

# 超電導分野における国際標準化の動向

佐藤 謙 一

Trends in International Standardization of Superconductivity — by Ken-ichi Sato — De jure standards published by internationally acknowledged organizations such as the International Electrotechnical Commission (IEC) and the International Organization for Standardization (ISO) are known as “consensus-based” standards. Currently, such international standards are becoming more important in conducting global business, and are especially effective for expanding market in the early phases of product development and for reducing costs in business enhancement activities. In the field of superconductivity technology, IEC has been engaged in international standardization activities since 1988, when the development of high-temperature superconductors had started. The IEC Technical Committee 90 (TC90) was established in the following year, and has published, as of today, 19 international standards. In the report the author traces 20 years of history of IEC TC90 by summarizing its accomplishments and lessons learned with hope that this report will contribute to future development of superconductivity technology.

Keywords: superconductor, international standard, IEC

## 1. 緒 言

IEC、ISOなどで作成されるデジュール標準や業界団体などで作成されるフォーラム標準などは、最近一括して「コンセンサス標準」<sup>(1)</sup>と呼ばれ、知的所有権の一部として注目されている。一時期注目を浴びたデファクト標準に比べて、1社で決められないこと、コンセンサスの獲得に時間がかかること、特許技術を標準におこむ際の制約などにより必ずしもその効果が認識されてこなかった。1906年に設立され現在69カ国が加盟し、スイス・ジュネーブに本部を置くIEC（International Electrotechnical Commission, 国際電気標準会議）では、1989年にTC（Technical Committee, 専門委員会）の90番目の組織としてTC90：Superconductivityを立ち上げ、超電導に関わる世界標準を19件発行してきた。本報告では、国際標準化の重要性、IECにおける超電導国際標準の歴史と現状、および今までの20年間で得られた教訓をまとめ、今後の参考になりたい。

## 2. 国際標準化の重要性

国際標準は、WTO（World Trade Organization, 世界貿易機関）の「貿易の技術的障害に関する協定」で各国標準の基礎として用いられることが義務づけられており、このグローバルな時代に我が国の製品が国際的に受け入れ可能な標準に基づくことは原則として必須である。知的所有権の中でも特許はその重要性が認識されて日本企業の特許出願数は世界のトップクラスであるが、未だ国際標準に関する取組は欧米に比べ劣るとされている。その理由として、

国際標準作成に関わるメリットが十分理解されておらず、担当者の評価も低い、との認識が多い。

最近の研究により、国際標準のメリットが解明され、主として二つのメリットがあることが明らかにされてきた。グローバルに企業活動を進めてゆく上で、特許による自社技術の権利確保と並んで、国際標準活動は①製品開発初期における国際的な市場拡大と②製品のビジネス拡大期におけるコストダウン獲得に対する有力な手段であるとの認識であり、今後の企業活動に欠かせない技術開発戦略の一つとなっている。

どの部分を標準化し、どの部分を知財も含めたビジネスモデルで非標準化するか、技術開発戦略としてそれぞれの企業での戦略が必要となる。

## 3. IECにおける超電導標準化の歴史

IECにおける超電導分野の標準化の動きは、高温超電導の発見、特に1987年の超電導材料の臨界温度が液体窒素温度（77.3K）を越えた時に始まる。それまでに超電導分野に存在した標準は、アメリカでのASTM（B713-82, B-714-82）の2件の標準（用語と複合超電導線の直流臨界電流測定法）だけであった。

1987年になって臨界温度が液体窒素温度を越え、高温超電導材料が世の中に大きなインパクトを与えることが予想されるに至り、1988年、IEC理事会管轄の組織として「Special WG-Superconductivity」にて超電導分野でのIECとしての取り組み方を議論することとなった。当時も

日本はこの分野での活発な研究開発を行い、成果も抜きんでていたため、日本が幹事国となり、IECとしてどのような活動を行うかが議論された。日本国内では以下の観点から積極的に取り組むと意思統一された。

- ①当時の日米貿易摩擦もあり、日本の国内標準が貿易障壁との声を正当化させない。IEC規格を第1歩として作成し、JISを翻訳版で作る。
- ②1986年に発見された高温超電導への期待から、幅広い国際標準が要望されていた。
- ③研究開発のデータを同じ基準で比較することにより、研究開発も活性化することができる。
- ④日本は、高温超電導で世界をリードする成果を上げており、今後の世界標準への取り組みに積極的に関与してゆくべきである。
- ⑤IECでの日本の存在感を大きくする。

