

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究（B）一般

研究期間：2010～2012

課題番号：22300061

研究課題名（和文）立体音像再生の制約を緩和する動的バイノーラル音における頭部運動の役割に関する研究

研究課題名（英文）Study on roles of head movement in dynamic binaural sounds that alleviate acoustical constraints on three dimensional sound image reproduction.

研究代表者

平原 達也（HIRAHARA TATSUYA）

富山県立大学・工学部・教授

研究者番号：80395087

研究成果の概要（和文）：立体音像の知覚における受聴者の頭部運動が果たす役割を明らかにするために、音像定位中の受聴者の頭部の動きを詳細に計測し解析するとともに、水平面と正中面の音像定位における頭部運動の効果を評価する実験を行った。その結果、水平面でも正中面でも、受聴者は音像を定位するときに音像方向に頭部を向けて左右に振るという頭部運動戦略を用いていることが分かった。また、水平面でも正中面でも、頭部回転運動を許した場合の音像定位精度は頭部を静止させた場合よりも有意に高かった。さらに、頭部運動を修飾した動きや手腕部の動きに伴う動的バイノーラル音を用いても、音像定位精度は静的バイノーラル音を用いた場合よりも有意に高かった。これらの結果は、頭部運動は時変の両耳音響特徴を与えることにより立体音像の定位を容易にするが、頭部運動でなくとも立体音像の定位を容易にする時変の両耳音響特徴を含む動的バイノーラル音を生成できることを示唆する。

研究成果の概要（英文）：In order to clarify the role of listener's head movement in 3D-sound perception, we measured and analyzed listeners' head movements during sound localization experiments and carried out a series of experiments to evaluate the effectiveness of the head movements for horizontal- and median-plane sound localization. Results demonstrated that listeners use a head movement strategy of turning the head toward the sound image orientation then swinging it back and forth both in the horizontal- and median-plane sound localizations. Sound localization rate both in the horizontal- and median-planes was significantly higher in the head rotation condition than that in the head-still condition. Sound localization rate for dynamic binaural sound associated with modified listener's head movements or with listener's hand or arm movement was significantly higher than that for the static binaural sound. These results suggest that the head movement facilitate sound localization by giving temporal variations for binaural cues, and that the head movement is not necessarily the only way to produce dynamic binaural sounds that can be localized easily.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2011年度	4,400,000	1,320,000	5,720,000
2012年度	1,900,000	570,000	2,470,000
総計	11,100,000	3,330,000	14,430,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：音声情報処理

## 1. 研究開始当初の背景

携帯音楽プレイヤーで再生した音楽をイヤホンで聴くと、全ての音は両耳にへばりつくか頭の中で鳴っている。CD をステレオ・スピーカで再生した音は頭の外から聴こえるが、音像は2つのスピーカの間しか生じない。DVD のサウンドトラックを 5.1ch サラウンド・スピーカで再生した音は頭の外側を前後左右に飛び回るが、音像はぼやけている。しかし、私たちが実環境で聴いている生の音は、前後、左右、上下のあらゆる方向から聴こえてくる。これは、私たちの左右の耳に届いた音がわずかに異なり、そのわずかな差異から私たちの聴覚系が聴こえている音像の位置を「計算」しているからである。

このような立体音像を再生するひとつの技術がバイノーラル方式である。バイノーラル方式は、音源から両耳までの音響伝達特性である頭部伝達関数 (HRTF: Head-Related Transfer Function) を含んだ左右2チャンネルのバイノーラル信号をイヤホンで再生する方式で、トランスオーラル方式や波面合成方式のような大規模で必ずしも安定ではない逆行行列計算をすることなく、5.1ch サラウンド方式のような擬似的ではない、本物の立体音像を再生できる。しかし、バイノーラル信号を用いて立体音像を再生する場合には、使用する HRTF とバイノーラル信号再生系の音響的な正確さや厳密さが重要で、それらをおろそかにすると再生される音像の位置が歪むといわれている。そして、使用する HRTF や再生系をいかに音響的に厳密にするかという努力が払われてきている。

ところが、このような理解の基となるこれまでのバイノーラル信号の受聴実験の多くは、頭部を動かさない条件で行われてきた。すなわち、実音源の受聴実験では被験者に静止することを教示し、静止したダミーヘッドで収録したバイノーラル信号や時不変な HRTF を利用して合成した静的バイノーラル信号を用いて受聴実験が行われてきた。しかし、実環境において私たちがこのような静的状態で音を聴くことは稀で、意識的であるかどうかは別にして、常に私たちの体や頭部は動いている。私たちはいつも時間的に変化する動的バイノーラル音を聴き、育っている。すなわち、静的バイノーラル信号音は私たちにとって不自然な刺激といえる。

