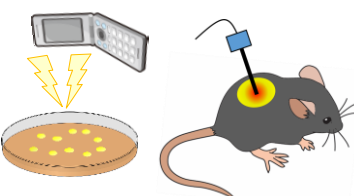



生命科学・医療分野での マイクロ波利用における ヒヤリハット事例

浅野麻実子
(京都大学生存圏研究所)

1

マイクロ波の生命科学・医療での利用

<p><u>生命科学の基礎研究</u> (細胞～組織・個体)</p>  <p>細胞状態の確認 (分子生物学的解析など)</p>	<p><u>医療 (ヒトを対象)</u></p>  <p>マイクロ波メス 出典：日機装</p> <p>ハイパーサーミア 出典：Pyrexar MEDICAL</p> <p>癌治療や整形外科領域での利用</p>
---	---

各領域でのヒヤリハット事例

- ・ 基礎研究：予期せぬ事故が起こりやすい
- ・ 医療現場：情報収集され、既に法整備されている

2

電磁波の生体への影響

目：

白内障、角膜びらん

神経系：

血液脳関門の破綻（薬剤透過への応用）

神経伝達物質の分泌量や受容体感受性の変化

脳波の変動、睡眠障害

精神疾患への影響

生殖器官、周産期：

精子形成への影響、催奇形性

内分泌系：

甲状腺機能への影響、ホルモン分泌の変動

※電磁波過敏症, **Electromagnetic hypersensitivity (EHS)**

電磁波に伴う頭痛や気分障害、ドライアイなど



3

本日の発表：ヒヤリハット事例

1、基礎研究（生命科学分野）

2、医療現場

- マイクロ波メス：
アクロサージ，日機装
- ハイパーサーミア：
BSD-500, Pyrexar MEDICAL

4

本日の発表：ヒヤリハット事例

1、基礎研究（生命科学分野）

2、医療現場

- ・マイクロ波メス：
アクトサージ，日機装
- ・ハイパーサーミア：
BSD-500, Pyrexar MEDICAL

5

基礎研究における事例①

マイクロ波の生命科学研究：

- ・照射装置の自作が必要
- ・装置の設計、開発に必要な知識や技術がない
- ・装置設計や加熱技術の専門家、類似研究者が周りにいない
- ・生化学実験の経費が高額で、装置に十分な予算を割けない

➡ **安全配慮のための知識や経済的余裕がないのが現状**

※現在使用しているマイクロ波照射装置

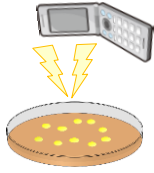


安全装置を設置、低温での実験：ヒヤリハット経験はなし

6

基礎研究における事例②

In vitro実験



培養条件の変更ができない

- 培養液の組成や容量
- 培養容器
- 周辺環境（無菌状態、CO₂、温度）
- 培養液の攪拌

変更不可

細胞への過度のストレス曝露
局所的な加熱に伴う突沸、コンタミの可能性

In vivo実験



照射量を制御するのが難しい

- 動物の種類や大きさ
- 移植細胞や腫瘍の種類や大きさ、位置
- 照射プローブの固定
- 動物の固定（麻酔の有無）

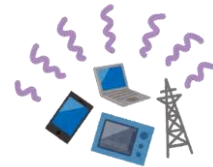
実験動物への安全性を推測するのが難しい
実験者・動物ともにマイクロ波曝露の危険性

7

基礎研究：装置関連

高周波利用設備の申請

高周波利用設備は、放送や無線通信への妨害を防ぐために電波法にて利用が規制されている



《対象設備》

- 10kHz以上の高周波電流を使用
- 電信、電話、その他の通信設備、工業用加熱設備、医療用設備など
- 通信設備以外の高周波利用設備で、その高周波エネルギーが50W以上

