

定期品質管理試験における基準外  
TLD 数の年度別推移と分析

1997年7月

動力炉・核燃料開発事業団  
東 海 事 業 所

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 技術開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section, Tokai Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, 4-33 O-aza-Muramatsu, Tokai-mura, Naka, Ibaraki-ken, 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

## 定期品質管理試験における基準外TLD数の年度別推移と分析

辻村憲雄<sup>1)</sup>、江尻明<sup>1)</sup>、小松崎賢治<sup>1)</sup>、百瀬琢磨<sup>1)</sup>、篠原邦彦<sup>1)</sup>

### 要旨

東海事業所では個人被ばく管理業務に使用するTLDについて、定期的なTLDの外観検査や性能試験を実施し、TLDの正常性を確認するとともに被ばく線量評価値の信頼性の確保に努めている。

本報告書では、昭和62年度から平成8年度に亘って実施した定期品質管理試験の結果のうち、TLDバッジ用のTLD線量計の試験結果をとりまとめ、品質管理基準に合格しないTLD数の推移、並びにその要因について調べた。その結果、合格基準を満たさないTLD線量計の割合は保有数量の年間平均2%であり、その要因の内訳の約60%は感度不良によるものであることが分かった。

今後、TLDの新規更新計画を立案する上で貴重な知見が得られた。

---

1) 安全管理部安全対策課

## 目次

第1章	緒言	1
第2章	品質管理試験の概要	2
第3章	品質管理試験の結果と分析	3
第4章	TLDバッジの新規購入の考え方	12
第5章	まとめ	14
参考文献		15

## 第1章 緒言

東海事業所では、放射線業務従事者の個人被ばく管理業務に使用する個人線量計として、TLDバッジ用の $\beta/\gamma$ 線用TLD線量計 約7,500個、同中性子線用TLD線量計 約6,000個、指リングTLD線量計 約2,000個を保有している。TLDは繰り返し使用ができるという特徴を持っているが、その繰り返し使用が可能な回数は無制限ではなく、長期間に亘る使用によりTLDが破損したり、TLDの性能が劣化し十分な感度が得られないもの、あるいは未照射時の読み取り線量（ゼロ点線量）が大きすぎて個人被ばく管では使用できないもの等が生じてくる。そのため、保有する全ての線量計について定期的な外観検査や性能試験を実施し、線量計の正常性を確認するとともに被ばく線量評価値の信頼性の確保に努めている。

本報告書では、昭和62年度から平成8年度に亘って実施した定期品質管理試験の結果のうち、TLDバッジ用のTLD線量計の試験結果をとりまとめ、品質管理基準に合格しないTLD数の推移と割合、並びにその要因について分析した。

## 第2章 品質管理試験の概要

現在、TLDバッジに使用するTLD線量計（ $\beta$  /  $\gamma$ 線用UD-808P、中性子線用UD-809P）について、新規購入時と年1回の定期検査時に、外観検査、感度検査、ゼロ点線量検査（未照射時の読み取り値）を実施している。試験の項目[1]を表2-1に示す。

表2-1 UD-808P、UD-809P線量計の品質管理試験の項目[1]

区分	目的	実施項目	内容・方法	実施頻度 対象
購入時受け入れ検査	TLDバッジ 購入時のTLDバッジとバッジケースの健全性を確認する。	外観検査 リーダーとの適合性確認 ゼロ点線量確認 感度確認	バッジケース及びTLD素子の外観、形状、構造、構成に異常のないことを目視で確認する。 TLD自動リーダーでの自動測定が可能であることを確認する。 アニール処理後、TLD素子の発光量が以下の基準内であることを確認する。 ホウ酸リチウム系TLD 5mR以下 硫酸カルシウムTLD 1mR以下 安全管理別棟のTLD照射用 $\gamma$ 線自動照射装置にて $^{137}\text{Cs}$ で約160mRの照射を行い、TLDの感度が下記の基準内であることを確認する。 (1)各エレメント毎の百分率標準偏差が、 ホウ酸リチウム系TLD 6%以下 硫酸カルシウムTLD 5%以下 (2)各エレメントの読み取り値が、読み取り値の平均に対して±15%以内であること (3)各エレメントの平均読み取り値が、事業団所有の基準TLDに対して±5%以内であること (4)同一線量計上の同一種類のTLDの感度の横並びが±10%以内であること	全数 TLDの購入時
定期検査	TLDバッジの使用に伴うTLD素子、バッジケースの損傷、性能劣化の有無を確認する。	外観検査 残線量確認 感度確認	TLD本体及びフレームの汚れ、傷、歪み等の有無を目視で確認する。 購入時受け入れ検査と同じ 安全管理別棟のTLD自動照射装置にて $^{137}\text{Cs}$ で約160mRの照射を行い、TLDの感度が下記の基準内であることを確認する。 (1)各TLDの読み取り値が、基準線量（計）に対して±20%以内であること	全数 1回/年

### 第3章 品質管理試験の結果と分析

#### (1) 年度別推移

昭和62年度から平成8年度に亘って行った品質管理試験の結果を、UD-808P線量計、UD-809P線量計それぞれ表3-1、表3-2に示す。表の内容は、点検個数、合格個数、不合格個数及び不格率である。

図3-1に点検したTLD線量計数の推移を示す。平成6～8年に新規にUD-808P線量計を1,200個、UD-809P線量計を600個購入しているため点検個数が僅かに増加しているが、全体的にはほぼ横這い状態である。

図3-2に合格、不合格個数の推移を示す、また、図3-3(a)～(d)に要因別の不合格数の推移を示す。図(a)～(d)は、それぞれ外観不良、ゼロ点線量不良、発光異常、感度不良の個数を示している。不合格の線量計の個数は、点検個数に対して約1.0%～4.0%で一定であり、平均すると年間2%程度である。

図(a)の外観不良については、年間約10個程度であり全不合格数に占める割合は小さい。外観不良の内訳は、蛍光体の飛散や剥離、ドームの混濁、TLDバッジの洗濯による汚れ等である。

図(b)のゼロ点線量不良については、熱容量等の違いにより元来UD-808P線量計に比べるとUD-809P線量計の方が残線量が高い傾向がある[2]。平成2年度にUD-809P線量計の不合格数が極端に急増しているが、これは自動リーダーの加熱状態が平成3年度以降に比べて若干高めの設定がなされていたためと考えられる。

