

平成26年度 日中韓フォーサイト事業 終了時評価資料(進捗状況報告書)

1. 概要

研究交流課題名 (和文)	次世代ネットワークにおける超臨場感音響相互通信の実現		
日本側拠点機関名	東北大学電気通信研究所		
研究代表者 所属・職・氏名	電気通信研究所・教授・鈴木陽一		
相手国(地域)側	国名	拠点機関名	研究代表者 所属・職・氏名
	中国	中国科学院	Institute of Acoustics・Professor・Yonghong YAN
	韓国	ソウル大学	Institute of New Media and Communications, School of Electrical Engineering and Computer Science・Professor・Nam Soo KIM

2. 研究交流目標

申請時に計画した目標とその達成度について記入してください。

○申請時の研究交流目標

次世代ネットワークでは、これまでには伝送できなかったより多くのデータが高速でかつ安全に通信の実現により、単にこれまでのような意味や内容といった情報だけではなく、あたかも本物がそこにあるかのような感覚や相互作用も通信できることが期待されている。これまでのネットワークを用いた音響通信では、通信帯域が狭く、通信データ量が少なかったため、単に音声や楽曲など内容を伝達するものであった。しかし、多数のマイクロホンで音空間を高精細に収録し、その音空間を再生する多数のスピーカの配置に合わせて最適に再構成することにより、人は音の情報だけではなく、音の広がり感、距離感、音源の向きなども時間、空間を超えて伝えることができる。さらに、お互いの高精細な音空間情報がリアルタイムに伝送することができれば、臨場感相互通信が可能となる。そこで我々はこの次世代ネットワーク通信技術に着目し、これまでではリアルタイムで伝送できなかった 100 チャンネル以上の音情報を収録、コーディングし、受信した再生場所にてデコード、再生するシステムを提案する。具体的にはすべてを 50 ms 以内の遅延で行うことを目的とする。この技術が実現すれば、遠く離れた国の人々がリアルタイムに相互演奏するなど、臨場感溢れる音空間コミュニケーションを実現できる。しかし、リアルタイムで多チャンネルの音信号を安全に通信するためには、(a)エンコーディングやデコーディングの計算を短時間で行う技術、そして(b)ネットワーク通信間におけるパケットロスやジッタの影響を軽減する音空間符号化技術が必要となる。よって、システムを実現するためには(1)100 チャンネル以上で収録した音空間情報のパケットロスやジッタ態勢のある新エンコード方式の開発、(2)エンコードされたデータを安全に伝送する技術の開発、(3)受信したデータをリアルタイムにかつ再生方式に合わせたデコード技術の開発、が課題となる。さらに、(4)ストリーミング型音アプリケーションと我々の提案する相互通信音空間の評価、また、再現された音空間を評価するための規範を提案する。

○目標に対する達成度

- 研究交流目標は十分に達成された。
- 研究交流目標は概ね達成された。
- 研究交流目標はある程度達成された。
- 研究交流目標はほとんど達成されなかった。

【理由】

本プロジェクト推進のため、震災直後の2011年9月に大阪で行われたキックオフPIミーティングを皮切りに、7回のPI会合（日本：4回、中国：2回、韓国：1回）でプロジェクトの方向性を議論すると共に、6回のセミナー（日本：3回、中国：2回、韓国：1回）を実施し、研究交流と共同研究に関する議論を深めた。セミナーでは、単に各国で実施されている研究内容の発表にとどまらず、研究施設見学を通して実際に構築したシステムの評価、共有を図ると共に、ポスターセッションなどを通して若手研究者、学生の交流を積極的に促した。その結果、高精度3次元音空間収音・再生技術に関する研究や、音楽情報処理に関する研究、音声強調・処理技術に関する研究など、日本を中核として日中、日韓の共同研究が実施されるに至っている。この結果はすでに国内外の論文誌3件、会議で53件（内、査読付き国際学会29件）発表され、さらに、高水準の国際学会である2013 International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP2013)で「Recent Advances in Information Hiding and Enrichment Technologies for Audio and Speech Signals」「Recent advances in 3D audio technologies for future network」の2つのスペシャルセッションを企画するなど、着実に成果として実を結びつつある。また、若手研究者の人的交流も積極的に行われ、中国へ10回、韓国へ1回訪問して共同研究の議論を行ってきた。中国の若手研究者が日本に滞在して、3次元音空間に関する実験を共同で行うなど密結合の共同研究も進んでいる。これらの交流実績のホームページを通じた継続的なアピールも積極的に推進している。

以上の結果から、当初設定した研究交流目標は十分に達成されたと考えている。

3. 研究交流活動の成果

これまでの交流を通じての成果を「学術的側面」「若手研究者の育成」及び「日中韓における継続的な研究教育拠点の構築」の観点から記入してください。また、活動成果から発生した波及効果がある場合には記入してください。

○学術的側面

これまで得られた研究成果は国内外の学会で積極的に発表を行っており、学術的な水準も高い。2012年にはAsia Pacific Signal and Information Processing Association (APSIPA)などの国際会議や国内研究会などで15件の発表が行われたほか、2013年には世界の音響学会を統括団体(The International Commission for Acoustics.)が3年に一度主催している国際会議2013 International Congress on Acoustics (ICA2013)で3次元音空間情報の収録・再現手法に関する2件の共同研究成果の発表が行われた。さらに、2013年9月に中国で行われた高水準の国際会議 International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP2013) (採択率:65%)では、「Recent Advances in Information Hiding and Enrichment Technologies for Audio and Speech Signals (発表件数:9件)」と「Recent advances in 3D audio technologies for future network (発表件数:10件)」の2つのスペシャルセッションを企画し、成功裏に終了した。これらの成果からは、既に前述のIIHMSP2013の前年の国際会議であるIIHMSP2012でBest paper awardを受賞するものも出ている。これは関連分野の研究者コミュニティからの高い評価を示すものであり、研究成果の学術水準の高さを示す証左のひとつといえよう。

また2014年度にも、The 21th International Congress on Sound and Vibration (ICSV21)で、「Speech signal technologies for the future Internet」「Sound and music signal technologies for the future Internet」の2つのスペシャルセッション企画が進んでいるだけでなく、IIHMSP2014でも次世代インターネットと高次音情報処理技術に関する企画が計画されている。なお、このIIHMSP2014での企画は、同国際会議と我々のA3 Foresightセミナーとのジョイントによる共同主催企画として計画されており、広く関連研究者に本プロジェクトの意義も含めてアピールすると共に、また、各研究者との研究交流や議論を通して、本プロジェクトの今後の方向性とプロジェクト終了後の展開について議論していくことになっている。

