

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

研究進捗状況報告書の概要

1 研究プロジェクト

学校法人名	千葉工業大学	大学名	千葉工業大学
研究プロジェクト名	安全・快適性のための音響情報科学研究センター		
研究観点	研究拠点を形成する研究		

2 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

(意義・目的) 公共空間や広域放送においては、平常時の案内アナウンスなどの明瞭な音声情報伝達はもとより、非常災害時には、音声あるいはサイン音による警報・避難誘導情報の的確な伝達が必要である。しかし、実際には音響情報による伝達が困難となっているケースも少なくなく、東日本大震災の際には、一段とその重要性が認識された。このような問題を解決するためには、各種公共空間の音環境条件、拡声システムの特性・性能、音源信号となるアナウンスやサイン音の設計などに関する検討が必要である。それと同時に、情報の受け手である人の聴覚特性と視覚特性の相互作用に関する検討も必要である。本研究では、音声科学、電気音響工学、建築・環境工学、認知科学の各学問分野を総合して、種々な公共空間を対象とした音響情報伝達システムの性能向上を目的とし、これらの音響情報分野における研究拠点としての確立を目指すものとする。

(計画の概要) 本研究の内容として「音響情報の伝達」に関して、(1) 音源の設計、(2) 電気音響システム、(3) 音環境・空間伝搬系、(4) 聴覚・認識の4項目について研究の進捗状況等を述べる。さらに(4)の項目を細分化して、(5) 快適性向上のための音響情報伝達に関しても研究領域とした。

3 研究プロジェクトの進捗及び成果の概要

本研究の内容を音響情報の伝達に関して4項目に大別している。

(1) 音源の設計では、公共空間における非常時の避難誘導アナウンスに自然性の高い音声合成であるテキスト音声合成(TTS)技術を適用して、空間の特性ごとに適応的に聞き取りやすいアナウンスを合成する具体的な手法について検討した。またサイン音については、音声伝達が不可能な状況下での情報伝達手段として研究の対象として取り入れ、残響時間の長い空間において音響的に避難誘導を図るためのサイン音の特性について調べている。

(2) 電気音響システムでは、残響時間が長大、あるいはロングパスエコーが著しい巨大空間・屋外において、音響情報伝達の明瞭性を確保する手法として、既に連続的時間遅延方式を用いた基本システムを提案している。この方式で用いる最適なスピーカの特性や配置について空間伝搬系を考慮した検討を行った。

(3) 音環境・空間伝搬系では、多様な公共空間(駅、空港、アトリウム、トンネル、地下街、市街地など)を対象とし、音環境の実態調査、音響計測、数値シミュレーション(幾何音響法と波動解析法)、ならびに3次元音環境シミュレータによる音場の可聴化と聴感評価手法の確立について研究を行った。また、対象とする周波数領域を低周波数まで拡張することを検討するなどシミュレータの精度向上を目指している。

(4) 聴覚・認識では、公共空間における聴覚に基づく位置情報や意味情報の理解を促進するための視覚的な情報の効果について検討した。また、人間の聴覚特性や単語の親密度を考慮した音源信号の生成方法について検討を行うとともに、到来方向や距離知覚など避難誘導に必要な情報の伝達方法についても検討を行っている。

(5) 快適性向上のための音響情報伝達では、音声対話システムの構築、残響可変装置の開発、音響技術のシミュレーション環境の構築などについて検討を行っている。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

**平成 25 年度選定「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」
研究進捗状況報告書**

1 学校法人名 千葉工業大学 2 大学名 千葉工業大学

3 研究組織名 音響工学フォーラム

4 プロジェクト所在地 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

5 研究プロジェクト名 安全・快適性のための音響情報科学研究センター

6 研究観点 研究拠点を形成する研究

7 研究代表者

研究代表者名	所属部局名	職名
矢野博夫	情報科学部	教授

8 プロジェクト参加研究者数 11 名

9 該当審査区分 理工・情報 生物・医歯 人文・社会

10 研究プロジェクトに参加する主な研究者

研究者名	所属・職名	プロジェクトでの研究課題	プロジェクトでの役割
矢野 博夫	情報工学科・教授	研究総括, (2)電気音響システム, (3)音環境・空間伝搬系	避難誘導放送システム、3次元音場シミュレータの開発、音響計測
木幡 稔	情報ネットワーク学科・教授	(1)音源の設計(音声合成、サイン音設計)	テキストによる音声合成手法の開発
柳川 博文	情報ネットワーク学科・教授	(1)音源の設計(音声合成、サイン音設計)	サイン音(警報・非音声信号)の開発
飯田 一博	電気電子情報工学科・教授	(3)音環境・空間伝搬系	バイノーラル音場再生システムの高精度化、音像の距離感の制御方法の検討
佐藤 史明	建築都市環境学科・教授	(3)音環境・空間伝搬系	音環境の実態調査、数値シミュレーション、空間の音響処理
大川 茂樹	未来ロボティクス学科・教授	(4)聴覚・認識	雑音・残響環境下での音声認識
世木 秀明	情報工学科・准教授	(4)聴覚・認識	音声知覚に関する視覚刺激の影響
山崎 治	情報ネットワーク学科・准教授	(4)聴覚・認識	聴覚と視覚の相互作用

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

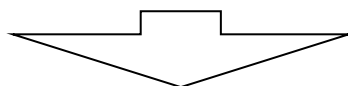
須田 宇宙	情報ネットワーク学科・准教授	(4)聴覚・認識	聴覚と視覚の相互作用
藤江 真也	未来ロボティクス学科・准教授	(4)聴覚・認識	音響感性,音響認識,環境音
(共同研究機関等) 坂本 慎一	東京大学生産技術研究所・准教授	(3)音環境・空間伝搬系	公共空間の実態調査、聴感評価手法、音響設計手法
橋 秀樹	東京大学・名誉教授	(3)音環境・空間伝搬系	公共空間の実態調査、音響設計手法

<研究者の変更状況(研究代表者を含む)>

旧

プロジェクトでの研究課題	所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割

(変更の時期:平成 年 月 日)



