

# 先端テクノロジー研究小委員会 2021年度2Q 活動進捗報告

2021年8月25日  
サステナブルIT推進委員会  
先端テクノロジー小委員会

# 目 次

- I . 開催状況・構成・組織
- II . 2021年度1-2Q活動内容
- III . 活動指針

# I. 開催状況・構成・組織

## <開催状況>

委員会 第1回 4/15  
第2回 5/25  
第3回 6/29  
第4回 8/23

講演会	4/15	主査	カーボンニュートラル 表の顔と裏の顔
	4/21	D-Wave社 根本様 鈴木様	量子コンピュータ紹介 量子コンピュータ運用デモ
	4/21	東北大 押山特任助教授	量子アニーリングの現状と今後の展開
	5/25	名古屋大学 藤巻教授	超電導コンピュータの過去、現在、将来
	6/29	九州大学 村客員准教授	直流マイクログリッド

## <構成メンバー:敬称略>

主査 : アイピーコア 品川

参画会社: 富士通 日立製作所 横河電機 NECネットSI RSI 産総研

事務局 : JEITA 渡部

# Ⅱ. 2021年度1-2Q活動内容

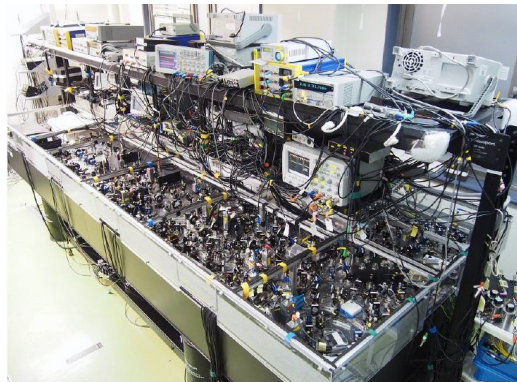
## 4/21 主査 量子コンピュータ・プロローグ

### 2大量子コンピュータ

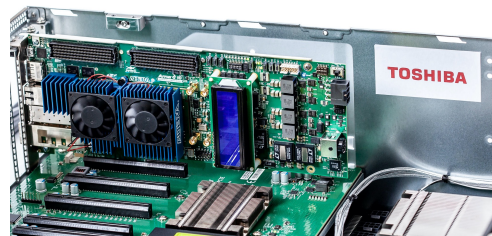


	量子ゲート	量子アニーリング
出来る事	理論的には何でも出来る	最適化問題、サンプリング等 決められた問題のみ
利点	指数的高速化が保証されている アルゴリズムが有る	社会的影響力の大きな 最適化問題が実稼働中 ノイズには比較的強い
弱点	ノイズ&微細振動に弱い	高速化が保証された アルゴリズムが無い
H/W現状	50+Qubit	5,000Qubit
提唱者	 ファインマン博士    ペネット博士	 西森博士    門脇博士

東大 古澤教授 光量子ゲート



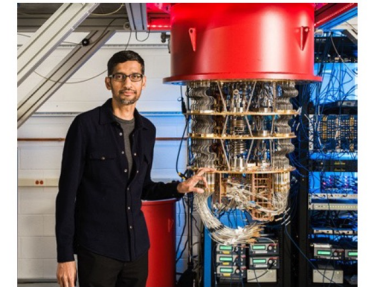
東芝 後藤様 FPGAアニーリング



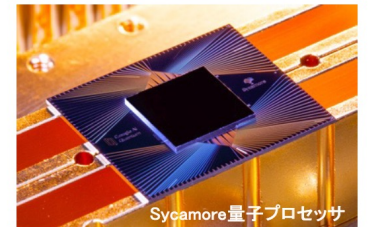
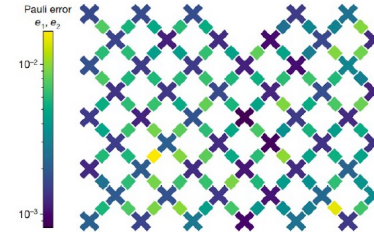
### Google 量子コンピュータの超越性を実証



米Googleは2019年10月23日(米国時間)、量子コンピュータの「量子超越性」を実証したと発表した。スーパーコンピュータで10,000年かかると予測される計算タスクを、同社の54量子ビットの量子プロセッサ「Sycamore」が約200秒で完了させられる能力を示したとする。研究チームによる論文「Quantum supremacy using a programmable superconducting processor」が、同日に英Natureで公開された。

