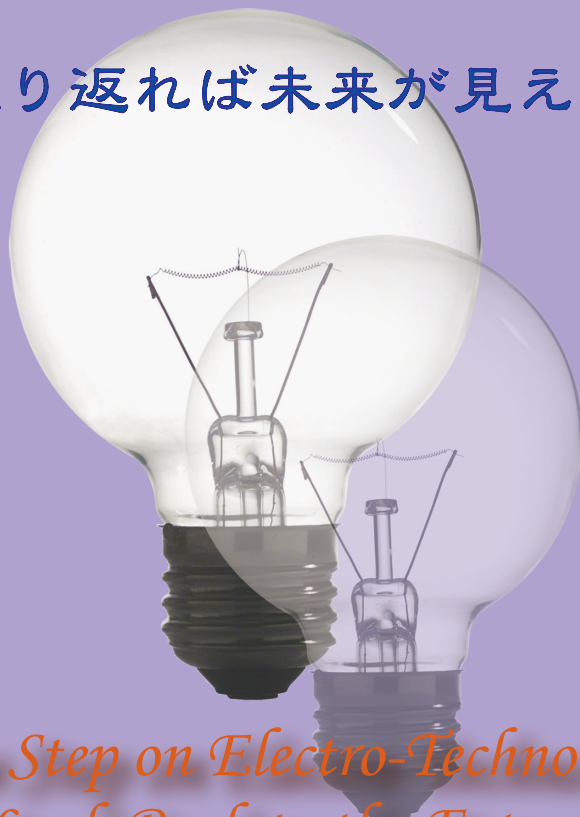


第14回

でんぎの礎

—振り返れば未来が見える—



*One Step on Electro-Technology
- Look Back to the Future -*



一般社団法人 電気学会

The Institute of Electrical Engineers of Japan

でんきの礎

－振り返れば未来が見える－

電気学会では、創立120周年を迎えた平成20年に「でんきの礎」制度を創設して、社会の発展に貢献し歴史的に記念される“モノ”、“こと”、“人”、“場所”を顕彰してきました。その数は今回の第14回で、総計87件になります。

これまで顕彰された「でんきの礎」87件は、いずれも電気学術・技術の進歩を支える、まさに「礎」として、社会や産業の発展に大きく寄与し、文化的にも顕著な貢献をしてきたものばかりです。この「でんきの礎」を顕彰する意義は、過去の輝かしい歴史として、その功績を称え残すことにありますが、それだけではなく、ここから先人の着眼点、努力、苦勞、業績を学びとり、新しい将来目標に向けた次の「礎」を我々の世代、さらには次の世代が築いていくことにつながれば、この顕彰はさらに大きな価値を持つことになります。

電気学術・技術は、今や非常に多岐にわたる範囲に及び、様々な分野での発展に貢献してきましたが、「持続可能な社会の実現」に向けた課題解決のために、これまで以上に大きな役割を果たして行くことが期待されます。今回、新たに顕彰された「でんきの礎」につきましても、電気学術・技術の輝かしい発展の証であると同時に、明るい未来へと導く道標としてその行程を照らしていくものと確信しております。

令和3年3月

第14回顕彰委員会 委員長

生駒昌夫

第14回 でんきの礎

令和3年3月
(顕彰名称50音順)

カテゴリー	顕彰名称	顕彰先
モノ こと	産業プロセス分野向け 分散型制御システム	横河電機株式会社
モノ	電磁型オッシログラフ	横河電機株式会社
モノ 場所 こと	100万ボルト変電機器の開発と 実証試験 ～新榛名変電所における実証試験 を通じた変電技術発展と国際標準 化への貢献～	東京電力パワーグリッド株式会社 東芝エネルギーシステムズ株式会社 株式会社日立製作所 三菱電機株式会社 日本ガイシ株式会社
人 こと	鳳秀太郎と「鳳-テブナンの定理」 の応用的応用	東京大学工学部電気系学科 東北大学
モノ	冷凍機冷却ニオブ・チタン 超電導マグネット ～液体ヘリウム不要の4K (-269℃) 極低温動作～	東芝エネルギーシステムズ株式会社

