

2012年1月、日立製作所と株式会社日立ハイテクノロジーズは「電界放出形電子顕微鏡の実用化」で、電気・電子・情報・通信関連分野の世界最大の学会であるIEEEより、IEEEマイルストーンに認定いただきました。また、半世紀以上にわたる電子顕微鏡とその応用製品の開発において、日立は大河内記念賞や米国R&Dマガジン社のR&D100Awardsなど、多数の賞をいただくことができました。これもひとえに関係各位のご指導、ご協力の賜物であり、感謝の念に堪えません。本号ではこの電子顕微鏡開発の歴史を振り返りながら、電子顕微鏡を中心に、日立の計測技術と社会・産業分野への取り組みを特集いたしました。

電子顕微鏡は1931年にドイツで発明されましたが、1939年には日本でもその開発に着手、1941年にはプロトタイプが開発されました。日立製作所もその開発に当初から携わり、当時より産学官連携というオープンイノベーションを実践し、その後もさまざまな分野に活用先を展開して、電子顕微鏡の発展に貢献してまいりました。本誌『日立評論』では、1942年に執筆された、試作機による実験結果と考察を紹介する論文をはじめとし、80編以上の論文を掲載しております。そこからは、先人達の洞察の深さ、科学技術の発展に向けた計測技術開発への想いを感じるとともに、日立の企業理念にある「優れた自主技術・製品の開発を通じて社会に貢献する」という精神が、脈々と受け継がれてきたことをうかがい知ることができます。

科学技術は計測技術の進歩とともに発展する、と言われます。特に実証試験においては、精度や感度はもちろんのこと、試料の準備や測定環境の整備なども大きな課題です。物理現象、ライフサイエンスにおける未知の現象の解明などで活躍してきた電子顕微鏡ですが、昨年大きな話題となった小惑星イトカワの分析では、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）のご指導の下、宇宙環境をそのまま再現した計測を行いました。この取り組みを通じて、宇宙に関する知見を増やすことへもご協力することができたのではないかと思います。

日立グループではこのほかにも、脳内活動の計測や人間行動の計測など、幅広い「測る」技術により、社会イノベーションの進展に向けた研究開発を推進しています。本特集でご紹介した日立グループの先端技術開発と各種ソリューションが、読者の皆様のご参考となり、お役に立てば幸いです。

特集「測る——社会・産業分野
に貢献する計測技術」監修

土井 秀明

株式会社日立ハイテクノロジーズ
研究開発本部
第五部
部長



特集

測る——社会・産業分野に貢献する計測技術

Measurement Technologies for Society and Industry

report

- 8 「電界放出形電子顕微鏡の実用化」がIEEEマイルストーンに認定

一家一言

- 12 産業遺産・技術遺産を考える
松本 栄寿

technotalk

- 13 新たな産業分野, 学問領域をひらく電子顕微鏡技術
森 博太郎・岩崎 憲治・木本 浩司・山崎 裕一郎・長我部 信行・佐藤 貢

overview

- 17 測る——社会・産業分野に貢献する計測技術
Measurement Technologies for Society and Industry
土井 秀明・江角 真・佐藤 貢・二村 和孝・高口 雅成・品田 博之