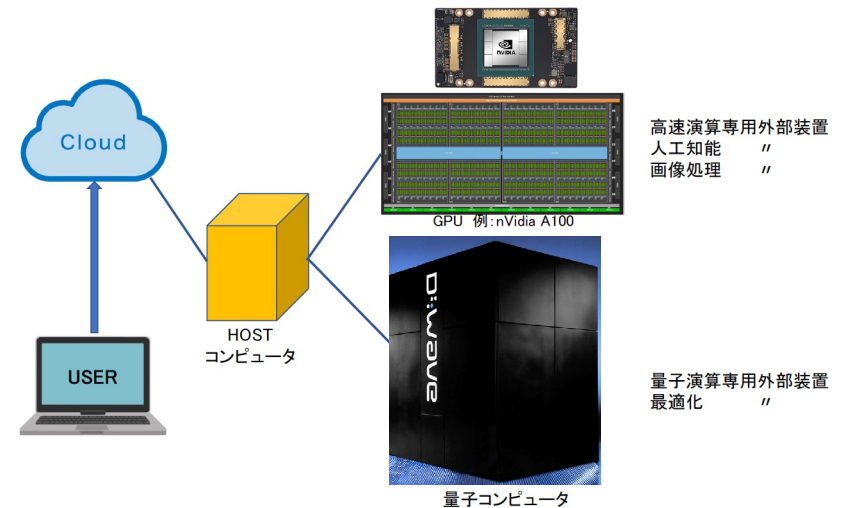


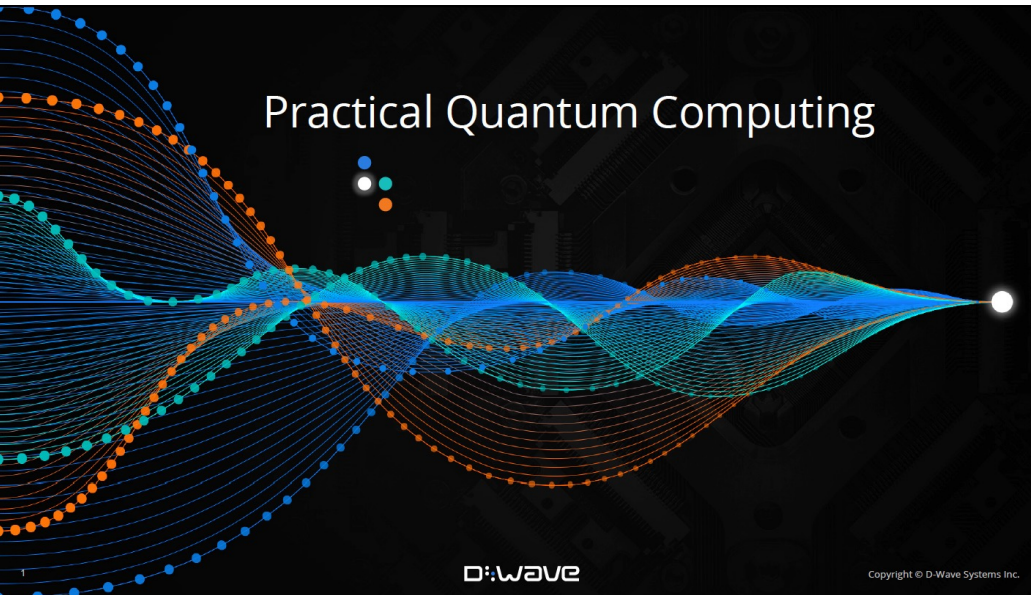
Sundar Pichai氏、Sycamoreをマウントしたクライオスタット



Sycamore量子プロセッサ

### 現在の量子コンピュータ接続方法





**D-Wave Leap™**  
The only real-time quantum cloud access and quantum application environment

D-Wave Advantage    Cloud-based    Real-time access    User interface

- Real-time cloud access
- Open-source tools and templates
- Community support
- Programming model
- Interactive tools and visualization
- Online training and resources

D-Wave logo and Copyright © D-Wave Systems Inc.

