

公立はこだて未来大学 2018 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2018 System Information Science Practice  
Group Report

プロジェクト名

音響プラネタリウム:地域に根ざす手作りプラネタリウムの制作

**Project Name**

Acoustic Planetarium: Production of a handmade planetarium for our town

グループ名

グループ A,B

**Group Name**

Group A,B

プロジェクト番号/Project No.

13-A,B

プロジェクトリーダー/Project Leader

1016116 大西花恋 Karen Oonishi

グループリーダ/Group Leader

1016074 弓拓海 Takumi Yumi

グループメンバ/Group Member

1016116 大西花恋 Karen Oonishi

1016074 弓拓海 Takumi Yumi

1015231 関根壮汰 Sota Sekine

1016098 神田世理夏 Serika Kanda

1015012 多田歩 Ayumi Tada

指導教員

迎山和司 大沢英一

**Advisor**

Kazushi Mukaiyama Eiichi Osawa

提出日

2019 年 1 月 16 日

**Date of Submission**

January 16, 2019

## 概要

天文学は自然科学の一分野であり、最も古くから発達した学問の一つである。現代においては、小中学校でも天文学習は必修科目となっており、天体を観測できる環境が必要となる機会も多い。しかし、函館において夜景は観光資源であるが、夜でも空が明るくなるために天体を観察する機会が少ない。市民が天体に触れる機会を増やすための代替案にはプラネタリウムの設置が挙げられるが、函館には公的なプラネタリウム施設がない。

本プロジェクトの目的は、函館市民が天体をより身近に感じられる機会を作るために、地域に根差した天体学習に関するコンテンツを制作することである。特に今年度は、音響を重視したドームコンテンツの制作を目標に活動を進める。

前期では、映像班と音響班の2つのグループに分かれ、本グループではプラネタリウム番組の動画の制作を行った。本グループは、黄道12星座をテーマとし、主に子供が楽しめる動画の制作を目標とした。動画を制作するにあたって、音響班の制作する立体音響と合わせることを視野に入れた、動きのある演出を課題とした。後期では、動画班と音響班を統合し、コンテンツの制作を行う。特に今年度の目標であった立体音響では4ch音源の再生環境を作り、より音が立体的に聞こえる方法の検討を行う。また、前期ではドーム内が通常の部屋より音の反響が起りやすく音が不明瞭になるという問題があったため、後期では音が反響しない方法を考える。

キーワード プラネタリウム, エアドーム, 立体音響

(※文責: 神田世理夏)

# Abstract

Astronomy is a field of natural science, and it is one of the oldest developed academics. In modern times, astronomy learning is also a compulsory subject in elementary and junior high schools, and there are many opportunities to require an environment that can observe celestial bodies. However, in Hakodate night view is a tourist resource, but the sky becomes bright even at night, so there are few opportunities to observe celestial bodies. An alternative plan to increase the opportunities for citizens to touch celestial bodies is the installation of a planetarium, but Hakodate does not have a public planetarium facility.

The purpose of this project is to create content related to astronomical learning rooted in the area in order to make opportunities for Hakodate citizens to feel the astronomical object more familiar. Particularly in this fiscal year, we will proceed with activities targeting the production of dome content that emphasizes acoustics.

In the previous term, it was divided into two groups, the video group and the acoustic team, and this group made a video of the planetarium program. This group has the theme of 12 constellations of the ecliptic, and aimed mainly at making movies that children can enjoy. In making motion pictures, the task with movement was chosen with a view to matching with the stereophonic sound produced by the acoustic team. In the latter term, we will integrate animation team and sound team and produce contents. Especially for the stereophonic sound which was the target of this fiscal year, we will make a reproduction environment of 4 ch sound source and examine a method to hear sound more stereoscopically. Also, in the previous term there was a problem that the sound inside the dome is more likely to be echoed than in the normal room and the sound becomes unclear, so we will consider a method in which the sound does not echo in later periods.

**Keyword** planetarium, inflated dome, stereophonic sound

(※文責: 神田世理夏)

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	本プロジェクトの背景と目的	1
1.2	前年度までの成果	1
1.3	現状における問題点	1
1.4	課題の概要	2
<b>第 2 章</b>	<b>到達目標</b>	<b>3</b>
2.1	本プロジェクトにおける目標	3
2.1.1	前期活動における目標	3
2.1.2	後期活動における目標	4
<b>第 3 章</b>	<b>前期活動内容</b>	<b>5</b>
3.1	【A グループ】	5
3.1.1	前期活動概要	5
3.1.2	映像の制作手順	6
3.2	【B グループ】	6
3.2.1	前期活動概要	6
3.2.2	前期活動の手順	7
3.3	中間発表	9
<b>第 4 章</b>	<b>前期活動における成果</b>	<b>12</b>
4.1	【A グループ】	12
4.1.1	前期成果物	12
4.1.2	前期成果物の制作体制	12
4.1.3	前期成果物の問題点	12
4.1.4	前期活動総括	13
4.2	【B グループ】	13
4.2.1	前期成果物	13
<b>第 5 章</b>	<b>後期活動</b>	<b>15</b>
5.1	後期活動概要	15
5.2	後期活動の手順	15
5.2.1	後期の制作課題	15
5.2.2	4ch におけるドーム音響問題の改善	15
5.2.3	4ch 音源を含む動画ファイルの作成	16
5.3	成果発表	16
5.3.1	ポスター	16
5.3.2	音響と立体音響映像	16
5.3.3	プレゼンテーション	16

5.3.4	成果発表の評価	17
5.4	後期上映会	17
5.4.1	後期上映会概要	17
5.5	後期上映会結果	17
5.5.1	山の手児童館出張上映	17
5.5.2	旭岡児童館出張上映	17
5.5.3	古手母と子の家出張上映	18
5.5.4	函館コミュニティプラザ G スクエア出張上映	18
<b>第 6 章</b>	<b>後期活動における成果</b>	<b>19</b>
6.1	後期成果物	19
6.1.1	動画	19
6.1.2	音響	19
6.2	ワークショップ -ヒゲキタさん-	20
<b>第 7 章</b>	<b>グループメンバーの自己評価</b>	<b>21</b>
7.1	大西花恋の評価	21
7.2	弓拓海の評価	21
7.3	関根壮汰の評価	22
7.4	神田世理夏の評価	22
7.5	多田歩の評価	22
<b>第 8 章</b>	<b>プロジェクトの運営体制</b>	<b>23</b>
8.1	組織体制	23
8.2	プロジェクト内の連絡手段	23
8.3	プロジェクト内での安全確保手段	24
<b>第 9 章</b>	<b>未解決課題と今後の展望</b>	<b>25</b>
9.1	未解決課題	25
9.2	来年への展望	25