図(c)の発光異常については、平成5年以前は年間約10個程度であったが、平成6年に急増した。この原因は、TLD素子側の異常ではなく平成5～6年度に更新した自動リーダーの回路系トラブルが原因であることが後に判明した[3]。自動リーダーの回路系の不具合については平成8年度に修理済みであり、現在、その後の発光異常の発生頻度などを調べている。

図(d)は感度不良の推移であるが、不合格個数の約60%を占めており、その多くは感度が基準に対して低すぎるものがほとんどである。

表 3-1 UD-808P線量計の点検個数と不合格数の内訳

点検年度	点検個数	合格数	不合格数 (不合格割合)	不合格の内訳			
				外観不良	ゼロ点線量 不良	発光異常	感度不良*
昭和62年度	7371	7251	120 (1.6%)	35	8	15	62
昭和63年度	7474	7428	46 (0.6%)	9	3	12	22
平成元年度	7184	7095	89 (1.2%)	34	11	3	41
平成2年度	7256	7170	86 (1.2%)	4	39	5	38
平成3年度	7030	6856	174 (2.5%)	7	11	3	153
平成4年度	6879	6820	59 (0.9%)	5	18	0	36
平成5年度	6799	6685	114 (1.7%)	5	22	4	83
平成6年度	7213	7009	204 (2.8%)	11	70	24	99
平成7年度	7997	7921	76 (1.0%)	6	2	2	66
平成8年度	7848	7528	320 (4.1%)	11	41	24	244
合計	-	-	1288	127	225	92	844
平均/年	-	-	1.8%	-	-	-	-

\* ランクコード修正の効かないもの

表 3-2 UD-809P線量計の点検個数と不合格数の内訳

点検年度	点検個数	合格数	不合格数 (不合格割合)	不合格の内訳			
				外観不良	ゼロ点線量 不良	発光異常	感度不良
昭和62年度	6395	6237	158 (2.5%)	5	66	7	80
昭和63年度	6147	6045	102 (1.7)	20	62	5	15
平成元年度	6151	5927	224 (3.6)	7	113	8	96
平成2年度	6110	5873	237 (3.9)	3	147	6	81
平成3年度	5831	5762	69 (1.2)	1	26	4	38
平成4年度	5793	5718	75 (1.3)	2	37	0	36
平成5年度	5893	5771	122 (2.1)	2	3	2	115
平成6年度	5800	5771	109 (1.9)	8	34	16	51
平成7年度	6099	6031	68 (1.1%)	3	4	2	59
平成8年度	6178	5917	141 (2.3%)	8	81	11	41
合計	-	-	1305	59	573	61	612
平均/年	-	-	2.2%	-	-	-	-

