

## 平成 29 年度 学生主体融合領域研究（独創的研究活動経費支援）申請一覧

受付 番号	教育研究活動テーマ	申請代表者	代表者所属	グループ構成員	構成員所属	責任教員	申請額	経費申請の内訳	
01	脳を模倣した学習器群による鏡像自己認識機構の獲得	南 宇人	生命 3年/5	本谷 康平	生命 3年/5	天野 薫 生命機能研究科 招へい准教授(CiNet)	¥1,000,000	旅費	¥300,000
				水山 遼	生命 3年/5			謝金	¥0
				西田 圭吾	生命 1年/5			物品費	¥620,000
				内田 貴久	基工 M1			その他	¥80,000
								その他	¥0
02	深層学習を用いた音楽自動耳コピシステム：単一楽器から多楽器へ	三田 真志郎	生命 1年/5	Nattapong Thammasan	情報 D2	中村 泰 未来戦略機構第四部門 特任准教授	¥980,000	旅費	¥250,000
				Alexis Meneses	基工 D1			謝金	¥0
				畑中 岳	生命 1年/5			物品費	¥680,000
				辻 健太	情報 M1			その他	¥50,000
				三浦 太樹	情報 M1				
03	分身との共生社会に向けた対話の追体験システムの開発と応用	渡辺 美紀	基工 D2	中西 惇也	基工 D2	中野 賢 未来戦略機構第四部門 特任准教授	¥1,000,000	旅費	¥260,000
				酒谷 佳寛	情報 D1			謝金	¥180,000
				山田 拓哉	情報 D1			物品費	¥230,000
				小森 隆弘	情報 D1			その他	¥330,000
				藤井 祥平	情報 D2				
04	ロボットを用いた利用者の抵抗感の少ない介護行動記録システムの開発	島谷 二郎	基工 M2	志垣 沙衣子	情報 M2	中村 泰 未来戦略機構第四部門 特任准教授	¥993,490	旅費	¥240,000
				酒井 和紀	基工 M2			謝金	¥39,000
				芝井 厚	情報 D2			物品費	¥714,490
								その他	

審査の結果、支援合計額は以下とする。

南 宇人	81 万円
三田 真志郎	80 万円
渡辺 美紀	82 万円
島谷 二郎	83 万円

平成 2 9 年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費計画調書

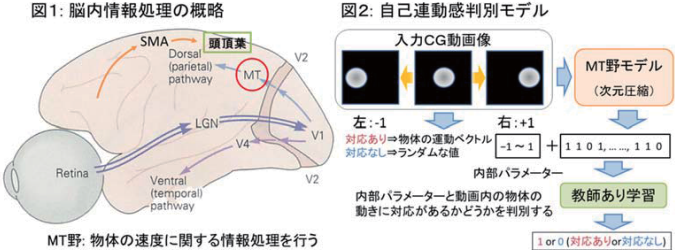
申請年月日: 平成 2 9 年 2 月 2 7 日

教育研究活動テーマ		脳を模倣した学習器群による鏡像自己認識機構の獲得					
教育研究活動期間		平成 2 9 年 4 月 ~ 平成 3 0 年 3 月					
申請代表者氏連絡先	所 属 研究科	生命機能研究科		学 年	D3/5		生命機能研究科
		生命機能専攻					
	フリガナ	ミナミ ソラト		指導教員等所属・氏名	生命機能専攻		
	氏 名 (自署)	南 宇人					
	学籍番号	32A14046					
電話	09023803198						
	E-Mail (PC)	minamixyz@gmail.com		氏名	天野 薫		
グループ構成員 (※該当する場合のみ記載。行が不足の場合は追加してください。)	氏 名	学籍番号	研究科			専攻	学年
	本谷 康平	32A14047	生命機能	生命機能	D3/5	motoya@fbs.osaka-u.ac.jp	
	水山 遼	32A14045	生命機能	生命機能	D3/5	ryo719719@gmail.com	
	西田 圭吾	32A16036	生命機能	生命機能	D1/5	keigo.nishida.jg@rike.n.jp	
	内田 貴久	29C16027	基礎工学	システム創成	M1	uchida.takahisa@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp	
廣芝 和之					hihokaruta@gmail.com		
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム					
類似の経費の助成状況		<input checked="" type="checkbox"/> 受けていない					

【個人情報の取り扱いについて】

- (1) この計画調書に記入されました個人情報に係る事項については、独創的教育研究活動経費に係る業務において使用します。
- (2) 独創的教育研究活動経費に採択された際には、プログラムの広報活動等において、所属研究科・専攻、学年、氏名および活動報告等を公表することがありますので、あらかじめご了承ください。

教育研究活動テーマ	脳を模倣した学習器群による鏡像自己認識機構の獲得
教育研究活動の目的	
本教育研究活動の全体構想及びその中での本教育研究活動の具体的な目的について、判りやすくかつ明確に記述してください。図表などを用いてもかまいません。なお、参考文献等がある場合は末尾に列挙してください。	
<p>○本研究の全体構想</p> <p>ヒトは鏡に映る鏡像を見た時、自分の身体と鏡像の動きの連動性などから、それが自己像だと判別できる能力を持つと言われている。この認知機能の解明には様々なアプローチがとられているが、その解釈は研究によって様々であり、未だに明確な定義は得られていない。その原因としては、鏡像自己認識を取り扱った研究において、今までは行動指標に基づいた議論に終始し、脳の神経基盤に基づいた議論がほとんどされてこなかったことが挙げられる。しかしながら、fMRIやMEGといった従来の脳機能イメージング手法では、複数の脳領域にまたがる複雑な脳内ネットワークを擁する高次認知機能の解釈が難しく、脳の神経基盤に基づいた議論にも限界があるのが現状である。従来の研究で得られている知見として、初期視覚野からMT野を経由する頭頂葉にかけての経路(背側視覚経路)で、動きを伴う物体の位置表象が処理されており<sup>1</sup>、他方、人間が手足等を動かすときの運動制御のパラメータ処理は、運動前野から補足運動野(SMA)や一次運動野(M1)で処理される<sup>2</sup>。さらに頭頂葉ではこれら二つの情報がその他の体性感覚情報と統合されると考えられている<sup>3</sup>。以上を踏まえ我々は、<b>身体を動かすときに前頭野で処理される運動情報と、鏡像の視覚情報から背側経路を経て抽出された運動情報が頭頂葉で統合され、鏡像自己認識が獲得されると仮定した(図1)</b>。この仮説に基づき、我々は<b>脳の性質を模した人工ニューラルネットワークモデル(NN)を組み合わせ、鏡像自己認識機構をシミュレーションで段階的に再現していくことを目指す</b>。実際には、鏡像自己認識機構をモデル化する過程を二段階に分ける。第一段階では問題を単純化し、ただ一つの剛体がどの方向にどのタイミングで動きたいかという内部パラメータが、その鏡像となる動画像の運動情報とどの程度連動しているのかという感覚の獲得を目指す(図2)。ここでは、この感覚のことを<b>自己連動感</b>と定義する。第二段階では、ある物体に複数の部位が存在する状況下で、各部位をどの方向に動かしたいのかという内部パラメータと、動画像における個々の部位の運動情報が連動しているという感覚の獲得を目指す。我々は、この感覚を鏡像自己認識機構の実体と見なし、特に<b>運動主体感</b>と呼ぶ。これらをシミュレーションで再現するためには動画像からの物体の運動情報の抽出が不可欠であるが、従来のNN等は静止した物体の形状情報の抽出に特化しており、運動情報を限定的に抽出することは困難である。そこで我々は、実際の脳で物体の運動に関する視覚情報を処理するMT野と呼ばれる領野に着目した。MT野のニューロンの数理モデル<sup>4</sup>を用いることで、動画像から運動情報を抽出できると考えられる。このMT野ニューロンモデルと既存のNNを組み合わせた機械学習モデルによって<b>自己連動感と運動主体感が再現されれば、人間の高次認知機能である鏡像自己認識の再現には最低限、数理的にどのようなモデルが必要か明らかになると考えられる</b>。また、使用した学習モデルと実在する脳部位との接続から鏡像自己認識に寄与する脳機能を推測可能になるのではないかと考えている。</p> <p>○参考文献</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ungerleider LG, Haxby JV. 'What' and 'where' in the human brain. <i>Curr Opin Neurobiol</i> <b>4</b>, 157-165 (1994).</li><li>2. Cheney PD. Role of Cerebral Cortex in Voluntary Movements. <i>Phys Ther</i> <b>65</b>, 624-635 (1985).</li><li>3. Cavanna AE, Trimble MR. The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. <i>Brain</i> <b>129</b>, 564-583 (2006).</li><li>4. Simoncelli EP, Heeger DJ. A model of neuronal responses in visual area MT. <i>Vision Res</i> <b>38</b>, 743-761 (1998).</li></ol>	



