

2D26 保健・医療・福祉分野における宇宙技術の寄与に関する考察

—産学官連携促進の観点から—

○光盛史郎（文科省・科学技術政策研）

1. はじめに

我が国の総人口に占める 65 歳以上の高齢人口は 21.0%に達し、イタリアを越えて今や世界で最も高齢化が進んだ国となったⁱ（図 1）。一方、15 歳未満人口（年少人口）が総人口に占める割合は 13.6%とこちらも最低を更新している。また、我が国の人口は、少子高齢化の影響により成 17 年には減少に転じ、今後も長期的に減少を続けるものと予測されているⁱⁱ。

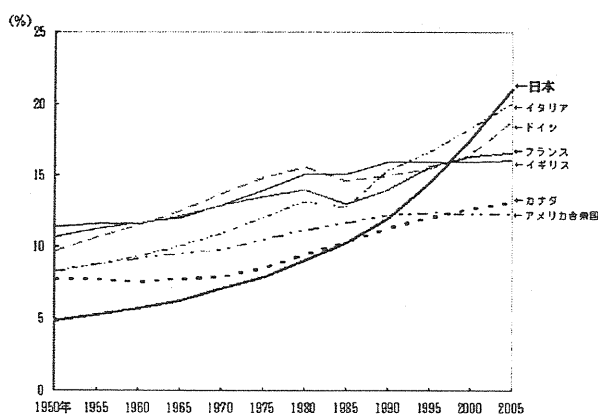


図 1 主要先進国の老年人口の割合の推移
(1950 年～2005 年) 総務省統計局

少子高齢化が社会にもたらす影響については多方面で活発な議論が展開されており、新たな課題解決を模索するなかで科学技術の果たす役割に関する議論も活発化してきている。平成 18 年科学技術白書は、副題に「未来社会に向けた挑戦-少子高齢社会における科学技術の役割」を掲げ、人口減少・少子高齢化が進展するなかで豊かで安定的な社会の実現に向けた課題として (1) 人口構造の変化への対応、(2) 経済の活性化、(3) 心豊かな社会の構築の 3 つを掲げ、

科学技術が果たすべき役割を追求している。

この我が国が突きつけられた史上未だかつてない挑戦に対しては、科学技術はそのもてる力を総動員し、総合力を発揮して課題解決に取り組むことが求められている。国民の健康寿命の延伸などの研究に直接的に関係するライフサイエンス分野を始め、情報通信、環境、ナノテク・材料、エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、フロンティア（宇宙、海洋）の各分野における研究開発を活発化することはもちろん、分野横断的な取り組みを可能とする新たな連携の枠組みの構築も今後重要になると考えられる。

本研究では、特に、諸分野と比べて超少子高齢社と向き合った議論がまだほとんど見られないものの、分野横断的な産学連携等により国民社会が抱える新たな課題の解決にユニークな役割を果たす可能性が模索され始めた宇宙開発分野を取り上げ、今後の方向について考察を試みる。

議論の範囲としては、超少子高齢社会のさまざまな側面のうち、平成 18 年版科学技術白書でも示された、生涯にわたる健康のための科学技術、福祉向上のための科学技術、そして健康寿命を延ばすことなどにより心の豊かさの実現に資する科学技術など、保健・医療・福祉の分野に焦点を当て、宇宙開発との関連性を示すとともに研究開発の面から見た寄与事例及び将来の潜在的貢献可能性について検討する。

2. 保健・医療・福祉と宇宙開発の接点

保険・医療・福祉については、超高齢社会を迎え国民社会の関心も高く、第 3 期科学技術基本計画の政策目標のひとつとして示された社会・国民に支持され成果を還元する科学技術という観点からも今後

一層注目される分野であると考え。保険・医療・福祉分野と宇宙開発の接点は、アポロ計画時代にまでさかのぼることが出来る。1969年7月20日に人類初の月面着陸を成し遂げたアポロ計画は、12人の宇宙飛行士を月面に送り、アポロ17号を最後に1972年に終了した。この壮大な有人宇宙計画の最中に開発された様々な宇宙技術が保健・医療・福祉分野にも技術移転（スピンオフ）し、今日も用いられている製品として実用化された例はよく知られている。

