



**OOKUMA  
DIAMOND  
DEVICE**

ダイヤモンド半導体を社会実装する

- 大熊ダイヤモンドデバイス株式会社 -



# ダイヤモンド半導体とは

14族  
↓

炭素 (ダイヤモンド)

ケイ素 (シリコン)

ゲルマニウム

										2 4.0026 He Helium
					6 12.01 B Boron	7 14.01 C Carbon	8 16.00 N Nitrogen	9 19.00 O Oxygen	10 19.00 F Fluorine	18 20.18 Ne Neon
					13 26.98 Al Aluminium	14 28.09 Si Silicon	15 30.97 P Phosphorus	16 32.06 S Sulfur	17 35.45 Cl Chlorine	18 39.95 Ar Argon
26 55.84 Fe Iron	27 58.93 Co Cobalt	28 58.94 Ni Nickel	29 63.55 Cu Copper	30 65.39 Zn Zinc	31 69.72 Ga Gallium	32 72.64 Ge Germanium	33 74.92 As Arsenic	34 78.97 Se Selenium	35 79.90 Br Bromine	36 83.80 Kr Krypton
44 101.07 Ru Ruthenium	45 102.91 Rh Rhodium	46 106.42 Pd Palladium	47 107.87 Ag Silver	48 112.41 Cd Cadmium	49 114.82 In Indium	50 118.71 Sn Tin	51 121.76 Sb Antimony	52 127.60 Te Tellurium	53 126.90 I Iodine	54 131.29 Xe Xenon
76 190.23 Os Osmium	77 192.22 Ir Iridium	78 195.08 Pt Platinum	79 196.97 Au Gold	80 200.59 Hg Mercury	81 204.38 Tl Thallium	82 207.2 Pb Lead	83 208.98 Bi Bismuth	84 [209] Po Polonium	85 [210] At Astatine	86 [222] Rn Radon
108 [289] Hs Hassium	109 [289] Mt Meitnerium	110 [289] Ds Darmstadtium	111 [289] Rg Roentgenium	112 [285] Cn Copernicium	113 [286] Nh Nihonium	114 [289] Fl Flerovium	115 [290] Mc Moscovium	116 [293] Lv Livermorium	117 [294] Ts Tennessine	118 [294] Og Oganesson