顕彰先には記念品として
クリスタルトロフィー（手前）
もしくは青銅プレート（奥）
を授与しています



※第1回から第13回の「でんきの礎」は「でんきの礎」ホームページをご参照下さい

Distributed Control System for Industrial Process Domain



①

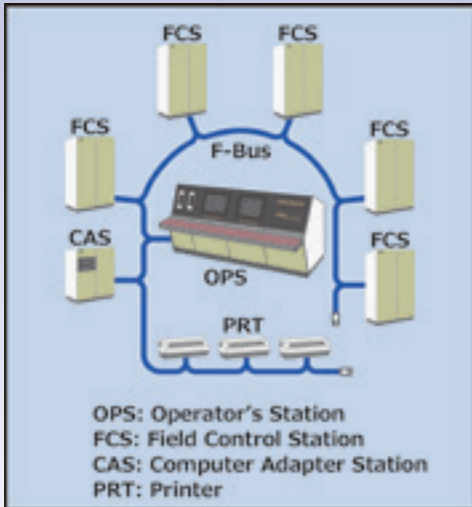
1960年代に登場したDDC（Direct Digital Control）システムは、1台のコンピュータで数100台のアナログ調節計の機能を集約し、石油精製、製鉄、火力発電などの工業プラントプロセス制御の大規模化と高度化を実現しました。その一方で、DDCは集中制御システムゆえに、一部の故障や動作停止がプラント全体に波及するという大きな課題を背負っていました。

DDCシステムの高信頼性が強く望まれる中で、1975年（昭和50年）に世界初のDCS（Distributed Control System）製品、CENTUMが発表されました。「機能は分散・情報は集中」をコンセプトにしたシステムアーキテクチャは、マイクロプロセッサ、二重化など最先端の技術を取り入れながら現在も踏襲されるものとなっています。また、特徴的なシステム要素として、(1) 高速高信頼なプロセス制御通信方式 (2) 制御ファンクションブロックの導入とビルダ機能の提供 (3) インテリジェントCRTオペレーションコンソールなどが開発され、とりわけ高速プロセス制御通信バスは国際標準（CEI/IEC954）の基本方式に採用されました。製品発表から現在まで我が国や世界各国で3万を超えるシステムが導入され、産業プロセス分野向けに国内外に広く普及して、工業生産の品質・効率性・安全・環境保護の面でも大きく貢献しています。

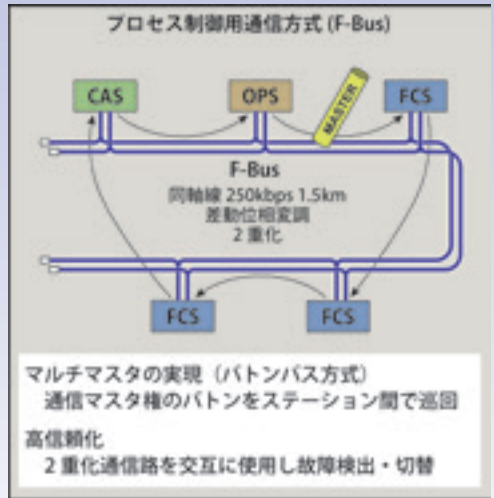
☆顕彰先 : 横河電機株式会社

☆所在地 : 〒180-8750 東京都武蔵野市中町2-9-32

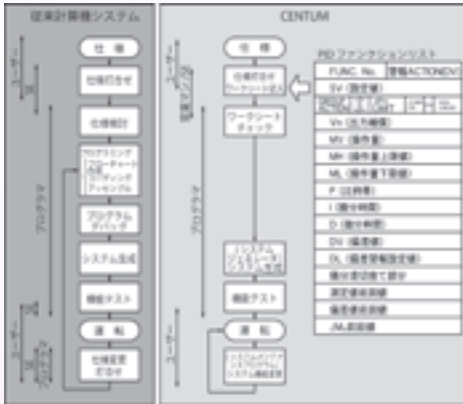
☆ホームページ : <https://www.yokogawa.co.jp/>



②



③



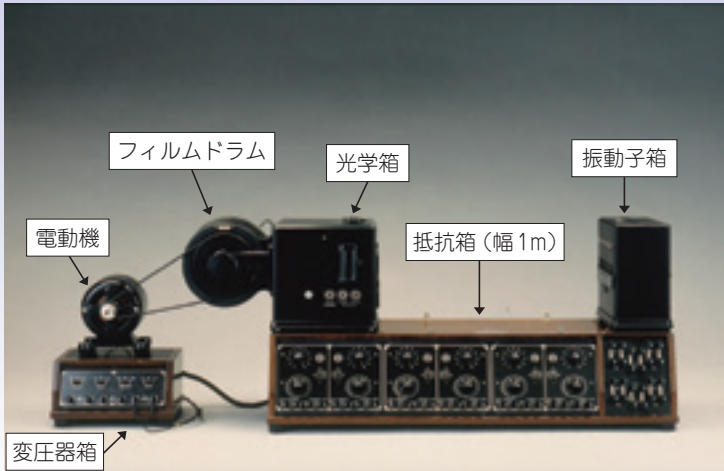
④



⑤

<写真・図提供：横河電機株式会社>

- ① DCS 製品 (CENTUM)
- ② 分散型制御システムのアーキテクチャ
- ③ プロセス制御通信方式
- ④ ファンクションブロックによるシステムビルドフロー
- ⑤ インテリジェント CRT コンソールの仮想計器表示画面



