

世界物理年フォーラム
「量子ビーム・テクノロジー革命」

——未来型社会・産業を拓く 21 世紀の先端技術——

の開催結果について

日本学術会議

物理学研究連絡委員会

核科学総合研究連絡委員会

応用物理学研究連絡委員会

世界物理年日本委員会

日本原子力研究所／理化学研究所／高エネルギー加速器研究機構

放射線医学総合研究所／物質・材料研究機構

量子ビーム・テクノロジー革命の開催結果について

1. 日 時 : 2005 年 5 月 25 日 (水) 10:00~17:00

2. 場 所 : 日本学術会議・講堂 (東京・乃木坂)

3. 来場者 : 約 400 名 (内訳は別添 1)

4. プログラムの実施結果 :

10:00-10:05 開会挨拶

北原和夫 日本学術会議物理学研究連絡委員会委員長/世界物理年日本委員会運営委員長

10:05-10:30 来賓挨拶

棚橋泰文 科学技術政策担当大臣

小泉顕雄 文部科学大臣政務官

近藤駿介 原子力委員会委員長

10:30-12:00 基調講演・特別講演 (各 30 分)

基調講演「量子ビームが拓いた世界」

有馬朗人 世界物理年日本委員会 会長

特別講演「21 世紀へむけた日本の科学技術政策 :

On the Occasion of ‘the Centennial of the Annus Mirabilis’」

黒川 清 日本学術会議 会長

特別講演「企業の研究開発と量子ビームへの期待」

有信睦弘 東芝 執行役常務

12:00-13:00 昼休み／パネル展示：量子ビーム施設紹介

13:00-15:00 講演会 (各 30 分)

「量子ビーム施設と先端研究」

永宮正治 高エネルギー加速器研究機構 教授／日本原子力研究所 客員研究主幹

「量子ビームが切り拓くナノテクノロジー・材料の新展開」

田川精一 大阪大学 教授

「ライフサイエンスにおける物理ツールの有用性」

和田昭允 東京大学 名誉教授

「量子ビーム技術の産業応用について」

高橋直樹 住友重機械工業 取締役

15:00-15:20 休憩

15:20-16:55 パネル討論「量子ビーム・テクノロジーの未来を語る」

モデレータ：吉川和輝 日本経済新聞社 編集委員

パネリスト：小田公彦 文部科学省 大臣官房審議官

橋本 昌 茨城県知事

若槻壮市 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 教授

藤井保彦 日本原子力研究所 中性子利用研究センター長

辻井博彦 放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター長

16:55-17:00 閉会挨拶

岡崎俊雄 日本原子力研究所 理事長

5. 主な発言内容

○開 会 挨 拶

北原和夫 日本学術会議物理学研究連絡委員会委員長/世界物理年日本委員会運営委員長

- ・本フォーラムの主催者として、世界物理年の謂れを紹介し、原子スケールの現象を検出し制御するツールである量子ビームの意義と、それを支える装置開発の重要性について述べた。また、本フォーラムの講演とパネル討論を通じて、基礎科学から産業応用面にわたる広い分野の交流が重要であることを述べた。

○来 賓 挨 拶

棚橋泰文 科学技術政策担当大臣

- ・21世紀の光とも言われる量子ビーム群は様々な科学技術・産業分野における利用・応用へと発展しており、将来の大きな夢と期待を感じさせる時代に入っている。この時期に産学官の関係者が一堂に会し、先端技術の発展のために戦略的課題について意見交換をするのは、大変適切な取り組みである。この分野も含めて、科学技術政策の振興や適切な実行に向けて最大限努力していきたいと述べた。

小泉顕雄 文部科学大臣政務官

- ・近年の加速器技術やレーザー技術の目覚ましい進展により量子ビームテクノロジーと呼ぶべき新たな技術領域が形成されつつある。この技術は最先端の科学技術・学術分野から各種の産業に至る幅広い分野での活用が期待されている。文部科学省としては、施設の建設を着実に進めるとともに、産業界や研究者が利用しやすい仕組みの整備など、諸課題の解決に向けた取り組みを通じて、量子ビームテクノロジーのより一層の振興を図っていききたいと述べた。

近藤駿介 原子力委員会委員長

- ・原子力委員会は、エネルギーとしての原子力技術や量子ビーム技術について、研究開発活動を通じて得られた知見や技術が学術の進歩に貢献し、これを利用する学術活動や産業活動が安全に実施されることにより、国民や地域社会に受け入れられ、人類社会の福祉と国民生活の水準向上に寄与していくことを期待している。学術・医療・産業における放射線利用技術をさらに改良するとともに、既存技術に交代できる革新技术の開発、および革新技术を生み出す基礎基盤研究を、バランス良く進めることを期待すると述べた。

