

# 学生食堂空間の吸音力評価

九州産業大学建築都市工学部 住居・インテリア学科  
居住環境デザインゼミナール香川治美研究室 18UH031 近藤旦飛

## 研究目的

本研究の目的は、学生食堂空間の吸音力を評価することである。  
そのために、数値シミュレーションにより学生食堂全体の吸音力を定量的に把握する。吸音材施工前後の空間の音響性能を比較し、評価する。

## 研究背景

学生食堂内の話し声、椅子を引く音、洗浄音などを騒音に感じている利用者がいる。コンサートホールや道路等の騒音調査は多く見られるが、学生食堂の調査報告は少ない。  
また、学生食堂の吸音力の調査結果は少ない。

## 既往研究

松尾昌美 古屋浩 藤本一壽  
音源の指向性が室内音場評価に与える影響  
幾何音響シミュレーションによる検討  
都市・建築学研究  
九州大学大学院人間環境学研究院紀要

西山恭平 黒木荘一郎  
指向性音源を用いた場合の  
幾何音響シミュレーションによる検討  
日本建築学会九州支部研究報告  
演奏者にとって好ましい舞台形状に関する研究

・J-GLOBAL ID:201802210567251279  
発行国: オランダ (NLD) 発行年: 2018年  
学校食堂の音響性能に関する問題

・2015室内音環境測定報告書 A保育園  
保育室内残響時間及び  
室内音環境連続測定報告書  
平成 27 年 10 月 20 日  
同志社大学赤ちゃん学研究センター

日本の学生食堂の音環境調査報告は見当たらない

木村 悠  
学生食堂空間の音響性能評価  
九州産業大学建築都市工学部 住居・インテリア学科  
居住環境デザインゼミナール 香川治美研究室

・音に関する測定データ以外の、環境物理量の測定データが一定であることを確認した。  
・等価騒音レベルはどの測定日においても、平均値は約67dB(A)、最大値は約73dB(A)、最小値は約63dB(A)であり、コーヒESHOPやファミリーレストランなどと同等であった。  
・学食の場所により、音圧レベルの差はほとんどなかったが、入口付近の測定点は他の位置と比べ、250Hz、1kHzが1~2dBほど高かった。  
・ホワイトノイズ2kHz帯は他の周波数と比べ音圧レベルが高い傾向にあった。

## 実験方法

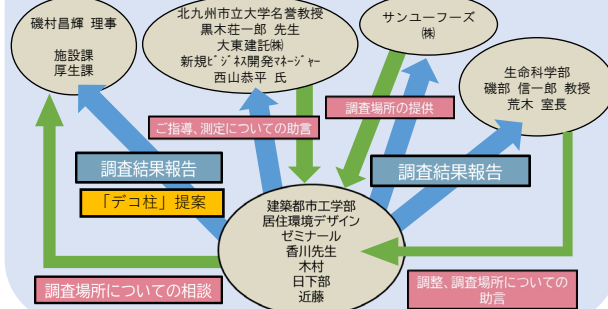
・学食(アルテリア)の寸法測定  
・内装材料の吸音率を集める  
・吸音力を求めるプログラムの作成  
・数値シミュレーションにより、内装材料の違いによる吸音力の差を予測する

・施工前の学食の吸音力の測定

・「デコ柱」の開発・施工

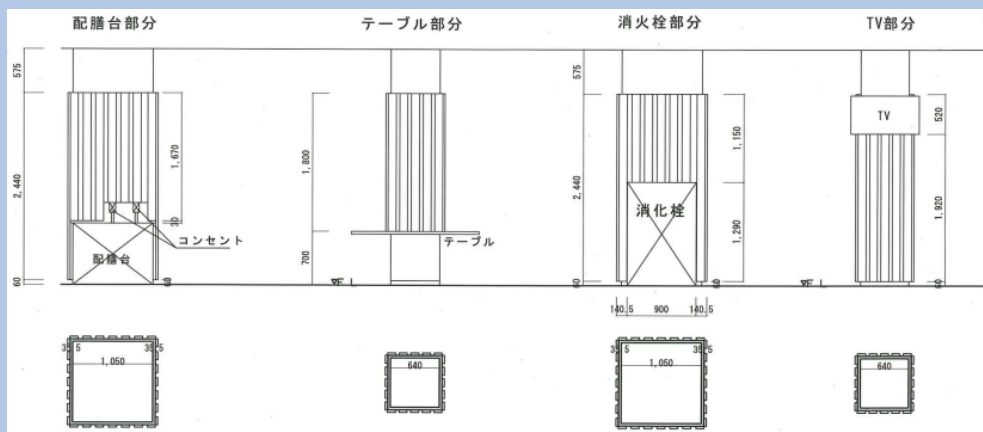
・施工後の学食の吸音力の測定  
・予測値と測定値をもとに「デコ柱」の効果を定量的に検証する

