

音の散歩路

～フランス測定旅行記～

東京大学生産技術研究所教授
一般財団法人カワイサウンド技術・音楽振興財団
サウンド技術振興部門審査委員



坂本 慎一

COVID-19の影響

2020年初頭に始まる世界的なCOVID-19の流行により、空間的な移動は極端に制限されることになりました。「ステイホーム」という言葉が当たり前になり、巣ごもり生活を余儀なくされる世の中になりました。私は、大学で「環境音響工学」、「応用音響工学」を専門にしていますが、なにぶん、社会と向き合うことを主眼とした領域であるがゆえ、いろいろな現場に出て行って研究の材料を見つけることが日課となっておりましたので、この「ステイホーム」という新しい常識は私の仕事や生活にかなり応えました。最近になってようやく国際的な移動の制限も緩和されたので、今年は何回かの旅行（主に仕事です）ができましたが、その前2年間はどこにも出かけることができていません。ですので、少し古い話になってしまうかもしれませんが、COVID-19が流行する少し前に行った海外の音響測定旅行の記憶についてお話ししたいと思います。

ル・コルビュジェとその建築

近代建築の巨匠と言われる建築家ル・コルビュジェ（Le Corbusier, 1887-1965）は、フランスで活躍した高名な建築家で、ヨーロッパに

数多くの名建築を残しています。日本では、上野の国立西洋美術館の設計に携わったことで有名です。彼の設計による一連の建築作品は、近代建築運動に顕著な貢献があったと認められ、2016年にはユネスコ世界遺産に登録されました。その建築は、フランスをはじめとするヨーロッパのみならず、アルゼンチン、インド、日本と、世界に広がっています。私の職場である建築学専攻のあるご縁で、ル・コルビュジェの建築を研究している先生と知己を得ることとなり、代表的な建築であるノートルダム・デュ・オー礼拝堂（ロンシャンの礼拝堂、写真1）の室内音響特性の測定のお手伝いをするようになりました。



写真1 ノートルダム・デュ・オー礼拝堂



写真2 ベルフォールTGV駅



写真3 丘から望むロンシャン

ロンシャンまで

ノートルダム・デュ・オー礼拝堂は、フランスの東部、スイスとの国境に近いロンシャン(Ronchamp)という小さなコミュニンにあります。フランスでロンシャンというと競馬を思い出す方もいらっしゃるかと思いますが、ロンシャン競馬場はパリにあり、礼拝堂のあるロンシャンとはまったく違います。パリからもかなり遠いので、フランスに入国した日はパリ・リヨン駅近くのホテルで1泊し、翌日の早朝にTGVでまずベルフォールTGV駅を目指します。列車に乗って2時間余り、ロンシャン最寄りのベルフォールTGV駅(写真2)に到着しました。きれいで近代的な駅ですが、ベルフォールの市内からかなり離れているため、駅の周りには一軒のホテルがある他、何もありません。駅からロンシャンまでまだ30kmほどある旅程は、駅前タクシーをつかまえて向かいました。

ノートルダム・デュ・オー礼拝堂は、小高い丘の上にあり、この丘からはロンシャンの実にのどかな風景を望むことができます(写真3)。ロンシャンは、記録によれば人口3,000人ほどの小さなコミュニン。普段は大変静かです。聞こえるのは、木々の間をそよぐ風の音、葉擦れの音。たまに町の遠くの方から車が走る音が小



写真4 サウンドレベルの計測結果

さく聞こえていました。丘のふもとの小さなホテルに宿泊しました。ホテルのレストランは有名らしく、夜は近隣から車でお客さんがやってきてにぎわっていましたが、それ以外の時間帯は実に静かです。たまに聞こえてくるのは、ホテルの広い敷地に飼われている馬のいななきくらい。職業病で、環境音のサウンドレベルを計測してしまいましたが、29.9デシベル(写真4)。私が普段日本で暮らしている環境では考えられません。

