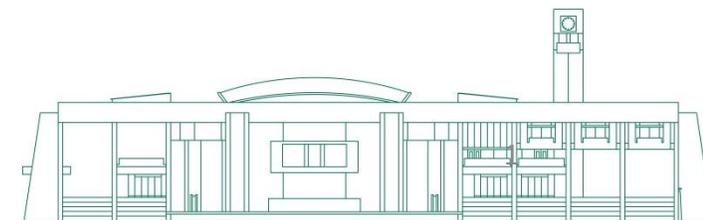


## ゼロエミッション社会構築の取り組み

日時: 平成31年5月18日(土)30分  
場所: 電気ビル共創館4階

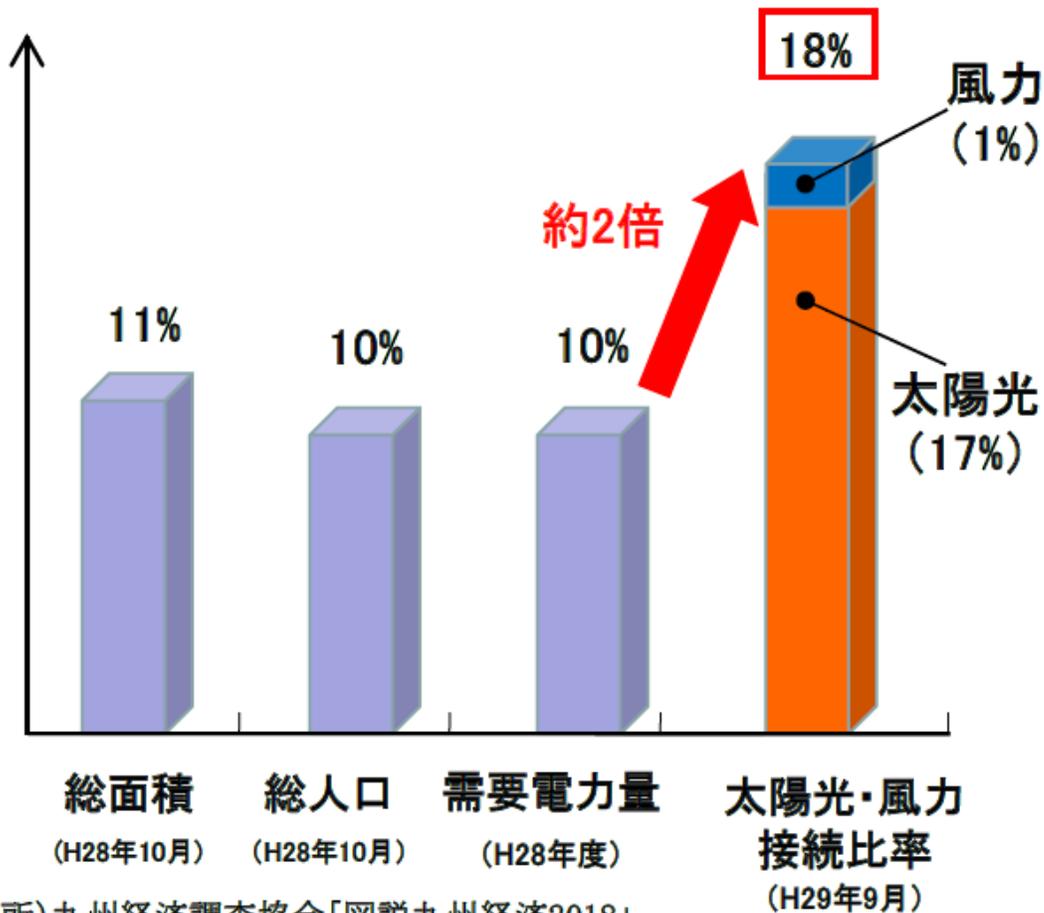


名古屋大学未来材料・システム研究所  
未来エレクトロニクス集積研究センター  
センター長・教授 天野 浩 工学博士

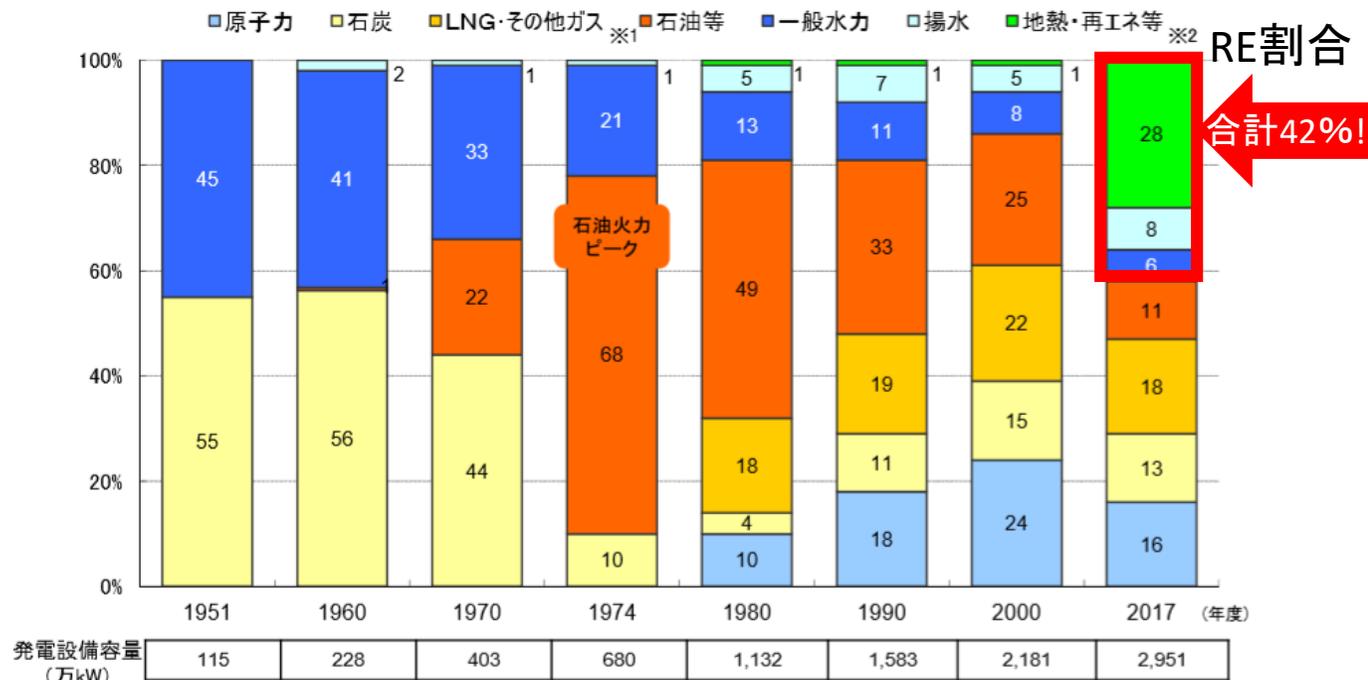


# 九州の魅力 再生可能エネルギー(Renewable Energy:RE)導入先進地域

## 全国に占める九州の割合



因みにドイツは36% (2017)、40% (2018)  
九州はドイツの先を歩んでいる!

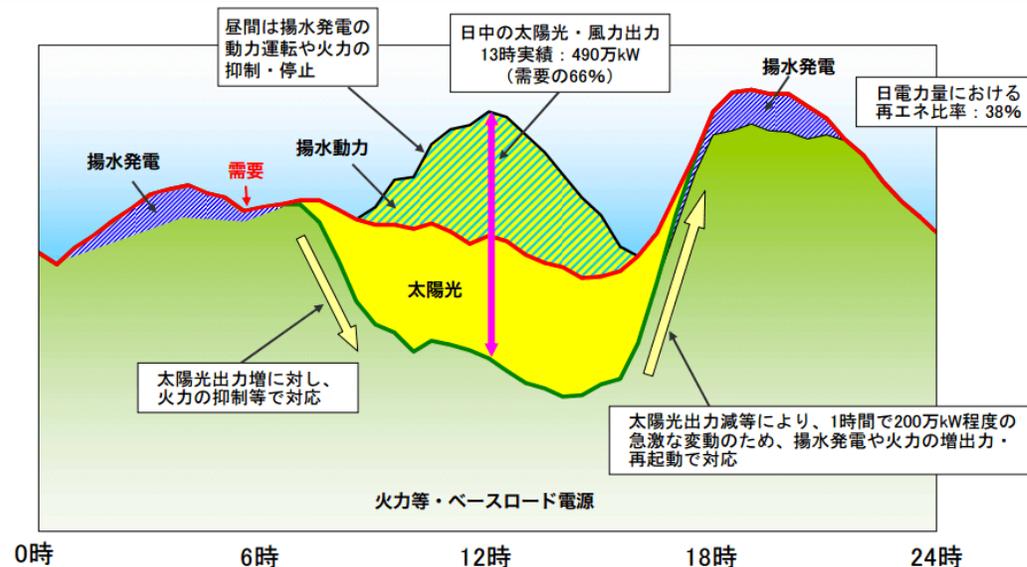
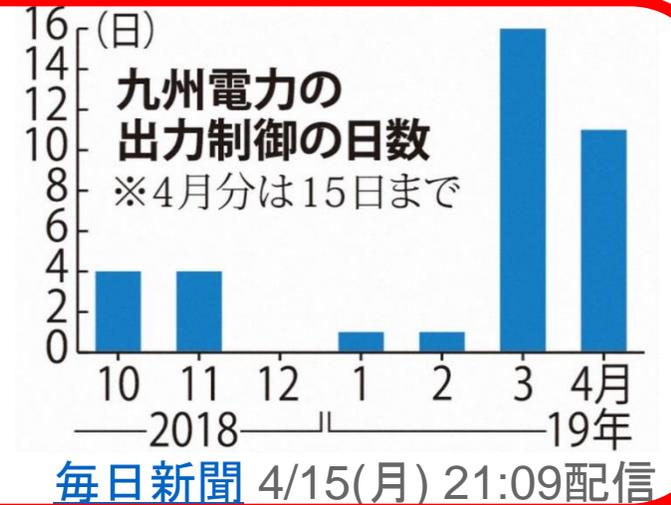


