

UIC COVID-19 TASK FORCE

RAILsilience

新型コロナウイルスに対する体温測定用のサーモグラフィカメラ

State of the art – 2020年8月



INTERNATIONAL UNION
OF RAILWAYS

目次

目次	3	4.6 ISRAEL RAILWAYS, イスラエル	13
1. なぜ体温を測定するのか.....	6	4.7 ウランバートル鉄道、モンゴル	14
2. 効果的な対策としての.....	7	4.8 TCDD, トルコ	14
サーモグラフィカメラ	7	4.9 SRT, タイ	14
3. サーモグラフィカメラの種類	8	4.10 SNCF, フランス	14
3.1 様々なシステム	8	5. 潜在的なメリット	15
3.2 ドローン	8	6. 潜在的な限界	16
3.3 スマートフォン装着型.....	9	7. 推奨事項 参考文献	17
3.4 サーマルカメラを統合する新しい方法.....	9		
4. 各国の運用状況.....	11		
乗客の体温検知の実施を検討している鉄道事業者	11		
4.1 ドイツ鉄道(DB), ドイツ	11		
4.2 KORAIL, 韓国	12		
4.3 FS, イタリア	13		
4.4 RZD, ロシア	13		
4.5 CR, 中国.....	13		

UIC COVID-19 タスク フォース

本リーフレットは、新型コロナウイルスが発生する中で、UICが、UICメンバー企業、専門家、その他の関連する利害関係者（AAR、AFRA、アフリカ連合、ALAF、AllRail、ANPTrilhos、APTA、CER、CIT、EIM、EPF、ERFA、ETF、ETOA、IATA、OTIF、UITP、UNECE）と協力して、鉄道部門に適応したこの危機に対応する方法を見つけることを狙いとしています。

UIC COVID-19 タスクフォースの主な目的は、この危機に関する情報を互いに共有するために、UICメンバーと他の交通機関に信頼できる場を提供することです。これは前例のない世界的な危機であるため、私たちの基本的なサービスである輸送を最小限に抑えながらも、お互いの経験を活かし、共に利益を得ることが、命を守るための戦いの鍵となっています。

新型コロナウイルスは今後も世界的な危機であるため、世界規模での対応が必要です。UICでは、世界中の鉄道関係者が集まり、協力できるスペースを作成するために独自に配置されています。タスクフォース会議では、アジア、アフリカ、ヨーロッパ、中東、オセアニア、南北アメリカの鉄道関係者が一堂

に会し、お互いの知識と経験から恩恵を受けています。

鉄道部門のこの危機への対応には、現在より短期的および中期的に継続して、日々刻々と変化する状況をナビゲーションする必要があります。

2020年3月から7月の間に、鉄道関係者向けの6つのUICガイダンス文書が公開され、<https://uic.org/news/article/Covid-19>でオンラインで利用できるようになりました。

それ以来、情報は会員間で共有され続けています。メンバーが共有するすべての情報は、タスクフォースに参加し、UICエクストラネット <https://extranet.uic.org/index.php> のCOVID-19タスクフォースワークスペースに登録すると利用できます。

関連するマルチメディア情報は、UICメディアセンター <https://mediacenter.uic.org/fr> から入手できます。UIC COVID-19 タスクフォースは、関連する新聞記事と今後開催するウェビナーについて共有するためグループリンクも作成しています。ぜひご参加ください：<https://www.linkedin.com/groups/13846065/>。



1. なぜ体温を測定するのか

新型コロナウイルスは、人から人へと簡単に感染する可能性があり、急速に拡散します。簡単に特定できる新型コロナウイルスの最も一般的な症状の1つは発熱です。ウイルスの分布が特に激しい場所には、地方および長距離列車や公共交通機関が往来する駅だけでなく、地下鉄や飛行機などが含まれます。ウイルスの蔓延を防ぐための効果的なアプローチは、群衆の中の感染者を特定することです。この目的のために、公共の場所では体温は赤外線測定装置によりチェックすることが認められています。ただし、サーモグラフィカメラはあくまで皮膚表面の温度しか測定できず、新型コロナウイルスという病を検出できるわけではないことを認識することが重要です。

