

甲状腺癌を治すための 放射性ヨウ素治療とは？

金沢大学附属病院 核医学診療科
若林 大志

1

本日のお話

1. 核医学治療
2. 放射性ヨウ素治療

2

本日のお話

1. 核医学治療
2. 放射性ヨウ素治療

3

核医学とは

- 放射性医薬品：放射性核種で標識した薬剤
- 診断・治療を行う放射線医学の一分野

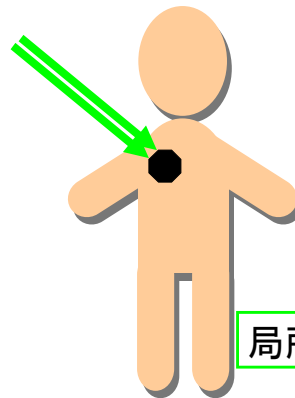
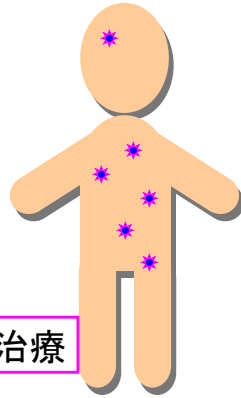


4

一般的な放射線治療との違い

核医学治療
(内照射)

一般的な放射線治療
(外照射)



全身の治療

局所の治療

5

放射線の核医学への応用

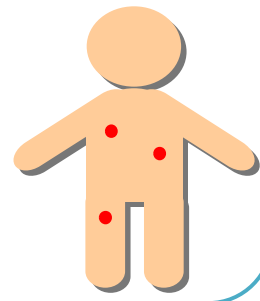
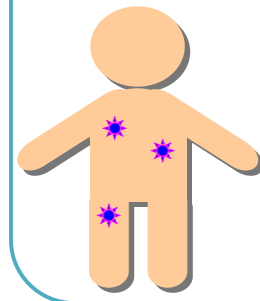
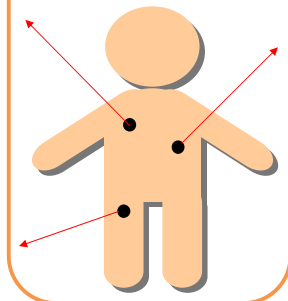
核医学診断

核医学治療

ガンマ線

ベータ線

アルファ線



組織内飛程: 突き抜ける

数mm

数十 μ m

殺細胞作用: 小

中

大

6

核医学治療の例

対象疾患	診断	治療	治療の保険収載
甲状腺癌	ヨウ化ナトリウムカプセル(¹³¹ I)	ヨウ化ナトリウムカプセル(¹³¹ I)	1980年代～
悪性リンパ腫	ゼヴァリンインジウム(¹¹¹ In) 静注用セット (¹¹¹ In-Ibritumomab tiuxetan)	ゼヴァリンイットリウム(⁹⁰ Y) 静注用セット (⁹⁰ Y-Ibritumomab tiuxetan)	2008年～
前立腺癌の骨転移	テクネMDP注射液、 クリアボーン注 (^{99m} Tc-MDP、 ^{99m} Tc-HMDP)	ゾーフィゴ静注 (²²³ Ra)	2016年～
神経内分泌腫瘍	オクトレオスキャン静注用セット (¹¹¹ In-Pentetreotide)	ルタテラ静注 (¹⁷⁷ Lu-DOTATATE)	2021年～
褐色細胞腫	ミオMIBG-I123注射液 (¹²³ I-MIBG)	ライアットMIBG-I131静注 (¹³¹ I-MIBG)	2021年～

※現在、日本で保険診療の下で行われているもの

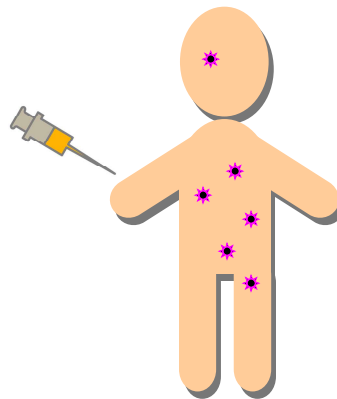
ベータ線+ガンマ線
ガンマ線

ベータ線
アルファ線

7

核医学治療

- 目的とする組織に**選択的に**集まる性質を持つ放射性医薬品を投与し、目的とする組織を体内から放射線照射する治療
- 他の呼び方
 - 内用療法
 - 内照射治療
 - アイソトープ治療
 - ラジオアイソトープ治療
 - RI治療
 - 放射性同位元素内用療法 など



