



2019 年 5 月 6 日

IEEE VLSI Test Symposium 2019 参加記

群馬大学大学院 電子情報部門 小林春夫

2019 年 4 月 23 日(火)-25 日(木) 米国カルフォルニア州モンテレイ(Monterey)で開催された VLSI Test Symposium (VTS) 2019 に参加した。現在 LSI テスト分野で International Test Conference (ITC) に次ぐ規模の国際会議になっている。産業界、大学両方からの論文発表がある。本会議では論文(regular paper)が 107 件投稿で例年よりもかなり多かった。Industrial Practice (IP)セッションでの産業界からの招待講演が多く、産業界寄りの学会である。米国西海岸ならではの先端技術情報が得られ、多くの人と知り合え、研究成果の効果的アピールをすることができる。

初日の基調講演ではざっくり 120 人前後の参加者があった。参加者の多くは、セッションの発表・聴講に加えて、同じ分野の技術者・研究者と情報交換をすることを重視している印象である。Intel, IBM が LSI テスト分野の国際会議を作り、この分野の技術を隆盛させてきたとの話を聞いたことがあるが、本年度はこの2社から General Chair, Program Chair が出ている。

● LSI テスト技術研究の動機

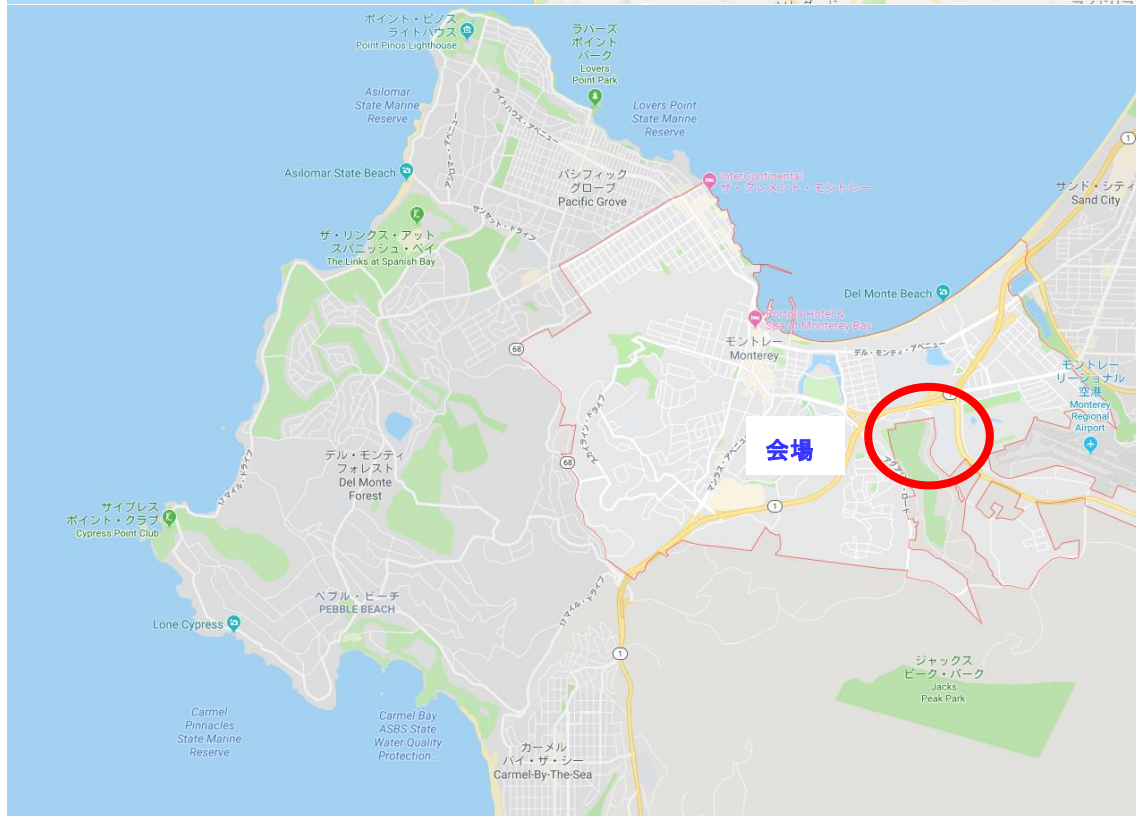
