

## 組込みソフトウェアの各国産業振興策と人材育成

(財) 国際情報化協力センター 情報調査部 主任研究員  
早稲田大学 アジアIT戦略研究所 客員研究員

浅井知子

---

# 目次

1. H19年度事業の概要と定義
2. 組込みソフトウェアのオフショア開発
3. インド, タイ, ベトナムの状況  
～政策, 人材育成, 企業動向
4. まとめ

# H19年度事業概要

- **調査目的：**  
アジア各国の組込みソフトウェア産業振興や人材育成動向を調査。今後の国内とオフショアリングの分野, 国を検討するための現状把握。
  
- **対象国：**  
インド, タイ, ベトナム
  
- **調査項目：**
  - ①各国のIT産業政策と組込みソフトウェア産業の位置づけ
  - ②各国の組込みソフトウェア産業振興と人材育成
  - ③各国の組込みソフトウェアに関するオフショアリングの現状と問題点
  - ④日本との協力の現状とニーズ

# 組み込みソフトウェアとは

- 組み込みシステム：産業機器や家電製品などに内蔵される、コンピュータシステム。専用化されたシステム、厳しいリソース制約、高い信頼性、リアルタイム性という特徴を持つ。
- 組み込みソフトウェア：組み込みシステムを動かすソフトウェア。
- 組み込み技術領域大分類

出典：Attisse Pte Ltd

①半導体上の組み込みシステム回路設計と開発

②ハードウェアが機能するよう、組み込みシステムを動かすためのソフトウェア開発

③ハードウェアデザイン/開発（製品開発）

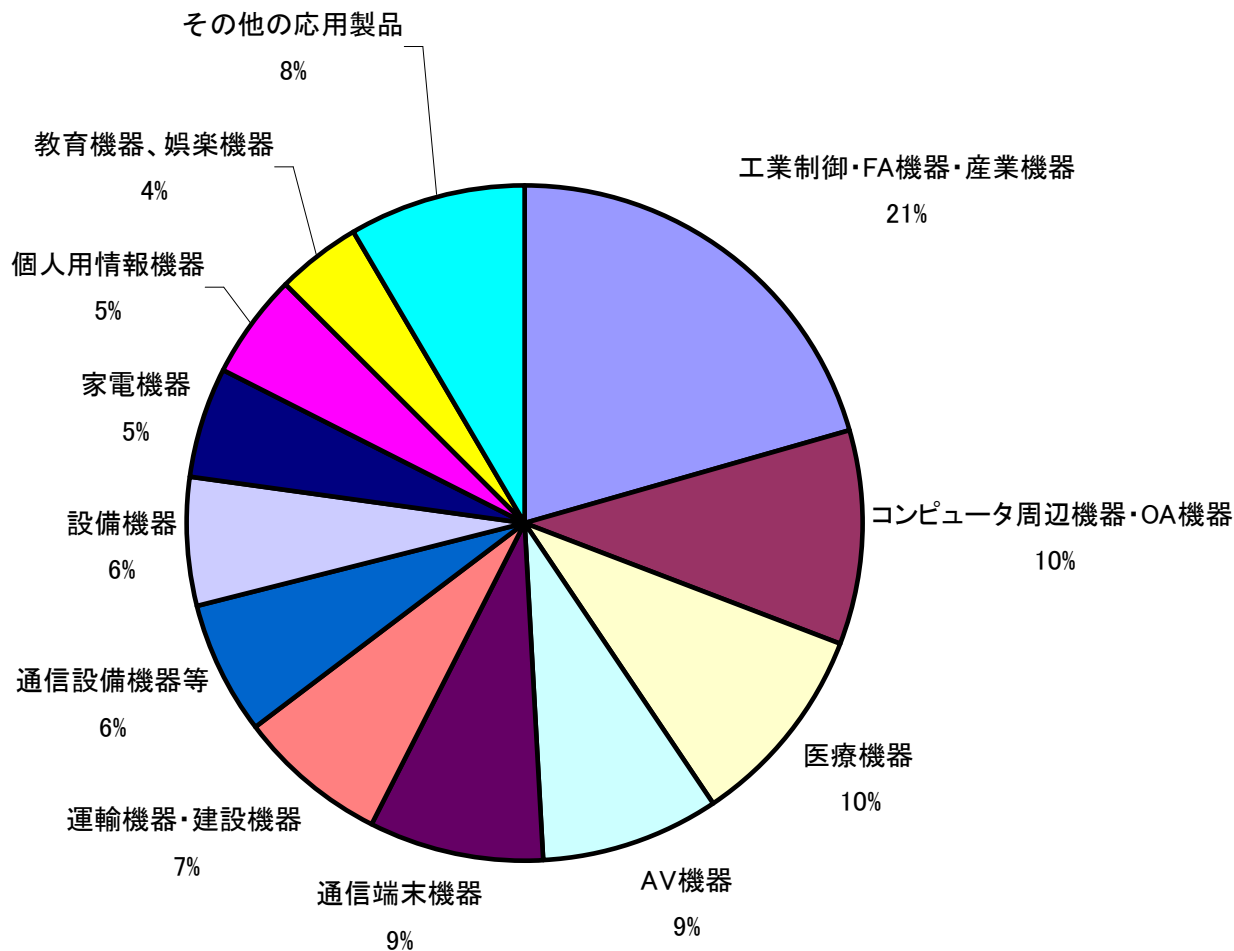
タイ、ベトナム  
「組み込みソフトウェア」  
インド  
「組み込みシステム」

