

建設経済の最新情報ファイル

**RICE** monthly

RESEARCH INSTITUTE OF  
CONSTRUCTION AND ECONOMY

# 研究所だより

No. 409

2023 4

## CONTENTS

|                        |       |    |
|------------------------|-------|----|
| 視点・論点『新年度と足元のコンプライアンス』 | ..... | 1  |
| I. 愛知県における公共事業の概況について  | ..... | 2  |
| II. 建築物の吸音処理と残響時間      | ..... | 11 |



一般財団法人 **建設経済研究所**

〒105-0003 東京都港区西新橋 3-25-33 フロンティア御成門 8F

Tel: 03-3433-5011 Fax: 03-3433-5239

URL: <https://www.rice.or.jp/>

## 新年度と足元のコンプライアンス 研究理事 森田 真弘

今年2月、日本放送協会（NHK）の郵便法違反に関するニュースがメディアで報じられた。

受信契約をしていない世帯向けにNHKがポスティング業者に委託して投函した案内文書約2,070万通が郵便法に違反するとして、総務省がNHKに法令遵守の徹底を行政指導したことが昨年12月に報じられていたが、更に約309万通の把握・報告漏れがNHKにあり、再発防止策の提出を求める再度の行政指導が総務省からなされた、というのがその内容である。

NHKと郵便業務を担う日本郵便が同じ総務省の所管団体ということもあって大きく報じられていたので、ご記憶にある方も多いと思う。

一方で、違反内容やなぜNHKが違反してしまったのかまでは詳しく分からないまま聞き流された方がほとんどではないかと思う。

離れて一人暮らしをする子供に、実家の親が宅配便で荷物を送る際、子供宛ての手紙も一緒に入れると法律違反になってしまうということであれば、ご存じの方も多いただろう。

根拠条文としては、郵便法第4条第2項において、日本郵便以外の者は、「何人も、他人の信書（特定の受取人に対し、差出人の意思を表示し、又は事実を通知する文書をいう。以下同じ。）の送達を業としてはならない。」と規定されており（ちなみに、「ゆうパック」は、日本郵便が行う貨物運送事業であり、信書を送達できない。したがって、前述の例で言うと、「ゆうパック」に子供宛ての手紙を封入すると郵便法違反となる。）、この「信書」の定義だけでは文書の判別が難しいため、総務省から「信書に該当する文書に関する指針」や「信書のガイドライン」が公表されている。

その「指針」では、ダイレクトメールについて、新聞折り込みされるチラシや、店頭配布されるパンフレットやリーフレットのようなものであれば信書に該当しないが、差出人が特定の受取人を選別し、その者に対して商品の購入等を勧誘する文書を送達する場合には、信書に該当するとされている。

NHKの案内文書には受取人の住所・氏名の記載はなく、受信契約の締結を確認できない世帯、すなわち「特定の受取人」を選別せずに投函したため信書に該当しないものとNHKが判断したとのことであるが（昨年12月6日参議院総務委員会の総務省答弁）、同月14日の行政指導文と同日のNHK発表によると、受信契約の申込書等を返送すべき期日を記載している案内文書は、受信契約の締結を確認できていない特定の受取人に対する差出人の意思を表示したものであり、信書に該当するとのことである。

なお、郵便法の特例として、「民間事業者による信書の送達に関する法律」（信書便法）があり、同法に基づく信書便事業の許可を受けた者（信書便事業者）であれば信書を送達することができるが、NHKから委託を受けた48者は、該当する許可を受けておらず、郵便法違反として、総務省から再発防止の行政指導を受けている。

外部宛てに限らず、会社内での他部署宛ての文書でも信書に該当しうるので、紙文書の部署間送達を外部委託する場合に信書が含まれているときは、信書便事業者に委託するか、郵便を利用する必要がある。令和5年2月現在で584者ある信書便事業者の中には、郵便法に抵触しないよう、自社内の文書送達をアウトソースする過程で新たに設立された会社や、既存のグループ会社に事業許可を取得させた事例も多い。

郵便法以外でも、新聞・雑誌の切り抜きを発行元の許諾を得ずにメール送付・イントラ掲載してしまう著作権法違反など、身近にリスクは潜む。もしも不注意者の不手際は済まない規模ともなれば、組織的行為とみなされかねない。

新年度を迎え、人事異動や新人採用でメンバーが新たに加わる職場もあろう。本業の専門領域の法令遵守だけでなく、こうした足元の法令遵守も繰り返し注意喚起することが重要だが、社内の通信のペーパーレス化の徹底や、信書便事業をグループ内で事業化した前述例のように、リスク自体を無くすことも検討すべきであろう。

## I. 愛知県における公共事業の概況について

愛知県建設局 建設政策推進監

九鬼 令和

### 1. はじめに

筆者は、令和4年7月より、国土交通省から愛知県に出向し、リニア中央新幹線等の交通関係、中部国際空港等の航空関係、名古屋港等の港湾関係などの業務を担当しています。

本稿では、愛知県の現状や公共事業の概況等について、ご紹介いたします。

なお、本稿に関し、令和5年2月現在の情報であること、筆者の個人的見解を含むものであること、筆者の担当していない業務についても言及していること、本文の文責はすべて筆者にあること等について、予めご理解を賜るよう、よろしくお願いいたします。

### 2. 愛知県の現状

愛知県は、昨年、県政150周年を迎えました。かつての「尾張国」と「三河国」からなる、面積約5,170km<sup>2</sup>、人口約752万人<sup>1</sup>の地方自治体です。「あいち」の地名の由来は、万葉集の高市黒人の歌「桜田へ鶴鳴き渡る 年魚市潟（あゆちがた） 潮干にけらし鶴鳴き渡る」に詠まれている「年魚市潟」の「あゆち」が「あいち」に転じたと言われていています。廃藩置県後、県庁が愛知郡の名古屋城内に置かれたところから、県名に採用されました。

人口について、全国では、東京都、神奈川県、大阪府に次いで第4位です。東海三県では、最大となります（三重県（約174万人）、岐阜県（約195万人）<sup>1</sup>）。

また、県内の市町村は合計54団体あり、最多は名古屋市の約233万人、最少は豊根村の982人です<sup>1</sup>。

本県の製造品出荷額等は約47.9兆円と43年連続で全国第1位であり<sup>2</sup>、産業別では、第二次産業（製造業等）の割合が約4割を占め、全国に比べ、製造業の構成比が極めて高いところが特徴です<sup>3</sup>。2020年の県内貿易港4港（名古屋港、衣浦港、三河港及び中部国際空港）における輸出額は約13.4兆円（全国割合19.6%）、輸入額は約5.9兆円（同8.7%）、差引額は約7.5兆円の輸出超過となっています<sup>4</sup>。