教育研究活動の計画・方法	
当該テーマの目的を達成するための具体的な教育研究活動の計画・方法について、テーマを完遂するための全容と本年度の具体的な企画・方法について、具体的かつ明確に記述してください。必要があれば、適宜文献等の引用を行うことも可能です。 なお、記述にあたっては、教育研究活動経費の明細との関連性が判るようにしてください。	
○研究計画・方法の概要	
①文献調査	
・脳を模した数理モデルの構築に必要な、背側視覚経路における各脳部位の具体的な機能や各脳部位間のコネクトームに関する先行研究の調査。	
・運動情報抽出に特化した MT 野ニューロンの数理モデルと既存技術(オブティカルフロー)の比較。	
・機械学習に必要となる計算リソースの概算とモデルの妥当性の検討。	
②自己認識機構を獲得する機械学習モデルの実装	
【第一段階：自己運動感の獲得】鏡像自己認識を簡単化し、「眼前の像から得られる視覚由来の運動情報」と「自身が運動指令として持つ運動情報」の運動性から、眼前の像が自身の鏡像であると知覚する感覚を自己運動感と定義する。入力動画内に配置された一つの球体が左右のどちらかに動き、それに応じた運動情報が MT 野モデルを介して得られる。それとは別に、物体自身も運動情報を持っている。この運動情報は物体の運動ベクトルそのもので、あえて対応がないランダムな値も混入させている。これら二つの運動情報を連結して入力データとして扱うとともに、それらの対応のあるなしを教師データとして学習を行う。MT 野モデルが物体の運動情報だけを正しく抽出していれば、学習後は二つの運動情報の対応から自他判別が可能になると考えられる。現在、モデルは既に実装されている。	
【第二段階：運動主体感の獲得】「眼前の像の各部位が、自己の身体の中のどの部位と対応するのか」という身体像の概念を自己運動感に取り入れたものを運動主体感と定義する。複数の物体を連結させたアームを用意し、各関節角度を自由に变化させる。この時、物体自身が運動指令として持つ運動情報の関節角度(対応がないランダムな値も混入)と、動画像から MT 野モデルを介して得られた運動情報を連結して入力データとして扱うとともに、それらの対応のあるなしを教師データとして学習を行う。学習後は物体ごとの二つの運動情報の対応から自他判別が可能になると考えられる。	
③本実験	
・計算処理を行う計算サーバーの環境構築、および動作確認。	
・実装したモデルでシミュレーションの実施、および実験結果の分析、計算モデルの再検討と改善。	
④論文執筆・発表	
会議論文の執筆と発表(プログラムの修了要件である「融合研究成果物」として執筆、発表する)。	
○本年度の具体的な計画と方法	
具体的な研究計画を以下に述べる。本年 4 ～ 5 月に実装済み第一段階のモデルでシミュレーションを行い、必要に応じてパラメータの調整やモデルの改良を行う。期待される結果を確認した後、6 ～ 7 月にこのモデルを第二段階に拡張する。8 ～ 9 月に本実験を行い、さらに 1 0 ～ 翌年 1 月にかけてモデルの改善も含めた再実験を行う。これらと並行して会議論文を執筆し、年度内の学会発表を目指す。本研究で最も困難な課題は鏡像自己認識機構を獲得する機械学習モデルの構築である。このモデルは複数の機械学習を組み合わせたという近年でもまだ前例の少ないモデルであり、一つ一つの機械学習が妥当性を伴って各脳部位の機能と対応していることが前提となってくる。この課題に対して本研究ではディープラーニングと神経科学の両方に精通したダウンゴの山川研究員をはじめとする全脳アーキテクチャの若手メンバーと積極的に議論しモデルの妥当性に関して助言や支援を受け対処する。本研究は、研究代表者(南)と研究分担者(本谷、水山、西田、内田、廣芝)の計 6 名で実施する。代表者の南はヒトの視覚情報処理に関する専門研究に携わっており、鏡像自己認識も視知覚を重要な構成要素としている点で関連性がある。ただし、今回の融合研究では認知機能の解明に機械学習によるシミュレーションを用いるため、アプローチの仕方が全く異なっている。本谷、水山は神経科学を、内田はシステム工学を専攻しており、本研究のモデル構築に不可欠な多角的な脳の知見を、十分に備えている。計算機科学を専攻している西田や機械学習に精通した廣芝は、本研究に適用可能な機械学習アルゴリズムを理解し、実装時の実用的なプログラミングの知識や技術をもつ。また各メンバーは、シミュレーションを行う際に最低限必要になる計算機環境を有しているが、本活動経費で利用可能になる高性能計算機サーバーによって、より効率的な計算リソースの確保を見込んでいる。	
期待される成果等	
期待される成果を 200 字程度で纏めてください。	
本研究によって、高次認知機能である自己運動感と運動主体感がそれぞれシミュレーションで再現されることが考えられる。使用した数理モデルと脳内コネクトームの対応を考えることで、長らく謎のままだった鏡像自己認識の脳内メカニズムが、段階的に推測可能になると考えられる。また、本研究で実装した MT 野ニューロンモデルをディープラーニングなどの既存の情報処理技術に応用することで、運動情報に特化した動画像認識技術の開発につながると考えられる。	

過去に採択された本経費（※該当者のみ記載してください。）	
過去に本経費に採択されたことがあるプログラム履修生は、以下について記入してください。	
採択年度	採択された教育研究活動のテーマ
過去に採択された教育研究活動テーマの成果（※該当者のみ記載してください。）	
過去に採択された教育研究活動テーマの成果について要約してください。 なお、本申請の教育研究計画が、過去に採択されたテーマの成果をもとに発展させたものである場合には、関連性についても説明して下さい。	

年 月 日： 平成 2 9 年 2 月 2 7 日

平成 2 9 年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費

指導教員等の所見

教育研究活動テーマ		脳を模倣した学習器群による鏡像自己認識機構の獲得			
教育研究活動期間		平成 2 9 年 4 月 ～ 平成 3 0 年 3 月			
申 請 代 表 者 氏 名	所 属 研究科	生命機能研究科	学 年	指 導 教 員 等 所属・氏名	生命機能研究科
		生命機能専攻	D3/5		生命機能専攻
		氏 名	南 宇人		氏名（署名または捺印）
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム			
指導教員等の本課題教育研究についての所見記載欄					
<p>本研究メンバーは現在、「脳を模倣した学習器群による鏡像自己認識機構の獲得」というテーマで研究を行い、鏡像自己認識機構の本質的なメカニズムの解明に取り組んでいる。メンバーの専門分野は神経科学、システム工学、計算機科学と多岐にわたり、専門研究におけるアプローチの仕方も様々である。しかしながら、脳の本質的な理解に迫る目的を持つという点では共通しており、それぞれの専門性による相乗効果が期待できる。現に本研究メンバーは様々な観点から「鏡像自己認識」というテーマに取り組み、既存の行動指標に基づくアプローチや、脳機能イメージング技術を用いたアプローチでは限界のあった本分野において、神経科学の知見と機械学習を組み合わせた新しい手法を創出している。このアプローチを試みることで、鏡像自己認識という実際の脳内機構に謎の多かった認知機能において、新たな知見が得られると期待される。各メンバーは非常にモチベーションが高く、学生同士で密に連携を取り合いながら、進捗報告会なども頻繁に行い、積極的に研究を推進している。現時点での取り組みとして、文献調査に基づいたモデリング、計算機によるシミュレーションを精力的に行い、鏡像自己認識に寄与すると考えられる脳部位である MT 野のニューロンの数理モデルを実装した。さらに鏡像自己認識を簡略化した自己運動感の獲得モデルを作成するなど、既に一定の成果を出し始めている。対外的には、全脳アーキテクチャが主催したハッカソンの本戦に出場し、最終日に発表を行うなど、成果発表も積極的に行っている。本研究の優れた特色は、今まで誰も踏み込んだ議論を行ってこなかった鏡像自己認識というテーマに対して、機械学習の観点から本質的な理解を得るための的確かつ簡潔な目標を設定した点にあるといえる。また単なる認知機能の理解にとどまらず、本研究で実装された「脳を模倣した計算モデル」は、既存の機械学習による情報処理技術をより汎用性のある物へと発展させる可能性があり、工学的な意義も有している。本研究活動を通して、異なる専門性を有する研究者同士で共同研究を行う際に必須となる、調整能力や運営能力が養われると考えている。学生自らが主体的に研究テーマや目標を設定し、その実現に向けて試行錯誤することで、研究の独創的な価値を創出できるようになり、自分たちの研究が抱える欠陥を客観的に見つめ直す能力を養うことが出来ると考えている。この能力は、学生達が今後研究者として自立するために不可欠な能力である。以上に挙げたとおり、当学生グループの研究活動は現在順調に運用されており、期待される成果が年度内に確実に獲得されると考えられる。本研究の遂行には、シミュレーション用の高性能な計算機サーバーが必要であり、本経費は大部分がその購入と成果報告の経費に充てられる。経費の使途目的は明確であり、計算機サーバーの使用料などは学生の試算に基づいているため、その額も適切であると考えられる。よって本研究活動経費を申請するのにふさわしいと認め、ここに推薦する。</p>					

