

フィジカル AI（含製造プロセス用）をめぐって

——半導体「応用」とデータセンタの強さのために——

（付、国内 ASIC 需要調査）

2025 年 12 月

一般財団法人 機械振興協会 経済研究所

(ウラ空白頁)

委員・オブザーバ名簿

(委嘱時点 敬称略)

<半導体応用振興と人材グローバル化>

委員 (各部 50 音順)

(企業関係)

五十嵐 敏彦	ルネサスエレクトロニクス (株)	CEO 付シニアダイレクタ
大野圭一	ソニーセミコンダクタソリューションズ (株)	主席技監
大野誠	インテル (株)	代表取締役社長
佐藤宜永	東京エレクトロン (株)	経営戦略本部 渉外室
中野慶三郎	(株) 三菱 UFJ 銀行	半導体バリューチェーン推進室 室長
松本隆	(株) デンソー	技術企画部 担当部長

(大学・研究所)

池田誠	東京大学	教授	工学系研究科システムデザイン研究センター長
大野英男	東北大学	教授	総長特別顧問
谷口研二	大阪大学	特任教授	フューチャーイノベーションセンタ
安浦寛人	国立情報学研究所	副所長	(九州大学名誉教授)

オブザーバ (承諾順)

平井淳生	(一社) 電子情報技術産業協会(JEITA)	業務執行・常務理事
安田哲二	産業技術総合研究所	執行役員エレクトロニクス・製造領域長
油木清明	Bower Group Asia	Managing Director
内山邦男	AI チップ設計拠点 (AIDC)	拠点長 (産総研)
藤井滋	合同会社オフィス F	代表
石田のり子	東京科学大学	総合研究院 研究員
岡野秀之	(公財) 九州経済調査協会	常務理事
南源来	(公財) 九州経済調査協会	研究主査
河原三紀郎	VC 関係	
美馬傑	VC 関係	

<AI データセンタ関係>

委員 (50 音順)

伊東広樹	富士通(株)	グローバル政策推進本部	シニアプロフェッショナル
伊藤智	産業技術総合研究所	情報・人間工学領域	領域長補佐
上原義文	ニデック (株)	製品技術研究所	上級主幹研究員
内藪洋祐	KDDI (株)	Lテレハウス 運用統括 2	グループリーダー
大野敦	KDDI (株)	Lテレハウス	技術部長
根岸史季	日本ヒューレット・パッカート合同会社		執行役員
オブザーバ			
川田沙梨	資源エネルギー庁	省エネ課	課長補佐

外部招聘講師（委員による講演・プレゼンは除く）

*一部を除き、講演内容は、著作権や対外ポジション配慮等から「報告書」には掲載せず

（敬称略。所属等は講演時点）

・半導体方面

宮田 博司 （(株) テクノアクセルネットワークス）

吉岡 顕 （元：東京大学情報基盤センター～元（株）トヨタ I T開発センタ。現：トヨタ）
（個人私見聴取）

Patrick Hentges （Intel 米国本社）

R. Johnson（同）

S. Dattaragu（同）

・データセンター方面

大谷 淳一 （(株) 大谷技術士事務所 代表）

安島雄一郎 （富士通（株） システム開発統括部プリンシパルアーキテクト）

—————

<事務局>

PL 井上弘基	（一財）機械振興協会	経済研究所	特任フェロー
麻生紘平	（一財）機械振興協会	経済研究所	研究員

<外部業務委託>

アンケート部分のみ委託を行った：

・「半導体特注（カスタム発注）に関するアンケート等国内調査」

委託先：（公財）九州経済調査協会

—————

*本報告書は経済研究所にてとりまとめたものであり、委員会の総意によるものではない（委員等のミッションは経済研究所に意見やアドバイス等を与えることにある）

*著作権は経済研究所にある

はじめに

本報告書は、機械振興協会経済研究所の自主調査である「半導体応用研究会」プロジェクトの成果物である。研究会は半導体の応用需要の振興をめぐって、半導体関係者による部会（半導体関係部会と略す）と、データセンタ等関係者による部会（DC 関係部会）に分け、それぞれ議論した。

政府政策として注目されている半導体だが、措置規模的にサプライサイド拡充が目立ち、半導体のデマンドサイドすなわち応用需要については、さらなる工夫が必要ではないか。

また半導体も同応用も、“産業”であって、民間企業が主役となるべきところ、企業における連携の自主取り組みや、相互の忌憚なき発言・議論は、不足しているのではないか。

このような問題意識の下で、かつ、将来に向けたイシューとして、結論的に「フィジカル AI」に焦点を当てることとなった。とはいえフィジカル AI（後述）は“イシュー”であり、今回はその“調査”を行ったものではない：

- ・今回の狙いは企業関係者に対し、今後、多様な企業を巻き込みながら、相互に忌憚ない議論を行っていくことを促す点にある

- ・半導体関係部会では、日本における応用（需要）を拡げるため、そのためのイシュー絞込み議論を行った（フィジカル AI。将来的半導体関連グローバル人材）

- ・DC 関係部会では、AI 向 DC の電力需要増を踏まえ、DC のエネルギー“指標”を学び直し、しかしそれが普及しない背景につき、国内 DC が抱える問題や制約を議論した。結果、国内 DC が活力ある存在として発展するには、たとえばフィジカル AI（ないしエッジ系 AI）の振興が必要な点にも論が及んだ

————— . ————— . ————— . ————— . ————— . ————— . ————— . ————— . ————— . ————— .

わが国半導体産業～なかでもロジック／アナログ／オプト半導体～が、世界の中でユニーク性（差別化）を際立たせ、「不可欠性」を高めていくには、なにより「応用」側に、世界的に強い企業・産業が求められる。

応用システム～サービス企業からすれば、競争力を高めるにあたり、海外よりも国内立地の半導体を利用するほうが、効果的で有利な状況が望ましい。

応用システム～サービスの一つである DC においても、「需要」を差配する AI サービス等で世界的強み（差別性）を持つ国内企業の出現に期待したい。

それらが好循環して、互いに強みを際立たせる方向に回ることが求められ、そのためには既存／新設の企業群（有志）が、どのようなアクションから始めたら良いか、——この点につき、議論したのが今回プロジェクトである。

機械振興協会経済研究所（PL：井上弘基）

委員会（部会）開催状況

<半導体関係部会>

企業側（産）

第1回 7月23日

第2回 10月 2日

大学・研究所側（学）

第1回 6月26日

第2回 7月 9日

いずれも第3回から上記「産学合同」

第3回 11月 7日

第4回 12月10日

<DC 関係部会>

第1回 7月17日

第2回 10月 8日

第3回 12月23日

目次

- 1 半導体の視点からの問題提起・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
 - 1) わが国ロジック等半導体の反転攻勢に最も重要な「応用需要」
 - 2) 国内の現状——半導体「応用」視点アンケート調査から
 - 3) “場”（国内）の重要性
 - ア) 世界的成功に向けた産業連鎖の“場”を模索すべき
 - イ) まずは議論の“場”

2. AI データセンタ視点の問題提起・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
 - 1) AI と電力
 - 2) DC のエネルギー（電力）効率指標をめぐって
 - 3) 日本含め世界の AI 向 DC を差配するマグニフィセント・セブン
 - 4) 小括

3. フィジカル AI（含製造プロセス用）について・・・・・・・・・・35
 - 1) イシューとしてのフィジカル AI——その将来性と問題提起
 - 2) 政府政策だけに任せない有志企業取組みと発信

参考資料（アンケート調査）

- ・ 本文で省略した一部結果
- ・ アンケート調査票（原票）

(ウラ空白頁)

1 半導体の視点からの問題提起

(ウラ空白頁)

1 半導体の視点からの問題提起

1) わが国ロジック等半導体の反転攻勢に最も重要な「応用需要」

1990年前後に世界シェアでピークを迎えた日本半導体産業の相対的な弱まりは、一般に日米半導体摩擦の焦点ともなったDRAMに注目して言われることが多いが、大事な視点が欠けている。ロジック（およびアナログ）半導体における強さから弱さへの転落である。下掲表1のとおり、DRAMに勢いのあった1990年ですら、実は広義ロジック（ASIC、マイコン、マイクロプロセッサ等含む）のほうが、売上は上回っており、かつロジック売上世界上位10社中、4~5社が日系企業で、日本はロジック半導体強国でもあった。

よく言われる90年代における日本半導体の世界シェア急降下は、DRAMに起因する部分を中心で、90年代——特に前半——において日本のロジック半導体は、世界でも悪くないポジションを占めていた。2000年代初頭から日立のロジック部門と三菱電機のそれがルネサスを形成したように、徐々に苦しさが始り、敗戦がほぼ明白になったのは2010年前後からである。

表1

世界売上トップ10における日本半導体の推移-1990~2010年-

百万米ドル

	1990			1995			2000			2005			2010		
	DRAM	広義ロジック	世界ロジック順位	DRAM	広義ロジック	世界ロジック順位	DRAM	広義ロジック	世界ロジック順位	DRAM	広義ロジック	世界ロジック順位	DRAM	広義ロジック	世界ロジック順位
NEC	754	1,885	2位	4,592	4,050	3位	エルピーダ 3,113	5,591	2位	同左 1,776	4,080	4位	同左 6,446	ルネサスへ	
東芝	961	1,122	4位	3,458	2,657	4位	1,957	3,339	5位		3,058	7位		2,974	9位
日立	517	889	5位	4,239	2,097	6位	エルピーダへ	3,070	6位		ルネサス 5,083	3位 (ルネ)		同左 8,593	2位
富士通	536	689	6位	2,201	1,829	7位	等外	等外	等外		等外	等外		等外	等外
三菱電機	466	等外	等外	2,051	1,409	10位	968	等外	等外	エルピーダへ	ルネサスへ			ルネサスへ	

* 「広義ロジック」はASICのほか、マイコン、マイクロプロセッサ等を含む。「等外」は世界トップ10圏外
 データ：OMDIA社調べ
 出典：機械振興協会経済研究所報告書『半導体において日本が世界の中で活躍できること』2024年3月より再編成

ロジックがDRAMを上回っていた

ロジックはDRAMに近い売上、世界でも上位

DRAM百戦後もロジックは生き残っていた

ロジックも同落縮在化 (ルネサス以外)

* 各社ロジック売上にはファブリティ事業でロジックを請負った分を含まない（含めても上掲の趨勢にさほど違いはない）

その背景が従来、分析不足なままにきた。機械振興協会経済研究所では、その点に踏込んだ調査結果を、報告書『半導体において日本が世界の中で活躍できること』2024年3月にとりまとめた。一言で、最大の要因は電子機器（セット～システム）側＝すなわち半導体「応用」の側にあると考えられる（詳細は同報告書を参照されたい）。

コンピュータを含むセット～システム（以下、単にシステム）が、90年代から徐々に米国勢に押され始めるようになり（インターネット+Windows3.1=1993年、Windows95=1995年な

ど)、2000年代、2010年代と時代を追うほどに弱まりが露骨化し、それと一体で日本のロジック半導体の勢いは失速していった。

問題はPCに限らず、携帯～スマホ、デジカメ、カムコーダ（ビデオカメラ）、家庭用ゲーム機、オーディオ機器など、広汎に及んだ。多くがスマホ（2008年頃～）に機能を、少なくとも一部は吸いとられ、単体機器の数量は減少傾向に陥った。それらに紐付いていた日本のロジック半導体（およびアナログ系半導体）は、次々とリーディング（teaching）カスタマの失速と一体で、失速した。

むしろ反論が2つあり得る。1つは、90年代後半～末葉から勢いを増したTSMC等のピュアファクトリーを前にして、日本勢がロジック・ファクトリー事業として成功できなかった点。もう1つは、海外の勝ち組システムベンダへの食込みが、持続的にはうまくいかなかった点。前者は設備等への必要投資が巨額化するにつれて、半導体経営側や日本の金融力（銀行の弱まり、エクイティの弱さ）の適応不全が顕在化したとみられるが、後者は、今日～将来にかけても“改善”が難しい問題で、“ホーム国バイアス”というのは日本に限らず米国でも世界でも一般によく見られる傾向である。例外も相当あるが、大勢としては、国内にリーディング・カスタマ＝この場合システムベンダがいると、そこへ納める部品ベンダは、システム構想・商品化段階から一体でチップの構想も立てやすく、有利である（WindowsにはインテルMPU等）。

日本のロジック（ほかミクストシグナル等）半導体事業の弱まりは、国内のシステムベンダが世界的勢いを失っていったのと軌を一にしており、その反転には、半導体「応用」システム～サービスベンダの勢い（半導体需要）が欠かせないとみられる。

かつての総合電機のあり方、そこにおける経営力の問題、あるいは金融における問題等は、「失われた数十年」の間に、ゆっくりと改善されてきたが、今もなお、日本における半導体「応用」の弱さは残っており、それが日本のロジック事業（含ファクトリー）やミクストシグナル（アナデジ）半導体の反転攻勢にとって一大桎梏になっている。

2) 国内の現状——半導体「応用」視点アンケート調査から

日本における半導体特注（カスタム化需要）の現状は、どうだろうか？ これは半導体「設計」へのニーズでもあり、またその製造委託（ファブリー）へのニーズでもある。

そこで経済研究所では、今回、国内アンケートを実施した（業務委託先＝九州経済調査協会）。以下、その結果の概要と、併せて経済研究所コメント（解釈）を付記する。

半導体特注に関するアンケート国内調査 <半導体「応用」分野宛て>

■調査票タイトル

「機器／サービス展開向けカスタム半導体利用の展望と障壁に関するアンケート」

■対象企業数及び対象地域

- ①郵送分の発送数：1,380 件（+メール送信分＝※2 参照）
（うち、988 件を企業代表者宛、392 件を開発・研究担当者個人宛に送付※1）
- ②対象地域：全国

