

平成 20 年度独立行政法人情報通信研究機構
高度通信・放送研究開発委託研究
「新たな通信媒体を利用したサーフェイス通信技術
の研究開発」
研究計画書

1. 研究開発課題

「新たな通信媒体を利用したサーフェイス通信技術の研究開発」

2. 研究開発の目的

近年の急速な情報通信の利用拡大により、わが国の通信は、通信網の複雑化、通信周波数の枯渇や不要電磁波による干渉などの新たな問題を抱えるようになった。今後のユビキタス社会を実現していくにあたり、これらの問題に対して、安心・安全を確保した全く新しい通信技術の開発が求められている。

近年、現状の通信網を構築する有線（1次元）通信と、無線（3次元）通信の両方の利点を併せ持ち、かつ欠点を補完する新たな通信技術として、サーフェイス通信技術が提案されている。この技術は、高々数メートルの近距離通信に適用される2次元通信媒体に関するもので、媒体上の任意の地点間で高速通信や電力伝送を実現するものであり、近傍電磁界での電磁結合を利用したものである。サーフェイス通信では有線と同様、媒体の中に電磁界を集中させることができるため、広帯域な通信が可能となる。加えて電力伝送により単一電源で、通信ノード全てに対し電氣的に非接触に電力を供給することができる。信号は基本的に通信媒体の面内を伝播するため、無線に比べて混信や情報漏洩などの問題が少ないという利点もある。

サーフェイス通信技術は近距離における通信に特化した技術であり、卓上の機器の相互接続やLAN通信、接触式の高速度データ転送、RFIDタグ等のアプリケーションの可能性が検討されている。また媒体内の電磁界を利用して、1つの媒体で通信と給電の2つの機能を実現することが可能であり、これは無線による近距離通信では実現できないサーフェイス通信の特長である。このように生活の中で身近にかつ手軽に利用できる通信として、今後サーフェイス通信がユビキタス社会の中核技術となることが期待されている。しかしサーフェイス通信の実現のためには、通信媒体の性能や安全性の部分でクリアすべきハードルが多く残されている。今後、我が国が先行してサーフェイス通信技術を確立することにより、ユビキタス技術における日本の国際競争力の向上に繋がることを期待できることから、産学官が連携して基盤的研究から通信プロトコル、アプリケーション開発まで一貫した研究開発体制を構築する必要がある。本委託研究においては、このサーフェイス通信技術の基盤となる物理層、通信媒体及びインターフェイスの開発を目標とする。

3. 研究開発期間及び平成 20 年度予算

平成 20 年度から平成 24 年度までの 5 年間とする。

予算：平成 20 年度は総額 86 百万円程度を上限とする。

なお、平成 21 年度以降の予算については、対前年度比で 6%減額した金額を上限として提案を行うこと。

4. 個別課題

サーフェイス通信の主要技術

サーフェイス通信では、2次元の通信媒体の中で近傍電磁界の電磁結合を効果的に通信及び電力伝送へ利用することが技術的な課題となる。サーフェイス通信技術の確立に必要な4つの主要技術を以下に挙げる。

a. 通信媒体の構造

近傍電磁界の電磁結合を効果的に利用するため、2次元の通信媒体の構造を検討する必要がある。薄い面内における電磁界の伝播は、マイクロ波の伝送線路の原理と同様に通信媒体の構造や寸法、材料によって決定される。近傍電磁界を媒体内に広く均一に伝播させ、媒体上の任意の点から信号や電力を取り出すことができる機構を開発することが必要である。また、開発した通信媒体については、その通信性能評価方法を確立し、評価結果を通信媒体の構造設計に反映させていくことが望ましい。

b. 信号/電力の取り出し

通信媒体を伝播する信号や電力をノードに取り出すための通信用/電力伝送用近接カプラなどのインターフェイスを開発する必要がある。これらの構造設計に当たっては、媒体から効率的に電磁エネルギーを取り出すためにインピーダンスの整合をとることが重要である。

今回の委託研究においては、同一の通信媒体において通信と電力伝送の2つの機能の実現を目指している。通信と電力伝送では、利用用途や周波数帯が異なるため、インターフェイスのインピーダンス整合を確保する構造も異なり、それぞれの機能に対応するインターフェイスを開発する必要がある。また、通信媒体と同様に、開発したインターフェイスについては、その通信性能評価方法を確立し、評価結果をインターフェイスの構造設計や実装に反映させていくことが望ましい。

c. 漏洩電磁界対策

サーフェイス通信技術の開発において、最も懸念される課題が漏洩電磁界の問題である。サーフェイス通信では、電磁界は主に2次元通信媒体の面内方向に伝播するが、電磁界のエネルギー密度は2次元平面の内外で必ず連続である。そのため通信媒体の材料に関わらず、電磁界のエネルギーが媒体境界面で消滅することはなく、ある一定の電磁界が分布している。

