



無線 LAN

6. IEEE 802.11 の動向†

宮澤正幸†† 榎本孝†††

1. はじめに

IEEE 802 委員会は 1980 年に設立され、トークンリングや CSMA/CD に代表される LAN の標準化を行ってきた。同委員会が規定した仕様は米国 ANSI 標準を経て、ISO/IEC で国際標準化の対象となるのが一般的な流れである。無線 LAN 関連では、1990 年 7 月にワーキンググループ 11 (802.11) が設置され、物理層及び媒体アクセス制御 (MAC) 副層を中心に審議が行われている。本資料では、この 802.11 の動向について解説する。

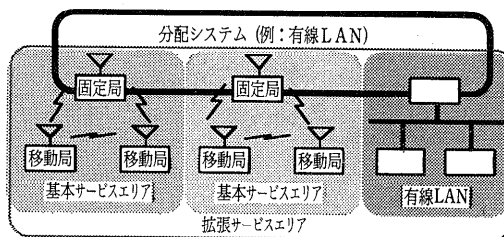
2. 標準化のスコープ

802.11 では伝送速度 1~20 Mb/s の無線 LAN を対象として、審議を行っている。米国での無線 LAN 使用可能電波の周波数帯は二つあり、一つは 2.4 GHz の産業科学医療用 (ISM) バンドである。この周波数帯は日欧でも使用可能となっており、日米欧の電波法を意識して審議が進められている。もう一つの周波数帯は、米国固有の 1900~1920 MHz である。電波以外に無線 LAN として赤外線の使用も想定している。現在、物理層としては 2.4 GHz 帯の周波数拡散 (周波数ホッピング: FH 及び直接拡散: DS) 方式、そして赤外線方式が検討対象となっている (表-1)。

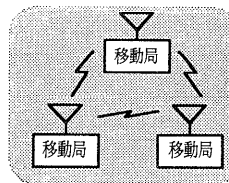
図-1 に想定しているネットワーク構成を表す。図-1(a)はビル内などに敷設する固定ネットワークであり、複数の基本サービスエリアが分配システムと呼ばれる LAN で相互接続され、拡張サービスエリアを構成する。各基本サービスエリアは

表-1 周波数帯と物理層の検討

方式	周波数帯 2.4 GHz 帯 (ISM バンド)	1.9 GHz 帯	赤外線
周波数ホッピング	検討中	検討予定	—
直接拡散	検討中	検討予定	—
赤外線方式	—	—	検討中



(a) 固定ネットワーク



(b) 一時的ネットワーク

図-1 無線 LAN の構成

単一の固定局を有し、移動局のハンドオフにより基本サービスエリア間で移動できる。図-1(b)は臨時に移動局だけで形成したネットワークであり、会議室などの限られた場合に利用する。

3. 主要検討課題と検討状況

無線 LAN は、無線に直接関係する物理層と LAN に関係する MAC 副層との二つの視点からの検討が必要であり、両専門家の協力が不可欠となる。802.11 では両専門家が協力し、無線 LAN のユーザ要求条件の審議、アーキテクチャ原案の作成、及び争点リストの整理を行い、議論を重ね

† Present and Future Trends in IEEE 802.11 Standardization by Masayuki MIYAZAWA (Nagano Prefectural Institute of Technology) and Takashi ENOMOTO (NTT Telecommunication Networks Laboratories).

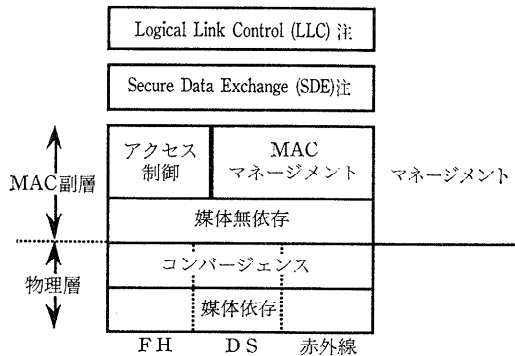
†† 長野県工科短期大学校
††† NTT 通信網研究所

表-2 IEEE 802.11 標準化スケジュール

到達点	スケジュール	'92年 3月時点	'93年 11月時点
ユーザ要求条件		'92年 7月	完了
アーキテクチャ確立		'92年 11月	完了
ドラフト第1版		'93年 7月	'94年 11月
最終ドラフト		'94年 3月	'95年 7月
ISO/IEC 提出		'94年 7月	'95年 11月
テストスイートドラフト第1版		'93年 11月	'95年 3月
テストスイート最終ドラフト		'94年 7月	'95年 11月
ISO/IEC 提出		'94年 11月	'96年 3月