出所)九州経済調査協会「図説九州経済2018」、  
電力広域的運営推進機関「2018(H30)年度全国及び  
供給区域ごとの需要想定について」をもとに作成

## 日本経済新聞

### 九電、太陽光発電を一時停止 停電回避へ初の広域実施

2018年10月13日 9:59



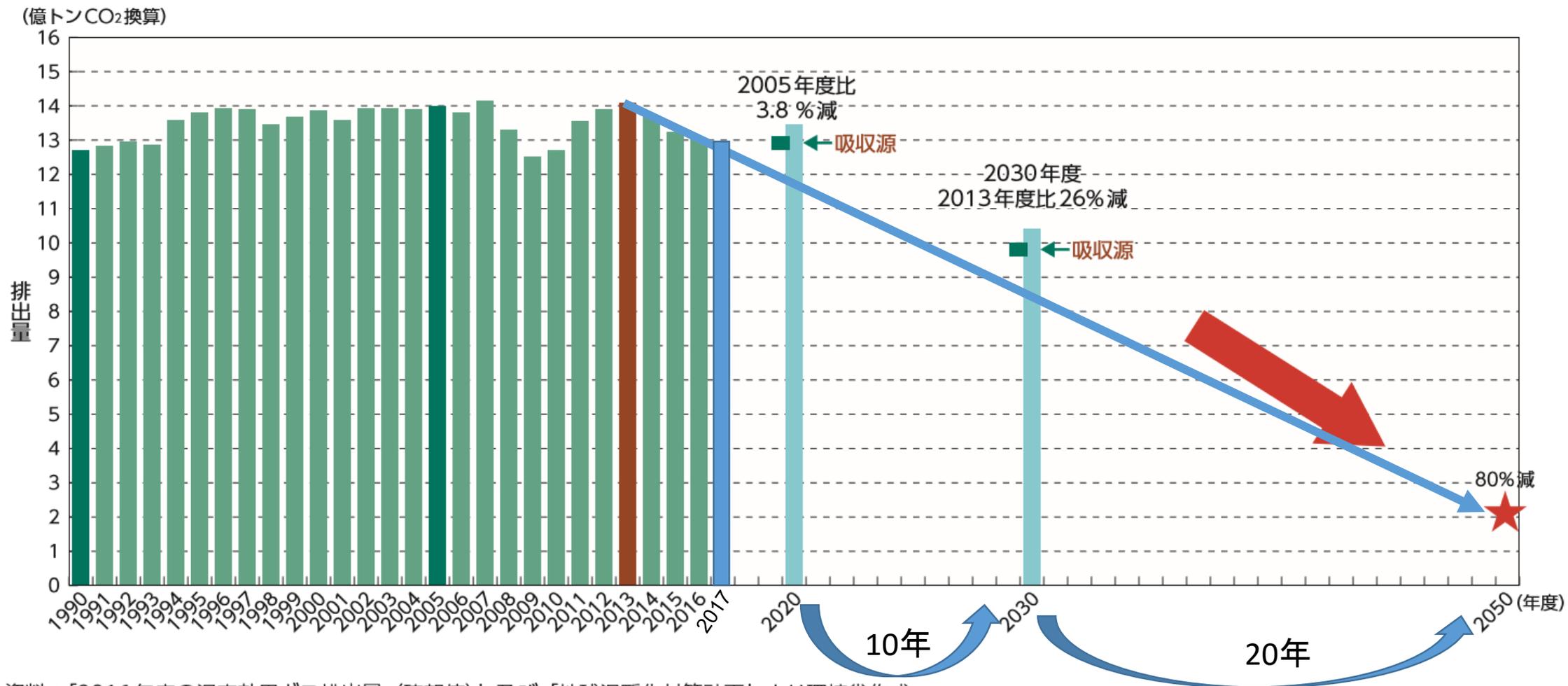
**余剰電力の有効活用、および  
エネルギーサーバーの整備が課題**

出典: 再エネの導入状況と至近の需給状況について(九州電力)

2050年の日本から、今やるべきことを考える

# 温室効果ガス排出削減目標 2050年までに80%減

図 1-1-13 我が国の温室効果ガス排出量と中長期目標



資料：「2016年度の温室効果ガス排出量（確報値）」及び「地球温暖化対策計画」より環境省作成

# 茅の恒等式

2050年の日本

一人当たり生産性 × 1.5

人口減 × 0.74

製品効率 × 0.6

一次エネルギー × 0.3

= 0.2

$$F = P \times \frac{G}{P} \times \frac{E}{G} \times \frac{F}{E}$$

- $F$  is global CO<sub>2</sub> emissions from human sources
- $P$  is global population
- $G$  is world GDP
- $E$  is global energy consumption
- $G/P$  is the GDP per capita
- $E/G$  is the energy intensity of the GDP
- $F/E$  is the carbon footprint of energy



Professor Yoichi Kaya  
© 2019 Club of Rome

Y. Kaya and K. Yokobori, *Environment, Energy, and Economy: strategies for sustainability*  
United Nations University Press  
The United Nations University, 1997

# 2050年一次エネルギー温室効果ガス排出70%削減費用予測

## 【低CO<sub>2</sub>排出社会実現のシナリオ】

- ① 電力の**クリーン化**促進(例えば太陽光発電や風力発電、地熱発電などの拡大+エネルギーサーバー技術)
- ② モビリティの**電動化**(車、船舶、航空機)
- ③ 電力機器の**省エネ化**

## 【実現の試算例】

	2017年 (x10 <sup>15</sup> J)	2050年 (試算) (x10 <sup>15</sup> J)	削減比率 [2017年比]	
1次エネルギー (内クリーン電力由来分、比率)	19,811 1,680 8%	9,220 5,220 57%	47%	(太陽光発電で計算) 残りは二酸化炭素回収貯留 「モビリティ電動化」による クリーン電力有効活用
最終エネルギー	13,548	8,345	62%	

CO<sub>2</sub>排出量20%に

## 【予想されるコスト(必要投資)と効果】

	対応	コスト
クリーン化	太陽光発電の拡大 40 GW → 300 GW	5.2兆円※
	電力安定供給のための蓄エネシステム整備 (「圧縮空気貯蔵」方式想定)	5.2兆円
省エネ化	次世代半導体研究開発が現在進行中	
モビリティ 電動化	高耐圧なパワーデバイスシステムにつながる研究開発	50億円

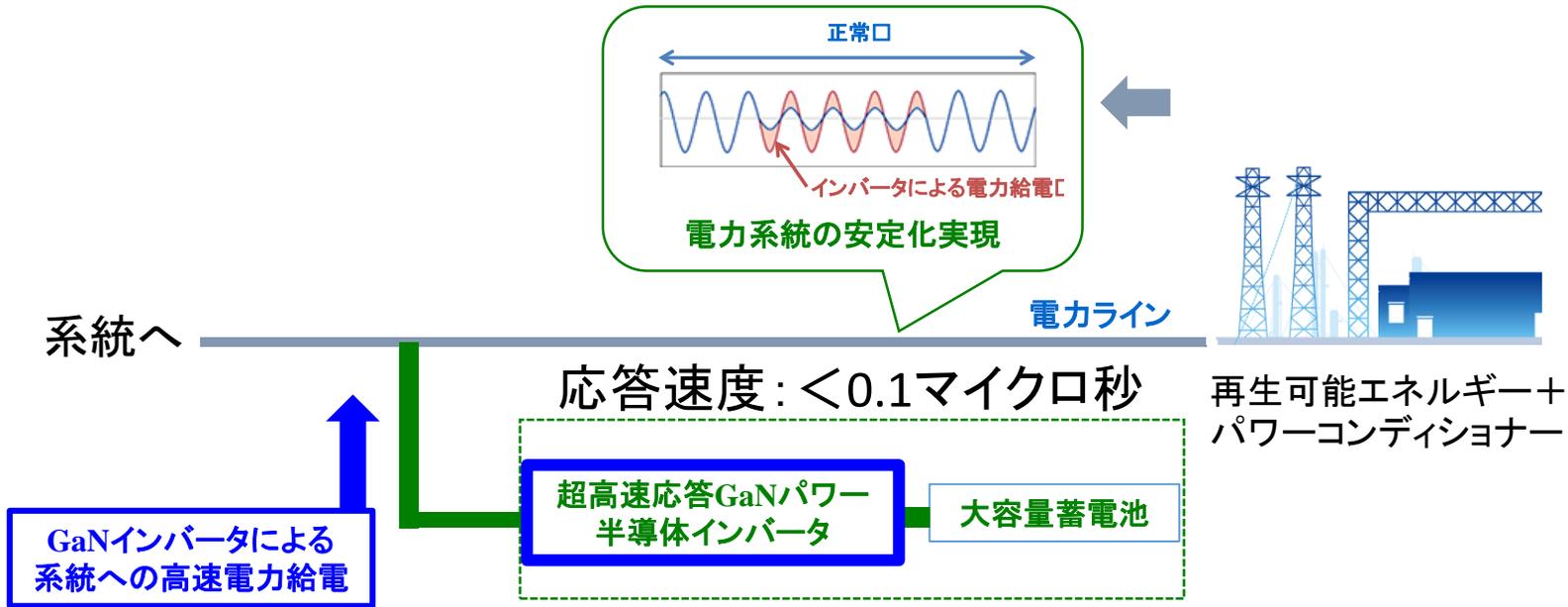
1次エネルギーの輸入量削減効果として  
 ▲12.9兆円/毎年

普及するEVを蓄電システムとしても有効活用し、整備費用を削減する効果として  
 ▲2.6兆円  
 (エネルギーサーバーシステム整備の50%見込み)