また通信系全体として、インターフェイスのインピーダンス不整合部分における反射や、通信系の寸法が通信周波数の1/4波長となった場合に放射源になるなど、多様な漏洩電磁

界発生が想定される。こうした漏洩電磁界の検証・対策を通信媒体及びインターフェイスの開発段階に組み込み、実用レベルまでに漏洩電磁界を抑制・低減する必要がある。

d. 安全性評価

サーフェイス通信技術の実用化に向けては、通信、電力伝送時の漏洩電磁界や熱の問題を十分に検証しなければならない。通信媒体からの漏洩電磁界や熱などが、周囲の人体や機器に与える影響を明らかにするため、通信媒体単体ではなく実際の使用条件を考慮した上で、通信/電力伝送系全体の安全性評価方法を確立する必要がある。また、安全性評価方法を確立するに当たっては、漏洩電磁界測定についてもサーフェイス通信技術に最適な方法を確立していく必要がある。

以上に挙げた技術要件を取り入れた、サーフェイス通信技術の確立のための個別課題を以下に示す。

課題ア 新たな通信媒体及び高効率インターフェイスの開発

課題ア - 1 通信媒体の開発

課題ア - 1 - 1 設計手法の確立

課題ア - 1 - 2 通信媒体の開発

課題ア - 2 近接カブラの開発

課題ア - 2 - 1 通信用近接カブラの開発

課題ア - 2 - 2 電力伝送用近接カブラの開発

課題ア - 3 通信性能評価方法の確立

課題ア - 3 - 1 通信性能評価方法の検討

課題ア - 3 - 2 通信性能評価

課題ア - 4 漏洩電磁界抑制技術の開発

課題ア - 4 - 1 漏洩電磁界の分析と対策検討

課題ア - 4 - 2 漏洩電磁界抑制技術の適用

課題イ 漏洩電磁界測定方法及び安全性評価方法の確立

課題イ - 1 漏洩電磁界測定方法の確立

課題イ - 1 - 1 電磁界強度測定

課題イ - 1 - 2 電磁界シミュレーション

課題イ - 2 安全性評価方法の確立

個別課題の具体的内容

課題ア 新たな通信媒体及び高効率インターフェイスの開発

サーフェイス通信技術を実現する 2 次元の通信媒体及びインターフェイスを開発する。具体的には、以下の 4 つの技術開発を行う。

課題ア - 1 通信媒体の開発

通信と電力伝送の 2 つの機能を実現する通信媒体を開発する。具体的な項目を以下に示す。

課題ア - 1 - 1 設計手法の確立

通信媒体上の任意の地点間で、電磁結合を利用した通信及び電力伝送を可能とする通信媒体の構造設計、及びその構造を実現する通信媒体の材料（導電体、誘電体、磁性体等）の検討を行い、通信媒体の設計手法を確立する。

課題ア - 1 - 2 通信媒体の開発

課題ア - 1 - 1 の設計手法に基づき、通信媒体の開発を行う。

課題ア - 2 近接カブラの開発

サーフェイス通信のインターフェイスである通信用 / 電力伝送用近接カブラを開発する。具体的な項目を以下に示す。

課題ア - 2 - 1 通信用近接カブラの開発

通信媒体において通信を可能とする通信用近接カブラの回路設計及び材料の検討をおこない、その開発を行う。

課題ア - 2 - 2 電力伝送用近接カブラの開発

通信媒体において電力伝送を可能とする電力伝送用近接カブラの回路設計及び材料の検討をおこない、その開発を行う。

課題ア - 3 通信性能評価方法の確立

課題ア 1、2 で開発した通信媒体及び通信用近接カブラの通信性能の評価方法を確立し、実際に評価を行う。具体的な項目を以下に示す。

課題ア - 3 - 1 通信性能評価方法の検討

課題ア - 1 ,2 で開発した通信媒体及び通信用近接カブラの物理層における性能（通信速度、BER、電力伝送効率等）を評価する環境と測定方法を検討し、確立する。

課題ア - 3 - 2 通信性能評価

課題ア - 3 - 1 で確立した通信性能評価環境を用いて、試作した通信媒体及び通信用近接カブラの通信性能を評価する。

課題ア - 4 漏洩電磁界抑制技術の開発

通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルに対する漏洩電磁界抑制技術を開発する。具体的な項目を以下に示す。