教育研究活動テーマ		脳を模倣した学習器群による鏡像自己認識機構の獲得	
教育研究活動経費の明細			
〔計画・方法との整合性を考え、可能な限り具体的に積算してください。〕			
経費区分	金額（円）	積 算 内 訳（円）	
<旅費>	300,000円	国内 ・学会発表のための旅費：300,000 円（50,000 円×6 回）	
		外国	
<謝金>	0円	謝金	
<物品費>	620,000円	消耗品費 ・シミュレーションのためのAmazon Web Servicesのサーバー使用料：600,000円(100,000円×6台) ・データ保存用機器：20,000 円	
<その他>	80,000円	印刷製本費	
		通信運搬費	
		会議費 ・国内学会参加費：60,000円(10,000円×6回)	
		諸経費 ・専門書: 20,000円	
合 計	1,000,000円		

平成29年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費計画調査

申請年月日： 2017 年 2 月 28 日

教育研究活動テーマ		深層学習を用いた音楽自動耳コピシステム：単一楽器から多数楽器へ					
教育研究活動期間		平成29年4月 ～ 平成30年3月					
申請代表者氏名連絡先	所 属 研究科	生命機能研究科		学 年	大阪大学未来戦略機構		
		生命機能専攻		D2/D5			
	フリガナ	ミタ シンジロウ			指導教員等所属・氏名	特任准教授	
	氏 名 (自署)	三田 真志郎					
	学籍番号	32A16045					
	電話	080-1930-4868					
E-Mail (PC)	zen9310shin@gmail.com			氏名	中村泰		
氏 名	学籍番号	研究科	専攻			学年	連絡先
Nattapong Thammasan	33B15806	情報科学	情報数理学			D3	nattapong@ai.sanken.osaka-u.ac.jp
Alexis Meneses	29C16857	基礎工学	システム創成			D1	alexis.meneses@irl.s.es.osaka-u.ac.jp
畑中 岳	32A16038	生命機能	生命機能			D2/D5	gaku.hatanaka@gmail.com
グループ構成員 (※該当する場合のみ記載。行が不足の場合は追加してください。)	辻 健太	33E16012	情報科学	情報ネットワーク学	M2	ktsuji@ist.osaka-u.ac.jp	
	三浦 太樹	33E16020	情報科学	情報ネットワーク学	M2	d-miura@ist.osaka-u.ac.jp	
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム					
類似の経費の助成状況		<input checked="" type="checkbox"/> 受けていない					

【個人情報の取り扱いについて】

- (1) この計画調査に記入されました個人情報に係る事項については、独創的教育研究活動経費に係る業務において使用します。
- (2) 独創的教育研究活動経費に採択された際には、プログラムの広報活動等において、所属研究科・専攻、学年、氏名および活動報告等を公表することがありますので、あらかじめご了承ください。

教育研究活動テーマ	深層学習を用いた音楽自動耳コピシステム：単一楽器から多数楽器へ
教育研究活動の目的	
<p>本教育研究活動の全体構想及びその中での本教育研究活動の具体的な目的について、判りやすくかつ明確に記述してください。図表などを用いてもかまいません。なお、参考文献等がある場合は末尾に列挙してください。</p>	
■産業的意義	
<p>「耳コピ」とは、音楽を耳で聴きとって脳で分析し楽譜に変換する「採譜」のことであり、高度な音楽訓練を通して習得される熟練技術を要する。また、耳コピの熟練者であったとしても、4分程度のカラオケの曲を1曲耳コピするのに10時間以上もかかってしまう。そこで、市場規模が6000億円と大きい日本のカラオケ業界 [1] において、耳コピを自動化することに対する需要は大きい。</p>	
■学術的意義と目的	
<p>耳コピの自動化は、音楽情報認識の研究分野において根幹をなす最も重要なタスクの一つである。音楽情報認識は学際的な研究分野であり、音楽そのものについての基本知識に加えて、研究代表者である三田が専門とする認知神経科学のみならず、ネットワークの設計や機械学習の側面において情報科学、工学の知識も必要とする。音楽というものはビッチ、オンセット、オフセット、テンポ、拍子、音色、コード、調性などの様々な要素によって構成されている。本研究では、これらの要素のうちビッチ、オンセット、オフセットに注目し、これらを正確に自動認識し楽譜として出力するようなシステムを研究開発することを第一の目標とする。</p>	
<p>「楽譜」は、音楽において「コミュニケーション」の媒体、かつ「記録媒体」である。ほとんどの音楽的アイデアは「楽譜」を通じて作曲家から演奏家へと伝えられる。耳コピを自動化し、それを世の中に普及させることで、ある音楽家から別の音楽家へ向けた音楽的アイデアの「コミュニケーション」をはるかに円滑にすることができる。したがって、自動耳コピシステムは音楽創作における音楽家どうしのコラボレーション、さらには近い将来に音楽家とAIのコラボレーションを加速し、アイデアの創造力をはるかに高め、人類の音楽文化を発展させる基盤を創るためのイノベーションにおける第一歩となる。</p>	
■具体的な目的	
<p>これまで我々が取り組んできたピアノ音楽の耳コピシステムの認識精度を実用に耐えうるレベルまで向上させる。実用レベルの一つの基準として、教師データの曲を再生したものと、耳コピシステムが出力した楽譜を再生したものを不特定多数の人が聴き比べて違いが判らない程度のレベルを目標にする。</p> <p>多数楽器音楽の採譜においては、先行研究が少なく、まだ非常に萌芽的な段階であり、十分な既存のデータセットもない。したがって、我々自身がデータセットを作り、それを用いて深層学習させたモデルの性能評価に取り組むことで、深層学習がどこまで多数楽器音楽の耳コピに適用するかを評価することをまず最初の課題とする。</p>	
■引用	
[1] カラオケ白書 2016, 一般社団法人全国カラオケ事業者協会, 2016	

## 教育研究活動の計画・方法

当該テーマの目的を達成するための具体的な教育研究活動の計画・方法について、テーマを完遂するための全容と本年度の具体的な企画・方法について、具体的かつ明確に記述してください。必要があれば、適宜文献等の引用を行うことも可能です。  
なお、記述にあたっては、教育研究活動経費の明細との関連性が判るようにしてください。

### ■これから1年間の全体構想

昨年9月末～10月初旬にかけて履修生主体イベントとして行った「耳コピハッカソン合宿」を皮切りに、これまで半年間研究開発してきたピアノ音楽の自動耳コピシステムの認識精度を実用レベルまで向上させる。また、国際会議 ISMIR (The International Society of Music Information Retrieval) において開催される競技会 MIREX (The Music Information Retrieval Evaluation eXchange) に出場する。それに加えて、さらに複雑かつ高度な多数楽器音楽の自動耳コピシステムの研究開発に取り組む。

### ■研究スケジュール（図2中の【 】内は予算の執行を示す）と方法

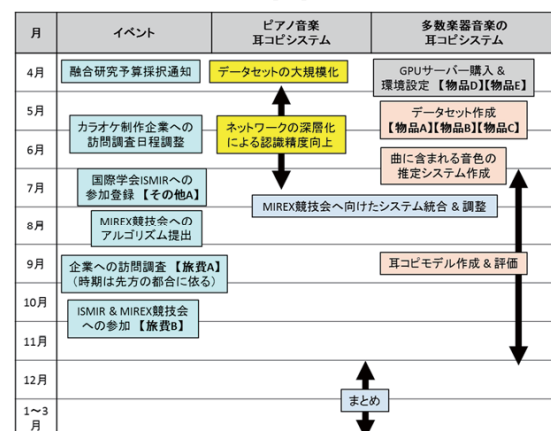


図2：月単位での研究スケジュール

する。次に、曲の音声に含まれている複数の音色を推定するシステムを作成する。その後、推定されたそれぞれの音色ごとに演奏されている音のオンセットとオフセットを検出するネットワークを作成し、これを深層学習させることにより、多数楽器の耳コピシステムの実現を試みる。

また、実際に国内のカラオケ制作企業へ訪問し、制作現場の見学やインタビューを行うことで将来、多数楽器の耳コピシステムをカラオケ産業へ活かすためにはどのような機能が求められているかを調査する予定である（時期は先方の都合に依る）。

### ■引用

[2] V. Emiya, R. Badeau, and B. David, “Multipitch estimation of piano sounds using a new probabilistic spectral smoothness principle,” IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, vol. 18, no. 6, pp. 1643-1654, 2010.

[3] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition,” Arxiv.Org, vol. 7, no. 3, pp. 171-180, 2015.

