

# JASTRO

# X

# COVID-19

5/14-28  
7PM JST





**JASTRO**

5/14/20  
7PM JST

**X**

**COVID-19**

# JASTRO x COVID-19 : 敵を知る



免疫学の観点より (5/14 #004)

平野 俊夫先生 (QST理事長/前大阪大学総長)



公衆衛生の観点より (5/21 #005)

渋谷 健司先生 (King's College London 教授)



感染症医の観点より (5/28 #006)

高山 義浩先生 (沖縄県立中部病院感染症内科)

# JASTRO x COVID-19

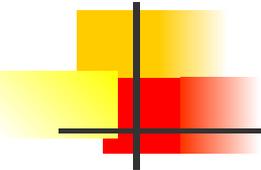
## 重粒子線治療

---

国立研究開発法人

量子科学技術研究開発機構 QST病院

若月 優

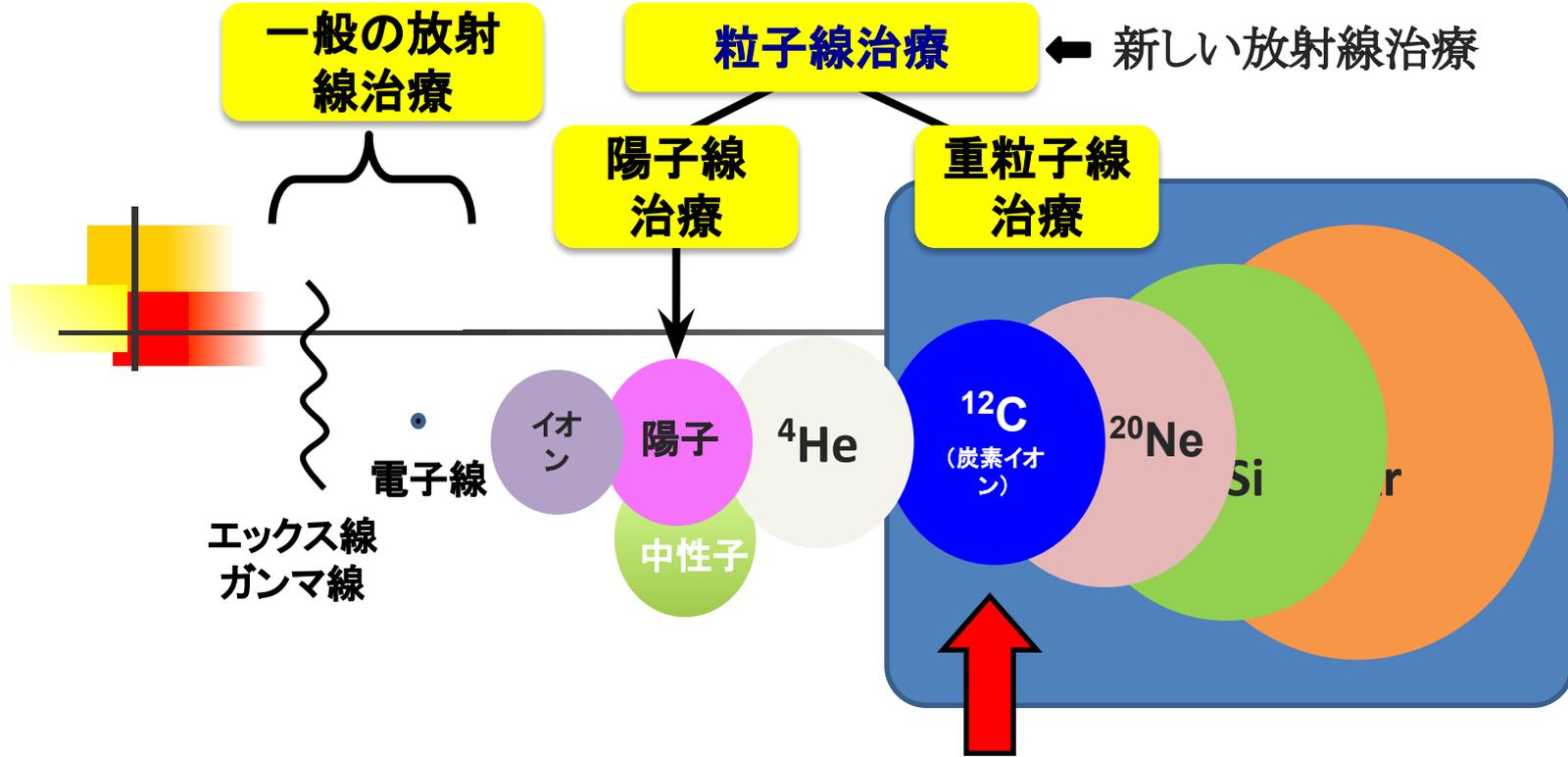


# 今日の内容

---

1. 重粒子線治療の基本
2. 当院(QST病院)における取り組み
3. アフターコロナの重粒子線治療

# 放射線治療の分類

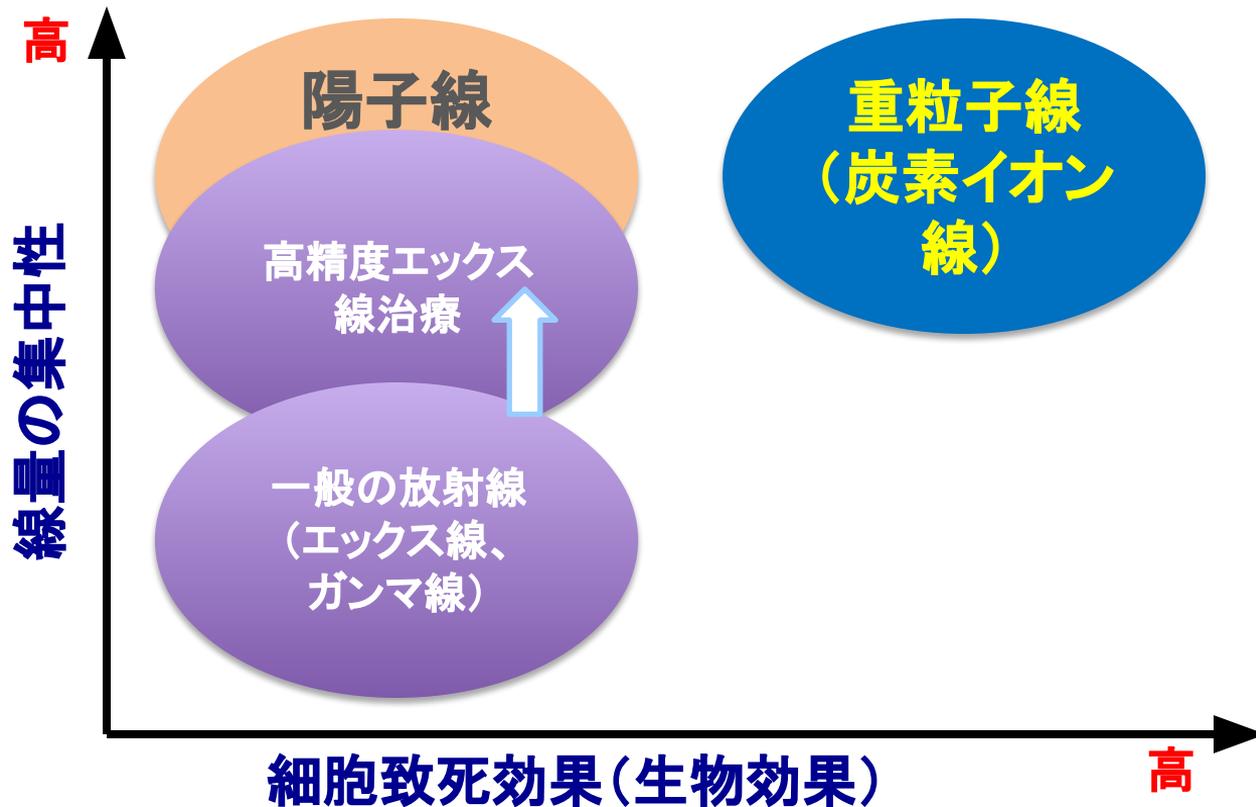


# 重粒子線治療の特徴

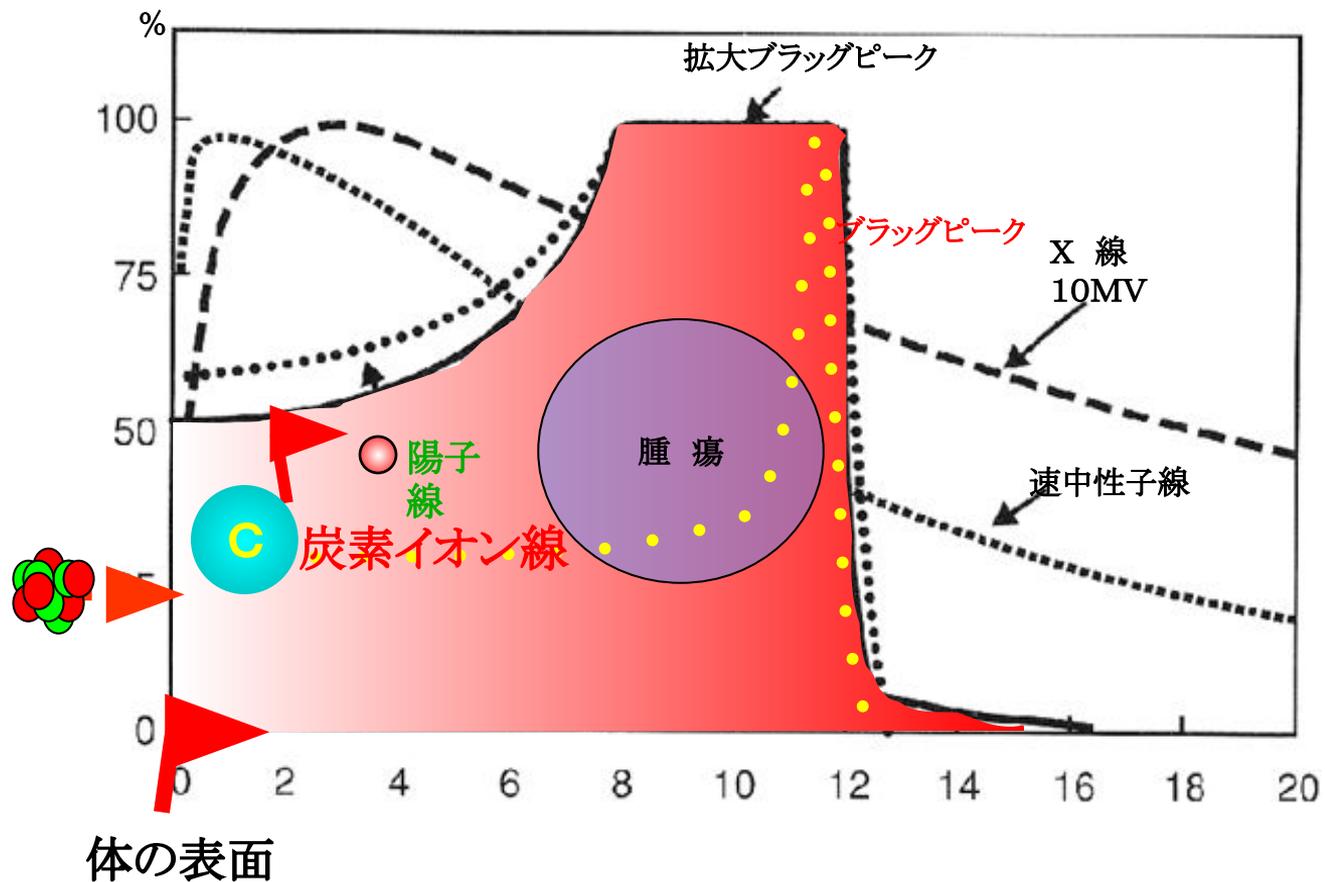
- 線量集中性が良い
- 難治性の癌に効く

生物効果がX線に比べ、2-3倍強い！

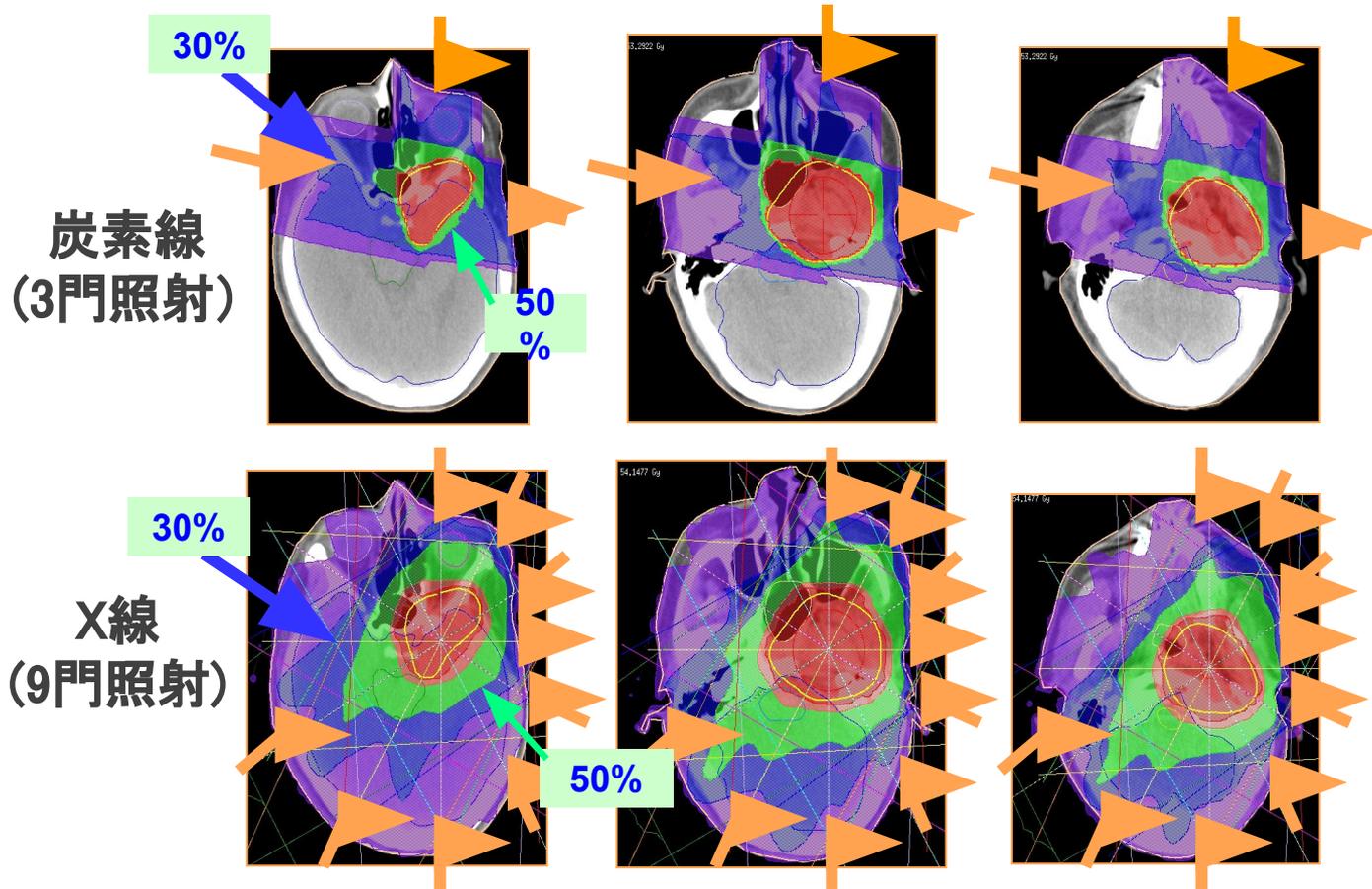
# 重粒子(炭素イオン)線の特徴



# 重粒子線とX線の線量分布



# 重粒子線とX線の線量分布の比較



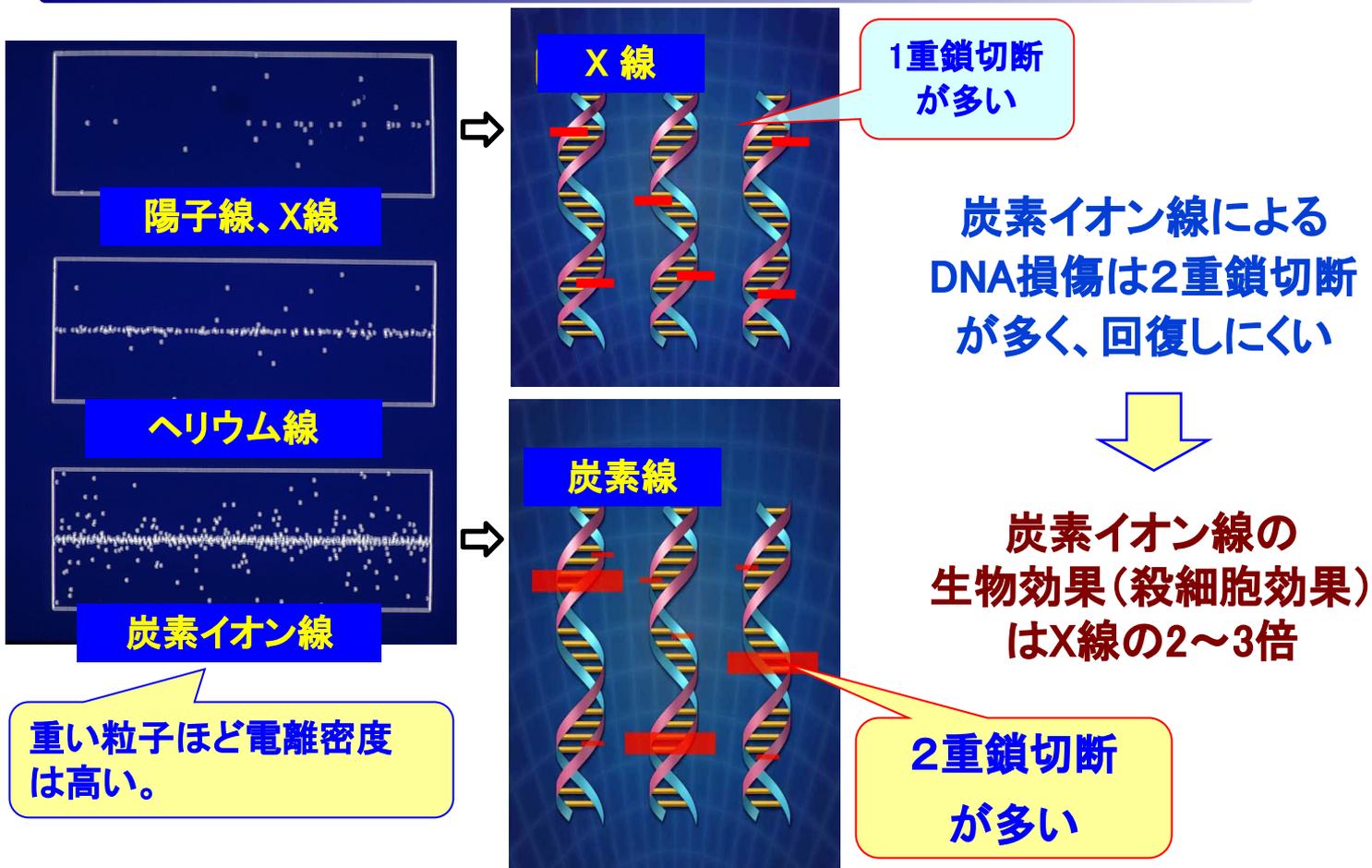