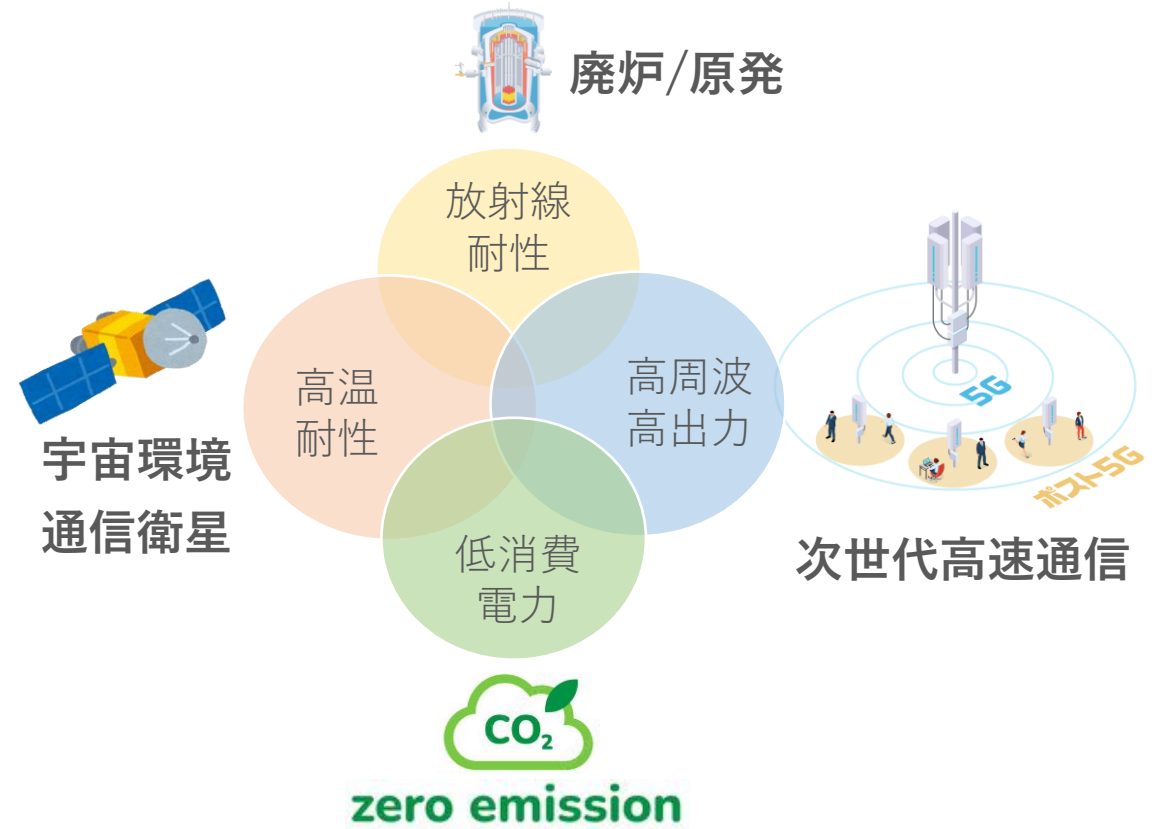