8

核医学治療の特徴

- 治療薬を投与すると、薬剤が病変に集まって放射線照射してくれるので、、、
 - 多発病変、微小病変が得意
 - どこに存在するのか分かっていない病変の治療もできる
- 組織内飛程が短いので、大きな病変の治療は苦手
 - 組織内飛程: α 線 ~ 数十 μ m
 - β 線 ~ 数mm

9

第4期がん対策推進基本計画（2023年）

（イ）放射線療法について

（現状・課題）

国は、がんに対する質の高い放射線療法を安全に提供するため、専門的な知識及び技能を有する医師等の医療従事者の配置や、リニアック等の機器の整備を推進し、拠点病院等を中心に、強度変調放射線治療（IMRT：Intensity Modulated Radiation Therapy）を含む放射線療法の適切な実施体制の整備を進めてきた。また、粒子線治療や核医学治療（RI：Radioisotope 内用療法等）、ホウ素中性子捕捉療法（BNCT：Boron Neutron Capture Therapy）等の新しい放射線療法について、保険適用が拡大されたほか、それらに対応できる放射線治療病室の整備に向けて、診療報酬上の要件を見直す等、取組を進めてきた。

厚生労働省ホームページより <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000183313.html>

10



核医学診療推進国民会議
National Conference for Nuclear Medicine Theranostics Medicine

核医学診療推進国民会議


核医学治療をご存じですか？
～核医学診療推進国民会議を設立した理由～

核医学診療では、診断や治療のために、放射線を出す医薬品を用います。診断でも治療でも、患者さん本人にも周囲の人たちにも影響がでないような量で行われます。治療は核医学治療・アイソトープ（R I）内用療法などと呼ばれ、抗がん剤を用いて行う化学療法と比べると、体への負担は非常に小さく、ほとんど苦痛を伴いません。また、正常な細胞への影響が少なく、他に治療手段のないがん疾患で大きな治療効果が期待できます。

しかし日本では、複数の規制法令が複雑に関係することなどから、新しい核医学診断や治療の導入が、ヨーロッパや米国と比べ非常に遅れています。治療の面では、アジアの国々と比べても遅れているのが現状で、核医学治療を受けるために海外に渡航される事例が近年徐々に多くなってきました。

このような事態の解消のために、これまでは国や関連省庁への陳情を医師や患者団体が個々に行ってきました。私たちは、核医学診療環境の改善と適正な核医学診療の推進を図り、世界で行われている核医学診療を速やかに国内に導入するために、患者・医師・関係者が一つになって活動する"核医学診療推進国民会議"を設立しました。賛同いただける企業、団体、個人の皆様のご参加をお待ちしております。

参考：核医学診療推進国民ホームページ (<https://www.ncnmt.jp>)



本日のお話

1. 核医学治療
2. 放射性ヨウ素治療

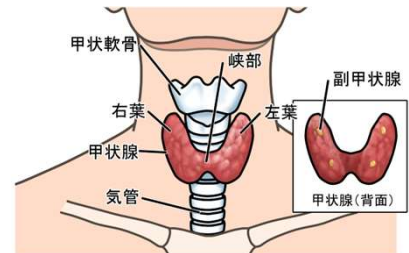
甲状腺悪性腫瘍の分類

- 分化型甲状腺癌(全体の90~95%)

- 乳頭癌
- 濾胞癌

放射性ヨウ素治療の適応

- 低分化癌
- 未分化癌
- 髄様癌
- 悪性リンパ腫



甲状腺の位置

放射性ヨウ素が集積する疾患が適応

ヨウ化ナトリウムカプセル



〈甲状腺癌及び転移巣の治療〉

本品を1回あたり1.11~7.4GBq経口投与する。一定の期間後症状等を観察し、適宜再投与する。



PDRファーマ株式会社ホームページより <https://www.pdradiopharma.com/products/1046/>

放射性ヨウ素治療

名称

- ヨード治療
- I-131 治療
- 放射性ヨード治療
- 放射性ヨウ素内用療法
- ラジオアイソトープ治療
- 甲状腺ヨード内服照射 など

15

ヨウ素 (iodine)