\* ランクコード修正の効かないもの

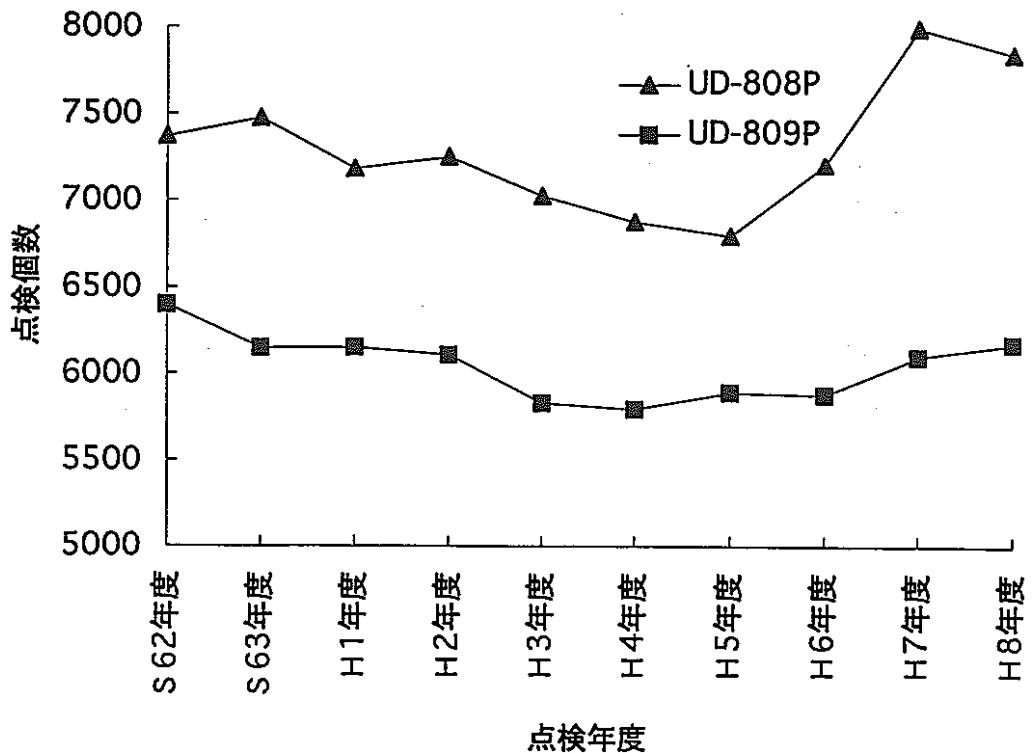


図 3-1 TLD線量計点検個数の推移

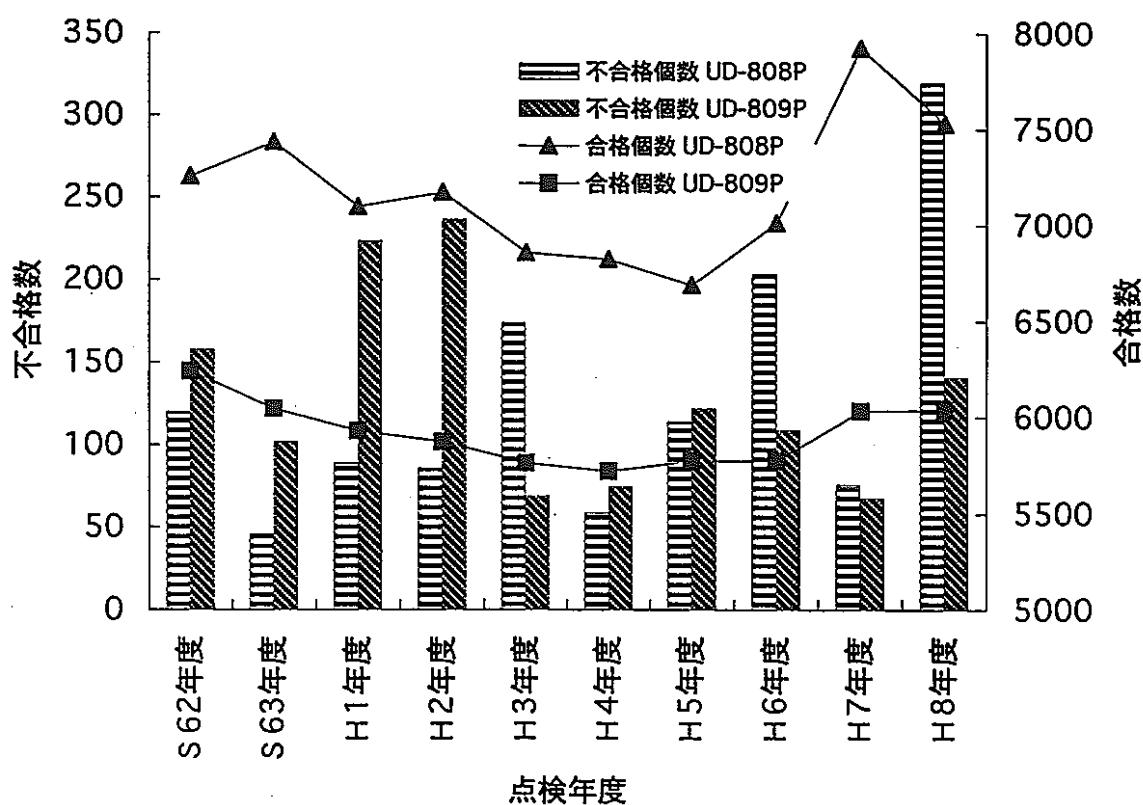


図 3-2 総合格及び不合格数の推移

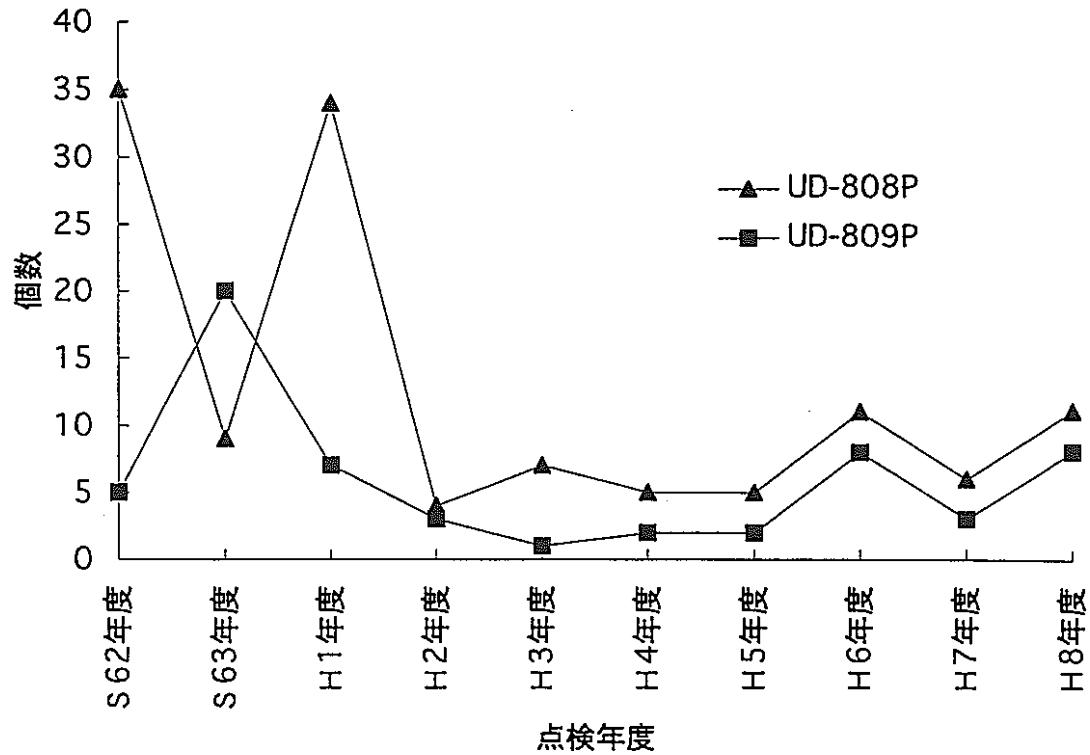


図 3-3 (a) 外観不良数の年度別推移

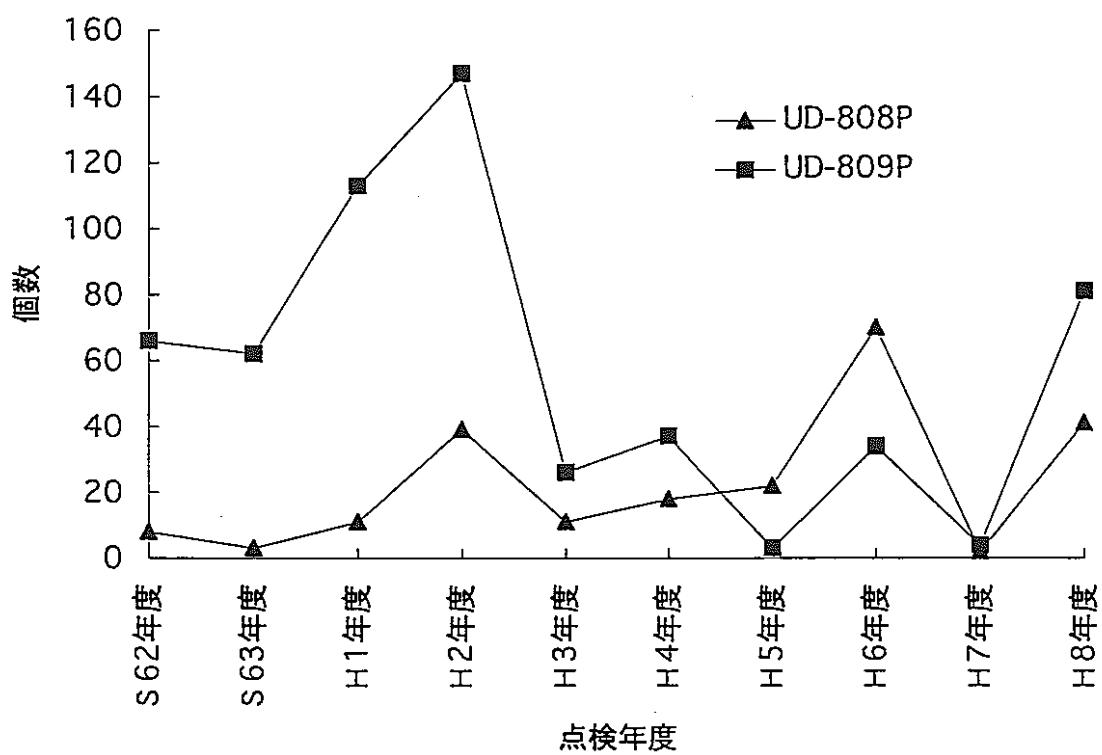


図 3-3 (b) ゼロ点線量不良数の年度別推移

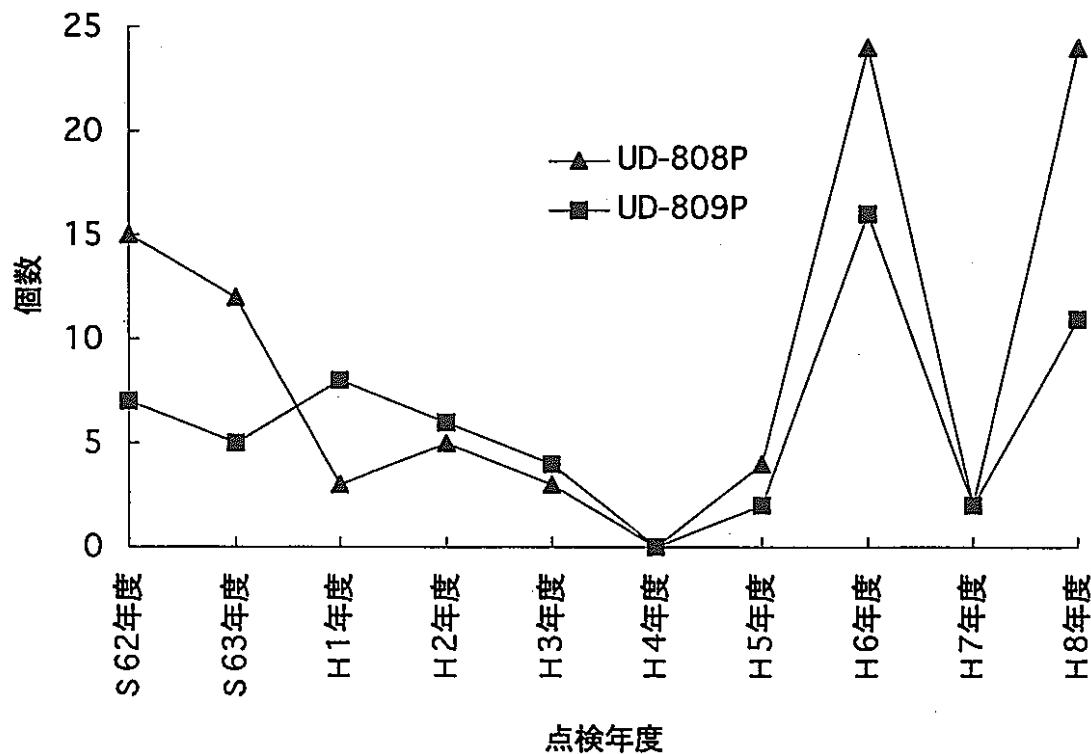


図 3-3 (c) 発光異常数の年度別推移

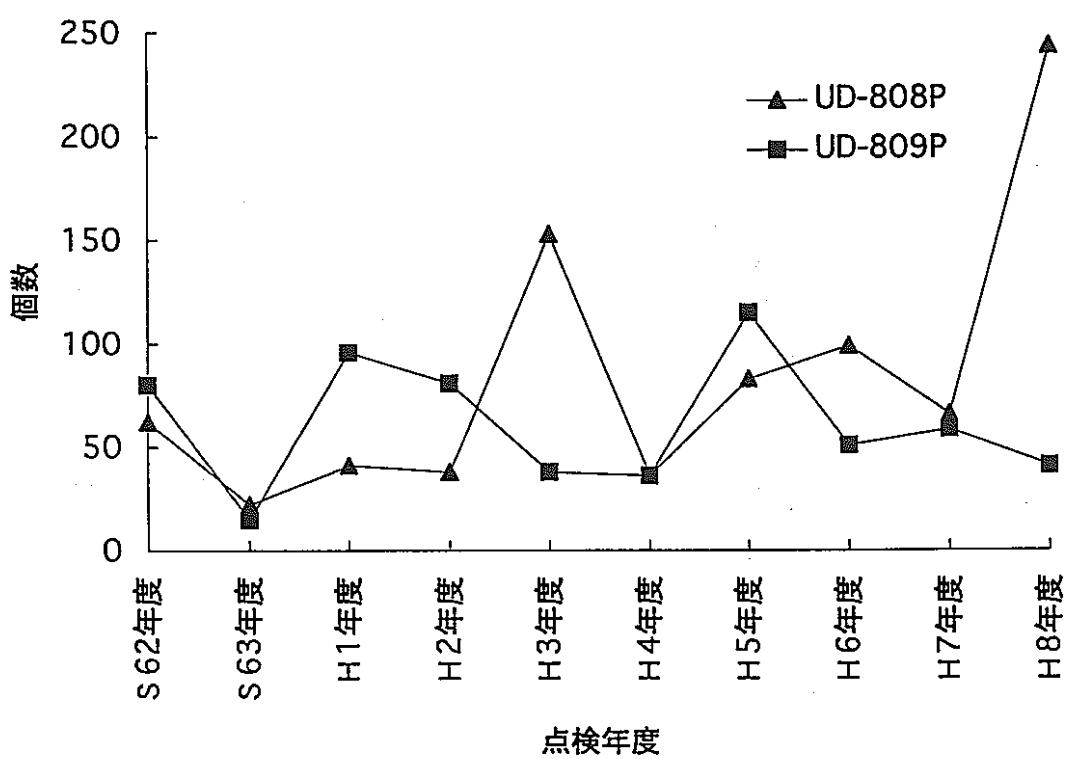


図 3-3 (d) 感度不良数の年度別推移

## (2) 不合格の内訳

図3-4に不合格のうちのUD-808P線量計とUD-809P線量計の割合を示す。

図3-5に不合格要因の内訳を示す。図3-6(a)(b)はそれぞれUD-808P線量計、UD-809P線量計についての不合格要因の内訳である。

