



汚れに強い pH 電極を

同志社大学大学院ビジネス研究科の森良弘先生からバトンを受け取りました(株)堀場アドバンスドテクノ基盤技術研究開発部の西尾と申します。森先生は、HORIBA グループに所属されていた時の私の上司で、論文の書き方や研究開発のことなどをご指導いただいた恩師になります。その際に開発していた世界初^{※1}の工業用セルフクリーニング pH 電極(以降 SC 電極)ですが、約 17 年かけてようやく昨年の 2022 年の 10 月に製品化しましたので、その開発エピソードを書かせていただきたいと思います。

工場や生活排水の汚れが激しい汚水処理プロセス(原水など)では、pH 電極を長時間浸漬させて管理をするので、汚れが付着しやすく安定した測定が困難でした。そのため 1 日に何度も手洗浄、校正することが必要となり、現場作業者のメンテナンス負荷が長年の課題となっていました。SC 電極の開発のきっかけは、堀場製作所の創業者である堀場雅夫(2015 年逝去)の一言でした。私は、HORIBA グループに入社して間もなく、pH 電極用の洗浄液を製品化しました。その時、創業者から「良い洗浄液を作ってくれた。次は汚れない電極を作ってくれ」と声をかけてもらいました。その言葉が胸に響きました。また洗浄液が予想以上に売れ、お客様が電極の汚れでお困りであることを知り、開発を決心しました。2006 年に偶然お会いした学生時代の恩師から、三重大学無機素材化学研究室の橋本先生を紹介いただき共同研究がスタートしました。橋本先生のご指導のもと、ディップコーティング法を用いることで、2008 年頃に光触媒効果を有する TiO₂ を pH 応答ガラス膜へコーティングする技術が完成しました。

しかし、研究と製品化の間には深い溝がありました。今回の工業用途では、安定性や精度が低いと一歩間違えば事故や製品不良にもつながります。高い精度・安定性が求められる一方で、pH 計は競合他社との差別化が難しく、また生産方法も考えなければなりません。研究とは別の難しさがあります。その中でも紫外線を pH 応答膜に照射する手法に苦しみました。太陽の自然光やブラックライトでは紫外線強度が弱く、キセノンランプや紫外線用の光ファイバーは高価。その溝の深みに落ち、

とうとう研究開発はとん挫してしまいました。

6 年が経過した 2014 年、青色発光ダイオードの発明にノーベル賞が贈られました。幸運にも研究開発が盛んになり、小型の UV-LED が発売されました。このニュースを見て「電極内部に LED を挿入できれば、実現できるかもしれない」と思ったのです。しかし、既に私は、研究ではなく製品化を担う部署に異動していました。それでも汚れない pH 電極の製品化をあきらめられない私は、周囲の反対を押し切り、本来の業務をしながらも研究を続けました。その頃、プライベートではありますが双子を授かり、また社会人博士課程の取得にも追われて眠れない日々が続き、精神的にも体力的にも追い込まれました。やっとの思いで試作電極が完成し、ある現場をお借りしてフィールド試験をさせていただきました。しかし、そんなに甘くは無いもので、応答膜の一部しか防汚できませんでした。紫外線強度が弱く、分解速度が追いつかなかったのです。それを見て積み上げてきたものが一瞬で砕かれた感覚で愕然^{がくぜん}としました。あきらめかけた時に、幸運にもより強力な紫外線を発光する小型の UV-LED が発売されました。

2017 年頃には数か月防汚できる電極が完成しました。電極寿命、性能などまだまだハードルがありました。試行錯誤を重ね課題解決を地道にしていきました。お客様や同僚など多くの方々のご協力により、ついに完成しました。発売を目前とした実装試験にご協力いただいた多くのお客様からは「いろいろな洗浄機を試しても効果がなかったのに」「感動しました」などご好評いただきました。長年の苦勞が報われた気がしましたし、開発者冥利に尽きる温かい言葉でした。製品化できたのは振り返るとお客様や同僚、先生など「人」に恵まれたこと、私の粘り強い性格などがうまくかみ合ったからではないかと思います。またこんなに長くチャレンジさせてくれる会社は他にありません。pH ガラス電極は完成されたものだと世間一般に言われていますが、その可能性はまだまだあると信じています。私の挑戦に終わりはありません。

最後に次のリレーエッセイですが、学生時代からの私のもう 1 人の恩師である三重大学大学院工学研究科の金子聡先生にお願いしました。何卒よろしく願いいたします。

(株式会社堀場アドバンスドテクノ 西尾 友志)

※1 ガラス電極式 pH メーターとして(2022 年 10 月時点、当社調べ)