

# 原子力の未来は何色か

渡辺 その子 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 理事



第5期科学技術基本計画が平成28年1月に策定され、2年を迎えようとしている。分野毎の科学技術の推進方策を記述してきた第3期（平成18～22年）までの基本計画と異なり、第4期基本計画（平成23～27年）からは科学技術によるイノベーションを標榜し、社会的価値創造に重点を置く内容となっている。

このため、自身の研究分野の位置づけがどこにあるのか、わかりにくく感じている向きもあるかと思う。エネルギーとしての原子力の位置づけは、エネルギー基本計画など他の政策文書の位置づけとも相まって一定の位置づけが明確だが、さて「原子力のサイエンス」はどのように位置づけられているのか。

実は、「原子力」という単語に拘ると、この単語は、震災の引用としての「原子力発電所」を含め、第5期基本計画の中では、エネルギー関連の記述部分に4か所しかない。

だが、「原子力」を今一度捉えなおしてみれば、第5期基本計画は、「原子力のサイエンス」を標榜する者が確固たる位置づけを得たといえる内容となっていることを指摘したい。

具体的には、第5期基本計画では、目指すべき国の実現に向け、新たな価値創造のコアとなる強みを有する基盤技術の一つとして「量子科学技術」が位置付けられていることである。

「量子科学技術」とは、「量子」のふるまいや影響に関する科学と、それを応用する技術である。「量子」は、改めて私が説明するまでもなく、極めて小さな物質やエネルギーの単位であり、原子そのものや、原子を構成する電子、中性子、陽子、さらに、光を粒として見たときの光子やニュートリノやミュオンなどの素粒子も含まれる。つまり、「量子科学技術」は、「原子力」を包含した、より幅広いサイエンスなのだ。

「量子科学技術」は、その先進性や、あらゆる科学技術を支える基盤的性質から、地道で息の長い研究や、技術基盤・研究基盤を要することが多い反面、一旦ブレイクスルーすれば、当初想定しなかったような応用や、経済・社会に与える大きなインパクトが期待されるものとして認識されつつあり、古典力学の活用を基本とする従来技術をはるかに凌ぐ技術として期待されている。現時点での社会的な投資は、量子コンピュータのような量子情報処理系へのウェイトが高いものの、不揮発メモリや、超高感度ひずみ検知素子の開発など、スピントロニクス工業技術への応用は緒についている。

「量子科学技術」は、今、まさに夜明けを迎えようとしている。

さて、ここで旧来の「原子力」に話題を戻し、表題の「原子力の未来は何色か」について述べたい。

去る11月に開催された、12回目となる機構報告会では、初めての試みとして座談会を催した。テーマは、「原子力の未来は何色か」。パネリストとして参加した原子力科学部門のお二人は、それぞれ次のように座談会を締めくくった。

# “What color is the future of atomic energy?”

Sonoko Watanabe    Executive Director, Japan Atomic Energy Agency

Approximately two years have passed since the government of Japan decided the fifth science and technology basic plan (hereafter referred to as the “fifth basic plan” ) in January, 2016. The first (FY 1996–2000), second (FY 2001–2005), and third (FY 2006–2010) basic plans describe various measures for promoting science and technology in each field, whereas the fourth (FY 2011–2015) and fifth (FY 2016–2020) basic plans advocate innovation by science and technology and emphasize on the creation of social values.

Therefore, it may be difficult to understand the description of the research field that a particular person engages in. Description of “nuclear power” , an energy application of atomic energy, is clear to some extent coupled with the description by other policy documents such as the basic energy plan. Further, we need to ask the question “how is atomic science and technology?”

Actually, the term “nuclear power” appears only four times (including a reference to “nuclear power plants” in the event of an earthquake) in the Japanese version of the fifth basic plan in a chapter related to energy policy.

However, when we focus on another term, it seems me that the person who engages in the field of “atomic science and technology” obtained a stronger understanding in the fifth basic plan. Specifically, it describes “quantum science and technology,” the term which is newly described as one of the core technologies with considerable potential for the creation of a new value. Hence, this should be the direction toward which Japan should be moving.

Quantum science and technology is the science related to the behavior and influence of the “quantum” and technology for applying it. Needless to say, “quantum” is a unit of extremely small matter and energy. It includes an atom and its constituent elements (electrons, neutrons, and protons) as well as various elementary particles, such as photons, wherein light is considered to be a particle, neutrino, and muon. Thus, “quantum science and technology” is an extensive field of science that includes “atomic science and technology.”