## 連携体制



## 学生食堂の概要

調査場所: 中央会館  
1階学生食堂(アルテリア)  
床面積: 1,123.30㎡  
室容積: 3369.9㎡



## 装飾柱「デコ柱」開発

アルテリアの柱を吸音材で覆い有孔板と杉材で囲う。これにより、アルテリアでの会話がよりしやすくなる効果が期待できる。木の柱に直接塗ったり、印刷シートを貼り付けたり表現が可能。木の柱は交換可能。



## 吸音力とは

音を吸収する能力。音が吸収される割合を示す  
吸音率と材料の表面積を掛けた値で表される。

### 【吸音力Aの公式】

$$A = \alpha S$$

A: 吸音力[m<sup>2</sup>(メートルセービン)]

$\alpha$ : 吸音率[-]

S: 材料の表面積[m<sup>2</sup>]

## アルテリアの吸音力の求め方



内装材料ごとの  
表面積  
(壁・天井・床・柱)



内装材料ごとの  
吸音率  
(参考文献)



室全体の  
吸音力

## アルテリアの表面積

### 北壁の表面積

自動ドア部分: ガラス

$$3000 \times 3800 = 11400000$$

$$3000 \times 3700 = 11100000$$

その他ガラス張り部分: ガラス

$$3000 \times \{(2000 \times 6) + (60 \times 4) + (100 \times 2) + 1703 + 1485\} \\ = 47424000$$

合計 69384000mm<sup>2</sup>

### 東壁の表面積

北自動ドア側面部分: ガラス

$$3000 \times 2900 = 8700000\text{mm}^2$$

フードコート受け取り口: AEP

$$(5500 \times (3000 - 1300)) \times 2 = 18700000\text{mm}^2$$

$$5300 \times (3000 - 1300) = 9010000\text{mm}^2$$

その他壁部分: AEP

$$3000 \times (6000 + 6000 + 6000 + 2600 + 2400 + 3900) \\ = 80700000\text{mm}^2$$

合計 108410000mm<sup>2</sup>

### 床面の表面積

全体の床表面積 1123300000mm<sup>2</sup>

柱: AEP

$$\text{Aタイプ } 1050 \times 1040 \times 18 = 19656000\text{mm}^2$$

$$\text{Bタイプ } 640 \times 645 \times 3 = 1238400\text{mm}^2$$

計 20894400mm<sup>2</sup>

中央の仕切り壁: 木製

$$4250 \times 500 \times 2 = 4250000\text{mm}^2$$

$$5630 \times 500 = 2815000\text{mm}^2$$

計 7065000mm<sup>2</sup>

本来の床面の表面積: 塗床

$$1123300000 - (20894400 + 7065000)$$

$$= 1,097,874,100\text{mm}^2$$

合計 1,097,874,100mm<sup>2</sup>

### 柱の表面積

Aタイプ: AEP

$$1040 \times 3015 \times 2 = 6271200$$

$$1050 \times 3015 \times 2 = 6331500$$

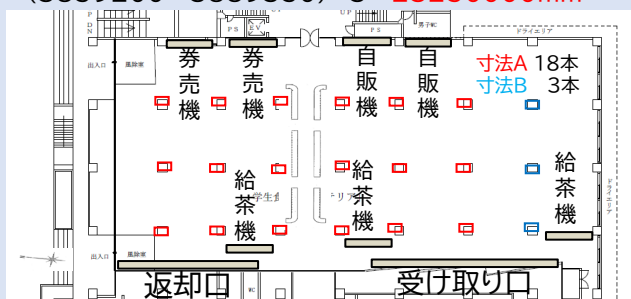
$$(6271200 + 6331500) \times 18 = 226850000\text{mm}^2$$

Bタイプ: AEP

$$640 \times 3015 \times 2 = 3859200$$

$$645 \times 3015 \times 2 = 3889350$$

$$(3859200 + 3889350) \times 3 = 23250000\text{mm}^2$$



### 南壁の表面積

ガラス張り部分: ガラス

$$(3000 \times 4975) \times 3 = 44775000$$

$$(3000 \times 5350) = 16050000$$

その他壁部分: AEP

$$76800000 - 60825000 = 15975000\text{mm}^2$$

合計 15975000mm<sup>2</sup>

### 西壁の表面積

天井(2500)壁部分: AEP

$$2500 \times (6500 + 6500 + 7000 + 6000 + 6000 \\ + 6000 + 1465 + 525) \\ = 99975000\text{mm}^2$$

