

# マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信における マイクロ波ビームの形成

小池誠<sup>†1, †2</sup>

**概要:** マイクロ波聴覚効果とは矩形波のマイクロ波が聴覚を刺激する現象である。そこで、マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信、即ち、テレパシー通信では、音声信号でパルス変調されたマイクロ波を搬送波として、受信者の頭部にビーム照射することにより、マイクロ波聴覚効果により頭部が音声信号を復調する。テレパシー通信では、ビーム幅が小さく、かつ、ビーム径が小さなマイクロ波ビームを形成することが求められる。そこで、マイクロ波のみを頭部に照射するのではなく、別途、レーザービームを頭部に照射して、大気中の気体分子をイオン化して、微量のプラズマをらせん状のビーム経路に生成する。すると、プラズマが導波管として作用して、マイクロ波がプラズマ導波管の内部をビームとなって直進し、特定の受信者のみが声を聴くことができる。

**キーワード:** マイクロ波聴覚効果、マイクロ波通信、テレパシー通信、プラズマ導波管、プラズマチャネル、カーレンズ、統合失調症

## Formation of Microwave Beam in the Microwave Communication with the Application of Microwave Auditory Effect

MAKOTO KOIKE<sup>†1, †2</sup>

**Abstract:** Microwave auditory effect refers to phenomenon that a rectangular pulse of microwave causes audition. In the microwave communication with the application of the microwave auditory effect, i.e., a telepathy communication, a microwave beam, which carries an acoustic signal, impinges onto the head of a recipient so that microwave auditory effect demodulates the acoustic signal in the head. In the telepathy communication, the formation of a microwave beam with a small beam width and a narrow beam diameter is required. Not only a microwave beam is irradiated onto the head but also a laser beam is irradiated onto the head so as to generate a small amount of plasma in the beam path in the shape of a spiral by ionizing gaseous molecules in the atmospheric air. The plasma functions as a waveguide so that a beam of microwave propagates in the plasma waveguide, thereby the specific recipient selectively hears the voice.

**Keywords:** microwave auditory effect, pulse modulation, microwave communication, telepathy communication, plasma waveguide, plasma channel, Kerr lens, schizophrenia

### 1. はじめに

#### 1.1 マイクロ波聴覚効果

マイクロ波聴覚効果とは矩形波のマイクロ波が聴覚を刺激する現象であり、1962年にアラン・フレイがマイクロ波聴覚効果に関する実験結果を公表している[1]。パルス幅が概ね1ミリ秒以下のマイクロ波が聴覚を刺激する一方、連続波のマイクロ波は聴覚を刺激しない。周波数の下限は200メガヘルツであり、周波数の上限は個人差もあるが8ギガヘルツ前後から10ギガヘルツ前後であり、周波数が300メガヘルツから3ギガヘルツのUHF帯で特に閾値が低くなる[2-4]。

マイクロ波聴覚効果ではマイクロ波が頭部に共鳴するとともに頭部に吸収され、マイクロ波の電磁波エネルギーが最終的に熱エネルギーに変わる。即ち、矩形波のマイクロ波が頭部を加熱することにより熱弾性波が頭部組織に生じ、

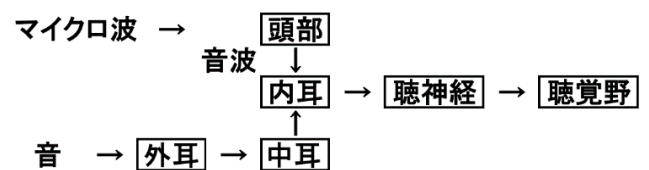


図1 空気伝導及びマイクロ波聴覚効果の経路  
Fig. 1 Pathway of air conduction and microwave auditory effect

この熱弾性波が骨伝導により聴覚を刺激する。骨伝導は骨経路と非骨経路に大別されるが、非骨経路でマイクロ波が聞こえる[4]。

#### 1.2 テレパシー通信

マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信（以下、テレパシー通信という）では、人間の頭部に矩形波のマイクロ波ビームを照射して、マイクロ波聴覚効果により頭部に直接、音声を伝える。テレパシー通信ではマイクロ波ビームは搬送波として機能しており、音声信号で変調されて

<sup>†1</sup> 小池誠マイクロ波研究所  
Makoto Koike Microwave Research Institute  
<sup>†2</sup> マイクロ特許事務所  
Micro Patent Office  
email: patentcom007@gmail.com

いる。テレパシー通信は、パルス振幅変調（米国特許 6470214 号，米国特許 6587729 号）[5-9]，パルス周波数変調（米国特許 4877027 号）[10, 11]，パルス符号変調（米国特許 2801281 号）のいずれでも可能である[12, 13]。

テレパシー通信は上述のように骨伝導を利用するのだが，骨伝導と空気伝導では各周波数帯域において耳の伝達関数が異なるので，この相違を補正するためのフィルターが必要となる。このようなフィルターとしては米国特許（米国特許 4877027 号）で開示されている[7,14]。このフィルターは基本的にはホーマー・ダドリーのチャンネル・ポコーダーと同様の構造であり，各周波数帯域で分析し，その後，各周波数帯域で合成する[15-18]。

