

ワイヤレス人材育成の取り組み

ワイヤレスジャパン×ワイヤレス・テクノロジー・パーク(WTP)2026、ポスター展示
2026年5月27日(水)～5月29日(金)
東京ビッグサイト 西3・4ホール

ラジオの製作は高等学校学習指導要領解説にて記載されている。

理科室にある局部発振器と汎用的な電子パーツとを組み合わせた簡単なAMラジオを提案。

高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 小間番号 W-8

理科編 理数編

平成30年7月

市販の汎用ICによる原理の簡単なラジオの製作

昨年、オペアンプのディスエーブル機能に着目し、ダイレクトコンバージョン方式による簡単なラジオが発表された[1]。ダイレクトコンバージョン方式は、三角関数の積和の公式を使って、復調の原理を数式で理解することができる。その後、発振を抑え、明瞭度を向上させるために、コンデンサと抵抗を挿入した [2],[3]。

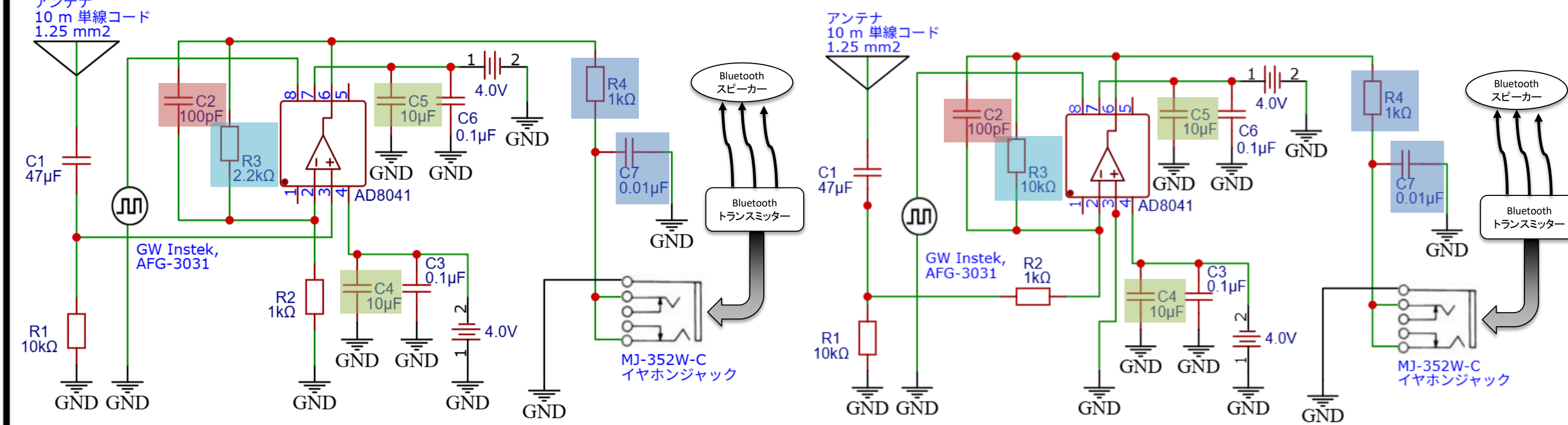


図1 最適化を行ったAMラジオの回路図(非反転増幅回路)[2]を加工 図2 最適化を行ったAMラジオの回路図(反転増幅回路)[3]を加工

図1、図2の回路をブレッドボード上に組み、イヤホンジャックには、水晶・イヤホンやセラミック・イヤホンではなく、Bluetooth 発信器 (C28 Wireless TRANSMITTER & RECEIVER, YaizK Bluetooth用)あるいは Bluetooth 送受信機(TR-01 ライソン株式会社、製品コード KABT-002B)を接続し、近くに置いた Bluetooth スピーカー (LBS0003、輸入・販売元:株式会社ラティエノ、お問い合わせ先:エコー事業部)から音声を得た。

表1 最適化前後のラジオがNHKラジオ第一放送を聴取した際(2026/01/26 19:45)の性能評価結果[2]