○若手研究者の育成

これまで6回行われてきたセミナーでは、学生や若手研究者の研究発表を積極的に促すような様々な試みを行ってきた。例えば、2012年度はポスターセッションを実施したことにより、ポスドク研究員や大学院の学生が、実際の研究結果を中国や韓国の研究チームと英語でディスカッションすることができ、研究室および国内研究会では得ることのできない国際的に通用するための経験および技術的知見を得ることができたと考えている。さらにこの取り組みを通じた得られた交流実績は、2013年度のセミナーでも極めて効果的に機能し、2012年度の交流を踏まえたより実質的な内容からの議論をスタートすることができた。

一方、研究者交流・共同研究という枠の中でも、博士課程前期、および、後期の学生が中国、韓国を訪問し、具体的な共同研究の方向を議論するとともに、実験をとにもする密結合共同研究が進んできていることもあり、これ以降本プロジェクトの中核となって研究を進めていく若手研究者が着実に育ってきていると考えている。

○日中韓における継続的な研究教育拠点の構築

現在の社会情勢を鑑みると、中国、韓国への比較的自由的な渡航が可能な日本側中核研究機関が本プロジェクトに果たす役割は極めて大きいものと考えられる。また、日本側中核研究機関には、本プロジェクトが掲げる主要テーマである3次元音空間情報処理技術、音声情報処理技術、音楽情報処理技術の全てについてそれぞれ強力な研究グループが複数ずつ存在するため、三カ国をまたぐ研究教育拠点を構築するためには、日本側研究機関のメンバーが積極的に中国、韓国の研究者と交流し、共同研究を実施する必要がある。

このような背景の元、本プロジェクトの日本側の中核機関である東北大学、北陸先端科学技術大学院大学がハブとなり、中国科学院、ソウル大学へ積極的に訪問することを通して、中国には3次元音響技術と音声情報処理の、韓国には音声情報処理と音楽情報処理の研究教育拠点が着実に構築されつつあると考えている。さらに、韓国側PIのKIM教授が、本プロジェクトをきっかけとしてNational IT Industry Promotion Agencyが設置しているITRC(IT Research Center)制度に基づくCenter for Ultra Realistic Audio Technologiesの設立に成功して所長となり、超高臨場感音情報創出を念頭とした音響情報処理技術の開発を進めていくこととなった。このセンターは、本プロジェクトの韓国研究グループにとってこれまでの「音声情報処理」「音楽情報処理」に続く新しい研究領域を実施する拠点となり、本プロジェクト開始時には日中でのみ行われていた超高臨場感音響情報処理技術の研究が三カ国そろった形になったことを意味する。また、日本側PIである鈴木教授が、日本がこれまで行ってきた3次元音空間情報処理に関する様々な研究成果を本センターのメンバーに講演するなど、拠点形成・強化に向けた取り組みもすでに開始している。これらの活動により、本プロジェクトを通じた3次元音空間研究の世界的研究教育拠点の構築が可能となり、今後の展開が大いに期待される。

○成果の波及効果

学術的な成果にも記載したとおり、本プロジェクト提案のスペシャルセッションが二つの高水準国際会議で採択されていることが、本プロジェクトの関連する学術分野への波及効果が大きいことを表している。一方、研究成果の社会的な波及効果も大きい。例えば、球状マイクロホンアレイを用いた頭部伝達関数に基づく3次元音空間収音技術は、これまで理論提案のみであった球面調和関数に基づく音空間合成再現法に関して、実際に球状マイクロホンを用いた際に問題になるパーチャルスピーカの個数や配置と再現される音空間の精度を検証したもので、極めて実用的な価値が高い。また、蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし技術は、蝸牛の持つ特性を活用した音質の劣化が極めて少ない音信号情報埋め込み技術であり、DVDのコピーライトなど既存の様々な音信号情報埋め込み技術に変わる有効な手法である。これら以外にも音声強調・雑音抑圧手法など産業に直結するインパクトの高い多くの研究成果が得られており、残り2年間を通して、これらの成果が実際に

将来のネットワークをインフラストラクチャとする社会に展開されうる実用化基盤技術として確立され、将来にわたり社会と市民に対して高い波及効果を与え得るものと自負している。

4. 研究交流活動の実施状況

(1)これまでの研究交流活動について、「共同研究」、「セミナー」及び「研究者交流」の交流の形態ごとに、派遣及び受入の概要を記入してください。※各年度における派遣及び受入実績については、「終了時評価資料(経費関係調書)」に記入してください。

○共同研究

【概要】

本事業で掲げた下記の4つの研究テーマに沿って、日中韓の研究者がそれぞれの専門分野に分かれて実施した。このうち、日本チームは(1)、(2)および(3)のうち再生系に合わせたデコード技術の開発を担当した。(2)については中国チームと日本チームが共同で行い、韓国チームは(3)の特に音空間の品質評価を中心に行った。(4)については3ヶ国全体で実施した。概要は以下の通りである。なお、研究項目番号は、本プロジェクトが掲げる次の4つの具体的目標に対応している。

(1)100ch以上で収録した音空間情報のパケットロスやジッタ耐性のある新エンコード方式の開発

(2)エンコードされたデータを安全に伝送する技術の開発

(3)受信したデータを再生方式に合わせ実時間でデコードする技術の開発

(4)ストリーミング型音アプリケーションと、提案する相互通信音空間の評価手法の提案

・超多チャンネル音空間情報の新しいエンコード方式の開発(日:JAIST, 中 IOA)

将来、ネットワーク経由で極めて臨場感の高い音空間情報を伝達・共有するためには、ある地点の音空間情報を丸ごとそっくりエンコードする技術が必須である。本共同研究に参画する日本側の研究者らは、これまでに252chなど100chを優にこえる極めてチャンネル数の多い小型球状マイクロホンアレイを用いた音空間情報エンコードアルゴリズムの開発を行ってきた。この技術は、単なる臨場感の高い音空間収録技術に留まらず、生活空間情報、災害情報・犯罪情報など実世界のあらゆる場面のサーベイランス技術の基盤として有用である。

本共同研究では、100chを優にこえる超多チャンネル小型球状マイクロホンアレイからの音データを、任意のシステム規模の再生系において、音源まで距離などの情報を編集した上でデコードするための基盤となる新しいエンコード方式の開発と、これを実時間で実現するための信号処理システムの開発、更には、実際に球状マイクロホンを用いた際に問題になるバーチャルスピーカの個数や配置と再現される音空間の精度の検証など、将来のネットワーク上における実用化を目指した研究を進めている。

