



# Open source silicon ecosystem

New shuttles, PDK releases, and tools



Aaron Cunningham

[aacunningham@google.com](mailto:aacunningham@google.com)

“ We bring all the value of open source to Google and all the resources of Google to open source. ”

---

**Mission statement**

*Google Open Source*

# Google is Built With Open Platform / Open Source





**10%**

Full-time Alphabet employees contribute to open source

**75K**

Repositories acted on by Googlers

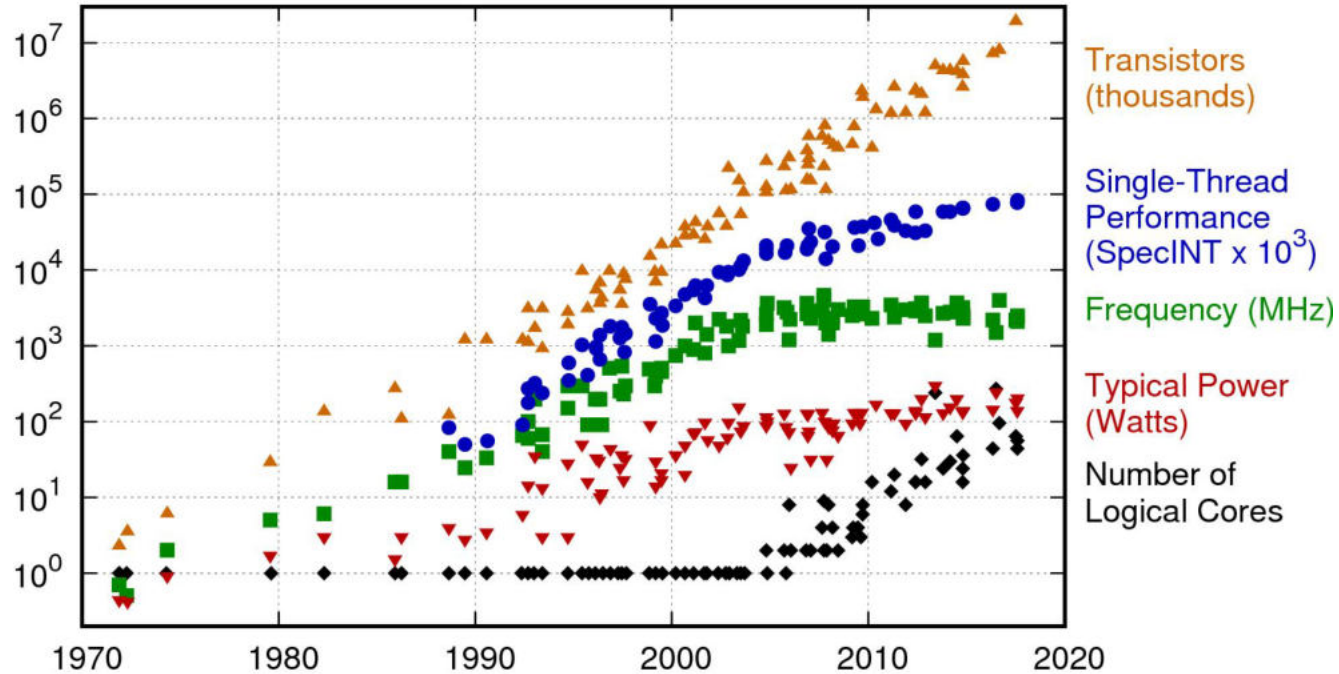
**10K+**

Google hosted repositories

**75%**

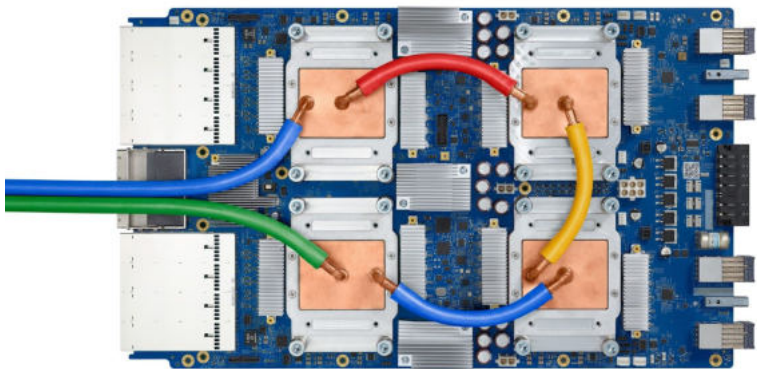
GitHub pull requests by Alphabet were outside of Google-managed organizations

# Moore's Law is slowing



Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten  
New plot and data collected for 2010-2017 by K. Rupp

