

## 定質センサによる化学・生物剤の網羅的 検出技術にかかわる調査研究

(社)未踏科学技術協会 春山 哲也

定質という考え方は、生体への影響、環境への影響、酵素等阻害、材料汚染など、起こっては望ましくない(あるいは起こることが望ましい)結果の有無を簡便に計測すること。つまり効果や影響を測ることを定質という言葉で表しており、この言葉自体、本調査研究委員長が設けたものである。本調査研究は、定質という考え方とその技術化が、社会の様々なリスク不安に対する安全安心に資する技術となるか?また、そうなるためには今後何が必要か?を明らかにすることが目的である。

今回の調査研究においては、産学の広い分野から参加した調査研究委員により、

- ① 定質というコンセプトの理解
- ② 各専門分野における分析技術等の現状と、定質分析(定質センシング)技術の有効性・必要性
- ③ 主要国際会議調査における関係研究動向
- ④ 学術文献検索による関係研究の世界的動向
- ⑤ 米国における研究助成推移から見た関係研究動向

の5つの視点から調査研究を推進した。

### <定質という技術コンセプト>

前述したように、定質は、対象(人体、環境、製造物など)への影響を、培養細胞などの生体モデル機能、あるいは酵素等反応阻害、製造物(材料)の汚染や機能変化を基に、リスクが存在するか?を判断する分析の考え方である。つまり効果や影響を測るものであって、従来の定量(特定の物質等の量を明らかにする)や定性(特定の物質等の組成を明らかにする)とは大きく異なる考え方である。調査研究委員全体の理解として、定質という考え方を広げていくことにより、リスクや効果の存在を明らかにすることが出来るということが非常に意義あるという結論に達している。そして、リスクの存在を明らかにすることで、様々な分野での安全・安心の確保が行い得ることは、食品製造、医薬品製造、半導体等製造、社会安全(テロ対策など)、環境監視など様々な分野での活用がみこまれる。

リスクに関してだけではない。リスクを負の測定対象とすれば、反対の正の対象、すなわち産業分野での「有用な対象」の探索にも生かせるということにも意義が大きいということが見出されている。これは例えば、医薬品開発における効果のある化合物の探索などを行うことは、まさに定質が得意とするところであることを意味する。

また、定質だけですべてが解決するわけではないことは勿論である。定質で見いだされ

たりリスクや有用物は、定量により詳細を明らかにする必要がある。しかし、定量だけでは「見逃し」や「不検知」あるいは「情報オーバーフロー」がおこることが指摘され、定質⇔定量・定性の技術連携が、分析情報をより価値のあるものにすると考えられる。

## <各分野における定質技術の意義と需要、課題>

### 食品製造分野での需要と課題

食品製造分野は、近年、材料調達や製造現場の多様化・国際化が進み、消費者に近い側（最終製造者などによる）での安全性確認が容易でない状況になっている。原材料や加工・半加工品への農薬等の混入や、細菌・黴・ウイルス等による汚染など懸念が幅広いのも特徴である。したがって、定質による検査、すなわち、定質の考え方による迅速な「害があるか？ないか？」の検査は、食品の安全性を高めることができるのは明らかである。

一方で、検査による認証が付加価値を高めることを見逃してはならない。安全性を示すことが付加価値であることはもちろんであるが、アレルゲン成分の存在・非存在を明らかにすることや、宗教的タブー食材の非混入を明らかにすることは、多くの人たちにとって非常に大きな付加価値を持ち、国際的に大きな需要がある。

### 生活環境・健康管理・医療での需要と課題

生活環境はもっとも身近であり安全・安心であることが当然に求められる。したがって、住宅と住宅設備が、利用者に負担なく生活環境や健康状態をモニタできる定質センサの需要は大きい。すでにトイレ設備への健康管理センサ装備などの試みが先行的にあるが、更なる技術的充実があって身近な安全・安心の提供につながり、それが住宅や住宅設備の付加価値にもつながる。

健康管理は医療との連携が必要であることは勿論である。医療の高度化と、国民の高齢化が進み、医療機関および医療従事者のキャパシティ限界が指摘されている。このことから、健康管理や一定の医療管理を個人に付託することが、今後必要になると考えられる。たとえば、医薬の服用過多は、健康被害はもちろん、医療コストの拡大にも直結しており、適切量の服用をモニタできるような定質的センサの活用が持続的医療体制の構築に資するところは計り知れないと考えられる。同時に、病院等の医療機関と個人ユーザーとが直接やりとりを行うのでは、問題は解決せず、個人がそうした健康・医療管理を行う定質・定量センサ利用する場合のアドバイザー・サポーターとして調剤薬局の参画介入など社会システムの形成が必要である。

