

ChatGPT に聞いてみた

ダイヤモンド電池 各物質電池 教えて

ChatGPT:



1. ダイヤモンド電池(ベータボルタ電池)とは？

- **放射性同位体が放出する β 粒子(高速電子)**を、ダイヤモンド半導体層で直接電力に変換する“原子力電池”的一種です。
- ダイヤモンドは ①放射線に強く壊れにくい ②広バンドギャップ半導体で高い変換効率を得やすい ③内部に放射性核種を封じ込め安全性を高められる——という理由で選ばれています。[note\(ノート\)アメリカ原子力学会](#)
- 化学反応で電気を起こす通常の電池と違い、半減期＝電池寿命。理論上は数十年～数千年にわたり自己発電を続け、メンテナンスも充電も不要です。[World Nuclear News](#) [Electrical Technology](#)

2. 「各物質電池」——同位体別に見る主なダイヤモンド／原子力電池

同位体 (主崩壊モード)	半減期	代表的な方式	想定出力 & 特徴	主な開発例・現状
炭素-14 (β)	5年	ダイヤモンド・ベータボルタ	数 10 – 数 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$ 。数千年動作。核廃棄物(黒鉛ブロック)再利用。	英 UKAEA + ブリストル大が世界初試作 (2024) World Nuclear News UKAEA Fusion Energy
ニッケル-63 (β)	100年	ダイヤモンド・ベータボルタ	$\approx 100 \mu\text{W}$ (コインサイズ)。50 年寿命。小型 IoT 向け。	中国 Betavolt「BV100」試作・25 年に 1 W 品計画 World Nuclear News グリーンカーコンгрес Popular Mechanics

同位体 (主崩 壊モード)	半減 期	代表的な方 式	想定出力 & 特徴	主な開発例・現状
三重水素 T(β)	12.3 年	ダイヤモンド ／GaN ベー タボルタ	数 μW 級。医療インプラ NASA が月面センサ用マイクロ電池で研 究中 NASA	
ストロンチ ウム-90 (β)	28.8 年	β +シンチレ ータ併用 (BPV)	mW 級まで可能。産業 センサ・海洋ブイ。	2024 年に Sr-90/Sr-Y デュアル効果セ ルを報告 サイエンスダイレクト
プルトニウ ム-238 (α)	87.7 年	RTG(熱電変 換)	数百 W 級。惑星探査 機・深宇宙。	NASA の RTG で実用中(Voyager, Perseverance ほか) NASA Science

ポイント: 炭素-14 やニッケル-63 は“ダイヤモンド電池”的代表格。Pu-238 の RTG は熱電変換で高出力ですが、ダイヤモンド半導体は使いません。

3. 安全性・規制上の扱い

- 放射線遮蔽: β 線はダイヤモンド層と外装で完全に吸収され、外部被曝はほぼゼロ。Pu-238 RTG は α 線で同様に遮蔽が容易。[アメリカ原子力学会](#)
- 廃棄時の管理: 半減期が長い同位体は電池寿命後も放射能を持つため、引き取り・リサイクル制度が前提。
- 法規制: 日本では放射線障害防止法、海外では IAEA 基準に基づき、製造・輸送・廃棄まで許可が必要。

4. 実用化ロードマップ

- 2024–2026 年
 - Betavolt がニッケル-63 コインセルを量産予定(最大 1 W) [World Nuclear News グリーンカーコングレス](#)
 - NDB 社(米)・Arkenlight(英)が炭素-14 セルのパイロットライン構築。
[ndb.technologyWIRED.jp](#)
- 2030 年代前半
 - 医療インプラント、宇宙・極地 IoT、MEMS センサなど超長寿命・超小電流用途で商
用化拡大が見込まれています。[Electrical TechnologyPR Newswire](#)
- 課題

- **変換効率**: 現状 2-4 % 程度→10 % 以上が目標。効率改善と放射線耐性材料研究が継続中。[アメリカ原子力学会 New Atlas](#)
- **同位体供給**: Pu-238・C-14 等の製造能力拡大、ニッケル-63 の遠心分離コスト低減が鍵。

5. まとめ

- ダイヤモンド電池は「半永久」級の低出力源で、炭素-14 やニッケル-63 を封じ込めたベータボルタ方式が主流。
- 同位体ごとに寿命・出力・安全性が異なり、用途は「長寿命 × 微小電力」領域（宇宙探査、医療、産業センサ）で現実味が高い。
- 2030 年代には複数社が商用販売を目指しており、化学電池では届かない超長寿命ニッケルを担う見通しです。