

直流送電・非接触電力供給・通信統合配線の検討(2) —スリット付同軸線路に沿った電界結合電力供給—

原川 健一

株式会社 ExH (イー・クロス・エイチ) 〒270-1356 千葉県印西市小倉台 3-1-8-106

E-mail: ubiqstation@river.ocn.ne.jp

あらまし 本論は、銅価格高騰の危険性を指摘し、銅代替素材としてのアルミニウムを電界結合技術が生かせることを示すとともに、電界結合技術及びスリット付同軸線路技術を用いて、直流送電、非接触電力送電、通信を統合したマルチメディア線路を提案する。

キーワード 銅、アルミニウム、電界結合、直流送電、非接触電力供給、通信

Study of Totalized Distribution System consists of DC supply, WPT and Communication (2)

—Electrically Coupled Power Transmission along Slitted Coaxial Wave Guide—

Kenichi HARAKAWA

ExH Corporation, 3-1-8-106 Oguradai, Inzai-shi, Chiba, 270-1356 Japan

E-mail: ubiqstation@river.ocn.ne.jp

Abstract: This paper forecasts a dramatic rise in the price of copper. Electrically coupled technology can bring out a native property of aluminum as an alternative material to copper. Using electrically coupled technology and slitted coaxial waveguides, DC power supply, wireless power transmission and communication totalized media was proposed.

Keyword: Copper, Aluminum, Electrically Coupled Technology, DC, WPT, Communication

1. はじめに

我々の身の回りを見渡すと、次の問題がある。

- ① 多数の配線が絡まって埃まみれになっている。
- ② 多くの機器は直流で動作し、自然エネルギーの供給源も直流であり、バッテリーも直流で充電する。電圧変換も DC/DC 変換器で容易に行える。しかし、現行機器では、AC/DC、DC/AC 変換が行われ、送電効率を低下させている。にもかかわらず、直流送電の具体的な動きが無い。
- ③ 情報と、電源の端子が別であるため、電源制御、センサ等への電源供給と情報交換などが出来ない。
- ④ 将来は、銅価格の高騰が予想されているにもかかわらず、将来にわたって銅の利用を想定した技術が普及しつつあり、危険性が增大している。
- ⑤ スマートフォンのアプリケーションがスマートフォン内のカメラ、センサ、電話、メモリ GPS 等のリソースを統合して各種サービスを提供しているが、室内環境でスマホにおけるアプリのようなリソース連携が出来る物は一部を除いて見当たらない。

このような問題は、早々に解決されるべきである。個々に解決するのではなく、まとめて解決すべきである。まずは、①～④をまとめて解決する方法として、新たな物理層を提唱すべきである。⑤は、物理層が出来れば、その上に構築するアプリケーションなどによって実現できる。

PLC は、上記の③の問題についての解を与えてくれるものと思われるが、既存の電力配線を用いているため、安定性、性能、電磁波放射抑制等に限界がある。

次節で述べる銅資源の問題等を考えると配線網自体に変化を求めるべきである。

この作業は、18 世紀後半にエジソン等によって作られた配線システムを現代的に再構築するものであるため、18 世紀の遺物を捨てて新しい配線システムに PLC 等の技術を乗せてゆくのが良いと思われる。

2. 銅資源問題

2.1. 銅消費量の推移予測

図 1, 図 2 は、秋田大学 国際資源学教育研究センター 安達毅教授のプレゼ資料より引用した。

図1は、横軸が金属資源の地殻存在度、縦軸が総資源量を表している。各元素の横軸からの距離は既採掘量、各元素から斜め実線までの距離は残存資源量を表している。銅、亜鉛、スズは使用量が多いにも係らず、残存資源量が少ない[1]。図中の破線及び「銅」は明示の為、筆者が追記したものである。

図2は、グループ別に金属元素の枯渇危険度を示したものである[2]。これより、地球上に豊富な金属は、鉄、アルミニウム、シリコン、チタン、マンガン、マグネシウムであり、涸渇の危険性は少ない。一方、ベースメタルと言われる銅、亜鉛、スズは、残存資源量が少ないにもかかわらず、過去より大量消費が続いているものであり、涸渇の危険性が大きいとしている。安達教授は、「涸渇の危険性が大きいというよりは、価格が騰がり過ぎて使えなくなる。」と言われている。

図3は、1980年から2013年までの銅価格の推移を示している。2000年の価格に対して、約4倍も上昇している。とくに、2003年から急速に上昇している。これを説明する資料として、購買力換算のGDP(USドル)で各国別に表した。ASEAN4と記しているのは、インドネシア、タイ、フィリピン、ベトナムの合計であり、OZはオーストラリアとニュージーランドの合計である。これを見ると、急速に中国のGDPが上昇しているのが特徴的である。中国のみが急速に上昇しているがゆえに、中国だけが影響要因とおおざっぱに考え、図3および人口を考慮すると、中国の一人あたりのGDPが1250ドルを超えたあたり(2003年)から、急速に電化が始まったと考えられる。

一人あたりのGDPが1250ドルの点を電化開始水準と仮定すると、人口の多いインドは2008年、インドネシアは2005年に超えたばかりであり、需要増大は今後とも続くと予想される。

家庭内電化のインフラ技術は、資源的には18世紀末のエジソンの時代から基本的変化がなく、新興国が豊かになれば、銅需要の増大に直結する。当然、並行して鉄道、自動車、機械等の需要も増大し、さらに銅が消費される。

