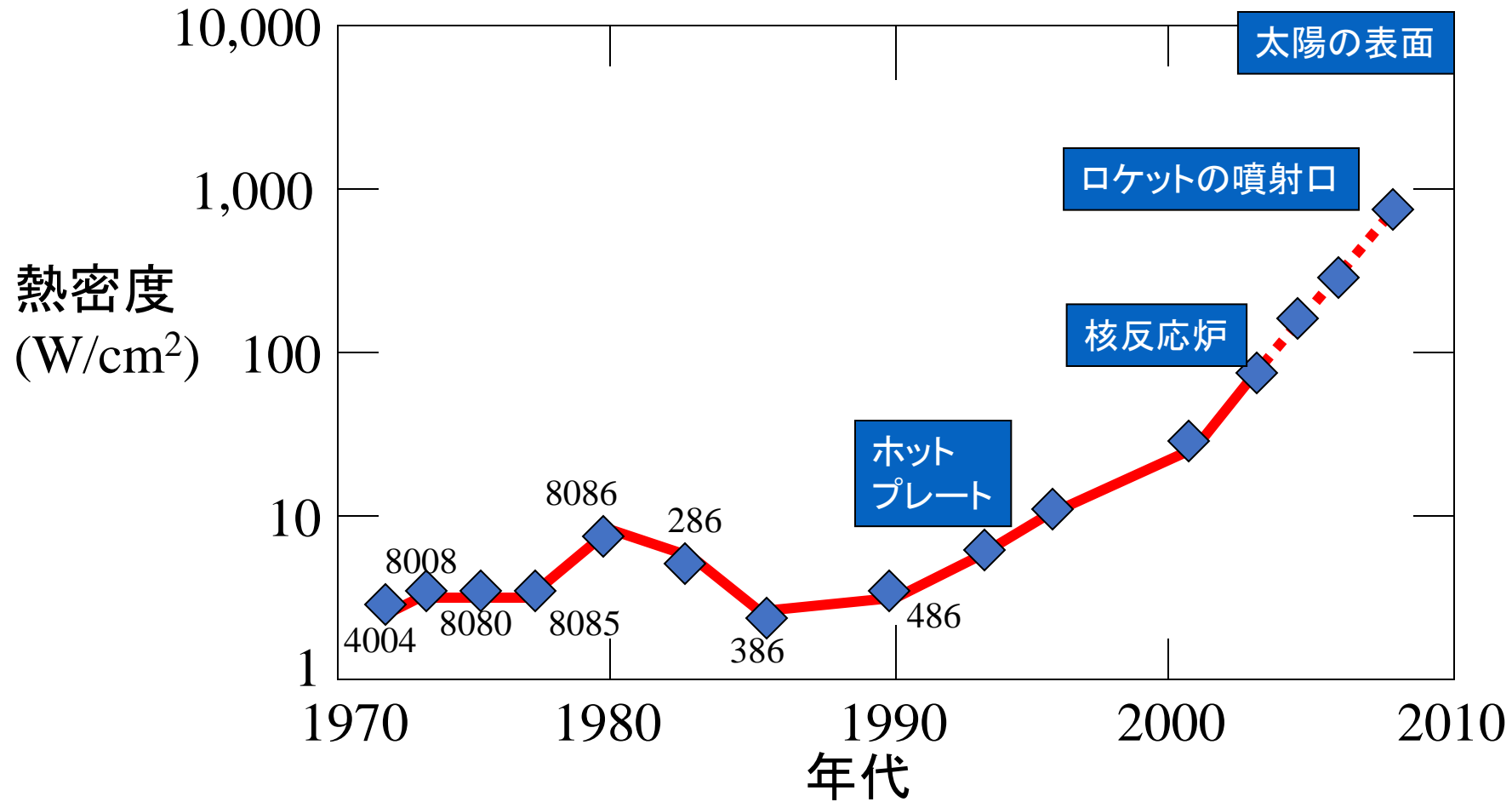
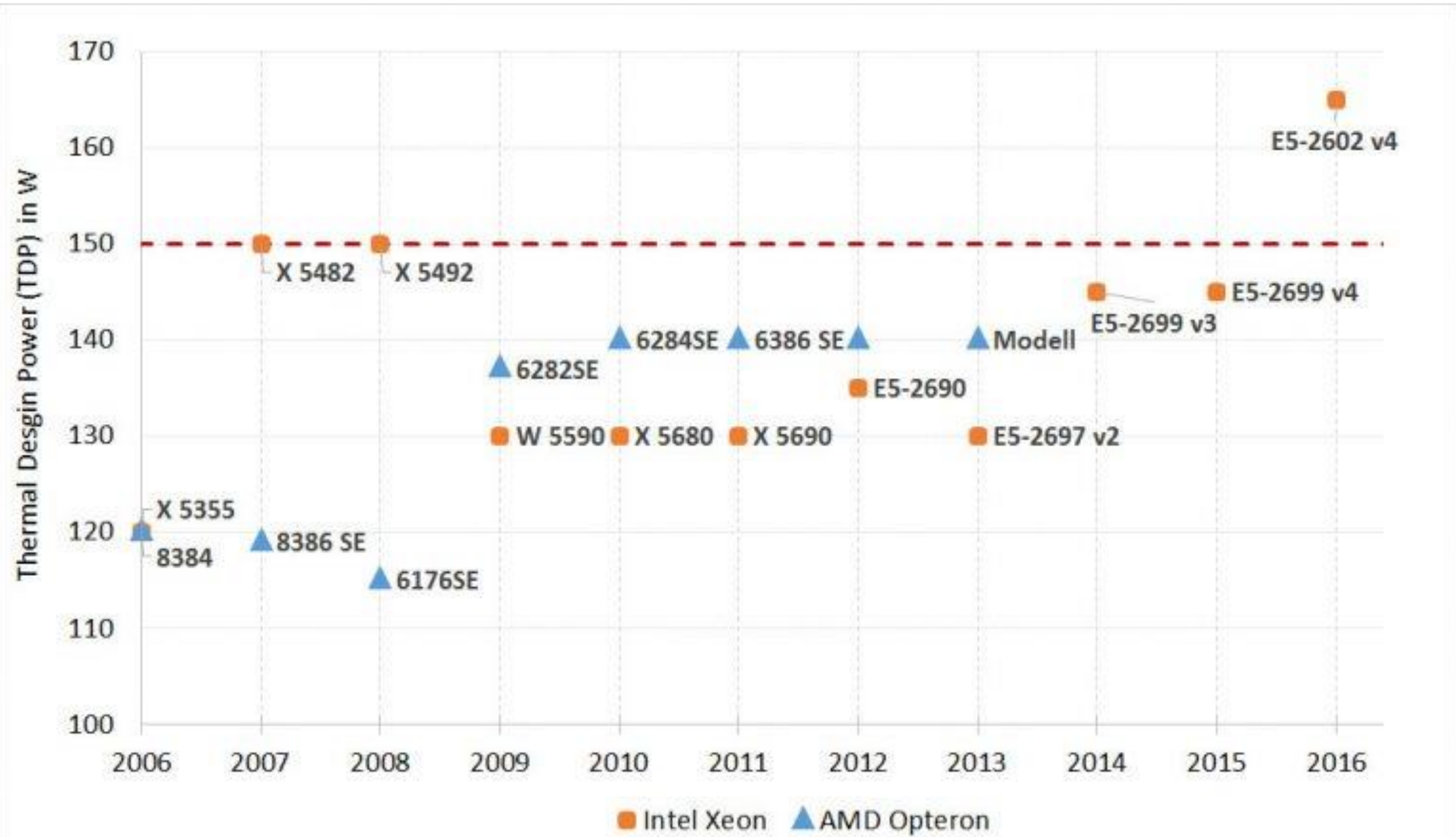