# 第 1 章 はじめに

本章では本プロジェクトの背景、及び目的について記述する。

## 1.1 本プロジェクトの背景と目的

函館市にはプラネタリウムを公的に見ることが出来る施設が無い。また、函館市は夜景が観光資源であり夜になっても光源が多いため、天体観測にあまり向いていない。唯一、NPO 法人の函館プラネタリウムの会が運営しているプラネタリウム館があるが、あまり交通の便が良い場所にある。以上のことから、函館市は市民が天文を学んだり感じる為の環境が整っていないといえる。新しく建設するとしても、金銭的な問題や場所的な問題がある。また、プラネタリウム施設の恩恵は建築された近辺にしか及ばない為、一つ作ればすべての市民が天文に触れる機会を手に入れられるとは言い難い。

このような問題を解決するため、本プロジェクトは函館プラネタリウムの会と連携し、移動型エアドームを用いたドームコンテンツを設計、制作。また、各地で上映会を行うことで、プラネタリウムコンテンツを様々な函館市民に届ける。これらの活動を通して、函館市の市民が天文を学んだり感じるための環境の向上を目的としている。

(※文責: 大西花恋)

## 1.2 前年度までの成果

これまでに、移動式プラネタリウムの要であるエアドームの作成、改善を行っていた。また、毎年ドームに投影するための映像コンテンツを行っており、四季の星座、12 星座、南半球の星座などといったテーマでプラネタリウム番組の作成を行っていた。昨年度は AR(拡張現実感) 技術の利用をテーマとしており、Unity と KudanAR で Android のアプリケーションの作成を行った。

(※文責: 大西花恋)

## 1.3 現状における問題点

これまで本プロジェクトでは、音声コンテンツに関してはあまり考慮しておらず、具体的にはドーム内の地面にスピーカー 2 台を直置きして音声を再生するという手法をとっていた。そのため、場所によってはナレーションが聞き取りにくくなったり、音が濁ったりなどといった問題が発生していた。ただし、大規模な音響設備を導入すると、移動式プラネタリウムの利点であるお手軽さや利便性が損なわれる。

(※文責: 大西花恋)

## 1.4 課題の概要

新規プラネタリウム番組の映像制作を行う。また、昨年度まではあまり考慮されていなかった音響コンテンツの問題や使い方について再び検討し、移動式プラネタリウムの音響面での強化を図る。最終的にはプラネタリウム番組に強化した音響コンテンツを組み合わせる。

(※文責: 大西花恋)

## 第 2 章 到達目標

### 2.1 本プロジェクトにおける目標

本プロジェクトにおける通年の目標は、公的なプラネタリウム施設のない函館において、函館市民に向けた、プラネタリウムの映像制作である。本プロジェクトでは、制作したドームコンテンツを小学校に出向いて上映し、函館市民にもっとプラネタリウムや星座などに興味を持ってもらうことも目的である。また、今回新たな取り組みとしてドーム内の音響の改善も目標の1つである。改善後は、立体音響を取り入れた映像番組（プラネタリウム番組）を実現することを考えている。そのため、制作した映像番組は公開を前提としているため、素材はプロジェクト内で作成したものを使用した。

(※文責: 弓拓海)

#### 2.1.1 前期活動における目標

前期活動では目標を大きく二つに分け、A グループがプラネタリウムの映像の作成、B グループが音響の作成を行った。

##### 【A グループ】の目標

前期では、上記に述べた函館市民に星座に興味を持ってもらうために、プラネタリウムを利用し理解を深めてもらえるような映像番組を目標とした。映像番組は小学生に天体学習の教材にしてもらうことを前提として制作したため、見ている小学生たちが飽きないようなものを作るように、劇風なセリフにし、アニメのように興味を持ってもらうことも目標とした。

(※文責: 弓拓海)

##### 【B グループ】の目標

前期における目標は、移動式プラネタリウムの良さを保ちながら音響問題を改善することである。具体的には、昨年度まで問題とされていたドーム内での音の反響問題などである。音響についての知識を深めながら、ドームにおける音響の聞こえ方について調査を行い、その知識や結果から改善方法を模索する。ドーム型である移動式プラネタリウムにおいて、以前よりも適したスピーカーの配置やスピーカー数を見つける。また、スピーカーの適した数や配置を実現させるためのアタッチメントの制作や、環境の構築を行うことによって、以前より改善した音響設備の実現を行う。

(※文責: 大西花恋)



### 2.1.2 後期活動における目標

後期における目標として、前期でやり残した映像番組の完成と、前期活動で調査したデータを基に 4ch 環境を構築した上で 4ch 音源に対応した映像を作成し実際にエアドーム内で立体音響を実現することを後期活動の目標とした。また、例年に引き続き、函館市内の児童館等での可搬式プラネタリウムの上映会も行い、より多くの函館市民にプラネタリウムや 3D 影絵などのドーム内コンテンツを身近に感じてもらうとともに、興味や関心を持ってもらうことも活動の目的とした。いままでとは異なり、音を有効の使うことによって目で見ただけではなく耳で聞くことでもプラネタリウムを楽しめるということを伝えられるようなコンテンツの制作を目標とした。

(※文責: 関根壮汰)

## 第 3 章 前期活動内容

### 3.1 【A グループ】

#### 3.1.1 前期活動概要

前期における活動は、プラネタリウム番組の制作である。例年では、プラネタリウム番組を上映する移動式エアドームを制作したのち、プラネタリウム番組を制作していたが、本年ではドームを制作せずに前期でプラネタリウム番組を制作した。プラネタリウム番組の内容は、12 星座の中から 3 星座を選び、それぞれの星座にまつわる神話についてアニメーションを交えて紹介するプラネタリウム番組を制作した。(図.3.1) 本章では、プラネタリウム番組の概要の詳細について記載する。



図 3.1 前期成果物

(※文責: 弓拓海)

#### 前期活動の手順

前期におけるプラネタリウム番組の制作について具体的な手順を以下に記載する。

(※文責: 弓拓海)