・頭部伝達関数の個人化の研究(日:JAIST, 中 IOA)

音は、音源から耳に届くまでに、耳たぶ・頭・肩などで反射、回折する。この伝搬特性を表現した伝達関数は、頭部伝達関数(HRTF)と呼ばれる。ヘッドホンで音を聞くと、デジタル信号処理を用いて実際のHRTFと同じ特性を持つフィルタを合成し音源に作用させれば、実際の音源がどこにあろうとも任意の方向に音像を定位させることができる。しかし、HRTFを用いる場合には、耳たぶ・頭・肩などの形は一人ひとり異なるために、その人に合ったHRTFを合成する(HRTFを個人化すること)が必要である。

本共同研究では、HRTFの簡便な合成法のために、合成されたHRTFが本人のHRTFとどれくらい異なっても音源定位ができるか、その許容範囲を調べるため、特にHRTFを時間領域で表現したインパルス応答の長さと言空間知覚精度との関連に着目しての基礎的な検討を行っている。この許容範囲が明確になれば、どれくらいの精度でHRTFを個人化すればよいか明らかとなり、音空間情報を個々人に合わせてデコードするための信号処理の最適化・効率化を実現することができる。

・頭部伝達関数のモデルに関する研究(日:東北大, 中:IOA)

人間は、音源から外耳道までの音の伝搬特性が音源の位置によって系統的に変化することを経験的に学習することにより、わずか 2 チャンネルの耳入力で 3 次元音像定位を行う能力を有している。その学習の対象となる伝搬特性を厳密に表現したものが前項の頭部伝達関数(HRTF)であり、個人ごとに大きく異なっているため、これをいかにモデル化するかはデジタル信号処理を効率的に高性能化、実時間化するうえで重要な課題である。

本共同研究では、この HRTF の合成を効率的に行うためのモデルについて検討を行っている。HRTF の測定は日本側の装置を用い日本側が中心となって共同で行い、中国側が提案するモデルについて中国側が基本的な検討を行った後、実験結果とモデル化 HRTF の比較や評価については共同で議論して特性の優れたモデル化アルゴリズムの確立を目指している。

・雑音・残響環境での Binaural 音源方向推定の研究（日:JAIST, 中:IOA）

音がどの方向から到来するかを推定することは、音環境を把握する上で重要な課題である。音源がただ一つ存在する理想的な環境ではこの課題は比較的簡単であるが、現実の環境では雑音・残響が存在するため、現状の音源方向推定アルゴリズムでは誤推定が頻発する。一方ヒトは、現実の環境においても、二つの耳を使って音の到来方向を知覚することができる。そこで、このヒトの優れた特性をモデル化することで、高精度の音源方向推定アルゴリズムの構築を行っている。

本共同研究では、ヒトの音知覚方略モデルの一つである Equalization-Cancelation モデルを応用して、たかだか 2ch のマイクロホンで雑音・残響環境で高精度に音源方向推定が行えるアルゴリズムの構築を目指す。この手法を複数の 2ch マイクロホン対に適用し、三角測量の原理を用いることで、複数の音源が存在する空間において、それぞれの音源の方向のみならず距離まで正確に把握できるようになる。

・知覚不可能な音情報ハイディング技術の研究（日:JAIST, 東北大, 韓:SNU）

インターネットの普及や高機能編集技術の進歩に伴い、デジタル音（音楽、音声）の利用が盛んになっている。デジタル音はその特性上、完全に複製可能です。そのため、違法にコピーや改ざんを防ぐための情報保護技術の確立が急務となっている。更には、音コンテンツに対する付加価値を高める伝送技術の要望も強まっている。

本共同研究では、ユーザに知覚されないように情報を音信号自体に埋め込み、それを頑健で正確に検出できる技術の確立を目指している。その応用例として、(a) 著作権保護を目的とした電子音響透かし法、(b) 音声信号の情報改ざん検出法、(c) AM ラジオにおける付加情報の秘匿伝送があげられる。

本共同研究に参画する日本側の研究者らは、これまでに(a)と(b)に関して、蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法を確立してきた。本共同研究では、この方法の総合評価や改良に取り組んできた。さらに、音声信号に特化し、線スペクトル周波数(LSF)に情報を埋め込む電子音響透かし法を提案した。また(c)に関しては、AM ラジオ送受信器を利用して文字や写真などの情報を送受信可能な技術の基盤を確立し、災害時のライフライン確保にも役立てられる可能性を示した。

・雑音残響に頑健な音声区間検出技術の研究（日:JAIST, 中:IOA）

本研究の典型的な応用例は、音声認識技術を駆使した音声インタフェースや議事録書き起こし支援などである。しかし、ネットワーク接続された遠隔実環境での環境雑音や残響によるシステムの急激な性能低下は、この技術のボトルネックとして問題視されている。これを解決するための基礎技術は、音声の重要な特徴（音声の基本周波数や有声・無声、音声区間といった情報）を環境や話者などに依存せずに高精度に抽出し、雑音・残響除去処理、音声認識の誤認識を防ぐための音声区間呈示に役立てることである。

本共同研究では、変調伝達関数の概念に基づき、雑音残響環境下で頑健で高精度な音声の音源情報（基本周波

数／有声・無声／音声区間) 推定法の実現を目指している。まず、原音となる音源情報推定は、音声の音源フィルタ理論を仮定し、音声固有の特徴(基本周波数や非周期成分、振幅の時間的な変動特性(変調スペクトル))を利用して音源情報を取り出す方法を実装した。次に、これを阻害する要因として、雑音残響環境を変調信号の伝達系とみなす変調伝達関数(MTF)の概念に基づき、信号対雑音比(SNR)と残響時間(TR)の二つのパラメータを逆推定することで雑音残響成分を同時に除去する方法を実装した。最後に、この二つの方法を組合せ、ロバストな音源情報推定法を提案した。主な成果は、雑音あるいは残響環境におけるロバスト音声区間検出を実現できたこと、ならびにこれを利用した音声信号回復法をフロントエンドとすることでロバストな音声認識を実現できたことである。

・音空間における音声伝送指標のブラインド推定の研究(日:JAIST, 中:IOA)

音声伝送指標(STI)は、音声了解度や聴き取り難さといった室内音響の「質」を主観的に評価する重要かつ有効である。しかし、STIの測定では、室内インパルス応答(RIR)の実測を前提とするため、聴力保護等の目的から人を排除して、人がいない室の特性が比較的安定しているうちに測定するか、あるいは複数回測定した後でその平均値を実測値として利用しなければならない。そのため、人を排除できないような音環境(駅構内や空港内といった公共環境)や、人や物の出入りが激しく、時々刻々変化するような音環境には、現状の手法を適用することができない。