頭部運動が音像定位にポジティブな影響を与えることは、古くから知られている。また、提案者らも、頭部運動に伴って変化する HRTF を音源信号に畳みこんで動的バイノーラル信号を合成する動的聴覚ディスプレイと、受聴者の頭部運動に追従して静粛に実時間で運動するダミーヘッドによって動的バイノーラル信号を物理的に「計算」するテ

レヘッドを用いてさまざまな条件における音像定位実験を行い、静的バイノーラル信号と動的バイノーラル信号を比較してきた。その結果、頭部運動を反映した動的バイノーラル信号を用いれば、これまでバイノーラルシステムに必要とされてきた、HRTF とバイノーラル信号再生系の音響的な正確さや厳密さは大きく緩和できることが明らかになりつつある。例えば、多少変形した HRTF であっても、他人の HRTF であっても、イヤホンの応答特性は補正しなくても、自由空間等価特性を持たないイヤホンであっても、動的バイノーラル信号を用いれば音像は正しい位置に定位される。

しかし、これらの結果は主として水平面の音像定位実験に基づいたもので、頭部運動を許した正中面の音像定位実験はあまり行われてきていない。また、音像定位実験中の受聴者の頭部運動についてはデータがほとんどない。さらに、頭部運動を反映させた動的バイノーラル信号を用いると、なぜ音響的に正しくないバイノーラル信号を用いても再生される音像が頭外に正しく定位されやすくなるのか、という聴覚情報処理の仕組みはよくわかっていない。

## 2. 研究の目的

本研究は、動的バイノーラル音による立体音像の知覚における受聴者の頭部運動が果たす役割を体系的に明らかにすることを目的とする。具体的には (1) 音像定位中の被験者の頭部の動き、(2) 音像定位における頭部運動の効果、(3) 音像定位に用いる頭部運動戦略を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### 3-1 音像定位中の被験者の頭部の動き

① 実音源を実耳受聴する条件と、ダミーヘッドで収録したバイノーラル音をイヤホンで受聴する条件で、水平面と正中面の音像定位実験を行っている受聴者の頭部運動を記録する。

② 帯域幅を変化させた刺激音に対する水平面と正中面の音像定位実験中の受聴者の頭部運動を記録する。

### 3-2 音像定位における頭部運動の効果

① 動的聴覚ディスプレイを用いて、受聴者自身の HRTF、他人の HRTF、受聴者の頭部形状から算出した HRTF の3種類を用いて合成した動的バイノーラル信号に対する正中面と水平面の音像定位実験を行い、頭部運動が音像定位に与える効果を明らかにする。

② テレヘッドを用いて、自分のダミーヘッド、他人のダミーヘッド、耳介等を除去した単純ダミーヘッド、ステレオマイクで収録し

た動的バイノーラル信号に対する音像定位実験を行い、頭部運動が音像定位に与える効果を明らかにする。

③ 受聴者が手部あるいは手腕部でテレヘッドの運動を制御する条件で、動的バイノーラル信号に対する音像定位実験を行い、頭部以外の運動が音像定位に与える効果を明らかにする。

### 3-3 頭部運動戦略

① 3-1 ①②で記録した頭部運動データを解析し、音像定位中の受聴者の頭部運動戦略を探る。

② 受聴者の頭部運動の運動速度と運動方向を修飾してテレヘッドを制御する条件で、音像定位実験を行い、受聴者の頭部運動戦略を明らかにする。

③ より精度の高い頭部運動の修飾を実現するために、運動遅延時間が少ない新型テレヘッドを設計し構築する。

## 4. 研究成果

### 4-1 音像定位中の被験者の頭部の動き

① まず、頭部静止条件下で6種類の帯域通過雑音(BPN)に対する実耳での水平面音像定位中の受聴者8名の頭部運動を計測した。その結果、yaw回転角の最大変位は最大で1.5°、平均値は最大で2.6°であった。したがって、受聴者は、刺激音呈示中は頭部をほぼ静止させ、回答後は正しく元の位置に頭部を戻していることがわかった。