新

変更前の所属・職名	変更(就任)後の所属・職名	研究者氏名	プロジェクトでの役割
未来ロボティクス学科・准教授	未来ロボティクス学科・准教授	藤江 真也	音響感性,音響認識,環境音

(変更の時期:平成 27年 4月 1日)

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

11 研究進捗状況(※ 5枚以内で作成)

(1) 研究プロジェクトの目的・意義及び計画の概要

公共空間や広域放送においては、平常時の案内アナウンスなどの明瞭な音声情報伝達はもとより、非常災害時には、音声あるいはサイン音による警報・避難誘導情報の的確な伝達が必要である。しかし、実際には音響情報による伝達が困難となっているケースも少なくなく、東日本大震災の際には、一段とその重要性が認識された。このような問題を解決するためには、各種公共空間の音環境条件、拡声システムの特性・性能、音源信号となるアナウンスやサイン音の設計などに関する検討が必要である。それと同時に、情報の受け手である人の聴覚特性と視覚特性の相互作用に関する検討も必要である。本研究プロジェクトでは「安全・快適性のための音響情報に関する総合研究」を研究テーマとして掲げており、音声科学、電気音響工学、建築・環境工学、認知科学の各学問分野を総合して、種々な公共空間を対象とした音響情報伝達システムの性能向上を目的とし、これらの音響情報分野における研究拠点としての確立を目指すものとする。

本研究の内容を音響情報の伝達に関して大別すると、以下の4項目となる。

- (1) **音源の設計**：公共空間における非常時の避難誘導アナウンスは、その状況に応じて内容を適宜変更する必要があり、その制御や内容の即時的更新には、自然性の高い音声合成であるテキスト音声合成 (TTS) が適している。この技術を適用して空間の特性ごとに適応的に聞き取りやすいアナウンスを合成する具体的手法について検討する。サイン音については、音声伝達が不可能な状況下での情報伝達手段として研究の対象として取り入れる。
- (2) **電気音響システム**：残響時間が長大、あるいはロングパスエコーが著しい巨大空間・屋外において、音響情報伝達の明瞭性を確保する手法として、既に連続的時間遅延方式を用いた基本システムを提案している。この方式で用いる最適なスピーカの特長や配置について空間伝搬系を考慮した検討を行う。
- (3) **音環境・空間伝搬系**：多様な公共空間（駅、空港、アトリウム、トンネル、地下街、市街地など）を対象とし、音環境の実態調査、音響計測、数値シミュレーション（幾何音響法と波動解析法）、ならびに3次元音環境シミュレータによる音場の可聴化と聴感評価手法の確立を目指す。また、対象とする周波数領域を低周波数まで拡張することを検討する。
- (4) **聴覚・認識**：公共空間における聴覚に基づく位置情報や意味情報の理解を促進するための視覚的な情報の効果について検討する。また、人間の聴覚特性や単語の親密度を考慮した音源信号の生成方法について検討を行うとともに、到来方向や距離知覚など避難誘導に必要な情報の伝達方法についても検討する。さらに(4)の項目を細分化して、(5) 快適性向上のための音響情報伝達に関する研究領域とした。

(2) 研究組織

平成25年度より学内研究者10名、学外1名により以下のような分担で研究を開始した。研究総括を矢野博夫（代表者）が担当し、(1)音源の設計（音声合成、サイン音設計）木幡稔、柳川博文2名が分担、(2)電気音響システム：矢野博夫が担当、(3)音環境・空間伝搬系：矢野博夫、飯田一博、佐藤史明、橘秀樹、坂本慎一（学外）6名で担当、(4)聴覚・認識系：大川茂樹、世木秀明、山崎治、須田宇宙4名で担当として研究を開始し、平成27年度に新たに(4)分野に藤江真也、1名を追加した。

大学院生数は、平成25年度：修士31、博士1、平成26年度：修士25、平成27年度：修士20が当該テーマについて研究し、平成26年度に特別研究員（ポスドク）1名によるテーマ(3)の研究を行った。各研究者は学内に音響工学フォーラムを組織し、研究内容について1～2月ごとに報告・検討を重ねて連携を図っている。また、研究代表者および院生が学外研究機関と共同研究を実施している。

(3) 研究施設・設備等

主要な研究設備としては「可変残響音場シミュレーション設備」および「低周波音・騒音測定分析システム」を平成26年度に整備した。

「可変残響音場シミュレーション設備」は、周囲からの騒音を防ぐ防音構造とし、内部は長大な残響時間を実現する反射性の内装構造とするが、残響時間を調節することができる装置として吸音パネルを付随させる。これにより、地下空間やトンネルなどの長い残響時間を有する音場を実験室に再現することができる。ここでは、設計した音源信号の再生・試聴を行うほか、シミュレーション計算で作成したアナウンス音などの再生を行い、簡易型3次元音場シミュレータを併用した聴感評価実験を実施する試験室として使用している。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

「低周波音・騒音測定分析システム」は、低周波数(1Hz) から可聴周波数の上限(20kHz) までの騒音を收音・録音記録し、周波数分析をするための装置であり、主として(2)電気音響システムおよび(3)音環境・空間伝搬系の研究に用いている。

(4)進捗状況・研究成果等 ※下記、13及び14に対応する成果には下線及び*を付すこと。

本研究の内容として「音響情報の伝達」に関して、(1)音源の設計、(2)電気音響システム、(3)音環境・空間伝搬系、(4)聴覚・認識の4項目について研究の進捗状況等を述べる。さらに(4)の項目を細分化して、(5)快適性向上のための音響情報伝達についても研究領域とした。

(1)音源の設計

<現在までの進捗状況及び達成度>:

音声合成:公共空間において、残響の影響により聞き取りにくくなる問題を解決することを目的として以下を実施した。①明瞭度評価尺度の提案として、文節間に挿入するポーズ長、話速、文節ごとの振幅を制御する目的で「SR比」を提案し、上記パラメータを制御した実験の結果、条件に依存するものの明瞭度を向上する効果が得られた*1。②提案方式のコンセプトとして、提案する方式は、残響空間におけるインパルス応答が既知であることを前提とした条件を設けた*2。③音源としてテキスト文を元にした合成音声を利用し、さらに残響特性をインパルス応答として予め測定したものを利用することにより、音声合成器に与える種々のパラメータを制御したり、発話内容に応じた適応信号処理を行うことが可能な「残響下で聞き取りやすいアナウンス音声合成法」を提案した*3。