交流電圧・電流を観測・記録できる最初のオシログラフは、1893年（明治26年）に英国のケンブリッジリサーチ社のW. D. B. Duddelによって考案されました。しかし大きく重いため室外への移動が困難でした。その後1920年（大正9年）に、米国のウェスティングハウス社から、発電所などの現場に運んで測定できる携帯可能なオシログラフが開発されました。しかし高価であり我が国では普及しませんでした。

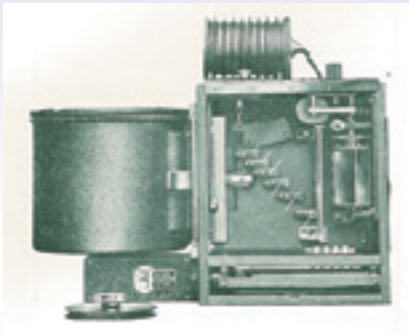
1924年（大正13年）に、株式会社横河電機製作所（当時）は、逓信省電気試験所（当時）から国産化の強い要請を受け、携帯用電磁型オシログラフ（3要素型N-3）を完成させました。引き続き6要素型（N-6）と教授用（N-S）を開発し、1927年（昭和2年）には121台が電気試験所をはじめ、各研究教育機関に納入されました。価格はウェスティングハウス社製の半以下を実現し、欧米の輸入品の普及を阻みました。

本多光太郎博士が発明したKS鋼磁石を採用したことでコンパクトな磁気回路の形成に成功し、音声周波数までの信号波形を観測・記録できる我が国最初の計測器となりました。携帯用とすることにより発電所などの現場に持ち運び、送電線の安定度試験や遮断器試験など、主要測定器として用いられた他、振動子が我国初のNE式写真電送装置の転換装置に応用されるなど、産業発展に貢献しました。また多くの学術研究や教育現場で活用されました。

- ☆顕彰先 : 横河電機株式会社
 ☆所在地 : 〒180-8750 東京都武蔵野市中町2-9-32
 ☆ホームページ : <https://www.yokogawa.co.jp/>



②



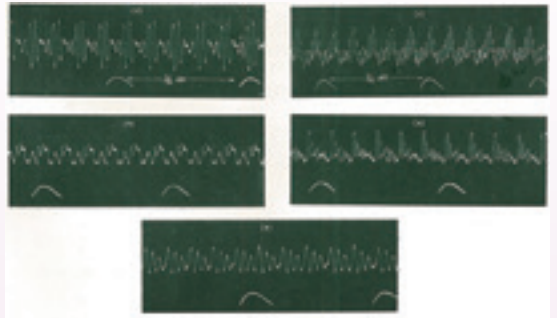
③



④



⑤



⑥

<写真提供：横河電機株式会社>

- ① 6要素型 (N-6) の外観
- ② 教授用 (N-S) と 3要素型 (N-3) の外観
- ③ 光学箱 (①写真上面)
- ④ 振動子 (ガルバノメータ)
- ⑤ 振動子内部
- ⑥ オッシログラフ・記録画像 (女性音声)

でんぎの礎

—振り返れば未来が見える—

ひやくまんぼるとへんでんきき

100万ボルト変電機器

かいはつ じっしょうしけん
の開発と実証試験

しんはるなへんでんしょ じっしょうしけん につ
～新榛名変電所における実証試験を通じた

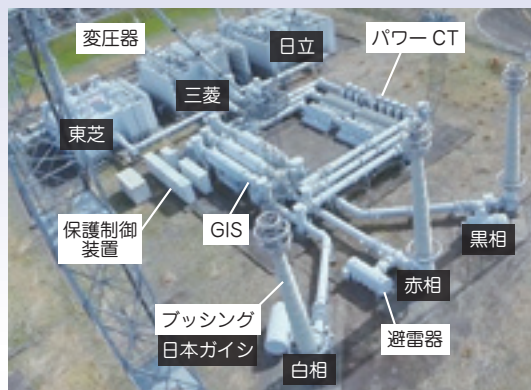
へんでんきじゅつはってん かくさいひょうじゅんか こうけん
変電技術発展と国際標準化への貢献～