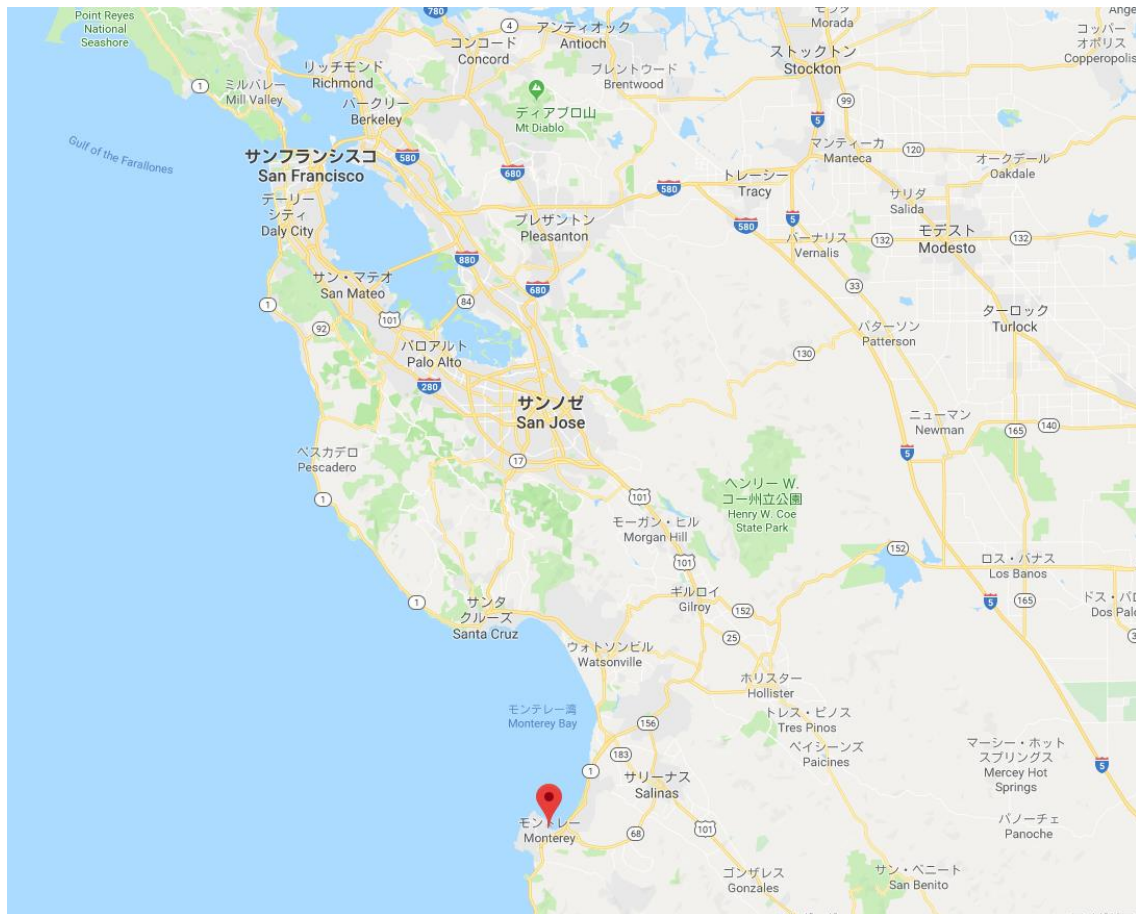
35 年前にもなろうが本田宗一郎氏の「自動車はブレーキがなければ エンジンが良くても走れない、高速に走るためにはブレーキが必要である」の主旨の話が今でも非常に印象に残っている。筆者にとって回路システム設計学会がエンジン、LSI テスト学会がブレーキをカバーしていると認識している。下記に別の表現で説明している。

<https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2018/AnalogWS20180413kobayashi.pdf>

● VTS2019 との関わり

筆者は Peter SARSON 氏(Dialog Semiconductor 社)から依頼され、Organizing Committee の一員になり Innovative Test Practices in Japan のセッションをオーガナイズした。アドバンテスト、ザインエレクトロニクス、ロームの各社にプレゼンテーションを依頼し、畠山一実先生に座長をお願いした。

また、Regular Session: Analog and Mixed Signal Test の座長を務めた。



● 日本からの参加者は 7 名

日本からの参加者は 気づいた範囲では筆者を含めて7名である。

佐藤賢央氏 (ローム)

源代裕治氏 (ザインエレクトロニクス)

浅田友輔氏 (アドバンテスト)

小寺悟司氏 (アドバンテスト)

畠山一実先生 (Evaluto/群馬大学)