	最適化前	最適化後 $R_3 = 2.2 \text{ k}\Omega$	最適化後 $R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$
強度QSA	4	3	4
明瞭度QRK	3	4	4

表2 最適化前後のラジオがNHKラジオ第一放送を聴取した際(2026/02/03 10:00)の性能評価結果[3]

	最適化前	最適化後 $R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$	最適化後 $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$
強度QSA	3	2	3
明瞭度QRK	3	4	4

図1(非反転増幅回路)で性能評価した結果を表1に示した[2]。同様に、図2(反転増幅回路)で性能評価した結果を表2に示した[3]。結果としては、非反転増幅回路、反転増幅回路ともに発振が抑制され、出力波形が安定し、明瞭度QRKも向上した[3]。図3～5は非反転増幅回路を用いた図1のラジオにおけるイヤホンジャックに出力する部分の電圧波形である[2]。また、図6～8は反転増幅回路を用いた図2のラジオにおけるイヤホンジャックに出力する部分の電圧波形である[3]。図の黄色は出力信号の波形、桃色はファンクションジェネレータから入力した矩形波の波形である[3]。

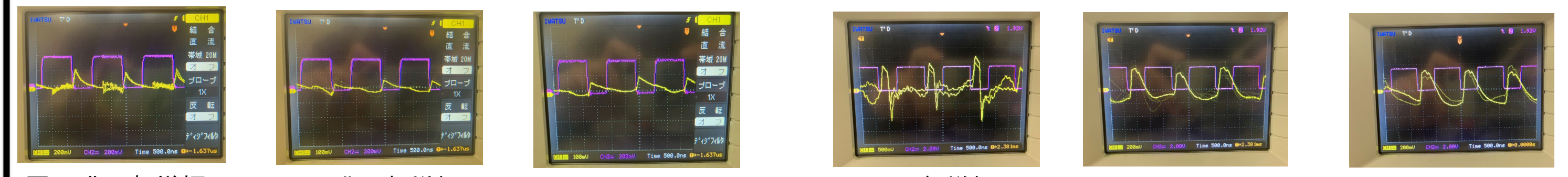


図3 非反転増幅回路における最適化前の波形[2] 図4 非反転増幅回路における最適化後の波形 ($R_3 = 2.2 \text{ k}\Omega$)[2]

図5 非反転増幅回路における最適化後の波形 ($R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$)[2] 図6 反転増幅回路における最適化前の波形[3]

図7 反転増幅回路における最適化後の波形 ($R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$)[3] 図8 反転増幅回路における最適化後の波形 ($R_3 = 10 \text{ k}\Omega$)[3]

文献
[1] 荒川悦雄, 三谷竜平, 佐藤俊太郎, 深澤龍雅, 白山新治, 中川実, 矢島里歌, 大山晴生「ダイレクト・コンバージョン方式AMラジオ回路」トランジスタ技術 SPECIAL, No.172, pp.103-117, (2025).
[2] 大山晴生「高速オペアンプのディスエーブル機能を利用したAMラジオの最適化の研究」東京学芸大学教育学部物理学教室、卒業研究発表会予稿集(2026).
[3] 大山晴生「高速オペアンプのディスエーブル機能を利用したAMラジオの最適化の研究」東京学芸大学教育学部物理学教室、卒業研究発表会スライドより(2026).

学校の実験室で作製可能な手作りダイオードの検討

【原理】

- ショットキーバリアダイオード(点接触ダイオード):
 - ・金属と半導体の接合を利用。
 - ・特殊な装置などが必要ない⇒自作が容易[3]。
 - ・本研究では半導体を酸化鉄膜などで作製。