#### 映像の制作に使用したソフトウェア

番組制作には以下のソフトウェアを用いた。

##### Stellarium

Fabien Chereau 氏が開発して天文シミュレーションソフト。3 星座をシミュレーションする際に使用した。

##### AviUtl

KEN くん氏が開発した動画編集ソフト。動画を編集する際に使用した。

## Game DVR

Windows10 の機能。Stellarium をキャプチャするために使用した。

## SAI2

株式会社 SYSTEMAX が開発した、ペイントソフト。アニメーションに用いるイラスト制作の際に使用した。

## Audacity

Audacity チームが開発した音声編集ソフト。ナレーションの録音と BGM の編集に使用した。

## Apowersoft

Apowersoft が開発した動画変換ソフト。AviUtl で書き出した動画の形式を mp4 から mov に変換した。

(※文責: 弓拓海)

### 3.1.2 映像の制作手順

1. シナリオ シナリオの制作にあたり、まず 3 星座の神話について調べ、それぞれまとめた。それをもとに、シナリオを劇風に作成した。次に、シナリオをもとに絵コンテを制作した。絵コンテは教員に発表し、アドバイスをもらうことで改善した。
2. ナレーション 制作したシナリオをもとに、プロジェクトメンバー全員で録音を行った。劇風に録音し、声量に意識して、聞き取りやすい音声を目指した。神話に登場するキャラクターのイメージを損なわないように全員で確認しながら調整した。
3. イラスト 動画で使用するイラストを作成した。神話に登場するキャラクターのイメージに沿ったイラストを描いた。3 星座は、星がその場所に来るように描いた。
4. ライカリール シナリオ、絵コンテ、ナレーションに基づいてライカリールを制作した。ライカリールは映像の動きを加えた絵コンテにナレーションを追加し、動画にしたものである。動画の時間や場面に切り替わるタイミングを確認することができる。
5. ドームマスター編集 魚眼レンズで撮影したように平面上に展開したものをドームマスター形式という。これは、魚眼レンズを通して投影する場合は必ず行わなければならない。今回は、AviUtl を使用して極座標変換を行い、ドームマスター形式にした。
6. 動画投影 ドームに動画を投影する際は魚眼レンズを用いた。ドームマスター形式の動画をプロジェクターで魚眼を通して投影した。

(※文責: 弓拓海)

## 3.2 【B グループ】

### 3.2.1 前期活動概要

前期における主な活動は、移動式プラネタリウムにおける音響設備の改善である。現状のドームにおける音響の状態や、既存の音響設備についての調査、実験を行い、その結果からスピーカー数の変更やスピーカースタンドの作成などといった具体的な解決を行った。

(※文責: 大西花恋)

### 3.2.2 前期活動の手順

前期における活動について具体的な手順を以下に記載する。

1. 音響に関する情報収集

解決過程：音響についての基礎知識、立体音響の仕組みや作り方などといった知識を情報ライブラリーやインターネット上から情報を収集する。

2. ドーム音響問題の改善

解決過程：実際にドームを建て、音響実験を行う。今までの音響機材の配置における問題の確認や、ドームにおける音の聞こえ方の特徴を調査し、原因や改善方法を探す。

3. 立体音響を再生する環境の作成

解決過程：調査や実験を元に再生できる環境を作成する。

(※文責: 大西花恋)

#### 音響に関する情報収集

音響問題の解決のために、基礎知識をつけることを行った。インターネットで音響について調べ、ライブラリーで本を借りた。その後音響の作成方法を学ぶため各自で 2ch 立体音響の作成を行った。

(※文責: 多田歩)

#### ドーム内 2ch 音響の調査

ドーム内での音響問題を把握するために、ドーム内に 2ch 再生環境を作り、音の再生を行った。様々な配置や角度でスピーカーを置き、それぞれの音の聞こえ方について実験を行った。その結果、ドーム内は通常の部屋よりも反響が起こりやすく、特にスピーカーをドームの壁に向けた時にとくに反響が強くなることが分かった。また、ドーム内に人が多い場合、床にスピーカーを設置して再生を行うと人にさえぎられて音が聞こえづらくなることもわかった。以上のことから、1.5 m の高さからドーム中央にスピーカーを向ける形 (図.3.2) が理想的であるという結果になった。

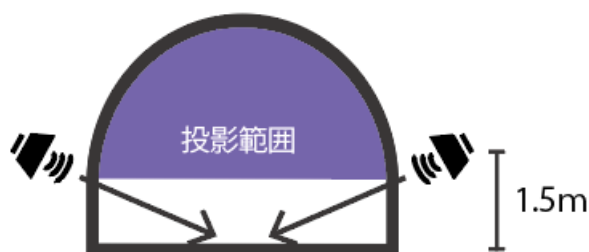


図 3.2 理想的なスピーカーの配置図

(※文責: 大西花恋)

## 立体音響の再生環境の作成

ドーム内部には 360 度映像が投影されるため、閲覧者は様々な方向に顔を向ける。そのため、一定の方向に顔が向いていることを想定したステレオ環境（左右スピーカーの計 2 基で構成される環境、以下 2ch）では十分な音響効果を得られない。そこで、ドームを囲うようにスピーカーを設置することで閲覧者がどの方向を向いても立体音響効果を得られるのではないかと考察し、ステレオスピーカー 2 組を前後に配置し、斜め前後左右にスピーカーを配置する 4ch 音響環境 (図.3.3) の構築に取り組んだ。

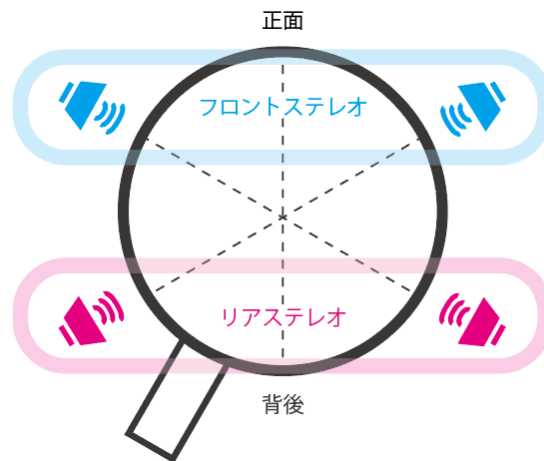


図 3.3 4ch 環境のスピーカーの配置図

(※文責: 今利仁)