次に、白色雑音(WN)に対する音像定位実験中の受聴者4名の頭部運動を計測した。水平面の音像定位では、受聴者は、音像がある側に頭部を向けるが、必ずしも音像を頭部の正面で捕えず、左右片側あるいは左右両側に頭部を振っていた。しかし、受聴者によって頭部を振る範囲や左右両側に振る回数は異なっていた。一方、正中面の音像定位実験中の受聴者は、87%以上の割合で左右両側に頭部を均等に振っていたが、刺激音の呈示角度によらず頭部を動かす範囲を変えなかった。また、頭部の平均回転数は正中面の方が水平面より多く、その差は最大で3回であった。また、頭部回転の平均角速度も正中面の方が大きく、その差は最大で60°/sであった。

また、ダミーヘッドで収録した動的バイノーラル音をイヤホンで受聴して音像定位する場合も、実頭受聴時と同様の頭部運動が見られた。ただし、イヤホン受聴時には、実際の音像方向とは逆の方向に頭部を振ることがあった。このような運動は、実頭受聴時にはほとんど認められなかった。

② 500 Hz以下の低域通過雑音LPN, 12 kHz以上の高域通過雑音HPN, および白色雑音WNを用いて受聴者6名の実頭受聴での水平面音像定位実験中の頭部運動を計測した。頭

部静止条件下での音像定位正答率はWNが95%, LPNとHPNが70%、頭部運動条件下での音像定位正答率はWNが98%, LPNが95%, HPNが99%であった。

全ての受聴者は、刺激音が呈示された時に音像がある側に頭部を向けるが、必ずしも音像を頭部の正面で捕らえるように頭部を動かすことはなかった。また、頭部を向けることができない角度から呈示された刺激音に対しては、音像のある側に頭部を向けたり、音像のある側に頭部背面を向けたりした。さらに、頭部静止条件下では音像定位がしにくいLPNとHPNを呈示した場合は、音像定位が容易なWNを呈示した場合よりも受聴者は大きく頭部をyaw回転させた。

### 4-2 音像定位における頭部運動の効果

① 動的聴覚ディスプレイを用いて、頭部運動条件下で広帯域な合成動的バイノーラル信号を呈示した場合の音像定位実験を4名の受聴者で行った。その結果、HRTFが受聴者自身のものであっても、他人のものであっても、受聴者の頭部形状から算出したものであっても、水平面と正中面にかかわらず、頭部静止条件よりも音像定位正答率は有意に高くなった。

② テレヘッドを用いて、頭部運動条件下で収録した広帯域な動的バイノーラル信号を呈示した場合の音像定位実験を5名の受聴者で行った。その結果、自分のダミーヘッド、他人のダミーヘッド、耳介等を除去した単純ダミーヘッド、ステレオマイクのいずれを用いて収録した動的バイノーラル信号であっても、水平面と正中面にかかわらず、頭部静止条件より音像定位正答率は有意に高くなった。

特に、高精度なHRTFの再現が必要であるといわれている正中面の音像定位において、頭部運動の効果は大きかった。耳介の無い単純ダミーヘッドを頭部追従させた場合の定位正答率は約65%で、静止条件の定位正答率より45%以上向上した。

③ 受聴者の頭部とダミーヘッドを静止させ収録した静的バイノーラル信号を用いた頭部静止条件、受聴者の自発的な頭部の回転運動でダミーヘッドを制御し収録した動的バイノーラル信号を用いた頭部運動条件、受聴者の頭部を静止させ自発的な手部の回転運動でダミーヘッドを制御し収録した動的バイノーラル信号を用いた手部運動条件の3条件で水平面の音像定位実験を行った。頭部静止条件の頭外定位正答率の9名の被験者における平均値は他の条件と比較して有意に低く、頭部運動条件と手部運動条件の頭外定位正答率の平均値には有意差が無かった。これより、手部でダミーヘッドを回転させ頭頸部の体性感覚情報が無い場合も、被験者自身が

ダミーヘッドを回転させた動的な聴覚情報を用いると音像定位しやすくなることがわかった。すなわち、頭頸部の体性感覚情報は水平面音像定位に必ずしも影響しないことがわかった。