○基調講演・特別講演

有馬朗人 世界物理年日本委員会 会長

- ・「量子ビームが拓く世界」と題して、19世紀末における放射線・放射能の発見から現在まで物理学の100年間の発展を回顧し、現代の量子ビームの役割について述べる。1930年初期に発明された様々な加速器が大きく発展し、物理学に飛躍的な進歩をもたらし、その成果が医学、産業のフロンティアを切り開いてきた。J-PARC, RIBF等の量子ビーム施設の開発は世界と競合しており、関連機関が協力して一体となって推進するべきである。基礎科学と先端技術は密接にからみあっており、車の両輪として発展させねばならないと述べた。

黒川清 日本学術会議 会長

- ・「21世紀に向けた日本の科学技術政策」と題して、世界的な課題に関し科学者コミュニティが考え方を発信することが重要であることを述べる。この考えを、「第3期科学技術基本計画の重要政策」として、学術会議より4月2日に発表した。量子ビームなど最先端の科学技術施設を、世界特にアジア圏に開放することが、国の安全保障にとっても重要である。科学技術は予想もつかないほど急速に発展してきたが、それをもたらす人材の育成が重要であると述べた。

有信睦弘 株式会社東芝 執行役常務

- ・「企業の研究開発と量子ビームへの期待」と題して、産業を牽引するイノベーションの多くは技術革新によりもたらされ、技術革新の基盤に量子の領域が増えていくことを述べる。最近、技術革新が新たな市場革新に効率的にむすびついていない現象が生まれているが、科学者は新しい発見を利用可能にする深く詳細な研究を行い、技術者は科学的な知識を人や社会に価値を与える形に再構造化することが重要である。量子ビームは既にLSIの高性能化等に大きな役割を果たしているが、先端施設が広く利用されて新しい発見を生み出し、利用可能な知識として体系化されることが、さらなる技術革新を進めるために必要であると述べた。

○講演会

永宮正治 高エネルギー加速器研究機構 教授／日本原子力研究所 客員研究主幹

- ・「量子ビーム施設と先端研究」と題し、量子ビームの特徴と生成法、代表的な量子ビーム施設の紹介、量子ビームによる最先端の研究、量子ビーム研究開発の進め方について、詳細な例示を用いて講演した。超精密機械である量子ビーム施設を駆使し、素粒子物理、原子核物理、カーボンナノチューブ、たんぱく質、水素電池、重粒子線治療など、多くの科学・技術・医療の成果が得られている。量子ビーム研究開発は、長期的な展望に関するエキスパートによる評価、関連機関の連携、広報活動など、多面的に検討しつつ進める必要があると述べた。

田川精一 大阪大学 教授

- ・「量子ビームが切り拓くナノテクノロジー・材料の新展開」と題して、半導体産

業を中心に、量子ビーム利用の実例と、今後の課題について述べる。量子ビームは、干渉効果など量子効果を示すビームであり、量子のエネルギーを上げることにより原子スケールでの測定、創成が可能になる。量子ビームは、水素燃料電池開発、半導体デバイスの高度化などに不可欠であるが、高度化に伴いナノ空間の化学反応に関する知見が重要になっている。量子ビームは、ナノテク、ライフサイエンス、環境などの研究基盤として夢や情熱を与える分野であり、施設整備とあわせ大学等の研究・人材育成の環境整備・強化が重要であると述べた。

和田昭允 東京大学 名誉教授

- ・「ライフサイエンスにおける物理ツールの有用性」と題して、ライフサイエンスにおける物理ツールのあるべき姿について述べる。生命に関する知識は長年にわたりほとんど暗黙知であったが、二重らせんの発見、遺伝情報の解読など、物理科学的手法により形式知に変わりつつある。生命科学の対象は、多様、複雑、階層的であり、物理ツールに多様な性能が要求される。まだ一部しかわかっていない生命体の構造や機能を解明するには、優れた光源に加え、信号の受信、解析など全体システムの構築が必要であり、その中核となる人材の育成が極めて重要であると述べた。

高橋直樹 住友重機械工業 取締役

- ・「量子ビーム技術の産業応用について」と題して、イオン加速器、低速陽電子検査装置、レーザー、高輝度X線発生装置などの各種量子ビーム発生装置、およびその利用（原子核物理など研究用、PET 診断やがん治療など医療応用、半導体のイオン注入や液晶用ポリシリコンのアニールなど半導体産業、通信・IT・医療用の微細加工など）に関し、市場規模と将来性について、豊富な実例を基に紹介した。企業として量子ビーム商品はかなりの規模になっている。電子とレーザーの衝突による高輝度X線発生装置など、企業と研究機関の連携による量子ビーム技術開発が不可欠であると述べた。

