NIIGATA UNIVERSITY

歯科診療に必要な放射線防護

―安心な歯科医療を提供するために

放射線防護

- エックス線診療の基礎
- 被曝の実際（歯科用エックス線撮影は？）
- より被曝の少なく、より質の良いエックス撮影を行うためのポイント
- 放射線診療の進め方（欧州歯科エックス線診療ガイドラインより）

エックス線撮影を行うための原則

放射線防護の目的（1990 ICRP勧告）

人間の被曝を伴う諸活動に対し、適切かつ安全な諸条件を作り上げ維持することであり、具体的には確定的影響を防止し、確率的影響の確率を容認できると思われるレベルにまで制限すること、また放射線被曝が確実に正当化されるようにすることである

行為の正当化	いかなる行為もその導入が正味でプラスの利益を生むものでなければならない
防護の最適化	すべての被曝は、経済的および社会的な要因を考慮に入れながら、合理的に達成できる限り低く保たなければならない
線量の制限	個人に対する線量当量は、委員会がそれぞれの状況に応じて勧告する限度を超えてはならない

放射線防護を真摯に行うためには、

極力行いたくないが診断や治療のために必要だからやむなく行うんだという精神
と
必要最小限の照射線量になるような努力が必要

放射線防護は
撮影する歯科医師の患者に対する想いで質が変化

「放射線は安全だと思って扱うと危険なものになり、危険だと思って扱うと安全なものになる。それ故に、われわれは放射線に対し敬意ある態度で接しなければならない。」

ロルフ・シーベルト

防護における被曝の分類

	職業被曝	医療被曝	公衆の被曝
定義	業務の過程での被曝	診断や治療のための被曝 健康診断や定期検診を含む	その他の人工放射線被曝
対象	放射線診療従事者	患者	その他
規制	医療法 労働安全衛生法	なし	放射線障害防止法
管轄	厚生労働省	厚生労働省	文部科学省

どこが間違いでしょうか？

エックス線撮影での防護の対象

- 患者
- 補助者（歯科衛生士・歯科助手を含む）
- 歯科医師
- 診療室にいる被験者以外の患者

防護の優先順位

- 補助者（歯科衛生士・歯科助手を含む）

積算線量が最も多い可能性

- 診療室にいる被験者以外の患者

公衆であり、被曝に関し何らメリットがない

- 患者

最も線量が多い

- 歯科医師

放射線従事者で有りながら、最も線量が少ない

水晶体混濁	白内障	不妊				胎児			がん	遺伝子疾患
		男		女						
		一時	永久	一時	永久	奇形	精神遅延	発育遅延	発生率増加	発生率増加
50万 I 200万	500万	15万	3.50万	65万 I 1.50万	2.50万 I 6.00万	20万 I 50万	12万 I 20万	50万 I 100万	4.1%/Sv	0.5%/Sv

撮影部位	上顎				下顎				パノラマ撮影
	大臼歯	小臼歯	犬歯	切歯	大臼歯	小臼歯	犬歯	切歯	
照射時間(s)	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	
臓器・組織									
甲状線	194	105	54,5	62,8	242	41,2	28,0	32,7	219
肺	1,06	3,33	18,6	5,40	0,77	0,56	0,53	0,50	3,70
胃	0,114	0,188	0,585	0,175	0,083	0,066	0,057	0,058	0,635
大腸	0,0035	0,0040	0,0095	0,0072	0,0025	0,0020	0,0016	0,0018	−
唾液腺									
耳下線	61,3	22,1	12,3	15,4	30,8	29,3	18,7	50,4	1250
顎下線	282	125	82	70	298	181	113	151	1475
舌下線	261	169	193	174	315	329	357	278	462
食道	1,48	2,16	5,55	6,12	0,79	0,62	0,49	0,58	2,60
肝	0,15	0,35	0,73	0,18	0,094	0,061	0,060	0,055	0,718
膀胱	−	−	−	−	−	−	−	−	−
リンパ組織	14,0	4,98	3,69	8,20	3,36	3,44	2,64	5,61	44,1
乳房（女）	4,07	4,80	8,25	3,95	4,18	3,01	3,22	2,91	2,60
脳	12,60	5,45	4,74	5,00	3,08	4,08	3,12	12,84	40,9
水晶体	191,1	341	655	62,8	8,95	14,04	18,48	12,99	56,0
皮膚	3560	2250	2000	2200	3400	2150	2400	1550	−
精巣（男）	0,09	0,08	0,10	0,15	0,05	0,06	0,08	0,08	0,25
卵巣（女）	0,003	0,003	0,009	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,079
骨髄（平均）	14,46	5,09	3,77	8,48	3,45	3,54	2,72	5,79	45,4

岩井ら 歯科放射線 1981より

歯科用エックス線撮影では確定的影響を考慮する必要はない。
しかし、実際は極力少ないに越したことはない。

歯科用エックス線撮影における被曝の実際（一般論）

歯科口内法およびパノラマ撮影における臓器別等価線量と実効線量

	上顎			下顎			パノラマ撮影
	大臼歯	小臼歯	切歯	大臼歯	小臼歯	切歯	
臓器・組織							
甲状腺	7.76	2.51	2.51	9.68	1.64	1.38	8.76
顎下腺	2.82	1.25	0.70	2.98	1.81	1.51	14.75
精巣	0.008	0.006	0.002	0.002	0.003	0.001	0.02
卵巣	0.0002	0.0002	0.0004	0	0	0	0.0063
骨髄	1.74	0.61	1.02	0.42	0.43	0.70	5.45
実効線量	12.33	4.38	4.23	13.08	3.88	3.60	28.99