Early Applications: Mobility

工場では多くの無人搬送車 (Automated Guided Vehicle - AGV) が物流を担っており、台数の増大に伴う渋滞が懸念されています。この概念実証では、各AGVの停止時間を平均15%短縮し、配送効率を向上させました。

Green dots represent AGVs  
Blue circles denote cumulative waiting time

Move: 70 %, Wait: 30 %    Safe: 100 %, Danger: 0 %  
2018.09.26 T-QARD

Green dots represent AGVs  
Blue circles denote cumulative waiting time

Move: 100 %, Wait: 0 %    Safe: 100 %, Danger: 0 %  
2018.09.26 T-QARD and DENSO: A Great Collaboration for Plant Optimization

Optimization by D-Wave 2000Q TOHOKU

D-Wave logo and Copyright © D-Wave Systems Inc.

D-Wave The Quantum Computing Company

Interested in building in-production quantum applications, but need a bit more help? Sign up now for the D-Wave Launch jump start program for business and we'll connect you with quantum experts. [GET CONNECTED](#)

**advantage**  
The first and only quantum computer built for business

[Get Started](#)

**250+** User-developed early quantum applications on D-Wave systems, including airline scheduling, election modeling, quantum chemistry simulation, automotive design, preventative healthcare, logistics, and much more.

- Optimization
- Machine Learning
- Materials Science

D-Wave logo and Copyright © D-Wave Systems Inc.

## 量子アニーリングの現状と今後の展望

JEITA 講演会

押山広樹

東北大学 大学院情報科学研究科 情報基礎科学専攻  
量子コンピューティング共同研究講座

APRIL 22, 2021

## D-WAVE マシンの使用方法

「量子」というからには難しいプログラミングが必要?

→ **No**  $J_{ij}, h_i$  を送信するだけでよい. 量子力学の知識は全く必要ない

$$\text{QUBO: } E(\sigma) = \sum_{1 \leq i < j \leq N} J_{ij} \sigma_i \sigma_j + \sum_{1 \leq i \leq N} h_i \sigma_i$$

難しいのは **現実の問題を QUBO で表す部分** 「量子」とは無関係

9 / 24

## D-WAVE マシンの使用方法 まとめ

量子コンピューティングの知識なしでプログラミング可能

- 解きたい**組合わせ最適化問題**を定義 (現実的にはここが一番難しい)

- **QUBO**:  $E(\sigma) = \sum_{1 \leq i < j \leq N} J_{ij} \sigma_i \sigma_j + \sum_{1 \leq i \leq N} h_i \sigma_i$  で問題を表現

- **D-Wave Ocean** の API で問題を送信

マシンの使用にはクラウド契約が必要だが, OpenJij 等がエミュレータを提供, 気軽に実験できる

13 / 24

## ハードウェアの発展

量子計算として考えると量子アニーリングが**古典より速く**問題を解けるかが大問題  
古典計算と大差ないのならわざわざ量子アニーリングを使う必要はない!

- コヒーレンス時間 いかにか量子的か
- 量子ビット数 百万量子ビット規模が理想 (現在は 5000)
- 結合性,  $J_{ij}$  設定の自由度 これが低いと余分な計算が生じる (埋込み)

ここまでは世代ごとに量子ビット数は約2倍で増えてきた → 今後も D-Wave 社に期待!  
国内では NEC が量子アニーラーの開発に着手している

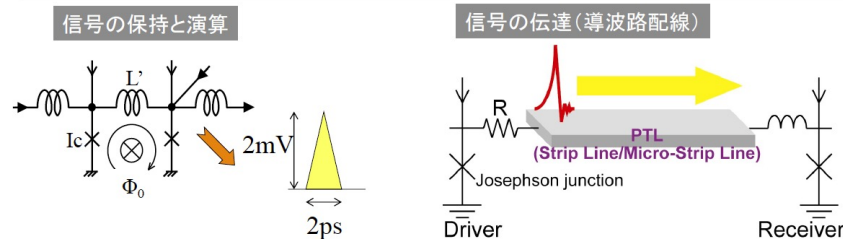
21 / 24

2021年電子情報通信学会総合大会  
CT-1 超伝導コンピュータの進歩と最新動向

# 超伝導コンピュータの過去、現在、将来

名古屋大学大学院工学研究科  
藤巻 朗

## 単一磁束量子 (RSFQ) 回路

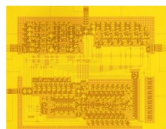


	2値論理の最小エネルギー	低誤り率の確保	長い配線を介し次段の駆動に必要なエネルギー
CMOS*1	$kT\ln 2$	$\longrightarrow$ $40kT$	$\longrightarrow$ $220000kT$ ( $9.0 \times 10^{-16}$ J)
RSFQ	$kT\ln 2$	$\longrightarrow$ $40kT$	$\longrightarrow$ $160kT$ ( $8.6 \times 10^{-21}$ J)

