

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	ハイパーソニック・エフェクトを応用した健康・快適なメディア情報環境の構築
研究機関・ 部局・職名	放送大学・情報コース・教授
氏名	仁 科 エ ミ

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

## 2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	118,000,000	118,000,000	17,062	118,017,062	118,017,062	0	0
間接経費	35,400,000	35,400,000	0	35,400,000	35,400,000	0	0
合計	153,400,000	153,400,000	17,062	153,417,062	153,417,062	0	0

## 3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	840,000	13,182,064	24,391,777	8,375,524	46,789,365
旅費	0	2,006,144	827,211	1,044,602	3,877,957
謝金・人件費等	0	5,164,639	5,711,224	6,810,304	17,686,167
その他	0	15,709,807	15,906,355	18,047,411	49,663,573
直接経費計	840,000	36,062,654	46,836,567	34,277,841	118,017,062
間接経費計	252,000	10,811,568	14,058,199	10,278,233	35,400,000
合計	1,092,000	46,874,222	60,894,766	44,556,074	153,417,062

## 4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
ポータブルミキサー	SONOSAX SX-ES64	1	1,312,500	1,312,500	2011/8/19	放送大学
FFTアナライザ	小野測器 CF-7200A	1	1,575,000	1,575,000	2011/8/25	放送大学
音源発生装置	Clavia Nord C2	1	556,500	556,500	2011/7/13	放送大学
クリーン電源	Accuphase PS-1220	1	569,100	569,100	2011/9/5	放送大学
小型ハイパーソニックプレーヤー	192kHz24bit	1	800,000	800,000	2011/11/30	放送大学
データ分析用PC	Sony VAIO	1	545,820	545,820	2011/12/26	放送大学
AD/DAコンバータ	ハイサンプリング A/D・D/Aユニット	1	529,200	529,200	2012/10/16	放送大学
デジタルレコーダー	11MHz標本化 1bit量子化レコー ダー	1	7,329,525	7,329,525	2013/3/29	放送大学
デジタルレコーダー	コルグMR- 2000S特注	4	525,000	2,100,000	2013/3/29	放送大学
デジタルオーディオワークステーションシステム	SADiE Native Sound Suite	1	1,501,500	1,501,500	2013/4/1	放送大学

## 5. 研究成果の概要

可聴域上限(20 kHz)をこえる高複雑性超高周波を含む音が、間脳・中脳を含む基幹脳の活動を高め、環境適応や生体防御を司る自律神経系・内分泌系・免疫系、美や快を司る情動系・報酬系の活動を向上させる<ハイパーソニック・エフェクト>の応用が待望されている。しかし、そのための超高周波再生端末やコンテンツの開発が立ち遅れている。そこでこの研究では、基幹脳活性を改善し健康快適な情報環境を創る基盤技術を構築するために、独自開発のアクチュエーター技術により、従来不可能だった超高周波再生端末の小型高性能化を実現し、基幹脳活性化効果をもつコンテンツを開発し、それらの効果を実証することを目的とする研究開発を行い、以下の成果を得た。① 小型高性能再生端末の開発: 超高周波を再生する在来のスーパーツイーターは、80 kHz以上の帯域の再生に限界がある上に指向性が狭隘で、周波数特性の平坦性にも乏しく、大きく重い。そこで、これまでと全く異なる原理に立って、100 kHz超まで平坦な再生特性をもち、小さく軽く、指向性がきわめて広く、将来的に安価に供給しうる新原理の圧電セラミックス・アクチュエーターを開発した。さらに、従来のオーディオ用アンプでは十分な性能を発揮できない容量性のこのアクチュエーターを駆動可能にするアンプリファイアを開発して、150 kHz超まで広い指向性で再生可能な、これまでに全く存在しなかったスピーカーシステムおよびアドオン型スーパーツイーターを開発した。② 超広帯域コンテンツの開発: 超高周波成分を高い忠実度で収録可能なデジタルレコーダとして、11 MHz超高速標本化1bit量子化および384 kHz標本化24 bit量子化方式の多チャンネル高忠実度録音システムを初めて開発し、環境音、楽器音などを収録して世界最大級の超広帯域録音資源を蓄積した。ハイパーソニック・エフェクト発現においてとくに効果的な周波数帯域が70kHz~80 kHzという予期せぬ領域に存在することを見出した。収録した環境音、楽器音等を素材とし、この有効な周波数帯域を電子的に強化する音源編集手法を開発した。これらを用いて、100 kHzをこえる豊富な超高周波を含む熱帯雨林自然環境音から可聴域以上の成分のみを抽出し、これを利用する汎用コンテンツ等を開発した。配信用ハイパーハイレゾ音源の開発に参画し、ハイパーソニック・コンテンツの社会応用を可能にした。③ 実験室、都市騒音環境等において、開発したスピーカーシステムから超広帯域コンテンツを再生し、その生理的・心理的効果を検証する複数の実験を行った。その結果、基幹脳活性と高い正の相関をもつ脳波 $\alpha$ 2ポテンシャルの統計的有意な増大、音環境に対する好感度の向上をはじめ、その基幹脳活性化効果を確認した。