# 重粒子線治療の特徴

- 線量集中性が良い

- 難治性の癌に効く

生物効果がX線に比べ、2-3倍強い！

# 各種放射線の体内電離密度と生物学的効果

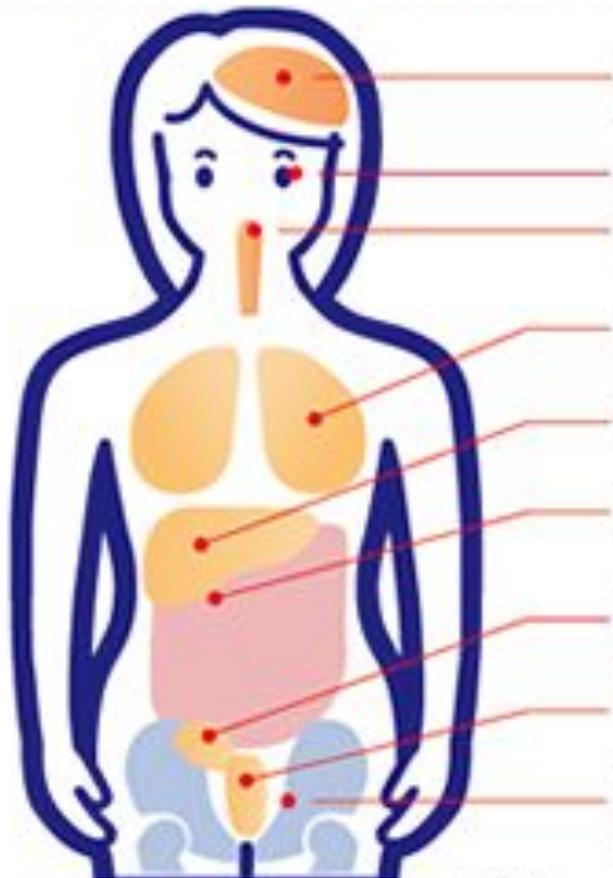


# 日本の粒子線治療施設

- 重粒子線(既設)
- 重粒子線(建設決定)
- 陽子線(既設)



# 重粒子線治療の効果が期待できる疾患



頭蓋底腫瘍 ◎

眼腫瘍 ◎

頭頸部腫瘍 ◎

肺癌 (Stage I) ◎

肝臓癌 ◎

膵臓癌 ◎

前立腺癌 ◎

子宮癌 ◎

直腸癌 (術後再発) ◎

骨軟部腫瘍 ◎

2016年～骨軟部腫瘍  
に対して保険適用

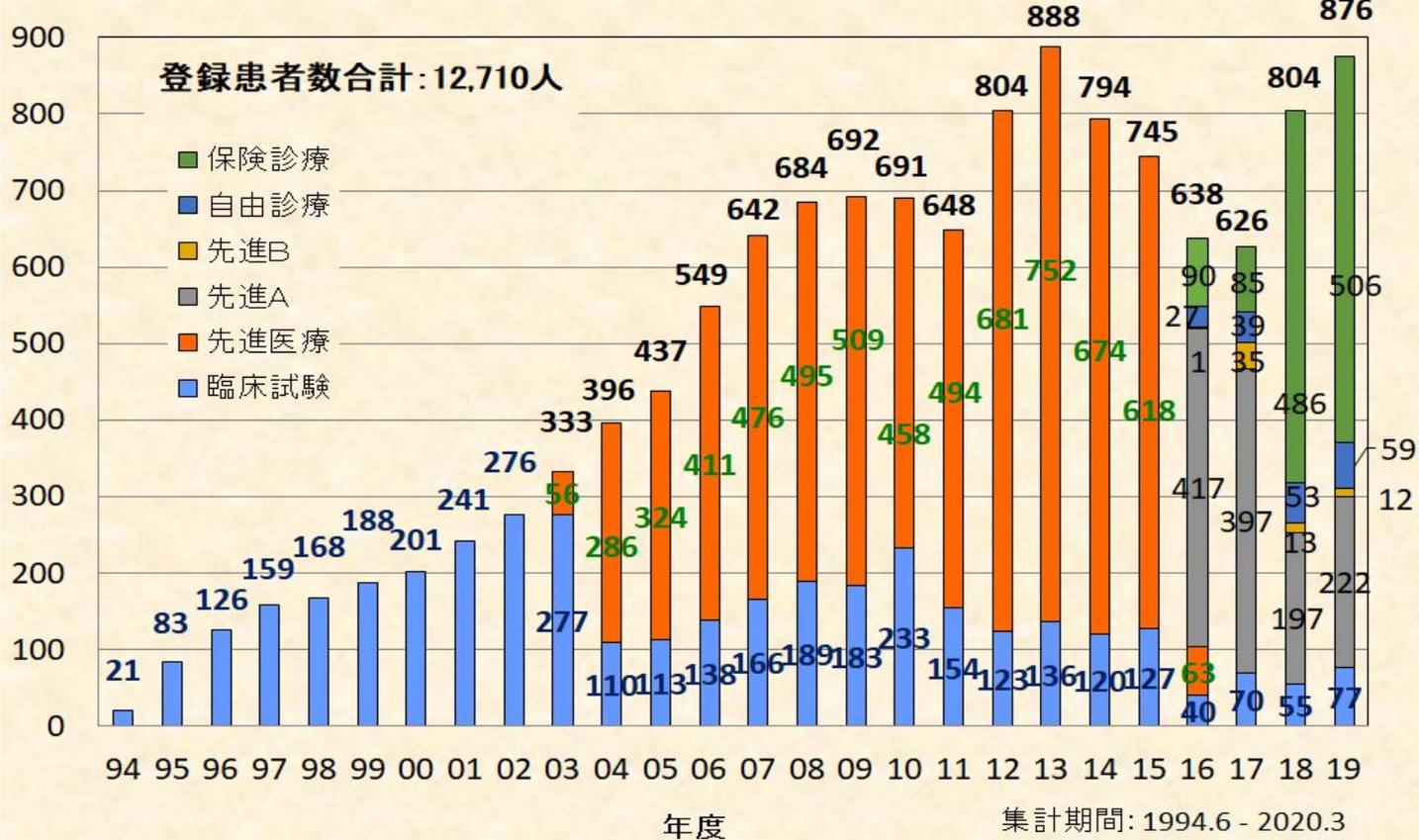
2018年～保険適用

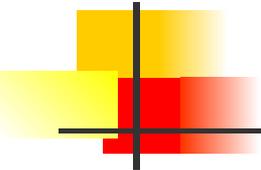
2018年～保険適用

2016年～保険適用

# 診療区別登録患者数の推移 QST病院(旧放医研)

患者数





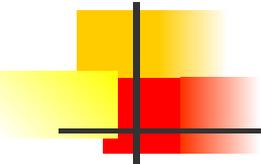
# 今日の内容

---

1. 重粒子線治療の基本

2. 当院(QST病院)における取り組み

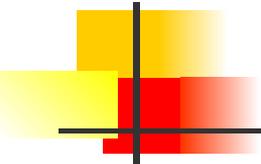
3. アフターコロナの重粒子線治療



# 重粒子線治療の特徴

---

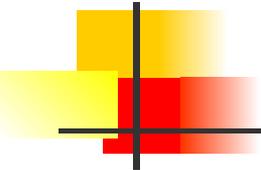
1. 治療期間が短い: 平均3週 1日-5週間
2. 治療開始までに必ず待ち時間がある。  
(通常1-2週)
3. 日本全国・海外から患者が来院している。
4. 近隣に代替可能な施設が存在しない。  
骨肉腫・悪性黒色腫など
5. 費用の請求が一括