課題ア - 4 - 1 漏洩電磁界の分析と対策検討

課題イ - 1 における電磁界強度の測定結果とシミュレーション結果を基に、漏洩電磁界の原因を分析し、漏洩電磁界抑制技術の検討を行う。

課題ア - 4 - 2 漏洩電磁界抑制技術の適用

課題ア - 4 - 1 で検討した漏洩電磁界抑制技術を通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルに適用する。

課題イ 漏洩電磁界測定方法及び安全性評価方法の確立

通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルにおける漏洩電磁界の測定・分析方法を確立する。さらに、漏洩電磁界や熱による人体や周囲の機器に対する影響を検討し、実際の使用条件を踏まえた安全性評価方法を確立する。具体的には、以下の2つの技術開発を行う。

課題イ - 1 漏洩電磁界測定方法の確立

通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルにおける漏洩電磁界を把握するための測定・解析方法を確立する。測定・解析結果を分析し、漏洩電磁界の発生箇所、発生原因を特定して改善策を検討する。具体的な項目を以下に示す。

課題イ - 1 - 1 電磁界強度測定

通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルの電磁界強度を測定する方法を確立する。

課題イ - 1 - 2 電磁界シミュレーション

通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルの電磁界強度を解析可能な3次元シミュレーションモデルを作成し、電磁界シミュレーションによる解析方法を確立する。解析結果を課題イ - 1 - 1 の測定結果と比較し、漏洩電磁界の発生を理論的に解明する。

課題イ - 2 安全性評価方法の確立

通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接ケーブルにおける漏洩電磁界や熱などが周囲の人体や機器に与える影響を考慮し、実際の使用条件を踏まえた上で、通信 / 電力伝送系全体に対する安全性評価方法を確立する。

5. 研究開発課題選定の背景、研究開発の必要性及び他で実施されている関連研究との切り分け、標準化の動向

1) 当該研究開発課題を取り巻く現状

現在、我々の社会における通信網は主に 1 次元通信と 3 次元通信の 2 種類の通信形態から構築されている。1 次元、つまり従来の有線通信では、広帯域かつ効率的な信号伝送を実現することができるが、物理的インフラとして送信側と受信側の間に配線を敷くことが不可欠である。一方 3 次元通信、つまり無線 LAN などに代表される無線通信では、配線などの物理的インフラを必要とせず自由度は高い。しかし、現在無線周波数帯は枯渇しつつあり、新たに通信帯域を確保することは難しいため、その通信速度には限界がある。つまり現状の 1 次元通信及び 3 次元通信では、伝送媒体の物理的制約と通信速度を両立させることは難しい。

また、現在小型通信機器の普及や通信の大容量化に伴い、数メートル以内で通信を行う近距離通信が注目されているが、1 次元通信と 3 次元通信の場合、この近距離通信の実現にも課題が残されている。1 次元通信で近距離通信を実現する場合には、範囲内の通信ノードを全て配線で接続する必要があり、通信ノードが多い場合には、配線が複雑化しコストも増大するため、その実用性は低い。一方で 3 次元通信、つまり無線の場合、無線ノードの自由度は高いが、他の無線周波数との混信の問題が避けられず、利用可能な帯域も限られている。また個々の無線ノードにいかに関電力を供給するかという課題も残る。

近年、近距離における 1 次元通信と 3 次元通信の利点を併せ持ち、かつ欠点を補完する新しい通信の形としてサーフェイス通信技術が提案されている。サーフェイス通信は近傍電磁界の電磁結合を利用して 2 次元の通信媒体上の任意の点間の通信や電力伝送を実現する技術であり、卓上、壁、床、衣服などの近距離における応用を想定している。2 次元通信媒体で近距離通信を実現することで、広帯域を確保しつつ、多数の通信ノード間の通信も効率的に行うことができる。またシートを介した通信ノード自体への電力供給も可能であるため、電池などを必要とせず個々の通信ノードの小型化を実現できるという利点もある。

現在、サーフェイス通信に関しては、アプリケーションを中心とした研究開発が進められている。代表的な例としては、2 次元通信媒体が設置された卓上に PC を置くだけで、LAN への接続や同一通信媒体上の他の機器と相互接続が可能な通信シートが研究されている。長期的な研究開発の中では床、壁、机など家全体の環境を利用した家庭内の無配線ネットワークシステムの可能性も検討されている。

また広帯域な通信を実現できる点もサーフェイス通信の大きな特長の 1 つであり、媒体に接触させるだけで携帯電話などの端末に大容量のデータを瞬時に転送する技術な

ども、今後非常に有望なアプリケーションと考えられている。

さらにセンサなどの素子を分散させ、センサネットワークを形成することで、受動的な媒体としてだけでなく、自律的・知的に通信を構築するデバイスを実現することも可能である。具体的には高度な位置検出・個体識別機能を持つ RFID タグや、衣服状の媒体を利用した生体情報の収集、さらには電磁界を利用した治療目的での医療応用が期待されている。

