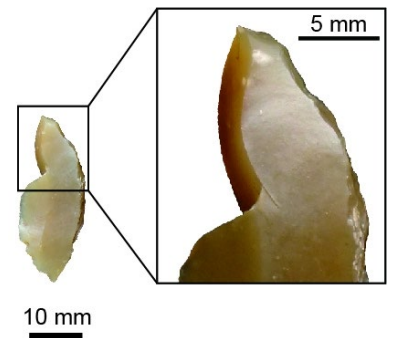
階層性と組み合わせは同一ではないが、組み合わせによる意味創発は階層性の萌芽として興味深い現象である。シジュウカラを対象とした研究から、鳥類のさえずりではなく地鳴きが、そもそも具体的な意味を持つ発声であるがゆえに、組み合わせを研究する対象として興味深いことが明らかになった。また、音声コミュニケーション中の動物が持つイメージを検出する手法を開発した（鈴木、上図）。自分自身の行動をモニターするメタ認知は、意図性を持った階層性と関連が深い。視覚刺激に基づく意思決定過程において、視覚刺激に選択性をもたない神経細胞が計算過程を反映するという発見は、神経系で生ずる意図性を持った階層性が広く存在することを示しており、これらがどうネットワークを構成して言語的階層性につながっていくのかを研究する糸口となろう（櫻井）。意図共有を促す音声コミュニケーションは脊椎動物に限定されない。ショウジョウバエはオスがメスに求愛の羽音を向けるが、当初メスはこれを拒絶する。求愛努力が十分行われると、メスはこれを受け入れる。この系列は、脊椎動物でも同様にみられるが、ショウジョウバエにおいてこの行動の切り替えに関わる神経回路を同定した（上川内）。意図共有はまた、系統発生と必ずしも一致しない。マーモセットでは他者の運動表象が得られるがマカクではそうではないという発見は、進化において社会環境が機能を規定することを示している（川合・計画 香田）。



B02 計画研究

言語の階層性を処理する能力が、階層構造を持つ道具製作の技術と同じ認知基盤を持つという仮定の下、

考古遺物から当時の人類の言語能力を推定した。特に組合せ道具に注目し、単純な着柄技術から投槍器のような複合的連鎖構造をもつ道具に至る技術的変遷を明らかにするため、基礎的参照データを構築した。また、ヨーロッパの初期ホモ・サピエンスの石器（右図）を分析した結果、上部に樹脂痕跡があった。複合的連鎖構造をもつ狩猟具は、アフリカを出たホモ・サピエンスがユーラシア大陸各地に拡散した段階で既に開発されていたことが明らかになった。このことから、遅くとも45,000年前のホモ・サピエンスが、階層性を持った言語を操る認知基盤を獲得していたことが示唆された（佐野）。飼育下のチンパンジーを対象とした認知実験では、入れ子のカップ課題を用いて、物体を階層的に組み合わせる際の操作方略の分析を行った。この結果、チンパンジーは試行錯誤的な操作パターンに加えて、ヒト言語の併合に相当する部品集積的な組合せを用いることがわかった。これは、チンパンジーとヒトの共通祖先が、萌芽的な階層性処理能力を既に備えていたことを示す結果である（林）。言語コミュニケーションの基盤となる意図共有については、その能力の進化を促した生態学的要因の探索を行った。初期人類における肉食への移行と、それに伴って生じた協調、分配の必要性が、意図共有能力の向上を促す淘汰圧になったと言われている。特に初期人類が大型肉食獣と競合しながら対時的屍肉食を行っていたこと、この過程で萌芽的な意図共有を伴うコミュニケーションに生存上の有利さが生じたことが、仮説として提唱されている。タンザニア・マハレでの野外調査により、野生チンパンジーでも対時的屍肉食が見られることが明らかになり、仮説の妥当性が示された（中村）。また、意図共有能力の向上は、社会における個体間相互作用を質的に変化させ、新たな社会淘汰の力を生み出した可能性がある。進化ゲーム理論を用いた分析により、個体間の効率的な協調に基づく連合形成が、攻撃性の低下を促進することを示し、初期の猿人において報告されている犬歯の縮小がこれにより説明できることを指摘した（井原）。



B02 公募研究

ホモ・サピエンスの多様な言語が生み出された進化の歴史とそのメカニズムの解明に定量的に取り組んだ。特にこれまで言語族が多様で語彙に基づく系統解析では解析が困難であった北東アジアの言語と話者のゲノム史の関係を検証した。既に研究が進んでいた遺伝的歴史に対し、言語や音楽の多様性を対比させた結果、階層性と深い関わりのある文法は音素や語彙よりも古い進化的痕跡が残りやすいことがわかった（松前・協力 太田）。異なる階層性をもつ日本語の短文を被験者に提示し、階層性と脳活動の関係を評価した。文構造の処理を行う脳部位としてブローカ野が知られているが、実験により、複雑に階層化された文構造を処理するためにはブローカ野と小脳の連携が重要であるという仮説が支持された（中谷・B01 岡ノ谷）。

B03 計画研究

子どもにおける言語の発現・発達の解明により人間言語の発現・進化解明への示唆を得ることを目指し、人間のコミュニケーションの特徴である「直示（意図明示的）コミュニケーション」出現のためには、階層性と意図共有の融合が必要であるとの仮説を立てて研究を進めた。まず階層性出現のためには音声の基本単位と、その階層的組み合わせに対して、乳児期の感受性の解明が必要であると考えて研究を進めた。結果、合成音声刺激を聞いた際の脳波計測から、3つの異なるリズムを持つ言語（日本語、英語、フランス語）において、基本単位は共通であり、脳神経振動の基本周波数との関係があることがわかった（馬塚）。次に意図を明示する非言語情報の解釈能力の解明が重要であると考え、指さしにおける指の動きから、指示対象を精緻に推定する幼児の能力を調べた。結果、動きを加えた指さしがより精緻な意図共有をもたらすことを発見し、幼児における語の意味解釈の精緻化をもたらすことを明らかにした（小林・PD 安田・海外協力 Liskowski）。加えて、幼児において視線方向のシフトが指さしと同時に解釈されて指示対象をより精緻に推測する能力が出現することも明らかにした（PD 安田）。階層性と意図共有の融合では、意味の曖昧な句構造解釈において、幼児が韻律情報を使うことにより意図共有を試みることを明らかにした（広瀬）。さらに幼児において他者の意図を推測する能力が、補文構造理解の発達と関係することを示し、意図共有が階層性構築を促す可能性を示した（松井）。

B03 公募研究

階層性、意図共有、それらの融合の研究を、定型発達に加え自閉スペクトラム症児でも展開し、学術的知見に加え、障害児支援・共生への示唆も得ることを目指した。階層性については、新生児と生後6か月児において合成音声の組み合わせパターンへの感受性を調べたところ、6ヶ月児では階層構造への感受性が現れることがわかった（皆川）。意図共有については、共感を求める終助詞「～ね」への脳における感受性が語

