

超伝導フォトンクス研究センターの新設



夢はバラ色

萩行正憲*

Establishment of Research Center for Superconductive Photonics

Key Words : superconductive photonics, terahertz radiation, high- T_c superconductor

1. はじめに

平成12年4月に大阪大学学内共同教育研究施設「超伝導フォトンクス研究センター」が新設された。これは、本年3月に10年の時限を終了した超伝導エレクトロニクス研究センターの後を受けて設立されたもので、やはり10年の時限つきのセンターである。初代センター長には、前センター最後のセンター長として新設に努力された辻毅一郎教授が就任されている。前センターは、教授1、助教授1のみのマイクロセンターであったが、超伝導フォトンクス研究センターは、教授2、助教授2、助手2、外国人客員教授1で構成される2部門、1客員部門から成る組織である。筆者は前センターに引き続きこの新センターの教授を拝命したが、研究内容については前センター時代に3回本誌に記事を書かせていただいている¹⁻³⁾。前センターは高温超伝導体の発見の後を受けて、そのエレクトロニクス応用を主として研究する目的で1990年に設立されたが、筆者らは1995年に「超短光パルス励起による高温超伝導体からのテラヘルツ電磁波パルスの発生」という新しい現象を発見し、超伝導エレクトロニクス、量子エレクトロニクス、光物性、通信など多くの分野から注目された。テラヘルツ波とは、0.1~10テラヘルツ(1テラヘルツは1兆ヘルツ)程度の電磁波を指し、電波と光の間に位置し最後の未開拓電磁波と呼ばれてい

る。上記現象は、従来疎遠であった超伝導エレクトロニクスと光エレクトロニクスの橋渡しをする現象であり、新センターではこの両エレクトロニクスの融合を積極的に進めることを目的としている。本稿では、設立に到った経緯やセンターの目指すものについて述べる。

2. センター設立の経緯

本センターの起源は、1980年設立の工学部附属超伝導工学実験センターに遡る(当初、「超電導」という言葉が使われていたがその後「超伝導」に変更された)。このセンターは、電気工学科の村上吉繁先生を中心として、産研の岡田東一先生、低温センターの故山本純也先生らが案を練り、電気工学科の犬石嘉雄先生や応用物理学科の三石明善先生などの努力で設立されたものである。当時はエネルギー危機の時代で、センターの目的は超伝導のエネルギー機器への応用、特に、超伝導マグネットによる電力貯蔵であった。このセンターは、パルス超伝導マグネットによる電力の高速の貯蔵と制御に成功するなど画期的な成果をあげたが、1990年3月で10年の時限を終了した。折から1986年に高温超伝導体が発見され、世の中が高温超伝導ブームになっていたこともあり、次の展開としてこの新材料を使った超伝導エレクトロニクスを提案し、1990年の学内共同教育研究施設「超伝導エレクトロニクス研究センター」の設立となった。初代センター長には、村上先生が就任され、教授に青木亮三先生、助教授に筆者が就任した。青木先生は程なく電気工学科に移られ、センター長の村上先生が専任教授を兼務されることになった。センターの研究体制は、村上先生が前センターからのテーマである電力応用を、筆者が材料とエレクトロニクスを担当することになったが、実は、筆者の元々の専門は超伝導ではなく、光物性であったため当初



* Masanori HANGYO
1953年2月21日生
1981年京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻修了
現在、大阪大学超伝導フォトンクス研究センター、教授、理学博士、超伝導フォトンクス、光物性
TEL 06-6879-7980
FAX 06-6879-7984
E-Mail hangyo@rcsuper.osaka-u.ac.jp

は大変戸惑った。この機会に以下で、高温超伝導体からのテラヘルツ波放射の発見に至る過程について少し述べさせていただく。

筆者は1981年から10年間工学部応用物理学科の三石研究室で助手をしていたが、1980年代後半に三石先生、中島信一先生らと日本で初めての後進波管を光源とするミリ波サブミリ波領域の分散型干渉分光計の開発を開始した。完成した分光計の最初の研究ターゲットにしたのがドーピングされたシリコンで、苦勞して75~170GHz領域の複素屈折率の測定を行っていた。当時文献を調べてもドーピングされたシリコンのミリ波領域の屈折率の測定は殆どなく、最先端の分光器によるパイオニア的測定を行っているものと思っていた。ところが、シリコンの屈折率測定の記事を調べるうちにIBMのGrischkowskyのグループが半導体光スイッチを超短パルスレーザーで励起して0.1~2THzの電磁波を空中に放射し、これを用いて一気にテラヘルツ域の分光を行っているのを見つけて大変驚きまたショックを受けた。手法の斬新