### 1.3 ビーム形成が課題

テレパシー通信で特定の 1 人のみに音声信号を伝えるためには，特定の 1 人の頭部のみにマイクロ波ビームを照射することが求められる。

マイクロ波聴覚効果が発現する矩形波のマイクロ波はマイクロ波レーダーに用いられているのだが，マイクロ波レーダーには，通常，ファンビームが用いられている。ところが，ファンビームではマイクロ波が進行するにつれて，マイクロ波が広がっていき，特定の 1 人の頭部のみ選択的にマイクロ波ビームを照射することができない。

そこで，本稿は，テレパシー通信の実用化に向けて，ビーム幅が小さく，かつ，ビーム径が小さなマイクロ波ビームを形成する方法を探索した。

## 2. プラズマ導波管

### 2.1 原理

本稿はレーザービームが大気中の気体分子をイオン化して，プラズマが生成する現象をマイクロ波送信に応用する。レーザービームにより生じたプラズマはレーザー生成プラズマというが，レーザー生成プラズマがプラズマ導波管として作用して，マイクロ波がプラズマ導波管の内部を直進する。

プラズマ導波管は導電性というプラズマの物性を応用しているのであるが，以下，プラズマ，レーザー生成プラズマ，及び，レーザー生成プラズマによる導電路の形成について簡単に述べる。

### 2.2 プラズマ

プラズマについては様々な定義があるが，本稿では気体中の原子や分子が電離して生成した正イオンと電子がほぼ等量まざりあって存在し，平均的にはほぼ準中性を保っている媒質と定義する[19]。この定義ではプラズマは気体の電離に限定されるが，本稿では大気中に生成するプラズマを応用するので，半導体のような固体やイオン化した液体までプラズマの定義に含める必要がない。

空気が電離してプラズマが生成するといっても，空気を構成する気体分子の大部分は電離しておらず中性を保って

おり，正イオンや電子は微量，生成するのに過ぎない。

空気が強く電離したときに発光する一方，弱く電離したときには発光はほとんど観察されない[20]。強く電離した例としては，オーロラ，雷，グロー放電，アーク放電などがあるが，本稿ではプラズマの発光を利用するものでない。従って，レーザーの近傍で空気が強く電離する一方，レーザーの遠方で空気が弱く電離するというのは十分に許容できる。

マイクロ波ビーム形成という用途では，プラズマの導電性を利用する。プラズマは正イオンと電子という荷電粒子の集合なので必然的に導電性がある。プラズマの導電性に着目すると，プラズマは金属と似ているとされている[21]。

### 2.3 レーザー生成プラズマ

プラズマは気体の放電で生成し，マイクロ波放電でもプラズマは生成する[22, 23]。本稿では，このような工業的に広く応用されている手段でプラズマを生成するのではなく，高出力レーザーを使ってプラズマを生成する。

レーザーの波長，気体分子の種類，圧力などに依存して気体が絶縁破壊するしきい値が決まるが，1 気圧の空気の場合，波長  $10 \mu\text{m}$  の二酸化炭素レーザーでは，ほぼ  $10^9 \text{W/cm}^2$  である[20]。このようにギガワット級のレーザーで空気中にプラズマが生成するが，フェムト秒ファイアレーザーが空気中のプラズマ生成に好適に用いられている[24-30]。

### 2.4 プラズマ導電路

本稿では，レーザービームの経路となる空気にプラズマを生成して，導電性通路を形成する。このような導電性通路が科学技術として可能である旨を示すために，レーザー生成プラズマが落雷の誘発に応用されている旨を指摘する[20, 31-34]。高出力レーザーからレーザービームを直接，雷雲に向けて発射したり，建物などに向けて照射して，その反射波が雷雲に到達する場合，レーザービームの経路の空気が電離してプラズマとなって，導電性になる。そして，この導電性通路に沿って放電が誘発される。

落雷の誘発では可視光，赤外線，紫外線などの幅広いスペクトル分布を示す雷が導電性経路を進行する。これに対して，後述するテレパシー通信では，マイクロ波ビームが導電性経路を進行する。

## 3. 米国特許 6377436 号

### 3.1 概略

2000 年 4 月 5 日に米国特許商標庁に特許出願され，2002 年 4 月 23 日に米国特許 6377436 号が成立するとともに同日にその内容が公表された[35]。発明の名称は「レーザーで発生したプラズマ導波管を用いたマイクロ波送信」である。この米国特許はマイクロ波送信の改良であり，マイクロ波がプラズマ導波管を直進する。

### 3.2 構造

米国特許 6377436 号について、レーザービームを生成する構造と、マイクロ波を生成する構造に大別して、解説する。図 2 及び図 3 に示すように、円盤 11 の中心に円盤 11 と同軸に貫通孔 17 が形成されており、貫通孔 17 に導電性スリーブ 12 が嵌合している。円盤 11 にレーザーシステム 13 及びレーザーシステム 15 が、貫通孔 17 を挟む位置で互いに向き合って設置されている。円盤 11 の貫通孔 17 に鏡 14 及び鏡 16 が配置されている。

図 4 に示すように、レーザーシステム 13 から発射したレーザービームは鏡 14 で反射し、円盤 11 の中心軸と平行に直進する。このビーム経路は 20 で表示されている。レーザーシステム 15 から発射したレーザービームは鏡 16 で反射し、円盤 11 の中心軸と平行に直進する。このビーム経路は 21 で表示されている。レーザービーム 20, 21 が空気中の分子に作用してプラズマが生成する。