東大の藤田昌宏先生も会場でお見掛けした。

● VTS2019 の学会委員会

初日に30人程度の学会委員が参加する夕食会が開催され、一人数分の自己紹介・意見を述べる機会があった。他の日本の VTS 参加者からここでどのような話があったのかと聞かれたので、以下に記す。

VTS2019 では論文投稿 107 件。例年は 60-70 件程度である。今年は非常に良い論文でも採択されていないものがある。どんな論文にも欠点はあるが、新規な面白いアイデアを評価すべきである、これらを救うような対策を考えるべきとの意見が多かった。「採択率が厳しいので良い学会である」と言うようなことはやめようとの意見も出ており、健全な考え方と思った。論文セレクションについての意見が多かった。

委員の方々は群馬大学の名前や私のことを良く知っていた。これは Peter SARSON 氏が群馬大で博士号を取得したことを周りに話していたからであろう。自己紹介の際に念のため私からも以下を説明した。

「SARSON 氏からこの学会の委員に招聘された。

同氏は日本の論文博士のシステムにより群馬大学から博士号を授与された。」
大学の博士課程に進学しなくても、研究業績が十分あれば博士号が得られるという論文博士のシステムは日本だけであるが、世界的に見ると特殊であるので縮小していく傾向にある。が、今回は有効に機能したと思う。

[https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2018/kiryu-diary\(Peter\)2018-12-10.pdf](https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2018/kiryu-diary(Peter)2018-12-10.pdf)

● 基調講演: IBM 研究所より 量子コンピュータについて

量子力学の話を聴くたびに 理解するためには「左脳」とともに「右脳」も必要であると思う。ニールス・ボーアは中国の陰陽道(太極図)を、量子力学の研究者の中にもインド哲学などの東洋思想に関心を持っている人もいるという話をきく。

世の中, 本質的に不確定・不確定である。

量子力学 不確定性原理・定理

物体の位置と運動量は同時に正確に測定できない, 確定できない

数学 ゲーデル不完全性定理

「この文章は偽である。」 自己矛盾

「この文章は真実である」 証明できない

社会学 アローの不可能性定理

● アナログ・ミクストシグナル ICテスト技術セッション

Session 1A : Regular Session Analog and Mixed-Signal

Moderator: Haruo Kobayashi (Gunma University)

- An Accurate and Efficient Method for Eliminating the Requirement of Coherent Sampling in Multi-Tone Test
Cheng Ban, Minshun Wu, Jiangtao Xu, Li Geng (Xi'an Jiaotong University), Degang Chen (Iowa State University)
- Machine Learning-based Noise Classification and Decomposition in RF Transceivers
Deepika Neethiraj, Constantinos Xanthopoulos, Kiruba Subramani (UT Dallas), Keith Schaub, Ira Leventhal (Advantest America, Inc.), Yiorgos Makris (UT Dallas)
- Online Millimeter Wave Phased Array Calibration Based on Channel Estimation
Thomas Moon, Junfeng Guan, Haitham Hassanieh (University of Illinois)

3つの論文・発表とも非常にレベルが高いという印象である。

AD変換器のテスト技術について、アイオワ州立大学の Degang Chen 先生グループとは LSI テスト学会の同じセッションでよく一緒する。

<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/article/EVENT/20141024/384800/?ST=edaonline>

<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/article/EVENT/20141028/385421/?ST=edaonline>

<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/article/NEWS/20101109/187254/?ST=health>

この分野で先方は実績がはるかに上なのにこちらのことを良く調べている。これでは勝てないと思い、帰国後先方の論文を精査している。

<https://www.ece.iastate.edu/profiles/randall-geiger-and-degang-chen/>

● 日本産業界の革新的ICテスト技術

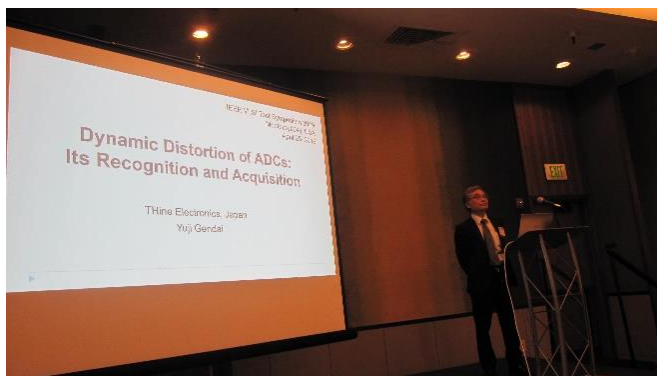
Session 9C: IP Session: Innovative Practices in Japan

Organizer: Haruo Kobayashi (Gunma University)

Moderator: Kazumi Hatayama (Gunma University / Evaluto)

Abstract: The IP session highlights three innovative test practices in Japan, which include DC parametric test time reduction using digital controlled DC resource and deep reconsideration for ADC distortion testing as well as test time reduction of low sampling rate and high resolution ADC linearity. These would be useful for automotive and IoT application device testing.