不合格要因のうち、外観不良についてはUD-808P線量計の方が全体に占める割合が多い。これは、 $\beta$ 線測定用のエレメントG1とG2の $\beta$ 線入射窓の部分の破損によるものが大部分を占めているためである。また発光異常は、UD-808P線量計、UD-809P線量計とともに同程度の割合である。ゼロ点線量不良については、UD-809P線量計に多く見られるが、これは前述したように熱容量の違い等によるものである。

## (3) 対策

以上の分析結果を基に、今後、不合格個数をより少なくする、あるいは線量計の信頼性を損なうことなく線量評価精度を向上させる方策を立案した。このうち外観不良及び発光異常については、下表に示す対策を既に実施済みである。また、不合格割合の最も高い感度不良については、TLD一個一個についてその感度の個体差を補正する係数を適用することで線量評価精度が向上する。

また、今後は、一個一個のTLD線量計について、その使用回数を逐次監視し、耐用限度との比較を定期的に実施していくような体制が望まれる。

表3-3 対策の立案（網掛け部分は実施済み）

	UD-808P線量計	UD-809P線量計
外観不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エレメントG1、G2の<math>\beta</math>線入射窓部分の構造の強化</li> </ul> <p>(平成6年度新規購入分より実施)</p>	—
ゼロ点線量不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加熱状態の最適設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・加熱状態の最適設定</li> <li>・平均ゼロ点線量の差し引き補正</li> </ul>
発光異常	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成7年度に試験導入したグロー曲線解析システム[3]の運用</li> </ul>	<p>TLD素子の異常か回路系の故障によるノイズか識別が可能になった。</p>
感度不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>・TLD一個一個について感度の個体差を補正する係数の適用</li> </ul>	<p>実験的な効果の確認を現在実施している[4][5]。以前の品質管理試験で感度不良による不合格になった線量計についても適用できる可能性がある。</p>

