

트레이서빌리티와 計量法

加藤 朗
福田 光道
鉢木 英伸

머리말

방사선 모니터링은 체외방사선 또는 섭취방사성 물질에서의 방사선에 의한 피폭을 관리하기 위해 실시하는 방사선 또는 방사능의 측정 및 그 평가이다. 체외방사선 모니터링의 경우, 측정의 대상이 되는 선량은 현재 1cm 선량당량, 3mm 선량당량, 70/ μm 선량당량이다. 작업환경 모니터링이면 서베이미터, 에어리어미터 등의 작업환경 측정기에 의해, 그리고 개인 모니터링이면 필름뱃지, TLD, 유리선량계, 포켓선량계, 전자 개인선량계 등의 개인선량계에 의해 실시된다. 이러한 측정기는 실용측정기라 부르며 실용측정기에 의한 측정이 실용측정이다. 실용측정기는 측정의 대상이 되는 선량에 대한 교정을 필요로 하며 특성의 양호가 기본이 된다.

방사선모니터링의 품질보증은 측정기의 트레이서빌리티가 기본이 된다.

교정에 있어서는 트레이서빌리티를 바탕으로 하는 JIS Z 4511 조사선량 측정기와 선량당량 측정기의 교정 방법이 있지만 1993년 11월 계량법이 트레이서빌리티 제도의 창설을 중심으로 하여 개정되었다. 개정계량법의

트레이서빌리티 제도는 방사선모니터링의 품질보증의 기초인 트레이서빌리티에 공적인 인증을 주는 것이 된다. 또한 ICRP 60, 90년 권고가 발표되어 개념, 용어 등에 변경이 있지만, 여기서는 현행에 따른다.

트레이서빌리티

가. 품질보증

방사선 모니터링에는 품질보증이 요구된다. 품질보증에는 JIS(JIS Z 9900 품질관리 및 품질보증의 규격 선택 및 사용의 지침)에 의하면, 제품, 서비스를 대상으로 하나 다음과 같이 되어 있다.

- 품질 : 제품 또는 서비스가 명시되어 있거나 또는暗默의 요망을 충족시키는 능력으로서 가지고 있는 특성의 전체.
- 품질보증 : 제품 또는 서비스가 주어진 품질요구를 충족시키고 있다는 타당한 신뢰감을 주기 위하여 필요한 계획적 또는 체계적인 모든 활동.
따라서 방사선 모니터링에 있어서의 품질

보증이란, 방사선 모니터링의 목적에 따라 방사선 모니터링에 요구되는 精度와 恒常性이 보증되는 체계적 활동이 된다. 그러므로 방사선 모니터링의 품질보증에는 관리, 측정, 데일타 처리, 스태프, 트레이닝 등 전반적인 관계가 있지만, 측정기의 면에서 보면

- ① 측정기의 신뢰성
- ② 교정
- ③ 트레이서빌리티
- ④ 측정상의 특성
- ⑤ 유지
- ⑥ 사용방법

등이 관여하여, 이것들이 종합되어 품질보증이 된다.

나. 기준의 선량

校正은 선량(선량 및 선량율의 뜻, 이하 같음)과 指示值와의 관계확인이다. 구체적으로는 校正定數를 결정하는 것이며, 校正定數는 기준의 선량과 指示值와의 比이다. 定數는 기준의 선량과 指示值와의 比이다. 따라서 기준의 선량에 보증이 있는 것이 필요하게 된다. 이 기준의 선량은 국가표준과의 관련에 의해 설정된다. 국가표준은 사회, 과학, 산업상의 중요한 양에 대해 설정되고 있지만, 방사선 관계에 있어서는 현재 X, γ 선에 대해 照射線量, β 선은 조직흡수선량(X, γ 선, β 선은 線質係數가 1이며, 실제적으로 선량당량이 된다.) 중성자는 플루엔스, 중성자 放出率 및 방사성 동위원소의 방사능에 대해 설정되어 있다. 또한 X, γ 선의 경우 조사선량은 국제적으로 카마에 移行하는 추세에 있다.

X, γ 선의 경우 校正의 기준은 다음과 같이 설정된다. 기준측정기는 조사선량의 국가표준에 의해 校正된다. 이 기준측정기에 의해 X, γ 선 교정장치의 조사선량(率을 포함)에 대한 값이 정해진다. 이 정해진 값의 조사선량이 기준의 조사선량이 된다. 조사선량의 실용측

정기의 경우, 이 기준의 조사선량에 의해 교정된다. 1cm 선량당량 측정기이면, 기준의 조사선량에 換算係數(조사선량에서 1cm 선량당량에의 환산계수)를 곱하여 기준의 1cm 선량당량으로 하여 1cm 선량당량의 측정기를 교정한다. 따라서 교정된 실용측정기는 교정을 통해 국가표준과 관련을 맺는 것이 된다. 이와같이 실용측정기가 교정을 통해 국가표준과 관련을 갖는 것을 트레이서빌리티라 한다. 이 트레이서빌리티의 경로는 계량법에 의한 트레이서빌리티 제도에 있어서도 마찬가지이다. 실용측정기에 의한 측정결과가 보증되기 위해서는 트레이서빌리티의 확실성이 전제가 된다.

JIS Z 8103 계측용어에 의하면 트레이서빌리티의 定義는 다음과 같이 되어 있다.

「표준기 또는 계량기가 보다 高位의 측정 표준에 의해 차례로 교정되어 국가표준, 국제 표준에 이르는 경로가 확립되어 있을 것.」

트레이서빌리티는 측정기에 대한 것이기는 하지만 측정자체, 측정결과에 있어서도 품질보증에 트레이서빌리티의 개념이 적용되어 있다.

다. 實用線量

방사선 모니터링에 ICRP 26에 의한 實效 선량당량이 도입되어, 실제상의 모니터링 선량으로서 ICRU 39, 43에 의해 실용선량(Operating Quantities, 아직 일반적인 콘센서스를 염은 譯語는 없지만, 여기서는 실용선량이라 함)이 도입되었다.

실효 선량당량은 방사선 관리의 기본선량이다. 실효 선량당량은 人體, 照射條件의 다양성에 의존한다. 방사선 모니터링의 선량으로서는 人體, 照射條件의 다양성에 의존하지 않는 선량인 것이 필요하다. 이와같은 선량으로 ICRU에 의한 실용선량이 도입되었다. ICRU 39에 의한 실용선량은 환경 모니터링

에서 ICRU球의 깊이 10mm의 주변 선량당량, 깊이 0.07의 表層部 개인선량당량이 감시된다. 人體의 透過性 개인 선량당량, 表層部 개인 선량당량은 실제로는 ICRU球의 선량당량으로 대치될 수 있다.

