

プレス発表資料

一般市民用「自由外出マスク」

～ ロックダウンを不要化する新しい社会基盤の提案 ～

群馬大学 大学院理工学府
NPO e自警ネットワーク研究会

※報道関係者様へ：

本内容の報道につきましては、プレス発表(7/28, PM3:00)まで控えて頂きますよう、お願いいたします。

電子ファイル(本資料の最新版をダウンロードできます)：

http://www.e-jikei.org/site/Press_Distance-Free_Mask.htm



【プレス発表】

日時：2020年7月28日(火) 14:00~15:00

場所：群馬大学 桐生キャンパス 理工学部総合研究棟3階303教室
(〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1)

【概要】

各種イベント(大学入試共通テスト、東京オリンピックなど)実施を確実に保証する、すぐ実現できる社会基盤として、外部からのウイルス侵入を完全に遮蔽する、(また、ウイルス排出もほぼ完全に遮蔽する)軽量のフルフェイスヘルメット型の一般市民用マスクシステム「自由外出マスク(Distance-Free Mask)」を発明(特願2020-113097)した。このマスクは、気密ヘルメット内の圧力と流量の精密制御により、①ウイルスの完全遮蔽、②軽量の本体、③楽な呼吸、④安価な製造コスト、の4項目を高い次元で同時に実現するフルフェイスヘルメット型マスクである。本マスクの装着者は、抗体保有者と同様に、自身がウイルスに感染することもなければ、他者にウイルスを感染させることもない。本マスクを一般市民が常備し、ウイルス感染拡大の危険性が出た時に、外出時に一斉に装着することにより、感染を確実に収束に向かわせることが可能となる。本マスクを大部分の国民が保有していれば、ロックダウン、外出自粛、営業自粛などは、全く不要になる。プレス発表では、「本マスクの概要」の説明、「本マスクを利用したロックダウンを不要化する社会基盤」の説明、及び、マスク試作機による機能のデモンストレーションを行う。前回からの主な改良点は、①小型化によりウエストパック化、②強力なポンプシステム導入による流量・内圧の増大、③冷房装置の導入、④内蔵グローブの導入、の4点である。本発明に基づく“マスク”、及び、その周辺システム(乗物・施設におけるサービス給排気ポート提供など)は、コロナ時代における、必要不可欠な社会基盤になると考えている。

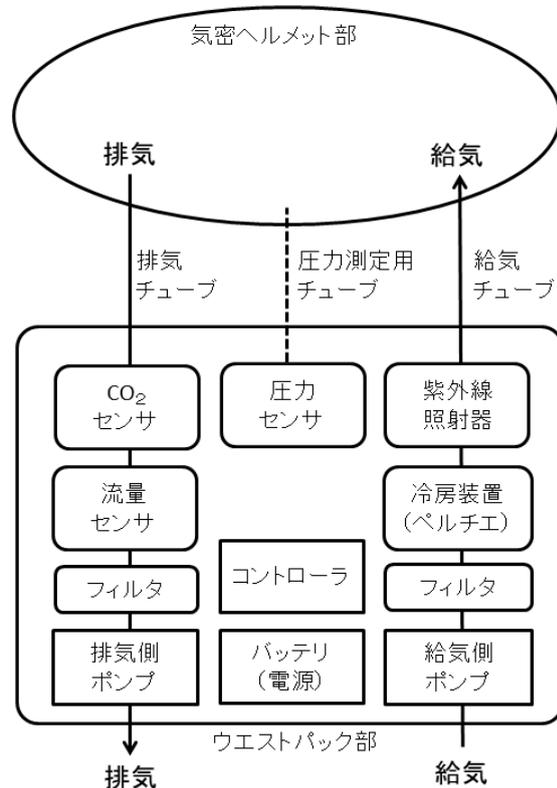


図1. 「自由外出マスク」の試作2号機 (→専用部品的设计・製作により大幅な小型軽量化は可能)

【開発した「自由外出マスク」の特徴】

図1に「自由外出マスク」の試作2号機（ヘルメット部、ウエストパック部）の外観写真と、清浄化された空気の給気、排気の仕組みを示す。本発明に基づく試作機の特長は、以下の3点である。