天井(3000)壁部分: AEP

$$3000 \times 450 = 1350000\text{mm}^2$$

合計 101325000mm<sup>2</sup>

柱部分: AEP

$$1050 \times 2500 \times 5 = 13125000\text{mm}^2$$

$$645 \times 2500 = 1612500\text{mm}^2$$

合計 14737500mm<sup>2</sup>

北自動ドア側面部分: ガラス

$$3000 \times 2900 = 8700000\text{mm}^2$$

西自動ドア: ガラス

$$2500 \times 4535 = 11337500\text{mm}^2$$

合計 20037500mm<sup>2</sup>

### 天井の表面積

光天井

$$((2750 + 6400 + 6400) \times 3915) \times 2 \\ = 121756500\text{mm}^2$$

木調ルーバー: 木製

$$(16920 \times 150) \times 124 = 314712000\text{mm}^2$$

Aタイプ柱 1050×1040×6=6552000mm<sup>2</sup>

Bタイプ柱 640×645×3=1238400mm<sup>2</sup>

トップライト 1300×1300×5=8,450,000mm<sup>2</sup>

$$314712000 - (6552000 + 1238400 + 8450000) \\ = 298471600\text{mm}^2$$

その他天井部分: AEP

$$1141700000 - 20894400 = 1120805600\text{mm}^2$$

$$1123300000 - (121680000 + 298471600)$$

$$= 703148400\text{mm}^2$$

$$703148400 - (1050 \times 1040 \times 12)$$

$$= 690044400\text{mm}^2$$

## 数値シミュレーションで7ケースの室全体の吸音力を予測

ケース①施工前のアルテリア

ケース②天井にルーバー(杉版)を設置した場合

ケース③天井にウレタンを設置した場合

ケース④天井にルーバー(杉版)と天井にウレタンを設置した場合

ケース⑤柱に穴あき版と杉版を設置した場合

ケース⑥柱にウレタンフォームを設置した場合

ケース⑦柱に穴あき版と杉版とウレタンフォームを設置した場合

CASE1  
施工前のアルテリアの吸音力

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 250hz | 439.02m <sup>2</sup> |
| 500hz | 651.97m <sup>2</sup> |
| 1Khz  | 888.67m <sup>2</sup> |
| 2Khz  | 736.10m <sup>2</sup> |
| 4Khz  | 481.88m <sup>2</sup> |

AEP:建築塗料記号でアクリルエマル  
ジョンペイントのこと。  
AEP塗装:水性塗料を塗って、壁を仕上  
げてある。

| 中心周波数Hz         |         | 250                       | 500                       | 1K                        | 2K                        | 4K                        |
|-----------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 部位：材料名          | 面積(㎡)   | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ |
| 北壁：ガラス          | 69.384  | 0.06<br>4.16              | 0.04<br>2.78              | 0.03<br>2.08              | 0.02<br>1.39              | 0.02<br>1.39              |
| 南壁：ガラス          | 60.83   | 0.06<br>3.65              | 0.04<br>2.43              | 0.03<br>1.82              | 0.02<br>1.22              | 0.02<br>1.22              |
| 南壁：AEP          | 15.98   | 0.1<br>1.60               | 0.15<br>2.40              | 0.3<br>4.79               | 0.2<br>3.20               | 0.1<br>1.60               |
| 東壁：ガラス          | 8.70    | 0.06<br>0.52              | 0.04<br>0.35              | 0.03<br>0.26              | 0.02<br>0.17              | 0.02<br>0.17              |
| 東壁：AEP          | 108.41  | 0.1<br>10.84              | 0.15<br>16.26             | 0.3<br>32.52              | 0.2<br>21.68              | 0.1<br>10.84              |
| 西壁：ガラス          | 20.04   | 0.06<br>1.20              | 0.04<br>0.80              | 0.03<br>0.60              | 0.02<br>0.40              | 0.02<br>0.40              |
| 西壁：AEP          | 116.06  | 0.10<br>11.61             | 0.15<br>17.41             | 0.30<br>34.82             | 0.20<br>23.21             | 0.10<br>11.61             |
| 光天井：ガラスクロス      | 121.76  | 0.56<br>68.18             | 1.05<br>127.84            | 1.03<br>125.41            | 0.94<br>114.45            | 0.86<br>104.71            |
| 天井(ルーバー)：アルミニウム | 298.47  | 0.30<br>89.54             | 0.70<br>208.93            | 0.95<br>283.55            | 0.95<br>283.55            | 0.60<br>179.08            |
| 天井：AEP          | 690.04  | 0.1<br>69.00              | 0.15<br>103.51            | 0.3<br>207.01             | 0.2<br>138.01             | 0.1<br>69.00              |
| 床：フローリング        | 1097.87 | 0.14<br>153.70            | 0.12<br>131.74            | 0.11<br>120.77            | 0.09<br>98.81             | 0.07<br>76.85             |
| 柱(Aタイプ)：AEP     | 226.85  | 0.1<br>22.68              | 0.15<br>34.03             | 0.3<br>68.05              | 0.2<br>45.37              | 0.1<br>22.68              |
| 柱(Bタイプ)：AEP     | 23.25   | 0.1<br>2.32               | 0.15<br>3.49              | 0.3<br>6.97               | 0.2<br>4.65               | 0.1<br>2.32               |
| 吸音力             | 2857.63 | 439.02                    | 651.97                    | 888.67                    | 736.10                    | 481.88                    |