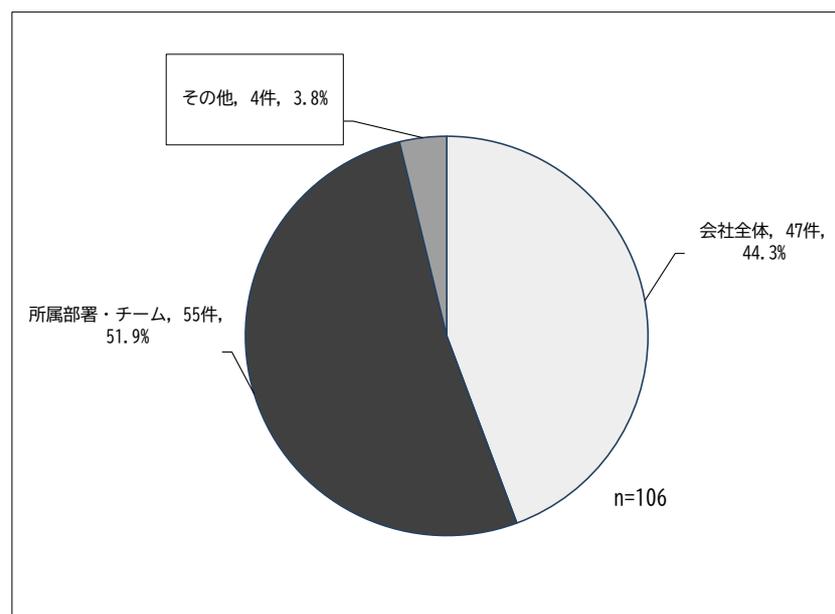
■実施状況

- ①実施期間：2025 年 9 月 18 日～2025 年 10 月 10 日
- ②総有効回答“票”数：106 件

※1 本アンケートは経営企画・総務部門と研究開発部門の認識の違いや研究開発部門は全社的な数字を把握していないことを考慮し、同じ企業から複数回答があっても重複の削除を行っていない。

※2 郵送分のほか、メールベースで、各工業会、AI チップ設計拠点（AIDC）の会員および登録者向けメールマガジンにてアンケート URL を配信した。

有効回答票（以下単に回答と略記）の分布



経済研究所コメント（解釈）：

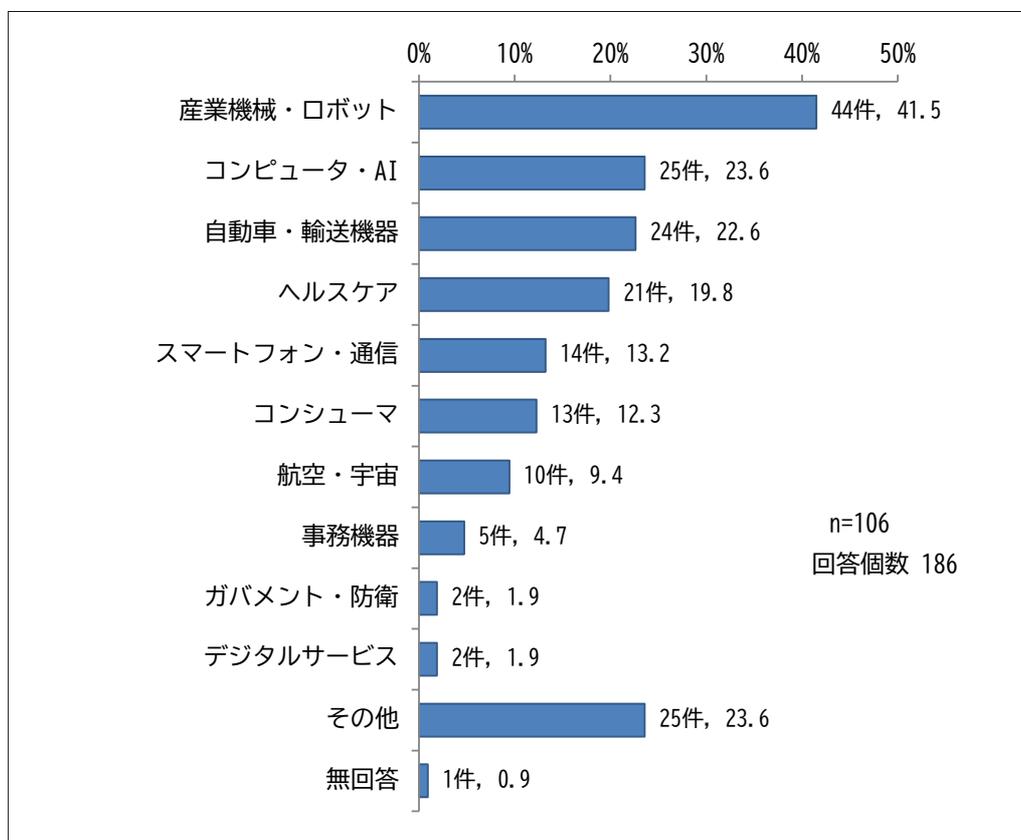
回答数が少ないと思われるかも知れないが、回答状況が日本の実態を反映しており、ほぼ予想どおりである。

世界が半導体で湧き立っているかの報道や認識があるが、国内所在の半導体応用可能性ある企業（含部門）において、単なるカタログ半導体購買を超えて半導体に関心のある企業・部門は、決して多くないとみられるのが現状。

回答 106 票における事業領域

*1 回答で複数事業領域選択があり、 $\Sigma(186) > \text{“票” } n(106)$ 。

%は n に対するもので（計 100%超）、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい



* 上記「その他」には、遊技機、エネルギー関連、半導体設計請負等などがあつた

* 事業領域の選択肢は報告書末尾アンケート票を参照されたい

経済研究所コメント（解釈）：

予想どおり、「産業機械・ロボット」が回答票の半数近くに上り、近縁の「自動車・輸送機器」を含めると、この領域が重視されるべき点は明らか（ただしここは回答“数”であり、“量・額”は後掲）。やや意外だったのは、「ヘルスケア」もかなり回答があつた点で、日本は弱いとされているが、今後に向けては注意を払うべき領域の一つであろう。（むろんこれは実情であり、今後に向けては別途の考慮も必要になる。）

主な回答内容（概要）と弊所コメント

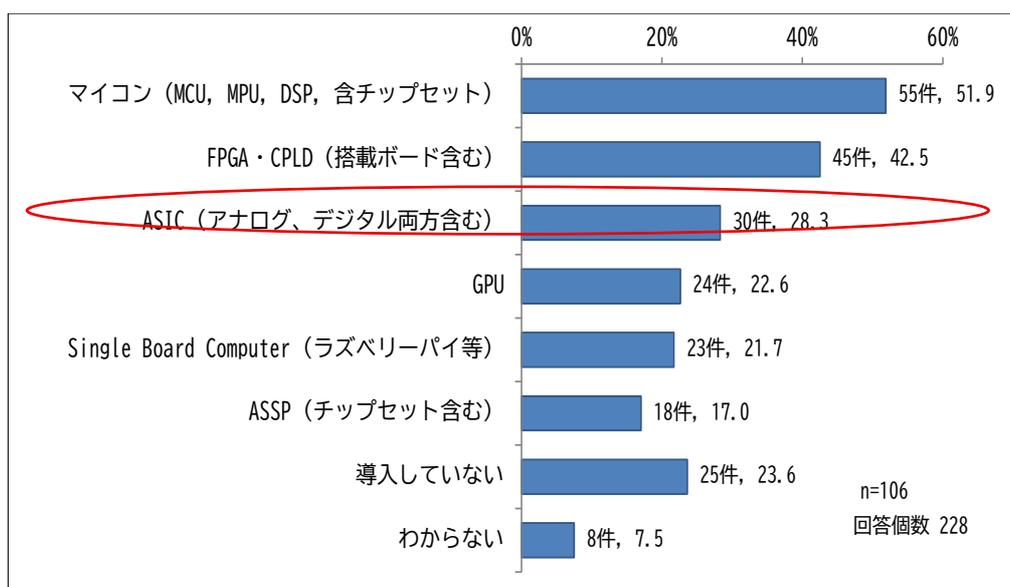
まず半導体の重要性認識では、「回答」主体の多くは重要と考えたから回答したはずで、重要でないという企業・部門は、あらかじめ“未”回答数（発送総数1,380-回答106=未回答1,274）に表れていると考えられる。

細かくは、回答 106 票の中では、6 票が「あまり重要でない」「まったく重要でない」で、ほかに「分らない」が 4 票、計 10 票が、その認識にもかかわらず回答してくれた（残る 96 票は「非常に重要」「重要」「ふつう」）。企業全体の本社部門や部署によっては「分らない」になるのは当然だが、発送先多数につき、あえて尋ねた。

ロジック系デバイスの導入実績（現在～過去 5 年以内）

*1 回答で複数選択があり、 $\Sigma(228) > \text{“票” } n(106)$ 。

%はnに対するもので（計 100%超）、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい



経済研究所コメント（解釈）：

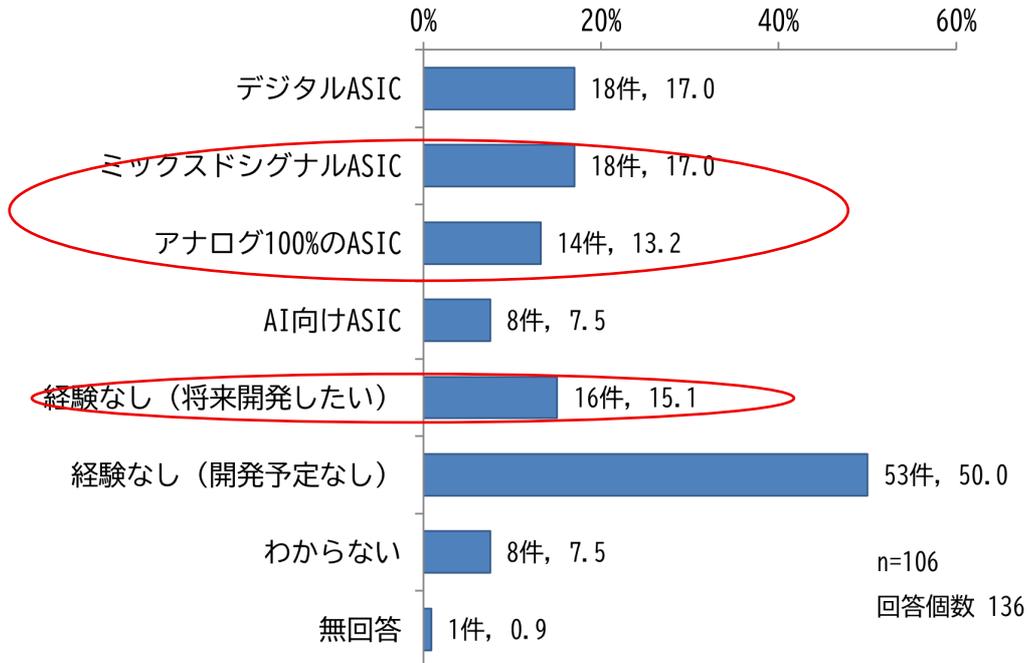
ロジック系半導体では、回答企業・部門の多くは利用実績があった（から回答した）が、その実績の多くは「マイコン」および「FPGA」の利用であり、「ASIC」利用実績は 30 主体にとどまる。

ASIC は、カタログ購入やプログラミングのみ（マイコン等）と異なり、利用障壁は非常に高いので、30主体は必ずしも低い値ではないが、“世界”（米中）と対比すれば、現状～過去 5 年の国内実態は、その程度。

開発経験のある ASIC の種類・開発経験の有無

*1 回答で複数選択があり、 $\Sigma(136) > \text{“票” } n(106)$ 。

%はnに対するもので（計100%超）、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい



経済研究所コメント（解釈）：

前掲 ASIC 実績 29～30 主体は、複数 ASIC の利用実績があるので、ASIC 利用種別では 30 を超えるが、過半は「ミックスドシグナル」（アナデジ混載）、「アナログ 100%」ASIC であった。（30 主体中、1 主体は実績 ASIC の種別を秘匿）

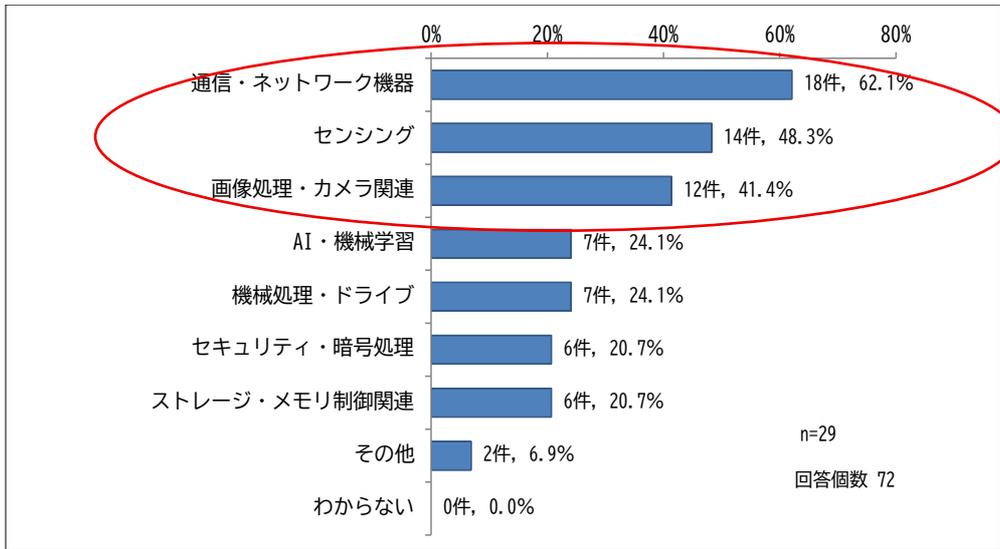
ASIC と言えば、世上、デジタル ASIC ばかり注目されているが、日本の実態とは乖離がある（世界でも“件数”的には、日本ほどでないにせよ、アナログ系はいまだ少ない）。

