

特集 : CX-7

5

## iPod アダプタの開発 Development of iPod Adapter

大 滝 喜 由<sup>\*1</sup> 角 岡 幸 治<sup>\*2</sup> 平 野 拓 男<sup>\*3</sup>  
Kiyoshi Ohtaki Kouji Kadooka Takuo Hirano  
西 岡 勝 則<sup>\*4</sup>  
Katsunori Nishioka

### 要 約

iPodアダプタはグローバル市場において圧倒的な支持を受けている携帯オーディオプレーヤiPodをマツダの純正オーディオにおいて利用可能とする商品である。開発に当たってはiPodの利便性を最大限に生かしつつ、車両でも使用したいというニーズの高まりに迅速に対応し、競合力のある価格で提供することに注力した。本稿では本商品の概要と開発経緯について紹介する。

### Summary

iPod adapter is an article which enables usage of mobile audio system player iPod, which enjoys overwhelming support in global markets, in Mazda's genuine audio system. To meet the recent growing need to use iPod in a vehicle, we focused to develop the iPod adapter in a prompt manner and with competitive price while maximizing convenience of iPod. This report introduces an overview of iPod adapter and its development process.

### 1. はじめに

近年、高速インターネット接続が広く普及し、音楽データをはじめとする各種コンテンツ配信サービスが一般化しつつある。一方、ハードディスクや半導体メモリの大容量化・小型軽量化・低価格化が急速に進んでおり、今や手の平に収まる携帯オーディオ機器にまでこれらが搭載されるようになった。特に、米アップル社が開発したiPodは2001年の発売以来、約6,000万台の出荷台数を記録しており、携帯オーディオ機器における国内シェアは約60%に達している(2006年6月時点)。このような市場動向に呼応して車両においてもiPodを使用したいという要望が高まっており、自動車メーカー・アフターマーケット向け車載オーディオメーカーともに車載オーディオのiPod対応を積極的に推し進めている。今回、マツダは純正オーディオでiPodを再生・操作可能とする純正用品「iPodアダプタ」を開発し2006年秋に日本の自動車メーカーとして初めて世界規模の市場導入を果たした。更にマツダは2007年以降に販売する全ての乗用車(軽自動車・商用車を除く)をiPod対応とする

ことを表明している。以下、iPodアダプタの概要と開発経緯を紹介する。

### 2. 開発方針

iPodに代表される携帯オーディオプレーヤの需要拡大に伴ってこれらを車両でも使用したいというユーザ要望が高まっており、続々と対応製品が登場している。現在、携帯オーディオプレーヤを車載オーディオで再生する方式としては下記の3方式がある。

#### (1) FMトランスミッタ接続方式

FMトランスミッタという装置を用いて携帯オーディオプレーヤの音声信号をFMラジオ電波に変換して送信して車載FMラジオで受信する。接続が簡単で安価であるがFMトランスミッタ自体の性能が低いものが多く、またFM周波数帯域による制約があり、外来ノイズの影響も受けやすいことから音質に不満の声が多い。

#### (2) 外部入力接続方式

車載オーディオの外部入力(AUX)端子に単純に音声信号のみを入力する。一般にFMトランスミッタを用いる

iPodはApple Inc.の商標または登録商標である。

\*1, 2 電子開発部  
Electrical & Electronics Development Dept.  
\*4 グローバル用品マーケティング部  
Global Accessories Marketing Dept.

\*3 技術研究所  
Technical Research Center

方式に比べて良い音質が得られるが、車載オーディオが外部入力端子を装備していることが必須条件となる。

### (3) 専用アダプタ接続方式

車載オーディオに専用アダプタを介して携帯オーディオプレーヤを接続する。外部入力接続方式と同等の音質が得られることに加え、携帯オーディオプレーヤの充電を行うことができる。接続されたiPodを車載オーディオから操作できることが最大の特徴である。