## 組込みシステムの適用分野と機器の例

適用分野	利用例
家電機器	電子レンジ, 炊飯器, 冷蔵庫, 洗濯機, 乾燥機, エアコン
AV機器	テレビ, ビデオ, デジタルカメラ, オーディオ機器
娯楽/教育機器	ゲームマシン, 電子楽器, カラオケ, パチンコ
個人用情報機器	PDA, 電子手帳, カーナビ
パソコン周辺機器	プリンタ, スキャナ, ディスクドライブ, DVDドライブ
OA機器	コピー, Fax
通信機器 / 端末	携帯電話機, 留守番電話機
通信機器 / ネットワーク設備	ネットワークルータ, ハブ, 携帯電話基地局, PBX, 交換機
運輸機器	自動車, 信号機, 鉄道車両, 鉄道制御, 航空機, 船舶
工業制御 / FA機器	プラント制御, NC工作機械, 工業用ロボット
設備機器	ビル用照明, ビル用空調, ビル用電力システム, エレベータ
医用機器 / 福祉機器	血圧計, 心電計, レントゲン, CTスキャナ
宇宙 / 軍事	ロケット, 人工衛星, ミサイル
その他の業務用機器	業務用データ端末, POS端末, 自動販売機
その他の計測機器	シンクロスコープ, ICテスタ, 電力メータ

出典：「リアルタイムOSと組込み技術の基礎」（2003）

# 日本で開発している製品カテゴリと割合



出典：「組込みソフトウェア産業実態調査」

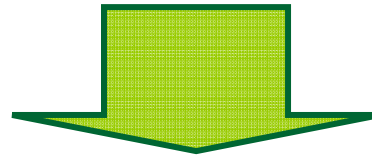
IPA (2007)

All rights reserved Copyright © 2008 CICC



# 組み込みソフトウェアオフショア開発の背景

- ・ 高まる市場の低価格・短納期・高品質要求。
- ・ ソフトウェア開発の大規模化, 複雑化。
- ・ 国内人材不足が50万人（特にPM層。組込みは10万人）  
-理工系志望の低迷, 産学連携の高度IT人材育成)
- ・ アジア各国のソフトウェア産業・IT人材の拡大・CMM等取得



## 【国内の取り組み】

- ・ 組込みスキル標準（ETSS）, 教育カリキュラムを策定
- ・ 高度IT人材育成として産学連携、大学院で組み込み実学講座

## 【海外へのオフショアリング】

- ・ 目的：開発費削減
- ・ 社内リソース確保
- ・ 自社に技術がないため

# オフショアリングとは

他社リソース	国内 アウトソーシング	<u>アウトソーシング型</u> <u>オフショアリング</u>
自社	国内 シェアードサービス	<u>インハウス型・</u> <u>オフショアリング</u>
	日本（オンショア）	海外（オフショア）