# 重粒子線治療の特徴

---

1. 治療期間が短い: 平均3週 1日-5週間
2. 治療開始までに必ず待ち時間がある。  
(通常1-2週)
3. 日本全国・海外から患者が来院している。
4. 近隣に代替可能な施設が存在しない。  
骨肉腫・悪性黒色腫など
5. 費用の請求が一括



# 当院でのCOVID-19 対策の取り組み

## 大原則：できる限りの治療継続

COVID-19コロナ対策会議 2月中から週1回開催  
海外からの患者が全患者の5%程度

2月20日にBCPを策定

海外の流行地域からの患者には日本入国後 2週間  
経過後の受診ルールを設定

### QST 病院における Covid-19 等発生時における 診療継続計画(案)

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 QST 病院

#### 第 I 章 総論

##### 1 基本方針

###### (1) 当院の役割

- Covid-19 (新型コロナウイルス感染症) 等が国内でまん延した場合に、当院においても、職員(業務委託会社の職員を含む)及び職員の家族が罹患して治療や看護ならびに学校の臨時休業のために勤務できない職員が多数発生することが予想される。さらに、ライフラインや物流等の社会機能も低下する可能性もある。
- Covid-19等流行時において、重粒子線治療を担う当院の役割を踏まえ、患者が安心して治療を受けられる体制を確保することを目的として、本診療継続計画を作成し、必要な対策を実施する。

###### (2) 各発生段階における基本的な対応方針

- 海外発生期及び地域発生早期においても、Covid-19等の患者が当院に受診する可能性があることを踏まえて対応する。
- 原則としてCovid-19そのものに関する診療(検査及び治療)は、行政等からの指令があるまでは行わない。
- 診療に従事する当院の職員の安全と健康に十分に配慮し、感染予防に努める。

# 当院でのCOVID-19 対策の取り組み

## 大原則: できる限りの治療継続

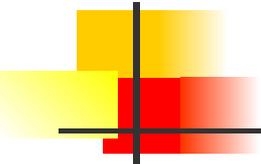
- 治療患者のゾーニング: 入院治療患者と外来治療患者の導線を分離
- 東京を中心とした感染拡大後、4月より治療後の診察に電話再診を導入
- 病院スタッフに欠員が出た際の診療内容調整案作成

医師・看護師および放射線技師数による診療内容調整案

### 重粒子線治療

(コロナ感染拡大による再診制限時は技師・看護師の外来・画像診断からの増援を予定)

レベル	業務可能な治療部門医師の人数 (計18名)	業務可能な診療放射線技師の人数 (計17名)	業務可能な新機看護師の人数 (計13名)	重粒子線治療の診療体制
1	各グループ欠員1名まで	13人	7人	通常
2	グループの担当者が不在 (各G欠員2名以上)	10人	5人	<ul style="list-style-type: none"><li>新規患者受け入れ停止。すでに受信済みで緊急性の高い症例のみCBで審議して受け入れ</li><li>治療室3室体制維持</li><li>再診外来の縮小</li><li>新患外来は緊急性の高い症例のみ</li></ul>
3		8人	4人	<ul style="list-style-type: none"><li>治療室2室体制</li><li>再診・新患外来の停止</li></ul>
4	3人	5人	2人	<ul style="list-style-type: none"><li>治療室1-2室</li></ul>
5	0人	0-4人	0-2人	<ul style="list-style-type: none"><li>治療業務: 中止</li></ul>



# 重粒子線治療の特徴

---

1. 治療期間が短い: 平均3週 1日-5週間
2. 治療開始までに必ず待ち時間がある。  
(通常1-2週)
3. 日本全国・海外から患者が来院している。
4. 近隣に代替可能な施設が存在しない。  
骨肉腫・悪性黒色腫など
5. 費用の請求が一括

# 当院でのCOVID-19 対策の取り組み

新型コロナウイルス感染症拡大に伴う QST 病院の診療業務中止の

可能性について

患者本人が感染した場合

- ⇒ 感染者対応が可能な病院に転院  
重粒子線治療中止

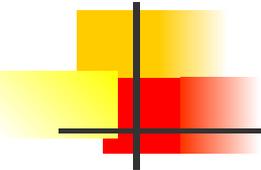
2020年4月14日更新

QST 病院長 辻 比呂志

病院スタッフの感染等で診療業務が停止となった場合

- ⇒ 治療中断・再開のフロー作成  
治療費用の返還に関して確認(厚生局等)  
説明文書の作成

QST 病院では、新型コロナウイルス感染症 (Covid-19) がさらに蔓延した場合でも、可能な限り本来の診療を継続する所存です。特に重粒子線治療、放射線治療を実施中もしくは開始間近の患者様につきましては、必要な人員が確保できる状況であれば、院内感染対策を十分に施し、極力診療継続を目指す予定で居ります。しかし、状況によっては、これらの治療を含む診療業務の一部もしくは全部を中止せざるを得ないことも考えられます。この文書は、あなたご自身には異常が無いにも拘わらず、病院側の理由で診療を継続できなくなった場合について、予めご説明しておくものです。



# 今日の内容

---

1. 重粒子線治療の基本
2. 当院(QST病院)における取り組み
3. アフターコロナの重粒子線治療

# 疾患と治療期間

## 保険診療

骨軟部腫瘍 70.4Gy (RBE)/16回/4週間(骨肉腫)

頭頸部悪性黒色腫 64.0Gy (RBE)/16回/4週間

前立腺癌 51.6Gy (RBE)/12回/3週間

など

➡ 12回/3週間

➡ 4回/1週間(臨床試験中)

## 先進医療

膵臓癌 55.2Gy(RBE)/12回/3週間

肺癌 末梢型 50.0Gy (RBE)/1回

中枢型 68.4Gy (RBE)/12回/3週間

肝臓癌 48.0Gy(RBE)/2回 or 60.0Gy(RBE)/4回

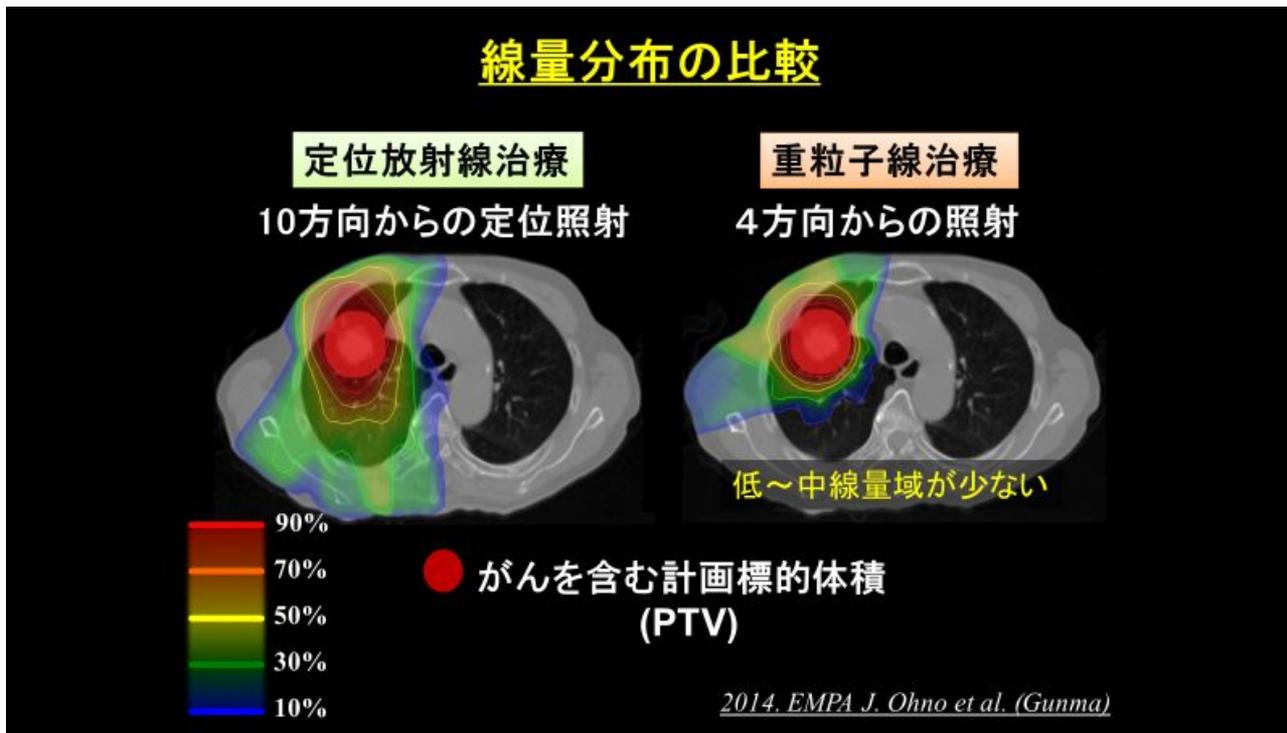
大腸癌術後再発 73.6Gy(RBE)/16回/4週間

子宮頸部腺癌 74.4 Gy (RBE)/20回/5週間

など

# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 1. 良好な線量分布

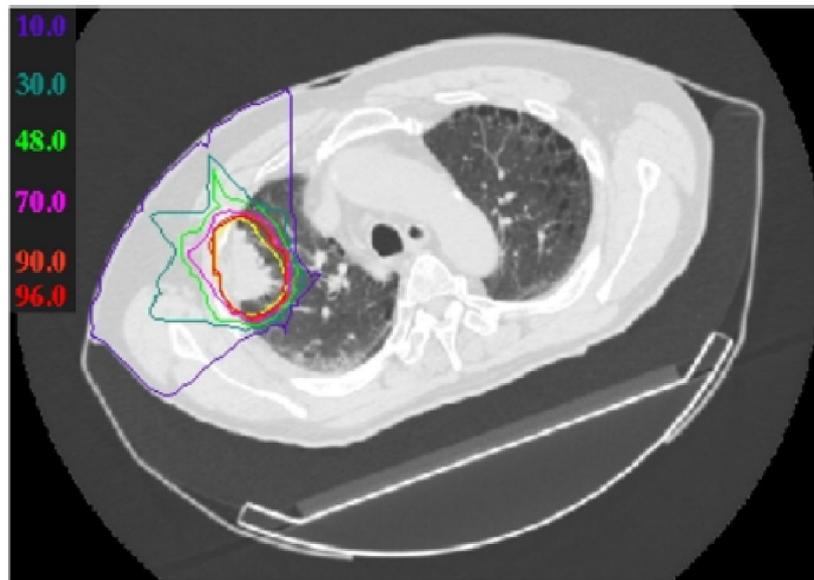


# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 1. 良好な線量分布

間質性肺炎に合併した肺癌に対する重粒子線治療

Tumor size	34 (17-63)
T1a (≤2 cm)	2
T1b (2-3 cm)	8
T2a (3-5 cm)	14
T2b (≥5 cm)	5
Tumor location	3000
Upper lobe (including 2 tumors in middle lobe)	15
Lower lobe	14
Laboratory Data	
serum KL-6 (U/l) median (range)	1167 (456-2410)
serum SP-D (ng/l) median (range)	157 (31-502)
The time of ILD diagnosis	
at the same time as lung cancer diagnosis	14
unknown	1
before diagnosis of lung cancer	14



Nakajima et al. Radiation Oncology 2017

# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 1. 良好な線量分布

間質性肺炎に合併した肺癌に対する重粒子線治療

RP: Radiation Pneumonitis

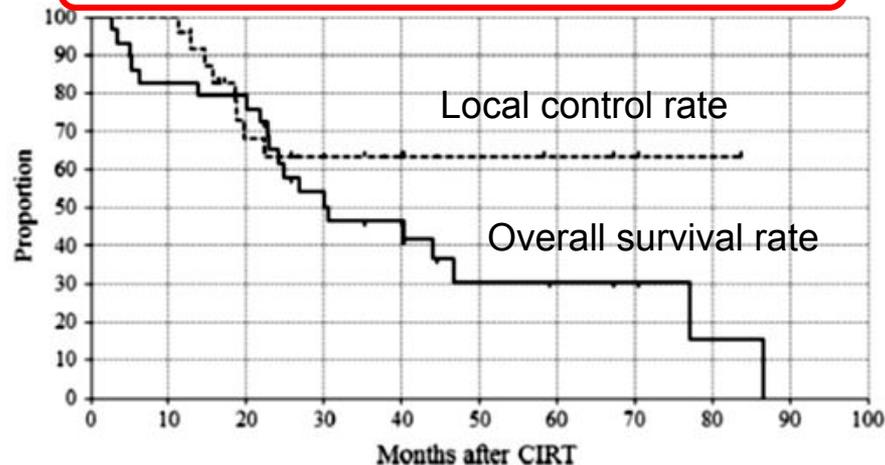
**Table 2** Treatment characteristics and dose volume analysis