課題番号	LR032
------	-------

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます
------------------

研究課題名 (下段英語表記)	ハイパーソニック・エフェクトを応用した健康・快適なメディア情報環境の構築
	Fabricating a healthy, amenable media information environment via the hypersonic effect
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	放送大学教育活用支援センター・教授
	Professor, The Open University of Japan
氏名 (下段英語表記)	仁科 エミ
	NISHINA EMI

### 研究成果の概要

(和文):ハイパー・ソニックエフェクトの社会応用のために必須でありながら実現していなかった超広帯域・広指向性で小型軽量の圧電セラミックス・アクチュエーター、それを搭載したスピーカーシステムおよびアドオン型スーパーツイーターを開発した。超広帯域コンテンツ開発のために、超高周波成分を高い忠実度で収録可能なデジタルレコーダとして、11 MHz 超高速標準化 1bit 量子化および 384 kHz 標準化 24 bit 量子化方式の多チャンネル高忠実度録音システムを初めて開発し、環境音、楽器音などを収録して世界最大級の超広帯域録音資源を蓄積した。ハイパーソニック・エフェクト発現においてとくに効果的な周波数帯域が 70kHz~80 kHz という予期せぬ領域に存在することを見出した。収録した環境音、楽器音等を素材とし、100 kHz をこえる豊富な超高周波を含む熱帯雨林自然環境音から可聴域以上の成分のみを抽出し、これを利用する汎用コンテンツ等を開発した。実験室、都市騒音環境等において、開発したスピーカーシステムから超広帯域コンテンツを再生し、基幹脳活性と高い正の相関をもつ脳波  $\alpha$  2ポテンシャルの統計的有意な増大、音環境に対する好感度の向上をはじめ、その基幹脳活性化効果を確認した。

(英文):

We have pioneered the hypersonic sound system and effective content for mobile facilities,

cars and large open spaces in hopes that this technology will improve the activity of the fundamental brain as well as bring about a healthy and amenable media information environment. Our original actuator technology could lead to production of a miniaturized, highly-efficient reproduction terminal unit. We expect the development of various contents for activating the fundamental brain, making full use of our world's largest databases of ultra-wide-range recorded material. We also envision multifactorially verifying activation of the fundamental brain in various application phases using physiological and psychological indexes.

1. 執行金額           153,417,062 円  
    (うち、直接経費   118,017,062 円、 間接経費   35,400,000 円)

2. 研究実施期間       平成23年2月10日～平成26年3月31日

3. 研究目的

可聴域上限(20 kHz) をこえる高複雑性超高周波を含む音が、間脳・中脳を含む基幹脳の活動を高め、環境適応や生体防御を司る自律神経系・内分泌系・免疫系、美や快を司る情動系・報酬系の活動を向上させる<ハイパーソニック・エフェクト>の応用が待望されている。しかし、そのための超高周波再生端末やコンテンツの開発が立ち遅れている。そこでこの研究では、基幹脳活性を改善し健康快適な情報環境を創る基盤技術を構築するために、独自開発のアクチュエーター技術により、従来不可能だった超高周波再生端末の小型高性能化を実現し、基幹脳活性化効果をもつコンテンツを開発し、それらの効果を実証することを目的とした。