# Shifting to ASICs

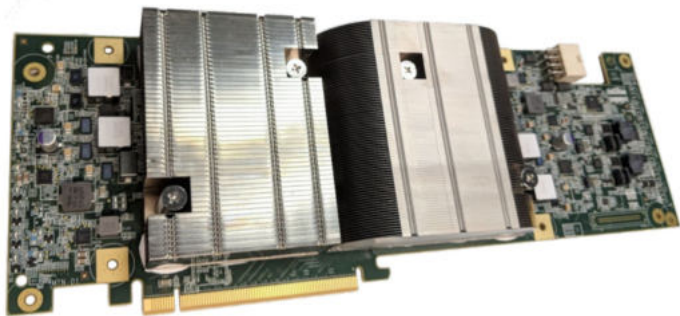


## Tensor Processing Unit

15-30x faster than  
conventional processors

30x-80x operations per watt

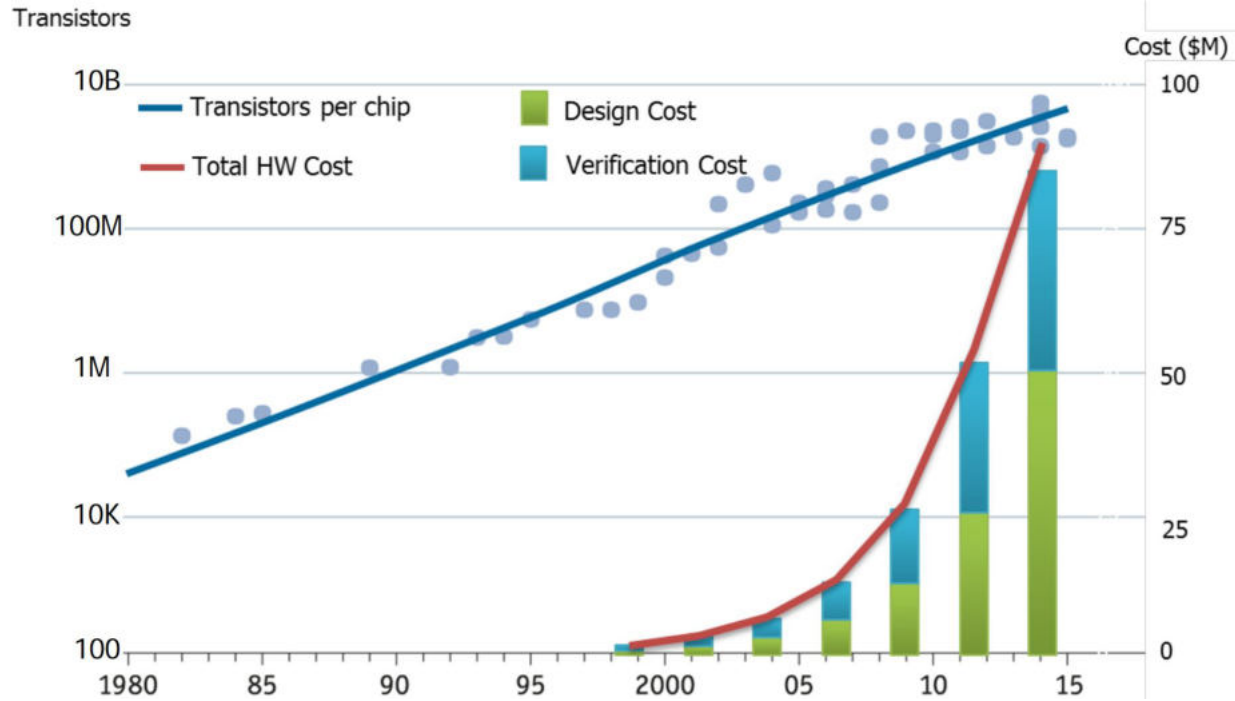
# Shifting to ASICs



## Video (Trans)Coding Unit

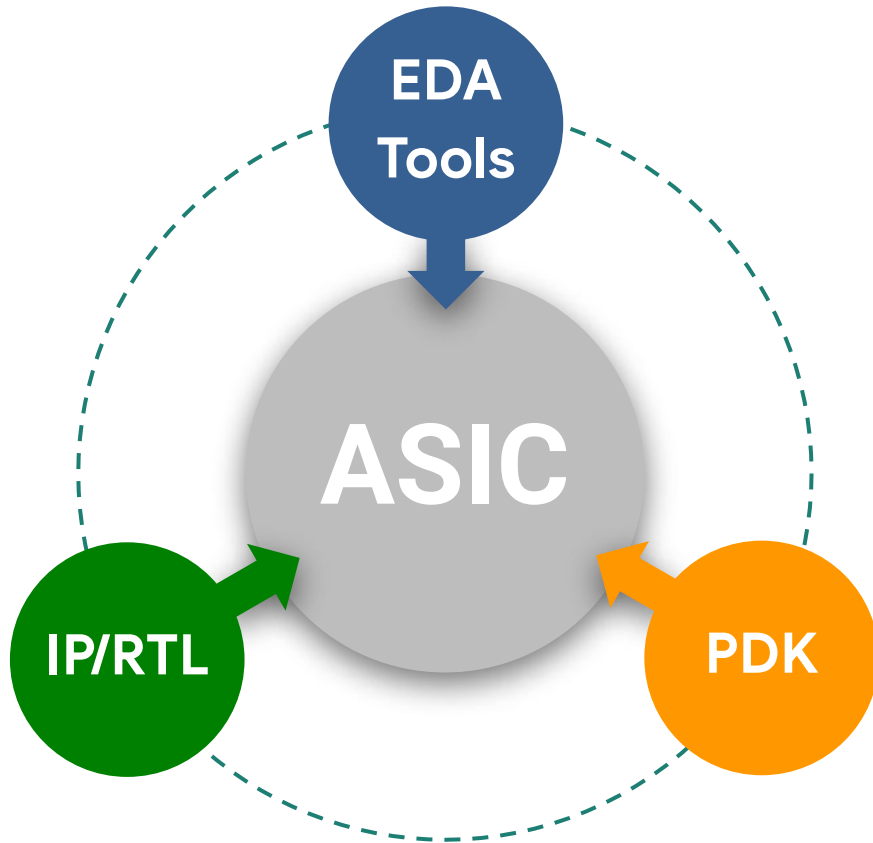
20–33x more efficient than conventional processors at encoding VP9 and H.264