図 5 に示すように、組立体 24 では、レーザー組立体 10 の貫通孔 17 と円盤形状のカウンターバランス 22 の貫通孔は同軸の導電性筒 23 で接続している。

図 6 に示すように、レーザー組立体 10、導電性筒 23 及びカウンターウェイト 22 からなる組立体 24 は、ベアリングユニット 31 に設置され、組立体 24 は回転することができる。環状ギア 32 は導電性筒 23 の外周に嵌合し、モーター 34 はギア 33 を介して環状ギア 32 に動力を伝える。モーター 34 はモータースタンド 35 に設置されている。モータースタンド 35 及びベアリングユニット 31 は基盤 37 上に設置されている。マイクロ波送信機 39 も基盤 37 上に設置されており、回転性カップリング 38 を介して導電性筒 23 に接続している。レーザー組立体 10 の電力はスリップリングアセンブリ 36 から供給される。

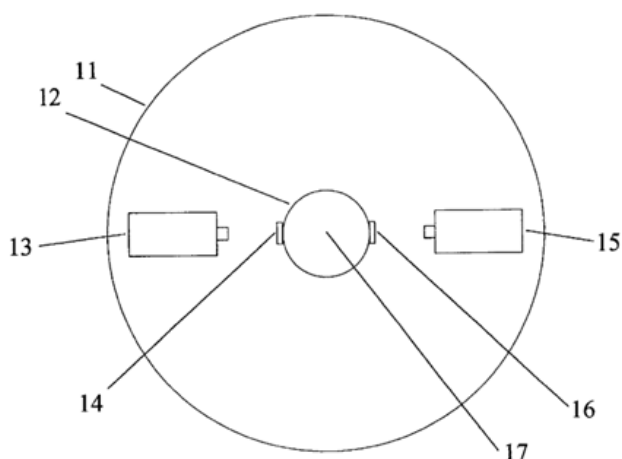


図 2 2つのレーザーシステムを設置した円盤の正面図。  
 文献[35]より引用。

Figure 2 Front view of a disc with two laser systems  
 cited from reference [35]

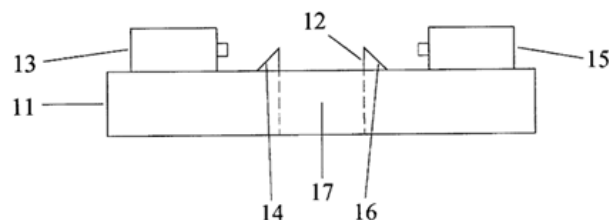


図 3 2つのレーザーシステムを設置した円盤の側面図。  
 文献[35]より引用。

Figure 3 Side view of a disc with two laser systems  
 cited from reference [35]

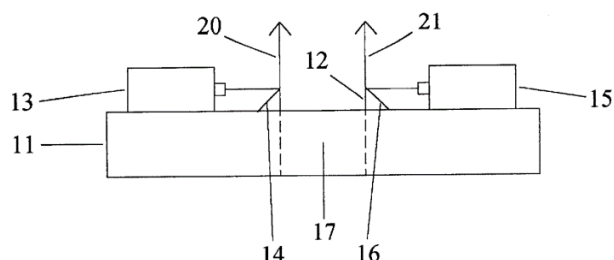


図 4 レーザービームを照射したときの円盤の側面図。  
 文献[35]より引用。

Figure 4 Side view of a disc with two laser systems upon the  
 irradiation of laser beams  
 cited from reference [35]

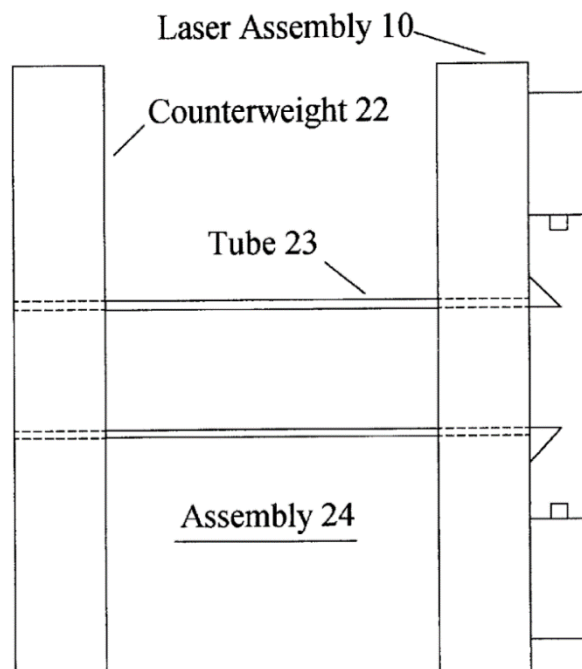


図 5 組立体の側面図。文献[35]より引用。

Fig. 5 Side view of assembly, cited from reference [35]

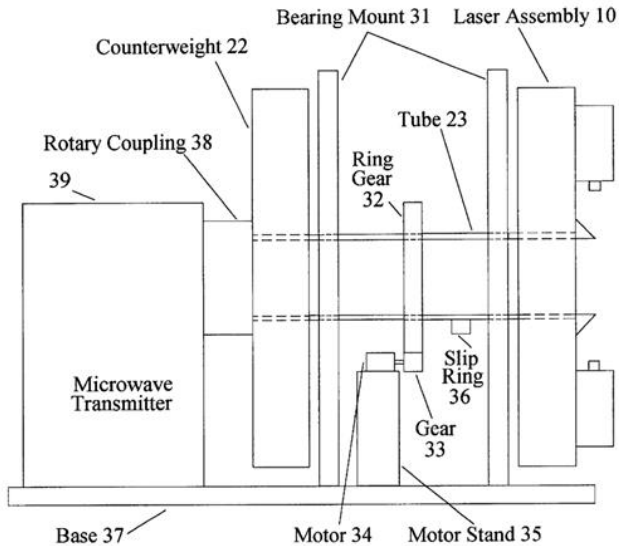


図6 マイクロ波送信機の側面図. 文献[35]より引用.

