

Maxwellの方程式と 電磁波

情報物理学A

No.6

Maxwellの方程式

電磁気学の基礎方程式

• 写真

・・・それまでの電磁気学研
究の集大成

J.C.Maxwell～1861頃完成

電気と磁気を統一的に理解

電磁波の「発見」

光＝電磁波の1種

ほかに

最初のカラー写真を1861に撮影

土星の輪の研究でアダムズ賞受賞

熱・統計理論のMaxwellの悪魔

電磁場の量

E電場 と **H**磁場 ... 力

D電束密度 と **B**磁束密度... 力線

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} \qquad \vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

Maxwell方程式の積分形

閉曲面Sについて

電場の法則

$$\sum_S D_n \Delta S = \frac{dD_n}{dt} \Delta S$$

磁場の法則

$$\sum_S E_n \Delta S = \frac{dB_n}{dt} \Delta S$$

**授業で十分には扱っていません。
教科書をp. 186を眺めてください。
電磁気現象の「基礎法則」がある、ということを理解していればOKです。**

電磁波

- Maxwellが1860年代に理論的に予言
- 1888年Hertzが実験的に検証
- 現在では社会に不可欠の基盤技術



→ 物理学の理論としては

電磁場という統一場理論の完成

Hertz とその実験装置 (Deutsches Museum)

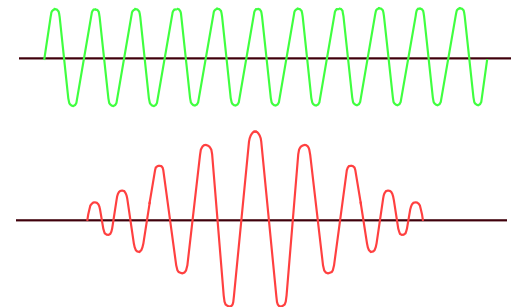
写真

電磁波

Maxwellの方程式の理論的帰結

- 電場と磁場が空間を波動として伝わる
- 横波である
- 電場と磁場は直交している
- 方程式の解によれば波の速度は

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

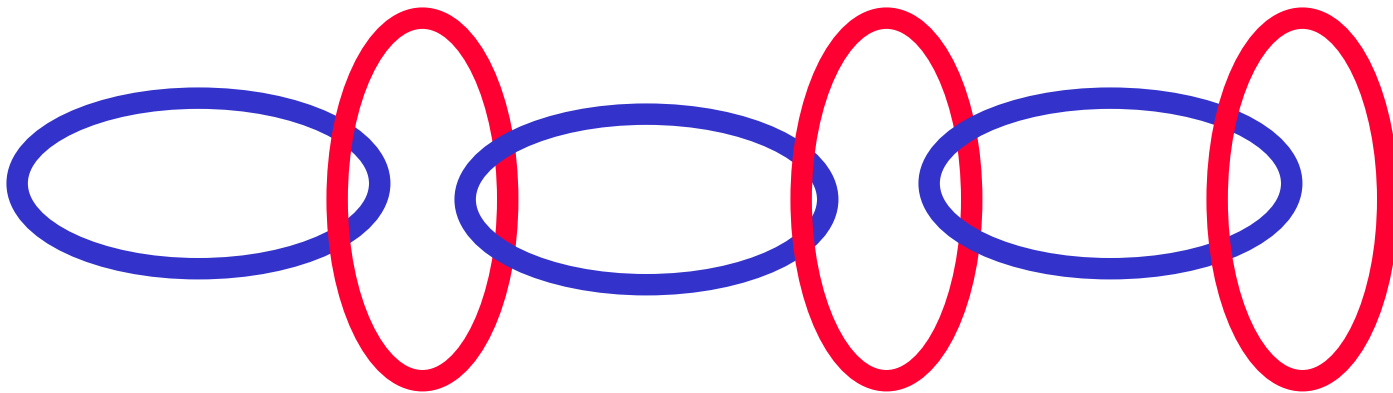


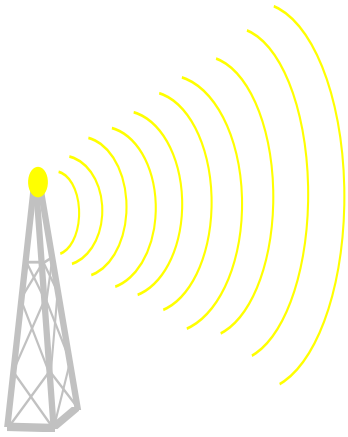
電磁波の伝播

Maxwell方程式

電場の変化 → 磁場 (アンペール: 変位電流)