Questions 6月20日(木)

1. オンプレからGoogle Appsに移行することで85%もの省エネ効果があるというのは驚きだった。
2. 今までPythonについて便利で素晴らしい言語だという認識しかなかったが、メモリなどの視点で見ると必ずしもそうでないことがわかりとても興味深かった。
3. 環境問題に対する対策として、googleやBMWなどではコンピューティングシステムをよりeco-friendlyな立地に分散させているということに驚いた。Googleのポリシーについては、夜の時間帯、北の地域、再エネの近くの場所、需給のバランス安定に協力できそうな場所ということであった。私としては後2つについては納得できたが、前半の2個に関してはどちらも温度が低い場所を利用するという考え方であるため、環境に優しいか否かで考えるとこれらはzero-sum gameになりそうに見え、疑問に思った。  
→ 熱移動・変換の効率は、温度差が大きい方が良くなるよね？ 必要な総エネルギー量は減少することになる。
4. データセンターが数百MWも消費しているというのは驚きだった。また、データセンターというと電力消費が多いというイメージが強く、熱をどう逃すかという問題について考えたのは初めてでした。

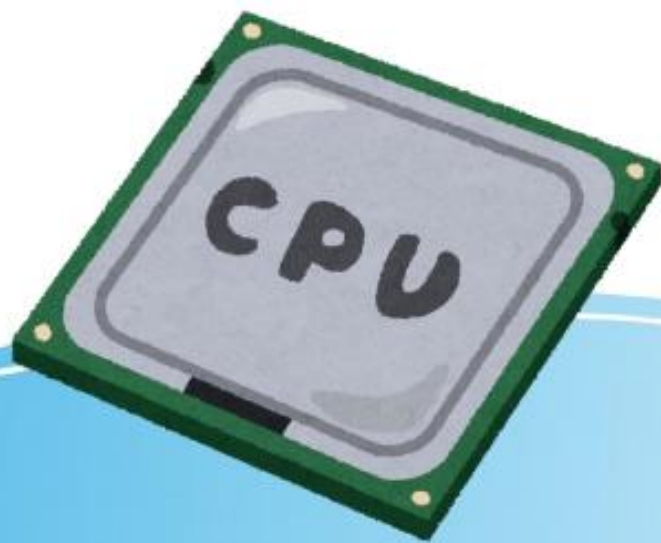
# CPUの熱密度の推移





# もし太陽のコアが Intel Coreだったら

KMC-ID:kazakami



# 太陽

- 皆さんご存知太陽
- 核融合によって膨大なエネルギー( $3.8 \times 10^{26} \text{W}$ )を生産している
- その反応のほとんどは半径10万キロメートルのコアで起きている
- コアの体積当りの発生エネルギーは平均  $91 \text{W/m}^3$  と実は少ない