また、今回は 16 件だったが、「将来開発したい」主体も大事な存在である。その件数を増やしていく必要があるだろう。

採用している ASIC の主な機能

*1回答で複数選択があり、 $\Sigma(72) >$ “票” n(29)。

%はnに対するもので（計100%超）、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい



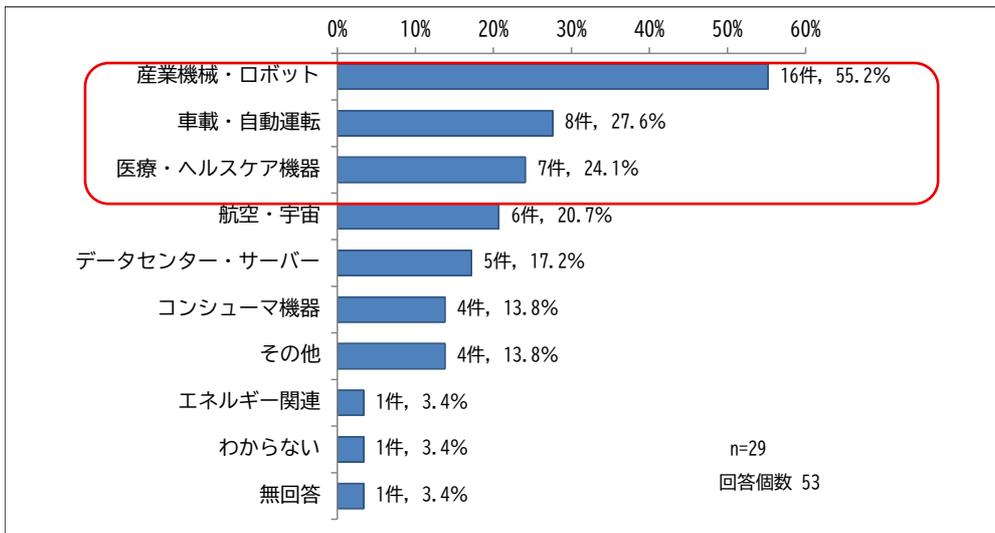
経済研究所コメント（解釈）：

明らかに演算コンピューティングというより、センシングを含めた IoT～エッジ系およびそれらとの接続部分に特長がある。

採用している ASIC の主な用途

*1回答で複数選択があり、 $\Sigma(53) >$ “票” n(29)。

%はnに対するもので（計100%超）、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい



前掲への経済研究所コメント（解釈）：

用途分野としては、アンケート全体の回答分布の傾向（前述）とほぼ同じく、「産業機械・ロボット」分野、次いで「車載・自動運転」（自動車・輸送機器）分野、さらに「医療・ヘルスケア」分野向け、の順に並ぶ。

今後3～4年以内でのASIC開発予定：適用分野別

*ASIC開発経験あり30主体中、内容秘匿1件を除く29主体から

*1主体で複数選択があり、 $\Sigma(46) > \text{“票” } n(29)$ 。

%はヨコnに対するもので、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい

(上段：件数、下段：%)					
	N	すでに着手	開発を検討中	開発予定なし	わからない
合計	(29)	18 62.1	6 20.7	3 10.3	2 6.9
スマートフォン・通信	(3)	3 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
コンピュータ・AI	(7)	4 57.1	3 42.9	0 0.0	0 0.0
産業機械・ロボット	(11)	6 54.5	3 27.3	2 18.2	0 0.0
コンシューマ	(3)	2 66.7	1 33.3	0 0.0	0 0.0
ヘルスケア	(5)	0 0.0	3 60.0	0 0.0	2 40.0
自動車・輸送機器	(5)	1 20.0	3 60.0	1 20.0	0 0.0
航空・宇宙	(3)	1 33.3	2 66.7	0 0.0	0 0.0
ガバメント・防衛	(0)	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
事務機器	(0)	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
デジタルサービス	(0)	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0

経済研究所コメント（解釈）：

・「すでに着手」では、「コンピュータ・AI」や「スマホ・通信」向けも複数件ずつあり、「産業機械・ロボット」向けと拮抗している。

・「開発を検討」する回答は6主体に過ぎないが、適用分野はヘルスケアを含めて、むしろ“広がる傾向”にある。この傾向を賦活していかなければならない。ここに挙げた、過去5年内にASIC利用経験のある主体「以外」に対しても、である。

今後3～4年以内でのASIC開発予定：品種別

*ASIC開発経験あり30主体中、内容秘匿1件を除く29主体から

*1主体で複数選択があり、 $\Sigma(46) > \text{“票” } n(29)$ 。

%はヨコnに対するもので、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい

(上段：件数、下段：%)					
	N	すでに着手	開発を検討中	開発予定なし	わからない
合計	(29)	18 62.1	6 20.7	3 10.3	2 6.9
デジタルASIC	(18)	11 61.1	5 27.8	1 5.6	1 5.6
アナログ100%のASIC	(14)	10 71.4	3 21.4	1 7.1	0 0.0
ミックスドシグナルASIC	(18)	14 77.8	3 16.7	0 0.0	1 5.6
AI向けASIC	(8)	6 75.0	1 12.5	1 12.5	0 0.0
経験なし（将来開発したい）	(0)	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
経験なし（開発予定なし）	(0)	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0

経済研究所コメント（解釈）：

- ・「すでに着手」ではミックスドシグナル含めたアナログ系が、デジタルASICの2倍以上だが、「開発検討中」ではアナログ系の比重は減り、「デジタルASIC」の比重が高くなる。
- ・“これからの”ASICを検討する余地があるのは、デジタルASICのほうが多くなりそうな気配で、前掲のように多彩な分野向け、となる。

事業領域別、完成機器システムのサイクルタイム

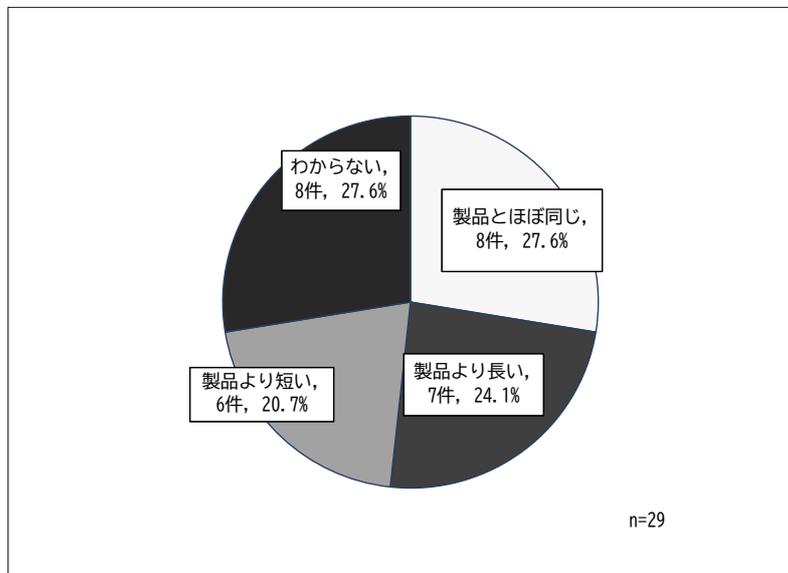
*ASIC 開発経験あり 30 主体中、内容秘匿 1 件を除く 29 主体から

*1 主体で複数の事業領域選択があり、 $\Sigma(47) > \text{“票” } n(29)$ 。

満熟均舛皿碍答均舛紳繼

rsAŷtu[Ztv Vix	N	肥燈於薦	蝸燈裳薦	誅燈肥鏡 薦踰造	肥鏡薦 醱熱	鎗閑非	餽響鳩 階=
祝?	(29) 100.0	5 17.2	7 24.1	7 24.1	5 17.2	2 6.9	3 10.3
]SabRFcd	(3) 100.0	1 33.3	1 33.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
eRf g]ZF AI	(7) 100.0	1 14.3	5 71.4	1 14.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0
hiIjFklmS	(11) 100.0	1 9.1	3 27.3	5 45.5	2 18.2	1 9.1	0 0.0
eRng]	(3) 100.0	0 0.0	2 66.7	1 33.3	0 0.0	0 0.0	1 33.3
o[_pq	(5) 100.0	1 20.0	2 40.0	1 20.0	2 40.0	0 0.0	1 20.0
CDEFGHIJ	(6) 100.0	1 16.7	2 33.3	1 16.7	1 16.7	0 0.0	1 16.7
KLFMN	(3) 100.0	0 0.0	2 66.7	2 66.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0
O PQRSFTU	(0) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
VWIJ	(0) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
XYZ[ŷ]`_	(0) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
@AB	(9) 100.0	1 11.1	1 11.1	1 11.1	0 0.0	1 11.1	2 22.2

ASIC の開発サイクル



経済研究所コメント（解釈）：

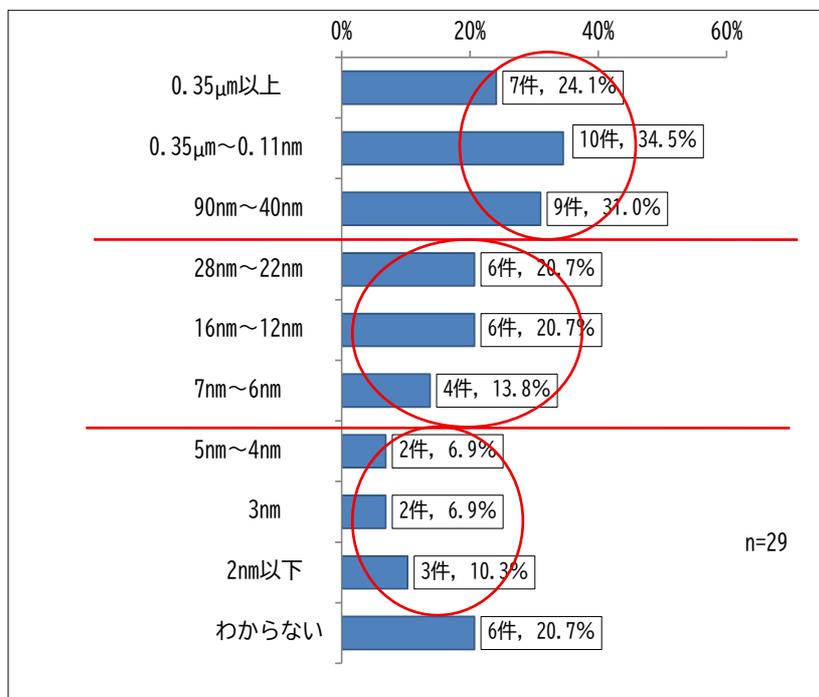
・完成機器のサイクルタイムはほぼ予想どおりだが、それらに向けた ASIC の開発サイクルのほうは、それぞれの完成機器の中でも、どの部分の ASIC なのかによって、機器サイクルと同一、より長い、より短い、ほぼ均等にバラける。

5年以内実績（一部開発検討中）のASICのプロセスノード

*ASIC開発経験あり30主体中、内容秘匿1件を除く29主体から

*1主体で複数の選択があり、 $\Sigma(55) >$ “票” n(29)。

%はnに対するもので、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい



経済研究所コメント（解釈）：

・3大区分ていどに分けると、“現状”（過去5年以内）では、「40nmクラス以上」の、緩いプロセスが半分ほどを占める（26件、 $\Sigma=55$ の中で）。以下、開発「検討」を含めて、「28~6nm」クラスが、16件。「5~2nm以下」までは、計7件

・微細になるほど件数が減るのは当然（開発費膨大化）

・なお「3nm、2nm以下」は、「すでに着手」でなく、開発「検討」（含希望）の割合が多くなり、実需はさらに少ない可能性が高い

5年以内実績（一部開発検討中）のASICプロセスノード：適用機能別

*ASIC開発経験あり30主体中、内容秘匿1件を除く29主体から

*1主体で複数の選択があり、 $\Sigma(55) > \text{“票” } n(29)$ 。

%はヨコ **n**に対するもので、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい

(上段：件数、下段：%)

ASICの主要機能	採用プロセスノード	N	0.35μm 以上	0.35μm ～ 0.11μm	90nm～ 40nm	28～ 22nm	16nm～ 12nm	7nm～ 6nm	5nm～ 4nm	3nm	2nm以下	わから ない	回答個数
合計		(29) 100.0	7 24.1	10 34.5	9 31.0	6 20.7	6 20.7	4 13.8	2 6.9	2 6.9	3 10.3	6 20.7	55 189.7
AI・機械学習		(7) 100.0	2 28.6	2 28.6	4 57.1	2 28.6	2 28.6	3 42.9	1 14.3	1 14.3	3 42.9	2 28.6	22 314.3
画像処理・カメラ関連		(12) 100.0	3 25.0	4 33.3	4 33.3	3 25.0	4 33.3	2 16.7	1 8.3	1 8.3	1 8.3	4 33.3	27 225.0
通信・ネットワーク機器		(18) 100.0	6 33.3	8 44.4	7 38.9	5 27.8	3 16.7	3 16.7	2 11.1	2 11.1	2 11.1	3 16.7	41 227.8
セキュリティ・暗号処理		(6) 100.0	1 16.7	2 33.3	2 33.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 16.7	2 33.3	8 133.3
ストレージ・メモリ制御関連		(6) 100.0	1 16.7	3 50.0	2 33.3	0 0.0	1 16.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 16.7	1 16.7	9 150.0
機械処理・ドライブ		(7) 100.0	4 57.1	4 57.1	5 71.4	2 28.6	1 14.3	1 14.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 14.3	18 257.1
センシング		(14) 100.0	4 28.6	6 42.9	3 21.4	3 21.4	4 28.6	2 14.3	1 7.1	1 7.1	1 7.1	5 35.7	30 214.3
その他		(2) 100.0	0 0.0	2 100.0	1 50.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	3 150.0
わからない		(0) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0

経済研究所コメント（解釈）：

- ・「機械処理・ドライブ」「通信・ネットワーク接続」は40nm以上が多い。
- ・「画像処理・カメラ関連」「センシング」も似ているが、28～6nmまで、少数だが取組みないし開発検討がある

