2011 年度森基金研究成果報告書

研究課題名：LED 街路灯を基盤とした無線通信の有効性	
研究者：宮入寛太郎、松田俊介	
学会発表	
① 団体名：ITS2011	Multi-use of urban infrastructure: Wireless light carried digital communication based on LED street lighting (6月)
② 団体名：映像情報メディア学会	LED 街灯の標準化政策についての一考察 (7月)

研究助成を頂き、①、②の学会で発表をさせていただきました。特に①の概要に関して以下に記載します。

要旨

高度に携帯電話が普及した現在、通信基盤としての携帯電話の重要性は非常に高い。問題になるのが、震災時やイベントの会場といった場面や車の中などにおいて何らかの不具合により携帯電話が不通になることである。電波は目に見えず、コネクションがどこで得られるか分からない点も不安を増長する。本件研究はこの点を踏まえ、分かり易く安定した通信手法として見える光を用いた通信を提案する。可視光通信は発展途上の技術であり、1)通信が可視化できる。2)通信が安定している。3)電磁波を用いず人畜無害である。4)電波法の規定を受けない。といった性質がある。なお、この通信基盤を形成する際に、既設の街灯を多重に利用することで 1)景観を乱さない。2)物理層に対する追加コストを低減させる。といった利点を狙った。

次に物理インフラを多重に活用することの文献レビューを行い、前提となる条件を整理する。その上で、2010 年度の総務省主催の実験を報告する。

インフラの多重利用

過去の事例から単一インフラの多重利用の事例は多くあるが、現実には全てが上手く行っているわけではない。従って、これらの事例を観察し、特定の目的のために物理層を公的資本及び補助金により敷設されたものに関して、追加機能を付与するに際し、物理層の一部を民間に開放することの有効性を法律面、技術面、ビジネス面より検討する。

法律面での課題はそもそも技術的に成立可能なものであっても、法律で規定されている場合は実用化できない場合がある。ビジネス面では特に副次的に生じた提供価値は当初の目的と乖離している場合があり、ビジネスとしての成立の可否を精査する必要がある。なお、事例の対象となる分析単位は通信事業を対象とする。理由として、1)生活と密接に関連していて、共同体のインフラとして全ての人が重要視している点。2)市場メカニズムによる効率化が重要である点。3)技術革新の質が大きく変化のスピードが速いため、不確実性が高い産業である点。4) 物理層に対するコストが相対的に高額である点があげられる。

次に先行事例より単一インフラの多重利用に関して、分類分けを行う。軸として用いる

のは①目的と②物理層の分離/非分離の状態である。表 1 の A~D のセルを順に見ていく。例示したのは順に光ファイバーの芯線貸し、ADSL、街灯上の Wi-Fi 基地、PLC である。A では、通信という目的のもとに通信会社が敷設した光ファイバーのうち使用していない線を他の通信会社に貸し出す形態である。B では、通信という目的のもと敷設された電話線(銅線)をインターネットにも使用する形態を指す。C では、ブルックリン市で 2006 年から敷設されている街灯上の Wi-Fi 基地設置があげられる。このセルの特異な点として、全く異なる用途を抱き合わせしている点がある。Wi-Fi 基地(追加的目的)を設置するのに対し、①同間隔で街中に設置されている点、②電源の供給が潤沢である点、③利用者(最終顧客)の目に付き易く分かり易い、④等間隔に設置されている。という利点がある。D では電力供給用の電線をインターネットにも利用する形式である。以上の事例をレビューする過程で、冒頭で述べた、「物理層を共有することで、追加的なコストが削減できる。」という条件に加え、単一インフラの多重利用には次のような前提条件があることが明らかとなった。

- 1) 追加的な目的は、基本の目的を損なわない。
- 2) 追加的な目的と基本の目的は技術的・ビジネス面での親和性が高い。
- 3) 多重利用によって新規のビジネスの可能性がもたらされる。

上記 3 点に加え、ADSL の事例で浮かび上がったのが、技術面での親和性やビジネスの収益性には問題がなくとも通信事業者の慣習が実用化の障害となっていた点がある。また、メキシコやイタリアで一般的な PLC の事例は、日本では、①変圧機が多数設置されていることから長距離では減衰する点、②長距離通信は法的に認められていない点。③屋内設置ではコモデティ化した無線と競合し敗れている状態にある。