\*1 S. Mukhopadhyay (2006); "Switching energy in CMOS logic: how far are we from physical limit"

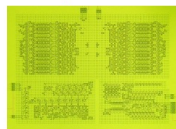
## 単一磁束量子回路の現状

Bit-serial  $\mu\text{P}$   
**100 GHz**  
 $\mu\text{P}$  w/o Memory



**CORE100 (2015)**  
3073 JJs  
800 MIPS  
1.0 mW  
800 GIPS/W  
**20kA/cm<sup>2</sup>製造プロセス**  
名大、産総研

Bit-serial  $\mu\text{P}$   
50 GHz  
**Memory Embedded**



**COREe2 (2017)**  
10655 JJs  
500 MIPS  
2.4 mW  
210 GIPS/W  
**内蔵プログラムを実行**  
名大、京大

Bit-Parallel ALU  
30 GHz



**GLP (2019)**  
23000 JJs  
50 GOPS  
0.5 mW  
100,000 GOPS/W  
**Gate-Level Pipelining**  
名大、九大

## 将来の超伝導コンピュータ



- General Purpose Computing @4 K**
  - AQFPやHFQ回路を含む高速低消費エネルギーSFQ古典計算機
- Special Purpose Computing @4 K**
  - 熱雑音と信号のエネルギー比を制御した超低エネルギー特殊用途SFQ回路
- Special Purpose Computing @10 mK**
  - 量子ゲート計算機
    - 古典回路は読出し、制御、誤り訂正のための帰還回路として使用
  - 量子アニーリング回路
    - 組合せ最適化などの問題に対するアクセラレータ

情報種別：関係者限り  
 情報所有者：DC Power VII.株式会社  
 配布先：JEITA



## 省エネの切り札 直流マイクログリッド





**九州大学**  
 グローバルイノベーションセンター  
 客員准教授  
 村 文夫  
 mura@dcpowervil.co.jp  
 2021.6.29

2021/6/28 Kyushu University 1

### ◇ 効率改善 = 電気料金の削減 ◇

#### 1,000kwデータセンタの省エネ効果

PSラック  
(電源ラック)  
200kVA

DC12V  
サーバーラック  
8kw

DC12V  
サーバーラック  
8kw

.....

DC12V  
サーバーラック  
8kw

× 5セット

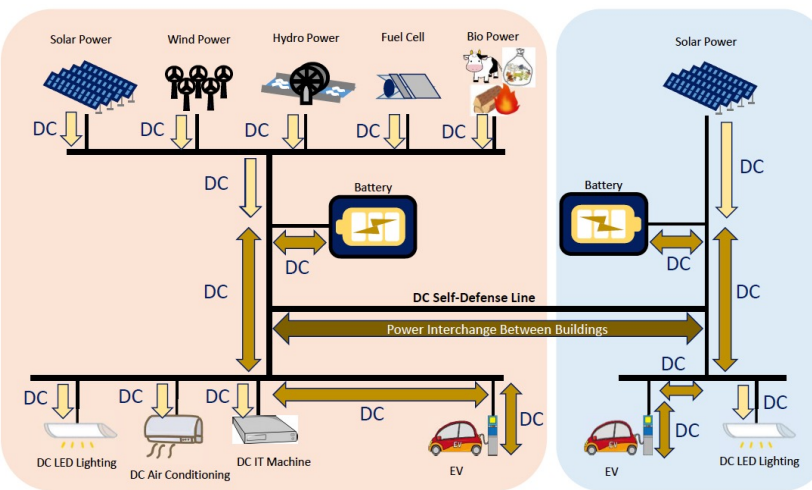
8 kW/ラック × 255ラック

UPS方式(現行)とHVDC方式の効率差20%とした場合、 負荷率(サーバーのCPU駆動率)を50%と想定	Co2削減: 年間315t
1.電源システムの電力削減量	: 876MW/年
2.空調の電力削減量(cop:4.0)	: 219MW/年
3.センター全体の電力削減量	: 1,095MW/年
4.年間従量料金削減額(kwh: 12円)	: 1,314万円
5.年間基本料金削減額(基本料金: 1,732,5円)	: 208万円
6.年間電力料金削減額	: 1,522万円