(1)、(2)の方式では、運転中にiPodの画面で表示を確認しつつiPod本体の操作を行う必要があり、これは事故を誘発する可能性がある。また、車内でiPodを使用する場合、シガーソケット電源アダプタと呼ばれる装置を用いて電源供給を行うことができるが、電源ラインに混入したノイズの影響を受けやすく、音質の確保が難しいという問題がある。

一方、(3)の方式では、運転中の操作を考慮して設計されている純正オーディオ（ステアリングスイッチを含む）から操作可能であることから(1)、(2)の方式に比べて安全性の観点で望ましい。また、専用アダプタからiPodへの電源供給が可能であり、ノイズ対策も当然考慮されている。

我々はiPodを車両で利用可能とする商品の開発に当たり、操作に伴う安全性確保を必須条件とし、同時に一定の音質およびiPod充電等の利便性を実現可能な方式として専用アダプタを用いる方式(3)を選択し、下記方針の下で開発を行い顧客満足度の向上と車両の商品性向上を図った。

#### iPodアダプタ開発方針

- 1) ユーザ要望の高まりに迅速に応えるため、短期開発し、タイムリーに市場導入すること。
- 2) 純正オーディオを変更することなく、かつクロスオーバーラインで装着できる商品とすること。
- 3) マツダ専用品となるため、グローバル展開による数量拡大によって価格競争力を確保すること。

### 3. iPodアダプタの概要

iPodアダプタとは純正オーディオを搭載したマツダ車において米アップル社製の携帯オーディオプレーヤiPodを車両側のオーディオシステムで再生・操作するための装置である（Fig.1）。以下、その概要を説明する。



Fig.1 iPod Adapter

### 3.1 システム構成

システム構成をFig.2に示す。iPodは本アダプタを介して車載オーディオと接続される。接続したiPodはグローブボックス内に設置される。対象となる車両はオーディオユニット背面にマツダ専用外部機器接続コネクタを備え、外部CDチェンジャソフトウェアと呼ばれるソフトウェアを搭載したマツダ純正オーディオ装着車であり、ドックコネクタと呼ばれるiPod用外部接続端子を装備した第3世代以降のiPod、iPod miniおよびiPod nanoが接続可能である。スピーカ、ステアリングスイッチは純正オーディオ用に搭載されている既存品をそのまま利用する。

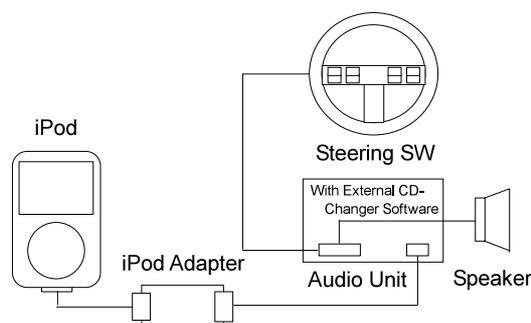


Fig.2 Audio System with iPod Adapter

### 3.2 特徴

主な特徴を下記に挙げる（Table 1）。

- (1) 音質を損なうことなくiPod音楽を再生可能  
車載オーディオとiPodを専用アダプタを介して直接接続することにより、車両側のオーディオシステムでiPodのクリアな音質を損ねることなく再生できる。
- (2) 車載オーディオスイッチから操作が可能  
曲等の各種切り替えや特殊再生モード、音量調整などを車載オーディオスイッチで操作できる。
- (3) ステアリングスイッチから操作が可能  
ステアリングにオーディオコントロールスイッチを装着している車両ではハンドルから手を離すことなく音量調整や選曲が可能である。
- (4) ミュージックメニューの切り替えが可能  
大量の曲を蓄積したiPodを使用する上で必要不可欠なミュージックメニューと呼ばれる階層の切り替えが可能であり、アーティスト別やジャンル別等、ユーザの好みに応じた再生を行うことができる。本機能は多くの他社が搭載しておらず、本商品の大きな優位点の1つである。
- (5) iPodを充電可能  
車載オーディオでiPod再生中は自動的にiPodの充電を行う。これにより長距離ドライブ時もiPodのバッテリー残量を気にすることなく車両で音楽を楽しむことができる。
- (6) 盗難防止効果  
接続したiPodはグローブボックス内に設置されるため、見栄えだけでなく盗難防止の効果もある（Fig.3）。