圧縮空気、NaS、水素など

※パネルの低コスト化も前提とした数値

# 再生可能エネルギー割合増加の方策 インテリジェント送電技術構築



## 可動式洋上太陽光発電



\* 環境保全 \* 土地要らず

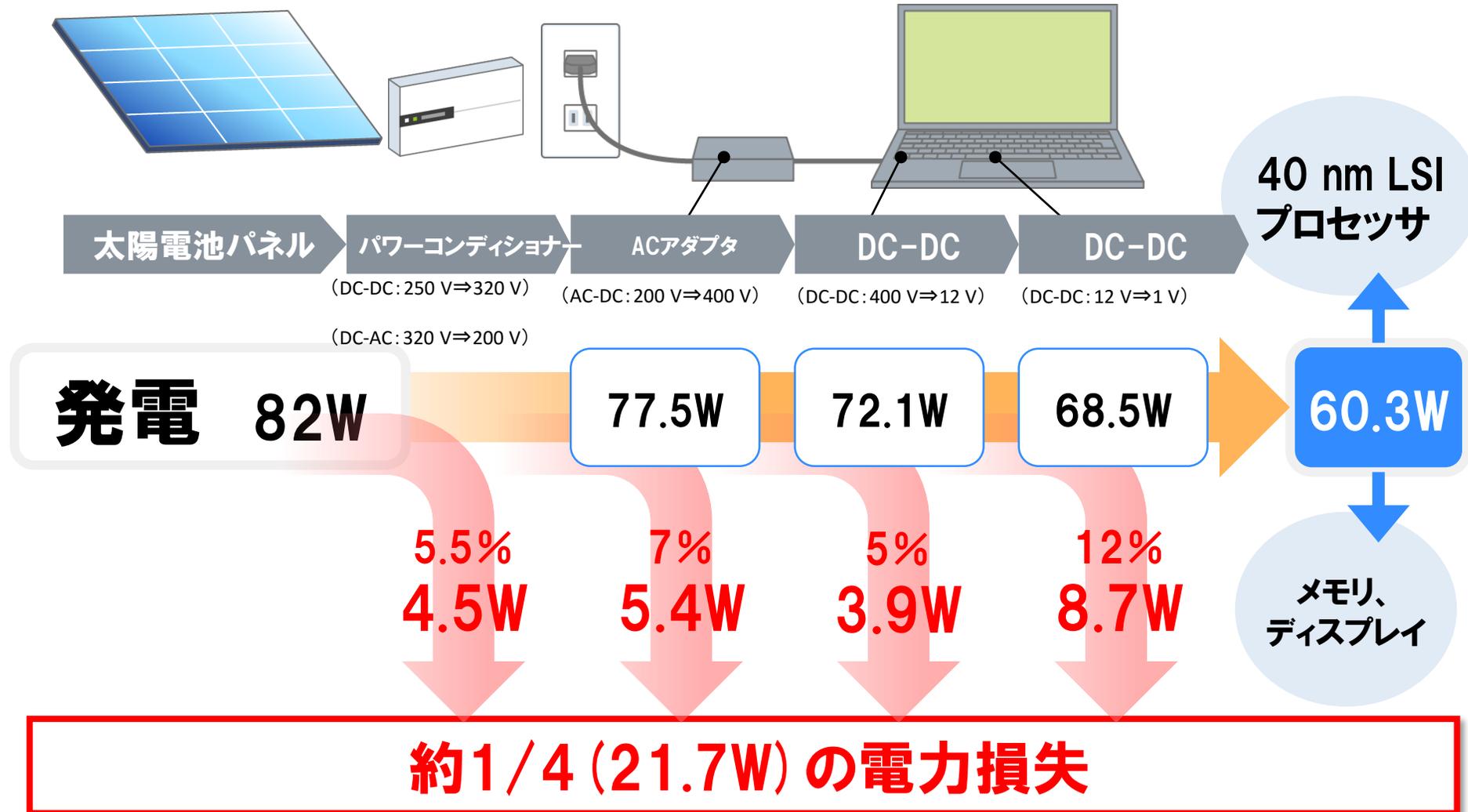
<https://gigazine.net/news/20170527-china-floating-solar-power-plant/>

山本真義教授



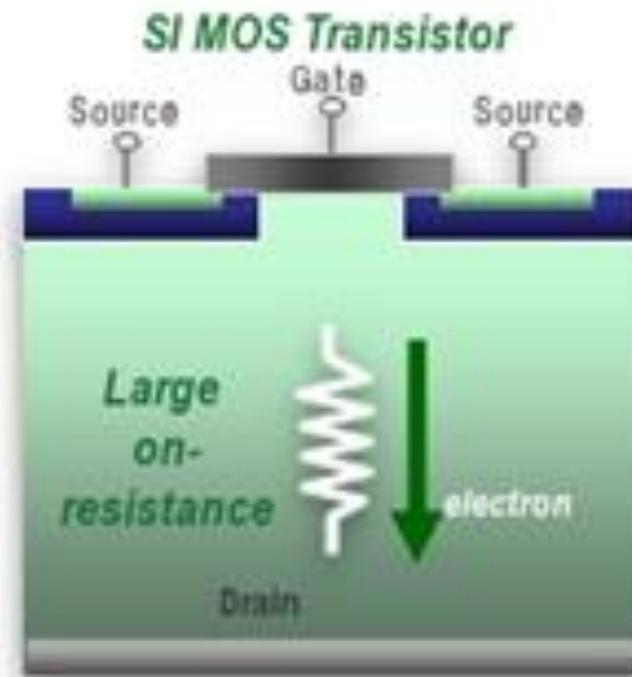
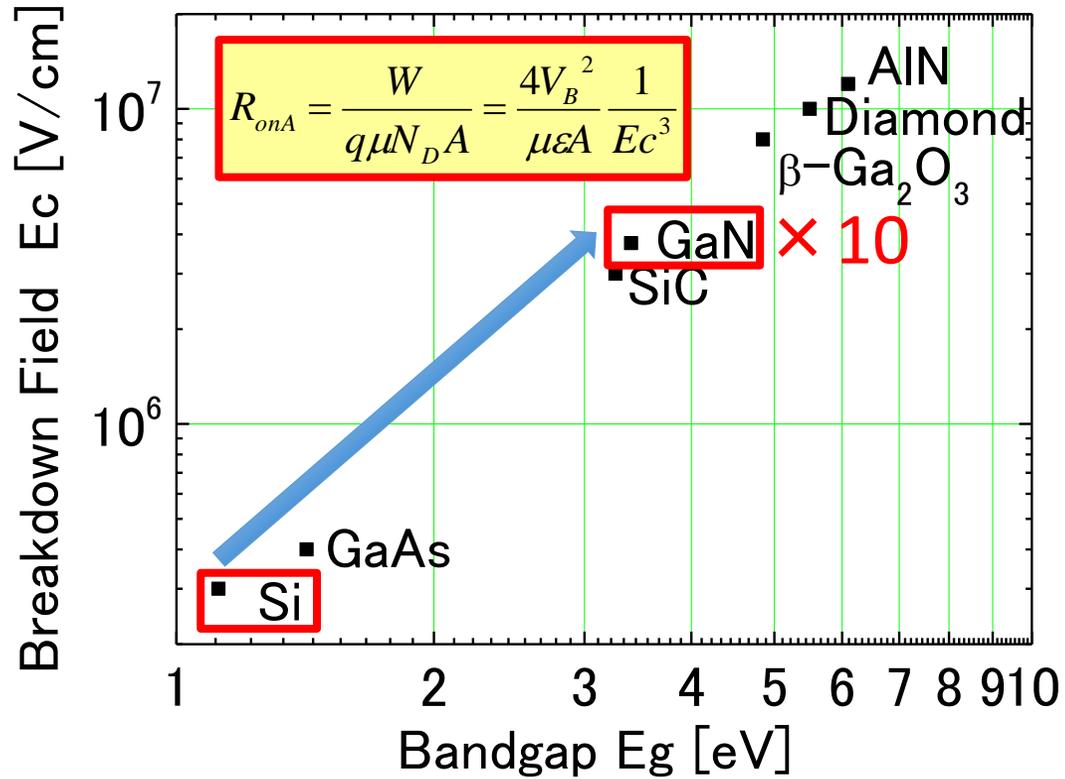
製品効率を高める！

# 現在の電源回路の損失



大阪大学 森勇介教授ご提供

# 何故GaNは魅力的?



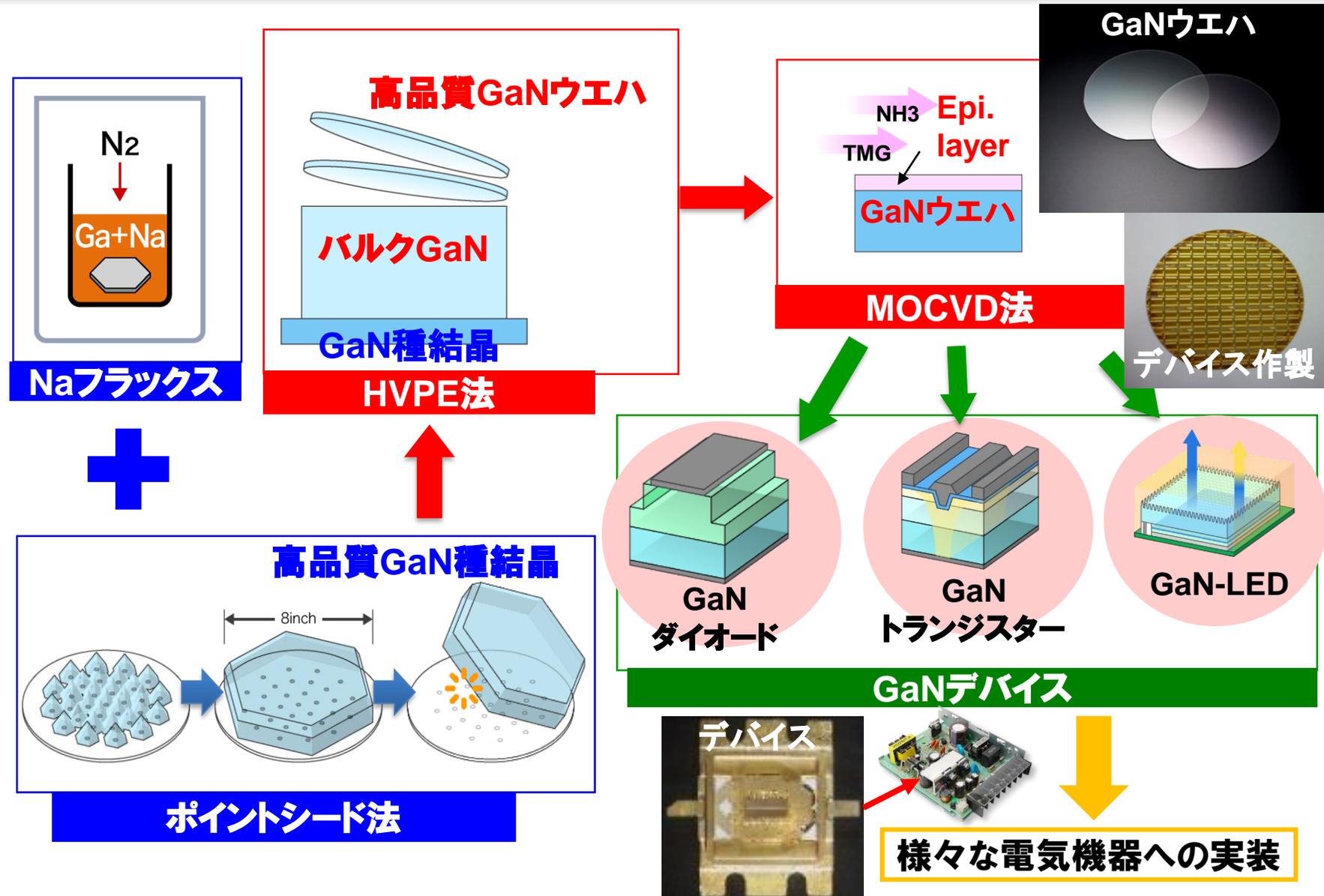
<https://indus試作.panasonic.com/jp/products/semiconductors/powerics/ganpower>