41.50

28.99

0.00000164%

がん発生の増加率

0.0000002075%

遺伝的影響の増加率

フィルム感度の線量への影響

受容体の種類	*線量倍増率*
IP or CCD	X 0.5
F 感度フィルム	X 0.8
E 感度フィルム	X 1.0
D 感度フィルム	X 2

フィルムを変えるだけで患者さんの被曝を軽減する事ができる。

フィルム感度と照射線量による画像の見え方

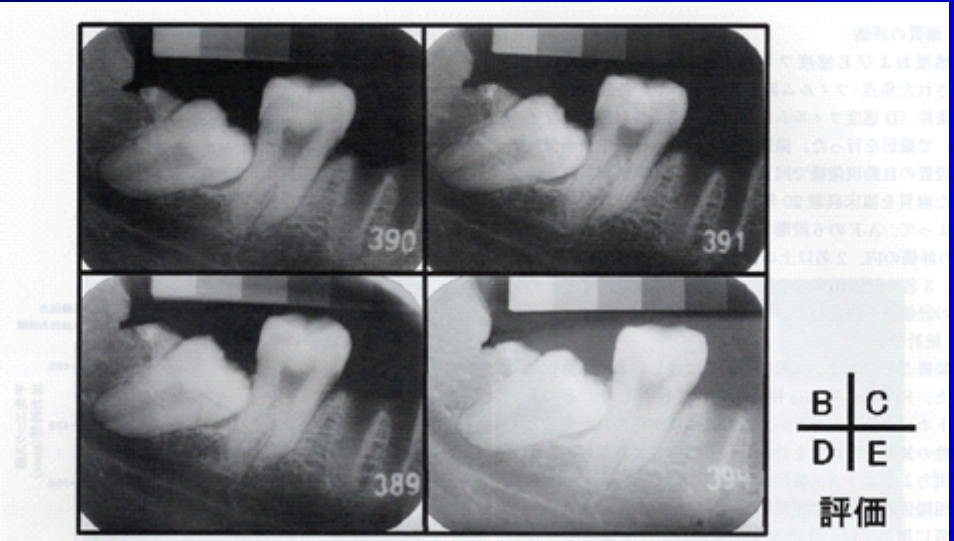


Figure 4　D 感度フィルムで得た画像の例

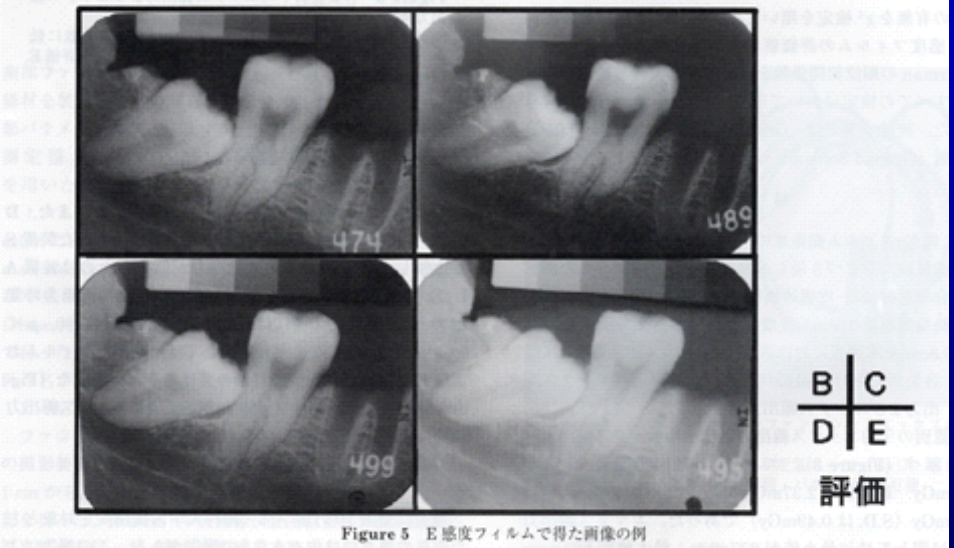
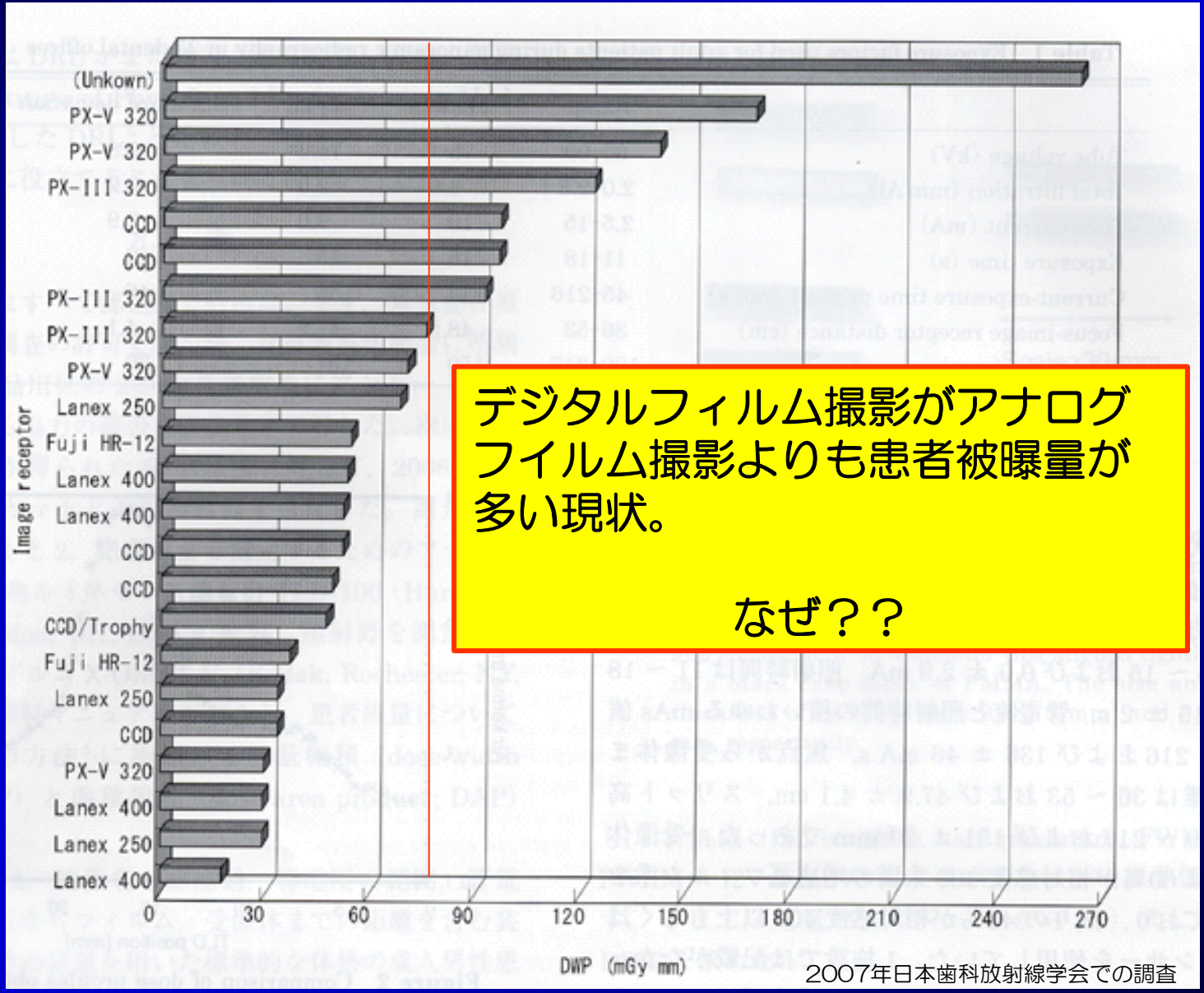