最後に、本県の2019年度のGDPは、2010年度から20.9%も増加しており、この増加率は全国第1位となっています。さらに、本県の一人当たりの県民所得366.1万円は、東京都に次いで、全国第2位となっています<sup>5</sup>。

<sup>1</sup> 令和3年10月1日現在

<sup>2</sup> 総務省・経済産業省「2020年工業統計調査（確報）」。従業者4人以上の事業所。

<sup>3</sup> 2019年度あいちの県民経済計算

<sup>4</sup> 財務省貿易統計資料等を基に、（公財）あいち産業振興機構まとめ

<sup>5</sup> 内閣府経済社会総合研究所「県民経済計算」

### 3. 愛知県における公共事業の概況

#### (1) あいち社会資本整備方針 2025

愛知県においては、2023年のジブリパークの完全開園を始め、2026年のアジア競技大会・アジアパラ競技大会の開催、2027年以降のリニア中央新幹線の開業など、引き続き、多くのビッグプロジェクトが予定されています。本県としては、日本の成長をリードできるよう、これらの事業の効果を最大限に活用していく必要があります。

このような状況の中、本県では、2020年12月に、2025年度までの社会資本整備に関する取組の方向性を示すものとして「あいち社会資本整備方針 2025」を策定しています。

本方針では、「未来を拓き、暮らしに寄り添う社会資本づくり」という理念のもと、①「あいちを高める」(国際競争力の強化を図る)、②あいちを守る(安全で安心な生活を支える)、③あいちが輝く(持続可能な社会の実現)という3つのテーマに沿って、取組を進めるとされています。

本稿では、この方針及び昨今の状況も踏まえつつ、いくつかの代表的な取組を取り上げることを通じて、愛知県における公共事業の概況について、述べていきたいと思えます。

#### <策定趣旨>

- 愛知県では、2022年秋の開業を目指すジブリパークや、2026年のアジア競技大会の開催、2027年度のリニア中央新幹線東京・名古屋間開業といった愛知のさらなる飛躍につながるプロジェクトが進んでおり、本県の社会資本が果たす役割は一層重要になる一方で、少子高齢化、発生が懸念される南海トラフ地震、頻発・激甚化する自然災害、進行するインフラ老朽化など、社会資本を取り巻く環境は一段と厳しさを増している。また、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、人々の生活や経済活動が危機に直面している。
- このような状況の中、現行の「愛知県建設部方針2020」が計画期間の終了を迎えるため、県全体の長期計画である「あいちビジョン2030」の策定等を踏まえ、2025年度までに建設部門が進めていくべき取組方針を示す「あいち社会資本整備方針2025」を策定する。

#### <理念>

##### ～未来を拓き、暮らしに寄り添う社会資本づくり～

- 日本一元気な愛知として日本経済の力強い回復や日本の成長を牽引し、県民の生命、財産を守り安全で安心な生活を支えるとともに、魅力にあふれ快適に暮らすことができる持続可能な社会を実現する。

#### <計画期間>

- 2021年度～2025年度(5年間)

#### <3つのテーマ>

##### 1 あいちを高める

- 日本の成長を牽引する愛知の国際競争力を強化し、地域の活力を創出する「あいちを高める」取組を計画的に進めていく。

##### 2 あいちを守る

- 地震・津波、風水害などから県民の生命・財産を守り、安全で安心な生活を支える「あいちを守る」取組を計画的に進めていく。

##### 3 あいちが輝く

- 地域が魅力にあふれ、県民が快適に暮らすことができる持続可能な社会を実現する「あいちが輝く」取組を計画的に進めていく。



## (2) リニア中央新幹線の整備促進

リニア中央新幹線の開業により、東京・名古屋間の所要時間が約 40 分（現在は、約 90 分）と大幅に短縮され、東京・名古屋・大阪の 3 大都市圏が一体となった「スーパー・メガリージョン」が誕生し、本県の経済・社会への大きな効果が期待されています。

このような中、本県は、リニア中央新幹線沿線の 10 都府県と「リニア中央新幹線建設促進期成同盟会」を構成しており、愛知県知事が本同盟会の会長となっています。

また、県内においては、2027 年度の東京・名古屋間開業を目指し、名古屋駅、非常口などの工事が進められているところです。さらに、リニア中央新幹線の開業のインパクトをより広域的に波及させるため、名古屋駅の乗換利便性やアクセス利便性の向上、公共交通ネットワークの充実・強化などに取り組んでいます。

### リニア中央新幹線の整備

- 2027年度にリニア中央新幹線(東京－名古屋間を40分)が開業予定
- リニア開業による首都圏との時間短縮効果をより広域的に波及させるため、名古屋駅のスーパーターミナル化、名古屋駅からの鉄道ネットワークの充実強化等の取組を推進

#### リニア中央新幹線の整備



東京－名古屋間：所要時間40分  
東京－大阪間：所要時間67分

#### 愛知県内の主な工事状況



愛知県内延長 L=24.8km

①名古屋駅（在来線部）  
②坂下非常口




提供：JR東海

#### 名古屋駅のスーパーターミナル化

【ターミナルスクエア】乗換先が一目で見渡せ、上下移動も円滑にでき、案内機能も備えた広場空間をらか所設置



ターミナルスクエア  
ターミナルスクエア7  
東西道路

#### 名古屋駅からの鉄道ネットワークの充実強化

【名古屋と西三河主要都市の速達化】  
知立駅付近の連続立体交差化や、名鉄三河線の一部複線化などにより、名古屋駅－豊田市中心部駅間などの所要時間を短縮



### (3) 中部国際空港の第二滑走路の整備促進

中部国際空港は、2005年の開港以来、国際拠点空港として、我が国の航空輸送の発展の一翼を担ってきました。新型コロナウイルスの影響前の2019年度の航空旅客数は、1,260万人、発着回数は11.3万回となり、いずれも過去最高を更新しました。

現在、本空港は滑走路が一本であり、いずれ行わなければならない大規模改修への対応、完全24時間運用が困難である等の理由から、第二滑走路の整備が必要となっています。

このような中、2021年には、東海3県及び経済界等において、「中部国際空港の将来構想」が取りまとめられました。その第一段階として、2027年度を目途に、現空港用地内の第二滑走路の供用を目指しています。2022年からは、その整備に向けて、中部国際空港(株)がパブリック・インボルブメントや環境影響評価の手続を進めています。