○パネ ル 討 論

パネル討論「量子ビーム・テクノロジーの未来を語る」が吉川和輝氏の進行により行われ、各機関より量子ビーム研究の成果や応用、それを利用した地域活性化などについて紹介された。

小田公彦 文部科学省 大臣官房審議官

- ・「量子ビームテクノロジーの進展」と題し発表がされた。日本初の理研サイクロトロンを始めとして多くの加速器が開発され、現在の J-PARC, RIBF 建設に至っている。これらの加速器で生成される高品位ビームを用いた利用技術の高度化が、量子ビームテクノロジーであり、科学技術政策上大きな意味をもつメッセージ性のある言葉である。第三期科学技術基本計画の策定に関する文部科学省の中間とりまとめにおいて、量子ビームが重要領域の例として融合領域に記載されている。また、創薬設計、バイオナノマシーンなどの開発に必要とされる成果が J-PARC より生まれると期待されており、国際競争を踏まえ、測定技術の高度化なども早

期に確立する必要があることや人材育成の重要性について述べられた。

橋本昌 茨城県知事

- ・「量子ビームを活用した地域活性化」と題し発表がされた。豊かな地域を作るために、人、物、情報の交流とともに科学技術を盛んにし、科学技術創造立国の中で重要な役割を果たしていきたい。産学官連携の強化、特区制度の活用による規制緩和などを実施しており、筑波・東海・日立地区の知的特区化を構想している。茨城県では J-APRC に専用ビームラインを 3 本整備し、企業に全面的に開放する。また、CT 付 PET 検査装置の導入と粒子線がん治療施設の整備など、高度医療体制の整備を期待していると述べた。

若槻壮市 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 教授

- ・「生命科学創薬分野における量子ビーム利用」の立場から、タンパク 3000 プロジェクトにおいて副作用のないインフルエンザ薬の研究などが進められていること、中性子ビームと放射光の相補性、サイズ限界のある生体高分子結晶や単分子構造解析に適した平行性の高いナノビーム X 線の必要性、さらに生命機能の理解を目的とするシステム構造生物学のための開かれた構造解析ネットワークの基盤整理の重要性などが示された。また、大型施設を利用しやすくするために、ビームライン担当者の充実の必要性などが述べられた。

藤井保彦 日本原子力研究所 中性子利用研究センター長

- ・「材料・ナノテクと量子ビーム」と題し、水素燃料電池を例に、燃料電池や水素貯蔵・輸送に関する研究において、水素の挙動解明に中性子ビームが不可欠であることが述べられた。また、米国の燃料電池開発戦略における中性子ラジオグラフィの拠点指定、中性子と放射光を併用した複数のナノサイエンス・ナノテクセンターの設置、欧州における中性子と放射光を併用した構造生物学拠点設置など、世界における量子ビームの研究展開が示された。

辻井博彦 放射線医学総合研究所 重粒子医科学センター長

- ・「医療分野における量子ビームの利用」として、X 線、電子線、粒子線（陽子、重粒子、中性子）など各種の量子ビームが医学に利用され、特に HIMAC による重粒子線がん治療が高度先進医療に指定され、多くのがん患者を治癒できていることが報告された。今後の課題として、普及型の小型治療装置の開発やスポットスキニングなど照射法の高度化、中性子捕捉療法に関する技術開発、粒子線治療スタッフの人材育成などの重要性が述べられた。

吉川和輝 日本経済新聞社 編集委員

- ・ パネル討論のまとめとして、今日の講演やパネル討論により、量子ビームテクノロジーの中身が明瞭になった。ナノテク、バイオ、医療といった分野で、確実に量子ビームテクノロジー革命が起きている。一方、この分野は国際競争が激しいので、日本としても量子ビーム施設の利用効率を改善するなど、体制を

整えていく必要がある。量子ビームテクノロジーに関する国民の理解はまだ十分でないため、この重要性をPRしていく必要があることを述べた。

○閉会挨拶

岡崎俊雄 日本原子力研究所 理事長

- ・量子ビームテクノロジーが、わが国の将来を左右する最先端技術の発展に重要な役割を果たすと期待されている。科学と技術が相互に刺激しつつ発展し、生活の質の向上や産業の発展をもたらすことが、科学技術創造立国の基本である。共催研究機関が一体となって、産業界、大学、地方自治体と連携しながら、量子ビームを開かれた使いやすい研究拠点にしていきたい。

6. 参考資料

- ・別添1 : 来場者内訳
- ・別添2 : 実施要領
- ・別添3 : 開催趣旨

参 加 者 内 訳

| 区 分 | 人 数 |
|--------------|-------|
| 1. 国会議員 | 1 |
| 2. 官公庁・地方自治体 | 2 0 |
| 3. 公益法人 | 1 6 4 |
| 4. 大 学 | 1 9 |
| 5. 企 業 | 1 3 7 |
| 6. 報 道 | 5 |
| 7. 一般・その他 | 5 1 |
| 合 計 | 3 9 7 |