1000 Vのオンオフのために、Siは厚さ30  $\mu$ m必要だが、GaNは3  $\mu$ mで大丈夫！

# 環境省：未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業 高品質GaN基板を用いた 超高効率GaNパワー・光デバイスの技術開発とその実証



PI:大阪大学  
森勇介教授



# 環境省：未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業 高品質GaN基板を用いた 超高効率GaNパワー・光デバイスの技術開発とその実証

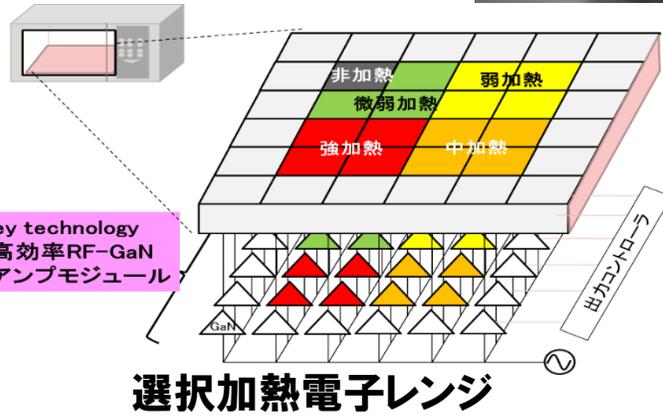
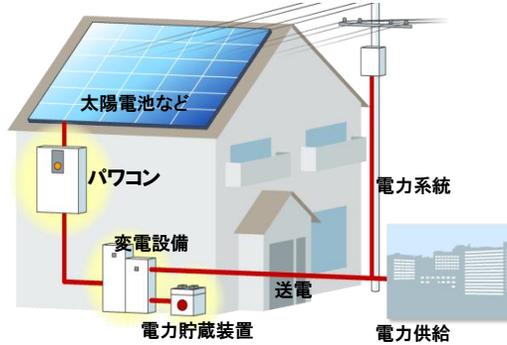
## GaN-LED

(シーリングランプ・  
車載ヘッドライト、野外照明)

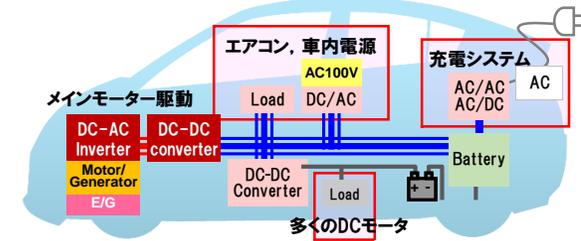


## GaNトランジスタ

(太陽電池用パワコン、電気自動車、サーバー、電子レンジ、  
マイクロ波ヒーター)



## GaNダイオード



期待される効果

LED発光効率向上  
省エネ&高輝度を実現

大電流化・小型化による  
省エネ効果の向上

# GaNデバイスによる2030年におけるCO<sub>2</sub>削減量予測

取組内容	CO <sub>2</sub> 削減量
電気自動車	1,000,000t-CO <sub>2</sub>
パワーコンディショナー	170,000t-CO <sub>2</sub>
野外照明	490,000t-CO <sub>2</sub>
データサーバ	1,400,000t-CO <sub>2</sub>
電子レンジ・マイクロ波ヒーター	6,300,000t-CO <sub>2</sub>
電力インフラ	540,000t-CO <sub>2</sub>
ハイブリッド車	740,000t-CO <sub>2</sub>
<b>合計</b>	<b>10,640,000t-CO<sub>2</sub></b>