このSpecial WGには6カ国の参加を得て、1989年5月に当時の通商産業省の国際会議室でWG会議が開催された。超電導現象を利用した機器の需要が速いテンポで確実に増大していること、高温超電導の性能が急速に改善され共通の性能評価基準が必要とされていることに鑑み、1989年6月には「超電導」に関わる専門委員会を設立すべし、との勧告を行った。この最終勧告書は1989年7月のIEC理事会・総会にて審議され、TC90の設立と日本の幹事国引き受けが採択された。日本がIECのTCレベルで幹事国をつとめるのはこれが最初の例であり、ハイテク分野で国際標準をリードすることの意義は極めて大きいものとされた。

日本ではTC90の幹事国業務を遂行するため、議長としてアメリカのNIST (National Institute of Standards and Technology) のRobert Kamper博士 (現在は同じNISTのLoren Goodrich博士) を指名するとともに、超電導に関する関連団体・関連専門家を集めた国内体制の整備を行い、8カ国 (Australia, Belgium, Czechoslovakia, France, Japan, Poland, UK, USA) の参加を得て第1回のTC90総会を1990年5月に東京で開催し、標準化の作業範囲、および作業スケジュールを決めて本格的な国際標準作りをスタートさせた。ここで合意された作業範囲を表1に示す。

表1 TC90作業範囲

1.	Terms and definitions.
2.	Measurements. 2.1 Raw materials (including materials used for superconductors and real apparatus). 2.2 Wire, bulk and film.
3.	Material specification. 3.1 Raw materials. 3.2 Wire, bulk and film.
4.	Equipment and device performance and tests specifications.

## 4. IECにおける超電導標準化の現状と今後

### 4-1 組織の現状

TC90は1990年の東京総会から本格的な国際標準作りに着手した。それらをまとめて現状までの道のりを表2に示す。そのスコープ、参加国を表3に示す。表中にあるリエゾン団体であるVAMAS\*とは、Pre-standard活動を実施している先進国間の協力で作られた組織であり、この成果をIEC規格へ取り込んできた (\*先進材料と標準におけるベルサイユサミットの合意)。P-member (P: Participating) とは投票の義務を負って標準作成に積極的に参加し会議に参加する国であり、O-member (O: Observatory) とはオブザーバーとして委員会文書の配布を受けコメントの提出と会議への出席の権利を持つ国である。

実際の国際標準作りは、超電導分野における用語の抽出とその定義、および各種性能の測定方法の標準作成からスタートした<sup>(2),(3)</sup>。測定方法については、1906年のIEC設立時のIECの初代会長であるLord Kelvinの“ If you cannot measure it, you cannot improve it.” との有名な言葉にも表されているように性能の向上には避けて通れないものであるからである。

これらの実際の標準作りを担当するWG (Working Group、作業グループ) を表4に示す。2007年に至り部品・製品レベルの作業グループであるWG12: 電流リードの立ち上げを行ってきた。

現在までに発行された主な国際標準: IS (International

表2 TC90におけるこれまでの道のり

1988	IEC理事会管轄の「Special WG-Superconductivity」にて超電導へのIECとしての取り組み方を議論 (幹事国: 日本)
1989	英・BrightonでのIEC総会で新TC設立を提案。「IEC/TC90: Superconductivity」設立 (議長国: 米国、幹事国: 日本) ・IEC/TCレベルの幹事国引き受けは、日本として最初
1990	第1回TC90総会 (東京) から本格的に活動
1991-2005	第2回~第9回のTC90総会開催
2006	京都にて第10回TC90総会を開催
2008.6	ベルリンにて第11回TC90総会を開催
2008.10	TC20総会にて超電導ケーブル分野での協業確認

表3 TC90のスコープと現在の参加国

スコープ	- To deal with technical aspects, problems and standards activities related to superconducting material and devices. - All classes of superconductors will be covered
リエゾン団体 A)	VAMAS (Versailles Project on Advanced Materials and Standards)
P-member	オーストリア、中国、フランス、ドイツ、イタリア、日本、韓国、ポーランド、ルーマニア、ロシア、アメリカ (11カ国)
O-member	16カ国

表4 TC90の作業グループ

WG 1	用語
WG 2	NbTi超電導線の臨界電流測定法
WG 3	酸化物超電導線の臨界電流測定法
WG 4	Cu/NbTiとNb <sub>3</sub> Sn超電導線の残留抵抗比測定法
WG 5	複合超電導線の引っ張り試験方法
WG 6	Cu/Nb-Ti超電導線のマトリックス比測定法
WG 7	Nb <sub>3</sub> Sn超電導線の臨界電流測定法
WG 8	電気的特性測定方法
WG 9	超電導線の交流損失測定方法
WG 10	超電導バルクの捕捉磁場測定法
WG 11	複合超電導線の臨界温度測定方法
WG 12	電流リード (2007年設置)