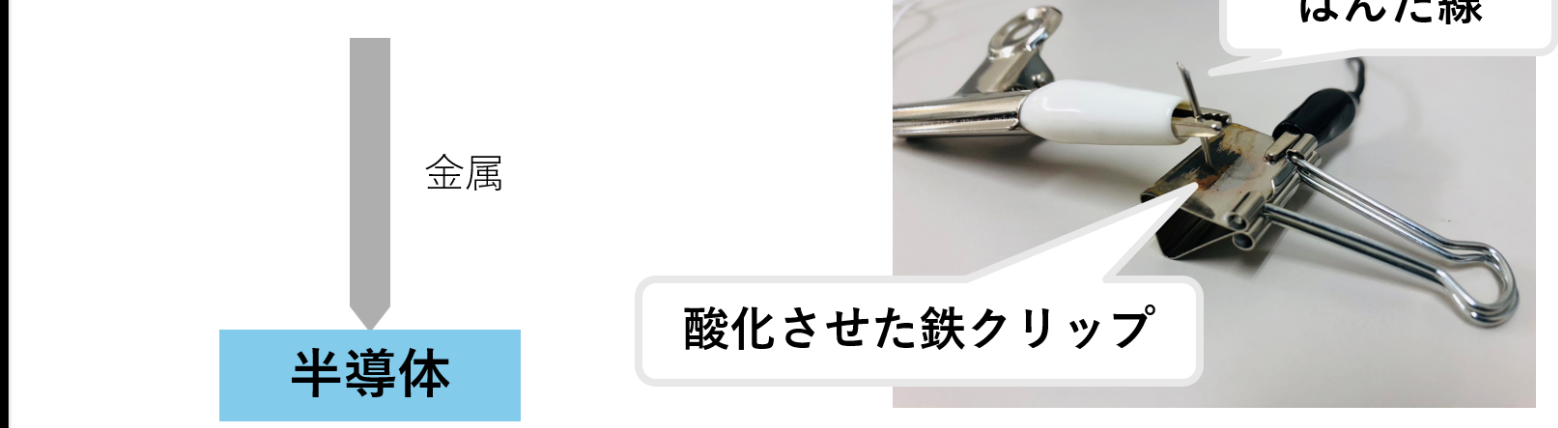


図2 点接触ダイオードの模式図 図3 作製したショットキーバリアダイオード

[3] W. Voegeli, 電子情報通信学会誌 Vol. 107, p. 893-897 (2024).

【実験器具・材料】

- 鉄クリップ(DAISO ダブルクリップ(シルバーカラー, 挟口 25 mm), D137-002), 黄鉄鉱(ケニス 結晶黄鉄鉱(十二面体), 147-0691)
- はんだ線(オヤイデ電気 音響専用はんだSS-47) 黒鉛(4B,6B) シャープペンシル芯(PILOT HRF5G-20-HB)