## 4ch 環境の構築

上映に利用するノート PC には一般的な 2ch 用の出力端子しかないため、最大 7.1ch 出力が可能な小型の USB オーディオデバイスを新たに用意した。スピーカーは、前年度から利用していたステレオスピーカーと同型のものを追加し、ステレオスピーカー 2 組による 4ch 環境とすることで運搬・設置の容易さを確保した。

(※文責: 今利仁)

## 4ch 音源を含む動画ファイルの書き出し

移動式プラネタリウムでは、プロジェクタと魚眼レンズを組み合わせた簡易投影機を利用して、ノート PC から映像を再生している。映像を再生するために利用しているソフトウェアである domeProjector での 4ch 音源の再生が可能かどうかの調査を行った。domeProjector は C++ で記述されており、映像・音声の再生には openFrameworks の関数群を利用している。ドキュメントによると openFrameworks では 4ch 音源の再生に対応しているが、domeProjector での 4ch 音源の再生は確認出来なかった。

(※文責: 今利仁)

## 3.3 中間発表

7月14日に中間発表を行った。発表の内容について以下に記載する。

(※文責: 弓拓海)

### ポスター

ポスターは、ポスターセッション用に1枚とサブポスター2枚の計3枚をA1サイズで制作した。ポスターの内容はポスターのみで本プロジェクトの活動内容の全体が把握できるようなものを目標に制作した。

**メインポスター** 初めに、本プロジェクトの目的を記述した。安価で可搬性の高いエアードームと投影システムを使い、函館市民と連携をしながら、プラネタリウム上映会を行うことを述べた。また、今年度は音響を重視して活動することを示した。移動式プラネタリウムの概要では、大まかにプラネタリウムで上映するにあたっての機材を述べた。前期の活動では、グループを二つに分けたのでそれぞれについて簡単に記載した。Aグループでは、動画制作について述べた。Bグループでは、4chの環境について述べた。また、前期の活動として立体音響のワークショップについても記載した。最後に今後の展望を記載した。

**サブポスター** 上記で記載した、グループで行った活動について図や写真を多用し詳しく解説した。内容を一目で理解してもらえるように、文章をほぼ使わずに図や写真で流れをわかるようにした。

(※文責: 弓拓海)

### プレゼンテーション

中間発表のプレゼンテーションは、ドーム内でスライドと前期の制作物を利用して行った。発表は4人のプロジェクトメンバーで行った。全体と各グループの説明を2人で発表した。また、各グループの制作物を2人で発表した。プレゼンテーションの流れは次のようになる。プロジェクトの目的、移動式プラネタリウムの概要、プロジェクトの課題、Aグループの活動と制作過程、Bグループの活動と制作過程、ワークショップの内容、今後の展望について述べた。説明が終わった後

# Acoustic Planetarium



図 3.4 メインポスター



図 3.5 サブポスター

に、質疑応答をした。

(※文責: 弓拓海)

## 中間発表の評価

観覧者にプレゼンテーションの評価をしてもらった。評価内容として、発表技術と発表内容である。それぞれ 1 から 10 の 10 段階で評価してもらった。また、コメント欄を設けてコメントをもらった。コメント内容は、実際に使われているドームでの発表が良かった、前期成果物を見ることができたなどいただくことができた。しかし、専門用語の説明が欲しかったなど意見もいただくことができた。有効票数は 46 票、10 段階評価で平均はプレゼンテーションの発表技術評価が 7.65、発表内容の評価が 7.46 となった。評価の割合は以下の図.3.6 の通りである。

(※文責: 弓拓海)

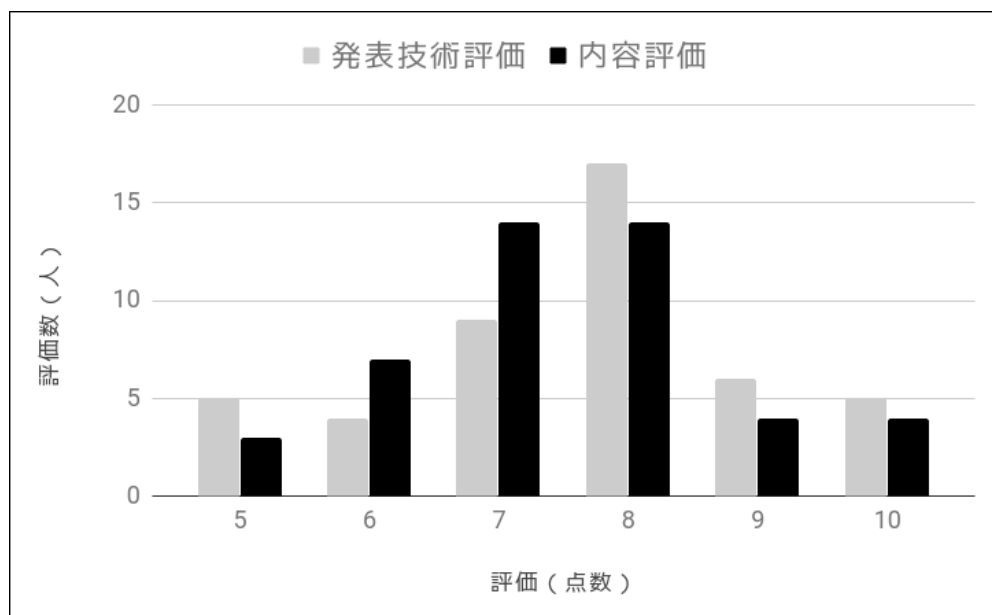


図 3.6 中間発表会における評価の割合



## 第 4 章 前期活動における成果

### 4.1 【A グループ】

#### 4.1.1 前期成果物

A グループでは、小学校低学年向けにプラネタリウム番組の一部を制作した。プラネタリウム番組は 12 星座の神話についての内容をテーマとし、制作した。番組内では 3 つの星座についての紹介を目標とし、前期活動では 1 星座分の映像が完成し、残りの 2 星座分はライカリールまで完成しており、後は編集を残すだけとなっている。その際、映像内で紹介する 3 つの星座は小学生に受けそうなものをグループ内で話し合い選んだ。星座の神話についての内容をテーマにしているため、インターネットや書籍などをするなどをし、星座やその神話についての下調べを行ってから映像の制作を開始した。映像番組の流れとしては初めに導入、次にかに座、しし座、いて座の順に劇のような会話形式で星座の神話の説明をする形に決定した。その際に、フリーソフトの Stellarium やプロジェクトで自作したイラストなどを使用した。