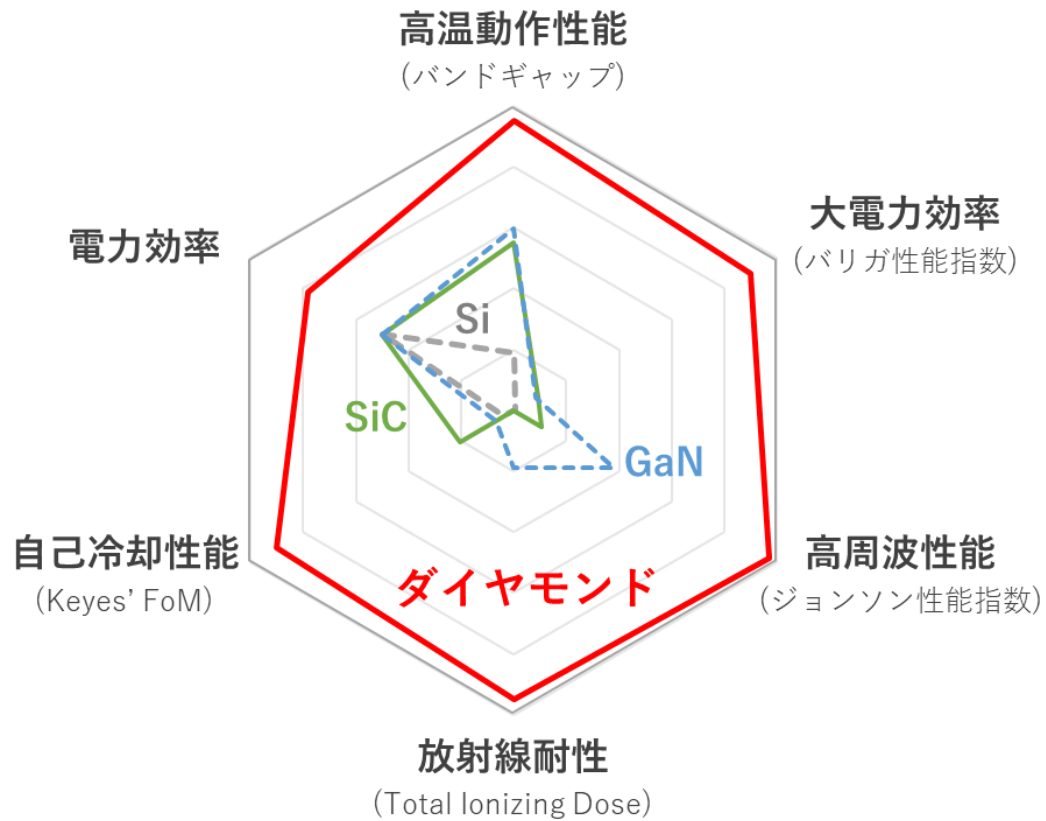