2.2. 技術開発の方向性

一方、技術革新領域を見ると、自動車や家電機器関係の技術進歩は、銅資源の活用を前提としていることが判る。

図5は、三菱マテリアル経営説明資料(2010)から抜粋したものであるが、プリウス相当の電気自動車がガソリン車→ハイブリッド車→電気自動車へと変わると、

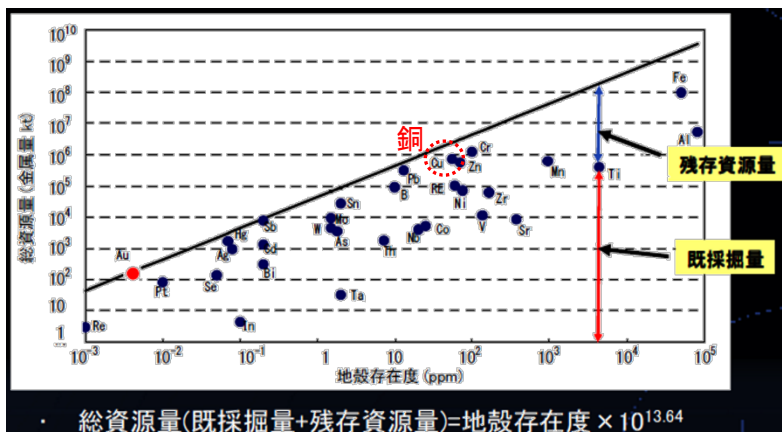


図1 金属元素の地殻存在度と推定資源量

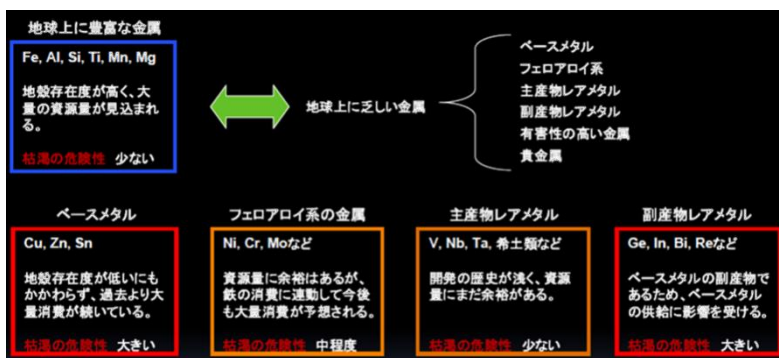


図2 グループ別金属元素の枯渇危険度

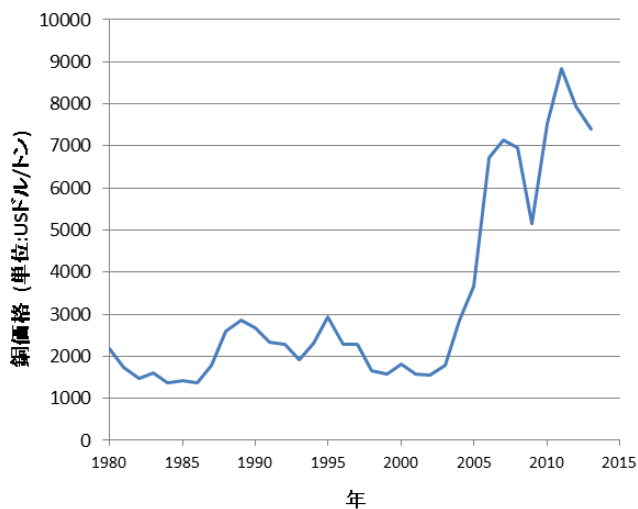


図3 銅価格推移

(出典:経済のネタ帳, IMF - Primary Commodity Prices)

一台当たりの銅使用量は、20または30kgから60kgにまで、増大するとされている。

さらに、近年研究が進んでいる非接触電力供給用コイルが自動車および地上に配備されると、車上・地上を合計して20~30kgが加算されると予想される。

家電機器に目を投じると、図6に示すような電磁誘

導方式の自由位置型非接触電力供給技術(Qi方式)では、銅のリッツ線で作られた平面コイルが三層積み重ねられた構造が採用されている。これをテーブル全面に配置するとなると相当な銅の使用量である。当然、テーブル以外の部位にも使用され、受電側の携帯機器、家電機器にも使用される。

これらを大衆が使用するわけであり、トータルの銅使用量の増加分は計り知れない。

導電率を高い順に記すと、銀、銅、アルミニウムである。銀は高価すぎて使えない。銅の代わりにアルミニウムを使用するとしても、アルミニウムは銅の約60%の導電率しかなく、転延性の点でも劣る。さらに、酸化膜もできて電極を付ける際には、一々酸化膜を剥離しなければならない。

材料特性が銅に及ばないにせよ、導電率が高く、適度な値段で入手でき、資源量的にも安定し、高導電率が得られる材料は、アルミニウムしか見当たらない。

金属は結晶の周期性が乱れると、電子の平均衝突時間が減少して導電率が下がる。周期性を乱す原因としては、不純物の混入、温度上昇がある。このため、合金は周期性の乱れを作るため、合金による方法では銅の代替材料を見つけることは難しい。