※国内におけるCO<sub>2</sub>削減量を算出

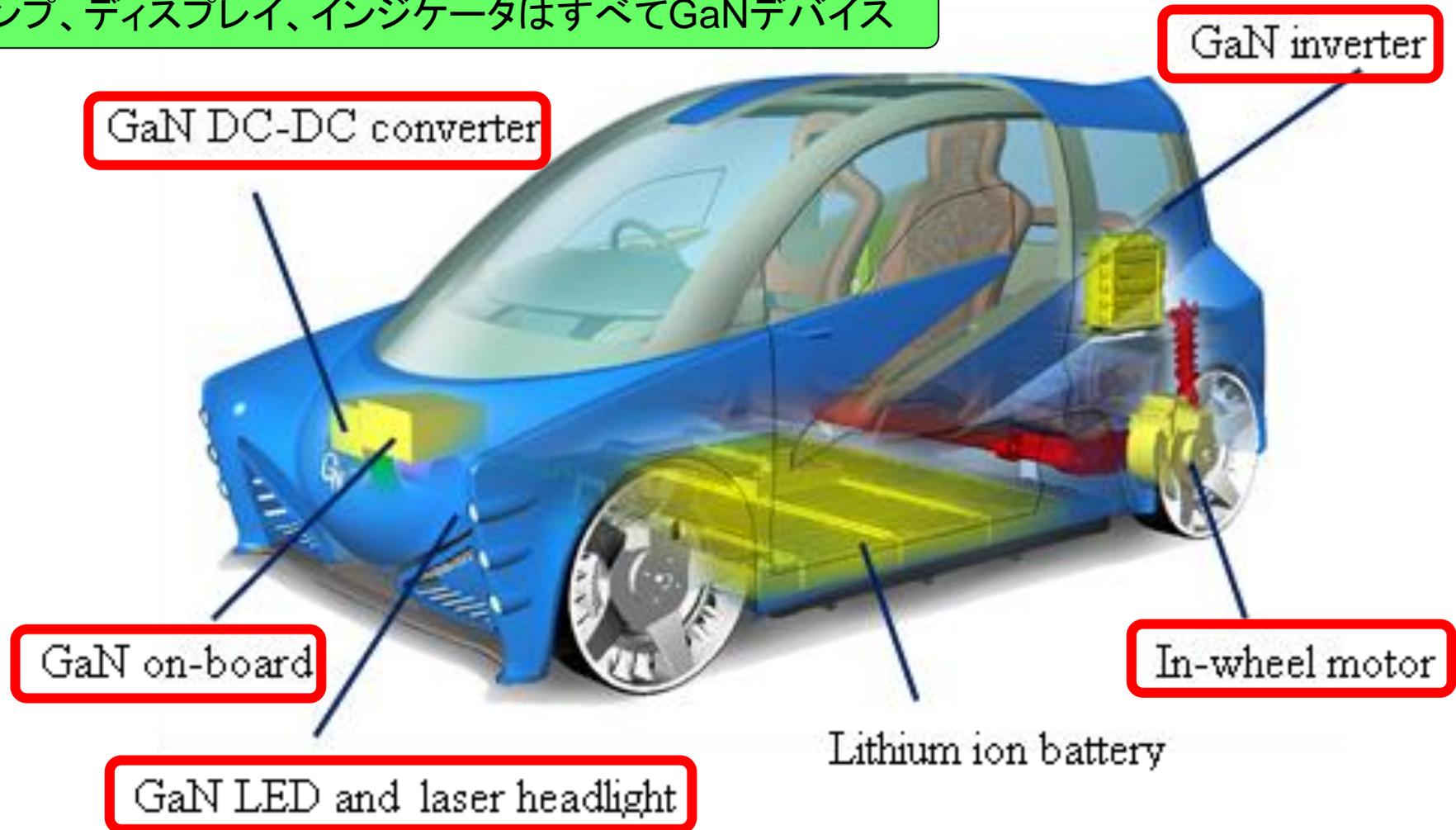
日本のCO<sub>2</sub>排出量の2%相当

全てのパワーデバイスにGaNを適用すると  
**全発電量を更に約9.8%削減**  
LEDの7%と合わせ、2011年以前の原子力発電分の半分を省電力化

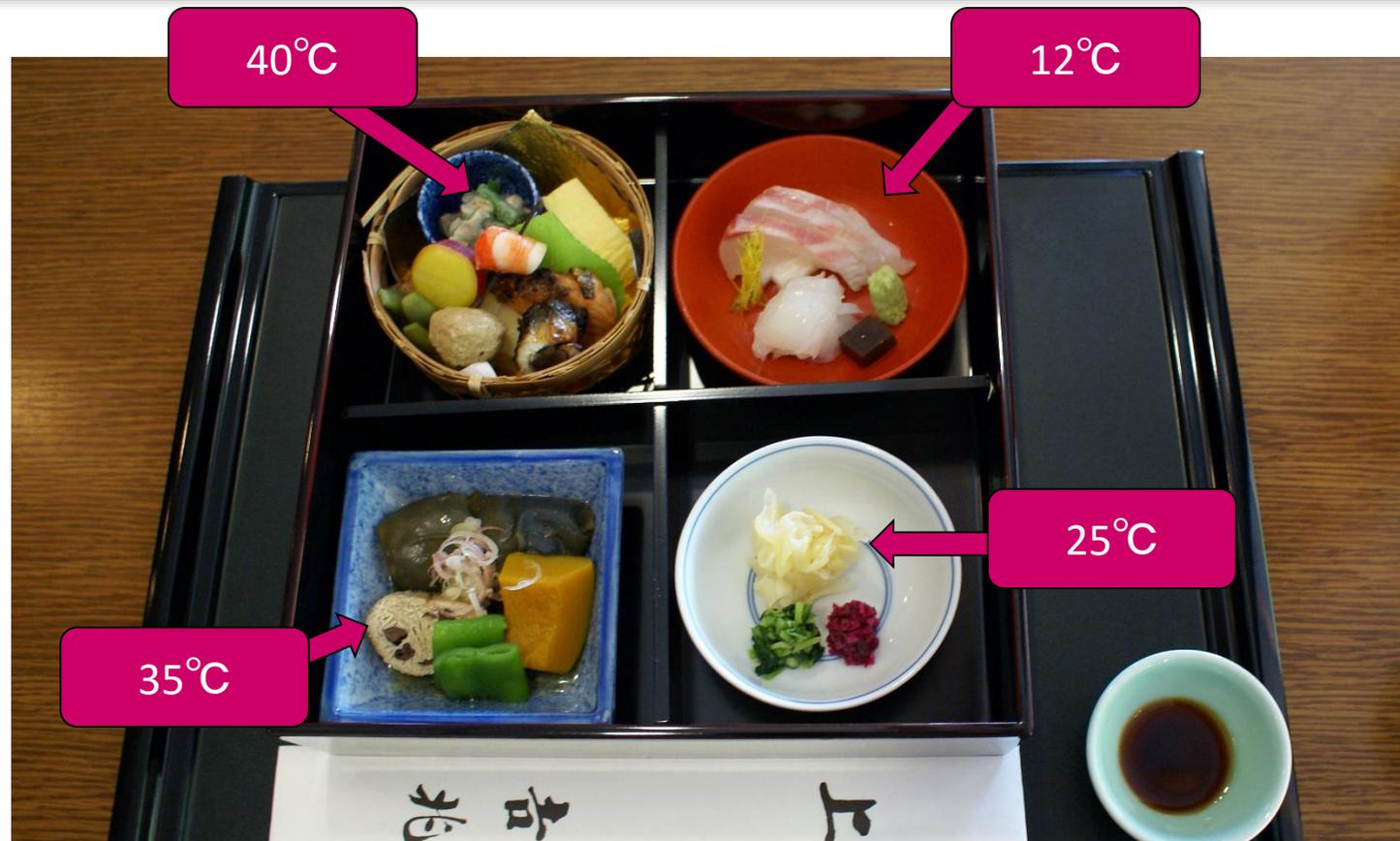
# 実証例 All GaN Vehicle 2020年東京オリンピックに向けて

電源系統とヘッドランプ、ディスプレイ、インジケータはすべてGaNデバイス

名大 塩崎教授



# 次世代インテリジェント電子レンジ 刺身弁当用に最適 食品ごとに違う温度に温めることができる！



FUJITSU 富士通研究所



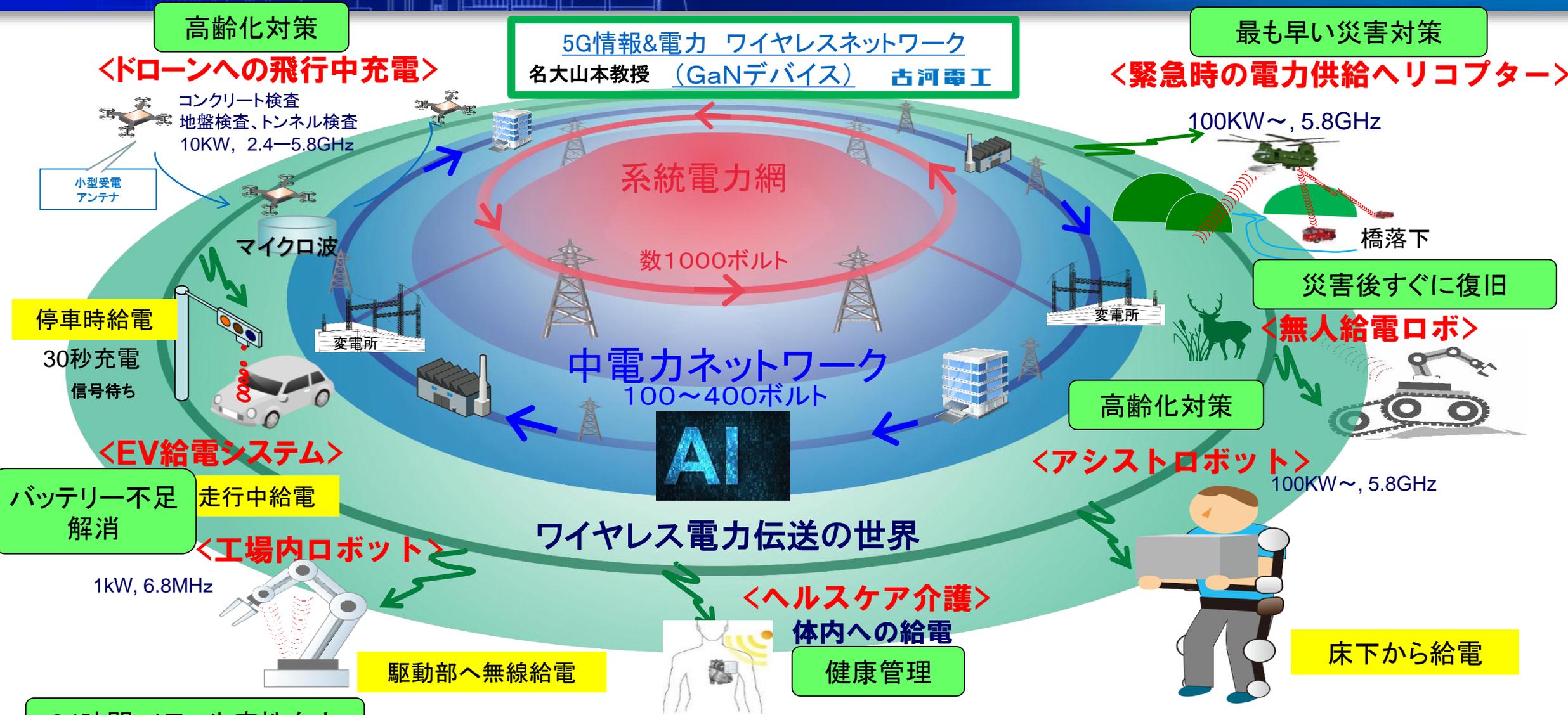
環境省：未来のあるべき社会・ライフスタイルを創造する技術イノベーション事業 高  
品質GaN基板を用いた超高効率GaNパワー・光デバイスの技術開発とその実証



AI大事、だけどバッテリーが全放電したら何もできない...

## ワイヤレス電力伝送

# スマートで強靱なインテリジェント・ワイヤレス電力伝送網



Internet of Energy (IoE)

# 人口減少・高齢化社会のモビリティ “人最優先” の目標

高齢化による  
ドライバー不足解消

＜自動運転ドローンによる輸送＞

高齢者用モビリティ

＜電動飛行機＞

GaNデバイスによる  
機電一体モーター

高齢者用モビリティ

＜エアータクシー＞



如何に早く社会実装するか？

# これまでの日本企業の問題点

図表 5 日本国内のスクラッチ開発<sup>361</sup> プロセスと  
深圳のエコシステムを利用した生産プロセスの比較



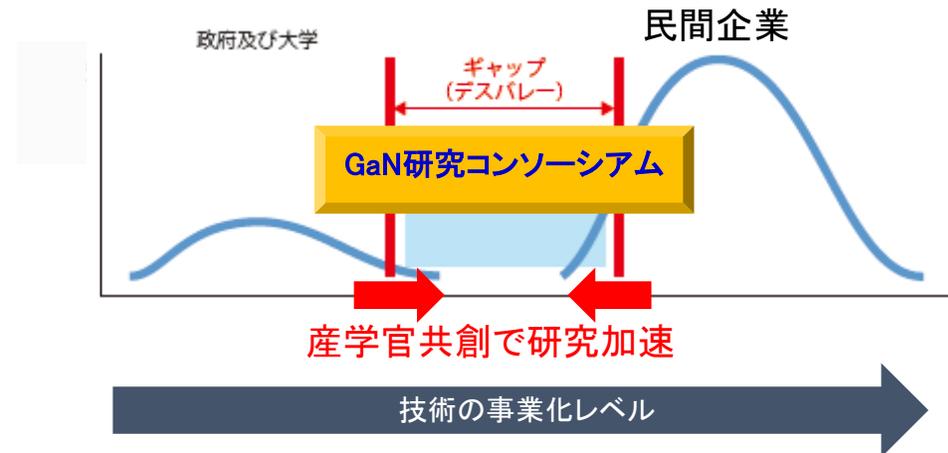
出典：JENESIS 社<sup>362</sup>の資料をもとに CRDS で作成