体温の上昇は、あくまで新型コロナウイルスの主な特徴の一つであるということに注意しなければなりません。新型コロナウイルス患者は熱があるかもしれませんが、これは必ず出る症状ではなく、なかには発熱がない人もいます。

さらに、他の病気の人でも体温が上昇する可能性があります。これは、身体活動によるものや、外気温が高く、厚着をしていることが原因です。温度測定の長所は、新型コロナウイルスに苦しむ人から健康な人々を保護すること（この測定では100%保護することはできませんが）、デメリットは新型コロナウイルス患者ではないにもかかわらず、体温が上昇している人への運用基準の不明瞭さであることがわかります。

これに加えて、あらゆる鉄道施設においてがサーモグラフィカメラによってモニタされているだけでも利用者は新型コロナウイルスから守られていると感じ、安心できるということも事実です。しかし、その結果、症状はあるが発熱がない人々からの新型コロナウイルスの感染のリスクは残っているという事実を見逃してしまうかもしれません。



2. 効果的な対策としての サーモグラフィカメラ

一人一人の体温を個別に測定せずに赤外線で温度測定を実際に行うには、他のアプリケーションで知られているさまざまなタイプの（スマート）赤外線カメラを使用します。IoT（Internet of the things）の概念は、役立つサポートを提供できます。人工知能は過去に定義された（基準となる）温度を超えた場合それを記録し、これに基づいてセキュリティオペレーションセンターでアラームを作動させます。担当者は、赤外線カメラからの画像を評価し、可能な場合は、従来のカメラからの画像に接続します。

特に、新型コロナウイルスのような流行や感染拡大の場合、このシステムは信頼できるサポートであり、予防策として効果を期待することができます。

サーモグラフィカメラは、赤外線で作成する装置です。データを収集して分析する方法は、サーモグラフィと呼ばれます。可視光用のカメラは400～700ナノメートルなのに対し、赤外線カメラは約1,000 nm（1 μ m）から約14,000 nm（14 μ m）の波長に反応します。

サーモグラフィカメラは、接触することなく人々の温度をすばやく測定して可視化することができ、スマートカメラの場合は、温度が基準値を超えた場合にアラームを発します。皮膚温度は、一定の距離から $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の精度で測定されます。

システムは同時に複数の人を認識し、彼らの温度を測定することができます。設定されたアルゴリズムにより個々の人体を認識し、数メートルの最適な距離から顔の温度を測定します。

標準画像と熱画像を同時に表示するハイブリッドカメラを搭載している場合もあります。スマートシステムでは、実際のビデオ画像と熱画像を同時に表示することができます。また、発熱者に対するアラートは標準画像のみで作動させることもできます。サーモグラフィカメラのデータは、特別なソフトウェアによって標準画像に保存されます。これにより、オペレーターは高温の（発熱している）人をより迅速かつ簡単に特定できます。

サーモグラフィカメラは継続的な監視に理想的であり、既存のネットワークに統合することもできるため、必要に応じて、高度なビデオ分析と組み合わせて、現在の測定値をコントロールセンターに表示できます。

3. サーマグラフィカメラの種類

3.1 様々なシステム

サーモグラフィカメラには様々な種類があります。

- ・施設や設備の固定部分に設置するもの
- ・携帯用などのハンディタイプ
- ・身体の装着する機器に固定するシステム
- ・UAV(無人航空機：ドローン)にインストールされている機器
- ・固定タイプの代わりに、赤外線熱測定システムを三脚に取り付けて可動式とするタイプ

3.2 ドローン

ドローン (UAV) には、赤外線カメラを装備することもできます。これらは大衆の上を飛んで、高温の人々を発見するのに理想的です。もちろん、それらは特定の距離で動作できるように強靱なものでなければなりません。また、国の情報保護およびプライバシーに関する法律に従って使用する必要があります。



Source: <https://store.groupgets.com/products/dji-mavic-ready-to-fly-thermal-solution-4k-video-flir-thermal-video-simultaneously>