磁場の変化 → 電場 (ファラデー: 電磁誘導)





電磁波の分類

→テキスト p.189

波動

速度 = 波長 × 振動数

$$c = 3.0 \times 10^8 [m / s]$$

長波
中波
短波
超短波
マイクロ波
赤外線
可視光線
紫外線
X線
ガンマ線

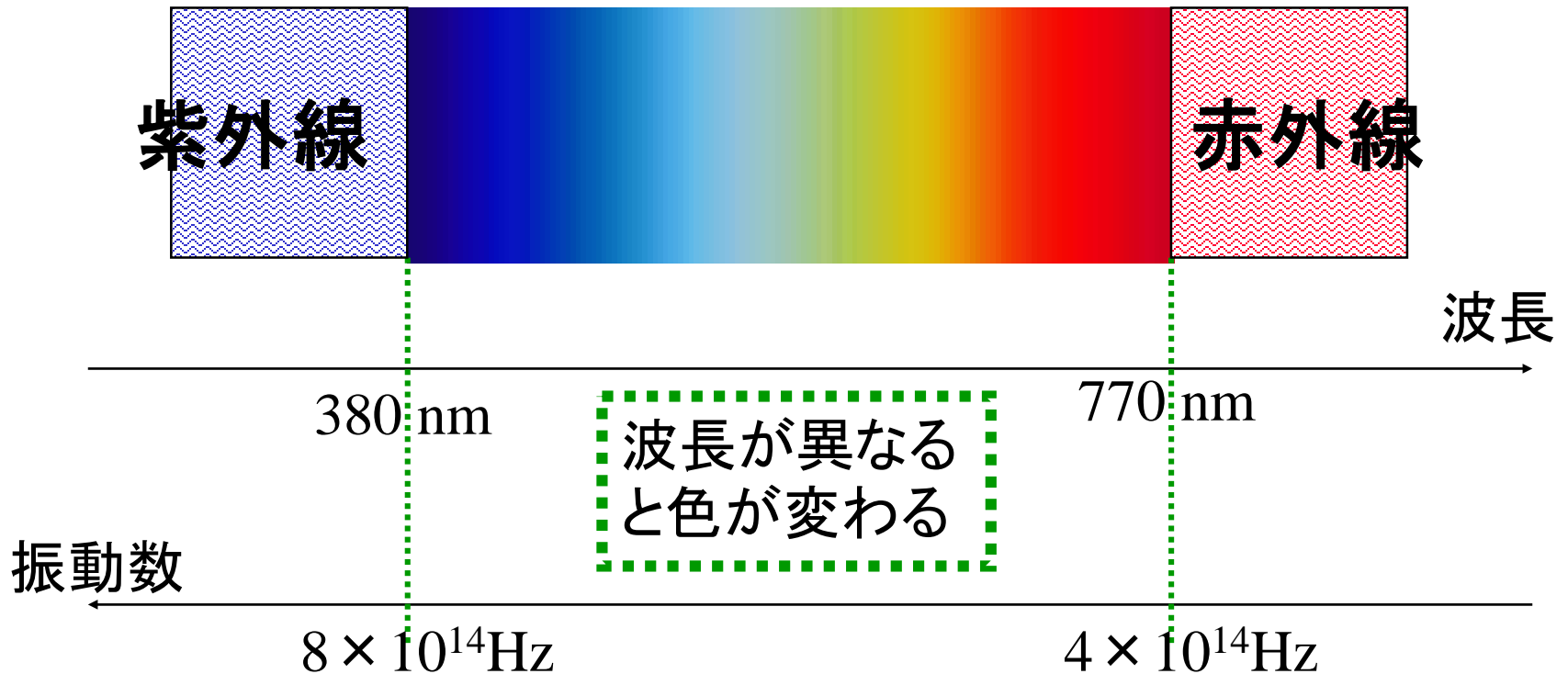
長い

波長

短い