### 期待される成果等

期待される成果を200字程度で纏めてください。

まず、ピアノ音楽の耳コピシステムの認識精度を実用化レベルまで向上させることで、実際に製品化され市場に流通させることが期待される。また、国際学会 ISMIR 内で開催される MIREX 競技会に出場し、他の研究チームと性能を競い合った結果も成果となりうる。さらに、先行研究が少なく萌芽的な段階である多数楽器音楽の耳コピタスクに対し、データセットの作成と耳コピシステムの作成を通して深層学習がどこまで通用するかを評価することも成果となる。

## 過去に採択された本経費（※該当者のみ記載してください。）

過去に本経費に採択されたことがあるプログラム履修生は、以下について記入してください。

採択年度	採択された教育研究活動のテーマ
平成27年度	グループ意思決定を支援するリーダー型人工エージェントシステムの開発
平成28年度	協調 Web 検索を伴う意思決定における説得力を持つ情報推薦アルゴリズム

## 過去に採択された教育研究活動テーマの成果（※該当者のみ記載してください。）

過去に採択された教育研究活動テーマの成果について要約してください。  
なお、本申請の教育研究計画が、過去に採択されたテーマの成果をもとに発展させたものである場合には、関連性についても説明して下さい。

### ■グループ意思決定を支援するリーダー型人工エージェントシステムの開発

・該当者：Nattapong Thammasan

To accelerate the discovery of satisfying items in group information searching, we focus on developing a supporting system for group decision making in the collaborative web searching in this research. Starting in the 2015 fiscal year, we have conducted the experiments recruiting participants to search for an interesting restaurant that could satisfy each of group members via our developed system. We collected data from 8 groups, and each group contains 3 members. The system is connected to Gurunavi via API and allows participants to chat with others, bookmark the selected choices, search, and reading information of the restaurant. Then, we analyzed the dynamics of activities and timing of satisfaction convergence, and published the results in DEIM 2016 and YANS2016 conferences.

### ■協調 Web 検索を伴う意思決定における説得力を持つ情報推薦アルゴリズム

・該当者：Nattapong Thammasan

Continuing in the following fiscal year, we aimed to investigate mainly on the pattern of searching. In particular, the synchronization in web searching was believed to influence the group satisfaction. Moreover, we expected that our system could support decision making by providing recommendation (e.g., common implicit preference, interesting restaurant) to the searching user at the right time. Therefore, understanding the relation of searching pattern, timing, and satisfaction level would be necessary and became our main goal for this year. Therefore, we conducted experiments recruiting a high number of subjects using new data collection protocol. We expected that the analysis results would provide beneficial insights in developing a good recommender system. Resulted from the techniques of information extraction I have learned from this project, I have inspiration to explore the information retrieval approaches in music domain.

年月日： 2017 年 2 月 28 日

平成 29 年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費

指導教員等の所見

教育研究活動テーマ		深層学習を用いた音楽自動耳コピシステム：単一楽器から多数楽器へ			
教育研究活動期間		平成 29 年 4 月 ～ 平成 30 年 3 月			
申請代表者氏名	所 属 研究科	生命機能研究科	学 年	指 導 教 員 等 所 属 ・ 氏 名	大阪大学未来戦略機構
		生命機能専攻	D2/D5		特任准教授
	氏 名	三 田 真志郎			氏 名（署名または捺印）  中 村 泰 印
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム			
指導教員等の本課題教育研究についての所見記載欄					
<p>本研究課題は、「耳コピ」、すなわち、演奏された音楽を分析することで楽譜に変換する「採譜」のシステムの開発を対象としている。音楽というコミュニケーションメディアを理解する上で、楽譜はその基盤となるものであり、人間と人工システムのコラボレーションなど、未来の応用にもつながる重要な課題である。また、音楽は感性などの人間の性質に依存するものである一方で、ビッチやテンポ、音色と行った工学的な側面も持つ。そのため、音楽を自動で認識するためには、音楽の基礎知識だけでなく、認知科学や情報科学などの様々な分野の研究が融合する必要がある。</p> <p>本研究課題では、特に複数の楽器を使って演奏される音楽を対象としている。この課題では、工学的には多数の音源から発生し、混合されてしまった音をどのように分離し、分析するか？という非常に困難な課題を含んでいる。音楽の自動認識システムとして深層学習を用いる計画となっているが、複雑な入出力関係を持つ問題に対しては有効であると期待できる一方で、深層学習においては学習の成否がデータセットに大きく依存する。研究計画ではその点も考慮されており、萌芽的な研究ながら実現までの道筋を深く考えたものであると考えられる。</p> <p>本研究の申請代表者は、昨年度から自発的に耳コピシステムの開発に取り組んでいる。先行研究の論文を参考にプロトタイプシステムを実装するなど、積極的に取り組む姿勢を見せるとともに、問題解決能力も高い。さらに、一人の力だけでは解決が困難な大きな課題を、周囲の学生や教員と共に解決しようとするリーダーシップも持っている。その中で、研究代表者が主催したハッカソンをきっかけとして学年を超えたグループを形成し、本課題の提案に至っている。参加するメンバは情報科学、基礎工学、生命機能の 3 つの研究科から参加しており、音楽の自動認識に取り組むために必要な幅広い専門性をグループとして十分に持っていると期待できる。</p> <p>本研究は、認知神経科学、ネットワーク設計、機械学習、音楽学といった様々な分野を融合するヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラムの理念に沿った融合研究である。また、研究代表者が大阪大学産学連携本部にて開催された G-TEC 2016 研修に参加するなど、科学技術の商業化についても積極的に勉強しているだけでなく、本申請自体も産業化への道筋も検討したのとなっており、産学連携という側面で本プログラムの主旨に合致したものである。本申請が採択されることを強く推薦する。</p>					

教育研究活動テーマ		深層学習を用いた音楽自動耳コピシステム：単一楽器から多数楽器へ	
教育研究活動経費の明細			
〔計画・方法との整合性を考え、可能な限り具体的に積算してください。〕			
経費区分	金額（円）	積 算 内 訳（円）	
<旅費>	250,000 円	国内 【旅費 A】カラオケ制作企業への訪問市場調査：50,000	
		外国 【旅費 B】国際学会 ISMIR への旅費：200,000	
<謝金>	円	謝金	
<物品費>	680,000 円	消耗品費 【物品 A】データセット作成用ソフトウェア：50,000 【物品 B】データセット作成用音源：60,000 【物品 C】データセットバックアップ用ハードディスク：20,000 【物品 D】データセット作成 & 深層学習用 GPU サーバー：450,000 【物品 E】サーバー用メモリ増設：100,000	
<その他>	50,000 円	印刷製本費	
		通信運搬費	
		会議費 【その他 A】国際学会 ISMIR 参加費：50,000	
		諸経費	
合 計	980,000 円		

平成 29 年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費計画調書

申請年月日:平成 29 年 2 月 28 日

教育研究活動テーマ		分身との共生社会に向けた対話の追体験システムの開発と応用					
教育研究活動期間		平成 29 年 4 月 ～ 平成 30 年 3 月					
申請代表者氏連絡先	所 属 研究科	基礎工学研究科		学 年	未来戦略機構		
		システム創成専攻		D3			
	フリガナ	ワタナベ ミキ		指導教員等所属・氏名	第四部門		
	氏 名 (自署)	渡辺 美紀					
	学籍番号	29C15807					
	電話	090-2825-3180					
E-Mail (PC)	watanabe.miki@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp		氏名		中野 賢		
グループ構成員 (※該当する場合のみ記載。行が不足の場合は追加してください。)	氏 名	学籍番号	研究科	専攻	学年	連絡先	
	中西 惇也	29C15806	基礎工学	システム創成	D3	nakanishi.junya@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp	
	酒谷 佳寛	33G16802	情報科学	バイオ情報工学	D2	sakatani-yoshihiro@ist.osaka-u.ac.jp	
	山田 拓哉	33F16805	情報科学	マルチメディア工学	D2	yamada.takuya@ais.cmc.osaka-u.ac.jp	
	小森 隆弘	33G16801	情報科学	バイオ情報工学	D2	komori-takahiro@ist.osaka-u.ac.jp	
	藤井 祥平	33E15806	情報科学	情報ネットワーク学	D3	fujii.shohei@ist.osaka-u.ac.jp	
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーションプログラム					
類似の経費の助成状況		<input checked="" type="checkbox"/> 受けていない					

【個人情報取り扱いについて】

- (1) この計画調書に記入されました個人情報に係る事項については、独創的教育研究活動経費に係る業務において使用します。
- (2) 独創的教育研究活動経費に採択された際には、プログラムの広報活動等において、所属研究科・専攻、学年、氏名および活動報告等を公表することがありますので、あらかじめご了承ください。

教育研究活動テーマ

分身との共生社会に向けた対話の追体験システムの開発と応用

教育研究活動の目的

本教育研究活動の全体構想及びその中での本教育研究活動の具体的な目的について、判りやすくかつ明確に記述してください。図表などを用いてもかまいません。なお、参考文献等がある場合は末尾に列挙してください。