# Intel Core プロセッサ

- 皆さんご存知Intel Core プロセッサ
- Intelが2006年から発売しているプロセッサのブランド名
- Core → Core 2 → Core i と変遷していて現在Core iの第8世代



# Core i7 8700Kの熱密度

- 最新の製品であるCore i7 8700KではTDPが95Wに達する
  - TDP...最大消費電力みたいなもの
- Core i7 8700Kのダイの面積は150mm<sup>2</sup>らしい
  - ダイ...本体みたいなもの
- 厚みはよくわからんけど1mmくらいでは
- 体積150mm<sup>3</sup>で95Wなので熱密度は $6.3 \times 10^8 \text{W/m}^3$
- なんと太陽のコアの平均値の700万倍ほど!!!





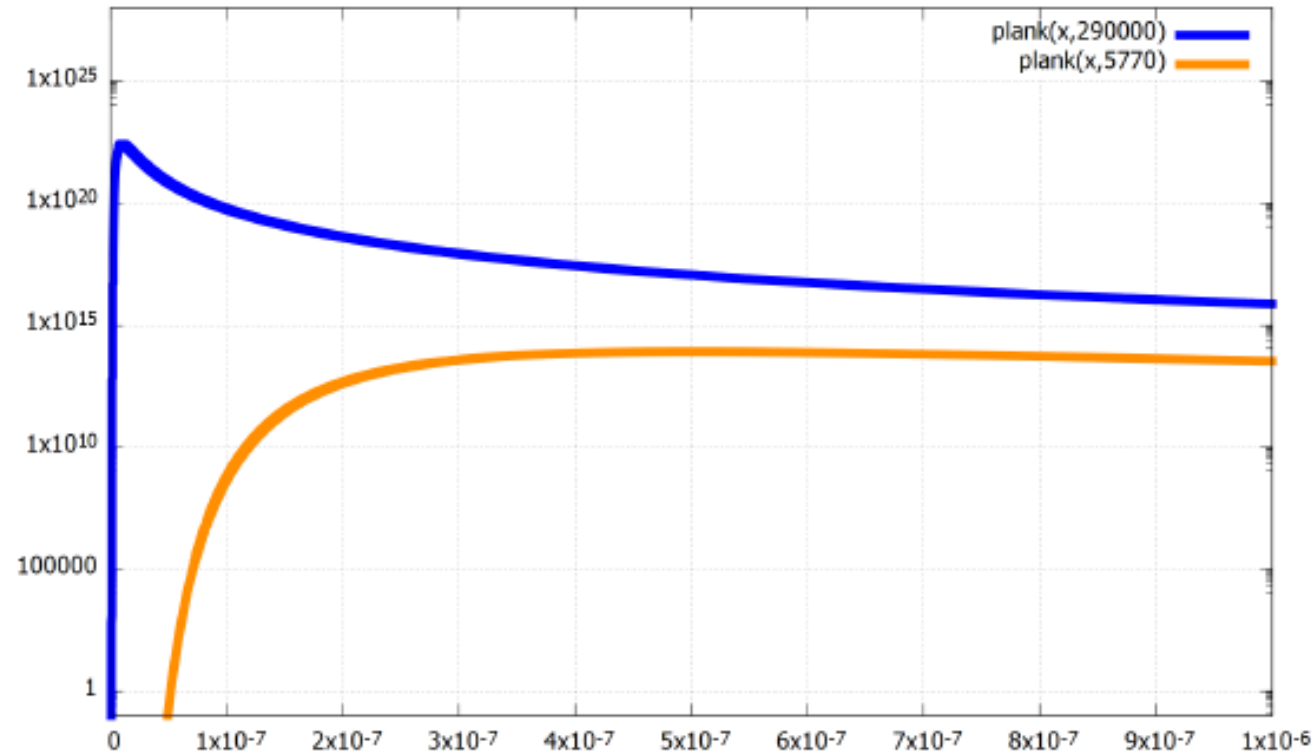
# 太陽のコアがIntel Coreなら

- もし太陽のコアがCore i7 8700Kと同程度の熱密度なら
  - 半径10万kmで熱密度 $6.3 \times 10^8 \text{W/m}^3$ の球体の総発熱量は $2.6 \times 10^{33} \text{W}$
  - 2600天文単位の距離を公転すれば太陽から受ける面積当たりのエネルギーは現在の地球と同じになる
    - 公転周期は13万年
  - 表面温度は2900000K
    - 大きさは変わらず、黒体輻射でのみエネルギーを放出すると仮定
    - 温度の4乗でエネルギーを放射するのであまり上がらない

OLE

# 290000Kの輝き

- 290000K(青)と現実の温度5770K(橙)のスペクトル分布の比較
- 可視光領域では100~10000倍のエネルギー差がある
- ピーク波長は10nmで、これは紫外線とX線の境界



X線

紫外線

可視光線

赤外線

# まとめ

- 太陽のコアの熱密度は大したことない
  - 体積で稼いでる
- CPUの熱密度やばい
- 太陽のコアがCPU並の熱密度だとかなりヤバイ
- 290000Kは最早輝きの向こう側