- 原子番号 : 53
- ヨウ素の同位体
 - I-123 : ガンマ線を放出
 - I-127 : 唯一の安定同位体
 - I-131 : ベータ線 (治療用) とガンマ線 (診断用) を放出
- 生物学的性質
 - 甲状腺ろほう細胞および甲状腺ろほう細胞由来の病変に取り込まれる
 - 甲状腺ホルモンの原料

16

甲状腺乳頭癌のリスク分類と治療



サイログロブリン (Tg) は、正常な甲状腺細胞や甲状腺がん細胞によって作られるタンパク質で甲状腺がんの腫瘍マーカーとして使用される。 甲状腺腫瘍診療ガイドライン2024 第41巻増刊号(通巻181号)2024年4月25日発行

甲状腺乳頭癌のリスク分類と予後

リスク分類	リスク分類の要件
超低リスク	T1aN0M0
低リスク	T1bN0M0
中リスク	超低、低、高リスクのいずれにも該当しない
高リスク 若年者 (<55歳)	1) T>4cm 2) Ex2a以上 3) N1a-2またはN1b-2(転移リンパ節の最大径が3cmを超える、または節外浸潤あり)
高リスク 若年者 (55歳≤)	4) M1 上記のうち1項目を満たす症例

予後 (再発率、癌死)



腫瘍の程度

- 「T」は、腫瘍(Tumor)の大きさや広がり程度の示す指標
- 「N」は、リンパ節(Node)への転移の有無や広がりを表す指標
- 「M」は、遠隔転移(Metastasis)の有無を示す指標。がんが原発部位(最初に発生した場所)から離れた他の臓器や部位に広がっているかどうかを表す。