2次元媒体を利用したセンサネットワークについては、海外でも活発に研究が行われており、近年、米国マサチューセッツ工科大学の Pushpin Computing や英国ランカスター大学の Pin&Play などのように、プッシュピン状の小型センサ素子を直流電源に接続された 2次元媒体に刺すことで、多様な形態のセンサネットワークを構築する技術が提案されている。

2) 研究開発の必要性

現在サーフェイス通信技術に限らず、近距離における高速通信技術への関心は非常に高い。平成 20 年に実用化される予定となっている超広帯域無線 (UWB) は無線信号を 1GHz 以上の超広帯域に分散させることで、近距離における高速通信を可能にしている。さらに国内メーカーでも、数センチの非常に狭い範囲において電磁界の誘導界だけを拾うアンテナにより高速無線通信を行う技術など、近距離通信関連技術の研究開発が活発に行われている。

サーフェイス通信は通信媒体を介する分だけ、他の無線規格より高速な通信が可能であり、また無線の場合は信号の伝播範囲を厳密に制御することはできないが、サーフェイス通信の場合は媒体からの接触を断ち切った瞬間に通信が遮断されるため、信号の秘匿性が高い。こうした利便性とセキュリティを兼ね備えた性質は、今後の情報化社会のニーズに合致した技術といえる。

この他にもサーフェイス通信では 2次元の通信経路によって、様々な通信形態が構築可能である。代表的な例ではセンサなどの素子を取り込んだセンサネットワークがある。センサネットワークにおいて 2次元媒体を使うメリットは、通信系が電力伝送の機能を持ち合わせているため、広がりのある任意の点で電力供給ができる点である。無線センサネットワークの場合、通信は自由空間で実現できるが、センサノードへの給電は個々に配線やバッテリーを必要とする。一方、2次元媒体の場合、センサノードに対して媒体が通信経路と電力供給源の 2つの役割を持つため、配線やバッテリーは必要ない。無線ノードの小型化の観点からも、無線と比較して効率的なセンサネットワークの実現が期待される。

このようにサーフェイス通信では、将来の近距離無線通信や無線センサネットワーク技術と比べても、優位なアプリケーションが多く検討されているにも関わらず、通信の基盤となる通信媒体やインターフェイスは未だに十分に確立されていない状況にある。

これは、サーフェイス通信技術の確立には通信技術のみならず電磁理論、EMC (Electromagnetic Compatibility)、さらには媒体の物性まで幅広い専門分野の知見を必要とするためである。現在、海外でもサーフェイス通信の概念が広まりつつあることから、我が国が他国に先駆けてこの技術を確認させ、同技術に関わる知的財産を幅広く確保することが急務となっている。そのためにも、各専門分野の最先端技術を結集させ、体系的な研究開発を推進していくことが望まれる。

本研究開発課題はこれらの要件を研究開発課題に取り込むことにより、研究開発の必要性を満たすものとする。

3) NICT 及び他で実施されている類似研究との切り分けと NICT 委託研究における本研究開発課題の位置づけ

今後のユビキタス技術の中核となると予想されるサーフェイス通信技術を我が国主導で実現するため、産学官が密接に連携することが重要である。図 1 に日本におけるサーフェイス通信技術開発の全体像を示す。新たな通信技術の確立には、通信の物理層、通信の規格を決定する通信プロトコル層、通信技術を実用化に向けて展開するアプリケーション層のそれぞれにおける研究開発が必要となる。NICT では知識創成コミュニケーションセンターを中心として、2次元通信(サーフェイス通信)の通信プロトコルの検討を行っている。また NICT のけいはんな情報通信オープンラボでは、平成 19 年より研究推進協議会の中に 2次元通信ワーキンググループが設置され、アプリケーション、方式、電磁環境 EMC、システムの 4 つのタスクフォースの中で活動を行っている。なお、同ワーキンググループには、サーフェイス通信分野への参入意向を示した民間企業によるコンソーシアムも参加しており、現在はアプリケーション分野を中心に活動が行われている。

一方で通信技術の基盤となる物理層、つまり通信媒体やインターフェースの開発には、物性、電磁理論、通信技術、EMC など関連する専門分野における、最新かつ高度な専門知識を有する研究者による研究開発活動が不可欠である。そこで本委託研究ではこのサーフェイス通信技術の物理層の開発を目標とする。物理層における研究開発は NICT で行われている通信プロトコルやアプリケーションの検討と深く関連しているため、本委託研究の受託機関は前述のワーキンググループの活動に実際に参加し、NICT の研究開発と密接に連携をしながら研究開発を進めることとする。

