

- ・ MRI（水頭症，脳血管攣縮の評価）
- ・ MRA（脳血管攣縮の評価，治療の評価）
- ・ 脳血管撮影（脳血管攣縮の評価，治療の評価）
- ・ SPECT（脳血管攣縮の評価）
- ・ TCD: Trans Cranial Doppler（脳血管攣縮の評価）
  - ・ 慢性期
    - ・ CT（水頭症の評価）
    - ・ MRI（水頭症の評価）
    - ・ MRA（治療の評価）
    - ・ 脳血管撮影（治療の評価）

## 参考文献

- ・ Toyoda K, Ida M, Fukuda K. Fluid-attenuated Inversion Recovery Intraarterial Signal: An Early Sign of Hyperacute Cerebral Ischemia. AJNR Am J Neuroradiol. 22:1021-1029, 2001
- ・ Noguchi K, Ogawa T, Inugami A et al. Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid attenuated inversion recovery pulse sequence. Radiology 196:773-777, 1995
- ・ Gonzalez RG, Shaefer PW, Buonanno FS, et al. Diffusion-weighted MR imaging: diagnostic accuracy in patients imaged within 6 hours of stroke symptom onset. Radiology 210:155-162, 1999
- ・ Tomura N, Uemura K, Inugami A, et al. Early CT finding in cerebral infarction: obscuration of the lentiform nucleus. Radiology 168:463-467, 1988
- ・ Ueda T, Yuh WT, Taoka T. Clinical application of perfusion and diffusion MR imaging in acute ischemic stroke. J Magn Reson Imaging 10:305-309, 1999
- ・ Koenig M, Klotz E, Luka B, et al. Perfusion CT of the brain: diagnostics approach for early detection of ischemic stroke. Radiology 209:85-93, 1998
- ・ Osborn AG.: Intracranial hemorrhage. In: Diagnostic Neuroradiology. St. Louis: Mosby; 154-198, 1994

## H. 頸部 小島和行

頸部（眼，耳，鼻を除く）の症候学別画像診断

はじめに

頭頸部領域は一般的に視診（肉眼的または内視鏡を用いて）・触診が容易な部位であり，生検も比較的簡単に行われる．したがって画像診断が施行される際には診断がある程度絞り込まれている場合が多く，画像診断の役割は臨床診断の客観的評価（その腫瘤の起源となる臓器は何か，周囲との関係，また臨床診断との整合性など）が主体となる．

### 1. 各種検査法

頸部の画像診断として通常行われるものは単純 X 線撮影，超音波検査，CT，MRI，核医学検査などがある．

#### a. 単純撮影

主に甲状腺疾患が疑われる場合に施行され，軟 X 線撮影（正面，側面）を行う．外

来で簡便に施行できるが、得られる情報は病変の石灰化の有無およびその形状、気管の圧排の程度など限られる。CTがすぐに施行できる環境であれば必要ない。

#### b. 超音波検査

頸部においては通常 7.5-12MHz の体表用リニアプローブを用いる。体表用の専用プローブがない場合には脱気水をいれたビニール袋や超音波カプラーを介在させて 7.5MHz 以上のプローブを用いて検査する。外来で簡便に施行でき、後述する頸部症候の画像診断の first choice となりうるが、手技の個人差が大きくまた所見の解釈も難しい。CT、MRI の補助的に用いられるべきである。

#### c. CT

通常検査では 5-10mm スライス厚でドイツ水平面に平行なスライスで撮像する。病変が小さい場合や初期の喉頭癌が疑われる場合はできるだけ薄いスライス厚（1-2mm）で撮像する。事情が許す限り造影剤は投与すべきである。

#### d. MRI

高磁場装置が望ましいが、各々の装置に応じて最適な撮像法を知っておくべきである。

頸部用コイルを用いる。スライス厚は病変の大きさによって 5-10mm で適宜選択する。基本的な撮像法は水平断で、最低でも T1 強調像、T2 強調像を撮像する。できる限り冠状断や場合によっては矢状断の T1 強調像、T2 強調像も追加する。可能であれば脂肪抑制 T2 強調像や STIR 像も撮影すれば診断の一助となる。造影剤はなるべく投与すべきである。

#### e. 核医学検査

頸部で主に用いられる核医学検査は甲状腺シンチグラフィ（ $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 、 $^{123}\text{I}$ 、 $^{201}\text{Tl}$ ）、Ga シンチグラフィ、 $^{131}\text{I}$ MIBG、 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI などがある。これらの検査についての詳細は成書を参照されたい。

### 症候学別画像診断

以下に頸部の各症候別の検査につき概説する。

#### 1. 頸部腫瘍

##### A. 前頸部腫瘍（図 1）

前頸部に腫瘍を形成する疾患の大部分は甲状腺疾患で、その他いわゆる正中頸嚢胞（甲状舌管嚢胞）、リンパ節腫大をきたす疾患、軟部腫瘍（海綿状血管腫、リンパ管腫、脂肪腫、神経原性腫瘍、非上皮性悪性腫瘍など）などがある。甲状腺疾患が疑われる場合とそれ以外の場合では以後に行うべき検査が異なってくる。以下に甲状腺疾患が疑われる場合とそれ以外の場合の各種画像診断法の適応と代表的疾患を述べる。

##### a. 甲状腺疾患が疑われる場合

- ・ まず、単純 X 線撮影（CT がすぐに施行できるのであれば必要ない）、超音波検査、CT を行う。超音波検査、CT にて腫瘍が甲状腺由来であることを確認する。
- ・ CT は横断像のみでよい。スライス厚は 5mm 程度が望ましいが、10mm でも不都合はない。臨床的に悪性が疑われるのであればリンパ節の検索のために上咽頭レベルから上縦隔レベルまで撮像した方がよい。良性びまん性病変が疑われる場合には造影剤投与は必ずしも必要ない。

### 1).びまん性病変

超音波検査，CTにて甲状腺全体がびまん性に腫大し，かつ内部が均一であればバセドウ病や慢性甲状腺炎の可能性が高い．血液検査がそれを支持するものであればそれ以上の画像診断は必要ない．ただし，バセドウ病にては治療を選択する際の甲状腺のヨード代謝を定量化する目的で甲状腺シンチグラフィを施行することがある．また，慢性甲状腺炎にて経過を観察されている症例において急激にサイズの増大が認められた場合，悪性リンパ腫の可能性を考え，生検を考慮すべきである．

### 2).結節性病変

基本的には単純 X 線撮影，超音波検査，CT（単純，造影）までで十分である．典型的な所見（砂粒状の石灰化、周囲への浸潤性発育、リンパ節腫大など）が認められればいずれの画像診断にても診断可能であるがむしろそのような症例のほうが少ない．臨床的に悪性腫瘍が疑われた場合、いたずらに画像診断にたよるより超音波ガイド下の穿刺吸引細胞診が有用といわれている．CTは腫瘍の拡がりを見るのに必要である．