3.3 スマートフォン装着型

スマートフォン装着型は使いやすく、導入コストも安いのが特徴です。アドオン接続後は、スマートフォン自体がディスプレイとして機能します。

いわゆる自撮り棒を使用することにより、新型コロナウイルス感染防止のために推奨されるソーシャルディスタンスを保つことができます。



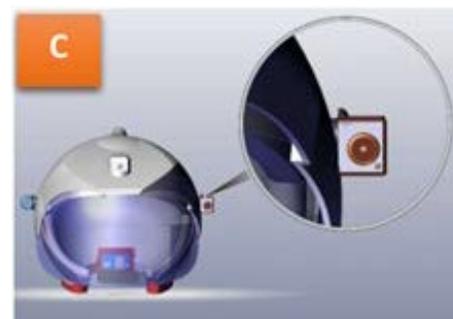
Source: <https://www.flir.co.uk/products/flir-one-pro-lt/>

3.4 サーマルカメラを統合する新しい方法

サーマルカメラ画像においては、より効率的に、人間がさらに接触しない状態で検出するために、新しいタイプの装置が定着しています。

3.4.1 ヘルメット内蔵型

一例としてヘルメットに内蔵された高機能カメラ技術があげられます。サーマルカメラ画像技術はスマートヘルメットに統合され、リアルタイムデータを取得するためにスクリーニングプロセスを監視するためのIoT技術と組み合わせられています。このシステムには、顔認識技術を搭載することもできます



Source: Mohammed, M.N., H. Syamsudin et al.: IoTを用いた新型コロナウイルス検出及び診断システムヘルメット.



中国の成都の警察官。赤外線カメラを装備したスマートヘルメットを着用
Source: The Guardian

3.4.2 サーモグラフィレンズ

別の例としてサーモグラフィレンズがあげられます。これは、体温をすばやく正確に測定するための解決策の一つです。

この眼鏡はサングラスに似ており、カメラには多くの対象物をスキャンすることに適した赤外線温度センサーが搭載されています。個別の画像とビデオの両方を記録できます。

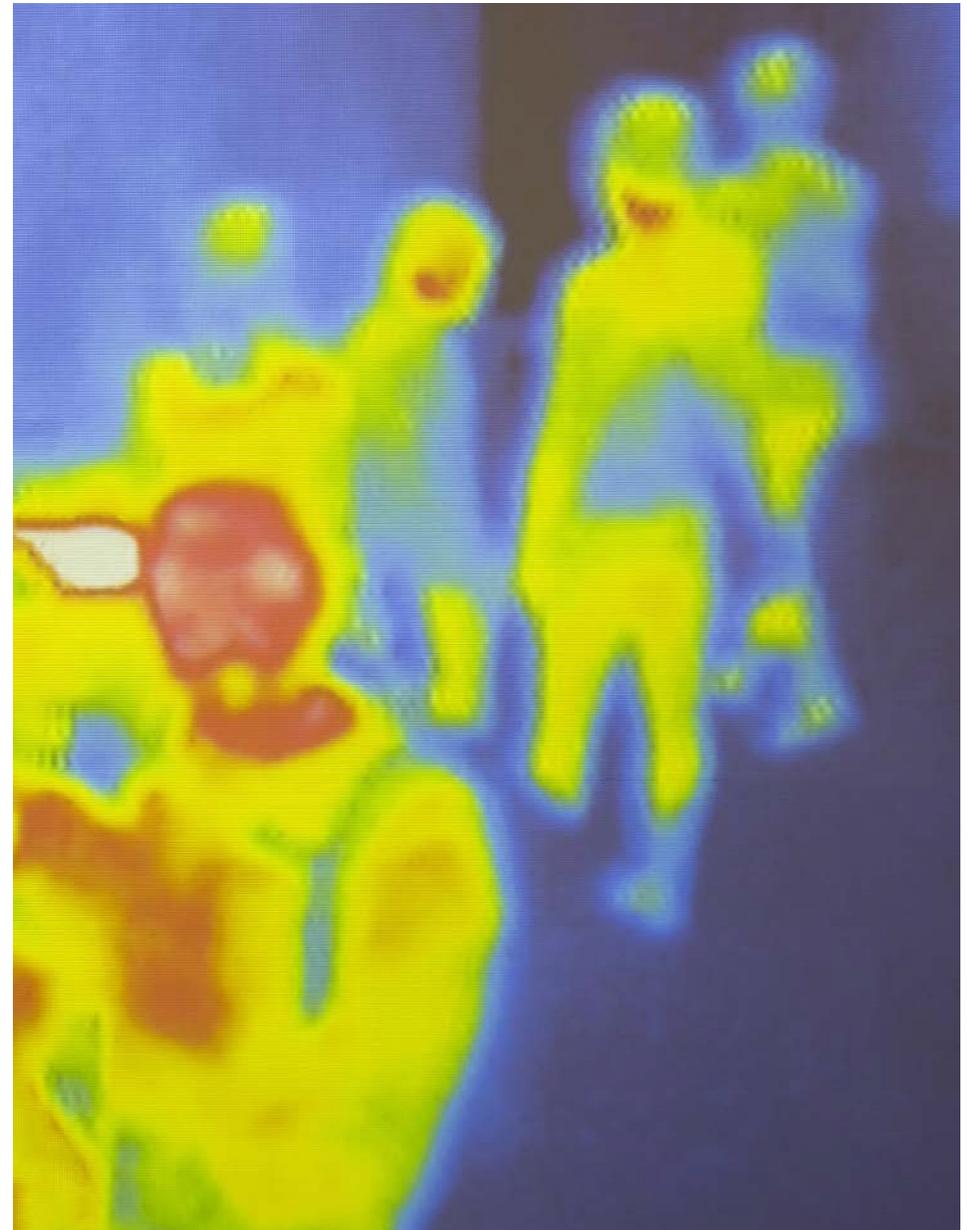
製造元の説明によると、ユーザーはフルスクリーンの赤外線画像と、体温スキャンが表示されるグレースケールの画面を切り替えることができます。