Fig. 6 Side view of microwave transmitter,  
 cited from reference [35]

### 3.3 レーザー生成プラズマ

レーザーシステム 13 及びレーザーシステム 15 から照射したレーザービーム 20, 21 が大気中プラズマを生成するのだが、レーザー組立体 10 が回転することによりこの大気中プラズマの形状は円筒となり、プラズマ導波管として機能する。正確にはレーザーシステム 13, 15 が回転しているので、レーザービームは円筒面に沿って螺旋を巻くことになる。

そして、マイクロ波送信機 39 から照射されたマイクロ波が、プラズマ導波管を直進する。レーザービームにより大気中にプラズマが生成する詳細については、文献[24]が詳しいが、上述した雷を誘発する技術と同様である。

また、プラズマを生成するためのレーザー、即ち、レーザーシステム 13, 15 に用いられるレーザーとして、サファイヤ赤外線レーザーが例示される。サファイヤ赤外線レーザーは波長が可変という特徴があり、1990年代から活発に研究開発されている[24-30]。

### 3.4 テレパシー通信

図6に示すように、米国特許 6377436号は、マイクロ波送信機 39 から送信されるマイクロ波が変調されている旨が記載されていない。しかしながら、マイクロ波送信機 39 から発射されるマイクロ波が音声信号でパルス変調されるように改良することは、通信機の研究開発者にとってはそれほど難しいものではない。

音声信号はパルス振幅変調(米国特許 6470214号, 米国特許 6587729号)[4-8], パルス周波数変調(米国特許 4877027号)[9, 10]の何れがされてもよい。更に、パルス振幅変調, パルス周波数変調は、更になおパルス符号変調(米国特許 2801281号)されてもよいのである[11, 12]。

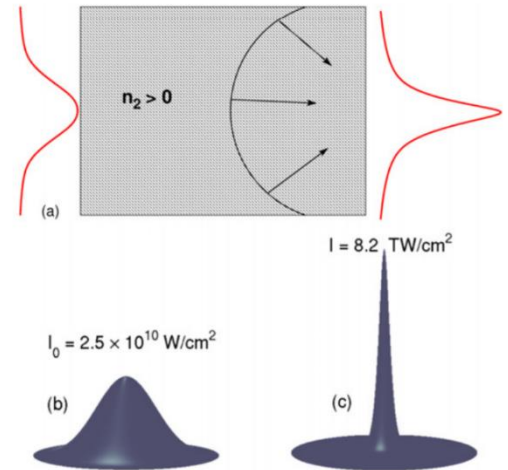


図7 カーレンズによるレーザービームの集光  
 媒体はシリカ

文献[36]のfig. 4を引用.

## 4. レーザービームシミュレーション

### 4.1 カーレンズ Kerr lens

高出力パルスレーザーでは光学カー効果という非線形現象が起きる。レーザービームの照射に起因して、空気の屈折率が変化し、ビームの中心で屈折率が小さくなる一方、ビームの周辺で屈折率が大きくなる。これに伴って、レーザービームが照射されている空気がレンズと機能して、レーザービームが中心に集光して、ビームの直径が小さくなる。カー効果 Kerr 効果に起因してレンズになっていることから、カーレンズ Kerr lens と命名されている[32, 34]。

図7にレーザービームがカーレンズにより集光するシミュレーションを示す[34]。媒質は空気ではなくシリカであるが、カーレンズがレーザービームを集光する点については空気であってもシリカであっても同様である。

このシミュレーションでは、レーザービームは下記の数式で表現されるガウシアンビームと仮定する。

$$U(x, y, z = 0, t) = U_0 e^{-\frac{r^2 N}{w_0^2} - ik_0 \frac{r^2}{2f} - \frac{t^2}{\tau_p} - iC \frac{t^2}{\tau_p}}$$

カー効果は下記の偏微分方程式で示されるが、この偏微分方程式が数値解析されている。

$$\frac{\partial}{\partial z} U = \frac{i}{2k_0} \nabla_{\perp}^2 U + i \frac{\omega_0}{c} n_2 |U|^2 U = 0,$$