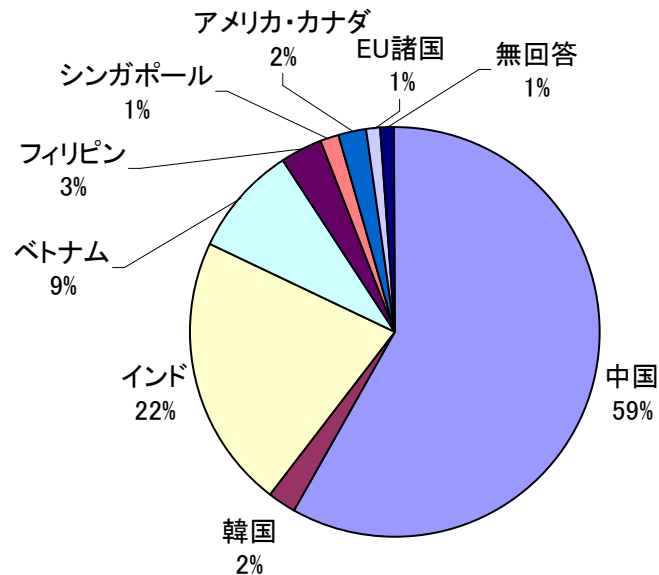
出典：JETRO(2008)、Mizuho Industry Focus



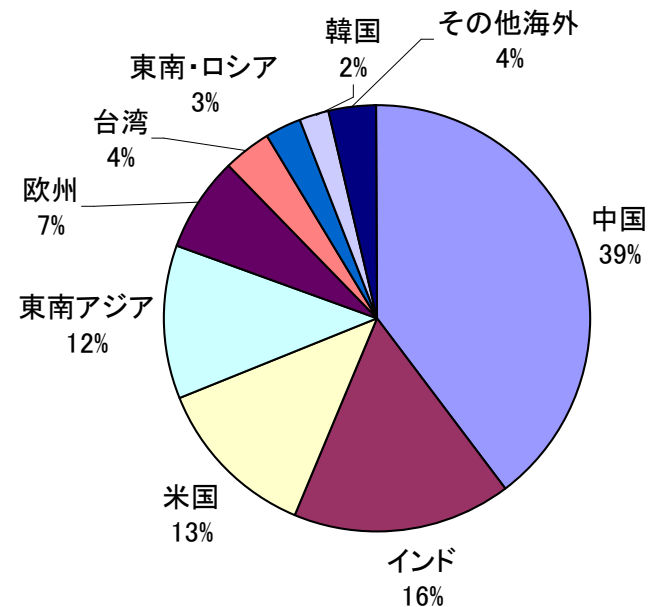
# ソフトウェア全般と組み込みオフショア開発対象国

- ・ソフトウェア全般は組み込みに比べ、中国・インドの割合高い。
- ・組み込みは米国や欧州の割合高い。
- ・組み込みの海外委託費は11%（グループ4.9%、グループ以外5.8%）

## ● ソフトウェア全般・オフショア開発対象国



## ● 組み込みソフトウェア・オフショア開発対象国



出典：「IT人材市場動向予備調査」を  
もとに筆者作成 IPA (2007)

出典：「組み込みソフトウェア産業実態調査」  
IPA (2007)

All rights reserved Copyright © 2008 CICC

# インド、タイ、ベトナムの比較 (1) 産業概要

## インド

→米系外資系企業のデザインセンタとして発展。

- ・ 1984年：TIの半導体基盤デザインと情報システムの開発センタ設置
- ・ 1990年後半：アナログ・デバイス社, ナショナル・インストルメンツ社, STマイクロ, IBM  
→インドの半導体基盤デザイン基礎確立  
→分業体制：インド-アルゴリズム (プロセッサ等開発) →US-コア部分  
日本-顧客アプリケーションのインプリメント・検証
- ・ 2000年代：Centillum Com, CG Core EL, →半導体デザインセンタ設置  
→外資系の下請デザイン機能をインド地場系企業が請負, 発展。
- ・ この他, フリースケール, NXPセミコンダクタ, インテルが進出

## タイ

→日系企業向け組込みで発展。国内市場向けも。

- ・ 組込み産業発展段階。家庭用電化分野, 通信, コンピュータ, 自動車, 農業
- ・ トヨタ, ソニー, パナソニック等日系自動車, 製造業進出から組込み

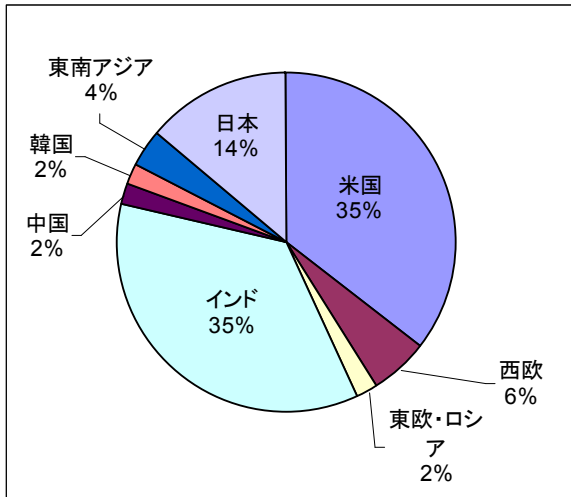
## ベトナム

→組込み産業はまだ未熟。日系企業向けテストフェーズから開始。

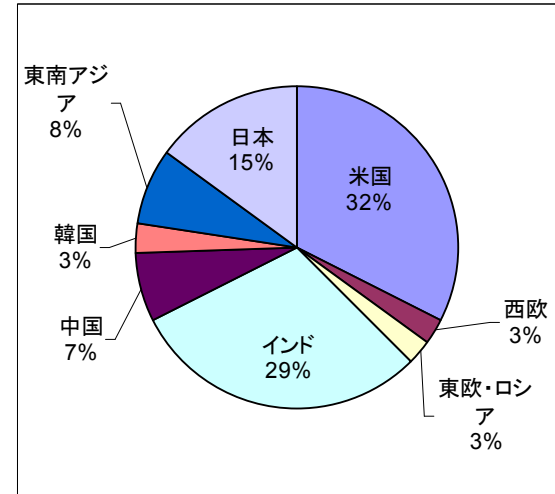
- ・ 外資系企業 (日立ソフト, 東芝, パナソニック, Nokia Motorola, LG, サムソン) の協力, 受注を目指す。国内企業はFPT, TMAなど大手と中小数社。
- ・ 国内医療分野, 測定・制御・自動化に, 安い国内メーカーがあらわれている