# Design costs are increasing

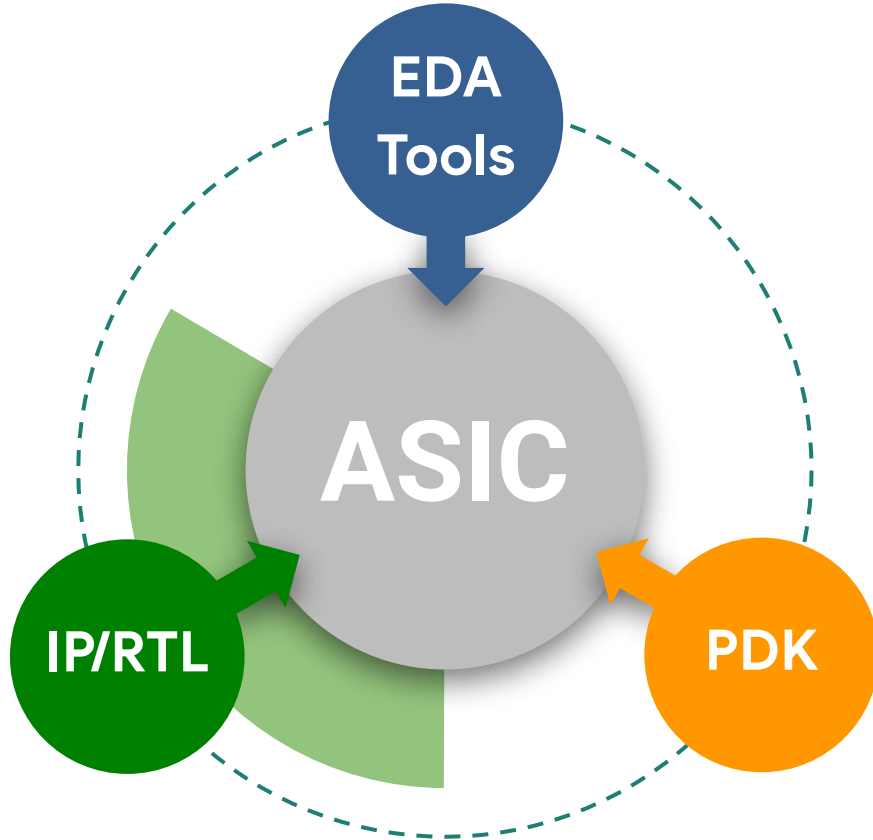




ASIC design has 3 parts



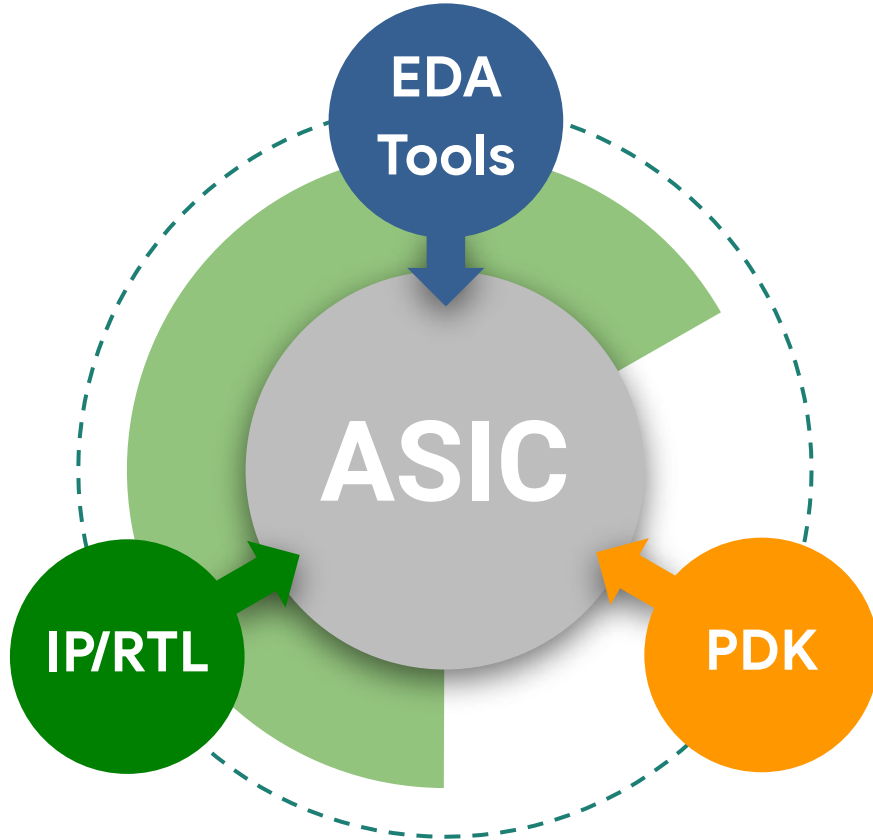
ASIC design has 3 parts



## IP/RTL

- OpenCores
- OpenRISC
- RISC-V

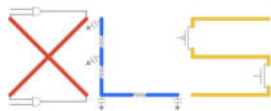
ASIC design has 3 parts



## EDA Tools

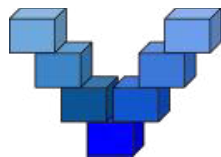
- OpenROAD
- klayout
- magic
- yosys
- Alliance / Coriolis
- Commercial Tools

# Google projects



## High Level Synthesis XLS

[github.com/google/xls](https://github.com/google/xls)



## System Verilog Tooling Verible

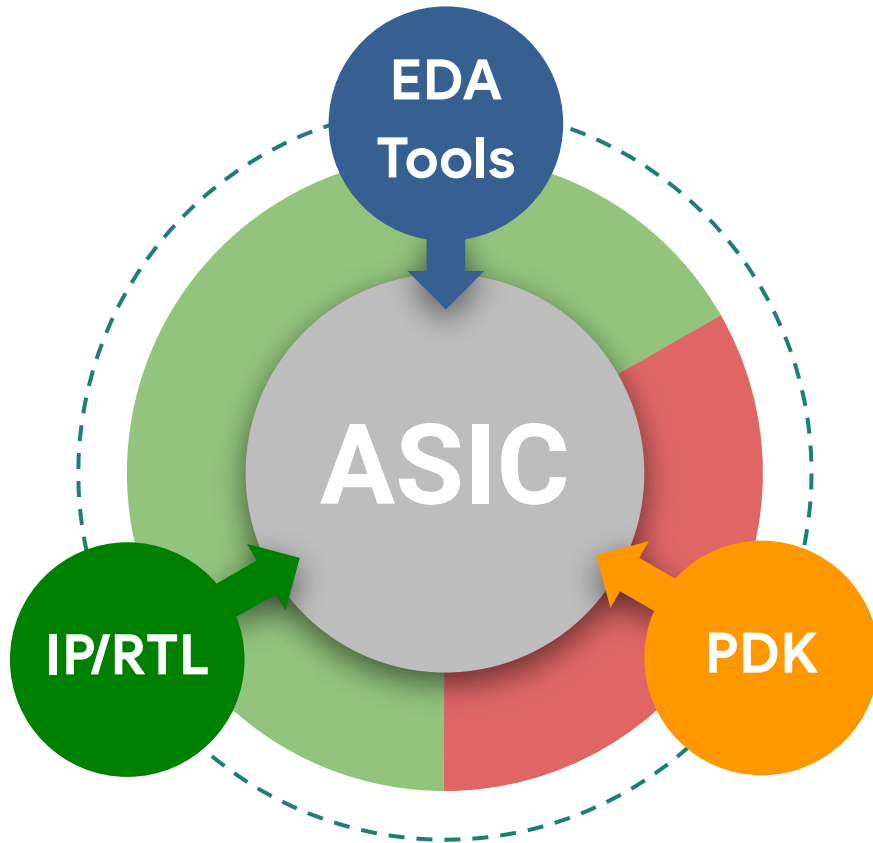
[github.com/chipsalliance/verible](https://github.com/chipsalliance/verible)



## Layout generator gdsfactory

[github.com/gdsfactory/gdsfactory](https://github.com/gdsfactory/gdsfactory)

ASIC design has 3 parts



**Accessible and  
Manufacturable  
PDKs**

- ???

*June 2020*



**Open source, manufacturable 130nm PDK  
No NDA required, just clone.**

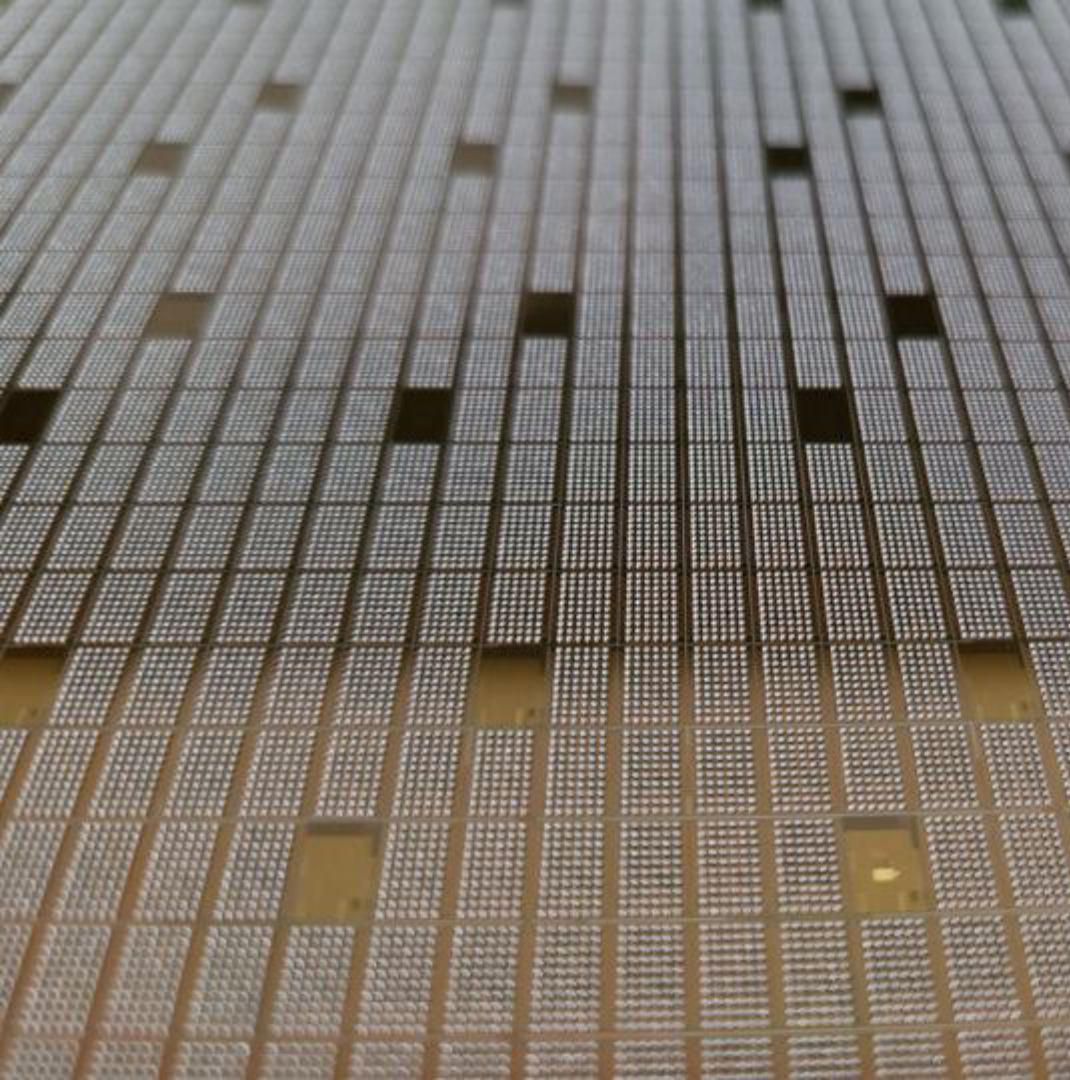
**[github.com/google/skywater-pdk](https://github.com/google/skywater-pdk)**