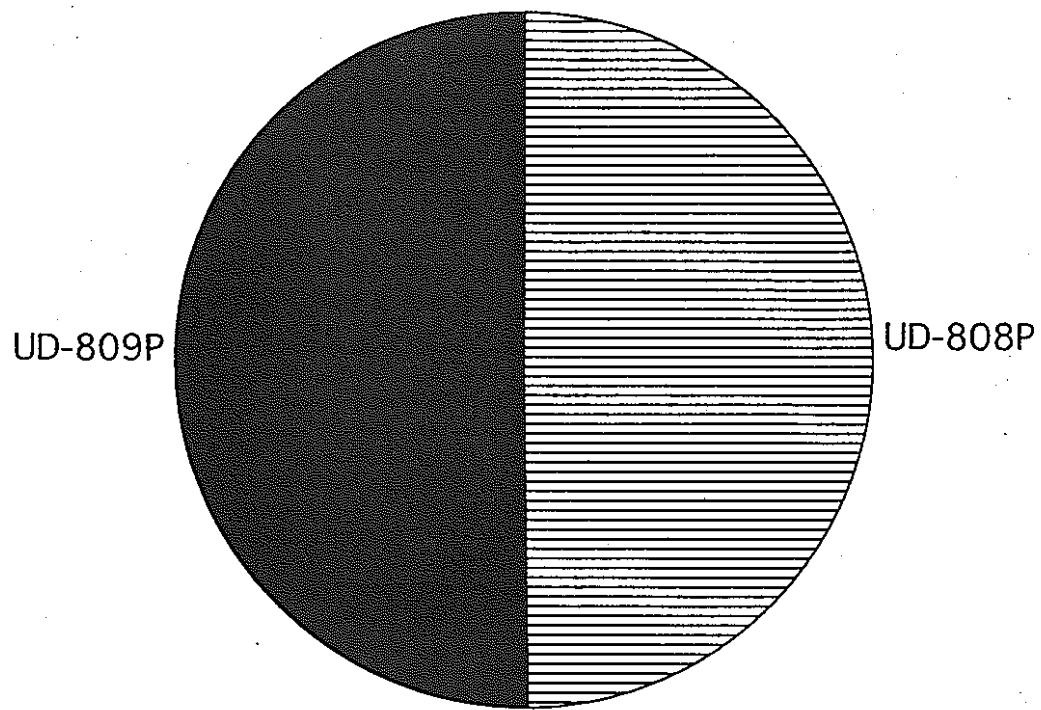


図 3-4 UD-808PとUD-809P線量計の不格個数全体の割合

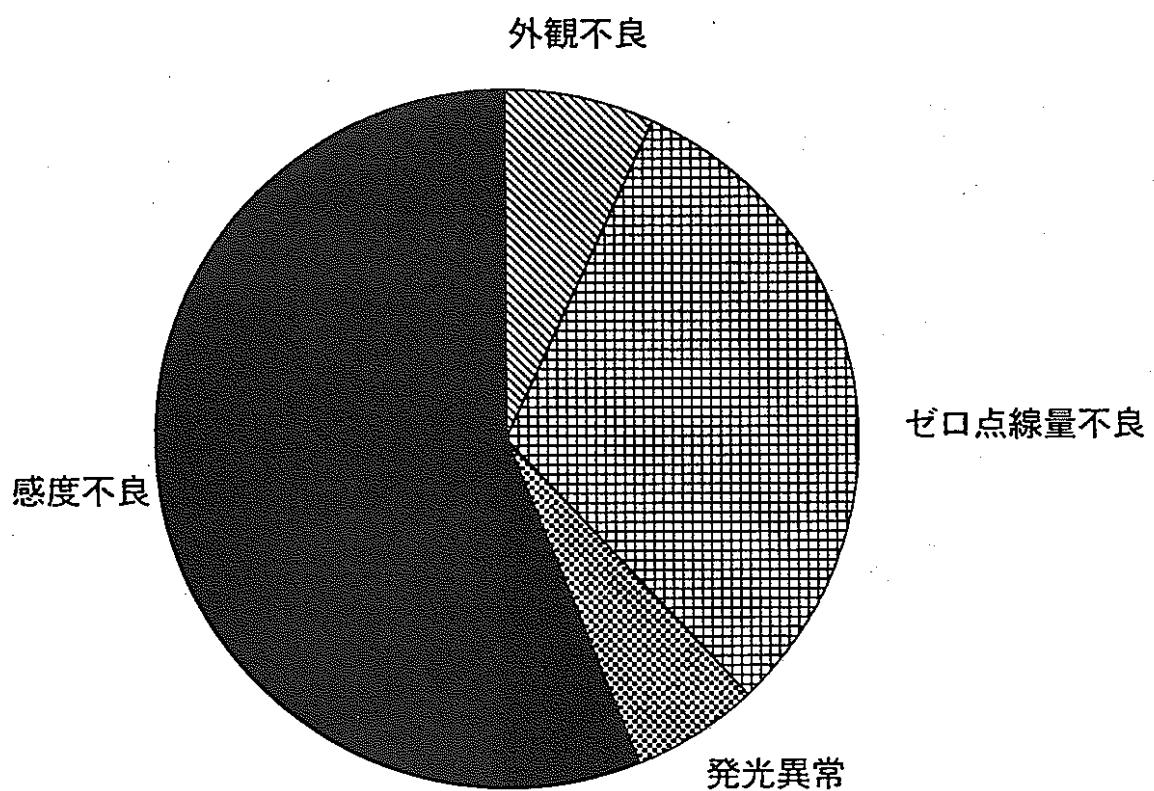


図 3-5 総不格要因の内訳

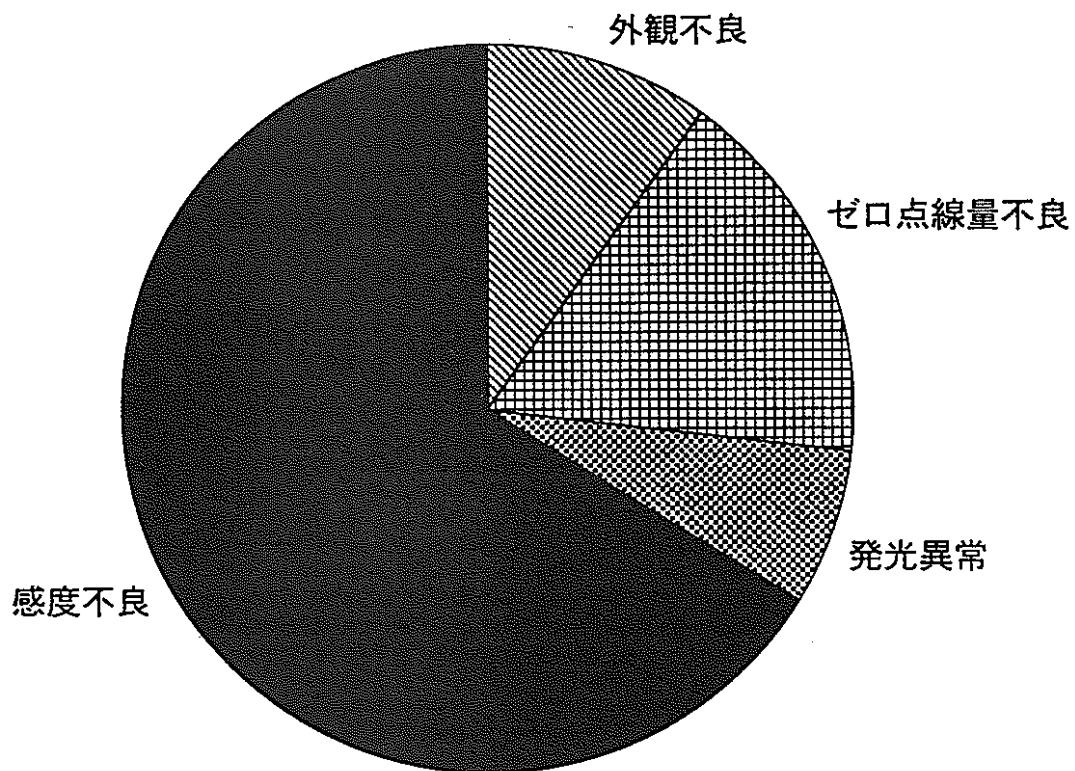


図 3 - 6 (a) UD-808P線量計の不合格要因の内訳

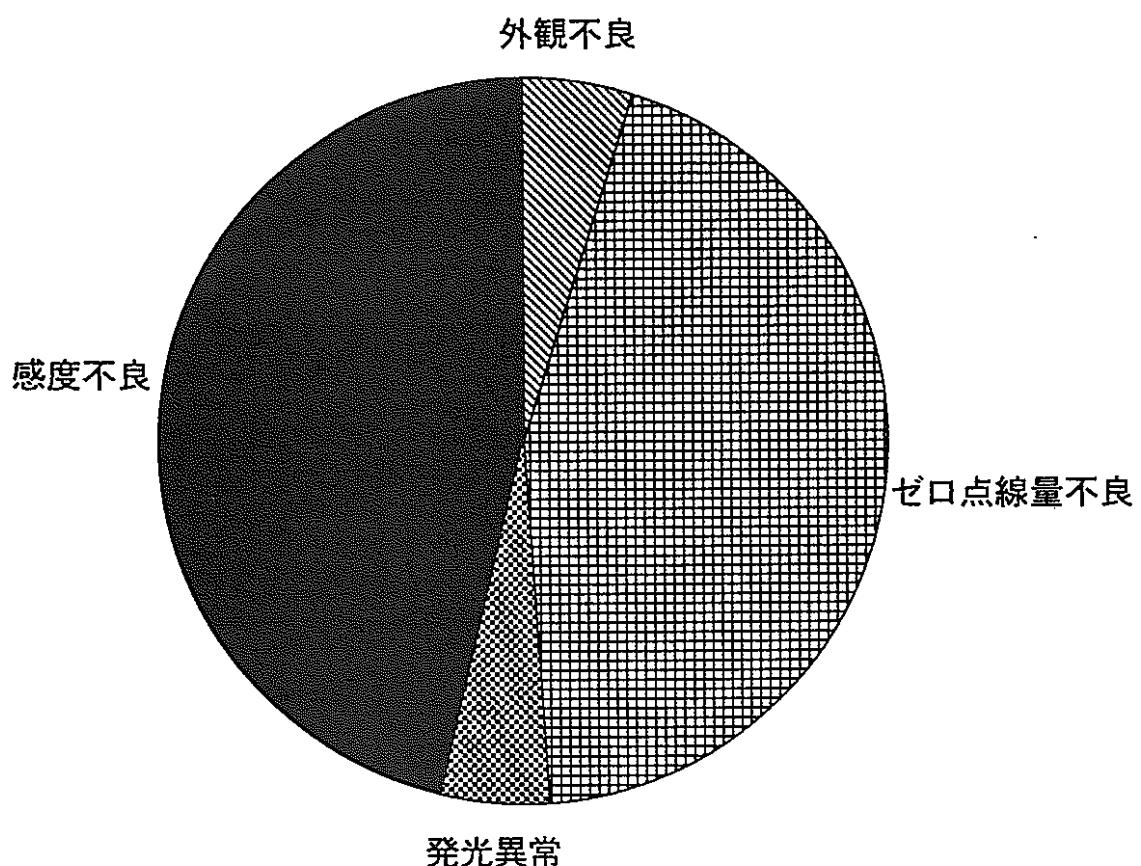


図 3 - 6 (b) UD-809P線量計の不合格要因の内訳

## 第4章 TLDバッジの新規購入の考え方

定常モニタリング用のTLDバッジの配布数の推移を図4-1（3ヶ月管理者）、図4-2（1ヶ月管理者）に示す。図からも分かるよう放射線業務従事者数は増加傾向にある。平成9年度より1ヶ月管理者用の配布数が減少しているが、これは被ばく管理期間を1ヶ月から3ヶ月に変更したためであり、管理対象者の実人数は変わっていない。一方、図3-1に示したようにTLDバッジの在庫数はここ数年変化していないので、今後の管理対象者数の増加によってはTLDバッジの在庫数量が不足する可能性があるため、係内にワーキンググループ\*を設置し、TLDバッジの更新の考え方について検討した。検討結果を以下にまとめた。