# インド地場系組込みソフトウェア企業、受託と委託国

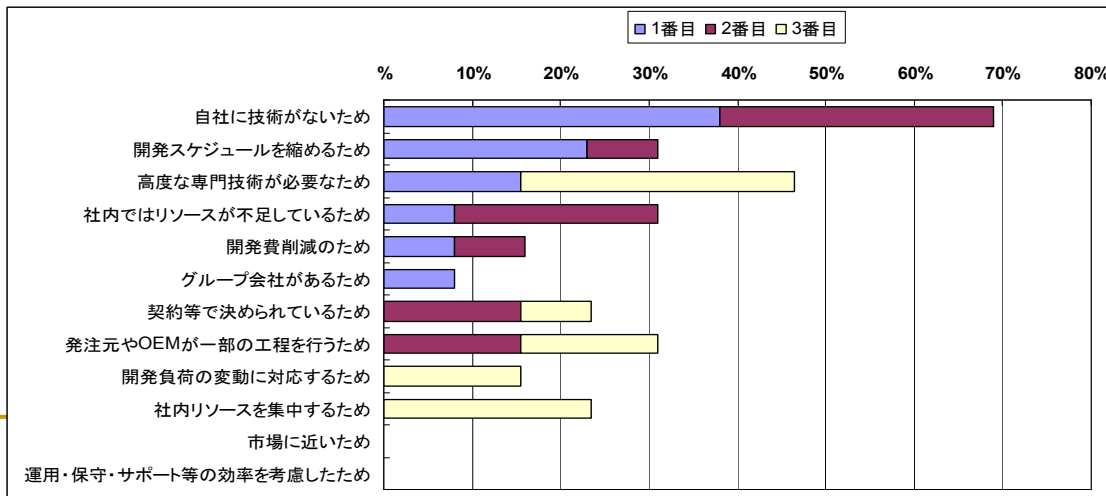
## ● インドへの組込みソフト発注国



## ● インドからの組込みソフト開発委託先国

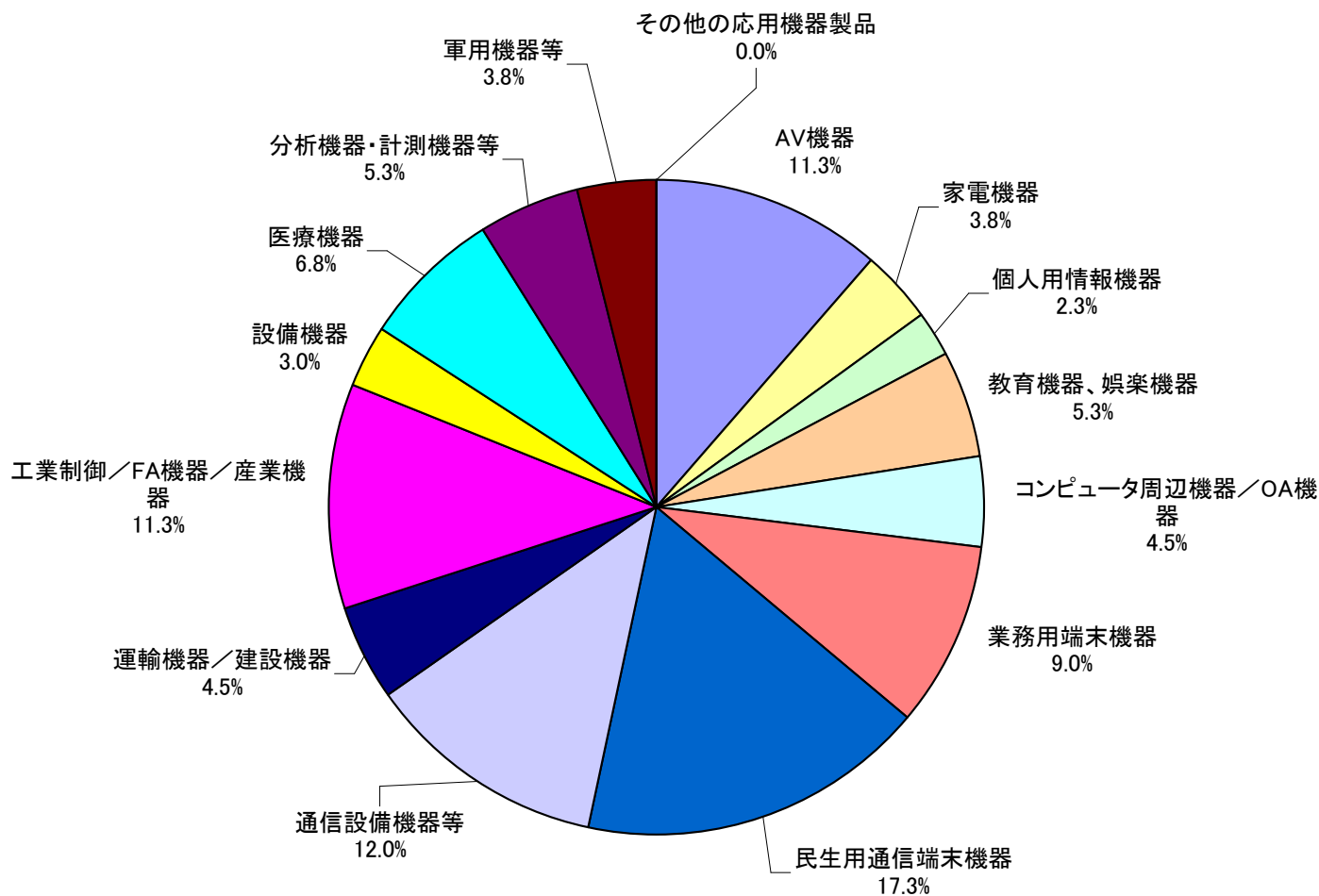


## ● インド委託の理由



(有効回答31社、複数回答)  
 出典：「組込みソフトウェア産業実態調査」IPA(2007)