Figure 5　E 感度フィルムで得た画像の例

D感度フィルムは
E感度フィルムと
同等の写真にする
のに2倍の照射線
量が必要

一般歯科診療所の患者被曝の現状（パノラマ）

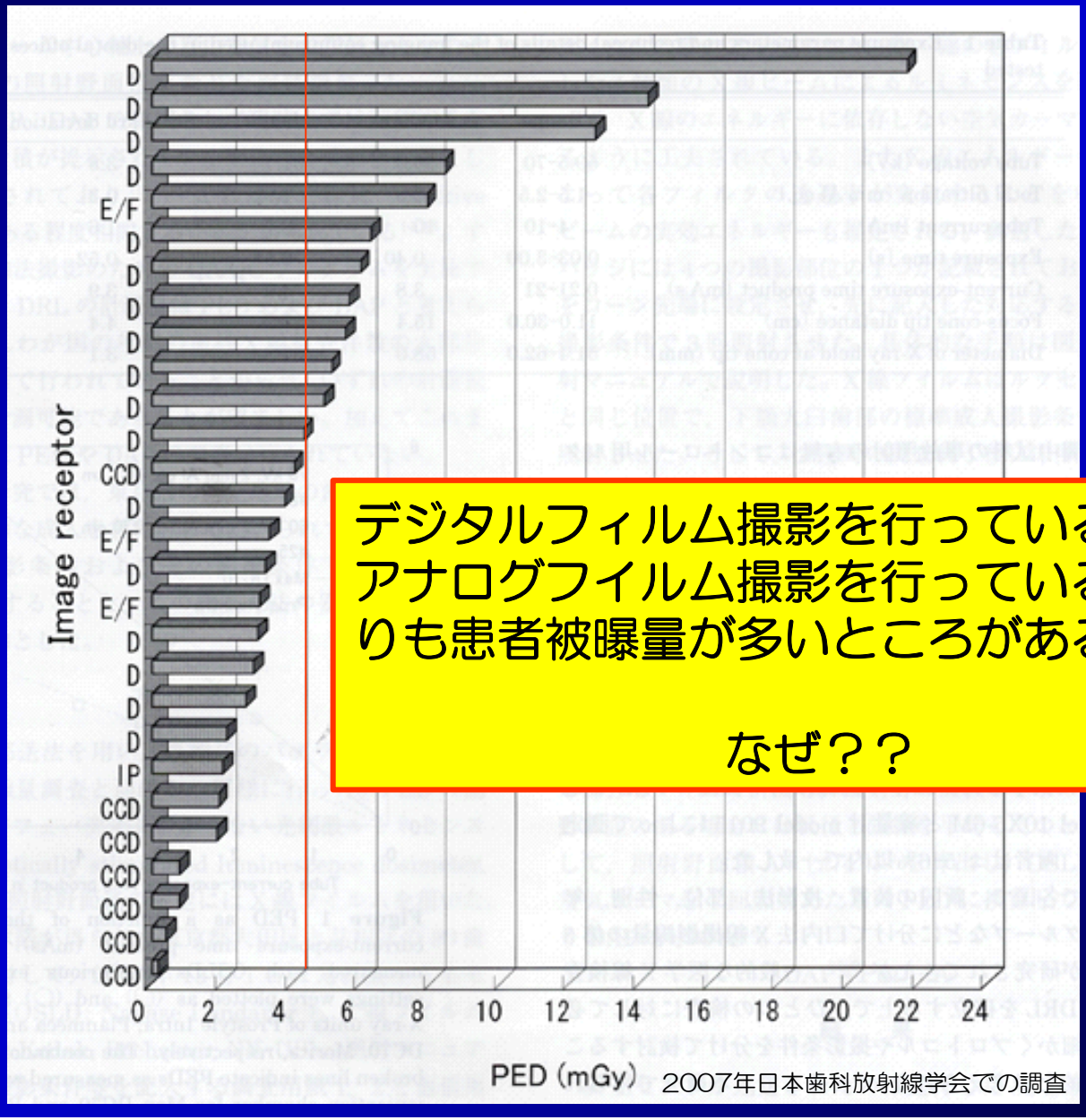


デジタルフィルム撮影がアナログフイルム撮影よりも患者被曝量が多い現状。

なぜ？？

2007年日本歯科放射線学会での調査

一般歯科診療所の患者被曝の現状（デンタル）



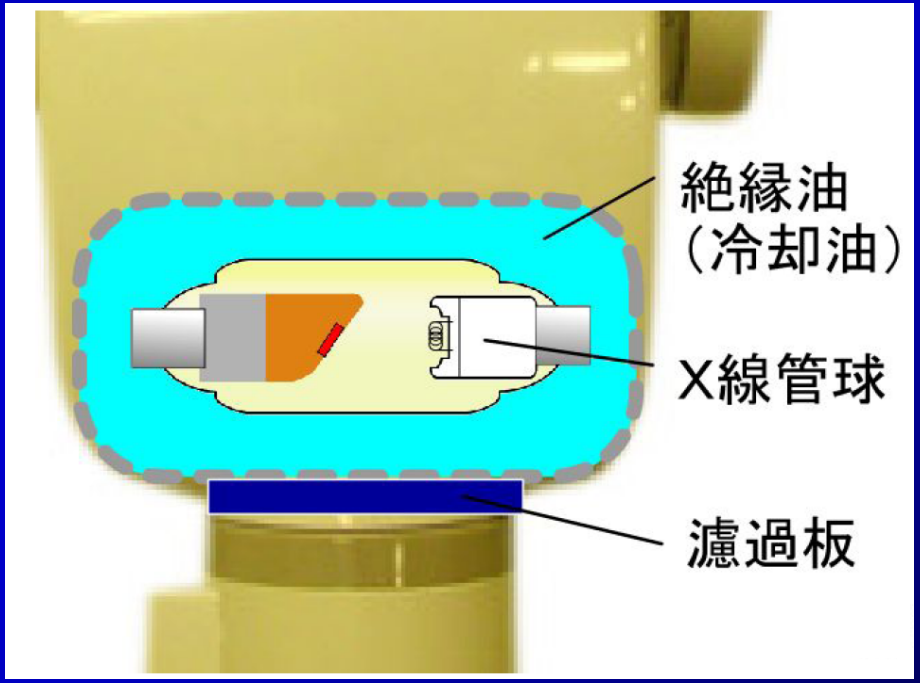
デジタルフィルム撮影を行っている施設がアナログフイルム撮影を行っている施設よりも患者被曝量が多いところがある。

なぜ？？

2007年日本歯科放射線学会での調査

フィルムを変えるだけではダメ。
それにあった撮影機器選択や機器の
チューニングが必要である。

歯科用エックス線撮影装置の構造



線質

線質とはエックス線の性質を表し、波長の短いものほど生体に悪影響の少ないエックス線である。

	性質		
	硬（良）	⟷	軟（劣）
エネルギー	大	⟷	小
波長	短	⟷	長
透過力	大	⟷	小

$$D=kV^2IZ$$

k：比例係数、V：管電圧、I：管電流、Z：ターゲットの原子番号

	管電圧		管電流		撮影時間		撮影距離		濾過板	
	高	低	高	低	長	短	長	短	厚	薄
線量	増	減	増	減	増	減	減	増	減	増
線質	硬	軟	不変	不変	不変	不変	不変	不変	硬	軟

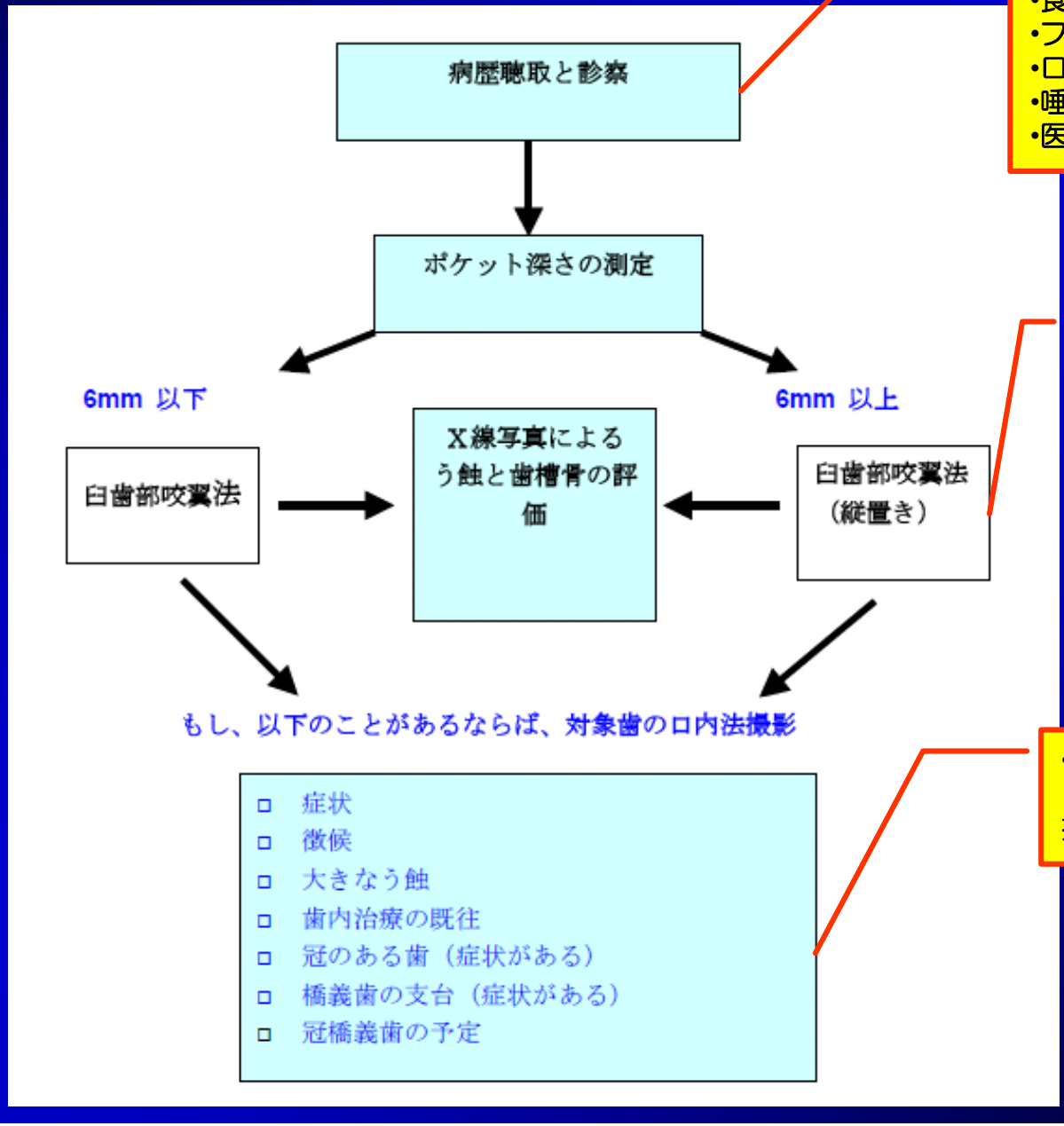
被曝を減らし、質の良いエックス撮影を行うためのポイント

- 感度の高いフィルムを使用・できればデジタル化
- 感電流を極力低く
- 照射時間を極力短く
- 撮影距離を短く
- 濾過板を厚く
- 年齢を配慮・妊婦は妊娠6ヶ月まで要注意
- プロテクター着用