Case.3  
天井にウレタンを設置した時の吸音力

| 中心周波数Hz     |         | 250                       | 500                       | 1K                        | 2K                        | 4K                        |
|-------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 部位：材料名      | 面積      | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ |
| 北壁：ガラス      | 69.384  | 0.06<br>4.16              | 0.04<br>2.78              | 0.03<br>2.08              | 0.02<br>1.39              | 0.02<br>1.39              |
| 南壁：ガラス      | 60.83   | 0.06<br>3.65              | 0.04<br>2.43              | 0.03<br>1.82              | 0.02<br>1.22              | 0.02<br>1.22              |
| 南壁：AEP      | 15.98   | 0.1<br>1.60               | 0.15<br>2.40              | 0.3<br>4.79               | 0.2<br>3.20               | 0.1<br>1.60               |
| 東壁：ガラス      | 8.70    | 0.06<br>0.52              | 0.04<br>0.35              | 0.03<br>0.26              | 0.02<br>0.17              | 0.02<br>0.17              |
| 東壁：AEP      | 108.41  | 0.1<br>10.84              | 0.15<br>16.26             | 0.3<br>32.52              | 0.2<br>21.68              | 0.1<br>10.84              |
| 西壁：ガラス      | 20.04   | 0.06<br>1.20              | 0.04<br>0.80              | 0.03<br>0.60              | 0.02<br>0.40              | 0.02<br>0.40              |
| 西壁：AEP      | 116.06  | 0.10<br>11.61             | 0.15<br>17.41             | 0.30<br>34.82             | 0.20<br>23.21             | 0.10<br>11.61             |
| 光天井：ガラスクロス  | 121.76  | 0.56<br>68.18             | 1.05<br>127.84            | 1.03<br>125.41            | 0.94<br>114.45            | 0.86<br>104.71            |
| 天井：AEP      | 21.04   | 0.1<br>2.10               | 0.15<br>3.16              | 0.3<br>6.31               | 0.2<br>4.21               | 0.1<br>2.10               |
| 天井：ウレタンフォーム | 988.51  | 0.25<br>247.13            | 0.33<br>326.21            | 0.43<br>425.06            | 0.50<br>494.26            | 0.48<br>474.49            |
| 床：フローリング    | 1097.87 | 0.14<br>153.70            | 0.12<br>131.74            | 0.11<br>120.77            | 0.09<br>98.81             | 0.07<br>76.85             |
| 柱(Aタイプ)：AEP | 226.85  | 0.1<br>22.68              | 0.15<br>34.03             | 0.3<br>68.05              | 0.2<br>45.37              | 0.1<br>22.68              |
| 柱(Bタイプ)：AEP | 23.25   | 0.1<br>2.32               | 0.15<br>3.49              | 0.3<br>6.97               | 0.2<br>4.65               | 0.1<br>2.32               |
| 吸音力         | 2878.68 | 529.71                    | 668.89                    | 829.48                    | 813.01                    | 710.39                    |