モノ

場所

こと

Demonstration and verification test of 1,000kV substation equipment
～ Contribution to the development of substation technology and international standardization through verification test at the SHINHARUNA Substation ～



21世紀初頭の電力需要の増大に対応するため、上位電圧100万ボルト昇圧に向けた検討が、1980年代には開始されました。当時、100万ボルト昇圧は世界的にも過去に殆ど実績はなく、さらに日本固有の立地条件（地震、台風、山岳立地、機器の輸送制約など）や系統条件（大容量、大電流）などを踏まえた変電機器の開発を独自技術中心に技術確立を図っていく必要がありました。

高電圧・大容量化により変電機器は大型化してしまいます。一方、限られた設置スペース（山岳立地）や輸送制約に対応しようとする設備のコンパクト化を図る必要がありました。このため、送電線や変電所で発生する様々な現象に一貫して対応した合理的な絶縁協調を行い、要となる高性能避雷器を始めとした50万ボルトにはなかった各種新技術・新方式の開発がなされました。

東京電力（株）新榛名変電所構内への100万ボルト実証試験設備の構築に際しては、建設に伴う現地品質管理技術・試験方法の確立が図られました。1996年（平成8年）から実証試験を開始し、実運転を模擬した課通電試験による実用性能の検証、運転に伴う発生する様々な現象など有益な知見を取得することができました。

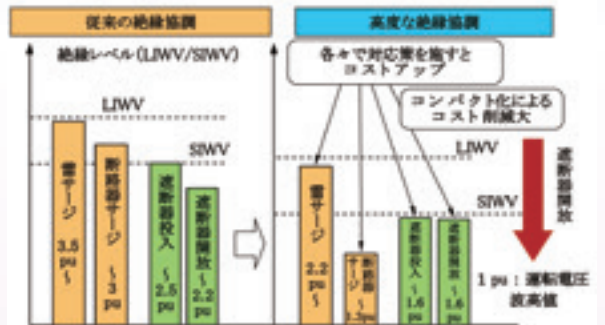
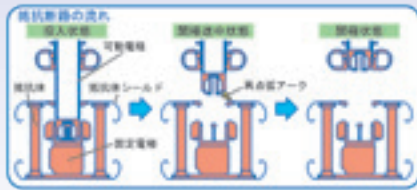
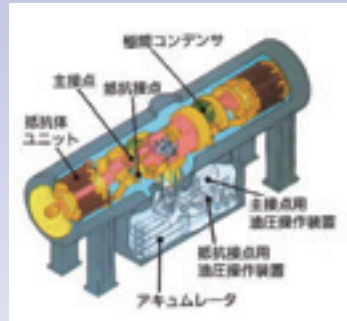
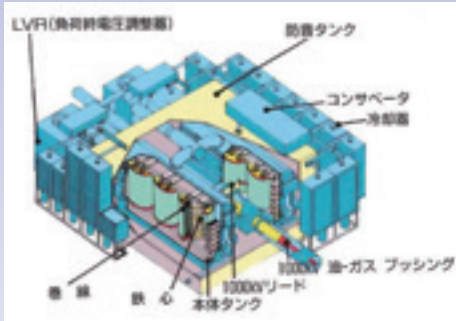
これらの成果と知見は、50万ボルト以下の設備信頼性向上や設計合理化、保全高度化に反映するとともに、海外への100万ボルト送電の技術コンサルティングや、IEC（国際電気標準会議）規格にも反映され、変電技術の発展と国際標準化へ大きく貢献しました。

☆顕彰先 : 東京電力パワーグリッド株式会社, 東芝エネルギーシステムズ株式会社, 株式会社日立製作所, 三菱電機株式会社, 日本ガイシ株式会社

☆所在地 : 〒370-0802 群馬県吾妻郡東吾妻町大字川戸梅かや 2136 (新榛名変電所構内)

☆ホームページ : <http://www.tepco.co.jp/>

☆アクセス(最寄駅) : JR 吾妻線群馬原町駅より 3.4 km



出典：「高電圧絶縁技術」（オーム社，2019年）⑦

<写真・図提供：①②③④⑥⑦東京電力パワーグリッド株式会社，⑤東芝エネルギーシステムズ株式会社>

- ① UHV^{*}機器実証試験場試験設備の構成
- ② 主要変圧器（三相構成の一相毎を2分割輸送して、現地で並列接続する構造）
- ③ ガス遮断器（送電線への開閉サージを抑制する「抵抗投入・抵抗遮断方式」）
- ④ ガス断路器と抵抗断路の流れ（開閉時の断路器サージを抑制する「抵抗抗断路器」）
- ⑤ 高性能避雷器と酸化亜鉛素子（送電線への雷撃による雷サージ抑制のキーテクノロジー）
- ⑥ ガスプッシング（内部構造が簡素で耐震性に優れたガスプッシング（がい管の長さ11.5 m））
- ⑦ 日本のUHV^{*}におけるサージ低減の基本的考え方（高電圧絶縁技術，オーム社，2019）

