

COVID-19 と風工学：アイントホーフエン工科大学とルーヴ エン・カトリック大学の貢献

Citation for published version (APA):

Ricci, A., & Blocken, B. (2021). COVID-19 と風工学：アイントホーフエン工科大学とルーヴエン・カトリック大学の貢献. *Journal of Wind Engineering*, 46(3), 275-277. Article 3. <https://doi.org/10.5359/jawe.46.275>

Document license:

TAVERNE

DOI:

[10.5359/jawe.46.275](https://doi.org/10.5359/jawe.46.275)

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/07/2021

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

海外若手研究者からのレポート②

COVID-19 と風工学: アイントホーフェン工科大学とルーヴェン・カトリック大学の貢献

Reports from international young researchers (2)

COVID-19 and Wind Engineering: the contribution by Eindhoven University of Technology and KU Leuven

Alessio RICCI*¹

Bert BLOCKEN*²

SARS-CoV-2 は、世界中に大きな影響を与えている。2021年4月19日、世界保健機関 (WHO) は、全世界の感染者数は 141,057,106 人と死亡者数は 3,015,043 人と報告した¹⁾。ヨーロッパの感染者数は 46,521,544 人、死亡者数は 1,037,693 人であり、アメリカ大陸に次いで 2 番目に被害が大きい大陸となっている¹⁾。医学界は、記録的な速さでウイルスの拡散を抑え、感染を予防し、ワクチンを提供することに大きく貢献している。WHO によると、2021年4月20日時点で、世界中ですでに約 793,484,083 回分のワクチンが投与されている¹⁾。統計以外にも、政府が度重なるロックダウンによって課した長期閉鎖は、世界経済に強い影響を与え、倒産の原因となり、心理的にも悪影響を及ぼしている²⁾。ヨーロッパでは、さまざまな活動 (ショッピング、レストラン、バー、音楽劇場、映画館、屋内スポーツセンターなど) がパンデミックの影響を受けている。小学校から大学までの教育システムは大きな混乱を経験し、学生や研究者を支援するための短期および長期の戦略を見直さざるを得なかった³⁾。

これまでに多様な研究テーマを扱ってきたアイントホーフェン工科大学 (TU/e) とルーヴェン・カトリック大学の風工学チーム⁴⁾は、2020年3月以降、通常の研究計画を覆し、COVID-19 との戦いにおけるいくつかの取り組み

を実行し、支援することを決定した。この取り組みでは、昨年、2つの主要な優先度の高いプロジェクト (1) 屋内のスポーツセンター I および II におけるエアロゾルの削減⁵⁾、および、(2) COVID-19 パンデミック時の屋内および半屋内での安全なスポーツイベントに向けて^{6,7)}が開始された。プロジェクト(1)では、唾液エアロゾルの発生が顕著な屋内スポーツセンターにおけるエアロゾルの拡散・低減を調査し、これらの空間がどのような条件で安全に再開できるかを理解することを目的とした⁸⁾。このプロジェクトの詳細は Blocken et al.⁹⁾に記載されている。実験は、TU/e スポーツセンターの体育館で行われた (図 1a)。被験者 35 人が身体運動を行い、測定範囲が約 0.25~約 30 μm の Grimm 11D エアロゾル粒子計測器 (APS) 3 台を用いて、室内のエアロゾル粒子濃度を測定した¹⁰⁾。また、部屋全体に配置された APS AQS2020PRO¹¹⁾ 110 台を用いて、CO₂ 濃度、気温、相対湿度を測定した (図 1a)。体育館での試験の結果、2.2h⁻¹の換気量 (オランダ建築基準法の最低値の 4.5 倍) では、30 分間のエアロゾル濃度の上昇を止めるには不十分であることがわかった。また、空気清浄機を併用して換気量を 1.39h⁻¹にすると、換気のみの場合と同様の効果が得られた。最終的に、換気と空気清浄を組み合わせることで、エアロゾル粒子濃度を 80~90%低減