(※文責: 関根壮汰)

#### 4.1.2 前期成果物の制作体制

映像番組を制作するにあたって、作業効率を向上させるためにグループ内で役割分担を行い、基本的にその役割ごとに分かれて個人作業を行い、必要に応じてグループ内で集まって活動を行った。役割を分担して活動することによって、メンバー間で足並みをそろえる必要がなくなりスケジュール管理が容易になるといったメリットがあげられた。しかし、問題が発生した際にほかのメンバーと協力ができず各自で解決しなければならないといったデメリットがあげられました。また、今後このようなプロジェクト単位の活動を行う際には、各役割の担当の他に全体の統括のような役割の人物を置くことで、上記のデメリットを改善することができると考えられる。

(※文責: 関根壮汰)

#### 4.1.3 前期成果物の問題点

成果物は小学校低学年を対象に作成したため、成果物の内容面での問題点を見つけるためには小学生からのフィードバックが必要である。そのため、後期活動では映像番組が完成次第上映会を行うことでフィードバックを得ようと考えている。また、進捗面での問題点としては、素材自体はあるものの編集作業が終わっていないため完成に至っていないことや、それに伴い B グループとの最終調整などが終わっていないことがあげられる。ほかにはエアドームの改修やドーム内の温度の調整方法など後期活動での見直しが必要であると思われる。

(※文責: 関根壮汰)

#### 4.1.4 前期活動総括

上映会などで発表する映像番組が完成せず、実際に上映することができなかったのが当初の目的であった「プラネタリウムを函館市民に届ける」ことは達成できなかったが、後期活動では映像番組を完成させ上映することで達成できると考えている。作業に関しては、はじめのうちは手探り状態だったため多くの時間を費やしてしまったが、終盤ではメンバー間の話し合いも多くなってきたこともあり作業速度も上がってきていたように見えた。その一方で、メンバー間や担当教員との間で話の食い違いなどが多くみられたため、後期活動では他のメンバーに頼り切るのではなく、各々が積極的に連絡を取りあい、スケジュールを管理することで反省点を改善していきたいと考えている。成果物に関しては、編集技術が未熟なこともありまだクオリティを上げることができるところもあるが、視聴者に対する工夫などもあり前期の成果物としては及第点であると考えている。後期活動では、前期活動での活動を踏まえて反省点を改善していきたいと考えている。

(※文責: 関根壮汰)

## 4.2 【B グループ】

### 4.2.1 前期成果物

#### スピーカースタンド

高さ 1.5m の高さから斜め下の方向にスピーカーを向けるスタンドの作成を行った。既存のスピーカースタンドでは、重さによる利便性の低下や、金銭面でのお手軽さの低下などで問題がある為、安価な素材を組み合わせてスピーカースタンドを制作することにした。MDF で作成したスピーカーホルダーと、照明用の三脚を組み合わせて制作した。MDF の加工にはレーザーカッターを使用した。実際に作成したスピーカースタンドが以下の図.4.1 である。

(※文責: 大西花恋)

### 大黒淳一さんによる特別講演、ワークショップでの習得知識

大黒淳一さんによる特別講演では、音の基礎から立体音響として聞こえる仕組み、さらには立体音響効果を生み出す技術について教わった。一般に立体音響効果を生み出す方法には、5.1ch 等多数のスピーカーを用いるサラウンド方式と、2 実際に鼓膜に入る波形をダミーヘッドマイクや数式を用いて音源化し 2ch で再生することで立体音響効果を得るバイノーラル方式がある。講演内で大黒さんの機材をお借りし、簡易的なバイノーラル方式での録音と立体音響効果を体験した。ワークショップでは、まず立体音響効果を活かすシナリオ作成を行った。ストーリーをもたせることで、立体音響による効果音がより際立つことを教わった。その後、考えたストーリーを元に効果音として足音とセリフを録音した。その後、波形編集ソフトウェアの Audacity を用いてノイズの除去、不必要な音声部分のカット作業を体験した。最後は実際にエアドームを建て、Ableton Live というソフトウェアを用いて 4ch 立体音響のデモを行った。4ch のようなマルチチャンネルに対応したソフトウェアの情報は少なく、一連の流れを実際に体験できたため非常に参考になった。

(※文責: 今利仁)



図 4.1 作成したスピーカースタンド

## 第 5 章 後期活動

本章では、後期における活動の詳細を記載する。

### 5.1 後期活動概要

後期では前期の動画班と音響班が統合し、メンバー全員で函館市の子供たちに発表するプラネタリウム番組の制作と、成果発表に使用する動画の制作にあたった。前期の活動で各メンバーの役割分担が決まっていたため、後期は個々に分かれての作業が主になった。次節では、本プロジェクトで作成したプラネタリウム番組の課題と制作手順、及び上映会の詳細について記載する。

(※文責: 神田世理夏)

### 5.2 後期活動の手順

後期での立体音響の検証とプラネタリウムの番組制作について具体的な手順を以下に記載する。

#### 1. プラネタリウム番組の制作

解決過程：前期に引き続き、プラネタリウム番組の制作を行う。制作とともに、動画の問題点や改善点を見つけ出し、より良いプラネタリウム番組にする。

#### 2. 4ch におけるドーム音響問題の改善

解決過程：前期の活動を踏まえて 4ch におけるドーム音響問題の改善を行う。具体的には 4ch に聞こえないという問題に対して、原因の調査と改善を行う。

#### 3. 4ch 音源を含む動画ファイルの作成

解決過程：

(※文責: 大西花恋)

#### 5.2.1 後期の制作課題

#### 5.2.2 4ch におけるドーム音響問題の改善

中間発表において、4ch 立体音響の再生を行ったところ、立体音響を感じられなかったと答えた人が一定数いた。前期においては、立体音響に感じられなかった原因の解明までには至らなかったため、前期に引き続き原因の調査を行った。中間発表のアンケート調査の結果や、実際にドームを建てて調査を行った結果から、各スピーカーから再生される音のバランスのばらつきが悪影響を及ぼしていることがわかった。

(※文責: 大西花恋)