本共同研究では、変調伝達関数(MTF)の概念に基づき、観測した残響音声からSTIをブラインド推定する方法を提案する。提案法では、次の3つの課題を解決することで、共同研究者らが先に提案した簡便法の改良を目指している。(a) 実測の室内インパルス応答(RIR)がSchroederのRIRモデルで近似できないときでもSTIを正確に推定できるかどうか明らかにすること、(b) AM音だけでなく音声といった観測信号からSTIを正確に推定できるかどうか明らかにすること、(c) 人が居る環境でもSTIを正確に推定できるかどうか明らかにすること。

残響環境で観測されたAM音や音声を利用して、最初の二つの課題を検証する評価シミュレーションを行った。また、人が居る環境で観測された音声を利用することで、最後の課題を検証する実験を行った。これらの評価の結果、人が部屋に居るときでも居ないときでも、提案法が、様々な室内音響で観測された残響音声から正確にSTIを推定できることを明らかにした。

・音声信号への顔画像のデータハイディング(日:東北大, 中:IOA)

音声通信に付加価値を与えるため、音声信号に顔画像の特徴を埋め込む。音声信号と顔画像を併用する情報処理には、マルチモーダル音声認識やアバタを用いたコミュニケーションなどが考えられるが、いずれも音声と映像の通信チャンネルを必要とし、VoIPなど音声のみのチャンネルでは利用できないものであった。本研究では、カメラで撮影した顔画像から低ビットレートの特徴量を抽出し、それをデータハイディングによってVoIPストリームに埋め込んで送受信を行う。これによって、音声のみのチャンネルに顔情報を通すことができ、必要に応じて顔情報を使った通信を行うことができる。現在は日本側で基本方式の検討を行っており、実装ができた時点で中国側と共同で評価実験を行う予定である。

・多様な歌唱音声の分析(日:東北大, 中:IOA)

通常の歌唱音声だけでなく、シャウト・スクリーム・グロウルなど多様な歌唱法を含む歌唱音声の特徴を分析し、その音響的特徴を明らかにする。多様な歌唱音声の分析は、歌唱の自動評価や歌唱音声合成の高度化のために重要であるが、その音響的特徴はこれまであまり調べられていない。本研究ではこれら多様な歌唱音声の持つ音響的特徴を明らかにする。現在は日本側で歌唱音声収録およびいくつかの音響特徴量に対する検討を行っている段階である。今後共同での聴取実験を行う予定である。

・正弦波モデルによる混合音楽信号の分析合成(日:東北大, 韓:SNU)

音楽信号の操作(ピッチ変換, 速度変換, 音源分離など)は古くからのオーディオ信号処理のテーマであるが, 複数の楽器の音が混ざり合った混合音楽信号に対するこれらの信号処理は容易ではない。特にピッチ変換や速度変換において, 音信号を一様にトランスポーズ・伸縮した音と, それぞれの楽器での演奏ピッチや速度を変えた音にはかなりの違いがあり, 自然な音を合成するための信号処理はいまだ実現が難しい。本研究では, 正弦波モデルを用いて混合音楽信号をモデル化し, これに基づいて信号処理を行う枠組みを確立するものである。現在, 正弦波モデルを用いた混合音楽信号の基本的モデル化とその評価を日本側で行っている。

これらの共同研究を通じた成果は, 既にグループ内の国際共著の形で, 9 件の査読付き国際会議プロシーディングス論文と 3 件の国内学会発表につながっている。さらに, 実用化に向け, 本研究事業で得られた知見に関して, 現在, 特許を出願している(特願 2012-158977 振幅変調信号送信装置及び振幅変調信号受信装置、並びに振幅変調信号送信方法及び振幅変調信号受信方法, 鶴木祐史, Ngo Nhut Minh, 宮内良太, 鈴木陽一, 平成 24 年 7 月 17 日)。

○セミナー

	平成23年度	平成24年度	平成25年度
国内開催	1 回	1 回	1 回
海外開催	1 回	1 回	1 回
合計	2 回	2 回	2 回

【概要】

毎年, 夏季に中国か韓国, 冬季に日本でセミナーを開催してきた。日中韓の研究者が集まり, 共同で実施している研究内容の進捗報告を中心に, 研究成果の発表を行う。若手研究者・学生を対象としたセッションも含めるなど, 相互の交流を図った。

2011 年度は 2 回開催された。第 1 回目のセミナーは(12 月 10—11 日)中国科学院主催で北京での開催であった。中国チームは多チャンネルマイクロホンを用いた信号処理, 韓国チームは音信号の符号化および音情報分析, 日本チームは多チャンネル音空間収録, 音空間分解, 音空間再生というテーマでの研究を行ってきた。本研究テーマを実現するためには, 各チームが独立に研究を進めるのではなく, お互いの基盤技術の相互理解が不可欠となる。本セミナーでの研究発表, 研究ディスカッションを通じて, 相互理解が深まり, 活発な議論となった。第 2 回目のセミナー(2 月 25—27 日)は仙台と金沢の二拠点にて開催された。まず, 金沢では, プログラム内の研究者および招待講演を取り入れた研究発表およびディスカッションを行った。その後, 仙台において日本チームおよび中国チームが東北大学の施設見学および研究ディスカッションを行った。7 月の北京でのセミナーを受け, 招待講演および学生による研究発表を中心として各チームの相互理解, および今後の方針を入念に議論された。

2012 年度も 2 回開催された。第 3 回目のセミナー(7 月 1—2 日)は, ソウル大学が主催した。本プロジェクトでは今回が第一回目であることもあり, Seoul University での研究室見学を含め, 主として韓国で行われている研究についてより詳細な研究紹介が行われた。また, セミナーでは学生や若手研究者が対象のポスターセッションが企画され, 同様のテーマを持つ若手研究者間の活発な議論が行われた。特に歌声合成, 音楽情報処理といった研究分野では, 日本で行われている研究との親和性も高く, 共同研究のテーマとして有望である

ことが明らかとなった。第4回目のセミナー（11月4—6日）は、東北大学が主催し宮城県蔵王町において開催した。多チャンネル音響信号のネットワーク通信に関する研究者と、ネットワーク通信技術の高度化に関する研究者（平成23年度採択のもう一件である“次世代のインターネットとネットワークセキュリティに関する研究”の日本PI加藤寧教授）による2件の招待講演を行い、これまで行ってきた個々の音響情報処理技術のネットワーク適用について深い議論をすることが出来た。