# 究極の半導体であるダイヤモンド半導体は、時代の半歩先の技術となった

ダイヤモンドの物性特性



ダイヤモンド半導体が解決できる社会課題

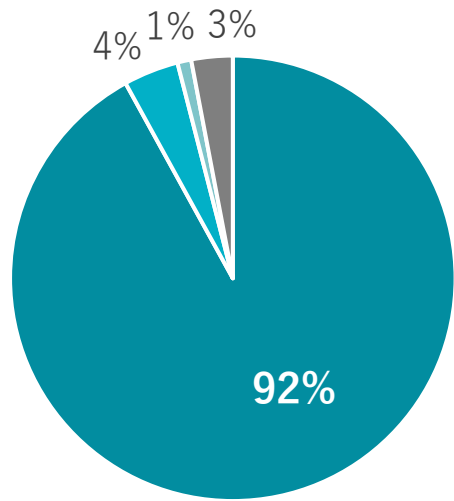




# メタンガスから製造可能なため、地政学フリーな素材でもある

- 既存半導体のGaN（窒化ガリウム）は、原料産出のほぼ全てを中国とロシアが占める
- 人工ダイヤモンドの原料はメタンガスであるため、世界中どこでも製造が可能

国別ガリウム生産量と中国による輸出規制



■ 中国 ■ ロシア ■ 日本 ■ 他

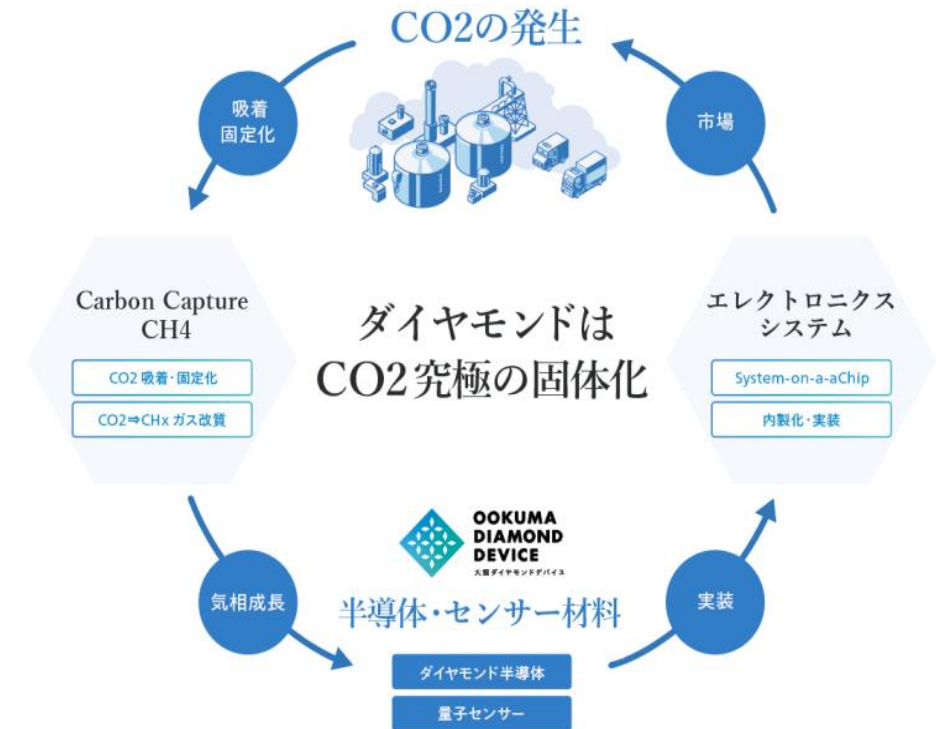
出典：JOGMEC, 鉱物資源マテリアルフロー2018

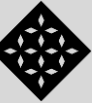


中国政府はレアメタル＝希少金属であるガリウムとゲルマニウムの関連品目について、2023年8月1日から輸出規制に踏み切りました。多くの人にとってあまり聞いたことがない、ガリウムとゲルマニウム。実は半導体やLED、太陽電池などさまざまな電子部品の製造に欠かせない材料で、中国が圧倒的なシェアを誇っています。

出典：NHK

CO<sub>2</sub>を原料とするメタンガスからダイヤモンドは合成されるので、エコトレンドな素材でもある



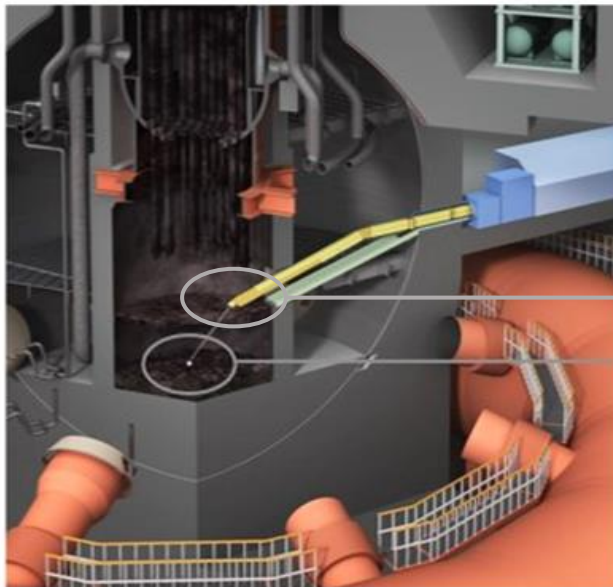


# 福島第一原発の廃炉実現には、ダイヤモンド半導体技術が重要なキーとなる

## 福島第一原発の廃炉実現に向けた課題

主課題：原子炉内に残る燃料デブリの取出し

- デブリの再臨界を常時観測する必要がある；
  1. 既存半導体デバイスでは、鉛等で遮蔽しない限り放射線による動作不良を起こす可能性がある
  2. ロボットアームの先端にデバイスを取り付けるが遮蔽物の荷重に耐えきれない