Fig.3 Installation Example(3rd Generation Roadstar)

Table 1 Specification of iPod Adapter

Power Voltage		DC12 V
Charge	Voltage	DC12 V
	Current	250 mA (max)
Frequency Characteristic		20 Hz ~ 20 kHz
Size		85 mm×70 mm×25 mm
Weight		170 g
Communication	iPod side	UART Communication
Interface	Audio side	M-BUS Communication
Function		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Music Menu Change</li> <li>• Title Change</li> <li>• Track Change</li> <li>• FF/REW</li> <li>• REPEAT</li> <li>• RANDOM</li> <li>• SCAN</li> </ul>
Available iPod		<ul style="list-style-type: none"> <li>• iPod (3rd generation later)</li> <li>• iPod mini</li> <li>• iPod nano</li> </ul>
Retail Price		23,100 yen

#### 4 . iPodアダプタの開発

本商品の3つの開発方針を満足するための要となる施策は純正オーディオに搭載される外部CDチェンジャソフトウェアの活用である。近年、オーディオユニット内部にCDチェンジャメカを持つインダッシュCDチェンジャが主流となりつつあるが、かつてはトランク等に設置した外部CDチェンジャユニットをヘッドユニットから遠隔操作するという利用方法が一般的であった。この外部CDチェンジャをヘッドユニットから遠隔操作するためのソフトウェアが外部CDチェンジャソフトウェアであり、ほぼ全てのマツダ純正オーディオに搭載されている。我々はこの点に着目し、外部CDチェンジャソフトウェアを利用することで開発期間の短縮と価格競争力の確保、既存車種への同時展開を実現した。以下、本アダプタの開発経緯をハードウェア開発とソフトウェア開発の2観点から説明する。

#### 4.1 ハードウェア開発

iPodアダプタのハードウェア構成をFig.4に示す。動作電源はバッテリー電圧12Vから制御系5Vとオーディオ系8Vを生成する。バッテリー電圧12Vは純正オーディオから供給することで電源系回路を簡素化し本体形状の小型化を図り、本アダプタの設置に関する自由度を確保している。

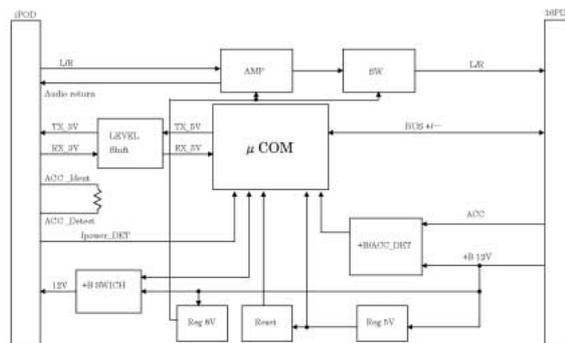


Fig.4 Hardware Structure

#### 4.2 ソフトウェア開発

iPodアダプタのソフトウェア構成をFig.5に示す。ホストマイコンソフトウェアは下記4ブロックから構成される。

- 1) UART通信部  
iPod側の通信を制御。
- 2) M-BUS通信部  
車載用オーディオ側の通信を制御。
- 3) 電源管理部  
アクセサリ・バッテリー電圧の監視。
- 4) システム管理部  
ブロック制御 1) ~ 3)を含めiPodアダプタ全体を制御。