*UHV (Ultra High Voltage)

ほうひでたろう ほう てぶなん
 鳳秀太郎と「鳳-テブナン
 ていり じつようてきおうよう
 の定理」の実用的応用



Hidetaro Ho and Practical application
 of the “Ho-Thevenin’s theorem”



①

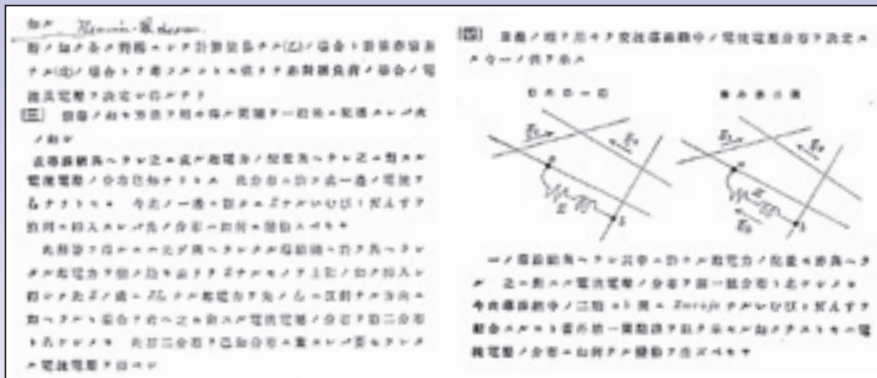
「東京帝国大学工学部電気工学科卒業記念写真帖」（東京大学工2号館図書室所蔵）より転載

電気回路理論を学ぶ上で重要な定理として「鳳-テブナンの定理」が知られています。東京帝国大学の鳳秀太郎教授は、1913年（大正2年）にテレゲン（Tellegen）より前に電力保存則を著述され、6年後、交流回路網でテブナン（Thévenin）とは独立に定理を解析しました。東北帝国大学の抜山平一教授は、海外では「テブナンの定理」として知られていた定理に鳳教授の名を併記して定理の拡張を著述し、渡邊寧助教授は、定理に鳳教授の名を冠して定理の双対関係を類推しました。

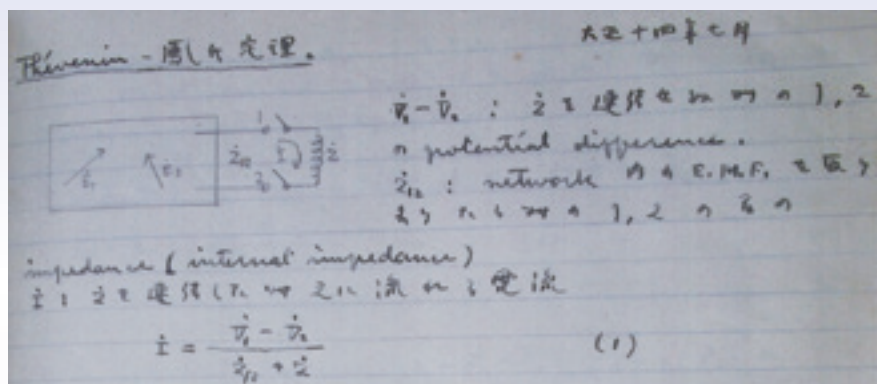
「鳳-テブナンの定理」の応用例として、接地が生じた場合の状態を検証して補償定理を提案し、系統の事故解析手法の提案や、誘導電動機の円線図を用いた精密解法の簡明化に寄与しました。さらに、第二次世界大戦後、トランジスタ回路の海外基本特許に対して、渡邊寧助教授の論文により既知の技術であるとして特許成立を阻止しました。

このように、電気技術の進歩、さらにはわが国の電子産業発展に大いに貢献したといえます。

- ☆顕彰先 ：東京大学工学部電気系学科，東北大学
 ☆所在地 ：①〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1（東京大学工学部電気系学科）
 ②〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-5
 （東北大学電気・情報系）
 ③〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1（電気通信研究所）
 ☆ホームページ ：①<http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/j/>
 ②http://www.ecei.tohoku.ac.jp/ecei_web/org/index.html
 ③<http://www.riec.tohoku.ac.jp/ja>