# インド地場系組込みソフトウェア関連企業の事業分野



(有効回答31社、複数回答)

出典：「組込みソフトウェア産業実態調査」

IPA (2007)

## インド、タイ、ベトナムの比較 (2) 政策

### インド

→VSL「デザインハブ」を目指す。ハードとしての位置づけ。政策実現は今後

- ・ 1998年：IT/ソフトウェア開発対策本部を設置, 国家IT政策の立案
- ・ 第11次五ヵ年計画（2008-）「電子/ITハードウェア製造分野」「組み込みシステムと半導体デザイン」。具体的な提言なし。
- ・ 間接的な環境整備：輸入課税廃止, 通信インフラ充実, 知財法的枠組み

### タイ

→政府は研究開発と人材育成中心。ビジネス領域に適応可能か？

- ・ 「組み込みシステムテクノロジーロードマップ」（2006-2011）
- ・ 2003年 組込ソフトR&D費 368億バーツ=1,100億円（R&D全体の1%/ICTの68%）
- ・ 政府系の管轄：TESA（組み込みシステム業界団体）, NECTEC（国家電子コンピュータ技術センター）, SIPA（ソフトウェア産業振興機構）, BSID（工業相裾野産業開発局）

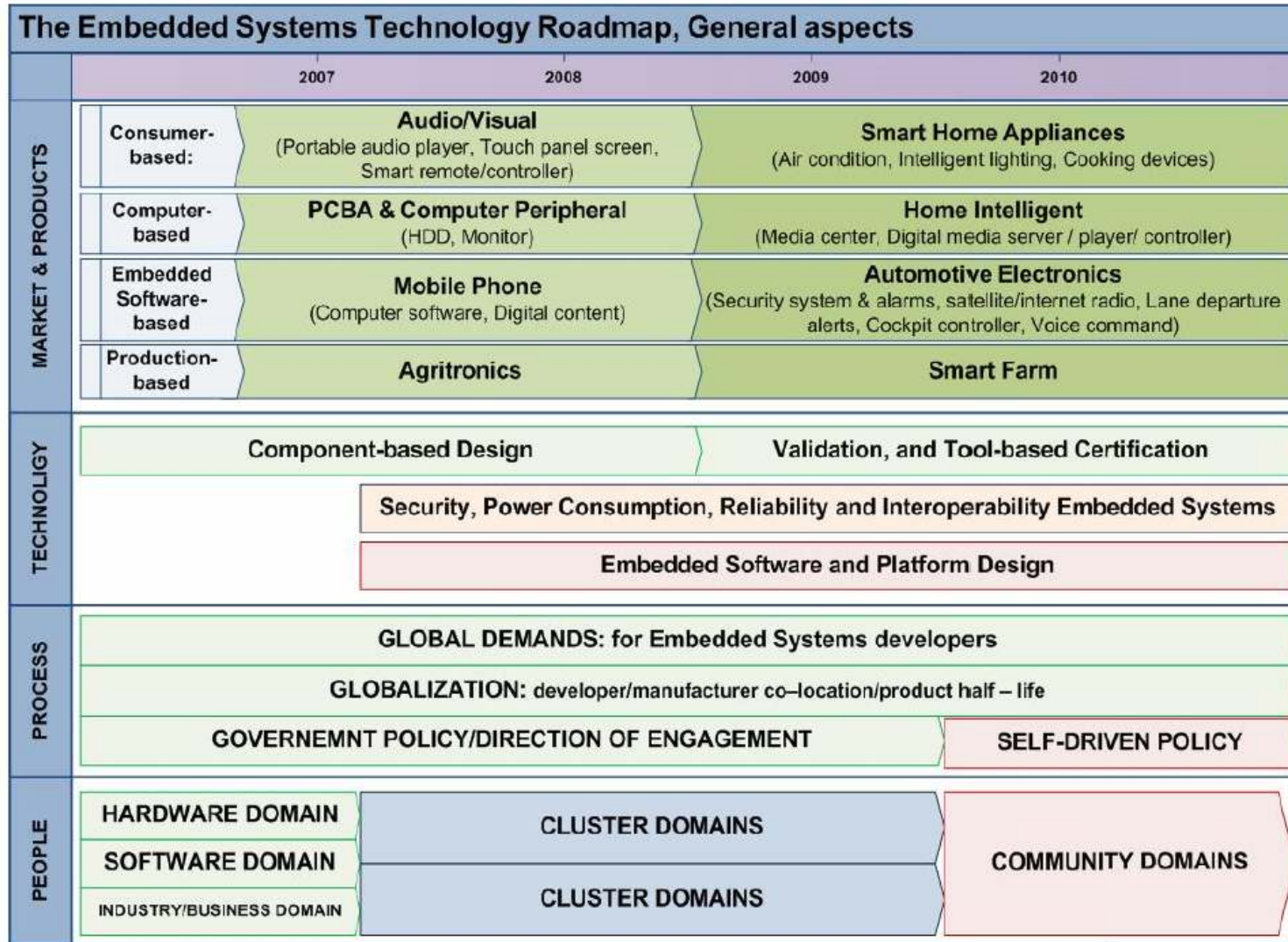
### ベトナム

→ソフトウェアの一環として組み込み振興。輸出志向。

- ・ VINASA「ベトナムソフトウェア産業の振興戦略」（2005年9月）  
2010年までに売上150百万ドル, 年平均50-60%, 売上90%を輸出  
組込専門家1万人, プログラマー500人規模の大企業5社, 専門中小企業百社
- ・ 大学と企業の連携, 外資系企業, 研究所設立など。

# タイ「組み込みシステムテクノロジーロードマップ」

(NECTEC)



■家庭用電化製品産業、自動車エレクトロニクス産業について詳細ロードマップを策定

# インド、タイ、ベトナムの比較 (3) 人材育成

## インド

6万人

→キャリア別・レベル別人材育成（大学、企業、政府）、人材層を厚く