### 5.2.3 4ch 音源を含む動画ファイルの作成

前期において、4ch 音源を含む動画ファイルの書き出しについては成功したが、ドームにおいての動画ファイルの再生は成功していなかった。Adobe PremierePro を使用し、一部設定を変更することで、4ch オーディオの QuickTime ファイルの再生が可能であることを確認した。具体的には、マルチチャンネルのシーケンスを作成、その後、書き出し設定の変更を行う必要があった。今回は 4ch での再生を行うため、オーディオチャンネル形式をマルチチャンネル、チャンネル数を 4 に設定し、トラック出力チャンネルの割り当てを行い、オーディオの出力チャンネルをステレオに変更することで 4ch オーディオの QuickTime ファイルの書き出しを行えることを確認。以上からドームにおいて 4ch 音源を含む動画ファイルの再生に成功した。

(※文責: 大西花恋)

## 5.3 成果発表

### 5.3.1 ポスター

メインポスター 1 枚とサブポスター 1 枚を作成した。メインポスターにはプロジェクト全体の目的と 2 つの制作コンテンツの成果、2 つの特別講演の内容と、実施した上映会の集まった人数や使用したコンテンツなどの内容の詳細を記載し、活動内容がわかりやすいポスターを制作した。細かい制作内容は制作コンテンツごとに使用機材などはサブポスターに記載し、見やすいよう工夫をして作成した。

(※文責: 神田世理夏)

### 5.3.2 音響と立体音響映像

立体音響になっている音楽 1 つと動画 1 つを作成した。音楽については、前期との比較をとるため、前期と同じ雨音がドーム外を 360 度地面と平行に一回転する物を用意した。動画については VR 用の 360 度の映像と音楽を撮影及び録音したものをお借りし、ドーム用に映像をドームマスター形式に、音楽を 4ch に加工したものを用意した。

(※文責: 大西花恋)

### 5.3.3 プレゼンテーション

最終発表のプレゼンテーションは、ドーム内でスライドと前期後期の制作物を利用して行った。発表は 3 人のプロジェクトメンバーで行った。プロジェクト全体と動画班、音響班の内容を 2 人で発表した。プレゼンテーションの流れは次のようになる。プロジェクトの目標、ワークショップの内容、移動式プラネタリウムの概要、プロジェクトの課題、映像班の活動と制作過程、音響班の活動と制作過程の順である。制作物は、動画班と映像班の発表が終わった後に行った。

(※文責: 弓拓海)

### 5.3.4 成果発表の評価

12月7日に最終発表を行った。発表は発表時間15分準備5分の計20分間を6回行った。発表にはスライドを作成し、動画班と音響班合わせて2分のダイジェスト映像を使いドーム内で発表を行った。また、メインポスター1枚とサブポスター1枚をドームの外に配置した。発表評価シートを作成しフィードバックを受け取った。

(※文責: 神田世理夏)

## 5.4 後期上映会

### 5.4.1 後期上映会概要

本項ではNPO法人「函館プラネタリウムの会」に協力する形で課外活動として児童館で行った上映会について記載する。

(※文責: 弓拓海)

## 5.5 後期上映会結果

本プロジェクトは、後期に計4回の出張上映会を行った。本項は、それぞれの施設での上映内容や結果を記載する。

### 5.5.1 山の手児童館出張上映

2018年9月29日に山の手児童館にて計4回の上映を行った。使用したドームは直径5.6m、高さ4.15mの五号基にて上映し、観客者は合計80名だった。上映内容は、NASAなどが制作した普段は見るできない星たちのプラネタリウム番組と、昨年度制作された冬のプラネタリウム番組である。また、最後には3D影絵を行った。結果として、一番盛り上がっていたのは、3D影絵だった。プラネタリウム番組でもそうだったが、大きな動きがあるところでは、より盛り上がりを見せていた。

### 5.5.2 旭岡児童館出張上映

2018年11月10日に旭岡児童館にて計4回の上映を行った。使用したドームを五号基にて上映し、観客者は合計90名だった。上映内容は、NASAなどが制作した普段は見るできない星たちのプラネタリウム番組と、昨年度制作された秋のプラネタリウム番組である。最後に3D影絵も行った。会場では、大きな盛り上がりが見られた。そのため、司会者が合図である音楽を聴くことができない状態になったが、外にいた音響の人がそれを察知し音量を上げることで問題を解決した。

### 5.5.3 古手母と子の家出張上映

2018年12月8日に古川母と子の家にて3回の上映を行った。使用したドームは直径4m、高さ2.8mの三号基にて上映し、観客者は合計60名だった。上映内容は、旭岡児童館と同じだった。前回の上映会で挙がっていた問題点である音量問題は今回の上映会で、外から聞いていて少し大きいぐらいが良いことが分かった。音量の問題もなく、盛り上がっていた。

### 5.5.4 函館コミュニティプラザ G スクエア出張上映

2018年12月23日から24日の2日間に函館コミュニティプラザ G スクエアにて20回の上映を行った。使用したドームは三号基にて上映し、観客者は合計200名だった。上映内容は、NASAなどが制作した普段は見るできない星たちのプラネタリウム番組と、昨年度制作された冬のプラネタリウム番組である。また、最後には3D影絵を行った。会場では、来場者の移動や観覧中の配慮として、設営段階でドーム出入口とドーム内に座布団を敷くなどの対策を行った。座布団を敷くことにより来場者自らが座布団の上に座るので、ドーム内の誘導がスムーズに行うことができた。休憩時間が10分だったので、空気の入替えが十分に足りてない時間帯があった。そのため、熱による機材への負荷がいつもよりあり、一度だけ番組が停止したことがあった。PCの再起動により再生することができ、初めから番組を再生することで解決した。次回普段より回数の多い上映を行う場合は、空気の入替えを行うことと、機材トラブル時の入替えをスムーズに行えるような対策をとる必要がある。上映会場内は、子どもも大人も楽しんでいたように感じた。

(※文責: 弓拓海)

## 第 6 章 後期活動における成果

### 6.1 後期成果物

#### 6.1.1 動画

前期活動において制作したプラネタリウムの映像を完成させ、鑑賞及び再考した際に、映像の内容が天体の学習に適切ではない等の意見が出された。そのため、後期活動では今一度、どのような内容ならば小中学生の天体の学習の手助けをすることができるのかを検討、討論し、前期活動で会得した映像制作技術と編集技術を用いて映像番組を作り直すところから始めた。

