

146(2019)30.

[31] 小林泰彦, 菊地正博, 放射線化学, 88(2009)18.

[32] 久米民和, 等々力節子, RADIOISOTOPES, 68(2019)469.

会員紹介

ナノグレイ株式会社の製品紹介

ナノグレイ(株) 社長 宮下 拓

1. はじめに

ナノグレイ(株)は2006年に創業した小企業で、微弱線源をもちいた放射線応用計測器を製造・販売している。

創業当時、我が国での放射線応用計測器の使用状況は、工場で使用できる厚さ計、レベル計、密度計では、原子力規制委員会(当時の文部科学省)の許可を必要とするものがほとんどで、許可・届出を必要としない免除レベルの線源を用いた放射線応用計測器は、土木用など一部の密度計あるいは水分計、液化ガスボンベのレベル計、有毒ガス検知器などに限られていた。

2005年にR I規制法(当時の放射線障害防止法)の大改正があり、B S S取り入れに伴う免除レベルの引き下げとともに、設計認証制度が創設され一種の規制緩和がなされた。即ち、設計認証を取得すれば、主任者資格や管理区域なしに使用できる数量の範囲が広がった。我々はこれをチャンスと捉え、厚さ計、レベル計、密度計について、積極的に設計認証を取得し、工場でも使用可能なものを目指した。

2011年の福島原発事故によって、社会が放射線を見る目がより厳しくなったが、既に許可線源を使用している顧客から見れば、取扱は簡単になりより安全になるということで前向きに評価してくれた顧客も多かった。さらに、全く放射線を使用していなかった顧客が今までにない評価法として採用してくれた。

放射線検出器としては、製品の大半がシンチレータと光電子増倍管を組み合わせたものを使用している。

2. ベータ線厚さ計 SB-1100

ロール to ロールの製造ラインにおけるオンラインベータ線厚さ計としては、許可が必要な線源と電離箱検出器の組み合わせが使われてきた。用途は樹脂フィルムの成型ラインやリチウムイオン電池電極の活物質の塗工乾燥ラインなどである。1979年に主に空港のエックス線検査装置を広めるために法令が緩和され、それに伴い軟エックス線厚さ計も管理区域をないものとして取り扱って良いようになった。それにより、ベータ線厚さ計からエックス線厚さ計に需要が流れ、ベータ線厚さ計の需要が激減した。

弊社では、2009年と2012年にそれぞれPm-147線源とKr-85線源について設計認証を取得した[1]。管理区域や主任者の問題が解決されれば、ベータ線はエックス線管のように突然切れることはなく、測定対象物の元素依存性も少ないなどのメリットが再評価されてきている。従来、許可線源でしか対応できなかったリチウムイオン電池電極の活物質の塗工乾燥ラインや塩ビ壁紙の製造ライン、さらにこれまでベータ線があまり使われていなかった用途にも導入してもらうことに成功した。

尚、ベータ線厚さ計はフィルム業界の呼び名で、同じ装置を製紙業界ではベータ線坪量計、電池業界ではベータ線重量計、プリプレグ業界などではベータ線目付計と呼ぶ。



図1 ベータ線厚さ計 SB-1100

3. ガンマ線レベル計[2]

1) ガンマ線レベル計 TH-3000

棒状検出器を用いたレベル計 (fan beam source - rod detector) である。

日本で棒状検出器が使われ始めたのは30~40年前からで、それ以前に同様の目的には 棒状線源(複数の許可線源を筒の中に間隔を空けて配置したもの)と点状検出器(NaI シンチレータ+PMT)の組み合わせが使われていた。その後許可が必要な数 GBq クラスのCs-137 またはCo-60 とプラスチックシンチレータ+PMT 検出器を使用したレベル計が使われている。(2005年以前の)旧免除レベル 3.7MBq のCo-60 線源やCs-137 線源を利用したレベル計は化学工場などで使用できなかった。

弊社では100MBq のCo-60 線源と長尺のプラスチックシンチレータ+PMT 検出器の構成で設計認証を取得した。プラスチックシンチレータは最長 2000mm であるが、直列に並べて2000mm 以上のスパンも測定可能である。