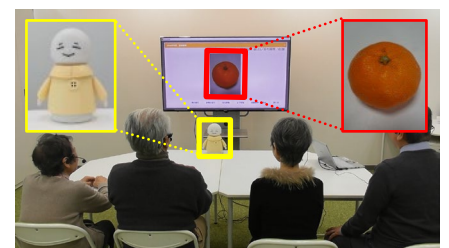
発現以前の乳児期から発達することを発見した（吉村・A01 公募 川原）。階層性と意図共有の融合では、初期の語において、成人の語と比較して未分化な、出来事全体で認識するという状態から、〈モノ〉と〈行為〉が分節化する過程を明らかにし、初期発達においても、意図共有と階層性の融合が起きることを示した（阪上・協力 萩原）。無発語の自閉スペクトラム症児等を対象として、子どもの音声、動作を大人が模倣する随伴模倣を軸とした支援プログラムを実施し、意図共有行動が語の出現と、語から文への階層構造成立を推進することを明らかとした（山本・協力 石塚）。

C01 計画研究

階層性を生む能力、階層的認知、統語の階層性について、進化シミュレーションや大規模データ分析を駆使して研究を進めた。運動制御起源仮説を進化シミュレーションにより検討し、階層性を生み出す再帰的結合能力は道具や語彙といった生成物を多様化する適応的機能を持つことを示し、再帰的結合の適用対象の進化シナリオを考察した（橋本・PD 外谷・A01 海外協力 浅野）。階層的認知につながるメタ記憶の機能を持つ神経機構が神経網のトポロジーと学習則が同時に進化することで創発し得ることを示した。動物対象のメタ記憶研究では実験の方法論の妥当性が問題になりがちだが、創発構成論による進化可能性の検証を提示した（有田・鈴木）。A01 の成果で述べた英語完了形の大規模コーパス分析をさらに進め、完了形が複雑な文を表現できるように文化進化したことを見出し、それが言語の階層性進化に関わる可能性を論じた（笹原・A01 保坂）。意図共有の神経基盤・計算論的メカニズムおよびその進化可能性についての研究が進展した。言語進化実験の脳波解析により、記号を用いた意図理解にはミラーニューロンによる身体シミュレーションが有効であることを示した（橋本・PD 李・金野・公募 奥田・同 森田）。ボトムアップのカテゴリ形成と記号創発を対人多感覚カテゴリ形成としてモデル化し、2体のロボットによる実験で、カテゴリに駆動されて創発した記号に基づくエージェント間の多感覚間推論や相互予測といった意図共有の基盤を実現させた（萩原・協力 谷口・同 長井）。行動で生じる音響を言語の起源とする仮説を仮想生物進化モデルで検討し、資源共有・競合環境での譲り合い・騙し合いといった意図共有が関連するコミュニケーションの創発を確認した（鈴木・有田）。以上の階層性と意図共有に関する成果に基づき、両者がどのように相互作用あるいは融合し得るかについても検討を進めた。文化進化実験により、階層性の創発は認知システムが持つ特性に帰属できないことを見出し、多様な個人間の意図共有を含む情報伝達が階層性の創発に寄与することを示唆した（竹澤）。ロボットへの指示に階層性と意図共有が有用であることを、一階述語論理の概念階層とオントロジー表現を組み込んだロボットが曖昧な指示でも意図された作業を実現できることで検証した（我妻）。再帰的結合で他者意図について多様な仮説を生成し、身体シミュレーションにより仮説選択するという、階層性と意図共有の融合として意図共有のアブダクション仮説を提示した（橋本・公募 奥田）。

C01 公募研究

公募班では意図共有の計算原理に関して大きな進展があった。意図の共有・非共有をモデル化した敵対的模倣学習により、相互作用ダイナミクスが複雑化・構造化することを示し、ヒトを対象とした実験で検証した（飯塚）。行為時系列のフラクタル次元推定から、潜在的な意図の判別とその意図に沿った運動生成を可能にした（日高）。意図表示に重要な終助詞の獲得を **self-attention** を計算原理としてモデル化し、終助詞の頻度分布の偏りにより獲得が U 字型に進行すること、終助詞と内容語の意味が並行して獲得されることを示した（岡・B03 公募 吉村・A01 公募 川原）。さらに、意図共有と階層性との関係および共創的コミュニケーションについても新たな発見があった。意図共有の基盤である共感と階層性に結びつくシステム化の観点から自閉症的傾向を捉え、システム化的な自閉症の傾向が集団での共創的コミュニケーション成立に寄与し得ることを示した（森田・計画 橋本・同 金野）。階層的記号列による意味と意図の重層的表現の創発過程に関わる脳波特徴を同定し、その脳波特徴を生じさせる脳波誘発訓練を言語脳モデルの因果的検証に応用する新手法を提案した。この手法は共創的コミュニケーションの向上に活用できる可能性がある（奥田・計画 橋本）。言語能力と認知機能の生涯発達を支援する共創的コミュニケーション技術である共想法に立脚したロボットが司会する会話による認知的介入プログラム（右図）により、健常高齢者同士の会話が高齢者の認知機能（言語流暢性）を向上することを世界に先駆けて検証した（大武）。



7 研究発表の状況

研究項目ごとに計画研究・公募研究の順で、本研究領域により得られた研究成果の発表の状況（主な雑誌論文、学会発表、書籍、産業財産権、ホームページ、主催シンポジウム、一般向けアウトリーチ活動等の状況。令和4年6月末までに掲載等が確定しているものに限る。）について、具体的かつ簡潔に5頁以内で記述すること。なお、雑誌論文の記述に当たっては、新しいものから順に発表年次をさかのぼり、研究代表者（発表当時、以下同様。）には二重下線、研究分担者には一重下線、corresponding author には左に*印を付すこと。

A01 計画研究 雑誌論文 84 件（査読有 61 件）・学会発表 145 件（招待講演 35 件）・書籍 64 件・主催シンポジウム等 20 件・アウトリーチ活動 12 件

雑誌論文

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.

学会発表

1. Selective disruption of sentence comprehension by transcranial alternating current stimulation over the left inferior frontal cortex. Ohta S, Oishi W. 13th Meeting of the Society for the Neurobiology of Language, online, 2021.
2. Selective facilitation of sentence comprehension by tACS over the left inferior frontal region. Ohta S, The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, 2021.
3. Structural ambiguity below the word: The origins of phonological hierarchy through category formation. Tanaka S, Tokyo Circle of Phonologists, 2020.
4. Evolutionary forces in the development of the English perfect construction. Okuda S, Hosaka M, Sasahara K. 6th International Conference on Computational Social Science, online, 2020.
5. On the emergence of grammar and image schemas: A cognitive linguistic view. Taniguchi K. 15th International Cognitive Linguistics Conference, 2019.

書籍

1. *The Cambridge Handbook of Minimalism*. Grohmann K, Leivada E (eds.). Fujita K, Koda H, Suzuki TN et al., CUP, forthcoming.
2. 言語進化学の未来を共創する（岡ノ谷, 藤田 編）ひつじ書房, 近刊.
3. *Medieval English Syntax*. Hosaka M et al., Peter Lang, forthcoming.
4. 認知言語学大事典. 辻 編. 谷口 他. 朝倉書店, 2019.
5. *Symmetry-Driven Syntax: An Inquiry into Endocentricity and Symmetry in Human Language*. Narita H, Fukui N, Routledge, 2018.

アウトリーチ

1. 人間言語のルーツを求めて. 藤田. 京都大学総合人間学部オープンキャンパス模擬講義. 2021/8/2 ビデオ公開.