일본에서는 콘센서스로서 깊이 10mm의 주변 선량당량, 깊이 3mm, 0.07의 方向性 선량당량을 각각 1cm 선량당량, 3mm 선량당량, 70 μm 선량당량의 명칭으로 환경, 개인 모니터링에 대해 모니터링의 선량으로서 채용하고 있다. 1cm 선량당량이 실효 선량당량, 눈의 水晶體, 피부 이외의 조직 선량당량으로, 3mm 선량당량이 눈의 水晶體의, 70 μm 선량당량이 피부의 조직 선량당량으로 각각 대응한다.

ICRU 39, 43에 이어, 실용선량의 실제면에 의 적용을 主로하여 ICRU 47이 발간되었다. ICRU 47에는 개인 선량당량을 도입하고 있다(ICRU 39, 43, 47의 실용선량에 대해서는 註 1 참조).

라. 換算係數

방사선의 선량에는 플루엔스, 조사선량, 카마, 흡수선량, 선량당량, 1cm 선량당량 등 여러가지가 있다. 이러한 선량은 주목의 대상인 인체에의 영향요인에 의해 결정된다. 이를테면 방사선 粒子에 주목하면 플루엔스, X, γ 선의 경우 공기중에 발생하는 電離電荷에 주목하면 조사선량, 방사선에 의해 물질에 흡수되는 에너지에 주목하면 흡수선량, X, γ 선, 중성자선 등 간접전리 방사선에 의해 방출되는 2차 荷電粒子의 全에너지에 주목하면 카마가 된다. 이것들은 物理量인 物理的 선량이다. 선량당량은 조직의 흡수선량에 대한 방사선의 종류나 에너지에 의한 인체에의 영향의 비율을 나타내는 係數, 線質係數를 곱한 선량이다. 선량당량은 조직의 흡수선량을 바탕으로 하고 있지만, 線質係數를 곱하는 것에 의해 방사선에 의

한 인체에의 영향을 고려하는 선량이라는 것이 된다.

이와 같이 동일종류 에너지의 방사선에 대한 여러 선량을 얻을 수 있는 것으로 말미암아, 각 선량 사이에 일정한 관계가 있는 것이 된다. 이 관계는 두 선량간의 比, 이를테면 1 cm 선량당량과 조사선량과의 比로서 나타낼 수가 있다. 이 比가 換算係數이다. 그 밖에 70 μm 선량당량과 조사선량, 1cm 선량당량과 카마, 1cm 선량당량과 흡수선량과의 사이 등, 여러 선량간의 換算係數를 얻을 수 있다. 이 換算係數는 에너지에 따라 변한다. 에너지와 換算係數와의 관계를 나타내는 곡선이 換算曲線이다.

주변 선량당량, 방향성 선량당량에 대한 환산계수는 플루엔스, 공기의 흡수선량, 카마 등에 대해 구해진다. 이런 환산계수는 ICRP 51 등에 제시되며 X, γ 선, 중성자선, β 선 등에 대해 주어지고 있다.

환산계수의 단위는 이를테면 1cm 선량당량 - 조사선량 환산계수이면 1cm 선량당량의 단위를 mSv, 조사선량을 R로 하여, mSv/R과 같이 표시된다. 물리적인 선량에 환산계수, 이를테면 조사선량에 그 환산계수를 곱하면 1cm 선량당량을 구할 수가 있다.

마. 校 正

방사선 모니터링의 측정과 평가의 대상이 되는 선량은 1cm 선량당량, 3mm 선량당량, 70 μm 선량당량이다. 이러한 1cm 선량당량, 3mm 선량당량, 70 μm 선량당량은 환경 모니터링이면 서베이미터, 에어리어모니터 등으로, 개인 모니터링이면 펠름벳지, TLD, 전자 개인선량계 등의 실용측정기로 측정, 평가하게 된다. 방사선량의 측정기는 종류, 型式 등 각양각색이다. 측정에 있어 실용측정은 모두 상대측정을 原理로 하고 있다. 상대측정이란 量과 기준의 量과의 비교에 의해 측정하는 것이다.

선량으로 말하면, 기준으로 하는 선량의 몇倍인가 하는 식으로 측정하는 것이다. 실용측정기는 상대측정을 原理로 하는 것에서 校正이 필요하게 되어 특성이 문제가 된다. 선량측정기는 指示 눈금에 대한 指示值를 선량으로 읽는다든지 지시치를 補正 또는 換算하여 선량을 구한다. 따라서 지시치(補正, 환산치 포함)와 선량과의 관계를 알아둘 필요가 있다. 지시치와 선량과의 관계를 구하는 것을 校正이라 한다. 校正은 지시치에서 올바른 선량을 구하기 위한 계수를 결정하는 것이며, 이 係數를 校正定數라 부른다.

校正定數 K는 기준의 선량 X_r 과 지시치 I_r 와의 比로 다음 式에 의해 구해진다.

$$K = \frac{X_r}{I_r} \quad (5-1)$$

측정기의 특성(뒤에 논함)이 양호일 경우에는, 실제상으로 측정했을 때의 指示值 I 에 校正定數 K를 곱하면 올바른 선량 X가 구해진다.

즉,

$$X = IK = I \frac{X_r}{I_r} = X_r \left(\frac{I}{I_r} \right) \quad (5-2)$$

(5-2)式을 보면, 선량 X는 기준의 선량 X_r 의 (I/I_r) 배로서 측정하고 있음을 알 수 있다. 指示 눈금이 기준의 선량을 올바르게 나타내면, 校正定數는 1이 되며 눈금이 기준의 선량에서 벗어나면 1 이외의 수치가 된다. 방사선의 선량에는 조사선량, 흡수선량, 1cm 선량당량 등 여러가지가 있다. (5-2)式은 기준의 선량을 설정할 수가 있고, 또한 측정기가 방사선에 대해 感度를 가지고 있게 되면 측정기로서의 특성의 문제가 생기지만, 선량에 어떤 係數를 곱하는 가상적인 선량이라 할지라도 상대측정의 의미에서 측정할 수 있다는 것을 나타내고 있다.

校正의 기준은 국가기준의 트레이서빌리티를 바탕으로 설정된다. 1cm 선량당량, 3mm 선

량당량, 70μm 선량당량에 의한 교정에 있어서는, 작업환경 측정기이면 공간중에서, 개인 선량당량이면 팬텀상에서 설정되어 교정한다.