# Apache 2.0 License



THE  
**APACHE**™  
SOFTWARE FOUNDATION





# Open Source and Manufacturable



# Silicon Realization Program

**efabless**.com

**Google**

 skywater

**SKY130**

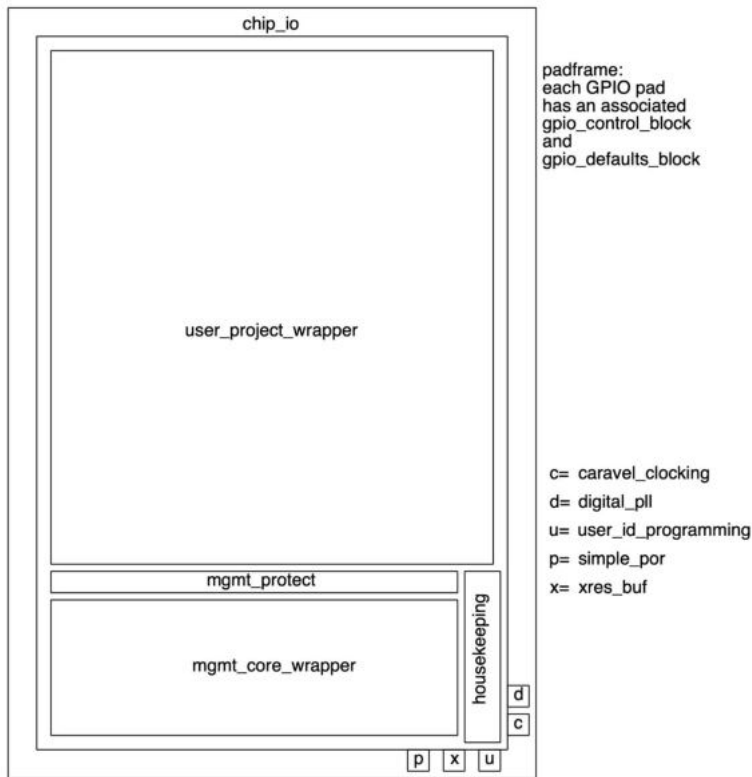
**“Open MPW Shuttle Program”**

is managed by efabless,

sponsored by Google and

manufactured by SkyWater.