サイン音:残響場での音像の幅について、信号の持続時間 T_s および過渡的両耳相関関数の極大値である TRICC との関係性を調べた。その結果、音像の幅は信号の持続時間 T_s と TRICC 両者に関係することが明らかになった*4。

<特に優れた研究成果>:合成音声に残響を付加した音声の、客観評価尺度 (SR比) が閾値以上 (客観評価尺度が大きいほど聞き取りやすい) となるように、計算機上で予め予測することにより、音声合成のパラメータ (文節間ポーズ、話速、振幅など) をフィードバック処理により、適応的に制御し、音声合成を行うアルゴリズムを開発した。この処理により明瞭度が向上することが確認された。また音声合成パラメータには (話速、ポーズ、ゲイン等) 様々なものがあるが何れを制御することが効果的かについても実験的に検討を行った*3。サイン音については、複数の直接音間接音比の異なるインパルス応答を用いて、等しい音像の幅となる T_s と TRICC の関係が見いだされた*4。

<問題点とその克服方法>

(音声合成):客観評価基準として SR 比を提案したが、人間の聴覚により近い特性を反映可能な特徴量とする必要がある。克服方法として、スペクトル上での歪の評価を考えている。残響特性についても、音声の妨害となりやすい特性とそうでないものがあるため、残響時間の周波数特性の異なるものを複数用いて、提案方式の性能評価を行い、いかなる残響下でも適応可能な方式に改良する方針である。

(サイン音):インパルス応答の直接音、間接音比を音源、受音点間距離で変化させようとしたが期待した変化量が得られなかった。これはスピーカの指向性が関係していることが判明した。そこで見かけ上指向性を広くするために、スピーカの方向を変えたインパルス応答を測定しそれを合成した結果、無指向性スピーカによるインパルス応答に近似した応答が得られ、所期の直接音間接音比の異なるインパルス応答群が得られた*5。

<研究成果の副次的効果 (実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。) >: 音声合成とフィードバック制御により残響耐性を高める方式についてはすでに特許出願中である。実用化に向けては、小型PCを用いた方式の実装とリアルタイム動作を目標としてシステム製作を行う予定である。サイン音については、本研究で考案の擬似無指向性インパルス応答生成技術が、商用音楽編集に使われるサンプリングリバーブにそのまま活かすことができる。

<今後の研究方針>: 多数の音声合成話者を利用して、対残響性の調査や、騒音データベースを利用した、残響+騒音環境下でのシステムの評価を行う方針である。また、さらに種々の空間についてインパルス応答のデータを蓄積し、 T_s と TRICC の関係を検証し等音像幅コンターが求められるよう検討を進める。

<今後期待される成果>: プロジェクトの他の研究分野との連携により、(i) 言語の性質などを考慮した残響に頑健なシステムの構築、(ii) 音像定位現象やサイン音の付加等により、残響に頑健なだけでなく、正確かつ即時的に情報が伝達可能なシステムの実現などの成果が期待される。残響のある音場における音像の幅について音場の特性、信号の性質との関係、関連する聴覚の応答などを総合的に解明する。また、音声拡声の応用として高齢難聴者が聞き取りやすい音声の信号処理や

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

スピーカの特長について調査する。

(2) 電気音響システム

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：3種類のスピーカ（ホーン型、ラインアレイ型、平板型）を道路トンネル内に設置した場合について、幾何音響理論に基づく数値計算手法により、各受音点のインパルス応答を計算した。その結果から明瞭性に関する物理指標として STI に着目し、各スピーカに時間遅延システムを併用した場合の明瞭性について検討を行った*6。

＜特に優れた研究成果＞：ホーンスピーカによるトンネル内における実測結果と数値計算結果について比較したところ、距離減衰特性についてはよい対応がみられた。明瞭性に関する物理指標 STI 値を求めたところ、いずれのスピーカについても時間遅延を行うことで明瞭性が改善されること、ホーン型、ラインアレイ型、平板型の順で明瞭性が改善される結果を得た*6。

＜問題点とその克服方法＞：音源スピーカの検討としてより強い指向特性を持たせたスピーカの開発および、それを用いたシミュレーション結果と実音場における結果との比較を行う必要がある。また、物理指標の検討だけでなく聴感実験による主観評価実験による検討が必要と考えている。

＜研究成果の副次的効果（実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。）＞：ホーンスピーカと時間遅延技術を用いたシステムはすでに用いられており、現用システムより明瞭度が改善できれば、実音場に適用することは可能である。

＜今後の研究方針＞：複数のスピーカを組み合わせた超指向性スピーカの開発を行い、再度シミュレーションを行って物理指標による明瞭度改善の確認を行う。併せて主観評価実験による明瞭度改善効果の確認を行う。

＜今後期待される研究成果＞：現在は比較的単純な構造の音場を対象としているが、複雑な構造を持つ地下街等での明瞭度予測にも適用できることが期待される。

(3) 音環境・空間伝搬系

① 広域放送システム

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：幾何音響シミュレーション（虚像法）と 6ch。收音-再生システムを組み合わせた可聴型シミュレーションシステムの音場再現性を検討するため、音像の定位精度実験を行い、正中面内下方向についての特性を明らかにした*7。

＜特に優れた研究成果＞：定位実験の際に被験者に手がかりを与えることで音像定位の正確性が改善された。さらに無響室内にマルチパスエコーを模擬した様々な音圧や遅れ時間を持つ音の到来する音場（仮想実音場）を作成して、6ch。收音-再生システムとの明瞭性評価の直接比較を行った結果から、6ch。收音-再生システムの有効性を確認した*8。

＜問題点とその克服方法＞：この再生システムで用いる音場特性として現実の特性を多く収集するために、現場実験によるデータ収集を充実させる必要がある。＜副次的効果＞として、広域防災放送システムからのアナウンス音の明瞭性評価に関して、音の方向情報が極めて重要であることが示唆された*9。