- 大学：全320大学のうち50校が組込み講座あり
- ★産学連携：外資系企業と大学（ARM社：現状、現場に即したツールキットなし）
- 企業：TCSやInfosys、新人研修3ヶ月。後半は特定業務に特化。
- 政府：「VLSIデザインと関連ソフトウェア分野の特別人材開発プログラム」（2005）  
IT系人材育成全般：NASCCOMトップ-ミドル-ベース別育成

## タイ

2千人(2005)  
→1万人(2010)

→タイ政府による施策、日本との連携による人材育成も注力

- TESA：アーキテクト、デザイナー、プログラマの人材育成計画
- ESTATE-PJを推進。JETRO、AOTSとタイ人技術者を1年日本でインターン
- IPA-SIPA間でETSSの定着化を図る。組込み関連学部24、卒業生7,500人

## ベトナム

1万人(2010)

→ソフトウェア全般の人材育成に注力。私大緩和で民間大学も。今後質の低下？

- 2005年に私立大学規制緩和実施。  
6の私大（FPT大学等）、海外養成機関と提携した12のIT育成センター新設
- 2009年1月、外資の全出資によるベトナムでの提携校開設が正式に許可

# インドの人材育成

“今、インドに何人のエンジニアがいるかではなく、どれほど雇えるエンジニアがいるか。使える人材が輩出されていない”

## ● 企業の取り組み

- ・ フリスケールセミコンダクタ社：IITと提携しエナバーシティ・プログラム。同社製品を教材として提供。大学教員のトレーニングも実施

## ● 政府の取り組み

- ・ 第11次五カ年計画IT作業部会、産学で高度な研究開発COEを設置すべき→まだ始動せず
- ・ 2005年「VLSIデザインと関連ソフトウェア分野における特別人材開発プログラム」→VLSIデザインハブを目指す。世界シェア5% (2007年末) →2010年に15-20%増の予定。
- ・ 37の教育機関にVLSIデザインラボを設置 (2006-2007年)。5年間の予算は10億USドル。25の教育機関向けに教員教育を実施、約100人の教員が研修。
- ・ スキル標準：なし。