- **Dynamic Distortion of ADCs: Its Recognition and Acquisition**
Yuji Gendai (THine Electronics)
- **Techniques for Reducing DC Parametric Test Time Based on a Digitally Controlled DC Resource**
Yusuke Asada, Takahiko Shimizu (Advantest Corporation)
- **An FFT-based INL Prediction Methodology for Low Sampling Rate and High Resolution Analog-to-Digital Converter**
Keno Sato, Takashi Ishida, Toshiyuki Okamoto, Tamotsu Ichikawa (Rohm Semiconductor), Jiang-Lin Wei, Nene Kushita, Hirotaka Arai, Anna Kuwana, Takayuki Nakatani, Kazumi Hatayama, Haruo Kobayashi (Gunma University)



ザインエレクトロニクス 源代裕治氏の発表 : AD 変換器の評価に単一正弦波で有効ビットを求めるその問題点を指摘している。よく考えられていると思う。

(写真右は 司会の畠山一実先生)



アドバンテスト 浅田友輔氏の発表：
非常にわかりやすいプレゼンテーションであった。



ローム 佐藤賢央氏の発表：
ローム社と群馬大との $\Delta\Sigma$ AD変換器の線形性テスト技術の共同研究成果である。
方式・アルゴリズムを群馬大で検討し、ローム社が実測で検証している。

このIPセッション企画で、日本の当該分野の隆盛に少しでも貢献できればと思う。



VTS2019 会場

● China Test Conference(CTC) 2018 から 3 件の優秀論文が VTS2019 に招待発表

Session 3A – Regular Session: Best papers from the China Test Conference

Moderator: Xiaowei Li (ICT, Chinese Academy of Sciences)

- Leveraging Memory PUFs and PIM-based encryption to secure edge deep learning systems
Wen Li, Ying Wang, Huawei Li, Xiaowei Li (Institute of Computing Technology, CAS)
- Novel Application of Deep Learning for Adaptive Testing Based on Long Short-Term Memory
Tai Song, Huaguo Liang (Heifei University of Technology), Ying Sun (PingDingShan Industrial college of Technology), Zhengfeng Huang; Maoxiang Yi, Xiangsheng Fang (Heifei University of Technology), Aibin Yan (Anhui University)
- ZeroScreen: A Novel Structure for IC Reliability Screening at Time-Zero
Linting Yu, Xiaoxiao Wang (Beihang University)

China Test Conference (CTC)2018 は 8 月に中国哈爾濱市にて ITC Asia と同時開催し 300 人が参加. 今の日本ではこの分野でこれほどの規模の学会は開催できないとの指摘があった.

<https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2018/2018-8-21ITC-asia2018.pdf>

「もともと中国語で発表されたのを英語に書き直しての報告とのことだが、英語としての完成度も高く、元から英語で書かれたかのようなプレゼンだったのが印象に残った」(ザインエレクトロニクス 源代裕治氏)

● VTS2019 にAIをテストに関係づけた論文投稿多し

- LSI テスト分野の研究者はもともとコンピュータ関係の研究をしている人が多いのでAIアルゴリズムにはすぐ入れるようである(ので関係論文が多い)
- 今のAIには2つの問題があろう.

① アーサークラーク(Arthur Clark)の第1法則:

“高名で年配の科学者が可能であると言った場合. その主張はほぼ間違いない. また不可能であると言った場合には, その主張はまず間違っている.”

② 最近読んだ本のあとがきに次のことが書いてある.

“題名に「東大式」を頭につけてくれ. その方がよく売れる”と出版社から依頼された. これと同じように「人目を引くからAIの言葉を使っている場合もある」印象を受ける.

- 日本でも正規の学校教育でAIを教えるようになることが報じられている.

