

2026年1月28日

報道関係者 各位

感染制御と個人の自由を両立する 「自由外出マスク」構想が実用化段階へ

群馬大学大学院理工学府の藤井雄作教授が提唱する「自由外出マスク（PAPR for Everyone）」構想が、実用化に向けた大きな一歩を踏み出しました。社会的・経済的コストの高いロックダウンを回避しつつ感染制御を実現する鍵となる、装着状態をネットワークで管理するシステムに関する論文が、国際学術誌Scientific Reportsに掲載されました。

論文タイトル：「Time-managed PAPR use enables a balanced approach to infection control and personal freedom」

(<https://www.nature.com/articles/s41598-025-32625-3>)

本論文では、一般市民向け電動ファン付き空気清浄式呼吸用保護具（PAPR）の装着状況をスマートフォン連携でリアルタイムに可視化・管理するネットワークシステムを設計・試作。装着により得た「余剰保護時間」を蓄積的に管理するSaved Allowance Time（SAT）指標を導入し、**常時装着を強制しない時間管理型運用**で、政府・自治体には過剰規制に頼らない感染対策の効率UPを、市民には生活の自由度UPを、同時に実現する道筋を示しました。



[プレス発表対象論文]

Y. Fujii, *Time-managed PAPR use enables a balanced approach to infection control and personal freedom*, **Scientific Reports**, 2025.

<https://www.nature.com/articles/s41598-025-32625-3>

1. 本件のポイント

- ロックダウンに依らない感染症対策として提唱してきた「PAPR for Everyone（自由外出マスク）」構想について、装着状態をネットワークで管理する試作システムを開発・検証し、国際学術誌に掲載されました。
- 感染対策の効率化（公衆衛生）と個人の自由の尊重（非装着の時・場所を選ぶ権利）を同時に成立させる、実装可能な社会技術「装着状態ネットワーク管理システム」を提示しました。
- 本システムでは、装着により得られる「余剰保護時間」を蓄積的に管理する**Saved Allowance Time (SAT)** 指標を導入し、個人がリスクの低い場面で非装着時間を柔軟に選択できる時間管理型運用を実現しました。
- 科研費・基盤Bの採択を受け、**2026年以降は社会実装を見据えた研究開発段階**へ移行します。

2. [プレス発表対象論文]の要旨

- (1) 空気感染症のパンデミックにおける完全ロックダウンは、大きな社会的・経済的コストを強いるものです。
- (2) これに対処するため、筆者の知る限り、これまで初めて以下の3つの貢献を行いました。
 - (i) 一般市民が医療グレードの電動ファン付き空気清浄式呼吸用保護具（PAPR）を着用することで、ロックダウンの工学的代替手段となるという概念を提案しました。
 - (ii) 部品コスト40米ドルで医療機器に匹敵するエアロゾル遮蔽性能を持つ概念実証用PAPRを公開しました。
 - (iii) 数学モデルにより、人口の55%以上がPAPRを常時着用する場合、あるいは全員が中程度に断続的に着用する場合、有効再生産数 R_t を2.0から0.9に低減できることを示しました。
- (3) これらの先行成果を基に、本研究では、政府的感染制御と個人の非装着の時間・場所を選択する自由を両立させることを目指したIoTベースの管理フレームワーク——PAPR着用状態ネットワーク管理システム（PWS-NET）——を提案・試作しました。
- (4) 核心指標はSaved Allowance Time (SAT)、すなわちマスクオフ期間に対する蓄積型の1日許容量です。
- (5) 試作システムは以下の3つのコンポーネントを統合しています：
 - (a) 差圧センサを用いたPAPRのリアルタイム着用検知
 - (b) スマートフォンアプリケーションによるユーザーの自己申告位置情報
 - (c) SATを毎日更新するルールベースのウェブサーバー
- (6) 現実的な使用条件を模擬したシナリオテストでは、SATの更新と違反判定が正しく動作すること、ならびにユーザーへの効果的なリアルタイム視覚フィードバックが確認されました。

- (7) すべて市販部品で構築されたこの試作システムは、今後のアウトブレイクにおける公衆衛生政策へのSATベースのガバナンス統合を目指した大規模フィールドスタディの出発点として位置づけられます。