A01 公募研究 雑誌論文 47 件（査読有 33 件）・学会発表 78 件（招待講演 11 件）・書籍 11 件・アウトリーチ活動 6 件

雑誌論文

1. 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.
2. Linearisation and stress assignment in Precedence-free Phonology: The case of English. *Nasukawa K. *Radical: A Journal of Phonology* 1, 239-291, 2020.
3. What's in a villain's name?: Sound symbolic values of voiced obstruents and bilabial consonants. *Uno R et al. *Review of Cognitive Linguistics* 18, 428-457, 2020.
4. Gradable ideophones, scales, and maximality in grammar. *Kawahara K. *BLS* 44, 115-130, 2019.

学会発表

1. Synesthetic expressions and metaphors in mathematics. Matsuda E, Uno R. Creative Power of Metaphor Conference, 2019.
2. Turn-taking in children with autism spectrum disorder: Discussion from *Ne* and backchannel Interjections. Yoshimura Y, Kawahara K, Kawahara H. *Japanese/Korean Linguistics* 26, 2018.

書籍

1. 実験認知言語学の深化 (篠原, 宇野 編) ひつじ書房, 2021.
2. *Morpheme-internal Recursion in Phonology*, Nasukawa K (ed.). Mouton de Gruyter, 2020.
3. 言語の構造 人間の言葉と動物のコトバ. 川原. 名古屋外国語大学出版会, 2020.

B01 計画研究 雑誌論文 138 件 (査読有 123 件)・学会発表 220 件 (招待講演 10 件)・書籍 3 件・主催シンポジウム等 15 件・アウトリーチ活動 22 件

雑誌論文

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, Ito 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. 小鳥の歌発達から考えるヒト乳児の言語獲得への生物学的準備性. 高橋, 岡ノ谷, *馬塚. 日本音響学会誌 76, 93-100, 2020.
9. 縮約, 網羅, 減算: 科学者の仕事とは何か. 岡ノ谷. 認知科学 28, 236-241, 2021.

学会発表

1. Domestication and cultural evolution of complex songs in Bengalese finches. *Okanoya, K. Plenary Lecture, International Society for Cultural Evolution, Sapporo, Jun, 2021.

書籍

1. ことばと心 (岡ノ谷 編) 計画班代表 5 名による分担執筆. 玉川大学出版部, 2019.

アウトリーチ

1. NHK BSP ヒューマニエンス (2020-2022) 「“聴覚”世界をつかむ精緻な進化」「“ダンス”ヒトはなぜ踊るのか」「“家畜”それは遺伝子のたくらみ」「“言葉”人間だけが使い、人間たらしめた道具」岡ノ谷, 藤田 他 領域メンバーが解説者として出演.

B01 公募研究 雑誌論文 71 件 (査読有 66 件)・学会発表 140 件 (招待講演 5 件)・書籍 3 件・主催シンポジウム等 10 件・アウトリーチ活動 12 件

雑誌論文

1. Contribution of non-sensory neurons in visual cortical areas to visually guided decisions in the rat. Osako Y, Ohnuki T, Tanisumi Y, Shiotani K, Manabe H, *Sakurai, Y, *Hirokawa J. *Current Biology* 31, 2757-2769, 2021.
2. Other species' alarm calls evoke a predator-specific search image in birds. Suzuki TN. *Current Biology* 30, 2616-2620, 2020.
3. A feedforward circuit regulates action selection of pre-mating courtship behavior in female Drosophila. Ishimoto H, *Kamikouchi A. *Current Biology* 30, 396-407, 2020.
4. Great apes use self-experience to anticipate an agent's action in a false-belief test. Kano F, Krupenye C, Hirata S, Tomonaga M, *Call J. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 116, 20904-20909, 2019.
5. Common marmosets (*Callithrix jacchus*) evaluate third-party social interactions of human actors but Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) do not. Kawai N, Nakagami A, Yasue M, Koda H, *Ichinohe N. *Journal of Comparative Psychology* 133, 488-495, 2019.

学会発表

1. Animal linguistics: Exploring referentiality and compositionality in bird calls (tentative title). Suzuki T. Plenary Lecture, International Society for Behavioral Ecology, Stockholm, Aug, 2022.

B02 計画研究 雑誌論文 110 件 (査読有 55 件)・学会発表 80 件 (招待講演 29 件)・書籍 16 件・主催シンポジウム等 2 件・アウトリーチ活動 10 件

雑誌論文

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, Kato 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.

学会発表

1. Insight into competitive advantage of modern humans over Neanderthals. Sano K. International Conference dedicated to the 25th Anniversary of CNEAS, Tohoku University. online, 2021.
2. Japanese primatology and the long-term studies of chimpanzees in Mahale. Nakamura M. Symposium: 40 Years of Research of the Tai Chimpanzee Project. Leipzig, Germany, 2019.
3. Hierarchical complexity in stone-tool use by wild chimpanzees and nesting-cup manipulation. Hayashi M. Protolang 6, Lisbon, Portugal, 2019.
4. Association and social relationships among female chimpanzees of Mahale. Nakamura M. 27th Congress of the International Primatological Society, Nairobi, Kenya, 2018.

書籍

1. 人間の本質にせまる科学－自然人類学の挑戦（井原, 梅崎, 米田 編）中村, 近藤, 井原 他. 東京大学出版会, 2020.

主催シンポジウム

1. Invited symposium: Evolution of language from perspectives of hierarchical complexity. Hayashi M (organizer). Protolang 6, Lisbon Portugal, 2019.

B02 公募研究 雑誌論文 29 件（査読有 21 件）・学会発表 90 件（招待講演 22 件）・書籍 4 件・主催シンポジウム等 2 件・アウトリーチ活動 6 件

雑誌論文

1. Estimation of sibilant groove formation and sound generation from early hominin jawbones. *Yoshinaga T, Nozaki K, Kondo O, Iida A. *JASA Express Letters* 2, 045203, 2022.
2. Exploring correlations in genetic and cultural variation across language families in northeast Asia. *Matsumae H, *Ranacher P, *Savage PE, Blasi DE, Currie TE, Koganebuchi K, Nishida N, Sato T, Tanabe H, Tajima A, Brown S, Stoneking M, Shimizu KK, *Oota H, *Bickel B. *Science Advances* 7, eabd9223-eabd9223, 2021.
3. Towards improved identification of obsidian microblade and microblade-like debitage knapping techniques: a case study from the Last Glacial Maximum assemblage of Kawanishi-C in Hokkaido, Northern Japan. Takakura J. *Quaternary International* 596, 65-78, 2021.
4. Qualitative analysis for the "ideational apraxia" score from the Alzheimer's Disease Assessment Scale Cognitive Subscale. *Ito S, Sato S, Saito N, Ohnuma A, Tobita M, Kimpara T, Iseki C, Suzuki K. *Neurology and Clinical Neuroscience* 7, 180-185, 2019.
5. Cultural skill and language: How structuration affects cultural evolution. *Nakahashi W. *Journal of Theoretical Biology* 471, 13-21, 2019.

学会発表

1. Trends in instant utilities determine decision through remembered utility. Iijima K, Matsumori K, Saheki Y, Hirabayashi K, Tagai K, Matsumoto K. The 50th Annual Meeting of the Society for Neuroscience, Okinawa (online), 2021.
2. Macro- and micro-cultural evolution of human law. Wada M. Cultural Evolution Society Conference 2021, Sapporo (online), 2021.