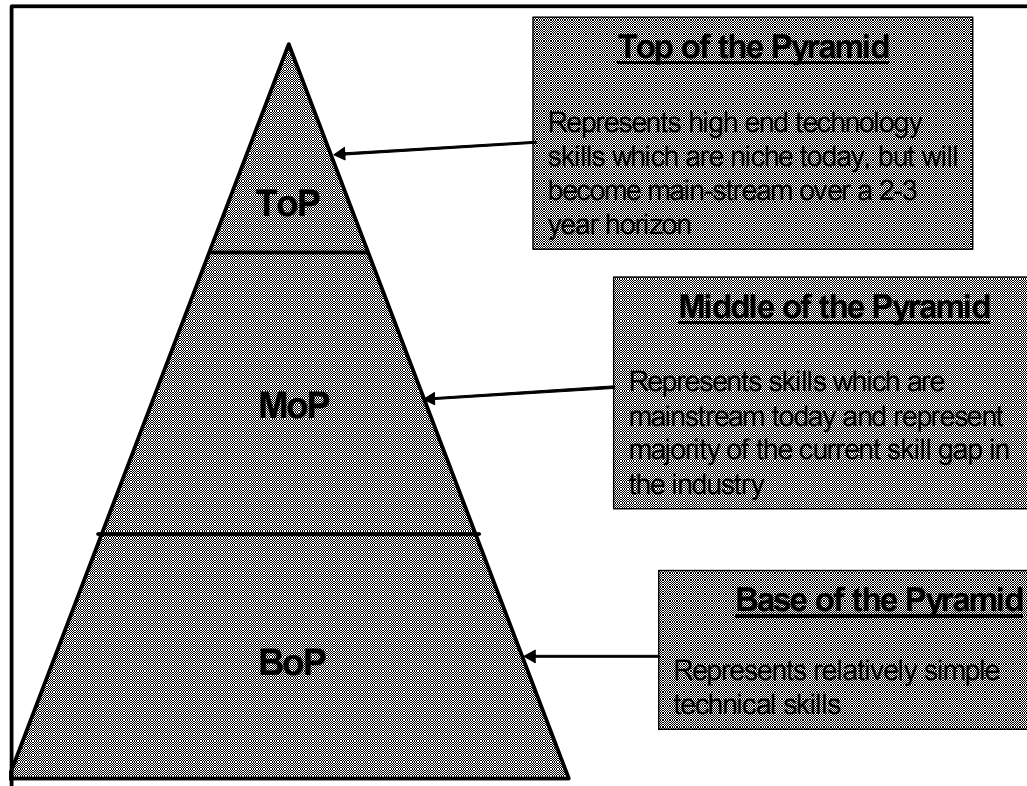
## ● 組込みの教育機関

- ・ 全320大学のうち50校が工学系または情報技術大学。組込みソフトウェア関連授業は選択科目としてうちIIT 7校含めて30校が選択科目として組込みデザインの授業を。民間で組込み教えている研修企業もある。



# インドのNASSCOMによる人材育成

各段階に見合った人材育成を行なう→実務で使える人材が本当に育成可能？



- ① **トップ**：博士課程の研究者育成。  
2008年までに新設国際情報技術大学IITを5キャンパス設立→2012年までに20校拡大  
予算は1億ルピー（2.5億円）。
- ② **ミドル**：最も需要が多い。  
-IT技術スキル認証試験（2008年開始）、  
-IT/工学系学校の就職予備校（2007年6月IIT他7校で実施）、  
-IT人材開発プログラム（産学連携）
- ③ **ベース**：BPO産業向けスキル承認試験

# インドの企業事例

大項目	中項目	TCS	WIPRO	Infosys
企業概要	設立	1968年、世界41カ国 / 150箇所	1945年設立, 1980年IT産業に進出。世界29カ国、36箇所	1981年
	売り上げ	売り上げ43億ドル、純利益9億ドル(2006-2007)	売り上げ24億ドル、純利益6億ドル	売上30.9億ドル、純利益8.5億ドル
	社員数	10万人	7万人	7.2万人
組込みの現状ビジネス	技術者	4,000千人	組込み系1.3万人。毎年新卒1万/中途1万。 日本の従業員400人(日本人150人、イン	5,500人(設立後12年)
	分野	自動車、航空、産業機械、重工業、通信、医療、家電、半導体	携帯電話、AV機器、自動車、半導体、医療、デジカメ、装置のプロトタイプ開発も。ハード設計者も2千人。	自動車、航空機、コンピュータ周辺機器、家電、半導体、ネットワーク、ストレージ。上海に組み込み開発センタ開設
	顧客	日本の顧客は日産、東芝	東芝、オリンパス、オムロン、NEC、富士通。	Lucent, Cisco, Nortel, 日本向けは不明
	割合	米・欧・アジア=64%:24%:12%	米国・欧州・日本=6:3:10(組込み)、6:3.5:0.5 企業システム	米:欧:日=6:3:1
	特徴	特徴は製品の包括的な設計からシステム設計、ハードとソフトの開発まで全PJサイクルを包括。なお売り上げは現在2.4億ドル、2010年には10億ドルを目指す。	組込み系強い、同社日本国内売り上げの70%占める。組込みの比率は上昇、新入社員の40%。	グローバルデリバリーモデル。時間およびコストの正確な予測に基づく開発
将来計画	2007年11月、日本の組込み事業拡大計画。今後1年間で約1000万ドル投資、研究開発拠点をインド浦ネに新設。日本向けオフショア開発拠点設置。現在の日本向け500人から2011年に	-	-	
オフショアの課題	コミュニケーションと言語だけでなく、仕事の進め方の背景にある文化的なもの。欧米に比べるとオフショア経験不足か。	上流工程で90%仕様決定することを心がけている。組込みでは90%をインド側が開発担当(オフショアは60%がインド)	日本固有の問題点はない。欧米に比べ決断は遅いが致命的な問題はなし	
人材育成	入社4ヶ月、組込みシステムのハード・ソフト・システム教育と業種別エンジニアリング教育。以降、年2回程度の社内研修で専門技術者、プロジェクトマネジャーを育成。日本向けは4ヶ月の教育コースで日本語3級。離職率は6%。	日本向けは6ヶ月の日本語研修。これまで300人が受講、20%が日本語検定1級。離職率は6%。	3.5か月の初期教育。その後試験で3割のみを採用。	