Standard) を表5に示す。スコープに従って、金属系超電導線、高温超電導線に渡って幅広い国際標準を作成してきた。これらのISの発行件数を年次毎に整理した結果を図1に示す。

4-2 今までの活動からの教訓と今後 図1に示されるように、TC90が本格的に活動をスタートして以来、国際標準の最初の作成に至るまでには約10年の年月が必要であった。この理由は、以下のようにまとめられる。

- ①人脈形成
- ②国際標準制定までの各国との協議に慣れる
- ③標準作成のフォーマットに慣れる

コンセンサス標準には、このように多大の労力を必要とするので、長期にわたる活動の戦略と覚悟が必要である。

TC90の今後の活動としては、測定方法標準化の一層の充実とともに今実用化が間近になってきた高温超電導機器への標準化の取組である。国際的なコンセンサスを得るためには、幅広い関連研究者の理解が必要であり、TC90では関連の超電導関係の国際会議と連動して国際標準パネルを開催して多くの関連研究者の意見を聞く機会を作ってきた。これらを表6に示す。最近では国際超電導産業技術研究センターが主催するInternational Superconductivity Symposiumと連動して2008年11月に開催し、約50名の多くの参加者を得て議論してきた。

また、実用化の間近い超電導ケーブルの標準化については、製品毎の専門委員会であるTC20: Electric Cablesとの共同をスタートさせ、Pre-standard活動をCIGRE(国際大電力システム会議)に依頼することで進めており、CIGREでは2008年に超電導ケーブルの試験方法に関するタスクフォースを組織し1年間で次の本格的調査に繋げるかどうか議論することが決まって予備調査がスタートした。

以上、20年間の活動成果を述べてきたが、教訓としてまとめると以下ようになる。

- ①IEC規格作成のノウハウが各WGの議長やWGエキスパートの間に定着するには、10年かかった。長期の戦

略と覚悟が必要

- ②Pre-standard活動として実施された先進国間の協力であるVAMASの成果をIEC規格へ取り込んできた。このような外部団体との協調が必要
- ③多くの関連研究者の意見を聞く機会を作り、次ステップへの合意形成を準備しておくことが重要
- ④超電導のように、産業として成熟していない分野は、国の積極的な関与が不可欠(受益者負担の考えだけでは難しい)

表5 TC90にて発行された主な国際標準

IEC 60050-815	International Electrotechnical Vocabulary-Part 815 : Superconductivity
IEC 61788-1 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 1 : Critical current measurement-DC critical current of Cu/Nb-Ti composite superconductors
IEC 61788-2 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 2 : Critical current measurement-DC critical current of Nb <sub>3</sub> Sn composite superconductors
IEC 61788-3 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 3 : Critical current measurement - DC critical current of Ag-sheathed Bi-2212 and Bi-2223 oxide superconductors
IEC 61788-4 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 4 : Residual resistance ratio measurement-Residual resistance ratio of Nb-Ti composite superconductors
IEC 61788-5 Ed. 1.0	Superconductivity-Part 5 : Matrix to superconductor volume ratio measurement-Copper to superconductor volume ratio of Cu/Nb-Ti composite superconductors
IEC 61788-6 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 6 : Mechanical properties measurement-Room temperature tensile test of Cu/Nb-Ti composite superconductors
IEC 61788-7 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 7 : Electronic characteristic measurements - Surface resistance of superconductors at microwave frequencies
IEC 61788-8 Ed. 1.0	Superconductivity-Part 8 : AC loss measurements - Total AC loss measurement of Cu/Nb-Ti composite superconducting wires exposed to a transverse alternating magnetic field by a pickup coil method
IEC 61788-9 Ed. 1.0	Superconductivity-Part 9 : Measurements for bulk high temperature superconductors-Trapped flux density of large grain oxide superconductors
IEC 61788-10 Ed. 2.0	Superconductivity-Part 10 : Critical temperature measurement-Critical temperature of Nb-Ti, Nb <sub>3</sub> Sn, and Bi-system oxide composite superconductors by a resistance method
IEC 61788-11 Ed. 1.0	Superconductivity-Part 11 : Residual resistance ratio measurement-Residual resistance ratio of Nb <sub>3</sub> Sn composite superconductors
IEC 61788-12 Ed. 1.0	Superconductivity-Part 12 : Matrix to superconductor volume ratio measurement-Copper to non-copper volume ratio of Nb <sub>3</sub> Sn composite superconducting wires
IEC 61788-13 Ed. 1.0	Superconductivity-Part 13 : AC loss measurements- Magnetometer methods for hysteresis loss in Cu/Nb-Ti multifilamentary composites