## 『中部国際空港の将来構想』に沿った滑走路の整備

○現空港用地と新たに造成される土地を最大限活用した2本の滑走路の配置を目指し、2段階に分けて整備を進める(2021年12月14日 中部国際空港将来構想推進調整会議)

### 第1段階〔暫定形〕

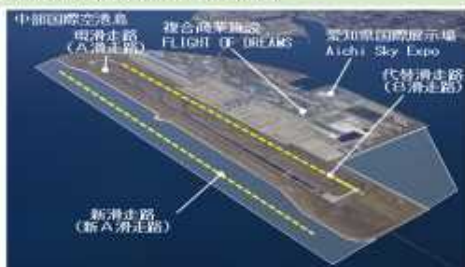


2027年度を目途に現誘導路の位置に代替滑走路(B滑走路)を整備し、深夜早朝時間帯における航空機の運航を継続しながら現滑走路(A滑走路)の大規模補修を実施

### 第2段階〔将来形〕



将来の航空需要等を踏まえ、「中部国際空港沖公有水面埋立事業」により造成される土地に新滑走路(新A滑走路)を整備し、第1段階で整備したB滑走路との2本で運用



### 【参考】2本の平行滑走路配置と滑走路処理容量向上効果



#### (4)ジブリパークの整備による愛・地球博記念公園のさらなる進化

本県では、2017年に株式会社スタジオジブリと「ジブリパーク整備構想」を合意しました。この構想では、愛・地球博記念公園内にスタジオジブリ作品の世界観を表現した5つのエリアを整備することされています。

そのうち、「青春の丘エリア」、「ジブリの大倉庫エリア」、「どんどこ森エリア」の3エリアについては、2022年11月に開業をしています。

さらに、残りの2エリアである「もののけの里エリア」、「魔女の谷エリア」も2023年度中の開業を目指して、事業に取り組んでいます。

また、これらと連携して、老朽化した施設の改修など、公園施設の整備・改修を行っています。

## ジブリパークの整備事業

○2005年に開催された愛知万博の理念と成果を次世代に継承するため、愛・地球博記念公園内にスタジオジブリ作品の世界観を表現する5つのエリアを配置した“ジブリパーク”を公園施設として整備し、国内外からの多くの来園者を楽しんでもらえる公園を目指す

○2022年11月1日に3エリアをオープンし、残りの2エリアは2023年度中に開園予定

| I 2022年11月1日開園の3エリア   | II 2023年度中に開園予定の2エリア  |
|---|---|
| <div style="border: 1px solid #00a0e3; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><b>青春の丘(約0.8ha)</b> 映画『耳をすませば』に登場する「地球屋」、「ロータリー広場」、映画『猫の恩返し』に登場する「猫の事務所」があります。また、既存のエレベーター施設を改修し、映画『天空の城ラピュタ』や映画『ハウルの動く城』などの世界観を想起させる19世紀末の空想科学的要素を取り入れた内外装としています。</p>  <p style="text-align: center;">[地球屋]</p> </div> <div style="border: 1px solid #00a0e3; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><b>ジブリの大倉庫(約0.8ha)</b> 「倉庫」らしさと懐かしさを感じる和洋折衷の建築空間をイメージしており、展示室、子どもの遊び場、売店と喫茶、収蔵施設等があります。</p>  <p style="text-align: center;">[中央階段]</p> </div> <div style="border: 1px solid #00a0e3; padding: 5px;"> <p><b>どんどこ森(約1.8ha)</b> 映画『となりのトトロ』の「サツキとメイの家」を中心とした昭和の田園景観をイメージしており、映画の世界観がより身近に、より深く感じられ、子どもも楽しめるような遊具や散策路等があります。</p>  <p style="text-align: center;">[サツキとメイの家]</p> </div> | <div style="border: 1px solid #008000; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><b>もののけの里(約0.8ha)</b> ※2023年秋開園予定<br/>映画『もののけ姫』のエミシの村とタタラ場をもとにした和風の里山の風景をイメージし、「タタラ場(体験学習施設)」、「炭焼き小屋」、休憩処等を整備します。</p>  <p style="text-align: center;">[タタラ場]</p> </div> <div style="border: 1px solid #008000; padding: 5px;"> <p><b>魔女の谷(約2.9ha)</b> ※2023年度内開園予定<br/>映画『魔女の宅急便』、『ハウルの動く城』などの北ヨーロッパ風の空間をイメージし、「オキノ邸」と庭園、「ハウルの城」と荒地、レストラン棟等を整備します。</p>  <p style="text-align: center;">[ハウルの城]</p> </div> |
| <p>&lt;ジブリパーク整備(5エリア)の概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆整備面積 : 約7.1ha (愛・地球博記念公園全体は約194ha)</li> <li>◆総事業費 : 約340億円</li> <li>◆想定来場者数: 約180万人 (愛・地球博記念公園全体は約280万人)</li> <li>◆経済波及効果: 約840億円(整備時) 約480億円/年(開園後)</li> </ul>  |   |

画像は全て ©Studio Ghibli

## (5) 港湾の整備推進

名古屋港は、総取扱貨物量が20年連続で日本一であるなど、我が国を代表する国際貿易港であり、現在は、飛島ふ頭地区のふ頭再編が国により進められているなど機能強化が進んでいます。

また、知多半島の東側に位置する衣浦港は、臨海部に約640事業者が存在しており、それらを含めた背後産業を支える工業港として、バルク貨物の増大に対応するなど機能強化を図ろうとしています。

輸入自動車金額・台数とも29年連続日本第1位である三河港においても、我が国を代表する自動車流通港湾として、完成自動車取扱機能の強化を図る整備を進めています。

さらに、それぞれの港において、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることを目指し、カーボンニュートラルポート（CNP）形成に向けた取組が進捗しています。

### 港湾の機能強化

○ 名古屋港、衣浦港、三河港は、モノづくり中部と世界を結ぶ海のゲートウェイであり、今後も日本の経済・産業をリードする基盤として、コンテナ、完成自動車、バルク貨物などを円滑に取り扱えるよう、機能強化を図る



#### 名古屋港の機能強化

中部地域のモノづくり産業を物流面で支える「国際産業戦略港湾」として、機能強化を図る。

総取扱貨物量  
20年連続  
全国第1位



- 飛島ふ頭：東側コンテナ取扱機能の強化・船舶の大型化に対応  
・R1・R2岸壁(水深12m)の水深15m化・耐震化(うちR1岸壁については、2023年10月に供用開始)
- 金城ふ頭：完成自動車取扱機能の集約・拠点化・船舶の大型化に対応  
・東側岸壁(水深12m・耐震)の新設・保管用地(約8ha)の造成
- 名古屋港の機能強化・維持に伴い発生する浸食土砂に対応  
・新土砂処分場の整備(中部国際空港沖)