放射線診療の進め方

（欧州歯科エックス線診療ガイドラインより）

新患（有歯顎）



- 歯学的病歴
- 食習慣
- フッ素使用状
- 口腔衛生状態
- 唾液
- 医学的病歴

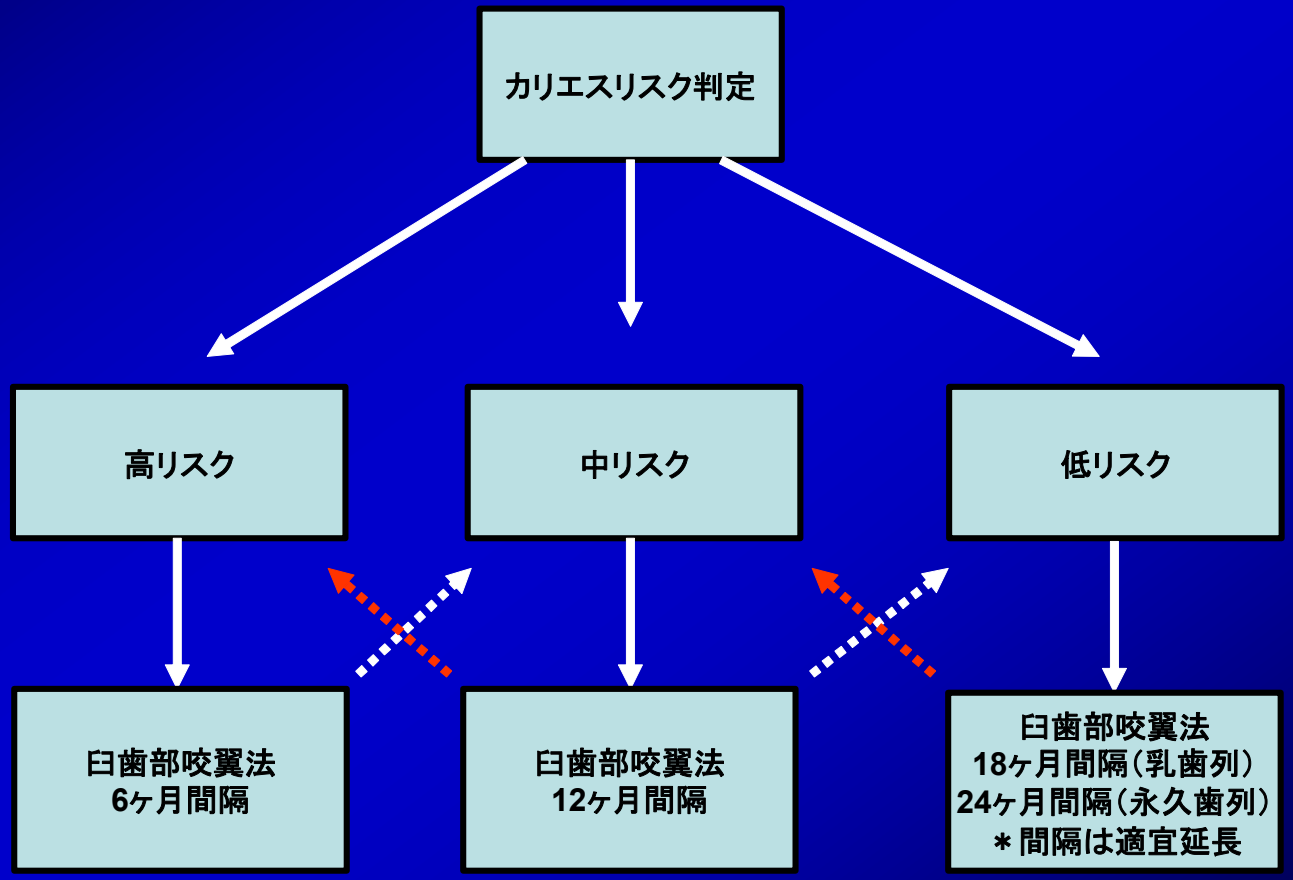
- カリエスリスクの判定

- 初回であればパノラマエックス線撮影の追加も可

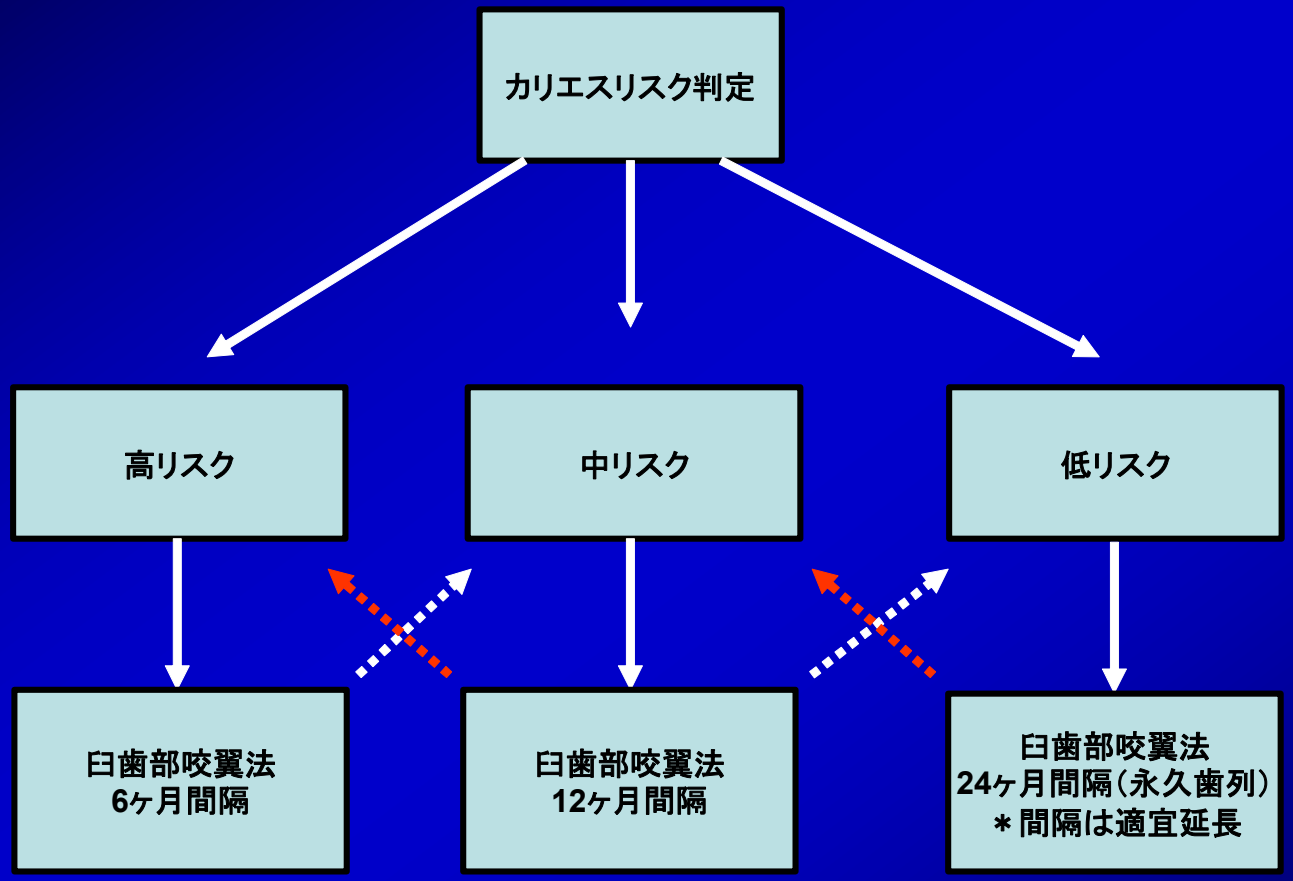
無歯顎者

- 何らかの臨床症状がない限り、エックス線撮影は許されない。
- インプラント予定の場合は例外である。

経過観察・リコール時（小児）



経過観察・リコール時（成人）



成人カリエスに対するエックス線撮影の診断上の利益を評価するエビデンスはないため、小児や若年者の研究データを参考に作成

歯周病

- エックス線撮影はもし患者の管理や予後を変えうる付加的な情報を与えるのであれば追加される。しかしながら、エックス線検査を強く勧める明らかなエビデンスはない。

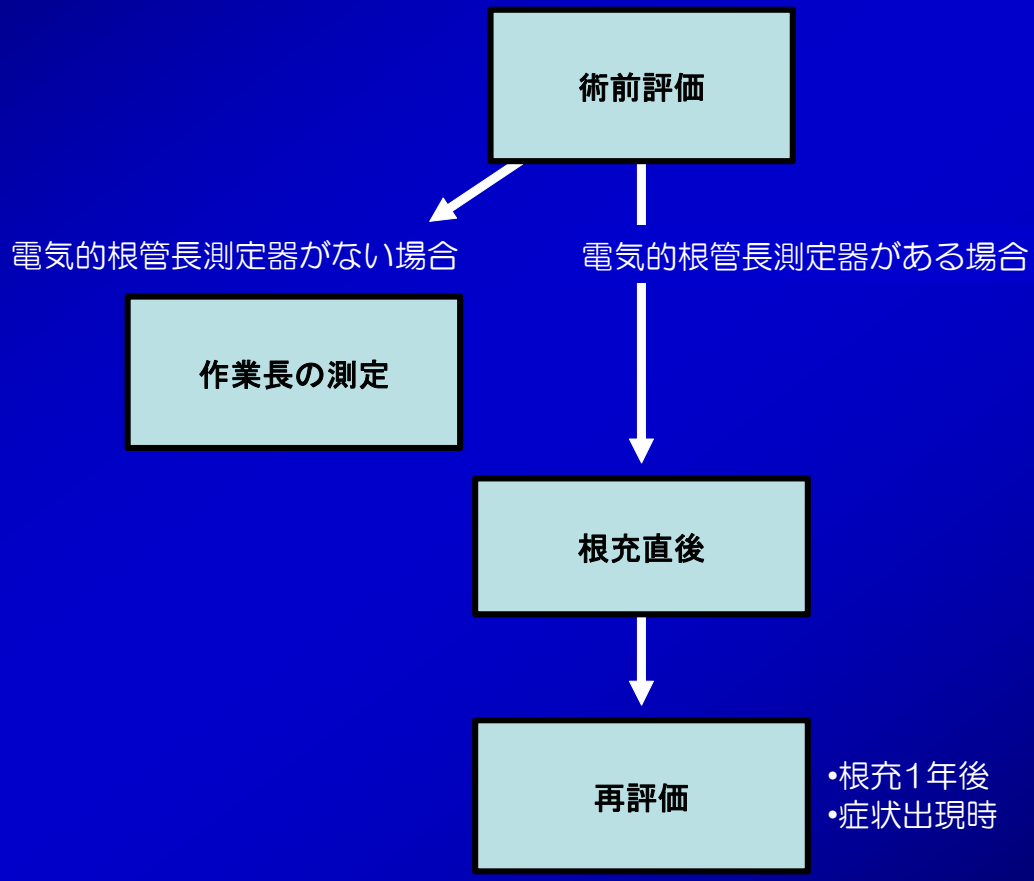
（日本歯周病学会ガイドライン）

- デンタルエックス線写真もしくはパノラマエックス線写真による検査を基本とし必要に応じて両者を組み合わせたり、撮影枚数を増減する。
- 歯周ー歯内病変が疑われるとき
- 咬合性外傷が疑われるとき

初診時：パノラマエックス線撮影を基本とし、必要に応じて口内法撮影を追加
再評価時：必要な部位を口内法撮影で評価

歯内療法

- 歯内治療における次の段階でエックス線撮影をすることを勧める。



インプラント

- 術前・術後の評価にはエックス線撮影による評価が必須

術前

- 1歯：口内法撮影とパノラマエックス線撮影、必要ならば CT
- 多数歯：CT

術後

- 無症状：1年後、1回/ 1-3年