- 世界的に見れば米国と中国がAI研究に注力・投資し世界を大きくリードしている。
- 中国でのAIチップベンチャー Enflame 社, FinFET の ASIC で知られる米国西海岸の eSilicon 社からAIチップの発表や AI 関係のパネル討論が印象に残った。
- 私のところでは, AI冬の時代を経験したベテランの方に大学院講義を依頼した。
https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/analog-web/a_data/348analog.pdf
- 研究は「面白いと感じ自分が貢献できる・強味が発揮できそうなことが見つければ」取り組むくらいでよいと思っている。

● セキュリティ分野の論文投稿も多し

LSIテストは故障を検出する。セキュリティ技術ではLSI内のハードウェア・トロージャン(ハードウェア・ウィルス)を検出するという点で類似の技術であろう。軍事システムだけでなく、例えば選挙の際の票の電子集計システムでハードウェア・トロージャンが埋め込まれ・起動されて集票結果が外部から制御されてしまえば大きな問題になろう。

● アナログテストの標準化

車載用ICの高品質化のためのアナログテスト(アナログ故障モデル、アナログテストカバレッジ、アナログ欠陥故障テスト等)の標準化活動の報告がある。自分もこの問題を考えたことがあるが、発表では随所に自分の考えが及ばなかったところがあり、発表者はよく考えていると思った。

<https://standards.ieee.org/project/2427.html>

<https://standards.ieee.org/standard/1687-2014.html>

● Approximate Computer のテストの課題

100% 正しい答えを計算するのではなく近似値を計算出力すればよいという近似計算コンピュータではテストが難しくなる。正解を出力しない場合に、故障のためなのか近似計算のためなのかが判定が難しいということだろう。

一方 冗長システムの場合もテストが難しくなる。内部に故障があっても冗長性のためそれが隠されてしまい正解が出力されてしまうためである。フィールドでその冗長部分が故障した場合は、内部の故障が顕在化する。

少し分野が異なるが「在庫を持つ」というのは冗長性を持つことになり内部に問題があっても隠されてしまう。「在庫を持たない」ということは冗長性を持たないので問題が顕在化でき その問題を解決していく という解釈もできる。

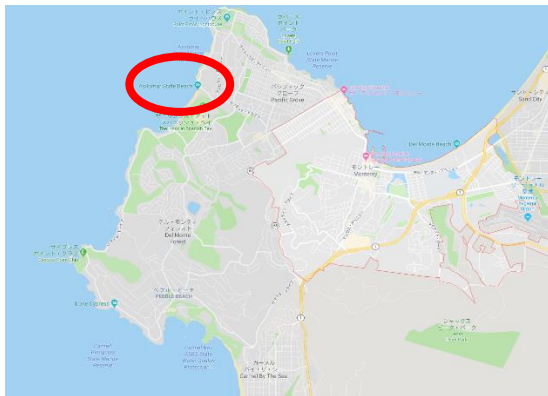
● 30 年前に最初の国際学会発表（UCLA 留学時代, Asilomar Conference）

筆者にとって下記は最初の国際学会発表であり、この地は思い出の地である。調べてみると電子的に下記の情報が残っており、この学会は現在も継続・発展している。当時の指導教員の Asad Abidi 先生は「開催場所の海岸(beach)が綺麗なのでここ数年この学会に参加している」と話をされていたのを思い出す。

H. Kobayashi ; J.L. White ; A.A. Abidi, “Gaussian Convolution Analog CMOS Network For 2D Images”, IEEE Twenty-Second Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Pacific Grove, CA (Nov. 1988)

<https://ieeexplore.ieee.org/document/754630>

<http://www.asilomarsscconf.org/>



日本では国内学会と国際学会が区別されるが、米国では区別がなく、全て国際学会である（「国内学会(domestic conference)」という考え方がないと思う）。これは言語が英語ということとともに自分たちが世界の中心という意識が潜在的にあるからであろう。