- [1] ヘルメット内を、僅かな陽圧に制御することにより、首のシール部からの外気の進入を完全に遮断することができる。また、内圧をある程度高く保つことにより、ヘルメットドーム部を軽量の透明樹脂素材で製作することができる。ウイルスの侵入は100%遮断できる。ウイルスの外部への漏洩は、首シール部の気密程度に依存するが、高いレベルで抑止できる。
- [2] 一定流量に制御された吸排気により、ヘルメット内に、常に新鮮な空気の流れを作る。これにより、肺へ余分な負荷を加えることなく、新鮮な空気を呼吸することができる。
- [3] ウエストパック部に納めたポンプ・圧力バッファ・電磁制御弁による強制給気、強制排気により、流れ抵抗が非常に大きな高性能フィルタを挿入することができる。（マスク着用時のような息苦しさが一切無い状態を作ることができる。）ウイルス死滅装置（紫外線照射器、プラズマクラスター発生器など）、温湿度調整装置を給気側、排気側に挿入することも自由にできる。

試作機は市販の部品を単純に組み合わせて製作したため、大きなものとなっている。専用部品の設計・製作を行うことにより、大幅な小型軽量化が可能となる。ヘルメット部はペットボトルと同様の素材・工法が好適である。ウエストパック部は1/10程度の大きさに小型化が可能であり、ヘルメット部と一体化することも可能である。

【政府への提言】

日本政府に対して、下記の提言をする。

いざというときにロックダウンを不要化する社会基盤として、「自由外出マスク (Distance-Free Mask)」を、2020年末までに、国民一人一人に配布する。これにより、以下が達成できる。

- [1] **ロックダウン不要化**：ロックダウン、外出自粛要請、営業自粛要請などの国民の経済活動を制限する必要はなくなる。→ 凶悪ウイルスの感染拡大が懸念される場合は、全国民に対してマスク着用の義務化をするだけで、済む。
- [2] **各種イベントの確実な実施の保証**：大学入試共通テスト、東京オリンピックなど重要イベントの確実な実施・開催を保証できる。冠婚葬祭、スポーツ、コンサートなども、問題なく実施することができる。
- [3] **海外旅行・国際交流の自由化**：感染が心配される場合は、当該入国者に対して、「隔離」ではなく、「自由外出マスク (Distance-Free Mask) 着用」を義務付けるだけで良い。

この社会基盤としての「自由外出マスク (Distance-Free Mask)」の配布方法・運用方法として、以下のような手順を提案する。

A] 日本政府が、以下の条件で、民間企業を対象にコンペを開催する。

- [a] 基本仕様（圧力+流量制御、医療用フィルタ、出来れば、気化式冷房付き、ウエストパック型か一体型）を満たすこと。
- [b] 価格：2000円/台、発注数：1,300万個/社、納期：2020年12月（早いほど良い）、発注会社数：10社（合計発注数：1億3000万個）

政府による公募（コンペ）に対して、日本を代表する数多くの優良企業が、「基本仕様を満たした上で、より快適で高性能なマスク」の開発に名乗りを上げられることを期待する。

B] 年内に、全国民に一人一個、マスク（基本仕様版）を配布する。

→ あらゆる、ウイルスに対して、感染対策としてのロックダウンは不要になる！

C] いざというときに、政府は、非常事態宣言を出す。

→ 全国民に対して、外出時のマスク着用が義務付けられる。

実施例：もしも、集団免疫率80%で感染収束の見込みがあるなら、各国民が日常生活において接触人数の80%相当に対してマスクを被った状態で接触すればよい。

接触人数の20%程度以下に抑制できる場合は、レストラン、居酒屋ではマスクを外してOK！

→ 感染は速やかに収束する。→ 非常事態宣言は解除される。→ 「制限の無い生活」に戻れる。

D] 突然変異で凶悪なウイルスが出現しても、いつでも、速やかに感染収束とさせることができる。

→ このことを国民が知ること、国民は、ウイルスに対して恐れる必要がなくなる。冷静でいられる。

→ このことを政府が知ること、思い切った対策を打つことができる。

[E] 「自由外出マスク」は、必要不可欠な（文字通り“空気”のような）社会基盤として定着する。

→ 政府配布モデルでは飽き足らなくなり、快適な装着感、センスの良い外観、清浄な給排気、便利な機能、運動・睡眠・食事に適した形態、病院・避難所に適した形態、などに対する際限のない追求が始まる。