### ・補充の考え方

- (1) モニタリング数の推移グラフ定期的に作成し、モニタリング数の増減の予測精度をあげる。
  - (2) 工場部門の計画停止に関する事前情報、過去の使用実績を把握し、必要な数量を予め試算する。
  - (3) 必要数の確保と、それだけ個数を必要とする理由を明確にすること
  - (4) 不足分については、今後の段階的購入計画を立てること
  - (5) 品質管理試験で不合格となる分（一年当たり在庫数の約2%）については、毎年あるいは2年ぐらいを目安に新規に購入すること
- ・現状維持を前提としたTLD在庫数の考え方（表4-1参照）
- (1) 定常モニタリング用…これまでの実績数に基づく
  - (2) 作業モニタリング用…これまでの実績数に基づく
  - (3) 予備 …定常モニタリング用の約1割

表4-1 必要TLDバッジ数の最大見積表（平成9年1月現在）

		3ヶ月管理	3ヶ月管理	小計	在庫数
UD-808P	定常	2850×2	500×2	6700	6900
	不均等	70×2	430×2	1000	
	作業	550	-	550	
	予備	250×2	-	500	
	小計	6890	1860	合計 8750	
UD-809P	定常	2400×2	560×2	5920	6050
	作業	250	-	250	
	予備	150×2	-	300	
	小計	5350	1120	合計 6470	

