

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

## <2・3月合併号>

### 掲載内容 (サマリー) :

#### トピックス :

- 巻頭報告言
- 理事会報告

- 『超電導 Web21』の思い出

#### 未来を見据えて

- 物性・デバイス部
- 線材・パワー応用研究部
- つくば応用超電導コンステレーションズ(Applied Superconductivity Constellations of Tsukuba(ASCOT))

#### 事務局から

- ISTEC 解散に伴う感謝の集い (仮称) の開催について
- WEB21 および ISTEC ホームページの今後について

[超電導 Web21 トップページ](#)

#### 超電導 Web21

(発行者)

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター 超電導 Web21 編集局  
213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3丁目 2番 1号 KSP A-9  
Tel 044-850-1612 Fax044-850-1613

超電導 Web21 トップページ : <http://www.istec.or.jp/web21/web21.html>



この「超電導 Web21」は、公益財団法人 JKA の補助金を受けて作成した  
ものです。 <http://ringring-keirin.jp>



# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

---

## 巻頭報告言

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター  
理事長 森 詳介

平素から、格別のご高配を賜り、厚く御礼を申し上げます。

当財団は 1988 年、超電導が持つ省エネ・省資源特性の電力機器への応用等、環境負荷低減に向けた重要な役割を担うことを期待され発足しました。以来、我が国における産学官共同の超電導研究所として、数多くの研究開発に取り組んでまいりました。

近年は、MRI 等の医療用機器への応用に向けた高温超電導コイル基盤技術の開発や、人体・バイオセンシング、金属資源探査や石油資源開発への応用、社会インフラの非破壊検査といった高温 SQUID 適用に関するプロジェクトの推進、国際超電導シンポジウムの開催など、様々な取組みを展開しております。

しかしながら、昨今の我が国の経済や超電導に関する環境の変化を踏まえ、当財団は、これまで積み重ねてきた成果や実績を次の段階へと発展的に移行する時機が来たと判断し、3月23日の臨時理事会において、平成28年度初頭に解散する方針を決定いたしました。

当財団が有する諸機能は、産業技術総合研究所やつくば応用超電導コンステレーション、日本電線工業会、超電導センシング技術研究組合などへと引き継ぐ予定でございます。

当財団といたしましては、解散に至るまでの間、円滑に業務移行が進むよう、全力を尽くしてまいります。

皆様方におかれましては、当財団ならびに超電導分野に対しまして、引き続き、格段のご支援・ご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

## 理事会報告

公益財団法人 国際超電導産業技術研究センター  
専務理事 清川 寛

(公財) 国際超電導産業技術研究センター (略称 ; ISTECC) は、平成 28 年 3 月 23 日午後、第 8 回理事会を開催し、弊財団法人を取り巻く諸般の事情等にかんがみ、平成 28 年度初頭に解散する方針を決定いたしました。

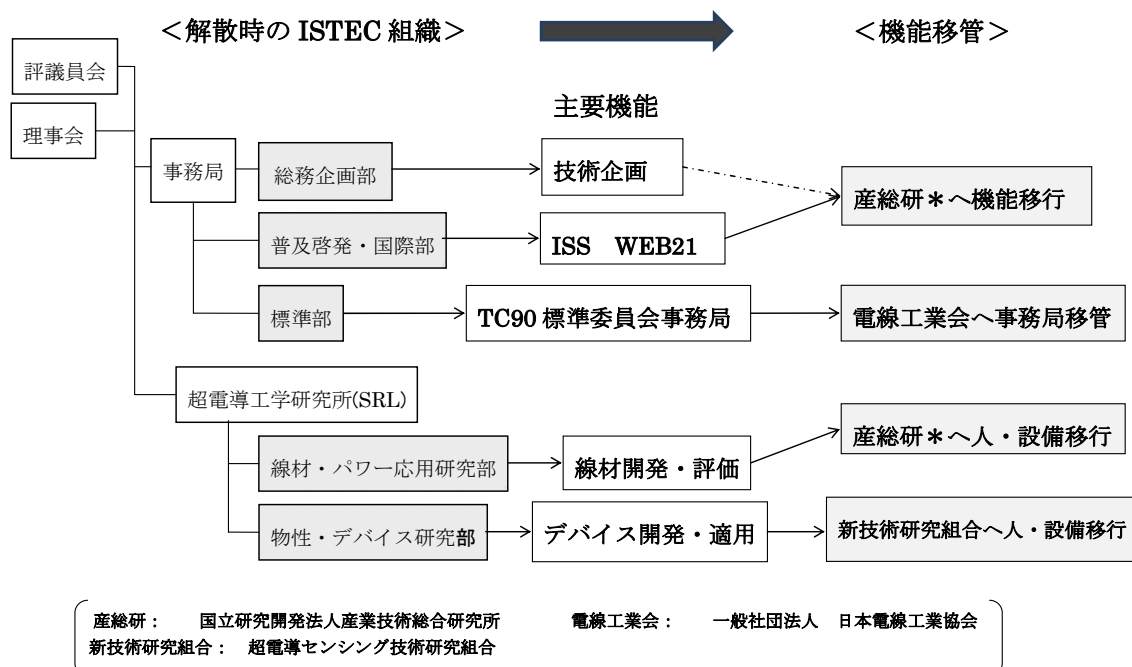
解散決議は、後日開催される定時評議員会 (6 月 9 日予定) にて行われます。