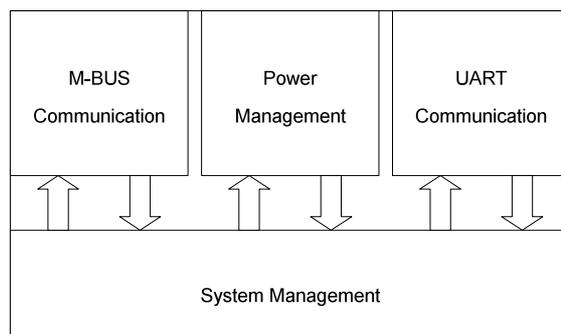


Fig.5 Software Structure

#### (1) HMI開発

##### a) 操作仕様

我々は安全性を重視する開発思想から本アダプタにiPodを接続している間はiPod本体からの操作を無効としている。そのため、必然的に車載オーディオから全ての操作を行うことになる。既存の車載オーディオに割り当て可能なiPod操作釦は9つである。ここで、操作の認知性を考えると、操作釦への機能割り当ては類似機能を持つCDチェンジャモードと整合させることが望ましい。iPodとCDチェ

ンジヤは基本的に類似した操作体系を有しているが、iPodではCDチェンジャに比べて圧倒的に多数の曲を扱うことから階層概念が拡張されている。すなわち、CDチェンジャは「ディスク」「トラック」の2つの切り替え階層しか持たないが、iPodでは「トラック」およびCDチェンジャの「ディスク」に類似した「タイトル」という切り替え階層に加えて「ミュージックメニュー」という計3つの切り替え階層を持っている (Fig.6)。よってiPodはCDチェンジャよりも切り替え階層が1つ多いため、CDチェンジャモードとの操作性の整合化を図ると必然的に「ミュージックメニュー」と呼ばれる階層の切り替え釦が不足する (Table

2)。

本問題に対して競合他社はミュージックメニュー切り替え機能を切り捨てることで対処している。しかし、本切り替え機能は蓄積した大量の曲に効率よくアクセスするためにiPodにとって必要不可欠な機能であると考えられる。そこで我々は本切り替え機能の存在価値を重視しこの機能を残した上で解決策を探った結果、1釦に2機能を割り当てることにした。これは操作釦の押下時間と判定閾値時間を比較し、閾値よりも押下時間が短ければ「短押し」と判定し「タイトル」と呼ばれる階層を切り替え、閾値よりも押下時間が長ければ「長押し」と判定し「ミュージックメニュー」と呼ばれる階層を切り替えるものである。これにより「ミュージックメニュー切り替え」と「タイトル切り替え」という2機能を1つの釦で操作可能とすることで、曲アクセスの利便性を確保しつつ操作釦の不足に対処した。

b) 表示仕様

マツダ純正オーディオが搭載する外部CDチェンジャソフトウェアはCD-TEXTおよびmp3圧縮オーディオに対応していないため、iPodの各種情報をテキスト表示することができない。すなわち、車載オーディオの液晶ディスプレイに表示可能な情報は基本的に数字のみとなっている。そのため、iPodの各種情報を番号により管理して表示するものとした。ここで、外部CDチェンジャソフトウェア仕様による制限としてタイトル番号は6まで、CD自体の規格による制限としてトラック番号は99までに表示可能な最大値が制限される。一方、iPodには非常に多くのタイトル・トラックが存在するため、これらの表示可能な最大値を超える場合が生じる。この対策としては表示可能な最大値を超える曲へのアクセスを制限することが考えられるが、この選択は大量の音楽データを蓄積可能なiPodの魅力を大きく損なうことになる。そこで我々はタイトル番号・トラック番号が表示可能な最大数を超えた場合、再度1より番号を振り直して表示することで対処した。すなわち、表示されるタイトル番号 $N\_title\_disp$ 、トラック番号 $N\_track\_disp$ は数値 $X$ を除数 $Y$ で割ったときの余りを求める関数 $MOD(X, Y)$ を用いて下記のように表される。

- ・タイトル番号 :  $N\_title\_disp = MOD(N\_title, 6)$
- ・トラック番号 :  $N\_track\_disp = MOD(N\_track, 99)$