\* 百瀬、小松崎、辻村、江尻、磯野、高安

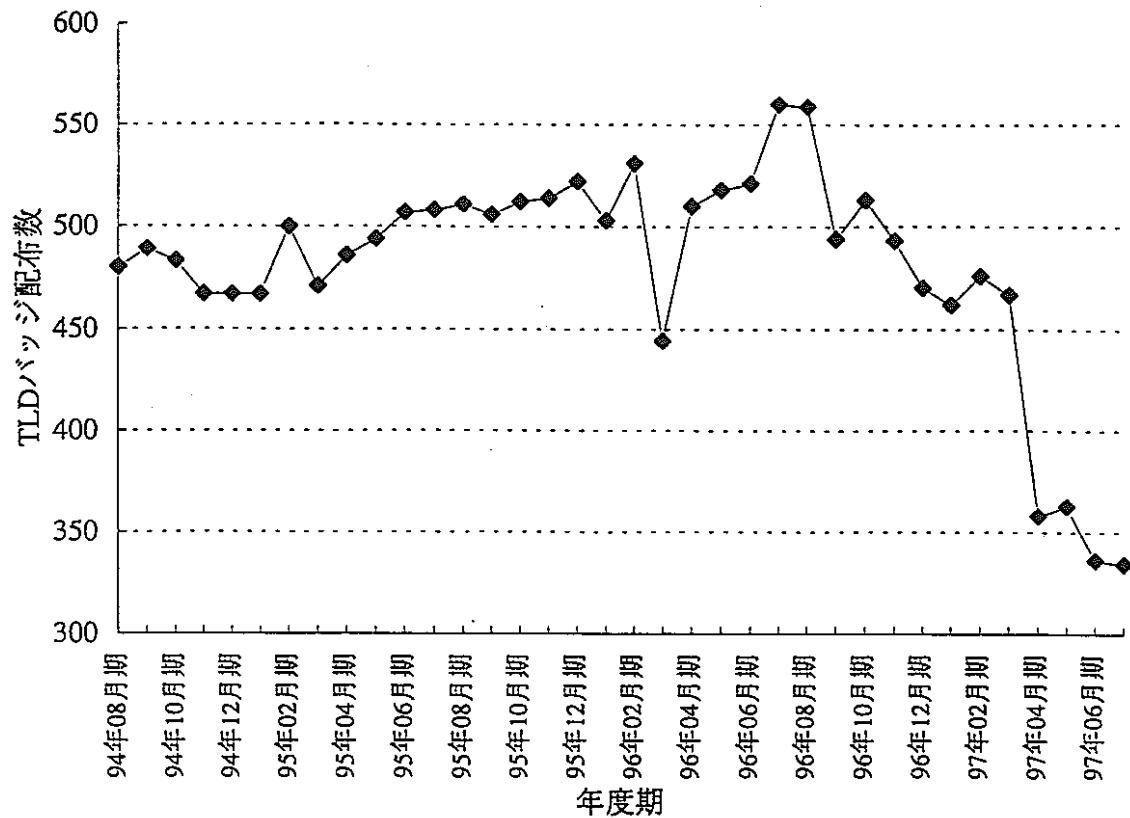


図4-1 TLDバッジ配布数の推移（1ヶ月管理者）

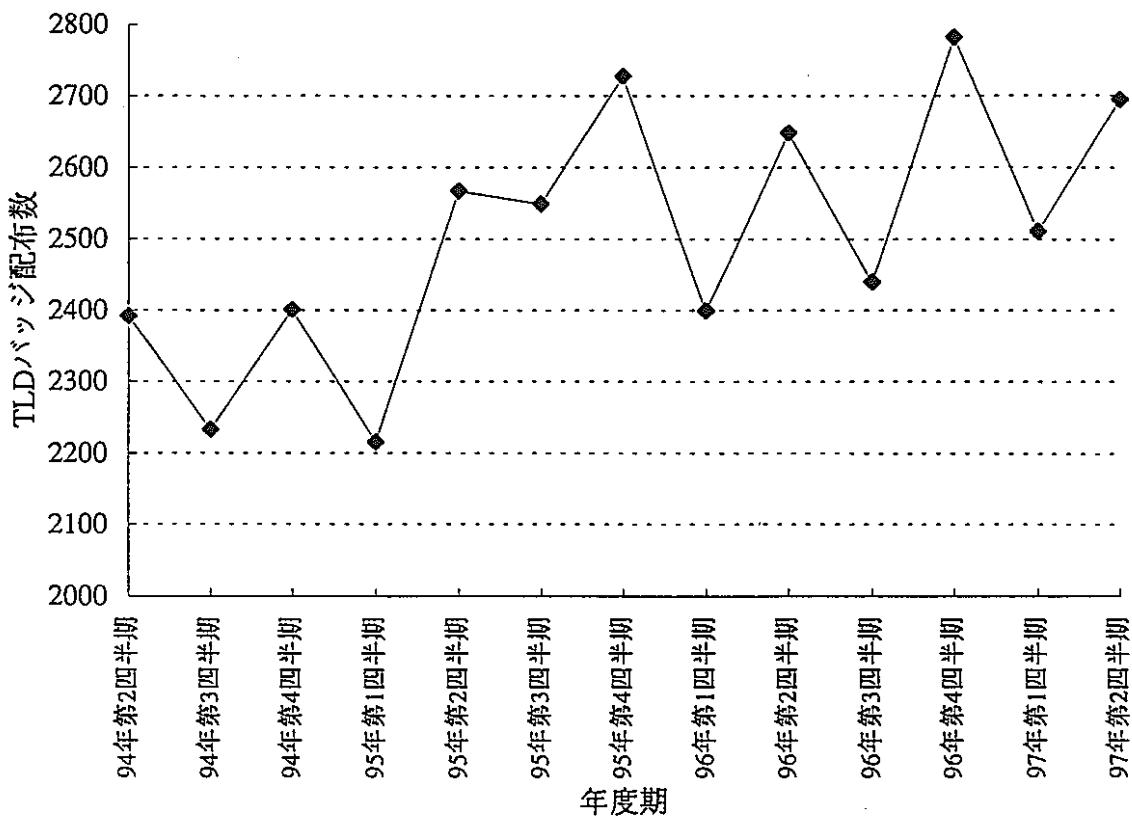


図4-2 TLDバッジ配布数の推移（3ヶ月管理者）

## 第5章 まとめ

昭和62年度から平成8年度までに実施した定期品質管理試験の結果をとりまとめ、不合格となったTLD数の推移とその要因等を調べた。その結果、次のような結論が得られた。

- (1) 一年間で在庫数の約2%が不合格となり、その内訳は感度不良が約60%であった。
- (2) 外観不良、ゼロ点線量不良、発光異常、感度不良のそれぞれについて対応策を立案した。
- (3) TLDバッジの新規購入に関する基本的な考え方をとりまとめ、四半期毎にTLDバッジ必要数の最大見積表を作成する体制を整えた。

## 参考文献

- [1] 野村保、二之宮和重、小松崎賢治、江尻明、磯野矢一、高安哲也  
「TLD及びTLD読み取り装置の品質管理マニュアル」、PNC PN8520 93-002、  
1993
- [2] 辻村憲雄、森田卓、小松崎賢治、百瀬琢磨、篠原邦彦  
「TLD測定値の信頼性の向上に関する検討（IV）－ゼロ点線量の製造年度別  
差引補正の効果－」、社内資料登録手続中、1997
- [3] 辻村憲雄、百瀬琢磨、篠原邦彦、空増昇  
「TLDグロー曲線解析システムの開発と整備（I）－システムの基本構成と  
グロー曲線測定例－」、PNC PN8410 96-376、1996
- [4] 辻村憲雄、江尻明、小松崎賢治、百瀬琢磨、篠原邦彦  
「TLD測定値の信頼性の向上に関する検討（II）－感度補正係数の実務適用  
に関する基礎的検討－」、PNC ZN8410 97-002、1996
- [5] 辻村憲雄、森田卓、小松崎賢治、百瀬琢磨、篠原邦彦  
「TLD測定値の信頼性の向上に関する検討（III）－感度補正係数データセッ  
トの作成と適用試験－」、PNC PN8410 97-268、1997