一方、アポロ計画に関わった研究者・技術者たちを通じた波及効果にも目を向ける必要がある。計画のピーク時には36,000人いたNASA職員はアポロ計画の終結にともない1978年までに23,000人にまで減少し、予算も60年代半ばの年間50億ドルから1974年には30億ドルにまで削減された。その結果、アポロ計画に携わった約40万人と言われる人々の大半が職を失うこととなったⁱⁱⁱ。しかし、アポロ計画が終了した翌年の1973年、米国リハビリテーション法が成立し、全米各地でRehabilitation Engineering Research Center等、リハビリ工学関連施設の設置が進み、アポロ計画に従事した研究者・技術者の内リハビリテーション分野に職を求めた者も少なくないとされる。その結果、NASAの革新的宇宙技術や宇宙飛行士の健康管理、訓練システム等がリハビリテーション分野でも活用され、福祉機器の技術的発展を促す背景要因のひとつとなったとされる。これは軍事技術とともにアポロ計画が福祉分野に残した知的遺産の一つと言えよう。アポロ計画以降、有人宇宙計画は縮小されたものの、スペースシャトル計画や国際宇宙ステーション計画などを通じて、NASAは、引き続き保健・医療・福祉分野を始め宇宙技術の他分野への移転プログラムを推進している（表1）。

NASAは、全米に構築している技術移転ネットワークを活かしてこのような宇宙技術の他分野への移転を積極的に支援している。その成果は、NASA SPIN OFFレポートとしてまとめられ毎年公表されている^{iv}。同レポートでは、最初に医療・健康に関連する技術

移転事例が紹介されるなど、NASAの宇宙技術と医療・健康分野の関連性が高いことが伺える。

表1 宇宙技術の保健・医療・福祉分野への
代表的なスピンオフ事例（NASA）

ベースとなった宇宙技術	開発された製品
月のコンピュータ処理画像の為に開発されたデジタル信号処理(DSP)技術	CTスキャン
人工衛星のテレメトリ測定技術	歩行困難患者の診断用システム
宇宙用光学及び電子技術	聴覚障害者のためのコミュニケーション支援装置
宇宙飛行士用水流式冷却スーツ	身体冷却スーツ(皮膚疾患患者などの運動支援) スポーツ選手の身体疲労回復などへも活用
宇宙用コンピュータ構造分析技術・複合材	複合材料を使った計量車椅子
宇宙飛行士座席用耐圧分散素材	クッション、介護ベッド用低反発素材など

(NASA Spin Off より一部抜粋)

3. 我が国の宇宙技術の移転（スピンオフ）事例

我が国の宇宙開発機関においても、知的財産の活用促進の観点から他分野へのスピンオフに対する関心がこれまで以上に高まっており、宇宙航空研究開発機構（JAXA）では、産学官連携のためのプログラムを設置してこれまでに蓄積してきた研究開発の成果の社会還元を通じた新産業の創出などに努めている^v。しかし、その実績はNASAとはまだ比較にならないレベルにあり、特に、保健・医療・福祉の分野における製品化事例は非常に限定的である（表2）。

表2 保健・医療・福祉分野におけるわが国の
主なスピンオフ事例

ベースとなった宇宙技術	開発された製品
数値シミュレーション技術	医療用画像処理ソフト
宇宙観測用機器駆動技術	医療用顕微鏡スタンド
宇宙実験モニター用カメラ	カプセル型内視鏡
衛星監視用点図ディスプレイ	一般用点図ディスプレイ