弊財団法人は、1988 年 1 月の設立以来、産学官協力による集中研究所として超電導分野の研究開発に大きな役割を果たしてきたと自負しておりますが、昨今、財団として研究施設の運営・維持等には厳しいものがあり、弊財団の目的達成自体にも困難が出てまいりました。しかしながら超電導は、低炭素社会等実現のための重要技術であることには変わりなく、弊財団が有してきた研究開発等の諸機能は解散以降も承継されるべく、別図にあるように関係方面と調整を行ってまいります。

今後とも、超電導技術の開発・実用化推進にご理解とご協力をお願い申し上げます。

### 別図； ISTECC 解散に伴う機能移管について

ISTECC は解散しますが、ISTECC が果たしてきた諸機能は、下記のとおり引き継がれます。



[超電導 Web21 トップページ](#)



# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

て、図3のような4月、5月、6月号を合体した季刊号 Summer,2001 を発行することができた。その後、季刊号の繋ぎとして、What's New in the World of Superconductivity を重視した Extra 号も発行した。

超電導 Web21 の記事は、年初めに提示した1年分の誌面割り付け案に基づき、発行・発信1カ月前の編集会議で確定した。定番記事は別として、新規の記事はISTECの人脈を最大限に活用することは勿論のこと、飛び込み取材を随分こなした記憶がある。それでも間に合わない時は編集長が穴埋め執筆した。また、先々の記事執筆依頼に有効と考え、『超電導 Web21』杯ゴルフ大会を春季と秋季に開催した。結果的には、単にゴルフのみの楽しみと、その後のパーティの場に化けてしまったことを覚えている。

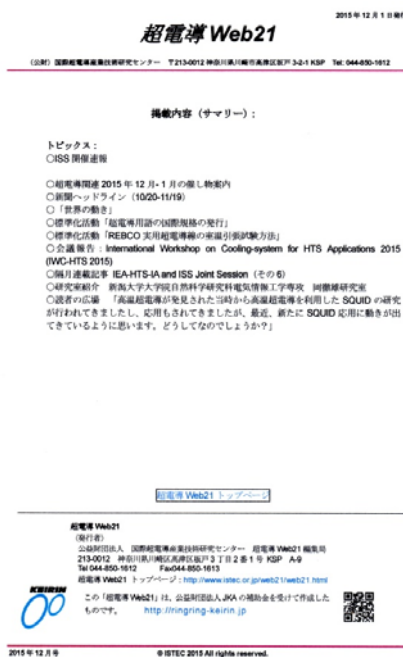


図2 『超電導 Web21』2015年12月号



図3 Summer, 2001

こんな色々の努力の甲斐あって、『超電導 Web21』の閲覧者は日ごとに増加し、例えば、年頃のアクセス数は、図4のように日本語約1,000件/月、英語約300件/月であった。

超電導Web21アクセス数推移(2013年12月~2014年11月)