# Silicon Realization Program



**No cost**

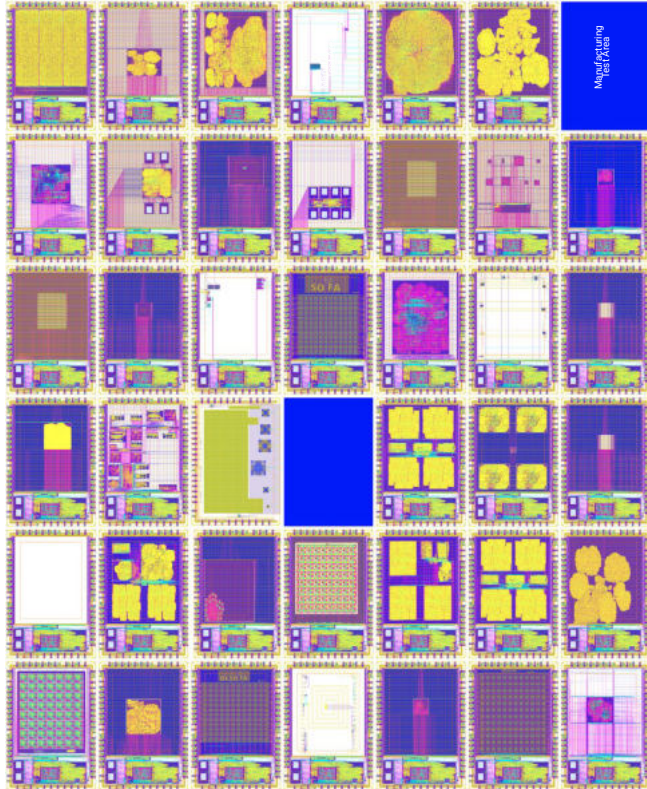
**Open source design**

**Reproducible**

**User Project Area**

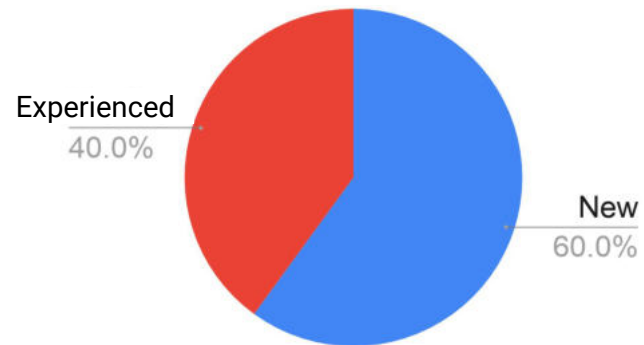
**RISC-V Management Area**

# MPW-ONE

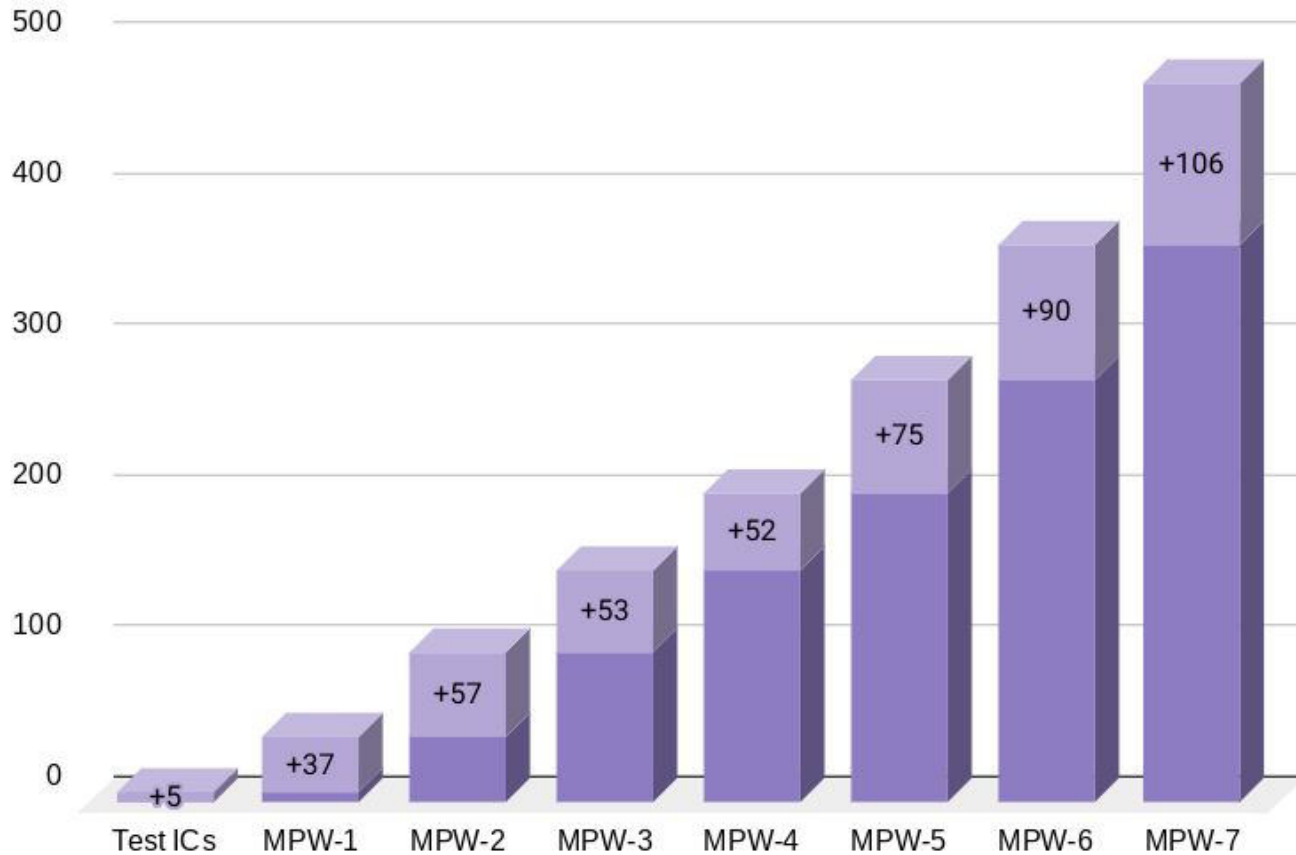


45 designs in 30 days

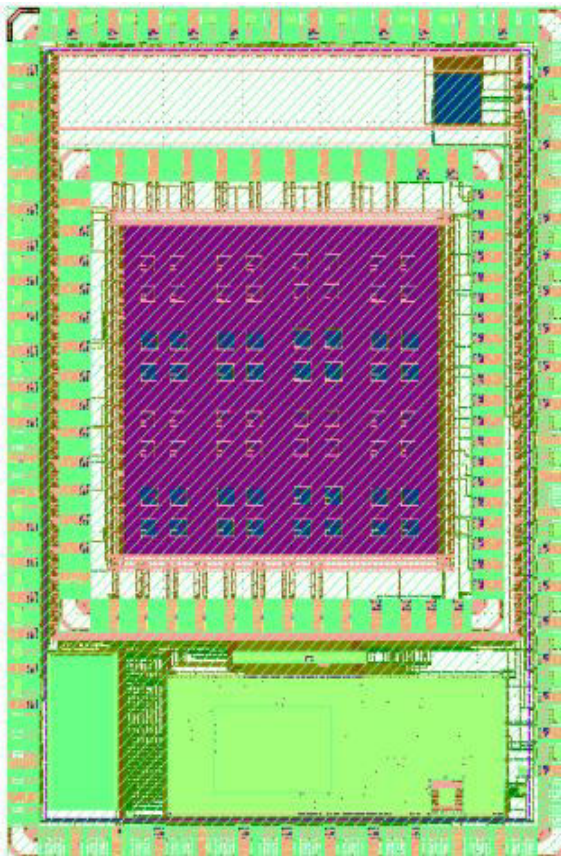
60% by **first time** designers



## Total number of Open MPW designs



# OpenFASoC



## Analog layout generator

Temperature sensors

LDO

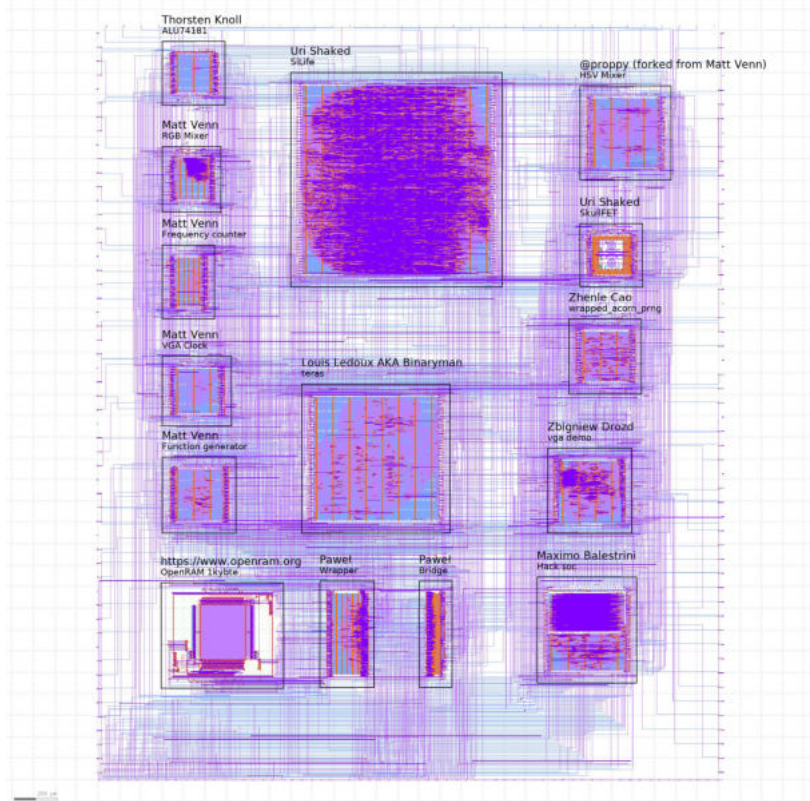
PLL

Generated programmatically

Portable (SKY130, GF12)

[github.com/idea-fasoc/OpenFASOC](https://github.com/idea-fasoc/OpenFASOC)

# Group submissions



up to **16** projects in **1** slot

MPW1: 8

MPW2: 9

MPW3: 16

MPW4: 13

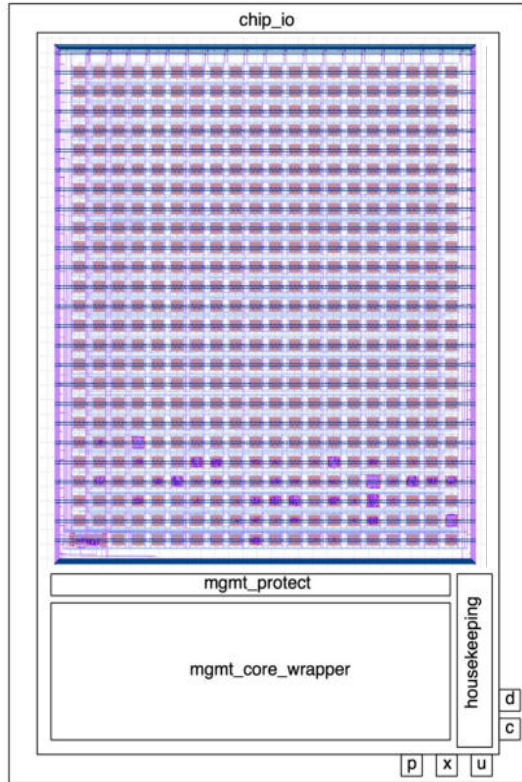
MPW5: 15

MPW6: 14

[zerotoasiccourse.com](https://zerotoasiccourse.com)