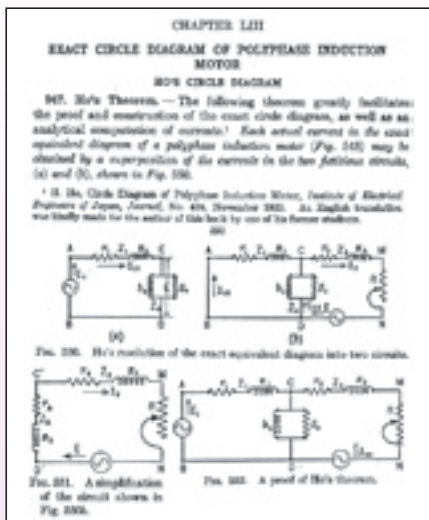
(東北大学附属図書館工学分館所蔵) ②



(東北大学電気通信研究所図書室所蔵) ③

<写真・図提供：①④東京大学，②③東北大学>

- ① 鳳秀太郎教授（1919（大正8年）頃）
- ② 「鳳-テブナンの定理」の書籍における最初の言及（出典：鳳秀太郎，鳳氏交流工學理論階梯第一編 交流理論，1919年8月1日発行）
- ③ 抜山教授，渡邊助教授による共著論文に係る「Thévenin-鳳氏定理。大正十四年七月」と題された理論（電気通信法研究室研究記録（1925）大正14年度，電気學會雜誌 1925年12月（大正十四年十月 電気学会第一回大会 講演内容梗概）・1926年2月号（講演予稿））
- ④ 「Ho's Theorem」にもとづく誘導電動機の等価回路（出典：V. Karapetoff, Experimental Electrical Engineering and Manual for Electrical Testing Vol. II., 1927 (3rd ed.)）

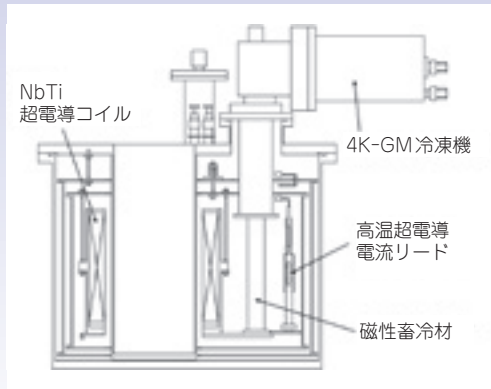


(東京大学工2号館図書室所蔵) ④

でんぎの礎

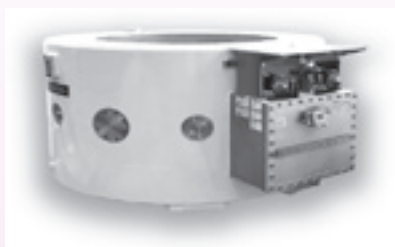
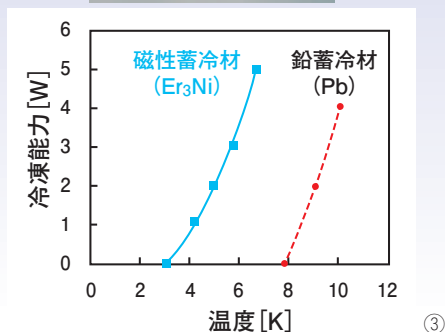
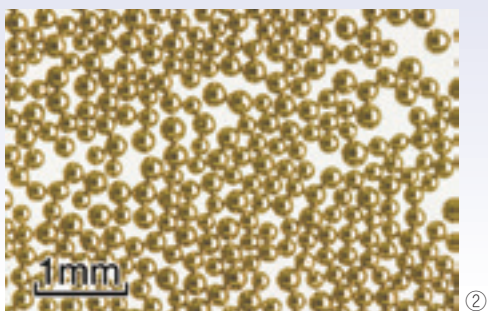
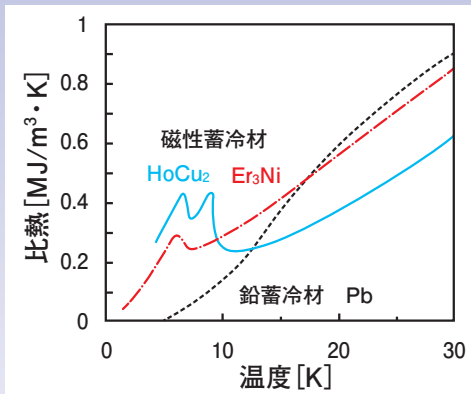
—振り返れば未来が見える—