数値解析では、媒質は空気ではなく、シリカとなっている。パラメーターの詳細は[34]を参照のこと。

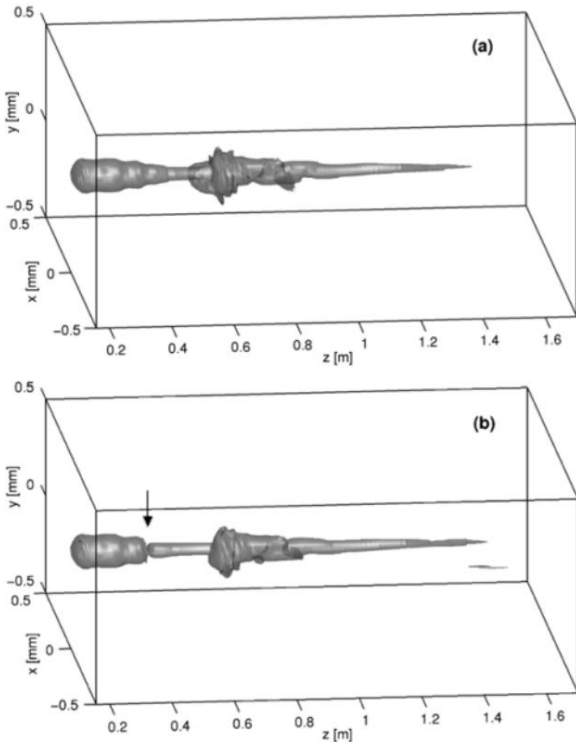


図8 レーザービームのシミュレーション  
(a)雨滴がない場合、(b)一粒の雨滴がある場合  
文献[36]の図12より引用。

Fig. 8 simulation of laser beams cited from reference [36]  
(a) no water droplet; (b) one water droplet

#### 4.2 カーレンズと雨滴

大気中にレーザービームを照射したとき、雨や雲がレーザービームに与える影響が懸念される。

図8は、雨滴がない場合、及び、一粒の雨滴がある場合、レーザービームのプロフィールをシミュレーションした結果である。図8(b)では矢印の位置に一粒の雨滴があると設定されている。

図8(a)と図8(b)を比較すると、レーザービームの伝搬に雨滴が影響を与えていない。光学カー効果により雨滴の影響が打ち消される。

すると、雨天であっても、高出力レーザービームは大気を直進すると想定される。

#### 4.3 人工衛星からビーム照射

人工衛星は、地上からの高度により、高軌道衛星、中軌道衛星、低軌道衛星の3つに分類できる。低軌道の人工衛星では、地上400キロ、500キロ前後で地球を周回している。

地上400キロにある低軌道衛星から地上に向けてビーム径50cmのフェムト秒レーザーのビームを地上に照射したシミュレーションが公表されている[37]。

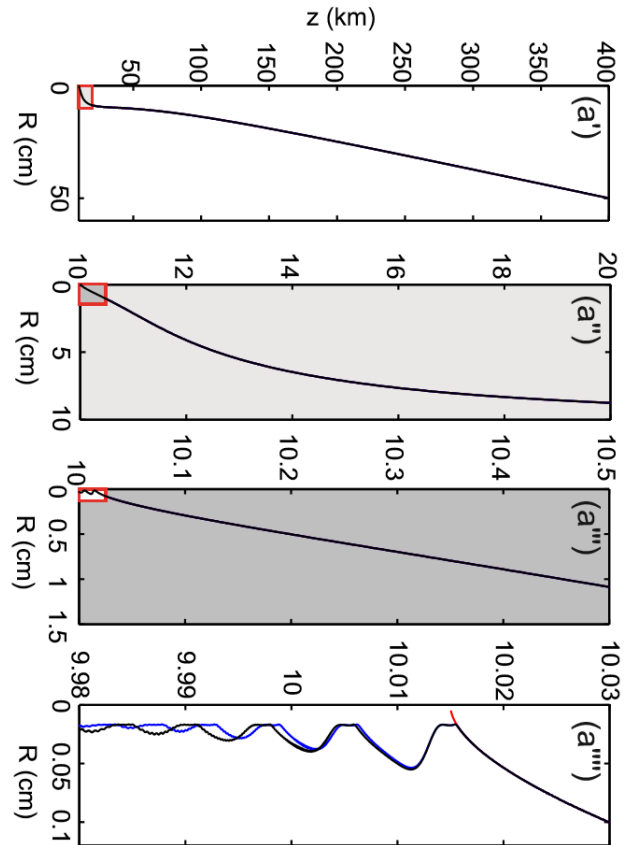


図9 地上400キロから地上に向けてビーム径50cmのフェムト秒レーザーを照射した場合のシミュレーション。

- (a') ビーム径の高度依存性。
  - (a'') (a')の一部を拡大。
  - (a''') (a'')の一部を拡大。
  - (a''''') (a''')の一部を拡大。
- 文献[37]の図4.1を引用

Fig. 9 Beam width dependence on height

(a') beam propagation from orbit ( $z_0 = 400$  km from the ground) to an altitude of 10 km from the ground. The red rectangle shows the zoomed portion of the propagation depicted in the next graphs (a''), (a''') and (a''''') organized in the same way.

The initial beam width was 50 cm, while the initial power was  $P = 45$ ,  $P_{cr} = 143$  GW.