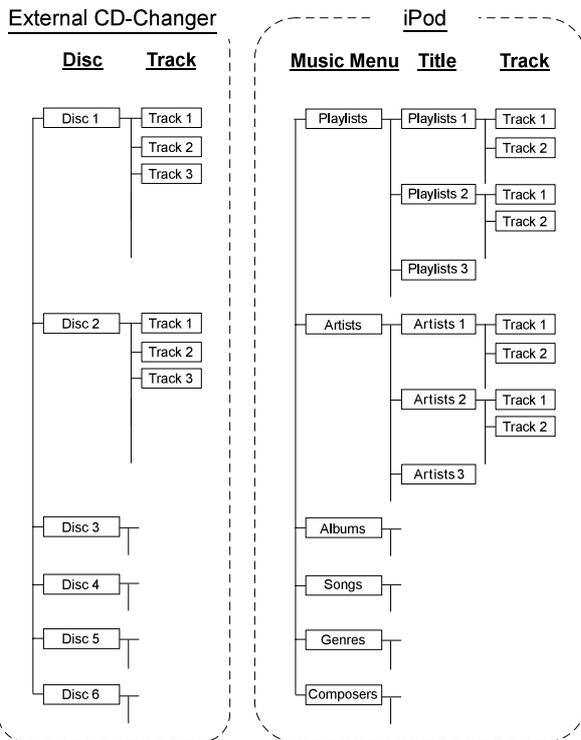


Fig.6 Hierarchy Structure Comparison of External CD-Changer and iPod

Table 2 Assignment of Operation Button

Function of iPod Adapter	Operation Button
Music menu Change	(None)
	(None)
Title Change	DISC UP
	DISC DOWN
Track Change	TRACK UP
	TRACK DOWN
Fast Forward	FF
Fast Rewind	REW
Repeat	RPT
Random	RDM
Scan	SCAN

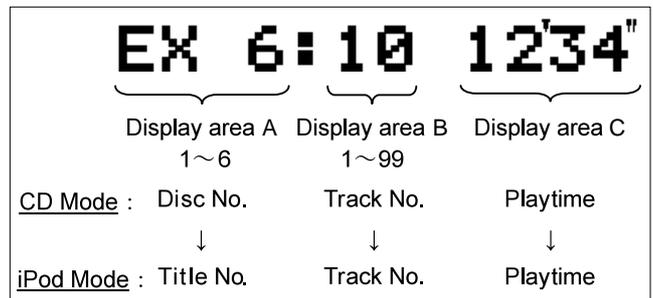


Fig.7 LCD of Car Audio

次にiPod再生時の液晶ディスプレイへの表示項目を検討した。候補となる表示項目は下記4項目である。

- 1) ミュージックメニュー
- 2) タイトル
- 3) トラック
- 4) プレイタイム

Fig.7はiPodモードにおける表示例である。CDチェンジャと共通の操作体系を踏襲したため、トラック番号とプレイタイムはiPodモードにおいても問題なく表示可能である。一方、ミュージックメニューおよびタイトルの表示については1釦に2機能を持たせたため、必然的に一方の表示が不足してしまう。この問題に対して我々はこれら2機能の操作頻度に着目した。ミュージックメニューはiPodにおける最上位の階層であり、この切り替え後はもっぱらタイトル切り替えおよびトラック切り替え操作が主になるものと考えられる。すなわち、ミュージックメニューとタイトルの表示優先順位は後者の方が高いと考え、表示領域Aにタイトル番号を表示することにした。しかし、ミュージックメニュー表示が全く行えないことは余りにも不便である。そのため、次の対応策を折り込んだ。切り替え可能な6つのミュージックメニューに番号1~6を対応させ、ミュージックメニューおよびタイトル切り替え時、プレイタイム表示部に表示することにした。これにより、ミュージックメニュー現在位置の把握を実現した (Fig.8)。

