

# 私立大学研究ブランディング事業 成果報告書

学校法人番号	131002	学校法人名	青山学院		
大学名	青山学院大学				
事業名	次世代ウェルビーイング～個別適合をめざした統合的人間計測・モデル化技術の構築～				
申請タイプ	タイプB	支援期間	5年	収容定員	16320人
参画組織	理工学部・教育人間科学部				
事業概要	<p>本事業では、すべての人々が身体的・精神的・社会的に良好な状態で生活できる社会的な枠組みを「次世代ウェルビーイング」とし、その観点から従来の不特定多数を対象とした画一的なサービス提供に対して、個々の対象者に最適なサービスを提供するシステムを構築する。さらに、産官学連携により健康福祉、知識教育、技能研修分野へ適用することで国内外へと展開し、「次世代ウェルビーイング」を本学の研究ブランドとして確立する。</p>				
事業目的	<p>先進諸国のように成熟した社会では、すべての人々が身体的・精神的・社会的に良好な状態で生活できる社会的枠組みが重要である。本学では、このような社会的枠組みを「次世代ウェルビーイング (Well-Being)」とし、それに関わる研究に対する1つのブランドとして確立させることを目指している。</p> <p>「次世代ウェルビーイング」を実現するためには、これまで培われてきた様々な知識や技能をサービスとして提供する際、従来の画一的にサービスを提供させるシステムではなく、個々のサービス対象者に対し最適で満足させるサービスを提供するシステムが必要である。このようなサービス提供システムの実現には、対象者の特性を計る計測技術と、個々の特性の受け皿となる個別適合モデルが重要であり、これらを用いて対象者の特性に関する情報がサービス提供者にフィードバックされる必要がある。本事業では、この計測技術と個別適合モデルを持つサービス提供システムを、生体計測技術、動き計測技術、モデリング技術、個別適合技術を融合した「統合的人間計測・モデル化技術」として開発し社会実装することで、「次世代ウェルビーイング」を本学の研究ブランドとして確立することを目的とする。</p>				