【全体構想及び具体的な目的】

情報通信技術の発達に伴い、人同士のコミュニケーション形式が多様化している。テキストチャットやビデオチャットなどはその例であり、離れた場所にいる人とコミュニケーションをとることを可能にしている。さらに新しいコミュニケーション形式として、自分の分身となる存在を介したコミュニケーションの例もある[A-1]。このように、分身が(a) 人の代理となりコミュニケーションを担うことで、**人は同時に複数のコミュニケーション機会を得たり**、(b) コミュニケーションの一部である対話内容の生成の代理を担うことで、対話の負担を軽減したりすることが可能となる。しかし、(a)においては本人に対して分身の対話内容のフィードバックがないため、本人が分身の対話相手と対話経験を持った、すなわちストーリーを共有したとは感じられない。つまり、分身による対話を自己に取り込むために**本人による対話の追体験が行われる必要がある(図 1)**。また、対話の追体験に労力がかかれば、分身を利用する意義が弱まるため、追体験は簡単に短時間で実行されるべきであるといえる。

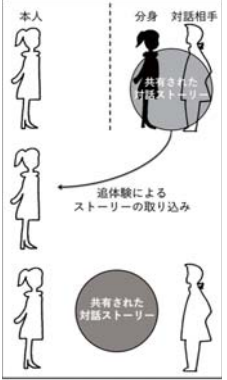


図 1: 分身による代理コミュニケーション

本研究では、人のコミュニケーションをより豊かにするため、人のコミュニケーションの一部を代理で行う分身との共生社会の実現を提案する。その実現のために、本研究では対話の追体験システムの開発を行う。さらに、追体験の簡易化を目指すため、人の対話経験獲得におけるミニマルモデルを究明する。最終的には、申請者の専門研究において開発した対話システム ((b)に該当、後述) と統合し、**人の対話原理に基づく追体験システムを搭載した分身を開発し社会応用を行う**ことが本研究の目的である。

本研究課題は、分身社会に向けて**対話の追体験の必要性に着目している点**は他にも類がなく**独創的**である。また、本研究課題が達成されれば、分身を介したコミュニケーションにより、人は思いもよらない自己の発見や、新たな人との出会いが得られる可能性がある。本研究で開発する追体験システムは分身社会における根幹技術となると考えられ、**産業界における新たなサービスとしての応用**が期待される。また、対話経験獲得のミニマルモデルの検討は「人の経験とはなにか」という問いに対して重要な示唆を与えるものであり、**人間科学や哲学など諸分野における学術的な波及効果**も期待される。

【申請代表者の研究との関連性と相違点】

申請代表者は、専門研究において人と人がシステムを介して対話する選択式対話システムの開発を行っている。本システムは対話内容の選択肢の生成と発声を人間の代理で行うものであり、**コミュニケーションの一部をシステムが代理するという点で本申請内容と関連性**がある。また、専門研究においては対話相手と対面の状況におけるストーリーの共有について検討していることにに対し、本申請内容では**対話相手と対面しない状況を取り扱う点で異なる**。申請者の専門性は、対話で用いる音声や視覚など対話の構成要素の効果を検討する上で生かされると考える。さらに、様々な対話の状況を検討することは、人間の対話原理の理解を深めることに繋がり、専門研究に対しても意義深いと考える。

【融合研究として取り組む意義】

融合研究として取り組むことで、人間の対話している感覚に対する多面的な評価が可能になると考える。これまで専門研究では、対話感覚の評価として、人間の行動や認知の変化について質問紙を用いた評価を行ってきた。これに対して、グループ構成員で人間の態度を生理指標や脳波を用いて評価した経験を有する中西や酒谷らと共に取り組むことにより、人間が行動レベルで観測できない潜在的な反応を抽出できると考える。融合による**人間の多面的な理解を通じたコミュニケーション形式の創出という形で、新たなイノベーションにつながると**期待される。

【参考文献】

[A-1] Hoshikawa, T. et al., "Future Roles for Android Robots: Survey and Trial", IHAI' 15, pp. 41-48, 2015.

<b>教育研究活動の計画・方法</b> 当該テーマの目的を達成するための具体的な教育研究活動の計画・方法について、テーマを完遂するための全容と本年度の具体的な企画・方法について、具体的なかつ明確に記述してください。必要があれば、適宜文献等の引用を行うことも可能です。 なお、記述にあたっては、教育研究活動経費の明細との関連性が判るようにしてください。	
<b>【テーマ完遂のための全体計画】</b> 本テーマである分身との共生社会の実現の完遂のために、本年度は対話追体験システムの開発(1)及び有効性検討(2)、及び追体験システムを搭載した分身の開発(3)及び有効性検討(4)まで行う。次年度以降、開発したシステムの社会実装を行うことが研究活動の計画の全容である。	
<b>【本年度の具体的な企画・方法】</b> <b>対話追体験システムの開発(1)、有効性の評価(2)</b> 中西らは対話経験の獲得における自己主体感の必要性について検討しており、テキストチャットにおける自己主体感は必ずしも必要でないことを示唆している[B-1]。専門研究においても、他者とのストーリーの共有には自己の行為の主体感よりむしろ、対話相手による適切な応答を感じさせることが重要と考えている。これらの知見から、スマートフォン[物品-1]に自己の発話に対して、適切なタイミングで対話相手の返答テキストを提示するシステムを開発する。本システムの開発において、開発者らで予備実験とシステムの改良を繰り返す。テキストのみでは対話経験の獲得が不十分な場合は他のモダリティを追加するなど再検討を行うため、6月を予備期間として設けている。	
開発したシステムを用いて、人間が対話経験の獲得が可能か検証するための実験室実験を実施する。本実験では、追体験後に実際に対話相手と面会させることで、対話相手との対話内容にどのような傾向が見られるか、まず行動指標により検証する。さらに、脳波や生理指標を用いた評価を行うことにより対話経験獲得のためのミニマムの要件について検討を行う。これらの結果をまとめ、国際会議 SIGCHI のProceedings への投稿を目指す。	
<b>分身機能を有するアプリケーションの開発(3)、有効性の評価(4)</b> 追体験システムを搭載した分身機能を有するアプリケーション開発を和歌山大学の三木らと共同で行う。本アプリケーションは3つのモードを有しており、分身による自律対話の追体験モード、分身による発話の選択肢提示モード、分身なしの自由チャットモードである(図3)。選択肢提示モードは、専門研究の選択式対話システムと追体験システムを統合する形で実装を行う。その後、開発したアプリケーションの有効性の評価検討とシステムの改良を繰り返す。12月は改良のための予備期間として設けている。最終的には、LINEなどのテキストチャットアプリケーションに取って代わる次世代のアプリケーション開発まで行う。	
<b>【参考文献】</b> [B-1] 中西惇也、酒谷佳寛、大久保正隆、山田拓哉、藤井祥平、小森隆弘、中野賢、"会話の追体験による会話経験の獲得", 第21回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 13F-02, 2016.	
<b>期待される成果等</b> 期待される成果を200字程度で纏めてください。	
本研究で提案する対話の追体験システムは分身技術の基盤となり、産業界における応用が期待される。また、本研究で提唱する人の対話経験獲得におけるミニマルモデルは、人間の対話原理の理解を深め、認知科学的にも重要な示唆を与えると期待される。さらに、分身を有するスマートフォンのアプリケーションは、人のコミュニケーションを豊かにする先駆的な存在となり、コミュニケーションに新しい形式を創出するという形でイノベーションにつながると期待される。	