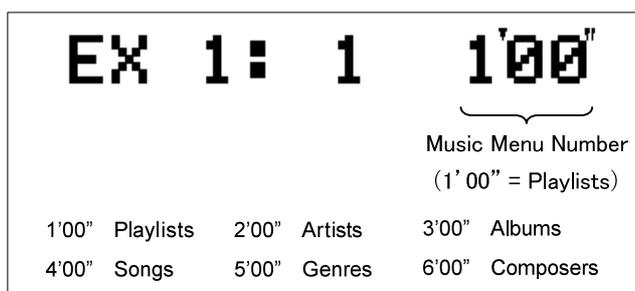


Fig.8 Display of Music Menu Number

#### c) その他

##### ・スキャン機能

iPodには数百~数千にも及ぶ多数の曲が存在し、その全ての曲構成をユーザが記憶しておくことは不可能に近い。現在選択中の再生モードにどのような曲が存在するのか、実際に曲頭を順次再生することで確認できる機能が本機能である。本機能は車載オーディオでは一般的な機能であり、マツダの純正オーディオでは主に北米仕向け車両に搭載されている。しかし、本機能は他の機能と異なりiPod自体が搭載する機能ではないため、本アダプタのソフトウェアにて本機能を実現した。スキャンモード時、選択中の再生モードに存在する曲の先頭部分を10秒間ずつ再生することで曲の内容把握を可能とし、利便性を向上させた。

##### ・レジューム機能

一般的にiPod等の携帯オーディオプレーヤには「レジューム機能」と呼ばれる機能がある。レジューム機能とは再生装置自身が記憶する前回使用時に最後に再生していた曲・位置から再生再開する機能であり、前回使用時の再生状態からシームレスに音楽再生を再開できる。特にiPodは数百~数千にも及ぶ曲が存在するため、再生再開の度に曲選択をやり直すことは非常に不便であり、本機能は携帯オーディオプレーヤにとって必須といえる。

iPodは再生停止の都度、曲状態(曲番号・時間)を記憶しているため、外から車両にiPodを持ち込んで本アダプタに接続した時、前回停止曲・位置から再生再開できる。ここで、iPodアダプタのような外部デバイスからiPodの曲切り替えを行う方式として下記の2方式がある。

##### 1) 絶対指定方式

曲位置を完全に特定できる全ての属性情報を用いて絶対的に選曲する方式。トラック切り替え釦の連打操作を受けたときにも反応遅れや音漏れを生じることがない。

##### 2) 相対指定方式

現在位置を基準として前方か後方かの情報をもとに曲位置を相対的に選曲する方式。トラック切り替え釦の連打操作を受けたとき、反応遅れや音漏れを生じることがある。

我々は曲切り替えが最も多用される機能の一つであると考え、その操作性を重要視し絶対指定方式を採用した。ここで、この方式は全ての属性情報を必要とするが、iPod通信仕様による制約から曲切り替えに必要な情報の一部がiPodから取得できないため、曲切り替えが行えないという問題が生じる (Fig.9)。

他社はこの問題に対して相対指定方式を採用し、曲切り替えに伴う操作性の悪化を妥協することで対処しているが、我々は曲切り替え機能の操作性を重要視し、あくまでも絶対指定方式を採用した上で独自の代替案を立案した。

本アダプタは再生停止の都度、曲切り替えに必要な全ての情報を記憶する。再生再開時、本アダプタが記憶した補足情報を利用することで絶対指定方式による曲切り替えが可能となり、曲切り替えの操作性を損なうことなくレジューム機能を成立させた。

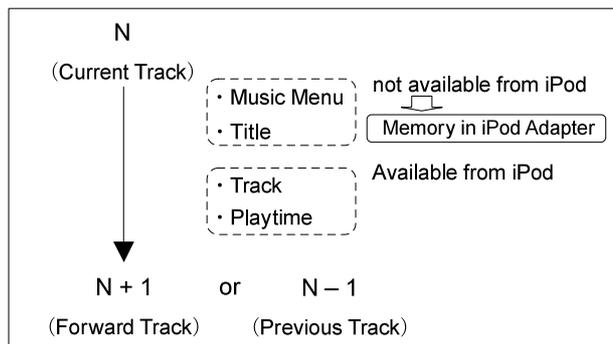


Fig.9 Problem of Track Changing

## (2) 通信仕様開発

車載オーディオとiPodを仲介する本アダプタは車載オーディオから送信される通信コマンド（M-BUS通信：マツダ純正オーディオの独自通信方式）をiPodの通信コマンド（UART通信）に変換することが主な役割である（Fig.10）。