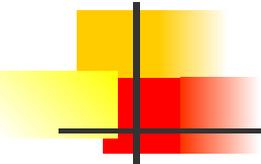
Protocol	No. of pts.
46.0Gy (RBE) /1fr/1 day	1
48.0Gy (RBE)/1fr/1 day	4
50.0Gy (RBE)/1fr/1 day	8
52.8Gy (RBE)/4fr/4 days	7
60.0Gy (RBE)/4fr/4 days	7
72.0Gy (RBE)/16fr/4wks	2
PTV volume (ml), median (range)	85.3 (34.6–1319.8)
Dosimetric factors of the lung (%), median (range)	
V5 lung	10.5 (3.0–34.8)
V10 lung	8.6 (2.6–32.8)
V15 lung	7.1 (2.2–27.1)
V20 lung	6.2 (2.0–18.0)
V25 lung	4.6 (1.8–16.8)
V30lung	4.0 (1.5–15.9)
Mean Lung Dose	3.5 (1.0–12.2)

Abbreviations: RBE relative biological effectiveness, PTV planning target volume

**Table 3** RP Grade and incidence of acute exacerbation

RP grade (CTCAE ver3.0)	
1	9 (31%)
2	12 (41%)
3	8 (28%)
RP grade progression after treatment	
0/1/2	24/4/1





# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 2. 生物学的な特性

### 4つのR

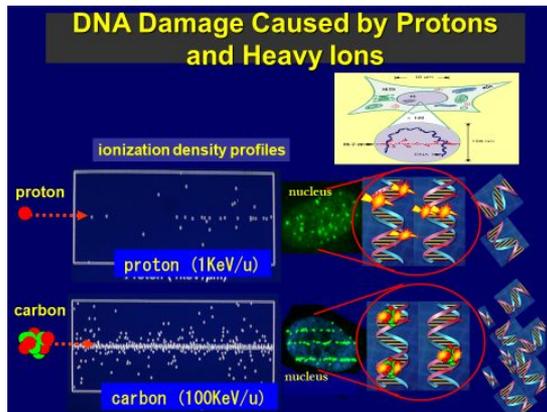
1. 細胞の損傷からの修復 Repair
2. 細胞周期の再分布 Reassortment
3. 腫瘍内低酸素細胞の再酸素化 Reoxygenation
4. 照射後の細胞再増殖 Repopulation

# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 2. 生物学的な特性

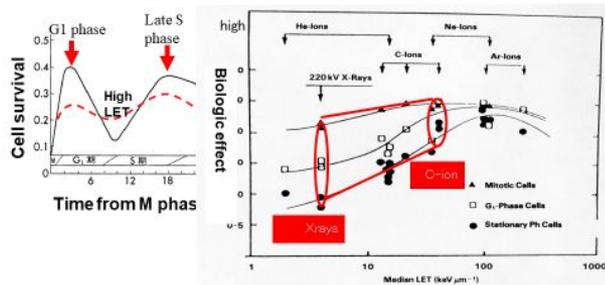
### 4つのR

1. 細胞の損傷からの修復 Repair
2. 細胞周期の再分布 Reassortment
3. 腫瘍内低酸素細胞の再酸素化 Reoxygenation
4. 照射後の細胞再増殖 Repopulation



## Radiation Sensitivity by Cell Cycle

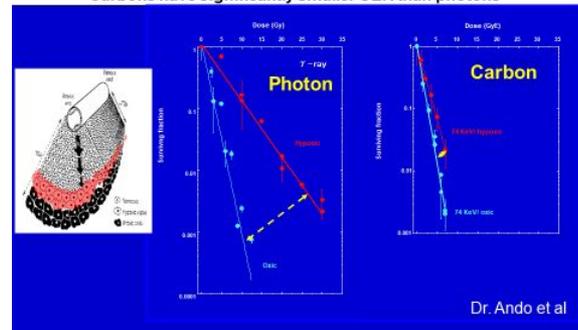
Carbons have less difference of radiation sensitivity by cell cycle



J.D.Chapman, Radiation. Biology in cancer research

## Oxygen effect

Carbons have significantly smaller OER than photons



# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

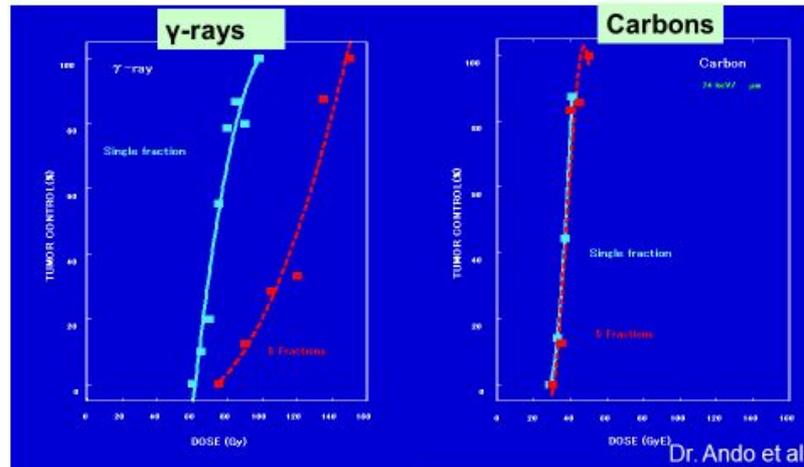
## 2. 生物学的な特性

### 4つのR

1. 細胞の損傷からの修復 Repair
2. 細胞周期の再分布 Reassortment
3. 腫瘍内低酸素細胞の再酸素化 Reoxygenation
4. 照射後の細胞再増殖

### Fractionation effects

there is minimal fractionation effect in carbon beams because of less repair capability

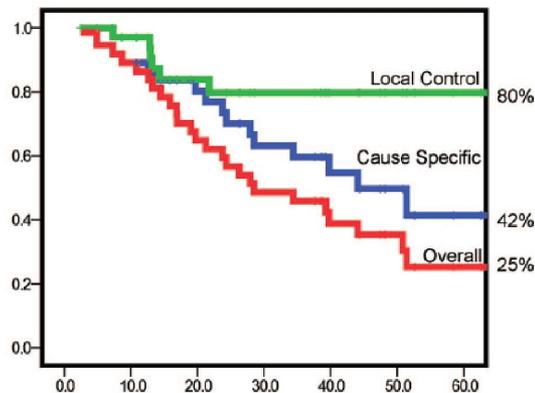


# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 3. 実際の臨床の結果

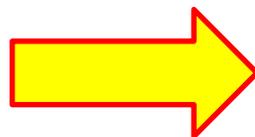
早期肺癌4回照射の臨床試験成績

T2: 60.0Gy (RBE)/4fr

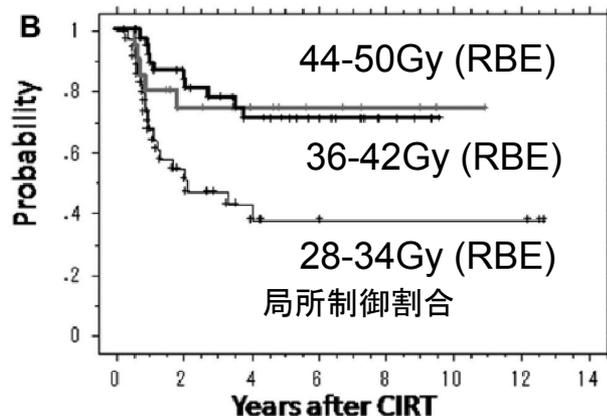


Month after Carbon Therapy

$\alpha/\beta = 10$ で計算すると  
60Gy/4fr  $\doteq$  34Gy/1fr



早期肺癌1回照射の臨床試験成績  
線量増加試験



T2	3y LC	5y LC
44-50Gy RBE n=40	77.7%	71.1%
36-42Gy RBE n=20	74.3%	74.3%
28-34Gy RBE n=35	47.3%	37.6%

Miyamoto et al. Journl of Thoracic Oncology 2007  
Yamamoto et al. Journl of Thoracic Oncology 2016

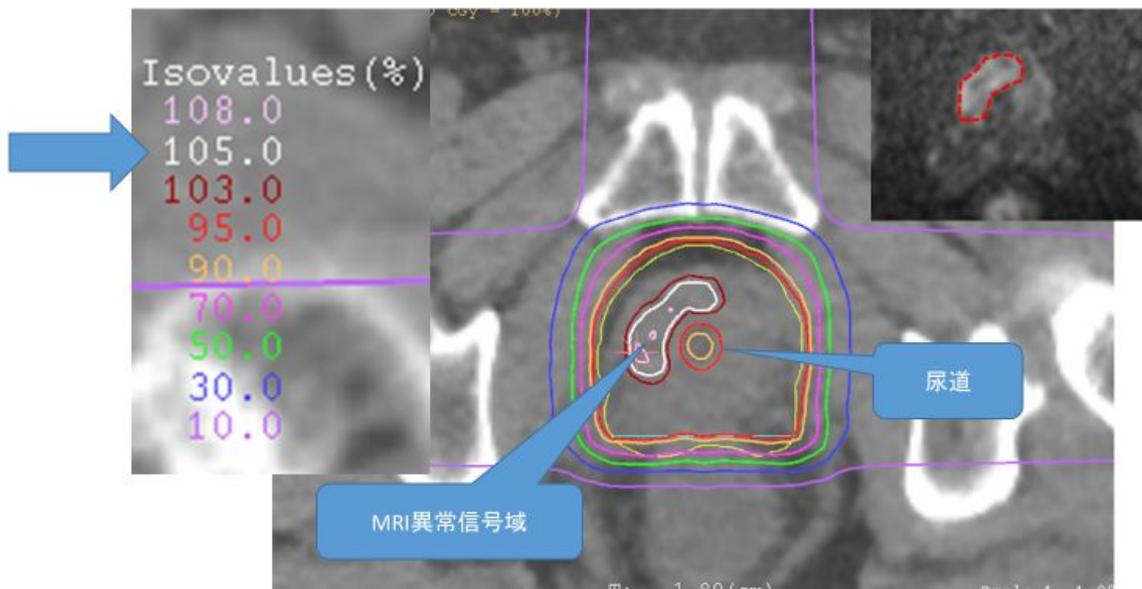
# 重粒子線治療はなぜ寡分割が有効か？

## 4. 技術的な進歩

Spot scanning法を用いた重粒子線治療による simultaneous integrated boost (SIB) 法

線量処方 40 Gy(RBE)/4 fr

MRI異常信号域・・・100-110%、尿道(カテーテル)・・・90%以下



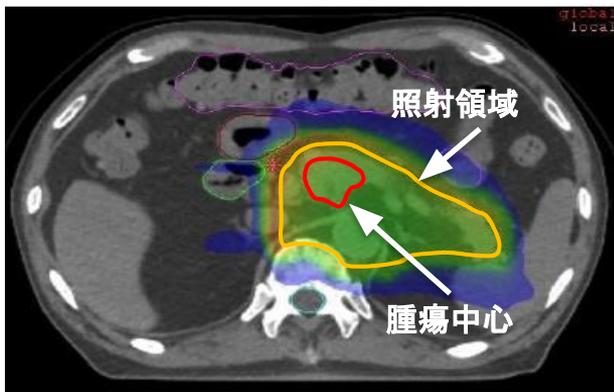
前立腺癌に対する  
4回照射の臨床試験

# 量子メスプロジェクト

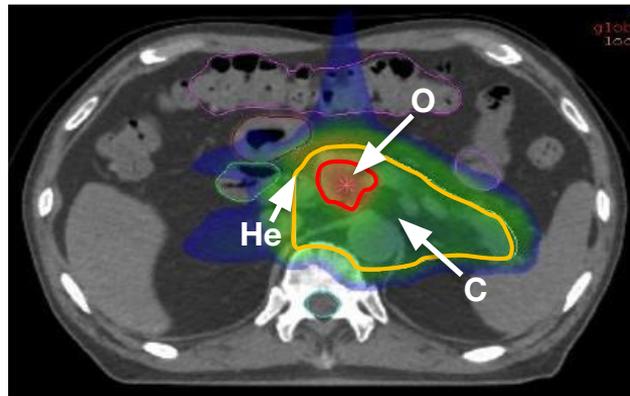
## マルチイオン照射の研究開発

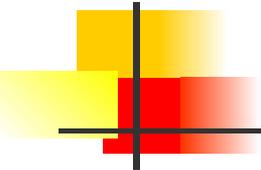
- **マルチイオン治療**: 照射領域の特性によるイオンビーム種の最適化
  - 腫瘍中心には、炭素より生物効果の高い酸素 ⇒ **がんの再発抑制**
  - 腫瘍中心の周辺、浸潤領域には炭素 ⇒ **従来の治療の実績**
  - 正常組織近傍には、炭素より生物効果が低いヘリウム ⇒ **副作用低減**