1cm 선량당량의 측정기 교정의 경우, 기준의 선량은 1cm 선량당량이다. 이 기준의 1cm 선량당량을 $H(10)r$, 측정기의 指示值를 I_r 이라 하면 校正定數는

$$K = \frac{H(10)r}{I_r} \quad (5-3)$$

으로 구해진다. 기준의 1cm 선량당량은 조사 선량에 환산계수 f를 곱하여 결정한다.

$$H(10)r = X_r \times f \quad (5-4)$$

따라서 1cm 선량당량 측정기의 校正定數는 다음으로서도 나타낸다.

$$K = \frac{X_r \times f}{I_r} \quad (5-5)$$

개인선량계를 교정하는 경우, 조사선량은 팬텀을 둔 경우의 조사선량이 아니라, 팬텀을 두지 않는 경우의 그 점에 있어서의 조사선량이다. 이것은 환산계수가 공간중의 조사선량에 대해 결정되어 있기 때문이다.

3mm 선량당량, 70μm 선량당량에 있어서도 같다.

바. 특 성

실용측정기를 교정하는 것에 의해 선량의 측정이 가능하지만, 실제상의 측정에는 특성의 문제가 발생하게 된다.

실용측정기는, 동일한 선량을 주어도 측정의 조건이 다르면, 같은 指示值를 나타내지 않는 것이 보통이다. 이를테면 서베이미터에 ^{60}Co γ선(에너지 1.25MeV)에 의해 1mSv 조사했을 때의 지시치와 실효 에너지 30KeV의 X선으로 1mSv 조사했을 때의 지시치와는 다른 것이 보통이다. 이것을 염밀히 말하면 실용측정기는 조건이 다르면 리스폰스(반응)가 다른 것이 일반적이 되고 있다. 리스폰스 R_p 는 측정기의 지시치 I 와 선량 X 와의 比이며,

단위선량당의 지시치를 뜻한다.

$$R_p = \frac{I}{X} \quad (6-1)$$

측정의 조건에 따라 리스폰스가 변하는 것을 특성이라 한다. 실용측정기의 교정은 특정의 조건에서 행해진다. 이를테면 서베이미터 이면 온도는 실내온도, 습도는 통상으로 하여 ^{137}Cs γ 선에 의해 특정의 방향에서 측정기에 기준으로 하는 선량을 조사하여 교정한다. 실제로 실용측정기에 의해 측정하는 경우, 방사선의 에너지, 측정기에의 입사방향, 선량, 온도, 습도 등 각양각색이므로 교정할 때와 조건이 다르다. 에너지 660KeV의 ^{137}Cs γ 선으로 교정한 서베이미터에 의해 에너지가 낮은 30KeV의 X선을 측정하는 것도 보통이다. 조건이 다르더라도 선량을 정확히 측정하기 위해서는 리스폰스가 변하지 않는, 다시 말해 특성이 양호하지 않으면 안된다.

실제상에서는 통상 다음과 같은 특성이 문제가 된다.

- ① 에너지 특성
- ② 直線性
- ③ 방향특성
- ④ 온도특성
- ⑤ 습도특성
- ⑥ 經時 변화특성

에너지 특성은 에너지에 의해 리스폰스가 변하는 것을 말하며, 에너지에 대한 리스폰스의 依存性으로서 나타난다. 直線性은 선량에 대한 비례성이지만, 비례하고 있으면 指示值와 선량과의 比, 즉 리스폰스는 일정하게 된다. 방향특성은 측정기에의 入射角度에 대한 리스폰스의 依存性으로서 나타난다(註 2 참조). 온도특성은 온도에 대한 리스폰스의 의존성이다. 습도특성은 온도에 대한 리스폰스의 의존성�이지만, 통상 특성보다 안정성에의 영향이 문제가 된다. 經時 변화특성은 방사선에 조사된 뒤 信號量(이를테면 热ルミネスン스

선량계의 發光量)이 시간의 경과와 더불어 감소하는 것이지만, 일정시간(일정일수)에 대한 信號量의 감소율로서 나타난다.

특성은 통상 조건을 가로軸으로, 리스폰스를 세로軸으로 하여 그래프로서 나타낸다. 이를테면 에너지 특성인 가로축에 에너지, 세로축에 리스폰스로서 나타낸다. 방향특성다면円形그래프로円周上에入射角度에 눈금을 그어, 각도에 대한 리스폰스를 半徑上에 잡아 나타낸다.

특성은 측정기의 성능이지만, 성능으로서는 특성 이외에 오차, 평균치에서의 이탈, 再現性 등이 있다. 특성을 성능의 뜻으로 사용하여 이것들을 포함시키는 경우도 있다.

개인선량계는 팬텀상에서의 특성이 문제가 된다. 이런 경우 공간중과 다른 것이 에너지의 특성과 방향특성이다.

사. 線 質

線質은 방사선의 에너지에 대한 표시이다. 방사선의 선량, 선량율이 측정에 있어서는 선질이 관계가 있다.

실제상의 선질표시에는

- ① 스펙트럼, ② 半價層, ③ 實效 에너지, ④ 均等度, ⑤ 線質指標 등이 있다.

스펙트럼에는 單一 에너지스펙트럼, 線에너지스펙트럼(복수 에너지스펙트럼), 연속 에너지스펙트럼이 있다. 單一 에너지스펙트럼은 單一의 에너지 방사선의 경우이며, 線 에너지스펙트럼은 몇개의 에너지 방사선의 경우이다. 연속 에너지스펙트럼은 高低의 에너지 방사선이 끊임없이 混在한 경우이다. 單一 에너지스펙트럼, 線 스펙트럼의 경우에는 각각의 에너지에 대한 선량, 선량율로서, 연속 에너지 스펙트럼의 경우에는 에너지에 대한 단위 에너지當의 선량, 선량율로서 표시된다. ^{137}Cs γ 선은 실제상 單一 에너지스펙트럼, ^{60}Co , ^{238}Ra γ 선은 線 스펙트럼, 그리고 X線管에서 발생하는 X선,

散乱 γ 선 등은 연속 스펙트럼이 된다.