＜今後の研究方針＞アナウンスが不明瞭な状況にある原音場の方向情報を伴う音響特性データの収集とそれをシミュレートできる 6ch。收音-再生システムの精度向上を目指す。

② バイノーラル再生による音声了解度の再現精度に関する研究

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：屋外防災放送の音声了解度の再現精度を検証した。屋外防災放送の評価との観点から、1) 受聴者は一般市民であり本人の頭部伝達関数を持たない、2) 実験用の特殊なヘッドホンを使用しない、という条件の下、各被験者の耳介形状から推定した best-matching HRTF と市販のオープンタイプヘッドホンを用いたバイノーラル再生を行い、4 連単語の単語了解度と聞き取りにくさを求めた。その結果、無響室再生と統計的有意な差が認められない精度で単語了解度を再現できることがわかった*10。

＜今後の研究方針＞：駅、空港など多様な公共空間を対象とし、音環境の実態調査、音響計測、数値シミュレーション（幾何音響法と波動解析法）、ならびに 3 次元音環境シミュレータによる音場の可聴化と聴感評価手法の確立を目指す。今後、対象とする周波数領域を低周波数まで拡張することを検討する。また、広域放送システムを設計する場合において、可聴型シミュレーションシステムを設計支援ツールとして用い、実際に聴いて確認しながら設計を進める方法の確立を期待している。

(4) 聴覚・認識

① 公共空間における聴覚に基づく位置情報や意味情報の理解を促進するための視覚的な情報の効果につ

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

いての検討

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：地下街やビル内などの「閉じられた公共空間」において、音響情報の観点から、「迷い」が発生しやすいポイントを特定するための実験を実施した。仮想的な地下街空間を、3DCG および音響シミュレーションを用いて作成し、音源位置を探索する課題を行った。その結果、地下街の構造において音源の位置を変えることにより迷いやすい位置が異なってくることが明らかとなった

*11。

＜特に優れた研究成果＞：3DCG と音響シミュレータを用いたシミュレータの構築を実際に行い、迷う行動に関する観察・分析が可能になった。

＜問題点とその克服方法＞：現状のシミュレータにおいて、正しい音源位置が特定された試行の割合が全体の54.4%となっており、シミュレーションの精度や課題についての再検討が必要と考えられる*12。

＜研究成果の副次的効果＞：実際の地下街やビル内をモデルとしたシミュレーションを構築することで、安全性の事前チェックや安全設計を観点としたコンサルテーションなどへの活用が期待される。

＜今後の研究方針＞：現状のシミュレータでは90度単位の方向転換と1ブロックずつの移動のみが可能となっているが、より細かい操作が可能なシミュレータの構築を目指す。

＜今後期待される研究成果＞：避難行動の際に、より迷いにくく、的確に非常口までの誘導が行えるような、視覚的・聴覚的なサインの提示位置に関する知見が得られることが期待される。

②人間の聴覚特性や単語の親密度を考慮した音源信号の生成方法について検討

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：理解しやすく聞き取りやすい公共放送文に関する検討を行うために
1. 単語親密度と連想語が文理解に与える影響に関する研究、2. 話速、ポーズ長が文理解に与える影響に関する研究を行った。後者の研究結果から、特に高齢者ではアナウンスの話速を遅くするよりも句読点に対応するポーズ時間の長さを適切に設定することが聞き取りやすさや理解の向上につながることが示された。さらに、アナウンサーが発話した放送文と比べ声質やプロソディに不自然さが含まれる合成音声を使用した放送文では、20代の被験者においても句読点に対応するポーズ時間が聞き取りやすさや理解のしやすさに大きく影響を与えることが示された*13。

＜特に優れた研究成果＞：音声単語親密度が高い単語が必ずしも放送文の理解向上に貢献するとは考えにくいこと、文脈や状況から連想されやすい単語が放送文の理解向上に貢献することが示された*14。

＜問題点とその克服方法＞：句読点に対応するポーズ時間が理解のしやすさや聞き取りやすさに影響を与えることが示されたが、背景雑音レベルや残響時間に対する適切なポーズ時間に関する検討がされていない。実験の被験者が必ずしも十分な人数ではない聴取実験もあった。今後、被験者を増やすとともに背景雑音レベルや残響時間に対する適切なポーズ時間の検討を行う予定である。

＜研究成果の副次的効果＞：現在までの研究結果から、句読点ポーズ長が理解しやすく聞き取りやすいアナウンスに貢献すると考えられた。この結果から、理解しやすく聞き取りやすい音声合成手法に有効な指針を与えられると考えられる。

＜今後の研究方針＞：背景雑音レベルや残響時間と理解しやすく聞き取りやすいアナウンス文の句読点ポーズ長の関係について聴取実験を行い検討するとともに、アナウンス文の文脈やアナウンスを聴取する状況からどのような単語が連想されやすいのかについての調査・検討を行う。

さらに、これらの結果を元に、さまざまな場面において理解しやすく聞き取りやすいアナウンスを行うための提案を行う予定である。

＜今後期待される研究成果＞：現在までに、聞き取りやすい放送を行うためのハードウェアに関する研究は数多く行われてきたが、聞き取りやすく理解しやすいアナウンス文の作成やアナウンスの行い方に関しては放送局などの経験的な知識以外はほとんど研究されていない。このため、本研究から得られた成果は、さまざまな環境や場面において理解しやすく聞き取りやすいアナウンス文作成やアナウンスを行うための科学的根拠に基づいた指針の一つになることが期待される。

(5) 快適性向上のための音響情報伝達

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：音デザインや音環境デザインについて、健常者はもとより、子供や高齢者、病人や被介護者など、周囲の環境に対して特別な配慮が必要な人々への対策を取り上げた。さらに、極端な音環境の事例として、病院等に設置されているMRI（磁気共鳴画像）検査装置の静音化について、背景・実測結果について検討した*15。これに加えて、小規模音響空間を対象とした残響可変装置について研究を行った*16。

＜特に優れた研究成果＞：装置は、軸に共鳴管を用いた回転式可変吸音体を5本横に並べた構造とし、共鳴管は、それぞれの吸音ピーク周波数が変わるよう開口部位置を決定している。