# 私立大学研究ブランディング事業 成果報告書

学校法人番号	131002	学校法人名	青山学院
大学名	青山学院大学		
事業名	次世代ウェルビーイング～個別適合をめざした統合的人間計測・モデル化技術の構築～		
	<p><b>H28年度【全体】:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 産学連携、ブランディング、研究、大学組織の専門家を招き、担当教員と共に、ブレインストーミングを行った。この中では広報に限らず研究の社会的需要についても議論した。</li> <li>・ 上記の議論をまとめ、提言書及びパンフレット作製を行った。</li> <li>・ 管理面を強化する為、外部コーディネータを採用し、組織的なPDCAの構築を行った。</li> </ul> <p><b>【生体計測G】:</b>装置の構築とそれを用いた生体信号の計測、相関性の高い信号源の抽出、生体の状態を推定するアルゴリズム或いはモデルの検討を行った。</p> <p><b>【動き計測G】:</b>生体計測Gと同様であるが、こちらは人の動作に着目し、人の動作を計測する装置の構築とそれを用いた動作の計測、相関性の高い動作の抽出、人の状態を推定するアルゴリズム或いはモデルの検討を行った。</p> <p><b>【モデリングG】:</b>日常生活における心的ストレスの個別モデルの開発、個人属性とストレス推定精度の関係分析、脳波を用いた遠隔通信学習者状態の通知、空間の人数と設定温度から不快感期待値を温度毎で算出し、総合的な不快感分布シミュレータ開発を行った。</p> <p><b>【個別適合G】:</b>個人特性を考慮した視聴覚相互作用の検討を行った。技能の面では「VR空間での作業をやりやすくする触覚フィードバック手法の検討」、教育の面では「3D-CGと力覚デバイスによるモノの硬さの表現方法」及び「デジタル図鑑における触覚の導入の一考察」、健康の面では「手首への温感フィードバック」及び「遠隔介護システムと教育への3次元情報の活用」を成果とする。</p> <p><b>H29年度【全体】:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特設Webサイト公開、動画、リーフレット印刷等、発信内容を充実させると共に、地域の産業振興組織のフォーラム参加発表、シンポジウム主催、その他2つの地方自治体、4つの地域組織へ研究紹介を行った。</li> <li>・ 外部評価からの提言を受け、本技術が実用化された際の未来の生活を動画として表現し、Youtubeの大学公式チャンネルに掲載。また、シンポジウムなどのイベントで上映した。</li> <li>・ 本技術を多くの場で広報したことで、次年度から自治体との協力による子供の食育および高齢者の咀嚼機能評価への応用を検討している。他にも交渉中の共同研究の案件がある。</li> <li>・ 欧州3大学との学術交流を進めた。</li> </ul> <p><b>【生体計測G】:</b>計測部門と個別適合部門の統合として、昨年度行った健康福祉分野の社会的ニーズ、技術課題の検討に基づいたハード技術とソフト技術の研究開発を行った。特に、個別適合した食習慣支援技術と温冷環境快適制御技術の発展に注力した。また、顔面熱画像・可視画像計測に基づく生体情報・感性情報センシングに関する研究を実施した。</p> <p><b>【動き計測G】:</b>圧電素子をベースとした振動計測センサのプロトタイプの開発を行った。加えて、マイクロ波ドップラーセンサを用いて動作を計測し、動作の速度分布に関係した周波数分布の時間変化から、高齢者の転倒を検出するシステムの開発に取り組んだ。</p> <p><b>【モデリングG】:</b>個別適合モデルの応用として、居室の温湿度を計測するセンサネットワークシステムを設置した。居室内のきめ細かい場所での自動計測とデータの可視化のインフラを構築し、温熱環境、運用条件、日射条件が異なる複数の居室の温湿度データを計測、蓄積が可能となった。知識教育分野で、技能学習の推進および継承の基礎となる研究として、本年は、課題試行錯誤による知覚マッチング課題を用いて、技能学習の基本要素の一つである潜在的なルール学習について、パフォーマンスの向上とルールの意識化の関係について実験的に検討を行った。他に、カードゲームの対戦経過による戦略の学習や、個人の顔や性格の散らばりについて認識を行うときに用いられる手がかりについての研究も行った。更に、技能研修分野で、暗黙知と形式知の相互変換に着目した、新人作業者が効果的に作業を習熟するための訓練システムを開発し、塗装作業を対象として、技能を訓練するために、技能評価システム、技能診断システム、訓練実施システムの3つで構成される技能訓練システムを開発した。</p> <p><b>【個別適合G】:</b>個別適合の教育分野への応用として、インターネットを介した動画教育教材を対象とし、受講者の状態を観測することによって、動画コンテンツを動的に制御する DCCHS (Dynamic Content Control based on Human State) 構築を目指す。今年度は、受講者の脳波を周波数領域でα波成分の占める割合をリアルタイム計測し、教材コンテンツを変更する実験を行った。</p> <p><b>H30年度【全体】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国内最大の産学連携展示会である Innovation Japanに出展。その他、学外向け4イベントに各研究室が参加した。また地域の産学連携組織のイベントに出展した。</li> <li>・ プロジェクト内で研究室、文理の垣根を超える2件の共同研究を行った。また、海外のオウル大学とは学術協定を締結した。上記共同研究に加えて、当プロジェクトからの研究発展として、ジェロントロジー研究所やスポーツ研究所等の動きがあった。</li> <li>・ 外部評価委員からの指摘を受け市場投入を前提とした応用分野ごとの要素技術の整理を行い、Webページにまとめた。</li> <li>・ 新聞、TV、ラジオなどで研究内容が取り上げられた。</li> </ul> <p>これまで行っていた技術の基礎検討から主に健康福祉分野および、スポーツ技能分野への応用を目指したハードウェア技術とソフトウェア技術の研究開発を行った。特に、個別適合した食習慣支援技術、温冷環境快適制御技術と技能取得支援技術の発展に注力した。</p> <p>食習慣支援技術に関して、効果的なリアルタイムフィードバック手法の検証を行い、咀嚼回数および発話量の増加につながる行動変容を引き起こせることを示した。また、ジェロントロジー分野への応用を目指して、自治体との協力による後期高齢者の咀嚼機能評価へ向けた実証実験を開始した。</p>		