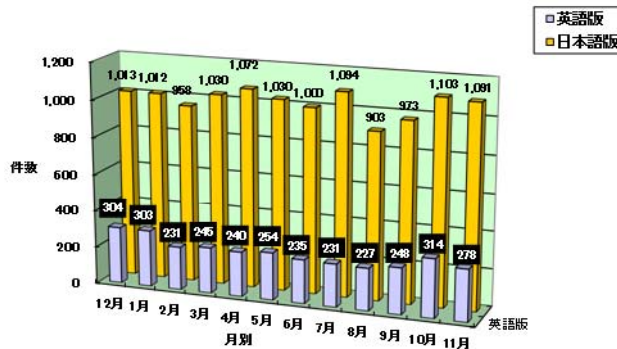


図4 アクセス数

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

## 3. 思い出の記事

筆者の最も思い出になった記事は、第1番目の隔月連載記事となった“超電導エネルギーギャップの神秘”である。創刊号(2001年4月)の5ページにこの記事は始まり、隔月連載が始まった。超電導エネルギーギャップは、超電導の本質であり、超電導の発現機構を解き明かす物理系の読者と新物質の創生、超電導材料の開発やその応用、デバイス応用などを扱う工学系の読者に最も興味深いテーマと信じて設定した。連載執筆者は東京大学大学院内田慎一教授である。内田教授は、『超電導 Web21』の前身である『ISTEC ジャーナル』の最後の編集委員会委員長であった。当時私が『超電導 Web21』の編集長であったことから是非ともと言う事で懇願した結果、隔月執筆が実現した。

これは表向きの理由であって、実は筆者が最も知りたかったテーマであった。興味本位というか独断で最初のテーマに選ばせていたことを、まずここで断りしておきたい。当時の筆者の素朴な疑問は、次のようなものであった。

すなわち、①超電導エネルギーギャップはなぜ書物によって $\Delta$ と $2\Delta$ の2種類あるのか、②超電導トンネル効果にどうして準粒子トンネル効果とクーパー対トンネル効果があるのか、③電子対(クーパー対)を破壊するためには $\Delta$ ではなくどうして $2\Delta$ 相当以上の加熱や放射光エネルギーの照射が必要なのか、であった。

こんな初歩的な疑問に対して、この隔月連載は回を重ねるごとに明快な回答を与えてくれた。まず、超電導のエネルギーギャップを理解する前に、フェルミーエネルギーを理解しなければならない。金属のフェルミーエネルギーを原点にとって話を進めるとよい。当然ではあるがBCS理論の原点とも言うべきエネルギーギャップは、フェルミーエネルギーを原点として、その上下にエネルギーギャップ $\Delta$ 、すなわち全体で $2\Delta$ のエネルギーギャップがなければならない。言い換えれば、超電導状態を破壊(電子2個のクーパー対破壊)するためには、当然 $2\Delta$ に相当するエネルギーを投入することが必要である。その結果、2個の準粒子が生まれる。

次に、トンネル効果に関して、ギエバーが実験した鉛/絶縁体/アルミの接合は液体ヘリウム温度ではSIN接合であって、アルミは金属Nとして接合されている。したがって、金属のフェルミー順位と超電導Sのフェルミー準位の差がエネルギーギャップ $\Delta$ に相当する電圧が加わると準粒子トンネル効果が起こる。同様に、ニオブ/絶縁体/ニオブのようなSIS接合では超電導のフェルミー準位同士に $2\Delta$ のエネルギーギャップがあるため、 $2\Delta$ に相当する電圧が加わるとクーパー対のトンネル効果が起こる。また、このエネルギーギャップの存在は、低温超電導体と高温超電導体で変わることがない。

こうして超電導におけるエネルギーギャップを筆者なりに理解できた鮮明な記憶が蘇る。この感動をそのまま後に学生や若年研究者との対話の席でエネルギーギャップの説明に活用させていただいている。

## 4. そして、ありがとう

筆者が関わった期間は2001年4月『超電導 Web21』創生から約9年間でした。その後も継続し、2016年3月には満15年を迎えることができます。この間『超電導 Web21』の日本語版と英語版が休刊することなく無事発行できました。そして、『超電導 Web21』の発信によって超電導界並びに一般社会に少なからずお役に立てたと信じております。