※効率・コスト算出は想定です。実際の削減量算出には詳細設計が必要となります。

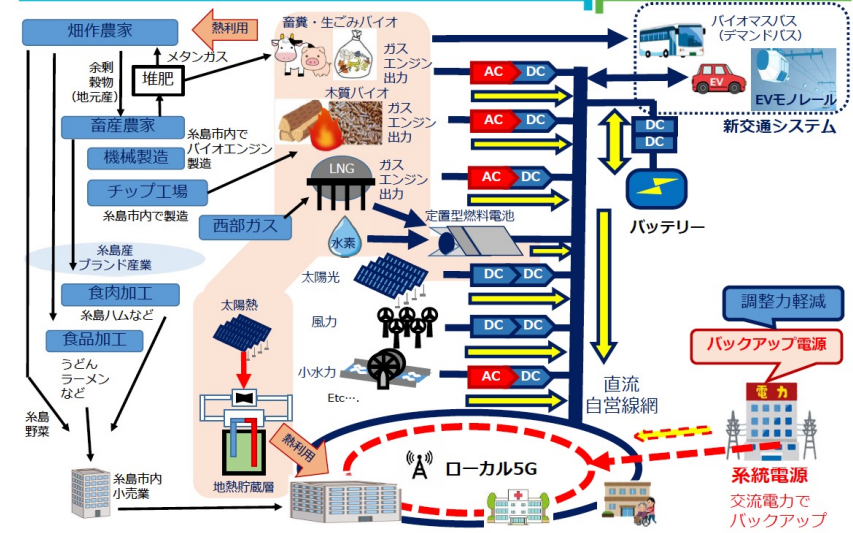
2021/6/28 Kyushu University 36

### ◇ 自然循環システム (川の流れるよう!) ◇



2021/6/28 Kyushu University 62

### ◇ 糸島における直流マイクログリッド (イメージ) ◇



2021/6/28 Kyushu University 糸島健康モール (仮名) 71





JEITA 第4回 先端テクノロジー研究小委員会資料

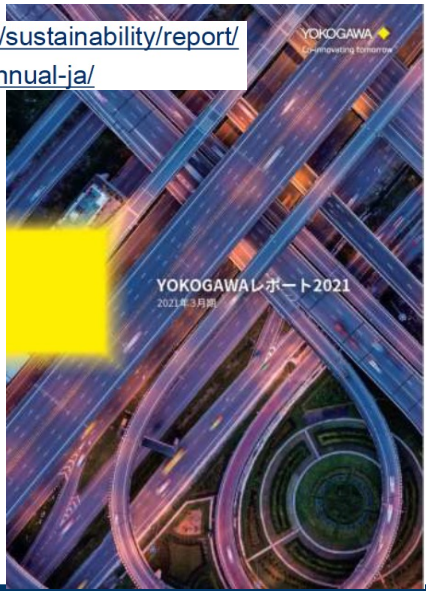
# YOKOGAWAサステナビリティ 関連情報

**牧野泰文**  
 横河電機 マーケティング本部 渉外・標準化戦略センター 渉外部

August 23, 2021

Co-innovating tomorrow™ | Document Number | June 25, 2018 | © Yokogawa Electric Corporation YOKOGAWA

<https://www.yokogawa.co.jp/about/yokogawa/sustainability/report/>  
<https://www.yokogawa.co.jp/about/ir/shiryo/annual-ja/>