【自由外出マスクのバリエーション】

本発明に基づく「自由外出マスク (Distance-Free Mask)」のバリエーションとして、以下がある。

- [a] 温湿度調整装置、空気組成調整装置（酸素濃度の増大、二酸化炭素濃度の低減、など）も、給気側に装備する。
- [b] 気密ヘルメット部を、任意の気密空間で置き換えることで、様々な製品を作り出すことができる。例として、気密構造のベビーカー（図2）、気密構造のベッド、気密構造の服、などに置き換えることが可能である。
- [c] 気密ヘルメット部を、乗り物（電車、航空機、など）や施設（オフィス、スタジアム、映画館、など）の各座席に設置されたサービス吸排気ポートに接続できるシステムを提案する（図3）。
- [d] 仮想現実ディスプレイ、マイク・スピーカシステム、スマートフォン機能、ノイズキャンセリング機能などを組み込むことにより、ヘルメット部を使い勝手の良い情報端末とすることができる。
- [e] グローブボックスのように、手袋や各種フィードスルーを内蔵、ウエストパック部をヘルメット一体化。

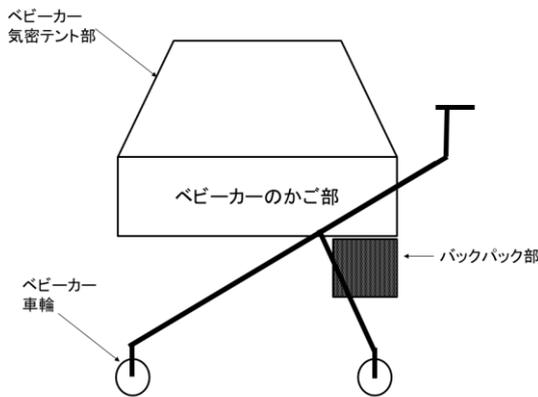


図2. ベビーカー型

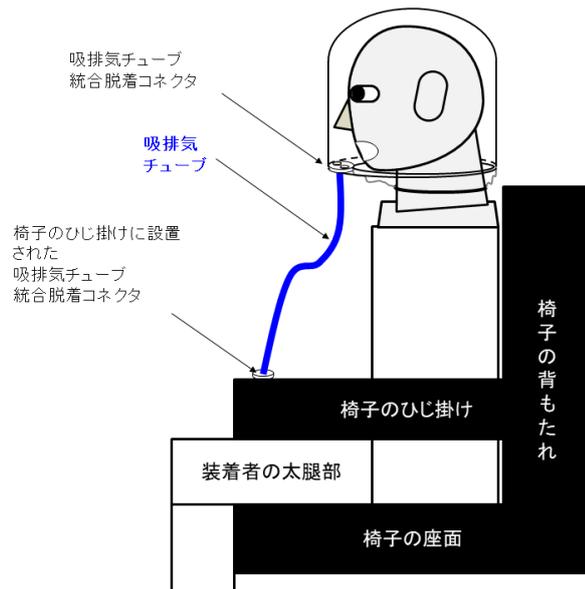


図3. 座席からのサービス給排気

【ロックダウン断続状態からの脱却シナリオ】

新型コロナウイルスは突然変異を繰り返し、地球上に留まり続けることが予想されている。突然変異により、より強毒で、より感染力が強いウイルスが、いつ出現するか分からない状況であることが、最大の脅威である。これからの社会は、そうした突然変異による凶悪なウイルス出現に、常に、備えておくことが必要になってくる。社会的距離をとることを前提として、社会様態が変革されていくことが予想される。テレワーク、オンライン授業なども標準として普及していこう。しかしながら、各種イベント（大学センター試験、東京オリンピック、冠婚葬祭、コンサート、スポーツ観戦、観劇、など）への参加、企業・役所での対面会議・対談、学校・大学での実験・実習など、人々の物理的な移動・参集に対する要求も、確実に残ることが予想される。