2.3. 銅→アルミ転換の困難性と市場価格への影響

筆者は、IH式舗装撤去工法[3]という、電磁誘導を用いたアスファルト舗装の剥離技術の開発に携わった。本システムは、鋼床版上のアスファルト舗装(厚さ約80mm)を介して鋼床版を加熱し、アスファルトの鋼床版界面を熔融させ、アスファルト舗装を容易に剥離させられる技術である。20kHz,20kWで駆動するコイルを5個並べ、コイルには銅パイプコイルを使用し、内部に水を還流させて冷却している。この経験からは、大電力・高周波化するとコイルは表皮効果、近接効果によって激しく発熱せられる(冷却水の循環が止まると銅パイプが破裂する)。これを改善するために、それぞれが絶縁膜を有する銅細線を縫り合わせたリッツ線を用いることが有効である。しかし、リッツ線の銅をアルミニウムに変えることは抵抗の増大、転延性の低減による細線化の制限があり、技術的障壁はかなり厚い。

磁界による大電力用途では簡単に銅からアルミニウムに置き換えが出来ないのである。逆に言えば、磁界を用いた機器は銅が支えているともいえる。

このため、発展途上国におけるインフラ整備および世界的な電気自動車、フリーポジション電力供給等の普及に伴う銅の大量消費は、銅の代替材料が見当たらないことも手伝い、銅の価格を高騰させ、自身の技術が使えなくなる悪循環を招く危険性がある。その際には、全産業・社会生活にも影響が及ぶことになる。

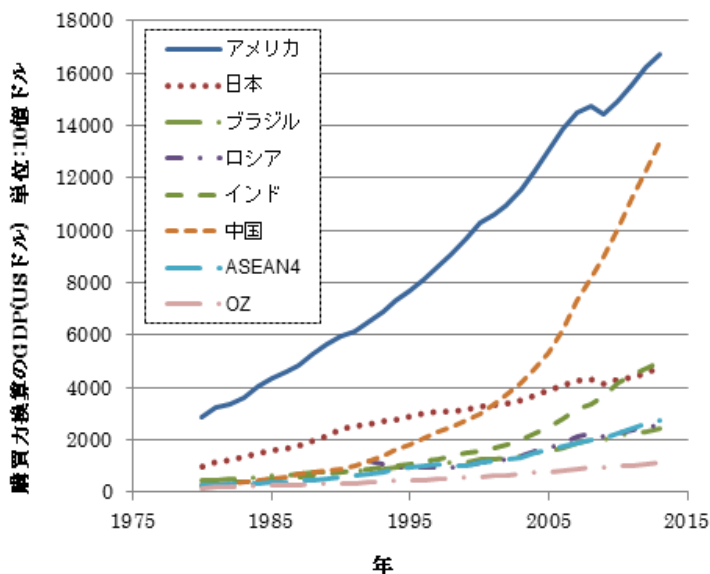


図4 購買力平価換算のGDP(USドル)の推移
(出展: 経済のネタ帳, IMF - World Economic Outlook Databases)

銅事業 (6) 自動車における銅消費量の増加



図5 三菱マテリアル経営説明資料抜粋 2010 P18

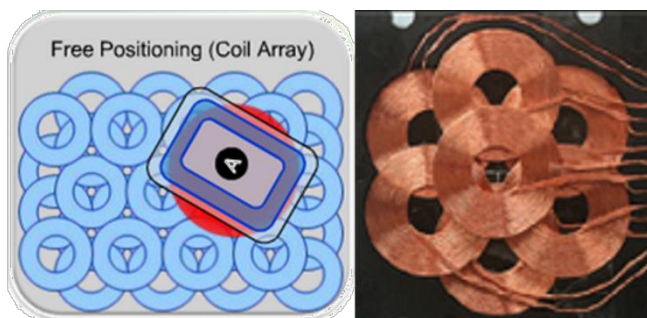


図6 Qi方式フリーポジション電力供給用コイル
WPC HP より抜粋

銅の価格を決めるのは、ロンドン金属取引所(LME)である。銅価格は、実体経済とは別に、銅資源不足が議論される段階で先物取引の材料として扱われてしま

う。銅への投資は、ファンド(年金資産等)にとっては、長期見通しの立つ良い投資先になるが、銅価格高騰を助長する。このような理由から、予想外に早い時期に銅価格のさらなる上昇がある可能性は否定できない。このようなことを想定してかは知らないが、中国は、銅を実需とは別に大量に国家備蓄している。当然このような備蓄行為は銅価格の上昇を招いている。

銅に代わる、良導電性材料としてカーボン系の材料(CNT:カーボン・ナノ・チューブ、グラフェンおよびCNT 銅複合材料)の研究が進められており、その進展に注目してゆきたい。

太平洋の海底熱水鉱床等の探査も開始され、大量の銅資源等が採掘でき、銅資源問題(ベースメタル問題)が絵空事として消えることを願っている。

磁気的な方法が銅に強く依存していることを述べたが、必ずしも銅に大きく依存しない方法として電界的方式がある。以下に説明する。

3. 電界結合方式による電力伝送

3.1. 電界結合電力供給技術

図7に、電界結合方式における並列共振方式の回路図を示す。下側に送電部を示し、上側に受電部を示している。接合容量は、送電電極と受電電極に分かれ、それぞれ送電部及び受電部の一部となっている。接合容量は、送電電極と受電電極が対向して初めて形成されるものであるため、電極間の距離、誘電率が重要になる。その距離を縮め、空気等を排除する適度な圧力も重要になる。

この回路の、受電側の共振回路は、共振周波数でインピーダンスが大きくなるため、接合容量が変化しても、送電電圧のほとんどを共振回路で受けることになる。さらに、値が変化しやすい接合容量が共振回路を構成していないため、共振状態のずれが少なく、直列共振回路方式に比してロバスト性が高くなる。