Case.1と比べて吸音力が  
121%、103%、93%、110%、147%  
となった

Case.2  
ルーバー(杉板)を設置した時の吸音力

| 中心周波数Hz     |         | 250                       | 500                       | 1K                        | 2K                        | 4K                        |
|-------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 部位：材料名      | 面積(㎡)   | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ |
| 北壁：ガラス      | 69.384  | 0.06<br>4.16              | 0.04<br>2.78              | 0.03<br>2.08              | 0.02<br>1.39              | 0.02<br>1.39              |
| 南壁：ガラス      | 60.83   | 0.06<br>3.65              | 0.04<br>2.43              | 0.03<br>1.82              | 0.02<br>1.22              | 0.02<br>1.22              |
| 南壁：AEP      | 15.98   | 0.1<br>1.60               | 0.15<br>2.40              | 0.3<br>4.79               | 0.2<br>3.20               | 0.1<br>1.60               |
| 東壁：ガラス      | 8.70    | 0.06<br>0.52              | 0.04<br>0.35              | 0.03<br>0.26              | 0.02<br>0.17              | 0.02<br>0.17              |
| 東壁：AEP      | 108.41  | 0.1<br>10.84              | 0.15<br>16.26             | 0.3<br>32.52              | 0.2<br>21.68              | 0.1<br>10.84              |
| 西壁：ガラス      | 20.04   | 0.06<br>1.20              | 0.04<br>0.80              | 0.03<br>0.60              | 0.02<br>0.40              | 0.02<br>0.40              |
| 西壁：AEP      | 116.06  | 0.10<br>11.61             | 0.15<br>17.41             | 0.30<br>34.82             | 0.20<br>23.21             | 0.10<br>11.61             |
| 光天井：ガラスクロス  | 121.76  | 0.56<br>68.18             | 1.05<br>127.84            | 1.03<br>125.41            | 0.94<br>114.45            | 0.86<br>104.71            |
| 天井(ルーバー)：木材 | 298.47  | 0.11<br>32.83             | 0.1<br>29.85              | 0.07<br>20.89             | 0.06<br>17.91             | 0.07<br>20.89             |
| 天井(ルーバー)：木材 | 690.04  | 0.11<br>75.90             | 0.1<br>69.00              | 0.07<br>48.30             | 0.06<br>41.40             | 0.07<br>48.30             |
| 天井：AEP      | 690.04  | 0.1<br>69.00              | 0.15<br>103.51            | 0.3<br>207.01             | 0.2<br>138.01             | 0.1<br>69.00              |
| 床：フローリング    | 1097.87 | 0.14<br>153.70            | 0.12<br>131.74            | 0.11<br>120.77            | 0.09<br>98.81             | 0.07<br>76.85             |
| 柱(Aタイプ)：AEP | 226.85  | 0.1<br>22.68              | 0.15<br>34.03             | 0.3<br>68.05              | 0.2<br>45.37              | 0.1<br>22.68              |
| 柱(Bタイプ)：AEP | 23.25   | 0.1<br>2.32               | 0.15<br>3.49              | 0.3<br>6.97               | 0.2<br>4.65               | 0.1<br>2.32               |
| 吸音力         | 3547.68 | 458.22                    | 541.89                    | 674.32                    | 511.87                    | 372.00                    |

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 250hz | 458.22m <sup>2</sup> |
| 500hz | 541.89m <sup>2</sup> |
| 1Khz  | 674.32m <sup>2</sup> |
| 2Khz  | 511.87m <sup>2</sup> |
| 4Khz  | 372.00m <sup>2</sup> |

Case.1と比べて吸音力が  
104%、83%、76%、70% 77%  
となった

Case.4  
天井にルーバー(杉板)とウレタンを設置した時の吸音力

| 中心周波数Hz     |         | 250                       | 500                       | 1K                        | 2K                        | 4K                        |
|-------------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 部位：材料名      | 面積(㎡)   | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ | $\frac{\alpha}{S \alpha}$ |
| 北壁：ガラス      | 69.384  | 0.06<br>4.16              | 0.04<br>2.78              | 0.03<br>2.08              | 0.02<br>1.39              | 0.02<br>1.39              |
| 南壁：ガラス      | 60.83   | 0.06<br>3.65              | 0.04<br>2.43              | 0.03<br>1.82              | 0.02<br>1.22              | 0.02<br>1.22              |
| 南壁：AEP      | 15.98   | 0.1<br>1.60               | 0.15<br>2.40              | 0.3<br>4.79               | 0.2<br>3.20               | 0.1<br>1.60               |
| 東壁：ガラス      | 8.70    | 0.06<br>0.52              | 0.04<br>0.35              | 0.03<br>0.26              | 0.02<br>0.17              | 0.02<br>0.17              |
| 東壁：AEP      | 108.41  | 0.1<br>10.84              | 0.15<br>16.26             | 0.3<br>32.52              | 0.2<br>21.68              | 0.1<br>10.84              |
| 西壁：ガラス      | 20.04   | 0.06<br>1.20              | 0.04<br>0.80              | 0.03<br>0.60              | 0.02<br>0.40              | 0.02<br>0.40              |
| 西壁：AEP      | 116.06  | 0.10<br>11.61             | 0.15<br>17.41             | 0.30<br>34.82             | 0.20<br>23.21             | 0.10<br>11.61             |
| 光天井：ガラスクロス  | 121.76  | 0.56<br>68.18             | 1.05<br>127.84            | 1.03<br>125.41            | 0.94<br>114.45            | 0.86<br>104.71            |
| 天井：AEP      | 21.04   | 0.1<br>2.10               | 0.15<br>3.16              | 0.3<br>6.31               | 0.2<br>4.21               | 0.1<br>2.10               |
| 天井：ウレタンフォーム | 988.51  | 0.25<br>247.13            | 0.33<br>326.21            | 0.43<br>425.06            | 0.50<br>494.26            | 0.48<br>474.49            |
| 天井(ルーバー)：木材 | 988.51  | 0.04<br>39.54             | 0.04<br>39.54             | 0.05<br>49.43             | 0.04<br>39.54             | 0.07<br>69.20             |
| 床：フローリング    | 1097.87 | 0.14<br>153.70            | 0.12<br>131.74            | 0.11<br>120.77            | 0.09<br>98.81             | 0.07<br>76.85             |
| 柱(Aタイプ)：AEP | 226.85  | 0.1<br>22.68              | 0.15<br>34.03             | 0.3<br>68.05              | 0.2<br>45.37              | 0.1<br>22.68              |
| 柱(Bタイプ)：AEP | 23.25   | 0.1<br>2.32               | 0.15<br>3.49              | 0.3<br>6.97               | 0.2<br>4.65               | 0.1<br>2.32               |
| 吸音力         | 3867.19 | 569.25                    | 708.43                    | 878.91                    | 852.55                    | 779.58                    |