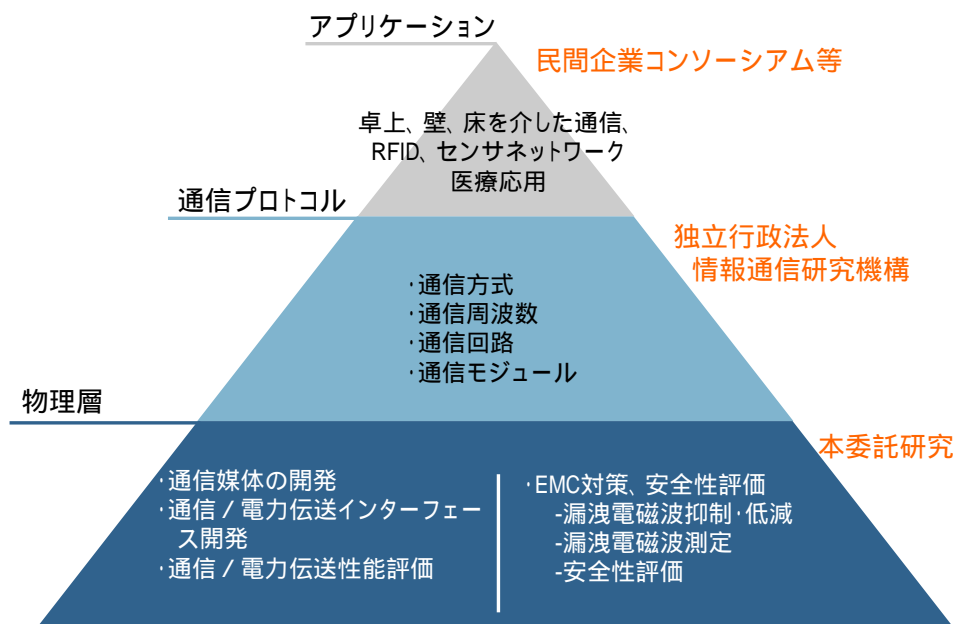


図 1 サーフェイス通信技術の全体像

参照：独立行政法人情報処理推進機構けいはんな情報通信オープンラボ
<http://www2.nict.go.jp/x/x151/khn-openlab/index.html>

4) 標準化の動向

国内、米国及び欧州における本格的な標準化動向は見られない。

6. 研究開発の到達目標

当該研究分野は、これまでの通信技術とは異なる原理に基づいた、新しい通信技術の研究開発であり、本研究の実施に際しては、基盤技術の開発に重点を置き、その後実用性を重視した研究へと移行する。初年度から最終年度に至るまで、継続的な調査研究を実施して、研究成果の優位点をなるべく多く維持し、開発成果が実用化に繋がる見込みを確かなものにするべく努める。各個別課題において以下のような全体目標と個別課題目標を目安として設定する。提案に際しては、これらの目標への計画と根拠を示すこと。また、当該目標は、本委託研究に関する技術や利用動向を勘案しつつ、必要に応じて計画実施の途中でも見直しを行うものとする。

全体目標

通信媒体の任意の点で通信及び電力伝送が可能なサーフェイス通信技術の物理層を確立する。この目標のため通信媒体及びインターフェイスを開発し、それらの性能を評価する。また、通信媒体及びインターフェイスからの漏洩電磁界については、その強度と影響を明らかにした上で対策を実施する。また通信媒体が周囲の人体や周囲の機器などに与える影響に対して、実際の使用条件を踏まえた上で安全性評価方法を提案、確立する。

提案内容については新規性、革新性を重視するが、サーフェイス通信技術の早期確立のためには実用化を見据えた研究開発を行うことが望ましい。サーフェイス通信の実用化には、以下に示す3つの基準を満たすことが求められるため、今回の研究開発課題について提案する研究開発を通じて、これらの基準を満たすための条件を明らかにすることとする。

・電波防護指針の局所吸収指針における一般環境の基準(人体に対する漏洩電磁界について)

(3-3) 一般環境

次の要件を全て満たすこと。

<1> 全身平均 SAR の任意の6分間平均値が、0.08W/kg 以下であること。

<2> 任意の組織 10g 当たりの局所 SAR(6分間平均値)が 2W/kg(四肢では 4W/kg)を超えないこと。

<3> 接触ハザードが防止されていない場合は、100kHz から 100MHz までの周波数においては接触電流が 45mA 以下(平均時間6分間)であること。

ただし、接触電流がこの指針に対して無視できないレベルの複数の周波数成分からなる場合は、その各周波数成分の指針値に対する割合の自乗和を求める。これらの総和が1を超えてはならない。