映像番組を作り直すにあたって、まずはどのような内容ならば天体の学習に適切なのかをグループメンバー全員で話し合った。しかし、言葉だけでは具体的な内容が分かりづかったため簡単に試作品を作成し、そこからリテイクを繰り返すことで完成に近づけていくという形を取った。そこで問題となったのは、作ってはリテイクを繰り返すため時間がかかり作業の進行が遅れてしまうことであった。この問題を解決するために、動画の作成を 2 人で行い、他のメンバーで別のコンテンツを制作することで作業の進行速度の問題を解決した。

最終的な映像番組の内容は、前期からあった 12 星座の神話というテーマを変更することなく、解説する星座の種類を減らすことで空いた時間に、その星座の見える季節や方角、夏の大三角などの有名な星群や近隣の星座などの見つけるための目印になるような情報の説明を星座の神話の紹介の前に入れることによって、前期活動で作ったテーマを変更することなく天体の学習ができるような映像番組に仕上げることができた。そして、映像の内容変更に伴い、映像番組内で使用するための音声も新規で録音しなおした。

映像の制作については、1 人が基本となる映像を Stellarium というフリーソフト内でスクリプトを組むことで動かし、その動きを Windows10 に備え付けられているスクリーンキャプチャ用のソフトで録画した。そして、もう 1 人は aviutl というフリーの動画編集ソフトを用いて、前期活動で描いたイラストと Audacity というフリーソフトで録音した音声、基本の映像を編集することで制作した。

(※文責: 関根壮太)

#### 6.1.2 音響

##### 4ch におけるドーム音響問題の改善

中間発表において、4ch 立体音響の再生を行ったところ、立体音響を感じられなかったと答えた人が一定数いた。前期においては、立体音響に感じられなかった原因の解明までには至らなかったため、前期に引き続き調査を行った。中間発表のアンケートの結果や、実際にドームを建てて調査を行った結果から、音量がスピーカーごとにかかなりの差があり、それが立体音響を感じさせにくくする原因ではないかという結論に至った。以上から、配置の変更や一部器具の変更を行い、スピーカーの音量バランスを改善させた。しかし、配置や器具の変更だけではまだ音量バランスの崩れが生じるため、ハードウェアだけでなくソフトウェア、具体的には再生するためのプレイヤーなどが



らも音量バランスの調整が行えるようにするのが望ましいのではないか、というのが現在の見解である。

(※文責: 大西花恋)

## 6.2 ワークショップ -ヒゲキタさん-

工房ヒゲキタとして3D映像の全国出張と工作教室の出張指導を行っているヒゲキタさんを大学へ招き、特別講演とワークショップを行った。ヒゲキタさんは手作りプラネタリウムの立案者であり、本プロジェクトとも関係が深い。ワークショップでは実際にエアドームを建て、ドーム内で赤と青のLEDを用い3D影絵の実演を行った。迫力のある影絵の見せ方を学び、ヒゲキタさん自身の来歴や移動型エアドームを用いた移動式プラネタリウムを作るに至った経緯等をお聞きした。

(※文責: 神田世理夏)

## 第 7 章 グループメンバーの自己評価

### 7.1 大西花恋の評価

移動式プラネタリウムの音響問題の解決や 4ch 再生環境の構築を行った。音響問題の解決では、スピーカーから再生される音がドームの壁にぶつかることによって二重三重に聞こえるなどといった問題について、ドーム外高さ 2m の高さからドーム中央の地面にスピーカーを向けることによって音の反響が起こりにくくなるように工夫した。この工夫のために、学部 2 年で学んだレーザーカッターの技術を使い、特殊な形のスピーカースタンドを製作。具体的にはドームの大きさなどが多少変化しても、スピーカーの角度をドームごとに調整できるようにした。4ch 再生環境については、オーディオ関連に詳しいプロジェクトメンバーから様々な基本的な知識を学びながら、4ch 再生環境の構築方法や 4ch 音源の作成方法について調査した。最終的には 4ch 再生環境と 4ch 音源が粗削りなものではあれど完成し、移動式プラネタリウムにおける 4ch 対応動画の再生に成功した。一年間を通して、これらのさまざま活動に積極的に参加した結果、一年前の自分と比べると少しは音響に関する知識や未解決部分へのアプローチの方法が身に付いたと思う。しかし、個人での作業が目立ち、誰かと協力して問題解決に挑むということん位はあまり積極的に慣れていなかった。ので、それらに関しては何か別の機会に頑張れたらと思う。

(※文責: 大西花恋)

### 7.2 弓拓海の評価

前期の活動では、ライカリール制作の動画編集に深く携わった。他にも、班全体で取り組んだことは、シナリオ制作、絵コンテ制作、音声の録音である。動画編集では、キャラクターの移動とアニメーションの追加をしました。また、完成した動画をドームマスター形式にするために、極座標変換をした。今後は、より小学生に親しみを持ってもらえるように工夫のある動画編集をしていきたいと思った。シナリオ制作では、みんなと意見を出し合い、小学生に親しみを持ってもらうをテーマに、良いシナリオができたと思う。絵コンテでは、各それぞれの良い要素を抜き出し、一つの絵コンテを制作することができた。グループ活動では、それぞれの長所を生かし分担して作業をすることができた。後期も、前期同様グループ活動を意識して頑張りたい。後期の活動では、主に動画編集に携わった。話し合いの結果、前期で作成した動画をより良いものにすることが決まったので多くの時間を編集にあてた。どの名前の星なのかや、星座の見つけ方をどうしたら探しやすいのかを考えながら作成した。話し合いを続けた結果、後期全ての時間を費やすことになった。プロジェクト内で他にも制作する予定はありましたが、動画が完成しなかったので制作することができなかった。これを通して、先を見通して行動する力が必要だと思った。この動画を見る人は、これを見て何の情報が必要なのかを推測しながら編集した方が良いと思った。

(※文責: 弓拓海)

### 7.3 関根壮汰の評価

前期活動では動画制作の知識がない状態から始まり、初見のソフトウェアを用いてスクリプトを組み上げ、映像の具体的な内容を話し合うなどして学習能力やディスカッション能力の向上などの成果を得られたが、学習に時間をかけすぎてしまいグループメンバーに負担をかけてしまう場面もあり、もっと計画的にスケジュールを組み作業を行うべきだと反省し今後の目標とした。後期活動では前期活動で作成していた映像番組の内容が当初の基準に到達していないとの意見が出たため、前期で学んだスクリプトの知識を活かして主に映像番組のリメイクを繰り返しており、個人作業が大部分であったため、あまりグループ作業には参加できなかった。また、別の作業をしていた他のメンバーの進捗や内容をあまり把握できておらず他のメンバーの作業をあまり手伝うことができなかった点が悔やまれるため、今後はしっかりと作業内容を話しあい相互に協力できるよう行動していきたい。