B03 計画研究 雑誌論文 82 件（査読有 72 件）・学会発表 159 件（招待講演 25 件）・書籍 8 件・主催シンポジウム等 18 件・アウトリーチ活動 10 件

雑誌論文

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. Kashiwade K, Yasuda T, Fujita K, Kita S, *Kobayashi H. *Letters on Evolutionary Behavioral Science* 11, 1014, 2020.

学会発表

1. Taking diversity seriously in language development research: What we can learn from Japanese language acquisition. Mazuka R, Boston University Conference on Language Development (BUCLD 2021), keynote, online, 2021.

書籍

1. 子どもに学ぶ言葉の認知科学. 広瀬. ちくま書房, 2022.
2. 思考の自然誌. Tomasello M (橋彌 訳) 勁草書房, 2021.

アウトリーチ

1. すくすく子育て - 子どものいたずら・うそ. 松井. NHK, 2022/ 5/14

B03 公募研究 雑誌論文 66 件 (査読有 63 件)・学会発表 85 件 (招待講演 19 件)・書籍 11 件・主催シンポジウム等 3 件・アウトリーチ活動 7 件

雑誌論文

1. 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.
2. When “shoe” becomes free from “putting on”: The link between early meanings of object words and object-specific actions. *Hagihara H, Yamamoto H, Moriguchi Y, Sakagami M. *Cognition* 226, 105177, 2022.
3. The effect of contingent imitation intervention on children with autism spectrum disorder and co-occurring intellectual disabilities. *Ishizuka Y, Yamamoto J. *Research in Autism Spectrum Disorder* 85, 101783, 2021.
4. Interactive live fNIRS reveals engagement of the temporoparietal junction in response to social contingency in infants. *Hakuno Y, Hata M, Naoi N, Hoshino E, Minagawa Y. *NeuroImage* 218, 116901, 2020.
5. The maturation of the P1m component in response to voice from infancy to 3 years of age: A longitudinal study in young children. *Yoshimura Y, Hasegawa C, Ikeda T, Saito ND, Hiraishi H, Takahashi T, Kumazaki H, Kikuchi M. *Brain and Behavior* 10, e01706, 2020.
6. Mind perception and moral judgment in autism. *Akechi H, Kikuchi Y, Tojo Y, Hakarino K, Hasegawa T. *Autism Research* 11, 12391244, 2018.

学会発表

1. fNIRS study of NAD grammar learning: Neonates and 6-to 7-month-old infants. Invited Talk, Seminar., Minagawa Y. Department of Linguistics, online, 2021. (招待講演)
2. 小児の MEG 研究から見えてきた発達障害の多様性. 吉村. 脳磁図トポグラフィ学会, 札幌, ショートレゼガトーキングダム, 2019.

書籍

1. Decision Making by Individuals with Intellectual and Developmental Disabilities, Komeda H. In Khemka, I. and Hickson, L., eds. Springer, 594, 2021.

C01 計画研究 雑誌論文 170 件 (査読有 120 件)・学会発表 287 件 (招待講演 37 件)・書籍 12 件・主催シンポジウム等 16 件・アウトリーチ活動 7 件

雑誌論文

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.

- Mechanisms of intentional joint visual attention. *Konno T. *Philosophical Inquiries* 7, 63-76, 2019.
- An integrated model of gene-culture coevolution of language mediated by phenotypic plasticity. *Azumagakito T, Suzuki R, Arita T. *Scientific Reports* 8, 8025, 2018.
- 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.

学会発表

- From evolingistics to pluralistic intelligences: Toward evolutionary study on meaning generation. Hashimoto T. 13th Int'l Conf Knowledge & Systems Engineering, Online, 2021 (Plenary).
- 複数マイクアレイを用いたキンカチョウの時空間的発声パターンに基づく個体間相互作用の調査. 炭谷, 鈴木, 有田, 和多, 他 3 名. 第 58 回人工知能学会, 2021.
- Conditions under which long-term teaching contributes to the cumulative cultural evolution of technology. Nakata S, Takezawa M. Cultural Evolution Society Conference 2021 Japan. 2021.
- Development of experimental tasks to observe establishment of symbol expressions with structure dependence. Saito Y, Konno, T. 25th Int'l Symp Artificial Life & Robotics, 2020.
- 複数の人間における記号創発実験のメトロポリス・ヘイスティングス法に基づくダイナミクス検証. 奥村, 萩原, 谷口, 谷口. 第 36 回人工知能学会全国大会, 京都, 2022.
- Evolutionary forces in the development of the English perfect construction, Hosaka M, Okuda S, Sasahara K. 13th Evolution of Language, Belgium, 2020.
- In-between discrete and continuous mathematics: Potentials of the neural computation toward understanding philosophical mind. Wagatsuma H. Int'l Work-Conf Interplay between Natural & Artificial Computation, Spain, 2019 (Plenary).

書籍

- Cyber-Physical Systems for Social Applications*, Dimitrova M, Wagatsuma H. IGI Global, 2019.
- フェイクニュースを科学する 拡散するデマ、陰謀論、プロパガンダのしくみ (追補版) . 笹原. 化学同人, 2021.

主催シンポジウム

- EVOSLACE: Workshop on the emergence and evolution of social learning, communication, language and culture in natural and artificial agents. Suzuki R, Hashimoto T (organizers), ALIFE2018, 2018.
- International Symposium for "Potentials and Perspectives of Communication among Humans and Agents Including Robots and Animals." Wagatsuma H (organizer), Fukuoka, 2018.

アウトリーチ

- 高校・予備校での出張講義(仮想生物, 社会粒子群, 鳥類鳴き声観測). 鈴木. 愛知県立瑞陵高校(2021/10/05), 愛知県立多治見北高校 (2019/11/12), 駿台予備校 (2018/08/03) .
- 取材協力, 産経新聞「テクノロジーと人類」第 9 回「言語の誕生」. 橋本, 藤田. 2022/4/2 朝刊.

C01 公募研究 雑誌論文 31 件 (査読有 25 件) ・学会発表 82 件 (招待講演 4 件) ・書籍 1 件 ・主催シンポジウム等 0 件 ・アウトリーチ活動 7 件

雑誌論文

- 新規な記号コミュニケーションシステムの形成に及ぼす自閉傾向の影響. *森田, 小嶋, 金野, 橋本. 認知科学, in press.
- 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.
- Completion of the infeasible actions of others: Goal inference by dynamical invariant. *Torii T, Hidaka S. *Neural Computation* 33, 2996-3026, 2021.
- Complexity of bird song caused by adversarial imitation learning, *Yamazaki S, Iizuka H, Yamamoto M. *Artificial Life and Robotics* 25, 124-132, 2020.

学会発表

- Generation of Complex Patterns using Coupled Generative Adversarial Networks. Iizuka H, Sasaki T, Noguchi W, Yamamoto M. The 2022 Conf Artificial Life, 2022.
- 認知機能を保つ暮らしを助ける AI ロボット. 大武. 第 34 回日本保健福祉学会, 2021 (基調講演)
- 共時的情報を統合する神経回路網による数知覚の獲得. 末谷. 第 77 回物理学会, 2022
- Neurofeedback training as a method for evaluation of brain systems for language. Okuda J, Kataoka H, Fujiwara M, Hashimoto T. Joint Conference on Language Evolution, Kanazawa, 2022.
- Self-Attention による終助詞の意味理解モデルの構築とその評価. 萬處, 岡, 松島, 深田, 吉村, 川原. 2022 年度人工知能学会, 2022.