現在、日本をはじめとして世界各地で、新型コロナウイルス（SARS CoV 2）感染対策として、ロックダウン断続状態が生じている。ロックダウン断続状態から脱却するには、次の4つのシナリオが考えられる。（ここで言う「ロックダウン」は、「感染対策として、何らかの外出規制、営業規制、行動規制が、政府から要請・命令される状態」と定義する。現在の日本は、弱いロックダウン下にある。）

【A】国民の大部分が感染&免疫獲得済となり、集団免疫が獲得される。

国民の大部分が感染&治癒済となり、免疫を獲得することで、集団免疫が獲得される。ここで、重要なポイントは、「本マスク装着者」は、自らが感染することもなければ、他者を感染させることも無いので、集団免疫の観点からは、「免疫獲得者」と同等と見做せることである。

【B】「予防法（ワクチン）」が開発され、予防接種により、集団免疫が獲得される。

「予防法（ワクチン）」が開発されれば、インフルエンザと同様に、非感染者の大部分が予防接種をすることにより、集団免疫が獲得される。

【C】「効果的な治療薬」が開発される。

「効果的な治療薬」が開発され、使用可能となり、感染者を簡単に治癒することができるようになれば、感染拡大を恐れる必要はなくなる。

【D】「簡単・確実な検査法」が開発される。

体温計や血圧計のような「簡単・確実な検査法・検査器」があれば、感染者を速やかに検知し、隔離・治療すれば良い。他の人(=非感染者)に対する外出自粛要請や、社会全体のロックダウンは、全く不要になる。現在の世界では、「簡単・確実な検査法」が無いばかりに、誰が感染しているか全くわからず、全員一律の対応しか取れない。

上記の脱却シナリオのうち、【A】集団免疫獲得は、犠牲が大きいという理由から、日本においては、採用することは困難である。また、【B】予防法(ワクチン)、【C】治療薬、【D】簡単確実な検査法のいずれかが、開発されれば、問題は解決するが、いずれも、直ぐに開発される目途は立っていない。(最短でも1年以上はかかるという予想もされている。)すなわち、本発明・提案がなされるまでは、「八方塞がり」であった。

「本マスクの装着者の割合」は、「集団の中で免疫(抗体)を持った人の割合」と同等であることから、本マスク装着者の割合を増やすことで、上記【A】集団免疫獲得と同じ効果を得ることができる!

「自由外出マスク」を使った社会基盤の構築は、ロックダウンの不要化(コロナ禍の克服)を、今すぐ実現できる唯一の方法である。

【自由外出マスクによる集団免疫の獲得】

集団免疫獲得に必要な集団免疫率 P_c は、基本再生産数 R_0 を用いて、次式で表せる。

$$P_c = 1 - 1/R_0$$

例: $R_0=5$ の場合、集団免疫獲得に必要な感染割合 $P_c=1-1/5=0.8$ (80%)となる。(なお、上記の計算式では、感染拡大して集団免疫率が增大しても、個々人の移動や接触の様態は変化しないことを仮定している点で、少し無理があるので、参考程度として考えるべきである。)

基本再生産数 R_0 は、模式的に次式で表せる。

$$R_0 = \beta \times k \times D$$

β : 一回の接触当たりの感染確率

k : 単位時間あたりに一人の人間が集団内で他者(=未感染者)と接触する平均回数

D : 平均感染期間

基本再生産数 R_0 は、感染症に感染した1人の感染者が、誰も免疫を持たない集団(社会)に加わったとき、感染期間中に直接感染させる平均人数として定義される。定義から、“周りに感染者が殆どいない状態”においては、当該集団(社会)について $R_0=1$ なら定常状態、 $R_0<1$ なら収束、 $R_0>1$ なら拡大、ということになる。 R_0 は、ウイルスの性質だけでなく、当該集団の性質(人種の体質、状態、公衆衛生の状態、各人の健康状態、など)にも依存する。公衆衛生を向上させることにより、あらゆるウイルスに対して R_0 を低減できると考えられる。