また、受聴者が頭部回転運動、および、手腕によるハンドル操作で回転を制御したダミーヘッドで収録した動的バイノーラル信号による水平面音像定位実験を行った。その結果、4名の被験者における頭部静止条件の頭外定位正答率の平均値は他の条件の平均値と比較して有意に低く、頭部運動条件と手腕運動条件による頭外定位正答率の平均値に有意差がなかった。これより、受聴者が自発的にダミーヘッドを動かした場合、頭部運動に伴って生じる頸部の体性感覚情報と平衡感覚情報が無くても、その動きに伴う動的な聴覚情報によって音像定位しやすくなることがわかった。

#### 4-3 頭部運動戦略

① 音像定位実験中の受聴者の頭部運動を解析した結果、受聴者ごとに頭部の細かな動かし方は異なるが、基本的に音像がある側に頭部を向けるが必ずしも音像を頭部の正面で捕えないこと、左右片側あるいは左右両側に頭部を振ること、定位がし難い刺激音に対してはより大きな角度でより多く頭部を回転させるという戦略を採っていることが分かった。イヤホン受聴する場合は、前後誤りが生じるために、実耳受聴では起こらない、音像の呈示位置と逆方向に頭部を向けることもあった。

② 水平面円周上に配置したスピーカの中心にテレヘッド四号機を設置し、受聴者とは違う他人のダミーヘッドを載せた。別室にいる受聴者の頭頂部に設置したモーションセンサで頭部回転角度を検出し、その角度をP倍してダミーヘッドを追従回転させた。実験条件はPを $\pm 1$ 、 $\pm 0.5$ 、 $0.1$ 、 $0$ の6種類とした。P=1は従来の等速追従条件、P=0.5、0.1は変速追従条件、P=-1、-0.5は逆転追従条件で、ダミーヘッドの回転方向が受聴者の頭部と逆になる。P=0は静止条件である。

4名の受聴者で実験を行った結果、P=0の頭部静止条件では、前後、近傍への定位誤りが多く、主に前方から呈示された刺激音に対して頭内定位が多く、頭外定位正答率の平均値は約60%であった。P=1の等速追従条件では、他人のダミーヘッドを使用しているにもかかわらず、前後誤りや頭内定位が減り、頭外定位正答率の平均値は約80%であった。P=0.5と0.1の変速追従条件では、静止条件に比べて前後誤りが減少した。しかし、正面から呈示した刺激音は頭内定位する場合があります、頭外定位正答率の平均値は、約78%と約72%であった。P=-0.5と-1の逆転追従条

件では、静止条件に比べて前後誤りはやや増加し、正面から呈示した刺激音に対する頭内定位は減少した。その結果、頭外定位正答率は71%と75%でP=0.5と0.1の変速追従条件とほぼ同じ値であった。各条件の頭外定位正答率について分散分析を行った結果、条件の違いで有意差があった。また、多重比較を行った結果、P=0と0.1、0.5、1、-0.5の頭外定位正答率の平均値の間に有意差があり、それ以外の組み合わせでは有意差はなかった。

以上の結果から、受聴者の頭部運動を大幅に変調しても、動的バイノーラル信号を用いたときの水平面頭外音像定位正答率は、静的バイノーラル信号を用いた場合よりも高なることが分かった。すなわち、受聴者の頭部運動戦略は音像定位には影響せず、頭部を動かすこと自体が音像定位に重要であるといえる。

③ 従来のテレヘッドよりも高速かつ静粛に頭部の回転運動に追従するテレヘッドVI号機を完成させた。テレヘッドVI号機の追従遅延時間は、1 Hzで $\pm 60^\circ$ 回転させた場合5 ms、0.2 Hzで $\pm 20^\circ$ 回転させた場合4 msであった。回転周波数が高く回転振幅角が小さいほど遅延時間は長く、回転周波数1 Hz以下での追従遅延時間は2～17 msであった。テレヘッドVI号機の外部放射騒音全体の音圧レベル $L_A$ は、実験室の暗騒音レベルと同じ22 dBで、100 Hz～20 kHzの帯域でヘッドホン再生音に混入する動作騒音の最大音圧レベル $L_p$ は約20 dBであった。

#### 4-4 音像定位処理における頭部運動の寄与についての神経生理学メカニズム

ネコの蝸牛神経核背側核において、耳介の動きを支配する運動系のニューロンと聴覚求心系のニューロンとが相互作用している、ということは以前より明らかにされている。また上丘において、空間表現に関して視覚系、聴覚系、平衡感覚系、運動系のニューロンが相互作用していることも以前より知られている。しかしながら、聴覚系と運動系が相互作用する神経生理学的知見を調査した結果、聴覚系の音像定位処理における頭部運動の寄与についての脳幹レベルでの神経生理学的な知見は極めて少ないことがわかった。