방사선은 필터에 의해 減衰된다. 半價層은 선량을 $1/2$ 로 하는 필터의 두께이다. 實效에너지에는 單一에너지가 아닌 X , γ 선과 동일의 半價層을 가진 單一에너지 X , γ 선의 에너지이다. 均等度는 제1半價層(선량을 $1/2$ 로 하는 필터의 두께)와 제2半價層(선량을 $1/2$ 로 한 후 다시 $1/2$ 로 하는 두께)의 比이다.

선질지표는 實效에너지와 X 선 발생장치 X 線管 전압에 대응하는 에너지와의 比이다. 均等度, 선질지표가 1에 가까울수록 單一에너지에 가까워진다.

半價層, 實效에너지에는 어느 정도의 불확실성을 지니고 있다. 이를테면 두 X 선 발생장치에 있어 동일 半價層, 동일 實效에너지일지라도 스펙트럼이 같지 않은 것이 일반적이다. 이것이 선량, 선량을 측정에 영향을 미치는 경우가 있다. 불확실성을 적게하기 위해 均等度, 선질지표를 첨가하여 표시한다.

單一에너지가 아닐 경우, 1cm 선량당량에 대한 환산계수는 實效에너지에 대한 환산계수가 취해진다.

아. 선량당량의 트레이서빌리티

방사선관리의 기본이 되는 선량은 실효선량당량, 피부의 조직선량당량 눈의 水晶體의 조직선량당량이다. 실제상의 방사선관리에서는 이러한 선량당량에 대응하여, 일본에서는 주지한 바와 같이 1cm 선량당량, $70\mu\text{m}$ 선량당량, 3mm 선량당량으로 실시하고 있다.

한편 X , γ 선의 경우를 예로 들면 표준은 조사선량으로 설정되고 있다. 측정에는 절대측정과 상대측정이 있다. 절대측정은 측정량의 定義에 따라 양을 결정하는 것이다. 이를테면 조사선량이면 X , γ 선에 대한 공기의 단위질량당의 電離電荷로 定義되어 있지만(C/kg), 조사선량의 절대측정은 이 定義에 따른 공기의 電離電荷量을 측정하여 결정된다. 그

러므로 절대측정은 물리적인 양, 물리적으로 명확한 定數, 係數에 의해 결정된다. 표준은 절대측정을 바탕으로 설정된다.

상대측정은 기준의 양과의 비교에 의해 양을 결정하는 것이다. 실용측정은 모두 상대측정이다. 상대측정이면 기준의 양을 결정할 수 있으면 가상적인 양이라 할지라도 상대측정의 의미에서 측정이 가능하다. 물리적 선량에 어떤 係數, 에너지나 선량에 의해 변하는 係數를 곱하여 기준의 선량으로 하는 것도 가능하다. 선량당량은 조직의 흡수선량에 線質係數를 곱한 것이다. 선질계수는 물의 LET(線에너지 부여)와 관련지어 있지만, 近似的인 계수가 취해지고 있다.

실제상으로는 1cm 선량당량($70\mu\text{m}$ 선량당량, 3mm 선량당량 포함)이 취해지지만, 校正의 경우에 있어 1cm 선량당량은 조사선량에 환산계수를 곱하여 결정한다. 이 환산계수에는 선질계수가 포함되며, 整列擴張場, 擴張場의 가상적인 방사선장(註 1 참조)이 관여하고 있다.

또한 환산계수는 에너지, 線質에 의해 변한다. 현재 일본에서는 실효에너지를 線質表示에 받아들이고 있어, 線質이 가진 不確定이 들어가 있게 된다. 1cm 선량당량은, 물리적 선량에 실용상의 계수를 곱한 것이라는 뜻에서 가상적인 선량이다.

1cm 선량당량의 측정기 트레이서빌리티는 기본적으로는 조사선량에 대한 것이며, 환산계수를 포함한 뜻에서의 트레이서빌리티는 아니다. 그러나 1cm 선량당량의 측정에 있어 환산계수가 관여하지만 트레이서빌리티를 바탕으로 하여 품질이 보증되어, 1cm 선량당량 측정기의 트레이서빌리티가 확보되게 된다.

1cm 선량당량 작업환경 측정기는 공간중에 校正이 되어 공간중에서의 특성이 대상이 된다. 개인선량계는 팬텀상에서 校正되며, 팬텀상의 특성이 대상이 된다. 1cm 선량당량 측정

기에 의해 측정한 1cm 선량당량은, 그 점의 整列擴張場(개인선량계의 경우 팬텀이 없는 그 점의 整列擴張場)에 ICRU球를 둘 경우 발생할지도 모르는 1cm 선량당량을 측정하는 것에 지나지 않는다.

註 1) 일본에서는 방사선 모니터링의 실용선량으로 ICRU 39, 43에 의거한 1cm 선량당량, $70\mu\text{m}$ 선량당량, 3mm 선량당량을 취하고 있다. ICRU 39, 43에 의한 실용선량(Operating quantities)은, 환경 모니터링에서는 強透過性 방사선에 대해 ICRU球의 깊이 10mm의 주변선량이, 弱透過性 방사선에 대해 깊이 0.07mm의 방향성 선량당량이 취해지고, 개인 모니터링에는 強透過性 방사선에 대해 인체의 깊이 10mm의 透過性 개인선량당량, 깊이 0.07mm의 표충부 개인선량당량이 취해지고 있다. ICRU 39이고 실효선량당량, 피부의 선량당량이 한도내이면 눈의 水晶體의 선량당량은 한도를 넘지 않는다는 전제 하에 눈의 水晶體 모니터링은 통상이 아닌 경우만이 필요로 하고 있다.

ICRU球는 조직등가(H 10.1%, C 11.1%, N 2.6%, O 76.2%, 밀도 1), 직경 30cm의 球이다. 인체가 방사선에 노출될 때 피부의 선량당량이 실효선량당량의 10배 이하이면 強透過性 방사선, 10배 이상이면 弱透過性 방사선이라 각각 불리워진다. 주변선량당량(Ambient dose equivalent)은 방사선의 整列擴張場에 의해 발생하는 ICRU球의 깊이 d점의 선량당량이다. 整列擴張場(Aligned and expanded field)은 着目하는 용적 내에서 着目하는 점의 실제의 방사선과 플루엔스, 스펙트럼은 동일 하지만, 그 용적 내에서 방향을 일정으로 하는 가상적인 방사선장이다. 방향성 선량당량(Direction dose equivalent)은 방사선의 擴張場에 의해 발생하는 ICRU球가 着目하는 깊이 d점의 선량당량이다. 확장장(Expanded field)은 着目하는 용적 내에서 着목하는 점의 실제의 방사선과 플루엔스, 스펙트럼, 방향이 그 용적 내에서 동일한 방사선장이다.