## サステナビリティ目標2019年度の進捗 (事業を通じた取り組み)

Three goals of the Net-zero emissions, Well-being, Circular economyの各ゴールに、2030年に向けた注力分野と、TF2020の事業計画と整合したサステナビリティ中期目標を設定しています。プロジェクト数や売上高などをKPIとして設定し、PDCA (Plan-Do-Check-Action) を回しながら目標達成に向けてグループ全体で取り組んでいます。2019年度は、Net-zero emissionsについては、LNGや地熱、バイオマス発電などのインフラ構築に貢献することによる温室効果ガス排出抑制の実績が拡大しました。Well-beingについては、医薬品や食品のパッケージ全体を効率化するライフインベション事業が伸びました。また、Circular economyにおいては、海外の水環境改善ビジネスや、デジタル技術を活用したプラントの最適操業・長期安定稼働を含む企業経営の効率化などのビジネスで貢献しました。

2030年に向けた長期目標 (Three goals)	環境・社会への対応	すべての人の豊かき生活	資源循環と効率化
 <b>Net-zero Emissions</b> CO <sub>2</sub> 排出抑制目標量 <b>10億トン-CO<sub>2</sub></b> (2018-2030年累計) 再生可能・低炭素エネルギー 再生可能エネルギー・地熱・バイオマス・LNGを中心とする低炭素エネルギーの供給と、CO <sub>2</sub> 排出抑制に貢献	 <b>Well-being</b> 安全・健康価値創出額 <b>1兆円</b> (2030年) ライフインベションと安全 医薬品・食品等のライフインベション(創薬・診断・検査)や、安全で快適な職場環境での人材確保・豊かな暮らしを実現	 <b>Circular Economy</b> 資源効率改善額 <b>1兆円</b> (2030年) 電機・省資源 水資源・省資源 水資源・省資源のライフサイクルから、定常稼働や効率的な資源循環を促進するソリューション、省エネ省資源と緑化活動に貢献	
2020年 TF2020の事業計画と整合した中期目標 KPI 2020年度実績 2019年度実績	CO <sub>2</sub> 排出抑制目標量(2018年度からの累計) 6,000万トン-CO <sub>2</sub> 8,513万トン-CO <sub>2</sub>	安全・健康価値創出額 2倍 20倍 3,200システム 850件 190件 2倍 1.3倍	2019年度実績 1.6倍 2倍 2,734システム 443件 223件 1.6倍 1.1倍

Co-innovating tomorrow™ | Document Number | June 25, 2018 | © Yokogawa Electric Corporation YOKOGAWA

## カーボンニュートラル

### 社会インパクト指標

貢献の分野	貢献するSDGs	指標	FY30 (FY40) 目標
カーボンニュートラルの達成	13 気候変動	お客様事業のCO <sub>2</sub> 排出抑制量 温室効果ガス排出量(Scope1,2) 温室効果ガス削減率(Scope3)	2018年-2030年累計10億t-CO <sub>2</sub> (内、50%以上は再生可能エネルギー、新技術による) 2030年 50%削減(基準年FY19) 2040年 100%削減