4. 研究計画・方法

- ① 小型高性能再生端末の開発: 超高周波を再生する在来のスーパーツイーターは、80 kHz 以上の帯域の再生に限界がある上に指向性が狭隘で、周波数特性の平坦性にも乏しく、大きく重い。そこで、これまでと全く異なる原理に立って、100 kHz 超まで平坦な再生特性をもち、小さく軽く、指向性がきわめて広く、将来的に安価に供給しうる新原理の圧電セラミックス・アクチュエーターを開発した。さらに、従来のオーディオ用アンプでは十分な性能を発揮できない容量性のこのアクチュエーターを駆動可能にするアンプリファイアを開発した。
- ② 超広帯域コンテンツの開発: 超高周波成分を高い忠実度で収録可能なデジタルレコーダとして、11 MHz 超高速標本化 1bit 量子化および 384 kHz 標本化 24 bit 量子化方式の多チャンネル高忠実度録音システムを初めて開発し、環境音、楽器音などを収録して世界最大級の超広帯域録音資源を蓄積した。ハイパーソニック・エフェクト発現においてとくに効果的な音響構造について分析した。収録した環境音、楽器音等を素材とし、この有効な周波数帯域を電子的に強化する音源編集手法を開発した。
- ③ 実験室、都市騒音環境等において、開発したスピーカーシステムから超広帯域コンテンツを

再生し、その生理的・心理的効果を検証する複数の実験を行った。

#### 5. 研究成果・波及効果

- ① 小型高性能再生端末の開発: 150 kHz 超まで広い指向性で再生可能な、これまでに全く存在しなかったスピーカーシステムおよびアドオン型スーパーツイーターを開発し、所期の目的を、当初目標を超えて達成した。
- ② 超広帯域コンテンツの開発: ハイパーソニック・エフェクト発現においてとくに効果的な周波数帯域が 70kHz~80 kHz という予期せぬ領域に存在することを見出した。収録した環境音、楽器音等を素材とし、開発した手法を用いて、100 kHz をこえる豊富な超高周波を含む熱帯雨林自然環境音から可聴域以上の成分のみを抽出し、これを利用する汎用コンテンツ等を開発した。配信用ハイパーハイレゾ音源の開発に参画し、ハイパーソニック・コンテンツの社会応用を可能にした。
- ③ 実験室、都市騒音環境等における検証実験の結果、基幹脳活性と高い正の相関をもつ脳波  $\alpha 2$  ポテンシャルの統計的有意な増大、音環境に対する好感度の向上をはじめ、その基幹脳活性化効果を確認した。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計3件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計2件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Frequencies of Inaudible High-Frequency Sounds Differentially Affect Brain Activity: Positive and Negative Hypersonic Effects, Ariko Fukushima, Reiko Yagi, Norie Kawai, Manabu Honda, Emi Nishina, Tsutomu Oohashi, PLOS ONE, Volume 9 ,Issue 4 , e95464, 2014.</li> <li>・ハイパーソニック・コンテンツを活用した駅ホーム音環境の快適化, 小野寺英子, *<u>仁科エミ</u>, 中川剛志, 八木玲子, 福島亜理子, 本田学, <u>河合徳枝</u>, 大橋力, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.18 No.3, 315-325, 2013.(査読有)</li> </ul> <p>(掲載済み一査読無し) 計1件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・文明の病理と本来・適応・自己解体, <u>仁科エミ</u>, 科学, 2013, Vol.83 No.3, 304-310. (ISSN 0022-7625)</li> </ul> <p>(未掲載) 計0件</p>
<p>会議発表 計10件</p>	<p>専門家向け 計8件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・駅ホーム環境音の広帯域周波数パワースペクトル分布の検討、小野寺英子(共著)、日本建築学会大会、東京、2011年8月23日～25日、日本建築学会。</li> <li>・What High Density Level Is Required to Communicate the Essence of Balinese Art Form and Performance via Satellite?, E.Nishina、International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2011(招待講演)、インドネシア・デンパサール、2011年10月17日～19日、電子情報通信学会。</li> <li>・公共交通機関における音環境改善のための予備的検討, 小野寺英子, <u>仁科エミ</u>, 中川剛志, 八木玲子, 福島亜理子, 河合徳枝, 大橋力, 長野, 2012年9月19日-21日, 日本音響学会。(日本音響学会2012年秋季研究発表会講演論文集, 1067-1068)</li> <li>・音楽再生音に含まれる超高周波成分の周波数帯域が脳活動に及ぼす影響について, 福島亜理子, 森本雅子, 八木玲子, 河合徳枝, 本田学, <u>仁科エミ</u>, 大橋力, 東京, 2012年11月10日-11日, 日本音楽知覚認知学会。(日本音楽知覚認知学会2012年秋季研究発表会予稿集, 1-4)</li> <li>・駅ホーム音環境改善のための基礎的研究——高複雑性超高周波成分付加による印象改善効果について, 小野寺英子, <u>仁科エミ</u>, 中川剛志, 八木玲子, 福島亜理子, 河合徳枝, 大橋力, 東京, 日本音響学会, 2013年3月13日-15日。(日本音響学会2013年春季研究発表会講演論文集, 1119-1120)</li> <li>・Physiological and psychological effects caused by the difference of definition in still and moving images., ASIAGRAPH 2013 in Kagoshima (2013.9.28)</li> <li>・高密度映像音響と脳活性—4K×2Kを人はどう感じるか—, FPD International 2013 (2013.10.24)</li> <li>・五感技術に関する調査WGセミナー、超知覚情報が人間に及ぼす影響を考える、(2014.1.24)</li> </ul> <p>一般向け 計2件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「人間中心の映像」の提案～メディア脳科学から見た4K 超高画質の可能性～、第1回4KOlympAc、(2013.11.30)</li> <li>・現代人の脳にとって高密度映像音響はどういう意味をもつか、第2回4KOlympAc (2014.3.17)</li> </ul>
<p>図書 計1件</p>	<p><u>仁科エミ</u>, 河合徳枝, 音楽・情報・脳, NHK出版, 2013, 245頁。(ISBN 978-4-595-14005-1)</p>