● モントレの風景は30年前と変わりがない

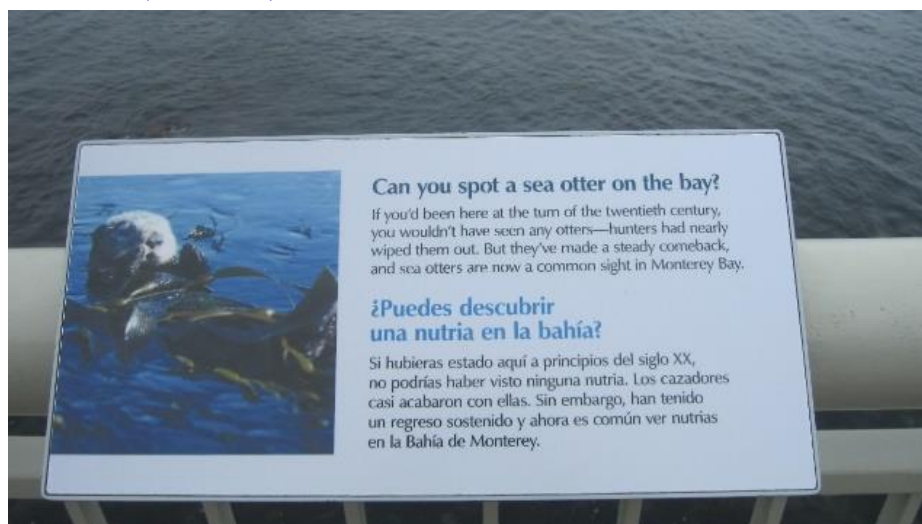




「変わらない」のはそれを守っているから とも思う



● 野生のラッコ (Sea Otter)





● モントレ水族館



● 17 マイルズドライブ (17 miles drive) 学会の Social Event で訪問





先に見える島の上には たくさんのカーメルアザラシがいる



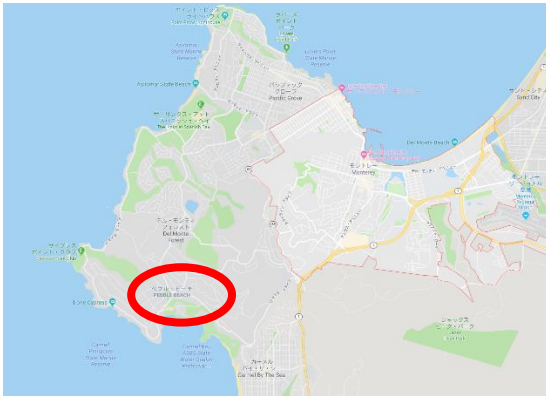
● モントレはスタインベックゆかりの地

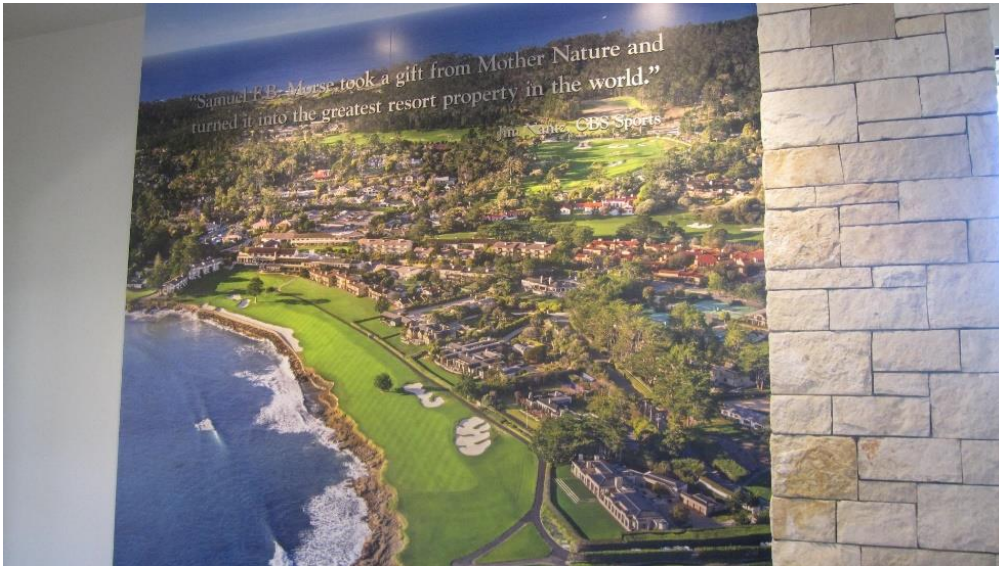
John Steinbeck (米国 1902-1968) 小説家, 従軍記者 1962 年ノーベル賞受賞