* 1 Postdoctoral Researcher, Building Physics and Services, Department of the Built Environment, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, a.ricci@tue.nl / Department of Civil, Chemical and Environmental Engineering, University of Genoa, Genoa, Italy, alessio.ricci@unige.it

* 2 Professor, Building Physics and Services, Department of the Built Environment, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands, b.j.e.blocken@tue.nl / Building Physics and Sustainable Design, Department of Civil Engineering, KU Leuven, Leuven, Belgium, bert.blocken@kuleuven.be



図1 TU/e が実施した SARS-CoV-2 プロジェクト。(a)TU/e のスポーツセンター、(b)アムステルダムの Johan Cruijff ArenA スタジアム、(c)プロサイクリングチーム Jumbo-Visma のバス

できることが示された^{9,12}。プロジェクト(1)で得られた、計算流体力学(CFD)の結果も含めたその他の知見については、今後公表される予定である。

プロジェクト(2)では、AFC アヤックスの本拠地であるアムステルダムの Johan Cruijff ArenA スタジアムの半屋内(スタンド上)で、エアロゾル粒子濃度の大規模な測定と CFD シミュレーションを実施した。最初は人工エアロゾル発生装置が使用された。混合液を放出するジェネレーター91台、Grimm 11D/11R 6台、およびAQS2020PRO 180台が、スタンドの一区画に配置された¹³。スタジアム内の風速は、スタンドとコーナーゲートに設置された2次元超音波風速計5台によってモニタリングされた(図1b)。次に、2021年3月27日に開催されたUEFAサッカーの試合「オランダ - ラトビア」戦において、国の規定に基づき、SARS-CoV-2の検査を受けた2,000人の「本物の観客」が、マスクを着用せず、また「社会的な距離」を取らずにスタンドに滞在した¹⁴。Grimm 11D/11Rが6台、Grimm EDM164が2台、AQS2020PRO センサが204台、2次元超音波風速計が4台、スタジアム全体に設置された(図1b)。CFDの定常・非常定常シミュレーションを行うために、スタジアム全体の高解像度グリッドを作成した。このCFDシミュレーションは、米国ホワイトハウスのHPCコンソーシアムによるAI For Health Grantの支援を受けており、具体的には、Microsoft社によるハードウェアサポートとAnsys社によるソフトウェアライセンスの提供を受けている。プロジェクト(2)では、SARS-CoV-2と闘うためには、ウイルス学者、疫学者、微生物学者、エアロゾル学者、建築環境工学者、建築サービスエンジニ

ア、スポーツ科学者などで構成される「学際的なチーム」の重要性を明確に示している。今回のプロジェクトの成果は、現在、基礎知識が不足している社会に向けて、屋内および半屋内のスポーツ空間を安全かつ段階的に再開するための一助となるように、今後、出版物として共有される。

この2つの大規模プロジェクト以外にも、唾液を模した液体の混合物から飛沫を放出するエアロゾル発生器12台が使用されたプロサイクリングチーム「Jumbo-Visma」のバス¹⁵など、いくつかの屋内環境でエアロゾル粒子濃度の測定とその濃度を低減する方法の評価が行われた。エアロゾルとCO₂の濃度、気温、相対湿度は、Grimm 11Dエアロゾル粒子計測器3台とAQS2020PRO センサ27台を用いて計測された(図1c)。このプロジェクトの結果は、Jumbo-Visma チームに、パンデミック時の国内外のレースにおけるこのような閉鎖空間の安全な利用について、より多くの洞察を与えた。

謝辞

TU/e およびルーヴェン・カトリック大学の風工学チームのメンバー、そしてこの研究プロジェクトを可能にした発表論文[9]の著者である T.van Hooff, L.Kang, S.G.Gillmeier, T.van Druenen, L.Xia, X.Zheng, P.Qin, C.Alanis Ruiz, B.Van Gael, S.B.Vos, C.Brombacher, J.F.L.Diepens, G.A.Maas に謝意を表す。