図9にシミュレーション結果を示すのだが、地上400キロからビーム径50cmのフェムト秒レーザーを照射した場合、図9(a')に示すように、カーレンズによりビーム径が徐々に小さくなっていく。図9(a'')に示すように、地上20キロから地上10キロまでビーム径が更に小さくなっていく。図9(a''')に示すように、地上10.5キロから10キロの間に更にビーム径が小さくなっていき、ビーム径が1cm以下になっている。図9(a''''')に示すように、結局、ビ

ーム径は 1mm 以下, 0.2~0.3mm 前後にまで縮小する。

ここではパラメーターの詳細は省略しているが, 空気の圧力, 空気に含まれる気体(窒素, 酸素, 二酸化炭素, アルゴン)の影響はシミュレーションで考慮されている。

#### 4.4 陰謀論

陰謀論を主張するウェブサイトの多くに「衛星サーベイランスの衝撃的な脅威」, “The Shocking Menace of Satellite Surveillance” というエッセイが拡散している[38]. 著者のジョン・フレミングは, 人工衛星から地上にいる人間を監視することができるだけでなく, 人工衛星から地上の人間に音声を送信できる旨に言及している。

さて, 人工衛星から地上の人間を監視できるか否かは本稿の範囲を超えているが, 人工衛星にフェムト秒レーザーと連動するマイクロ波送信機を搭載した場合を考える。人工衛星はリモートセンシングに用いられているが, リモートセンシングのための電子機器として, 搭載された場合である。

図 9 のシミュレーションのようにプラズマ導波管の直径が 1 mm 以下に縮小するときには, マイクロ波ビームの直径も同様に 1 mm 以下に縮小することが想定される。すると, 人間の頭部のサイズと比べて, 地上におけるビーム径は十分に小さく, 人間の頭部に照射するというシナリオは十分に現実的である。

実際にシミュレーション通りにレーザービームやマイクロ波ビームが地上の人間の頭部にまで伝搬するか否かは実験で確認することが求められるが, 物理法則に違反するというほどのことではない。

ところで, 19 世紀に月旅行はジュールベルヌの小説に描かれた夢物語であったが, 1960 年代に米国 NASA が月旅行に成功している。人工衛星から地上の人間にレーザービーム又はマイクロ波ビームを照射して音声を頭部に直接, 伝えるという通信方式も月旅行と同様であり, 科学技術の革新的進歩により可能となる範疇であり, 荒唐無稽の SF という範疇ではない。

## 5. サイバネティックスと統合失調症

### 5.1 サイバネティックス

近代哲学の父, ルネ・デカルトが要素還元主義を提唱し[39], 学術領域は多くの要素に還元されるようになった。21 世紀の現代では, 音波に関する音響学, 無線通信に関する電波工学, レーザーに関する光学, プラズマに関するプラズマ物理学は別箇の学術領域とされている。

ところが, テレパシー装置では, 音波, 電波, 光波, プラズマに関する物性が全て応用されている。

すると, テレパシー装置の研究開発は要素還元主義でなく, 様々な要素を統合するというアプローチが求められる。

このような学際領域を重視する哲学にノバート・ウィーナーが 1940 年代後半に提唱したサイバネティックスがあ

る[40]. サイバネティックスでは, 通信, 制御, コンピュータという要素が統合されており, 具体的には, 1948 年に初版が刊行された書籍のタイトルに明記されているように, 動物と機械における制御と通信に関する。

ここで, 動物の典型例は人間であり, 機械の典型例がコンピュータ, 特に人工知能(オートマトン)であり, 人間と人工知能が無線通信で対話している。この無線通信はサイバネティックス第 3 章に記載されており, マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信の概略について, 電波の周波数帯域, マイクロ波という用語, パルスという用語, マイクロ波を頭部に照射する点, マイクロ波聴覚効果という用語などを使うことなく解説している。

サイバネティックスは人工知能という用語が造語される以前に刊行されているのであるが, 現在の人工知能についてオートマトンという用語を使って説明している。また, サイバネティックスは, ベル研究所のホーマー・ダドリーが開発したヴォコーダーに言及しており, オートマトンが音声合成により発話したことが示唆される[40].

更に, ノバート・ウィーナーは, 著書「人間機械論」において, 通信機械について詳細に公表しており, この通信機械は通信機という要素とオートマトンという要素を兼ね備えており, 自動的にメッセージを發して応答することができる[41]. 著書「サイバネティックス: 動物と機械における制御と通信」で明記できなかった内容が「人間機械論」で補われており, 双方を詳細に検討すると, 第二次世界大戦中の米軍の軍事研究において, ノバート・ウィーナーがテレパシー装置の研究開発に関与したことが浮き彫りになってくる。

このときの共同研究者がクロード・シャノンであり, テレパシー通信の要素について, 具体的な通信機について開示することなく, 数学的な理論に抽象化して, 数学の通信理論として公表され, 情報理論に発展している[13, 42].

即ち, テレパシー装置という同一のモノが, サイバネティックスと情報理論とパルス符号変調に分かれて独自に発展していったのである[13].