画像検査時期と推奨される撮影法（日本歯科放射線学会）

初診時
- パノラマエックス線撮影
- 口内法撮影

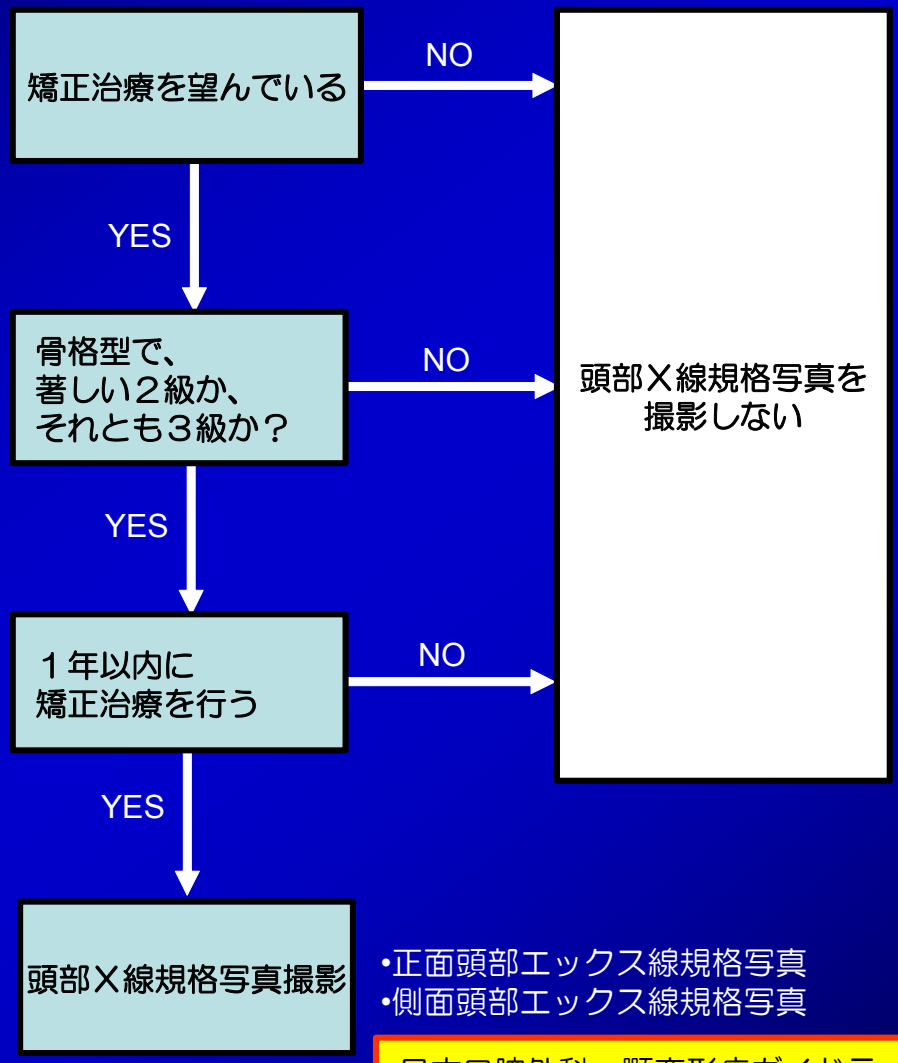
術前画像検査（ステントを用いる）
- 口内法撮影
- パノラマエックス線撮影
- 断層撮影
- CT（MDCT・SDCT）
- CBCT

１次手術終了時から２次手術直前
- 原則として撮影は行わない

２次手術終了時
- 口内法撮影（平行法）

経過観察時
- 口内法撮影（平行法）

矯正治療



•正面頭部エックス線規格写真
•側面頭部エックス線規格写真

日本口腔外科・顎変形症ガイドラインでは
外科的矯正時はCT撮影を推奨

妊婦に対するエックス線撮影

- 胎児に対する線量は低く、それゆえリスクは低いので、臨床的に正当化されるのであれば、妊娠している、あるいはその可能性がある婦人の歯科エックス線検査が禁忌となることはない。
- 鉛の防護エプロンを使用する必要はない。しかし、鉛エプロンの使用はいくつかの国においては患者を安心させるという理由で勧告され続けている。
- パノラマX線撮影の場合は物理的に撮影を妨げ画像の質を落とすので推奨しない（今までプロテクターをして診断に影響がなかった施設はあえてプロテクターをやめる必要はない←精神的影響を配慮・脊髄線量の軽減を考慮）

1：撮影が必要な検査であること（正当化）
2：できる限り線量を落とす努力がされていること（最適化）

エックス線検査を説明する際のポイント

「患者さんの不安・関心や理解力の程度に応じた説明を行うことが重要」

（1）検査のベネフィットを説明する

（2）検査の線量を説明する

（3）検査のリスクを説明する

（4）言葉の選ぶ

＊医師が検査の正当化を判断した根拠として，病気の発見，治療に不可欠な検査であることや，受けないで生じるリスク（不安，不適切な治療，状態の悪化など）について説明する。