産業財産権

- 特許 6886689 対話装置及びこれを用いた対話システム, 大武, 渋谷.
- 特許 6831110 共想法支援プログラム、会話支援装置及び会話支援方法, 大武, 大和田.

アウトリーチ

- 取材協力「研究者に聞きました AI ロボットと過ごすことで、子どもにはどのような効果がありますか?」. 大武. STORY, 2022 年 3 月号
- メディア報道, 北國新聞, 北陸朝日放送, Yahoo ニュース, マイナビニュースなど, 「困っている人を判断・・・“気が利く AI”の技術を研究」日高.

8 研究組織の連携体制

研究領域全体を通じ、本研究領域内の研究項目間、計画研究及び公募研究間の連携体制について、図表などを用いて具体的かつ簡潔に1頁以内で記述すること。

主導班	A01	B01	B02	B03	C01
A01	<ul style="list-style-type: none"> 生成文法と認知言語学の融合 統語演算の神経基盤 運動制御起源仮説の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 多モダリティに共通する階層構造 	<ul style="list-style-type: none"> 石器作成技術の進化から推定する併合・言語の出現時期 	<ul style="list-style-type: none"> 定型発達児・自閉スペクトラム症児の心の理論と構文理解の発達比較 語彙発達と語彙進化 	<ul style="list-style-type: none"> 英語完了助動詞の文化進化 言語と音楽の階層性と脳内処理 運動制御起源仮説の進化シミュレーション
B01	<ul style="list-style-type: none"> 言語・数学・音楽・描画の階層性 動物発声の構成性と併合 	<ul style="list-style-type: none"> 霊長類と鳥類の歌の系列分析 	<ul style="list-style-type: none"> 現代人の脳形態と脳機能 	<ul style="list-style-type: none"> 言語表現と描画の階層性 	<ul style="list-style-type: none"> マイク・アレイによる音源定位
B02	<ul style="list-style-type: none"> 考古資料に見られる併合 	<ul style="list-style-type: none"> 脳形態と脳機能の関連 霊長類協力行動の進化 ヒト発声の性的二型 	<ul style="list-style-type: none"> 化石人類の発声復元 	<ul style="list-style-type: none"> 石器製作技術の伝達に必要な教示能力の発達 ヒト発声の性的二型 思春期におけるSNS利用のコミュニケーション 	<ul style="list-style-type: none"> 幼児と類人猿の階層性認知 考古資料に見られる併合
B03	<ul style="list-style-type: none"> 自閉スペクトラム症児の会話における順番交代 心の理論と文構造理解 	<ul style="list-style-type: none"> 自閉スペクトラム症児の言語と描画 可能な操作行動に基づく霊長類とヒト幼児の事象概念 	<ul style="list-style-type: none"> 石器製作における直示の機能 	<ul style="list-style-type: none"> 直示と発声の発達 自閉スペクトラム症児の教示行動 	<ul style="list-style-type: none"> 言語獲得データに基づく直示機能の創発推定 母親とロボットのインタラクション
C01	<ul style="list-style-type: none"> 言語と言語以外の知識ドメインにおける階層性の進化 考古資料における階層性の文化進化モデル 	<ul style="list-style-type: none"> 相互分節化のロボット・シミュレーション 家畜化による形質変化から言語創発のモデル マイク・アレイを用いた音声インタラクション観測 動物行動多様化のエージェントモデリング 	<ul style="list-style-type: none"> 階層性の比較認知科学実験と進化モデル 	<ul style="list-style-type: none"> 発達支援ロボティクス 	<ul style="list-style-type: none"> 意図共有と階層性の統合実験デザインと計算モデル

左表にあるようにすべての項目間で連携研究を行った。

[A01] xB02xC02：道具製作技術と言語の進化的関係について考察を進め、特に弓矢技術と複雑な統語構造の出現の時系列的繋がりを明らかにした。

xC01：大規模コーパスに基づき英語完了構文の歴史的変遷の特質を進化的に明らかにした。

xB01：脳の左右半

球の側性化パターンが言語と数学で相関することを、言語と数式刺激を利用した脳活動の解析から明らかにした。xB03：自閉スペクトラム症児と定型発達児の比較による、終助詞や間投詞の研究から原型レキシコンの特性を探った。xB01：乳幼児と成人が、障害音や母音の母語と外国語の音声をどのような硬さと結びつけるのかを調べる実験を行い、乳幼児と成人の音象徴の仕組みの違いを明らかにした。xB03：言語獲得初期に見られるオノマトペの統語的・意味的特徴に注目し、メトニミーおよびフレームの観点から事例の分析を行った。

[B01] xC01：動物におけるメタ認知の実証実験と、その進化過程のモデル化とシミュレーションを行った。また、鳥類および齧歯類のコミュニケーション行動を音声と画像から定量化する方法を開発した。xA01：動物のコミュニケーション信号が、併合の概念で説明できるかどうかを検討した。xC01：鳥やテナガザルの発声信号を3次元上で定位し、コミュニケーションの方向性を図式化する方法を開発した。xB03：鳥の発声制御とヒトの発声制御を発達過程から統一的に説明する研究を展開した。

[B02] xA01xC01：考古学的資料から併合能力の起源を探った。xB03：霊長類の連合形成に関する研究を行った。xB01：言語の階層性処理における小脳の役割に関する研究、およびシロテテナガザルの脳で発現する言語関連遺伝子の研究を進めた。xB03：指さしによる意図明示的コミュニケーションの研究を行った。xC01：幼児とチンパンジーの物体操作における階層性認知の発達を探る分析を行った。

[B03] xC01：自閉スペクトラム症児の発達支援のためのロボットを構築し、発達支援ロボティクスのあり方を考察した。xA01：同一の表層構造が複数の意味解釈をもたらすような句構造を発話するときには、同時に生起するジェスチャーにより構造が示されることを発見し、意図共有と階層性が相互依存的であることを明らかとした。xB02：指さしの対象明示意図の解釈は、指さしする人の姿勢や視線方向により変化することを示し、意図共有における身体の役割を明らかとした。xB01：幼児の描画課題におけるチャンキング傾向を言語構造との関係で調べた。xA01：自閉スペクトラム症児と定型発達児を、意味が不透明な文理解と心の理論課題の成績で比較したxC01：日本認知科学会「推論に基づくヒト・コミュニケーションの進化と未来」と題したセッションを開催し、人間の推論能力がいかにコミュニケーションの進化を促したかを考察した。

[C01] xB03：赤ちゃんロボットに直面した母親から生成される対乳児発話に対し動作の引き込み現象を解析する実験を共同で設計した。xB02：大きいグループにおける協力進化の数理解析で、周りに協力者が多いときに協力せず少ないときに協力する一見パラドキシカルな行動が進化することを示した。xB03xA01：意図表示に重要な終助詞の獲得について self-attention を計算原理としてモデル化し、終助詞の頻度分布の偏りにより獲得がU字型に進行すること、終助詞と内容語の意味が並行して獲得されることを示した。xA01：再帰的結合の対象が物体からイメージに進化する条件をシミュレーションで示し、さらに記号へと文化進化するシナリオを提示した。

9 研究費の使用状況

研究領域全体を通じ、研究費の使用状況や効果的使用の工夫、設備等（本研究領域内で共用する設備・装置の購入・開発・運用、実験資料・資材の提供など）の活用状況について、総括班研究課題の活動状況と併せて具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。また、領域設定期間最終年度の繰越しが承認された計画研究（総括班・国際活動支援班を含む。）がある場合は、その内容を記述すること。

