



特 需

(元)立命館大学

木股雅章 KIMATA, Masafumi

新型コロナパンデミックで生活が制約されるようになって3年近くが経過した。「終わりが見えた」といった発言が聞かれるようになってきたが、まだ変異株の脅威から完全に解放されてはいない。私は長年赤外線イメージセンサの研究開発に従事してきたが、このパンデミックは赤外線イメージング市場に大きな特需をもたらした。ここでは、この特需について考えてみたい。

私が赤外線イメージセンサの研究開発に携わるようになったのは、三菱電機に在籍していた1980年からである。当時、この分野では高価な機械走査式サーモグラフィ装置が特殊な用途に使われていたが、電子走査で赤外線画像を得る装置は存在しなかった。三菱電機にとってもゼロからのスタートであったが、1987年には512×512画素の赤外線イメージセンサ¹⁾を搭載した商用赤外線カメラを他社に先駆けて世に送り出すことができた。三菱電機に在籍中、私自身は一貫して研究所に在籍していたが、研究所がゼロから開発したキーデバイスを用いた製品が事業化されたこともあり、今日まで技術だけでなくビジネスについても強い関心を持って動向を見守ってきた。

赤外線イメージングは、それぞれはニッチな分野ではあるが、幅広い分野で有用性が期待できる技術である。広く活用してもらえると期待して赤外線カメラを市場投入したが、ビジネスは思うようには拡大しなかった。今振り返ると、当時は類似の製品が世の中になく、市場開拓もゼロからであったことを考えれば、期待はずれは当然のことであった。2001年時点でも防衛を除く赤外線イメージング市場規模は台数ベースで29,000台(全世界)と報告されており²⁾、我々が苦しんだ1990年代前半の市場は、一つの単位として評価できるレベルにも達していなかったと思われる。

2000年に入ると、室温で動作する非冷却赤外線イメージセンサが実用段階に入った。この技術により赤外線カメラの価格、サイズ、電力の大幅低減が実現されたので、赤外線イメージング市場の急速な拡大が期待された。しかし、実際に目に見える変化が始まったのは2010年以降であった。それ以降も拡大は緩やかで、最近でも毎年25万台程度の増加にとどまっており、2019年時点においても出荷台数は200万台の規模に達していなかった²⁾。

新型コロナは、赤外線イメージング市場を一変させた。赤外線イメージングによって非接触温度計測ができるので、赤外線サーモグラフィ装置は発熱の有無を判定する発熱者スクリーニングに用いることができる。発熱者スクリーニング市場は、2019年まではほとんどゼロの状況であったが、2020年に入ると既存のサーモグラフィ装置製造メーカーだけでなく中国企業を中心に150社を超える企業が新規参入し³⁾、急増した需要に対応した。その結果、発熱者スクリーニング以外のビジネスが縮小したにもかかわらず、2020年の赤外線イメージング市場は前年比50%増の300万台に達し、新型コロナ特需となった²⁾。

これまで思うように市場拡大しないことにフラストレーションを感じていた私にとっては、ビジネス的には喜んでいい状況は訪れたとことになるが、この特需が始まった頃、私が感じたのはむしろ不安であった。

赤外線サーモグラフィ装置が発熱スクリーニングに用いられるようになったのは、2003年 SARS パンデミックからである。それ以降、日本をはじめいくつかのアジアの国では空港検疫で使用されるようになってきているが、広く普及することはなく、欧米では偽陰性が多発するとして導入が見送られた。欧米が問題視した偽陰性多発の問題は、赤外線サーモグラフィ装置自体の要因と発熱者スクリーニングが行われる環境要因に加え、体表温度から体温を推定しなければならないという発熱者スクリーニング特有の要因が関係していて、簡単に解決できるものではなかった。私が不安に感じたのは、もし偽陰性の多発という問題が解消されていなければ、今回の特需で問題が多発し、赤外線イメージング技術が役に立たないという評価が広がり、その結果、既存分野の市場の成長にも悪影響を与えるのではないかと、ということであった。