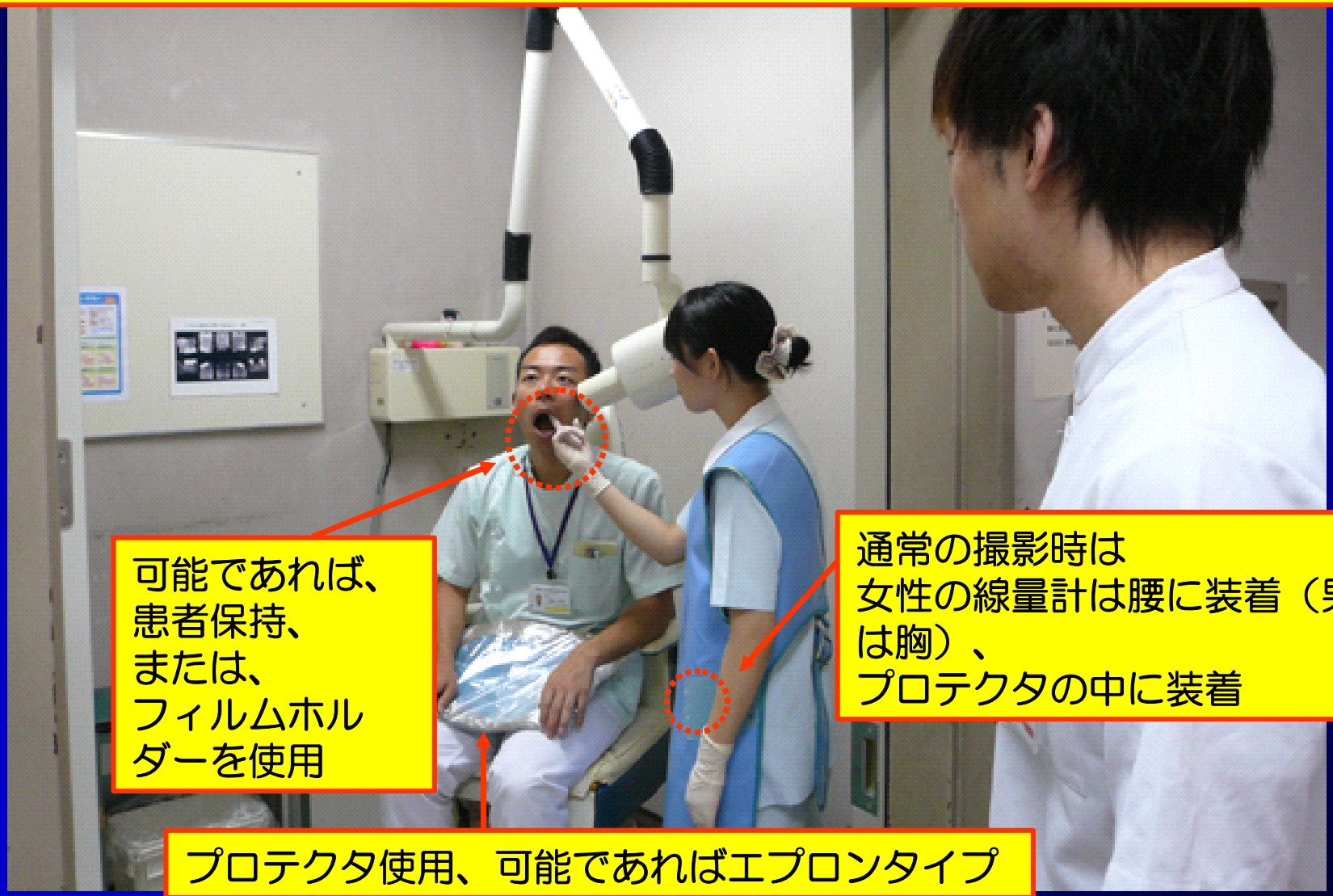
60歳代以上の患者では，医療被曝への懸念が強い。

母親のグループでは，小児の年齢に応じて必要と思われる検査に対しては高い受容率を示した。

答え合わせ

答え合わせ

エックス線の介助は付き添いの方、または、ご家族にして頂くのが原則です。
衛生士さんに頻繁介助させている施設は衛生士さんを放射線診療業務者として扱うこと。



可能であれば、
患者保持、
または、
フィルムホル
ダーを使用

通常の撮影時は
女性の線量計は腰に装着（男性は胸）、
プロテクタの中に装着

プロテクタ使用、可能であればエプロンタイプ

放射線診療に適応される法令

- *医療法（厚生労働省）*
  - 医療を提供する体制の確保を図り、もって国民の健康の保持に寄与する。
- *労働安全衛生法（厚生労働省）*
  - 職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進する。
- *放射線障害防止法（文部科学省）*
  - 放射線障害を防止し、公共の安全を確保する。

	医療法	労働安全衛生法	放射線障害防止法
エックス線装置	○	○	
診療用高エネルギー放射線発生装置	○	○	○
診療用放射線照射装置	○	○	○
診療用放射線照射器具	○	○	○
診療用放射性同位元素	○	○	

医療法

許容される被曝線量

等価線量限度

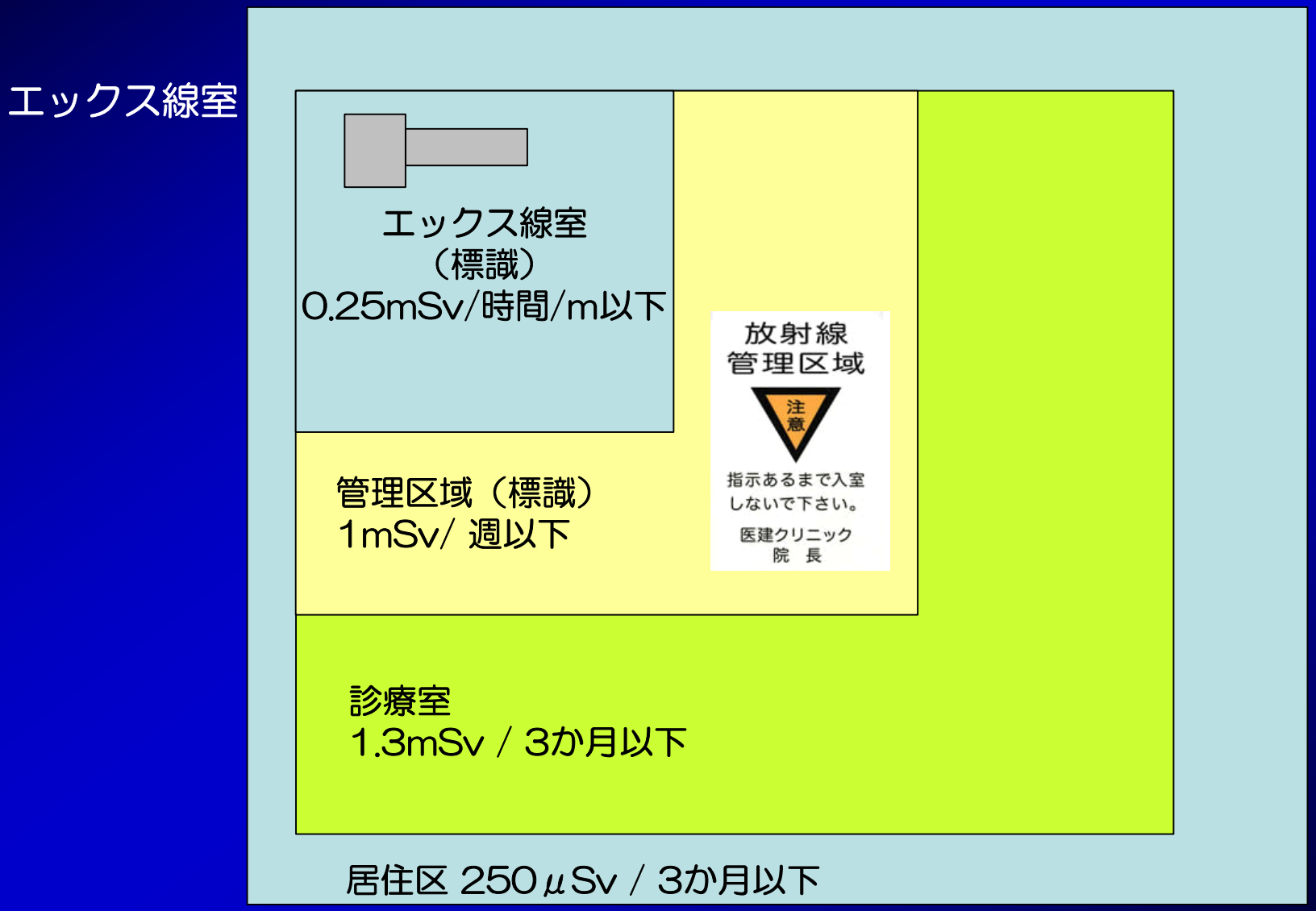
水晶体　150mSv / 年を超えない線量
皮膚　　500mSv / 年を超えない線量
妊娠中の女性の腹部表面　　2mSv / 妊娠中を超えない線量