各班の研究費使用状況

X01 総括班では、領域運営のための人件費・謝金に約 21,300 千円、招聘研究者の謝金に約 3,500 千円、国内外での会議のための旅費に約 7,700 千円、若手研究者育成のための旅費に約 2,300 千円、その他会議開催や領域 HP、成果データベース維持のために約 20,500 千円を使用した。領域全体会議を 10 回（うち 3 回は対面）、国際シンポジウムを 7 回（うち 5 回は複数日に渡る開催）開催した。R2 年度以降、コロナ禍のため対面会議が開催できなくなったため、オンライン上での共創言語セミナーシリーズを 17 回運営し、うち 6 回は海外研究者が講演した。このための謝金や講演記録のための書き起こしに約 1,300 千円を使用した。全体として 15,000 千円を R4 年度に繰り越し、これを R4 年 9 月に金沢にて国際会議 Joint Conference on Language Evolution を開催する費用の一部に充てる予定である。

A01 班では全研究期間を通じて物品費に約 23,300 千円、旅費に約 14,200 千円、人件費・謝金に約 49,900 千円、その他に約 5,700 千円を使用している。物品費の多くは新規図書購入や老朽化したパソコンの買い換えであるが、他に主なものとして脳機能計測実験に使用する経頭蓋電気刺激装置等の大型備品を共用設備として導入した（九州大学）。装置の利用状況は共有カレンダー上を利用した予約システムで管理するとともに、大学院生や若手研究者を対象とした利用講習も実施することで使用時間を最大化するよう取り組んだ結果、本装置を利用して研究を大いに推進することができた（論文 1 報、学会発表 12 件）。旅費の多くは、国内外学会出張や海外招待講演者用旅費、人件費・謝金は PD や OA、事務補佐員の雇用費、講演謝金、実験参加者謝金、その他は論文校正費・投稿費・オープンアクセス費などである。コロナ禍により、R2・R3 年度に開催予定であった国際イベントがいずれも R4 年度に延期となっており、そのため R2 年度からの再繰越し 3,700 千円、R3 年度からの繰越し 6,600 千円が承認されている。

B01 班では、博士研究員としての若手研究者の雇用（東京大学、京都大学、愛知大学）、研究補助者としての大学院生への謝金、および事務補助員への謝金を中心として、人件費に約 115,000 千円を使用した。また、行動解析・神経活動記録等の物品費に約 109,000 千円、海外研究者招聘を含む旅費に約 20,300 千円、MRI 利用料などその他に約 15,000 千円を使用した。このうち国立障害者リハビリテーションセンターに設置した機能的 MRI 用のマルチスライスソフトウェア(3,300 千円)は、本領域全体で MRI 研究を推進するために活用された。また、北海道大学で導入した細胞遺伝子発現解析システム(1,600 千円)は、班内連携を進めるために活用された。東京大学および京都大学で雇用された研究員は、班内・班間連携を推進する役割を果たし、結果として 3 本の共同研究論文の出版に至った。全体として 14,580 千円を R4 年度に繰り越し、国際会議の準備と B01 班の活動のまとめに使用する予定である。

B02 班では、博士研究員としての若手研究者の雇用（東京大学、京都大学）、および研究補助者としての大学院生への謝金支出を中心として、人件費に約 35,000 千円を使用した。物品費は約 29,000 千円であり、このうち人骨・石器標本の三次元形態計測のための 3D スキャナーと関連ソフトウェア（東京大学、早稲田大学）に合わせて 6,103 千円、進化理論解析のための高速数値計算用ワークステーション（東京大学）に 1,000 千円を使用した。新型コロナウイルスの影響で海外調査の実施が困難になり、結果として旅費の支出は当初の予定より少なくなる見込みである（約 20,000 千円）。なお、最終年度の繰越しが承認されており、R4 年度は、主にヒト乳幼児を対象とした比較認知実験を計画している。また 9 月に領域共催で実施される国際会議

において、研究成果を発表する予定である。

B03 班では、全研究期間を通じて物品費に約 42,600 千円、旅費に約 15,200 千円、人件費・謝金に約 63,000 千円、その他に約 2,100 千円を使用している。物品費の主なものとして脳機能計測実験に使用する脳波計等の大型備品（理化学研究所）や高サンプリングの注視点計測装置（東京電機大学・東京大学）を共用可能な設備として導入した。これらの設備を利用するために、大学院生や若手研究者を対象とした利用講習やその計測データ分析を学習するためのワークショップも併せて実施した。旅費は、国内外学会出張や海外招待講演者用旅費や海外で実験実施するために用いた。人件費・謝金は PD や RA、事務補佐員の雇用費、講演謝金、実験参加者謝金、その他は英文校正費・投稿費・オープンアクセス費などであった。コロナ禍により、R2・R3 年度に開催予定であった国際イベントが R4 年度に延期となっており、そのため R3 年度からの繰越し 4,250 千円が承認されている。

C01 班では、博士研究員としての若手研究者の雇用（北陸先端大、名古屋大学）、研究補助者としての大学院生（RA 等）の雇用・謝金、実験参加者への謝金を中心として、人件費に約 67,800 千円を使用した。また、計算サーバ・計測機器等の物品費に約 76,300 千円、海外研究者招聘を含む旅費に約 27,200 千円、クラウドサーバ利用料や論文出版費などその他に約 21,000 千円を使用した。複数の大学院生を研究アシスタントとして雇用し、構成論的システム設計、人間ロボット相互作用実験、脳波データ解析などの複数のプロジェクトを立ち上げ、開発・データ解析・実験実施の補助に従事させることで、研究の推進を加速するとともに、学生の構成論的手法やデータ解析手法の実践的習得を促進した。脳波計測のコストパフォーマンスを上げて効率良く進めるため、フレーム等の設計データが公開されている脳波計を用いてより安価で簡易な多チャンネルの脳波計測環境を構築した。さらに、それを改良・製造するための 3D プリンタを導入した。これらの脳波計、視線計測装置等は班内・班間の領域内の連携研究に活用された。後半の 2 年間はコロナ禍により出張や人を対象にした実験が制限されたため、GPU を搭載した高速計算機の購入に予算を活用し、シミュレーション実験やデータ解析の研究を加速させた。新型コロナウイルス感染症の影響による計画変更があったため、最終年度に 13,560 千円の繰越しが承認された。実験データを解析するための計算機の購入とその成果のための英文校閲・論文出版費、および、R4 年 9 月に領域が共催して開催する国際会議（言語進化合同会議）での講演者の招聘、実施準備・補助の人件費、発表のための英文校閲・参加費に用いられる。

繰越研究費を使用する国際会議について

Joint Conference on Language Evolution (JCoLE) は、言語の起源と進化に関する 2 つの国際会議 Evolang と Protolang の運営者と協議の上、本領域が中心となってこれらを統合して開催する国際会議である。この会議の Web Site では” Scientific research on language evolution has been making remarkable progress for some decades now, leading to a rapid growth of interdisciplinary research communities with diverse thematic and methodological foci. In 2022, for the first time, we will hold a joint conference co-organized by Evolang, Protolang, and Evolving linguistics.”との序文が添えられている。大会長は本領域代表の岡ノ谷が務め、現地運営委員会長は C01 計画班代表の橋本が務める。事務局をドイツ在住の A01 班協力者、浅野が務める。4 名の基調講演者、8 名の招待講演者を予定しており、うち半数が女性である。基調講演者のひとは、手話の研究で著名な研究者であり、この研究者の講演には手話通訳がつく。手話通訳はこの会議の主要講演の通訳も担当する。会議全体で 350 名程度の参加を見込んでおり、うち 200 名がオンライン参加、150 名が現地参加と予想される。基調講演者・招待講演者は現地参加である。総括班の繰越し経費では、会場費、基調講演者・招待講演者招聘費用、会議運営費、オンライン技術料等に使用する計画である。