Source: HealthTech INSIDER



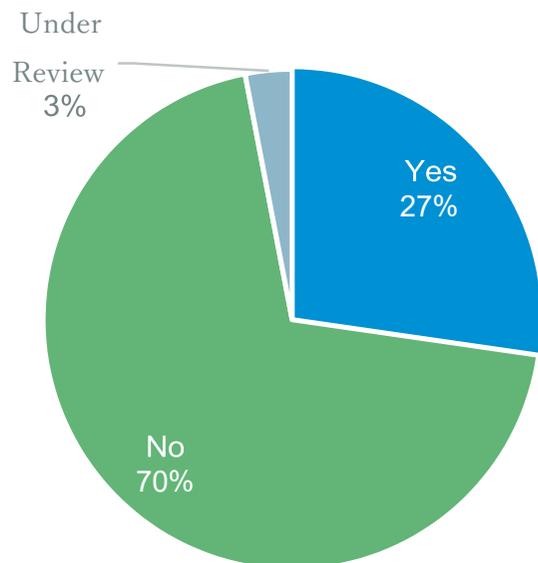
Source: rokid.com/en/rokid-glass-2/



4. 各国の運用状況

UIC COVID-19 タスクフォースのメンバーのほとんどは、既に発行されている「RAILsilience, back on the tracks」でも言及した通り、新型コロナウイルス関連の体温検知にサーモグラフィカメラを使用していない、または使用する予定がありません。

乗客の体温検知の実施を検討している 鉄道事業者



4.1 ドイツ鉄道(DB), ドイツ

DBは、人間の高体温を検出するためにサーモグラフィカメラを使用していません。ただし、同社はこの技術を他の分野で使用した経験を共有しています。

- ・ データ保護および個人の権利およびプライバシーに関する法律の保護の観点から、生成された画像では該当者を特定できないため、サーモグラフィカメラのみを使用することも役立ちます。
- ・ 駅舎などの広いエリアでは、熱に対する機器の感度にもよりますが、できるだけ多くの人を撮影するためにカメラを高い位置に設置する必要があります。
- ・ 広角カメラも使用する必要があります。
- ・ いずれの場合も、微分カラースペクトル（色の配列）と多数の画素を備えたカラービデオを使用する必要があります。これに基づいてのみ、ビデオ分析のためにフィルタリングする領域を技術的に決定できます。
- ・ 軍で使用されているものは、信頼性、復元力、バッテリー寿命が高く、長距離をカバーするための条件が優れているため、多くの場合適しています。