これもひとえに閲覧頂いた多くの読者のご支援と激励の賜物であると感謝の言葉を述べたい。また、記事執筆に関して、快くお引き受けいただいた諸氏に対して厚くお礼申し上げます。

最後に、『超電導 Web21』の編集に携わっていただいた関係者のご苦勞に、心よりお礼を申し上げます。本当に、皆さんありがとうございました。

[超電導 Web21 トップページ](#)

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

## 超電導技術開発の未来を見据えて

### 物性・デバイス部

超電導工学研究所所長

兼 超電導センシング技術研究組合理事長

田辺圭一

超電導工学研究所(SRL)は、(公財) 国際超電導産業技術研究センター(ISETC)内の研究機関として昭和63年(1988年)10月に設立されて以降、超電導材料・技術に関する国内唯一の産官学の集中研究所として、また世界の超電導技術開発の中核の一つとして、高温超電導材料から薄膜・バルク・線材作製プロセス、電力応用や電子デバイス応用までの幅広い領域でめざましい成果をあげてきました。2013年に江東区東雲から川崎市高津区のかながわサイエンスパーク(KSP)及び横浜市港北区の日吉研究所に移転し、線材・パワー応用研究部と物性・デバイス研究部の2部体制となつて以降も、国や独立行政法人、国立研究開発法人から受託したプロジェクトの中で着実に成果をあげました。本年6月に予定されているISTECの解散に伴い、線材・パワー応用とデバイス応用に関する研究開発機能や資産は4月より、それぞれ国立研究開発法人 産業技術総合研究所と新設の超電導センシング技術研究組合に引き継がれ、超電導工学研究所はその歴史を閉じることになりました。

デバイス開発について少し詳しく述べると、SRLでは2007年頃より、長年の経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトで蓄積した高温超電導薄膜を複数含む薄膜積層技術とジョセフソン接合作製技術を活用し、薄膜積層型の高温SQUIDの開発を始めました。その後、薄膜積層型高温SQUID磁気センサの高感度かつ高磁場耐性、また液体窒素を用いた簡易な冷却という特長を活かした応用開発に取り組み、石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)の委託を受けて三井金属資源開発(MINDECO)と共同開発した金属資源用の電磁探査装置実用機(SQUITM3号機)は、現在、海外での金属資源探査に使われています。2012年からは、JOGMECの委託で石油分野への適用をねらいとし、地下2000 m以上の坑井中という過酷環境で高温SQUIDを利用する技術の開発を開始しました。さらに、科学技術振興機構(JST)からの委託プロジェクトでは、バイオ検査装置の開発に加え、2014年からは、橋梁等の社会インフラの維持管理に役立つ非破壊検査装置の開発も開始しています。

このように、今後より広範な高温 SQUID 利用センシング機器の実用化が期待されますが、その実現には、SRL の有する SQUID 磁気センサの設計・製造技術や実装技術に加え、関連企業の有する解析・画像化技術、様々な周辺技術やユーザー情報が必要であり、またセンサの量産化プロセスの開発も必要です。SRL と企業の有する技術を統合し、協同して開発を進めることにより、SQUID 利用機器の実用化を促進し、その事業化を図ることを目的とし、「超電導センシング技術研究組合」が 2 月末に経済産業省の認可を得て設立されました。設立時の組合員は、富士通(株)、中国電力(株)、三井金属資源開発(株)、ISTEC の 4 者で、高温 SQUID 製造・評価設備を有する SRL 日吉研究所が ISTEC 解散後も組合本部として機能します。組合では、平成 31 年度を目途に、非破壊検査システムと資源開発分野応用システムについて事業化を目指すと共に、新応用分野の開拓により発展を図っていく所存です。

[超電導 Web21 トップページ](#)