# 未来ビジョンを共有する産業界の仲間を集めるGaN研究コンソーシアム

## オールジャパン体制でのオープンイノベーション拠点構築



## 0→10の仕組み



### <ハブ機能>

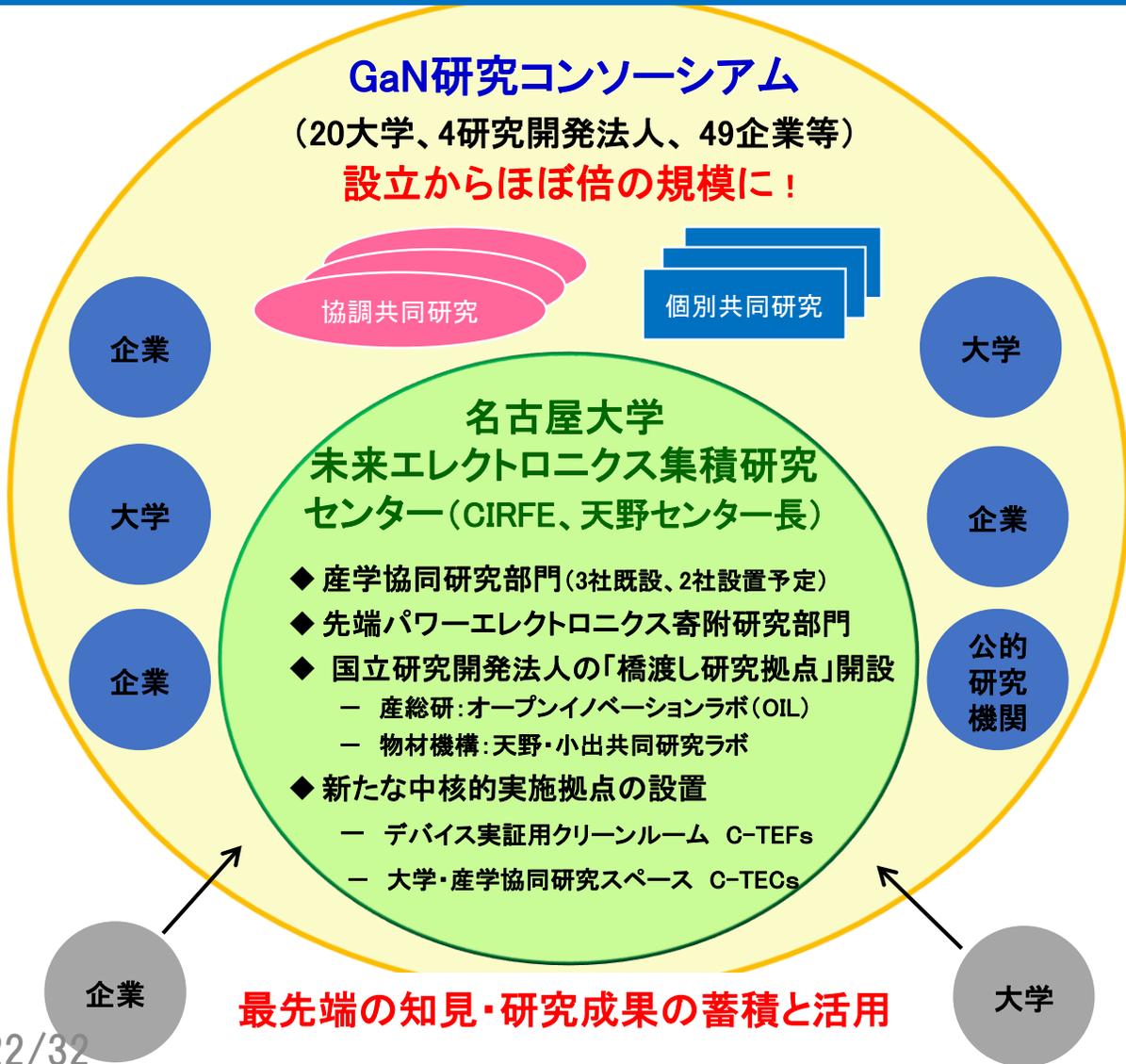
- 情報収集と情報交換 (シンポジウム、WG等)
- 研究開発成果の情報発信
- 産学官のネットワーキング
- 若手人材 (学生、社会人) の育成 (スクール、産学共創教育コース等)

### <運営戦略>

- 協調共同研究の研究成果物の一元管理・運用
- 協調共同研究の知財マネジメント (管理・活用)

### <事業化、出口戦略>

- ロードマップに基づくGaN研究開発戦略構築



# 世界から異分野の専門家を集める

**GaN結晶成長**

M. Boćkowski, Z. Sitar, M. Pristovsek

森 勇介 (名古屋大学 寄附研究部門教授 大阪大学 教授 Naフラックス/ポイントシード法 高品質GaN種結晶)

五十嵐 信行 (名古屋大学 教授 物性解析)

熊谷 義直 (名古屋大学 特任教授 東京農工大 教授 バルクGaN結晶成長)

天野 浩 (名古屋大学 教授・センター長 GaN結晶成長、デバイス創成、システム応用)

白石 賢二 (名古屋大学 教授 気相成長反応の理論解析 シミュレーション)

本田 善央 (名古屋大学 准教授 高品質・高速エピタキシャル成長 その場観察)

新田 州吾 (名古屋大学 特任准教授 バルクGaN結晶成長)

**パワーデバイス**

宇治原 徹 (名古屋大学 教授 GaN-OIL 副ラボ長 結晶成長メカニズム)

小出 康夫 (名古屋大学 天野・小出 共同研究ラボ 特任教授 物質・材料研究機構 理事 評価技術)

塩崎 宏司 (名古屋大学 特任教授 トヨタ自動車(株) 技範 パワーデバイス作製)

山本 真義 (名古屋大学 教授 パワーエレクトロニクス回路)

宮本 恭幸 (名古屋大学 寄附研究部門教授 東京工業大学 教授 高周波デバイス作製)

大野 雄高 (名古屋大学 教授 省エネ型 先端デバイス創出)

牛田 泰久 (名古屋大学 客員准教授 豊田合成(株) 主任技師 光デバイス作製)

須田 淳 (名古屋大学 教授 SIP GaN 研究代表 パワーデバイス作製)

加地 徹 (名古屋大学 特任教授 パワーデバイス)

恩田 正一 (名古屋大学 特任教授 (株)デンソー 担当部長 パワーデバイス 高品質化)

清水 三聡 (産総研・名大 GaN-OIL 特任教授 GaN-OIL ラボ長 パワーデバイス作製)

須賀 唯知 (名古屋大学 特任教授 東京大学 教授 ウエハ接合技術)

原 信二 (名古屋大学 特任教授 高周波回路)

**光エネルギー**

王 学論 (産総研・名大 GaN-OIL 特任教授 光デバイス作製)

**電波エネルギー**

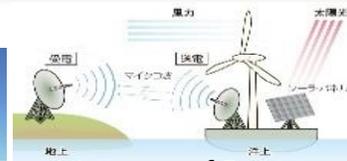
G. Samuel

# 結晶からビジネスまで一気通貫 日本企業の問題点を一気に解決

Power assist robot for elder person



Mobilities in the next generation



Internet of Energy

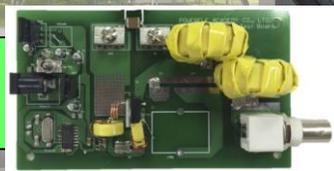
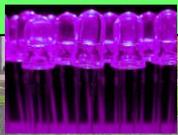
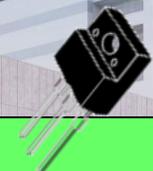
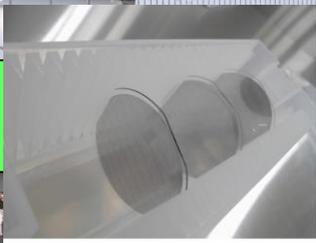
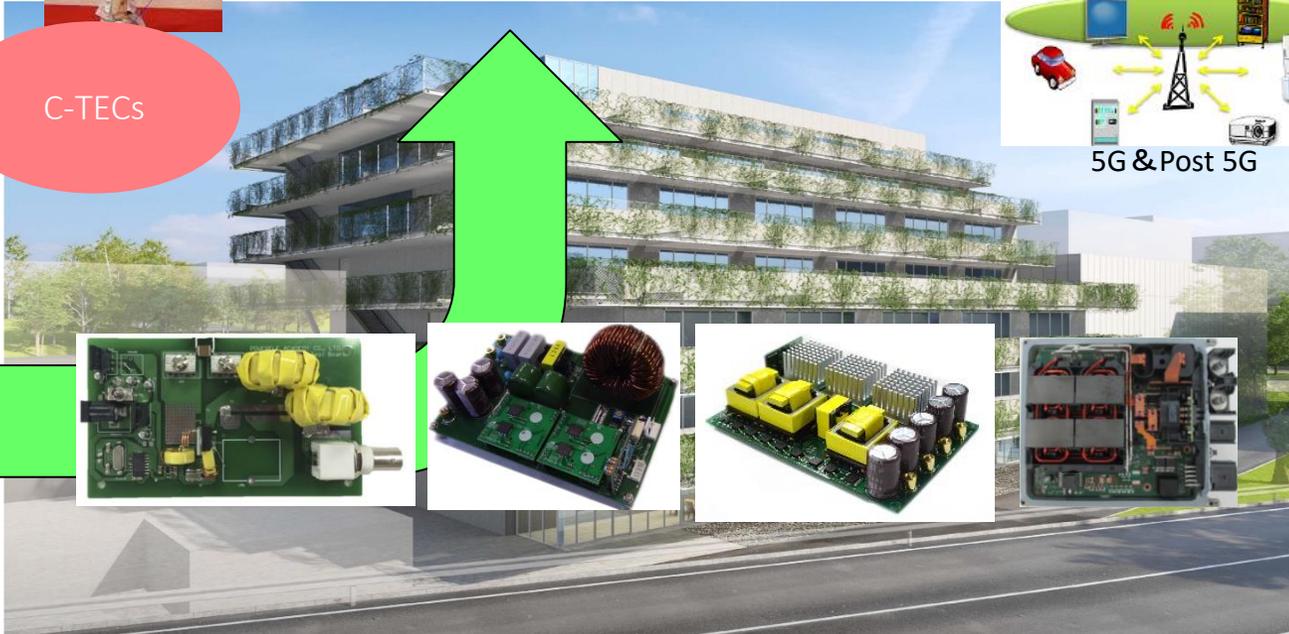


5G & Post 5G

C-TEFs

世界唯一  
GaN on GaN専用クリーンルーム

C-TECs



R&D  
試作

R&D  
試作

R&D  
試作

R&D  
試作

R&D  
試作

R&D  
試作

基板

エピタキシー

プロセス

パッケージ

回路

モジュール

システム

これまでの日本企業のビジネスモデル

時間かかりすぎ！

# 世界唯一 GaN on GaNデバイスプロセス用クリーンルーム (C-TEFs)



2018年7月24日 日経



加地先生 (豊田中研)



恩田先生 (デンソー)