## 事業成果

温冷環境快適制御技術に関して、人間の温冷快適感の生理現象解明、温冷感の制御デバイス製作と、部屋の空調との協調制御システム構築と評価を進めた。特に個別状態の識別のため、通常のオフィス環境において混在する多種類のストレス要因(例:温冷感と精神的疲労)をウェアラブル端末から取得可能な整理指標から並列に状態判定できるモデルの構築に成功した。多様な生体データを蓄積管理、解析と再利用可能なプラットフォーム(データベースとミドルウェア)を構築し、温熱快適感判定モデルをもとに個別冷暖房端末と空調を省エネと快適さを最適に制御できるシステムの実装とその確かな効果のシミュレーションによる評価を行った。

技能取得支援では、スマートウォッチおよびAR技術を活用した多数のアプリケーションソフトウェアを研究開発し、効果をユーザ実験にて証明した。

知識教育分野では、脳波計を用いて感情の真値である脳内の変化と間接的に変化する生理指標の関係を明確にし、学習者の表情、集中度、興味、理解度、理解のし易さ等を推定し、それに応じて教材をダイナミックに変える教育システムの研究、開発をすすめた。

さらに生体計測、動き計測で培われた技術と人文学(心理学系)とを融合した研究を進めた。分散知覚についての研究では、聴覚的な高さの分散の知覚が視覚的な大きさの分散の知覚に与える影響について、順応実験を行って検討した。その結果、聴覚刺激同士で残効が生じる場合と、視覚刺激への残効が生じる場合とでは、先行する順応刺激の分散が異なることが示された。2つの場合で残効が生じるメカニズムが異なる可能性が考えられ、これについての検討は継続中である。

**【計測部門】:**人間の生態や動きに関する計測、解析、モデル化のため、様々なデータを、ポータブル温熱環境計測システムに蓄積できる環境を整備した。居室の温湿度を計測するセンサネットワークシステムを、居室内きめ細かい場所の温湿度、生態情報の自動計測とデータの可視化のインフラ(データベース)として統合した。

顔面熱画像・可視画像計測に基づく生体情報・感性情報センシングに関する研究では、日内変動成分の同定、および心身状態推定モデル、急性ストレスの判別モデルの導出に成功。畳込みニューラルネットワークを用い、特徴マップの解析とランキング学習の概念を導入し、眠気レベル判別モデリングの判別精度を向上させた。画像のみを用いた顔面トラッキング技術の開発、顔面皮膚温に基づくストレス対処様式の判別にも挑戦した。

介護施設における排泄管理支援のため、尿中の成分と吸光特性に関するメカニズムをハイパースペクトルカメラを用いて分析、さらに超音波センサから出力された膀胱内の蓄尿量データにたいし、マルチタスクガウスプロセスを適用することで蓄尿量の予測分布アルゴリズムを構築した。

知識教育分野では、前年度に基本設計した動画コンテンツを動的に制御する機構を元に、脳波計16チャンネルすべての情報を用いて、全チャンネル、周波数帯の情報を用いて回帰分析を進め、集中度へ寄与するチャンネル、周波数帯を特定した。さらに、集中度の真値として、主観評価から、今年度は視線計測装置の出力と照らし合わせることで、精度向上を実現した。スポーツおよび伝統技能を初心者でも親しみやすくするため、スマートウォッチとAR技術を活用した多数のアプリケーションソフトウェアを研究開発し、効果をユーザ実験で証明した。