焼き肉



目玉焼き



## 自己紹介

- KMC\_ID:kazakami
- KMCでの活動：root、麻雀、ポドゲ、飛ぶことは救いではない
- 趣味：狐
- <https://よさ.jp>
- MinecraftでFPGA
- ゲームエンジン作りたい...
  - 進捗〜



パソコンのCPUで焼肉を試してみた。

# 消費電力低減に向けた取り組み

## <小型化>

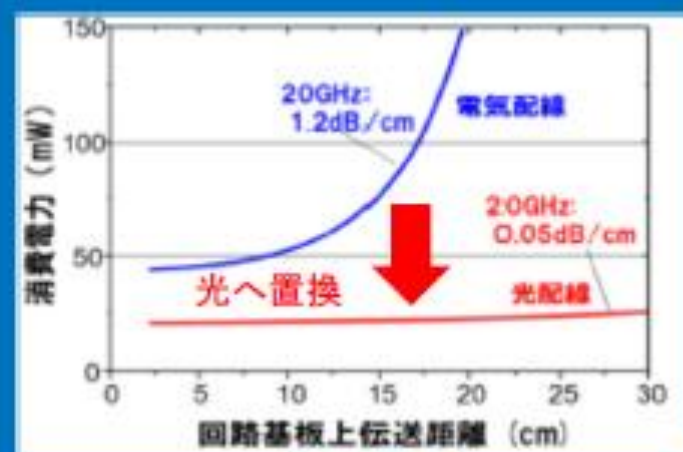
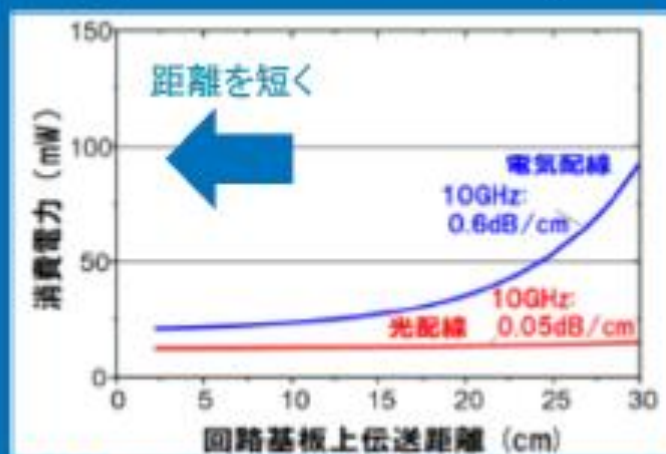
部品を小さくして、電気配線の長さを短くする

## <光配線>

電気と光の変換電力を下げて、電気配線を光配線に置き換える

### 配線における消費電力の要因

	長さ	信号の速さ(周波数)	電子部品との接続
電気配線	長さに比例して増加	周波数が上がると増加	関係なし
光配線	長さに比例して増加	関係なし	電気と光の変換が必要