#### 衣浦港の機能強化

知多及び西三河地域における物流・生産活動を支える工業港として、機能強化を図る。

- 中央ふ頭西地区：バルク貨物の増大に対応  
・ふ頭用地(約18ha)の造成・6号地岸壁の老朽化対策

石炭・鋼材・木材チップ等のバルク貨物の安定的な輸出入に対応する工業港



#### 三河港の機能強化

完成自動車等の国際海上輸送のハブ港として、機能強化を図る。

- 神野地区：完成自動車を始める取扱貨物の増大への対応  
・ふ頭用地(約10ha)の造成・神野北防波堤の整備・4号岸壁の老朽化対策
- 蒲郡地区：完成自動車取扱機能の強化  
・11号岸壁(水深11m)の延伸・ふ頭用地(約7ha)の造成

完成自動車  
輸入台数・金額  
29年連続  
全国第1位



#### カーボンニュートラルポート(CNP)形成に向けた取組

国際物流の結節点・産業拠点となる港湾において、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることを旨とする。

- 名古屋港・衣浦港・三河港のCNP形成について、検討着手

【2022年度の主な実施内容】  
・温室効果ガス排出量の推計  
・水素・燃料アンモニア等利活用ポテンシャル等調査  
・港湾機能の高度化に向けた施設検討



出典：「カーボンニュートラルポート(CNP)形成に向けた港湾エリア(CNP)の国の取組」(国土交通省、2023年12月)



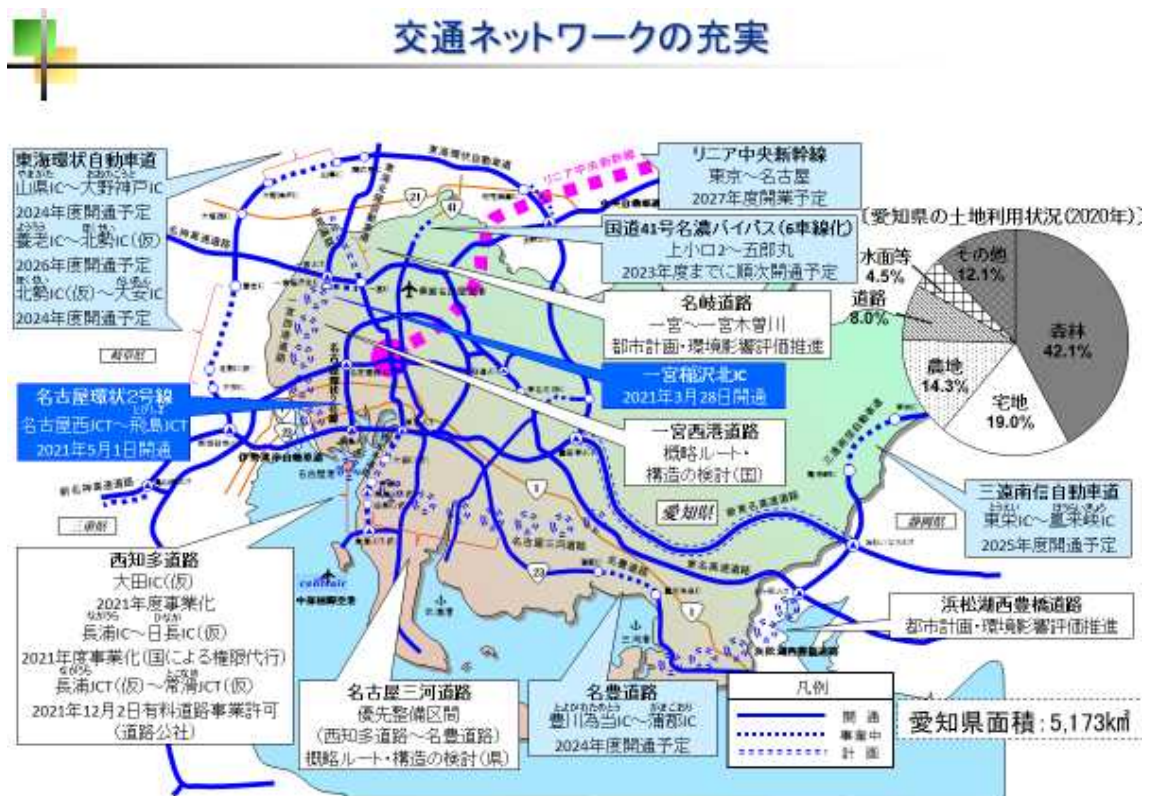
## (6)道路ネットワークの拡充

道路事業では、広域道路ネットワーク強化に向けて、名豊道路、三遠南信自動車道などの整備が、国により進められています。

また、中部国際空港へのアクセスを強化する西知多道路は、2021年度に許可された有料道路事業も活用しつつ整備を図るとともに、東海JCTなど一部区間では国の代行事業により整備が進められています。

さらに、名岐道路及び浜松湖西豊橋道路の都市計画・環境アセスメントを進めるための調査や、一宮西港道路の計画の具体化に向けた調査が国により進められており、名古屋三河道路では、優先整備区間の路線検討を本県で実施しています。

このほか、本県では三河港へのアクセスを強化する国道151号や、衣浦港と西三河地域の生産拠点間の物流機能の向上に資する国道247号、国道419号の整備などを進めています。



## (7) 矢作川 CN（カーボンニュートラル）プロジェクトの推進

本県では、矢作川流域をモデルケースとし、水循環をキーワードに、官民連携で総合的かつ分野横断的にカーボンニュートラルの実現を目指す「矢作川CN（カーボンニュートラル）プロジェクト」を進めています。現在、水力発電の増強、太陽光発電施設の設置、森林保全と循環型林業の推進などの施策について、国、県、有識者などからなる「推進協議会」を設立し、事業化に向けた検討を進めています。

### 矢作川CN（カーボンニュートラル）プロジェクト

**愛知県の革新的で独創的な取組を進めるための主要プロジェクトの一つ。**

矢作川流域をモデルとし、“水循環”をキーワードに、森林保全、治水、利水、下水処理などの分野を横断してカーボンニュートラルの実現を目指す。

8月1日に「矢作川CN推進協議会」を設立し、**既存の枠組みにとらわれない、分野を横断した総合的な検討を開始した。**

事業化できるものから順次事業化していく。

矢作川CNプロジェクト イメージ図



#### 4. おわりに

愛知県は、自動車を始めとするモノづくり産業の一大集積地として発展し、三大都市圏の一つである中京圏の中核として、日本の成長をけん引してきました。さらに、昨今では、新たな動きとして、スタートアップの創出・育成・展開・誘致を図る支援拠点「STATION Ai」をソフトバンク株式会社とともに整備するなど、「日本一元気な愛知」を目指し、様々な取組に積極的に挑戦しています。