分析単位

2010 年度に行われた総務省主催の LED 街灯を基盤とした可視光通信では前提条件の 1)~3) を満たしていることが予想された。この際、重要なのが、大震災後の省電力化への社会的な圧力の高まりと温室効果ガスである CO₂ 排出削減を目標として、街灯を既存の水銀灯から LED に置換する動きが活発になっていることがあげられる。外函体をそのままにして LED 化することで、外函体内部には空間が生じる。ここに追加的に可視光通信の機器を搭載することで、街灯の外函体に無理を加えず通信基地化することが出来る。東京都北区の事例では、国の補助金を得て商店街が独自に設置をした商店街灯を LED 化するのの際に、通信手段として可視光通信を搭載した。なお、通信用の光も LED であり、照明の役割を兼ねるため、分類ではセル B に相当する。対象とする実験では、独自に開発した可視光通信の発信機(街灯内部に設置)とアンドロイド携帯に AR を搭載したもののセットを用いた。通信は「街灯→被験者の持つ AR 搭載のアンドロイド携帯(独自に開発)」の一方方向の通信である。(なお、運用上は街灯間の通信も色チャンネルを変更することで可能である。)街灯の高さは 6m あり、情報はイーサネットを通じて街灯に運ばれ、街灯から可視光通信として発信される。なお、この際、情報は街灯の個別に管理され、時間と場所により異なる情報が配信される。情報の更新時は照明が点滅することで、歩行者は認知することが出来る。

RQ1：可視光通信を用いた屋外の一方向通信は可能であるか

RQ2：LED 街灯を基盤としたインフラの多重利用として、どのようなビジネスが構築可能か

4 結果

RQ1：晴天時の日中で 42 基の街灯及び、72 基の看板照明より約 6 メートルの通信距離で 4Mbps のスピードで最大 5kbit のデータ通信が可能であることが確認された。この値は動画とテキストデータが通信可能である。

RQ2：データを光の届く範囲に限って送信させることが可能であった。被験者約 50 名よりデータの発信源が分かり易い点が高く評価された。また、実験の参加者より、場所に明確な ID が付与できる点が広告ビジネスにとって非常に大きな価値を生む点を指摘された。

結論

技術面での達成として、太陽光が通信を妨害する屋外における 6m の通信が可能であった点がある。これは 2010 年現在、世界初の成果である。また、お年寄りや子供のような PC や他のデジタル・デバイスにあまり慣れていない人々にも、分かり易く安定している点が高く評価された。また、産業部門からは通信エリアを区切ることの利点として、情報に街灯に基づく ID を付与できる点が、広告や検索サービスにとって魅力がある点を指摘された。

勿論、実用化に向けて、一方向の通信では十分ではない。従って、「街灯→被験者」「街灯⇄街灯」の 2 種類の通信が更なる技術の進化と運用面での工夫により達成されることが重要である。実験より確認できたこととして、①通信の可視化は分かり易い。②可視光通信は安定している。③街灯を多重利用することで、便益が上がる。といった点が明らかとなった。また、エリアを区切った通信により、新しい提供価値が生まれる可能性が示唆された。課題はあるものの、本研究により携帯電話のコネクタビリティの形成に対して、街灯を基盤とする可視光通信が寄与できる一定の可能性を示すことが出来たと考える。

参考文献

- 1)株式会社 エクスペリエンス総合研究所 平成 21 年度 SCOPE プロジェクト「次世代照明を活用した創発型コンテキスト・サービスに関する研究開発」2010
- 2)総務省 「高速電力線通信(PLC)技術の現状について：通信サービスの観点から」2005
- 3)中川正雄監修 『可視光通信の世界：LED で拓く「あかりコミュニケーション」』 工業調査会 2006
- 4) <http://oldbrooklynconnected.com/about-us/old-brooklyn-connected-wifi/>

表 1 インフラの多重利用の形態

	分離型(空間貸し)	非分離型(派生)
単一目的	<u>A</u> 光ファイバー芯線貸し	<u>B</u> ADSL
多目的	<u>C</u> 街灯上の Wi-Fi 基地	<u>D</u> PLC