駆動回路の動作周波数 10GHz

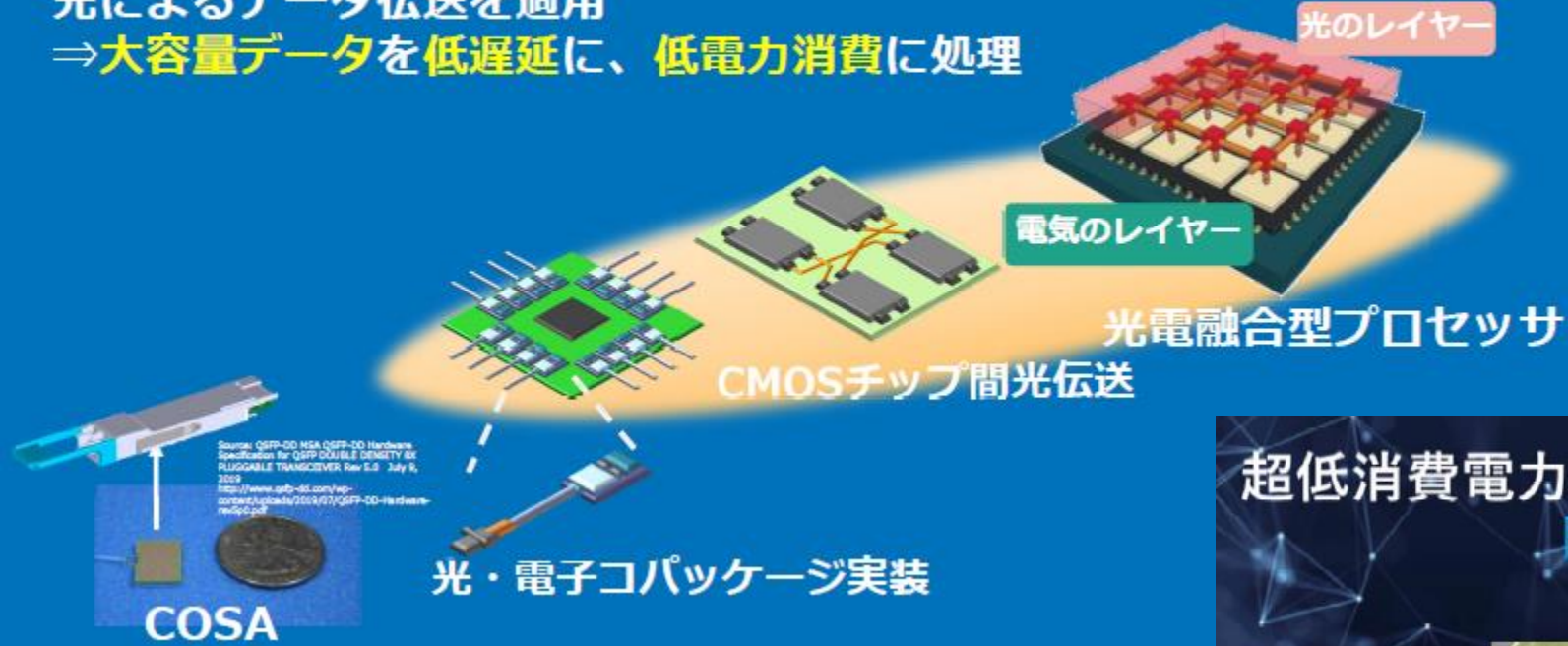
20GHz

# 光電融合デバイスの進化



装置のI/Oだけでなく、**装置内部**、**カード内部**、**チップ内部**にまで、  
光によるデータ伝送を適用

⇒**大容量データ**を**低遅延**に、**低電力消費**に処理

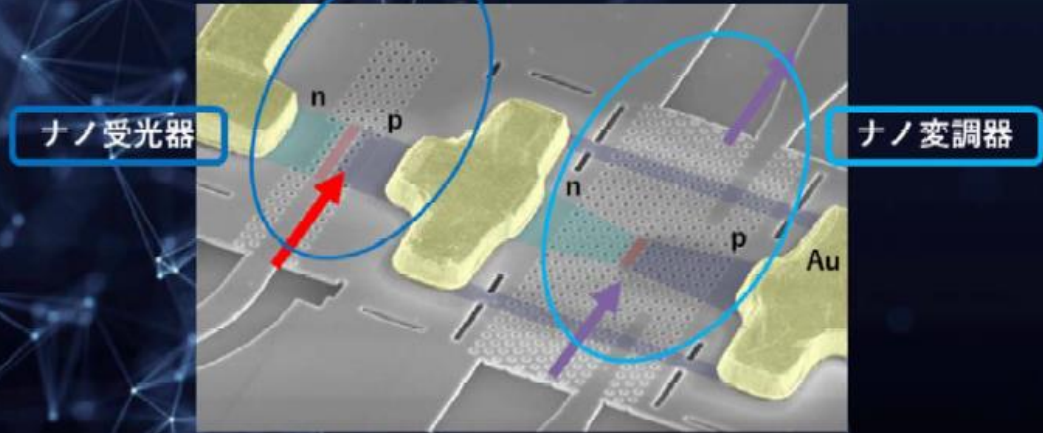


Copyright 2021 NTT CORPORATION

## 超低消費電力で高速動作可能な光トランジスタ

「Nature Photonics」掲載

2019/4/16報道発表



5. コンピュータの冷却に関して、人間には暑いと感じるような温度でも十分冷却として機能するというのは予想と反していたので驚いた。

6. 個人的にはバッテリーで電力を蓄電することが果たして環境に優しいかどうかは諸説あるのではないかと思います。

→発電源の発電量の特性・制御能力が十分あれば蓄積(電)は要らなくなるかね。周波数の同期を広域で行う必要もなくなるし。

→実は、電話は蓄積(バッファ)がない同期網、一方、インターネットは蓄積(バッファ)をもつ非同期網なので同期は物理/リンクレイヤのみにできる。

→発電と需要が連携して稼働すればいいんじゃない？ つまり、ウォーターフォール型ではなく、オンデマンド型あるいはコミュニケーションネットワーク(連携)型。これを、電力業界では、DR、Demand Responseと言います。Supply(発電)側の制御が難しい/遅いのであれば、Demand側(需要)側が迅速に対応(Respond)すればいいよねえ。

7. 電気自動車は資源と技術の無駄遣いなんだなあと感じました。

→「無駄」ですね。。。遊んでいる(何もしていない)んだったら、ありがたく仕事をしてもらえたら嬉しくない？ 他の目的でありがたく“安く”使わせてもらう。



8. ハードウェアはエネルギー豊富な寒いところに置きたいということでしたが、どうせ人が入らないなら宇宙とかどうでしょうか。

多層プレハブデータセンターが非常に興味深かったです。ロボットによるサーバー管理・維持の自動化によって人間の管理が不要になれば、例えば月面や深海などの人間が住めない環境にデータセンターを作ることも可能になるのだろうかと思いました。 → 良いねえ。月は 遅延 1秒 だし！