feature articles

- 22 微細計測への挑戦—走査電子顕微鏡「SU9000」—
Challenge to Detailed Measurement — Model SU9000 Scanning Electron Microscope —
赤津 昌弘・小柏 剛・伊藤 佑博
- 26 二次電子による原子分解能像観察—走査透過電子顕微鏡「HD2700」—
Atomic Resolution Secondary Electron Imaging in Aberration Corrected STEM, HD-2700
稲田 博実・今野 充・田村 圭司・中村 邦康
- 32 原子レベル計測のための試料自動作製技術—FIBマイクロサンプリング「NB5000」—
Auto Fabrication Technology of Electron Microscope Specimen for Atomic Order Measurement
富松 聡・関原 雄・會澤 恵・南里 光栄・大西 毅
- 36 イトカワ表面微粒子のナノ構造解析
—雰囲気遮断FIB-SEM「NB5000」/STEM「HD-2700」システム—
*Nanostructure Characterization of Fine Particle on Itokawa Surface
Using an Air Protection FIB-SEM NB5000/STEM HD-2700 System*
今野 充・佐藤 高広・鈴木 裕也・橋本 隆仁・野口 高明
- 40 1Xnm半導体プロセスの工業計測—新型測長SEM「CG5000」と計測アプリケーション—
Development of New CD-SEM CG5000 and Metrology Applications for 1Xnm Process
小室 修・川野 源・山口 敦子・宮本 敦・豊田 康隆・高見 尚
- 46 次世代の高速高感度検査—ミラー電子顕微鏡技術の可能性—
Mirror Electron Microscope Technology Having Possibilities of High-speed and Highly Sensitive Inspection
品田 博之・島倉 智一・長谷川 正樹
- 52 ナノ立体形状の定量計測—探針補正技術と高感度光干渉変位センサー—
*Quantitative Measurement of 3D Nanostructure Devices
—Probe Deformation Correction Technique and Highly Sensitive Interferometric Displacement Sensor —*
渡辺 正浩・中田 俊彦
- 56 地球環境のモニタリング—高解像度衛星画像によるリモートセンシング—
Earth Environment Monitoring
鯨井 俊宏・渡邊 高志・グオ タオ・風間 頼子・北野 佑・大橋 洋輝
- 60 微量危険物の高速高感度計測—公共空間の安全に貢献する爆発物探知システム—
Explosives Trace Detection System to Secure Public Facilities
橋本 雄一郎・川口 洋平・永野 久志・高田 安章・坂入 実
- 64 プロジェクト損益の変動予兆検知モデル
—プロジェクトの定量管理とシステムダイナミクスによる変動予測—
Detecting Model and Simulator for Deterioration Signs of Project Profit Utilizing System Dynamics
那須 弘明・長岡 晴子・中村 英生・山本 英邦

topics

- 68 卓上サイズの走査電子顕微鏡—卓上顕微鏡 Miniscope「TM3000」—
- 69 多様な分野で貢献する組成分析装置—新型高速液体クロマトグラフ「Chromaster」—
- 70 複数人の脳活動をリアルタイム計測—超小型の頭部近赤外線光計測装置—
- 71 組織内コミュニケーションを可視化—「ビジネス顕微鏡」で知識創造活動を支援—