宇宙技術の活用に対する福祉機器関連企業の関心度はけっして小さくないものの、実際の技術のマッチングに際してはコストや技術的な課題のほか、相互交流の機会がほとんどないこともあり、組織的な連携の構築には至っていない。この背景のひとつには、我が国の宇宙開発が宇宙医学や生命維持技術など保健・医療・福祉分野にも関連する有人宇宙開発の中核技術を米国に大きく依存してきたことが指摘できる。米国は、アポロ計画という巨大な有人宇宙計画を進めたことにより、保健・医療・福祉分野の研究者との横断的な交流を通じて先端的な技術の融合が進み、民間への技術移転プログラムと連動することで関連する様々なスピノフ事例が生まれる土壌が形成された。一方、我が国は、無人宇宙技術では世界的にも高い水準に達しているものの、有人宇宙技術については、国際宇宙ステーションへの参加を通して蓄積途上にある。宇宙医学や宇宙飛行士の健康維持・管理などの面で国内の研究者との横断的な共同研究は乏しく、社会への波及やイノベーションへの貢献という点では極めて限定的な状況である。

4. 変化する国民の価値観と新たな宇宙開発の役割

冒頭で示したように我が国が超少子高齢社会に突入し国民の価値観（例えば物質的な豊かさから心の豊かさへの価値転換など）、ニーズが変化を見せるなか、宇宙開発の目標や進め方も今後大きく変化せざるを得ない。ペンシルロケットの開発から50年、国民のための宇宙開発を目指してきた我が国の宇宙開発は、今やその国民の5人に1人が高齢人口（当時の5%から21%に拡大）であることを再認識し、その上で今後何を目指し何を社会に還元するか、潜在的な需要の見通しをしっかりと見極めた上で技術開発に望む必要がある。

2004年1月、米国ブッシュ大統領は、月・火星への有人宇宙飛行を目指した新しい宇宙探査計画を発表したが、当時の世論調査によると国民の過半数以上が「宇宙開発よりも福祉や教育に予算を使う方がよ

い」と回答している。同様な議論は我が国でも聞かれ、一時期失敗が続く宇宙開発に対する信頼が低下したこともあり、経済問題や社会保障問題への対応など山積する課題を前に国民世論の宇宙を語る優先度は決して高いとは言えない。今後、ポスト国際宇宙ステーション時代における世界の宇宙開発の長期的方向として、米国だけでなく、欧州やロシア、中国などでも月での有人活動とその先の有人火星探査を視野に入れ始めている。我が国も国際協力パートナーとして相応の役割を担うことは重要であるが、その際、我が国の変化する国民の価値観を十分踏まえた選択が求められよう。つまり、超少子高齢社会における科学技術の役割と期待という文脈で改めて宇宙開発の役割が問い直されるということである。ここで保健・医療・福祉の向上という、より国民のニーズと向き合った課題に宇宙開発が寄与し、新たな役割を担えることを示せるかが鍵となる。この新しい時代の課題に宇宙開発が応えるためには、従来の研究開発体制を見直し、地上の保健・医療・福祉分野の研究開発体制とより緊密に連動し、相乗効果が発揮できる関係を構築することが重要である。現在、宇宙航空研究開発機構が関連分野で行っている限定的な産学官連携関係をより包括的な連携システムへと発展させ、地上と宇宙の双方向的な連携を可能とする宇宙開発推進体制を構築すべきと考える。その連携の接点は広がりつつある（表3）。実際の連携に際しては、制度的障壁なども想定されるため、保健・医療・福祉関連政策及び宇宙開発政策の両面からの政策的フレームワークの研究も必要となろう。

表3 保健・医療・福祉分野と宇宙技術の接点（例）

分野	衛星通信・放送・測位	有人宇宙技術	その他機器・ソフト等
医療	遠隔医療／災害時医療	骨粗鬆症研究／身体モニタリング	医療用画像処理
健康	健康データ伝送	健康管理／食品安全	健康モニタリング（センサ等）
福祉	歩行者ナビ、教育	リハビリテーション、ケア	福祉機器

5. まとめ

超少子高齢社会を迎え、我が国の宇宙開発は早晚間違いなくその意義を問い直されることになる。本稿では、超少子高齢社会において国民社会から期待されている科学技術の役割のひとつの側面として保健・医療・福祉分野を取り上げ、今後我が国の宇宙開発が目指すべき研究開発の方向性を提示した。これは欧米、そして、近年急速に世界の宇宙開発において台頭してきた中国とも異なる我が国独自の宇宙開発のモデルを目指すことにもつながり、国際競争力の向上にも資するものと考え。