### 産業（製造）現場での需要と課題

半導体製造など、高度なクリーンネスが求められる現場では、クリーンネス判定に空気中のパーティクル量や、製品・材料汚染につながる物質のモニタリングなどを行ってきているが、それでは「汚染の有無そのものは明らかにならない」という考え方からすでに定質的

なクリンネス・センシングの技術開発が始まっている。たとえば、半導体製造を行うクリーンルーム施設内で、製造製品に用いられる材料そのものをセンサ化し、それに吸着するものが有るか？無いのか？という手法である。これは定質であり、製造現場でのQCに定質の考え方が資することを示す好例である。

一方で、センサ測定結果をどう判断するか？すなわちリスク評価をどう判定するかということは、今後の課題を含んでいる。定質センサ技術の開発そのものでなく、データ解析の技術開発も必要であることを示唆している。

### 定質センサ技術開発における課題

バイオ（化学）センサや物理センサは日本の得意分野である一方で、新たな定質センサ技術を開発していくためには大きな課題がある。センサの検知機構そのものは分子界面科学・材料界面科学（分子・材料界面科学）が担っているが、この分子・材料界面科学研究が不足していることが否めない。これは近年、より製品に近い応用研究の推進が推奨された（多くの研究助成制度がそれを求めたためであるが）結果、分子・材料界面形成プロセス技術、分子・材料界面構造解析技術、分子・材料界面機能の速度論解析手法、そして分子・材料界面設計の基礎的知見が大きく不足し、現在のセンサ技術からのインプルフを行うための学術ポテンシャルが下がってしまったことに依る。現実問題として、センサ応用を目的とした分子・材料界面科学領域の基礎的集中検討は、もともと化学センサ・バイオセンサ関係技術に強い日本の次世代産業育成シーズを生むことは確実である。一方で、これを怠ることは、センサ関係技術での日本の国際的優位性が近い将来に崩れてしまうことを暗示する。センサに紐付けた研究戦略による分子・材料界面科学研究、すなわち弛まらず基礎的な取り組みをしていくことが必須であり、積極的な展開を図っていく必要がある。それが日本の次世代産業育成シーズを生み得るという点は、全調査研究委員の共通した意見である。

### 技術の普及、産業としての拡大における課題

新しい技術の普及には、多くの障害がある。たとえば、現行の測定項目の多くには法的な公定法がある。公定法より優れた結果が得られる新規法であっても、公定法がある限りは新規な方法が普及することは難しい。一方で、そうした縛りのない新興国では、技術的優位性・有効性のみで採用・普及が進むため、炎センサによる火災検知センサは中国などでは普及しつつある。

また、社会的なシステム形成も必要である。『定質⇔社会システム⇔IT・ネットワーク⇔ユーザー（国民）⇔産業・雇用創出』というような、社会的な関係性を明確に構築することによって、持続的に「技術・重要・産業・ユーザー利益」を維持できる体制の形成が必要である。すなわち、新規のセンサ材料・システムを開発するに当たって、現象の機構説明等の基礎的な取り組みを怠ることなく、センサ材料・システムの供給側、ユーザー側の

研究者を糾合した総合的な研究システムを構築していく必要がある。かような取り組みを行うことにより、広範なマーケット発掘も可能となる。

もうひとつ大切な視点がある。リスクを検知するだけでは意味がなく、測定⇔対策が連携するシステムが同時に構築されることが、安全安心を確保するためには必須である。言い換えれば、「測定（検知）」・「判断」・「対策（対処）」は三位一体の関係でなくてはいけないということである。

本調査研究では、定質のコンセプトとそのセンサ技術について、様々な分野から議論し、また国際的動向をも踏まえた調査を行った。結果として明らかになったのは、定質というコンセプトに基づき開発される（すでに一部で技術化されつつある）センサ技術が、未知既知のリスクを明らかにし、安全安心の確保に非常に有用であえることが明らかにされた。さらに、定質という考え方による分析・センサ技術は、有用物質の検索・発見や、生産現場のQCなど、さらに広い用途に資することも明らかになった。その一方で、上述したように、リスクマネジメントの考え方を踏まえた今後の技術開発、技術普及、産業化、そしてそれによる安全安心な社会の形成には、幾つかの課題があることが浮き彫りにされた。さらに、これらの障害を克服すべく、センサの基礎的検討を含めた新たな研究システムの構築が不可欠なことが示された。

本調査研究の成果が、今後の日本の安全安心の形成維持と、新たな科学技術の進歩、そして新産業の発展に向けて舵を取るための道標の一つとなることを願います。