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 250hz | 569.25m <sup>2</sup> |
| 500hz | 708.43m <sup>2</sup> |
| 1Khz  | 878.91m <sup>2</sup> |
| 2Khz  | 852.55m <sup>2</sup> |
| 4Khz  | 779.58m <sup>2</sup> |

Case.1と比べて吸音力が  
130%、109%、99%、116%、162%  
となった

Case.5

柱に装飾柱(穴あき版と杉板)を設置した時の吸音力

| 中心周波数Hz     |                     | 250            | 500            | 1K             | 2K             | 4K             |
|-------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             |                     | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       |
| 部位：材料名      | 面積(m <sup>2</sup> ) | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     |
| 北壁：ガラス      | 69.384              | 0.06<br>4.16   | 0.04<br>2.78   | 0.03<br>2.08   | 0.02<br>1.39   | 0.02<br>1.39   |
| 南壁：ガラス      | 60.83               | 0.06<br>3.65   | 0.04<br>2.43   | 0.03<br>1.82   | 0.02<br>1.22   | 0.02<br>1.22   |
| 南壁：AEP      | 15.98               | 0.1<br>1.60    | 0.15<br>2.40   | 0.3<br>4.79    | 0.2<br>3.20    | 0.1<br>1.60    |
| 東壁：ガラス      | 8.70                | 0.06<br>0.52   | 0.04<br>0.35   | 0.03<br>0.26   | 0.02<br>0.17   | 0.02<br>0.17   |
| 東壁：AEP      | 108.41              | 0.1<br>10.84   | 0.15<br>16.26  | 0.3<br>32.52   | 0.2<br>21.68   | 0.1<br>10.84   |
| 西壁：ガラス      | 20.04               | 0.06<br>1.20   | 0.04<br>0.80   | 0.03<br>0.60   | 0.02<br>0.40   | 0.02<br>0.40   |
| 西壁：AEP      | 116.06              | 0.10<br>11.61  | 0.15<br>17.41  | 0.30<br>34.82  | 0.20<br>23.21  | 0.10<br>11.61  |
| 光天井：ガラスクロス  | 121.76              | 0.56<br>68.18  | 1.05<br>127.84 | 1.03<br>125.41 | 0.94<br>114.45 | 0.86<br>104.71 |
| 天井(ルーバー)：アル | 298.47              | 0.30<br>89.54  | 0.70<br>208.93 | 0.95<br>283.55 | 0.95<br>283.55 | 0.60<br>179.08 |
| 天井：AEP      | 690.04              | 0.1<br>69.00   | 0.15<br>103.51 | 0.3<br>207.01  | 0.2<br>138.01  | 0.1<br>69.00   |
| 床：フローリング    | 1097.87             | 0.14<br>153.70 | 0.12<br>131.74 | 0.11<br>120.77 | 0.09<br>98.81  | 0.07<br>76.85  |
| 柱(Aタイプ)：AEP | 43.26               | 0.1<br>4.33    | 0.15<br>6.49   | 0.3<br>12.98   | 0.2<br>8.65    | 0.1<br>4.33    |
| 有効板         | 184.42              | 0.35<br>64.55  | 0.95<br>175.20 | 0.64<br>118.03 | 0.33<br>60.86  | 0.16<br>29.51  |
| 杉板          | 192.39              | 0.11<br>21.16  | 0.10<br>19.24  | 0.10<br>19.24  | 0.07<br>13.47  | 0.06<br>11.54  |
| 柱(Bタイプ)：AEP | 8.03                | 0.1<br>0.80    | 0.15<br>1.20   | 0.3<br>2.41    | 0.2<br>1.61    | 0.1<br>0.80    |
| 有効板         | 18.63               | 0.35<br>6.52   | 0.95<br>17.70  | 0.64<br>11.92  | 0.33<br>6.15   | 0.16<br>2.98   |
| 杉板          | 21.26               | 0.11<br>2.34   | 0.10<br>2.13   | 0.10<br>2.13   | 0.07<br>1.49   | 0.06<br>1.28   |
| 吸音力         | 3075.54             | 513.71         | 836.41         | 980.35         | 778.31         | 507.31         |

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 250hz | 513.71m <sup>2</sup> |
| 500hz | 836.41m <sup>2</sup> |
| 1Khz  | 980.35m <sup>2</sup> |
| 2Khz  | 778.31m <sup>2</sup> |
| 4Khz  | 507.31m <sup>2</sup> |