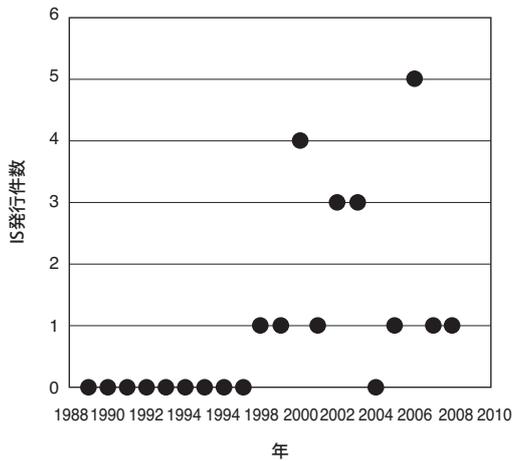


図1 TC90における国際標準の年次毎発行件数の推移

表6 TC90主催の国際標準パネル開催実績

年 月	開催場所	国際会議
October, 2004	Jacksonville, USA	Applied Superconductivity Conference
September, 2005	Vienna, Austria	European Conference on Applied Superconductivity
September, 2005	Genoa, Italy	Magnet Technology-19
November, 2005	Tsukuba, Japan	International Superconductivity Symposium
August, 2006	Seattle, USA	Applied Superconductivity Conference
October, 2006	Nagoya, Jpapan	International Superconductivity Symposium
August, 2007	Philadelphia, USA	Magnet Technology-20
November, 2007	Tsukuba, Japan	International Superconductivity Symposium
November, 2008	Tsukuba, Japan	International Superconductivity Symposium

## 5. 結 言

実用化間近い高温超電導機器の国際標準化のスケジュールを考えると図2<sup>(4)</sup>に示すように考えられる。IECでの国際標準発行までには、3年程度の年月が必要であり、スタートするまでの国際合意を得る期間も考えると長期的な戦略が必須であることがわかる。

20年間にわたって進めてきたTC90における活動は今後各種超電導機器への国際標準化へ向かうことになる。本格的な超電導機器の普及により、全世界的に見ると2020年には2兆8千億円程度の大きな市場が見込まれる。今まで

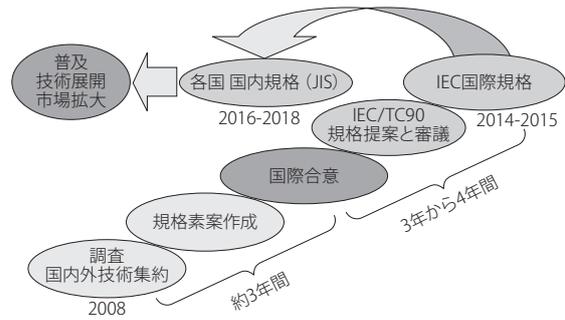


図2 今後のTC90における国際標準化スケジュール

の経験と教訓を活かして日本が国際標準化と市場形成に貢献してゆくことを望みたい。

## 6. 謝 辞

IECにおけるTC90の活動について、御指導頂いた経済産業省の方々、幹事国代表として御尽力頂いた関根泰次・東京大学名誉教授、長村光造・応用科学研究所 理事・主要研究員、また国内の活動とりまとめに当たられている田中靖三・国際超電導産業技術研究センター 標準部長、国内の専門家として実際の国際標準作成に当たられている多くの研究者の方に感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- (1) 新宅純二郎、江藤学、「コンセンサス標準戦略」、日本経済新聞出版社、東京(2008)
- (2) 長村光造、佐藤謙一、古戸義雄、「IEC/TC90における超電導材料の測定方法の標準化に関する取組み」、低温工学32, pp.663 (1997)
- (3) K. Osamura, K. Sato and Y. Tanaka: Activity in international standardization of superconductivity, Adv. Superconductivity XII (ISS' 99), pp.694, Springer, Tokyo (2000)
- (4) 田中靖三、私信

## 執 筆 者

佐藤 謙一：フェロー  
材料技術研究開発本部 技師長  
博士(工学)  
超電導材料及び応用製品の開発に従事。  
1989年からIEC/TC90のSecretaryをつとめる。