もう一つの特徴は、受電部がないときに送電部が動作している状態で、誘電層を介して二つの送電電極に同時に触っても、受電側に共振回路が無いため電力が流れず、感電しない安全性を有していることである。

3.2. スリット付同軸線路

図8(a)に、同軸線路の断面図を示す。この図は、同軸線路内の TEM モード時の電界と磁界の分布を表している。本図には記していないが、電界に連続する表面電流は外部導体及び内部導体表面を長手方向に流れ、半波長毎にループ電流を作っている。長手方向には電圧がかかっているが、外部導体の円周方向には電圧がかかっていない。このため、同図(b)に示すように、外部導体に長手方向に真直ぐなスリットを設けても伝送路としての動作には影響がなく、殆ど電磁波も漏洩し

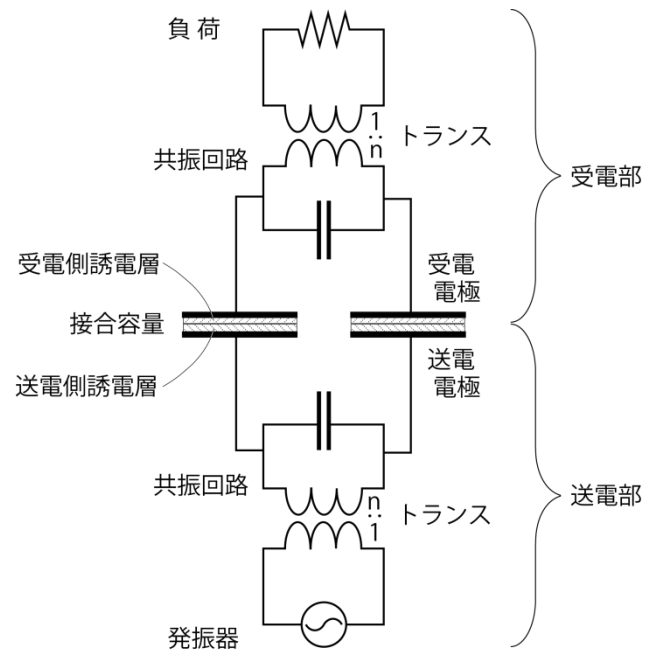


図7 電界結合電力伝送回路(並列共振)

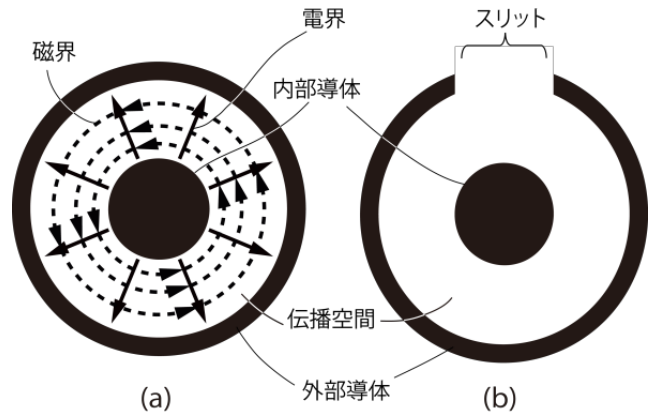


図8 同軸管電磁界分布とスリット付同軸線路

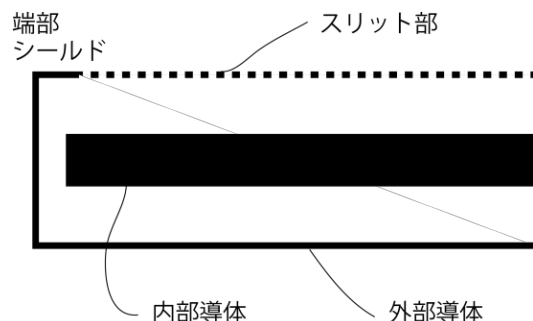


図9 スリット付同軸線路の長手方向断面図(端部)

ない。(スリット開口を開けてゆくと電磁波漏洩は増大してゆくが、伝播特性(Sパラメータ)は大きな影響を受けない。)

漏洩同軸ケーブルは、長手方向に流れる電流を切るように斜めにスリットを設ける為、電磁波が放射されることを利用したものであり、本方式とは異なる。

図9は、スリット付同軸線路の端部における長手方向に沿った断面図を示す。本同軸線路は、直流送電路としても動作させるため、端部で内部導体と外部導体は絶縁されている。

直流以外に、非接触電力供給用電磁波(1MHz、6.78MHz)および通信信号(周波数は、PLC規格準拠)を流す。非接触電力供給用電磁波は、端部で反射されて定在波を形成するが、波長が十分に長い為、 $\lambda/12$ の範囲内では、 $\pm 6\%$ の電圧変動しかなく、電界結合技術を適用するに適している。

3.3. カード挿入型スリット付柱状ブロック

図9に、スリット付同軸線路の一応用形態として、カード型受電体を挿入した時に非接触受電および通信が可能なアルミ製のスリット付柱状ブロックを示す。内部導体及び誘電体部は、長方形になっており、外部導体に対して斜めに付けられている。外部導体に開けられたスリットからカードが挿入できる。カードが挿入されると、カードは内部導体の一つの面に沿って曲げられる。曲げられることにより、内部導体表面及びスリット部から反力を受ける。この反力を利用してカードに付けられた電極と内部電極及び外部電極(スリット内面も含む)の密着度が上がり、安定した接触容量が作られる。内部導体及び外部導体には、アルミニウム自然酸化膜または陽極酸化させた膜(アルマイト膜)があるが、これらを剥がすことなく送電・通信が可能になる。