2013年度は、第5回目のセミナー（10月15日）に中国科学院が主催して北京で開催された。このセミナー後に開催された、前述のIIHMSP 2013でのスペシャルセッションでは、本事業における研究内容に関する議論を行った。そこでは、本プロジェクトでの成果について、当該分野を専門とする各国の研究者らと議論した。第6回目（2月23—24日）は、北陸先端科学技術大学院大学にて開催し、平成23年度からの共同研究を総括すると共に、今後の継続的な研究拠点の構築について議論する。

○研究者交流

【概要】

2011年度のプロジェクト開始直後である9月に3カ国のPIと幹事役の研究者が大阪に集合してキックオフミーティングを開催し、本事業における各機関の役割分担及び、研究の相互支援について確認を行った。その後、まずは、各国の研究室間の研究活動の紹介及び今後の共同研究の指針や具体的なテーマについての意見交換を行い、国際会議や国際雑誌への論文執筆計画に関する打合せをもっている。このような、共同研究の進行状況の把握と研究協力体制の構築を図るとともに、本事業での研究成果を、論文誌や国際学会にて発表している。

（2）本事業における、「日本側拠点機関の実施体制」、「中国・韓国の拠点機関との協力体制」、「日本側拠点機関の事務支援体制」について記入してください。

○日本側拠点機関の実施体制（拠点機関としての役割・国内の協力機関との協力体制等）

■日本側の実施体制

拠点機関：東北大学電気通信研究所

協力機関：北陸先端技術大学院大学，東北学院大学

実施組織代表者：電気通信研究所・所長・大野英男

研究代表者：電気通信研究所・教授・鈴木陽一

■日本側の研究体制

<各機関の役割と協力体制>

・東北大学

電気通信研究所・教授・鈴木陽一：全体統括

電気通信研究所・准教授・坂本修一：100チャンネル以上での音収集収録

工学研究科・教授・伊藤彰則：音声情報処理（2012年度～）

・北陸先端技術大学院大学

情報科学研究科・教授・赤木正人，准教授・鶴木祐史：音空間情報の収録，分析

・東北学院大学（2012年度～）

教授・岩谷幸雄：新エンコード方式の開発

・情報通信研究機構（2011-2012年度）

ユニバーサルメディア研究センター・主任研究員・勝本道哲：

多チャンネル音情報のネットワーク同期伝送，検証

本研究拠点体制では，超高精細な音空間を転送するためのネットワーク技術を構築する拠点を構成するが，多数のマイクロホンやスピーカを用い，音情報の符号化やその伝送というような信号処理に寄った研究開発を推進した。また，本事業のセミナーや共同研究を通じ，日中韓の若手研究者や学生の交流の機会を多く設けることができた（セミナー：2011年度2回，2012年度2回，2013年度2回，研究者交流：2011年度0人，2012年度13人，2013年度6人，共同研究：2011年度10人，2012年度0人，2013年度2人）。これにより，これまでにない様々なマルチメディアアプリケーションを，ネットワークの特性も十分に知識として持ちながら実際に構築していくことができる人材を育成することができた。今後，次世代ネットワークのイニシアチブを東アジア地域で確保できることが期待される。

○中国・韓国の拠点機関との協力体制（各国の役割分担・ネットワーク構築状況等）

研究者間では，PIが相互に連携をとり，本事業におけるセミナーや，国際学会でのシンポジウムの開催の企画運営を行った。また，中国もしくは韓国でのセミナーは，隔年で開催された。セミナー運営においても，各国の若手研究者を中心とした相互の連絡体制ができており，円滑な運用が行われた。

■中国

拠点機関：Chinese Academy of science（中国科学院）

研究代表者：Institute of Acoustics・Professor・Yonghong YAN

協力機関：Beijing Institute of Technology（北京工業大学）

中国科学院の音響研究所は，世界でも最先端の次世代ネットワークを研究するグループと音響および音声信号処理，自動音声認識技術と，関連のアプリケーションを開発している研究グループを有する世界最先端の研究所の1つである。また，北京工業大学においても，世界最先端の音信号符号化やそのネットワーク通信を行っている。中国側PIの顔（Yan）教授は音声信号処理と意味理解応用分野における国家重点研究室（National Key Laboratory）の長を務めており，主要メンバーである李教授は3次元音空間分野において多くの産学連携研究資金を獲得して活発な研究を開始している。これにより，本プロジェクトと密接に関連した学術分野にお

ける中国科学院音響研究所の拠点性はますます高まっている。

2011年8月～2013年12月までの間、中国科学院の若手研究者らが東北大学電気通信研究所や北陸先端科学技術大学院大学を訪れ（2011年度1回、2012年度2回、2013年度2回）、東北大学や、北陸先端科学技術大学院大学、東北学院大学からも中国科学院を訪れ（2011年度1回、2012年度4回、2013年度1回）、研究ディスカッションを積み重ねてきた。また、中国科学院の顔教授、李教授らとの共同研究を精力的に推進し、査読付き国際学会5件、国内学会1件の発表をするに至っている。

■韓国

拠点機関：Seoul National University（ソウル大学）

研究代表者：Institute of New Media and Communications, School of Electrical Engineering and Computer Science・Professor・Nam Soo KIM

協力機関：Sejong University（セジョン大学）

ソウル大学の研究チームは、これまでも音楽信号の音質評価基準であるITU-RのPEAQ(Perceptual Evaluation of Audio Quality)をステレオ再生からマルチチャンネル再生方式へ拡大させた標準化を行い、世界でも最先端の音空間の印象評価研究や音楽情報処理、自動音声認識、音声合成に関する研究を行っている。さらに、音空間再現方法の1つである波面合成法を5.1チャンネルサラウンドシステムに組み込むなど音空間のコーディングについての研究も進めている。また、韓国側PIのKIM教授が本プロジェクトをきっかけにNational IT Industry Promotion AgencyによるCenter for Ultra Realistic Audio Technologiesの設立に成功し、超高臨場感音情報処理技術の開発を進めていくこととなった。これにより、それまでは日中を中核として行われていた超高臨場感音響技術の研究が3カ国そろった形になった。

2011年8月～2013年12月までの間、ソウル大学からKim（金）教授らが共同研究の打合せのため来日したのは2回、東北大学からソウル大学への訪問は2回である。ネットワークなどの手段を活用し、北陸先端科学技術大学院大学とソウル大学との共同研究を推し進めており、2013年12月までの間に、査読付き国際学会4件を発表するに至っている。