講義中の双方向コミュニケーションを行える教育環境(Bizlator)を開発し、教員-生徒間で、学習者間で共有される語彙セットをマイクロフォンと音声認識装置で収集し、学習プロセスの変化を測定し、語彙の出現頻度から学習者の理解度や集中度を把握した。

**【個別適合部門】:**受講者の個人差・状態に応じてコンテンツを変化させる動画コンテンツ開発手法の確立を目指している。前年度に基本設計した、動画コンテンツを動的に制御する機構を構築した。脳波計16チャンネルすべての情報を用いて、集中度へ寄与するチャンネル、周波数帯を特定することができた。さらに、集中度の真値として、前年度は主観評価を用いていたが、今年度は視線計測装置の出力と照らし合わせることで、精度向上を図った。この結果、将来、付加的に脳波が計測できるデバイスを開発するに当たり、基礎データを取得することができた。

潜在学習時の知識獲得プロセスの研究では、技能学習の伝達に着目して、知覚マッチングを行う際に、熟達者のアドバイスが初心者のパフォーマンス及び知識獲得にどのように影響するかを検討した。熟達者のアドバイスを課題構造知識ベース(a)ヒューリスティックベース(b)とその混合型(c)の3種にわけ、これらの影響を検討したところ、初期には(a)(b)は同程度効果的に働くものの、課題後半では(a)のアドバイスを与えた参加者の方がよりエラーが減ること、(c)のアドバイスはかえってパフォーマンスを阻害することが示された。

技能研修分野では、技能学習の推進および継承をどのように進めるか、その有効な方法を明らかに、使用者とのインタラクションが仮想空間に与える影響を考慮したレンダリング手法を開発している。暗黙知と形式知の相互変換に着目した、新人作業者が効果的に作業を習熟するための訓練システムを開発し、実際の作業に適用し、効果検証している。さらに、VR空間における作業性向上を目的に、視線による文字入力方法の開発に取り組んだ。HMDを被るVRでは視線入力用パネルが視界を遮る恐れがあるため、小面積パネルで入力可能な視線フリックを利用するシステムを試作し、その評価を行った。その結果、パネルまでの距離は短く、かつパネルは首の動きに追従させ、優位眼で入力することで、入力時間が短縮されることを明らかにした。また、視線入力だけでなく、VR空間内でのコミュニケーション円滑化を目指し、アバタとの非言語コミュニケーションの研究に取り組んだ。

また、塗装作業を対象として、熟練者の技能を形式化するために、熟練者の動作を詳細に分析するために、モーションキャプチャを用いて再度データ収集して、技能を抽出した。また、目視検査作業を対象として、欠点検出に及ぼす要因を抽出して、実験的に評価した。他にもキネクトを使用して行為保証する目視検査作業訓練システムを開発した。今後は、3DCGとMR技術を用いた訓練システムを研究および開発する予定。

### R元年度【全体】:

- ・ 市民大学で講義を行った。
- ・ 地域の市民活動と大学を結ぶ組織で、大学の社会実装について講演
- ・ 提携海外大学との学部間協定調印式及び歓迎プログラム
- ・ IT専門ニュースサイトでの広告記事掲載
- ・ 特設Webサイトのユーザ数が累計7000人を超える。

**【計測部門】** 本年も昨年に引き続き、顔面熱画像・可視画像計測を中心とした生体情報・感性情報センシングに関する研究を実施した。畳込みニューラルネットワークを用いた顔面皮膚温に基づく眠気レベル判別モデリングの研究では、更に判別精度を向上させることに成功した。また、日常生活における複合タスクがパフォーマンスと生理心理状態に与える影響についても顔面皮膚温を用いて検討し、副次タスクに対する嗜好が複合タスク全体の心理的印象に影響を与えていることを明らかにした。その他、血行動態パラメータと眠気レベルのモデル化の試み、顔面皮膚温に基づくストレス対処様式の判別、顔面皮膚温のリアルタイム抽出技術の開発などにも挑戦した。