実施要項

世界物理年フォーラム

量子ビーム・テクノロジー革命

—— 未来型社会・産業を拓く 21 世紀の先端技術 ——

日 時：2005 年 5 月 25 日（水） 10:00～17:00

会 場：東京・乃木坂 日本学術会議・講堂

主 催：日本学術会議

物理学研究連絡委員会

核科学総合研究連絡委員会

応用物理学研究連絡委員会

共 催：世界物理年日本委員会

日本原子力研究所／理化学研究所／高エネルギー加速器研究機構

放射線医学総合研究所／物質・材料研究機構

日本物理学会／応用物理学会／日本原子力学会／日本放射線化学会

レーザー学会／日本中性子科学会／日本放射光学会／日本加速器学会

日本放射化学会

後 援：文部科学省／経済産業省／原子力委員会

科学技術振興機構

朝日新聞社／毎日新聞社／読売新聞社／日本経済新聞社／産経新聞社

協 賛：日本電機工業会／日本原子力産業会議／日本化学工業協会

開催趣旨

20 世紀の 100 年間は、物理学が飛躍的に進歩した時代であります。1905 年、アインシュタインが「光電効果」「ブラウン運動」「相対性理論」の理論を発表し、これを契機に古典物理から現代物理の時代に入りました。その中核を担う量子科学は、100 年後の今日に至るまでに画期的な進歩を遂げ、その成果は物理学のみでなく、原子力技術や通信・情報技術などに大いに活用され、社会・経済活動に極めて大きな恩恵をもたらしてきました。量子科学の主役は、電子、陽子等の様々な粒子や素粒子であり、エックス線やガンマ線等の電磁波であります。また、最近では、先端的加速器や高性能のレーザー装置が国内外で開発され、様々な粒子線、中性子線、更には 21 世紀の光とも言える放射光、レーザー光などを加えた「量子ビーム群」は、今や、物質科学・ナノテクノロジー、医学・生命科学、情報科学、環境科学等の様々な科学技術、産業分野における利用・応用へと発展し、将来の大きな夢と期待を感じさせる時代に入っています。

量子ビームを利用して既に実用化されている技術は、例えばイオン注入による高機能半導体の製造、品質の安定度を高めたラジアルタイヤの製造、重イオンビームや中性子線による生活の質（Quality of Life）を維持したガン治療などであり、極めて大きな成果を上げています。これら産業利用、医学利用を中心とした実用目的に、国内だけで既に一千台以上の加速器が利用されています。また、電子ビームによるダイオキシンの分解・除去、畜産廃棄物の堆肥化なども実用化直前の段階に入っています。新材料の開発として、高性能燃料電池膜、マイクロチューブ、機能性材料等の開発は、産業界に大きなインパクトを与える可能性があります。更に、最先端の大型放射光、高強度レーザー、パルス中性子発生装置の導入により、最先端量子ビームが利用可能となりつつあります。例えば、これらを利用したタンパク質の構造・機能解析は国際的競争の中で行われており、その成果は創薬につながる技術として大きな期待がもたれています。

現在我が国だけで、既に年間約 9 兆円を越える経済規模の製品製造や診断・治療技術等にこれら量子ビームが様々な形で用いられています。今後の加速器技術や量子ビームの応用技術の進歩を勘案すれば、わが国の社会・経済活動にとって、いわば「量子ビーム・テクノロジー革命」とも言える大きな波及効果が期待されるものであります。米国、欧州においても、量子ビーム・テクノロジーに係わる技術開発や研究開発が進められております。わが国も国際的競争環境の中で、新しい加速器の開発や量子ビームを利用した研究開発に戦略的に取り組んでいく必要があります。わが国は現在、この分野で世界最先端の位置につけています。引き続き、加速器等の研究開発プラットフォームの拡充・整備や、外部に開かれた利用システムの構築が行われる必要があり、それら研究開発基盤を活用しつつ産官学が連携・協力し、量子ビームに係わる基礎基盤的研究や新しい技術、手法、製品の開発に取り組むことが「未来型社会・産業を拓く 21 世紀の先端技術」の創成にとって重要かつ喫急の戦略的課題であると思われま。

本フォーラムは、今日の物理学の礎となった量子科学の誕生 100 周年を記念するとともに、21 世紀における先端的な科学技術の発展、社会・経済への応用、新産業の創出への大きな役割が期待される量子ビームの科学技術に焦点を当て、その将来を展望するものであります。