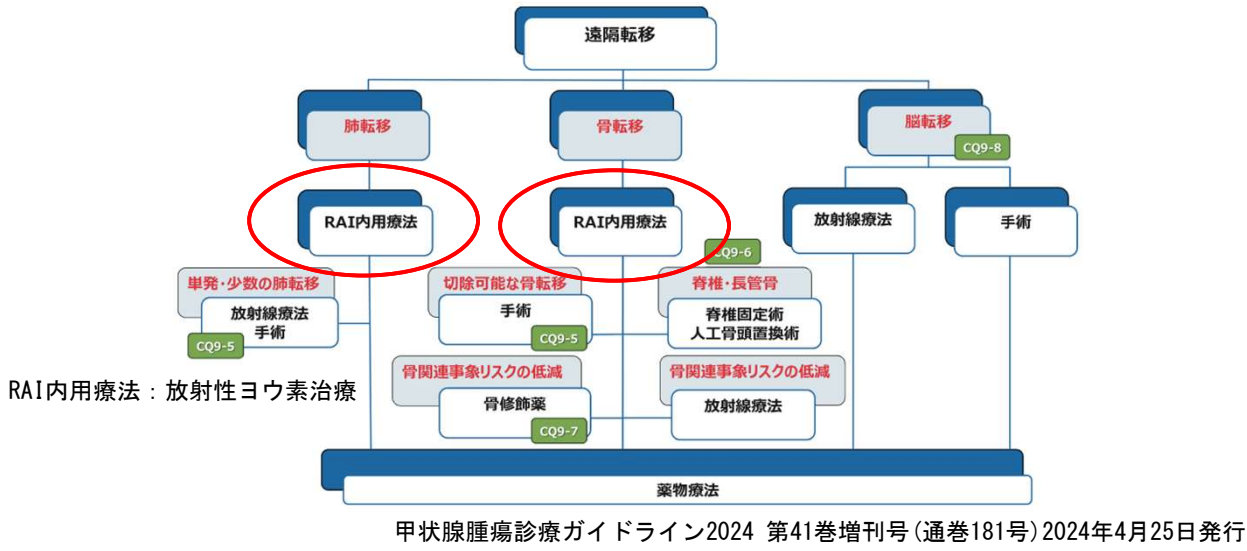
19

放射性ヨウ素治療の意義

	アブレーション	補助療法	治療
対象と意図	残存腫瘍がないと考えられる患者における正常ろほう細胞除去	画像診断で確認できないが、顕微鏡的な残存腫瘍が存在すると考えられる患者におけるがん細胞の破壊	肉眼的残存腫瘍や遠隔転移が存在するがん細胞の破壊
目的	経過観察の単純化	再発の予防、遅延	顕在する癌の治療
投与量	1,110MBq (30mCi)	3,700-5,550MBq (100-150mCi)	3,700-7,400MBq (100-200mCi)
諸外国	積極的に行われていた	積極的に行われる	積極的に行われる
日本	行わない	行われることがある	積極的に行われる
リスク分類	低リスク(~中リスク)	中リスク・高リスク	高リスク

20

遠隔転移の治療方針



ヨウ化ナトリウムカプセル

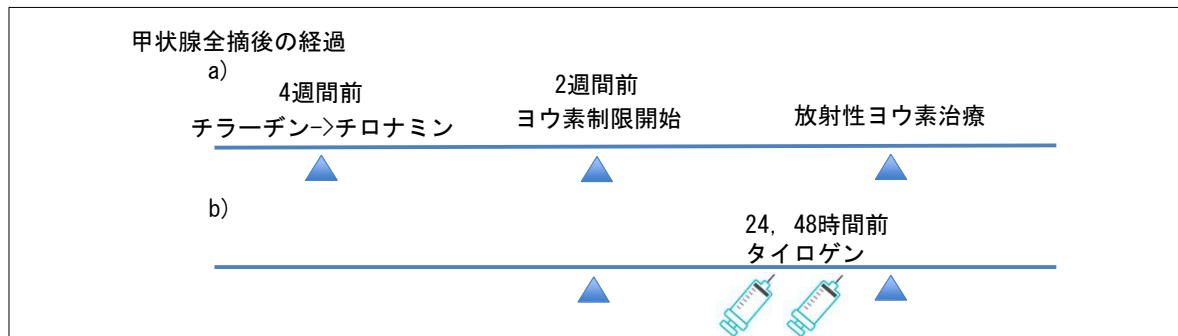


37MBq 111MBq 185MBq 1,110MBq 1,850MBq

PDRファーマ株式会社ホームページより
<https://www.pdradiopharma.com/hcw/list/therapeutic/>

治療準備（甲状腺全摘出後）

- 1) ヨウ素制限
- 2) 甲状腺刺激ホルモン上昇
 - a) 古典的 甲状腺ホルモン休薬法
 - b) 遺伝子組み換えヒト型甲状腺刺激ホルモン製剤（タイロゲン）




23

治療準備：1)ヨウ素制限

- 海藻類に含まれるヨウ素を材料として甲状腺ホルモンの合成
- 甲状腺検査前に多くのヨウ素を含む食事をすると放射性ヨウ素が取り込まれなくなる


ヨウ素制限が一番重要！

24



環境省
Ministry of the Environment

ヨウ素制限



金沢大学
KANAZAWA


● ヨウ素 = 甲状腺ホルモンの原料

1食の摂取量	含まれるヨウ素量
昆布の佃煮 (5~10g)	10~20mg
昆布巻き (3~10g)	6~20mg
ひじき (5~7g)	1.5~2mg
わかめの吸い物 (1~2g)	0.08~0.15mg
海苔2分の1枚 (1g)	0.06mg
昆布だし (0.5~1g)	1~3mg
寒天 (1g)	0.18mg

ヨウ素摂取量
食事摂取基準2015年版

推定平均必要量：0.095mg
推奨量：0.13mg


・日本人の摂取量は
推定約1~3mg/日



放射性ヨウ素治療 目安は0.05mg/日以下


出典：Zava TT, Zava DT, Thyroid Res 2011; 4 : 14.、「日本人の食事摂取基準（2015年版）策定検討会」報告書 厚生労働省、スーパー図解 甲状腺の病気、法研究

環境省ホームページより <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisoshiryo/h29kiso-03-07-16.html>