### 甲状腺の結節性病変

#### ◎腺腫様甲状腺腫

#### ◎良性腫瘍性病変

○濾胞腺腫

○腺腫様甲状腺腫

#### ◎悪性腫瘍

○乳頭癌

○濾胞癌

○髄様癌

○未分化癌

○悪性リンパ腫

### b. 甲状腺以外が疑われる場合

超音波検査，CT（単純，造影）を行う．超音波検査，CTにて腫瘍が甲状腺由来でないことを確認する．

○正中頸嚢胞（甲状舌管嚢胞）

○リンパ節腫大をきたす疾患

リンパ節腫大をきたす疾患はきわめて多く画像のみでは鑑別が困難なことがしばしばである．超音波検査，CT（単純，造影）が基本となる．悪性リンパ腫では大きさの割に内部が均一，癌のリンパ節転移では内部の壊死傾向，結核性リンパ節炎では石灰化と周囲脂肪組織の変化などが鑑別の一助となるが実際には生検をまたねばならないことが多い．なお，CTにてはスキャン範囲内に癌の原発巣まで描出されていることがあり十分な読影が必要である．また，悪性リンパ腫が疑われる場合はガリウムシンチグラフィが有用なこともある．

### ○軟部腫瘍

軟部腫瘍の診断は典型例を除いて難しい場合が多い。超音波検査，CT（単純，造影）に加えてできればMRIまで施行すべきである。Gd製剤によるdynamic MRIが有用なこともあり，できればdynamic MRIまで施行する。

### B.側頸部腫瘍（図2.）

側頸部腫瘍をきたす疾患の多くはリンパ節由来であり，他に鰓原性奇形（嚢胞），軟部腫瘍（海綿状血管腫，リンパ管腫，脂肪腫，神経原性腫瘍，非上皮性悪性腫瘍など），大唾液腺由来の腫瘍や唾石，頸動脈瘤などがある。

・前頸部腫瘍の場合と同様に画像診断は超音波検査，CT（単純，造影）が基本となり，軟部腫瘍や唾液腺由来の腫瘍が疑われる場合はMRI（できればdynamic studyも）まで追加する。

・リンパ節腫大の場合と軟部腫瘍については前頸部腫瘍の項で述べたのと同様である。

・鰓原性嚢胞や唾石が疑われる場合は超音波検査とCTまでで十分である。唾石は単純X線撮影にても描出されるが手術を前提にした場合，CTにて正確な位置を把握する必要がある。

・頸動脈瘤は造影後CT(できれば3D-CT血管撮影まで)にて診断できるが内頸外頸動脈分

岐部に生じた場合，同様に著明な増強効果を呈する傍神経節腫との鑑別にMRIまで施行した方がよい場合もある。

### ◎鰓原性奇形（嚢胞）

○第1鰓原性嚢胞

○第2鰓原性嚢胞

○第3鰓原性嚢胞

○その他、第4鰓弓由来の嚢胞、副甲状腺嚢胞の一部。

### ◎唾液腺腫瘍

#### a. 良性腫瘍

○多形腺腫

○腺リンパ腫（Warthin's tumor）

○その他、耳下腺内には脂肪腫や海綿状血管腫、リンパ管腫、顔面神経鞘腫，第1鰓原性嚢胞も生じる。海綿状血管腫やリンパ管腫は小児に多い。

#### b. 悪性腫瘍

○粘表皮腫瘍

○腺様嚢胞癌

○その他、腺癌、悪性多形性腺腫、悪性リンパ腫など。

#### c. 腫瘍類似疾患

○シェーグレン症候群

○木村氏病

## 2.舌および口腔の異常（図3.）

舌および口腔の異常をきたす疾患で画像診断の適応となるのは腫瘤を形成するもののみである。first choice となるのはMRIであり、体動その他の理由（MRIが禁忌な場合など）でMRIが撮像できない、または不良な画像しか得られない場合などにCTを施行する。舌癌、口腔癌の進展範囲の描出にMRIは優れておりその他悪性黒色腫、血管腫の進展範囲描出にも有用である。通常の撮像法では実際の癌の部分より広範囲に信号変化をきたすことがあり、Gd製剤によるダイナミックMRIがより正確とする報告もみられる。

- ・MRIの基本的撮像方…横断像のT1、T2強調像、脂肪抑制T2強調像またはSTIR像、造影後T1強調像、冠状断のT1強調像、脂肪抑制T2強調像またはSTIR像、造影後T1強調像。

スライス厚は5mm程度が望ましい。

- ・CTの基本的撮像方（MRIが撮像できない場合や、画像が不良な場合のみ）…スライス厚5mm程度の水平断。できる限り単純、造影後の両方撮像する。

## 3.咽頭違和感、咽頭痛（図4.）

咽頭違和感、咽頭痛をきたすものとして癌や悪性リンパ腫、咽頭の炎症などが挙げられるが多くは肉眼的、内視鏡的観察、生検にて診断される。画像診断の対象となるのは癌と咽後膿瘍などの特殊な炎症である。

### ◎咽後膿瘍

- ・first choiceとなる画像診断はCT（単純、造影）であり、緊急CTの対象となる。
- ・スライス厚10mmの水平断が基本であるが、中咽頭レベルを主体にできるだけ頭側は上咽頭、尾側は縦隔まで撮影する。
- ・魚骨などの異物の存在にも注意が必要。

### ◎咽頭癌の病期診断

- ・上・中咽頭癌の病期診断にはMRIがfirst choiceとなる。MRIが撮像できない場合や、画像が不良な場合、CTを施行する。ただし、頭蓋底の骨への浸潤をみる場合direct coronal scanやラセンCTによるmulti planar reconstructionによる冠状断の骨条件がより有用なこともある。

- ・下咽頭癌の進展範囲診断は進行癌についてはCT・MRIのいずれでもよい。ただし、MRI

は病変をより高コントラストに描出できる点で優り、小さな癌やわずかな軟骨浸潤の判定には病変部のみ薄いスライスで撮像できるCTがより有用である。

- ・進行した下咽頭癌ではルビエールリンパ節に転移をきたしていることがある。頸部

イルで下咽頭を主体に撮像した場合、同リンパ節が撮像範囲外になることがある。この

場合、あらためて上咽頭レベルを撮像するか、CTにて補う必要がある。

- ・下咽頭癌にはバリウムを用いた下咽頭造影も施行される。
- ・上・中咽頭癌における MRI の基本的撮像方…横断像の T1, T2 強調像, 脂肪抑制 T2 強

調像または STIR 像, 造影後 T1 強調像, 冠状断の T1 強調像, 脂肪抑制 T2 強調像または

STIR 像, 造影後 T1 強調像. スライス厚は 5mm 程度が望ましく, 上咽頭癌ではできれば

いずれかの撮像方で矢状断を追加する。

- ・上・中咽頭癌における CT の基本的撮像方…スライス厚 5mm 程度の水平断. できる限

り単純, 造影後の両方撮像する. 可能であれば上咽頭癌では direct coronal scan やラセン CT による multi planar reconstruction による冠状断を造影後に追加する. 撮像範囲は上咽頭癌であればトルコ鞍上部から胸鎖関節レベルまで, 中咽頭癌であれば頭側は上咽頭天蓋から胸鎖関節レベルまで必要.