9. 電力よりもデータの方が移動にかかるコストが小さいことについて、とても納得がいくが、通信の帯域について問題は生じないのだろうかと思った。災害等でない日常で発生する通信の問題は基本的に自分から出てすぐか通信相手のごく近くであり、その途中の有線の光ファイバーは意識する事すらあまりないが、このような構造の変化が国レベルで起こった時に、現状のままでは不足しそうだと感じた。この文章を書いているうちに、どうせこの先通信量も電力消費も増えるから電力線も通信線も増やすなり更新するなりが必要で、その状況下ならより安い通信線で電力線を減らせた方がメリットがあると気付いた。

→ そうだよねえ。インフラの構造を再考したくない？



鉄道、道路 (列車) (自動車) vs 空港、港湾 (飛行機) (船舶) vs {不要} (ドローン)

同期型送配電網 (日本型) vs 地域電力網 (米国型) vs 移動型電力源 (EV電力網)

光ファイバ網 vs 携帯無線網 vs 衛星&WiFi網

【面】

【{固定}点】

【{移動}点】



10.日本は、昔から人が正確な技術を持っていたため、自動化や大量生産にこれまでは力を入れておらず、一方で人に技術がなかった国は、研究、開発を重ね、ロボットを作り出すことで、近年は成功しているという流れを聞き、納得しました。

11.ドイツに行った際に、日本人は本当によく働くということを改めて実感したが、それでもドイツにGDPで抜かれてしまった理由の一つに、これがあると思った

12.ハードウェアのメンテナンスさえロボットで行っているというのが非常に印象に残った。人間はロボットに仕事を奪われるというのはよく聞く話だが、、、

13.送電ケーブルで電気をデータセンターに送電するより、データセンターで処理されたデータを光ファイバーで送る方がコストが1/100に抑えられるという話がありました。個人的には、電子と光子の比較にすぎず、なぜ今頃になって気づかれたのか疑問です。コストが抑えられるとはわかっていたものの、送電ケーブルはDX化が進む以前から存在したインフラなので、とりあえず送電ケーブルを使ってしまおうという流れだったのでしょうか。

→意外と簡単なことも、それを聞くまでは考えもしないことが多いのです。

→抽象度が高くなると、当たり前の話になる。

# イノベーションは模倣・真似から生まれる

By 早稲田大学 商学学術院 井上達彦 教授

- 水平な模倣 と 垂直な模倣 が 存在する。

- 水平 : Improvement
- 垂直 : Innovation

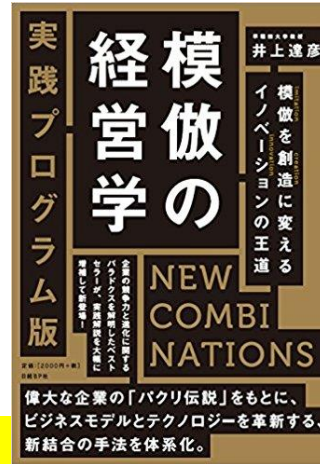
(\* ) 舞い上がり(抽象化)、違う場所に 舞い降りる(適用)

**上昇の高度が高いほど抽象度が高く 当たり前のことになる。**

上昇の高度が低いほど、真似をできるプレーヤが多くなる。

- 具体的には

1. 先行研究のアンチテーゼ
2. 先行研究をベースにして、違いを出す
3. いくつかの先行研究を「組み合わせる」新たな知見を提示する。



# 技術の上下関係。 。 。 。

**研究開発も同じ構造**

- フレームワーク
  - どのような方針でシステムを設計・動作さすか。
- アーキテクチャ
  - どのような原理/技術でシステムを構築するか。
- プロトコル、インターフェース
  - 具体的な、仕組み、決め事、アルゴリズム
- 実装
  - 具体的にどのように実現するか。

14. Googleが田舎に太陽光発電や風力発電を買って、データセンタを作ったというお話があったが、データセンタの膨大な電力をそれらだけで賄えるのかが気になった。あくまでも一部を賄うということなのではないでしょうか。

→ 十分なエネルギー源が獲得可能な場所を選んでいます。水、風、太陽光

15. Googleが冷却システムの戦略において過去はとにかく寒いところへというものをとっていたのに対し、近年では太陽などの再生可能エネルギーを活用するものに変化していったという話を聞いて、真逆の戦略がどちらも有効であることがあるのだと知り、ある一方の戦略に決めつける先入観を持つことの怖さを思い知った。 → そうだねえ。。。 どう使うかという 中立性

16. クラウドコンピューティングで、時間帯によってコンピューティングを行う場所を変えているという話がありましたが、時間帯によって遅延が変わってしまうことによるデメリットはないのでしょうか？

→ 遅延の変化が気にならないアプリだけ 移動させればいいですよねえ。

17. Nvidia はgame用なので、LLM関連のスパースな行列計算は苦手という話には驚いた

18. 電気自動車を電源、計算資源として利用するというのは非常に興味的で、これには充電ステーションの電源利用、計算資源利用も盛り込んだ規格化がマストになると考える。ただ一旦は仮想通貨のマイニング(仮想通貨の技術は面白いが、あの電力消費に見合う価値を生み出しているとは考えていない。環境的には悪い)とかをする事業もありそうだと思った