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

## 超電導技術開発の未来を見据えて 線材・パワー応用研究部

超電導工学研究所副所長  
和泉輝郎

高温超電導材料は、1986年の発見以来、様々な応用を目指した線材が世界中で開発されてきました。磁場中での臨界電流特性や機械的強度等に関してメリットを有する RE 系超電導線材は、日米の国家プロジェクトによる開発競争が世界の開発を牽引してきました。日本では、ISTEC を中心とした研究共同体により開発を進め、常に世界トップレベルの線材特性を開発し続けてきました。この間、77 K、自己磁場中での高い臨界電流特性を有する長尺線材において  $I_c \times L$  積を指標として開発し、最近では各種応用に対応した高機能線材の開発が推し進められています。ここでは、人工ピン止め点制御による磁場中臨界電流特性向上やスクライブ線材による低損失特性、遮蔽電流抑制等において先進的な開発を行ってきました。また、これらの線材を用いた機器応用に関しても、大学、メーカーとともに開発を手掛け、送電ケーブル等の電力応用やモータ等の産業応用等の開発に携わってきました。

上述の線材及びこれを用いた応用開発は、著しい進展を遂げ、一部では高温超電導のメリットを示す機能確認ができるまでに至っています。しかしながら、実用化への道のりは必ずしも順調であるとはいえ、寧ろ厳しいと言わざるを得ない状況にあります。多くのメリットを期待されつつも実用機器を世に送り出すことができていないという大きな課題に直面しているのです。この課題の克服には、幾つかの壁を越えなければいけないと考えられていますが、その一つに線材の低コスト化と安定供給能力確保があげられます。もちろん、生産技術的な技術開発はメーカーが得意とするところではありますが、歩留り向上のために必要な均一性向上に対しては、セラミックス薄膜であることから金属材料に比べて難易度が高くなります。欠陥を抑制する技術や歩留り低下の一因になっている中間層の層数削減など材料学的見地からの開発が必要であると考えられます。

一方で、新しい技術を世に広げるには既存技術に対する絶対的な優位性が必要となります。この優位性を具現化するには線材における機能向上が依然として重要であり、継続的な努力が必要であると考えられます。但し、ここではユーザーからのニーズを反映した優先順位も重要なポイントとなると考えております。

加えて、RE 系超電導線材は、その形状から加工性に大きな課題を有しており、丸線や極細線で高特性を実現する技術が求められています。また、印加磁場方向による特性の違い、異方性の改善が実現できれば機器設計が容易になると期待されることです。加えて、永久電流モードを実現するためには超電導接続も必要であり、これらの根源的課題の解決は、難易度は高いものの、将来的には超電導を世界に広める駆動力になると考えられています。

これまで、日本の線材開発を牽引してきた ISTEC における線材開発部隊は、平成 28 年 4 月より産総研に活動拠点を移し、RE 系超電導線材開発を継続します。ここでは、各方面との共同により、実用化に求められている上述の課題解決（低コスト&安定供給、高性能化、根源的課題の解決）を目指して開発を進めていく所存です。

[超電導 Web21 トップページ](#)



# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

超電導技術開発の未来を見据えて

つくば応用超電導コンステレーションズ

**(Applied Superconductivity Constellations of Tsukuba(ASCOT))**

国立研究開発法人 産業技術総合研究所  
岡田道哉

高温超電導材料が発見された 1980 年代と現在では、地球規模の課題が大きく変化した。特に、地球環境問題、即ち地球温暖化とその対策は人類共通の課題となった。超電導技術は究極の省エネルギー技術であり、一日も早い社会への普及が大いに期待されている。一方、産業界では、この間、イノベーションモデルの大変革があった。特に 90 年代後半以降、イノベーション・プロセスは、“オープン・イノベーション” へと大きく変化した。これからの研究開発は、産業界と公的研究機関が連携したイノベーション拠点（例えばつくばイノベーションアリーナ(TIA)等）において、次世代を担う若手人材の育成を行うと共に、地球規模の課題を世界最速で解決できる研究開発を推進することが強く望まれている。ASCOT はこのような理念の下で、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研と略す）が中核となり、国立大学法人東京大学、国立研究開発法人物質材料研究機構等と協力し、我が国産業界と強く連携した超電導に関する世界的研究開発拠点形成を目指し、平成 28 年度から活動を開始する予定である。