[github.com/mattvenn/multi\\_project\\_tools](https://github.com/mattvenn/multi_project_tools)

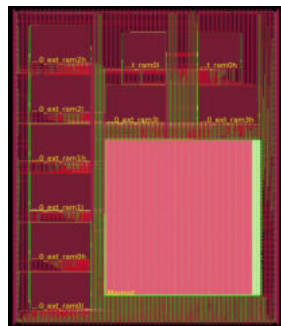
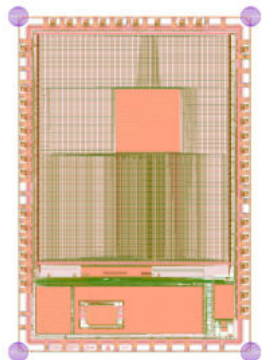
# TinyTapeout



**152** projects in 1 slot  
Submitted to MPW-7

[tinytapeout.com](https://tinytapeout.com)

# Japan Submissions



**MPW3: 1**

Jacaranda-8 (8-bit ISA)

**MPW5: 1**

PMU

**MPW6: 5**

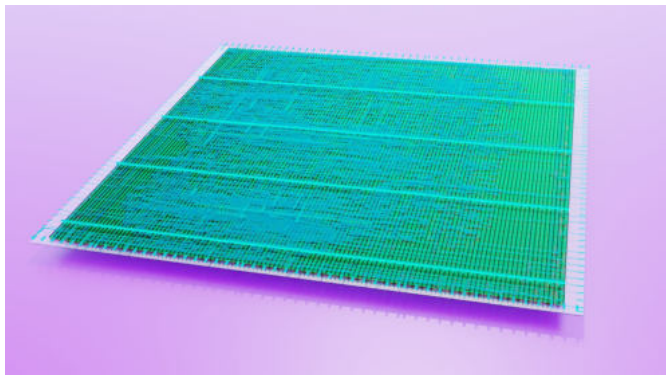
Marmot: Linux capable RISC-V SoC

NNgen ML accelerator

Ramen Timer

HP35 RTL clone

Color convertor





# Recent 2022 announcements

Google Developers  
Local blog for Japanese speaking developers

## Google とオープンなチップを開発する

2022年6月28日 火曜日

この記事は Johan Euphrasine による Google Open Source Blog の記事 *"Build Open Silicon with Google"* を元に翻訳・加筆したものです。詳しくは元記事をご覧ください。



Google ハードウェアツールチェーンチームは、開発者コミュニティの Open MPW シャトルプログラムへの参加をサポートするため、新しい開発者ポータル [developers.google.com/silicon](https://developers.google.com/silicon) を公開します。このプログラムでは、誰でもオープンソースの集積回路設計を提出でき、無償で製造してもらうことができます。

2020年11月、Skywater Technologies は、Google と連携して SKY130 プロセスノードのプロセスデザインキット (PDK) をオープンソース化したことを発表しました。それ以来、Google のハードウェアツールチェーンチームは、オープンチップ開発をすべての開発者にとって身近なものにする取り組みを続けています。オープンソースの製造可能な PDK にアクセスできることで、カスタムチップデザインに関連する業界や学界の現状が次のようになります。

- 設計者は NDA や使用制限から開放され、自由にプロジェクトを始めることができます
- 研究者の研究を他の研究者が再現できるようになる

- New developer portal:  
[developers.google.com/silicon](https://developers.google.com/silicon)

## 独自のシリコンを作成する

Google は SkyWater Technology Family による PDK と提携して、あらゆる開発者や製造可能なシリコンチップを開発できるように、誰でもオープンソースのプロセスデザインキット (PDK) と製造ツールを提供しています。

1 か月以内にオープンソースの設計を提出して Open MPW シャトルプログラムに参加し、無償で製造してもらうことができます。

### 始める

ユーザーのスキルセットに最も適した学習プログラムを選択します。

- プログラムに関心がある場合**  
過去60日間のプロジェクトをチェックして、アイデアを見よう。  
[最初のプロジェクトを開始する](#)
- シリコン設計が初めての場合**  
シリコン設計フローについて理解を深めます。  
[ハードウェアサンプルを学ぶ](#)
- 新しいプロジェクトを作成する**  
プロジェクトテンプレートを選択して、新しいデジタル設計を作成します。  
[デジタル PDK のオープンソーステンプレートを選択する](#)

<https://developers-jp.googleblog.com/2022/06/build-open-silicon.html>

# Recent 2022 announcements

The screenshot shows a Google Developers blog post. The header includes the Google Developers logo and the text 'Local blog for Japanese speaking developers'. The main title of the post is 'SkyWater と Google がオープンソース プログラムを新しい 90nm テクノロジーに拡張', dated '2022年8月22日月曜日'. The post text discusses the expansion of the open source program to 90nm technology, mentioning SkyWater Technology and Google's partnership. It states that Google is expanding its partnership with SkyWater Technology to support the 90nm FDSOI CMOS process technology. The post also mentions that Google is supporting the release of the SKY90-FD open source PDK to the community. A bar chart at the bottom shows the 'Total number of Open MPW designs' with a value of +90.

- New open source PDK: SkyWater Technology commercial 90nm FDSOI CMOS process

<https://developers-jp.googleblog.com/2022/08/skywater-google-90nm.html>

# Recent 2022 announcements



Google Developers  
Local blog for Japanese speaking developers

## GlobalFoundries が Google のオープンソース チップの取り組みに参加

2022年8月23日 火曜日

この記事は Johan Euphrosine、Ethan Mahintorabi による Google Open Source Blog の記事 "GlobalFoundries joins Google's open source silicon initiative" を元に翻訳・加筆したものです。詳しくは元記事をご覧ください。