なお、周波数 100MHz 以上の無線局は、<3>に述べた接触電流に関する指針に基づく評価を行う必要はない。

電気通信技術審議会答申 諮問第 89 号「電波利用における人体防護の在り方」(平成 9 年 4 月) 9 ページより抜粋

参照：<http://www.tele.soumu.go.jp/j/material/dwn/guide89.pdf>

・ CISPR 22 (情報技術装置の無線妨害特性の許容値及び測定法)

(周囲の機器に対する漏洩電磁界のレベルについて)

・ 通信 / 電力伝送系から 3m の距離において微弱無線局の規定の基準 (図 2 参照)

総務省、微弱無線局の規定

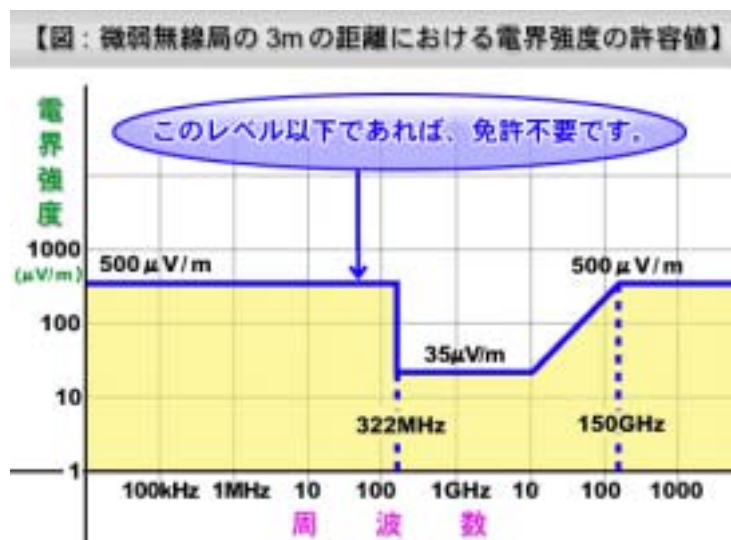


図 2 微弱無線局の 3m の距離における電界強度の許容値

参照：<http://www.tele.soumu.go.jp/j/material/rule.htm>

個別課題における到達目標

課題ア 新たな通信媒体及び高効率インターフェイスの開発

課題ア - 1 通信媒体の開発

課題ア - 1 - 1 設計手法の確立

- 電磁界結合を効果的に利用する通信媒体の構造を計算と解析によって検討した上で、その構造を実現する設計手法を確立し、実際に通信媒体を試作すること
- 課題ア - 2 で測定する電力伝送効率、課題ア - 3 で測定する通信性能、課題ア - 4 で測定する漏洩電磁界強度のそれぞれの測定結果を、試作した通信媒体の設計改善に反映させること

課題ア - 1 - 2 通信媒体の開発

- 同一の通信媒体で通信と電力伝送を実現すること
- 低コストで実用的な材料を選択し適用すること
- 3.1GHz～10.6 GHz（UWB で使用する周波数等）で利用可能であること
（なお、同一の媒体でRFID（950MHz）、無線LAN（2.4GHz）などの既存の無線規格が使用している周波数帯にも対応していることが望ましい）
- 面積は500 mm × 2000 mm 以上、厚みは5mm 以下とすること
- 巻き半径200 mm 以下に丸められる程度の可とう性を有すること

課題ア - 2 近接カブラの開発

通信 / 電力伝送用近接カブラ共通の到達目標を以下に示す

- 電磁界結合を効果的に利用する通信 / 電力伝送用近接カブラの構造を計算と解析によって検討し、実際に通信 / 電力伝送用近接カブラを試作すること
- 通信媒体表面の任意の位置に設置可能なこと
- 通信媒体に対して非侵襲とすること
- 通信媒体と通信用 / 電力伝送用近接カブラの接触部分については、実用性とインピーダンス整合のバランスを考慮した上で、最適な構造を提案すること
- 通信媒体上の任意の地点で一定のインピーダンス整合を確保できるように、技術的な工夫を施すこと

以下に通信 / 電力伝送用近接カブラそれぞれの到達目標を示す

課題ア - 2 - 1 通信用近接カブラの開発

- 3.1GHz～10.6GHz で利用可能であること
- 課題ア - 3 で測定する通信性能と課題ア - 4 で測定する漏洩電磁界の測定結果を、試作した通信用近接カブラの設計改善に反映させること