また、県内には、ジブリパークはもちろんのこと、名古屋城、熱田神宮、トヨタ産業技術記念館、リニア・鉄道館、レゴランドなど魅力的なスポットや、「なごやめし」などの食、そして、戦国時代をはじめとした伝統文化が数多くあります。

さらに、言うまでもありませんが、愛知県は、東京からは約 90 分、大阪から約 50 分（京都からは約 35 分）という極めて便利な場所に位置しています。

読者の皆様には、ぜひ、本県を訪れ、その魅力に触れていただければ幸いです。

## II. 建築物の吸音処理と残響時間

### 1. はじめに

以前の研究所だより（2022年4月号、No.397）にて「生活空間での音問題と対策」という題で、生活騒音に対する各企業の仕様や技術動向（ソリューション）を音に関する基礎知識に触れながら紹介した。

生活に関する音問題は特にケースバイケースなことも多く、未然に防ぐことが難しい現状である。しかし、音に関する基礎知識を少し得るだけでも十分に対応できる面もある。

そこで本稿では、音に関する基礎知識として、吸音のメカニズムと残響について紹介しながら、生活空間での音問題に対する解決のヒントにつなげていきたい。なお、文中で述べる意見については筆者個人の見解であり、組織としての意見・見解ではないことを予めお断りさせていただく。

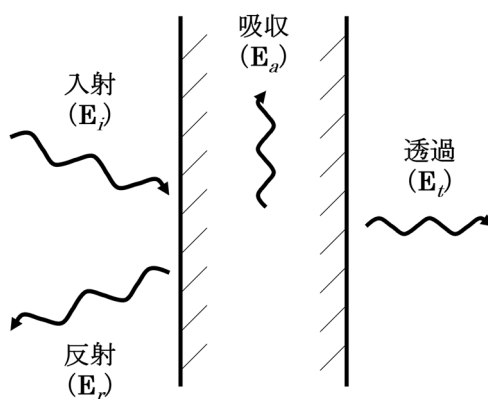
### 2. 音に関する基礎知識（復習）

ここでは、音の反射・吸収・透過、透過損失について触れておく。

#### (1) 音の反射・吸収・透過

音は空気以外の物体に接触すると、「反射」「吸収」「透過」の変化が生じる。図表1は音の伝わり方として、それぞれの変化を簡単に示したイメージである。

図表1 音の伝わり方（反射・吸収・透過）のイメージ



(出典) 当研究所にて作成

「反射」とは、入射音に対して、物体によりその一部がはね返ることである。「吸収」とは、入射音が物体を通る際に、入射音の一部が物体内で熱エネルギーへと変換されることである。そして「透過」とは、入射音の一部が入射側とは反対側に再放射されることである。つまり入射音のエネルギーを  $E_i$ 、反射するエネルギーを  $E_r$ 、材料内で吸収されるエネルギーを  $E_a$ 、透過するエネルギーを  $E_t$  とすると、以下の関係式が成り立つ。

$$E_i = E_r + E_a + E_t$$

なお、「吸音」は物体（壁など）から反射する音を、「遮音」は物体を透過する音をそれぞれ対象とし、どちらも入射音を減らすことを目的としている。つまり吸音率 $\alpha$ と透過率 $\tau$ は、以下の式で定義される。

$$\alpha = \frac{E_i - E_r}{E_i} = \frac{E_a + E_t}{E_i}$$

$$\tau = \frac{E_t}{E_i}$$

## (2) 透過損失

居住環境において、外部から生じる音を小さくしたり、隣り合う空間での音の伝わり方を小さくしたりするために、壁、床や開口部（窓）等には遮音性能が必要である。遮音性能は「透過損失（TL : Transmission Loss）」で表され、図表 1 における入射と透過の差で求めることができる。また透過損失 TL は、透過率 $\tau$ の逆数を dB 表示したもので、以下の式で定義される。

$$TL = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{1}{\tau}\right) [dB]$$

上式より、透過率が小さくなる（＝隣の空間へ再放射される音が小さくなる）と、透過損失が大きくなり、遮音性能が高いと理解できる。

## 3. 吸音のメカニズム

ここでは、基本的な吸音のメカニズムである 3 種類の分類について説明する。

### (1) 多孔質型吸音

グラスウールやロックウール等の材料に音が入射すると、音波との摩擦粘性抵抗及び材料内の繊維の振動等で、入射音のエネルギーの一部が熱エネルギーとして消費される。その吸音特性は、一般的には低音域で小さく、高音域で大きいとされている。

### (2) 板振動型吸音

合板や木質ボード等の薄い板状の材料で、背後に空気層を設けると、入射音によって板が振動し、材料内の内部摩擦により熱エネルギーとして消費される。その吸音特性は低音域の共振（共鳴）周波数で吸音率が大きくなるが、中高音域での吸音率は小さいとされている。

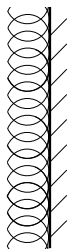
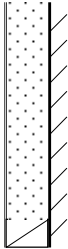
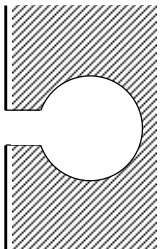
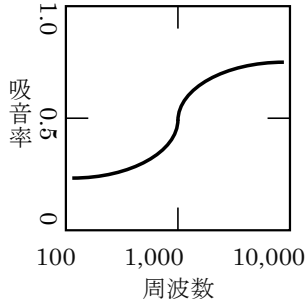
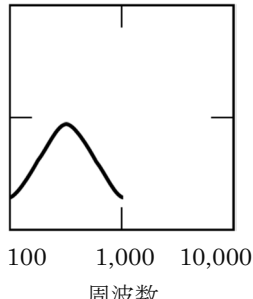
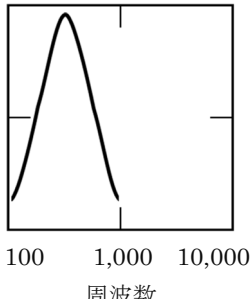
### (3) 共鳴器（ヘルムホルツ）型吸音