3. 研究の位置づけ（関連論文との関係）

本研究は、以下の段階的検証の論文(2)に相当します。

- (1) 概念検証：PAPRをロックダウン代替に用いる要件整理（発表済）
- (2) 本論文：ネットワーク管理型システムの設計・試作・検証
- (3)(4)：呼吸流量・漏れ推定など流体力学モデルとセンシング（※本プレスでは補足扱い）
- (5)(6)：AI出力の検証可能記録（VRAIO）によるプライバシー統治（社会実装の基盤）

以上、(1)-(6)の論文の一流学術誌での採録が完了し、自由外出マスクの有効性に関する学術的裏付けが取れ、実用化に向けた学術的地ならしが整いました。

(注) 自由外出マスク (Distancing-Free Mask) は、「Powered Air-Purifying Respirator（電動ファン付き空気清浄式呼吸用保護具）、PAPR」の一形態で、PAPR for Everyoneコンセプト（一般市民向けPAPR コンセプト）の実現に適した、高遮蔽性能はそのまま、日常生活での装着に適した低コスト化、高快適性化を目指したPAPRです。

(1) Y. Fujii, “Examination of the requirements for powered air-purifying respirator (PAPR) utilization as an alternative to lockdown”, *Scientific Reports*, Vol.15, 1217, 2025.

<https://www.nature.com/articles/s41598-024-82348-0>

(2) Y. Fujii, “Time-managed PAPR use enables a balanced approach to infection control and personal freedom”, *Scientific Reports* 2025.

<https://www.nature.com/articles/s41598-025-32625-3>

(3) Y. Fujii, A. Takita, S. Hashimoto, K. Amagai, “Estimation of Respiratory States Based on a Measurement Model of Airflow Characteristics in Powered Air-Purifying Respirators Using Differential Pressure and Pulse Width Modulation Control Signals-In the Development of a Public-Oriented Powered Air-Purifying Respirator as an Alternative to Lockdown Measures”, *Sensors*, Vol.25, No.9, 2939, 2025.

<https://doi.org/10.3390/s25092939>

(4) Y. Fujii, “The Real-Time Estimation of Respiratory Flow and Mask Leakage in a PAPR Using a Single Differential-Pressure Sensor and Microcontroller-Based Smartphone Interface in the Development of a Public-Oriented Powered Air-Purifying Respirator as an Alternative to Lockdown Measures”, *Sensors*, Vol.25, No.17, 5340, 2025.

<https://doi.org/10.3390/s25175340>

(5) Y. Fujii, “Verifiable record of AI output for privacy protection: public space watched by AI-connected cameras as a target example”, *AI & Society*, Vol.40, pp. 3697-3706, 2025.

<https://doi.org/10.1007/s00146-024-02122-8>

(6) Y. Fujii, “Governing AI Output in Autonomous Driving: Scalable Privacy Infrastructure for Societal Acceptance”, *Future Transportation*, Vol.5, No.3, 116, 2025.

<https://doi.org/10.3390/futuretransp5030116>

4. 背景：科研費・基盤Bの採択

自由外出マスク（PAPR for Everyone）の研究開発費として、***科研費・基盤B**（総額1,885万円、期間：2025.04-2028.03）が採択されました。

本研究は、先行する科研費・国際B（2021.10-2025.03）での基礎検討を踏まえ、**実用化検討へ本格移行**します。研究計画（科研費・基盤B）の概要は以下で公開しています。：

研究プロジェクト 電動ファン付き呼吸用保護具をロックダウン代替手段として活用した社会技術システム（第一報）

藤井雄作，橋本誠司，吉浦紀晃，山口誉夫，天谷賢児，Dongwei Shu, Mitra Djamal 社会安全とプライバシー, Vol.9, No.1, pp.1-17, 2025.