→ ロボットアーム  
→ 燃料デブリ

炉内未臨界モニター(中性子検出器)の概念図

## 解決策と波及効果

<解決策としてのダイヤ半導体>

- ダイヤ半導体は、300°C以上 & 数MGy/hの積算線量条件下においても動作が可能

<波及効果>

1. 福島第一原発の廃炉実現
2. 休止中の他原発の再稼働促進





# 次世代パワー/高周波半導体の進化によって解決するペインが存在する

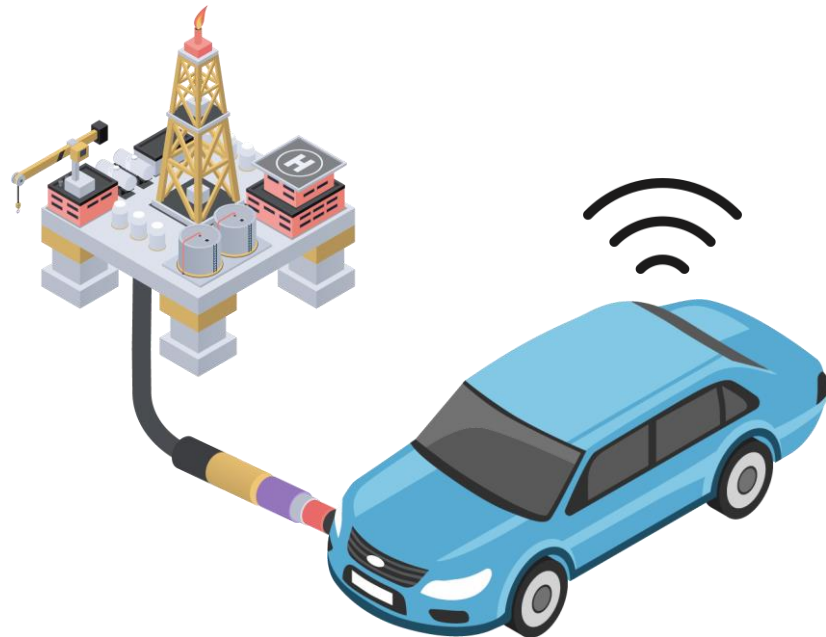
## EVのペイン：高速充電の負荷に耐えられない

ガソリン

4分

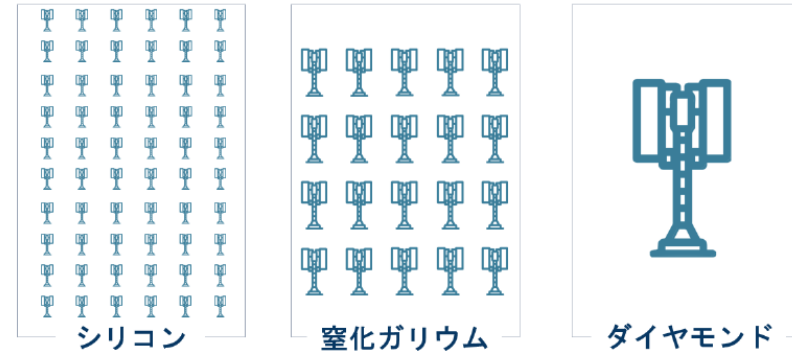
EV

20分



## 基地局のペイン：年々過酷になる通信仕様

ビヨンド 5G市場に通用する唯一の材料がダイヤモンド



14

基地局に関する圧倒的なコストダウンが実現する

Si材料による基地局

基地局数

10億局

GaN材料による基地局

基地局数

3億2000万局

ダイヤモンドによる基地局

基地局数

1600万局



# 世界初となるダイヤモンド半導体工場を24年度から建設開始@福島県大熊町



当社ダイヤモンド半導体工場イメージ：福島第一原発がある福島県大熊町にて建設予定



# 垂直統合ノウハウにより、全工程の可視化による量産性と製品品質の担保が可能

- 福島第一原発の廃炉が世界初の実需となり、2013年から製品開発研究を実施
- 世界で唯一、垂直統合によるダイヤモンド半導体の製造ノウハウを獲得







## 世界初となるプロトタイプを製造しており、工場稼働に必要な要素技術を既に確立

- ダイヤモンド半導体による増幅回路を試作済（原発・宇宙市場向け）
- 実環境に導入可能な製品を、**24年度中**に製造予定



ダイヤモンド半導体による増幅回路



# 官民双方からの高い評価により、創業2年弱で合計19.1億円を調達

事業目的に沿う形で、複数の国家PJに採択済

期間合計 **14.4**億円



民間からの調達実績

**4.7**億円

Seed 1.4億円



借入3.3億円



Mission ダイヤモンド半導体により、デジタルインフラを革新する



# ミッション：ダイヤモンド半導体の社会実装により国難に立ち向かう

- 廃炉という日本独自の国難が、ダイヤモンド半導体の世界初実需を産んだ
- 国難の解決という正義の下に国立研究所の知見が集結、プロトタイプを作成
- 量産、納品という民間が果たすべき役割を担うためベンチャーを設立