すなわち、以下が有効となる。

β の低減: 免疫力UP, マスク着用, 手洗い励行。

k の低減: 在宅勤務, 在宅学習の導入, 3密忌避, 社会的距離の確保。

β と k が低減された状態の社会様態を作ることにより、 R_0 が低減され、 P_c が低減される。

ロックダウン状態は、 β , k を極端に低減させた状態であるとも言える。

もしも、「ウイルスを完璧に遮蔽できるマスク」を全国民が着用して外出すれば、あらゆるウイルスに対して、基本再生産数(R_0)がゼロである社会を実現できる。ロックダウン, 外出自粛などは、全く不要になる。

ウイルスの感染拡大の危険性が予測された段階で、十分に多くの割合の国民が「ウイルスを完璧に遮蔽できるマスク」を着用することにより、当該社会における基本再生産数(R_0)が1未満の十分に小さな値に低減され、感染を収束させることができる。

「ウイルスを完璧に遮蔽できるマスク」を装着した未感染者は、治癒済みの免疫保有者と同様に、ウイルスに感染することもなければ、他者にウイルスを感染させることもない。すなわち、「ウイルスを完璧に遮蔽できるマスク」をしている未感染者の割合が増えると、その割合で上記 k (=未感染者と接触する平均回数) が低減される。

市販の通常のマスクは、フィルタ性能が良く、空気漏れ(空気漏れ率)の少ないものほど、呼吸が困難であり、息苦しくなり、長時間の装着が困難かつ危険であるという問題があった。市販の安価な不織布マスクの多くについては、通常の装着状態(におけるマスク内圧力)では、呼気の大部分が、不織布を透過せずに、マスクと顔の間の隙間を通

過しており、空気中からのウイルスの侵入を防止する効果は限定的であることを確認している。

嚴重な感染症対策が必要となる医療用として、電動ファン付き呼吸用保護具(Powered Air-purifying Respirator)が開発されているが、大きくかさ張り、マスク(フード、ヘルメット)内の騒音も酷く、また、装着における圧迫感の為に長時間の装着は精神的な苦痛を伴う。ウイルスを完璧に遮蔽でき、かつ、呼吸が楽にでき、かつ、装着部が軽量であるマスクについては、既存の製品・技術・アイデアは見当たらなかった。

「自由外出マスクの装着者」は、回りの人に対して、「無限大の社会的距離(ソーシャル・ディスタンス)」を取ることになる。(物理的な距離に関わらず、無限大の社会的距離を取ることになる。)「自由外出マスク」を全国民が一人一台常備し、必要に応じて外出時に装着することで、ウイルスに対して極めて強靱な国家(社会)を作ることができる。

【コロナ時代の社会様態：自由外出マスクによる新しい社会基盤の出現】

コロナ時代の社会様態は、以下のようにになると予想している。

[1] 全国民が一人一個の「自由外出マスク」を保有する。

[2] 感染拡大の恐れが出た場合、政府は非常事態宣言を出し、外出時の「自由外出マスク」着用を義務付ける。

→ 「自由外出マスク」さえ着用すれば、何の制約も無く、自由に外出できる。

→ 例えば、80%の国民が「自由外出マスク」装着して外出することは、80%の集団免疫率の達成と等価になる。

この場合、感染者の80%もマスクを装着すると考えると、96%の集団免疫率の達成と等価になるとも考えられる。計算式： $[1-(1-0.8)*(1-0.8)] = 1-0.2*0.2 = 1-0.04 = 0.96$ (96%)

→ 例えば、100%の国民が「自由外出マスク」装着して外出し、レストラン・カラオケなどでのマスク無での接触人数を全体の2割に抑制することは、同じく、8割の集団免疫率の達成と等価になる。