板に孔があいた形の共鳴器に音が入射すると、背後の空気層がバネの役割をして、共鳴周波数の近くで孔の部分の空気が振動し、孔の部分の空気と孔壁面との摩擦粘性抵抗によ

り、入射音のエネルギーの一部が熱エネルギーとして消費される。その吸音特性は、共鳴周波数付近で吸音率は大きいとされている。

(1) ~ (3) を整理したのが図表 2 である。

図表 2 吸音のメカニズム (3 種類の整理)

|        | (1) 多孔質型  | (2) 板振動型   | (3) 共鳴器型  |
|--------|---|--|---|
| 代表的な材料 | グラスウール<br>ロックウール  | 合板<br>木質ボード  | 孔あき板  |
| 吸音構造   | 繊維の振動<br>    | 板振動<br>       | 共鳴器振動<br>        |
| 吸音特性   | 高音域で吸音<br> | 低音域で吸音<br> | 共鳴周波数付近で吸音<br> |

(出典) 当研究所にて作成

それぞれの他の特徴は以下である。

多孔質型の特徴としては、多孔質材料の厚さを厚くすると、中音域の吸音率が大きくなることが挙げられる。また、多孔質材料の背後に空気層を設けて、空気層の厚さを厚くするほど低中音域の吸音率が大きくなる。つまり幅広い周波数に対して高い吸音率を求める場合、材料厚さや材料背後の空気層厚さを厚くする必要がある。

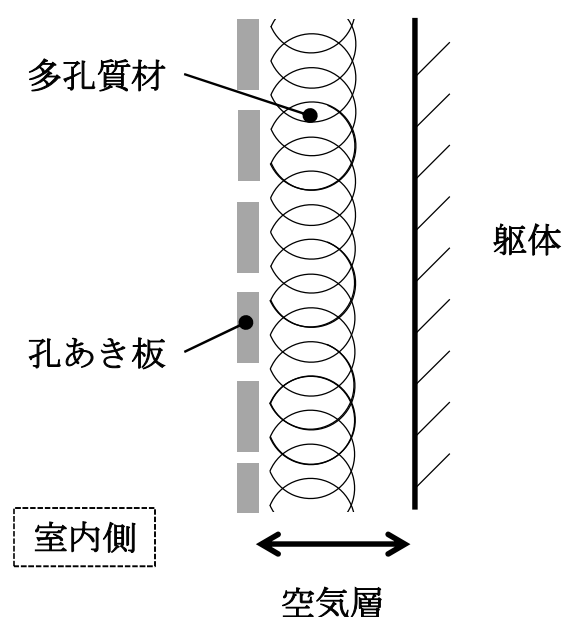
板振動型の特徴としては、まず背後に空気層を設けない場合は、板振動が生じないことからそもそも吸音しない。そのため必ず空気層を設ける必要がある。また、背後の空気層に多孔質材料などを挿入すると、吸音のピーク (山) 辺りの吸音率が大きくなる。

共鳴器型の特徴としては、背後の空気層厚さを厚くすると、吸音のピークは低音域側に移動する。また孔あき板の開孔率 (板全体の面積に対する孔あき部分の面積のことで、厳

密には板の厚さや孔の直径などが関係する)によっても吸音のピーク周波数は移動する。さらに、孔あき板の背後層に多孔質材料を挿入すると、吸音率は全体的に大きくなる。

理論的にはこのような説明をされることが主であるが、音楽室やカラオケルームを思い出してもらえれば、理解が深まるかと思う。音楽室やカラオケルームの壁面は孔あき板を用いるケースが多い。これは共鳴器型（及び多孔質型も）の吸音のメカニズムを活用している。つまり防音対策において、多孔質材料や孔あき板の使用の際には、材料自体や背後層の厚さをしっかり考慮して設計しないと、十分な吸音効果が得られないことを知っておくべきである。

図表3 十分な吸音効果が期待できる孔あき板の配置例



(出典) 当研究所にて作成

#### 4. 単層壁の遮音

無限に広がる薄い壁に音波が垂直入射する場合を考える。壁が一体となってピストン運動することを仮定すると、この垂直入射での条件における透過損失  $TL_0$  は、以下の式で定義される。

$$TL_0 \cong 20 \log_{10}(f \cdot m) - 42.5 [dB]$$

$f$  は音波の周波数、 $m$  は壁の面密度（単位面積当たりの質量）であり、垂直入射での条件における透過損失は、周波数と面密度の対数に比例することがわかる。一般に、単一の材料で構成される単層壁の場合、面密度が大きくなるほど透過損失は大きくなり、また周波数が大きくなるほど透過損失は大きくなる。これを単層壁の遮音に対する質量則という。壁の周

波数または面密度が 2 倍となると、 $TL_0$  は 6dB 増加する関係である。つまり壁自体の性能においては、重い・密度の大きい・厚い壁が遮音上は有効である。

一方で、この式は垂直入射での条件であり、実際には音波は拡散入射<sup>6</sup>する場合は現実に近い。その際の透過損失は以下の式で定義される。

$$TL \cong TL_0 + 10 \log_{10}(0.23TL_0) [dB]$$

なお、これはおおよそ 5dB 程度の減少である。垂直入射での条件に比べて、透過損失は減少し、現実的には質量則の 6dB は理論値であり、実測値はそれより不利であることが知られている。

このように透過損失が質量則から外れる場合が生じる。これは建築物の外壁や間仕切壁等は単純な単層壁ではないことが多いためである。一般に、単層壁の透過損失の実測値は、質量則を用いて求めた理論値に比べて小さくなる。質量則によらない例として有名なのが、「コインシデンス効果」である。薄い単層壁の場合、入射音の周波数と壁の材料の振動の周期が一致して共鳴を起こして、透過損失が低下することをコインシデンス効果と呼ぶ。一般的に単層壁において、壁の厚さを薄くすると、コインシデンス効果による透過損失の低下は、周波数域は高音域側に移動する。このことから、壁が厚い場合は低周波数域で、壁が薄い場合は高周波数域で、コインシデンス効果が生じやすい。

## 5. 残響と残響時間

室内の音源から音を出すと、ある程度の時間が経つと定常状態に達する。定常状態に達した後、音源を停止しても音はその瞬間になくなるわけではなく、次第に減衰し、聞こえなくなる。このような音源を停止した後でも室内に音が残る現象を、残響という。