社員の指導およびトレーニング：この技術自体は、最近では理解しやすく、説明の必要はないかと思います。日常的に使用するデバイスとほとんど違いはありません。ただし、指導中は戦術的および法的側面に大きな重点を置く必要があります。また、どのデバイスをどこでどのような目的で使用するかを決定する必要があります。

4.2 KORAIL, 韓国

コロナ危機の間、韓国政府は3T（Trace, Test, Treat）システムを実施しました。

感染の可能性のある人の検出するために、KORAILはコロナ危機の開始以来体温検知を実施しました。

KORAILはこの対策を継続しており、2020年6月10日時点で、49台の赤外線カメラを設置しており、そのうち42台は大規模な駅に設置されています。

コロナ危機の新しい段階では、KORAILは政府と協力して、高体温が検出された人への対応を変えることができました。

もともとは旅行しないように勧めることしかできませんでしたが、今では乗車する前に、乗客に検査を受けさせることができるようになりました。

これは、他の乗客を感染から保護し、他の乗客に電車に乗ることに安心感を与えるためです。この新しいプロトコルは、政府がすべての感染者を見つけてという方針にも役立ちます。

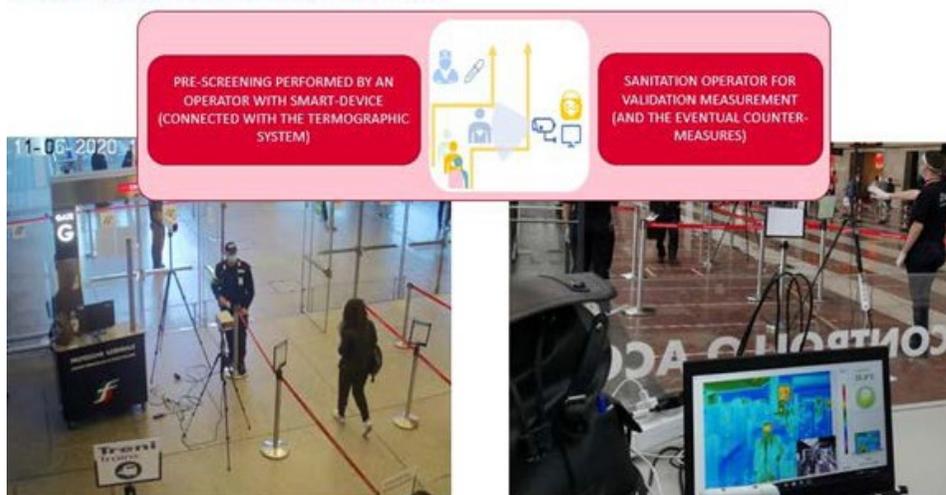


Thermal camera used by KORAIL in Korea

4.3 FS, イタリア

コロナ危機の間、イタリア政府がいくつかの駅での体温検知を要求しました。その要求にしたがって、サーモグラフィシステムはFS（イタリア鉄道）に導入されました。事前の体温検知は、スマートデバイス（サーモグラフィシステムに接続されている）を使用する公衆衛生スタッフによって実行されます。このスタッフは、体温検知の値の検証と最終的な対策のために立ち会います。

Thermographic systems: procedures



4.4 RZD, ロシア

RZD（ロシア鉄道）は、いくつかの鉄道駅にサーモグラフィカメラを設置しています。彼らのシステムは、37,0°Cを超える温度の人を自動的に認識します。気温が37,0°Cを超える場合は、接触方式で体温測定が行われます。発熱が確認された場合、乗客は入院を勧められ救急車が呼ばれます。