1939 学術振興会第37小委員会(現:日本顕微鏡学会)発足

1941 日立研究所でTEM試作1号機「HU-1」により写真撮影に成功

1942 国産初の商用TEM「HU-2」を名古屋帝国大学に納入

1948 TEM「HU-4」を北海道大学等に納入

1952 日製産業がTEMの国内販売を開始

1956 TEM「HU-9」(輸出1号機)をUCLAに納入

1957 ニューヨーク見本市に「HU-10」「HS-5」出展

1958 ブリュッセル万国博にて永久磁石を使用したTEM「HS-6」「HM-3」がグラ

1961 那珂工場設立 国産初の商用EPMA「XMA-4」納入

1964 中央研究所でSEMの研究を開始

1966 TEM 累計1,000台達成

1969 日立初の商用SEM「HSM-2」発売

1970 Albert V.Crewe博士よりFE技術導入

1971 最初のFE-SEM試作機「HFS-1」開発

1972 国産初の商用FE-SEM「HFS-2」発

1976 「電界放射形高分解能電子顕微

1978 中央研究所が80kV FE-TE

1982 コンピューター制御のFE

1983 100kV FE-TEM「H

1984 半導体デバイス用測

1985 超高分解能インレ

1986 インレンズFE-

1988 半導体バ

1989 中央研究所

1991 日立初の

1992 セミイン

1994 測長S

1995 世界

1996 セミ

1998 超

2000 基

2001 デ

2002 セ

2005 卓

2006 測

2008 「半

2010 デイ

2011 インレ

2012 「電界

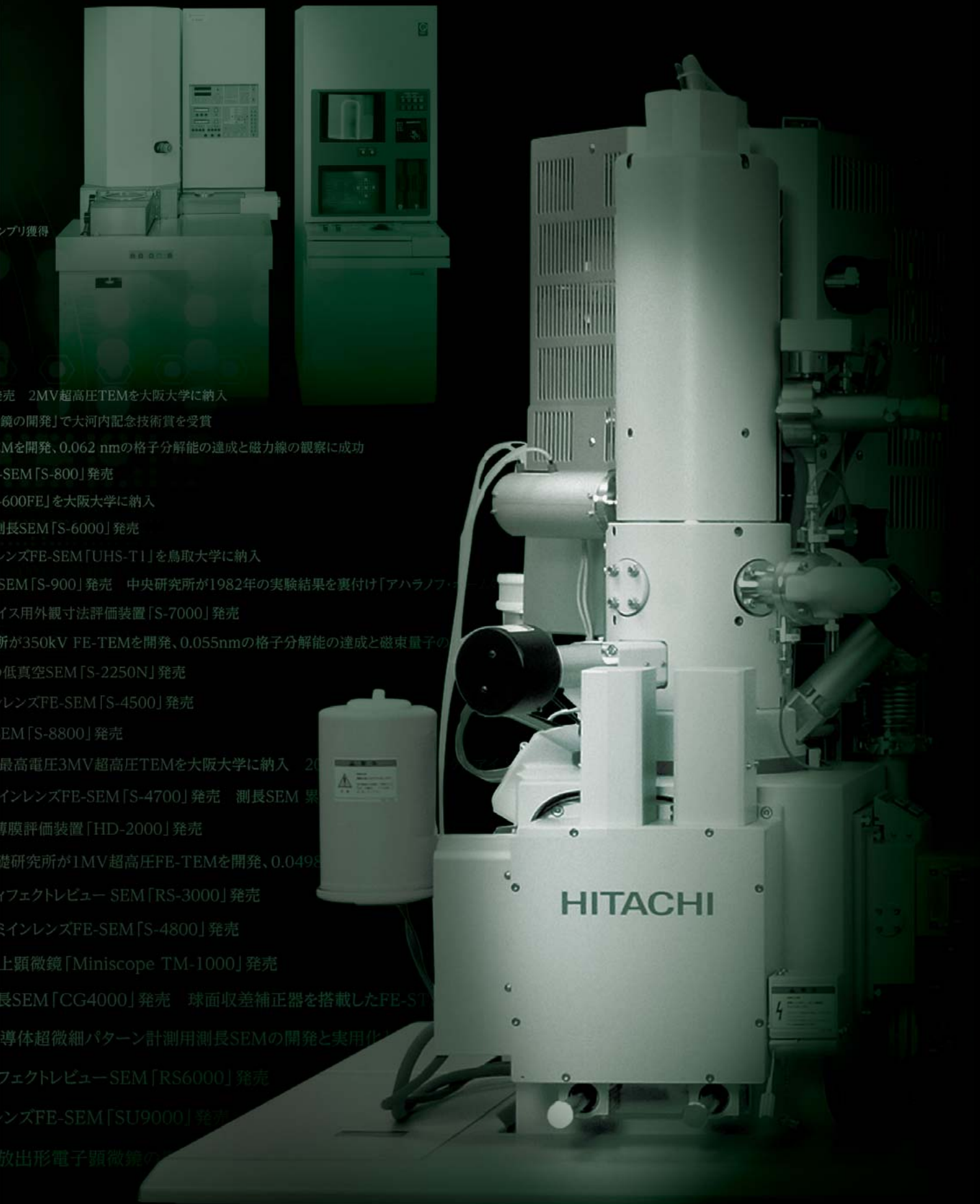
特集

測る——社会・産業分野に貢献する計測技術

Measurement Technologies for Society and Industry

「見えないもの」を見えるようにすることは、古くから科学の大きなテーマである。
例えば目に見えない微細な世界を見るため、顕微鏡技術の革新は積み重ねられてきた。

「見えないもの」は微細な世界だけにとどまらない。
体の中の活動、意識しない毎日の行動、ビジネスの動き、そして地球環境の変化や宇宙の成り立ち……。
多様な「測る」技術が、見えないものごとを可視化して「知ること」を支えている。そして「測る」技術は「つくること」にも欠かせない。
長年にわたって多様な分野で活用され、社会に貢献してきた日立の計測技術——
さまざまな「測る」技術が、世界を変え、未来をひらいていく。