最後にひとつ興味深いデータを紹介したい。今後10年間及びそれ以降の10年間に融合すべき相手分野についてのアンケート調査結果であるが、同調査結果によると、宇宙を含めたフロンティア分野は他分野から今後10年間に融合・連携を進める相手としては見られていないことが浮き彫りにされている。今後10年以降になると環境やエネルギー・資源分野と双方向で融合・連携の必要性が浮上してくるもの

の、いずれにせよ宇宙開発は、通信、環境・エネルギー、材料、ライフサイエンスなど広範な技術分野にまたがる横断的な活動であるにもかかわらず、他分野からは連携・融合の相手方としてはほとんど感心を示されていないということを宇宙開発関係者は再認識する必要がある。今後、我が国の宇宙開発が、保健・医療・福祉分野との連携を進めることは、図に示されているようにそこから広がる多くの分野との連携関係を模索することにも結びつく可能性があり、技術や人材交流の拡大など積極的にアプローチしていくことが必要と考える。

引用文献

ⁱ 平成17年国勢調査抽出速報集計結果(平成18年6月30日総務省発表)

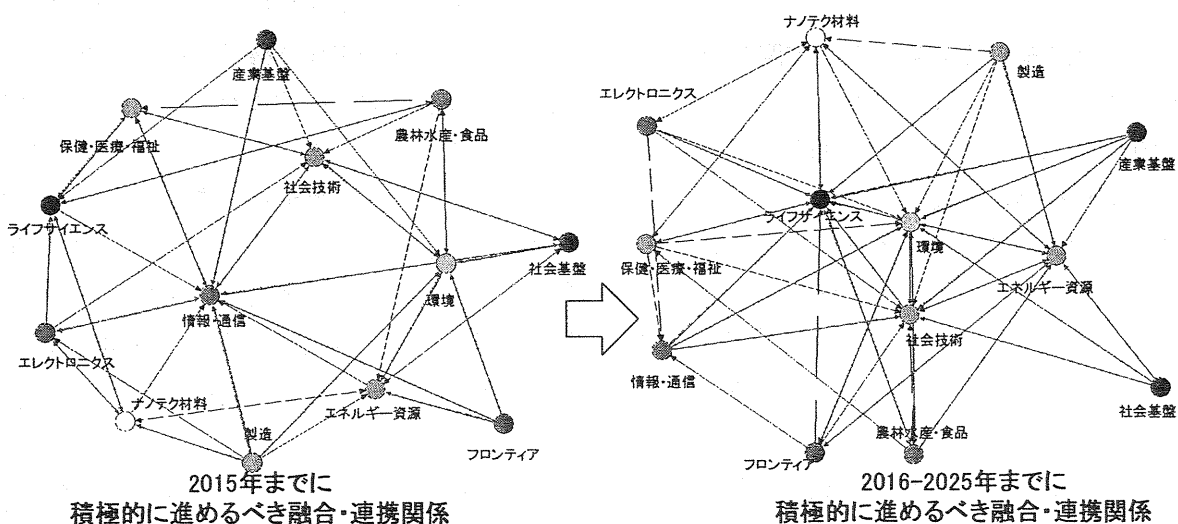
ⁱⁱ 平成18年版科学技術白書

ⁱⁱⁱ SP-4012 NASA HISTORICAL DATA BOOK: VOLUME IV, NASA RESOURCES 1969-1978, pp.3-7, pp. 61-109.

^{iv} <http://www.sti.nasa.gov/tto/index.html>

^v 知的財産利用プログラムなど。

<http://aerospacebiz.jaxa.jp/index.html>



(注1) 各分野で融合・連携を進めるべき当該分野以外の分野を3つまで回答。

(注2) 各分野で融合・連携を進めるべきと3割以上が回答した分野に向けて→を表示し、双方が該当する場合は←→で表示。

(注3) 太線は5割以上が、融合・連携が必要であると回答した領域間である。

図2 分野間の融合連携関係

「我が国における科学技術の現状と今後の発展の方向性」

(科学技術政策研究所、2005年5月) より