인체의 투과성 개인선량당량, 표충부 개인선량당량은 실제로는 ICRU球의 선량당량으로 대치되어 있다. ICRU 43에 의해, 깊이 10mm의 투과성 개인선량당량에 대해 깊이 10mm의 방향성 선량당량이, 깊이 0.07mm의 표충부 개인선량당량에

대해 깊이 0.07mm의 방향성 선량당량을 취할 것을 권장하고 있다.

깊이 10mm의 주변선량당량이 실효선량당량에, 깊이 3mm의 방향성 선량당량이 눈의 水晶體 선량당량에, 깊이 0.07mm의 방향성 선량당량이 피부의 선량당량에 각각 대응한다. 일본에서는 콘센서스로서, 깊이 10mm의 주변선량당량, 깊이 3mm, 0.07mm의 방향성 선량당량을 각각 1cm 선량당량, 3mm 선량당량, 0.07mm 선량당량으로 하여 환경, 개인모니터링에 대한 실용선량으로 채용하고 있다.

ICRU 39, 43에 이어 실제면에의 적용을 주안으로 하여 ICRU 47이 발간되었다. ICRU 47의 주안점은 개인모니터링에 대한 개인선량당량(Personal dose equivalent)의 도입과 개인선량계 교정을 위한 슬라브팬텀의 채용이다. 이 개인선량당량은 인체의 투과성 개인선량당량, 표충부 개인선량당량과 더불어 교정용 팬텀과 동일 디멘션을 가진 ICRU 조직등가물질 팬텀의 일정의 깊이의 선량당량에 대한 총칭이다. 깊이는 실효선량당량, 눈의 수정체, 피부의 선량당량에 대응하여 각각 10mm, 3mm, 0.07mm가 취해진다. 교정용의 팬텀이 ICRU 조직등가물질 이외의 물질이라도 동일 디멘션으로 ICRU 조직등가물질의 팬텀 선량당량을 취한다. ICRU 47에는 교정용으로 30cm × 30cm × 15cm의 PMMA(아크릴)가 권장되고 있다.

주변선량당량, 방향성선량당량, 팬텀의 개인선량당량이라도 가상적인 선량이지만, 모니터링은 상대적 측정을 원리로 하는 실용측정기이기 때문에 모니터링에 있어 문제가 없다. 실제의 방사선장은 整列擴張場과 같은 1방향, 평행조사의 방사선장은 있을 수 없다. 그러나 물리적 선량, 이를테면 1방향, 평행조사가 아닌 실제의 조사선량에 1cm 선량당량에 대한 환산계수를 곱하면, 整列擴張場을 바탕으로 하는 1cm 선량당량(깊이 10mm의 주변선량당량)이 된다. 이것은 물리적 선량은 플루엔스가 동일이면 방향에 의존하지 않기 때문이다. 또한 1방향, 평행조사의 경우, 방향성 선량당량과 주변선량당량은 같다. 깊이 3mm, $70\mu\text{m}$ 의 방향성 선량당량에 대한 환산계수는 1방향, 평행조사에 대한, 다시 말해 주변선량당량에 대한 환산계수이다.

현재 일본에서는 ICRU 39에 의거한 깊이 1cm의 주변선량당량을 1cm 선량당량으로 하고 있지만, 국제규격 등에서는 ICRU 47에 의한 개인선량당량을 취하는 추세에 있다.

註 2) 측정기의 에너지 특성은 측정의 대상으로 하는 선량에 대해 양호, 즉 리스폰스에 의존성을 갖지 않는 것이 기본이다. 방향성 선량당량, 개인선량당량은 선량 자체가 방향의존성을 지니고 있다. 주변선량당량을 측정하는 측정기는 방향 의존성을 갖지 않는 것이 기본이지만, 방향성 선량당량, 개인선량당량을 측정하는 측정기의 방향의존성은 방향성 선량당량, 개인선량당량 자체의 방향의존성에 합치하는 것이 기본이 된다.

계량법 트레이서빌리티 제도

가. 계량법 트레이서빌리티 제도

트레이서빌리티 제도 도입을 바탕으로 하는 개정계량법이 1993년 11월에 시행되었다. 계량법은 계량의 기준을 정하여 적정한 계량의 실시를 확보하여, 경제의 발전, 문화의 향상에 이바지하는 것을 목적으로 한다. 근년에 기술혁신에 대응하여, 高精度의 계량표준의 확립, 원활한 공급, 계량의 대외적인 증명의 필요에서 트레이서빌리티 제도(교정기관 인정제도 또는 계량표준 공급제도)의 참설을 중심으로 계량법이 개정되었다. 시행에서부터 2년여가 지났지만, 방사선 분야에서는 인정사업자의 인정이 이루어져 트레이서빌리티 제도가 실시 되기에 이르렀다.

트레이서빌리티 제도 도입전의 방사선 분야의 트레이서빌리티 체계는, Table 1-1에 나타난 바와 같이 전자기술 종합연구소(이하 전총연이라 함)-교정서비스기관-사용자로 이루어져 있었다.

전총연은 국립 표준연구소로서 국가표준을 보지하여, 의뢰시험제도에 의해 기준 측정기의 교정(線源을 포함)을 실시하여, 교정서비스기관에 기준을 공급하고 있었다.

교정서비스기관은 기준을 바탕으로 사용자의 의뢰에 따라 측정기를 교정하여 트레이서빌리티를 확보하고 있었다. 또한 일부 대규모

기관의 경우 직접 전총연에서 기준을 받거나 측정기의 교정을 실시하는 곳도 있었다.

계량법 트레이서빌리티 제도는 Table 1-2에 보여준 바와 같이, 통상산업대신(국립연구소)·지정교정기관-인정사업자-사용자로 되어 있다. 지정교정기관은 통상대신이 지정하여 특정표준기를 갖는다. 특정표준기는 통상대신이 지정한다.

지정교정기관은 트레이서빌리티 제도에 있어 국가표준기관에 상당하며, 특정표준기는 트레이서빌리티 제도에 있어 국가표준(1차표준)이 된다.

지정교정기관은 특정표준기에 의해 인정사업자의 특정2차표준기를 교정하여, 인정사업자는 특정2차표준기(2차표준)에 의해 사용자의 측정기를 교정한다.