課題ア - 2 - 2 電力伝送用近接カブラの開発

- 5 GHz 帯で利用可能であること
- 通信媒体及び電力伝送用近接カブラを用いて、電力伝送の性能を評価するための基本的な環境（測定機器、配線、電源、整流器等）を構築し、電力伝送効率を測定すること
- 上記周波数帯において、通信媒体への伝送（入力）電力は1W 程度を目安とすること
- 上記周波数帯において、電源、整流器、通信媒体、電力伝送用近接カブラ等を含めた電力伝送系全体の電力伝送効率は10%以上とすること
- 電力伝送効率と課題ア - 4 で測定する漏洩電磁界の測定結果を、試作した電力伝送用近接カブラの設計改善に反映させること

課題ア - 3 通信性能評価方法の確立

課題ア - 3 - 1 通信性能評価方法の検討

- 通信媒体及び通信用近接カブラの通信性能（通信速度、BER 等）を評価するための基本的な環境（測定機器、配線、シールド等）とその測定方法を検討すること
- 上記で検討した測定環境と測定方法で、実際に通信媒体及び通信用近接カブラの通信性能を評価できることを確認すること

課題ア - 3 - 2 通信性能評価

- 3.1GHz～10.6GHzにおいて、課題ア - 3 - 1 の通信性能評価環境を用いて通信媒体及び通信用近接カブラの通信性能を測定・評価すること
- 1つの通信媒体において同時に実現できる通信速度は800Mbps以上とすること
- BERは 10^{-8} 以下とすることが望ましい（一般的な無線通信と有線通信におけるBERの中間程度の値として設定）
- 通信媒体及び通信用近接カブラに対して、既存の無線規格（UWB、Wireless USB 等）の通信回路を実装して通信評価システムを構築し（通信回路自体を開発する必要はない）、同システムを課題ア - 3 - 1 の通信性能評価環境において測定・評価すること

課題ア - 4 漏洩電磁界抑制技術の開発

課題ア - 4 - 1 漏洩電磁界の分析と対策検討

- 課題イ - 1 における電磁界強度の測定結果とシミュレーション結果に基づき、通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接カブラにおける漏洩電磁界を分析し、その発生箇所と原因を特定すること

課題ア - 4 - 2 漏洩電磁界抑制技術の適用

- 課題ア - 4 - 1 の漏洩電磁界の分析結果に基づき、通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接カブラの設計・実装に対して漏洩電磁界抑制技術を適用すること
- 電波防護指針の局所吸収指針における一般環境の基準（人体に対する漏洩電磁界について）は実用化のためには避けて通れない最低条件となるので、規定値以下に抑えていく努力をするとともに、そのロードマップを明らかにすること。

課題イ 漏洩電磁界測定方法及び安全性評価方法の確立

課題イ - 1 漏洩電磁界測定方法の確立

課題イ - 1 - 1 電磁界強度測定

- 3.1GHz～10.6GHzにおいて、通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接カブラの近傍における電磁界強度を測定するための基本的な環境（測定機器、配線、シールド等）と

その測定方法を確立すること

- 被測定対象の電磁界分布に与える干渉を最小限に抑えつつ、電磁界強度を測定できると

課題イ - 1 - 2 電磁界シミュレーション

- 3.1GHz～10.6GHzにおいて、通信媒体及び通信用／電力伝送用近接ケーブルにおける電磁界強度を解析可能な、3次元のシミュレーションモデルを作成し、解析結果から通信媒体及び通信用／電力伝送用近接ケーブルにおける電磁界分布を理論的に解明すること

課題イ - 2 安全性評価方法の確立

- 通信媒体及び通信用／電力伝送用近接ケーブルにおける漏洩電磁界や熱等の、周囲の人体や機器に影響を与えうる要素に対して、実際の使用条件（通信媒体の上に人体の一部が触れている状態等）を考慮した安全性評価の方法を具体的に提案し、確立すること
- 通信媒体における電力伝送については、上記で確立した安全性評価方法による結果を基に、通信媒体及び通信用／電力伝送用近接ケーブルの使用に際して安全性を確保できる条件を明確に示すこと（通信媒体への入力電力値、通信媒体及び通信用／電力伝送用近接ケーブルの構造、漏洩電磁界の許容値 等）

7. 期待される波及効果

1) 関連研究開発面に期待する波及効果

本研究において電磁結合に基づく、2次元通信媒体を利用したサーフェイス通信技術、また付随する電磁界測定技術、漏洩電磁界抑制技術が確立されれば、その成果全体がサーフェイス通信技術の先導的な研究例として重要な参照例になるものと考えられる。