### 事業活動指標

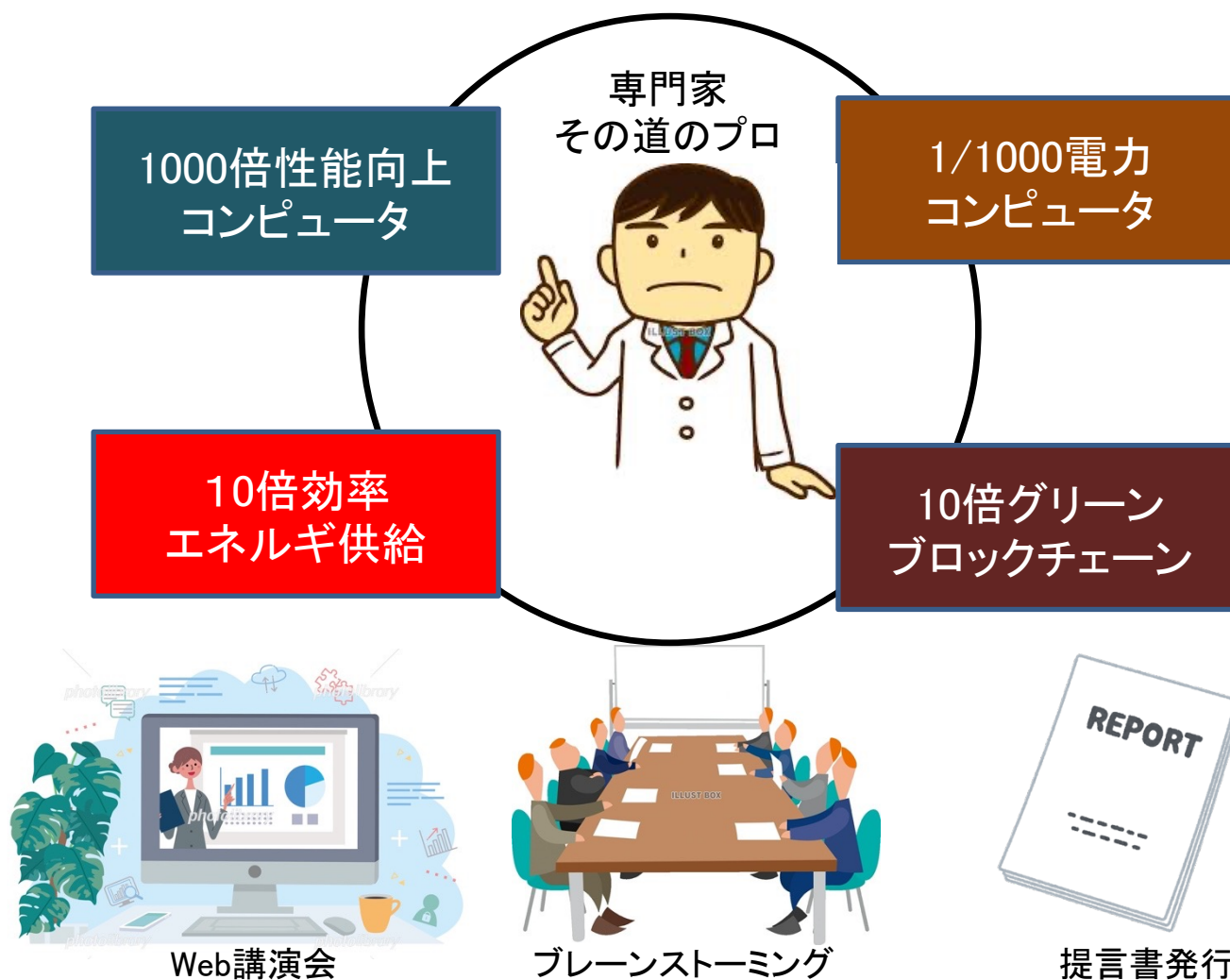
貢献の分野	注力領域	貢献するSDGs	指標	FY23目標
カーボンニュートラルの達成	再生可能エネルギーインフラ支援	7 再生可能エネルギー	お客様事業のCO <sub>2</sub> 排出抑制量(FY18からの累計)	5億t-CO <sub>2</sub>
	再生可能エネルギー開発用計測器	7 再生可能エネルギー	再生可能エネルギー向け計測器の売上高伸長率(基準年FY20)	2.2倍
	蓄電池製造支援	7 再生可能エネルギー	電池電極用厚さ計の出荷台数伸長率(基準年FY20)	1.5倍
	(自社)事業所とサプライチェーンのGHG削減	13 気候変動	温室効果ガス排出量(Scope1,2) 温室効果ガス排出量(Scope3)	10%削減 (基準年FY19) SBT要件を満たす目標

Co-innovating tomorrow™ | Document Number | June 25, 2018 | © Yokogawa Electric Corporation YOKOGAWA

# Ⅲ. 活動指針 下記4大テーマ研究と提言書作成

<b>先端技術コンピュータ</b>	既存の1000倍高速の量子コンピュータ研究を行う ①超伝導量子コンピュータ ②常温イジングマシン ②常温光量子コンピュータ
<b>極小電力コンピュータ</b>	既存の1/1000の低電力動作するシステム研究を行う ①省エネデバイス ②IOWN ③ニューロコンピュータ
<b>ブロックチェーン</b>	各方面でブロックチェーンがグリーンキーワードになっている ブロックチェーンは石炭火力発電以上の非グリーン技術です 正しく伝える事とブロックチェーンの10倍グリーン化を研究を行う
<b>エネルギー</b>	供給する側のエネルギーを10倍効率化する研究を行う ①各種再エネ発電(バイオ燃料、水素、) ②給電システム ③蓄電技術

# 先端テクノロジー研究小委員会とは



皆様のご参加をお願い致します。  
一人で全ての分野を担当する必要はなく、自分のやりたい分野への参加で結構です