ンプリ獲得

売 2MV超高压TEMを大阪大学に納入

鏡の開発」で大河内記念技術賞を受賞

Mを開発、0.062 nmの格子分解能の達成と磁力線の観察に成功

SEM「S-800」発売

600FE」を大阪大学に納入

測長SEM「S-6000」発売

ンズFE-SEM「UHS-T1」を鳥取大学に納入

SEM「S-900」発売 中央研究所が1982年の実験結果を裏付け「アハノフ

イス用外観寸法評価装置「S-7000」発売

所が350kV FE-TEMを開発、0.055nmの格子分解能の達成と磁束量子の

低真空SEM「S-2250N」発売

レンズFE-SEM「S-4500」発売

EM「S-8800」発売

最高電圧3MV超高压TEMを大阪大学に納入 20

インレンズFE-SEM「S-4700」発売 測長SEM 累

薄膜評価装置「HD-2000」発売

礎研究所が1MV超高压FE-TEMを開発、0.0498

フェクトレビュー SEM「RS-3000」発売

ミインレンズFE-SEM「S-4800」発売

上顕微鏡「Miniscope TM-1000」発売

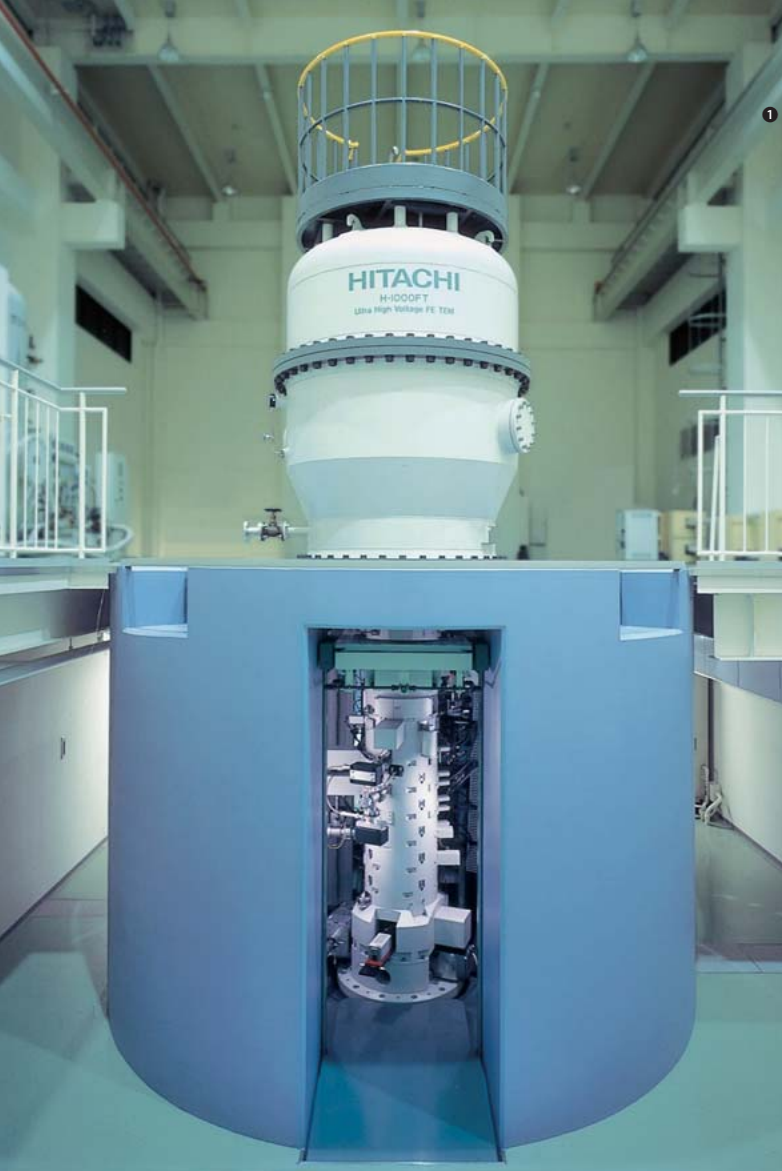
長SEM「CG4000」発売 球面収差補正器を搭載したFE-ST