実効線量限度

100mSv / 5年、かつ50mSv / 年を超えない線量
妊娠の可能性のある女性 5mSv / 3か月を超えない線量
妊娠中の女性の内部被曝 1mSv / 妊娠期間を超えない線量

緊急作業時の被爆はこれに限らない

診療室に関する法令



新設、増設、届け出事項の変更は設置後10日以内に保健所（都道府県知事）に届け出る。

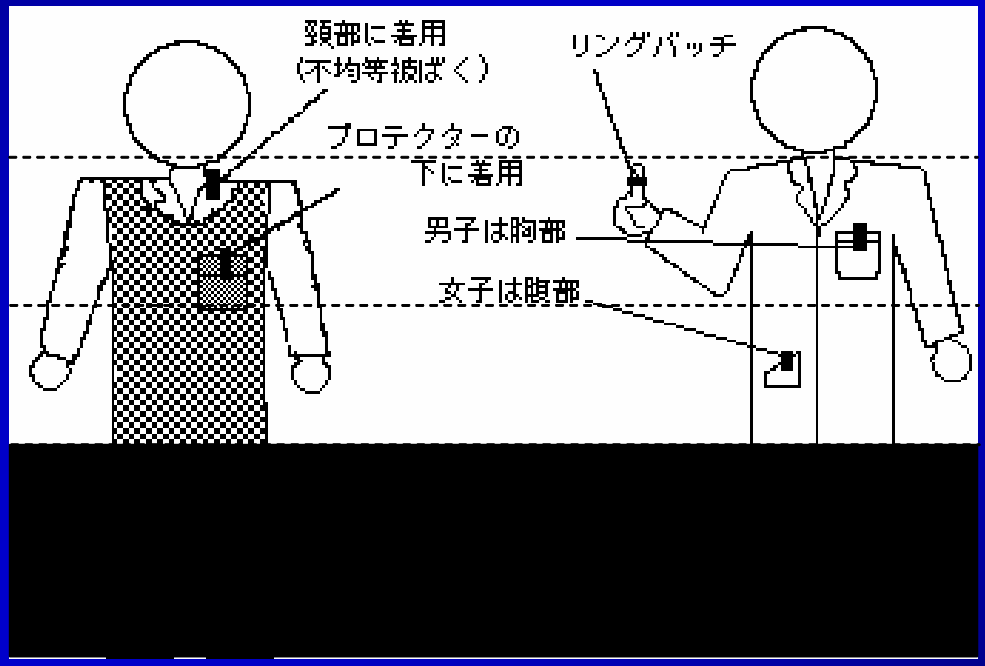
モニタリングするための道具

環境

	電離箱式	ｶﾞｲｶﾞｰ･ミュラー管式	シンチレーション式
対象	エックス線、γ線	エックス線、γ線、β線	エックス線、γ線
特徴	電離作用 エネルギー依存小	電離作用 エネルギー依存中	蛍光作用 エネルギー依存大

モニタリングに関する法令

個人



使用時間記録

１週間の延べ使用時間を台帳記入し、台帳は１年で閉鎖、閉鎖後2年間保管

モニタリングするための道具

個人

	フィルムバッチ	ガラスバッチ	ポケット線量計	熱蛍光線量計
対象	エックス線、γ線	エックス線、γ線	エックス線、γ線	エックス線、γ線
特徴	写真作用 エネルギー依存大	電離作用 エネルギー依存中	電離作用 エネルギー依存小	蛍光作用 エネルギー依存中

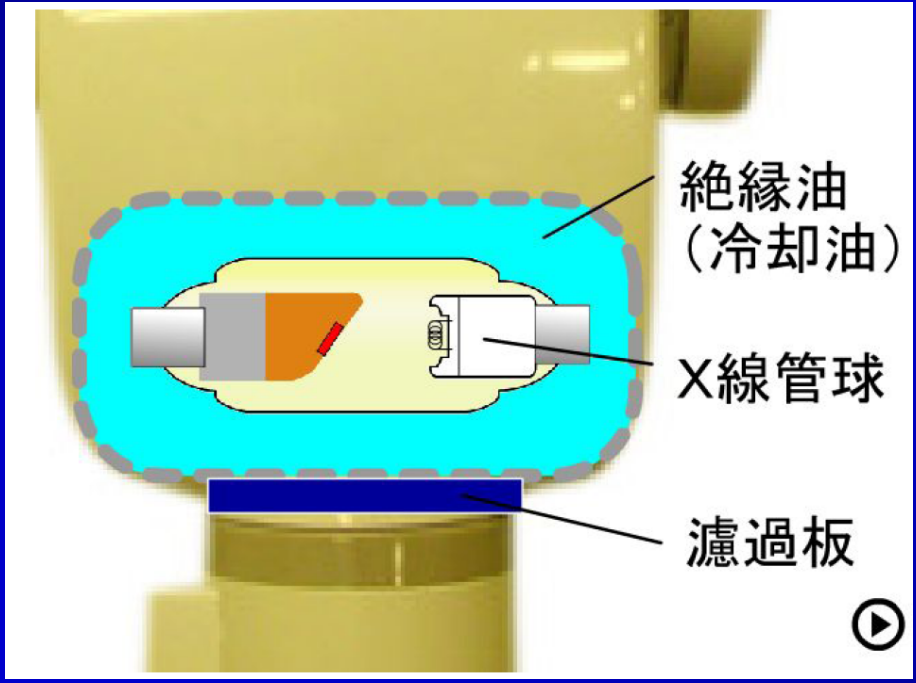
撮影装置に関する法令

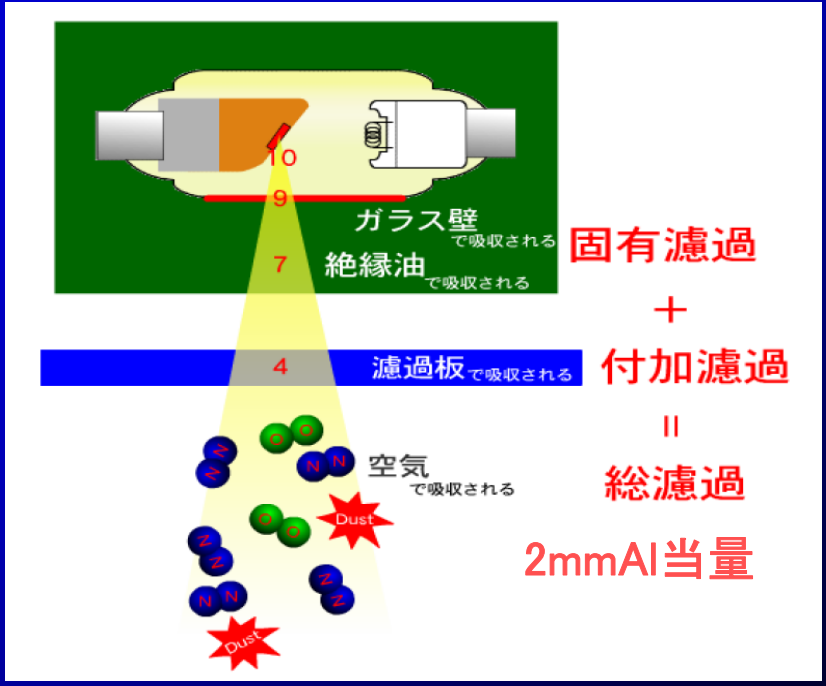
総濾過：アルミニュウム等量で2.0mmになる様に付加濾過を付する
照射野：直径6cm以下
焦点－皮膚間距離：15cm以上（管電圧70kV以下またはパノラマ）、
20cm以上（管電圧70kV以上またはポータブル）