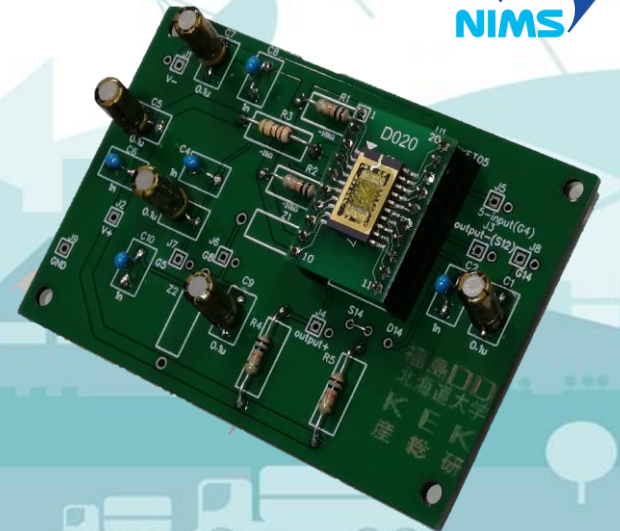
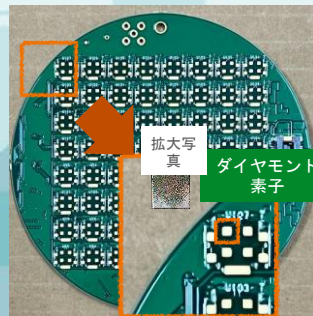
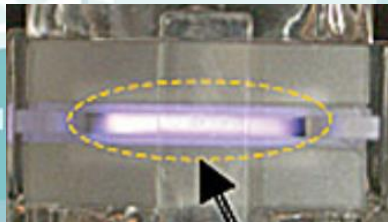
**KOBELCO**



**TOSHIBA**



**OOKUMA  
DIAMOND  
DEVICE**



1982年：日本が世界初の気相合成法を成功

1990年～2010年  
試行錯誤の時代

2010年～2020年  
廃炉PJを通じ集結した国プロによる技術蓄積

2021年  
回路実装ベースでの動作確認



# 経営と研究開発の両輪が伴ったディープレックベンチャー



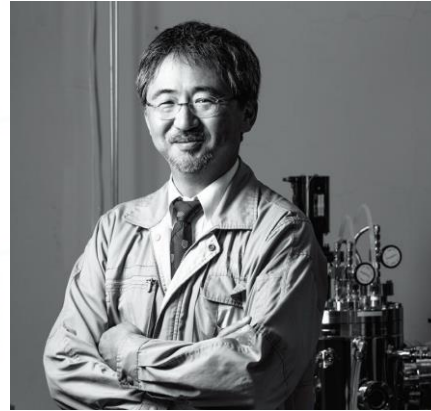
**星川 尚久**  
代表取締役

連続起業家 & 北海道大学 学術研究員

北大発 学生ベンチャーとして23歳で起業。北海道銀行 創設以来初の学生融資枠となる。

2022年現在では正社員22名、売上総計2億6,000万円の企業経営実績

2016年に金子研究室と出会い、事業内容に共感し参画。以来、7年に渡り研究計画のマネジメントと事業化を担当



**金子 純一**  
取締役

北海道大学 総長補佐 兼 工学研究院准教授

**JAEA 廃炉国際共同研究センター グループリーダー**

今までに開発した単結晶シンチレータは企業への技術移転も完了し市販化

福島第一原子力発電所廃炉事業では国家プロジェクトの旗振り役として $\alpha$ 線ダストモニタ等への関連技術の適用を進めている



**梅沢 仁**  
取締役

国立研究開発法人産業技術総合研究所、先進パワーエレクトロニクス研究センター 主任研究員

化学薬品による処理と低温加熱だけでダイヤモンド基盤とシリコン基板を直接接合できる技術など、ダイヤモンド半導体の量産に向けたノウハウと特許を多数持つ

ダイヤモンド半導体に関する論文引用総数：**6,609件**



## 総括：大熊ダイヤモンドデバイス社とは

東日本大震災という国難を通じて集積した技術を軸に、  
ダイヤモンド半導体の社会実装を実現し、  
日本発の次世代半導体産業を創造しリードする