この様に、電界結合方式はアルミニウム表面のアルマイト膜を剥離することなく利用できる特徴がある。

アルマイト膜の存在により、アルミニウム自体が防護され、水、酸、アルカリ等の雰囲気中でも使用可能である。

一方、挿入されるカードのイメージを図10(a)に示す。同図(b)は、回路図を示す。

機器を取り付ける際には、機器自体はスリット付柱状ブロックにねじ止めされ、機器と接続されている電力・通信用カードを差し込んで使用する。

3.4. スライド型スリット付同軸線路

図12には、スリット付同軸線路の二つ目の応用例として、スライド型スリット付同軸線路を示している。本図は、方形同軸線路の外部導体にスリットを開け、スリット部に内部導体と電界的に結合するプローブと外部導体と電界的に結合するコネクタ外部導体から構成されるスライド可能なコネクタを二つ記したものである。本図には記していないが、コネクタはガイドレール上にローラーで走行させ、モーターを付けて自走

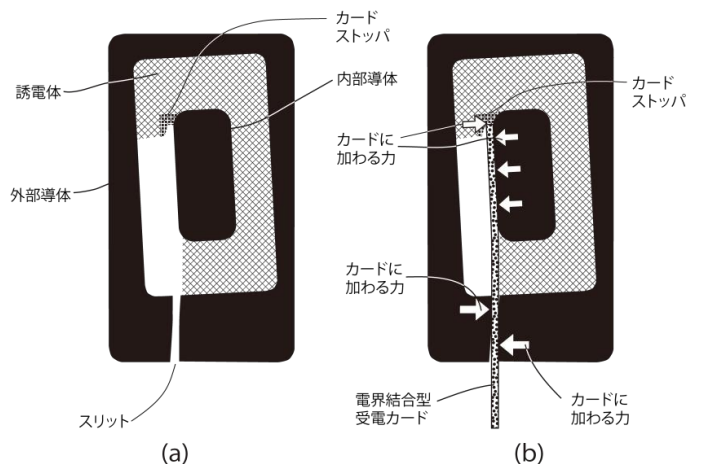


図10 カード挿入型スリット付柱状ブロック

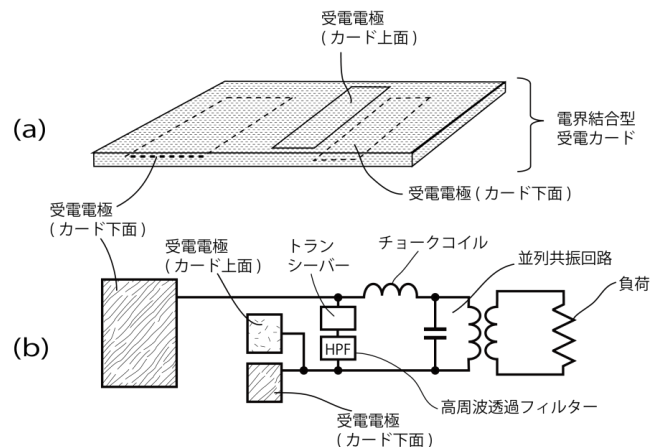


図11 カード受電体イメージと回路

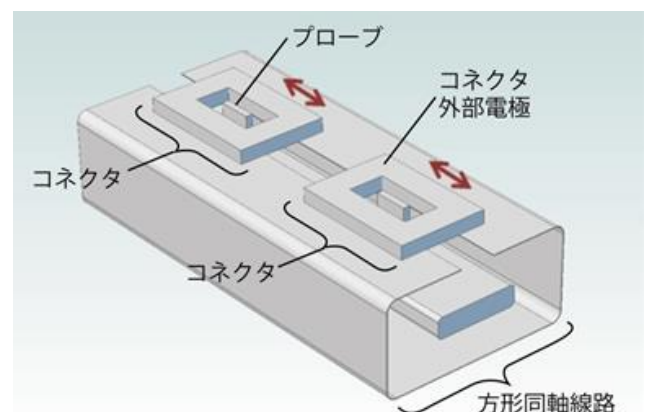


図12 スライド型スリット付同軸線路

させることも可能である。スライドドア等に適用するものであり、電力と通信が行える。通信により、スライドドアに付けられたディスプレイにコンテンツを表示し、ドアに付けたカメラによって人を感知して自動的にドアを開閉させ、コンテンツを変化させる。

方形同軸線路の端部から電力を流し、コネクタで受

電するのが一般的であるが、一方のコネクタから送電し、他方のコネクタで受電させることも可能であり、この反射特性(S11)および伝送特性(S21)のシミュレーション結果を図 13 に示した。周波数は 6.78MHz を目標とし、直列共振条件で送電した結果であるが、6.81MHz にピークを有し、伝送損失は-0.71dB となった。これは、二つのコネクタを介して約 85%の電力が送電できたことを示す。一つのコネクタ当たりの送電効率は、約 92%となる。

2つの 50cm 長の方形同軸線路長を直交配置にして、二つのコネクタの位置をいろいろと可変して伝送効率を求めたが、送電部及び受電部をどの位置においても図 13 の特性に変化はなかった。