なぜ、付加ろ過を付する必要がある？

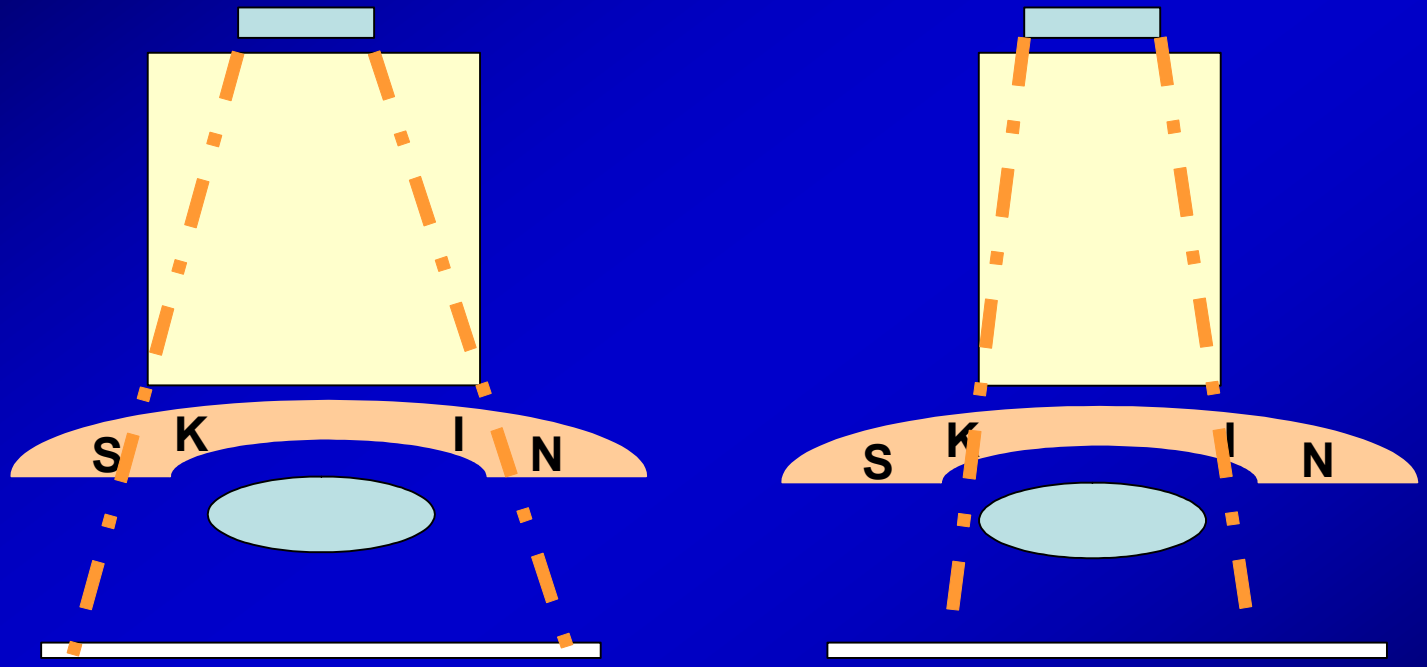
- エックス線の性質

	性質		
	硬（良）	⟷	軟（劣）
エネルギー	大	⟷	小
波長	短	⟷	長
透過力	大	⟷	小





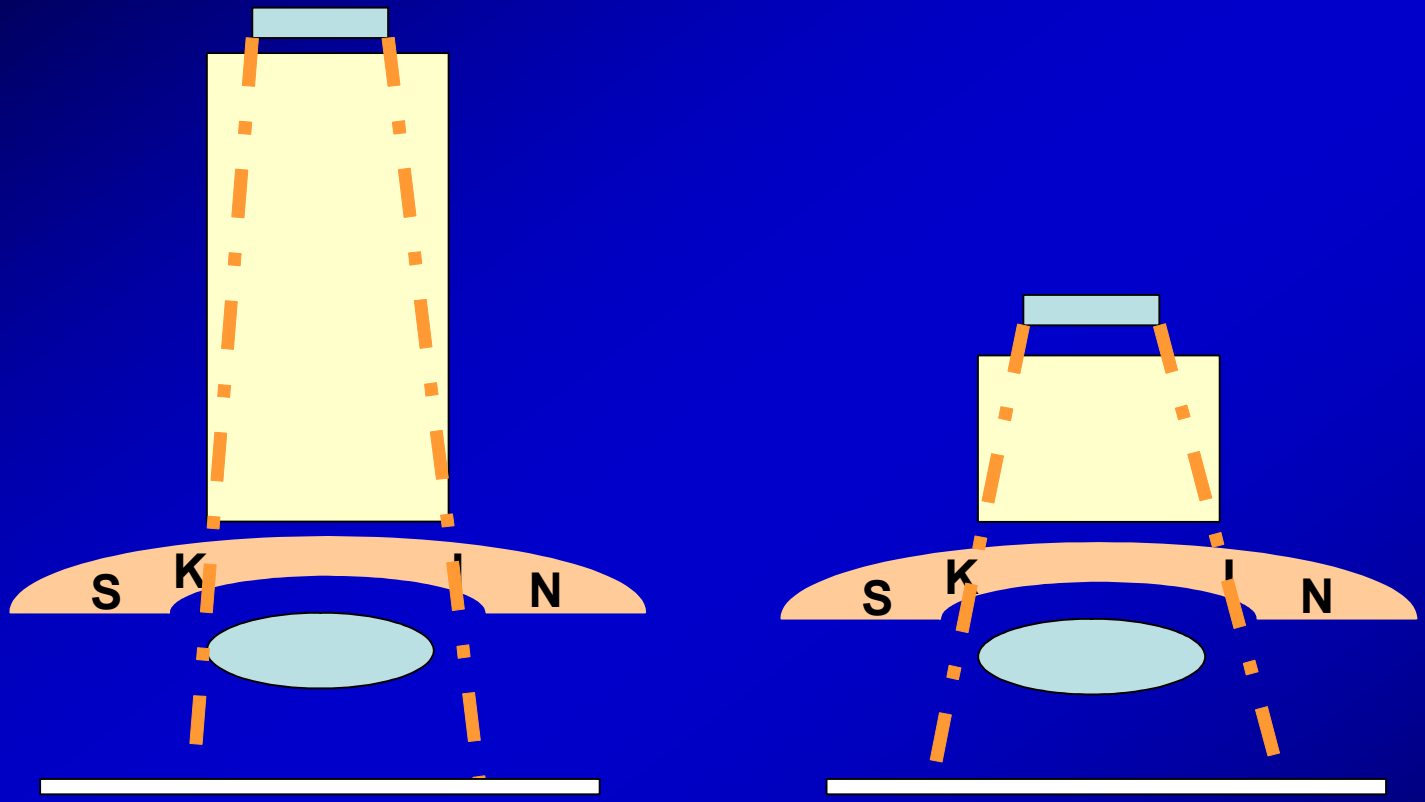
なぜ、照射野は小さい方がよい？



・不要な部位の被曝が減る

・同じ線量を投入した場合、被写体に投入されるエックス線が増え、鮮鋭な画像になる

なぜ、焦点ー皮膚間距離は長い方がよい？



・不要な部位の被曝が減る

・同じ線量を投入した場合、被写体に投入されるエックス線が増え、鮮鋭な画像になる

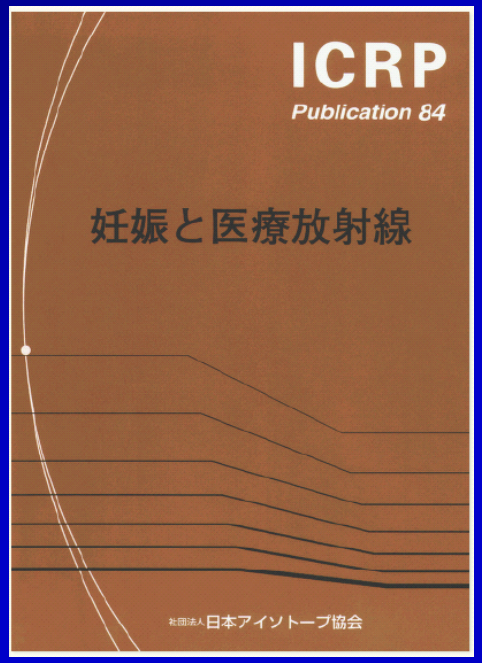
健康管理に関する法令

適用法	時期	内容
医療法	規定なし	
労働安全衛生法	雇入れ又は当該業務に配置替えの際 その後６月以内ごとに１回	問診、白血球数及び白血球百分率、赤血球数及び血色素量又はヘマトクリット値、白内障、皮膚

診療従事者の質の確保のための法令

適用法	教育訓練の内容	教育時期
医療法	規定なし	
労働安全衛生法	透過写真撮影業務特別教育 （4科目、4時間30分）	エックス線装置またはガンマ線照射装置を用いる透過写真撮影業務に労働者を就かせるとき

おすすめの書籍


ICRP
Publication 84
妊娠と医療放射線
日本アイソトープ協会

新版 歯科診療における
放射線の管理と防護
人体への影響の正しい知識と理解

歯・顎顔面検査法