副施設長



Building : 2 floors

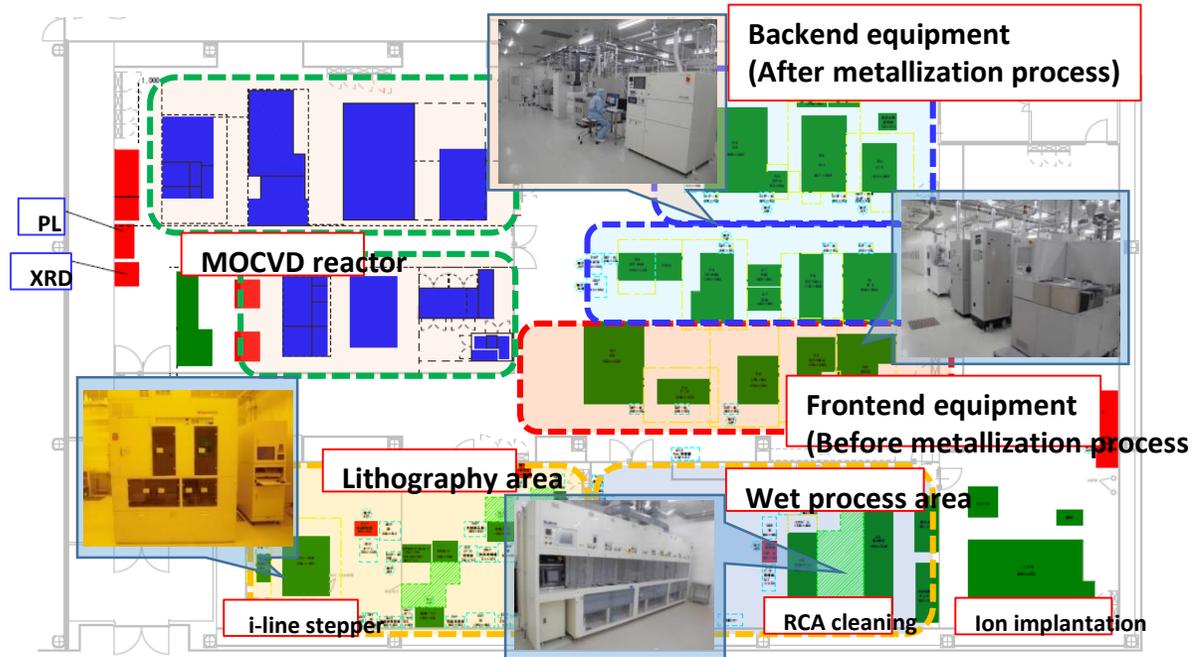
Area : 2,997 m<sup>2</sup>

※Jul. 2018

# 死の谷を克服するための産学共創研究、企業の本格的GaNデバイス開発の第一ステップ



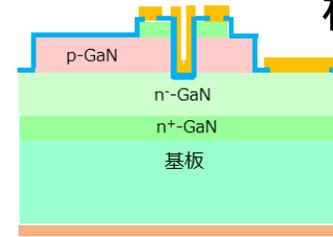
- C-TEFs 2F clean room: 1,054m<sup>2</sup>
- CR equipment is operated by C-TEFs technical staff.  
(6 members, including 2 PhDs)



## GaN専用 1000平米クリーンルーム

- オリジナル結晶成長装置、評価分析装置、デバイス作製装置を集積
- 専任のCR経験者による企業研究所水準の設備運用
- 名大開発の技術・ノウハウを活用可能なプロセスメニュー

## 標準デバイス試作例



UMOS vertical Tr with FP termination

221 steps



HEMT with Boron I/I isolation

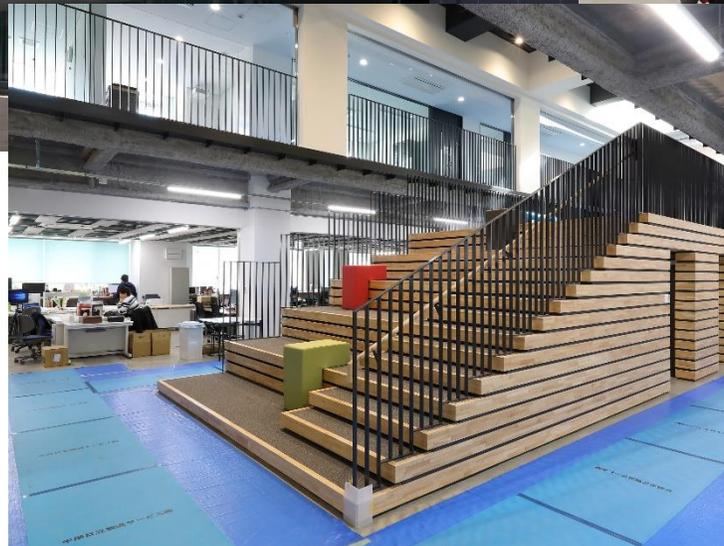
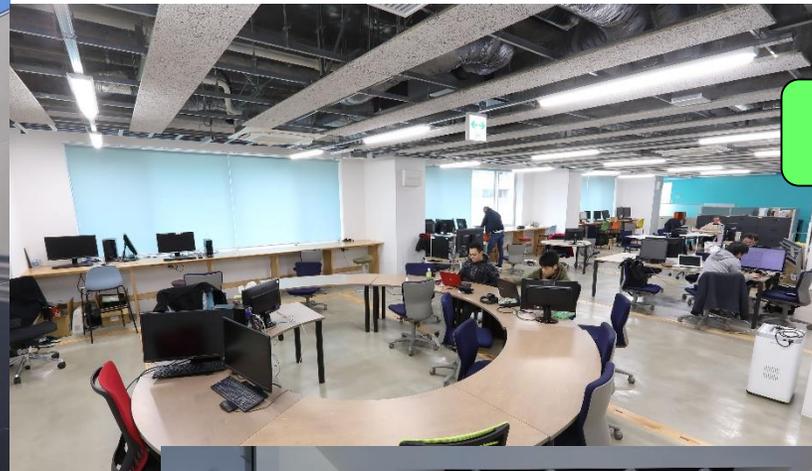
228 steps

# 一つ屋根の下 トランスフォーマティブエレクトロニクスコモンズ(C-TECs)

2, 3階は企業向けフロア  
現在10組織が集結！

フリーアクセス

6研究室



皆が拝聴

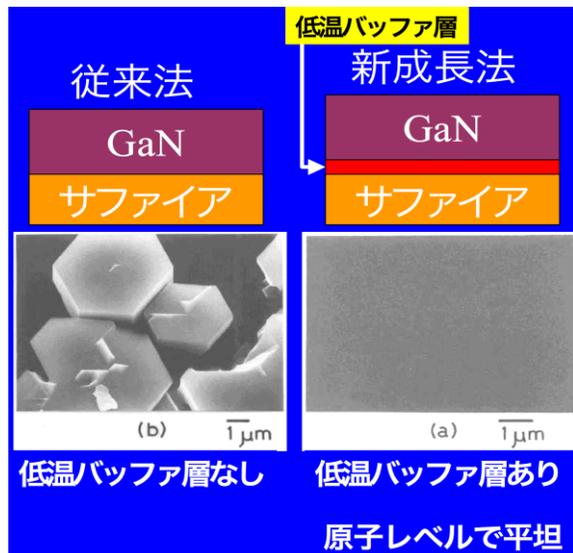


Building : 7 floors  
Area : 6,360  $m^2$   
(CIRFE 4,356  $m^2$ , OI 2,004  $m^2$ )  
※Feb. 2019

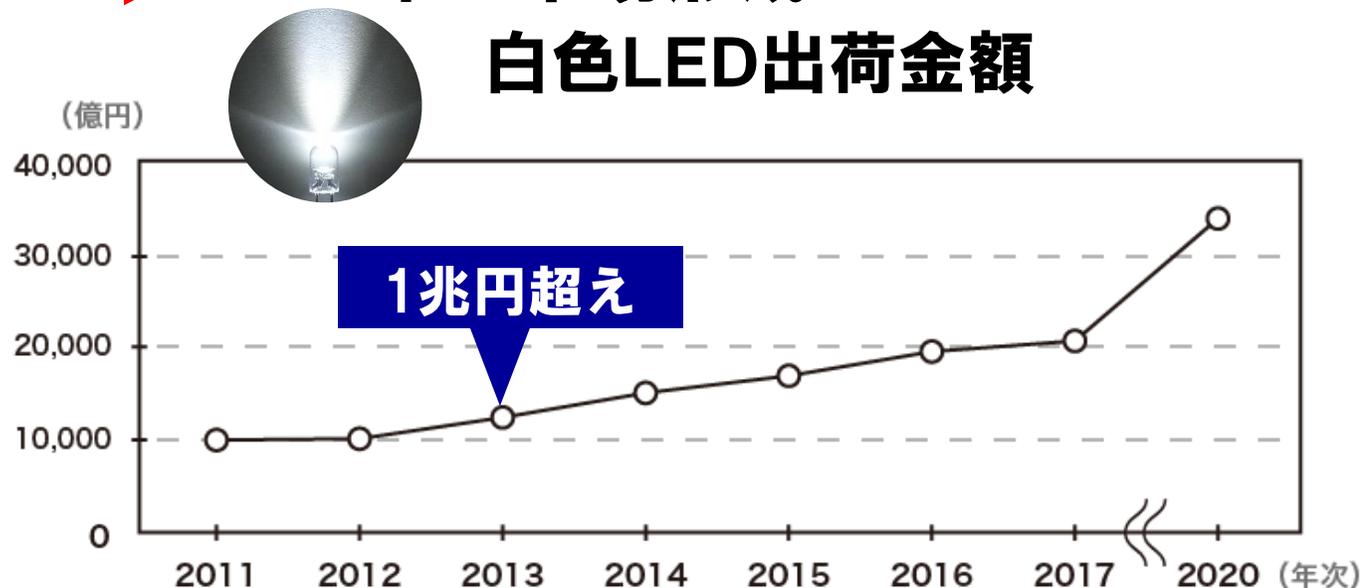
ナレッジコモンズ

# シリコンバレー訪問 活躍する著名起業支援家のご助言

1985年：シーズ創成 → 2013年：市場形成



白色LED出荷金額



投資家は30年も待てない。最長でも10年が限度！

墨田修作氏 (Woodside Capital Partners)