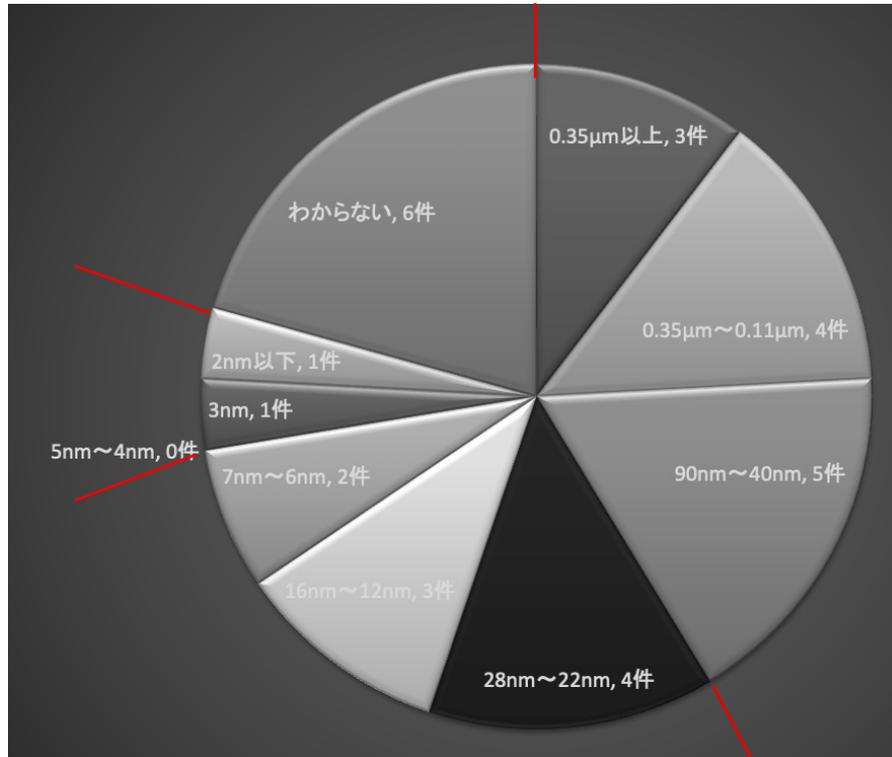
- ・「2nm以下」等では「AI・機械学習」向けが最多（3件）。

ほかの適用機能でも「2nm以下」があるが、開発「検討」が混ざっているほか、“機能”として「AI用」であると同時に「画像処理」とか「通信接続」を併せ持つと、複数回答になる

“将来” 開発したい ASIC： プロセスノード別

*全回答 106 から、実績等にかかわらず、「今後」の希望をアンケート

*ASIC 開発してみたい回答 n=29



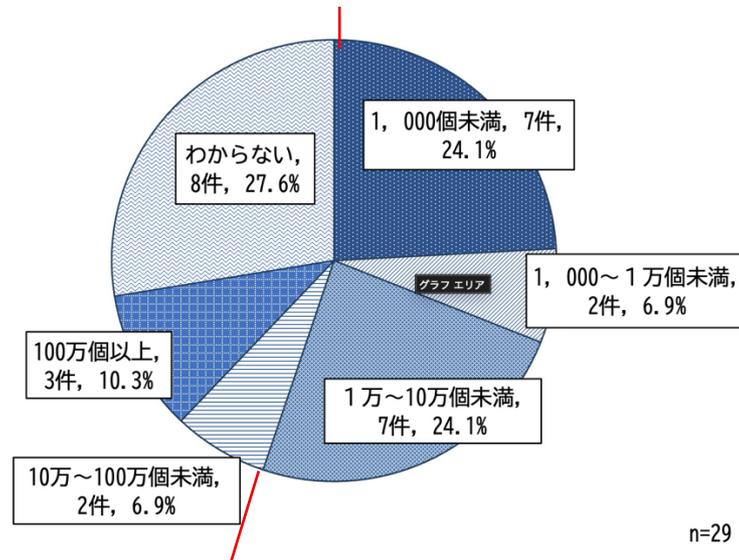
経済研究所コメント（解釈）：

- ・今後の希望で見ても相変わらず 40nm以上が 10 件以上だが、「28～6nm」も 9 件ある
- ・2～3nm級は、希望ベースでは 2 件ほど「追加」の関心表明があるが、そのフィージビリティ（信頼できるか）は不詳

“将来” 開発したい ASIC で見込める年平均生産個数（予想）

* 全回答 106 から、実績等にかかわらず、「今後」の希望をアンケート

* ASIC 開発してみたい回答 n=29



経済研究所コメント（解釈）：

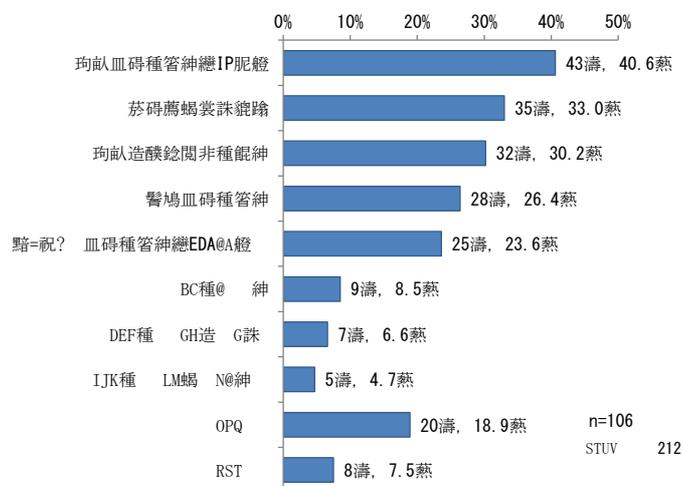
- ・この予測——年間 10 万チップ未満——では、多くが 40 nm 以上になるのは必然前掲「28~22 nm」=4 件（希望）は、“希望”であって、現実開発は困難かも

ASIC 開発の予定が無い～困難な理由

* 全回答 106 から

* 1 主体で複数の選択があり、 $\Sigma(212) > \text{“票” } n(106)$ 。

%は n に対するもので、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい

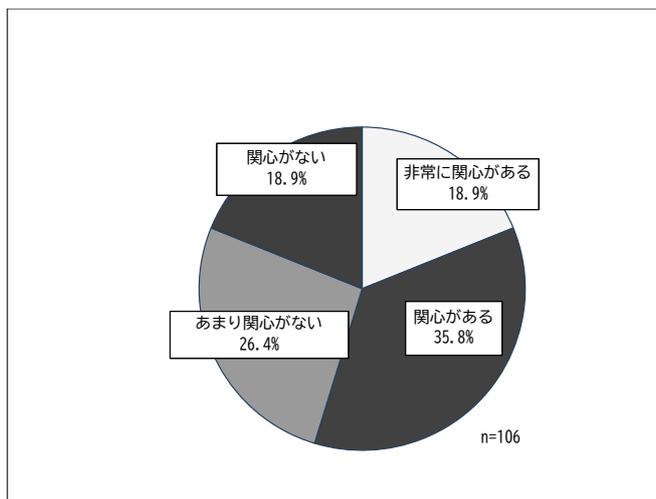


上図への経済研究所コメント（解釈）：

- ・お定りの回答であり、予想どおりだが、一応、確認の質問をし、確認が得られた

複数の異種チップ（チップレット）を結合したカスタム品への関心

*全回答 106 から。n=106



同上：現在の所属事業領域別

*1回答主体で複数領域の選択があり、 $\Sigma(185) > \text{“票” } n(106)$ 。

%はヨコ n に対するもので、互いの比重を示すに過ぎない。実数を見られたい

(上段：件数、下段：%)

	N	非常に関心がある	関心がある	あまり関心がない	関心がない
合計	(106)	20 18.9	38 35.8	28 26.4	20 18.9
スマートフォン・通信	(14)	3 21.4	5 35.7	3 21.4	3 21.4
コンピュータ・AI	(25)	10 40.0	8 32.0	6 24.0	1 4.0
産業機械・ロボット	(44)	6 13.6	21 47.7	8 18.2	9 20.5
コンシューマ	(13)	3 23.1	5 38.5	4 30.8	1 7.7
ヘルスケア	(21)	4 19.0	5 23.8	7 33.3	5 23.8
自動車・輸送機器	(24)	7 29.2	10 41.7	2 8.3	5 20.8
航空・宇宙	(10)	4 40.0	5 50.0	0 0.0	1 10.0
ガバメント・防衛	(2)	1 50.0	1 50.0	0 0.0	0 0.0
事務機器	(5)	1 20.0	1 20.0	1 20.0	2 40.0
デジタルサービス	(2)	0 0.0	1 50.0	0 0.0	1 50.0
その他	(25)	5 21.6	6 27.0	10 32.4	4 18.9

上表への経済研究所コメント（解釈）：

・ チップレット、あるいはマルチチップの、“パッケージ内統合”は、（微細化のコスパの限界に対して）世界の一大トレンド～有望方向となっており、全回答 106 の過半数 58 件が、関心を持っている（レガシーそのまま、とどまりたい企業・部署も、半数弱=48 件あるが）

・ とりわけ現在の事業領域との関係では、コンピュータ・AI 分野が高いのは当然として、「産業機械・ロボット」「自動車・輸送機械」さらに「航空・宇宙」でも、関心がかなり高いのは興味深い

以上、半導体特注（カスタム化）をめぐる 半導体「応用」企業への国内アンケート結果を見た。なかでも 最も重要な特徴だけ、再確認したい：

・ 日本を含めて世界は半導体への関心を高めているが、日本の“民間産業”（企業・部門）の実態として、1000 通以上のアンケート発送に対して、106 票の回答のように、半導体への関心は、この産業や政府の関係者が思うよりも、はるかに冷静に捉えられている

（解釈）→ある意味、当たり前であって、AI 等と違って、半導体はあくまで“部品”であり、主人公ではない。アルゴリズム等による処理の、enabler という限りにおいて重要だが、enabler は enabler であって、それ以上ではない

・ 106 回答票の所属事業領域では、「産業機械・ロボット関係」が明確にトップ、次いで「自動車・輸送機械」などが続く。「ネットワーク・通信」なども、日本では、前記 2 領域に紐付いた活動が多いと見られる。また最近では「ヘルスケア」関係も半導体利用が進んでいる。むしろコンピュータ・AI 方面もあるにはある。

→日本が世界の中で占める、かなりハッキリした特徴である

・ 106 回答票中、多くはマイコン、FPGA 等の利用にとどまり、ASIC の利用実績のある主体（企業・部門）は、29～30 件にとどまる

・ また当該 29～30 件の、現在～過去 5 年以内 ASIC “実績” 主体において、利用プロセスノードの中心は「40nm 以上～0.35 μ m など」であったが、「28～6nm」クラスも 10 件超は存在し、「5～2nm 未満」についても、実績および関心が、数件（10 件未満）、ある

→ “国内”の実態はおおよそこの程度である

・ “今後” ASIC 取組希望数も 29 票あるが（“実績”企業とほぼ重複）、取組みたいプロセス

ノードは、しばしば「40nm以上～」であり（10件超）、「28～6nm」クラス希望が9件、「5～2nm未満」は2件であった

・それに見合うのは、開発希望ASICの予想される平均年間個数であって、年10万個未満が16件と最多で、年数十万個クラスが2件、年百万個以上は3件

→この個数では5nm以下などのASIC開発を進められる主体が限られるのは必然である

→GAF(A)M型（Apple除）のように、上位「応用サービス」事業でASIC開発費を回収できれば、チップ個数に制約されずにASIC開発を進めることも可能

・チップレットないし異種チップの、パッケージ内統合（Heterogenous Integration）への関心はかなり高く、しかも「産業機械・ロボット関係」「自動車・輸送機器」「航空宇宙」など、日本でASIC利用の実績や希望を持つ主体（会社、部門）の多くは、この点に高い関心を抱いている

→平面“微細化”まい進コースとは異なる技術パスのほうに、高い関心がある

3) “場” (国内) の重要性

ア) 世界的成功に向けた産業連鎖の“場”を模索すべき (失われた日本)

前項2) アンケートでは、半導体、とりわけ ASIC への取組に関する国内の実情特色を示したが、冒頭1) (反転攻勢に大事な応用マーケット) に問題提起した点と対比すれば、今の日本の実情は、半導体 (とくにロジック～ミクストシグナル) にとって芳しい状況にないことが明らかであろう。

イメージセンサ、メモリ (フラッシュ)、マイコン等の世界的大手は、世界市場・世界的顧客を相手の勝負だが、“次々と新しい半導体への応用需要”が、現れて欲しいところ。半導体の作り手 (サプライサイド) は、設計を含めて、なにより「応用」と一体で進む。大手も当初はリーディングカスタマがいて、それとの関係で事業化や事業拡大を進めた。“当初”は、しばしば“国内”に、リーディングカスタマがいた (上記3例すべて同じ)。

この傾向は実は日本に限らず、世界中でも往々、認められる傾向である (経済学的にはホーム国バイアスと言われる)。最も顕著だったのはインターネットと紐付いた PC であって、Microsoft と Intel (Win-tel) は、互いに結びついてグローバル寡占を確立し、さらにそこへ結びつくかたちで、グラフィクスチップ、入出力チップ等のベンチャー系ファブレスが、雨後の筍のようにアメリカで出現。多くは吸収 (買収) のかたちでエグジットしていった。携帯チップの Qualcomm も、米国の通信事業者 (および米国軍需) との結びつきなしには成功しなかったはずである。

一部領域での有力な“例外・反証”は、日本の製造装置・材料メーカーであろう。彼らは日本に 2000 年代以降、リーディングカスタマたる DRAM 等の大手が衰えても、開発サイトを、ベルギー IMEC や、ニューヨーク州 Albany などに設けながら、先進カスタマとも直接やり取りしつつ、競争力を保ち続けた。しかしそれは、(1) 日本の大手はすでにそれまでに一定の地歩を築いていた場合が多く、信用力を一から獲得する必要は少なかった； (2) 製造装置・材料は、日本側が得意とする“粘着のものづくりエンジニアリング”が効果的な領域で、かつ、ライバルは米欧の特定企業に限られた。

