

発明から人に役立つまで



特別寄稿

糸崎 秀夫*

From invention to being useful for people

Key Words : invention, detector, airport, infrared, security

最近飛行機に乗られた方はお気付きかもしれませんが、空港でペットボトルを持ち込もうとすると、手荷物検査ゲートでペットボトルの検査を受けることになります。この液体検査装置の発明から実際に利用されるまでの、市場開拓、国際認証、企業への技術移管などについてご紹介します。

装置の概要

最初に液体検査装置を簡単に紹介する。2005年のロンドン同時多発テロで液体爆発物が使用されたことにより、液体検査装置が必要になった。可視光よりやや波長の長い0.8から1ミクロンの波長をもつ近赤外光を液体に通し、得られる近赤外光吸収スペクトルから液体を判別する技術を開発した。数百種類の液体の近赤外光吸収スペクトルを収集してAI判定により、空港における瞬時の液体検査を可能とした(図1、参考文献)。

発明から装置開発

発明の機会は突然やってきた。私はそれまで窒素原子核の核四極共鳴(NQR)を利用して地雷の爆発物を非接触で探知する研究をしていた。そのため、爆発物の探知に関心があり、ちょうどその頃2007年12月、文科省から安心安全関連のプロジェクトで爆発物探知の公募が始まった。公募内容は液体爆発

物の探知技術がテーマで、私の扱っていたNQRでは液体の検出が難しいため、公募にNQRでは対応できず残念な思いをしていた。それでも、なんとかならないものと色々考えを巡らせていた。ちょうど年明け2008年の正月にテレビのニュースで、「最近のみかんは光で糖度を検査して選別しているので、とても甘いみかんが出回っている」というものでした。「あ」これだと思い、公募の締め切りが迫る中、さっそく正月明けにすぐ実験をしようと考えた。近くの研究室にあった分光器で実験してみようとしたが、その機器を担当している別の研究室の教員が、「できるはずがありません」と言って装置を借りることができなかった。それもそのはず、試そうとしていたのは、いずれも透明な水(H₂O)と過酸化水素水(H₂O₂)を光で判別できるかという課題への挑戦だったからです。そこで、果実糖度計を販売している関西の大手企業A社の技術担当者を探し当て直接相談してみたが、やはり「できないと思います」との返事であった。しかし、ここで諦めるわけにはいかない。「とにかく1時間だけ装置を



* Hideo ITOZAKI

1950年10月生まれ
大阪大学工学部 精密工学科 (1974年)
修士 (1976年)
Northwestern University Ph.D. (1982年)
現在、大阪大学名誉教授 Ph.D.
専門/超伝導、核四極共鳴、近赤外分光
など
E-mail : itozaki.h.es@osaka-u.ac.jp



図1 空港手荷物検査用液体検査装置
(株)熊平製作所製

貸してください。出かけてゆきますから」と。翌日早速 A 社に過酸化水素水を持ち込んで、ピーカに入った水と過酸化水素水の近赤外光吸収スペクトルを採取した。傾向を見るために、過酸化水素水の濃度を変えた液体のスペクトルをいくつか取ると、確かにスペクトルはいずれもそっくりで、判別は難しそうであった。しかしスペクトルをよく見ると過酸化水素水の濃度にしたがってわずかに変化している部分があることがわかった。過酸化水素水の検出が可能になった瞬間であった。この実験事実に基づき早速文科省の公募に提案書を作成し、A 社にも共同参画をお願いしたがやんわりと断られ、大学単独の提案となった。審査期間中にも実験を続け、より確実なデータを収集してヒアリングに臨んだ。審査会が想定していなかった提案のようでしたが、近赤外光を利用した検査技術の可能性を評価され、1年間だけのフェージビリティスタディとして仮採用となった。

文科省安全安心プロジェクトにおける開発

プロジェクトは4月より開始したが、その秋に初めて開催された「テロ対策特殊装備展」に大学としてブースを設けて、試作した液体検査装置を出展した。順調に開発が進んだので、次年度から3年間の提案が本採択された。ここでは、A 社にも参画してもらった。当初は、ペットボトルの液体の検査が課題であったが、それが可能となり空港会社や航空会社などユーザの意見を踏まえ、目標はどんどんエスカレートし、多様な液体物の判別が要求されるようになった。また、容器としてはペットボトルやガラス瓶のみならず金属缶検査まで要求されるようになった。当初のプロジェクトの課題から随分高い要求になってきたが、ユーザの要求なので仕方がない。市販の液体物を大量に購入し、液体の近赤外光吸収スペクトルのデータベース構築をするなどユーザ要求に応えられるように進めた。金属缶に関しては、光を使った検査では菌が立たないので、全く異なる技術を取り入れる必要がでてきた。これについては、超音波の音速を測定する方法を新たに開発し対応した。また、何度も担当省庁に足を運び、空港での試験の必要性を説いて、2009年と2011年関西空港、2010年伊丹空港、2012年成田空港などで実証試験を実施した。それまで設置されていた液