図2: 今年度の計画



図3: アプリケーションのイメージ

<b>過去に採択された本経費（※該当者のみ記載してください。）</b> 過去に本経費に採択されたことがあるプログラム履修生は、以下について記入してください。	
採択年度	採択された教育研究活動のテーマ
2015 年度	グループ意思決定を支援するリーダー型人工エージェントシステムの開発
2015 年度	分身エージェント間の会話が対人関係に与える影響の解明
2016 年度	協調 Web 検索を伴う意思決定における説得力を持つ情報推薦アルゴリズム
2016 年度	分身エージェントを介した会話経験共有方式における自己主体感の役割
<b>過去に採択された教育研究活動テーマの成果（※該当者のみ記載してください。）</b> 過去に採択された教育研究活動テーマの成果について要約してください。 なお、本申請の教育研究計画が、過去に採択されたテーマの成果をもとに発展させたものである場合には、関連性についても説明して下さい。	
<b>&lt;グループ意思決定を支援するリーダー型人工エージェントシステムの開発&gt;</b> <b>・該当者:</b> 中村 達哉 (申請代表者), 渡辺 美紀, Thammasan Nattapong, 浦井 健次 <b>・成果概要</b> 本研究では、Web 検索におけるグループ意思決定の支援を目的として、検索しながらテキストで議論を行うことができるシステムの開発を行った。成果として、Web 検索におけるグループ意思決定のダイナミクスを調査し、意思決定における定性的な行動の存在やグループのメンバが持つ役割の存在について確認した。 <b>・研究業績:</b> 国内学会 (査読なし・口頭発表) [C-1] 中村達哉, 渡辺美紀, Thammasan Nattapong, 浦井健次, 富永登夢, 中村 泰, 細田一史, 原 隆浩, "協調 Web 検索におけるグループ意思決定ダイナミクスの調査", 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2016), 福岡, 2016 年 2 月.	
<b>&lt;協調 Web 検索を伴う意思決定における説得力を持つ情報推薦アルゴリズム&gt;</b> <b>・該当者:</b> 富永 登夢 (申請代表者), Thammasan Nattapong, 浦井 健次, 渡辺 美紀 <b>・成果概要</b> 本研究では、上記の中村の研究を発展させ、上述の Web 検索におけるグループ意思決定のダイナミクスの調査を、さらに PCA 解析を用いて詳しく検討した。その成果は、1 件の国内研究会におけるポスター発表に結実した。 <b>・研究業績:</b> 国内学会 (査読なし・ポスター発表) [C-2] 富永登夢, 中村達哉, 渡辺美紀, Thammasan Nattapong, 浦井健次, 中村 泰, 細田一史, 原 隆浩, 土方 嘉徳, "協調 Web 検索における合意形成を促進する情報推薦と説明付けの検討", NLP 若手の会 (YANS) 第 11 回シンポジウム, 和歌山, 2016 年 8 月.	
<b>&lt;分身エージェント間の会話が対人関係に与える影響の解明&gt;</b> <b>・該当者:</b> 中西 惇也 (申請代表者), 酒谷佳寛、大久保正隆、松尾康平、山田拓哉、藤井祥平 <b>・成果概要</b> 本研究では、分身エージェントを介した代理会話による対人関係の構築を目指し、実際に相手と会話している感覚が得られる分身エージェントを介した経験共有方法として、分身の発言動作に対する自己主体感を生起させる共有モデルを考案し、国際会議にて、本提案モデルを口頭発表した。 <b>・研究業績:</b> 国際学会 (査読あり・口頭発表) [C-3] Junya Nakanishi, Yoshihiro Sakatani, Masataka Okubo, Shohei Fujii, Kohei Matsuo, Takuya Yamada, Tadashi Nakano, "Sense of Self-agency in Sharing Conversational Experiences Between Agents and Human Users", The 10th International Conference on Semantic Computing, Laguna Hills, California, USA, February 2016.	
<b>&lt;分身エージェントを介した会話経験共有方式における自己主体感の役割&gt;</b> <b>・該当者:</b> 酒谷佳寛 (申請代表者)、中西惇也、山田拓哉、藤井祥平、小森隆弘 <b>・成果概要</b> 本研究では、分身エージェントを介した会話システムの実現に向けて、「分身エージェントの会話経験を本人が獲得する方法」の確立を目指した。具体的には、上記の中西らが提案した対話経験共有モデルの有効性を心理実験および生理指標の測定により、自己主体感の必要性について検討した結果、主体感は必ずしも必要ないことが示された。本申請内容ではこの知見をもとに、自己の主体感ではなく相手による返答に着目したシステム開発を行う。 <b>・研究業績:</b> 国内学会 (査読なし・口頭発表) [C-4] 中西惇也, 酒谷佳寛, 大久保正隆, 山田拓哉, 藤井祥平, 小森隆弘, 中野賢, "会話の追体験による会話経験の獲得", 第21回日本バーチャルリアリティ学会大会, つくば, 2016年9月.	

平成 2 9 年 2 月 2 8 日

平成 2 8 年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費

指導教員等の所見

教育研究活動テーマ		分身との共生社会に向けた対話の追体験システムの開発と応用			
教育研究活動期間		平成 2 9 年 4 月 ～ 平成 3 0 年 3 月			
申 請 代 表 者 氏 名	所 属 研究科	基礎工学研究科	学 年	指 導 教 員 等 所属・氏名	未来戦略機構
		システム創成専攻	D3		第四部門
	氏 名	渡 辺 美 紀			氏 名（署名または捺印）  中 野 賢 印
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム			
指導教員等の本課題教育研究についての所見記載欄					
<p>本研究課題は、平成27年度および28年度に実施した独創的教育研究活動の成果に基づく（下記）。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・「分身エージェント間の会話が対人関係に与える影響の解明」（PI：中西惇也）</li><li>・「分身エージェントを介した会話経験共有方式における自己主体感の役割」（PI：酒谷佳寛）</li></ul> <p>両年度ともに自主的な活動ができており、多くの成果を出している。平成27年度の主な成果としては、</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・分身エージェント技術を評価するためのテキストチャットシステムの試作</li><li>・国際会議（IEEE International Conference on Semantic Computing 2015）における研究成果発表</li></ul> <p>がある。これらに加えて、平成28年度には、</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・国内学会（日本VR学会、平成28年9月14日～16日、つくば国際会議場）における成果発表</li><li>・評価実験のための詳細な仕様書の策定と評価実験の実施（平成29年2-3月に実施中/予定）</li><li>・東京大学の学生との協業による新しい分身エージェント技術の開発、および、展示会（Fake Future、平成28年11月17日～21日、東京大学）におけるデモ発表</li><li>・和歌山大学の研究グループと共同研究の可能性を模索</li></ul> <p>などの成果を挙げた。</p> <p>平成29年度には、研究計画調書で述べられている通り、分身エージェント技術の研究を更に発展させる予定である。具体的には、(1) 分身エージェント技術の改良と評価（研究計画調書図2の1および2）、及び、(2)分子エージェント技術を利用した新しいコミュニケーションツールの開発（図2の3および4）を行う。このうち(2)は、分身エージェントの実装技術をもつ和歌山大学の研究グループと協働で進める予定であり、提案技術の実現に向けての大きな進展が期待できる。</p> <p>本研究は、人工知能、情報通信、認知科学、心理学、社会科学といった様々な分野を融合する、ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラムの理念に沿った研究である。上述の通り研究は着実に進展しており、今年度の研究計画も実行可能であると考えられる。また、予算申請も妥当である。以上より、本申請書が採択されることを強く推薦する。</p>					

教育研究活動テーマ		分身との共生社会に向けた対話の追体験システムの開発と応用	
教育研究活動経費の明細			
〔計画・方法との整合性を考え、可能な限り具体的に積算してください。〕			
経費区分	金額（円）	積 算 内 訳（円）	
<旅費>	260,000円	国内 【旅費-1】 共同研究先との打ち合わせ（20,000円×3名）：60,000円	
		外国 【旅費-2】 成果発表（国際会議発表・200,000×1件）：200,000円	
<謝金>	180,000円	謝金 【謝金-1】 被験者実験謝金（3,000円×60名）：180,000円 （3,000円の内訳：計2時間の実験に2,000円 + 交通費1,000円）	
<物品費>	230,000円	消耗品費 【物品-1】 実験用タブレット（80,000円×2台）：160,000円  【物品-2】 ネットワーク HDD：70,000円	
<その他>	330,000円	印刷製本費	
		通信運搬費	
		会議費	
		諸経費 ・論文掲載費・別刷り代：200,000円 ・英文校正費：50,000円 ・専門書：80,000円	
合 計	1000,000円		

平成28年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費計画調書

申請年月日： 2017 年 2 月 28 日

教育研究活動テーマ		ロボットを用いた利用者の抵抗感の少ない介護行動記録システムの開発					
教育研究活動期間		平成29年 4月 ～ 平成30年 3月					
申請代表者氏名連絡先	所 属 研究科	基礎工学研究科		学 年			基礎工学研究科
		システム創成専攻		M2			
	フリガナ	シマヤ ジロウ				指導教員等所属・氏名	システム創成専攻
	氏 名 (自署)	島谷 二郎					
	学籍番号	29C15051					
	電話	06-6850-6794					
E-Mail (PC)	shimaya.jiro@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp				氏名	中村 泰	
グループ構成員 (※該当する場合のみ記載。行が不足の場合は追加してください。)	氏 名	学籍番号	研究科	専攻	学年	連絡先	
	志垣 沙衣子	33E15009	情報科学研究科	情報ネットワーク学	M2	06-6879-4542	
	酒井 和紀	29C15044	基礎工学研究科	システム創成	M2	06-6850-6794	
	芝井 厚	33G15803	情報科学研究科	パイオ情報工学	D2	06-6879-4151	
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム					
類似の経費の助成状況		<input checked="" type="checkbox"/> 受けていない					

【個人情報取り扱いについて】

- (1) この計画調書に記入されました個人情報に係る事項については、独創的教育研究活動経費に係る業務において使用します。
- (2) 独創的教育研究活動経費に採択された際には、プログラムの広報活動等において、所属研究科・専攻、学年、氏名および活動報告等を公表することがありますので、あらかじめご了承ください。