#### 4-5 その他の成果

① 動的聴覚ディスプレイで利用する受聴者のHRTFを短時間で高精度に計測するために、相反法を用いる高速HRTF計測システムの要素技術を検討した。その結果、36 chのHRTFを1分以内で計測できることを確認した。

② HRTFの計測精度を確認している際に、両耳間時間差(ITD)の精密音響計測を行い、ITDの周波数依存性の成因を明らかにした。

従来、ITD の周波数依存性は、頭部表面を伝播する表面波の速度が周波数に依存するために生じるとされてきた。しかし、ITD の音響計測と計算機シミュレーションによって、ITD の周波数依存性は、側頭部の反射波によって生じる受音点での受音波の位相のずれによって、音源から同側の受音点までの見かけの音速が低周波ほど速くなるために生じていることが分かった。

これら本研究の結果は、頭部運動はバイノーラル音に時変の両耳音響特徴を与えることにより立体音像の定位を容易にするが、頭部運動でなくとも立体音像の定位を容易にする時変の両耳音響特徴を含む動的バイノーラル音を生成できることを示唆する。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 豊田勇氣, 森川大輔, 平原達也, 頭部静止条件下での水平面音像定位実験中の被験者の頭部運動, 日本音響学会誌, 68 巻, 6 号, 288-292 (2012), 査読有
- ② 吉崎大輔, 平原達也, ハンドル操作で回転制御したダミーヘッドで収録した動的バイノーラル音による音像定位, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 17 巻, 4 号, 327-331 (2012), 査読有
- ③ Daisuke Morikawa, Tatsuya Hirahara, Effect of head rotation on horizontal and median sound localization of band-limited noise, Acoustical Science and Technology, Vol. 34 No. 1, 56-58 (2013), 査読有
- ④ 吉崎大輔, 平原達也, 頭頸部の体性感覚情報が水平面音像定位に及ぼす影響, 電子情報通信学会論文誌 D, J96-D, No. 3, 630-635 (2013), 査読有
- ⑤ 森川大輔, 豊田勇氣, 平原達也, 頭部回転運動を許した水平面音像定位実験中の被験者の頭部運動, 電子情報通信学会論文誌 D, J96-D, No. 3, 636-643 (2013), 査読有

[学会発表] (計 33 件)

- ① Tatsuya Hirahara, Discrepancies between actual-ear and artificial-ear responses, 20th International Congress on Acoustics, (2010.08)
- ② Daisuke Morikawa, Tatsuya Hirahara, Signal bandwidth necessary for horizontal sound localization, 20th International Congress on Acoustics, (2010.08)

- ③ Noriyuki Matsunaga, Tatsuya Hirahara, Fast near-field HRTF measurements using reciprocal method, 20th International Congress on Acoustics, (2010.08)
- ④ 豊田勇氣, 森川大輔, 平原達也, 水平面音像定位実験中の被験者の頭部の動き, 日本音響学会 2010 年秋期研究発表会, (2010.09)
- ⑤ 平原達也, バイノーラル音を処理する聴覚の仕組み (招待講演), 平成 22 年度電気関係学会 北陸支部連合大会, (2010.09)
- ⑥ 平原達也, 続・はじめての聴覚実験 (招待講演), 日本音響学会 聴覚研究会, (2010.10)
- ⑦ 豊田勇氣, 森川大輔, 平原達也, 水平面音像定位実験中の頭部運動, 電子情報通信学会 応用音響研究会, (2010.10)
- ⑧ 森川大輔, 平原達也, 帯域制限雑音による水平面音像定位, 電子情報通信学会 応用音響研究会, (2010.10)
- ⑨ 森川大輔, 平原達也, 音像を二方向に分離知覚する帯域阻止雑音の条件, 日本音響学会 2011 年春期研究発表会, (2011.03)
- ⑩ 平原達也, 豊田勇氣, 森川大輔, 頭部運動条件下の水平面音像定位実験における被験者の頭部運動, 日本音響学会 2011 年春期研究発表会, (2011.03)
- ⑪ Tatsuya Hirahara, Yuki Sawada, Daisuke Morikawa, Impact of dynamic binaural signals on three-dimensional sound reproduction, (Invited Talk), Inter-Noise 2011, (2011.09)
- ⑫ Yuki Toyoda, Daisuke Morikawa, Tatsuya Hirahara, Head movements during horizontal sound localization, Inter-Noise 2011, (2011.09)
- ⑬ Daisuke Morikawa, Tatsuya Hirahara, Impact of head movement on sound localization with band-limited noise, Inter-Noise 2011, (2011.09)
- ⑭ 豊田勇氣, 森川大輔, 平原達也, 正中面音像定位実験中の頭部運動戦略, 日本音響学会 2011 年秋期研究発表会, (2011.09)
- ⑮ 森川大輔, 豊田勇氣, 平原達也, 頭部運動が帯域制限雑音の水平面・正中面音像定位に与える影響, 日本音響学会 2011 年秋期研究発表会, (2011.09)
- ⑯ 吉崎大輔, 平原達也, 頭頸部の体性感覚情報が水平面音像定位に及ぼす影響, 日本音響学会 2011 年秋期研究発表会, (2011.09)
- ⑰ 豊田勇氣, 森川大輔, 平原達也, 水平面・正中面音像定位実験中の被験者の頭