＜問題点とその克服方法＞：文化施設としてのホールなどに比べて小規模な空間（個人の部屋、学校の教

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

室、会議室など)での利用を前提としているため「残響可変装置」の小型化・制御の自動化を目指した。そのための設計開発、数値シミュレーションを行っている。

＜研究成果の副次的効果（実用化や特許の申請など研究成果の活用の見通しを含む。）＞

制御機構や制御のためのアルゴリズムなどについては実用化が可能であり、特許申請なども考慮する。

＜今後の研究方針＞：センサ、アクチュエータ、制御部を装置に組み込むと共に、複数の残響調整ロボットを同時協調的に用いることで、音場に働きかけるロボットあるいはロボット群を実現する。

＜今後期待される研究成果＞：この残響可変装置をロボット（ロボティクス）技術と組み合わせることにより、周囲の音環境やユーザの希望・嗜好に応じて自動的に残響を調整するシステム（残響調整ロボット）が提案できる。特に複数ロボットを用いる場合、制御のための変数が非常に多くなるため、最適化にあたっては、たとえば遺伝的アルゴリズム(GA)などの知的制御が有効と考えられる。

音声による効率的な情報伝達を指向した音声対話システムの検討を行っている。

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：インターネットに掲載されているニュース記事を伝達することを対象に、音声で伝えるための情報の構造化、発話内容の計画、計画に基づく対話システムの構築等を行った*17。

＜特に優れた研究成果＞：音声対話を用いた情報伝達では、ユーザの質問に対してシステムが応答をするかたちのものが多かったが、ユーザの負荷が高い。一方、提案システムでは原則的にシステム主導権を取って発話をしているのに対し、ユーザが疑問や質問を持ったタイミングで簡単なアクションを取ることによって詳細情報を得られるような工夫を行った。これにより、負荷の低いインタラクションで所望の情報を受け取れる音声インターフェースの実現が可能となった*18。

＜問題点とその克服方法＞：新しい方式による音声対話システムであるため、新しい観点での音声表情生成が必要となる。新たにデータを収集することによって、新たな音声合成器の構築を行う。

＜今後の研究方針＞、＜今後期待される研究成果＞：様々な種類の情報を伝達できるようにシステムの拡充を行おうと考えている。

音響技術のシミュレーション環境や高等教育機関での音響教育のツールとして、様々な音響現象をPCやスマートフォン、タブレット上で再現するWeb版シミュレーションプログラムを開発している*18。

＜現在までの進捗状況及び達成度＞：現在までに8本のシミュレータ教材を開発し、音響教育者に配布している*18。

＜特に優れた研究成果＞：シミュレータ教材をカスタマイズするための仕組みを開発し、複数端末間での協調動作やe-Learning教材としての利用を可能としている。

＜問題点とその克服方法＞：e-Learningなどの自主的な学習を主体としている現場では、測定装置が存在するだけではその利用範囲が狭くなってしまふ。教材として利用するために必要な機能の開発を行っている。日々進化しているWeb APIをいち早く取り入れてシミュレータ教材を開発している。

＜研究成果の副次的効果＞：受け身主体のe-Learningではなく、シミュレーションプログラムによる擬似的な実験環境による、心ゆくまで自ら手を動かす自習環境としての効果が考えられる。

＜今後の研究方針＞：教育用のみでなく、実際の測定装置として利用することを視野に入れて、さまざまなシミュレーションプログラムを開発し、外部に提供していく。

＜今後期待される研究成果＞：高等教育機関での教育から、実際の測定装置まで、一貫したツール群を利用できる環境を構築する。

＜全体の今後の研究方針＞：以上に述べた各要素・分野ごとの研究成果を総括して、音響情報を確実に明瞭に伝えるための統一的な総合システムを構築することを目標として、各要素的研究項目において研究を推進するとともに、研究総括者が全体の研究成果をまとめる。

＜自己評価の実施結果及び対応状況＞

自己評価体制として、学内において本プロジェクト研究メンバー以外の研究者も含む研究グループを音響工学フォーラムとして組織し、研究内容・研究費の配分方法などについて1～2月ごとに研究報告会・検討会を重ねてきている。学外への研究内容の発信・評価のためのシンポジウムについてもこのフォーラム組織で検討してきた。

＜外部（第三者）評価の実施結果及び対応状況＞

外部評価として、平成27年度に学外へ向けたシンポジウムを開催し、プロジェクト研究内容の発表を行った。関連分野の研究者数十名の参加を得て、討論・意見交換を行ったところ、研究の方向性、研究成果として概ね良好である旨の意見を頂いた。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

12 キーワード(当該研究内容をよく表していると思われるものを8項目以内で記載してください。)

- (1) 公共空間 (2) 安全性 (3) 快適空間
 (4) 音声情報 (5) 避難誘導 (6) 防災無線放送
 (7) _____ (8) _____

13 研究発表の状況(研究論文等公表状況。印刷中も含む。)

上記、11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付すこと。

<雑誌論文>

- (1)Secure Speech Encryption System Using Segments for Speech Synthesis*1,2,3, M. Kohata, Proc. IHH-MSP 2014, pp.264-267 (2014) 査読有り
 (2)Personalization of head-related transfer functions in the median plane based on the anthropometry of the listener's pinnae*9, Kazuhiro Iida, Yohji Ishii, Shinsuke Nishioka, J. Acoust. Soc. Am., 136(1), pp.317-333 (2014) 査読あり
 (3)幾何音響シミュレーションと 6 チャンネル再生手法を用いた広域防災放送システムの可聴化の試み*7,8,9 森淳一, 横山栄, 佐藤史明, 橘秀樹, 騒音制御, 38(2), pp.123-131 (2014) 査読有り
 (4) Prediction of outdoor sound propagation by geometrical computer modeling*8,9, Junichi Mori, Fumiaki Satoh, Sakae Yokoyama, Hideki Tachibana, Acoust. Sci. & Tech., 35(1), pp.50-54 (2014) 査読有り
 (5)音環境導入教育へのスマートフォンの利用ー精度の検証とサウンドマップの作例ー,佐藤史明、阪上公博、尾本章,日本音響学会誌, 70(5), p.260-265 (2014) 査読あり
 (6) 風による時変音場における音響インパルス応答測定, 佐藤史明, 日本風工学会誌, 39(1), pp.26-31
 (7) 演技指示の工夫が与える音声表現への影響, 宮島崇浩, 菊池英明, 白井克彦, 大川茂樹, 音声研究, 17(3), pp.10-23 (2013) 査読有り