教育研究活動テーマ	ロボットを用いた利用者の抵抗感の少ない介護行動記録システムの開発
教育研究活動の目的	
本教育研究活動の全体構想及びその中での本教育研究活動の具体的な目的について、判りやすくかつ明確に記述してください。図表などを用いてもかまいません。なお、参考文献等がある場合は末尾に列挙してください。	
<p>&lt;全体構想&gt;</p> <p>日本の高齢化が加速度的に進行する中、高齢者が常に必ずしも質の高い介護を受けられないことが問題となっている<sup>1)</sup>。介護は人同士の一对一のやり取りであり、被介護者に応じた個別性が重視される。そのため介護の質を一定にし、さらに向上させるためにも、介護職員間の情報共有が非常に重要である。現在多くの介護現場では手書きで被介護者に関する情報が共有されているが、紙媒体では情報が集約されず、総合的なケアの評価が困難である。また、介護職員による主観的な記述が多く、整理された情報になりにくいため、介護教育や技術の継承が行いにくくなっている。</p> <p>センサネットワークを用いた介護行動の記録・蓄積システム<sup>2)</sup>を用いることで、こうした問題の緩和や解決が期待される。即ち介護行動を定量的に記録し、電子情報として介護者間で共有しやすいように蓄積できると期待される。しかしながら、介護の質の向上のためにどのような種類の情報を集めればよいか、明らかではない。また介護の当事者が情報機器の導入に抵抗感を感じる場合も少なくない<sup>3)</sup>。したがって、当事者の抵抗感に配慮した介護現場に受け入れられやすいシステムを開発し、そのシステムを用いて実際にどのような情報が取得可能であるかを明らかにすることが最初のステップとして重要である。</p> <p>システムへの抵抗感を緩和する方策として、コミュニケーションロボットをセンサネットワークシステムに取り入れることを着想した(図1-1)。コミュニケーションロボットは人が関わりやすい情報機器であり、利用者がセンサシステムに馴染むことへの橋渡しが出来ると期待される。具体的には介護者と被介護者の会話を記録する装着型レコーダ、身体的なやりとりを記録するビデオカメラ、骨格センサに対話機能を持つ卓上ロボットを合わせたシステムを作成し、行動情報の取得の精度と利用者が感じる抵抗感という側面からその性能を評価する。</p> <p>本研究では単なる行動情報データの記録システムの開発だけでなく、利用者がシステムに抱く印象も研究対象とする。したがって、人の認知に関する知見を深め、イノベーションに重要な普及しやすい技術の開発にもつながりうる。本研究では、実用上の制約の中でも意味のある情報を抽出できるシステムを構築するための情報科学の専門知識、人のシステムに対する認知やその変化を理解するための認知科学の専門知識が求められる。またシステムを用いて得られたデータは人の行動データの時系列情報であるため、その理解には生物学的ダイナミクスに対する知見が重要となる。したがって、本研究は認知、情報、生命を横断する学際的研究であり、プログラムの理念に合致する。</p> <p>&lt;具体的な目的&gt;</p> <p>センサネットワークシステムにロボットを組み込むことで、利用者の抵抗感の少ない介護行動の記録システムを開発する。実験室実験や介護現場における実証実験を行い、システムが現実的に使用可能であるか、抵抗感の少ないシステムであるか、そのシステムを用いて実際にどのような情報が取得可能であるか検討する。ロボットだけでなく、用いるセンサの種類の違いによって利用者の抵抗感に違いがあるかも検証する。</p> <p>&lt;参考文献&gt;</p> <p>1) 高齢者介護研究会報告書「2015 年の高齢者介護～高齢者の尊厳を支えるケアの確立に向けて～」</p> <p>2) Yick, Jennifer, Biswanath Mukherjee, and Dipak Ghosal. "Wireless sensor network survey." <i>Computer networks</i> 52.12 (2008): 2292-2330.</p> <p>3) 松村菜穂美, et al. "認知症デイケア施設における介護の定量化に向けた計測～ビデオ映像を用いた介護計測の試行と課題～." <i>ライフサポート</i> 22.1 (2010): 4-11.</p>	



図1-1 提案システム

<b>教育研究活動の計画・方法</b>																																				
当該テーマの目的を達成するための具体的な教育研究活動の計画・方法について、テーマを完遂するための全容と本年度の具体的な企画・方法について、具体的かつ明確に記述してください。必要があれば、適宜文献等の引用を行うことも可能です。 なお、記述にあたっては、教育研究活動経費の明細との関連性が判るようにしてください。																																				
<b>&lt;本年度全体の計画&gt;</b> 図 2-1 に示す計画に沿って【計画 1】介護施設におけるヒアリング(経費：【交通費 1】)、【計画 2】システム開発(経費：【消耗品 1】)、【計画 3】システムの評価実験(実験室)と改良(経費：【謝金 1】)、【計画 4】介護現場における実証実験(経費：【交通費 2】)を段階的に行う。最終的に研究活動のまとめとして概略的な成果発表を行う。																																				
<table><tr><td>4月</td><td>5月</td><td>6月</td><td>7月</td><td>8月</td><td>9月</td><td>10月</td><td>11月</td><td>12月</td><td>1月</td><td>2月</td><td>3月</td></tr><tr><td>【1】ヒアリング</td><td></td><td></td><td></td><td>【3】評価実験(実験室)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>【5】まとめ</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>【2】システム開発</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>【4】実証実験</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	【1】ヒアリング				【3】評価実験(実験室)					【5】まとめ				【2】システム開発					【4】実証実験					
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月																									
【1】ヒアリング				【3】評価実験(実験室)					【5】まとめ																											
	【2】システム開発					【4】実証実験																														
図 2-1 本年度全体の計画																																				
<b>&lt;実施体制&gt;</b> 申請代表者である島谷(専門：ロボット療育)が研究全体の統括を行う。【計画 2】では芝井(専門：生命システム)が取得する行動情報の方針を定め、志垣(専門：センサネットワーク)がセンサシステムの実装、酒井(専門：対話ロボット)がロボット動作の実装を行う。【計画 3】では酒井が実験系を設計し、解析は芝井、志垣が中心となっていく。医学系研究科の学生である南川美月(専門：介護教育)が外部協力者として加わっており【計画 1】【計画 4】の介護施設とのパイプ役を担う。																																				
<b>&lt;具体的な計画&gt;</b> 平成 29 年の 4 月から 5 月にかけて介護現場に足を運び、介護の実情を把握する【計画 1】。5 月から図 2-2 に示すようなセンサネットワークとコミュニケーションロボットを用いた介護行動のデータの収集システムを開発する【計画 2】。センサには装着型音声レコーダ(会話記録)、固定型のビデオカメラ、Microsoft の kinect <sup>1)</sup> を用いる。必要に応じて環境情報なども合せて取得する。ロボットとして対話用卓上ロボット「Sota」 <sup>2)</sup> を用いる。8 月からシステムの評価実験を行い、システムの抵抗感や行動検出の精度を測定する。必要に応じて改良を加える【計画 3】10 月から 1 月にかけて介護現場で実環境下におけるシステム評価を行い、システムが実際に現場に受け入れられ、機能するものであったか評価する【計画 4】																																				
<b>&lt;問題が出た場合の対応&gt;</b> 【計画 4】実証実験において申請者が開発したシステムがそのままではセキュリティ等の観点から施設に受け入れられない場合は、取得する情報を限定的にするなど施設の意向に沿ったシステム改変を行う。またそうした事態をなるべく防ぐために【計画 1】ヒアリングを設けている。																																				
<b>&lt;参考文献(商品ホームページ)&gt;</b> 1) <a href="https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect">https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect</a> 2) <a href="https://sota.vstone.co.jp/home/">https://sota.vstone.co.jp/home/</a>																																				
<b>期待される成果等</b> 期待される成果を 200 字程度で纏めてください。																																				
本研究で構築される人に受け入れられやすい行動計測システムは介護現場以外でも人に受け入れられやすいシステムであることが期待され、その設計原理は実世界の様々な場面でのセンシングに応用できる。また実世界での人の行動データを自動で蓄積できるようになれば、多くの業務における記録作業を簡略化出来るという実用的期待がある。同時に社会学の知見と組み合わせるなど文理融合研究の発展につながるという学術的期待がある。																																				