さが印象的で、さっそく当時阪大におられた遠赤外分光が専門の阪井清美先生に知らせた。この直後に筆者は新設された超伝導エレクトロニクス研究センターに移り、阪井先生はやはり新しくできた郵政省通信総合研究所関西先端研究センターに移られた。1986年に発見された高温超伝導体の研究は既に世界的に爆発的な広がりを見せており、小さなセンターでしかも遅れて研究を開始した筆者にとって研究に参入できる余地は殆どないように見えた、というのが当時の偽らざる心境であった。で、苦し紛れに思いついたのが、半導体光スイッチの代わりに超伝導光スイッチを用いてテラヘルツ波を発生させることである。半導体では光生成されたキャリアを電界で加速し過渡的な電流により電磁波を放射させるが、逆に超伝導電流を流しておいてそれを超短光パルスで瞬間的に止めたらどうかと考えたのである。一方、通総研に移られた阪井先生は、最初のプロジェクトとしてIBMのグループと同様の半導体光スイッチを用いたテラヘルツ波放射の研究に着手された。1994

超伝導フォトリクス研究センターの沿革

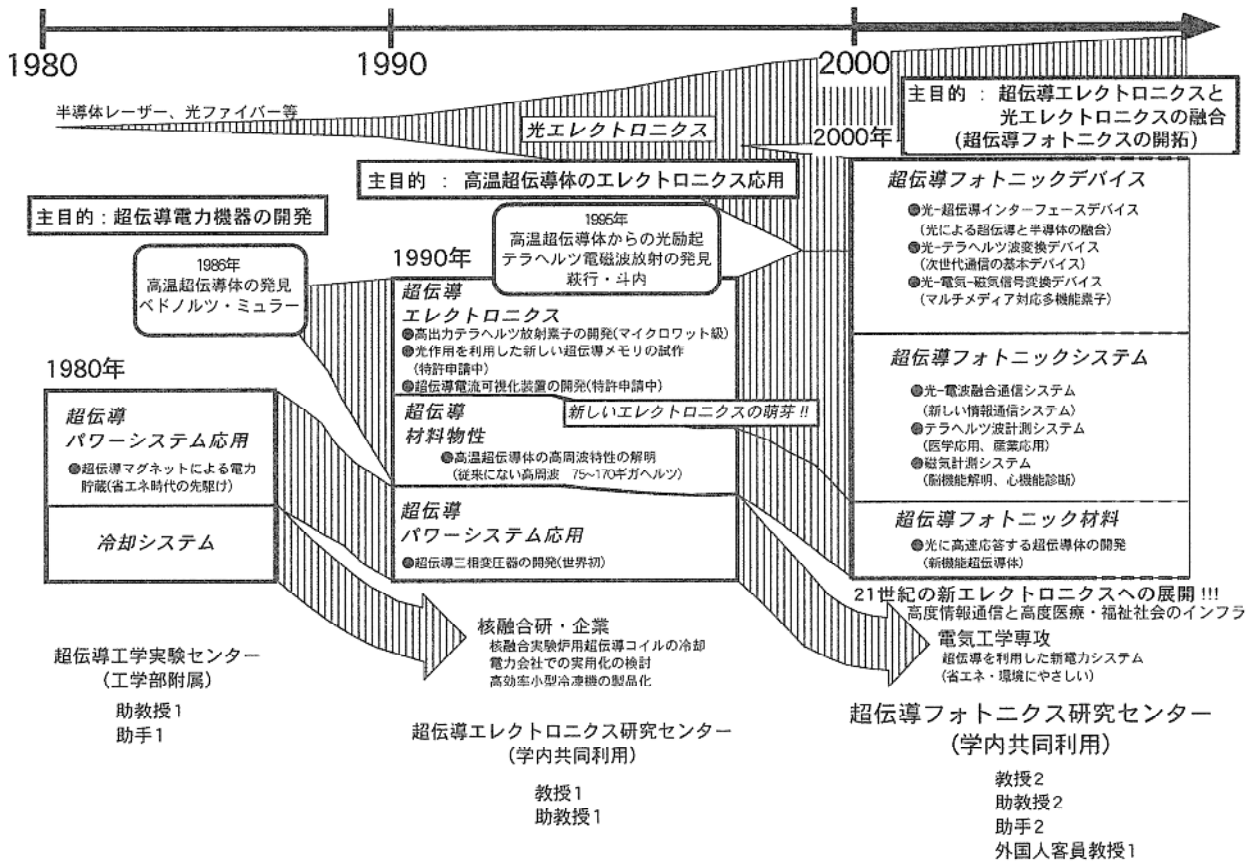


図1 超伝導フォトリクス研究センターの沿革 (概算要求の説明に用いた図を少し訂正したもの)