健康福祉分野への今年度の取り組みとして、アトピー性皮膚炎の搔破時間の無拘束推定アルゴリズムの高精度化に取り組んだ。また、排泄管理支援のため、膀胱内蓄尿量予測アルゴリズムの構築において、ハイパースペクトルカメラにより分析した排尿成分の吸光スペクトルを用いることで、予測の高精度化に取り組んだ。吸光スペクトルにたいしガウス過程回帰を適用することで、膀胱内の蓄尿モデルにおけるパラメータを推定し、予測精度の向上を図った。また、高感度圧力センサの応用として心音、肺音の無拘束での計測システムの開発に取り組んだ。さらに、高齢者の転倒検知においては、転倒動作に関する状態推移方程式、マイクロ波ドップラーセンサにおける観測方程式からなる状態空間モデルを構築することで、高精度な転倒検知システムの開発に取り組んだ。

**【計測部門と個別適合部門】**これまで行っていた技術の基礎検討から主に健康福祉分野および、スポーツ技能分野への応用を目指したハードウェア技術とソフトウェア技術の研究開発を行った。特に、個別適合した食習慣支援技術、温冷環境快適制御技術と技能取得支援技術の発展に注力した。食習慣支援技術に関して、自然な食事環境において、口内音声から咀嚼・発話・嚥下・その他の4つの状態を高精度で識別可能なモデルを研究・開発した。今後は更なる食事行動および内容の定量化および音声信号のリアルタイム分割に向けて取り組んでいく。温冷環境快適制御技術に関して、人間の温冷快適感の生理現象解明と、部屋の空調との協調制御システム構築と評価を進めてきた。特に大規模な集団から収集された生理信号から、正確で簡単に個人の心理的感覚(温熱快適性とメンタル負荷など)を予測する機械学習モデルを導出する実用的で費用対効果の高いキャリブレーションアルゴリズムを提案し、公開データセットを用いて、その有効性を証明した。また、同じ空間の各居住者の温熱快適性は、生理信号の変動から推定されるため、適切な制約最適化アルゴリズムを使用することで、最も低いエネルギー消費ですべての人の温熱快適性のニーズを満たすことができる最適な温熱供給方法(空調と局所的冷暖房システムの組み合わせ)を決定することができると示した。

また、温熱環境の個別適合モデルについて、睡眠の快適性への適用について検討を行った。入眠期と睡眠期の快適性に着目し、生体反応と温熱環境の関係性を考慮し、睡眠の快適性の評価モデル明らかにした。入眠期における入眠潜時は深部体温の下降と表面温度(足)の温度の上昇により決まり、それらを引き起こす床内環境の制御が必要である。また、睡眠期は、床内エンタルピーの変化が体表面温度(胸)変動を引き起こし、それが中途覚醒回数、中途覚醒時間、リラックス度に影響を与える。入眠期、睡眠期それぞれに評価モデル構築し、睡眠実験データから推測される仮説から温熱環境が生体反応に及ぼす影響や相関を考慮し、共分散構造分析を用いてモデルの正当性を評価した。

伝統技能を初心者でも親しみやすくするため、香道の伝統的な遊び方である源氏香が簡易的に楽しめるようなシステムを開発した。市販の電子アロマディフューザーを改造し、Arduinoでその作動を制御することで、スマートフォン用アプリケーションソフトウェアと連動した源氏香再現ゲームを実現した。最後に、教育支援システムとして、教示アニメーションを用いたリアルタイムプレゼンテーション実演支援システムを開発し、その有効性を示した。