体検査装置では、可燃物のみの検査で爆発物には対応しておらず、テロ対策はできていない状態が続いていた。この時点で3年間のプロジェクトは終了した。安全安心プロジェクトとしてはさらに継続していたが、次年度からは液体検査の課題は外されてしまった。実用化、製品化にはまだやるべきことが色々あるのに、なにかハシゴを外されたような気分であった。プロジェクト当初よりお世話になった A 社はこの時点で開発をやめることになり、金の切れ目が縁の切れ目とはまさにこのことで、これからは大学単独でわずかな研究費用での開発を余儀なくされた。

マーケティング

文科省安全安心プロジェクトにより開発試作した液体検査装置については、セキュリティ関連の国内展示会に出展し、高い評価を受け関係者からは早く製品化してほしいとの要望を受けた。また国内にはセキュリティ関連の学会がなく、欧米のセキュリティ専門の国際会議へ毎年報告し、海外関係者からも高い評価を受けた。これら外部への発表は、関係者からの反響を探り、市場がどのように受け入れてくれるかを探ることにあった。国内では、担当省庁、空港会社、航空会社のセキュリティ担当者などとの意見交換を頻繁に実施した。良い技術ができて、実際に利用されなければ、技術が役に立たないとは言えないからである。製品化のために企業への技術移管に際しては、市場の見通しが必要であり、ユーザである担当省庁などの今後の装置導入の意向を確認したかったのである。担当省庁では、装置の導入は空港会社または航空会社が決めることと回答し、一方空港会社や航空会社は担当省庁が決めることとの回答であった。「日本は安全でテロ事件でもあれば、新しい装置導入の予算が付くのですが、・・・」との意見もあり、欧米の安全基準を満たさない国内空港警備の状態がしばらく続くようになっていた。

米国 TSL

空港の検査装置の導入に関しては、テロ対策装備品の多くは海外製品とくに米国製が多くを占めている状況であり、空港警備の検査方法については米国が主導的立場にあった。そこで、米国の空港関連の検査装置の評価を行っている DHS (米国国土安全

保障省)の研究機関である TSL (運輸安全研究所)との接触を行った。幸い以前訪問の経緯があったため、こちらで開発した装置の紹介や TSL での評価を依頼した。TSL の担当者は当初積極的に対応してくれたが、評価を実施してくれないまま時間が過ぎてゆくことになった。その間も欧米での国際会議で知り合った別の何人もの TSL 職員に評価依頼をしていることを説明しても、話をうまくつないでもらえなかった。また東京の米国大使館にセキュリティ関連の高官が常駐しているとのことで大使館に向き、TSL へ開発した装置の評価を前に進めるように伝えて欲しいとお願いしたが、TSL からの連絡が全くない状態が続き、壁にぶつかっていた。ちょうどその頃 2011 年 6 月、欧米の科学者の間では有名なゴードン研究会議が「違法薬物、爆発物の検出方法」をトピックスにイタリア・ルッカ郊外の山中のホテルで開催された。日本からの参加者は私一人であった。NQR や液体検査装置についての報告をした。ランチで TSL が装置の評価を棚上げにしていると不満を言っていると、隣に座っていた人が声をかけてきて、これまで接触してきた TSL 部門の上司とのことで、その場で米国に携帯電話をかけて、状況確認をしてくれた。その結果弁護士が装置評価を進めることに難色を示しているが、その原因が大学と TSL の間で装置評価の契約が結ばれていないことが問題と判明。帰国後早速契約を実施することで、装置の評価が前に進むこととなった。2012 年 3 月実際に装置を TSL に持ち込み、これまでの液体検査装置を凌駕する性能であるとの評価を得た。しかし、TSL では評価のみで空港への配備権限はなく、政権の交代で予算が変更されるなどの影響もあり、現在も継続的な交渉が続いている。

ECAC 認証

一方、欧州では、ECAC (欧州民間航空協議会)と呼ばれる EU 加盟国による国際機関が空港の検査装置の評価試験および認証を進めているとの情報を 2010 年 11 月にオランダ研究者より入手することができた。早速パリの ECAC 本部とコンタクトし、事務局長を尋ねて開発した液体検査装置について紹介し、ECAC 認証の可能性を相談した。ECAC 認証は企業で製品化したものに対応するものであり、大学の試作品の評価は難しいとの見解であった。し