最大φ約5mのタンクのレベル計測が可能である。

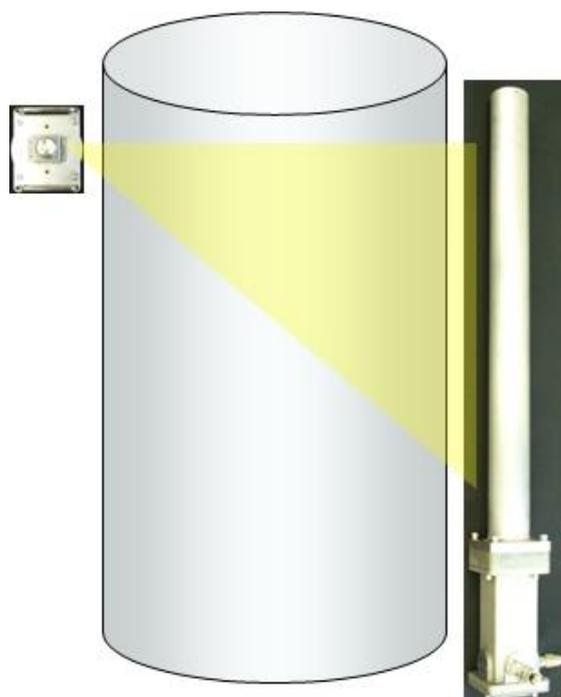


図2 ガンマ線レベル計 TH-3000

世の中のすべてのタンクに適用できるわけではないが、実際の化学工場の比較的小型のタンクに使用できる。特に既に許可線源のレベル計を多数使用する管理区域を持っている事業所で好評である。管理の大変さを十分理解しているからこそ、その価値を評価してくれる。用途としては、高温のタンク（重合釜など）、腐食性内容物のタンク（製紙チップ蒸解釜など）などのレベル計測、高温タンクの界面高さ検知などに利用されている。

2) ガンマ線レベル計 TH-1000

点状検出器を用いたレベル計(point source - point detector)である。

点状検出器を用いたレベル計としては、数 GBq クラスの Cs-137 または Co-60 と NaI シンチレータ+PMT 検出器を使用したものが従来から使われてきた。

弊社では 100MBq または 3.66MBq の Co-60 線源と NaI シンチレータ+PMT の構成で設計認証を取得した。最大φ約 10m のタンクの内容物有り無し検知が可能である。実際の化学工場の比較的小型のタンクの上限または下限管理、あるいは実験室のレベル測定に使用できる。高温・高圧のタンク、腐食性内容物のタンクなどの上限、下限検知などに利用されている。



図3 ガンマ線レベル計 TH-1000

3) 詰まり検知センサーFM-1000

SiPM 検出器(Silicon Photomultiplier)を用いたレベル計(レベルスイッチ)は弊社が業界初である。シンチレータ+SiPM 検出器については、Ba-133 1MBq などの免除レベルの線源との構成で、レベルスイッチ的な用途に使われる。放射線以外のレベルスイッチとして、フロート式、音叉式、電極式、静電容量式などがあるが、どれも接液するので液の性状に左右され、方式によって得意不得意がある。それに対して、放射線はどんな液体に対しても確実に動作する信頼性がある。また、発泡部分は読まないというのも他方式にない特徴である。

使用分野は、化学、飲料など様々だが、化学分野では、異物の混入などに対してより厳しくなり、飲料もロングライフ化などの動きにより、生産ラインのつなぎ目や配管内部への機器の設置をでき

るだけ無くす方向である。従って、接液しない計測器の需要は高い。ネックは価格で、他方式に比べて桁違いに高いので徐々にしか売れていかない。



図4 詰まり検知センサーFM-1000

4. ガンマ線密度計 PM-1000 など[3]

古くから、数 GBq の Cs-137 許可線源と、電離箱検出器あるいは NaI シンチレータ+PMT 検出器を組み合わせたガンマ線密度計は、国内メーカーと海外メーカーが製造していたが、許可線源を使用した密度計の国内メーカーは、日立製作所、横河電機が撤退し、既設品は使われているが新規生産はほとんどなくなった。

弊社では、Co-60 線源、Cs-137 線源、Ba-133 線源と NaI シンチレータ+PMT の構成で設計認証を取得した。標準的には配管に取付して使用する。ガンマ線のエネルギーは Co-60 > Cs-137 > Ba-133 の順であるが、エネルギーが高いほど大きな口径まで透過し、エネルギーが低いほど密度の変化に敏感である。そこで大口径の配管には Co-60 を使用し、小口径の配管には Ba-133 を使用する。これらの線源を使って、配管径 10A~800A の範囲までカバーすることができた。つまり表示付認証機器だけで、これまでガンマ線密度計が要求されてきた全ての用途に適用