半導体チップ、とりわけロジック～ミクストシグナル LSI は、そのようにはいかない。半導体側でも考案・提案するわけだが、アピール先が、最初から海外大手システム～サービスベンダ等になると、参入は極めて困難である。日本勢は、まず国内で、大手「応用」カスタマに結びつき、その“実例”看板を以て、次に海外大手にアピールするのが王道となる。

“ところが”、国内で、「応用」例を輩出できづらくなったのが日本ではなからうか。アンケート結果からも、その点は垣間見えるし、またカタログ品まで含めた半導体“一般”の購入市場として見ても、WSTS 統計を引くまでもなく、半導体の最終市場として、日本は世界の中で、小さい存在になってしまっている。

応用需要側が世界的牽引力を持たなくなっている中で、サプライサイドだけ注力して、半導体復興と叫んでも、出て行く売り先は海外しかない場合、韓国メモリー、スマホや、台湾ピュ

アフアンドリ、OSAT、EMS～ODMのような商売展開は、日本勢だけでは往々、難しい（*）。

*それが何故か、どうすれば改善されるかは、経営学的一大問題で、ここで簡単に暴論すべき点ではないだろうから、控えたい。

以上、“場”としての日本国内が、縮みがちな大勢に抗して反転攻勢するには、半導体だけでなく、その「応用」システム～サービス事業者にも、“攻め”の世界的攻略を期待したい。その際、個社努力だけでなく、利用できる“踏台”の仕掛け等を工夫したいところである。

イ) まずは議論の“場”

そのためには、個別企業の相対交渉でもなく、政府審議会のような場でもなく、業界団体的な業界一丸型の場とも違う、新たな、忌憚なき議論を行う、民間有志企業主導の“場”（会合）が必要になってきたのではなかろうか。

半導体に関しては、J E I T A半導体部会が今もあるが、かつての半導体産業研究所（SIRIJ）は無くなり、産学を個別企業単位とは違つかたちで結んだ半導体理工学研究センター（STARC）も無くなった。どちらも時代の要請に従って、廃止は適切なアクションであったし、それらの単なる復古・反復は、断固、避けるのが妥当であろう。

とはいえ、反対に、「(殆ど) 何もしない、(殆ど) 何も言わない」、個社は個社で行く、政府には“適宜、適切な応答だけを行う”という態勢のままで、今後もずっとそのままが適切なのだろうか。

日本に限らず、今や米国等でも、かつてと違い、政府が大胆な産業介入を行うようになっていく。その際など、政策措置に先立つべき民間からの“公式的”対応は、経団連はじめ経済団体や業界団体が行うはずだが、民間からの応答が、公式的経済団体や業界団体に限られるならば、民間応答もまた、“公式的”になるほかはない。

その他は、いきなり個社、各社と、政府当局との、一対一のやり取りになりがちで、そこでも各社は、“適宜、適切な応答”に終始するしかないだろう。

つまり、屈託なく、忌憚なく、議論を行う“場”（会合）が、乏しくなっているのではなかろうか。

今日ではとりわけ、前述のような論理・実情から、半導体「応用」システム～サービスベンダと、半導体側が、個別取引的な会話を越えて、展望的な、あるいは問題提起を行っていくような、有志企業による会話の“場”（会合）が、必要ではなかろうか。

以上、半導体「応用」システム～サービスベンダ側も、半導体の側も、どちらも互いを利用（必要と）しながら、それぞれに世界的成功を模索し、個社を越えてエンカレッジする仕掛け（プラットフォームや制度の整備）を構想する議論が必要ではなかろうか。

(ウラ空白頁)

2 AI データセンタ視点の問題提起

(ウラ空白頁)

2 AI データセンタ視点の問題提起

1) AI と電力

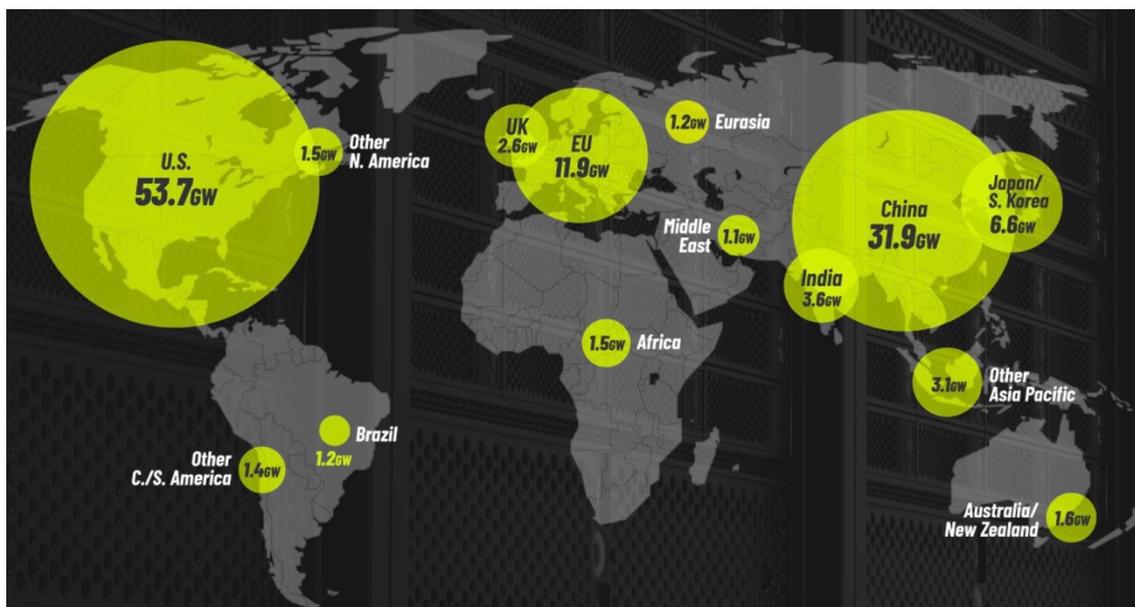
AI は軍民（経済）どちらの視点でも死活的な技術であり、善かれ悪しかれ、世界を変えつつある。

*2012年頃のCNN 深層学習でブレイクスルー（認識・分類）があったのもつかの間、2017年にはTransformer 論文が出て大規模言語モデル(LLM)を筆頭とした生成AIに火が付き、2022年ChatGPT(AI チャットボット)が一般提供され、もう一段のAI ブームを招いて今日に至る。

今後のAI サービスの広がりや影響は甚大だろうが、“影”もあり、その典型が資源（水）・エネルギー（電力）の——とりわけ電力—— 爆食と言われている。

GPT-4の訓練（学習）には約45—65 GWhの電力を要したとも言われるなど、現在は汎用的LLMモデルの構築（訓練用）に、主に米中の一定企業がしのぎを削っており、データセンタ（以下DC）もその動向どおりの世界的分布になっている。

国・地域別データセンタ設置済容量 2024年時点



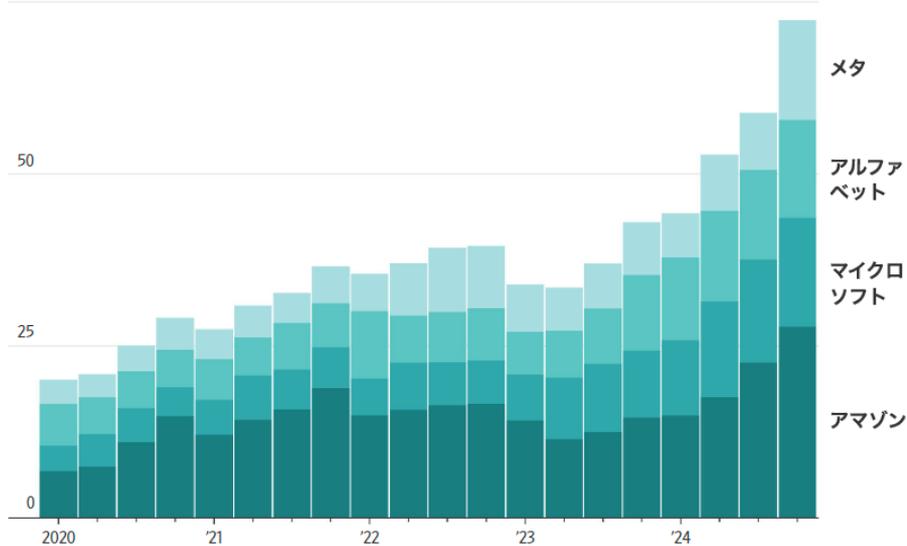
引用： Visual Capitalist（原データ： IEA）

合計値だけでなく、サイトごとの巨大化も顕著で、はじめは訓練用途が牽引するかたちで、推論サービス用も含め、アメリカ（および中国）を中心に、100MW 超級のハイパースケールDCの建設ラッシュが、すさまじい状態になっている。

トップ4社の設備投資動向

四半期ごとの設備投資額

\$75 (単位: 10億ドル)



注: データは不動産や設備の購入を反映している。数字は暦年四半期ベース。マイクロソフトの会計年度は6月30日終了
出所: 各社資料

出所: Wall Street Journal

日本は中国を除く東アジアの中では、現状の容量的には一定の地位があるが、AI用とは異なる従来型DCのほうが多い。AI等を念頭に置いた巨大DCは北海道や印西市等を除くと建てづらい。だが最も根源的な制約は、そもそも“処理するデータ量”が、米中等に比して相対的に少ない現実だろう(下表)。

越境インターネット・トラフィック 2019年

国境を越えて流通するデータ量のランキング			
2019			
1	中国・香港	1億1100万 Mbps	
2	米国	6000万 Mbps	
3	英国	5122万 Mbps	
4	インド	3297万 Mbps	
5	シンガポール	811万 Mbps	
6	ブラジル	803万 Mbps	
7	ベトナム	799万 Mbps	
8	ロシア	757万 Mbps	
9	ドイツ	727万 Mbps	
10	フランス	553万 Mbps	
11	日本	511万 Mbps	

同推移



出所：日本経済新聞「割れるインターネット 米中逆転の情報勢力図」2020年11月23日

上表は2019年の越境トラフィックの推計であり、国内循環のトラフィックを含まないが、“おおよその分量比”は、ここから推して計れよう。2025年現在はさらに差が開いている可能性が高い。

“データが乏しい”まま、DC容量で世界に冠たる日本を、といったスローガンは、足許の現実を見ない念仏で終る、その懸念が高い。

世界相対的には縮み方向の日本であるが、それでもAIを契機にDCは増えつつあり、それにとともにDCの消費電力が問題となりつつある。

AI が契機で増えつつある日本の主な AI 用 DC
(GPU サーバ稼働対応)

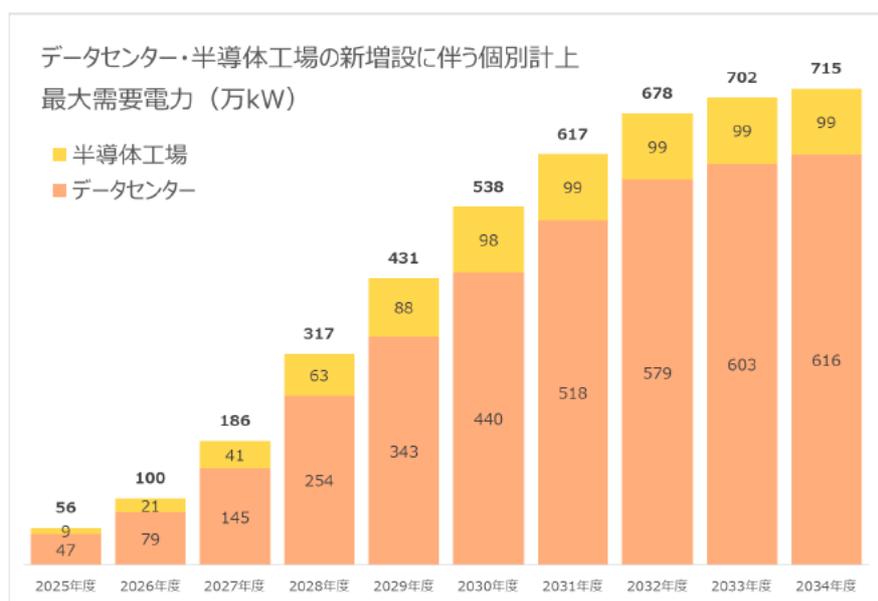
日本の主なAIデータセンター			
事業者名	施設名*1	所在地	開業時期
IDCフロンティア	東京府中DC	東京都府中市	2020年12月
KDDI	Telehouse多摩5	—	—
KDDI	堺DC (予定)	—	—
MCデジタル・リアルティ (MCDR)	NRT10 DC	千葉県印西市	2021年9月
MCDR	NRT12 DC	千葉県印西市	2024年3月
MCDR	NRT14 DC	千葉県印西市	2025年12月 (予定)
MCDR	KIX13 DC	大阪府箕面市	2023年2月
NEC	NEC神奈川DC二期棟	神奈川県	2024年5月
NEC	NEC神戸DC三期棟	神戸市	2024年5月
NTTコミュニケーションズ	大阪第七DC	大阪府茨木市	2019年11月 (液冷対応は25年3月)
NTTコミュニケーションズ	横浜第一DC	横浜市	2009年 (液冷対応は25年3月)
NTTデータグループ	三鷹DC EAST	東京都三鷹市	2018年4月
NTTデータグループ	京阪奈DC	京都府精華町	2026年2月
NTT西日本	大阪DC (曾根崎)	大阪市北区	2022年2月
QTnet	QTnet 福岡第2、第3 DC	福岡市近郊	2019年9月
RUTILEA	AI福島DC 1号棟	福島県大熊町	2024年9月
RUTILEA	AI福島DC 2号棟	福島県大熊町	2025年1月
SCSK	印西キャンパス (SI1、SI2、SI3)	千葉県印西市	SI1：2002年、SI2：15年、SI3：22年
SCSK	三田キャンパス (SH1)	兵庫県三田市	2008年
アット東京	アット東京中央センター (CC1)	東京23区内	2001年2月
アット東京	アット東京中央第2センター (CC2)	東京23区内	2012年7月
アット東京	アット東京中央第3センター (CC3)	東京23区内芝浦・品川エリア	2024年7月
エクイニクス・ジャパン	TY15	東京都港区	2024年9月
エクイニクス・ジャパン	OS3	大阪市中央区	2021年10月
キャノンITソリューションズ	西東京DC 2号棟	東京都西東京市	2020年10月
京セラコミュニケーションシステム	ゼロエミッションDC	北海道石狩市	2024年10月 (予定)
さくらインターネット	石狩DC	北海道石狩市	1、2号棟：2011年、3号棟：15年
野村総合研究所	東京第一DC	東京都多摩地区	2012年
野村総合研究所	大阪第二DC	大阪府北摂地区	2016年
日立製作所	横浜センタ	横浜市	2024年10月 (液冷対応)
富士通	館林DC	群馬県館林市	1995年
富士通	横浜DC	横浜市	2011年