表-3 物理層の審議状況概要

伝送方式	変調方式
FH	1 Mb/s の GFSK は必須。 1 Mb/s より高速のデータレートはオプションであり、 ・2 Mb/s の QFSK ・1.4 Mb/s の OQPSK ・ $\pi/4$ DQPSK が候補。
DS	11 チップコーディングで ・1 Mb/s の DBPSK または ・2 Mb/s の DQPSK または OQPSK。
赤外線方式	・1 Mb/s の 16 PPM ・QPSK ・FSK が候補。データレートは 1, 2, 4, 10 Mb/s から選択。



注) LLC は 802.2 で検討。SDE は 802.10 で検討。

図-2 アーキテクチャ原案

GFSK: ガウシアン FSK
QFSK: 4 値 FSK
OQPSK: オフセット 4 値 PSK
DQPSK: 差動符号化 4 値 PSK
DBPSK: 差動符号化 2 値 PSK
PPM: パルス位相変調

ているが、'94 年 2 月時点で解決 87 件、未解決 102 件の状況にあり¹⁾、検討は遅れ気味である(表-2)。

3.1 アーキテクチャ

802.11 では、単一 MAC 副層と複数物理層を規定しようとしているため、物理層・MAC 副層インタフェースを中心としたアーキテクチャの審議が必要になる。'92 年 7 月に提案されたアーキテクチャ原案を 図-2 に示す²⁾。しかし、現在も修正すべきという意見が残っており、留意が必要である。

3.2 物理層

物理層は、主に媒体依存副層の検討を行っており、FH, DS, 赤外線方式の審議が行われている。

表-3 に物理層の審議状況概要を示す。

(1) 周波数ホッピング (FH)

'93 年 7 月に変調方式はデータレート 1 Mb/s の GFSK をサポートしなければならないことを決定した。その際、マルチメディアには最低 1.5 Mb/s が必要という意見があり、1 Mb/s より高速のデー

タレートをオプション、1 Mb/s を必須と決めた。その後、1 Mb/s での規定項目を抽出し、プリアンブルなどを決定した³⁾。同年 9 月には、高速 FH の変調方式・低速からのデータレート切替方法などの検討を開始した⁴⁾。今後、'94 年 3 月に規定項目の承認後、同年 7 月にドラフト完成、同年 11 月にワーキンググループレベルの郵便投票を予定している。

(2) 直接拡散 (DS)

'93 年 9 月までの DS 変調方式提案では、オフセット PSK, DQPSK, OQPSK が候補となっており、同年 11 月に変調方式を 表-3 のように決定した。また、プリアンブル、ヘッダ、エンドデリミタなどについても審議が終了している⁵⁾。

(3) 赤外線方式

'93 年 11 月会合までに、1 Mb/s の 16 PPM, QPSK, FSK の変調方式が提案され、規定項目の検討が行われた。

'94 年 1 月会合では、表-3 のデータレートが候補にあがり、同年 3 月までに 1 Mb/s での性能データとともに変調方式を提案しなければならないことが決まった。

3.3 MAC 副層

MAC 副層では、図-2 に示すアクセス制御方式の審議を中心に行っている。'93 年 7 月にアクセス制御の方式提案が締め切られ、時分割多重アクセス (TDMA) やキャリアセンス多重アクセス

表-4 主なアクセス制御提案方式

提案元	アクセス制御方式
Spectrix	CODIAC ⁹⁾
IBM	Wireless MAC ⁶⁾
Xircom	WHAT ⁷⁾
NCR, Symbol	WMAC
National Semiconductor	WHO ⁸⁾