Case.1と比べて吸音力が  
117%、128%、110%、106%、105%  
となった

Case.6

柱にウレタンフォームを設置したの吸音力

| 中心周波数Hz          |                     | 250            | 500            | 1K             | 2K             | 4K             |
|------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                  |                     | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       |
| 部位：材料名           | 面積(m <sup>2</sup> ) | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     |
| 北壁：ガラス           | 69.384              | 0.06<br>4.16   | 0.04<br>2.78   | 0.03<br>2.08   | 0.02<br>1.39   | 0.02<br>1.39   |
| 南壁：ガラス           | 60.83               | 0.06<br>3.65   | 0.04<br>2.43   | 0.03<br>1.82   | 0.02<br>1.22   | 0.02<br>1.22   |
| 南壁：AEP           | 15.98               | 0.1<br>1.60    | 0.15<br>2.40   | 0.3<br>4.79    | 0.2<br>3.20    | 0.1<br>1.60    |
| 東壁：ガラス           | 8.70                | 0.06<br>0.52   | 0.04<br>0.35   | 0.03<br>0.26   | 0.02<br>0.17   | 0.02<br>0.17   |
| 東壁：AEP           | 108.41              | 0.1<br>10.84   | 0.15<br>16.26  | 0.3<br>32.52   | 0.2<br>21.68   | 0.1<br>10.84   |
| 西壁：ガラス           | 20.04               | 0.06<br>1.20   | 0.04<br>0.80   | 0.03<br>0.60   | 0.02<br>0.40   | 0.02<br>0.40   |
| 西壁：AEP           | 116.06              | 0.10<br>11.61  | 0.15<br>17.41  | 0.30<br>34.82  | 0.20<br>23.21  | 0.10<br>11.61  |
| 光天井：ガラスクロス       | 121.76              | 0.56<br>68.18  | 1.05<br>127.84 | 1.03<br>125.41 | 0.94<br>114.45 | 0.86<br>104.71 |
| 天井(ルーバー)：アルミニウム  | 298.47              | 0.30<br>89.54  | 0.70<br>208.93 | 0.95<br>283.55 | 0.95<br>283.55 | 0.60<br>179.08 |
| 天井：AEP           | 690.04              | 0.1<br>69.00   | 0.15<br>103.51 | 0.3<br>207.01  | 0.2<br>138.01  | 0.1<br>69.00   |
| 床：フローリング         | 1097.87             | 0.14<br>153.70 | 0.12<br>131.74 | 0.11<br>120.77 | 0.09<br>98.81  | 0.07<br>76.85  |
| 柱(Aタイプ)：ウレタンフォーム | 226.85              | 0.25<br>56.71  | 0.33<br>74.86  | 0.43<br>97.54  | 0.50<br>113.42 | 0.48<br>108.89 |
| 柱(Bタイプ)：ウレタンフォーム | 23.25               | 0.25<br>5.81   | 0.33<br>7.67   | 0.43<br>10.00  | 0.50<br>11.62  | 0.48<br>11.16  |
| 吸音力              | 2857.63             | 476.54         | 696.98         | 921.18         | 811.13         | 576.92         |

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 250hz | 476.54m <sup>2</sup> |
| 500hz | 696.98m <sup>2</sup> |
| 1Khz  | 921.18m <sup>2</sup> |
| 2Khz  | 811.13m <sup>2</sup> |
| 4Khz  | 576.92m <sup>2</sup> |