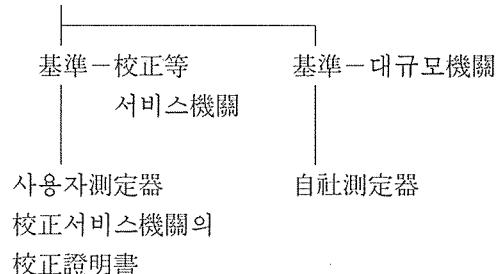
지정교정기관은 공익법인이 조건이며, 그 분야, 범위에 있어서는 1기관에 국한한다.

인정사업자가 되는 사업소는 지정교정기관에서 특정2차표준기의 교정을 받아, 통상대신에게 신청서를 제출하여 심사를 받은 후 인정사업자의 인정을 받는다.

인정사업자의 신청에는 특정의 자격, 인정사업자수에 제한은 없지만 실적, 설비, 기술레벨 등이 소정의 레벨을 충족하는 것이 필요하다. 서류심사 후 통상성에 의한 현지검사가 있다.

Table 1-1 從前 트레이서빌리티 體系

國家標準-國立標準研究所(電總研)



인정사업자는 인정조건에 의거하여 측정기를 교정하였을 시에 통산성령에 의한 로고마크를 부착한 교정증명서를 발부할 수가 있다. 로고마크는 JCSS(Japan Calibration Service System)의 머리문자이다. JCSS 밑에 인정사업자의 인정번호가 들어간다.

트레이서빌리티 제도의 주안점은 인정사업자에 의한 교정결과에 대해 통산성령에 의한 로고마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있는데 있다.

국립표준연구소는 표준의 개발, 유지, 표준의 국제비교 등, 또한 지정교정기관의 특정표준기의 교정 등을 실시한다.

Table 1-2 트레이서빌리티 制度

特定標準器-指定校正機關

特定二次標準器-認定事業者

사용자測定器

通產省令에 의한 로고마크 부착의
 校正證明書

나. 개정계량법규정 방사선의 선량, 단위
 개정계량법에는 방사선의 선량, 단위에 대해 조사선량(율), 카마(율), 흡수선량(율), 선량당량(율), 중성자방출율, 방사능이 지정되어 있다. 또한 粒子플루엔스(율), 에너지 플루엔스(율), 방사능면 밀도, 방사능 농도 등은 계량단위령에 지정되어 있다.

다. 트레이서빌리티 제도에 의한 실제의 체제
 당면의 대상은 X, γ 선이고, 조사선량(율),
 카마(율), 흡수선량(율), 선량당량(율)이다.
 특정표준기를 보유하는 전총연에서의 공급
 은 조사선량(율)이다.

선량당량(율)은 인정사업자에 있어 조사
 선량(율)에 환산계수를 곱하여 결정한다.

트레이서빌리티 제도의 대상, 범위와는
 의뢰시험에 의해 전총연이 대응한다.

특정2차표준기의 에너지, 선량(율)의 적용
 지정범위

(1) 軟X선용 電離箱式 조사선량계

에너지범위 8keV~30keV

선량범위 $1\mu\text{C}/\text{kg} \sim 0.1\text{C}/\text{kg}$

선량율범위 $1\mu\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{h}) \sim 0.1\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{h})$

(2) 中硬X선용 電離箱式 조사선량계

에너지범위 30keV~200keV

(인정을 받는 것에 의해 ^{241}Am , ^{57}Co γ 선을 포함시킬 수 있다)

선량범위 $1\mu\text{C}/\text{kg} \sim 0.1\text{C}/\text{kg}$

선량율범위 $1\mu\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{h}) \sim 0.1\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{h})$

(3) γ 선用 電離箱式 조사선량계

에너지범위 ^{137}Cs , ^{60}Co

선량범위 $0.1\mu\text{C}/\text{kg} \sim 0.1\text{C}/\text{kg}$

선량율범위 $0.1\mu\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{h}) \sim 0.1\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{h})$

특정2차표준기의 유효기한은 2년간이다.

선량(율)의 적용지정범위에 있어서는 합리적 방법에 의해 특정2차표준기를 바탕으로 한 자리수의 범위내에 확장시킬 수 있다. (인정을 받는 것이 필요하다.)

특정2차표준기와 동등의 측정기를 특정2차표준기로 교정하여, 워킹스탠더드 (이하 「WS」라 함)로 할 수가 있다. 통산성의 승인이 필요하다. WS에 個數의 제한은 없다. WS는 인정사업자만이 보유, 사용할 수 있다. WS의 유효기한은 WS를 교정한 특정2차표준기의 유효기한내이다.

트레이서빌리티 제도의 실제적 실시에는
 잠정적인 경우도 있겠지만, 다음과 같은 것으로 판단된다.

라. 트레이서빌리티 제도의 전반

인정사업자가 교정한 측정기에 대한 유효기한의 규제는 없다.

X 선, γ 선은 트레이서빌리티제도가 발족한

무렵인 1995년 12월 1일부로 인정사업자의 인정이 실시되었다.

점차 β 선, 중성자선, 방사능으로 확대된다. 완전한 체계가 될 때까지 상당한 시간이 요할 것이다.

마. 측정기의 교정

인정사업자가 인정범위의 지시눈금을 가진 측정기를 사용자의 의뢰에 따라 교정하였다 때 통산성령에 의한 JCSS의 로고마크가 부착된 교정증명서를 발행할 수 있다.

로고마크가 부착된 교정증명서를 발행할 수 있는 것은, 특정2차 표준기 (또는 WS)에 의해 X선, γ 선의 線質, 선량(율)이 특정2차표준기의 지정된 범위 (인정된 확장범위를 포함)내에서 교정된 경우이다.

JCSS 마크 밑에 인정사업자의 인정번호가 기재된다.

측정기 자체에 JCSS 마크를 직접 부착할 수는 없다.

필름벳지, TLD 등을 표준조사한 경우, 표준조사했다는 JCSS 로고마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있다.

필름벳지, TLD 등 그 자체에 JCSS마크의 부착은 할 수 없다.

인정사업자가 인정사업자 자체의 마크, 교정 연월일을 표시한 라벨 등을 측정기에 부착하는 것은 자유이다.

바. 교정장치

(1) 인정사업자가 다른 시설의 교정장치를 인정사업자의 사업장소(의 교정장치)로 하여 신청 후 인정을 받아, 교정장치의 선량율을 특정2차표준기로 교정하여 인정사업자의 스태프가 그 교정장치에 의해 측정기를 교정하였다 경우, JCSS 마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있다. JCSS 로고마크에는 인정사업자의 인정 넘버가 들어간다. 교정장치는

JLS에 규정된 성능임이 필요하다.