発熱は体表温度ではなく体温で評価しなければならない。一方、赤外線サーモグラフィ装置で計測できるのは体表温度である。そのため、発熱者スクリーニングでは、体表温度から体温を推定し発熱を判定する必要がある。体温はほぼ一定に保たれているが、体表温度は気温により変化し、風や湿度にも影響される。さらに、体表温度は部位により異なり、個人差もある。体表温度から推定される体温は、こうした要因による不確かさを含んでいるので、原理的に接触式の体温計のような正確さで発熱を判定することはできない。

赤外線カメラは、相対的な温度差を数十 mK の精度で識別することができるが、非接触温度計測に特化して設計されている赤外線サーモグラフィ装置であっても、温度の絶対値の精度は通常 $\pm 1\sim 2$ K であり、廉価版の精度はこのレベルにも達していない。高い絶対温度精度を実現することが難しいのは、センサデバイス自身の温度変化が出力を変化させることと、装置内部の部品が放射している赤外線も出力変動の要因になることによる。発熱スクリーニング用の赤外線サーモグラフィ装置では、上記要因を低減する設計がなされているものもあるが、その場合でも体表温度を考慮した狭い温度範囲で ± 0.5 K 程度であり、さらに精度を向上するためには視野内に赤外線の標準光源である黒体炉を設置して一定周期で校正を行う必要がある。

今回の特需では、SARS 時点に比べ安価な赤外線カメラが登場していたので、SARS では導入を見送った欧米を含めて世界中が赤外線サーモグラフィを用いた発熱者スクリーニングに注目するようになった。しかし、上記のような問題は SARS 以降ほとんど改善されていないうえ、赤外線サーモグラフィによる発熱者スクリーニングの限界と設置・運用の難しさをユーザが理解しないまま導入が進んでしまった。

特需が始まると、国内では異常な計測結果や、体温計の値との不一致などスクリーニングの信頼性が疑われる事象に関する苦情が多数ネット上にあがった。また、海外では 2000 人の感染者を含む 1500 万人を対象にした発熱者スクリーニングで 53 人（40 人に 1 人）の感染者しか発見できなかったという大規模な調査結果も報告されている⁴⁾。日本赤外線サーモグラフィ協会は、こうした問題の原因が、技術に関する正しい理解なしに発熱者スクリーニングが実施されていることにあるとして、設置と運用に関するガイドを発行した⁵⁾。しかし、その後もこうしたガイドを理解して使用しているとは思えない状況が続いており、事態が改善されているとは言い難い。

それにも関わらず、以前に比べ発熱者スクリーニングの不具合が話題になることは減ってきているように思われる。これは、スクリーニング精度が改善されたからではなく、惰性でスクリーニングを実施しているだけで、実効性を期待しないようになってきたからではないだろうか？ 特需が始まった頃心配していたのは、こうした状況になることであった。

発熱者スクリーニング用赤外線サーモグラフィ市場は、既に縮小のフェーズに入っている。このままでは、特需の終焉とともに関心が薄れていき、本質的な課題が議論される機会は無くなってしまおうと思われる。そうなれば、次のパンデミックが発生した際、今回と同じような混乱が生じることは避けられない。我々技術者は、社会の関心が薄れていく状況にあっても、この技術の限界を広げ、より有用なものにするための努力を続ける必要があるのではないだろうか？ 仮に赤外線サーモグラフィによる発熱者スクリーニングの精度の改善が困難であることが判明したとしても、そうした結果も意味

があるし、継続的な努力が新たな可能性を見出すきっかけに繋がると私は思っている。

参考文献

- 1) M. Kimata et al., IEEE JSSC, Vol. SC-22, pp. 1124-1129 (1987)
- 2) 「2021年非冷却遠赤外線イメージング市場のマーケティング分析」, テクノ・システム・リサーチ (2022)
- 3) “The World Market for Commercial and Dual-Use Infrared Imaging and Infrared Thermography Equipment,” Maxtech International (2002)
- 4) Infrared Imaging News June Issue, Maxtech International (2021)
- 5) 「発熱者スクリーニングサーモグラフィ運用ガイド」, 日本赤外線サーモグラフィ協会 (2021)