【実験方法】

- ・加熱による酸化
- 1.表面のメッキを剥がした鉄クリップ、銅線をガスバーナーの火で加熱した。

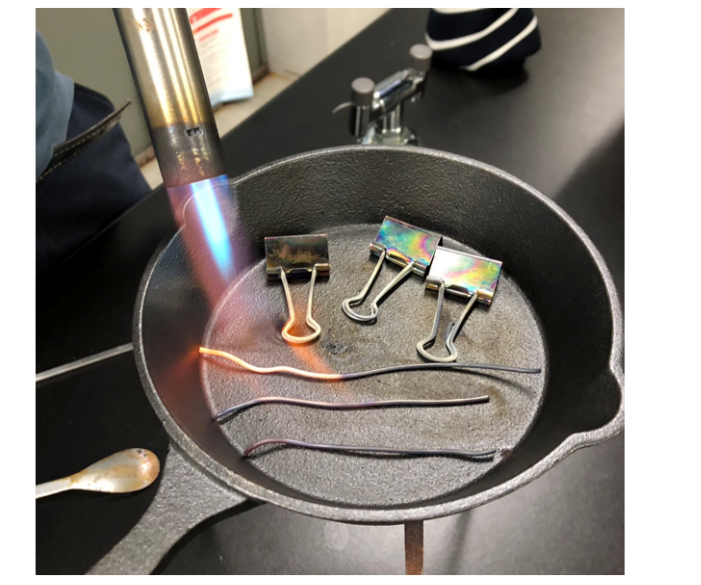
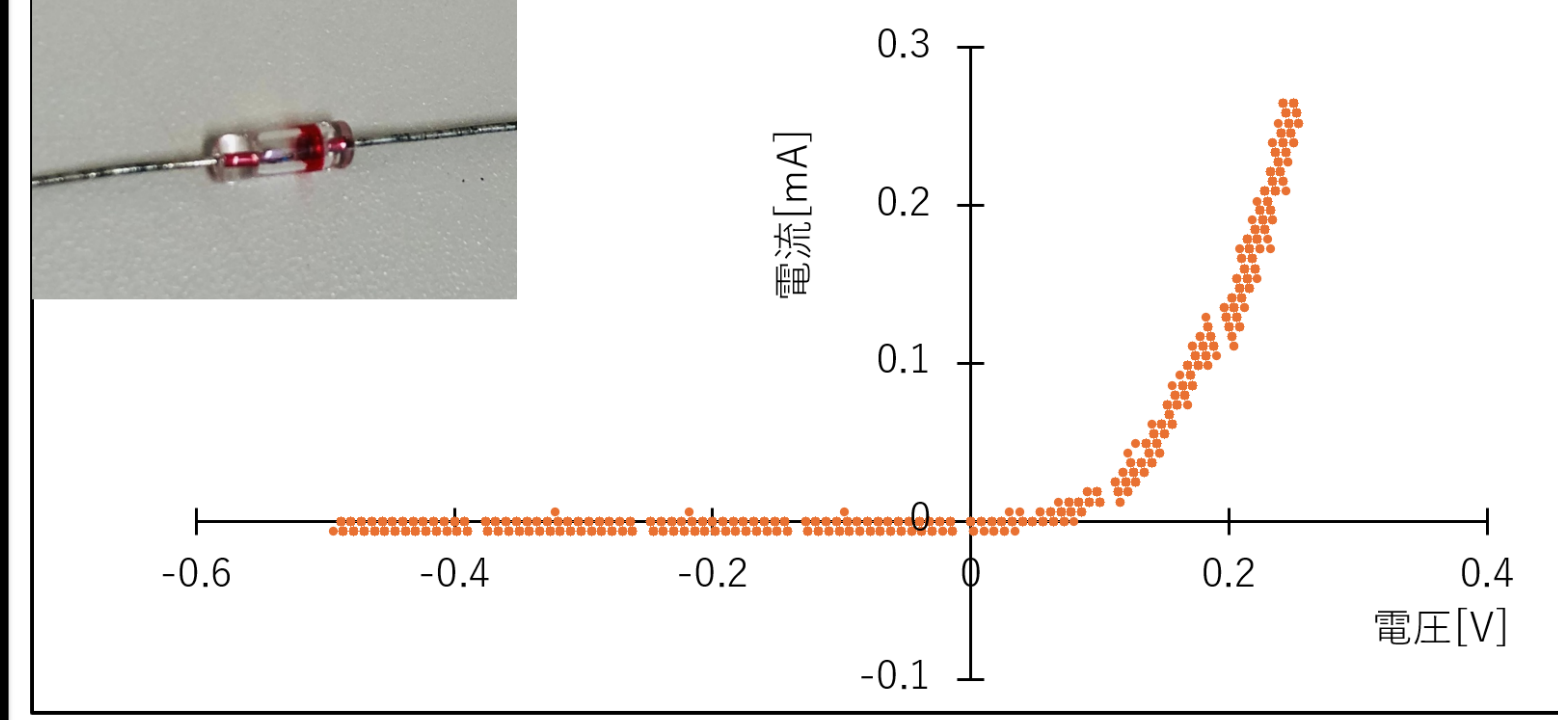