Thermographic Systems: technical specifications



Up to **60-120 p/min**

Embedded **face-detection**

Margin of error:
Up to 0.3°C

Time of measurement
Less than 1s

Up to
16 persons
at the same time

4.5 CR, 中国

CR（中国鉄道）は、駅の出入り口と列車の乗客の温度を非接触赤外線温度測定装置でチェックしています。

4.6 ISRAEL RAILWAYS, イスラエル

イスラエル鉄道はすべての駅にサーモグラフィカメラを設置しています。

4.7 ウランバートル鉄道、モンゴル

乗客が電車に乗った後、ウランバートル鉄道では医師が赤外線温度計を使用して乗客の体温をチェックします。現在モンゴルでは、すべての列車に医師がいます。

4.8 TCDD, トルコ

TCDD（トルコ鉄道）の場合、スタッフと乗客の密度が高い駅では、非接触温度計が使用されます。赤外線カメラは、Kapikule、MarmarayYenikapı、MarmarayÜsküdar、Bakırköy、Ankara、Alsancak、Ankara高速鉄道駅、Eryaman高速鉄道駅、Eskisehir、Konya高速鉄道駅で使用されます。

4.9 SRT, タイ

SRT（タイ国鉄）はバンコク駅などの大規模な鉄道駅にサーモスキャンカメラを設置しましたが、他の駅では赤外線温度計を採用しています。体温が37.5°Cを超える人が検出された場合は、休憩をとりながら最大3回まで再度チェックするように求められます。それでも高温が続く場合は立ち入り許可されず、医療または公衆衛生サービスに連絡するようにアドバイスされます。

4.10 SNCF, フランス

SNCFは、7月21日から、「bornedesanté」（健康ターミナル）を使用して、パリ-リヨン駅で特定の列車に乗車する前に、乗客の体温検知を試験的に開始しました。サーモグラフィカメラは、モニタ結果後の行動については、乗客の自由意思を尊重して検温をします。高体温（38.5°C以上）で発見された場合、SNCFスタッフは旅行者に、マスクと消毒ジェルを提供し、コロナ対応の衛生対策を施します。この試験は、他の2つの駅でも行われます。この試験の目標は、当局からこのような措置が要求された場合に備えるためです。





5. 潜在的なメリット

サーモグラフィカメラは、人間の手による温度測定ではないため、感染拡大のリスクを軽減します（ソーシャルディスタンスが考慮されます）。

サーモグラフィカメラは、 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ の高精度で体温を正確に測定します。この技術は非常に高度で、人口密度の高い大小の検査エリアに適しています。

したがって、この技術は駅や電車に特に適しています。最新の技術を使用することにより、誤った測定の割合が最小限に抑えられます。

高い熱感度と高い解像度により、最小の温度差で測定できます。スマートビデオ技術と組み合わせることで、システムは、基準となる温度に達した時にアラーム（音）を自動的に発動できるようになります。このようにして、措置を非常に迅速に行うことができます。

サーモグラフィカメラは、携帯型または固定の場所で使用できます。これにより、このシステムは柔軟ですばやく使用できます。

6. 潜在的な限界

コロナウイルスを検出するには、体温測定だけでは不十分です。さらに、サーモグラフィカメラは疑わしいケースしか表示できません。

これらはすぐに医療関係者によってチェックされるべきです。そのため、対策は多くの人員を必要とします。効率よく対応しなければ、サーモグラフィカメラはほとんど役に立ちません。

サーモグラフィカメラシステムにビデオ分析が装備されていない場合、画像をチェックし、それに応じた対応をするために、さらに多くの人員が必要とされます。

特に離れた場所で体温を測定する場合は、コーヒーカップなどの高温の物が測定範囲内にある可能性が出てきます。人工知能では、そのような高温のものを除いて検知し、アラームが発動しません。

このようなカメラを設置するためには法的要件（自分の画像に関する権利、基本的な個人の権利、データ保護、プライバシーに関連する法律など）を確認する必要があります。

設置については、各国の国内法によって異なる可能性があります。

誤検知は、周りにリスクや不快な思いをさせる結果につながる潜在的可能性があります。

偽陰性は、感染者が検出されないことにつながる可能性があります。

サーモグラフィカメラのソフトウェアは、最新のサイバー攻撃からシステムを保護するために絶えず更新する必要があります。

また、注目すべき重要な点として、鉄道部門向けに特別に設計された製品が市場に出回っていない点が挙げられます。

以下に列挙されるものは、ECDC1（欧州疾病予防管理センター）の調査結果と一致しています。

「それでもやはり、体温検知のプロセスは感染者の移動や、公共の場所に入ることを防ぎ、健康な旅行者の信頼を高めるのに役立つ可能性があります。

1. “[covid 19 Rail Protocol - Recommendations for safe resumption of railway services in Europe](https://www.era.europa.eu/content/covid-19-rail-protocol_en)”,