《申請が必要となる場合》

- 設備の設置
- 設備の増設や取替え、設置場所の変更
- 許可を受けた者の変更
- 設備の廃止

管轄の総合通信局へ
申請

※動物実験では、所属研究機関における倫理委員会への申請が必要

マイクロ波が動物に示す有害作用（侵襲性等）を詳細に示す必要があるが、実験前だと推測が難しい

8

医療：マイクロ波メス①

アクロサージ

ハサミ型



ピンセット型



ジェネレーター



出典：日機装

使用目的

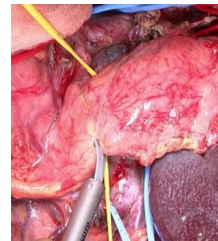
- ・生体組織の凝固、止血、切開及び切離
- ・脈管（血管、リンパ管）のシール及び切離

仕様

周波数：2.45 GHz

最大出力：100 W

出力精度：±20 % (40~100 W)



<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/feature/15/327441/041800190?ST=health>

11

医療：マイクロ波メス②

火災や爆発：

可燃性ガスや引火性麻酔剤に引火し、火災や爆発が起こる

他の電子機器との干渉による装置の破損：

電気メスからの高電圧の衝撃で、電子回路が破損

解離電流の影響：

ペースメーカーへの不具合

心臓カテーテル使用での心室細動を誘発

過度の発熱による熱傷、組織損傷：

狭い術野での処置における意図しない熱傷や損傷、
不可逆的な組織壊死

生体組織に接触させずに発振したことによる人体への障害：

患者、医療従事者ともに危険

12

医療：ハイパーサーミア装置①

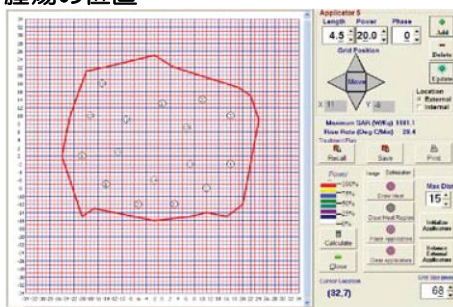
BSD-500, Pyrexar MEDICAL
 ※日本では認可されていない



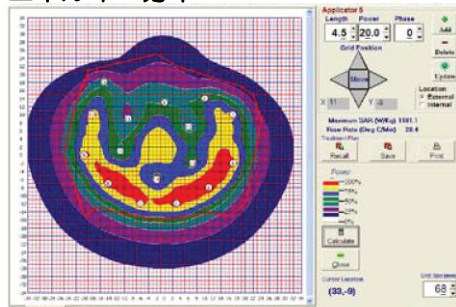
使用目的
 ハイパーサーミアとして
 固形癌に幅広く適用

仕様
 周波数：915 MHz
 最大出力：480 W

腫瘍の位置



エネルギー分布



<http://tecnosan.it/Aecnosan/wp-content/uploads/2016/02/BSO-500s-i-brochure-2016.pdf>

13

医療：ハイパーサーミア装置②

他の電子機器への影響：

ペースメーカーや他の埋め込み型電子機器への不具合

過度の発熱による熱傷、組織損傷：

熱傷や水疱、疼痛、潰瘍化、感染症の誘発

既存の疾患の悪化：

冠動脈アテローム性動脈硬化症や肺気腫など

薬剤活性の向上：

温度上昇に伴い、薬物の薬理活性を向上させる

灌流の変化により、局所組織に投与された薬物の作用に影響を与える

※基本的には、マイクロ波メスと同様の不具合が生じる

14

まとめ

- 電磁波の生体への悪影響は、未解明な部分もあるが重篤な事例が存在する
- 医療機器の使用では、ガイドラインが徹底しており安全性は保たれている

基礎研究では、

- 専門家に随時相談できる体制があると良い
- ヒヤリハット事例を研究者間で情報交換し、データベース化、誰でも閲覧できるようにすると良い
- マイクロ波を専門としないユーザーにも、電磁波の特性への理解が容易に可能な体制があると良い

ご清聴ありがとうございました。