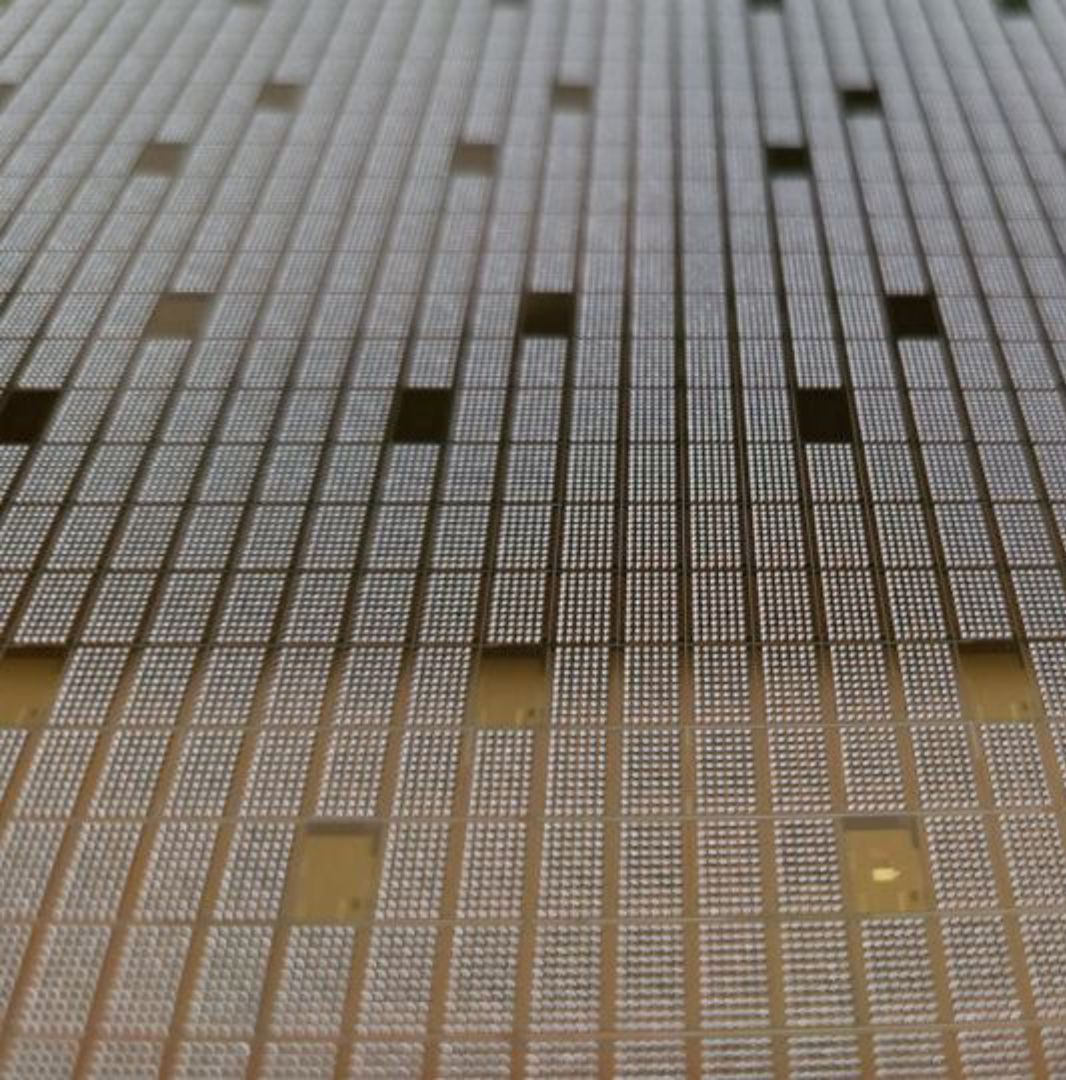


Google は、カスタムチップを開発するデベロッパーや企業のコミュニティを成長させ、オープンソースハードウェア関連のエコシステムを活性化するため、昨年より無料のオープンソースチップの設計と製造プログラムを拡大する計画に懸命に取り組んでいます。

今回、このプログラムの拡大と、GlobalFoundries とのパートナーシップについてお知らせします。私たちは合同で、GlobalFoundries 180MCU テクノロジープラットフォームのプロセスデザインキット (PDK) を Apache 2.0 ライセンスのもとで公開します。合わせて、Efabless プラットフォームでオープンソース設計の製造を行う無償チップ実現プログラムも公開します。このオープンソース PDK は、GF との継続的なパートナーシップから生まれた初めての成果です。GF には、テクノロジーと製造技術に関する膨大な広範な専門知識があります。それを土台として、半導体の開発と製造をより身近なものにし、イノベーションを推進するために、今後も共同作業を進めていきたいと考えています。

- New partnership and open source PDK:  
**GlobalFoundries 180MCU** technology platform
- Now in testing:  
[gf180mcu-pdk.rtfld.io](https://gf180mcu-pdk.rtfld.io)

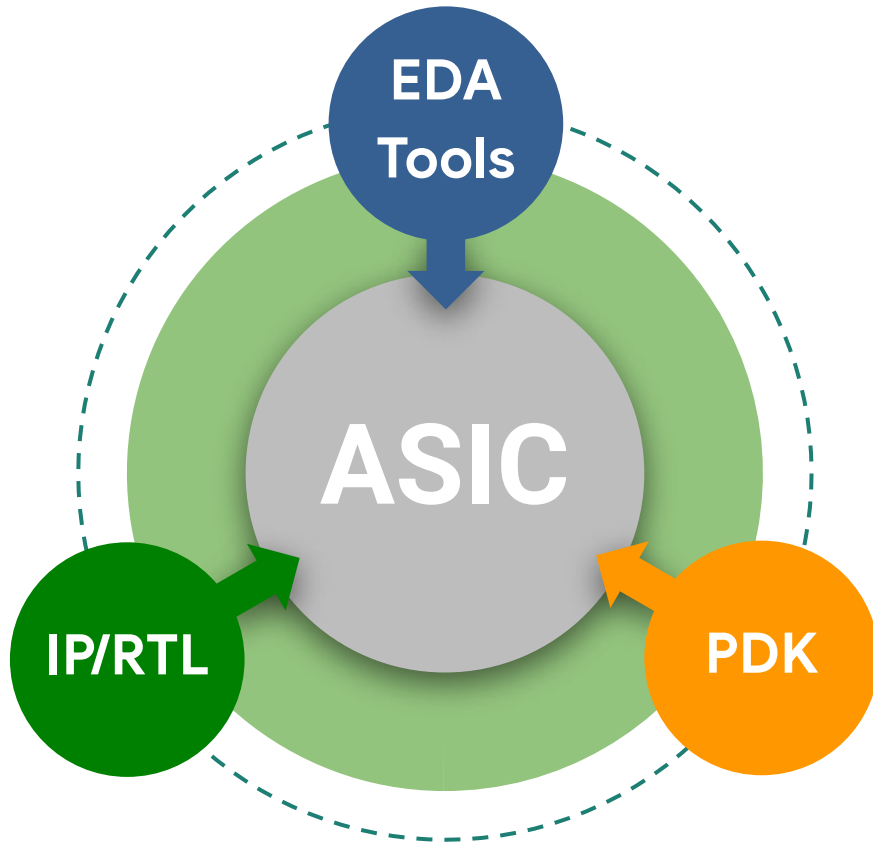
<https://developers-jp.googleblog.com/2022/08/globalfoundries-google.html>



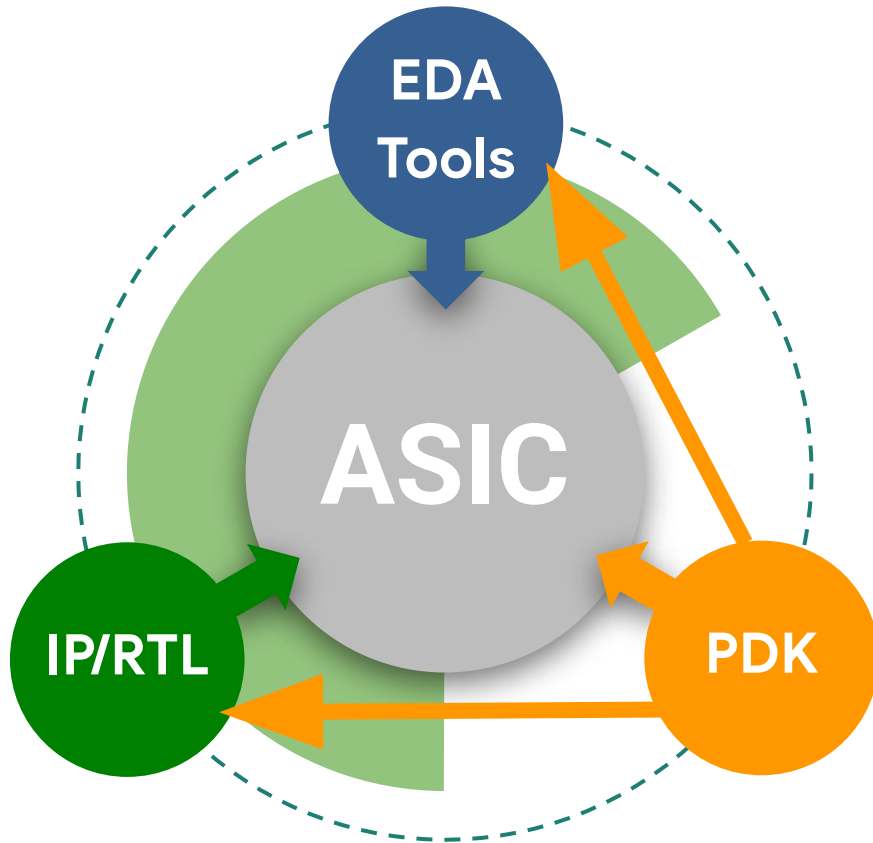
## “Mature” process technologies

- More technologically accessible
- Enables innovating using known techniques / well understood substrate
- Published on and used for many years and potentially by many customers over that time