(注)*1：施設名に「データセンター」が含まれる場合はDCと略す

出所：熱田 麻貴、中田 敦「これが日本の AI データセンターだ、GPU サーバを稼働できる 18 社・32 施設」
日経クロステック 2024年9月24日

AI 用に限らない国内 DC 増加による電力需要増加は、以下のように見積られている (次図)。

DC 増による最大需要電力見積り



出所：電力広域的運営推進機関(OCCTO)m「全国及び供給区域ごとの需要想定」2025年1月

この見積りは毎年改訂される性質のもので、将来に行くほど不確かであるが、いずれにせよ一口に、原発1基の発電能力100万kW（日本）と言われる中で、3～4年後に、ざっと原発2～3基分ていど、2031年度に向けては同5基分ていどと、バカにならないインパクトが見込まれている。

*新潟（東電）、北海道（北電）で原発再稼働が始まるが、そのあとの再稼働は簡単に進みそうにない

太陽光や風力等の再エネも着実に進む（べき）が、時間軸との対比もあり、厄介な問題・制約の一つになりかねない。ガス火力は増やしやすいが、うっかりすると再エネ比率が下がってしまいかねず、さすがにそれは適切でない。

以上、2つの問題を指摘できよう<問題提起>：

- ・そもそも日本は米中等に比してデータ量が少なく、AI開発も、そのためのDC立地も、苦しい（半端な）状況にある
- ・その中でも時間と共にDCによる消費電力は増える傾向にあり、供給側での対策に加えて、需要側たるDCの電力効率をできるだけ上げ、効率よくAI等の開発やサービスが活発に行われるようにしたい →まずこちらから次述

2) DC のエネルギー（電力）効率指標をめぐって

今回の調査検討は、上記の問題意識の下、こちらの点からスタートした。

一般に DC の電力使用効率の指標としては、国際的にも「PUE」(Power Usage Effectiveness) が普及している (1 以上で、小さいほど効率的。設備分の消費電力を省けの主旨)

$$\text{PUE} = \text{データセンタ全体の消費エネルギー} / \text{IT 機器の消費エネルギー}$$

$$= (\text{IT 機器分} + \text{設備}) / \text{IT 機器分} = 1 + (\text{設備} / \text{IT 機器分}) \text{ < いずれも kWh >}$$

実務的には、この簡単な式ですら、DC によっては実際計測が難しかったりする。

また、本質的な矛盾・限界に思われる点もある。すなわち時系列で考えると、DC における IT 機器消費電力は、しばしば横ばい～増加傾向にあるから矛盾が露呈しないが、“理論的には”、一定の情報処理（量）を仮定して、それを一層効率良くこなす省電力な IT 機器に置換えると、PUE は「悪化」してしまう。あくまで“センター”としての効率指標だから、それでも正しいと強弁はできるが、社会にインセンティブを与える指標としては、ミスリーディングな側面を持つ。

だが現実の問題はその反対方向である。電力爆食の GPU サーバーを多数置いて、全体では巨大な電力消費になるが、建て屋が大きく、設備の共用的効果が高まるハイパースケール DC は、PUE が「改善」しがちである。

PUE は PUE として、あくまで“センター”としての効率指標だ、というだけならば、そういう 1 指標として扱えば良いが、問題は現状、ほぼ PUE “だけ” が、DC のエネルギー関係指標になっている点である。

これでは AI 向ハイパースケール DC が乱立しつつある世界の、電力問題への取組みに、なんらかの指標を与えることにならない。PUE はそういう指標ではあり得ない。

電力問題的には、そもそも“センター”側の消費電力より、GPU サーバー（IT 機器）側の消費電力こそが問題であるが、そこを絡め取る指標がない～普及していない。

その点につき、専門家である伊藤委員（産総研）や、ISO/IEC JTC1/SC39 日本委員会委員長の大谷淳一氏（講師）の指導を仰いだところ、すでに日本側（JEITA）では早い時期から取組みを進め、日本からの発案で、PUE 以外に、IT 機器の効率指標など、もろもろの指標が、ISO/IEC において制定されているとのこと：

ISO/IEC JT1/SC39 で策定した DC の環境指標(30134 シリーズ)

ISO/IEC 30134シリーズ : Information technology — Data centres — Key performance indicators			
Part1	Overview and general requirements	30134規格の基本方針	
Part2	PUE : Power Usage Effectiveness	全体はITの何倍エネルギーを消費しているか	最も普及している指標
Part3	REF : Renewable Energy Factor	再生可能エネルギーの割合	日本提案!
Part4	ITEEsv : IT Equipment Energy Efficiency for servers	IT機器の処理能力と消費電力の比	日本提案!
Part5	ITEUsv : IT Equipment Utilization for servers	IT機器処理能力の利用率	日本提案!
Part6	ERF : Energy Reuse Factor	エネルギー再利用率	
Part7	CER : Cooling Efficiency Ratio	冷房効率比	
Part8	CUE : Carbon Usage Effectiveness	炭素利用(排出)効率	
Part9	WUE : Water Usage Effectiveness	水利用効率	

出所 : 大谷淳一講師提供資料より

上表で、PUE 以外の、IT 機器関係を見る指標としては、ITEEsv (part4) や ITEUsv (part5) がすでに存在・制定されている :

Part4 ITEEsv、Part5 ITEUsv

- ITEEsv : データセンターにおける、サーバーの処理能力と消費電力の比
 - 各サーバの仕様を収集する必要がある

$$ITEEsv = \frac{\sum_{i=1}^n SMPE_i}{\sum_{i=1}^n SMPO_i}$$

SMPE_i : i番目のサーバーの最大パフォーマンス
 SMPO_i : i番目のサーバーの最大消費電力(kW)
 ※いずれも、メーカーからの提供データまたは自己計測

- ITEUsv : データセンターのサーバーの処理能力の利用率
 - 各サーバの仕様と稼働状況を収集する必要がある

$$ITEUsv(t) = \frac{\sum_{i=1}^N CUSi(t)}{N}$$

CUSi(t) : i番目のサーバーの時刻tにおけるCPU利用率
 N : 時刻tにおけるサーバーの稼働台数

- いずれも、**全サーバのデータ収集が必要であり、現実的には容易ではない**

出所 : 同前

なお、ITEEsv, ITEUsv, REF(part3)は、日本 (JEITA) 発案で、JEITA ではそれらを組合わせた“DPPE”までとりまとめられ、ISO/IEC TR20913 に上げられている。

この点、伊藤委員によれば、前掲の日本発案指標は、2012年頃、JEITA グリーン IT 推進協

議会にて検討される中で産れたとのこと。

以上を踏まえると大谷講師発表（下掲）のように“指標自体”は、ひととおりできている。

大谷講師発表より

- データセンターの環境性能に関する指標は一通り出そろった
 - PUEだけではない各種指標の活用促進
 - 欧州では、PUE・REF・ERF・WUEが報告対象（EC委員会のEER）
 - 環境貢献と高可用性は、トレードオフの面がある
 - ⇒ トータルでの社会的理解を進める必要あり
 - エネルギー・環境問題に関することは広くIT各分野にまたがる
 - AIの消費エネルギー問題（SC42：AI）はSC39とのJAGで課題抽出中

出所：同前

また、伊藤委員からは、ほかに、ISO/IEC 23544:2021 APEE(Application Platform Energy Effectiveness)（IT サービス成果量／IT 基盤の消費電力量。サービス成果量＝ベンチマークプログラム実行量）や、ISO/IEC 21836:2020 SEEM(Server Energy Effectiveness Metrics)、あるいは ISO 以外で、Salesforce AI Energy Score などの紹介も受けた。

*ほかに、指標ではないが、チップ、サーバ、設備まで逐一分析した考察資料も出ている：JST-LCS, 『情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.2) -データセンター消費エネルギーの現状と将来予測および技術的課題-』2021年2月など。

しかしせっかくの日本発案で、かつ、IT 機器を問題とする ITEEsv と ITEUsv は、日本でも世界でも殆ど利用・適用されていない。その背景には何があるのか？

3) 日本含め世界の AI 向 DC を差配するマグニフィセント・セブン

前掲主要4社による設備投資額（主にDC向）を見ても明らかだが、——4社とはG・A・F・M (Google =Alphabet, Amazon, Facebook=Meta, Microsoft) ——、それに加えてTesla、Nvidia、(Appleの代りにOracle?)を加えた、いわゆるマグニフィセント・セブン±αくらいが、日本を含めた西側世界のAI向DCの動向・内容を差配している。

前掲の、国内主要AI向DC一覧のとおり、“DC事業者”としては、多く日系企業が手がけているが、それらはDCとして大型になるほど、しばしばマグニフィセント・セブンが日本に置くサイトに向け、そこからの受注を念頭においてDCを整備する傾向が強い。

結局DCに設置するIT機器（AI向けでは多くはGPUサーバ）の仕様などは、しばしばマグ

ニフィセント・セブンが好むタイプとならざるを得ない。

むしろそれら入居者の影響力はDCとしての契約形態によって、微妙に異なるのだが。すなわちIaaS的ハウジングならば、当然、入居顧客側が用意するので、DC事業者が差配する問題でなく、入居者が自分で決めて手配する。

たほうPaaS的ホスティングなら、多くのIT機器は、DC側が仕様を決めて手配するのだが、しかしその場合でも、大型DCになるほど、当初の計画段階から、大口顧客を狙って、その意向に沿うかたちで仕様を決めるほかはない。

要するに契約形態の如何にかかわらず、大口顧客たるマグニフィセント・セブンが、DCにおけるIT機器側の仕様に影響力をふるうかたちになる。

米系マグニフィセント・セブンの側は、“性能ありき”で進んでおり、“省電力”など、一顧だにしていない現状なので、DC内の“IT機器系”をめぐる指標など、相手にされていない。

たほう日本の政府は政府として、マグニフィセント・セブンの意向とは独立して、IT機器周りの指標の採用（それに伴う計測）などを押付ける（強制化する）ことは、“理論的には”可能だが：

それをやると、日本市場に向けてAIサービスを提供しているマグニフィセント・セブンの多くは、日本国外のDCから、サービス提供すれば良いとなり、国内DCを利用しない、、、という結果に陥りがちである。（現状でも日本からのAIサービスアクセスは、米国DCとのやり取りで、多くはコトが足りている）

4) 小括

強いAIサービスベンダが日本から出せていない現状では、法令等で指標を押付ければ、国内DCは増えない結果となるし、反対に国内DC利用を促そうとすると、指標や規制を、マグニフィセント・セブンに好都合なほうに寄せるしかない。

→本源的に、国内DCを踏台にするような、強いAIサービスベンダが、日本から出るべく仕掛けていきながら、同時にその振興のおり、省電力・高効率（の指標採用等）を補助等の要件にする以外に、方策は無さそうである。

たほう指標は指標で、さらに検討を深めることは必要適切であろう。いわく、“AIサービス”成果量検出を行う前提となるベンチマークテスト（利用モデル、プログラム等）として、何を、どういう考え方で、選択するのが適切なのか——その検討自体は世界的にもキチンとしたかたちでは進んでいない——、日本でも準備的に進めておく価値がある（上述補助要件等に利用可）。

(ウラ空白頁)

3 フィジカル AI（含製造プロセス用）について

(ウラ空白頁)

3. フィジカル AI (含製造プロセス用) について

これまで半導体の視点から「応用」振興を、また AI データセンタの視点から日本発の強い AI サービスプロバイダを出す重要性を、それぞれ問題提起した。

そのためのアクションを構想しようとする際、2つの視点のどちらからも、念頭ターゲット領域として、将来的可能性と脅威を秘めるフィジカル AI を、手掛りイシューとするのが適切ではないかと思われた。この点を企業への呼びかけ論点の一つとしたい。

今回調査は元来、フィジカル AI それ自体の調査から出発していない。半導体については将来の人材グローバル化をめぐる議論からスタートした。AI データセンタ (DC) は、電力爆食型 DC に対する省電力・高効率型 DC への指標検討の適否議論から始めた。

だがどちらにおいても議論を踏まえるにつれ、論点は、まず具体ターゲットを念頭に置き、それとの関連で人材グローバル化や、省電力・高効率指標についても議論していくかたちが、必要ではないかという結論になっていった。

よって、以下で採り上げるフィジカル AI は、今後の議論の「出発点」(関心領域ターゲット)として提起するに過ぎない。調査等を行う場合は“これから”となる。

何をどう言おうと、問われる(問いたい)のは、“企業”(ないしその経営者)が、今回委員会での議論も参考の一助としながら、どうアクションを取っていくか?・・・である。

1) イシューとしてのフィジカル AI——その将来性と問題提起

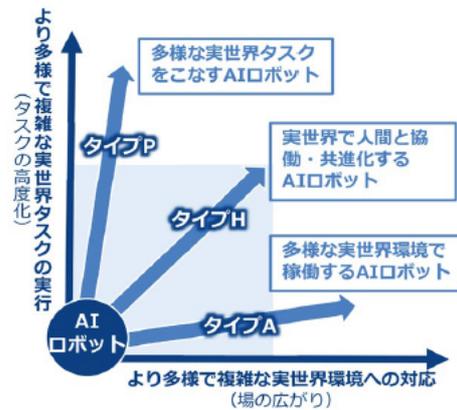
いわゆるフィジカル AI は、用語からして厳密なものでなく、バズワードとして始ったが、日本国内外でリアルな将来性や懸念点を含む、重要論点～イシューと思われる。