Case.1と比べて吸音力が  
109%、107%、104%、110%、120%  
となった

Case.7

柱に穴あき版と杉板とウレタンフォームを設置した時の吸音力

| 中心周波数Hz         |                     | 250            | 500            | 1K             | 2K             | 4K             |
|-----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                 |                     | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       | $\alpha$       |
| 部位：材料名          | 面積(m <sup>2</sup> ) | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     | S $\alpha$     |
| 北壁：ガラス          | 69.384              | 0.06<br>4.16   | 0.04<br>2.78   | 0.03<br>2.08   | 0.02<br>1.39   | 0.02<br>1.39   |
| 南壁：ガラス          | 60.83               | 0.06<br>3.65   | 0.04<br>2.43   | 0.03<br>1.82   | 0.02<br>1.22   | 0.02<br>1.22   |
| 南壁：AEP          | 15.98               | 0.1<br>1.60    | 0.15<br>2.40   | 0.3<br>4.79    | 0.2<br>3.20    | 0.1<br>1.60    |
| 東壁：ガラス          | 8.70                | 0.06<br>0.52   | 0.04<br>0.35   | 0.03<br>0.26   | 0.02<br>0.17   | 0.02<br>0.17   |
| 東壁：AEP          | 108.41              | 0.1<br>10.84   | 0.15<br>16.26  | 0.3<br>32.52   | 0.2<br>21.68   | 0.1<br>10.84   |
| 西壁：ガラス          | 20.04               | 0.06<br>1.20   | 0.04<br>0.80   | 0.03<br>0.60   | 0.02<br>0.40   | 0.02<br>0.40   |
| 西壁：AEP          | 116.06              | 0.10<br>11.61  | 0.15<br>17.41  | 0.30<br>34.82  | 0.20<br>23.21  | 0.10<br>11.61  |
| 光天井：ガラスクロス      | 121.76              | 0.56<br>68.18  | 1.05<br>127.84 | 1.03<br>125.41 | 0.94<br>114.45 | 0.86<br>104.71 |
| 天井(ルーバー)：アルミニウム | 298.47              | 0.30<br>89.54  | 0.70<br>208.93 | 0.95<br>283.55 | 0.95<br>283.55 | 0.60<br>179.08 |
| 天井：AEP          | 690.04              | 0.1<br>69.00   | 0.15<br>103.51 | 0.3<br>207.01  | 0.2<br>138.01  | 0.1<br>69.00   |
| 床：フローリング        | 1097.87             | 0.14<br>153.70 | 0.12<br>131.74 | 0.11<br>120.77 | 0.09<br>98.81  | 0.07<br>76.85  |
| 柱(Aタイプ)：ウレタンフォー | 227.68              | 0.25<br>56.92  | 0.33<br>75.13  | 0.43<br>97.90  | 0.50<br>113.84 | 0.48<br>109.29 |
| 有効板             | 184.42              | 0.35<br>64.55  | 0.95<br>175.20 | 0.64<br>118.03 | 0.33<br>60.86  | 0.16<br>29.51  |
| 杉板              | 192.39              | 0.11<br>21.16  | 0.10<br>19.24  | 0.10<br>19.24  | 0.07<br>13.47  | 0.06<br>11.54  |
| 柱(Bタイプ)：ウレタンフォー | 26.66               | 0.25<br>6.66   | 0.33<br>8.80   | 0.43<br>11.46  | 0.50<br>13.33  | 0.48<br>12.80  |
| 有効板             | 18.63               | 0.35<br>6.52   | 0.95<br>17.70  | 0.64<br>11.92  | 0.33<br>6.15   | 0.16<br>2.98   |
| 杉板              | 21.26               | 0.11<br>2.34   | 0.10<br>2.13   | 0.10<br>2.13   | 0.07<br>1.49   | 0.06<br>1.28   |
| 吸音力             | 3278.58             | 572.17         | 912.65         | 1074.32        | 895.22         | 624.26         |

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 250hz | 572.17m <sup>2</sup>  |
| 500hz | 912.65m <sup>2</sup>  |
| 1Khz  | 1074.32m <sup>2</sup> |
| 2Khz  | 895.22m <sup>2</sup>  |
| 4Khz  | 624.26m <sup>2</sup>  |

Case.1と比べて吸音力が  
130%、40%、121%、122%、130%  
となった

まとめ

|      | 250Hz  | 500Hz  | 1KHz    | 2KHz   | 4KHz   |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|
| ケース① | 439.02 | 651.97 | 888.67  | 736.10 | 481.88 |
|      | 100%   | 100%   | 100%    | 100%   | 100%   |
| ケース② | 458.22 | 541.89 | 674.32  | 511.87 | 372.00 |
|      | 104%   | 83%    | 76%     | 70%    | 77%    |
| ケース③ | 529.71 | 668.89 | 829.48  | 813.01 | 710.39 |
|      | 121%   | 103%   | 93%     | 110%   | 147%   |
| ケース④ | 569.25 | 708.43 | 878.91  | 852.55 | 779.58 |
|      | 130%   | 109%   | 99%     | 116%   | 162%   |
| ケース⑤ | 513.71 | 836.41 | 980.35  | 778.31 | 507.31 |
|      | 117%   | 128%   | 110%    | 106%   | 105%   |
| ケース⑥ | 476.54 | 696.98 | 921.18  | 811.13 | 576.92 |
|      | 109%   | 107%   | 104%    | 110%   | 120%   |
| ケース⑦ | 572.17 | 912.65 | 1074.32 | 895.22 | 624.26 |
|      | 130%   | 140%   | 121%    | 122%   | 130%   |

数値シミュレーションによる予測結果

- ・ケース②では、どの周波数域でも吸音力が下がる。
- ・ケース③では、どの周波数域でも吸音力が上がり、特に高い音に対する吸音力が高くなる。
- ・ケース⑤では、特に低い音に対する吸音力が高くなる。
- ・ケース⑥では、⑤とは対称的に高い音に対する吸音力が高くなる。
- ・ケース④とケース⑦は、他のケースに比較して、どの周波数域においても吸音力が高くなる。

今後の課題

- ・本研究では学食を対象に数値シミュレーションによる予測を実施したが、図書館や教室など、もっと身近な場所においても、本研究の手法は応用可能である。
- ・利用者の居心地を調査するために、ヒアリング調査やアンケート調査も実施する必要がある。