10 当該学問分野及び関連学問分野への貢献の状況

研究領域全体を通じ、本研究領域の成果が当該学問分野や関連学問分野に与えたインパクトや波及効果などについて、「革新的・創造的な学術研究の発展」の観点から、具体的かつ簡潔に1頁以内で記述すること。なお、記述に当たっては、応募時に「①既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指すもの」、「②当該領域の各分野発展・飛躍的な展開を目指すもの」のどちらを選択したか、また、どの程度達成できたかを明確にすること。

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の分野とは独立に考察が行われていた。本領域は異なる5分野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。この点で本領域は「①既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指すもの」として開始した。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. 動物とヒト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。以下、各研究項目それぞれの成果を全体の成果に関連付け詳述する。

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。

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。例として、ジュウシマツ（鳥類）、テナガザル（霊長類）、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場合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。これらは画期的成果であり、行動学・神経科学にとどまらず広い分野にインパクトを与える。

B02 班：今日においても、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とした。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は直示（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、その融合による言語を成立について、C01班では創発構成論を駆使し、様々な革新的な探求手法を開発した。言語能力の進化可能性やその条件を分析できる人工生命モデル、人工知能技術を取り入れた記号創発や解釈学的循環の計算モデルとロボットやエージェントへの実装、人間同士やエージェントとの実験室言語進化・文化進化実験、脳波位同期による脳の大域的活動の解析、開発した言語脳モデルに基づくニューロフィードバック、SNSやコーパスの大規模データ解析、ロボット聴覚技術による多個体の振る舞いの計測など、手法自体が創造的でありかつ言語コミュニケーションによる共創に焦点を当て、関連分野に波及効果をもたらし、共創的コミュニケーションのデザインを行うことをも可能とした。

11 若手研究者の育成に関する取組実績

研究領域全体を通じ、本研究領域の研究遂行に携わった若手研究者（令和4年3月末現在で39歳以下。研究協力者やポスドク、途中で追加・削除した者を含む。）の育成に係る取組の実績について、具体的かつ簡潔に1頁以内で記述すること。

領域に関わる日々の研究、領域会議、若手の会を通して、若手の自由な発言と活躍しやすい環境の構築に尽力した。多くの大学院生や博士研究員が昇進し、自身の研究室を持つに至った者もある。文部科学大臣表彰若手科学者賞を2名が受賞したことから、本領域が創造性を育成したことが伺える。若手の海外学会での研究発表や海外ジャーナルでの論文掲載に際しては、渡航費・滞在費・オープンアクセス費等を支給して研究活動を支援した。若手有志が「共創言語進化 若手の会」を立ち上げ、独自の研究活動を展開し書籍出版予定に至ったことも特色として挙げられる。また、本領域では多くの若手女性研究者が活躍したことも特記すべきことである。

ポスドク等としての雇用

期間中にポスドクとして雇用した者はのべ54名、関連研究室で期間中に学位を取得した者は18名であった。学術振興会DC1として10名、DC2として12名、PDとして11名が採用された。次世代研究者挑戦的研究プログラムに採択された者もあった。

研究職への昇進

常勤の研究職に就いた者は33名、非常勤の研究職に就いたものは24名であった。特に女性の昇進も顕著で、東大PDから阪大講師へ、東大PDから立教大助教へ、東大院生から同志社大PDを経て東大助教へ、愛知大学研究助教から宇都宮大学URAへなどの例を含む。

受賞実績

非常に多くの若手が国や学会等から様々の受賞をした。新村毅（文部科学大臣表彰・若手科学者賞）、鈴木俊貴（文部科学大臣表彰・若手科学者賞）、吉村優子（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2019）。他に、徳川宗賢賞萌芽賞（社会言語科学会）、Distinguished Poster Award (The 6th CREST Research Area Meeting 2020)、京都大学たちばな賞（優秀女性研究者賞）、特別優秀発表賞（日本心理学会2018）、Cognitive Science Society Meeting 2019 Student Travel Award、若手分担者の受賞、日本進化学会研究奨励賞人工知能学会研究会優秀賞、計測自動制御学会システムインテグレーション部門優秀講演賞、日本社会心理学会若手奨励賞、日本人間行動進化学会若手発表賞、Cultural Evolution Society Student Presentation Awardなどが挙げられる。

若手の会と特設班

各計画班の若手有志が合同で「共創言語進化 若手の会」を立ち上げ、研究活動を展開した。領域の活動の最後の2年は、コロナ禍によって対面による議論の機会が限定された。そこで、コロナ禍で新たに生じた問題と、それまでの若手の会で議論されてきた問題とを包括して、3つの特設班を設けた。1. 階層性・意図共有の統合の理論と検証方法の検討、2. 非対面コミュニケーション、3. SNS 分断機構である。いずれも若手にとって喫緊の問題であったため、自由闊達な議論が行われた。これらの議論の一部は論文集『言語進化の未来を共創する』（岡ノ谷・藤田編 ひつじ書房）として2022年秋に出版予定である。

人的交流の展開

多数の大学院生が研究協力者として参画しており、領域会議・班会議に出席して研究発表、および人的交流を行ったほか、数名に関しては、海外フィールド調査に派遣し調査経験を積ませた。例として大学院生が英国エクセター大学に2週間滞在し、著名教授らから研究指導を受けた。

ワークショップ・セミナー・シンポジウム開催による研究支援

脳研究手法を学ぶためのワークショップや、海外から招いた著名研究者から大学院生が直接研究への助言を受けるワークショップやセミナー等を多数開催した。また学会でのセッションやシンポジウムなど、若手が成果を公表し議論する機会を設けた。