- ・下咽頭癌における MRI の基本的撮像方…横断像の T1, T2 強調像, 脂肪抑制 T2 強調像

または STIR 像, 造影後 T1 強調像, 冠状断の T1 強調像, 脂肪抑制 T2 強調像または STIR 像, 造影後 T1 強調像. スライス厚は 5mm 程度が望ましく, できればいずれかの撮像方で矢状断を追加する. 使用したコイルで上咽頭, 上縦隔が撮像範囲外になる場合は CT にて補う必要がある.

- ・下咽頭癌における CT の基本的撮像方…スライス厚 10mm 程度の水平断. できる限り単

純, 造影後の両方撮像する. 撮像範囲は上咽頭から上縦隔レベルまで必要.

#### ◎咽頭癌の進展範囲読影における重要点

##### ○上咽頭腫瘍の進展範囲を読影する際のポイント

- ・傍咽頭間隙への進展(Morgagni 洞経由)の有無と内頸動脈との関係.
- ・頭蓋底の骨浸潤の有無.
- ・頭蓋内浸潤の有無。(頭蓋底の各孔経由…癌では破裂孔から海綿静脈洞経由が最も多い。)

- ・頭蓋内浸潤があれば硬膜への浸潤や硬膜内浸潤の有無.

- ・中咽頭、鼻腔への進展の有無.

##### ○中咽頭癌

- ・傍咽頭間隙への進展の有無 (主に扁桃窩癌、口蓋咽頭弓癌、軟口蓋癌)。

- ・傍咽頭間隙に進展していれば内頸動脈との関係.

- ・舌体部、口腔底進展の有無 (主に舌根部癌)。

- ・上咽頭進展の有無 (主に軟口蓋癌)。

- ・骨、舌外筋 (オトガイ舌筋、舌骨舌筋、茎突舌筋) への進展の有無.

##### ○下咽頭癌の進展範囲読影のポイント

- ・治療法の選択の際に上下方向の進展範囲の決定が重要.

- ・ 梨状陥凹癌のうち外側壁から発生するものは甲状軟骨後端付近で 頸部軟部組織へ浸潤する傾向がある。
- ・ 梨状陥凹内側壁から発生した癌は進行すると声門上喉頭癌との鑑別が難しくなるが、前者は軟骨破壊や輪状後部進展をきたしやすい。

#### 4. 嗄声 (図 5.)

嗄声をきたす疾患は多いが画像診断の対象となるのは主に喉頭癌と反回神経麻痺の原因検索の場合である。画像診断の主体は CT (単純, 造影) である。

##### ◎反回神経麻痺の原因検索の場合

- ・ CT (単純, 造影) が基本となる。
- ・ 上方は脳幹レベルから下方は大動脈弓下部までスライス厚 10mm 程度の水平断にて撮像する。

##### ◎喉頭癌の病期診断

- ・ CT (単純, 造影) が基本となる。
- ・ 喉頭癌における CT の基本的撮像方…スライス厚 5mm 程度の水平断。できる限り単純, 造影後の両方撮像する。撮像範囲は中咽頭から胸鎖関節レベルまで必要。T 分類 T1, T2 程度の小さな癌では 1-2mm スライスでの撮像が必要である。ラセン CT による multi planar reconstruction による冠状断が有用なこともある。
- ・ 喉頭癌で上下方向の進展をみたいときに MRI が有用な場合もある。

##### ◎喉頭癌の進展範囲読影のポイント

###### (1) 声門上癌

- ・ 声門癌に比べると CT, MRI で描出されやすい。
- ・ 喉頭蓋前間隙への進展の有無は重要。
- ・ 喉頭蓋谷、舌根部、梨状陥凹、輪状後部への浸潤の有無。
- ・ 喉頭室癌は transglottic type となりやすい。

###### (2) 声門癌

- ・ 前連合への進展の有無。
- ・ 傍喉頭腔への進展の有無。
- ・ 軟骨進展の有無。

###### (3) 声門下癌

- ・ この部位に原発する癌はまれで、上方からの進展が多い。
- ・ この部位に原発する癌の進展範囲の把握は比較的容易。
- ・ 軟骨浸潤の有無。

#### 文献

- 1) Harnsberger HR : The infrahyoid neck: normal anatomy and Pathology of the head and neck from hyoid bone to the clavicles. Handbook In Radiology Series, Handbook of Head and Neck Imaging, 2nd edition, Harnsberger HR (eds), 150-198, Mosby, St.Louis, 1995.
- 2) Weber AL, Randolph G, Aksoy FG : The thyroid and parathyroid glands. CT and MR

imaging and correlation with pathology and clinical findings. Radiol Clin North Am 38(5): 1105-1129, 2000.

3) Harnsberger HR : Cystic masses of the head and neck:rare lesions with characteristic radiologic features. Handbook In Radiology Series, Handbook of Head and Neck Imaging, 2nd edition, Harnsberger HR (eds), 200-223, Mosby, St.Louis, 1995.

4) Ozturk M, Yorulmaz I, Guney E, Ozcan N: Masses of the tongue and floor of the mouth: findings on magnetic resonance imaging. Eur Radiol 10(10): 1669-1674, 2000.

5) Arakawa A, Tsuruta J, Nishimura R, et al : Lingual carcinoma. Correlation of MR imaging with histopathological findings. Acta Radiol 37(5): 700-707, 1996.

6) 小島 和行, 安陪等思, 西村 浩: 上咽頭腫瘍. 頭頸部の画像診断, 多田信平編, 146-153, 秀潤社, 東京, 1996.

7) Castelijns JA, Hermans R, van den Brekel MW, et al : Imaging of laryngeal cancer. Semin Ultrasound CT MR 19(6): 492-504, 1998.

8) Becker M: Larynx and hypopharynx. Radiol Clin North Am 36(5): 891-920, 1998.

9) Zbaren P, Becker M, Lang H: Pretherapeutic staging of hypopharyngeal carcinoma. Clinical findings, computed tomography, and magnetic resonance imaging compared with histopathologic evaluation. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 123(9): 908-13, 1997.

10) Woodruff WW; Kennedy TL: Non-nodal neck masses. Semin Ultrasound CT MR 18(3): 182-204, 1997.

11) Zbaren P, Becker M, Lang H: Pretherapeutic staging of laryngeal carcinoma. Clinical findings, computed tomography, and magnetic resonance imaging compared with histopathology. Cancer 77(7): 1263-73, 1996.

12) Weber AL, Siciliano A, : CT and MR imaging evaluation of neck infections with clinical correlations. Radiol Clin North Am 38(5): 941-968, 2000.