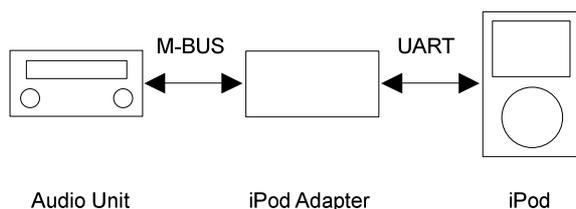


Fig.10 Communication Scheme

現在、マツダの純正オーディオは3社のサプライヤより供給されている。各社のオーディオに搭載されるM-BUS通信は基本的に仕様書で規定されているものの、実際には通信タイミング等、仕様書で規定されていない細かな差異がある。本アダプタはこれらの各社オーディオ差異を全てソフトウェア的に吸収することで車種毎に専用用品を設定することなく1台で全てのマツダ現行車種に対応した。

対策に当たってはまず外部CDチェンジャソフトウェアの種類数とそれらの差異内容を把握した。通常、外部CDチェンジャソフトウェアはモジュール化されており、車種をまたがって流用されている。これはサプライヤ毎の外部CDチェンジャソフトウェアの種類数とそれらの差異内容を把握することで、通信仕様の作り込みを必要とするオーディオ種類数を数十からわずか数種類に削減できることを意味している。この特徴を最大限に活用して短期間で通信仕様を作り込み、最終的に全ての適用車種のオーディオ実機を用いた動作検証を実施し、開発を完了した。

## 5. 開発結果

マツダは以上のような経緯でiPodアダプタを開発し、2006年秋のほぼ同時期に国内・北米・欧州等の主要市場で世界規模の市場導入を果たした。発表に当たっては米アップル社と共同でグローバルパブリシティを実施した。自社の純正オーディオに接続可能なiPodアダプタは海外メーカを中心にいくつかの自動車メーカが市場導入しているが、グローバル市場のほぼ全ての車種に同時設定したのは過去に例がなくマツダが初である。開発に当たっては純正オーディオに搭載される外部CDチェンジャソフトウェアを活用することで約半年という短期開発を実現し、これをクロスカーライン展開することで価格競争力を確保した（Table 3）。

一方、外部CDチェンジャソフトウェア仕様のもとで動作させるという大きな制限を受けながらもお客様の満足度

Table 3 Retail Price of iPod Adapter

		MAZDA	Company A	Company B
Retail Price		23,100 yen	31,500 yen~	37,065 yen~
Remark	Wage	Including		Including
	Tax	Including	Including	Including

を最大化できるよう十分に留意した。その結果、多数の曲を蓄積するiPodの性格上、必要不可欠となるミュージックメニュー切り替え機能を操作性の両立を図りつつ搭載したことは他社の類似製品に対する大きな優位点であり、ユーザの好評を博している。

## 6. おわりに

既存のマツダ純正オーディオに接続することでiPodの再生・操作を可能とするiPodアダプタを国内自動車メーカとして初めて開発し、世界規模の市場導入を果たした。今後、マツダは2007年以降に販売する全ての乗用車（軽自動車・商用車を除く）におけるiPod対応を表明している。本商品は市場ニーズの高まりに迅速に応えるために種々の制限の下で開発を進めることになったが、今後はオーディオユニット側の対応を前提としてiPodを操作する上で最適な操作系を実現するとともに各種テキスト情報の表示を可能としiPodに完全対応した次世代のiPodアダプタを開発していく必要がある。

最後に本商品の開発に当たって多大なるご協力を頂いた三洋オートメディア(株)殿、クラリオン(株)殿、松下電器産業(株)殿をはじめとする関係各位に深く感謝の意を表す。

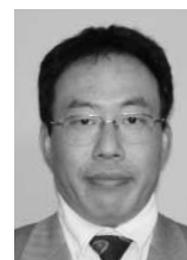
### 著者



大滝喜由



角岡幸治



平野拓男



西岡勝則