https://www.era.europa.eu/content/covid-19-rail-protocol_en

さらに、病気、現在の感染状況、および必要に応じてどこで医療アドバイスを受けられるかなど、より詳しい情報を得るための方法を乗客に提供します。

すべてのEU、EEA諸国および英国の現在の地域感染レベルを鑑み、体温検知が国の保健または運輸当局によって採用された場合、体温検知は一次および二次スクリーニング、検査、およびその後の措置のための特定のプロトコルを使用して実行されるべきです。

これには、膨大な人員、検査室、各種輸送（個人用保護具、検体の輸送、被験者の搬送、検疫など）および資金源が必要であることから、コロナ感染拡大の第2波に対する対策に使用されるケースは少なくなることが想定されます。

7. 推奨事項

サーモグラフィカメラシステムとその操作は、特に一般データ保護に関して、国内で施行されている法律に準拠する必要があります。

サーモグラフィカメラは、次の要件を満たす必要があります。

- ▶ リアルタイム：スクリーニングプロセスには、体温の熱画像を即座に自動的に表示する監視システムが必要です。
- ▶ 精度：サーモグラフィカメラは、基準とする温度を確実に検出する必要があります。誤警報を回避するため、システムを展開する時は、エラー率を注意深くチェックする必要があります。
- ▶ パフォーマンス：基準となる温度を超えたことをリアルタイムで検出して報告する機能が必要です。
- ▶ 完全性：サーモグラフィカメラシステムは、高温の人の検知漏れがあってはなりません（この要件は、特に人が密集した場所では難しい場合があります）。

- ▶ 耐性：悪意のある攻撃に対して耐性がある必要があります。ソフトウェアは、サイバー攻撃からシステムを保護するために頻繁に更新する必要があります。
- ▶ 信頼性：カメラシステムは、大規模なカメラネットワークで想定される最大数を監視する必要があります。

検査係員はアラームを監視し、分析する必要があります。彼らがアラームを正しいと判断した場合は、適切な対策を講じる必要があります。

指令室のスタッフのための体温測定に関するトレーニングと指示を実施する必要があります。

基準となる温度を超え、アラームが発動された場合、該当者は医療関係者によって検査を受ける必要があります。体温監視用のサーモグラフィカメラを設置する前に、医療機関との連携を検討し、事前に確認する必要があります。

参考文献

<https://esut.de/2020/04/meldungen/20037/waermebildkamas-zur-ueberwachung-von-corona/>

<https://www.flir.co.uk/products/flir-one-pro-1t/>

<https://healthtechinsider.com/2020/04/24/thermal-imaging-glasses-detect-body-temperature/>

<https://www.rokid.com/en/rokid-glass-2/>
<https://www.theguardian.com/artanddesign/2020/>

[mar/25/10-coronavirus-covid-busting-designs](https://www.theguardian.com/artanddesign/2020/mar/25/10-coronavirus-covid-busting-designs)

Mohammed, M.N., H. Syamsudin et al.: Novel covid 19 detection and diagnosis system using IoT based smart helmet. In: International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol.

24, Issue 7, 2020

Contact: covid19@UIC.ORG

#RAILsilence



L'UIC est une association professionnelle certifiée pour engagement de qualité de services par AFNOR.

UIC is a professional association certified by AFNOR for its commitment to service quality.

INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS
16, rue Jean Rey - 75015 Paris - France
Tel. +33 (0)1 44 49 20 20
Fax +33 (0)1 44 49 20 29
E-mail: info@uic.org

Published by: The UIC Communications Department, on behalf of the UIC Covid Task Force (J. Ramlow, L. Petersen, A. Saadaoui, V. Perez, M-H. Bonneau, P. Lorand) led by M. Guigon
Director of publication: M. Plaud-Lombard
Design: C. Filippini
Photo credit: Adobe Stock

ISBN: 978-2-7461-3026-5

Copyright deposit: August 2020

www.uic.org



#UICrail