かし国際会議出席で欧州出張のたびにパリ事務局を何度も訪問して協議を重ねた結果、前向きに対応してもらえることになった。2011 年 3 月 ECAC 事務局長に紹介されたスイスの研究施設にて、実際の爆発物やその原料を我々の開発した装置で検知可能かの試験を有償で実施してもらった。ピーカを落とせば試験室が吹っ飛んでしまうと警告されて、ピーカに入った液体爆発物を慎重に取り扱っての試験に立ち会った。良好な結果を得たことで、ECAC に正式な評価依頼の申請が可能となり、2013 年に評価機関にて試験を実施し、2014 年 3 月に ECAC 認証を得ることができた。認証をうけ ECAC のウェブサイトには大阪大学の装置が認証されたことが公表された。その 3 日後、突然担当省庁から電話が入ってきて、驚いた様子で「ECAC 認証を得たのは本当ですか。至急霞ヶ関に説明に来てほしい」とのことであった。これまで、何度説明を繰り返しても態度が不明瞭だった担当者が、こちらが ECAC 認証を得たことで手のひらを返したように、強い関心を示して来た。なお、ECAC の認証を受けた製品は、空港で用いる検査装置としては、日本製ではもちろん初めてであり、現在も ECAC の認証を受けた唯一の日本製検査装置である。

製品化のための企業探し

すでに述べているように、文科省安全安心プロジェクトでは 2 年目から 3 年間は関西の大手企業 A 社が共同研究を分担してくれていた。しかしプロジェクトの終了と同時に、企業での開発は中止となった。その企業は大企業であり、市場が見通せずセキュリティ機器のような小規模な市場製品は扱えないとの理由であった。その後、我々の開発した液体検査装置の製品化をしてくれる企業を探し続けた。大企業には市場が小さく、小規模企業には製品開発や販売力に限界があり、適当な企業が見つからなかった。企業の中には「セキュリティ業界などへの調査では、売れそうにないのでお受けできない」との回答が返ってきたこともあり、産学連携の難しさを痛感した。そうした折 ECAC 認証を得ることができ、国際的な評価を受け、担当省庁も強い興味を示し始め、風向きの変化を感じるようになった。いくつかの企業が関心を示し出す中で、大学知財部門とも協議を進め、2014 年 9 月に広島にある (株) 熊平製作

所に技術移管が決まった。ECAC 認証を受けてから半年後であった。その後大学の試作品に基づいて、企業で信頼性がありかつ量産可能な製品が生まれるのに1年半を要し、ようやく2016年3月に製品が発売となった。

製品の空港配備

製品の発売は2016年3月であったが、実際に空港への配備が進むにはさらに2年余りを要し、現在では全国の空港で375台が設置運用されている。またアジアや欧州への輸出も始まっており、63台が輸出され空港などでの運用に供している。最近では、図2に示すように東京晴海の選手村（2021年開催の国際大会）の警備や、2023年広島開催のG7サミットでも警備に活用されている。さらに、最近覚醒剤などの違法薬物をワインなどに溶かし込んで密輸入することに対処するため、財務省関税中央分析所との共同研究により、液体検査装置に違法薬物のデータベースを加えた装置を開発した。国内の税関各所にすでに70台が設置され、違法薬物の摘発に活用されている。

まとめ

液体検査装置の着想から世の中で利用されるまで約10年を要し、その間の大学から企業への実用化に至る経緯を概観した。本件は、着想から半年で展示会に出展できる技術レベルに達しており、当初からとても筋の良い技術であったと思う。それでも実用化して世の中で広く利用されるには約10年の歳月を要した。文科省プロジェクトの活用、ユーザである空港関係機関との折衝、欧米認証機関との交流など多様な対応が必要であった。「大学人としてどうしてそこまでやるのか」とよく聞かれたが、市場の見えない技術には企業は手を出さず、ここが技術の実用化を阻む「死の谷」と呼ばれるものであろう。大学人が研究から一歩踏み出してこそ「死の谷」は越えられるのではないだろうか。産学連携の難しさ



図2 東京晴海の選手村（2021年開催の国際大会）の警備で運用中の液体検査装置（株）熊平製作所製

を本当に感じる次第である。科学が技術となり、そして人の役に立つ製品として世に出て貢献することの大切さと難しさを痛感する次第である。これから発明をされる若い研究者の方々への参考になれば幸いである。なお発明以後においてももちろん継続的な技術の進化があり、製品化後も最新のニーズに応える技術開発が進行していることを付記します。

最後に、今回紹介した液体検査装置は、文科省安全安心プロジェクトの成果であるとともに、研究室のスタッフや多くの学生、技術移管を受け製品化を進めた企業の開発スタッフの成果であり、ここに深く感謝いたします。また、空港での実証試験では、国交省航空局、空港会社、航空会社には大変お世話になりました。さらに米国TSL、欧州ECAC、財務省関税中央分析所、セキュリティ関連のみなさまからの応援に感謝の意を表します。

参考文献

Hideo Itozaki; NIR news Vol.31 (1-2) p9~p15, 2019 “Near infrared inspection technology of bottled explosive liquid in airports”.

この度、糸崎 秀夫 名誉教授（基礎工学研究科）が令和5年春の紫綬褒章を受章されました。糸崎 秀夫 名誉教授は、当協会の編集委員をお務めになられ、当協会の発展に寄与されました。事務局一同、心からお祝い申し上げます。（編集部註）