### I. 脊椎病変－三原

病歴・診察・ラボデータなどを参考にして、簡便な検査で病気のスクリーニングを行い、さらにその後の、確定診断もしくは除外診断をするための画像診断法を記載した。CT と MR の選択において、CT は脊椎骨病変や骨棘や靭帯の石灰化・骨化の診断に有用で、MR は骨髄病変や椎間板病変により有用である。傍脊柱病変には CT, MR ともに有用である。手術により金属が使用されると、CT, MR ともにアーチファクトを生じ、十分な画像評価が困難となる。感染症、腫瘍、術後変化の評価には造影検査行うことが望ましい。転移性腫瘍など多発性病変の検索にはシンチグラフィが有用である。ここでは、三つのカテゴリーに分けて検査法の流れを記載した。( ) 内は補助的検査である。これらの検査は、施設によりまた症例により適切な組み合わせが選択される必要がある。

#### 1. 先天性形成不全など(脊椎癒合不全など)

単純 x 線写真 (断層撮影)

CT

3D-CT/helical-CT

MRI

#### 2. 感染性・炎症性病変(化膿性椎間板炎, 化膿性脊椎炎, 硬膜外膿瘍, 脊椎カリエスなど)

腫瘍性病変(原発性腫瘍, 転移性腫瘍や繊維性骨異形成症などの腫瘍類似疾患など)

単純 x 線写真 (断層撮影)



(骨シンチグラフィ)  
(Ga シンチグラフィ)  
CT  
3D-CT/helical-CT  
MRI  
(血管造影(DSA))

3. 外傷性病変・手術後変化(環軸椎脱臼, 脊椎骨折など)や変形性病変・関節炎など(変形性脊椎症, 椎間板ヘルニア, 腰椎すべり症, 脊柱間狭窄症, 後縦靭帯骨化症, 黄色靭帯骨化症などが)

単純 x 線写真 (断層撮影)  
(ミエログラフィー)  
CT  
(ミエロ CT)  
3D-CT/helical-CT  
MRI  
(MR ミエログラフィー)

#### 参考文献

1. Blackmore CC, Mann FA, Wilson AJ.  
Helical CT in the primary trauma evaluation of the cervical spine: an evidence-based approach.  
Skeletal Radiol 29:632-9,2000.
2. Bush CH, Kalen V.  
Three-dimensional computed tomography in the assessment of congenital scoliosis.  
Skeletal Radiol 28:632-7,1999.
3. Nunez DB Jr, Quencer RM.  
The role of helical CT in the assessment of cervical spine injuries.  
AJR 171:951-7,1998.
4. el Gammal T, Brooks BS, Freedy RM, Crews CE.  
MR myelography: imaging findings.  
AJR 164:173-7,1995.
5. Reul J, Gievers B, Weis J, Thron A.  
Assessment of the narrow cervical spinal canal: a prospective comparison of MRI, myelography and CT-myelography.  
Neuroradiology 37:187-91,1995.
6. Shanley DJ.  
Tuberculosis of the spine: imaging features.  
AJR 164:659-64,1995.
7. el-Khoury GY, Kathol MH, Daniel WW.  
Imaging of acute injuries of the cervical spine: value of plain radiography, CT, and MR imaging.  
AJR 164:43-50,1995.

平成 14 年度厚生科学研究費補助金（医薬安全総合研究事業）  
「医療機関における使用済線源及び診療用放射性同位元素の  
管理の合理化等のあり方に関する研究」

分担研究課題

使用済放射線源及び診療用放射性同位元素の合理的な廃棄方策の研究

分担研究者	浜田達二	日本アイソトープ協会 顧問
	遠藤啓吾	群馬大学医学部核医学教室 教授
	佐々木康人	放射線医学総合研究所 理事長
	古賀佑彦	藤田保健衛生大学 名誉教授
	青木幸昌	国際医療福祉大学保健学部放射線情報科学科 教授
	菊地 透	自治医科大学 R I センター 管理主任
	小西淳二	京都大学大学院医学研究科 教授
	佐々木武仁	東京医科歯科大学歯学部放射線学教室 教授
	山下 孝	（財）癌研究会附属病院放射線科 部長
	土器屋卓志	埼玉医科大学放射線医学教室 教授
	平松慶博	東邦大学医学部付属大橋病院第二放射線科 教授
	今村恵子	聖マリアンナ医科大学病院画像診断センター 副部長
	高田 稔	（社）日本アイソトープ協会医薬品部 部長
	萩原一男	（社）日本アイソトープ協会医薬品課 課長
	草間経二	（社）日本アイソトープ協会放射線管理課 課長

研究要旨

医療機関における放射性物質管理の合理化の一環として、放射性廃棄物（使用済線源を含む）の処理・処分に係わる合理的規制方法の策定に資するため、13 名の分担研究者からなるワーキンググループを設け、国内外のその後の動向も考慮しつつ、研究を実施した。なお、平成 14 年度においては、密封線源のボアホール処分及び短寿命放射性廃棄物の便宜的なクリアランスとして諸外国で実施されている減衰待ち保管についても考察した。

A. 研究目的

放射性廃棄物の処理・処分に係る合理化の気運及び国際放射線防護委員会 1990 年勧告と国際原子力機関の基本安全基準(BSS, 1996)に現れた動向に関連して、とくに医療機関における放射性固体廃棄物の処理・処分を取り上げて考察し、合理的規制方法の策定に資することを目的とする。

## B. 研究方法

わが国の医療放射性固体廃棄物を将来処分するにあたって、原子炉等規制法規制事業所からの放射性固体廃棄物の処理・処分に関する先行例、国際勧告、国際基準および欧州連合加盟国の現状との整合を考慮しつつ、医療放射性廃棄物の合理的な処理・処分のあり方についての考察を行った。今年度は特に、密封線源の合理的処分方法の一つとして一部の国々で実施されているボアホール処分及び短寿命放射性廃棄物の減衰待ち保管を新しく検討した。また、放射性物質の環境への解放は社会の関心事となる可能性が高いことに鑑み、社会に受け入れられるための方策を提案した。

(倫理面への配慮)

本研究は医療に係わる使用済みの放射線源及び放射性廃棄物の安全管理に関するものであり、倫理面の問題は無い。

## C. 研究結果

### 1. RI 廃棄物処分に関するわが国の状況

#### 1.1 法令化への準備

放射線障害防止法ではかつて放射性廃棄物の処分に、「海洋投棄」と「保管廃棄」の2方法を規定していた。しかし、海洋投棄は国際条約で禁止されたため、現行法令では保管廃棄のみとなっている。保管廃棄は事実上廃棄物の永久保管を意味しているため、回収(再取り出し)を前提としない処分にはあてはまらない。このように、処分に関する法規制が欠けていることは、たとえば処分地の決定においても重大な障害となっており、一刻も早い法令上の対応が望まれている。

原子力安全委員会は、2001年1月の組織の再編成以前に、当時の放射性廃棄物規制専門部会にワーキンググループを設置し、RI 廃棄物処分について検討していたが、結論を得ないまま組織が変更され、以来検討は中断の状態にある。また、クリアランスについても、当時の放射性廃棄物安全基準専門部会にワーキンググループを設置し、検討していたが、同じ理由で現在は中断されている。なお、これまでの経緯については、平成12年3月に放射性廃棄物安全基準専門部会から出された検討状況報告書「核燃料施設、RI 法対象施設におけるクリアランスレベルの検討状況-その1」に見ることができる。

一方、行政庁である文部科学省原子力安全局放射線規制室は、先般放射線審議会において決定された規制免除レベルの取り入れに対処するため、法律改正に着手しており、その一環としてRI 廃棄物処分についても改正の対象とすべく作業中ということである。

#### 1.2 法令化における問題点

放射性廃棄物処分については、原子炉等規制法においてすでに埋設の規定があり、規則及び告示に記された技術的要件はおおよそRI 廃棄物にも適用できると思われる。規制法事業所と違って、RI 事業所における核種とその使用方法は千差万別なので、たとえば廃棄体の検認について一工夫を要する点もあるが、それらは法令より下の問題であると考えられる。