○日本側拠点機関の事務支援体制（拠点機関全体としての事務運営・支援体制等）

本事業における事務支援体制として、東北大学本部国際交流課が総括し、日本学術振興会との各種連絡事項の調整などのとりまとめを行った。また、東北大学電気通信研究所の研究協力係は東北大学本部国際交流課と連携し、本事業の推進に充分、且つ、円滑な支援体制がとられた。具体的には、日本学術振興会に提出する書類の確認や本部国際交流課への提出（例：各年度の実施計画書や報告書、四半期毎の報告書）や研究代表者への連絡など、事務的な支援は全て行った。共同研究に必要な出張管理や経理管理などは、他の研究予算と同様に、東北大学電気通信研究所事務部の担当課が行った。

5. この課題に関連した主な発表論文名・著者名

研究代表者あるいは参加研究者が実施期間中に発表した論文等で、この交流の成果であり、本事業名が明記されているものを記載してください。研究代表者・参加研究者の氏名にはアンダーラインを付してください。また、相手国の参加研究者との共著論文には、文頭の番号に○印を付し、その場合、中国・韓国いずれの研究者との共著論文かが分かるように備考欄に国名を記入してください。

(1) 学術雑誌等(紀要・論文集等も含む)に発表した論文又は著書

・査読がある場合、印刷済み及び採録決定済のものに限り、査読中・投稿中のものは除く。また「査読」欄に○印を付すこと。

整理番号	著者名、発表論文名、学会誌名、発表年月巻号等	査読	相手国名 (共著の場合)
1	Phung, T. N., Phan, T. S., Vu, T. T., Loung, M. C., and Akagi, M. (2013/11/01). "Improving naturalness of HMM-based TTS trained with limited data by temporal decomposition," IEICE Trans. Inf. & Syst., E96-D, 11, 2417-2426.	○	
2	Elbarougy, R. and Akagi, M. "Improving Speech Emotion Dimensions Estimation Using a Three-Layer Model for Human Perception," Acoustical Science and Technology, (Accepted).	○	
3	西江純数, 赤木正人. "弦楽器 F0 推定のための精密周波数測定方法", 電子情報通信学会論文誌 A (採択済み)	○	

(2) 国際会議における発表

- ・著者名(参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること)、発表題目名、発表した学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等を記載すること。発表者に○印を付すこと。
- ・査読がある場合、「査読」欄に○印を付すこと。

整理番号	著者名、発表題目名、学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等	査読	相手国名 (共同発表の場合)
1	○Nhut Minh Ngo, Shengbei Wang, and Masashi Unoki, "Method of Digital-audio Watermarking Based on Cochlear Delay in Sub-bands," Proc. ITC-CSCC2012, D-W1-03, Sapporo, July 2012 (CDROM).	○	
2	○Masashi Unoki and Ryota Miyauchi, "Detection of Tampering in Speech Signals with Inaudible Watermarking Technique," Proc. ITHMSP2012, pp. 118-121, Greece, July 2012	○	
3	○Nhut Minh NGO, Masashi Unoki, Ryota Miyauchi, and Yôiti Suzuki, "Data-hiding scheme for digital-audio in amplitude modulation domain," Proc. ITHMSP2012, pp. 114-117, Greece, July 2012. 【Best Paper Award】	○	
4	○Phung, T. N., Luong, M. C., and Akagi, M. (2012/12/06). "A concatenative speech synthesis for monosyllabic languages with limited data," Proc. APSIPA2012, Hollywood, USA	○	
5	○Phung, T. N., Luong, M. C., and Akagi, M. (2012/12/12). "Transformation of F0 contours for lexical tones in concatenative speech synthesis of tonal languages," Proc. O-COCOSDA2012, Macau, 129-134.	○	
6	○Masashi Unoki and Xugang Lu, "Unified denoising and dereverberation method used in restoration of MTF-based power envelope," Proc. ISCSLP2012, pp. 215-219, Hong Kong, Dec. 2012.	○	
7	○Yasuaki Kanai and Masashi Unoki, "Study on robust voice activity detection using empirical mode decomposition and modulation spectrum analysis," Proc. ISCSLP2012, pp. 400-404, Hong Kong, Dec. 2012.	○	
8	○Hisatsune, H. and Akagi, M. (2013/03/05). "A Study on individualization of Head-Related Transfer Function in the median plane," Proc. NCSP2013, Hawaii, USA, 161-164. 口頭発	○	

	表		
9	○ <u>Jorge TREVINO</u> , <u>Takuma OKAMOTO</u> , <u>Yukio IWAYA</u> and <u>Yôiti SUZUKI</u> , "Evaluation of different spatial windows for a multi-channel audio interpolation system," 21st International Congress on Acoustics, Montreal, Canada, poster presentation, POMA 055028, 9 pages, June 3, 2013	○	
⑩	○ <u>Cesar SALVADOR</u> , <u>Shuichi SAKAMOTO</u> , <u>Jorge TREVINO</u> , <u>Junfeng LI</u> , <u>Yonghong YAN</u> and <u>Yôiti SUZUKI</u> , "Accuracy of head-related transfer functions synthesized with spherical microphone arrays," 21st International Congress on Acoustics, Montreal, Canada, oral presentation, POMA 055085, 9 pages, June 6, 2013	○	中国
⑪	○Shin Jae Kang, Chang Woo Han, Kang Hyun Lee, <u>Nam Soo Kim</u> , and <u>Masashi Unoki</u> , "IMM-BASED FEATURE COMPENSATION ROBUST TO SLOWLY TIME-VARYING NOISE AND REVERBERATION," IEEE China Summit & International Conference on Signal and Information Processing (ChinaSIP 2013), Beijing, China, 口頭, Proc. ChinaSIP2013, pp. 313-317, 2013/7.8.	○	韓国
⑫	○ <u>Masashi Unoki</u> , <u>Kyohei Sasaki</u> , <u>Ryota Miyauchi</u> , <u>Masato Akagi</u> , and <u>Nam Soo Kim</u> , "BLIND METHOD OF ESTIMATING SPEECH TRANSMISSION INDEX FROM REVERBERANT SPEECH SIGNALS," 21st European Signal Processing Conference, Marrakech, Morocco, ポスター, Proc. EUSIPCO2013, CDROM, 2013/9/11.	○	韓国
13	○ <u>Yasuaki KANAI</u> , <u>Shota MORITA</u> , and <u>Masashi UNOKI</u> , "Concurrent processing of voice activity detection and noise reduction using empirical mode decomposition and modulation spectrum analysis," Interspeech, Lyon France, ポスター, Proc. Interspeech2013, pp. 742-746, 2013/8/26.	○	
⑬	○ <u>Masashi Unoki</u> , <u>Tomohiro Ikeda</u> , <u>Kyohei Sasaki</u> , <u>Ryota Miyauchi</u> , <u>Masato Akagi</u> , and <u>Nam Soo Kim</u> , "BLIND METHOD OF ESTIMATING SPEECH TRANSMISSION INDEX IN ROOM ACOUSTICS BASED ON CONCEPT OF MODULATION TRANSFER FUNCTION," IEEE China Summit & International Conference on Signal and Information Processing (ChinaSIP 2013), Beijing, China, 口頭, Proc. ChinaSIP2013, pp. 308-312, 2013/7/8.	○	韓国
⑭	○ <u>Jorge TREVINO</u> , <u>Takuma OKAMOTO</u> , <u>Yukio IWAYA</u> , <u>Junfeng LI</u> and <u>Yôiti SUZUKI</u> , "Extrapolation of horizontal Ambisonics data from mainstream stereo sources," 9th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Beijing, China, oral presentation, Proc. IIH-MSP 2013, pp. 302–305, October 17, 2013	○	中国
16	○ <u>Shengbei Wang</u> and <u>Masashi Unoki</u> , "Watermarking method for speech signals based on modifications to LSFs," Proc. IIHMSIP 2013, pp. 283-286, Beijing, China, Oct. 2013.	○	
17	○Kiho Cho, Soo Hyun Bae, In Kyu Choi, Nam Soo Kim, and <u>Masashi Unoki</u> , "Robust Audio Data Hiding Method Based on Phase of Modulated Complex Lapped Transform," The Ninth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Beijing, China, 口頭, Proc. IIHMSIP2013, pp. 263-266, 2013/10/17.	○	
18	○ <u>Yohei Abe</u> and <u>Akinori Ito</u> , Multi-modal Voice Activity Detection by Embedding Image	○	