사업장소로서 신청, 인정된 경우 특정2차표준기에 의해 γ 선 교정장치의 선량율을 교정하여, 이후 6개월간 반감기에 의한 선량율을 계산하여 교정기준의 선량율로 할 수 있다. 적용은 특정2차표준기의 유효기한내에 국한한다.

(2) 인정사업자가 다른 시설의 교정장치 선량율을 인정사업자의 특정2차표준기로 교정한 경우, 교정장치에 대해 JCSS 마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있다.

이 교정장치에 의해 측정기를 교정하였을 경우, JCSS 마크 부착의 교정 증명서는 발행할 수 없다. 이럴 경우 스태프, 반년마다의 선량을 교정 등의 규제는 없다. 교정장치에 한정은 없다. 교정장치 자체에 JCSS 마크를 직접 부착할 수는 없다.

특정2차표준기로 선량율을 교정하였다는 라벨, 또는 교정연월일 등을 교정장치에 부착하는 것은 자유이다.

사. γ 선원

γ 선원의 선량율을 특정2차표준기로 교정하였다 경우, JCSS 마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있다. 이 γ 선원으로 측정기를 교정하였다 경우, JCSS 마크 부착의 교정증명서는 발행할 수 없다.

아. 인정사업자의 인정

인정사업자의 인정수속은 다음과 같다.

(1) 인정에 관하여 사전에 다음과 같은 것을 준비할 필요가 있다.

- 특정2차표준기의 증명서 취득
 - 교정의 기술적 능력을 증명하는 증명서 취득
 - 신청서 및 첨부서류의 작성
- 신청서에는 다음 사항을 기재한다.
- 교정의 실적
 - 사업자의 조직

- 교정사업의 조직
 - 교정시스템 (교정장치의 수, 성능, 소재장소 등)
 - 시설의 개요
 - 종사자 성명, 경험실적
- (2) 신 청
- 신청서, 첨부서류의 제출
 - 서류심사
- (3) 현지검사 수용
- 교정의 실시능력, 사업관리 능력등의 심사수용
 - 심사결과의 심의
 - 인정서 교부수속
- (4) 인정사업자 인정서 취득에 의해 공시된다.
- (5) 인정후의 수속
- 특정2차표준의 정기적인 교정
 - 교정의 기술적능력에 대한 정기적인 확인
- 다음 사항에 관한 보고서를 작성하여 통산대신에게 보고한다.
- (1) 교정의 건수
 - (2) 교정증명서의 건수
 - (3) 교정증명서를 첨부하여 판매, 대여한 계량기의 수
 - (4) 省令으로 정한 기간마다 받은 특정2차 표준기의 수, 증명서 발행번호, 발행연 월일

자. 補 遺

트레이서빌리티에 의거하여 측정기를 교정한 경우, JCSS 로고마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있는 것은 신청하여 인정된 범위에서이다.

트레이서빌리티 제도는 推獎法이다. 인정조건 아래서 특정2차표준기에 의한 교정에 의해 JCSS 마크 부착의 교정증명서를 발행할 수 있지만, 경우에 따라 일반의 교정증명서도

발행할 수 있다.

또한 JCSS의 로고마크를 붙이지 않으면, 인정범위외의 교정을 실시하여 일반의 증명서를 발행할 수도 있다.

한편 인정범위내와 인정범위외의 교정을 병행하여 실시한 경우, 인정범위내의 결과만을 기재한 JCSS의 로고마크가 부착한 증명서를 발행할 수 있다.

JCSS 로고마크는 기본적으로 교정증명서에 서만 사용할 수 있다.

그러나 트레이서빌리티 제도의 선전, 계몽에서는 인정사업자의 카탈로그, 편지지 윗머리 인쇄, 선전문서 등에 사용할 수 있는 것으로 되어 있다.

JCSS 로고마크를 사용하는 경우에는 제품 평가 기술센터의 양해가 필요하다(통상산업검사소 통달).

끝으로

이상 트레이서빌리티 제도를 포함한 트레이서빌리티 등에 관련된 것들을 논하였다.

방사선 모니터링의 품질보증의 기본은 트레이서빌리티의 증명과 그 유지관리에 있다.

방사선 분야에서는 트레이서빌리티 제도의 실시가 발족한 단계이기는 하지만, 트레이서빌리티 제도의 정비에 의하여 트레이서빌리티는 점차 트레이서빌리티 제도에 의존하게 된다.

(株)千大田테크놀 大洗연구소의 소개

(株)千大田테크놀 大洗연구소는 1995년 12월 1일부로 트레이서빌리티 제도에 의한 인정사업자의 인정을 받았다. 현재는 γ선 영역에 대한 인정이지만, X선 영역에 대한 인정 신청을 준비중에 있다. 개인선량 측정서비스

는 필름벳지 또는 热ルミネスンス 선량계를 주 대상으로 하고 있지만, 유리선량계 내지 장래의 추세로 미루어 전자선량계에 의한 개인선량 측정서비스에의 대응이 필요하게 될 것이다. 개인선량 측정서비스에는 품질보증이 엄격히 요구되지만, 이 품질보증은 측정서비스의 기술, 인력, 설비, 소프트웨어 등의 총합에 의해 실시되며, 그 기초가 되는 트레이서빌리티는 인정사업자로서 확보된다. 또한 방사선계측기를 포함한 방사선방호, 안전용의 機器를 판매하지만, 이러한 측정기는 인정사업자로서 교정을 실시하고 있다.

가. 개 요

大洗연구소에서는 X, γ 선, β 선, 중성자선용 방호레벨 방사선 측정기의 교정, 특성의 측정을 실시하고 있다. 대상이 되는 방호레벨 방사선 측정기는 작업환경 모니터링용의 서베이미터, 에어리어모니터 등과 개인모니터링용의 필름벳지, TLD, 유리선량계, 포켓선량계, 전자 개인선량계 등이다.

또한 β 선 $70\text{ }\mu\text{m}$ 선량당량용 측정기의 교정, 특성의 측정, 중성자선용 개인선량계, 램카운터 등의 교정도 실시하고 있다.

X, γ 선의 경우 전총연에서 교정된 특정2차 표준기, 워킹스탠더드에 의해 조사선량을 측정하여 환산계수를 곱하여 교정기준의 1cm 선량당량을 설정한다.