- 部運動, 日本音響学会 聴覚研究会, (2011.10)
- ⑱ 森川大輔, 豊田勇氣, 平原達也, 頭部運動が高域・低域・帯域通過雑音の音像定位に与える影響, 日本音響学会 聴覚研究会, (2011.10)
- ⑲ Tatsuya Hirahara, Dynamic Binaural Reproduction and Related Issues (Invited Talk), A3 Workshop in Ishikawa, (2012.02)
- ⑳ Daisuke Morikawa, Tatsuya Hirahara, Impact of head movement on sound localization with high-pass, low-pass and bandpass noise, A3 Workshop in Ishikawa, (2012.02)
- 21 Daisuke Yoshisaki, Tatsuya Hirahara, Horizontal sound localization with a dummy head of which rotation is controlled by a steering wheel, A3 Workshop in Ishikawa, (2012.02)
- 22 吉崎大輔, 平原達也, ハンドルで回転制御したテレヘッドによる水平面音像定位, 日本音響学会2012年春季研究発表会, (2012.03)
- 23 今井悠貴, 森川大輔, 平原達也, 超小型動電型スピーカを用いた相反法による頭部伝達関数計測, 日本音響学会2012年春季研究発表会, (2012.03)
- 24 平原達也, 大谷 真, 森川大輔, 両耳間時間差の周波数依存性の成因 - 音響計測編 -, 日本音響学会2012年春季研究発表会, (2012.03)
- 25 森川大輔, 平原達也, 低域のITD 情報を操作したバイノーラル信号による水平面音像定位, 日本音響学会2012年春季研究発表会, (2012.03)
- 26 吉崎大輔, 平原達也, 頭部運動に伴う頸部体性感覚および平衡感覚情報が水平面音像定位に及ぼす影響, 平成24年度電気関係学会北陸支部連合大会, (2012. 09)
- 27 吉崎大輔, 平原達也, 他受聴者の頭部回転運動に追従して移動する音像の定位, 日本音響学会2012年秋季研究発表会, (2012. 09)
- 28 森川大輔, 今井悠貴, 平原達也, 大谷真, 低域が不完全なHRTFを補完する方法, 日本音響学会2012年秋季研究発表会, (2012. 09)
- 29 平原達也, 森川大輔, 豊田勇氣, 頭部運動追従速度を変えた動的バイノーラル音による水平面音像定位, 日本音響学会2012年秋季研究発表会, (2012. 09)
- 30 吉崎大輔, 塚田孝充, 平原達也, テレヘッドIV号機およびVI号機の運動特性と音響特性, 電子情報通信学会 応用音響

研究会, (2012. 10)

- 31 今井悠貴, 森川大輔, 平原達也, 相反法による頭部伝達関数の測定, 電子情報通信学会 応用音響研究会, (2012. 10)
- 32 平原達也, 吉崎大輔, 塚田孝充, テレヘッドVI号機の諸特性, 日本音響学会2013年春季研究発表会, (2013. 03)
- 33 今井悠貴, 森川大輔, 平原達也, 相反法による頭部伝達関数の高速計測システム, 日本音響学会2013年春季研究発表会, (2013. 03)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

平原 達也 (HIRAHARA TATSUYA)

富山県立大学・工学部・教授

研究者番号: 80395087

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし