JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	アナログ半導体設計者の左右脳差が組織に与える影響
Author(s)	金林, 聡子; 石橋, 哲
Citation	年次学術大会講演要旨集, 38: 409-412
Issue Date	2023-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19130
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

１Ｅ２３

アナログ半導体設計者の左右脳差が組織に与える影響

○金林聡子（東京理科大学経営学研究科技術経営専攻）
石橋哲　（東京理科大学経営学研究科技術経営専攻）
8822215@ed.tus.ac.jp

1. はじめに

アナログ半導体開発には市場や顧客要求に基づく仕様検討から製造ラインに量産移管されるまで様々な工程がある。中でも『回路設計図・レイアウト』は論理的かつ機能的な美しさが求められ、設計者が経験を重ね技能を習得するには時間がかかる。必要な経験の蓄積と美しさの両立はまさに『匠』の世界である。

市場競争力のあるアナログ半導体製品を生み出し続けるには何が必要か。伝統工芸の『匠』の技能習得過程における左右脳の活用に着想を得て個人や組織の左右脳のバランスなどからイノベーションが生まれるための優れたアナログ半導体設計の技術力人材の育成を提案する。

2. 背景

筆者は電源 IC に特化したアナログ IC 開発の専門集団で働いている。今後 AI との協働により迅速な設計が求められることが予想される。アナログ半導体設計者には何がもとめられるのか。

伝統工芸『匠』の技能習得過程について検討した[1]。匠達はものづくりの過程において五感を研ぎ澄ませ素材の分量や加工時間など感覚的に塩梅を身につけ唯一無二の作品を作りあげる。越前和紙の人間国宝 九代 岩野市兵衛は「ものづくりとは『時が磨きあげる美しさ』」と表現した。匠は習熟への過程において頭で形状を描きながら経験を積み上げ感性や創造性を磨くことで形式知である技術から暗黙知である技能を習得した結果、美しさへと到達することが推察された。

筆者は長年アナログ半導体設計者として一つ一つの素子のサイズ、特性、各ノードの信号にこだわり IC と対話しながら製品開発を進めてきた。伝統工芸の『匠』性とアナログ半導体設計者『匠』性には共通項があるのではと感じた。

3. 先行研究

内田(2020)[2]は企業活動における直感(右脳的思考)の役割と方法論について述べている。図 1 に示すように第一ステージはインプットである。情報取集や仮設を作るステージである。続いて検討・分析ステージがあるがこちらは左脳を使ったロジカルシンキングがカギとなる。もう一つの右脳思考が大事な場所が 3 つめのアウトプットのステージである。実際には 3 つのステージを行きつ戻りつ実現に向けた組織の納得性が形成されてビジネスが前に進んでいくことになる。これを右脳と左脳のキャッチボールと呼んでいる。

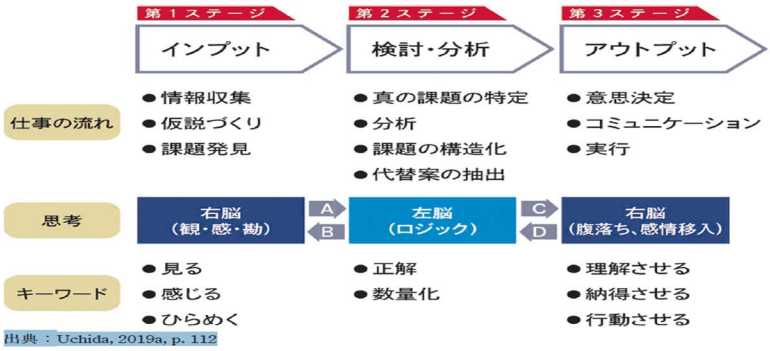

図 1.出典　直感とビジネスモデル　内田和成論文から抜粋

新しい価値を生み出す時には合理的な思考方法より直感的な思考方法が役に立つことが多く、データを見てからアイデアを考えたり、理屈を考えるより現象からアイデアを生み出す方が効果的とする。

内田はビジネスの場合について述べている。論理的思考(左脳)を重視するアナログ半導体設計者が『匠』に到達するまでの思考については更に検討が必要である。

石津(2019) [3]は美しさには二つの美があるとしている。生物的な欲求・必要性にルーツをたどる美と、文化や学習など社会的交流のなかで獲得された美とわけ、前者を『生物学的美：生得的』、後者を『高次の美：後天的』としている。これは仮説であり区分も曖昧であるとされているが実際にカナダと中国の共同研究では道徳的に美しい行為かどうかとその人物の身体的な美しさを判断させたときに身体美では腹側線条体と眼窩前頭皮質の両方が活動したのに対し、道徳美では眼窩前頭皮質のみが活動したと報告されている[4]。

以上から、解決すべき課題は以下の 2 つである。

内田の研究を基にアナログ半導体設計者が習熟し『匠』になるために必要な脳の働きを明確にする。

石津の研究から『匠』性をもつアナログ半導体設計者はどのように美しさを感じているのか。

4. 仮説

匠に分類されるアナログ半導体設計者は業務を行う上で先行研究が示している様に左脳と右脳を相互かつ複合的に活用している。そのため匠に分類されている設計者は回路設計及びレイアウト時に美しさを感じている。一方で経験値が浅い設計者は美しさを感じるに達していない。

5. 検証方法

以下の要領により、インタビューを実施した。

＜インタビュー対象者の選出方法＞

高専や大学で理系分野を専攻した自社内アナログ半導体設計者(24 名)を対象とした。対象者の選定に対しては、利き脳や年代のばらつきが最小限になるよう留意した。

利き脳診断に際しては、坂田(2017)[5]を参考にした。利き脳には『共通モード』と『個人モード』があるとする。前者は、言語的な活動は左半球、視空間的なあるいは非言語的活動では右半球であり、これは万人に共通な利き脳としている。一方、後者は万人に共通な利き脳のどちらの脳が安定しているのか(利きやすいのか)という観点に基づくものしている。また、『個人モードの利き脳』を調べる方法としてロシアの神経心理学者ルリアの考え[6]をもとに指組み腕組みの型により関連づけている。腕組みは計画の出力系としての前頭葉、指組みは入力と総合の系としての側頭・頭頂・後頭葉、特にそのなかでも三者が交わる感覚連合野がそれぞれの利き脳の対応部位として考えられるとされ、左半球は論理、右半球は直感という図式と組みあわされ指と腕の組み合せを四つのタイプ(右右脳、左右脳、右左脳、左左脳)として理解されることになったと記述している。

坂田は指組みと腕組みの安定性と知能偏差値の変化や、人種、男女差、大学での専攻による違いなど多くの研究を調査しており、指組み腕組みから『個人モードの利き脳』を調べる方法は容易であることも利点である。インタビューに際しては、事前に利き脳診断を二回実施し、1 回目と 2 回目の診断結果がかわらないことを確認した。

＜インタビュー内容＞

・業務歴、設計思想(以下①②③④)から習熟に至るまでの過程を分析した。

① アナログ半導体設計者になった経緯。

② 今後どの様な設計をしたいか又はチームとしての方向性。

③ アナログ回路設計においてのこだわりや美しさをどのように感じているか。

④ AI に反映させたい自分の能力や AI に期待すること。

また③の美しさに関するインタビューでは同じ回路図から 4 人の異なるメンバーが作成したレイアウトをみせ優劣をつけてもらい、どのように分析をしながら美しさを感じているのかをききとり、見た目の美しさで判断しているか又は機能を理解し判断しているのかを聞き取りポイントをつけた。

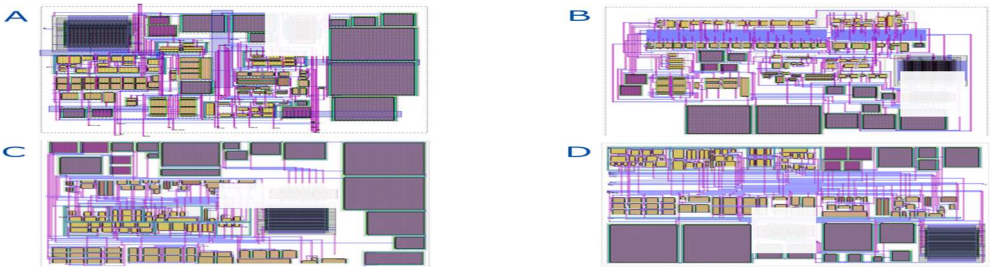

図 2.インタビューで使用したレイアウト(技術資産保護のため一部ぼかし処理済)