導体超微細パターン計測用測長SEMの開発と実用化

フェクトレビュー SEM「RS6000」発売

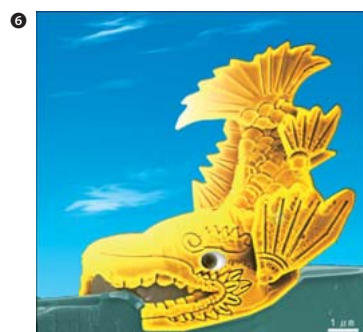
ンズFE-SEM「SU9000」発売

放出形電子顕微鏡の



独立行政法人科学技術振興機構の戦略的基礎研究推進事業の一環として、東京大学と共同で開発

- ①ホログラフィー電子顕微鏡
- ②卓上顕微鏡 Miniscope「TM3000」
- ③走査電子顕微鏡「SU9000」
- ④収差補正走査透過電子顕微鏡「HD-2700」
- ⑤集束イオン／電子ビーム加工観察装置「NB5000」
- ⑥「nanoart」金鯱



2010年（第66回）
日本顕微鏡学会写真コンクール
最優秀作品賞受賞作品

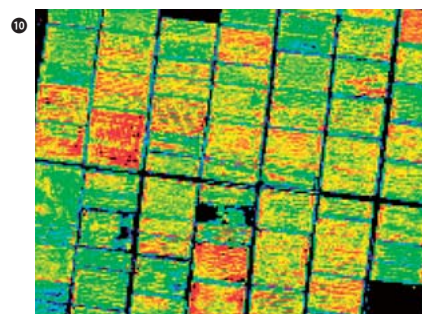
〈作品説明〉

眩い輝きを放つ金鯱。シリコンウェーハからFIBマイクロサンプリング法で高さ約10 μmの試料を摘出し、3D解析ホルダーを用いて金鯱を作製しました。

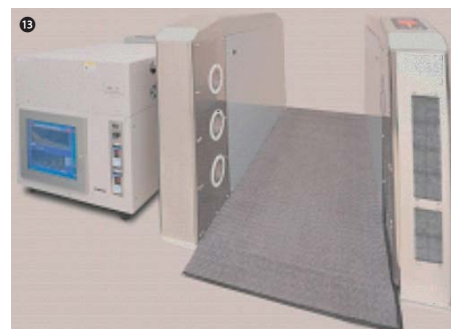
守り神として、また豊かさの象徴として尾張名古屋に根付いた金鯱は、FIBの加工技術によってミクロンオーダーになっても輝きを失いません。