また本研究で開発を行う、2次元通信媒体や、非接触式の通信用/電力伝送用近接カプラの技術などは、他の電子機器にも十分適用可能であり、要素技術としても、価値の高い成果が得られることが期待される。

2) 実用化面に期待する波及効果

本研究で開発するサーフェイス通信技術は、2次元の通信媒体を利用して通信や電力伝送を可能とする技術であり、オフィスや家庭などの通信の利用が集中するスペースにおいても、高速かつ、ケーブル類や電源から解放された自由な通信を実現する新しいユビキタス通信、及びユビキタス電源の形を示すものである。また2次元の媒体を利用することで、無線に比べて通信が可能な範囲が明確であり、セキュリティや信頼性にも優れている。さらにセンサなどの素子を組み込むことによって、高度な個体識別や位置検出機能を持たせることも可能であり、新しい形態のRFID技術としての実用化も期待されている。本研究で開発する通信媒体は、可とう性を持ったシート状であるが、本技術は、将来的に布状の媒体も実現することで、卓上、壁、床に加え衣服などにも適用することが可能と考えられる。そのため、身の回りの物の表面を活用した様々な通信形態の実用化において、大きな波及効果が得られると考えられる。

また本研究では通信媒体及び通信技術の開発段階から漏洩電磁界抑制技術を組み込み、実用に際して安全性を確保できる通信系及び電力伝送系を開発するため、他の通信技術や電子機器の安全性評価の先進的な研究例となると考えられる。

3) 標準化活動面に期待する波及効果

本研究では、新しい通信技術であるサーフェイス通信の基盤となる、通信媒体、インターフェイスの開発を一から行うため、開発する技術及び関連技術の全てが新たな標準化の対象となり、日本主導で多くの標準化活動が進められることが期待される。

また通信技術及び電力伝送技術の開発に付随して、サーフェイス通信系の漏洩電磁界抑制技術を開発するが、これらが他の近傍電磁界を対象にした測定技術及びEMC技術の先進的な研究例となり、関連する標準化活動に大きく寄与することが予想される。

8. 研究開発スケジュール

個別課題	平成 20 年	平成 21 年	平成 22 年	平成 23 年	平成 24 年
研究開発フェーズ	(1) 基盤的研究		(2) 実用化を見据えた応用研究		
ミーティング、評価ヒアリング	スタートアップ ミーティング	中間評価 ヒアリング	中間評価 ヒアリング	中間評価 ヒアリング	最終評価 ヒアリング
課題ア - 1 通信媒体の開発	課題ア - 1 - 1 設計手法の確立		課題ア - 1 - 2 通信媒体の開発		
課題ア - 2 近接カプラの開発	課題ア - 2 - 1 通信用近接カプラの開発		課題ア - 2 - 2 電力伝送用近接カプラの開発		
課題ア - 3 通信性能評価方法の確立	課題ア - 3 - 1 通信性能評価方法の検討		課題ア - 3 - 2 通信性能評価		
課題ア - 4 漏洩電磁界抑制技術の開発	課題ア - 4 - 1 漏洩電磁界の分析と対策検討		課題ア - 4 - 2 漏洩電磁界抑制技術の適用		
課題イ - 1 漏洩電磁界測定方法の確立	課題イ - 1 - 1 電磁界強度測定		課題イ - 1 - 2 電磁界シミュレーション		
課題イ - 2 安全性評価方法の確立			安全性評価方法の確立		

尚、本研究開発課題では、情報通信研究機構プログラムコーディネータによる進捗確認と、研究開発の方向性に関する助言がなされることとなっている。そのため、年に関係者による複数回の会合の開催を想定しておくこと。

新たな通信媒体を利用したサーフェイス通信技術に対して 5 年間の研究期間を 2 つのフェーズに分けた研究開発を行う。

(1) 基盤的研究

通信の基盤となる通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接カプラの開発を行う。通信 / 電力伝送性能評価と電磁界強度の測定方法を確立し、各測定結果を通信媒体及び通信用 / 電力伝送用近接カプラへの設計改善へ反映させる。開発に際しては、課題間で密接に連携を図り、必要な技術をフィードバックしつつ進めること。

(2) 実用化を見据えた応用研究

(1) のフェーズで開発した通信媒体、通信用 / 電力伝送用近接カプラを基にして、実際の通信性能の評価を行う。漏洩電磁界の測定・解析結果を基に、通信媒体及び通信用

/ 電力伝送用近接ケーブルに対して必要な漏洩電磁界抑制技術を取り入れる。また、研究全体を通じてサーフェイ通信技術の安全性の評価方法について検討、確立する。