6. 検証結果

インタビューの結果、以下の通り業務歴と分析ワードの相関性が確認された。

	業務歴が10年以下のコメント	業務歴が11年以上のコメント
設計思想	理論を学び動作させる段階にいる。	全てにおいて論理性があるかを意識している。イメージで仕事をしていない。
	スペックを重視したい。	アナログ回路ではシミュレーション結果にたよらない。シミュレータは単なるツールであり論理的に考え次に経験上こうなるのではという判断(直感) を大切にしている。
	手堅く売れる製品を作りたい。	設計とは自分の脳と市場とのコネクションツールである。
	設計者としての適正がないのかと思うことが多々ある。	設計者同士でよく話し合うことが大事だ。そこからヒントが生まれる。
	独自性がある製品を作りたい。	全てを論理的に考えるとできないことも論理的に考えてしまうため最終的な判断は直感となる。
	アナログ半導体設計者になった経緯は仕事としてなくならないと思ったからである。	感覚でとらえられたから製品が出せた。理屈で考えたら出せない部分がある。
		前の製品をベースに5年後に作っても同じものはできない。 答えはひとつではない。
	−	新しい回路を思いつくとき、映像で浮かぶ。
		とにかくいろいろな回路にふれることが重要。そこから組み合せて独自の回路を生み出してきた。
		優れた設計とは最良の妥協点を見出すことである。
		複雑な回路からいかに回路をそぎ落とし簡単な回路で難しいことをやり遂げるかが重要である。
		ユーザーが使いやすい製品を目指している。結果、売れる製品となっている。
美しさについて	回路、レイアウト共に見た目の美しさについては感じるが機能や論理性からの美しさにつながるコメントはない。	回路：回路を描いている時からレイアウトの配置を意識している。信号の流れを考えシンプルな回路にこだわると結果的に美しくなる。 レイアウト：回路信号を理解した上でノイズなども考慮した配線の結果、美しいかを判断している。 限られたスペースに詰めて描いた時に特性をいかにだせるのかを考え配線のクロスなどを意識している。

表 1.インタビュー結果　(24 名のコメントより抜粋)

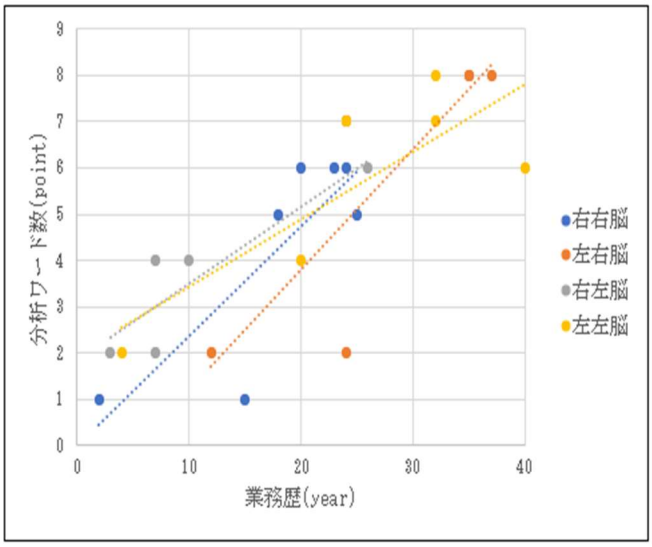

図 2.業務歴に対する分析ワード数

対象	R^2	相関係数	t値	p値
右右脳	0.68	0.82	3.23	0.023
左右脳	0.71	0.84	3.12	0.035
右左脳	0.79	0.89	1.66	0.045
左左脳	0.66	0.81	2.77	0.050

表 2.図 2 の分析結果

7. 結論

以上の検討により業務歴に対し分析ワードの相関性が確認され、匠に分類されるアナログ半導体設計者は左脳と右脳をバランスよく活用していることが確認された。また、10 年以下の設計者は、評価業務や全体回路のシミュレーションを実施する段階にあるため特に回路に関しては美しさを感じている人は少なく、20 年以上の設計者は多くの回路にふれ論理的に組み立て複雑さを最小限にすることの重要性を指摘し、解が一つにならないときは最良の妥協点を見出しており、機能を追及した結果美しい製品を生んでいることが分かった。

8. 考察

インタビューの結果から、アナログ半導体設計者が習熟するまでの過程は４つの段階に整理される。

ステップ①	作業的段階(評価業務や与えられた回路でこつこつと作業をこなす)
ステップ②	作業的思考から論理的思考に推移する段階(多くの回路にふれ論理的に理解する)
ステップ③	論理的思考とともに直感的思考がはたらいて前者を後者が補完(サポート)する段階
ステップ④	論理的思考と直感的思考が相互補完し統合的思考する段階