(※文責: 関根壮汰)

### 7.4 神田世理夏の評価

前期の活動では、原稿の作成と動画の制作に必要なイラストの制作をした。原稿の作成では、複数の文献を読みまとめる作業を行う際に文献が正確であるかどうかを気を付けた。しかし計画性が足りず、作業途中に原稿を書き換えることになったことは反省点である。イラストの制作は、環境が整っている自宅で行い、十分な成果物が得られた。プロジェクトの中で必要になるものを考え、制作に移ることで新しい経験を得ることができた。後期の活動では、新規コンテンツに向けて3Dに対応した映像の作成方法や、AfterEffectsでのモーショングラフィックスの作成方法について調べていたが、新規コンテンツ自体の着手にまで至らなかったため手を余すことが多かった。後期は個人作業が多く協力が必要になる領域が少なかったため、自分で何らかの目標を設定し作業を進めるべきだと感じた。

(※文責: 神田世理夏)

### 7.5 多田歩の評価

実験から得られたデータをもとにスピーカーの位置や使う数を決めることができた。しかし、中間発表で4ch立体音響のデモを行った際「雨音を回転させる」音声聞きづらいという感想が目立ったため改善が必要である。

(※文責: 多田歩)

## 第 8 章 プロジェクトの運営体制

### 8.1 組織体制

本プロジェクトは学生 6 人と担当教員 2 人で運営されていたが、最終的に学生が 2 人抜け、学生 4 人と担当教員 2 人で運営された。前期活動では、プロジェクトを映像担当の A グループと音響担当の B グループの 2 グループに分けて活動した。また、プロジェクトメンバーの中からプロジェクトリーダーを 1 人、A、B グループの両グループの中からグループリーダーを 1 人ずつ選出し、担当教員への進捗報告などは各グループリーダーを中心に行い、ミーティングの進行や全体の予定の管理などはプロジェクトリーダーが行った。後期活動では、前述のとおり学生数が減ったためグループを 1 つにまとめグループリーダー 1 人、サブリーダー 2 人の体制に変更し進捗の報告は各担当が行い、全体の進行をグループリーダーが行い、その他の週報の提出などの作業をサブリーダーが行った。

(※文責: 関根壮汰)

### 8.2 プロジェクト内の連絡手段

本プロジェクトでの連絡手段は主に 4 個あった。使用した手段は以下のとおりである。

- プロジェクトミーティング
- Slack
- Google Drive
- LINE

以下これらの用途について述べる。

#### プロジェクトミーティング

金曜日のプロジェクト開始時に、メンバー全員と担当教員によるミーティングを開き、プロジェクトリーダーとグループリーダーを中心に 1 週間の活動内容の振り返りや今後の予定、各自の進捗などを報告し、担当教員やメンバーからフィードバックを受けることで改善点や今後の方向性などを決めていった。

#### Slack

Slack は小規模なチームでの利用を想定し、用途ごとに複数のグループスペースを作成、管理することができる基本無料のオンラインサービスである。グループにはプロジェクトメンバー 6 人と担当教員 2 人が参加しており、主に学生と教員間の連絡、成果物や情報の共有などに利用した。

## Google Drive

Google Drive はファイルの共有が可能な基本無料のオンラインストレージである。各グループでのファイルの共有に利用したほか、1つの文章を複数人がリアルタイムで編集できる機能を用いて話し合いに利用した。

## LINE

LINE はスマートフォンなどの携帯電話やパソコンに対応している、個人間またはグループ間でのテキストチャットやインターネット通話などの多機能を有する基本無料のアプリケーションである。プロジェクト全体、及び各グループで会話グループを作成し、比較的急ぎの案件や気軽な情報の共有などに利用した。

(※文責: 関根壮汰)

### 8.3 プロジェクト内での安全確保手段

本プロジェクトで使用している移動式エアドームは、農業用ポリエチレンで制作されているため発火する可能性がある。そのため、 소화スプレーの用意や、ドームを切り開くためのカッターの携帯、脱出経路の確認などを行い、上映中などドームの中に人が入っている状態で発火した際の対策を取った。ほかにも、季節によってはドームの内部が非常に高温になるため、ドーム内部の温度を下げるためのクーラーの設置や、水分補給のための飲料水の携帯など暑さに対する対策を行った。

(※文責: 関根壮汰)

## 第 9 章 未解決課題と今後の展望

### 9.1 未解決課題

4ch 立体音響において、Adobe PremierePro を用いて 4ch を含む動画ファイルの書き出しを行った。しかし、この方法は音響に関する知識がある一定以上必要であり、初心者が気軽に始められるものではない為、新規の立体音響を導入したプラネタリウム番組を作成するハードルが高くなってしまっている。今後の立体音響を導入した移動式プラネタリウムの展開を考えるとすれば、より簡易なプラネタリウム番組の制作方法を探し出す必要があるのではと考える。また、音響関連の機材が移動式プラネタリウムの良さである移動の簡単さを損なっている。そのため、現在の音響関連の機材については検討の余地がある。もし仮に現在のスピーカーを外に四つ配置する方法を今後も継続するのであれば、スピーカー数と機材が増えた事により移動式プラネタリウム周辺の配線が複雑になり、設置の容易さが損なわれているため、使用するケーブル類の長さを適切なものに替える、ケーブル整理用の小物を利用する等配線を簡易化する工夫が必要である。

(※文責: 大西花恋)

### 9.2 来年への展望

今年度の反省点として、ドームで流す映像の完成が遅れてしまい上映会等であまり流すことができなかったことを踏まえて、前期の早いうちに映像番組を作り、積極的に上映会を行うことが望まれる。そのほか、今年度もメインで使っているエアドームの修繕を行うことができなかったため、修繕もしくは新規に制作することでエアドームの状態を改善することが望まれる。また、今年度の課題であった音響面では、機材不足や経験不足などもありデータの収集に時間をかけてしまい動画と合わせるところまで行くことができなかった。そのため今年度で得られた情報を用いて、よりよいドームコンテンツを作成してもらうほか、今年度までの制作物とは違った新しいコンテンツ制作への挑戦などが来年度への展望としてあげられる。

(※文責: 関根壮太)