→ 例えば、90%の国民が「ウイルス遮蔽率90%の簡易型の自由外出マスク」装着して外出することは、同じく、8割の集団免疫率の達成と等価になる。計算式： $0.9*0.9=0.81$ (81%)

[3] ウイルス感染収束が確認された時点で、政府は非常事態宣言を解除し、外出時の「自由外出マスク」着用の義務はなくなる。

原始人と異なり、現代人は、「川や水たまりの水」でなく「浄化された水」を飲む。「空気」は、ウイルス、PM2.5、花粉、ホコリを始めとする様々な汚染物質を含んでいる。そのため、近い将来、空気も「自然の空気」ではなく、「浄化された空気」を呼吸したいという強力な需要が生まれることが予想される。すなわち、ウイルスの感染拡大の有無に拘わらず、また、政府による着用要請の有無に拘わらずに、多くの国民が外出時に、「自由外出マスク」を着用するようになることも予想される。(室内の空気もハウスダストなどで汚染されていることを考えると、室内でも「マスクをしたい!」となるかもしれない。)

人々は、外出時には、(足が汚れたり、ケガをしったりしないように)「靴」を履く。同じ様に、外出時には、(肺が汚れたり、ウイルス感染したりしないように)「自由外出マスク」を着用するようになることもあり得る。そうすると、多くの国民が、様々な種類の「靴」を所有するように、様々な種類の「自由外出マスク」を所有することになる。最低限の機能の「自由外出マスク」は市販価格2,000円程度を想定している。一方で、様々な機能が付加されたモデルも開発・発売され、市販価格で1万円、10万円、100万円の「自由外出マスク」も出てくると予想する。

本発明に基づく「自由外出マスク」、及び、その周辺システム(乗り物・施設におけるサービス給排気ポートの提供、家庭用消毒エアロックシステム、など)は、コロナ時代における、必要不可欠な社会基盤になると考えている。

【お問合せ先】 下記まで、お気軽にお問合せください。

【統括】

群馬大学 大学院 理工学府・教授 藤井雄作

(NPO e自警ネットワーク研究会・理事長)

電子メール：fujii@gunma-u.ac.jp

【制御、電子回路 担当】

群馬大学 大学院 理工学府・教授 橋本誠司

電子メール：hashimotos@gunma-u.ac.jp

【情報通信(IoT, AR) 担当】

群馬大学 大学院 理工学府・助教 田北啓洋

電子メール：takita@gunma-u.ac.jp

【補足説明 1 : 制御, 電子回路】

本提案に関する制御系の基本構成のブロック図を図 1 に示す。気密ヘルメット内の流量と圧力を流量計と圧力計により計測し、給気用と排気用に個別に設けた2つのポンプにより、設定値に追従するようフィードバック制御している。これにより、気密ヘルメット内の圧力と流量を高速かつ高精度に制御している。

流量制御の物理的な構成は、排気側圧力バッファの前に流量計を設置し、その計測値が、設定値に追従するよう排気側ポンプの回転速度を制御している。

ここで、流量の設定値は、人間の呼吸が 10L/min 程度であることを考慮し、それ以上の十分に大きな値(100L/min)に設定している。その設定値への応答性は 1s 以内と素早く制御されている。

同様に、圧力制御の物理的な構成は、気密ヘルメット内に設置した圧力センサにより、計測した気密ヘルメット内の圧力が、その設定値に追従するよう給気側ポンプの回転速度を制御している。

ヘルメット内の圧力は外部の気圧よりわずかに高い値(微正圧: +40Pa, 1 気圧の約 0.04%)に設定し、外気の侵入を完全に防止している。ヘルメットの内圧も設定値に対して 1s 以内であり、十分に素早い応答である。

このように、2 つのポンプの個別制御により、強制的に給気と排気を制御することで、その内側(ヘルメット側)には圧力損失(空気抵抗による空気圧の損失)の大きいマスク用フィルタや HEPA フィルタを利用しても、十分な流量が確保でき、従来マスクのような息苦しさも無く、完全にウイルスを遮断することができる。