それ以外の要件のうち、重要なのは「濃度上限値」である。原子炉等規制法では、政令(第13条の9)に定められている。濃度上限値は、これを超えるような放射能濃度を有する廃

棄物の埋設は施設の設置許可申請の段階で受け付けられないというスクリーニングレベルであって、この値を満足すれば埋設が許される、というものではないことに注意する必要がある。このような制限値が政令という高いランクで設定された理由は、たとえ廃棄物の閉じこめに極めてすぐれた技術及び／又はサイトがあったとしても、非常に高い放射能レベルの廃棄物に対しては浅地中処分を認めるべきではない、という意味の表れと解される。

使用済密封線源を別として、再処理事業所からのいわゆる高レベル廃棄物のような、放射能・濃度ともに高い廃棄物が発生するとは考えられない RI 廃棄物の処分においても、上記のような意味合いを持つ濃度上限値を設定すべきかどうかは議論があろう。仮に、濃度上限値を設定すべし、という結論になった場合、規制法廃棄物のように  $^{14}\text{C}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  等の比較的少数の代表的核種を選定することはできないので、全核種について濃度上限値を定めなければならなくなる可能性がある。

もう一つの問題点は、廃棄の事業に関する経理的基礎の保証(原子炉等規制法第 51 条の 3)である。障害防止法及び医療法関係事業所については、事業所の許可にあたってこれまでこのような審査は行われていないが、長期にわたる埋設事業に対しては要求が強いかもしれない。

### 1.3 医療法廃棄物の場合

医療法においては、放射性廃棄物はもっぱら施行規則第 30 条の 14 の 2 により指定機関への引き渡しが行われている。引き渡し後の廃棄物の取扱に関する技術上の基準は同規則中に定められているので、その部分を障害防止法に合わせて改正すればよいと考えられる。

## 2. 密封線源の処分

### 2.1 余裕深度処分

密封線源は一般に長半減期核種を含み、またその比放射能が極端に高いものが少なくない。たとえば、かつてわが国でも数多く使用されていた遠隔治療用の  $^{60}\text{Co}$  線源は、線源のサイズを小さくする必要から 3.7TBq/g を超える極めて高い比放射能を持つ  $^{60}\text{Co}$  金属を使用していた。このような線源はふつう 1 半減期( $^{60}\text{Co}$  の場合約 5 年)を経過すると更新されるが、それでも 2TBq/g という、いわゆる高レベル廃棄物も及ばない高い比放射能を持っている。

これらの密封線源の多くは長半減期・高放射能で、かつ非密封 RI と異なり容易に分散しないので、管理から解放されたときに公衆に大きな傷害を与えることがあり、すでに死亡事故を含むそのような例が国際原子力機関(IAEA)などを通じて数多く報告されている。処分には多額の費用を要することが多いので、処分費用をあらかじめ線源の購入費に含めておき、使用後は製造元が回収するなどの工夫がなされつつあるが、いわゆる「みなしご線源」の問題は「汚い爆弾」の可能性も加わって、もはや放置できない問題となっており、IAEA が現在とくに開発途上国を対象とした密封線源の安全管理の向上を検討中である。

原子炉廃棄物においても、たとえば炉心構造物や一次冷却材の浄化に使用されるイオン交換樹脂などの放射能濃度は現在の原子炉等規制法の政令濃度上限値を超えているので、このような廃棄物は現在の浅地中埋設処分よりも少し深い(たとえば数 10m ないし 100m 程度)場所に埋設することとされ、これを「余裕深度処分」と呼んでいる。

RI 密封線源は使用済みのものがかなり保管されているが、1個1個の体積は小さいので、このようなわずかな体積の廃棄物のために特別な埋設施設を作るよりは、原子炉廃棄物の余裕深度埋設施設に同居させてもらった方が合理的、との考えもあるが、異なった法の規制下にあるところから、実現できるかどうかは疑問である。

## 2.2 ポアホール処分

高比放射能の RI 密封線源は、動力炉を持たない国々はもちろん開発途上国においてさえかなりの数が使用されている。多くの国々では上に述べたような余裕深度処分施設を持たないか又はその計画もないので、もっと簡易な処分方法を採用することが望ましい、という見地から、IAEA ではポアホール処分の検討を始めている(TECDOC-xxxx, Draft 2, Aug. 2002 "The safety of borehole facilities for the disposal of disused sealed radioactive sources)。

ポアホールというのは、たとえば地中に井戸を掘り、鉄製の管を入れ、そこに密封線源を溶融した鉛とともに落としこんでゆく、といったもので、IAEA 加盟国のなかでは南アフリカ共和国やロシア連邦ですでに実用されている。その例を下の表に示す。

表 IAEA 加盟国におけるポアホール処分施設の例

国名	型式	インベントリー	備考
ハンガリー	コンクリート構造物中に作られた、長さ 6m、直径 100-200mm のパイプ	かなりの量の短寿命ガンマ核種、かなりの量の $^{226}\text{Ra}$ , $^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$ その他の長寿命核種	4 本のポアホールを処分用に使用中
インド	セメントコーティングに挟まれた、長さ 4m、直径 710mm の炭素鋼のパイプ	高比放射能の使用済線源、長寿命アルファ廃棄物	
南アフリカ共和国	コンクリート中に埋め込まれた長さ 3m の鋼製パイプ	使用済線源	保管施設
	地表での被ばくを制限するため 30° の屈曲を二つ設けた長さ 9m、直径 75mm のパイプ	高放射能 $^{60}\text{Co}$ 線源	保管施設
ロシア連邦	高さ 1.4m、直径 0.4m のドラムを底部に設けた深さ 4m の穴	長寿命の使用済線源 ( $^{137}\text{Cs}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{241}\text{Am}$ )	ラドン施設*
西オーストラリア	深さ 28m、直径 2.0m の穴。地表から 6m のところまで満たし、セメントで埋め戻す。鉄筋入りコンクリート製の蓋(厚さ 2m)を接着。	$^{241}\text{Am}$ 煙感知器、トリチウムを含む 出口標識、 $^{60}\text{Co}$ 使用済線源、NORM で汚染した小型の品物	

\* 旧ソ連時代から存在する放射性廃棄物処分の民間企業の名称。

### 3. クリアランス

#### 3.1 わが国の現況

わが国におけるクリアランスの検討は原子力安全委員会の場で行われ、平成 11 年 3 月に出された文書「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」によって軽水炉とガス炉に係るクリアランスレベルが決定されている。その後、重水炉及び高速炉施設からの廃棄物についても検討が行われた。一方、RI 廃棄物についてはクリアランスレベルの試算が行われたが、前に述べたように、現在中断の状態にある。

原子炉施設の解体にかかるクリアランスレベルの決定は、当時使用廃止と解体が決められた東海ガス炉への対応として、急がれた経緯がある。そのため、次に述べる国際的動向と合わなくなる可能性が出てきており、その理由からいまだ法制化には至っていない。