 れいとうきれいきゃくにおぶちたん
 冷凍機冷却ニオブ・チタン
 ちようでんどうまくねっと
 超電導マグネット

 えきたいへりうむふようよんげー きよくていおんどうさ
 ～液体ヘリウム不要の4K (-269°C) 極低温動作～


超電導マグネットは広い空間に3T（テスラ）以上の高磁界の発生が可能で、1980年代に研究用から産業・医療用へと用途が広がりました。従来の超電導マグネットは冷却のために絶対温度4.2K（-269°C）の液体ヘリウムを必要としており、その価格は高価で、操作性、安全性、ヘリウム資源保存性等の問題が指摘されていました。そこで、液体ヘリウムを使うことなく直に冷凍機で超電導コイルを冷却する方法が1980年代前半に構想されました。これは、GM冷凍機（ギフォード・マクマホン冷凍機）を用いるもので、当初の動作温度は冷凍機特性により約10Kが下限で、その温度で使用できるニオブ3・スズ合金（ Nb_3Sn ）超電導線材を使用していました。しかし、 Nb_3Sn 線材は高価がかつコイル製造法が複雑なために普及にはいたりませんでした。汎用線材の代表であるニオブ・チタン（NbTi）線材を用いるマグネットは動作温度が低く、液体ヘリウムの使用が必須でした。そこで、10K以下で大きな比熱を有する磁性蓄冷材を用いた4K-GM冷凍機を開発、さらに電流リードに大電流容量と低熱侵入を両立する高温超電導体を用いて、4Kにおいて液体ヘリウムを使用することのない冷凍機冷却NbTi超電導マグネットを1993年（平成5年）に実現することができました。このマグネットは1995年（平成7年）には商品化に成功、その使いやすさから世界的に普及する礎となりました。現在では室温空間直径が2m近い大型のマグネットも実用化され、シリコン単結晶引上げ装置や重粒子線がん治療装置などに活用されています。

- ☆顕彰先 : 東芝エネルギーシステムズ株式会社
- ☆所在地 : 東芝未来科学館
〒212-8585 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
(ラゾーナ川崎東芝ビル2階)
- ☆ホームページ : <https://toshiba-mirai-kagakukan.jp/>
- ☆アクセス（最寄駅）: JR川崎駅 徒歩1分



<写真・図表提供：①③④⑤東芝エネルギーシステムズ株式会社 ②東芝マテリアル株式会社>

- ① 冷凍機冷却超電導マグネットの外観と内部構造
- ② 磁性蓄冷材の比熱と球状磁性蓄冷材 (HoCu₂)
- ③ 4K-GM 冷凍機および冷凍能力線図 (Er₃Ni)
- ④ 高温超電導電流リード
- ⑤ シリコン単結晶引上げ装置用超電導マグネット外観

第14回顕彰委員会

令和2年12月

委員長	生 駒 昌 夫	(株) きんでん	第101代会長
委員	大 西 公 平	慶應義塾大学	第102代会長
委員	田 中 幸 二	(株) 日立製作所	第103代会長
委員	横 山 明 彦	東京大学	第104代会長
委員	山 口 博	(一財) 関東電気保安協会	第105代会長
委員	中 川 聡 子	東京都市大学	第106代会長
委員	日 高 邦 彦	東京電機大学	顕彰選考小委員会主査
委員	大 森 隆 宏	(株) 日立製作所	総務企画理事

第14回顕彰選考小委員会

令和2年12月

主査	日 高 邦 彦	東京電機大学
委員	秋 吉 政 徳	神奈川大学
委員	井 出 一 正	(株) 日立パワーソリューションズ
委員	大 越 昌 幸	防衛大学校
委員	奥 井 明 伸	(公財) 鉄道総合技術研究所
委員	桂 井 誠 誠	東京大学
委員	加 藤 政 一	東京電機大学
委員	香 山 治 彦	三菱電機(株)
委員	下 平 治	日本電気(株)
委員	下 村 昭 二	芝浦工業大学
委員	杉 山 進	立命館大学
委員	高 橋 一 嘉	中部電力パワーグリッド(株)
委員	竹 下 隆 晴	名古屋工業大学
委員	土 屋 賢 治	(株) 日立産機システム
委員	中 川 茂 樹	東京工業大学
委員	兵 庫 明	東京理科大学
委員	保 科 好 一	東芝エネルギーシステムズ(株)
委員	前 島 正 裕	国立科学博物館
委員	水 谷 良 治	古河電気工業(株)
委員	宮 坂 信 行	東京電力ホールディングス(株)
幹事	田 所 通 博	三菱電機(株)
幹事	長谷川 有 貴	埼玉大学
幹事	元 木 誠	関東学院大学