(현재 X선에 대해서는 인정신청중이지만 종전의 기준측정기에 의거하여 같은 방법에 의해 교정을 실시하고 있다). β 선의 경우 β 선원에 대해 $70\text{ }\mu\text{m}$ 선량 당량의 값이 정해져, 이 $70\text{ }\mu\text{m}$ 선량당량을 기준으로 하여 교정한다. $70\text{ }\mu\text{m}$ 선량당량의 정해진 값은 독일의 표준연구소인 PTB에서 이루어져서, 전총연 β 선의 국가표준과 비교에 의해 트레이서빌리티를 명확하게 하고 있다.

중성자선원은 중성자 放出率이 전총연 국

가표준으로 교정되어, 플루엔스에 환산계수를 곱하여 기준의 1cm 선량당량을 결정한다.

X, γ 선에 대한 교정은 JIS Z 4511 조사선량 측정기와 선량당량 측정기의 교정방법 기타 대응 JIS를 기준으로 하여 실시된다.

또한 특정2차표준기, 워킹스탠더드에 의한 각기관 교정장치의 선량에 대한 값의 결정과 교정장치 선량을 恒常性의 확인을 하고 있다. X, γ 선의 스펙트럼 측정 등 선량측정의 위탁조사와 연구도 실시하고 있다. 그 밖에 大洗 연구소에서는 중성자선용 검출기인 CR-39를 제조하여 CR-39에 의한 개인선량 서비스를 하고 있다. 또한 공기중 방사능 농도에서 계산에 의한 내부선량 측정서비스를 하고 있다.

나. 설 비

大洗연구소에서는 X, γ 선, β 선, 중성자선의 교정설비가 설치되어 있다.

1) γ 선 교정설비

1	^{137}Cs	1110GBq (30Ci)	콜리메이터빔 방식
	^{60}Co	259GBq (7Ci)	
2	^{137}Cs	11.1GBq (300mCi)	콜리메이터빔 방식
	^{137}Cs	111MBq (3mCi)	
3	^{137}Cs	185GBq (5Ci)	2π 조사방식
	^{60}Co	37GBq (1Ci)	

교정설비는 회사의 설계, 제작이다. 교정설비 1, 2는 γ 선 조사선량, 台車, 制御台로 되어 있다. 조사장치 (格納용기)에 γ 선원이 수납되어, 선원은 장치내를 上下로 움직여 선원을 옮겨 콜리메이터를 통하여 γ 선이 빔상으로 조사된다. 빔 중심축에 따라 마루 위에 레일이 깔려 레일 위를 台車가 이동한다. 台車 위 빔 중심축에 교정측정기를 놓아 소정의 선량이 조사하여 교정이 실시된다. 측정기의 눈금 지시는 ITV에 의해 制御室의

制御盤 디스플레이에서 판독된다. 또한 빔 중심축에 따라 레이저가 설치되어 측정기의 설치가 용이, 확실하다. 제어반에는 지시 눈금의 디스플레이와 더부러 실내감시, 台車 거리판독을 위한 디스플레이, 소정의 시간, 조사되기 위한 선원 상하의 타이머, 선원선택 스위치 등이 설치되어 있다. 선원의 상하, 台車의 이동 등은 컴퓨터에 제어되어 자동화되어 있다.

교정설비 3은 이른바 2π 조사방식으로円周狀에 γ 선을 조사하여, 개인선량계 등 다수를 일시에 표준조사할 수 있다.

半減期에 의해 선량율이 산출되지만, 일정의 기간마다 특정2차측정기, 또는 워킹스텐더드에 의해 선량율이 확인되어, 소정의 방법에 의해 半減期를 적용하여 선량율이 算定된다.

2) X선 교정장치

- 1 50kVp-350kVp 12mA-式
- 2 20kVp-50kVp 40mA-式

X선 교정설비1, 2는 X선 조사장치, 台車, 제어대로 이루어진다. X선은 콜리메이터를 통하여 빔상에 조사된다. X선 射出難에는 조사를 위한 셔터, 또한 半價層의 측정, 소정의 線質 (실효에너지, 선질지표)셋업(Setup)을 위한 필터를 설치할 수 있도록 되어 있다. 빔 중심축에 따라 마루 위에 레일이 깔려, 레일위를 台車가 이동한다.

台車 위 빔 중심축에 교정측정기가 놓여져 소정의 선량이 조사되어 교정이 이루어진다. 측정기의 지시눈금은 ITV에 의해 제어반의 디스플레이에 의해 판독된다. 또한 빔 중심축을 따라 레이저가 설치되어 측정기의 설치가 용이, 확실하게 되어 있다. 제어반에는 X선관 전압, 전류의 지시계, 설정노브, 셔터스위치, 타이머, 눈금 지시판독의 디스플레이, 실내감시를 위한 디스플레이가 설치되어 있다.

선량율은 기준측정기에 의해 교정때마다 측정하여 기준을 설정한다.

3) β 선 교정장치 β 선원

^{90}Sr - ^{90}Y	1850MBq (50mCi)
^{90}Sr - ^{90}Y	74MBq (2mCi)
^{147}Pm	518MBq (14mCi)
^{204}TI	18.5MBq (0.5mCi)

β 선 조사장치와 제어반으로 되어 있다. 조사장치는 선원 설치부와 측정기 설치부로 이루어지고, 측정기는 선원에서 소정의 거리에 설치할 수 있도록 되어 있다. 또한 照射野를 균일하게 하기 위한 플래터를 설치할 수 있도록 되어 있다.

4) 중성자 교정장치

^{241}Am -Be	185GBq(5Ci)
-----------------------	-------------

중성자 조사장치와 고정 조사대와 이동 조사대, 제어반으로 되어 있다. 장치는 $6\text{m} \times 6\text{m} \times 6\text{m}$ 의 방에 설치되어 있다. 格納용기에는 중성자 선원이 수납되어 壓搾공기의 의해 중성자 선원이 파이프를 통하여 방의 중심부에 설치되도록 되어 있다. 선원의 주위에 고정조사대가 링状으로 설치되어 개인선량계를 조사할 수 있도록 되어 있다. 이동 조사대는 램카운터 등을 설치하여 교정할 수 있다. 제어반에는 조사에 필요한 壓搾공기의 조작레버, 타이머, 실내감시용 ITV의 디스플레이 등이 설치되어 있다.

다. 교정의 상황

- 각형식 서베이미터
- 각형식 에어리어모니터
- 포켓선량계
- 전자선량계
- 필름뱃지 (표준조사)
- CR-39 (표준조사)

등의 교정, 표준조사가 실시되고 있다.