<図書>

<学会発表>

- [1]時間追従による過渡的伝搬特性計測の一検討, 福島学, 鶴飼拓也, 篠原康平, 河納隼一, 近藤喜隆, 窪田泰也, 柳川博文, 日本音響学会秋季講論, 1-P-12, (2015) 査読なし
 [2]気象条件が防災放送の了解度に及ぼす影響-無響室での音場再生とバイノーラルシミュレーションの比較*10, 飯田一博, 野村宗弘, 石井要次, 大島俊也, 内藤大介, 日本音響学会春季講論, pp. 1489-1492 (2015) 査読なし
 [3]バイノーラル再生による屋外防災放送の単語了解度の再現精度*10, 飯田一博, 野村宗弘, 石井要次, 大島俊也, 内藤大介, 日本音響学会建築音響研究会資料. AA 2015-26, pp. 1-8 (2015) 査読なし
 [4]広域放送の明瞭性確保のための諸々の検討*8, 佐藤史明、佐藤真生、園田矢弓、森淳一, 音響学会・建築音響研究会資料 AA2015-20, 7 pages, (2015) 査読なし
 [5]小規模空間のための残響可変装置の開発*16, 上原正志, 大川茂樹, 日本音響学会春季講論, 1-8-15, (2015) 査読なし
 [6] HTML5 を用いた音響教育教材の開発と教育実践*18, 須田宇宙, 音響学会秋季研究発表会(2015) 査読なし

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

- [7] A Spoken Dialog System for Coordinating Information Consumption and Exploration*17,18, Shinya Fujie, Ishin Fukuoka, Asumi Mugita, Hiroaki Takatsu, Yoshihiko Hayashi, Tetsunori Kobayashi, Proc. of ACM SIGIR Conference on Human Information Interaction and Retrieval, CHIIR 2016, pp. 253-256, (2016)
- [8] 聞き手の反応を考慮した発話計画を用いた音声対話システム*17, 18, 藤江真也, 福岡維新, 麥田愛純, 高津弘明, 林良彦, 小林哲則, 日本音響学会秋季講演論文, pp. 39-42, (2015) 査読なし
- [9] 効率的な情報伝達を指向した音声対話システムの提案*17, 18, 藤江真也, 福岡維新, 麥田愛純, 高津弘明, 林良彦, 小林哲則, 人工知能学会第 74 回言語・音声と対話処理研究会 (SIG-SLUD), pp. 7-12, (2015) (2014)
- [10] 音声モーフィングボコーダを用いた低ビット符号化に関する検討, 荒木隆太, 木幡稔, 日本音響学会秋季講演, pp. 267-268 (2014) 査読なし
- [11] Lempel-Ziv SOM とグラフマッチングを用いた音韻獲得アルゴリズム, 木幡稔, 日本音響学会春季講演, pp. 521-522 (2014) 査読なし
- [12] 送信波と受信波の干渉に着目した音響距離推定手法の動体検知条件の一検討, 河納隼一, 近藤喜隆, 福島学, 柳川博文, 日本音響学会秋季講演, 1-Q-26, (2014), 査読なし
- [13] 音響測距法を用いた宅内における人の動き検知への適用事例, 河納隼一, 近藤喜隆, 福島学, 松本光雄, 柳川博文, 日本音響学会春季講演, 1-Q-22, (2015), 査読なし
- [14] 風車騒音の測定システムの開発, 矢野博夫, 福島昭則, 太田達也, 小林知尋, 橘秀樹, 日本音響学会秋季講演, pp. 1057-1060 (2014) 査読なし
- [15] 水平面内の異なる方向から同時に発せられた複数の単語の了解度*10, 大石賢志, 飯田一博, 日本音響学会春季講演, pp.1183-1184 (2014) 査読なし
- [12] 受聴者の耳介形状による頭部伝達関数の個人化：再考*10, 飯田一博, 石井要次, 西岡伸介, 電子情報通信学会技術研究報告. EA, 応用音響 114(3), pp.1-11 (2014) 査読なし
- [13] 正中面の best-matching 頭部伝達関数と両耳間時間差による 3 次元音像制御*10, 宮本雄太, 石井要次, 飯田一博, 日本音響学会秋季講演, pp.605-608 (2014) 査読なし
- [14] 方向決定帯域の帯域幅の伸縮が知覚方向に及ぼす影響*10, 船岡宗哉, 飯田一博, 日本音響学会秋季講演, pp.773-776 (2014) 査読なし
- [15] 頭部伝達関数の第 1 第 2 ノッチの深さと音像定位精度の関係, 橋本大地, 飯田一博, 日本音響学会秋季講演, pp.807-808 (2014) 査読なし
- [16] Acoustic design of municipal public address systems using computer modeling and 3-dimensional auralization technique*8, Junichi Mori, Sakae Yokoyama, Fumiaki Satoh, Hideki Tachibana, Proc. Forum Acusticum 2014, R06A_1,6-pages (2014) 査読なし
- [17] 可聴型シミュレーションシステムによる広域防災放送の明瞭性に関する実験的試み*8, 森淳一, 横山栄, 佐藤史明, 橘秀樹, 日本騒音制御工学会秋季講演, 2-2-19, 4-pages (2014) 査読なし
- [18] 介護記録作成支援システムにおける音声入力インタフェースの設計, 小川晃, 大川茂樹, 情報処理学会全国大会, pp.487-488 (2014) 査読なし
- [18] 咬み合わせ治療による発声改善における自由発話音声の分析*15, 岩井修平, 大川茂樹, 日本音響学会秋季講演, 1-R-35, (2014) 査読なし
- [19] 可聴型シミュレーションシステムによる広域防災放送の明瞭性に関する実験的試み*8, 森淳一, 横山栄, 佐藤史明, 橘秀樹, 日本騒音制御工学会秋季講演, 2-2-19, 4-pages (2014) 査読なし
- [20] 介護記録作成支援システムにおける音声入力インタフェースの設計, 小川晃, 大川茂樹, 情報処理学会全国大会, pp.487-488 (2014) 査読なし
- [21] 咬み合わせ治療による発声改善における自由発話音声の分析*15, 岩井修平, 大川茂樹, 日本音響