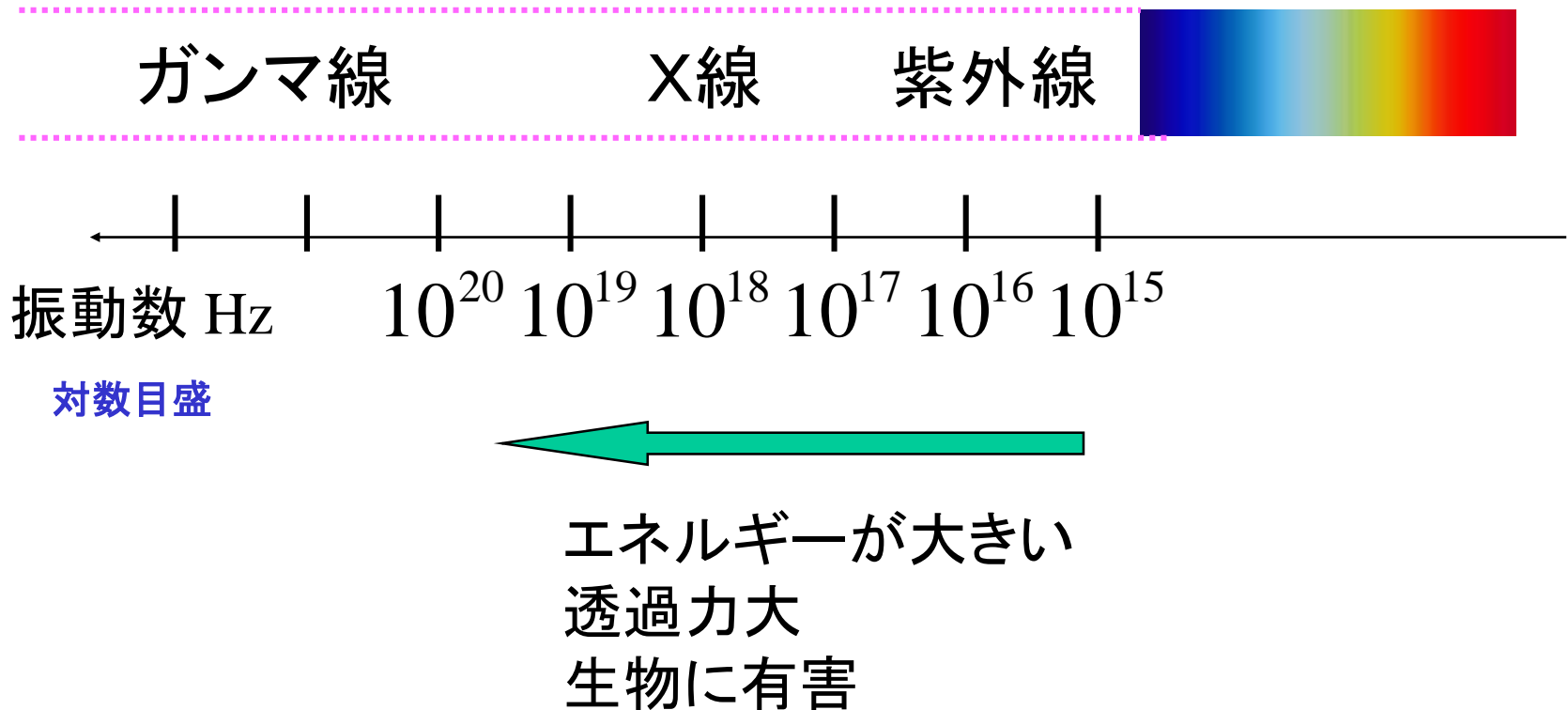
光

電磁波のうち、人間の眼が感じる範囲が「光」



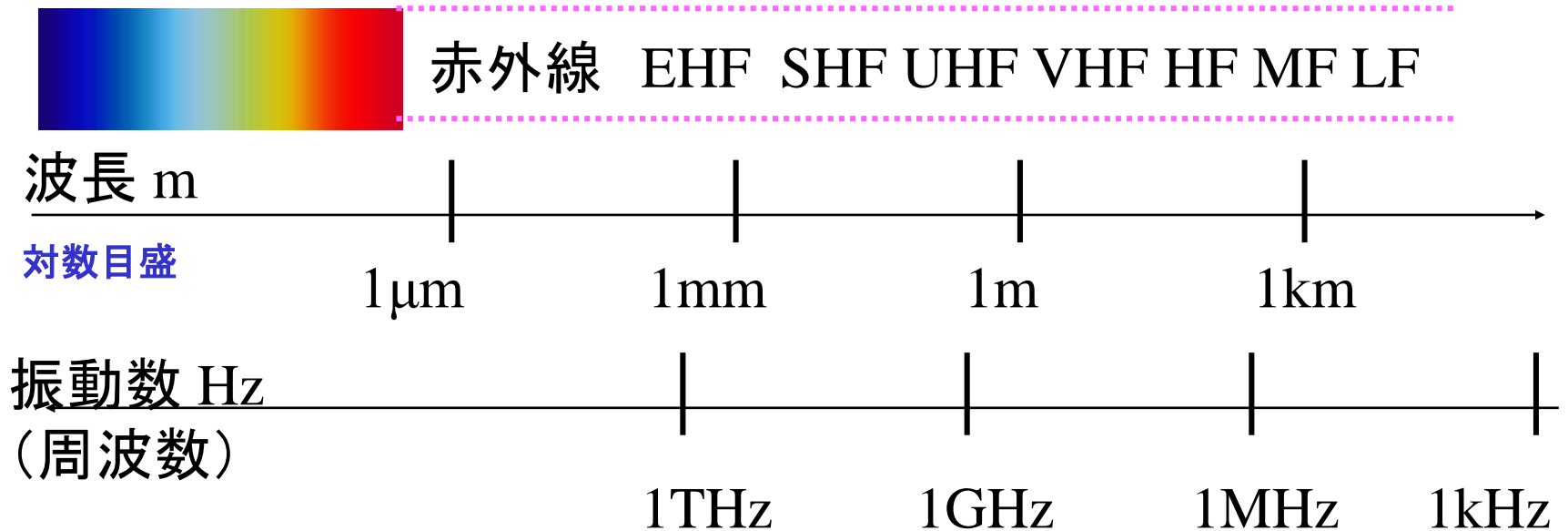