表-5 DFW MAC の概要

項目	分散制御 (必須)	集中制御 (オプション)
アクセス制御	CSMA/CA* (低優先)	ポーリング (高優先)
サービス	データ系	データ系即時系
ネットワーク構成	一時的・固定ネットワーク	固定ネットワーク
同期確立	分散的にタイミング情報提供	集中制御局がタイミング情報を提供
パワーセーブ	分散的にデータを蓄積	スリープ状態移動局宛データを制御局が蓄積

*: Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

(CSMA) をベースとする方式が提案された。同年9月の会合で、表-4 のアクセス制御方式が候補となっていることを確認、11月会合で妥協案 Distributed Foundation Wireless (DFW) MAC が提出され、アクセス制御方式の原案とすることになった。

表-5 に DFW MAC の概要を示す^{2),9)}。必須である分散制御のアクセス制御は CSMA/CA に基づき、衝突を回避する。物理層の種類やチャネル数と独立という特徴をもつとともに、ポイント・ポイント通信に対しては、MAC 副層レベルの送達確認・再送機能で、屋内無線伝送の高ビット誤り率に対処できる。分散制御では、図-1 の両ネットワーク構成に対しデータ系サービス (衝突あり) が提供できる。

集中制御では CSMA/CA のフレーム間隔による優先制御を用いることで、ポーリングに基づく集中制御を実現でき、図-1(a)の固定ネットワークの構成に対し、データ系サービス (衝突なし) と即時系サービスが提供できる。また、固定ネットワークの構成では、分散制御による低優先度の競合期間と集中制御による高優先度の非競合期間を交互に設けることで、分散制御だけをサポートする移動局と、オプションの集中制御もサポートする移動局の混在をサポートする。

アクセス制御方式とともに提案された MAC マ

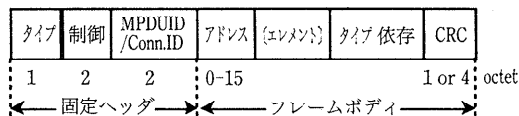


図-3 フレームフォーマット

表-6 各フィールドの用途

フィールド	用途
タイプ	データ・即時系サービス識別子 (1ビット) 暗号化有無 (1ビット) 圧縮有無 (1ビット) タイプサブフィールド (4ビット): データ、送達確認、ビーコンなどフレーム種類を識別未使用 (1ビット)
制御	パワーセーブなどの制御情報などを表示
MPDUID/Conn. ID	データ系サービスでは、MAC プロトコルデータ単位の識別子 即時系サービスでは、コネクション識別子
アドレス	固定・一時的ネットワーク識別子 (1ビット) 拡張サービスエリア識別子 (13ビット) 基本サービスエリア識別子 (10ビット)
[エレメント]	フレームタイプに依存
タイプ依存	フレームタイプに依存
CRC	CRC 計算結果 (8あるいは32ビット)

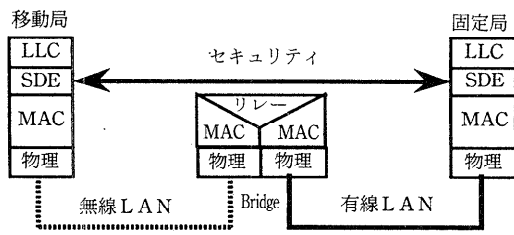
ネージメントの機能では、移動局間の同期確立方式とパワーセーブのサポート方式が検討されている^{2),9)}。移動局間の同期確立は、非競合期間開始時期、FII のホップタイミングを知る上で必要になる。そこで、集中制御では制御局がビーコンによりタイミング情報を提供し、移動局は自局のクロックを調整する。

また、移動局のパワーセーブ機能をサポートするために、集中制御では移動局が送受信器オフのスリープ状態にあるとき、制御局は転送を保留しデータを蓄積する。そして、スリープ状態にある移動局は周期的に受信器オンのモニタ状態に遷移し、固定局はビーコンに記載した制御情報によりデータ蓄積を通知する。通知を受けた移動局はモニタ状態でデータを受信する。

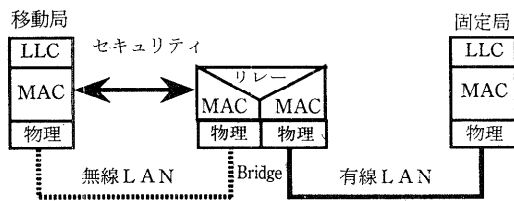
図-3 に DFW MAC のフレームフォーマットを、表-6 に各フィールドの用途を示す。