できるようになった。

用途としては、高温、腐食性、劇毒物などの液体の濃度測定である。測定される値はあくまでも密度であるが、密度を必要とする用途はほとんどない。濃度測定用途とはいえ濃度の変化に伴って、密度が変化するものにはしか使用できない。またユーザー側はあくまでも濃度が知りたいのだが、密度が一定でも温度が変化すると濃度は変化することが一般的であり、非接触計測器である密度計側で液温を知るすべはないので、注意が必要である。

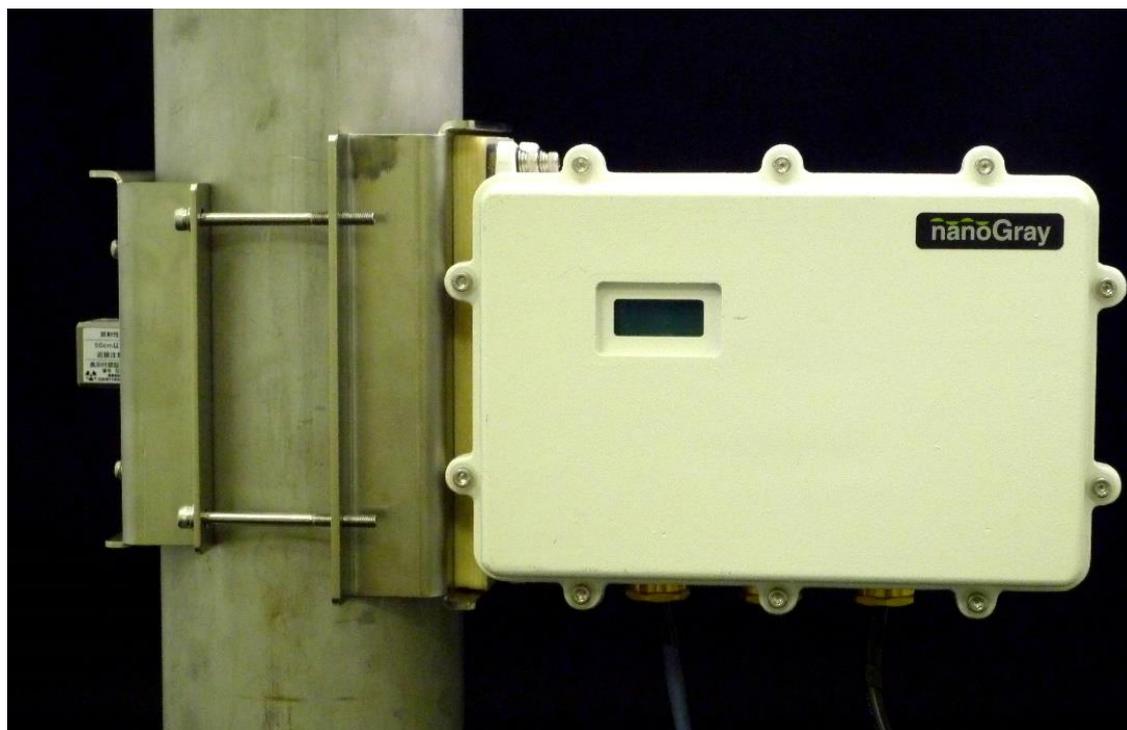


図5 ガンマ線密度計 PM-1000

5. エックス線厚さ計 SX-1100

ベータ線厚さ計のところで説明したように、従来エックス線厚さ計は、すべて管理区域の管理が必要であったが、軟エックス線を用いたエックス線厚さ計は 1979 年の法令改正により管理区域をないものとして扱って良くなり急激に普及した。

従来のエックス線厚さ計はエックス線管と電離箱検出器あるいはシリコンフォトダイオード検出器を組み合わせたものである。エックス線厚さ計の大きな市場は、製鉄の鉄板などの厚さ測定とフィルム成型時の厚さ測定である。鉄板用の厚さ計は、100kV 程度のエックス線管を使用し、上記の法令改正の適用外で管理区域が必要になる。この用途はほぼ東芝の独壇場である。一方、フィルム用の厚さ計はメーカーが乱立し、10kV 弱の軟エックス線管を使い装置内部に管理区域を収めることで管理区域をないものとして扱えるものが一般的である。