# ベトナムの企業事例

業界団体: VINASA

	カテゴリ	規模	対象分野	CMM等取得状況	採用	人材育成	組み込み分野	組み込み人材
1	現地ソフトウェア企業	大企業(100人以上)	国内、海外オフショア両方	CMM取得済	新卒、中途	自社内訓練	多岐	新卒、中途
例	FPTソフトウェア(FPTコーポレーションの子会社の1つ)。ベトナム各地、日本に支社	2,500人	FPTコーポレーションとして国内及びオフショア両方。組み込みはそのうちのひとつ	CMMレベル5、BS7799-2:20002及びISO9001:2000規格(海外オフショア受注のため)	新卒がメイン(90%がベトナムの3大IT系大学、10%がFPT-APTECH ITトレーニングセンター)。競争相手は現地外資系	□入社後6ヶ月の社内研修、□入社前FPT-APTECH ITトレーニングセンター、FPT大学	自動車、携帯、家電。テスト工程から始め、アプリ開発も手がける。	300名(入社後の研修で受注企業別訓練)
2	現地ソフトウェア企業	中小企業	海外オフショア	CMM取得中	新卒、中途	?	特定	新卒、中途
例	NCS - IFI	NCS(170人) - IFI(75人)	NCSは日本、IFIはフランスからのオフショア	IFI: セキュリティは確保。技術標準はStandard DO178B [航空分野]とCENELEC。NCS: 今後セキュリティ分野の標準獲得予定	ハノイ工科大学44%、Francophone Institute for Computer Science 18%	?	IFI: フランス企業から組み込み開発(自動車、携帯)	NCS-IFI Embedded Software Center: IFIから12名、NCSから8名、合計20名
3	現地ソフトウェア企業	中小企業	地場市場	CMM取得なし	新卒、中途	?	特定	新卒、中途
例	HanoiTech	組み込み開発人材10名	1) 研修、2) 自社製品で地場市場狙う	CMM取得なし(セキュリティ問題に直面せず)	新卒、特定技術に特化した人材は中途	Atmelプラットフォームに特化した自社研修コースあり	研修(Atmelプラットフォーム)、自社製品(自動車シュミレータ、GPSシステム)	10名

# タイの企業事例

大項目	中項目	Toyota Tsusho Electronics	nInStep社
企業概要	設立	2005年設立, 3200万パーツを共同出資	1999年
	売り上げ	売上240万パーツ	-
	社員数	社員140名, 技術者100名。	250名
組込みの現状ビジネス	技術者		-
	分野	自動車の電子制御ユニット向け組み込みソフトウェアの開発(設計、プログラミング、テスト、品質管理)	日本企業とオフショア開発を中心に事業展開。業務プログラム開発、CAD/CAM部品開発、組み込みシステム開発、オンラインゲーム開発運営を行う。
	顧客	タイと日本のトヨタグループ、日本の日産など10社	日本人従業員12人(ブリッジSE), 組み込み技術者19名
	割合	来年度から欧州と中国でのビジネス拡大を図る	-
	特徴	アウトソーシングは100%日系企業、自動車産業向けに特化。分担は仕様決定と総合テストを日本が担当、それ以外の設計、プログラミング、テスト、品質管理をタイ。高品質を保ち、テストでは独自に開発したテスト工程を標準化。	-
将来計画	この4年間で技術者600名以上に拡大する計画。		-
オフショアの課題	同社は当初、中国、インドへのアウトソースを検討していたが最終的にタイ。積極的に知識を獲得し協力してプロジェクトを成功させようとするタイ人の姿勢。日本語力は関係なし。職場での共		期間に余裕がないので問題が発生するとプロジェクトが混乱する傾向がある。
人材育成	新入社員教育として3か月の研修コース。2か月基礎技術(C言語、マイクロコントローラ)、最後の1か月は特定のアプリケーション毎のOJT。毎年日本に研修生をユーザサイドに派遣しオフショア開発の管理を学ばせる。今年度10名、来年度20名に拡大。マネジャクラスは日本語検定2級。人数少ない		-

# まとめと課題

## ● 政府の政策（人材）

- ・ 各国ともIT人材育成政策、量を増やす。  
専門学校, 職業訓練校, 外国との連携による学校設立や相互認証  
※下流レベルの技術者大量排出の可能性。卒業しても使えない。  
各国とも時間差でIT離れが起きている？

## ● 日本の連携可能性（人材）

- ・ インド：欧米中心→米企業が育成した人材の活用
- ・ タイ：日本の民間進出, 政府による協力→高度な人材育成へ
- ・ ベトナム：人材層薄い→大学での冠講座など

## ● オフショア開発の課題

- ・ コミュニケーション：日本語重視, しかし共通言語＝英語も増加。  
この他, 品質管理困難, 仕様・計画の多くの変更, 開発工数管理難しい
- ・ コミットメント：投資回収には3年。相互の継続的なコミットメント

---

# ありがとうございました

財団法人 国際情報化協力センター

[www.cicc.or.jp](http://www.cicc.or.jp)

[asai@net.cicc.or.jp](mailto:asai@net.cicc.or.jp)

---