膵臓がん、炭素だけを照射した場合の生物効果(LET)分布



膵臓がん、ヘリウム、炭素、酸素を照射した場合の生物効果(LET)分布



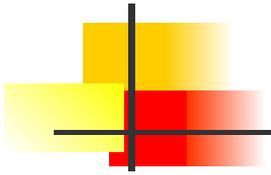


## 最後に

---

X線治療の進歩に負けず重粒子線治療も進歩を続けております。

アフターコロナのがん治療の中で、**寡分割照射**のさらなる普及や**次世代重粒子線治療装置の開発、免疫療法との併用**などを通して、日本の放射線治療・がん治療の発展に貢献していきます。

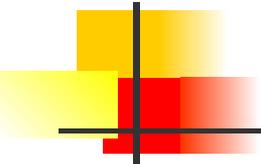


# JASTRO x COVID-19 全国アンケート調査

---

大阪大学

玉利 慶介



# 全国アンケート

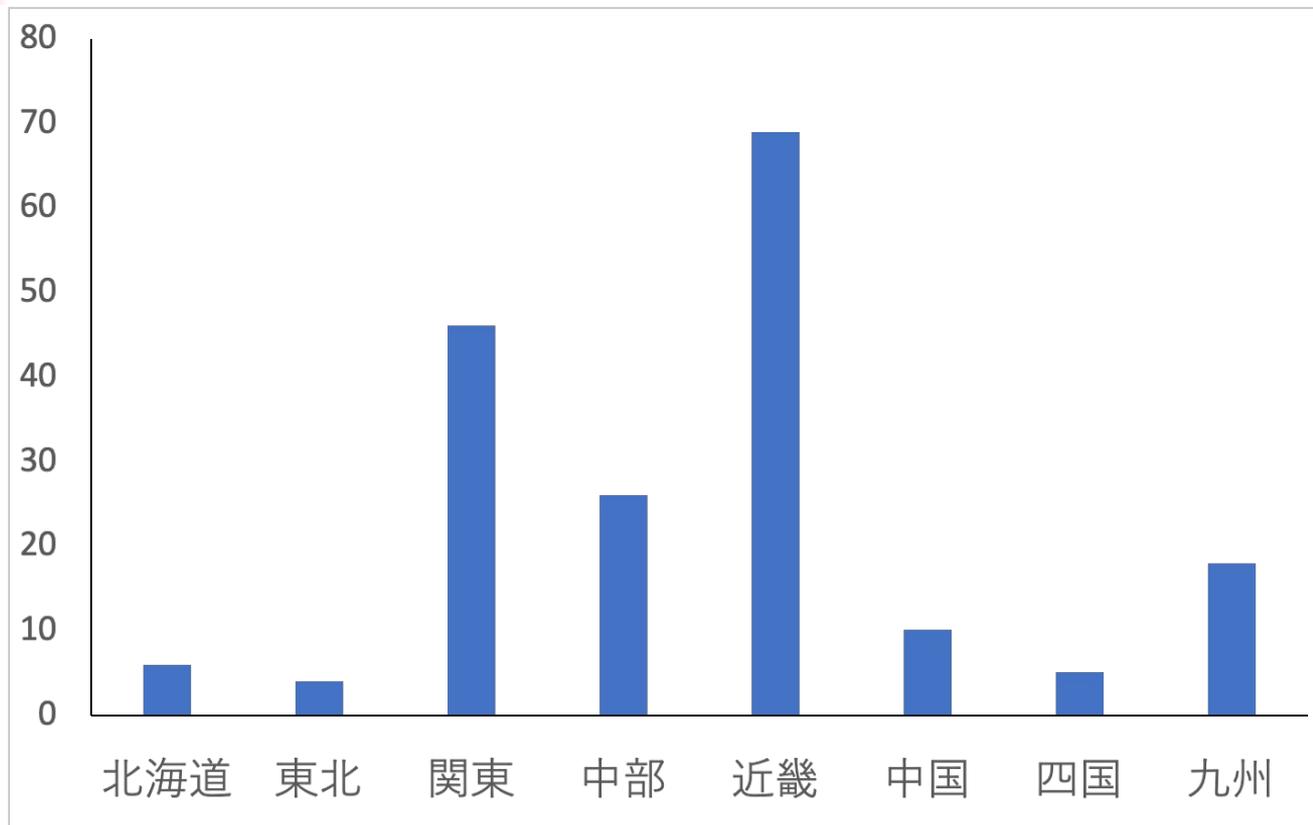
---

COVID-19に備え放射線治療部門で  
どのように対応されているか、現状調査を行いました

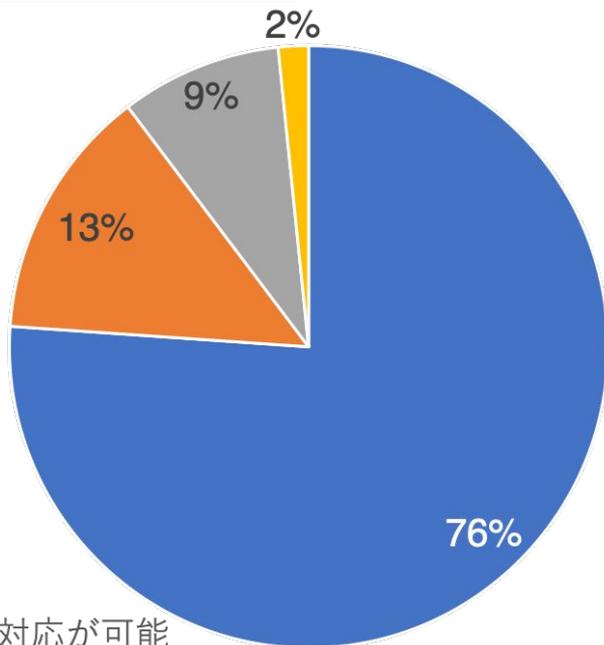
4/10から関西で開始、4/16にJASTROgramで全国周知、  
4/23までに合計184の回答を得ました

匿名でのアンケートのため1施設1回答でない可能性あり

# 地域別回答者数

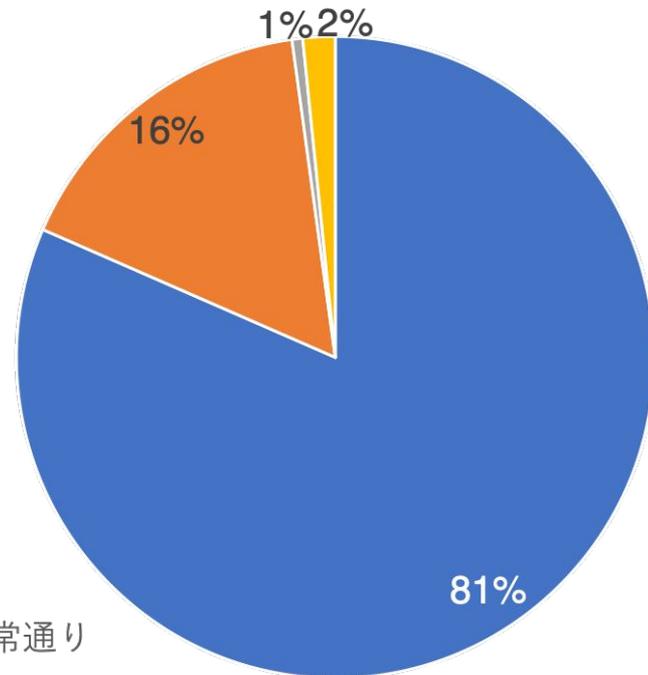


## COVID-19を疑う場合



- 自施設内で対応が可能
- 患者自身に帰国者接触者相談センターへ連絡してもらう
- 他施設の発熱外来等に紹介する
- その他

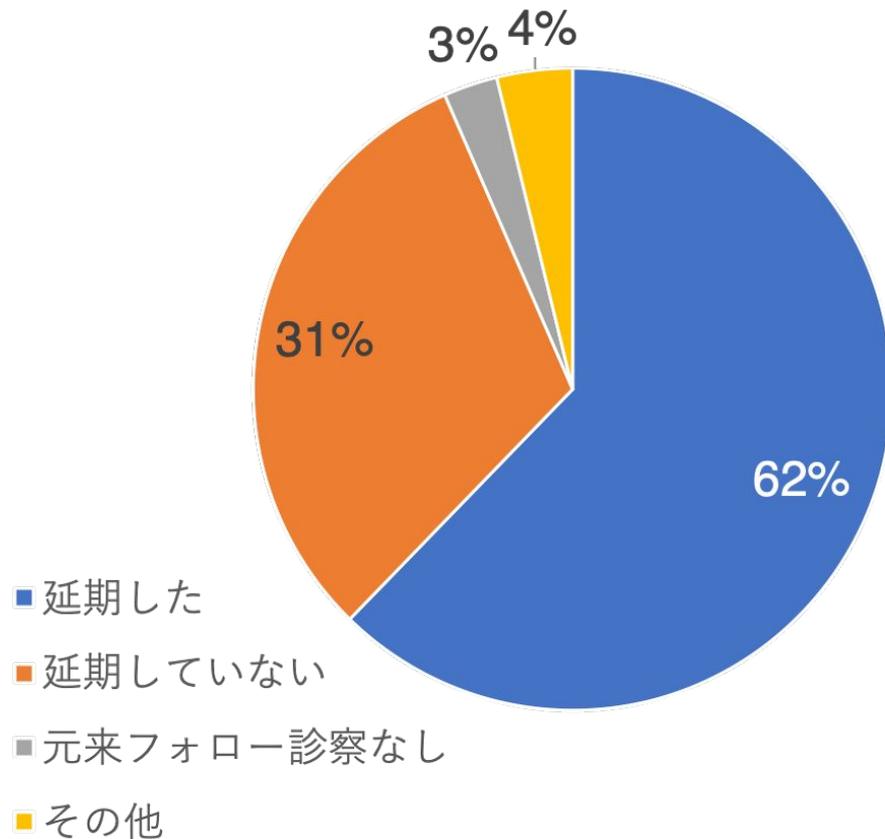
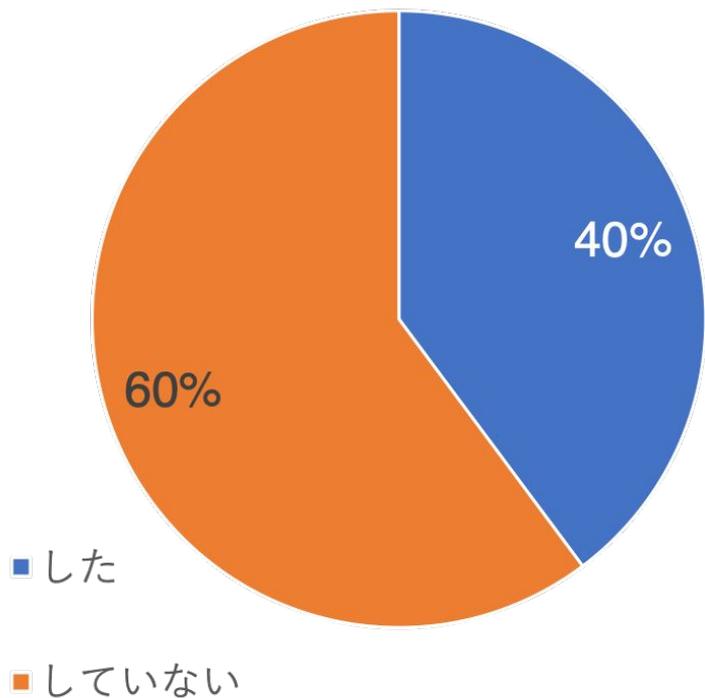
## 放射線治療の規模縮小の有無