本シミュレーションの場合にも、アルミニウム製の内部導体及び外部導体それぞれに 100μm 厚のアルマイト膜を付けたままで検討した結果であり、電界結合技術がアルミニウムを生かせることが示された。

3.5. トレンチ型スリット付同軸線路

図 14 には、平板金属にトレンチ状の溝を付け、その中に単芯ケーブルを押し込んだ形状の伝送路を検討した。本方式も、スリット付同軸線路の応用形態であり、低コスト型の屋内または車内用フリーポジション電力・通信統合機能を狙っている。ただし、本方式よりも、外部導体が露出した同軸線路を埋め込むことの方が有用であるとの結論に達した。以下は、同軸線路を押し込んだ形態について述べる。

図 15 は、トレンチを有する同軸線路・ポート固定金具内に被覆なし同軸線路を埋め込み、同軸線路の外部導体と固定金具を接触させ、同軸線路自体をコーキング材(シリコン等)で防護したものである。この様な方式を採用することにより、固定金具自体が外部導体と同電位になる。これにより、図 16 に示すように、コネクタプラグを差し込む際に、同軸線路の外部導体との接触が確実にできる。すなわち、同軸線路の外部導体と同電位の電軸線路・ポート固定金具にねじ止めできるからである。内部導体との接続には、ねじ式ピン、ニードルピンまたは溶着ピン等を用いればよい。在来の方式(10BASE-5)では、図 17 に示すように、バンパイアのような方式が用いられていた[4]。この方式では、同軸線路の外部導体にピンを立ててかみつく方式をとっているため、接触が不安定であると思われる(この方式から、バンパイアと呼ばれている)。本方式では、この不安定性は改善できたと考える。

例えば、同軸線路として 10D-2V または 20D-2V を使用し、信号の他に直流も流すことを考える。直流を流す際に検討すべき項目は、抵抗による発熱である。外部導体を流れる抵抗損は、同軸線路・ポート固定金具を流れるため無視し、内部導体の抵抗分だけに着目して