12 総括班評価者による評価

研究領域全体を通じ、総括班評価者による評価体制（総括班評価者の氏名や所属等）や本研究領域に対する評価コメントについて、具体的かつ簡潔に2頁以内で記述すること。

Cedric Boeckx ICREA · Research Professor（国際アドバイザーボードメンバー・A01 班協力）

It is with immense pleasure that I am being asked to write a summary assessment of the Evolving Linguistics project. It is hard for me to think of a more accomplished 5-year project on the complex topic of language evolution. In the course of the project, “Evolinguistics” has become established as a term to capture attempts to articulate testable narratives about language evolution that eschews traditional (theoretical/conceptual) oppositions in the language sciences. To the best of my knowledge, no other research group has succeeded in creating a space where researchers from these traditions have felt so comfortable. I myself have had the great pleasure to take part in this attempt, and it has been extremely enriching, so much so that I regard my current research program as the direct and immediate outcome of the scientific environment created by the Evolving Linguistics project. The Evolving Linguistics project has truly been transformative in the field, and members of all the subgroups of the Evolving Linguistics project have broken new ground. They have done so by stressing the power of experimental approaches to test hypotheses, but without neglecting the relevance of theoretical considerations. Thanks to them we now understand better the evolutionary roots and mutual relations between key aspects of language, such as mental hierarchy and intention-sharing. As it comes to an end, the Evolving Linguistics project leaves its mark as a reference point to emulate in the future, and I very much hope that it will be given the sort of continuity it deserves. The project not only brought together a stellar group of established researchers, but also implicated a large number of young scholars and students, who played an important role in publications and presentations at first-rate venues. It also managed to conclude the project by organizing a one-of-a-kind joint conference bringing together members of the project, members of the Evolang and Protolang communities – a fitting example of the persistent attempt to create an inclusive ecology for research on language evolution. I should also point out that despite the COVID pandemic, members of the Evolving Linguistics have not let down their activities. Even if no international meeting could take place ‘on-site’ since March 2020, project members organized close to 20 online seminars where both local and international experts were invited to share their research, which attracted a lot of attention, well beyond the confines of the local Japanese community. Last, but not least, it is worth highlighting the quality of the publication venues for the research done under the umbrella of the project: *Animal Cognition*, *Cognition*, *Scientific Reports*, *Trends in Cognitive Sciences*, *Journal of Comparative Neurology*, *eNeuro*, *Journal of Child Language*, among others, are high-quality/impact journals that illustrate the research breadth and depth of the research done over the past five years. In summary, the Evolving Linguistics project is an outstanding example of interdisciplinarity done well, and at scale. As a whole, it is in my opinion one of the most distinctive examples of science funding, and one that can make the Japanese science funding system truly proud.

Stephanie White UCLA · Research Professor（国際アドバイザーボードメンバー・B01 班協力）

I served as a member of the International Advisory Board for Evolving Linguistics, Integrative Studies of Language Evolution for Co-creative Communication, from 2017-2022. During this time, the program was very actively organizing international symposia before the Corona virus pandemic, but it was also active in broadcasting online symposia during the pandemic. I very much enjoyed the collegial atmosphere and intellectual engagement when I was invited as a lecturer for “Tokyo Lectures in Evolving Linguistics” where I gave two talks on brain circuits and related molecular genetic mechanisms in both humans and birds on March, 2019. I had stimulating discussions with generative grammar linguists, cultural evolutionists, constructive theorist among others. This was an amazing opportunity for me to spend a few days intimately with these international scholars from various disciplines. The director of the program, Dr. Kazuo Okanoya, has been highly successful in developing the novel field of Evolving Linguistics. The group produced more than 500 papers, some of which appeared in prestigious journals including *Science*, *Current Biology*, and *PNAS*. Some of their findings that I find especially interesting include syntactic analyses of gibbon and bird songs, methodology of manipulating a specific neural circuit in songbirds, and domestication effects in the distribution of oxytocin. There are many interesting findings outside of my field as well, such as prehistorical evidence of combined tool making and artificial intelligence simulation of metacognition. The group successfully conveyed a warm and stimulating atmosphere where students,

postdocs, and professors interacted without barrier of seniority. As a result, the group was successful in producing many PIs who will continue developing the new field of Evolving Linguistics. I myself learned a lot by acting as the advisor and incorporated novel ideas into my own lectures to undergraduates back at my home institution, UCLA.

北澤 茂 大阪大学大学院・生命機能研究科・教授（内部評価委員）

私は本領域が発足した当初から、私の専門に近い B01 行動生物班および C01 創発構成班を中心に領域の研究の進捗を拝見してきた。B01 班では、ヒトと鳥の発声学習に共通して重要な脳皮質と脳基底核を接続する神経細胞を選択的に取り除く分子遺伝学技術が開発され、発声学習初期にはこの神経細胞が不可欠だが、発声学習維持期には重要性が低いという重要な発見が生まれた。また、鳥の家畜化で見られたグルタミン酸とオキシトシンの変化が発声学習の可塑性を制御しているという仮説も生み出された。これらは言語の生物学的起源を知る上で極めて重要な発見である。C01 班では、ビッグデータ解析によって、世論が分断されるエコーチャンバー効果についての研究が進化した。また、概念を階層化する仕組みを持ったロボットがあいまいな指示でも作業ができることが示された。さらに、言語機能と認知機能の支援ロボットを介入させることで、高齢者の認知機能を向上させ得るという画期的な成果が得られた。これらの成果は、未来のコミュニケーションのあり方に具体的な示唆を与えるものであり、領域が当初掲げた目的が見事に実現されている。

私が何度か参加した領域会議では、理論言語学、行動生物学、人類学、発達心理学、構成論の研究者が互いの持つ概念の違いをすり合わせる努力をしていたのが印象的であった。そうした努力が、この領域の成果に結びついているのであろう。また、私自身の「時間生成学」領域と合同で開催したシンポジウムでは、言語的コミュニケーションから時間概念が生じてくるという仮説とそれに関連する神経機構についての発表を伺い、大きな刺激を受けた。領域全体として大量の原著論文を発表しており、積極的なアウトリーチ活動も評価できる。本領域が新しい学術の創生に成功したことは明らかであり、今後の学術界のみならず社会一般への展開が大いに期待できる。

笠井清登 東京大学大学院医学系研究科・精神医学・教授（内部評価委員）

私は共創言語進化領域が発足時より領域内評価委員を務めた。特に B02 人類進化班と B03 認知発達班の研究成果について評価する。本領域が言語の2つの柱とする「階層性」と「意図共有」の進化について、B02 班はめざましい成果を挙げた。階層性については、人類が単純な道具を組み合わせることで複雑な機能を実現するための認知基盤が、遅くとも 45,000 年前には獲得されていたことを示す考古学的資料を発見した。意図共有については、タンザニア・マハレのチンパンジーが他の肉食獣に集団的に対抗しながら、屍肉を分配して食することを観察した。このことは、ヒト科においてかなり初期から意図共有による行動の最適化が進化したことを示している。B03 班は、言語習得期の子どもが「指さし」による意図明示的コミュニケーションを行っていること、また、養育者と発話・指さしコミュニケーションを行うことで発話の曖昧性が回避されることを明らかにした。この発見は、指差しという階層性の萌芽が、意図共有を促進していることを示している。これらの発見はいずれも共創言語進化領域の学際的な研究者らの創造的、共同的对話がなければなし得なかったことである。

領域の運営面についての感想をまとめる。私が代表を務める新学術領域「思春期主体価値」は、共創言語進化領域と共催で「若手の会」を開催したことがある。事前の頻回の準備ミーティングを含めて、両領域の若手が、互いに相手の領域の主要概念や思考法を学び、対話の接点を模索し、自身の研究の発展につなげていた。共創言語進化領域の若手の会で代表的な役割を果たしていた複雑系科学を専門とするポストドクが、私が主宰する学術変革領域 A の計画研究分担者として当事者との共同創造における認知過程の研究に取り組むようになるなどは好例である。コロナ禍により対面会議が開催できなくなっても、本領域は共創言語セミナーと題したセミナーシリーズをこれまで 17 回運営し、国内外の著名研究者を招いて若手に議論の機会を与えていた。そのこともあり、若手の会が中心となって書籍を編集し出版が間近であることも聞いている。多くの若手研究者が研究を継続できるポジションについてというデータもあり、このように学際的な研究を切り拓く若手の育成に成功したことは、岡ノ谷領域代表の、リーダーシップと若手の主体性尊重の絶妙なバランスによるものが大きく、複合領域の新学術領域として顕著な功績であろう。