

電波資源の価値に関する考察

Considerations about the value of radio wave resources

山川 晃^{*1}
Akira Yamakawa

^{*1} 北海道職業能力開発大学校 電子技術科
Department of Electronic Technology, Hokkaido Polytechnic College

Today, radio wave resources are utilized not only for information and communication technology/ICT but also for various other purposes. Consequently, one radio wave can be sometimes regarded as useful signal for some people but as destructing noise for others. As we consider what fair use of radio wave resources is, I believe that the distinction between “noise” and “signal” is indeed the key to discussion environmental ethics.

1. はじめに

近年、電波利用政策が経済的に非効率的であるという議論が盛んである。それは、わが国の電波利用料制度と利用料の算定が不透明だからである。また、無線周波数配分にも、非効率であるとの指摘が多くある[池田 02]。それは、電波を人類の資源として捉えた場合、電波の周波数による割り当てという大義名分は、アナログ方式を主体とした旧来の無線方式において混信が起こらないようにするためのものであり、デジタル方式、特に、パケット通信では、その根拠が崩れているという主張である[池田 02, Gilder 94]。

しかしながら、これらの主張は、電波の利用実態に即した評価を行ったものとは言いがたい。ここでは、これら電波利用について整理し、電波の公正な利用に向けて、電波の資源として、だれにとつて、どのような価値を見出せるのかということについて検討していく。そして、さらに、電波の公正な利用のための倫理的考察に結びつける手がかりを探っていく。

2. 電波利用を電波資源として考える

まず、電波利用を、資源として捉えるとき、広義には、それは、様々な利用を前提とした電磁波利用と考え、狭義には、経済資源として考える場合がほとんどである。というのも、現在の電波利用政策についての議論では、情報通信市場での電波利用の需要が多く、そこに周波数の再配分を求めるものであり、経済資源としての効率的運用を求めるものが多いからである。

電波を資源として考えた場合、その資源とは物理的 3 次元空間に、電波の周波数軸と時間軸を含んだ人工公物、または、人工公物に類するものを指す[総務省 02]。また、この資源を有限のものとする根拠は、電磁波の物理的性質により、干渉を引き起こし、その結果、情報信号の混信を引き起こすことにある。そのため、現行の電波利用を規定する電波法では、電波を利用する場合、利用者が空間と時間、周波数を、電波の利用者が占有することで、それ以外の者の利用を制限し、通信手段として円滑に利用できるようにしている。

しかし、このような考え方は、現在、崩れてきているとする見方もある[池田 02, Gilder 94]。その主な理由として、通信のデジタル化により、周波数を使用周波数帯域に分けない方式が可

能になったことが挙げられる。しかし、通信のデジタル化は、あくまで、通信方式の1つであり、アナログ通信方式をすべてデジタル方式に置き換えることが可能だとしても、そのことは電波利用全般に言えることでもないし、電波資源の利用のための基盤となる考え方にもなりえない。それは、情報通信利用以外での電波利用状況を見ればわかることである。例えば、各種(気象、軍事など)レーダーは、原理的に、符号を用いる方式ではないし、電波天文学や地球物理学分野での電磁波観測は、自然現象に関連した電磁信号を観測(受信)するもので、人為的に有意な信号を受信しているわけではないからである。

つまり、電波を資源として捉える場合、情報通信以外に、さまざまな利用形態があり、情報通信利用の経済的価値にのみ従った電波資源の価値判断には、偏りがあると言える。また、電波利用は、有限な資源としての電波を公共利用するという観点から、通信利用の視点のみで議論するには、電波資源の利用の公正さに欠いているとも言える。そこで、次に、電波利用全般にわたる基本理念を確認し、電波利用の公正さを議論するための土台を探っていく。

3. 電磁波の利用環境

まず、情報通信として電波を利用するには、信号伝送路として、信号とノイズの関係について考えてみる必要がある。

信号(signal)とは、伝えたい情報が、なんらかの物理的状態として、伝える側と伝えられる側とでやり取りされるものをさす。例えば、電気現象を用いれば、それは、電気信号と呼ばれる。また、ノイズ(noise)は、伝えたい情報に対して、情報の意味(内容)と無関係であり、情報を担う信号の授受の妨げになる要素を指している。つまり、例えば、電気信号を用いるとすれば、電気信号に直接影響を与える信号成分であったり、電気信号を情報として取り出す電子回路の誤動作となる信号成分であったりする。

ここで、Shannon は、信号とノイズ、情報のやり取りされる通路となる通信路について、以下のような関係式を与えている。

帯域(B Hz)制限された通信路において、白色雑音で片側電力密度スペクトルが n_0 のとき

$$N = n_0 B$$

連絡先：小樽市銭函 3 丁目 190, 0134-62-3553,
yamakawa@hokkaido-pc.ac.jp

とあらわされるガウス雑音を含み、その通信路で電力 S の信号を伝送するとき、誤りなく情報を伝送できる最大 2 進信号速度を

$$C = B \log_2(1 + S/N) \text{ bits/s}$$

で与える。この式から、信号成分を大きくすれば通信容量は増え、逆に、ノイズ成分が増えれば通信容量が減ることは明らかである。そのため、移動体通信では、機器の小型化や回線の効率的利用のために、空中線電力を大きくすることはしない。また、長距離通信の場合、空中線電力を大きくとつても、伝送路中での信号の減衰や擾乱により、受信地点では、受信信号レベルがかなり低くなってしまうので、信号成分は小さい。