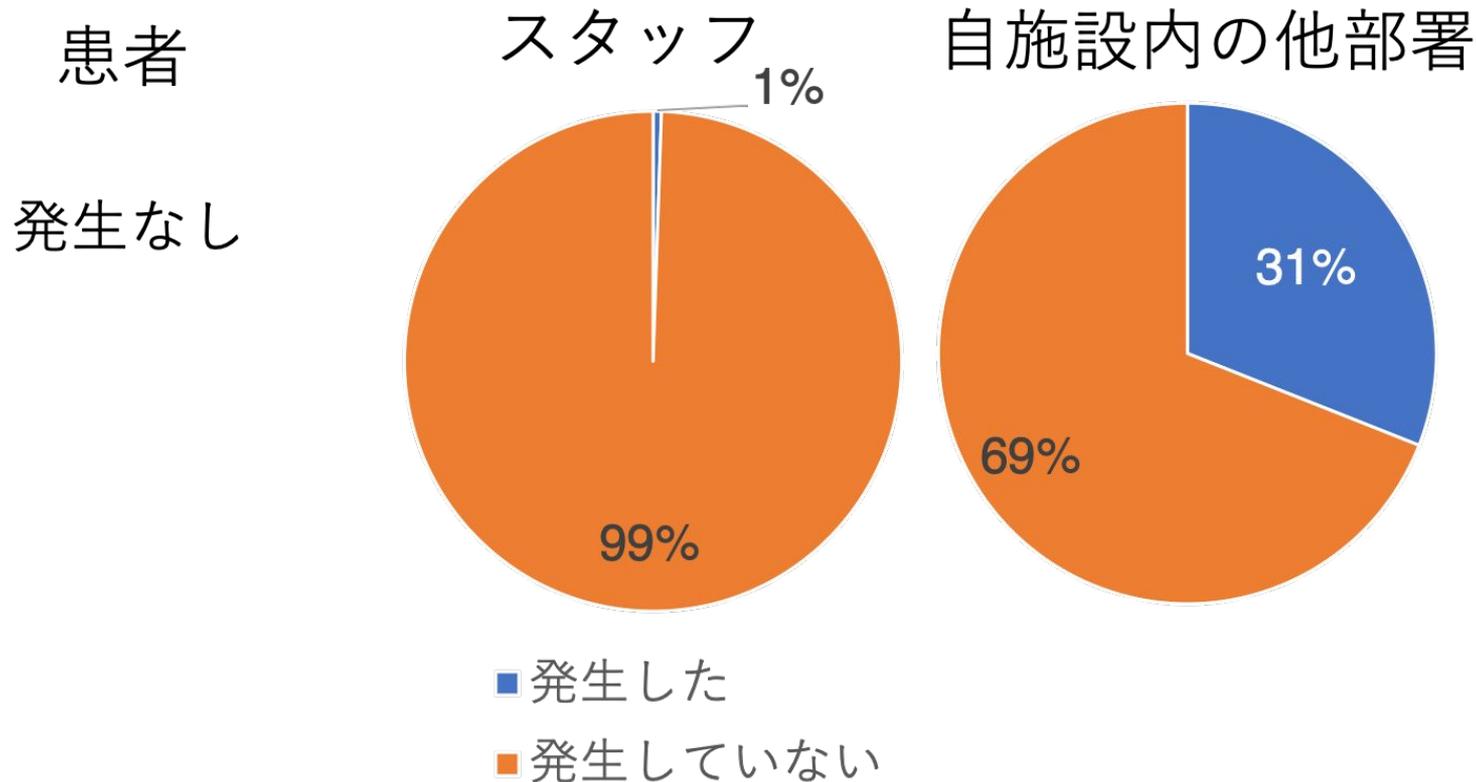
- 通常通り
- 縮小しつつ治療継続
- 増加している
- その他

## 治療開始の延期の検討

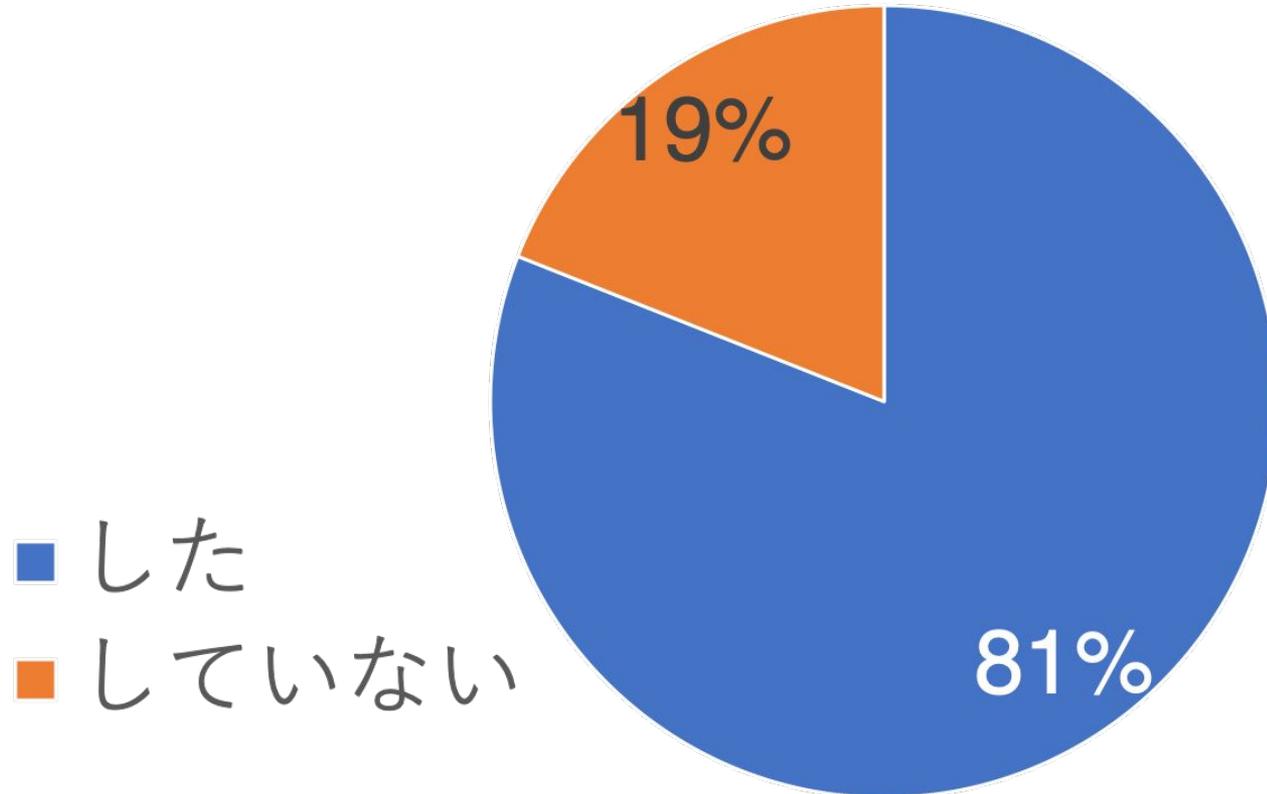
## 治療後フォローの延期



# COVID-19感染者の発生について

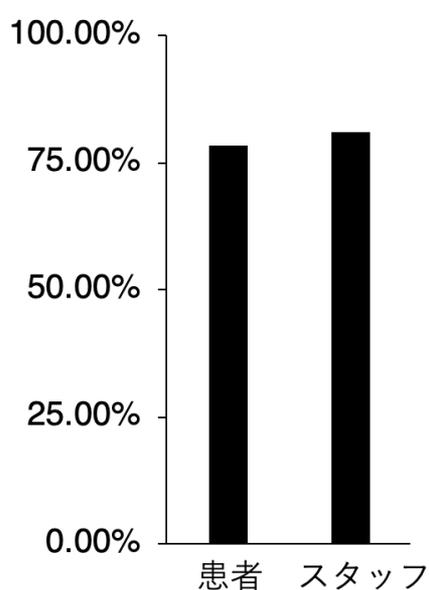


# COVID-19対策の実施について

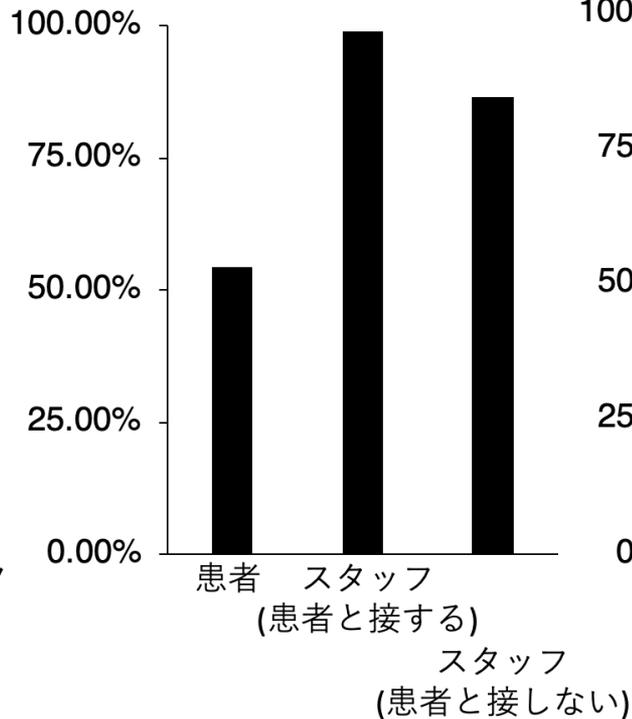


# COVID-19対策の実施について

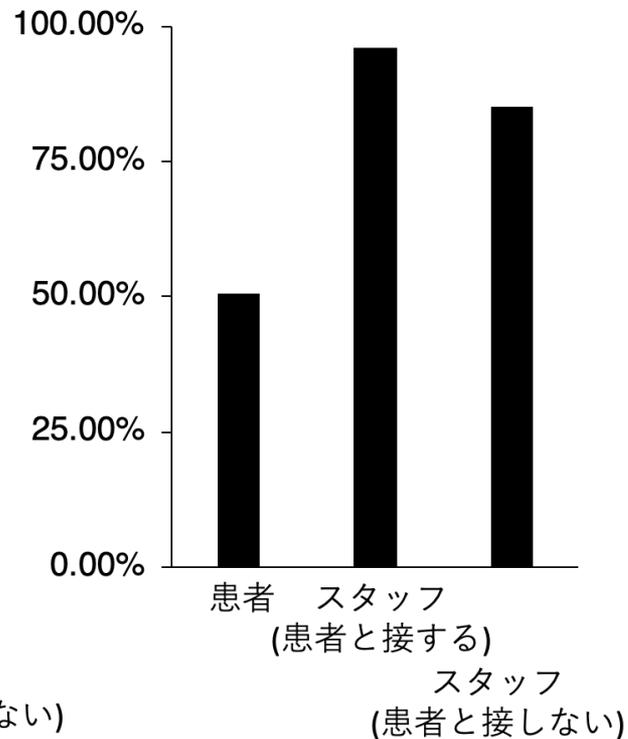
日々の体温  
気道症状チェック



手指衛生

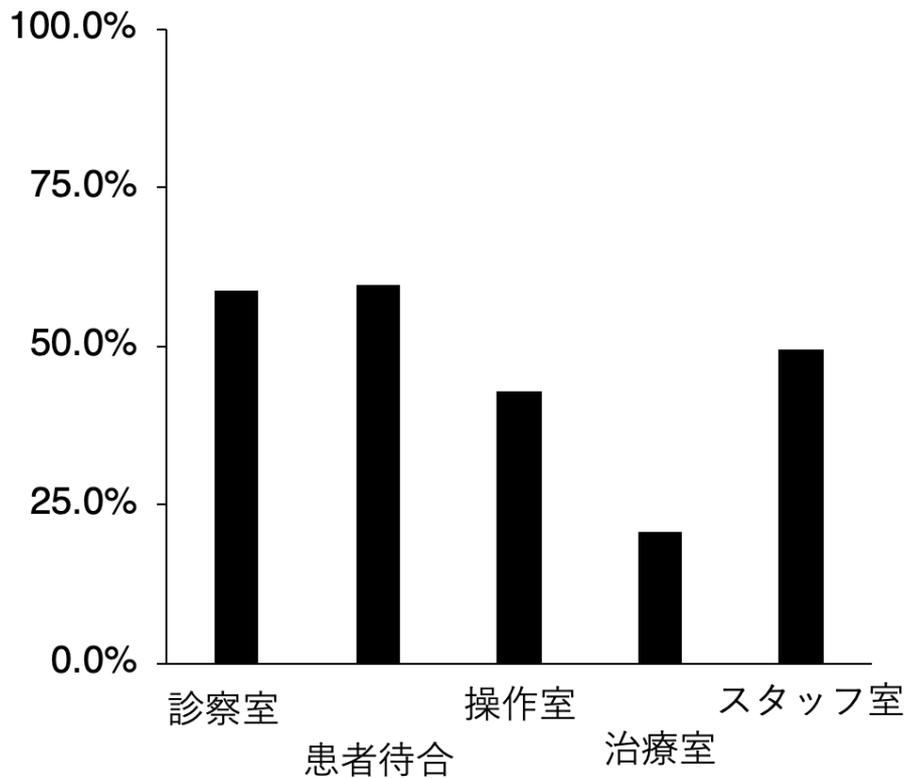


マスク着用

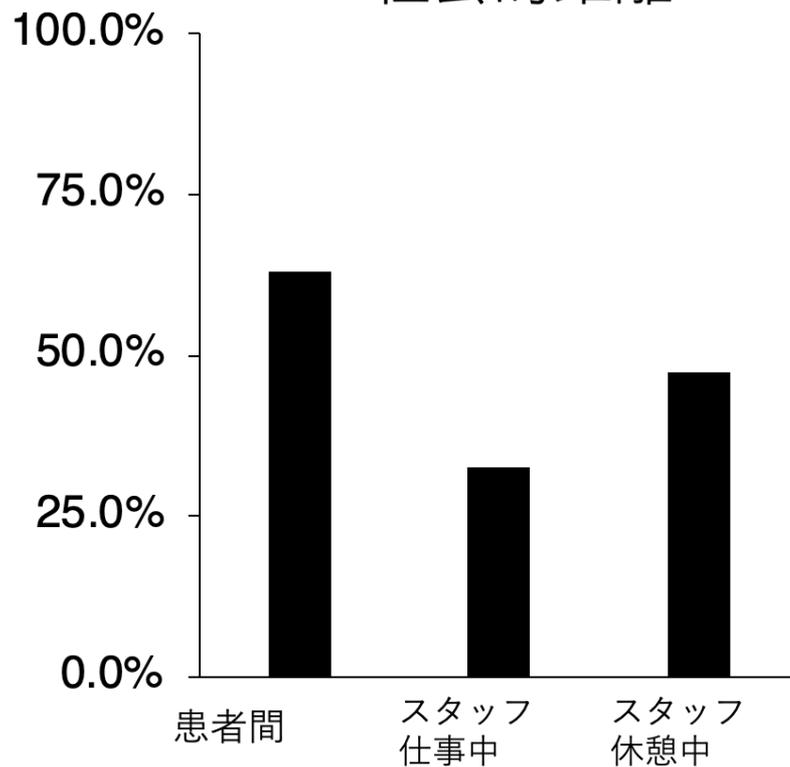


# COVID-19対策の実施について

## 換気



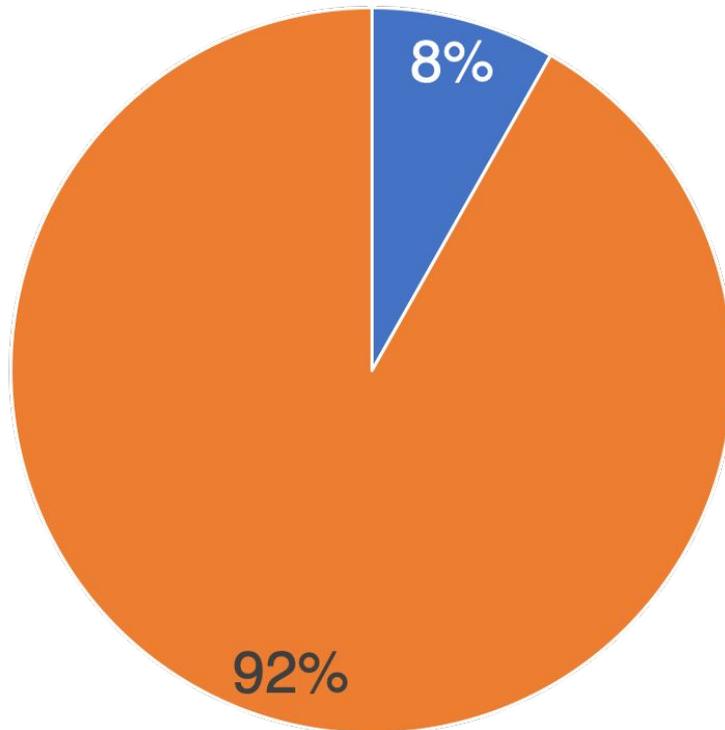
## 社会的距離



# COVID-19対策の実施について

## 個人防護具(PPE)の着用

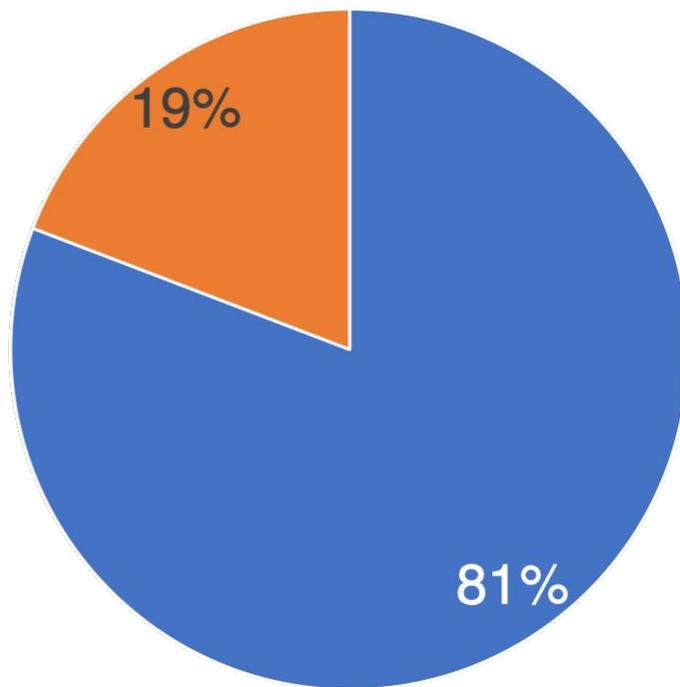
- した
- していない