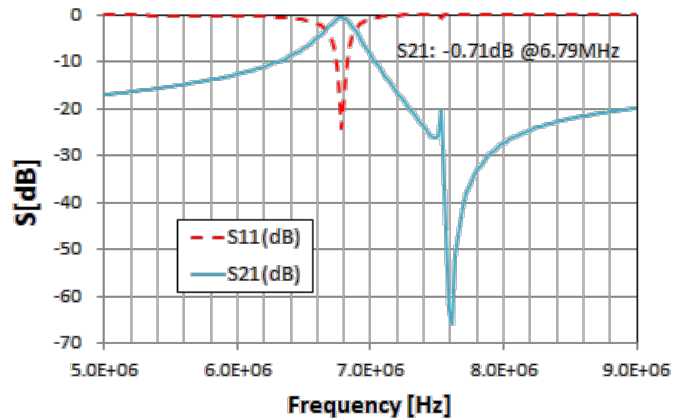


図 13 スライド型線路の S パラメータ周波数特性

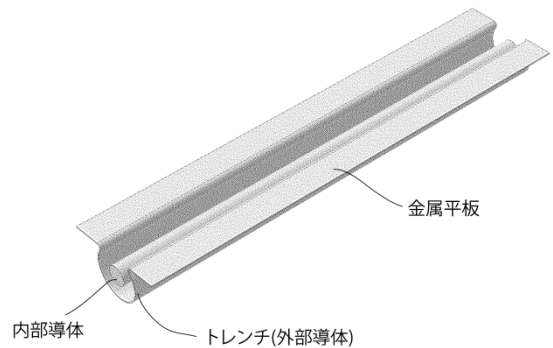


図 14 トレンチ型スリット付同軸線路

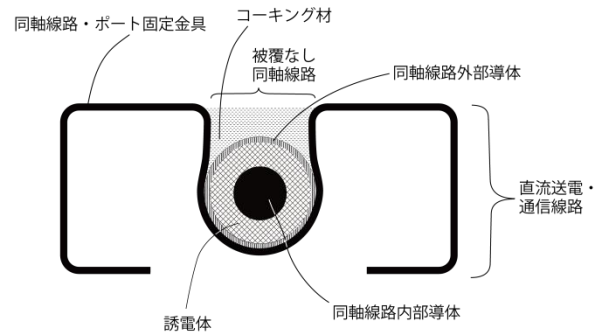


図 15 同軸線路・ポート固定金具

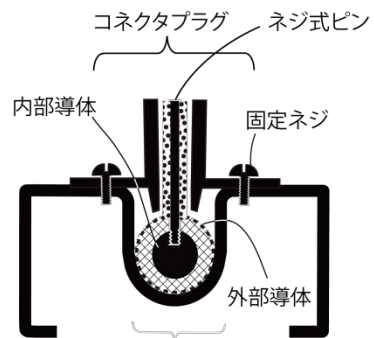


図 16 コネクタプラグ取付け部

1 時間送電時の温度上昇を計算した。10D-2V および 20D-2V 規格のケーブルは、銅を用いたものであるが、アルミニウムを用いたものも比較した。同軸線路の絶縁層は、PE(ポリエチレン)であり耐熱温度は 75~90℃ であり、熱導電率は 0.46~0.5W/m・K であり、比較的熱導電率の高い樹脂である。その熱は、同軸線路・ポート固定金具がヒートシンクとなって放射できる。表 1 には、ケーブル(10m 長)に、安全電圧(48V)を印加して、所定の電力を 1 時間送電した際の内部導体の温度上昇を記した。表中の W 数は、温度上昇が 7 度付近を目標とした数値を選んでいる。温度係数は使用しておらず、一切の熱伝導等による放熱は無いものとした。これより、Cu の方が Al より多くの電力を流せること、10D-2V よりも 20D-2V の方が、約 4 倍の電力が流せることが判った。今回は、目安として簡易計算をただけであり、最大送電電力などを算出するには至っていない。トレンチ型スリット同軸線路を用いると、同軸ケーブルと同軸線路・ポート固定金具のおおよその材料単価(@1m)は、同等品の市販価格から推定すると、おおよそ 10D-2V では 1200 円、20D-2V では 1800 円程度になり、簡易施工が出来れば、それ程負担をかけずに直流通電を実現できる可能性がある。

4. 実用化イメージ

上述のスリット付同軸線路とその派生型線路を接

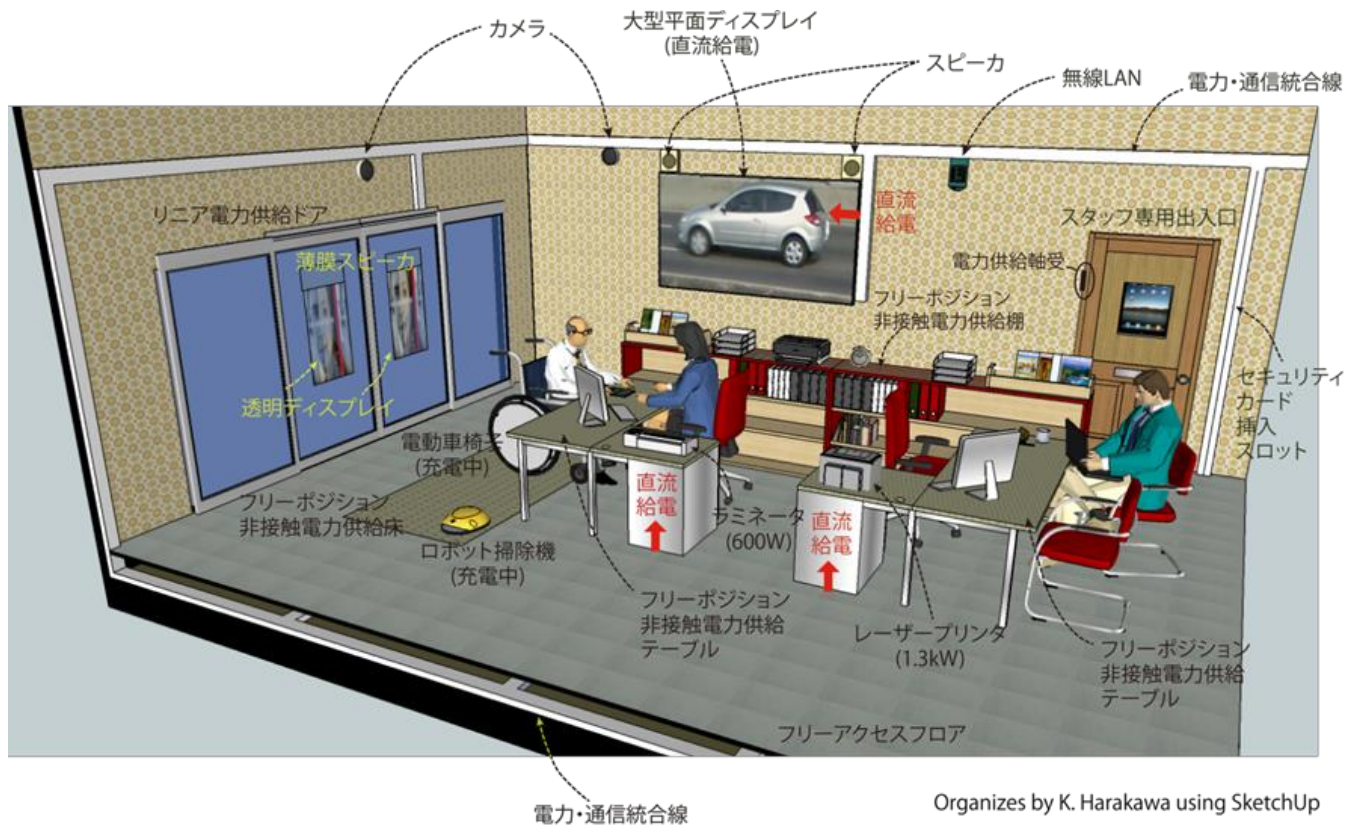


図 18 スリット付同軸線路等を室内に適用したイメージ

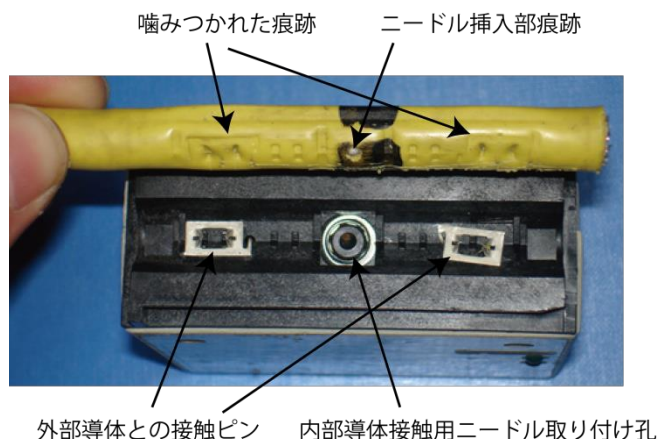


図 17 10BASE5 ポート取付け部(バンパイア)