https://jjssp.e-jikei.org/ARCHIVES/vol09no01/JpnJSSP_vol09_no01_p01.pdf

要旨：本研究は、COVID-19以降に提起された「ロックダウンの社会的損失を最小化しつつ空気感染症を抑制する代替手段」を、再現可能な工学的システムとして提示することを目的としています。著者らはこれまで、市民利用を前提とした電動ファン付き呼吸用保護具（PAPR）の概念提示、流体力学モデルに基づく呼吸流量・漏れ推定法、マイクロコントローラとスマートフォンを連携した装着状態の可視化技術、さらに国際共同研究による低コストPAPR試作と現場運用評価に取り組んできました。本論文は、これらの知見を基盤として、採択された科研費（基盤研究B）における研究計画を開示するものです。具体的には、（1）一般市民向けPAPR本体と評価装置群の体系的開発、（2）装着率ネットワーク管理システムの設計、（3）地域社会での小規模社会実験による実効性・受容性評価を柱とする、の3つです。現段階では未完成の計画段階ではありますが、社会的自由と感染制御の両立を目指す工学的アプローチの射程と課題を明確化する点に、本研究の意義があります。

5. 歴史的経緯（苦節5年）

- 本構想は2020年7月7日に初めてプレス発表され（「Perfect Mask」として）、群馬テレビやNHKなどの地元メディアで即日報道されたのを皮切りに、2020-2021年にかけてNHK、テレビ朝日、日本テレビ、読売新聞、朝日新聞、毎日新聞、日経新聞、週刊文春など、全国紙・テレビ・オンラインメディアで多数取り上げられ、一般社会の直感的な理解と関心を集めました。

https://fglab.mst.st.gunma-u.ac.jp/press/perfect_mask/old/press.htm

- しかし、学术界では長らく受容されず、著名誌での掲載は困難を極めました。
- 提案者が専門分野の異なる門外漢であったため、「当たり前と思えるコンセプト＝皆がPAPRを装着すればパンデミックはたちどころに収束する」というアイデアを、自ら一つずつ学術的に証明していく必要に迫られました。（専門家からは無視され、助けは得られませんでした。）PAPRの決定的優位性である陽圧型曝露制御（フード内が陽圧に保たれるため、隙間からの未濾過外気流入が物理的に起こらず、内部→外部の漏れのみとなる）、そして、それを用いれば空気感染を効果的に制御できるだろうという仮説を、基本概念の提示から要件整理・文献情報を用いた論理的証妥当性評価、PAPR性能向上のための流体力学モデル、センシング技術、低コスト試作、（今回の）ネットワーク管理システム、プライバシー保護対策に至るまで、感染制御手段として社会実装されるために必要な要件を一つずつ段階的に論文で裏付け、証明していかなくてはなりませんでした。
- その学術的積み上げの努力が、2024年から2025年にかけて一気に結実し、Scientific Reports（2編）、Sensors（2編）、AI & Societyなどの国際査読誌で相次いで受理・掲載されました。これにより、2020年7月7日のコンセプト提案以来、約5年間の苦節を経て、学術的基盤がようやく整った段階に達しました。
- この5年にわたる経緯は、陽圧型曝露制御が単なる仮説ではなく、医学・公衆衛生の正式評価に耐えうる具体的介入として成熟してきたことを示しています。
- 本論文（Scientific Reports 2本目）は、構想を社会実装に耐える形へ前進させた決定打です。

6. 今後の展望

- 2026年以降：科研費基盤研究Bの枠組みで、一般市民向けPAPRの体系的開発、装着率ネットワーク管理システムの高度化、地域での小規模社会実験を実施し、実効性・受容性・経済性を検証します。
- 本構想は、一度社会に受け入れられれば、感染制御の巨大な社会インフラとなり得ます。
- 国際トップジャーナル・主要メディアでの発信を継続し、出資者・協力機関を募って実用化を加速します。
- 今後、WHOなどの国際機関、各国政府、公衆衛生当局、大企業に対し積極的にアプローチしていきます。
- このコンセプトの第一目的は「次のパンデミックから世界を救う」ことにあります。それが達成された暁には、関連する巨大産業が生まれ、先行者利益を得られる機会が生まれるため、大企業の参加を強く促したいです。

【本件に関するお問合せ先】

群馬大学 大学院理工学府 教授 藤井雄作 E-MAIL : fujii@gunma-u.ac.jp

庶務係広報担当 TEL : 0277-30-1895

E-MAIL : rikou-pr@ml.gunma-u.ac.jp