また、安全性のために気密ヘルメット内には、CO₂ センサを設置し、常時、ヘルメット内の 2 酸化炭素濃度を監視する。CO₂ の濃度が一定値以上(2000ppm に設定:喚起の悪い部屋で 2000-5000ppm 相当.)になった場合には、即座にヘルメット内へ供給する空気の流量を増加させる。同時に、警報音を鳴らし、利用者に注意喚起を促すよう製作している。

デモ機では、わかりやすさのため 2 つのポンプを設置しているが、本機能は 1 つのポンプと 1 つのバルブでも実現可能である。また、センサ計測、ポンプ駆動、制御装置など全てポータブルバッテリー(12V のリチウムイオン型)で駆動できるよう製作している。

また、初号機ではデモンストレーションでの認識のしやすさのために、大型ポンプを使用したためリュックを用いたが、今回開発の 2 号機では携帯性と利便性を考慮し、ポンプや制御装置、各種センサなどヘルメット以外の装置がすべてウェストポーチ内に収まる寸法で製作している。さらにこの後の製作では、実用性を考慮し、ヘルメット一体型構造型も開発予定である。

【高性能制御効果の検証例】

- 排気側のチューブをつまみ、流量を低下させる ⇒ 流量を増加させるよう排気側ポンプの回転数が増大
- ヘルメットの下膨らみを押し込み、内圧を高くする ⇒ 内圧を設定値に下げるよう給気側ポンプの回転数が減少
- ヘルメット内で素早い呼吸を繰り返し、2 酸化炭素濃度を増大させる ⇒ 流量が増大 + 警報音の発生

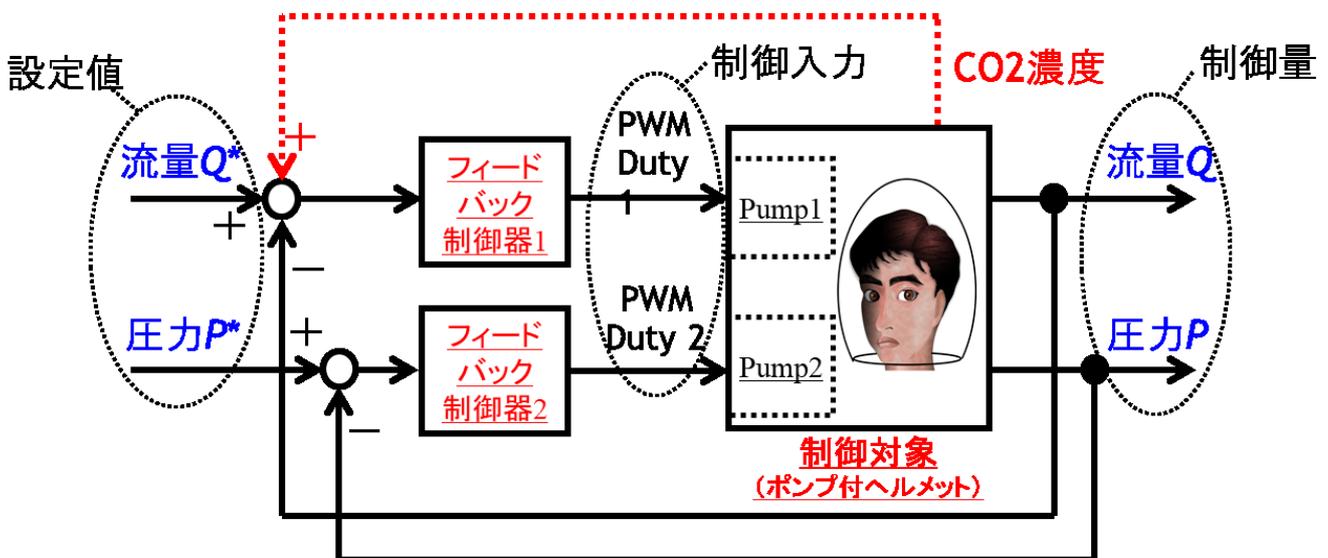


図 A 1 - 1. 吸排気制御機能付きヘルメット型マスクの制御ブロック図

【補足説明 2 : 快適装備, 情報通信, XR】

【快適装備】

本発明に基づく“マスク”は、長時間装着したままでも快適に過ごせることが重要である。そのため以下のような快適装備が考案されている。

(1) マスク内グローブ (図 A3-1)