	Features into Speech Signal. Int. Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Beijing, Oral presentation, pp. 271-274, 2013/10/17		
19	○ <u>Kenichiro Miwa</u> and <u>Masashi Unoki</u> , "Study on Method for Estimating F0 of Steady Complex Tone in Noisy Reverberant Environments," The Ninth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Beijing, China, 口頭, Proc. I IHMSP2013, pp. 456-459, 2013/10/18.	○	
20	<u>Keizo Kato</u> and <u>Akinori Ito</u> , Acoustic Features and Auditory Impressions of Death Growl and Screaming Voice. Proc. Int. Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Beijing, Oral presentation, pp. 460-463, 2013/10/18	○	
21	<u>Yuki Igarashi</u> , <u>Masashi Ito</u> and <u>Akinori Ito</u> , Evaluation of Sinusoidal Modeling for Polyphonic Music Signal. Proc. Int. Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, Beijing, Oral presentation, pp. 464-466, 2013/10/18	○	
㉒	○ <u>Unoki, M.</u> , <u>Ikeda, T.</u> , <u>Sasaki, K.</u> , <u>Miyauchi, R.</u> , <u>Akagi, M.</u> , and Kim, N-S. (2013/07/08). "Blind method of estimating speech transmission index in room acoustics based on concept of modulation transfer function," Proc. ChinaSIP2013, Beijing, 308-312. 口頭発表	○	韓国
㉓	○ <u>Chau, D. T.</u> , <u>Li, J.</u> , and <u>Akagi, M.</u> (2013/07/08). "Improve equalization-cancellation-based sound localization in noisy reverberant environments using direct-to-reverberant energy ratio," Proc. ChinaSIP2013, Beijing, 322-326. 口頭発表	○	中国
㉔	○ <u>Li, J.</u> , <u>Akagi, M.</u> , and <u>Yan, Y.</u> (2013/07/09). "Objective Japanese intelligibility prediction for noisy speech signals before and after noise-reduction processing," Proc. ChinaSIP2013, Beijing, 352-355. 口頭発表	○	中国
㉕	○ <u>Li, J.</u> , <u>Chen, F.</u> , <u>Akagi, M.</u> , and <u>Yan, Y.</u> (2013/08/27), "Comparative investigation of objective speech intelligibility prediction measures for noise-reduced signals in Mandarin and Japanese," Proc. InterSpeech2013, Lyon, France, 1184-1187. 口頭発表	○	中国
26	○ <u>Phung, T. N.</u> , <u>Luong, M. C.</u> , and <u>Akagi, M.</u> (2013/09/02). "A Hybrid TTS between Unit Selection and HMM-based TTS under limited data conditions," Proc. 8th ISCA Speech Synthesis Workshop, Barcelona, Spain 281-284. ポスター発表	○	
27	○ <u>Akagi, M.</u> and <u>Hisatsune, H.</u> (2013/10/17). "Admissible range for individualization of head-related transfer function in median plane," Proc. I IHMSP2013, Beijing. 口頭発表	○	
28	○ <u>Elbarougy, R.</u> and <u>Akagi, M.</u> (2013/11/01). "Cross-lingual speech emotion recognition system based on a three-layer model for human perception," Proc. APSIPA2013, Kaohsiung, Taiwan. 口頭発表	○	
29	○ <u>Yang Liu</u> and <u>Masashi Unoki</u> , "MTF based Kalman filtering with linear prediction for power envelope restoration," 2013 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2013), Okinawa Jichi-Kaikan, Naha, Okinawa, Japan, 口頭, Proc. ISPACS2013, pp. 198-203, 2013/11/13.	○	