### 5.2 統合失調症の原因

精神医学ではテレパシーが聞こえるという症状は妄想の典型例とされており, テレパシーで声が聞こえるのは幻聴の典型例でもある[43]. 更に, 妄想及び幻聴は統合失調症の典型的な症状である。

しかしながら, マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信において, マイクロ波ビームがプラズマ導波管を直進して, 特定の受信者の頭部にのみ選択的に照射されたときには, その受信者のみに音声信号を伝えることができる。即ち, テレパシー通信で音声を伝えるとともに幻聴を誘発できる。

また, マイクロ波は第二次世界大戦前から軍事レーダーに应用されているが, 自動追尾レーダー技術を用いると,

受信者が移動していても、受信者の頭部にマイクロ波ビームの照射を継続することができる。マイクロ波は建物の壁や屋根を貫通するので、屋外から屋内に移動してもマイクロ波による追尾は継続することができる。また、壁透過レーダーも開発されているので、屋内であっても、どこにいるかという位置は把握することができる。

一方、軍用通信システムは特定秘密保護法で秘密にすることができ、特定秘密保護法の制定前は自衛隊法で秘密にすることができる[44]。

これらのことを総合的に考慮すると、統合失調症の原因は音声対話システムに接続されているテレパシー通信で誘発されており、ノバート・ウィーナーがサイバネティクス及び人間機械論で公表した自動通信機械はテレパシー通信を意味すると推測される[40, 41]。

## 6. おわりに

マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信、即ち、テレパシー通信を実現するためには、長距離を伝搬するマイクロ波ビームを形成することが求められるが、フェムト秒レーザーなどで生成したプラズマ導波管を応用することで、このようなマイクロ波ビームを形成することができる。従って、特定の個人の頭部にマイクロ波ビームを照射して、マイクロ波聴覚効果により音声を伝える通信方式は十分に実現可能である。

統合失調症の原因はマイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信という仮説を提唱しているが、マイクロ波ビーム形成技術によりこの仮説が補強された。

**謝辞** 音学シンポジウム 2018 の関係者に、謹んで感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] A. H. Frey, Auditory response to pulsed radiofrequency energy to human auditory system, *J. Appl. Physiol.*, vol. 17, no. 4, pp. 689-692, 1962.
- [2] J. A. Elder, C. K. Chou, Auditory response to pulsed radiofrequency energy, *Bioelectromagnetics Supplement*, vol. 24, no. S6, pp. S162-S173, 2003.
- [3] 小池誠, “マイクロ波聴覚効果の解説～電波が聞こえる現象の再発見～”, 電子情報通信学会研究報告, vol. 116, no. 13, MW2016-8, pp. 39-44, Apr. 2016.
- [4] 小池誠, “マイクロ波聴覚刺激の概説—電波が聞こえるというパラダイムに転換—” 情報処理学会研究報告 vol.2016-MUS-111, no.35, pp.1-7, May 2016.
- [5] James P. O’Loughlin, Diana L. Loree, Method and device for implementing the radio frequency hearing effect, US Patent No. 6470214, Oct. 22, 2002.
- [6] James P. O’Loughlin, Diana L. Loree, Apparatus for audibly communicating speech using the radio frequency hearing effect, US Patent No. 6587729, Jul. 1, 2003.
- [7] 小池誠, “音声対話システムの斬新な出力インタフェース” 情報処理学会研究報告, vol. 2016-NL-228, no.5, pp.1-7, 2016.
- [8] 小池誠, “マイクロ波聴覚効果をインタフェースに応用した音声対話システム” 電子情報通信学会技術報告, vol. 116, no. 279, SP2016-41, pp. 1-8, 2016 年 10 月.
- [9] 小池誠, 情報リテラシーとテレパシー, 情報処理学会第 7 9 回全国大会, pp. 4-531-4-532, 2017
- [10] Wayne B. Brunkan, Hearing System, US Patent No. 4877027, Oct. 31, 1989.
- [11] 小池誠, テレパシー通信の理論—マイクロ波聴覚効果を応用したマイクロ波通信—, 電子情報通信学会技術報告, vol. 117, no. 20, MICT2017-5, pp. 19-23, 2017 年 5 月.
- [12] Bernard M. Oliver, Claude E. Shannon, Communication System Employing Pulse Code Modulation, US Patent No. 2801281, July 30, 1957.
- [13] 小池誠, テレパシー通信の哲学, 情報処理学会研究報告, vol.2017-MUS-115, no.52, pp.1-5, June 2017.
- [14] P. L. Stocklin, Hearing Device, US Patent No. 4858612, Aug 22, 1989.
- [15] Lawrence R. Rabiner and Ronald W. Schafer, Introduction to Digital Speech Processing, Foundations and Trends in Signal Processing Vol. 1, Nos. 1–2 (2007) 1–194
- [16] Homer Dudley, "Remaking speech." *The Journal of the Acoustical Society of America* vol. 11, no. 2, pp. 169-177, 1939.
- [17] Homer Dudley, "Phonetic Pattern Recognition Vocoder for Narrow - Band Speech Transmission." *The Journal of the Acoustical Society of America* vol. 30, no. 8, pp. 733-739, 1958.
- [18] Homer Dudley, Signal Transmission US Patent No.2151091, May 21, 1939.
- [19] 日本学術振興会プラズマ材料科学第 1 5 3 委員会編集, 大気圧プラズマ 基礎と応用. オーム社, 平成 21 年 10 月 15 日, pp.1-1.
- [20] 内海通弘, 今泉高宏, 田中紀捷, 村岡克紀, レーザー誘導放電路の形成過程, レーザー研究, vol. 24, no. 5, pp. 556-563, 1996
- [21] 岡本幸雄, プロセスプラズマの基礎, *J. Vac. Soc. Japan*, vol. 59, no. 7, pp. 161-170, 2016
- [22] 八坂保能, 放電プラズマ工学, 森北出版, 2007
- [23] 林泉, 高電圧プラズマ工学, 丸善, 平成 8 年 9 月
- [24] A. Braun, G. Korn, X. Liu, D. Du, J. Squier, and G. Mourou, Self-channeling of high-peak-power femtosecond laser pulses in air, *Optics Letters*, Jan. 1, 1995, vol. 20, No. 1 pp 73-75
- [25] C. Y. Chien, G. Korn, J. S. Coe, J. Squier, G. Mourou and R. S. Craxton, "Highly Efficient Second-Harmonic Generation of Ultraintense Nd: glass Laser Pulses", *Optics Letters*, Vol. 20, No. 4, pp.353-355, Feb. 15, 1995
- [26] Hanieh Fattahi, Elena G Barros, Martin Gorjan, Thomas Nubbemeyer, Bidoor ALSAIF, Catherine Y.Tisset, Marcel Schultze, Stephan Prinz, Matthias Haefner, Moritz Ueffing, Ayman Alismail, LÉNÁRD VÁMOS, Alexander Schwarz, Oleg Pronin, Jonathan Brons, Xiao Tao Geng, Gunnar Arisholm, Marcelo Ciappina, Vladislav S. Yakovlev, Dong-Eon Kim, Abdallah M. Azzeer, Nicholas Karpowicz, Dirk Sutter, Zsuzsanna Major, Thomas Metzger, and Ferenc Krausz, Third-generation Femtosecond Technology, *Optica*, vol. 1, no. 1, July 2014
- [27] Kevin F. Wall, and A. Sanchez, Titanium Sapphire Lasers, the Lincoln Laboratory Journal, vol. 3, no. 3, pp. 447-462, 1990.
- [28] D. E. Spence, P. N. Kean, and W. Sibbett, "60-fsec pulse generation from a self-mode-locked Ti:sapphire laser," *Opt. Lett.* vol. 16, pp. 42-44, 1991.
- [29] S. Backus, C. G. Durfee, G. Mourou, H. C. Kapteyn, and M. M. Murnane, "0.2-TW laser system at 1 kHz," *Optics Letters*, vol. 22, pp. 1256-1258, 1997.
- [30] Y. Nabekawa, Y. Kuramoto, T. Togashi, T. Sekikawa, and S. Watanabe, "Generation of 0.66-TW pulses at 1 kHz by a Ti:sapphire laser," *Optics Letters*, vol. 23, pp. 1384-1386, 1998.
- [31] Leonard M. Ball, The Laser Lightning Rod System. Thunderstorm Domestication, *Applied Optics*, vol. 13, no. 10, pp. 2292-2295, Oct. 1974.