# どのようにして30年を10年以内に実現するか？ DII協働プログラム



外部アドバイザーボード

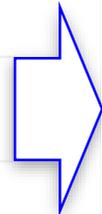


**D: Deployer**  
革新的プロダクトによる社会価値創出を着想・企画する人材

**I: Innovator**  
シーズからプロダクトを見通し技術課題を解決し完遂する人材

**I: Investigator**  
社会課題を理解し高い洞察力に基づき解決策を提案する独創的な人材

海外連携先

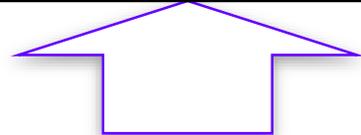


名古屋大学



産業界と大学の  
人材交流加速

国内連携機関



メンター・インターンシップ

ここが新規！



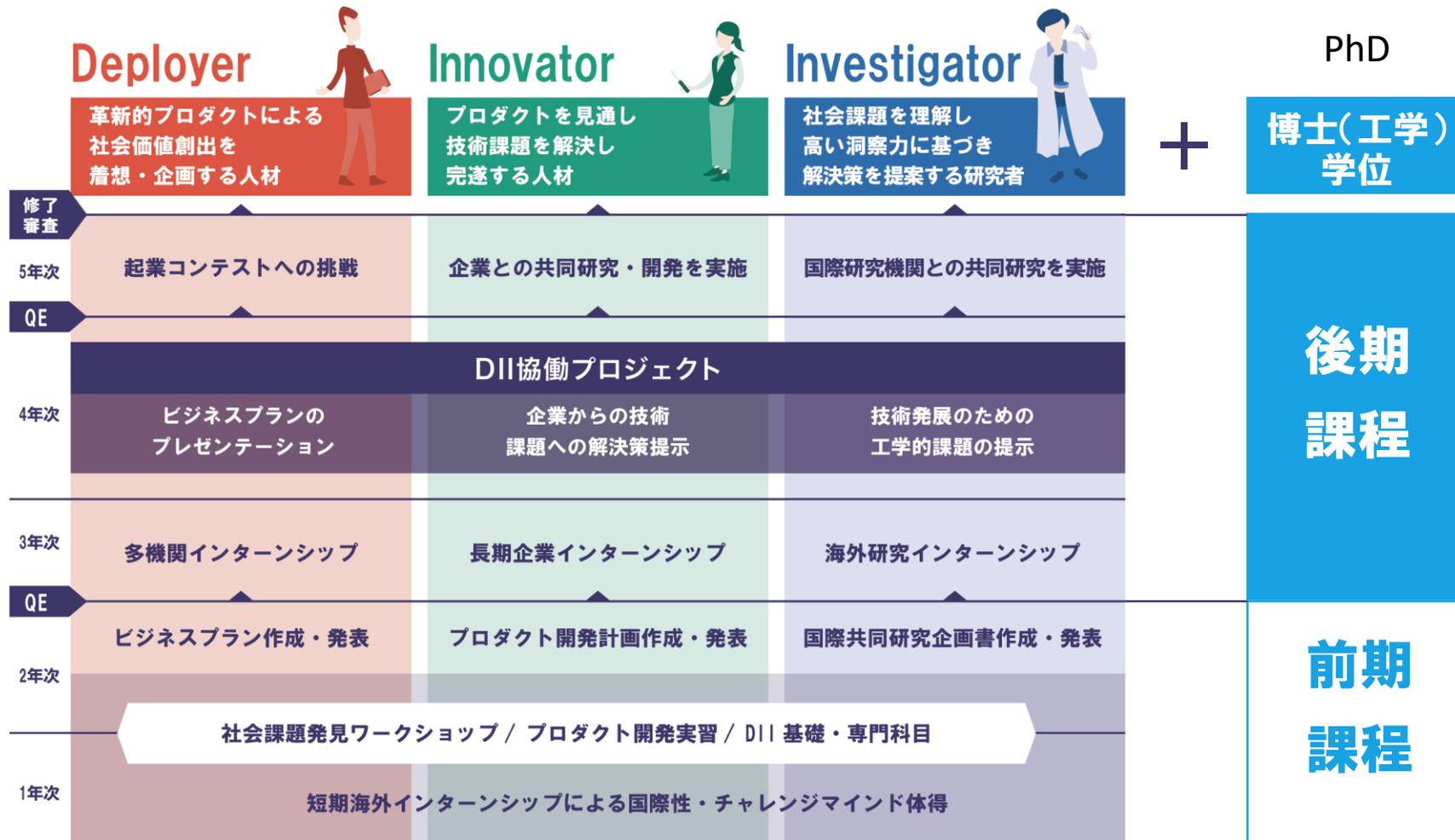
**GaN**  
consortium

ものづくり、国研

+ 起業支援企業

# 新たな学位称号！ PhDを超えるブランド化を目指す

## 博士(工学)の学位を授与、学位(PhD)とは別にDII修了を認定



DII協働大学院プログラム

学位プログラム

# 最後に持続可能・便利・安心・安全な社会システムの構築に向けて (Sustainable, Smart, Safe and Secure (4S-) Society)

## Si系パワー半導体のメッカ！

**佐賀県**

- 伊万里市 株式会社SUMCO 九州事業所(伊万里) [E1] (2005) シリコンウェハ
- 武雄市 豊田合成株式会社 佐賀工場 [A3.A4.A5.A6] (2008) 窒化ガリウム系発光ダイオード(青色LED等)
- 杵築市 株式会社SUMCO 九州事業所(佐賀) [E1] (2005) シリコン単結晶ウェハ

**福岡県**

- 早稲市 ソニーLSIデザイン株式会社 福岡支社 [A2] (2006) システムLSI開発、設計
- ソニーセミコンダクタ株式会社 福岡テクノロジセンター [A3.A4] (1987) MOS IC, CMOS画像素子

**熊本県**

- 熊本市西区 ルネサスセミコンダクタ九州-山口株式会社 本社・熊本川尻工場 [A3.A4] (1969) システムLSI, マイクロコンピュータ
- 合志市 マルコデバイスフレイテックロジック株式会社 [B] (2002) TFTカラー液晶ディスプレイモジュール
- 三豊電機株式会社 パワーデバイス製作所 熊本工場 [A3.A4] (1967) パワー半導体
- 東証エレクトロニクス株式会社 合志事業所 [D1.D4] (1990) 半導体製造装置(コタ/デベロッパ、サーフェスプラ/ルーション装置)
- 玉名郡高瀬町 富士電機株式会社 熊本工場 [B] (2006) フィルムタイプアモルファス太陽電池
- 菊池郡大津町 テラダイン株式会社 熊本事業所 [D1.D3] (1973) 自動車装置(ユニアミックシグナル, CCD, ロジック)
- 株式会社ホンダソルテック [B] (2006) CIGS薄膜太陽電池
- 株式会社ルネサス九州セミコンダクタ [A5.A6] (2003) IC/LSI半導体受託生産(開発・組立・検査)

**宮崎県**

- 宮崎市 ラピスセミコンダクタ宮崎株式会社 [A3.A4.A5.A6.A7] (1980) LCDドライバ, マイコン等, ファンダリーサービス (Power/HVC MOS, BCD, WL-CSP)
- ソーラーフロンティア株式会社 宮崎プラント [B] (2007) 薄膜系 (CIS) 太陽電池
- ソーラーフロンティア株式会社 宮崎第2プラント [B] (2006) 薄膜系 (CIS) 太陽電池
- 延岡市 旭化成エレクトロニクス株式会社 生産センター 第二製造棟 [A3.A4.A6.A7] (1993) 通信ネットワーク用LSI, ミックスシグナルIC
- 延岡市 旭化成マイコンシステム株式会社 延岡事業所 [A3.A4.A5.A6] (1993) 通信用LSI, オーディオビデオ用LSI
- 東諸原町 ソーラーフロンティア株式会社 宮崎工場 [B] (2007) 薄膜系 (CIS) 太陽電池

**鹿児島県**

- 鹿屋市 京セラ株式会社 鹿児島炭成工場 [E7] (1972) 積層セラミックコンデンサ, セラミックフィルタ, 積層PKG, 薄膜PKG, 機械製造部品
- 京セラ株式会社 鹿児島単人工業 [B] (1983) TFT方式IG, 静電容量方式タッチパネル, インクジェットヘッド
- 加治郡湧水町 ヤマハ鹿児島セミコンダクタ株式会社 [A3.A4.A5.A6] (1987) MOSLSI, 音源IC/LSI

**大分県**

- 大分市 株式会社東芝セミコンダクター-S&Sストレージ 大分工場 [A3.A4] (1970) システムLSI, DRAM記憶システムLSI
- 中津市 ルネサスセミコンダクタ九州-山口株式会社 大分工場 [A5.A6] (1985) 産業用MOS IC, LSI組立
- 国東市 ソニーセミコンダクタ株式会社 大分テクノロジセンター [A5.A6] (1984) MOSLSI組立・評価・測定, 基板実装開発(3次元/モジュール基板実装), パッケージ開発

**宮崎県**

- 宮崎市 ラピスセミコンダクタ宮崎株式会社 [A3.A4.A5.A6.A7] (1980) LCDドライバ, マイコン等, ファンダリーサービス (Power/HVC MOS, BCD, WL-CSP)
- ソーラーフロンティア株式会社 宮崎プラント [B] (2007) 薄膜系 (CIS) 太陽電池
- 宮崎系 (CIS) 太陽電池
- ソーラーフロンティア株式会社 宮崎第2プラント [B] (2006) 薄膜系 (CIS) 太陽電池
- 延岡市 旭化成エレクトロニクス株式会社 生産センター 第二製造棟 [A3.A4.A6.A7] (1993) 通信ネットワーク用LSI, ミックスシグナルIC
- 延岡市 旭化成マイコンシステム株式会社 延岡事業所 [A3.A4.A5.A6] (1993) 通信用LSI, オーディオビデオ用LSI
- 東諸原町 ソーラーフロンティア株式会社 宮崎工場 [B] (2007) 薄膜系 (CIS) 太陽電池

**鹿児島県**

- 鹿屋市 京セラ株式会社 鹿児島炭成工場 [E7] (1972) 積層セラミックコンデンサ, セラミックフィルタ, 積層PKG, 薄膜PKG, 機械製造部品
- 京セラ株式会社 鹿児島単人工業 [B] (1983) TFT方式IG, 静電容量方式タッチパネル, インクジェットヘッド
- 加治郡湧水町 ヤマハ鹿児島セミコンダクタ株式会社 [A3.A4.A5.A6] (1987) MOSLSI, 音源IC/LSI

※ < >内は工場立地年



九州地域循環共生圏の実現に向けて、  
我々も手伝わさせていただきます。