#### 3.2 IAEA における状況

IAEA が規制免除線量について基準を提案したのは、1988 年に刊行した Safety Series 89 "Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control" が始めてである。この文書では、放射性物質を含む日用品と放射性廃棄物を規制から解放するための線量として、リスクを無視してよい  $10 \mu \text{ Sv/y}$  のオーダー(これは、ICRP1977 年勧告のリスク係数を用いると、年に  $10^{-7}$  のオーダーのがん死亡リスクに相当する)、また、集団線量として最適化の考察が不要である 1 人 Sv/y を定めている。日用品を規制から解放することから、この概念は現在の無条件クリアランスに対応すると考えてよい。

ついで IAEA は 1996 年に TECDOC-855 "Clearance Levels for Radionuclides in Solid Materials: Application of Exemption Principles - Interim Report for Comment" を刊行し、それまでのいくつかの文献に現れたクリアランスレベルをまとめて IAEA としてのクリアランスレベルを提案した。この文書はもともと IAEA の Safety Series の 1 巻として刊行される予定であったが、加盟各国の合意が得られず、3 年間の意見聴取期間を設けた TECDOC 文書となったわけである。その後 1998 年に刊行された TECDOC-1000 "Clearance of Materials Resulting from the Use of Radionuclides in Medicine, Industry and Research" も同様の位置づけである。

IAEA はその後も引き続きクリアランスについて検討を続けているが、議論は収束するどころか、むしろ複雑化しているように見える。

IAEA の国際放射線安全基準 1996(BSS と呼ばれる)に定められ、欧州連合(EU)及びわが国においても採用された「規制免除レベル」があまり異論もなく決められたのに対して、クリアランスレベルの決定が難航している理由は次のように考えられる：

規制免除レベルは、比較的小規模な事業所における一般的な取扱作業(一般の廃棄物集積場への処分及び日常起こりうる小さな事故を含む)に対して、それ以下の放射エネルギー・濃度ならば放射性物質としての管理を求めないレベルであり、レベルを導くための評価シナリオにはあまり多様性はない。

それに対して、クリアランスの場合、何のどのくらいの量をどのように捨てるか、あるいは再利用するか、には多くのヴァリエティがある。RI 廃棄物だけについても、たとえばある研究所で実験室から発生する汚染物を毎日数 kg 廃棄するのと、大型加速器施設の解体とでは大違いで、それぞれの場合にあてはまるシナリオごとにクリアランスレベ

ルを計算すると、結果には大きな差が出てくるはずである。

したがって、そのなかで最も厳しい無条件クリアランスレベルと、廃棄物の種類ごとにそれぞれの条件を当てはめて求めた条件付きクリアランスレベルのいずれを使うべきかを考察しなければならない。最も簡単なのは無条件クリアランス 1 本で規制するやり方であろうが、その場合は当然クリアランスレベルは最も低くなり、實際上クリアランスの利点はなくなる可能性がある。一方、あとで示すドイツの例のようにいろいろな条件を付けた複数のクリアランスレベルを設定すると、基準としては複雑になり、また該当する条件が満たされていることの実証が必要になる。

もう一つは、他の国際機関によってすでに定められている食品、飲料水等の基準との整合をとらなければならぬことである。

ごく最近になって、さらにもう一つの難問が発生した。それは NORM(Naturally Occurring Radioactive Materials、自然起源の放射性物質)の扱いである。IAEA がかつて提案した TECDOC-855 における天然ウランあるいは天然トリウムのカリアランスレベル(放射能濃度のみで与えられている)は、平衡状態にある系列の先頭にある核種の放射能で表して 0.3Bq/g である。一方、自然界に存在するウラン・トリウムを含む物質のうちこのレベルを超えるものは決してまれではない。この矛盾を解決するためには、たとえば核燃料の製造・加工を目的とするウランと、放射性、核分裂性、または増殖性と無関係な利用(たとえば化学触媒、ガラスや釉薬の着色)を目的としたウラン(いわゆる NORM に相当)とで基準を変えろという、ダブルスタンダードの状態になってしまう。

IAEA はこの状況を克服するため、2 年ほど前から作業を進めており、2001 年 6 月に「放射線規制管理の範囲」と題する文書を作成して検討に供した。これは、上に述べたいろいろなケースにおいて、IAEA が 1996 年に出した国際基本安全基準(BSS)に書かれている管理の適用範囲を定めるため、範囲規定レベル(scope-defining level)を提案したものである。

この考え方は、2002 年 3 月に Draft Safety Guide DS161 "Radionuclide Content in Commodities not requiring Regulation for Purposes of Radiation Protection" として提出され、さらに引き続いて Draft Safety Report "Derivation of Scope-Defining Values for Commodities" が提示された。

この提案は、人工と自然の放射性物質を包括的に取り扱っているが、前に述べた SS89 と同じく、日用品の流通と廃棄物の無条件クリアランスを一緒に扱っているだけで、廃棄物関係者にはあまり評判は良くなかったようである。

最も最近の 2002 年 12 月 2-6 日に開かれた廃棄物安全基準委員会の第 14 回会合における事務局の提出資料は "Draft Safety Guide on Radioactivity in Substances requiring Regulation for Purposes of Radiation Protection(放射線防護を目的とする規制を要する物質中の放射能に関する安全指針(案))" と題されている。その内容を以下に簡単に紹介する。

これまで IAEA は国際放射線防護委員会(ICRP)の基本方針に沿って、放射性物質に関する行為又は線源を規制しない状況として次の 3 つを挙げてきた。すなわち

- 規制除外(exclusion)：人体中に含まれる  $^{40}\text{K}$  や地表レベルの宇宙線のように、規制に馴染まないもの；
- 規制免除(exemption)：もたらされる作業員及び公衆の被ばく線量がとるに足らない程度であって、行為の開始にあたって規制に値しないと判断されるもの；

○クリアランス(clearance)：規制の下で行われた行為の結果生じた物質を処分又は再利用・再使用するにあたって、それによりもたらされる作業員及び公衆の被ばく線量がとるに足らない程度であって、規制から解放しうると判断されるもの。

これに対し、今回の提案は図1のスキームで表される。これまでのやり方と大きく異なっている点は、規制免除レベルの下にさらに規制除外レベルを設けたことと、その規制除外レベルを超えたものについても、人体中の<sup>40</sup>Kや地表の宇宙線に加えて、管理に馴染まない多くの自然物を規制除外の対象に含めたことである。この提案には、次に述べるように、いくつかの利点と欠点がある。

わが国でもこれから採用されようとしているBSSの免除レベルのうち、たとえばトリチウムは告示に定められた第4群の定義量3.7MBqから1GBqと約300倍に増加する。免除レベルはある任意の時点で事業所に存在する各核種の総量で規定されているので、使用と廃棄を頻繁に繰り返せば結果として大量のトリチウムを使用でき、廃棄物中のトリチウムは莫大な量になる可能性がある。このようなことを規制当局が把握できず、野放しになることは問題であるが、もし免除レベルの下に除外レベルを設ければ、それを超える量については把握が可能になる。

管理に馴染まない自然物を規制から除外することは、NORMに対するこれからの対処方法としてやむを得ないであろうが、「管理に馴染まない」という判断には各国の事情でかなり幅があろう。かつてわが国においても経験されたことであるが、チタン顔料を製造するために輸入されたチタン鉄鉱中のウランとトリウムが工場廃棄物中に濃縮された形で発見されて、物議を醸したため、鉱石の放射能含有量について事業者が自主的に制限を課すことになった。しかし、このような鉱石の産出国では鉱石の取扱に制限を課すことは多くの場合規制に馴染まない。したがって、IAEA加盟国間で合意に達することは容易でないと思われる。