ノートルダム・デュ・オー礼拝堂の音環境

この礼拝堂は、典型的なキリスト教教会建築

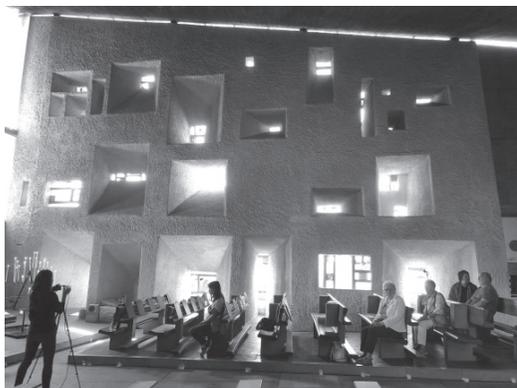


写真5、写真6 ノートルダム・デュ・オー礼拝堂の内部空間

が東西の身廊と南北の翼廊が交差する均整の取れた十字型をしているのと大きく異なり、曲面を多用した独特の平面形となっています。礼拝堂の内部空間（写真5、6）は、造形美にあふれています。カーブし、傾斜した4つの側壁。曲面状に大きく垂れた天井。南向きの傾斜した壁にはたくさんのにスタンドグラスがしつらえられ、礼拝堂の内部に光が降り注ぎます。私たちのチームは、この芸術的な空間の音響特性を測定するという、貴重な経験をさせていただきました。この礼拝堂は、室内から見ると中央が大きく垂れさがる天井がとても特徴的ですが、実は天井裏に大きな空間があり、一つの塔屋の上部に開けられた開口部を介して下部の礼拝堂の空間とつながっています。室内と天井裏、これら2つの空間が音響的に相互に作用して、礼拝堂内の神秘的な響きに何か影響を与えているのではないかと、そのようなことも想像しながら。

室内空間の音響的な特性を表す代表的な指標に、残響時間があります。いわゆる「響きの長さ」を表す数値ですが、大きなクラシック音楽ホールで2秒前後、人々が普段生活する居室は0.5秒くらいの長さになります（500Hzの代表値）。そのような実例も踏まえながら、測定した貴重な計測データを分析してみると、この礼拝堂の

残響時間はなんと5.5秒。響きが長いと言われる大ホールよりもかなり長い残響時間です。この測定では、地元のミサ参加者のご協力を得て、教会内に人がたくさん入った状態でも測定させていただきました（満席時測定）。満席時でも残響時間は4秒。数字だけ見れば、非常に長い残響時間です。実は、教会は石造りでなおかつ空間が非常に大きいため、残響時間が長くなりやすい建築なので、この結果はあながちおかしい結果ではないのですが、それにしても大聖堂に比べたらそれほど大きくない空間で、この残響時間は長すぎる！と、「職業的直観」から思ったものです。ところが私の「職業的直観」は、実に不確かであることが判明します。

我々測定チームは、満席時測定の流れでその後のミサのときも空間を共にさせていただきましたが、残響時間の長さによってミサの時のお説教は明瞭度よく聞くことができました。客観的な物理データから見ると明らかに響きは長いはずなのに、お説教を聞いた感覚では明瞭性は確保されている。これはなぜだろう？不思議でした。工学は、物理法則に基づくことは疑う余地ありませんが、同時に最終的には人間の感性に貢献するものでなくてはなりません。音響工学を専門にしているつもりであった私です



写真7 セーヌ河畔から望む大聖堂

が、まだまだ研究すべきことがたくさんあると再確認させてくれる出来事でした。

教会音楽は美しく神秘的に響かせるために残響時間は長く、しかしお説教は明瞭度よく聞かせる。明瞭性の確保には、話し手と聞き手の距離が近いことが良い方向に働いている可能性があります。礼拝堂の設計者ル・コルビュジェは、このような複合的な効果まで計算しながらこの教会の空間を設計したのでしょうか。コルビュジェは、母がピアノ教師、兄がプロのバイオリニストで、音楽に縁が深かった、といわれています。稀代の空間設計者のコルビュジェなら、そのようなことも可能だったかもしれません。

パリの街の環境音響

ロンシャンを訪れるのにせっかくパリを經由するので、パリでは街の環境音の収録を行いました。写真7は、セーヌ河畔から望むノートルダム大聖堂です（大聖堂は2019年4月に火災に遭いましたが、この収録は消失前のこと。貴重な記録になりました）。河畔には市民が行き交い、憩いの空間となっており、決まった時刻に鐘の音が響き渡ると厳かな雰囲気にもなりそう

ですが、実際の現場とはといえば、背後には通気口から漏れる地下鉄の音（7、8分ごとにやや大きな音が聞こえます）、眼前には観光船のエンジン音が結構なレベルで聞こえていました。パリは世界有数の大都市でもあります。都市環境騒音として最も典型的な道路交通騒音の収録も行いました。ヨーロッパはEU環境騒音指令の施行により都市の環境騒音対策が先進的に進められていると思いがちですが、実際のパリ街中の道路交通騒音は、日本よりもタイヤ路面騒音のレベルが高く、また二輪車の大きなエンジン音も目立つ印象でした。このように諸外国の環境騒音の施策の事情を知った上で、実際の環境音を自分の耳で感じることは、自らの研究を進める上で大変参考になります。

COVID-19の影響によりなかなか行えなかった国内外の調査にも、これから徐々に行けるようになるでしょう。再びCOVID-19以前と同じレベルで自由な研究取材活動を行える日が来るのを心待ちにしています。