# COVID-19対策の実施について

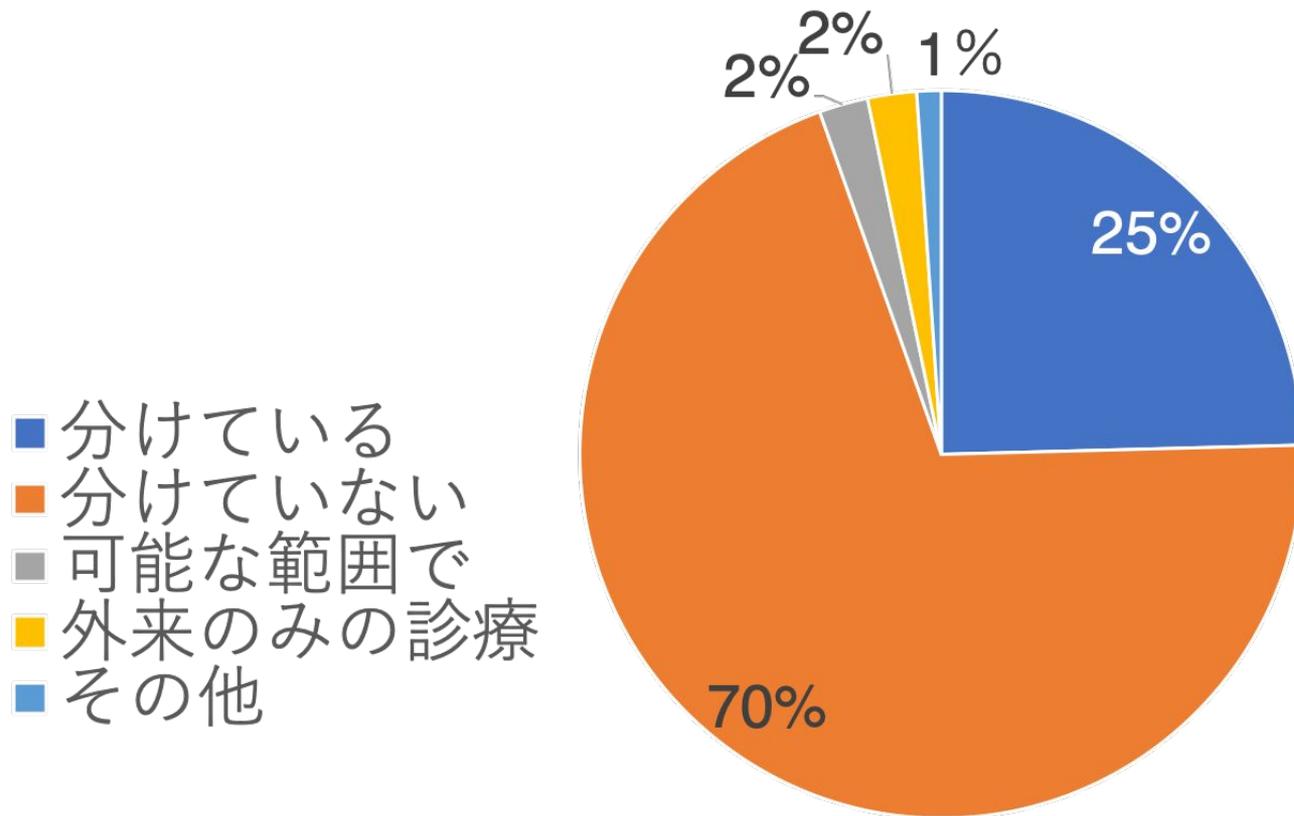
## 共用物の消毒

- している
- していない



# COVID-19対策の実施

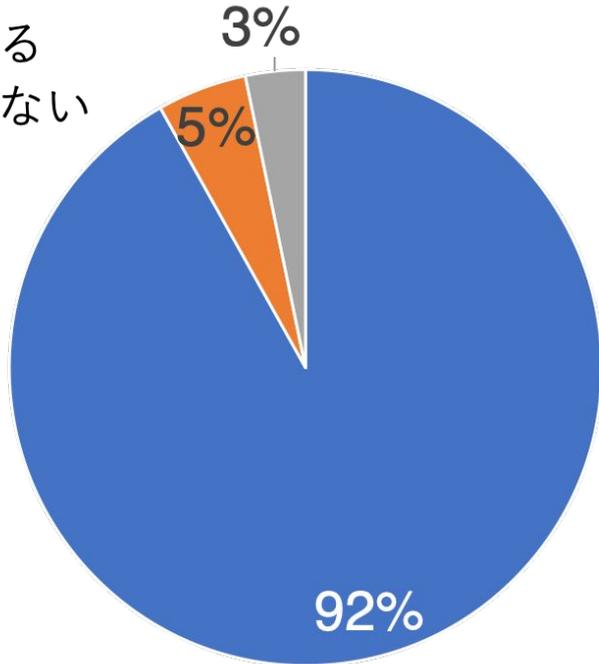
## 入院・外来の患者時間帯区分



# スタッフの出勤について

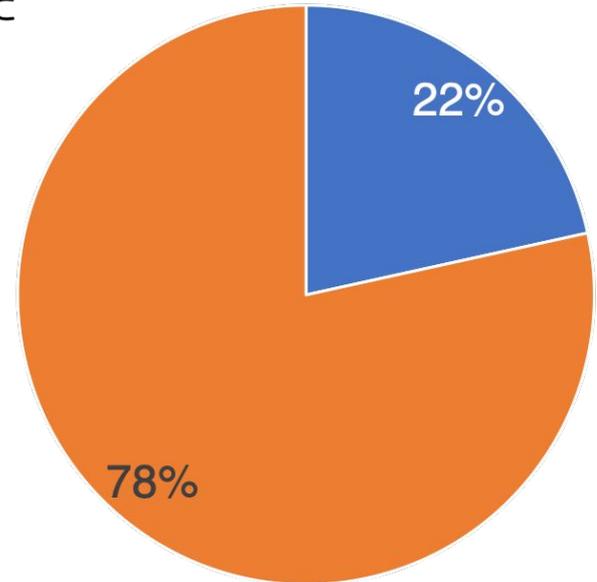
## スタッフの出勤停止の基準

- 決まっている
- 決まっていない
- わからない



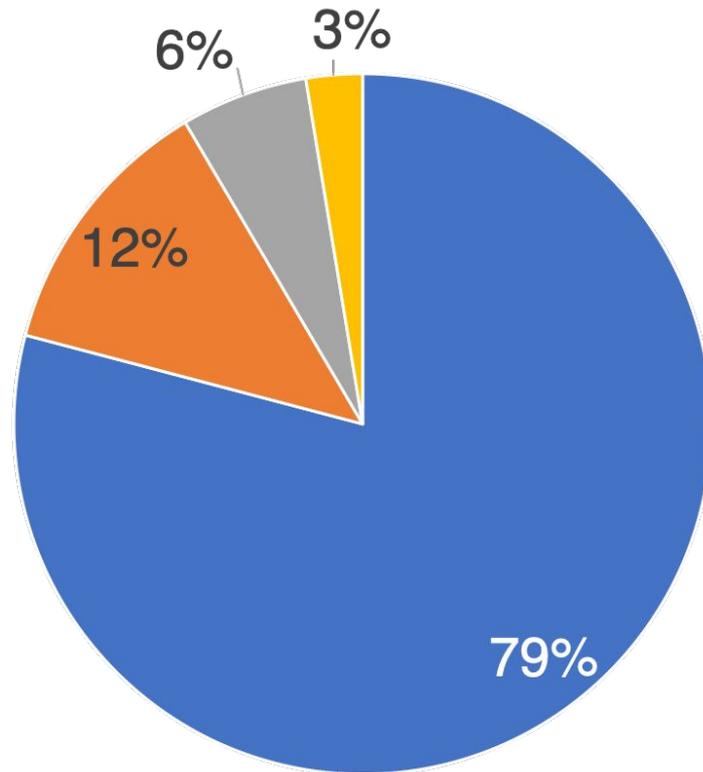
## スタッフの家庭事情の変化(介護、保育等)で出勤できなかったか

- あった
- ない



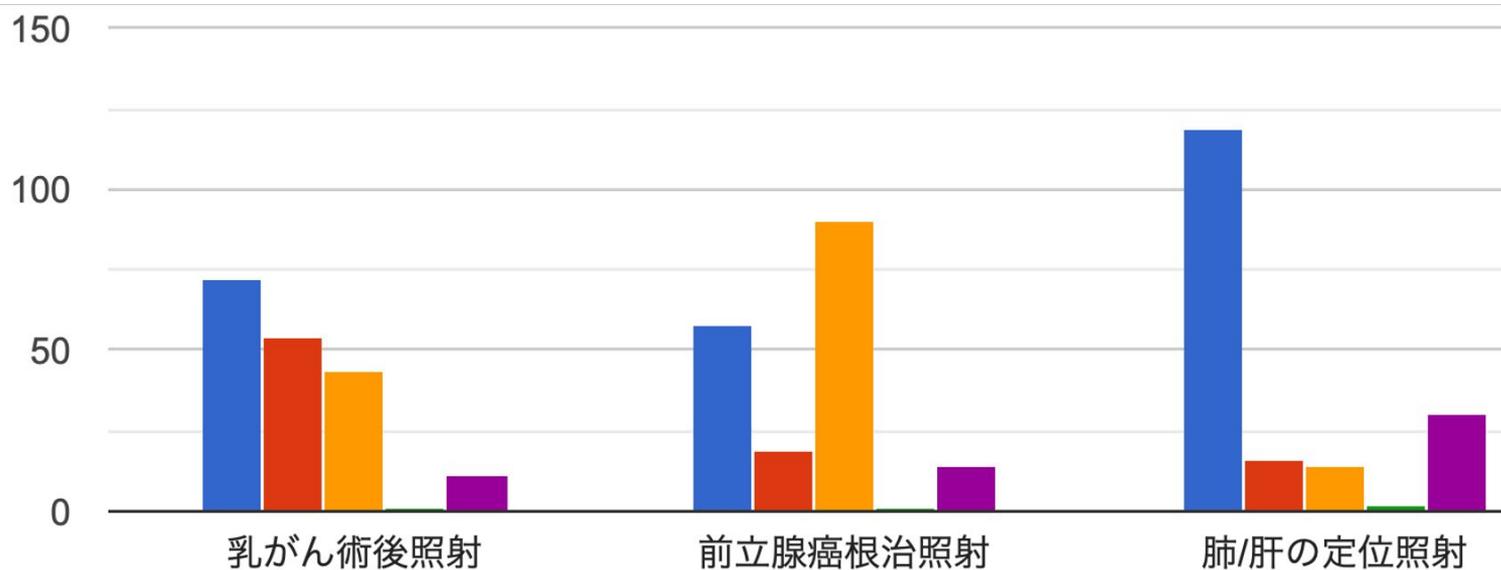
# 放射線治療部門スタッフのチーム制についての検討状況

- 無理
- 導入を検討
- 導入した
- その他



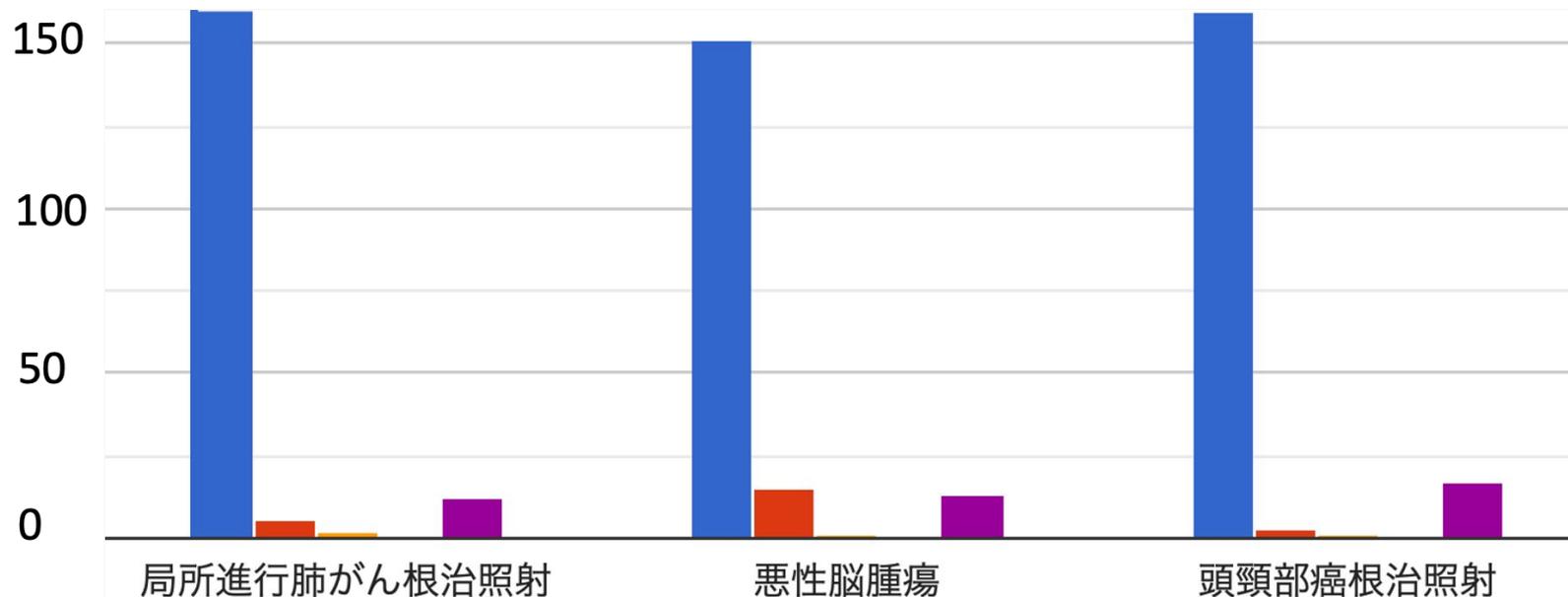
# 現状、下記の照射依頼が来たらどうしているか

- 治療を通常通り早めに手配
- 治療はするが寡分割照射で対応
- 延期を検討
- 他の治療を勧める
- わからない、その他



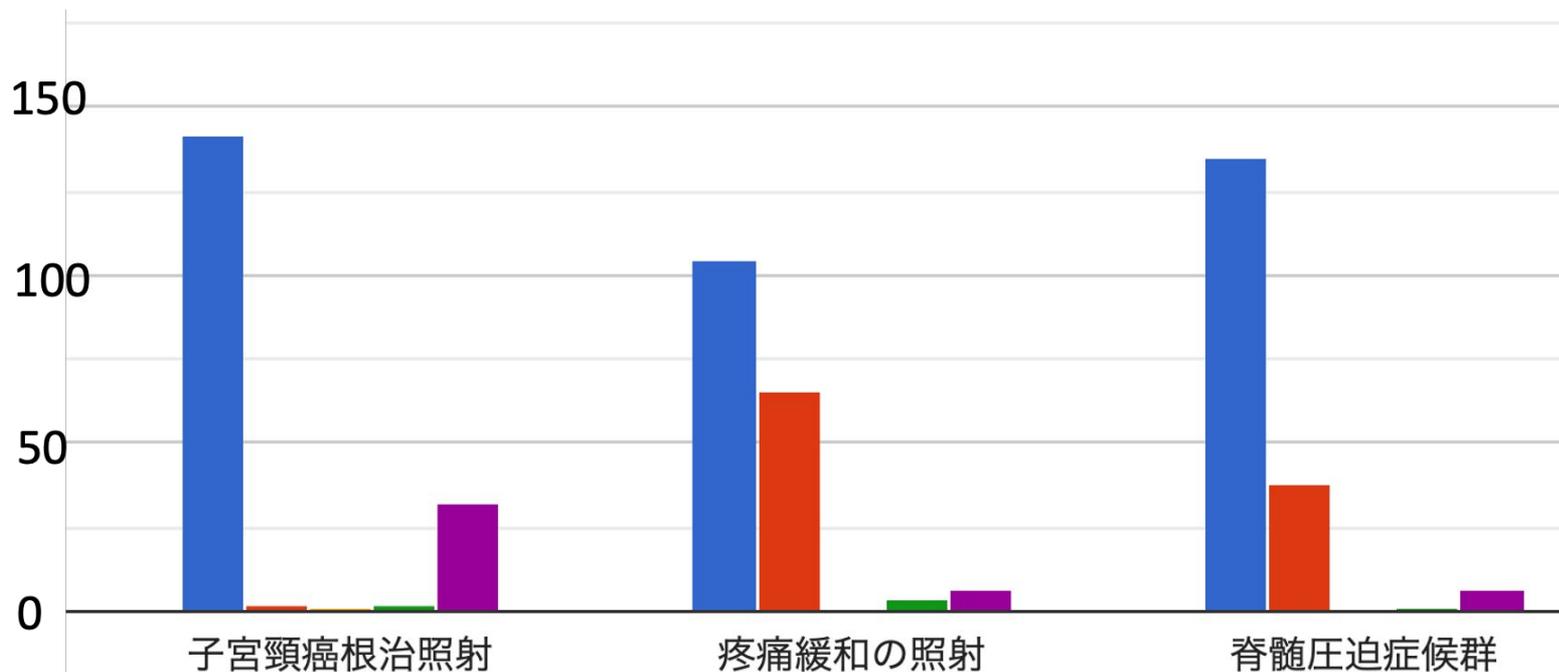
# 現状、下記の照射依頼が来たらどうしているか

- 治療を通常通り早めに手配   ■ 治療はするが寡分割照射で対応  