この問題はクリアランスレベルの議論にも大きく影響する。そのため、IAEAの結論にはまだ時間を要するのではないかと考えられる。しかし、それを待っていたのでは、わが国におけるクリアランスの実現は遅れることになる。

### 3.3 EU指令書

欧州連合(EU)は1996年に加盟国間の放射線防護関連法令の斉一化を図るため、指令書96/29/EURATOMを出し、その中でBSSの規制免除レベルを取り入れるとともに、クリアランスについて以下のように定めており、それを以下に引用する：

(引用文)

#### 第5条 処分、リサイクル又は再使用のための認可とクリアランス

1. 報告又は認可の要件に従ういかなる行為から生じる放射性物質を含む放射性物質又は材料の処分、リサイクル又は再使用も、事前認可を受ける。
2. しかし、もしそれらが国の監督官庁によって策定されたクリアランスレベルに従っていれば、そのような物質又は材料の処分、リサイクル又は再使用は、この指令書の要件から免除されることができる。これらのクリアランスレベルは、付属書Iに用いられている



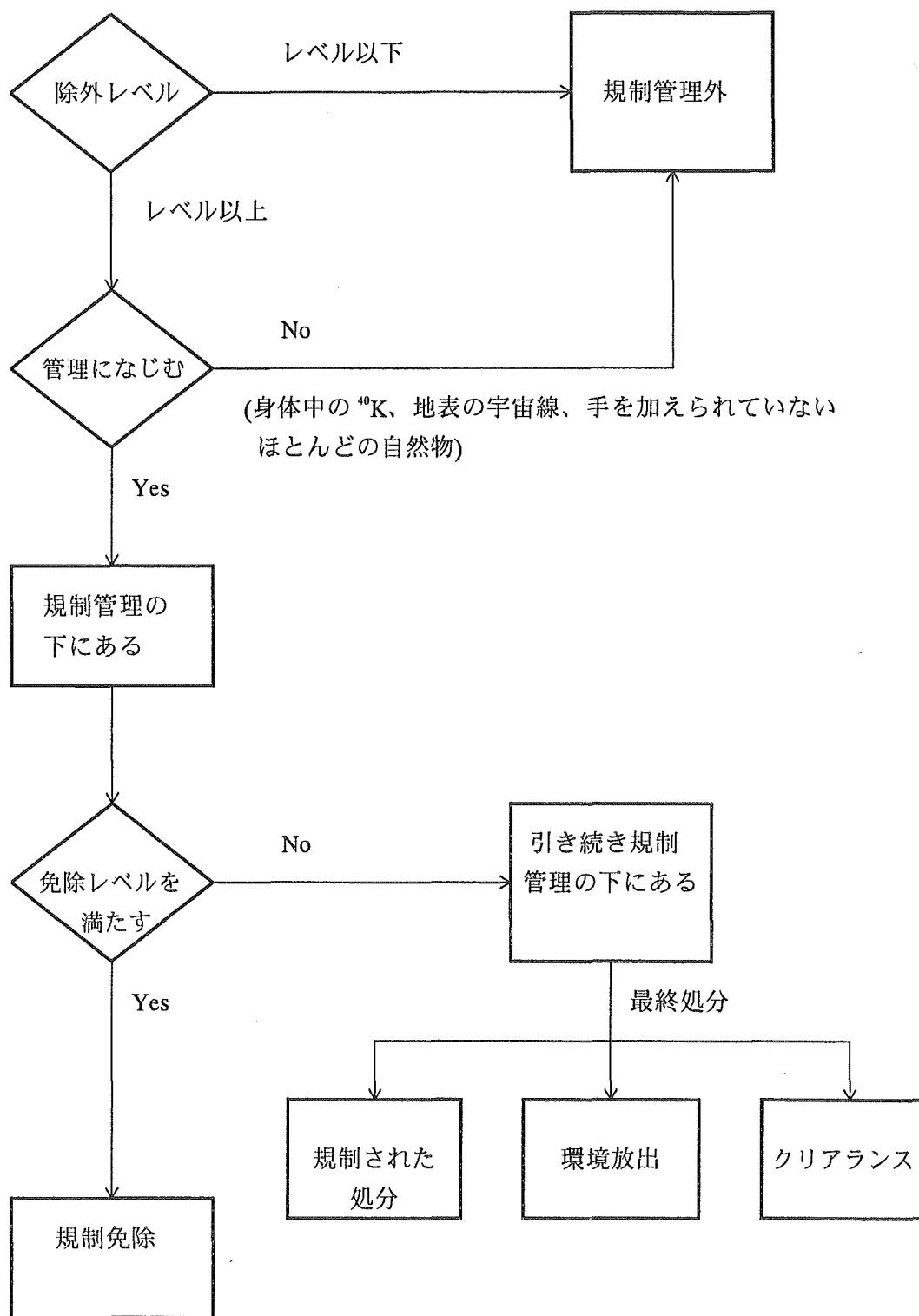


図 1 除外レベル、免除レベル及びクリアランスレベルの適用  
(WASSC/14/IP 6 "Draft Safety Guide on Radioactivity in Substances requiring Regulation for Purposes of Radiation Protection, Waste Safety Standards Committee, 14th Meeting, 2-6 December 2002.)

基本的基準に従っていないければならず、欧州共同体の与える他の技術的ガイダンスも考慮に入れなければならない。

#### 付属書 I 第 3 条の適用のために考慮すべき規準

(訳注：第 3 条は、放射線、放射性物質を扱う行為に対する報告・認可とその免除に関する条項である)

1. ある行為は、関連する放射性核種の量あるいは放射能濃度のいずれかが、表 A (訳注：BSS の規制免除レベルの表と同じ) の第 2 欄又は第 3 欄の値を超えない場合、第 3 条(2) (a)あるいは(b)に従い、それ以上の考察なしで報告の要求から免除されることができる。
2. 行為に対する規制免除の適用のための表 A の値の計算に対する基本的な規準は、以下のとおりである：
  - (a) 免除された行為によって引き起こされる個人の放射線リスクは十分に低く、規制上重要でない；及び
  - (b) 免除された行為の集団に対する放射線学的インパクトは十分に低く、一般の状況下では規制上重要でない；及び
  - (c) 免除された行為は、放射線学的な重要性が本質的になく、(a)及び(b)の規準を満たさなくなりうるようなシナリオの認めうるほどの可能性はない。
3. 例外的に、第 3 条に規定するように、個々の加盟国はもしすべての実現可能な状況において次の規準が満たされるならば、関連する放射性核種が表 A の値から外れても、基本的な規準に従って、行為を免除してよいと決定することができる：
  - (a) 免除された行為により公衆の任意の構成員が受けると予想される実効線量は、一年に  $10 \mu\text{Sv}$  のオーダー又はもっと少ない；及び
  - (b) 行為の実行の 1 年間に預託される集団の実効線量は、高々約 1 人 Sv であるか、あるいは、防護の最適化の評価により、規制免除が最適の選択肢であることが示されている。
4. 表 A に載っていない放射性核種について、必要が生じた場合には、監督官庁は、放射能の量と単位質量当たりの濃度に対する適切な値を割り当てなければならない。こうして割り当てられた値は表 A の値の補足としなければならない。