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

学会秋季講論, 1-R-35, (2014) 査読なし

[22] 合成音声の話速制御による残響下での明瞭度改善法*1, 木幡稔, 日本音響学会秋季講論, pp.1141-1142(2013), 査読なし

[23] 残響下において聞き取りやすい音声合成法に関する検討*2, 木幡稔, 日本音響学会春季講論, pp.883-884 (2013), 査読なし

[24] 白色雑音の持続時間による音像の大きさの変化*4, 井上将一, 川納隼一, 平居宏康, 松本光雄, 福島学, 柳川博文, 日本音響学会秋季講論, 1-Q-9, pp. 707-708 (2013) 査読なし

[25] 妨害音声と着目音声の音像の方向の違いと単語了解度および聞き取りやすさの関係*4, 石井敏貴, 堀越基彰, 高梨祐希, 河納隼一, 平居宏康, 松本光雄, 福島学, 柳川博文, 日本音響学会秋季講論, 1-Q-31, pp. 769-770 (2013) 査読なし

[26] 住居に隣接した切取区間を走行する新幹線鉄道の騒音低減対策, 高梨敏和, 西村昌也, 坂本慎一, 矢野博夫, 建築学会大会, 40119, 環境工学 1, p. 245-246 (2013) 査読なし

[27] 切取区間における鉄道騒音低減対策の検討, 西村昌也, 坂本慎一, 高梨敏和, 矢野博夫, 騒音制御工学会秋季講論集, p, 163-166 (2013) 査読なし

[28] 指向性音源による音響伝搬に関するフィールド実験, 高梨敏和, 矢野博夫, 坂本慎一, 横山 栄, 石井寛一, 日本音響学会, 騒音・振動研究会資料 N2013 p. 1-8 (2013) 査読なし

[29] Estimation of spectral notch frequencies of the individual head-related transfer function from anthropometry of listener's pinna*10, Yohji Ishii, Kazuhiro Iida, Proc. Meetings on Acoustics of ASA, 050174, 7-pages, (2013) 査読なし

[30] 屋外拡声システムの音響設計のための可聴型シミュレーションシステムの試み*8, 森淳一, 横山 栄, 佐藤史明, 橋秀樹, 日本音響学会秋季講論, pp.1537-1540 (2013) 査読なし

[31] 公共空間における音声伝達の可聴化シミュレーション*8, 吉野真史, 森淳一, 佐藤史明, 木幡稔, 横山 栄, 橋秀樹, 日本音響学会秋季講論, pp.1135-1136 (2013) 査読なし

[32] 幾何音響シミュレーションと 6 チャンネル再生システムを用いた防災行政アナウンスの可聴化*8, 森淳一, 横山 栄, 佐藤史明, 橋秀樹, 日本音響学会春季講論, pp.1161-1162 (2013) 査読なし

[33] 咬み合わせ治療による発声改善における自由発話音声の分析*15, 中西啓太, 岩井修平, 安藤正遵, 千崎一義, 大川茂樹, 日本音響学会秋季講論, 3-P-16 (2013) 査読なし

<研究成果の公開状況>(上記以外)

シンポジウム・学会等の実施状況、インターネットでの公開状況等
ホームページで公開している場合には、URL を記載してください。

<既に実施しているもの>

シンポジウム (第8回 CIT フォーラム) として、「安全・快適性向上のための音響情報伝達」をテーマに日本音響学会および日本騒音制御工学会の協賛を得て平成 27 年 6 月 13 日に実施した。内容は本研究プロジェクトの中間報告として 9 件の講演発表を行い、講演梗概集 (70 頁) を作成した。以下に講演題目と講演者を記す。

- (1) 残響下において聞き取りやすいアナウンス音声合成法*1, 2, 3, 木幡稔
- (2) 音声単語親密度, 話速, ポーズ長が文章理解に与える影響*13, 14, 世木秀明
- (3) 音線法を用いた数値実験による指向性スピーカを用いた非常放送の明瞭性改善*6, 矢野博夫
- (4) 広域放送の明瞭性確保のための幾つかの検討*7, 8, 9, 佐藤史明

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

- (5) 気象条件が防災放送の了解度に及ぼす影響 – 無響室での音場再生とバイノーラルシミュレーションの比較*10, 飯田一博
- (6) 視聴覚情報を手掛かりとした移動における「迷い」と残響の関係*11, 12, 山崎治
- (7) モノラル信号の物理特性と音像の幅*4, 5, 柳川博文
- (8) 快適コミュニケーションのための残響可変装置を用いた音環境デザイン*15, 16, 大川茂樹
- (9) スマートホン・タブレットによる簡易音場シミュレータ*18, 須田宇宙

＜これから実施する予定のもの＞

14 その他の研究成果等

「12 研究発表の状況」で記述した論文、学会発表等以外の研究成果及び企業との連携実績があれば具体的に記入してください。また、上記11(4)に記載した研究成果に対応するものには*を付してください。

15 「選定時」に付された留意事項とそれへの対応

＜「選定時」に付された留意事項＞

「地域との連携、若手研究者の育成、研究成果に対する学内外の評価体制に充分配慮されたい」との留意事項が付された。

＜「選定時」に付された留意事項への対応＞

地域との連携については、防災無線放送の伝達品質を評価するための研究について習志野市から音源信号の提供や放送施設の使用などの協力を得た。また、習志野市から数十名の視察団を受け入れ、研究施設見学および研究内容の説明を毎年行うなど、地域との連携を図っている。

若手研究者の育成について、平成 25 年度に関連研究テーマによる博士課程学生の博士号修得が行われ、平成 26 年度にはポスドク研究者として研究プロジェクトに加わった。