■ 延期を検討   ■ 他の治療を勧める   ■ わからない、その他



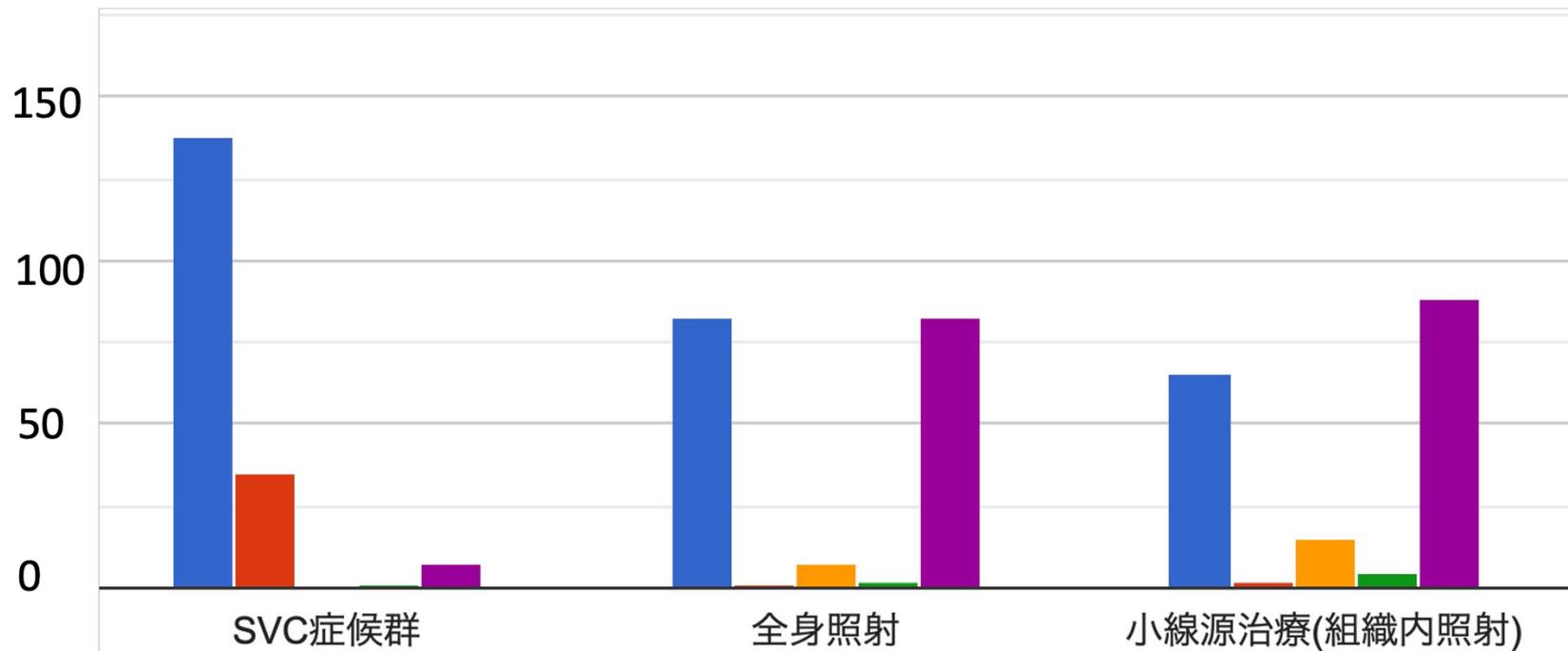
# 現状、下記の照射依頼が来たらどうしているか

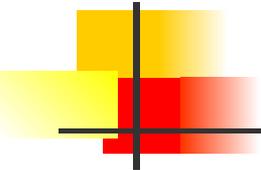
- 治療を通常通り早めに手配
- 治療はするが寡分割照射で対応
- 延期を検討
- 他の治療を勧める
- わからない、その他



# 現状、下記の照射依頼が来たらどうしているか

- 治療を通常通り早めに手配
- 治療はするが寡分割照射で対応
- 延期を検討
- 他の治療を勧める
- わからない、その他

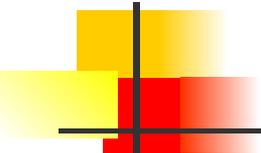




# まとめ1

---

- 全国の184名から回答を得た(流行地からの回答が多かった)
- COVID-19への対策を未実施との回答者が19%あった。  
→ 本調査項目の感染対策はどの施設でも可能なものが多い
- 4/23現在において1施設で職員に感染者が発生した。  
→ COVID-19感染対策に完全なものは難しい



## まとめ2

---

- 感染者があっても、濃厚接触者を出さないような対策が重要  
→ JASTROのCOVID-19特設サイト、日本環境感染学会等の  
曝露リスクを参考に各施設で確認が必要
- 今後、対象施設を拡大し、経時的調査をJASTROにて実施  
アンケートへの回答をよろしくお願いします