残響を理論的に表すには残響時間が用いられる。残響時間は室内のエネルギー密度が定常状態の値から、60dB 減衰するのに必要な時間と定められている。これは 1900 年に Sabine が発表してから、室内の音環境を表すのに重要な指標として用いられてきた。Sabine は、残響時間  $T$  が室の容積  $V$  [ $m^3$ ] と吸音力  $A$  [ $m^2$ ] で表されることを実験結果より導いており、以下の式で定義される。

$$T = K \frac{V}{A} [s]$$

これは Sabine の残響式と呼ばれている。K は比例定数で  $K=0.161$  で、室内壁面は多くの異なる材で構成されることから、吸音力  $A$  は以下の式で定義される。(ただし、吸音率  $\alpha_i$  の面積を  $S_i$  とする。)

<sup>6</sup> 入射角 ( $\theta=0$ ) を垂直入射とすると、 $\theta$  は  $0 \sim 90^\circ$  の範囲を考慮し、つまりあらゆる角度から入射することを想定した場ということである。



$$A = \sum S_i \cdot \alpha_i$$

Sabine の残響式より、残響時間  $T$  は室の容積  $V$  に比例し、吸音力  $A$  に反比例することがわかる。つまり、室の容積が大きいほど、また室の吸音力（吸音面積）が小さいほど、残響時間が長くなるということである。

しかし、Sabine の残響式は吸音力の小さい残響時間が長い室では実測値と似た値を示すが、吸音力の大きい残響時間が短い室では実測値と異なる値を示す場合がある。そこでこの欠点を補うために、Eyring の残響式が以下で定義される。（ただし、 $\bar{\alpha}$  を平均吸音率とする。）

$$T = \frac{KV}{-S \log_e(1 - \bar{\alpha})} [s]$$

さらに空気吸収を考慮した残響式として、Eyring-Knudsen の残響式が以下で定義される。（ただし、 $m$  を空気吸収による減衰係数とする。）

$$T = \frac{KV}{-S \log_e(1 - \bar{\alpha}) + 4mV} [s]$$

なお、空気吸収による減衰係数  $m$  は、1,000Hz 以下及び小さな室では非常に小さいので無視できる。これらの残響式を図表 4 に整理する。どの残響式においても、室の容積が大きいほど、また室の吸音力が小さいほど、残響時間は長くなることがわかる。

図表 4 代表的な残響式

|                | 残響式  | 備考           |
|----------------|--|--------------|
| Sabine         | $T = K \frac{V}{A}$                                | 吸音力の大きい場合に不適 |
| Eyring         | $T = \frac{KV}{-S \log_e(1 - \bar{\alpha})}$       | 吸音力の大きい場合でも適 |
| Eyring-Knudsen | $T = \frac{KV}{-S \log_e(1 - \bar{\alpha}) + 4mV}$ | 空気吸収を考慮      |

(出典) 当研究所にて作成

このように室の残響時間は理論的に求めることができる。室の残響は豊かな響きを与える空間を創出できる一方で、言葉を交わすコミュニケーションに重要な明瞭性<sup>7</sup>を悪化させる原因にもつながる。よって室の用途に応じた残響時間となるように、吸音処理を実施する必要がある。一般的には 3. で述べた吸音のメカニズムで吸音処理を実施するのだが、材料

<sup>7</sup> 言葉がどれほど正確に聞き取れるかは、音環境を総合的に評価する上で重要な指標であり、音節明瞭度や文章了解度等の数値がある。

の性能値や背後の空気層の組み合わせ等で吸音力は異なってくる。文献やカタログ値の吸音率のデータを用いることで、吸音力を算出し、残響時間を導き出すことが音響設計上、重要なポイントである。その際、材料を変更したり、面積を変えたり等を適切に行い、調整することで、室の用途に応じた残響時間に近づけることができる。なお、本稿では室内表面のみしか考慮していないが、実際の場合では机や椅子等の什器も吸音力に影響を及ぼすことには注意が必要である。

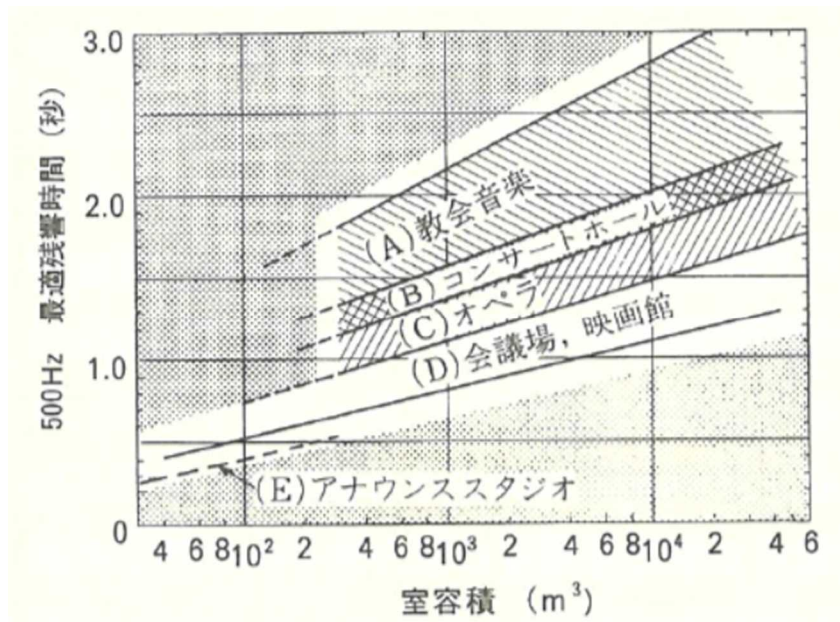
## 6. 最適残響時間

5. で述べたように室の用途に応じた残響時間にしなければ、言葉を交わすコミュニケーションに重要な明瞭性を悪化させる原因となる。例えば、コンサートホールのような空間の場合は、長い残響時間が好まれるが、講演や会話を主とする空間の場合は、短い残響時間が好まれる等、室の使用目的によって残響の最適時間は異なることがわかる。従来から様々な研究がなされているが、最適残響時間を示すグラフ例を図表 5 に示す。室用途の例として、以下の 5 つが挙げられている。

- (A) 教会音楽
- (B) コンサートホール
- (C) オペラ：学校の講堂等
- (D) 会議場、映画館
- (E) アナウンススタジオ：講演を主とする部屋

図表の使い方としては、室用途による最適残響時間（500Hz）を参考とし、室容積に合わせた残響時間となるように吸音処理を実施するために用いる。

図表 5 室用途の最適残響時間の範囲



(出典) 前川純一、森本政之、阪上公博「建築・環境音響学第2版」, p62 図3・19

## 7. おわりに

普通に生活していれば、誰もが音に関する不快な問題を数多く抱えている。そこで本稿では対策の基本である吸音や遮音について説明した。まず室における吸音力を増やすためには、物体が必要である。物体がもつ吸音率や面積は吸音力として十分にカウントできる。家具も重要な吸音材であることを知っておくと良い。