注意：「色＝波長」ではありません

電磁波



電磁波

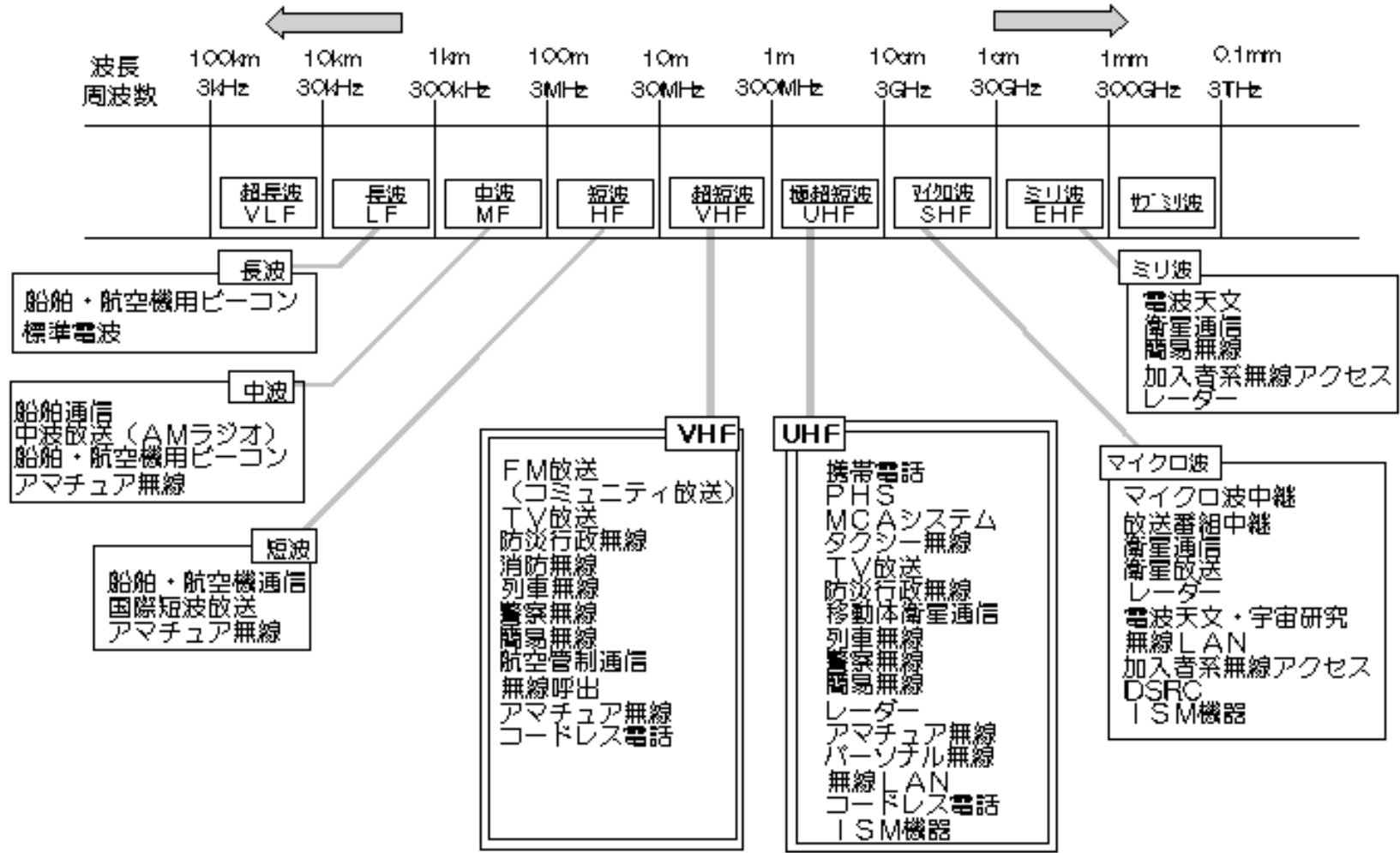
電波



電波の割り当て: **総務省** (次のスライド)