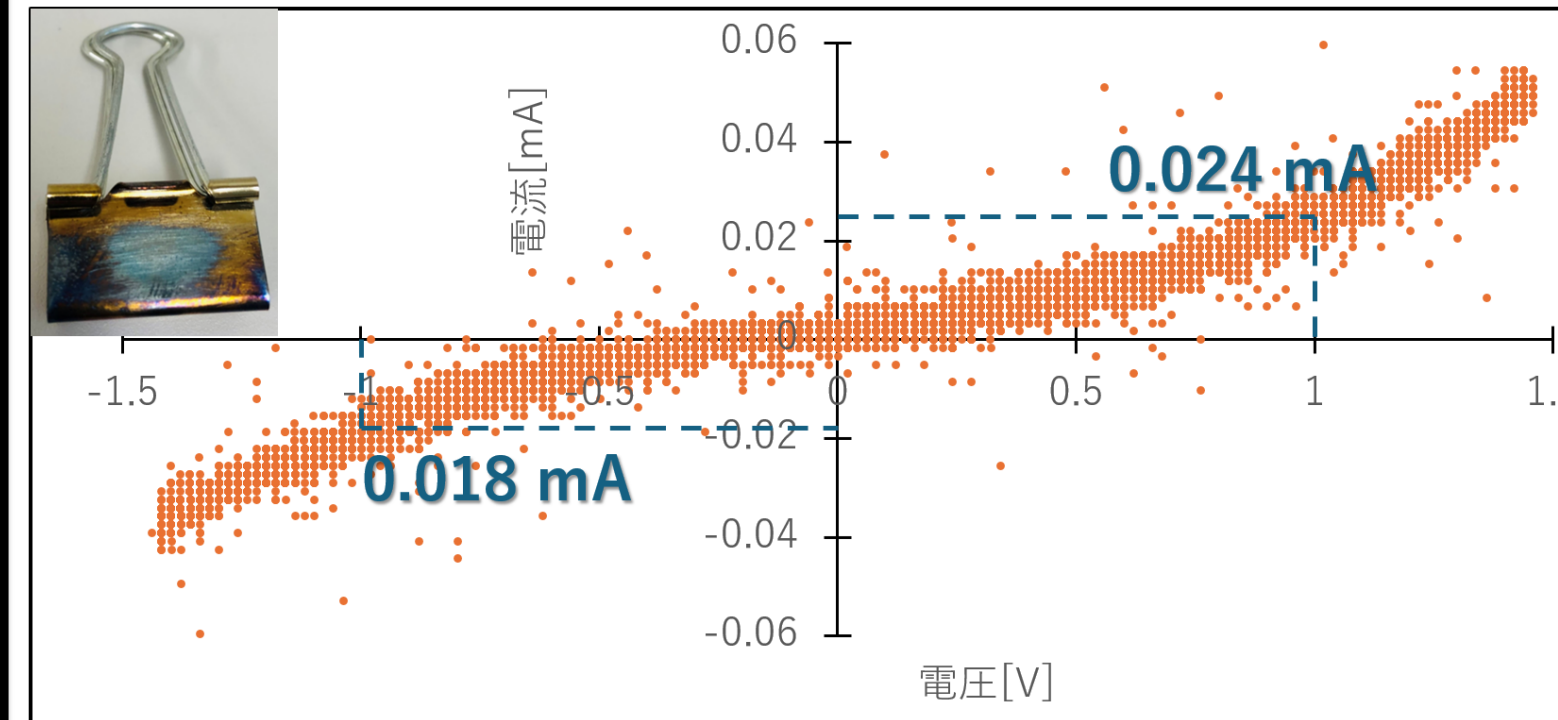
図4 鉄クリップを加熱する様子

【電流電圧特性—市販のゲルマニウムダイオード】



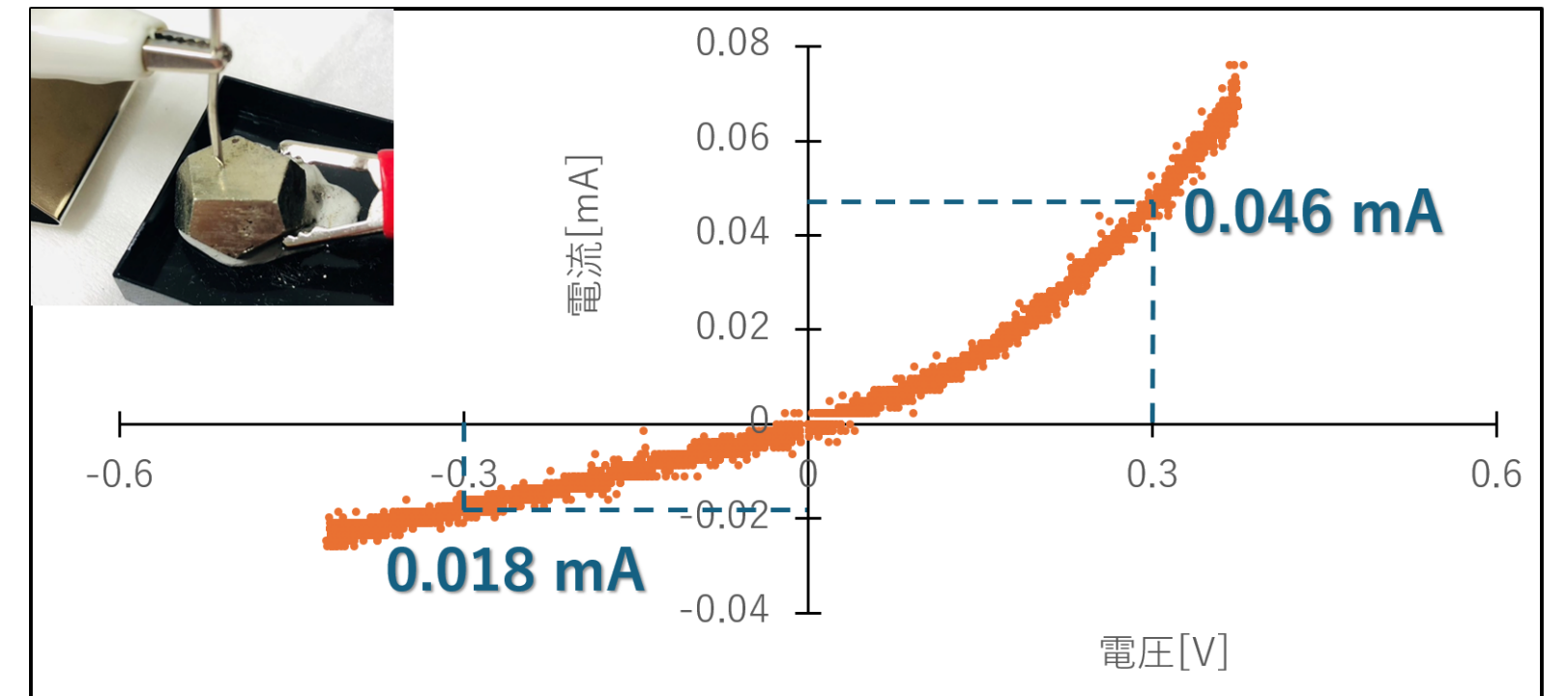
⇒ラジオに適した整流効果あり

【電流電圧特性—加熱による酸化—はんだ線】



⇒多少の左右差はあるもののダイオードとしては不十分

【電流電圧特性—黄鉄鉱—はんだ線】



⇒若干の整流効果あり

【結論】

- ・黄鉄鉱を用いた点接触ダイオードにおいて若干の整流効果が確認され、学校の実験室で作製可能なAMラジオの検波回路として用いることのできるダイオードが確認された。
- ・鉄クリップを用いた点接触ダイオードでは、明確な整流効果は確認されなかったものの、電流電圧特性においてダイオード的な挙動の一部が見られた。

【今後の展望】

- ・材質や酸化方法を工夫による精度・再現性の向上
- ・「フル手作りAMラジオ」の他の電子素子の開発・改良
- ・教育的効果の測定