- ・マスク下部 (フランジ部) に手袋を設置
- ・下から手を入れ、手袋越しに顔に触れることができる。
- ・汗を拭いたり、かゆいところを搔いたりできる。
- ・使用しない場合は折りたたんで収納

(2) マスク内ポケット

- ・マスク内部 (フランジ部) にポケットを設置
- ・食品や薬等を入れておく
- ・上述の手袋を利用し、ポケットから取り出して使用
- ・ティッシュで鼻をかんだり、ハンカチで汗を拭いたりすることもできる。

【情報通信, XR】

スマートフォンのような情報通信技術、拡張現実のような XR (VR, AR, MR の総称) 技術との融合は、長時間装着するマスクの快適性、利便性を向上させる上でも重要となる。

(1) マイク & スピーカーの搭載

- ・ハンズフリー通話
- ・音声コントロール (AI アシスタントとの連携)
音楽の変更や、照明の制御、ニュースの読み上げ、メールや SNS サービスのメッセージの送受信等

(2) HMD (ヘッドマウントディスプレイ) の搭載

- ・映画の鑑賞, ゲーム
マスク本人のみ視認可能 (プライバシー対策)

(3) XR スクリーン及びカメラの搭載 (図 A3-2)

- ・VR 体験
ゲームや仮想現実の世界を体験する。
- ・AR, MR 体験
日常空間に CG 生成された映像・情報を重ね合わせて表示し、道案内や作業の支援に利用する。

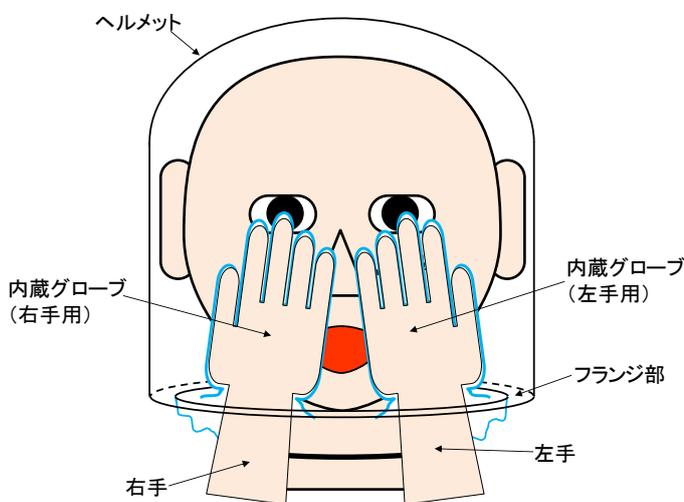


図 A 2-1. マスク内グローブの搭載例

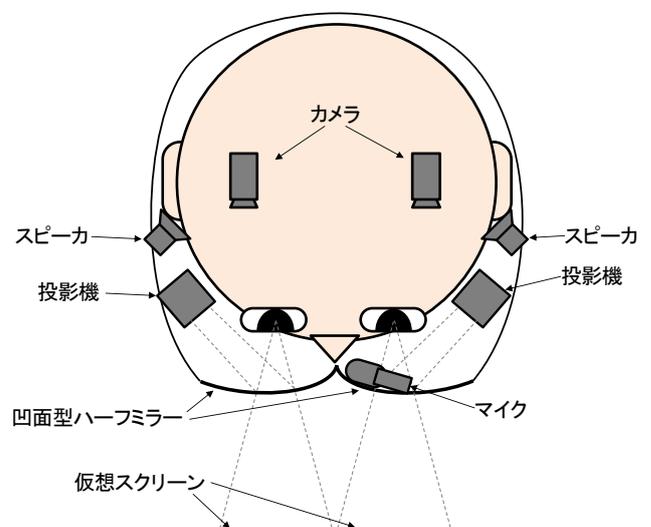


図 A 2-2. XR スクリーンの搭載例