<b>過去に採択された本経費（※該当者のみ記載してください。）</b>	
過去に本経費に採択されたことがあるプログラム履修生は、以下について記入してください。	
採択年度	採択された教育研究活動のテーマ
平成 26 年度	メダカ ( <i>Oryzias latipes</i> ) の色覚メカニズムの解明
平成 27 年度	視覚刺激による魚の群れの誘導
平成 28 年度	高度好熱菌の低温適応進化
<b>過去に採択された教育研究活動テーマの成果（※該当者のみ記載してください。）</b>	
過去に採択された教育研究活動テーマの成果について要約してください。 なお、本申請の教育研究計画が、過去に採択されたテーマの成果をもとに発展させたものである場合には、関連性についても説明して下さい。	
○平成 26 年度（代表者：芝井 厚） 「メダカ ( <i>Oryzias latipes</i> ) の色覚メカニズムの解明」（800 千円） 生物の視覚システムは、それぞれ異なる波長の光を感じ取るオプシンというタンパク質を数種ずつもつ。例として、人間の目は 3 種類のオプシンを持ち、その視界は 3 原色からなる。ここで、小型淡水魚のメダカの目には 8 種類ものオプシンが存在することが知られている。よってその視覚は人間のものと大きく異なっていると考えられるが、メダカがこれら多数種のオプシンをどのように利用しているのかは明らかではない。そこで本研究では、メダカの多数種のオプシンは光刺激への波長分解能を高めるために用いられているという仮説に基づき、メダカの色覚の波長分解能の測定および様々な数のオプシンを持つ他生物種との比較を目的とした。 これまでの成果として、まずナショナルバイオリソースプロジェクトの一環で実験用メダカを管理している基礎生物学研究所よりメダカを譲り受け、実験室内および屋外の施設で安定に培養する体制を構築した。またメダカに対して任意の波長の光刺激と電気刺激を与える系を開発した。今後、これらの材料を用いてメダカによる色刺激の学習実験および波長分解能測定実験を行い、成果として発表する。	
○平成 27 年度（代表者：有本 庸浩、参加：芝井 厚） 「視覚刺激による魚の群れの誘導」（860 千円） ある種の魚類は、多数の個体で群れを形成する習性を持つことで、大型の捕食者から身を守る、交配の効率を上げるなどの恩恵を受けていると考えられている。群れの形成には他個体についての視覚的情報が重要な役割を果たすと考えられているが、そのメカニズムについては明らかにされていない。ここで、小型淡水魚のメダカにおいて、その撮影動画から抽出した運動情報は他の個体に対して視覚的な誘引能を持つことが報告されている。そこで本研究では、この運動情報をより単純な要素に分解、再構成することで、その誘引能の変化について調べることとした。 これまでの成果として、まずメダカの生体運動情報の取得、およびそれを用いた部分的に生体運動的な視覚刺激の生成を行った。次に、メダカにそれら刺激を提示することで誘引能の変化を調べた。結果、これらの刺激に対するメダカの振る舞いの著しい性差など、いくつかの興味深い現象を示した。これらの成果についてはすでに口頭発表を含む 2 つの国際会議で報告しており、現在は学術雑誌への投稿を準備している。	
○平成 28 年度（代表者：酒井 智史、参加：芝井 厚） 「高度好熱菌の低温適応進化」（830 千円） 初期生命は海底の熱水噴出孔付近で生じたと考えられており、その後の低温世界への進出とともに、複雑さや多様性を増していったと考えられている。ここで、高温環境は細胞内の構成要素に高い熱安定性を要求するため、それ自体が可能な進化経路への制約となりうる。そのため、低温環境への進出それ自体が生物多様性の拡大を促進する効果を持っていた可能性がある。そこで本研究では、その仮説を検証するため、現生の好熱性細菌を実験室内で低温適応進化させ、その変化を解析することを行う。 これまでの成果として、好熱性細菌のサーマスおよびジオバシラスについて、低温適応進化実験を行った。なお、進化を促進させるために変異原として紫外線を用いた。結果、低温環境において祖先株よりも高い適応度を示す進化株を獲得することができた。今後、進化株のゲノム DNA 配列を同定し、生じた遺伝的変異のパターンを解析することで、低温環境への適応が進化経路に与えた影響について考察する。	

年月日： 2017 年 2 月 28 日

平成 2 8 年度

大阪大学博士課程教育リーディングプログラム  
独創的教育研究活動経費

指導教員等の所見

教育研究活動テーマ		ロボットを用いた利用者の抵抗感の少ない介護行動記録システムの開発			
教育研究活動期間		平成 2 9 年 4 月 ～ 平成 3 0 年 3 月			
申 請 代 表 者 氏 名	所 属 研究科	基礎工学研究科	学 年	指 導 教 員 等 所属・氏名	基礎工学研究科
		システム創成専攻	M2		システム創成専攻
	氏 名	島谷 二郎			
履修プログラム名		ヒューマンウェアイノベーション博士課程プログラム			
指導教員等の本課題教育研究についての所見記載欄					
<p>本研究活動は、介護の質を向上させるため、導入にあたって介護者や被介護者に心理的抵抗感の少ない情報基盤の作成に取り組むものである。介護の質を一定させるためには、介護職員の動作を客観的かつ共有しやすい形式で保存、解析することが重要である。しかし、自身の行動を記録されることに対する利用者の心理的抵抗があるため、単純にセンサを配置して記録するだけでは問題を生じる。そこで、センサーネットワークとコミュニケーションロボットを組み合わせたシステムをつくることを提案している。コミュニケーションロボットが見慣れぬセンサ情報機器との橋渡しとして、利用者の心理的抵抗の軽減を計ることは興味深い取り組みである。</p> <p>本研究は 2 つの意義をもつ。1 つは情報技術による介護サービスの質の向上である。介護職員は大きく不足しており、介護業務のほとんどは未だ手作業である。業務ログを自動的に抽出することで、煩雑なやり取りを簡素化できるとともに、規格化されたログ情報による効率的な解析が期待できる。2 つ目は実環境で受け入れられる情報技術のあり方の提案である。現代情報社会は、研究室で開発された情報取得センサを実環境で使用できる段階に来ているが、情報を取得される人々の感情を配慮したシステムは未だに実現していない。本研究はシステムと人間の感情の関係について一つの重要な知見を与えようと考えられる。このような課題に取り組むに当たっては、工学だけでなく、様々な知見を必要とする。</p> <p>構成メンバーは</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 島谷二郎：本研究活動の中心人物である。専門研究でも医工連携研究に携わっており、フィールドワークや現場で使いやすいインターフェース・システムの開発において専門力を持っている。</li><li>● 芝井 厚：多くのプロジェクトに関わってきた学生であり、プロジェクト管理の知見を後輩メンバーと共有するなど、アドバイザーとしての役割を受け持つことが可能である。</li><li>● 志垣沙衣子：情報ネットワークを専門とする学生であり、専門研究においてセンサーネットワークの実装を行った経験を有する。本研究活動に必須であるセンサーネットワーク技術全般を担当できる。</li><li>● 酒井和紀：人の動作データから対話中の振る舞いのルールを抽出する研究を行っており、ロボットの動作実装や行動ログの解析において、中心的な役割を果たすことができる。</li><li>● 南川美月(外部協力者)：看護学を専門とする学生であり、介護現場と他のメンバーとのパイプ役を担う。</li></ul> <p>であり、システム開発の能力とともに、現場を知り、新しい課題に取り組む体制が構築できていると考えられる。なお、南川氏は本プログラムを履修していない外部協力者である。自ら人脈や研究テーマを開拓する申請代表者らの研究者としての自立性は高く評価できるものである。</p> <p>以上の点から、本研究活動は独創性、有用性、萌芽性の観点から高く評価でき、申請者および構成員はその実施にあたり十分な能力を有すると判断される。したがって、独創的教育研究活動経費の採択に強く推薦する。</p>					

教育研究活動テーマ	ロボットを用いた利用者の抵抗感の少ない介護行動記録システムの開発		
教育研究活動経費の明細			
計画・方法との整合性を考え、可能な限り具体的に積算してください。			
経費区分	金額（円）	積 算 内 訳（円）	
＜旅費＞	240,000円	【学会 1】 学会・研究会発表等 200,000 円 【交通費 1】 介護施設訪問時の交通費 20,000 円 【交通費 2】 介護施設訪問時の交通費 20,000 円	
		外国 なし	
＜謝金＞	39,000円	【謝金1】 被験者実験謝金(1,300円/60分 × 30人) 39,000 円	
＜物品費＞	714,490円	【消耗品費 1】 装着型レコーダ 5 個 50,000 円 ビデオカメラ 5 個 30,000 円 骨格センサ(Kinect for Windows Developer セット) 2 セット 43,112 円 環境センサ（温湿度、二酸化炭素）センサ 10 個 100,000 円 センサ設置用機材(ボール、クランプ) 150,000 円 コミュニケーションロボット(Sota) 2 台 198,000 円 ロボット周辺機器(バックアップ用マイコン, LAN ケーブル, ルータ, AC タップ) 1 台 30,000 円 サーバ用 PC(XPS タワー スタンダードグラフィック) 1 台 113,378 円	
＜その他＞	0円	印刷製本費 なし	
		通信運搬費 なし	
		会議費 なし	
		諸経費 なし	
合 計	993,490円		