年には半導体光スイッチからのテラヘルツ放射に成功したが、筆者は阪井グループ並びに通総研の超伝導グループ(斗内政吉氏、現在当センター教授)と超伝導光スイッチを用いたテラヘルツ波放射の共同研究をスタートし、翌1995年の6月に世界で初めて高温超伝導体からの光パルス励起テラヘルツ波放射に成功した。実験は3日間の予定で行われたが、実に多くのデータを得ることができ、筆者にとってはこれまでで最もエキサイティングな実験であった。成果は秋の応用物理学会で発表し、大きな反響を呼んだが、同時に新聞発表し、特許の申請も行った。その後の研究で高温超伝導体からのテラヘルツ波放射は半導体からのそれよりもはるかに興味深く、磁場に関係した新しい現象が次々に見つかった。幸い翌1996年度には、興地斐男センター長のご努力もあって文部省の研究基盤重点設備費1億3400万円、科研費基盤研究(A)、電気通信フロンティアなどの複数の予算がつき、センター独自の研究設備も充実した。1997及び1998年度には、志水隆一センター長の発案のもとに、田中昭二超電導工学研究所長を委員長とし、金森順次郎元阪大総長、増本健電気磁気材料研究所長、古濱洋治郵政省通信総合研究所長を委員とする外部評価委員会を開催し、センターの研究は高い評価を得た。センターの時限終了を1年後に控えた1999年には、辻センター長のもと、いろいろな紆余曲折はあったものの現在の超伝導フォトリクス研究センター新設の概算要求案が固まり、1999年末には、教授2、助教授2、助手2、外国人客員教授1で構成される2部門、1客員部門の提案がそのまま認められたのであった。この際、電気系及び応用物理学専攻からはそれぞれ助手1を振り替えていただき、また、文部省からは純増2を獲得した。図1は文部省に概算要求をした時に用いたセンターの沿革の模式図を少し変えたものである。

3. 新センターの目指すもの

センターの目指すところは一言で言えば、超伝導エレクトロニクスと光エレクトロニクスの融合である。超高速・低消費電力の超伝導エレクトロニクスと超高速・並列処理の光エレクトロニクスは、やがて限界が来ると予想されているシリコンエレクトロニクスを補うエレクトロニクスとして21世紀の高度情報化社会での期待が大きい。超伝導体は金属であり、通常は光反射率が大きく従って光との相性は良

くないと考えられていたが、高温超伝導体はキャリア密度が低いと黒く、光を良く吸収する。しかも、ピコ秒以下の高速で光に反応する。超短光パルス励起によりテラヘルツ波が放射されるのも超高速光応答の結果である。そこで、この超高速光応答性とジョセフソン素子に代表される超伝導素子の超高速電気応答性を融合した新しいデバイス群を開発し、それを用いた通信や生体応用システムを試作するのが新センターの目的である。このために、デバイスを開発する超伝導フォトリクスデバイス開発部門とシステムを開発する超伝導フォトリクスシステム開発部門を設置している。また、超伝導フォトリクスデバイス用の材料を開発するため外国人客員部門として超伝導フォトリクス材料開発部門を置いている。それぞれの部門のおおまかな研究内容を図1中に示した。超伝導フォトリクスは我が国オリジナルの分野であり、前例がないため新しく道を切り拓いてゆかねばならない。もともと超伝導と光との交流から生まれたものであるが、従来の超伝導エレクトロニクスのように半導体エレクトロニクスからはどちらかという距離を置いての研究ではなく、高温超伝導体の関連物質である酸化物や従来の半導体なども視野に入れつつ研究を進めたいと考えている。

4. ま と め

以上、本年4月からスタートした超伝導フォトリクス研究センターの設立の経緯と目標について概説した。振り返ってみると、超伝導エレクトロニクス研究センター時代の歴代センター長の適切な運営方針が新センター設立を可能にしたといえる。初代村上先生は、自分の分野にとらわれずに筆者の自由な研究をサポートされ、2代興地センター長は芽が出たばかりの研究を育てるための大型予算の獲得に努力され、3代志水センター長はセンターのユニークな業績を評価していただくための外部評価委員会を開催され、そして、4代辻センター長はセンター10年間の活動を総括されて新たに進むべき道を適切に選択指導された。この他多くの方々のご助力と幸運にも恵まれて新センターは比較的順調なスタートが切れたと考えているが、人員が旧センターの2名から一気に7名に増加したにもかかわらず、建屋の増築が現在のところ認められておらず、基準面積で900m²弱の不足となっている。平成13年度の概算要求としてこの建屋の増築をお願いしていく予定で

すので、関係各位のご協力をお願いしたい。

1997年新春号の「夢はバラ色」欄に記事を書かせていただいたが、当時と比べて研究のスコープははるかに拡大し、夢は現実に近づいているし、もっと大きな夢も描きつつある。研究はこれからが正念場であるが、幸い博士課程への進学者が多く研究のアクティビティも上がりつつある。筆者個人としては、本質的に新しいアイデアは常に20代、30代の若い頭脳から出てくるものと考えており、これをサポート

するのが指導者の役目とわきまえている。若い人が自由に発言できる雰囲気第一と考え、センターを運営していきたい。

参 考 文 献

- 1) 萩行正憲：生産と技術，49， 60 (1997).
- 2) 萩行正憲：生産と技術，51， 229 (1999).
- 3) 萩行正憲：生産と技術，52， 39 (2000).