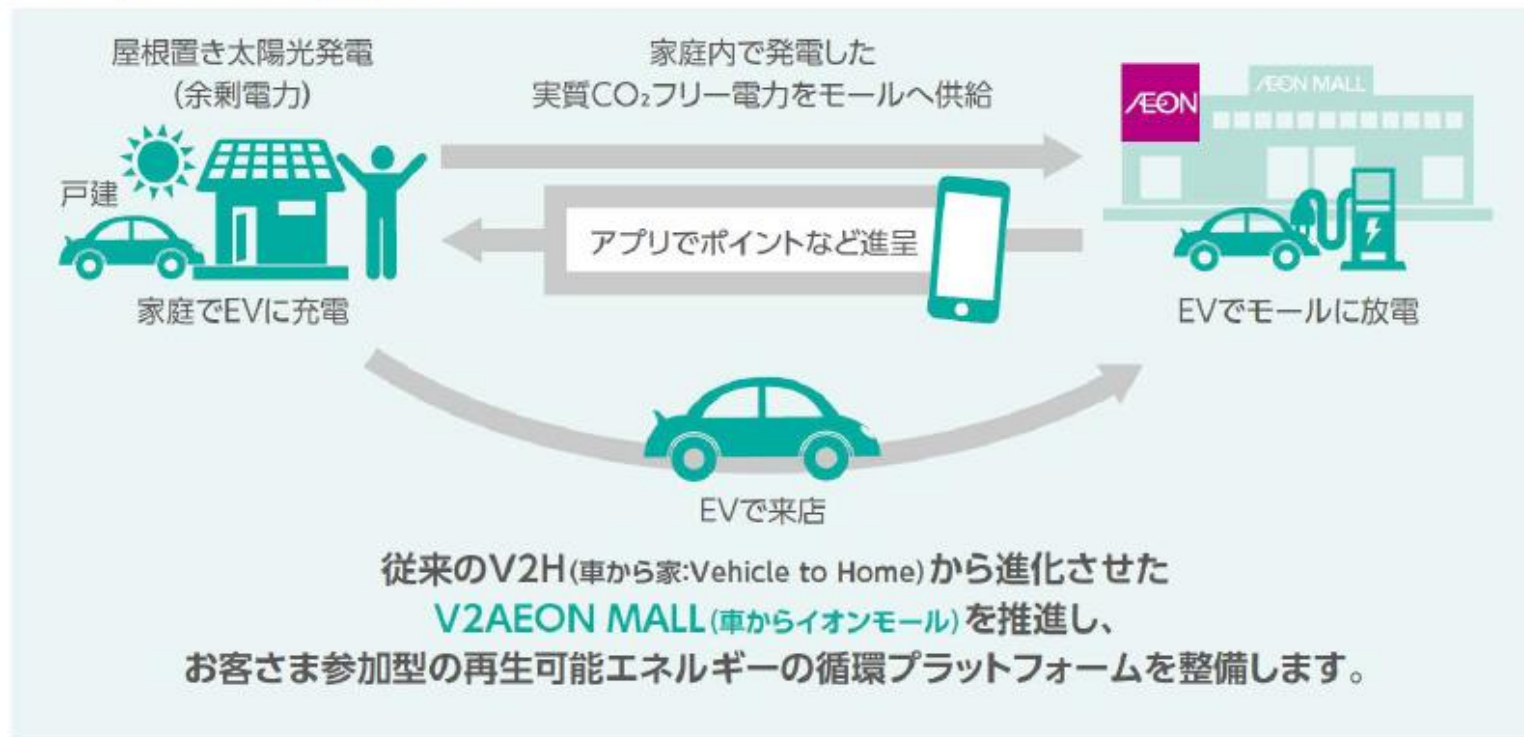
→① イオン モール

→② 東電系のベンチャー企業での マイニングコンテナ

# お客さまとともに地産地消の再エネ創出

## 《お客さまとともにV2AEONMALLを推進》

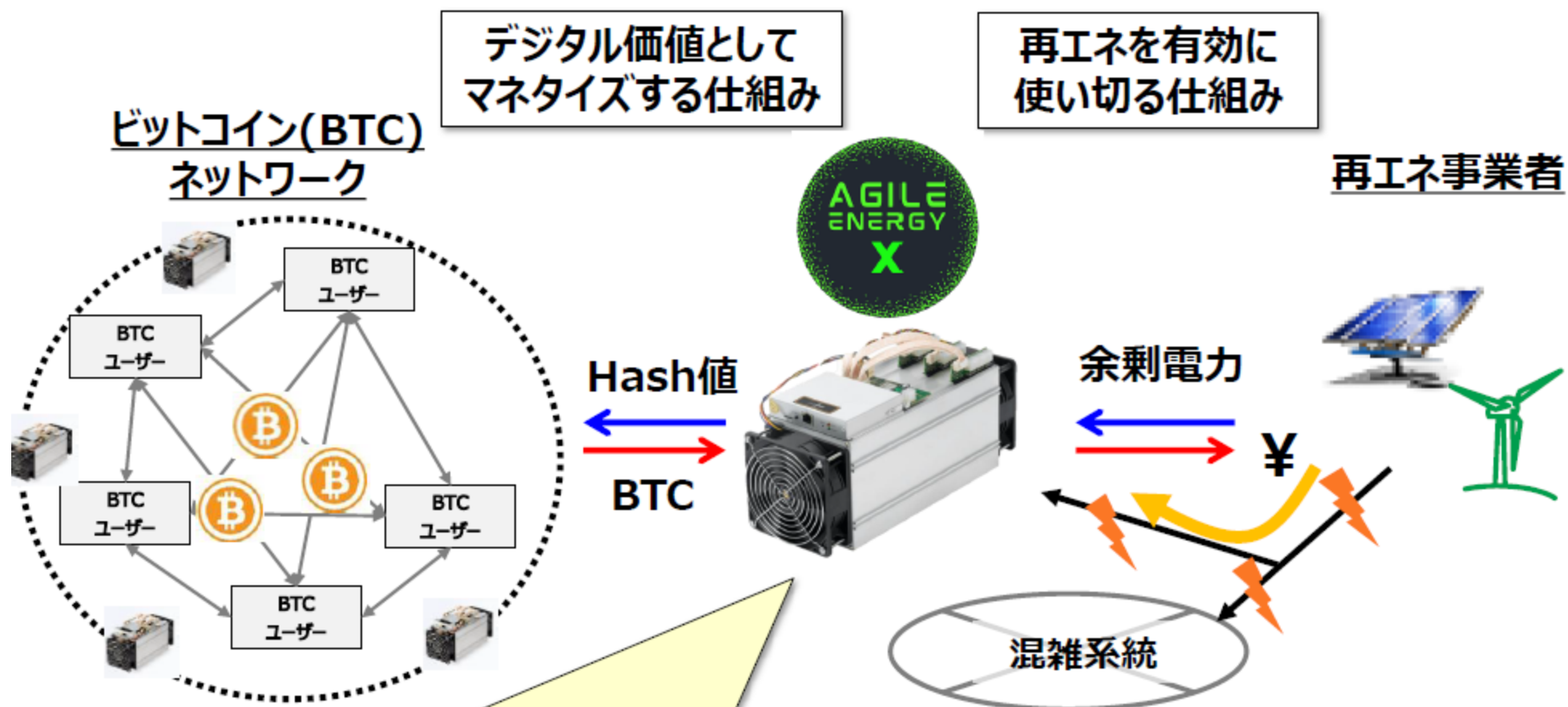
家庭で発電した電力をEVでモールに放電し放電量に応じてポイントなどを進呈



その他、植樹活動や廃プラ回収、食品ロスの対策協力など、  
**環境貢献活動を数値化**し、活動する意味の見える化に取り組み、  
 お客さまとともに取り組みの推進を目指します。



# 解決策：分散コンピューティングを用いた柔軟な電力需要の創出



## ビットコイン・マイニング

= 電力(MW)をデジタル価値(MH: Hash値)に直接変換する装置

⇒ MegaWatt To MegaHash (MW2MH)

「いつでも・どこでも・いくらでも」電力需要を柔軟に創出



# MW2MHプロジェクト：フェーズ0 PoC

【期間】2020年8月～9月

【場所】東京電力パワーグリッド 土浦支社 事務所内

【目的】マイニング装置単体の特性確認

【実施内容】