個別適合の教育分野への応用として、動画教育教材を対象として研究を進めてきた。昨年度までで、受講者の個人差・状態に応じてコンテンツを変化させる動画コンテンツ開発を終えて、今年度は、普及フェーズに入ったときに簡易脳波計を利用するための可能性を検討した。具体的には、視線計測装置から得られる値を真値として、集中状態を顕著に検出できる周波数帯、チャンネルを特定し、3チャンネル利用でも集中度を取得できる部位を特定した。また、今年度、3つ新たなテーマに取り組んだ。1つ目として、視覚優位な場面と聴覚優位な場面で情報の提示方法を変える教材を作成する方法を検討し、事例として、フランス語学習へ適用を図った。次に脳波データ流通に向けて機械学習に用いる特徴量の圧縮を図った。最後に、音声の記録を元に感情極性を判定する際のラベリングにクラウドを活用して、動的に精度を上げていく方法を開発した。

技能研修分野では、暗黙知と形式知の相互変換に着目した。新人作業者が効果的に作業を習熟するための訓練システムを開発し、実際の作業に適用し、効果検証することを目的とする。まず、塗装作業を対象として、熟練者の技能を形式知化するために、熟練者の動作を詳細に分析し、モーションキャプチャーを用いて抽出した技能を訓練するための3DCGとMR技術を用いた訓練システムを開発した。また、目視検査作業を対象として、人間による欠点検出プロセスを抽出して、コンピュータによるアルゴリズムを開発した。今後は、IoT技術を用いた訓練システムを研究する予定である。

**【経費の活用状況】**経費は研究と技術に直接関連した研究費用と、研究ブランドを確立させるためのブランディング費用を支出。**【研究費用】**ハイパースペクトルカメラ、脳波計、赤外線サーモグラフィカメラ、超音波画像診断装置、3D測域センサ、演色照度計を初めとしたセンシング機器、センシングされたデータを解析するためのソフトウェア、スマートウォッチ、リストバンド等のウェアラブル機器及びHMD等のVR/AR機器、個別適合したフィードバック(情報提示、アクチュエーションなど)を行うための装置、データ収集・分析のための高性能PC、原著論文46件、国際会議86件、国内発表/講演102件の研究成果発表旅費と参加費・欧州3大学との共同研究の為の旅費。**【ブランディング費用】**・URAの業務委託費用・シンポジウム開催、催事への出展の費用、印刷物制作、動画制作、英文Webページの作成、プロジェクトの外部評価委員への謝礼。

**今後の事業成果の活用・展開**

本事業通期評価として、外部評価委員会委員長から以下の総合評価を受けた。「社会ニーズの把握が若干不十分であった面もあるが、全体として、国外大学との共同研究、社会実装、学外に対する情報発信等、本事業の趣旨に即した活動がなされたと認められる。」

この評価を受け、基本方針を継承し、元々プロジェクト最終年度であった2020年度は大学の自主予算で研究活動、ブランディング活動を継続することを決定した。大学として活動の意義を認め、真剣な取り組みの結果である。これまでの研究成果を統合した、次世代Well-beingフレームワークを構築し、社会実装を進めることで、統合的人間計測モデル化技術を社会に広め、青山学院大学の研究ブランディングを定着させる。社会実装として以下の3件が進行中である。

- 地域の保育園で実証実験: マット型センサを利用し、呼吸、心拍、体動、睡眠を測定。園児のデータを逐次専用サーバに蓄積。
- 咀嚼回数向上支援: 市販の骨伝導マイクとスマートフォンを用い、利用者に対し咀嚼回数と発話時間を表示。
- 当学大学院教育人間科学研究科附置心理相談室:  
同心理相談室は、青山キャンパスに設置され、一般の方から様々な悩みの相談を受け付けている。今後、以下の2つのテーマで臨床研究を行う。  
  - テーマ1「視線解析を用いた認知処理パターンと日常行動の関係についての研究」
  - テーマ2「心理教育における映像利用の効果についての研究」