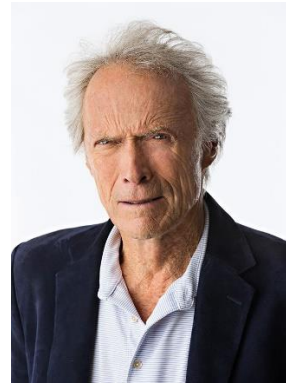
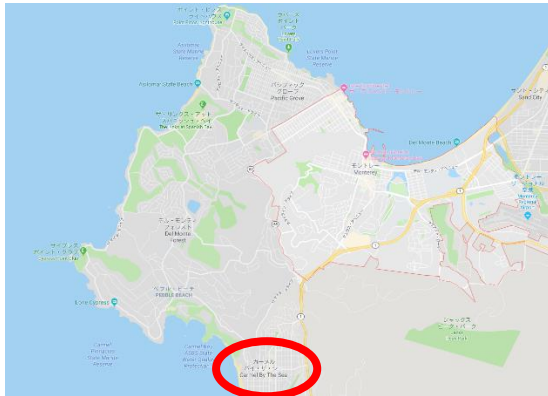
● ペブルビーチ (Pebble Beach) ゴルフ場は 100 周年 学会の Social Event で訪問





● カメルは芸術家の町 学会での Social Event で訪問

1988 年には 映画スターの クリント・イーストウッドが市長







● 米国でハリウッド映画俳優が政治家に

- クリント・イーストウッドがカーメル市長
- ロナルド・レーガン氏は ハリウッドの映画俳優.
俳優の組合組織化で政治的頭角を現し カルフォルニア州知事, そして大統領へ
学生時代の映画「Back to the Future」の一コマ
主人公(マーティ)がタイムマシンでレーガンが俳優時代の過去の時代へ.
その時代の人(ドク)「お前は未来から来たのか. その時代の大統領は誰だ」
マーティ「ロナルド・レーガンさ」
ドク「こいつ, いかれている」

<https://www.eiga-square.jp/title/backtothefuture/quotes/20>

- 映画俳優 アーノルド・シュワルツェネッガーもカルフォルニア州知事に

● 宿泊ホテル



● 山高ければ谷深し、谷深ければ山高し

ここ 2-3 年 半導体産業が活況である。日本では特に製造装置メーカーが空前の業績を上げている。Super Cycle の言葉も生まれる。学生への求人状況や、半導体メーカー、半導体商社の方々の話を聞き 何が起きているかと調べてみると、次の統計データに行き会う。

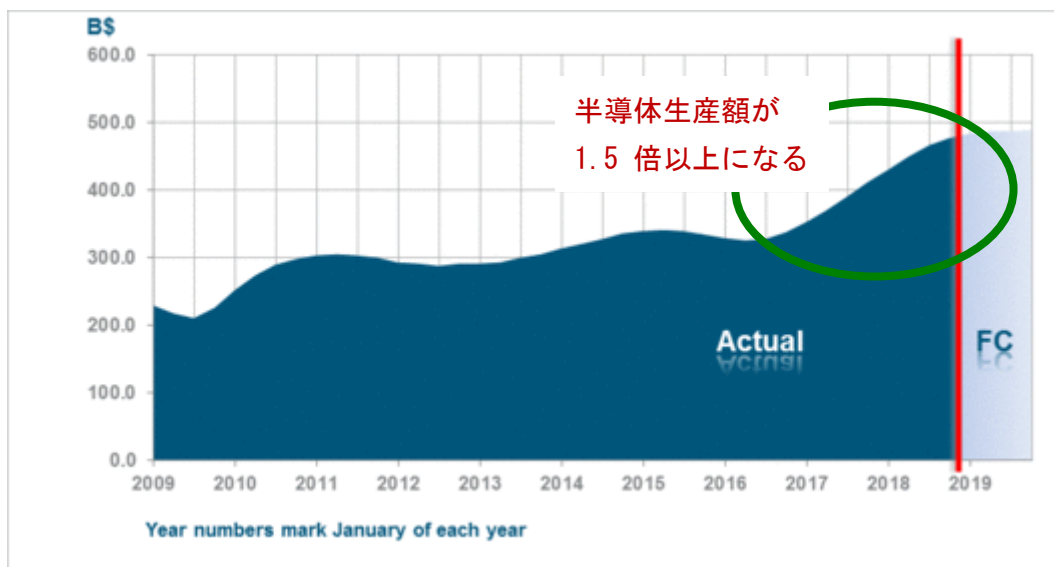
<https://www.wsts.org/> 2019 年 4 月 30 日アクセス



More Than 25 Years Authentic Market Monitoring by WSTS

WSTS is the world's authentic reference for semiconductor market data.

WSTS is committed to remaining the most respected source of market data and forecasts for the semiconductor industry. WSTS market data is unrivaled in regards to its frequency, accuracy, detail, and market coverage. Our forecasts are the only ones that leverage the collective experience of the industry's major players with the market intelligence of a large portion of the semiconductor industry. The diagram shows the worldwide semiconductor billings (US\$) per 12 months rolling average and the WSTS semiconductor forecast from the forecast meeting held in Scottsdale, USA, November 2018.