(3) 国内学会・シンポジウム等における発表

- ・(2)と同様に記載すること。

整理番号	著者名、発表題目名、学会名、開催場所、口頭・ポスター等の形式、論文等の番号、発表年月日等	査読	相手国名 (共同発表の場合)
①	○ <u>Chau, D. T., Li, J., and Akagi, M.</u> (2013/05/16). "Adaptive equalization-cancellation model and its application to sound localization in noisy reverberant environments," IEICE Tech. Report, EA2013-24, SP-2013-24, Okayama. 口頭発表		中国
2	○ <u>西江純数, 赤木正人</u> (2013/07/18). "フーリエ変換を使用しない基本周波数推定による楽器音 F0 推定", 電子情報通信学会技術報告, EA-2013-36, 札幌. 口頭発表		
3	○ <u>Elbarougy, R. and Akagi, M.</u> (2013/09/25). "Cross-lingual Speech Emotion Dimensions Estimation Based on a Three-Layer Model," Proc. ASJ '2013 Fall Meeting, 1-P-1a, Toyohashi. ポスター発表		
4	○ <u>西江純数, 赤木正人</u> (2013/09/25). "微細ドップラーシフト計測による移動音源追跡", 日本音響学会平成 25 年度秋季研究発表会, 1-P-35c, 豊橋. ポスター発表		
5	○ <u>森田翔太, 鶴木祐史, 赤木正人</u> (2013/09/25). "雑音残響にロバストな音声区間検出法の検討", 日本音響学会平成 25 年度秋季研究発表会, 1-P-22b, 豊橋. ポスター発表		
6	○ <u>Phung, T. N. and Akagi, M.</u> (2013/09/25). "Improving the naturalness of speech synthesized by HMM-based systems by producing an appropriate smoothness," Proc. ASJ '2013 Fall Meeting, 2-7-9, Toyohashi. 口頭発表		
7	○ <u>西江純数, 赤木正人</u> (2013/12/13). "遅延器による位相差を利用する瞬時周波数測定方法の提案", 電子情報通信学会技術報告, EA-2013-. 口頭発表		
8	○ <u>安藤将, 森川大輔, 鶴木祐史</u> , "変調スペクトルに着目したモノラル音源方向推定法の検討," 第 28 回信号処理シンポジウム, 海峡メッセ下関, 山口, pp. 188-193, Kaikyo Messe Shimonoseki, 2013/11/21.		
9	○ <u>森田翔太, 鶴木祐史, ルーシュガン, 赤木正人</u> , "変調伝達関数に基づく雑音残響に頑健な音声区間検出法の検討," 第 28 回信号処理シンポジウム, 海峡メッセ下関, 山口, pp. 614-619, Kaikyo Messe Shimonoseki, 2013/11/21.		
10	○ <u>Shengbei Wang and Masashi Unoki</u> , "Study of Speech Watermarking based on Modifications to LSFs by DM-QIM," Proc. 2013 ASJ Autumn meeting, 豊橋技科大, 1-P-31c, pp. 359-362, 2013/9/25.		
11	○ <u>三輪賢一郎, 鶴木祐史</u> , "信号の AM 成分に着目した雑音残響にロバストな基本周波数推定法の検討," 日本音響学会 2013 年度秋季研究発表会講演論文, 豊橋技科大, 1-7-11, pp. 277-278, 2013/9/25.		
12	○ <u>森田翔太, 鶴木祐史, 赤木正人</u> , "雑音残響にロバストな音声区間検出法の検討," 日本音響学会 2013 年度秋季研究発表会講演論文, 豊橋技科大, 1-P-22b, pp. 155-158, 2013/9/25.		
13	○ <u>Nhut Minh Ngo and Masashi Unoki</u> , "Second-Order Allpass Filter for Method of Watermarking Based on Cochlear Delay," Proc. 2013 ASJ Autumn meeting, 豊橋技科大, 3-Q-2, pp. 791-794, 2013/9/27.		
14	<u>Shengbei Wang and Masashi Unoki</u> , "Study on Speech Watermarking Based on Modifications to LSFs for Tampering Detection," 電子情報通信学会技術報告, 札幌コンベンションセンター, Vol. EMM2013-34, pp. 233-238, 2013/7/18.		

15	○ <u>Shengbei Wang</u> and <u>Masashi Unoki</u> , “Study on digital watermarking for speech signal based on LSFs modification,” 電子情報通信学会技術報告, 高知城ホール, Vol. EMM2013-7, pp. 37-42, 2013/5/24.		
16	○ <u>Chau, T. D.</u> , <u>Li, J.</u> and <u>Akagi, M.</u> (2013/03/13). “Binaural multiple-source localization in noisy reverberant environments based on Equalization-Cancellation model,” Proc. ASJ '2013 Spring Meeting, 1-P-44, 東京. ポスター発表		中国
17	○ <u>鶴木祐史</u> , <u>Wang Shengbei</u> , <u>宮内良太</u> “蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法を利用した音声信号の改ざん検出,” 日本音響学会 2013 年度春季研究発表会講演論文, 3-10-10, pp. 775-778, 東京工科大, 八王子, March 2013.		
18	○ <u>鶴木祐史</u> , <u>ワンシェンベイ</u> , <u>宮内良太</u> , “蝸牛遅延に基づいた電子音響透かし法を利用した音声信号の改ざん検出の検討,” 電子情報通信学会技術報告, vol. EMM2012-102, pp. 65-70, Jan. 東北大学, 仙台, 2013.		
19	○ <u>Liu Yang</u> and <u>Masashi Unoki</u> , “Improvement of MTF-based power envelope restoration in noisy reverberant Environments,” 第 27 回信号処理シンポジウム, pp. 466-471, 石垣島, Nov. 2012.		
20	○ <u>Nhut Mihn Ngo</u> , <u>Masashi Unoki</u> , <u>Ryota Miyauchi</u> , <u>Yôichi Suzuki</u> , “Data hiding scheme for digital-audio in AM radio broadcasting systems,” IEICE Technical Report, EA2012-92, pp. 63-68, 大分大学, 大分, Nov. 2012.		
21	○ <u>Nhut Minh Ngo</u> , <u>Masashi Unoki</u> , <u>Ryota Miyauchi</u> , and <u>Yôichi Suzuki</u> , “Study on data hiding scheme for digital-audio in amplitude modulation domain,” Proc. 2012 ASJ Autumn meeting, 2-Q-b7, pp. 815-81, Nagano, Sept. 2012.		
22	○ <u>Shengbei Wang</u> , <u>Nhut Minh Ngo</u> , and <u>Masashi Unoki</u> , “Digital-audio watermarking based on cochlear delay in sub-bands,” Proc. 2012 ASJ Autumn meeting, 2-9-2, pp. 629-623, Nagano, Sept. 2012.		
23	○ <u>Nhut Minh Ngo</u> , <u>Shengbei Wang</u> , and <u>Masashi Unoki</u> , “Method of digital-audio watermarking based on cochlear delay in sub-bands,” IEICE Tech. Rep. EA2012-57, pp. 19-24, 東北学院大, 仙台, August 2012.		
24	○ <u>SALVADOR C.</u> , <u>SAKAMOTO S.</u> , <u>TREVINO J.</u> , <u>LI J.</u> , <u>YAN</u> , “A method to synthesize head-related transfer functions based on the spherical harmonic decomposition” Proc. ASJ 2013 Spring Meeting, 1-P-44, pp. 923-926, 2013		中国