学内の評価体制として、本プロジェクト研究メンバー以外の研究者も含む研究グループを音響工学フォーラムとして組織し、研究内容について1~2月ごとに報告・検討会を重ねてきている。学外への研究内容の発信・評価のためのシンポジウムについてもこのフォーラム組織で検討してきた。平成 27 年度には、学外へ向けたシンポジウムを開催し、関連分野の研究者と討論・意見交換を行った。

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

16 施設・装置・設備・研究費の支出状況(実績概要)

(千円)

年度・区分	支出額	内 訳						備考
		法人負担	私学助成	共同研究機関負担	受託研究等	寄付金	その他()	
平成25年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	29,473	16,626	12,847				
平成26年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	15,768	6,435	9,333				
	研究費	10,834	5,978	4,856				
平成27年度	施設	0						
	装置	0						
	設備	0						
	研究費	11,380	6,470	4,910				
総額	施設	0	0	0	0	0	0	
	装置	0	0	0	0	0	0	
	設備	15,768	6,435	9,333	0	0	0	
	研究費	51,687	29,074	22,613	0	0	0	
総計	67,455	35,509	31,946	0	0	0		

17 施設・装置・設備の整備状況 (私学助成を受けたものはすべて記載してください。)

《施設》(私学助成を受けていないものも含め、使用している施設をすべて記載してください。)

(千円)

施設の名 称	整備年度	研究施設面積	研究室等数	使用者数	事業経費	補助金額	補助主体
津田沼校舎8号館		175 m ²	5	10			
津田沼校舎1,2,7号館		350 m ²	10	10			

※ 私学助成による補助事業として行った新增築により、整備前と比較して増加した面積

m²

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

《装置・設備》(私学助成を受けていないものは、主なもののみを記載してください。)

(千円)

装置・設備の名称	整備年度	型番	台数	稼働時間数	事業経費	補助金額	補助主体
(研究装置)				h h h h h			
(研究設備)							
可変残響音場シミュレーション設備	26		一式	3000 h	9,612	5,616	私学助成
低周波音・騒音測定分析システム	26	NL-62他	一式	3600 h	6,156	3,717	私学助成
音場シミュレーションシステム	17			4000 h			
デジタル音響信号処理システム	17			4000 h			
(情報処理関係設備)				h h h h h			

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

18 研究費の支出状況

(千円)

年 度	平成 25 年度			
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳		
		主 な 使 途	金 額	主 な 内 容
教 育 研 究 経 費 支 出				
消 耗 品 費	13,192	実験材料	13,192	ソフトウェア, ハードディスク, SDカード, ソフトライセンス
光 熱 水 費				
通 信 運 搬 費				
印 刷 製 本 費				
旅 費 交 通 費	234	国内旅費	234	フィールド実験旅費, 学会, 研究会等参加旅費
報 酬・委 託 料 ()				
計	13,426		13,426	
ア ル バ イ ト 関 係 支 出				
人 件 費 支 出 (兼務職員)	343	実験補助, 研究補助, データ整理	343	時給 1,000円, 年間時間数 343時間 実人数 5人
教 育 研 究 経 費 支 出 計	343		343	
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)				
教 育 研 究 用 機 器 備 品	3,088	簡易型3次元音場シミュレーションシステム, 一式	3,088	
教 育 研 究 用 機 器 備 品	1,494	放送音源用スピーカー, 一式	1,494	
教 育 研 究 用 機 器 備 品	517	聴覚刺激提示用音響システム, 一式	3,088	
教 育 研 究 用 機 器 備 品	4,189	可動吸音パネル	4,190	
教 育 研 究 用 機 器 備 品	2,529	公共空間視覚情報シミュレーション装置, 一式	2,529	
教 育 研 究 用 機 器 備 品	2,856	大型ディスプレイ	2,856	
教 育 研 究 用 機 器 備 品	1,031	ダミーヘッドマイクロホン	1,031	
図 書				
計	15,704		15,704	
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出				
リサーチ・アシスタント				
ポスト・ドクター				
研究支援推進経費				
計	0			

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

(千円)

年 度	平成 26 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	8,453	実験材料	8,453
光 熱 水 費			
通 信 運 搬 費			
印 刷 製 本 費			
旅 費 交 通 費	951	国内外旅費	951
報 酬 ・ 委 託 料	72	被験者実験等	72
そ の 他	441	修繕費 等	441
計	9,917		9,917
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼務職員)	130	研究補助	130
教育研究経費支出			
計	130		130
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教育研究用機器備品	757	スピーカー	757
図 書			
計	757		757
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター	3,000		3,000
研究支援推進経費			
計	3,000		3,000

法人番号	121003
プロジェクト番号	S1311003

(千円)

年 度	平成 27 年度		
小 科 目	支 出 額	積 算 内 訳	
		主 な 使 途	金 額
教 育 研 究 経 費 支 出			
消 耗 品 費	8,022	実験材料	8,022
光 熱 水 費			
通 信 運 搬 費			
印 刷 製 本 費	199		199
旅 費 交 通 費	417	国内外旅費	417
報 酬・委 託 料			
そ の 他	262	修繕費 等	262
計	8,900		8,900
ア ル バ イ ト 関 係 支 出			
人 件 費 支 出 (兼 務 職 員)	344	研究補助	344
教 育 研 究 経 費 支 出			
計	344		344
設 備 関 係 支 出(1個又は1組の価格が500万円未満のもの)			
教 育 研 究 用 機 器 備 品	425	音響アナライザ	425
教 育 研 究 用 機 器 備 品	484	イヤシミュレータ	484
教 育 研 究 用 機 器 備 品	386	データレコーダ	386
教 育 研 究 用 機 器 備 品	241	エコースピーチ音源	241
教 育 研 究 用 機 器 備 品	140	マイクロホンカートリッジ	140
教 育 研 究 用 機 器 備 品	268	ノートパソコン	268
教 育 研 究 用 機 器 備 品	192	残響分離制御ユニット	192
図 書			
計	2,136		2,136
研 究 ス タ ッ フ 関 係 支 出			
リサーチ・アシスタント			
ポスト・ドクター			
研究支援推進経費			
計	0		