理由をいくつかの関連企業の方々にうかがうと次のことがわかる。
車載用IC、新規データセンター設立で膨大なIC消費されてきている。

経済紙ではこの活況は報じられているが、分野外の人たちは(場合によっては分野内の人も)このことをほとんど認識していないような感触である。

● 半導体(テスト)技術者検定のための教科書出版

VTs2019 に出発する前の 2019 年 4 月 19 日（金）に半導体（テスト）技術者検定 2 級のための下記テキストの出版記念パーティー（於 東京）に出席した。

<https://www.pdea.jp/>

- [1] 浅田邦博/一般社団法人パワーデバイス・イネーブリング協会（監修）
畠山一実，井上智生，井上美智子，岩崎一彦，温暁青，梶原誠司，小林春夫，
小松聡，佐藤康夫，志水勲，高橋寛（分担執筆）
「[はかる x わかる半導体 応用編](#)」日経BPコンサルティング（2019 年 4 月）
- [2] 浅田邦博/一般社団法人パワーデバイス・イネーブリング協会（監修）
松田順一，遠藤幸一，落合政司，佐藤伸二，西澤正人，松崎一夫，山本秀和
（分担執筆）「[はかる x わかる 半導体 パワーエレクトロニクス編](#)」
日経BPコンサルティング（2019 年 4 月）

この 2 冊はLSIテスト分野・パワエレ分野の大学教員・産業界の方々と執筆した。

その会場にての企業OBの方との次の話が印象に残る。

「米国西海岸のEDAベンダは提携しているスタートアップ企業にいち早くAIチップ設計ツールとその情報を提供している。日本にその情報入ってくるのは 1 年後である。」
米国での方が先端技術情報を得やすいとの話はよく聞く。先端技術ではかつて日本、
現在中国に追い上げられているが、米国はやはりエキサイティングである。
米国の国際学会・展示会に参加するのは有益であると改めて思った。

2019 年 6 月開催の Design Automation Conference (DAC, 於 米国ラスベガス)も
そうであろう(筆者は参加できないが)。

<https://www.dac.com/>

<http://www.mpassociates.com/events/eventdetails.aspx?id=268-58>

● 忙中閑有

国内・海外出張の際は，移動の際に本や論文を読んでおり，貴重な時間である。

往路ではセッションチェア(司会)をする3つの論文を読んでいた。

論文原稿とともに査読者コメントが有効であった。

また，オーガナイズしたセッションの 3 つの発表スライドを理解しようとしていた。

復路では日系の航空機の中で連続ドラマ“下町ロケット”(2018 年版)を全編見ている。
ドラマとして脚色しているところもあるが，良く調べていると感じた。

● Do what people don't do. Go where people don't go.

「人のやらないことをやれ」ということがよく言われる。日本の大学の研究グループではアナログ/アナログデジタル混載ICのテスト技術の研究をおこなっているところは非常に少ない。

「人のやらないことをやる」と充実感・達成感を得られるということを実感しつつある。

● 日本的品質

海外の人と接すると、日本の工業製品が高品質であるということに加えて、日本人は「礼儀正しい」「丁寧・几帳面」「勤勉・真面目」「やさしい」と認識されていることが多いと感じる。日本が世界で戦っていくために、また日本への留学生が学ぶべきことは「日本的高品質」であると思う。

また機会があれば“Japanese Quality of Integrated Circuits”のような主旨の企画をしたいと思う。

● 最後に

出張期間中の4月22,23日の筆者の講義の代講を桑名杏奈先生、中谷隆之先生にお願いし、群馬大学アナログ集積回路研究会の公開講演会として外部にも公開した。受講学生に加えて、教職員、他学年の学生、および外部からの出席者も加えて両講演会(講義)とも80-90名程度の出席者があり、こちらでも成果があったとの報告を受けた。

https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2019/20190422-23_Analog-report.pdf

<https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/analog-web/analogworkshop.html>

● 関連情報

関係 HP

http://tttc-vts.org/public_html/new/2019/home/

関係ファイル

<https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/warehouse/VTSReport20170427am8.pdf>

<http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/lecture/2017-7-25hatayama.pdf>

http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/analog-web/a_data/332-1analog.pdf

<https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2018/2018-7-30hatayama.pdf>

<https://kobaweb.ei.st.gunma-u.ac.jp/news/pdf/2018/2018-7-30hatayama-report.pdf>