直進性が弱い
情報伝送容量が小さい

直進性が強い
情報伝送容量が大きい



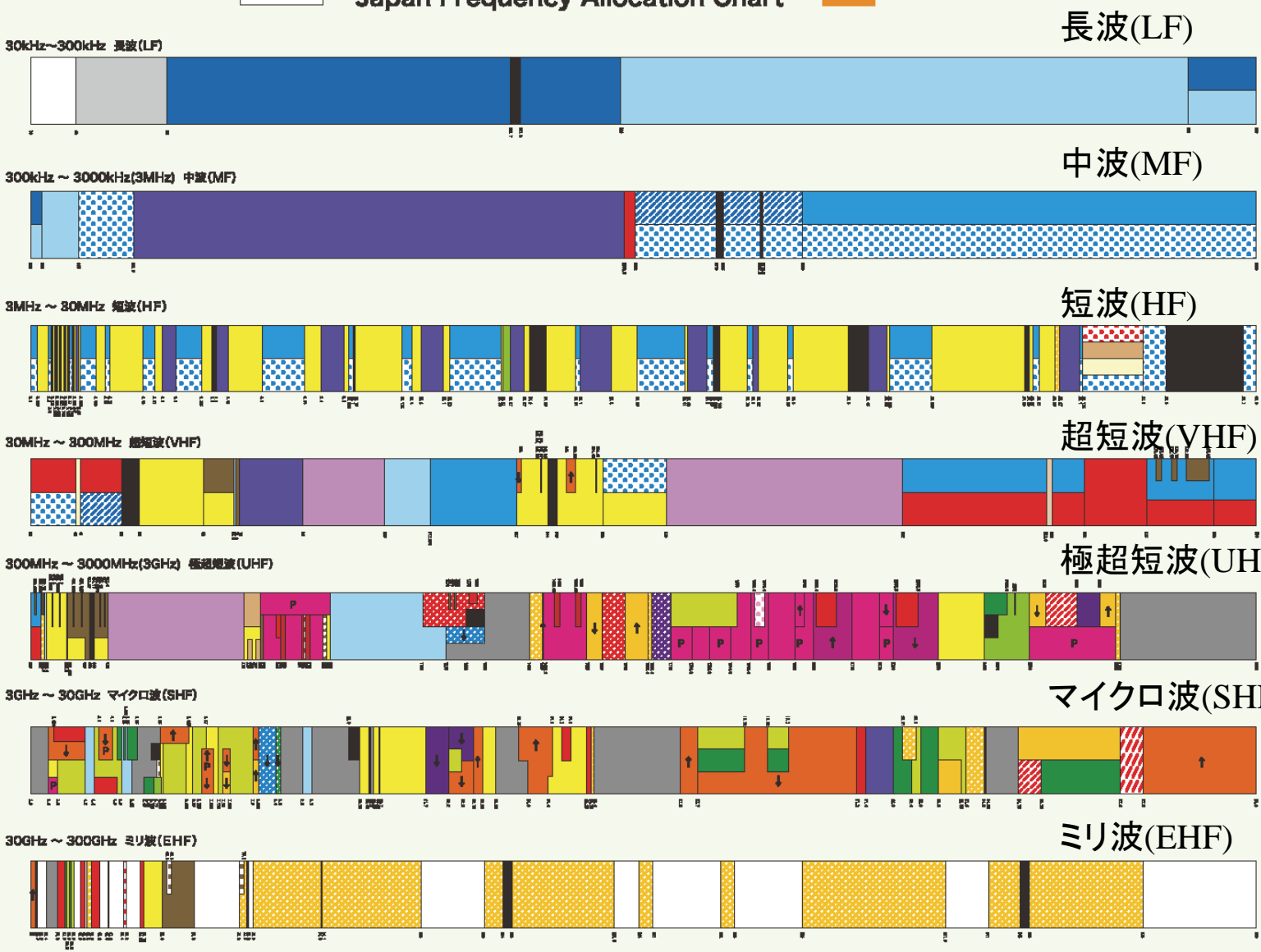


我が国の電波の使用状況

Japan Frequency Allocation Chart



- 固定 (無線局)
- 移動 (無線局)
- 固定 / 移動 (無線局)
- 衛星移動
- FSS
- MSA
- 衛星移動
- 広帯域無線アクセス
- コードレス電話
- 衛星ラジオマイク
- 特定小電力無線
- ラジオコン・市販ラジオ等
- 無線LAN・無線アクセス
- 産業科学用電波 (ISM)
- IT9 認証システム
- RFID
- 放送電波
- 航空無線航行
- 衛星放送衛星無線航行
- 海上無線航行
- 無線航行
- ラジオアビ
- テレビジョン放送
- 衛星放送
- 音声放送
- 固定衛星
- 移動衛星
- 宇宙通信
- 緊急警報 / 緊急通報
- 地球探査衛星
- 無線航行電波 (GPN等)
- 宇宙研究
- 電波天文
- 無線電波
- 各種レーダー
- アマチュア



P フォンバンド

(平成23年4月現在)