- ⑦超小型・超高感度光干渉変位センサー
- ⑧新型測長SEM「CG5000」
- ⑨新型HPLC「Chromaster」
- ⑩衛星画像による水稲収量のリモートセンシング例
- ⑪超小型頭部近赤外線光計測装置
- ⑫「ビジネス顕微鏡」名札型センサー
- ⑬ウォークスルー型爆発物探知装置



独立行政法人科学技術振興機構の研究成果展開事業
の一環として、東北大学と共同で開発



文部科学省「安全・安心科学技術プロジェクト」で開発



日立グループの映像ポータルサイト「Hitachi Theater」

<http://www.film.hitachi.jp/>

「Hitachi Theater」は、日立グループの映像ポータルサイトです。

日立グループが取り組むビジネスやサービス、
技術をわかりやすく解説するオリジナル映像とともに、
他では見ることでできない歴史的にも貴重な秘蔵フィルムや、
気楽に楽しめる映像トピックスなども収録しています。

新規コンテンツを随時公開しながら、
日々新しい取り組みで活動する日立グループの「今」をご覧ください。



【公開中】

誰も見たことのない 世界を観る

「電子の波でミクロの世界を見てみたい」。
そんな動機から日立グループの先端研究の中
核である中央研究所に入所した外村彰。電子
顕微鏡の研究を通して、企業における基礎科
学に取り組む外村のあゆみを辿ります。



【公開中】

通天閣2011

生まれ変わる、なにわの灯火

大阪のシンボルである通天閣に掲げている日
立グループのネオンが2011年10月、5年ぶり
にリニューアルされました。このネオン改修
工事を行った、関係者たちの取り組みを紹介
します。



【公開中】

Stories of Technology 人と地球の未来を支えるために —日立ショベル開発の足跡—

新興国を中心に世界中で活躍している日立製
のショベル。現場でお客様に本当に必要とさ
れる機械を提供するという信念のもと、技術
を磨き、さまざまな製品を開発してきた日立
のショベル開発の歴史を紹介します。



【公開中】

自動採尿器 「ヒューマニー」

ユニ・チャーム株式会社と日立の共同開発に
よって誕生した「ヒューマニー」。在宅介護
の現場で負担の大きい「排泄（せつ）ケア」の
負担軽減を目的に開発されました。
このヒューマニーの製品化に至る軌跡を、開
発チームのインタビューや再現映像を交えな
がら描きます。



日立評論

HITACHI HYORON

2月号特集監修

松坂 尚
土井 秀明

企画委員

委員長	小豆畑 茂
委員	新谷 洋一
〃	中村 斉
〃	渡辺 一郎
〃	西 高志
〃	加藤 信之
〃	横須賀 靖
〃	大橋 行彦
〃	丹治 雅行
〃	渡辺 克行
〃	板倉 富弥
〃	堀江 武
〃	山野 陽一
〃	宮脇 孝
〃	小高 仁
〃	土井 秀明
〃	谷口 素也
〃	井上 晃
〃	中越 新
〃	堀内 敏彦
〃	家次 晃

次号予告

◆ 社会インフラソリューション

日立評論 第94巻第2号

発行日	2012年2月1日
発行	日立評論社 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 〒100-0004 電話 (03)3258 -1111 (大代)
編集兼発行人	家次 晃
印刷	㊤日立インターメディックス株式会社
定価	1部735円 (本体700円) 送料別
取次店	株式会社オーム社 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 〒101-8460 電話 (03)3233 - 0641 (代) 振替口座 00160-8-20018

- ◇ 本誌掲載の論文はインターネットでご覧いただけます。
日立評論 <http://www.hitachihyoron.com/>
- ◇ 英文技術論文は下記よりご覧いただけます。
HITACHI REVIEW(英文) <http://www.hitachi.com/rev/>
- ◇ 本誌に関する個人情報の取り扱いについて
<http://www.hitachihyoron.com/privacy/>
- ◇ 本誌に関するお問い合わせ
<http://www.hitachihyoron.com/inquiry/>

本誌に記載している会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標または登録商標です。