- マイニング装置(10+1)台を設置し、機器単体の特性試験等を実施
- Bitmain社製Antminer L3+（消費電力：800W）

【測定結果】

- 無効電力の割合は小さく、抵抗負荷としてみなすことが可能



# MW2MHプロジェクト：フェーズ1 PoC

【期間】2021年8月～2022年3月

【場所】東京電力パワーグリッド 土浦支社 駐車場

【目的】コンテナ型モジュール単体の実証

【実施内容】

- 電源・通信回線・空調をパッケージ化したコンテナに、数十台のマイニング装置を配備し、約100kWの負荷としての動作特性・保守性等を確認

【電力品質測定結果】

- 高調波・フリッカ等の影響は少なく、負荷設備として扱うことが可能



# MW2MHプロジェクト：フェーズ2 PoC

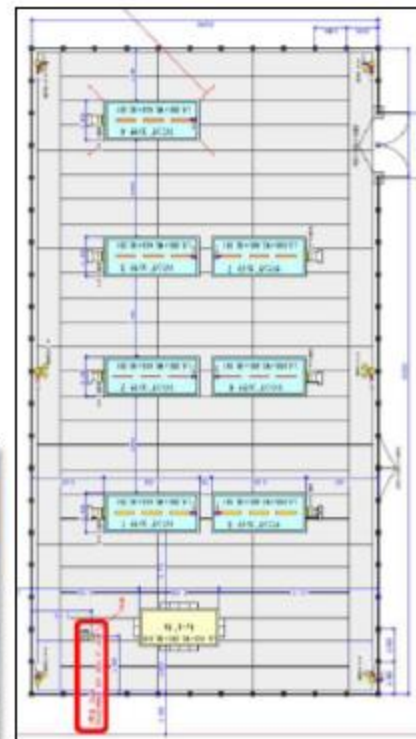
【期間】2022年6月～2024年3月（予定）

【場所】東電PG 木更津支社

【目的】コンテナ型モジュールのMW規模実証

【実施内容】

- コンテナ7基に、約1,300台のマイニング装置を配備し、1.5MWの過負荷対策システムとして実システムへの影響確認、遠隔制御・監視・管理可能性を実証



ASIC



ASIC



GPU