また、これらのプロジェクトに関わった人々及び組織、Health~Holland, FieldLab Events, Sportinnovator, Leiden University and Medical Center, Utrecht University, Johannes

Kepler University in Linz (オーストリア), PlasmaMade, Johan Crujff ArenA, Bovano Basketball (Maaspoort), Heroes Den Bosch, AFC Ajax, Team NL, Isala Zwolle, Go2Sure にも謝意を表す。CFD シミュレーションは、Microsoft 社と Ansys 社による White House HPC コンソーシアムの AI for Health 補助金の支援を受けている。



Dr. Alessio Ricci



Prof. Dr. Bert Blocken

参考文献

- World Health Organization, “WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard”, <https://covid19.who.int/>
- Lange K.W., “Coronavirus disease 2019 (COVID-19) and global mental health”, *Global Health Journal*, Vol. 5, pp. 31-36, (2021)
- European University Association. Briefing, “European higher education in the Covid-19 crisis”, https://eua.eu/downloads/publications/briefing_european%20higher%20education%20in%20the%20covid-19%20crisis.pdf, (2020. 7)
- Blocken, B., “Computational Fluid Dynamics for Urban Physics: importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations”, *Building and Environment*, Vol. 91, pp. 219-245, (2015)
- Sportinnovator, “Aerosol reduction in indoor sports centre”, (in Dutch), <https://www.sportinnovator.nl/nieuws/aerosol-reduction-in-indoor-sports-centre/>
- Sportinnovator, “Top Team Sport”, (in Dutch), <https://www.sportinnovator.nl/samen-oplossingen-zoeken-voor-sporten-met-publiek/>
- Health-Holland, “Safe sports for athletes and spectators during the COVID-19 pandemic”, <https://www.health-holland.com/project/2020/2020/safe-sports-athletes-and-spectators-during-covid-19-pandemic>, (2021. 4)
- Blocken B., van Druenen T., van Hooff T., Verstappen P.A., Marchal T., Marr L.C., “Can indoor sports centers be allowed to re-open during the COVID-19 pandemic based on a certificate of equivalence?”, *Building and Environment*, Vol. 180, 107022, (2020)
- Blocken B., Druenen T., Ricci A., Kang L., van Hooff T., Qin P., Xia L., Alanis Ruiz C., Arts J.H., Diepens J.F.L., Maas G.A., Gillmeier S.G., Vos S.B., Brombacher C., “Ventilation and air cleaning to limit aerosol particle concentrations in a gym during the COVID-19 pandemic”, *Building and Environment*, Vol. 193, 107659, (2021)
- Grimm Aerosol Technik, Portable Aerosol Spectrometer, Model 11-D, Grimm Aerosol Technik Airring GmbH & Co.KG, Airring, Germany, (2020)
- CloudGarden, Product sheet Cloud Garden climate sensor CG.TRHCV.D, Cloud-Garden-Klimasensor-Nederlands-incl-technische-specs (2020) pdf.
- Sportinnovator, “Aerosol reduction in indoor sports centre”, <https://www.youtube.com/watch?v=PdBgr4U0BKg&t=1s>, (2020)
- Johan Crujff ArenA, “Johan Crujff ArenA test venue for large-scale aerosol and COVID-19 research”, <https://www.youtube.com/watch?v=tjLKu-Yq56Y>, (2020)
- Sportinnovator, “5 Sportinnovator innovations have been tested at the Netherlands - Latvia”, <https://www.youtube.com/watch?v=KN3VCpoFALE>, (2021)
- Bert Blocken, “Measurements of aerosol concentrations and concentration reduction in the bus of Team Jumbo-Visma”, <https://www.youtube.com/watch?v=tIVdm1itozk>, (2020)

(訳：富永禎秀 (新潟工科大学))