

Space Policy Research

우주 정책 연구 2022. Winter
vol. 6



한국항공우주연구원
KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE

CONTENTS

Space Policy Research

머리말

04 머리말

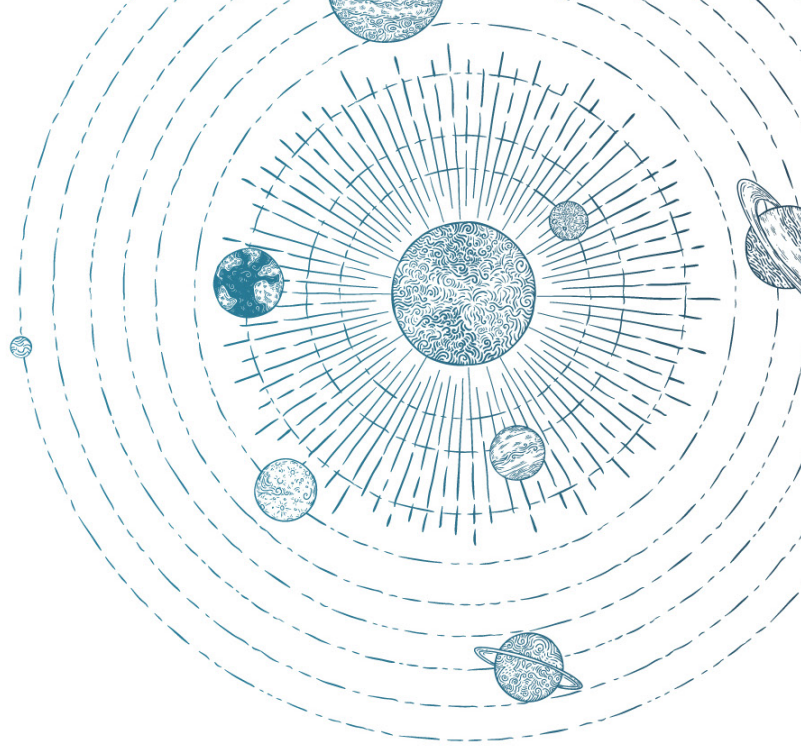
우주산업
정책

08 **Commercialisation re-assessed: mutual benefits and vulnerabilities in the public-private interaction**

Matija Rencelj (Marco Aliberti, Sara Dalledonne, European Space Policy Institute (ESPI), Vienna, Austria)

26 **국내 우주개발 산업화의 의미와 산업정책 시사점**

백기태 (한국항공우주연구원 전략기획본부 정책팀 선임연구원)



우주산업 정책

50 브라질 우주개발 현황과 한국 협력 시나리오

박훤 (한국산업기술평가관리원 항공우주공학 박사 우주항공PD)

64 경남 우주산업 클러스터 조성 계획

옥주선 (경남테크노파크 항공우주센터 센터장)

80 대전의 우주산업 클러스터 육성 방안

권성수 (대전테크노파크 우주ICT융합센터 센터장)



머리말

우리나라는 제3차 우주개발진흥기본계획, 우주개발진흥법 개정을 거쳐 최근 윤석열 대통령의 ‘우주경제 로드맵’ 발표에 이르기까지 지금까지 정부 주도의 연구개발 중심의 우주개발에서 한 단계 나아가 민간의 우주개발 참여를 촉진하고 우주가 과학기술의 영역이 아니라 산업과 경제의 영역으로 전환하고자 하는 의지를 보여주고 있다. 그리고 지속적으로 논의되어 왔으며 윤석열 대통령의 공약을 통해 최근 가시화되고 있는 ‘우주항공청’의 설립에 있어서도 우주 산업과 경제는 중요한 화두로 자리하고 있다.

따라서 이번 우주정책연구는 이전과 달리 “우주경제”, “우주산업”을 주제로 발간하였다.

우주의 상업적인 활용과 관련하여 공공분야와 민간 영역의 상호작용에서 발생하는 공통의 이익과 취약점에 대한 의견을 구하였으며, 우리나라의 우주개발을 산업화시키는 과정에서 시장과 산업의 특성을 고려하여 관련 정책과 제도 수립에 있어서 중요한 방향성을 다루기도 하였다. 그리고 실제 정책적 사례에 대하여 브라질의 새로운 발사체 분야의 협력 파트너로서의 가치와 가능성을 엿보기도 하였다.