産総研は、概ね半世紀にわたり新材料探索、超電導線材、超電導デバイス、超電導マグネット、極低温冷却、並びに、超電導応用技術開発等の超電導技術全般について一貫した研究開発に取り組んできた。これらの研究開発を通じ、超電導基盤技術を醸成し、その社会への普及を進めてきた。今後は、ASCOT を中核として、超電導の社会実装に向けて、MRI や NMR 等の医療・分析機器、産業機器等に適用される各種超電導マグネット開発、鉄系等の新材料開発、及び先進冷却技術、超電導デバイス技術等の開発を一体的に進めることが可能な共創場を構築してゆきたいと考えている。超電導技術によるイノベーションを社会にいち早く普及させるには、材料開発、冷却技術等の要素技術開発から応用システム開発に至る川上から川下に関係する産業界と大学や公的研究機関が幅広く参加するオープンイノベーション拠点の構築が重要である。当該拠点を活用することで、持続的で革新的なイノベーションの創成と若手人材育成が同時に可能になる。このような「拠点」の創成こそが、今後想定される地球環境問題やヘリウム資源等の課題を世界に先駆けて解決するために必要であり、我が国の産業競争力の源泉となることが期待される。

なお、ISTEC の解散に伴い、これまで ISTEC 主催で開催されてきた国際超電導シンポジウム（略称：ISS）、インターネットでの超電導技術普及・啓発の役割を果たしてきた WEB21 については、産総研がその活動を引き継いでゆく予定である。この活動の実務については ASCOT が中心的な役割を担う。ASCOT に関するお問い合わせは以下のとおり。

ASCOT 事務局 岡田道哉 (029-862-6138)  
michiya.okada@aist.go.jp  
<http://www.tia-nano.jp/ascot>

[超電導 Web21 トップページ](#)

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

## ISTEC 解散に伴う感謝の集い（仮称）の開催について

以下の要領にて題記を開催する予定です。

### □開催趣旨

ISTEC 運営にご協力いただいた各界関係者に感謝の意を表するとともに、引き続き超電導技術発展に向け関係者が協働してゆくことを確認する場とさせていただきたく存じます。

□日時 平成 28 年 6 月 9 日（木）評議員会終了後 18:00 ～ 19:30

□場所 経団連会館（同会館で評議員会（解散決議を予定）も開催）

□規模 最大 200 名程度  
（官庁、公的機関、学識者、企業関係者、マスコミ、ISTEC 所員（OB 含む））

### □進行概要（案）（司会：清川 ISTEC 専務理事）

- ・開会挨拶 森理事長  
ISTEC 解散の経緯説明、関係者のご協力への謝辞、  
今後の超電導技術発展へのご協力をお願い
- ・ご挨拶等 経産省、産総研（お言葉をいただける方を調整中）
- ・回想等のご披露 数名（大学教授、企業幹部、（元）ISTEC 幹部職員；調整中）
- ・閉会ご挨拶  
田辺所長 超電導センシング技術研究組合にてデバイス開発に当たること等  
和泉副所長 産総研にて高温超電導線材関連技術開発を担うこと等

□主催 ISTEC（費用負担；諸状況を踏まえ簡素を旨と致します。）

□備考 その場で「ISTEC の 30 年（小史）」（50 ページ程度）を配布する予定です。

関係される皆様には別途ご案内をさせていただく予定です。  
お問い合わせ等は ISTEC 事務局までお願い申し上げます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

---

## WEB21 および ISTECS ホームページの今後について

### □WEB21 について

WEB21 につきましては、本号を持ちまして ISTECS 発行の最終号となります。

なお、引き続き、国立研究開発法人 産業技術総合研究所が WEB21 の発行を引き継ぐ予定ですが、具体的には別途同所のホームページ等でご案内される予定です。

なお、WEB21 のバックナンバー (ISTECS での従来からの発刊分) につきましても、合わせて引き継がれる予定です。

### □ISTECS ホームページについて

ISTECS ホームページにつきましては、本年 6 月の解散直後までは維持・管理を行う予定です。

しかしながら、4 月以降、弊財団は解散に向けました準備事業が業務の太宗となりますので、ホームページにつきましては十分な対応ができない可能性がございます。

ご不便等をおかけすることもあるかと存じますが、ご理解のほどよろしくお願い申し上げます。

なお、解散以降につきましては、決定次第、別途、本ホームページにてお知らせします。

[超電導 Web21 トップページ](#)