Because of the innovative spirit and basic properties that support various fields of science and technology, quantum science and technology requires steady and long-term research, as well as technical basis and research base.

However, it is recognized that once a breakthrough occurs, the corresponding application can cause significant impacts on both economy and society. This is expected to easily surpass the conventional technology based on the usage of classical dynamics. Currently, large investment has been devoted to the development of quantum information processing system, such as quantum computers, although the application of spintronics technology, such as in the development of nonvolatile memory and ultrasensitive strain sensing element, has since been launched.

Indeed, we are in the crack of dawn of the quantum science and technology era.

So, let us now return to the topic of “atomic energy” and the related question: “What color is the future of nuclear energy?”

In the 12th JAEA annual debriefing conference that was conducted last November, a roundtable talk was conducted as a first attempt to address this thematic question: “What color is the future of atomic energy?” Two panelists from the sector of atomic science research made the following remarks:

#### 齊藤 J-PARC センター長

何色かという、やはり、バラ色にしなきゃいけない。

バラ色にすることは他の人がやってくれるわけではない。原子力機構と日本の関係する人たちが協力してバラ色にしていく、ということだ。

#### 岡嶋副部門長

(事前に、友人にこの(座談会の)話をしたら、「まさかバラ色って言わないよね」と釘を刺された(笑)、と前置きしつつ、)基礎、基盤の研究というのは、色でいえば青色も赤色も、いろんな色があるもの。それを合わせてできる色は白。バランスのとれた白を目指していくために、いろいろな色を深くしていくということだ。

これを受けて、モデレーターを務めていただいたノンフィクションライターの山根一真氏は、次のように結んだ。

“今の時代(の原子力)は、3.11を経験して真っ黒になった。今は、夜明け前の深い青の中に、明けの明星がきらきらと輝いている、そんなイメージではないか。太陽が昇る前、夜が明ける前の星が光っている。やがて太陽が昇れば、空は明るく、白、あるいはバラ色になる日も来るだろう。”

私は、この最後の山根氏のメッセージを原子力機構へのエールと捉えたい。

“原子力機構の研究者は、夜明け前の空に光る星のように、標となって原子力の未来を拓いてほしい。”と。

モデレーターの意図を拡大解釈しているかもしれないが、やはり未来は自分で拓いていくもの。

1971年にホログラフィーの発明でノーベル物理学賞を受賞したガーボル・デーネシュもこう言っている。

“The future cannot be predicted, but futures can be invented. It was man's ability to invent which has made human society what it is”

(未来は予測できないが、未来は発明できる。人間社会を形作る発明をするのは人間の能力である。)

#### Naohito Saito, Director of J-PARC Center

I would like to say that the future of atomic energy is rosy. While several people may not consider the same, JAEA should portray the future of atomic energy to be rosy by cooperating other stakeholders.

#### Shigeaki Okajima, Deputy Director General of the sector of nuclear science research

When I mentioned the corresponding topic to a friend prior to the conference, he sarcastically reminded me that I would never describe the future of atomic energy to be rosy.

However, in terms of colors, basic research takes on various colors such as blue, red, and other colors. White can be created by combining various colors. To obtain a well-balanced white color, various colors need to be deepened.

In response to the aforementioned question, a nonfiction writer named Kazuma Yamane, who was the moderator of the roundtable talk, concluded by making the following observation:

“It was completely black during the March 11 earthquake. Currently, it appears to me like a morning star that shines brilliantly in the deep dark sky just before dawn. It is similar to a star that shines just before sunrise. When the sun rises, the sky will be even brighter to presage the day when the color (of atomic energy) would turn white and rosy.”

I would like to construe Mr. Yamane’s words as cheerful tidings for JAEA. Further, I would like to view our JAEA researchers as guides, who pave the way for the future of atomic energy similar to the shining star in the sky that appears before dawn,

This may be a much broader interpretation of the moderator’s meaning, but I do believe that the future must be carved out by ourselves after all.

Dennis Gabor, a Nobel Prize Laureate in Physics in the year 1971 for inventing holography, once said:

“The future cannot be predicted, but futures can be invented. It was man’s ability to invent, which has made human society what it is.”