表 1 同軸ケーブル(10m 長)に各枠内に示した電力を 1 時間通電時のコア部の上昇温度

		Cu	Al
10D-2V	core : 2.9φ shield : 10.7φ	200W/7.0℃	150W/8.7℃
20D-2V	core : 6.0φ shield : 22.1φ	800W/6.1℃	600W/7.6℃

続いて室内に配線するとともに、非接触電力供給技術等を組み合わせて活用したイメージを図 18 に記す。

- a 電力通信統合線がオフィス内に後付で設置されている。(新築なら隠して設置)

- b 電力通信統合線には、直流送電、非接触電力送電、通信情報が乗せられている。
- c 床の一部、テーブル、棚にはフリーポジション非接触電力供給機能が付けられていて、1.3kW レーザープリンタ(準固定)、600W ラミネータ(自由位置で使用)をはじめインクジェットプリンタ、時計、PC が乗せられている。通信もフリーポジション電力供給パネルから供給されるため、各機器には一切の配線がなくなっている。不要輻射は小さく、感電の心配も無い。
- d 床のフリーポジション非接触電力供給により、電動車いすやロボット掃除機に充電が可能。
- e 大型ディスプレイに直流給電するとともに、情報も流されている。
- f 電力通信統合線には、スピーカ、カメラ、無線 LAN 等が接続され、非接触に電力が供給されるとともに、必要箇所とのデータ送受を行う。スピーカは、大型ディスプレイ用として使用されたり、広報用スピーカとして使用されたり、チャイム用スピーカとして使用されたりする。カメラは、オフィス内監視用、大型ディスプレイを指差した時にカーソルが表示されてメニュー選択可能なヒューマンインターフェース用、セキュリティカードが使用された時には操作者記録用等にフレキシブルに使用される。
- g 開き戸には、電力・通信供給スライドレールが使用され、ドアに張られたディスプレイやスピーカに電力や情報を供給している。入場者へのあいさつ・案内に使用される。
- h スタッフ専用出入り口の脇の電力通信統合線のスリットにカードを差し込んで、セキュリティチェックを行い、OK ならばドアが開閉できる。ドアにも電力供給軸受が付けられ、ドアのディスプレイに電力・情報が供給されている。

5. 残された課題

図 18 を見てもわかるように、電力通信統合線は、任意の場所で分岐、接合、機器接続を行う。このため、通信信号はポートや分岐部で反射波する。同軸管内の広い周波数帯域を見ると、ヌル点や、ピークが周期性を持って発生する。しかし、同軸線路からの放射が極めて少ないため、通信には任意の周波数を用いることが可能であるため、広帯域の OFDM やスペクトラムスプレッド(SS)技術を用いる PLC の資産が使用できる可能性がある。各社から IC 化された製品等が出ているため、本技術への適合性等の可否を検討したい。

6. まとめ

建物内における電力・通信が統合された物理層の検討を行うには、PLC で検討された諸技術、自動車や鉄道に今後適用されてゆくリアクティブ性の有る Ethernet 技術の動向に注視してゆく必要がある。

ただし、銅資源の限界を想定してアルミニウムを活用する動きや、直流送電、非接触給電との連携は他方式には見られない。この点では、本検討の結果は、PLC の適用分野、自動車・鉄道分野等にも提案できる。特に、次の点は重要であるのでまとめておきたい。

(1) 秋田大学 国際資源学教育研究センター 安達毅教授から銅資源についてご指導いただいた後、半信半疑ながらも自身で検討し、ヒアリングした結果、ベースメタル問題は確実に存在すると思う。今後、技術・製品開発等を行ってゆく上で、極めて大切な着眼点であると認識した。

(2) 電界結合方式は、誘電体層を通して送電する技術であるため、アルミニウムの様に良質な酸化膜でおおわれる材料も、酸化膜を剥離することなく、送受電することが出来る。このことは、銅代替技術としてアルミニウムを活用するための大きな原動力になる。

(3) 上記の性質は、金属部を直接空気に曝さないため、多湿環境、弱酸または弱アルカリ環境でも信頼性の有るシステムが作れることにつながる。

(4) スリット付同軸線路に電界結合技術を組み合わせた方式として、カード型、スライド型を提案した。建物、車、電車等に組入れることが出来ると思われる。

(5) トレンチ型は、同軸線路と組み合わせると実用的であり、家や車等に利用できる。特に、材料費が抑えられ、施工の手間がかからないことから、低コストにシステム構築が可能な方式である。

(6) パス型の配線及びフリーポジション非接触電力供給を用い、電力・通信の統合化を図ることで、配線量を大幅に削減できる。

現時点では、シミュレーションや文献上の検討だけであるので、装置を製作して実証してゆきたい。

文 献

- [1] Nishiyama T. and Adachi T., Resource depletion calculated by the ratio of the reserve plus cumulative consumption to the crustal abundance for gold, Nonrenewable Resources, Vol.4, pp. 253-261, 1995.
- [2] 安達毅, "金属資源の世界情勢と将来のゆくえ", 化学, Vol.62(12月号), pp.17-20, 2007.
- [3] http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail11.asp?REG_NO=KT-100056.
- [4] <http://tech.mattmillman.com/10base5/>.