弊社のエックス線厚さ計は、シンチレータ+PMT 検出器を使用することで、他社よりも感度が高く、低出力のエックス線管でも精度高く測定ができる。エックス線管としては 8kV~50kV の管電圧可変で低出力のものを採用し、最大定格においても管理区域がないものとして扱って良いような設計とした。

弊社のエックス線厚さ計は、測定対象物によって管電圧を調整することで従来のフィルム用厚さ

計の範囲をカバーした上に、薄肉の金属板の測定も可能である。フィルムより高電圧の엑クス線を必要とする領域の市場は大きくないが、リチウムイオン電池、全固体電池の電極の活物質の塗工重量の測定、セラミックシートの測定などの用途を満たすものであり、需要は増えてきている。

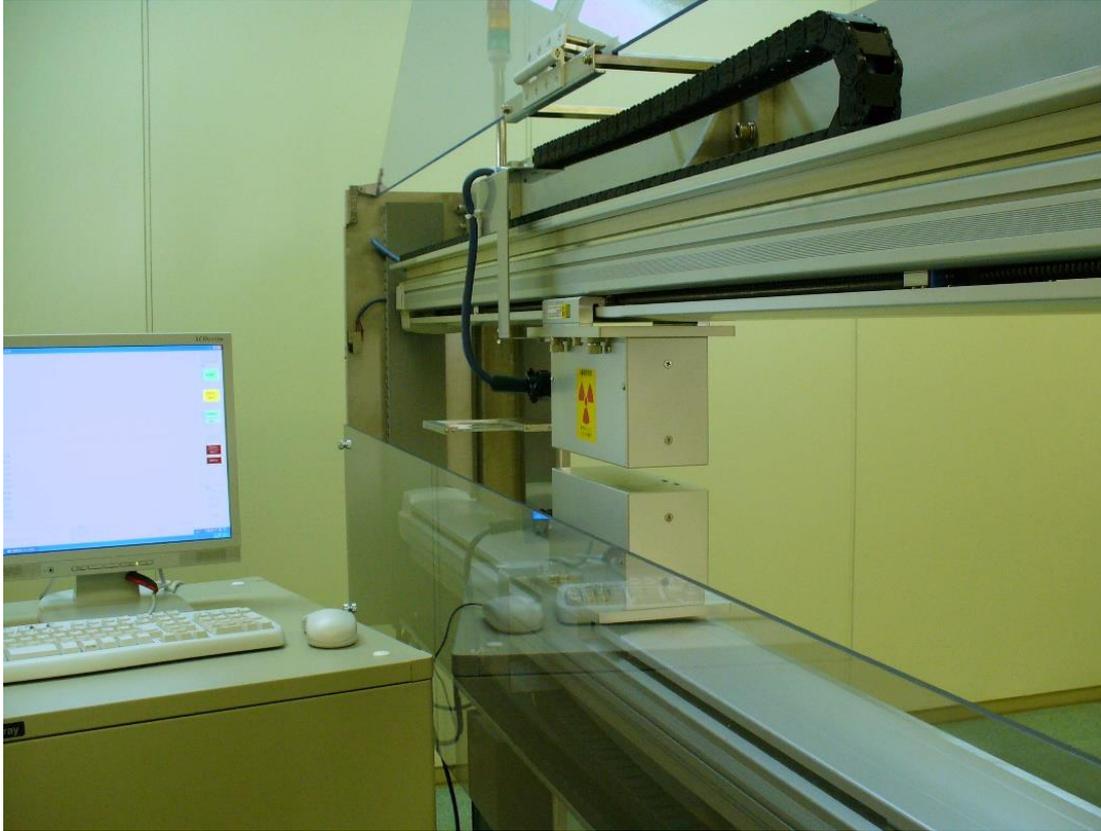


図6 エックス線厚さ計 SX-1100

6. 最後に

設計認証のリストによれば、2005年以前に免除レベルの放射線応用計測器を製造・販売していた会社はほぼ全て、同一仕様の製品の設計認証を取得して販売しているのが現状である。従来の免除レベルを超えた線源を装備した機器の設計認証を取得しているメーカーは、弊社以外にほぼ見られなかった。管理区域不要の新しい市場を開拓し、顧客はよろこんでくれたと思っている。

参考文献

- [1] 宮下拓：コンバーテック、37(11)(2009)108-110.
- [2] 宮下拓：計測技術、46(3)(2018)43-46.
- [3] 宮下拓：計装、52(7)(2009)62-65.