とりあえず「フィジカル AI」とは、「センサやアクチュエータなどの物理的な機構を通じて環境と相互作用し、得られた入力と動作の結果に基づいて知能を獲得・発達させる、身体性を備えた人工知能を指す」。

たほう「この知能を中核に、行動・学習・判断を自律的に実行する」(ある種広義の) AI ロボット、「およびこれを支える運用環境を含む統合システム全体をフィジカル AI システム、と呼ぶ」・・・これが科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター (CRDS) 『フィジカル AI システムの研究開発 ～身体性を備えた AI とロボティクスの融合～』戦略プロポーザル 2025 年における定義である。

弊所報告書においては、AI ロボットなるものを、ヒューマノイド等と並んで、製造プロセス向モジュールなどを含む広義のものとして捉えたい (モジュールはモジュールなりの AI 応用が始る)。

JST-CRDS では、フィジカル AI を、以下のような価値方向で整理している：



その上で、特徴として、「非身体的な」、「従来のサイバー空間中心型 AI とは異なる、物理的かつ社会的な制約の下で、実世界におけるタスクの遂行や人間との協働に適応することが求められる」領域だとしている。

適用先産業のイメージとしては、製造、交通、環境、災害対応（等の対インフラ系）、教育、介護（医療）など、広く例示している（（ ）内は筆者補足）。

たほうベンダの見解ではあるが、例えば HPE 社などは：

「フィジカル AI とは、さまざまなセンサーやアクチュエータからのデータを直接処理することで、機械が現実世界を認識、理解してやり取りできるようにする人工知能の一分野」として、特徴を、「人間が提供する情報に依存し、主にデジタル領域で動作する生成 AI とは異なり、フィジカル AI システムは、カメラ、マイク、温度センサー、慣性計測装置、レーダー、LIDAR などのツールを通じて現実世界から情報を収集。こうした感覚データを活用してリアルタイムの知覚、推論、意思決定を実行し、環境に迅速かつ動的に対応できるように」するもので、「フィジカル AI は、機械に認知推論と空間認識の機能を組み込むことで、従来の事前にプログラムされた自動化から大きく進歩」することになる」、としている。（意思決定～物理アクションまでを含む点は従来と大きく異なる・・・筆者補足）

クルマで言えば、いわゆる E2E (End-to-End) 型自動運転などに大変適合的なコンセプトである。これが注目された具体契機の一つは、中国勢による北京ロボット大会でのヒューマノイドの宙返りや、競走、サッカー試合（ロボチームどおし）などであろう。

中国勢は、彼ららしく、メカニカル機構的な工夫・巧みさではなく、AI 制御～それによる学習～さらに巧みな制御、、のループを回して、極めて短期間に、高度でダイナミックな制御の点で卓越性を獲得するコースを追求した。

日本勢は従来レガシーを活かして、メカニカルな巧みさの点で差別化しようとするだろうが、機構に AI を“付け足す”発想では、大きな飛躍（ブレイクスルー）は得づらい可能性が高い。付加価値獲得の主導性も、機構系より、AI 系のほうに移る可能性が高まっている。

さて、フィジカルAI 自体の調査・考究は別途として、ここではフィジカルAI は、まず議論を始める端緒～イシューとして、提唱するのみである。

2) 政府政策だけに任せない有志企業取組みと発信

最後に、今回調査の狙いは、政府政策への追従だけにとどまらない、有志企業主導型のアクション試行とそれに基づく発信である。

半導体業界としては、フィジカルAI等のイシューを踏台にしながら、半導体「応用」側の有志企業たちと、個別相対や政府審議会とは異なる、忌憚ない「議論の場（会合）」に向けて、アクションしていくことが、中長期的な国内マーケット振興にもつながるのではないかと。

以上

(ウラ空白)

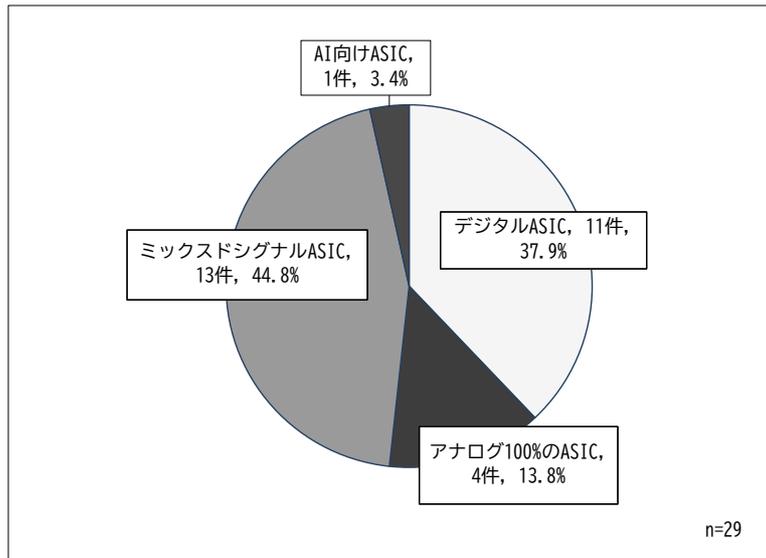
参考資料
(アンケート)

本体で省略した一部結果： “従来実績”部分について

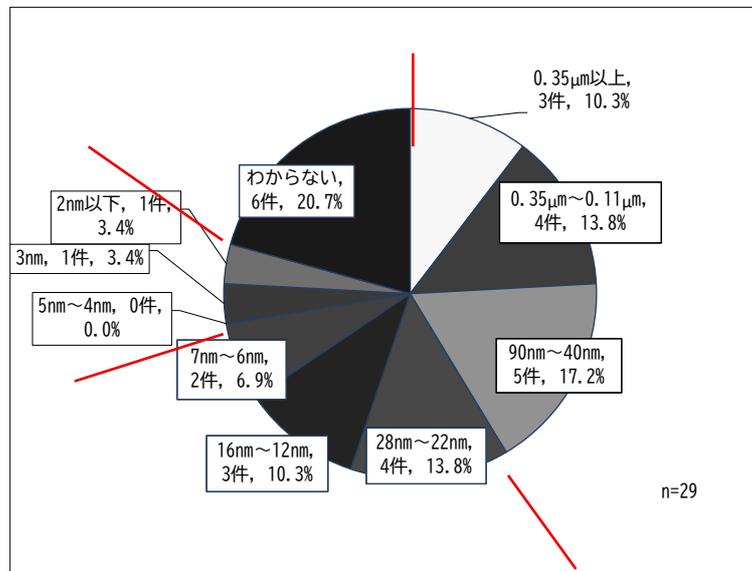
“従来”手掛けてきた中で代表的な ASIC について（検討や希望を排除した実績）

*ASIC 開発経験あり 30 主体中、内容秘匿 1 件を除く 29 主体から

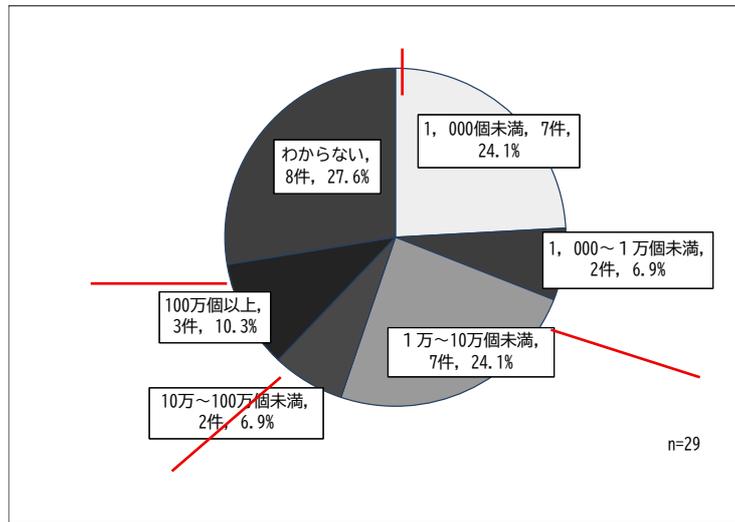
代表 ASIC を回答主体に、主観的に選んでもらい、1 つだけ回答（ $\Sigma = n = 29$ ）



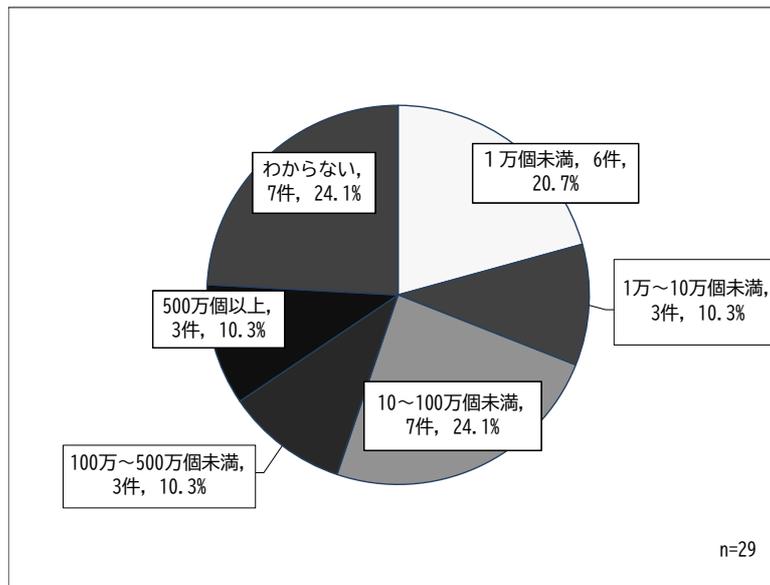
そのプロセスノード



代表 ASIC の「年間」生産個数（平均的に）



その「生涯」生産個数（終了していない場合は現在までの累計）

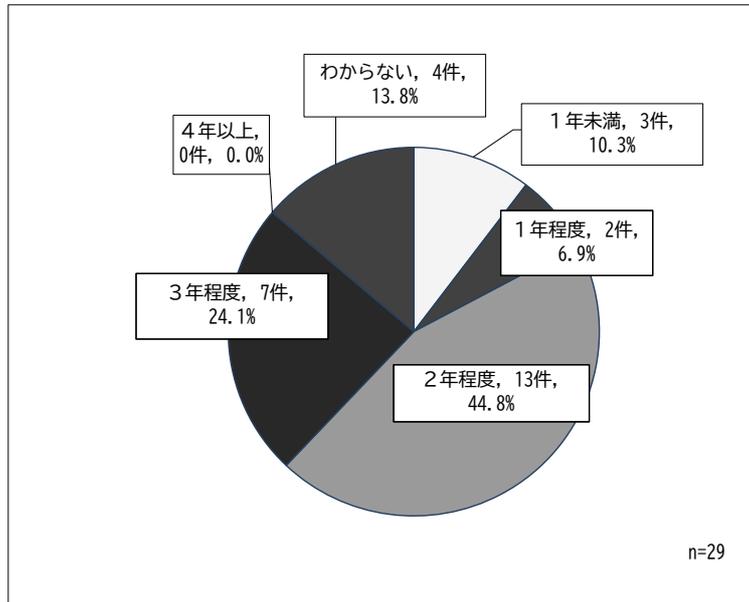


経済研究所コメント（解釈）：

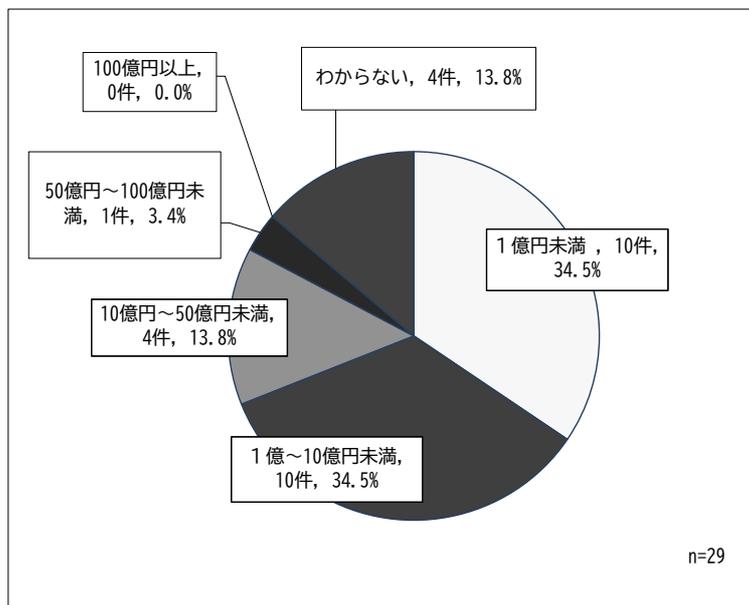
・ 以上は“従来”傾向だから仕方ない面もあるが、年間個数がたかだか数十万個ほどまでが殆どで、年平均 100 万個以上は、わずか 3 件だった

・ 数量が少ないと、微細化ノードが進んで開発費が膨大化するにつれ、ペイしない。開発費のほうの削減策と同時に、“個数が多く出る” ASIC を重点的にテコ入れする必要がある＝コスト削減策だけでは足りない

代表 ASIC の「開発期間」はどうだったか



その「開発費」はどのくらいだったか



経済研究所コメント（解釈）：

- ・ 開発「期間」では2年程度が最多となるのは予想どおり
- ・ 開発「額」では、従来の代表 ASIC ということであれば、10 億円未満が圧倒的だった
- ・ 今後はそうはいかなくなる

代表 ASIC のノード別開発費

* ASIC 開発経験あり 30 主体中、内容秘匿 1 件を除く 29 主体から

代表 ASIC を回答主体に、主観的に選んでもらい、1 つだけ回答 (Σ = n = 29)

* 欄中に「？」を入れた回答は信憑性に疑問もあるが、回答のまま掲載

(上段：件数、下段%)