(引用終わり)

#### 3.4 ドイツの改正法令

ドイツはこの指令書に沿った法令改正を 2001 年 1 月に行い、その中でクリアランスについて規定している。その本文を以下に引用する。なお、序論と付録をまとめて参考資料 1 として示してある)：

(引用)

## 第2章：許可、承認、クリアランス

### 第9節 クリアランス

#### 第29条 クリアランスの前提条件

(1) 原子力法第6条(訳注：国による保管以外の核燃料の保存)、7条(訳注：核燃料を扱う固定施設)および9条(訳注：許可を義務づけられた施設以外での核燃料の取扱い)による許可、原子力法第9b条による計画確認決定、または本防護令の第7条(訳注：放射性物質取扱いの許可)または第11条第2項(訳注：放射線発生装置の運転許可)による許可の所有者は、管轄官庁が第2項によるクリアランスを与え、第3項によるクリアランスの決定に定められた要求との一致が確認されたならば、放射性物質および、放射化されまたは汚染され、かつ第2条第1項1号a、cまたはdによる行為に由来する動産、建物、地表面、施設またはその部分を非放射性物質として使用、再利用、廃棄、保持または第三者へ譲渡してよい。第44条第3項の規定(訳注：管理区域内で使用していた物品の持ち出しに際しての汚染検査に関わる規定)はそのままである。

(2) 公衆の個人に1暦年に $10\ \mu\text{Sv}$ のオーダーの実効線量しか生じ得ない場合には、監督官庁は原子力法第6、7および9条による許可、原子力法第9b条による計画確認決定、または本防護令の第7条または第11条第2項による許可の所有者の申請に対し、書面によりクリアランスを与える。管轄官庁は次の場合において以下の事項が実証されているならば、これが満たされているとすることができる：

公衆個人に1暦年に $10\ \mu\text{Sv}$ のオーダーの実効線量しか生じ得ない場合には、書面により規制を免除する。管轄官庁は、次の場合において以下の事項が実証されているならば、これが満たされているとすることができる：

#### 1. 無条件クリアランス

- a) 固体については、付録Ⅲ表1第5欄(訳注：参考資料1に例示)に示すクリアランスレベルならびに付録ⅣA1号(訳注：参考資料参照)に示す規定および、固体表面がある場合は付録Ⅲ表1第4欄の表面汚染値が守られていること、
- b) 液体については、付録Ⅲ表1第5欄の値が守られていること、
- c) 予想質量が1暦年に1000 tonを超える建築廃材および土地の掘削については、付録Ⅲ表1第6欄に示すクリアランスレベルおよび付録ⅣA1号およびFに示す規定が守られていること、
- d) 地表面については、付録Ⅲ表1第7欄に示すクリアランスレベルおよび付録ⅢA1号およびFに示す規定が守られていること、
- e) 再使用および継続使用される建物については、付録Ⅲ表1第8欄に示すクリアランスレベルおよび付録ⅣA1号およびDに示す規定が守られていること。

#### 2. クリアランス

- a) 処分される固体については、付録Ⅲ表1第9欄に示すクリアランスレベルおよび付録ⅣA1号およびCに示す規定が守られていること、また固体表面が存在するときは、付録Ⅲ表1第4欄の表面汚染値が守られていること、
- b) 焼却施設において処分される液体については、付録Ⅲ表1第9欄の値が守られてい

ること、

c) 取り壊される建物については、付録Ⅲ表 1 第 10 欄に示すクリアランスレベルおよび付録Ⅳ、A1 および D に示す規定が守られていること。

d) リサイクルされる金属スクラップについては、付録Ⅲ表 1 第 10a 欄に示すクリアランスレベルおよび付録Ⅳ、A1 および G に示す規定、および、固体表面が存在するときは、付録Ⅲ表 1 第 4 欄の表面汚染値が守られていること。

ただし、2 の a) および b) については、処分場の所在場所において公衆の個人に対し 1 暦年に  $10 \mu\text{Sv}$  の領域を超えないことの根拠が管轄官庁に提出されない場合に限る。第 2 文により必要な付録Ⅳ C から E までの規定が個々の場合について無いが、または個々の放射性核種についてクリアランスレベルが定められていない場合には、付録Ⅲ表 1 第 3 欄の免除限度を超えない物質に対しては、公衆の個人に対し 1 暦年に  $10 \mu\text{Sv}$  の領域の実効線量しか起こし得ないことの証明を、付録Ⅳ A 2 号の規定を考慮して、別のやり方で行うこともできる。クリアランスのための前提条件を、混合または希釈によりその目的で生じさせ、もたらし、または可能にしてはならない。

(3) 第 2 項による決定に基づいて放射性でない物質として使用、再利用、処分、保持、または第三者に譲渡されることになる物質またはその一部は、規定に定められた要件に合致していることを前もって確認しなければならない。これに必要な免除のための測定とその結果を記録しなければならない。

(4) 管轄官庁は、原子力法第 6、7 または 9 項による許可、原子力法第 9b 条による計画確認決定、または本防護令第 7 条第 1 項または第 11 条第 2 項による許可、または別の規定において、第 2 項第 2 および 3 文による要件の満足ならびに第 3 項による確認のためのやり方を定めることができる。

(5) 第 2 項 2 号 a および b の場合においては、第 1 項第 2 文または第 3 文を補足して、予定された再利用方法または処分方法の廃棄物法令による承認とその遵守に対し何の懸念も持たなくてよい。管轄官庁はクリアランスを与える前に、将来の廃棄物の所在について申請者の説明を、また再利用施設または処分施設の受入通告を公表しなければならない。申請者はリサイクル経済・廃棄物法に従って再利用施設または処分施設を管轄する官庁に受入通告のコピーを同時に送付しなければならない。リサイクル経済・廃棄物法に従い再利用施設または処分施設を管轄する官庁は、コピーの到着後 3 週間以内に、再利用方法または処分方法の要件に関して協調がなされることを本防護令による管轄官庁に求めることができる。リサイクル経済・廃棄物法の諸規定ならびにこの法律に基づいて公布された合法的廃棄物処理に関する証明のやり方に対する諸規定はそのままである。

(6) 申請に際して管轄官庁は、クリアランスの発行が依存する個々の問題に対し、第 2 項に定められた前提条件が存在するかどうかを確認することができる。この確認は、クリアランスの手続きの根拠としなければならない。原子力法の第 6、7 および 9 条による許可、または原子力法第 9b 条による計画確認決定、または本防護令第 7 条または第 11 条第 2 項による許可は、第 1 文による確認によって与えることができる。クリアランスは原子力法第 7 条第 3 項による閉鎖の許可に置き換わらない。

(7) 許可所有者が存在しない場合であっても、公衆個人に対し 1 暦年に  $10 \mu\text{Sv}$  の領域の実効線量しか生じ得ないならば、職権上、クリアランスが起こりうる。原子力法による