環境省
Ministry of the Environment


ヨウ化ナトリウムカプセル





金沢大学
KANAZAWA











37MBq

111MBq

185MBq

1,110MBq

1,850MBq

ヨウ素の含有量

370MBq中にヨウ素0.001mg

3700MBq中にヨウ素0.010mg

PDRファーマ株式会社ホームページより
<https://www.pdradiopharma.com/hcw/list/therapeutic/>

2週間のヨウ素制限食



一般社団法人 **日本核医学会**
JSNM Japanese Society of Nuclear Medicine

低ヨウ素食パンフレットご提供のごあいさつ

日本核医学会ホームページより
<https://jsnm.org/archives/4315/>

CG コスミック コーポレーション

ヨウ素制限食品 ヨードライトC[®]5日間セット (10食分)

セット内容



ヨウ素制限食とは、甲状腺関連疾患で治療上、厳しいヨウ素制限の必要な方が、自宅や職場で手軽にできるように開発されたレトルトセットです。
ヨードライトC[®]は、日本核医学会より推薦を得ているヨウ素制限食セットです。

日本核医学会推薦

- ・ヨウ素含有量が非常に少ない
- ・お湯で温めるだけのレトルトパック

株式会社コスミックコーポレーションホームページより
<https://www.cosmic-jpn.co.jp/consumer/>

治療準備： 2) 甲状腺刺激ホルモン上昇

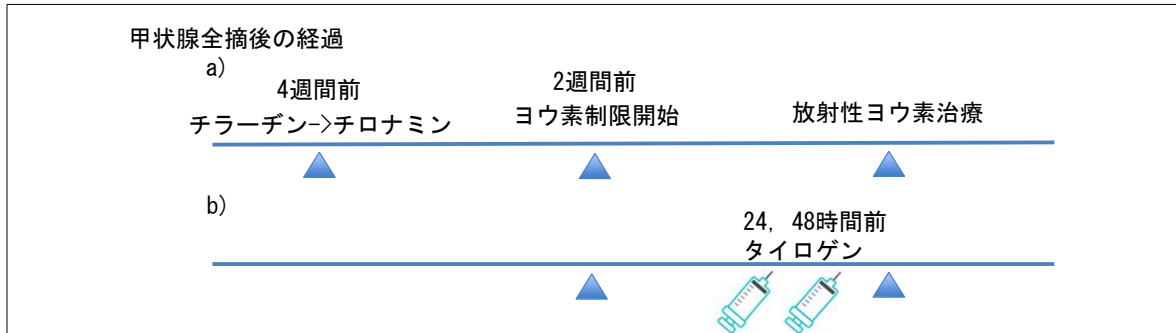
- ・甲状腺刺激ホルモンとナトリウム・ヨウ素共輸送体の関係
甲状腺刺激ホルモンは甲状腺の機能を調節する重要なホルモンで、下垂体から分泌

甲状腺刺激ホルモンが甲状腺に作用すると、以下の効果：

1. ナトリウム・ヨウ素共輸送体の発現増加
2. ナトリウム・ヨウ素共輸送体の活性化
3. ヨウ素の取り込み促進

治療準備（甲状腺全摘出後）

- 1) ヨウ素制限
- 2) 甲状腺刺激ホルモン上昇
 - a) 古典的 甲状腺ホルモン休薬法
 - b) 遺伝子組み換えヒト型甲状腺刺激ホルモン製剤（タイロゲン）



29

放射性ヨウ素治療の副作用

- **唾液腺障害** 耳下腺や顎下腺の腫脹と疼痛が投与翌日～数日以内に認められます。また味覚障害がくる場合もあります。
- **消化管障害** 嘔気や食欲低下を来たす場合もあります。当院では予防的に吐き気止めを内服してもらっています。
- **骨髄障害** 一過性の軽度造血機能低下が起こるが、早期に回復します。
- **不妊** ガイドライン上少なくとも半年間は妊娠は避け、避妊する必要があります。
- **二次性発がん** 何回も継続治療を行うことで二次発がんの危険性があります

30

放射性ヨウ素が集積しなくなる場合

- 分化型甲状腺癌(全体の90~95%)
 - 乳頭癌
 - 濾胞癌
- 放射性ヨウ素治療
の適応

放射性ヨウ素が集積する疾患が適応



放射性ヨウ素が集積しなくなった場合は次の治療選択

31

まとめ

- 放射性医薬品を用いた核医学治療の紹介と現状
- 甲状腺癌治療に関する放射性ヨウ素治療
 - 治療の意義
 - 治療前の準備
 - 治療

32