- [32] Leonard M. Ball, Laser lightning rod system, US Patent No. 4017767, Apr. 12, 1977
- [33] G. Mourou, A. Braun, J. C. Diels, M. Bouvier and X. M. Zhao, Apparatus and method for enabling the creation of multiple extended conduction paths in the atmosphere, US Patent No. 5726855, Mar. 10, 1998.
- [34] J. Kasparian, M. Rodriguez, G. M'ejean, J. Yu, E. Salmon, H. Wille, R. Bourayou, S. Frey, Y.-B. André, A. Mysyrowicz, R. Sauerbrey, J.-P. Wolf, L. Woeste, White-Light Filaments for Atmospheric Analysis, *Science* vol. 301, no. 5629, pp. 61-64, 2003
- [35] Jed Margolin, Microwave Transmission Using a Laser Generated Plasma Beam Waveguide, US Patent No. 6377436, Apr. 23, 2002.
- [36] L Berg'e, S Skupin, R Nuter, J Kasparian and J-P Wolf, Ultrashort filaments of light in weakly ionized, optically transparent media, *Reports on Progress in Physics*, vol. 70, pp. 1633–1713, 2007
- [37] V. Jukna, A. Couairon, I. Dicaire, C. Praz, C. Milian, L. Summerer, Space-based femtosecond laser filamentation Final Report, Ariadna ID: 13-9201, Jan. 15, 2015, retrieved on May 20, 2018 in the website <http://gsp.esa.int/documents/10192/46710/C4000111104ExS.pdf>
- [38] John Fleming, "The Shocking Menace of Satellite Surveillance," presumably uploaded in the following website on July 14, 2001, <http://english.pravda.ru/main/2001/07/14/10131.html>; Although this website is not accessible on May 20, 2018, the article has been proliferated into numerous websites.
- [39] René Descartes, the Meditation on First Philosophy, Ed. George Heffernan. University of Notre Dame Press, 1990.
- [40] ノーバート・ウィーナー, 池原止戈夫, 彌永昌吉, 室賀三郎, 戸田巖訳, "サイバネティックス: 動物と機械における制御と通信," 第2版, 岩波文庫, 岩波書店, 1962.
- [41] ノーバート・ウィーナー, 鎮目恭夫, 池原止戈夫訳, 人間機械論 人間の人的な利用, 第2版, みすず書房, 1979
- [42] C. E. Shannon, Warren Weaver, "The mathematical theory of communication," University of Illinois Press, 1949.
- [43] 野村総一郎, 樋口輝彦監集, 尾崎紀夫, 朝田隆, 村井俊哉編集, 標準精神医学, 第6版, 医学書院, 東京都文京区, 2015年3月.
- [44] 小池誠, 秘密保護法と通信技術, 電子情報通信学会研究報告, vol. 116, no. 71, SITE2016-4, pp. 37-41, 2016年6月.