※ステップ③までが高度に習熟すると『匠』と呼ばれる。直感や創造性が必要なポイントである。
※③と④の違いは左脳右脳の相互作用により統合的思考ができること。
※ステップ④に達している人は分析ワード数も高く組織全体を意識し長い時間軸を念頭に置いた発言をする。また左左脳、左右脳の人にみられプロジェクトを支えるメンバーであった。

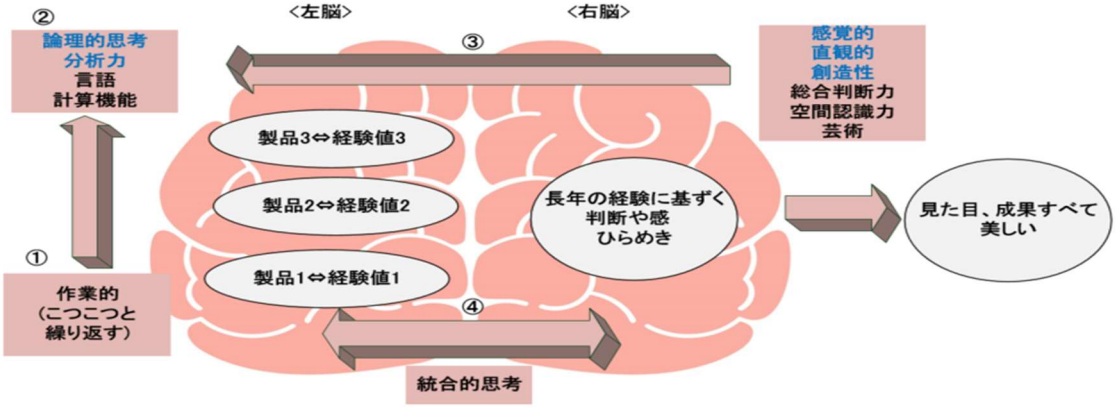

図 3.アナログ半導体設計者が統合的思考になるまでのイメージ図　(筆者作成)

半導体設計において、状態を受け渡しする順序回路であるデジタル設計に対しアナログ設計では連続的な時間軸の上で連続的な状態を取り扱いかつ帰還があることによって、周波数や位相の観点から理解がもとめられる。また時間的な信号伝達が周波数軸に変換されてみることのできる能力が必然となり②の段階では多くの回路だけでなく一流の美しい回路にふれ共感することが重要となる。次に②の段階で理論だけを積み重ねても優れた製品は生み出せず直感や創造性を働かせることで『匠』に到達する。さらにステップ④に到達することで設計者として優れるだけではなく、新たな価値の創造とその普遍化が可能となり組織全体の向上につながるリーダーとなる、と考えられる。

9. 貢献と課題

本研究は、競争力のあるアナログ半導体製品を生み出し続けるには何が必要かについて、伝統工芸の『匠』の技能習得過程における左右脳の活用に着想を得て個人や組織の左右脳のバランスなどからイノベーションが生まれるための優れたアナログ半導体設計の技術力人材の育成について検討した。

AI は私達の経験値の集合体となるだけで AI と協働する時代に必要とされる設計者は AI へ学習させる条件を取捨選択し AI が導き出した解から美しさを感じとることができる人材だと感じた。経験と知識を蓄積した熟練者と若手のチーム構成など、お互いが補える創造的なチームの提案をしていく。

＜参考文献＞

[1] 東京理科大学経営学研究科　伝統文化産業論講義　フィールドスタディー
・有職菓子御調進所 老松　和菓子職人　京菓子に学ぶ日本の伝統と文化、匠の技と魂
・宮大工と寺社の建築　先人の知恵と精神　寺社建築専門の宮大工　小川三夫
・越前和紙に学ぶ伝統の魂と技　越前和紙　人間国宝　九代　岩野市兵衛
・日本刀と日本刀の鍛錬日本美術刀剣保存協会無鑑査刀匠　吉原義人
[2] 内田和成,直感とビジネスモデル―行動変容に結びつかないイノベーションは自己満足に過ぎない―，日本マーケティング学会 マーケティングジャーナル 2022 年 41 巻 4 号 p. 6-17　(2022)
[3] 石津智大，神経美学,共立出版　(2019 年)
[4] Wang, T., Mo, L., Mo, C., Tan, L. H., Cant, J.S., Zhong, L., & Cupchik, G.(2014).Is moral beauty different from facial beauty? Evidence from an fMRI study. Social Cognitive and Affective Neuroscience,10(6),814-823
[5] 坂野登,利き脳論，勁草書房，(2017 年)
[6] Luria.A.R.1970 Traumatic aphasia. The Hague: Mouton.