# Ecosystem benefits



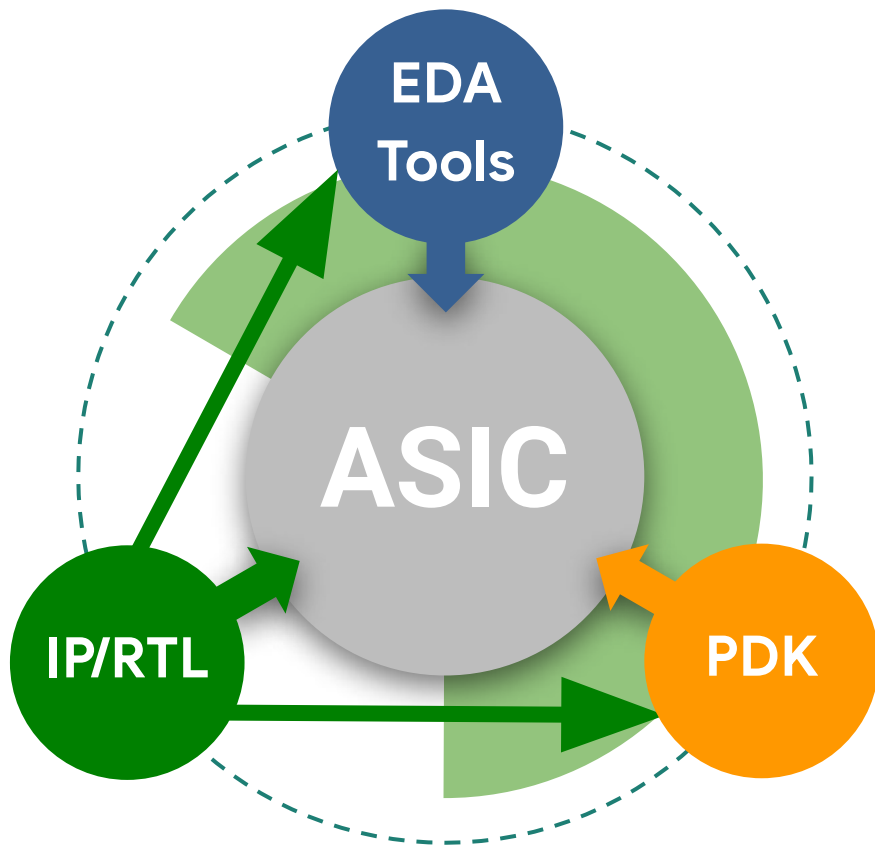
# Ecosystem benefits



## More PDKs enable

- Better designs
- Tool improvements
- More shuttles

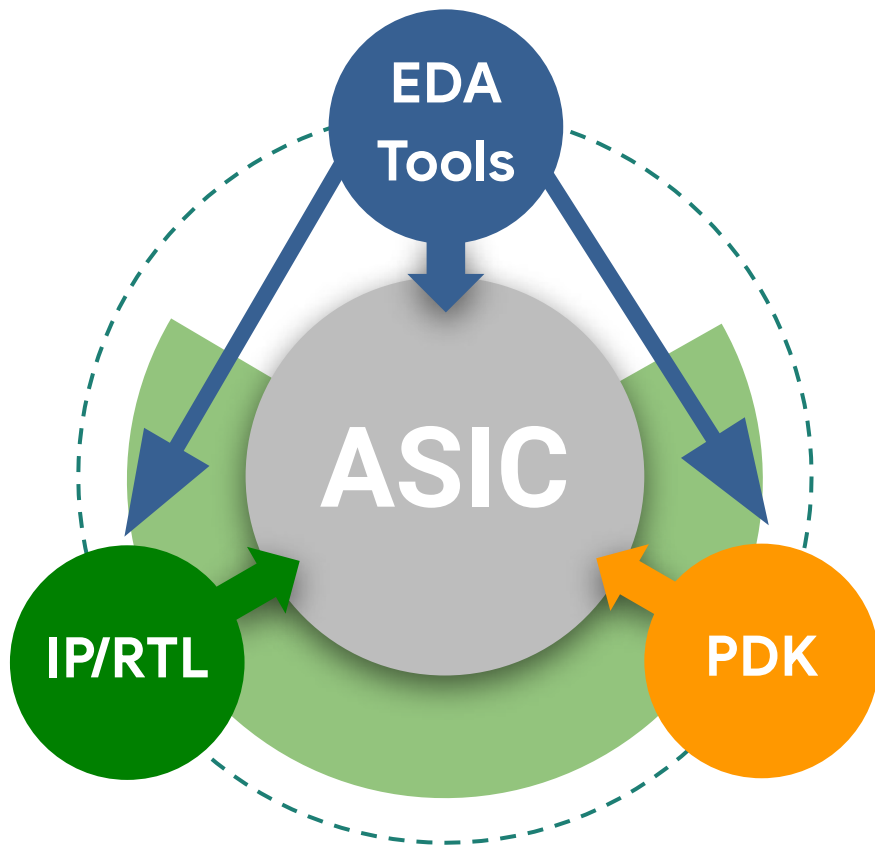
# Ecosystem benefits



## More designs enable:

- Finding PDK bugs
- Tool improvements
- More shuttles

# Ecosystem benefits



## Tool improvements enable:

- Better designs
- PDK portability
- Better shuttles



**Community**



Group submission



Open MPW shuttles



Private shuttles



Full wafer



**Industry**

# More information

Build Custom Silicon with Google

Make custom silicon easier to build for everyone, at scale, just like software.

ホーム ガイド

## 独自のシリコンを作成する

Google は SkyWater Technology Foundry および Efabless と提携して、あらゆるデベロッパーが製造可能なシリコンの設計を行えるように、完全なオープンソースのプロセス設計キット (PDK) と関連ツールを提供しています。

1 か月おきにオープンソースの設計を提出して Open MPW シャトル プログラムに参加し、料金を払って製造してもらうことができます。

### 始める

ユーザーのスキルセットに最も適した学習プログラムを選択します。

- 初心者**  
**プログラマーに心がある場合**  
過去のシャトルのプロジェクトをチェックして、アイデアを得ましょう。  
[既存のプロジェクトを閲覧する](#)
- 初心者**  
**シリコン設計が初めての場合**  
シリコン設計フローについて理解を深めます。  
[ノートブックサンプルを見る](#)
- 初心者**  
**新しいプロジェクトを作成する**  
プロジェクト テンプレートをフォークして、新しいデジタル設計を作成します。  
[デジタル プロジェクト テンプレートをフォークする](#)

[developers.google.com/silicon](https://developers.google.com/silicon)

Slack Community  
[open-source-silicon.dev](https://open-source-silicon.dev)