3.4 セキュリティ

物理的プロテクションが弱い無線 LAN で、有線 LAN と同等のセキュリティを実現することは重要である。802.10 では、セキュリティ提供を目的とし Secure Data Exchange (SDE) を検討している。SDE は図-2 のように MAC 副層及び LLC 副層の間に位置し、トランスペアレントに



(a) Secure Data Exchange (SDE)



(b) 検討中の方式

図-4 無線・有線 LAN をブリッジで接続した場合のセキュリティ提供方法

信頼性, 認証性などの機能を提供する¹⁰⁾.

しかし, SDE を修正なく無線 LAN に適用するのは困難と考えられている. たとえば, 無線 LAN 収容移動局とブリッジで接続された有線 LAN 収容局が通信を行う場合, 図-4(a)に示すように有線 LAN でも SDE をサポートしなければならない. つまり, 既存システムにまで影響を与えることになり, 好ましくない.

既存システムに影響を与えず無線 LAN のセキュリティを高めることが望ましく, 図-4(b)のように無線区間でセキュリティを高めれば十分である¹¹⁾. 無線 LAN に SDE のメカニズムは応用できるが, モデルの修正は必要と思われる.

4. 終わりに

本稿では, IEEE 802.11 の動向について解説した. これまで審議は遅れ気味であったが, '93年11月に標準化スケジュールを修正したことで, 審議が加速すると予想される. しかし, 解決すべき課題も多く, スケジュールどおりに進めるには思い切った機能の簡略化などが必要になるものと思われる.

謝辞 IEEE 802.11 の情報を提供していただいた NTT ユーザシステム部馬場覚志技師に感謝いたします.

参考文献

- 1) IEEE P 802. 11-92/64 b 2, "Changes to Issues Document".
- 2) IEEE P 802. 11-93/20 b 0, "Draft Standard".
- 3) IEEE P 802. 11-94/68, "Physical Layer Draft Specification for 2.4 GHz Frequency Hopping Spread Spectrum Media".
- 4) IEEE P 802. 11-93/210 a, "Draft Proposal for a Higher Data Rate FH PHY".
- 5) Heide, C.: The CODIAC Protocol, Centralized or Distributed Integrated Access Control, A Wireless MAC Protocol, IEEE P 802. 11-93/54.
- 6) Bauchot, F. J.: Wireless LAN Medium Access Control Protocol: Second Update, IEEE P 802. 11-93/62.
- 7) Belanger, P. and Biba, K.: The Wireless Hybrid Asynchronous Time-Bounded MAC Protocol, IEEE P 802. 11-93/40.
- 8) Schuessler, J.: Wireless Hybrid Operation (WHO) MAC Protocol, IEEE P 802. 11-93/213.
- 9) Ennis, G., Belanger, P. and Diepstraten, W.: DFW MAC Proposal, IEEE P 802. 11-93/190.
- 10) IEEE Standard 802. 10-1992, Secure Data Exchange.
- 11) Krays, J.: Security in Wireless LANs, IEEE P 802. 11-93/69.

(平成6年4月4日受付)



宮澤 正幸 (正会員)

1944年生. 1967年信州大学工学部通信工学科卒業. 1969年同大学院修士課程修了. 同年日本電信電話公社(現, NTT)電気通信研究所入社.

TSS-OS の開発, DCNA の研究. テレマティーク通信. パソコン通信, MHS などのプロトコル研究と標準化活動, LAN のアーキテクチャ研究と実用化, VI&P 総合実験の推進, 技術情報センタ業務などに従事. 1994年10月長野県職員. 現在工科大開校の準備作業に従事. 1994年東京工業大学工学博士. 電子情報通信学会, IEEE 各会員.



榎本 孝

1965年生. 1988年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業. 1991年ポストン大学電気工学科修士課程修了.

1988年日本電信電話(株)通信網総合研究所入所. 以来, ローカルエリアネットワークの研究開発に従事. 現在 ATM-LAN の研究開発に従事. 電子情報通信学会, IEEE 各会員.