途中退任

委員	太 田 耕 司	東京電力ホールディングス(株)
----	---------	-----------------

電気技術の顕彰制度『でんきの礎』^{いしづえ}公募案内

電気技術の顕彰制度「でんきの礎」は、平成20年の電気学会創立120周年の記念事業の一環として設立されたもので、毎年数件程度を選定、顕彰しています。

「でんきの礎」候補の提案は、会員資格の有無を問わずどなたでもお寄せいただけますので、下記公募要領をご参照の上、多数の候補をご提案いただきますようよろしくお願いいたします。

～ 公 募 要 領 ～

〈目的〉

電気技術の顕彰制度『でんきの礎』は、「21世紀においても持続可能な社会」を考える上で、20世紀に大きな進歩を見せ、「社会生活に大きな貢献を果たした電気技術」を振り返り、その中でも特に価値のあるものを顕彰することによって、その功績をたたえるものです。これによって、その価値を広く世の中に周知し、多くの人々に電気技術の素晴らしさ、おもしろさを知ってもらい、今後の電気技術の発展に寄与することを目的とします。

〈選定指針〉

電気技術顕彰『でんきの礎』は、電気技術の隠れた功績・善行などをたたえ、広く世間に知らせるものであり、技術史的価値、社会的価値、学術的・教育的価値のいずれかを有し、略25年以上経過したものとします。

〈選定基準〉

少なくとも次の(1)～(3)の価値のうち一つ以上の価値を有するものとし、かつ(4)に該当するものとします。

(1) 技術史的価値

電気技術の発展史上重要な成果を示す物件、史料、人物、技術、場所などで、以下に該当するもの。

1. 未来技術に貢献をしたもの(途中で埋もれた技術も含む)
2. 独創的で第一号になったもの
3. 世界的業績あるいは世界標準になったもの

(2) 社会的価値

国民生活、経済、社会、文化のあり方に顕著な影響を与えたもので、以下に該当するもの。

4. ライフスタイル、コミュニケーション方法を変え、新しい文化を築くなど、社会変革をもたらしたもの
5. 電気に関連する産業あるいは事業の発展に著しく貢献したものの
6. 循環型社会を支える技術あるいは省電力化技術のさきがけとなったもの

(3) 学術的・教育的価値

電気技術を次世代に継承する上で重要な意義を持つものとし、以下に該当するもの。

7. 新しい概念の提案、電気理論の構築を行ったもの
 8. 学術的研究で電気工学の発展に貢献したものの
 9. 電気工学の教育に大きく寄与したものの
- #### (4) 共通
10. 略25年以上経過したもの

〈顕彰対象カテゴリー〉

顕彰の対象のカテゴリーは、『人』、『モノ』、『場所』、『こと』の4種類とし、国内の電気技術の業績に限定します。

〈提案者の資格〉

電気学会会員・非会員に係わらずどなたでも提案できます。

〈選考方法〉

顕彰委員会にて、厳正なる審査(現地調査・ヒアリング含む)を行い、電気学会としてこれを決定します。

〈顕彰件数と顕彰時期〉

毎年、数件程度を選定し、発表します。3月の電気学会全国大会に合わせて顕彰式を行い、顕彰状および記念品を授与する予定です。

〈提案期限〉

提案は随時受け付けています(詳細はホームページ参照)。

【提案方法】

「でんきの礎」ホームページより、「『でんきの礎』提案用紙」をダウンロードし、必要事項(提案テーマ名・提案する理由など)をご記入の上、Eメールまたは郵送にて下記宛先までご提出下さい。

【提出先】

〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2
HOMAT HORIZONビル8階
一般社団法人 電気学会 総務課 顕彰担当
Eメールアドレス : jimkyoku@iee.or.jp



一般社団法人 電気学会

The Institute of Electrical Engineers of Japan

<https://www.iee.jp/foundation/>

でんきの礎

検索



2021年3月9日 発行
一般社団法人 電気学会
〒102-0076 東京都千代田区五番町 6-2
TEL : 03-3221-7312 (代表) FAX : 03-3221-3704
ホームページ <https://www.iee.jp>
©2021 一般社団法人 電気学会

The Institute of Electrical Engineers of Japan
6-2, Go-Bancho, Chiyoda-ku,
Tokyo 102-0076, Japan
TEL : +81-3-3221-7312 FAX : +81-3-3221-3704
URL : <https://www.iee.jp>
©2021 The Institute of Electrical Engineers of Japan