	N	1 億円 未満	1 億～ 10 億円 未満	10 億円～ 50 億円 未満	50 億円～ 100 億円 未満	100 億円 以上	わから ない
合計	(29) 100.0	10 34.5	10 34.5	4 13.8	1 3.4	0 0.0	4 13.8
0.35μm 以上	(3) 100.0	2 66.7	1 33.3	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
0.35μm～0.11μm	(4) 100.0	1 25.0	3 75.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
90nm～40nm	(5) 100.0	1 20.0	4 80.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
28nm～22nm	(4) 100.0	? 2 50.0	1 25.0	1 25.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
16nm～12nm	(3) 100.0	0 0.0	? 1 33.3	2 66.7	0 0.0	0 0.0	0 0.0
7nm～6nm	(2) 100.0	? 1 50.0	0 0.0	1 50.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
5nm～4nm	(0) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
3nm	(1) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 100.0	0 0.0	0 0.0
2nm 以下	(1) 100.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 100.0
わからない	(6) 100.0	3 50.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	3 50.0

経済研究所コメント (解釈) :

- ・ 今後、数 nm ノードの ASIC 開発を望む場合、優に 1 件 100 億円以上、数百億円の開発費が必要になってくる
- ・ ファイナンス以上に、回収のための販売“数量・額”のハードルが高い
- ・ GAF (A) M 型 (除 Apple) のように、チップ个数でなく、上位「応用サービス」収入でチップ開発費を吸収するモデルを検討すべきだろう (=いわゆるファブレス・モデルは、かえって限界)

アンケート調査票（原票）

機器／サービス展開向けカスタム半導体の利用展望に関するアンケート調査 調査票

組織の概要について

会社・部署名	
ご連絡先	役職： _____
	氏名： _____
	TEL： _____ FAX： _____
	email： _____

問1 ご回答にあたっては、「貴社全体」もしくは「所属部署」のご回答しやすい方をご選択ください。ご回答はどちらを選択されますか。（1つだけ）

- | | | |
|---------|-------------|-----------------|
| 1. 会社全体 | 2. 所属部署・チーム | 3. その他（ _____ ） |
|---------|-------------|-----------------|

問2 事業領域は何ですか。また、主要な製品名もご記入ください。

【担当する事業領域】（いくつでも）

- | | | |
|---------------|------------------|--------------|
| 1. スマートフォン・通信 | 2. コンピュータ・AI | 3. 産業機械・ロボット |
| 4. コンシューマ | 5. ヘルスケア | 6. 自動車・輸送機器 |
| 7. 航空・宇宙 | 8. ガバメント・防衛 | 9. 事務機器 |
| 10. デジタルサービス | 11. その他（ _____ ） | |

【主要な製品名】（例：「プリンター」「ヘッドホン」「家庭用ゲーム機」など）

--

半導体デバイスの活用実態について

問3 半導体デバイス利用の重要性はどのように考えていますか。（1つだけ）

- | | | |
|-------------|--------------|----------|
| 1. 非常に重要 | 2. 重要 | 3. ふつう |
| 4. あまり重要でない | 5. まったく重要でない | 6. わからない |

問4 経費に占める半導体デバイスの調達費の比率をお答えください。

（※概数で構いません）（例：「10%」など）

	%
--	---

問5 過去5年以内に以下のロジック系デバイスを導入した実績はありますか。（いくつでも）

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| 1. ASIC（アナログ、デジタル両方含む） | 2. ASSP（チップセット含む） |
| 3. FPGA・CPLD（搭載ボード含む） | 4. GPU |
| 5. マイコン（MCU,MPU,DSP,チップセット含む） | |
| 6. Single Board Computer（ラズベリーパイ等） | 7. 導入していない |
| 8. わからない | |

カスタム半導体（ASIC）の開発について ※アナログASICも含む

問6 現在および過去5年以内に以下ASICの開発を行った経験がありますか。（複数選択）

- | | | |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1. デジタルASIC | 2. アナログ100%のASIC | 3. ミックスドシグナルASIC |
| 4. AI向けASIC | 5. 経験なし（将来開発したい） | →問18へ |
| 6. 経験なし（開発予定なし） | →問19へ | 7. わからない →問19へ |

問7 採用しているASICの主な機能と用途をお答えください。(いくつでも)

【機能】(いくつでも)

- | | | |
|----------------|------------------|----------------|
| 1. AI・機械学習 | 2. 画像処理・カメラ関連 | 3. 通信・ネットワーク機器 |
| 4. セキュリティ・暗号処理 | 5. ストレージ・メモリ制御関連 | 6. 機械処理・ドライブ |
| 7. センシング | | |
| 8. その他 () | | 9. わからない |

【用途】(いくつでも)

- | | | |
|---------------|-----------------|-------------|
| 1. 車載・自動運転 | 2. データセンター・サーバー | 3. コンシューマ機器 |
| 4. 医療・ヘルスケア機器 | 5. 産業機械・ロボット | 6. 航空・宇宙 |
| 7. エネルギー関連 | | |
| 8. その他 () | | 9. わからない |

問8 開発している主な目的をお答えください。(いくつでも)

- | | | | |
|----------|-------------|------------|-------------|
| 1. 高性能化 | 2. 小型化 | 3. 電力効率の向上 | 4. セキュリティ強化 |
| 5. コスト低減 | 6. 顧客要求対応 | 7. 製品差別化 | 8. 生産停止品対応 |
| 9. 高耐圧 | 10. その他 () | | 11. わからない |

問9 今後3～4年以内で新たなASICを開発する予定はありますか。(1つだけ)

- | | | | |
|----------|-----------|-----------|----------|
| 1. すでに着手 | 2. 開発を検討中 | 3. 開発予定なし | 4. わからない |
|----------|-----------|-----------|----------|

問10 製品(完成機器・モジュール)のモデルチェンジ/バージョンアップのおよそのサイクルタイムを教えてください。(1つだけ)

- | | | |
|----------|---------|------------|
| 1. 1～2年 | 2. 3～4年 | 3. 5～10年未満 |
| 4. 10年以上 | 5. 不定期 | 6. わからない |

問11 問10の製品でのASIC開発サイクルとライフタイムはどれくらいですか。(1つだけ)

【開発サイクル】※半導体の型番程度のマイナーグレードアップは除きます

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|----------|
| 1. 製品とほぼ同じ | 2. 製品より長い | 3. 製品より短い | 4. わからない |
|------------|-----------|-----------|----------|

【ライフタイム】

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|----------|
| 1. 製品とほぼ同じ | 2. 製品より長い | 3. 製品より短い | 4. わからない |
|------------|-----------|-----------|----------|

問12 採用しているASICのプロセスノードをお答えください。(いくつでも)

- | | | | |
|--------------|------------------|--------------|--------------|
| 1. 0.35μm以上 | 2. 0.35μm～0.11μm | 3. 90nm～40nm | 4. 28nm～22nm |
| 5. 16nm～12nm | 6. 7nm～6nm | 7. 5nm～4nm | 8. 3nm |
| 9. 2nm以下 | 10. わからない | | |

問13 開発しているASICの種類の数をお答えください。(※概数で構いません)

種類

問14 代表的なASIC1種類について、以下の項目をお答えください。

【分類】(1つだけ)

- | | | |
|-------------|------------------|------------------|
| 1. デジタルASIC | 2. アナログ100%のASIC | 3. ミックスドシグナルASIC |
| 4. AI向けASIC | | |

【プロセスノード】(1つだけ)

- | | | | |
|--------------|------------------|--------------|--------------|
| 1. 0.35μm 以上 | 2. 0.35μm～0.11μm | 3. 90nm～40nm | 4. 28nm～22nm |
| 5. 16nm～12nm | 6. 7nm～6nm | 7. 5nm～4nm | 8. 3nm |
| 9. 2nm 以下 | 10. わからない | | |

【年間生産個数】(1つだけ)

- | | | |
|------------------|-------------------------|----------------|
| 1. 1,000 個未満 | 2. 1,000～1 万個未満 | 3. 1 万～10 万個未満 |
| 4. 10 万～100 万個未満 | 5. 100 万個以上 (_____ 万個) | 6. わからない |

【生涯生産個数】(1つだけ)

- | | | |
|-------------------|-------------------------|----------------|
| 1. 1 万個未満 | 2. 1 万～10 万個未満 | 3. 10～100 万個未満 |
| 4. 100 万～500 万個未満 | 5. 500 万個以上 (_____ 万個) | 6. わからない |

【開発期間】(1つだけ)

- | | | |
|----------|---------------------|----------|
| 1. 1 年未満 | 2. 1 年程度 | 3. 2 年程度 |
| 4. 3 年程度 | 5. 4 年以上 (_____ 年) | 6. わからない |

【開発コスト】(1つだけ)

- | | | |
|-------------------|-------------------------|------------------|
| 1. 1 億円未満 | 2. 1 億～10 億円未満 | 3. 10 億円～50 億円未満 |
| 4. 50 億円～100 億円未満 | 5. 100 億円以上 (_____ 億円) | 6. わからない |

問 15 ASIC の開発・製造の以下の工程について課題があれば、あてはまる枠内に○をご記入ください。(いくつでも)

工程	1. 工数	2. 費用	3. ノウハウ	4. 人材	5. コンサル
①導入コンサル					
②仕様作成					
③SW/HW 分割					
④ソフトウェア開発					
⑤フロントエンド設計					
⑥バックエンド設計					
⑦アナログ設計					
⑧マスク製造					
⑨試作・評価・検証					
⑩製造 (前工程)					
⑪製造 (中工程、後工程)					
⑫不具合対応					

注) フロントエンド設計は論理設計・アーキテクチャー設計を、バックエンド設計はレイアウト設計を、アナログ設計は回路設計・レイアウト設計を指します。

問 16 ASIC 開発にあたり、委託を行っているプロセスをお答えください。(いくつでも)

- | | | |
|--------------|------------------|-------------|
| 1. 導入コンサル | 2. 仕様作成 | 3. SW/HW 分割 |
| 4. ソフトウェア開発 | 5. フロントエンド設計 | 6. バックエンド設計 |
| 7. アナログ設計 | 8. マスク製造 | 9. 試作・評価・検証 |
| 10. 製造 (前工程) | 11. 製造 (中工程、後工程) | 12. 不具合対応 |

問 17 ASIC 開発の委託について、委託先をお答えください。(いくつでも)

- | | | |
|--------------------|----------------------|----------|
| 1. デザインハウス (ターンキー) | 2. デザインハウス (ターンキー以外) | |
| 3. 関連会社 (子会社など) | 4. 派遣会社 | 5. 大学 |
| 6. 国公立試験研究機関 | 7. その他 () | 8. わからない |

注)「ターンキー」は、ファウンドリと連携し半導体の設計・製造等を一括受注するサービスです。

問 18 今後開発したい ASIC について、以下の項目をお答えください。

【分類】(1つだけ)

- | | | |
|---------------|--------------------|-------------------|
| 1. デジタル ASIC | 2. アナログ 100%の ASIC | 3. ミックスドシグナル ASIC |
| 4. AI 向け ASIC | | |

【プロセスノード】(1つだけ)

- | | | | |
|--------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| 1. 0.35 μ m 以上 | 2. 0.35 μ m~0.11 μ m | 3. 90nm~40nm | 4. 28nm~22nm |
| 5. 16nm~12nm | 6. 7nm~6nm | 7. 5nm~4nm | 8. 3nm |
| 9. 2nm 以下 | 10. わからない | | |

【開発コスト】(1つだけ)

- | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|
| 1. 1 億円未満 | 2. 1 億~10 億円未満 | 3. 10 億円~50 億円未満 |
| 4. 50 億円~100 億円未満 | 5. 100 億円以上 (億円) | 6. わからない |

問 19 ASIC の開発に向けた課題や開発の予定が無い理由は何ですか。(いくつでも)

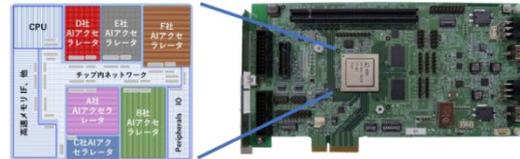
- | | | |
|-------------------|----------------------|--------------|
| 1. 開発・研究期間が長い | 2. 設備投資費用が高い (EDA 等) | |
| 3. 開発費用が高い (IP 等) | 4. 製造費用が高い | 5. 外注先が不明・不足 |
| 6. 仕様書が作成できない | 7. 汎用品で事足りる | 8. 興味がない |
| 9. その他 () | | |

問 20 AI 向け ASIC の開発費用や期間の削減を目的とした、あいのり型のチップ (例: AI-One など) も登場しています。こうしたプラットフォームに関心はありますか。

(1つだけ)

- | | | | |
|-------------|----------|-------------|----------|
| 1. 非常に関心がある | 2. 関心がある | 3. あまり関心がない | 4. 関心がない |
|-------------|----------|-------------|----------|

6種類の異なるAIアクセラレータを1チップに搭載



a. AI-Oneのチップイメージ

b. AI-Oneを実装した評価ボード

問 21 近年、世界的にチップレット技術が注目されており、ASIC やその他カスタム品の開発において、複数の異種チップを統合したヘテロジーニアスインテグレーションによるカスタム品の開発が進んでいます。こうした技術動向にご関心はありますか。(1つだけ)

- | | | | |
|-------------|----------|-------------|----------|
| 1. 非常に関心がある | 2. 関心がある | 3. あまり関心がない | 4. 関心がない |
|-------------|----------|-------------|----------|

問 22 カスタム半導体の利用について、そのほかに記載したい課題や事項等ございましたら、ご自由に記入ください。(記述回答)

お忙しい中、アンケート調査にご協力いただきまして、誠にありがとうございました。

(禁無断転載)

25-7

フィジカル AI (含製造プロセス用) をめぐって
——半導体「応用」とデータセンタの強さのために——
(付、国内 ASIC 需要調査)

令和7年12月

一般財団法人 機械振興協会 経済研究所

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号

TEL: 03-3434-8251

<https://www.jspmi.or.jp>