様式21

<p>産業財産 権 出願・取 得状況 計2件</p>	<p>(取得済み)計1件 特許 5481608、振動処理装置及び方法、発明者:大橋力・河合徳枝・仁科エミ・本田学・前川督雄・八木玲子・上野修・福島亜理子、権利者:株式会社アクション・リサーチ、国内 (出願中)計1件 PCT/JP2013/072031、振動処理装置及び方法、発明者:大橋力・河合徳枝・仁科エミ・本田学・前川督雄・八木玲子・上野修・福島亜理子、権利者:株式会社アクション・リサーチ、国際</p>
<p>Webペー ジ (URL)</p>	
<p>国民との 科学・技 術対話の 実施状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第1回国民との科学・技術対話 レクチャーコンサート「アジア伝統音楽への情報脳科学的接近」、2011年10月30日、石橋メモリアルホールにおいて開催。</li> <li>・第2回国民との科学・技術対話 25年3月に実施を予定していたが、出演者および会場の都合によって延期せざるをえず、やむをえず7月9日に開催を延期した(於:石橋メモリアルホール)。</li> <li>・第3回国民との科学・技術対話 研究成果報告会「ハイパーソニック・エフェクトを応用した健康・快適なメディア情報環境の構築」、2014年3月30日、放送大学文京学習センターにおいて開催。</li> </ul>
<p>新聞・一 般雑誌等 掲載 計3件</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Stereo Sound ONLINE、レビュー、ハイレゾは健康にいい!?ハイパーソニック・エフェクト成果報告会、<a href="http://www.stereosound.co.jp/review/article/2014/03/31/28986.html">http://www.stereosound.co.jp/review/article/2014/03/31/28986.html</a>、 <u>2014年3月31日</u></li> <li>・月刊HiVi、麻倉怜士、「4K時代における『HiViの目標』」、2014年3月号、pp.10-11.</li> <li>・月刊ニューメディア、「現代人の脳にとって高密度映像音響はどういう意味を持つか」、2014年6月号、pp.43-44.</li> </ul>
<p>その他</p>	

7. その他特記事項