また、自然観測に用いられる場合、あらかじめ決まった狭い範囲の周波数信号のみを受信するわけではない。例えば、電波天文学などでは、広い範囲に渡って観測が行われているし、研究の進展が望まれている、地震前兆現象としての電磁波観測も、同様のことが言える。そして、これらの自然現象による電磁波観測では、いわゆる、環境電磁波の観測を行っているとも言える。つまり、情報通信では不必要であるノイズの観測を行うことで、有意な情報を得ようとしている。

以上の電磁波の利用を概観して言えることは、“人工公物”としての電磁環境の資源化を考える上では、人為的ノイズの放出を、空間的にも、周波数スペクトルの広がりとしても最小限に抑えるということが、電波利用において必要な共通認識になるということである。つまり、電波資源は、ノイズと信号が共存する時間と空間(電波資源)であり、信号として価値のない“ノイズ”は、どの利用者にとつても、電波資源には不必要な存在である。

これら、ノイズと信号の考察は、今更改めて言明することではなく、電波利用の基本理念にあった、ごく当たり前のことからあり、電波法にも明記されていることである。しかしながら、これらはそれほど表立って述べられることはあまりなく、ともすれば、ノイズは電波法に規定されたレベル以下であればよいという言い換えも可能な状況である。電磁環境の倫理を考える場合、このように電波資源をノイズと信号の時間と空間の分布と言い換えることが重要となる。この言い換えにより、一般の環境倫理の考え方に照らして、「電波利用者にとって、ノイズを最小限に抑えることが、電磁環境の最良の利用環境である」ということが言える。

4. 電磁環境と環境正義

電波資源を土地資源になぞらえた考え方は、よくされることであるが、電波資源をめぐる議論では、土地開発や環境問題で議論されるような倫理的議論がされることはほとんどなかった。そこで、著者は、以前、環境正義の考え方を導入することを提案したが、もう一度ここで、電波環境をめぐる環境正義について、ノイズと信号を元に、参加の正義と配分の正義について考えてみる。

まず、電波利用における「便益」と「負荷」は、電波利用をノイズと信号に分けて考える場合、便益と負荷を受ける者は、利用している・しようとする周波数帯域に関わるものに限定されず、電波利用者すべてにわたることとなる。便益を受けるものは、使用が認められた周波数帯域を利用するものであるが、ノイズは、周波数全般にわたることになるので、負荷は、全周波数にわたる電波利用者全てとなる。そのため、電波利用についての合意形成には、ノイズを受ける側＝全周波数利用者と、電波信号利用者＝対象周波数利用者の参加が求められる。また、利用周

波数の再配分などを行う場合、電波利用している者すべてを対象とした、再配分の合意が求められると考える。しかし、ノイズレベルを考えると、このようにほとんど利用状況に影響されない人たちを含めることに違和感を持つ人がいるかもしれない。しかしながら、このことは、環境倫理を適用しようとするなら決して特別なことではない。それは、たとえば有害物質と人への影響を問題にする場合に、ある閾値レベル以下の有害物質は人体にとって安全であると実験で確かめられていても、自分がその有害物質に曝露されることに嫌悪感をもつことと同様である。つまり、電波利用者にとって、ノイズは、有意な情報を得る信号を阻害する原因であることは明らかであり、公正な電波利用を図るには、構成員であるものの意見が反映されるべきであり、最終的に、そのことについての合意が求められるべきと考えられる。

5. まとめ

ここでは、電波利用政策の基本となる考え方として、電波の利用状況から、電波の価値は、単に、情報通信のインフラとしての利用価値、つまり、経済的価値に視点を置いた議論では、公正な議論とならないことを主張した。また、電波そのもののハードウェアとしての価値は、ノイズと信号に見いだされることを改めて示し、電波資源の価値をノイズと信号に見出すことにより、電波資源の利用を進める上で、倫理的に公正な視点での議論の出発点にすることができるであろうということを示した。

参考文献

- [池田 02] 池田信夫: コモンズとしての電波 デジタル無線技術と電波政策, RIETI Discussion Paper Series 02-J-001, 2002
- [Gilder 94] G. Gilder: Auctioning the Airwaves, Forbes, 1994
- [総務省 02] 総務省総合通信基盤局: 電波有効利用政策研究会中間報告書, 2002-1
- [山川 07] 山川 晃: 高速電力線通信導入における社会的受容に関する倫理的考察, 信学技報 技術と社会・倫理研究会, 2007-12
- [鬼木 02] 鬼木 甫: 電波資源のエコノミクスー米国の周波数オークションー 現代図書 2002
- [Stein 70] S. Stein, J.J. Jones, 関 英男, 野坂邦史, 柳平英孝 訳: 現代の通信回線理論, 森北出版, 1970