また、吸音のメカニズムは3タイプに分類されることも説明した。どういった音の周波数をコントロールしたいかで3タイプの活用は分かれるが、背後に空気層を設けない等の設計をしてしまうと吸音効果が得られず、後になって問題が生じるケースも多い。3タイプの吸音効果が得られる条件を把握しておくべきである。

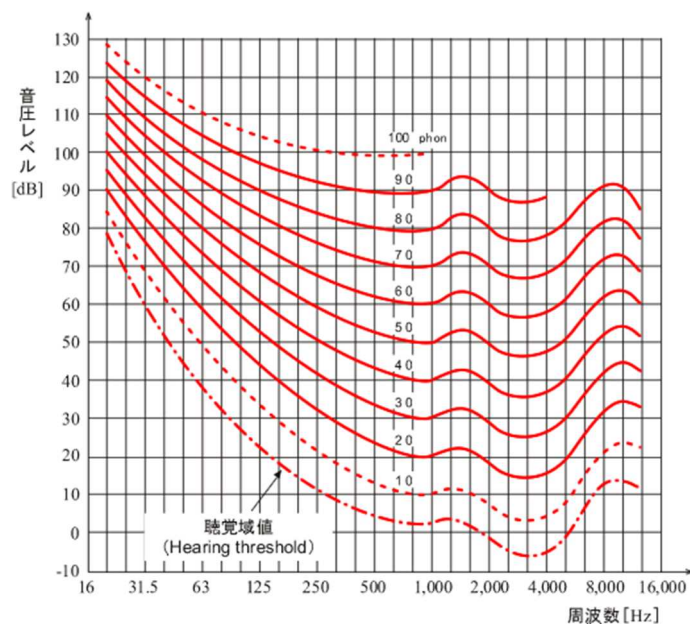
さらに残響時間に関しても、残響式を紹介しながら説明した。室用途によって最適残響時間が定められおり、吸音力をコントロールする、つまり吸音処理を適切に実施することで対策が可能である。材料の見直しや面積を変えることも有効な対策である。

これらの音に関する基礎知識が、生活空間での音問題に対する解決のヒントにつながり、快適な音環境を実現できる空間づくりにつながればありがたい。

最後に、図表6に示す等ラウドネス曲線をご存じだろうか。簡単に説明すると、ある音の大きさと同じ大きさで聞こえる音圧レベルの数値を表したグラフである。人間の耳は非常に広い範囲の音を感じとることができるが、音として聞こえる周波数の範囲はその強さによって変化し、おおよそ20~20,000Hzといわれている。聴力は20歳をピークに次第に老

化して低下し、一般的には高い周波数ほどその低下は著しいと知られている（学生時代にこれを知った時には既に老化しているのか…とショックを受けたことを覚えている）。モスキート音と呼ばれるのが有名な例である。ぜひインターネット等で検索して聞こえるかどうか遊んでみてほしい。耳はまだ20代！と楽しめるかもしれない。

図表6 純音の等ラウドネス曲線（2003年ISO226国際規格）



(出典) 小野測器ウェブサイト「暗騒音とは (page13)」

(担当：研究員 小島 星司)

#### 参考文献

- ・ 前川純一, 森本政之, 阪上公博「建築・環境音響学第2版」, 共立出版, 2000
- ・ 小野測器ウェブサイト「暗騒音とは (page13)」  
[https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c\\_support/newreport/noise/souon\\_13.htm](https://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/noise/souon_13.htm) (2023年3月31日閲覧)

当研究所に着任して早一年、気づけば新年度となり、やや実感も薄いまま4月を過ごしている。昨年度は、取材先の皆様、研究理事・研究員の助言・助力を得て、なんとか業務を乗り切っていたこともあり、あっという間の一年であった。夏休みの宿題を最終日に消化するタイプの人間である筆者にとって、比較的長期の調査・研究を行い、その結果をとりまとめる業務には、やはり悪戦苦闘することとなった次第である。一方で出向元では、学ぶ機会の少ない分野を研究することや実際に現地にて取材・調査を行うなど貴重な経験を積むことができ、今後の研究・出向元での業務はもとより自身の視野を広げることにもつながったと感じている。この文章を書くことで、じわじわと新年度の実感を持ち始めており、今年度も前年度の経験を活かし、また新たな気持ちで研究に励みたいと思う。

年度末に研究調査内容を取りまとめる中、熱中していたものが一つある。大半の皆さんも同様かと思うが、WBC (World Baseball Classic) である。特にアメリカで行われた準決勝以降の手に汗握る展開の連続や最終盤の大谷とトラウトの直接対決等は、再放送も見ってしまうほど興奮し、面白いものであった。筆者は、友人に誘われて神宮や東京ドームで年1, 2回程度観戦する程度であるが、久しぶりに野球観戦で声を出すほど楽しめた。そんな興奮を引きずったまま新シーズンが開幕している MLB を見ていると大きな変化に気付く。ピッチクロックと呼ばれる新ルールの導入である。

ピッチクロックとは、①投手は、ボールを受け取ってから、走者がいない場合は15秒、走者がいる場合は20秒以内に投球動作に入らなければならない。これに違反した場合、自動的に1ボールが追加される。②打者は、制限時間の8秒前までに打席に入り、打つ準備を完了していなければならない。これに違反した場合、自動的に1ストライクが追加される。といった試合時間短縮を目的としたルールとなっている。

MLB では、2022年の平均試合時間が3時間を超えており、それによりタイパ<sup>8</sup>を重視するZ世代の野球離れがデータから伺えるとして、大胆な時短を目指している。ピッチクロックの効果は絶大で、既に2023年の平均試合時間は2時間半程度まで減少しているようである。試合を実際に観戦すると早い進行に驚きを感じるが、これはこれで慣れてしまえば、以前の試合時間で行っているNPBの試合を観戦することに苦痛を感じることもあるかもしれない。アメリカと同様にヨーロッパでは、サッカーですらZ世代には長く感じられるというデータもあり、スポーツも兎にも角にもタイパ重視、時短が最適という時流に飲み込まれていくようである。

こうした時代の流れを考えると、一定の期間をいただいて調査・研究を行うことの出来る環境のありがたさに感謝しつつも、タイパを意識して行動することも心掛けたい。

(担当：研究員 荒川 素輝)

<sup>8</sup> 時間対効果を意味する「タイムパフォーマンス」の略語