국내 사례로서 우주산업 육성과 관련된 사례로서는 대전지역과 경남지역에서 우주산업 육성을 위한 준비를 어떻게 하고 있는지, 우주산업 클러스터 조성 계획 및 비전 등은 어떻게 제시되고 있는지를 살펴보았다.

과거 인류의 과학적 성취이지 발전의 지표였던 우주개발은 어느새 과학이 아니라 산업이 되었으며, 우주기술과 인프라, 정보를 활용한 서비스까지 포함하여 우리에게 경제적 활동과 분석의 대상이 되었다.

앞으로는 우주탐사 정책, 우주개발 협력, 산업 및 연구개발 정책, 우주경제 등으로 세분화하여 더욱 다양한 이슈와 주제에 대하여 함께 고민하고 의견을 나눌 수 있도록 발전시키고자 한다.

The background of the entire page is a dark, deep space scene. It features a dense field of small, bright white stars scattered across the black void. In the lower right portion, a curved horizon of a planet is visible, showing a blue and white atmosphere. The bottom of the image transitions into a dark, silty landscape with rolling dunes, suggesting a planetary surface like Mars. The overall color palette is dominated by blacks, greys, and deep blues, with occasional white highlights from the stars and the planet's horizon.

Space Policy Research

우주산업 정책





Commercialisation re-assessed: mutual benefits and vulnerabilities in the public-private interaction



Matija Renčelj

Marco Aliberti, Sara
Dalledonne, European
Space Policy Institute
(ESPI), Vienna, Austria
matija.rencelj@gmail.com



1. Space Venture Europe 2021, by ESPI (European Space Policy Institute, 2022); BryceTech, Start-Up Space: Update on investment in commercial space ventures 2022 (2022).

1. Dimensions of Commercialisation in the space sector

The space sector is undergoing rapid and profound change. Traditionally, the space industry has been the domain of public investments, government programmes, and large integrators. This picture has changed drastically over the last decades. The fundamental shift from an industry heavily dependent upon public actors and government funding to one simultaneously driven by public and private actors is a key characteristic of developments in the space sector since the beginning of the 21st century.

On one hand, it was the increasing availability of private capital that enabled this evolution, as venture capital began understanding the space sector as a transversal driver of innovation across various technological fields, from artificial intelligence and quantum encryption solutions to green propellants.¹⁾ The surge of private capital across the sector (as opposed to prior domain-specific investment drives), most notably in the last decade, enabled the creation and growth of a number of private companies, who are no longer solely dependent on public programmes and can now pursue goals and visions beyond the mere implementation of public strategies.

Yet, this dynamic would have not been possible if it was not for an increased appetite for commercial-first solutions in programme delivery and implementation. While public actors in the space sector have historically been mandated with commercialisation, the term has mostly been understood in its business, not in its public policy dimension. Despite significant overlaps and synergies between the two dimensions, the authors, for the purposes of this paper, developed the following interpretations.

The business dimension of commercialisation : A phase towards the end of the innovation & business development cycle, focusing on introducing a product or service into commerce (i.e. trade), based on the ambition to generate revenue and, at least in the long-term, profit.

The public policy dimension of commercialisation : An approach in the pursuit of economic growth, without notable increases of public budgets by means of designing relevant tools, deploying appropriate mechanisms and charting redefined relationships to foster the creation of (self-sustaining) markets through tailored procurement schemes, the support of reinvented business models, reinvented intellectual property models, and a facilitating regulatory environment.

2. Federal Aviation Administration, "Origins of the Commercial Space Industry" (2016).

2. Roles and Approaches in space commercialisation

Public actors active in the space sector are traditionally responsible for implementing national or regional industrial policy priorities, whereby pursuing the development of industrial competitiveness is often translated into the business dimension of commercialisation. This enabled private actors, traditionally developing technologies and products for the implementation of public programmes, to further their revenues and build profits based on recurring purchases of other (public or private) actors. Yet this, while incentivizing commerce, had very little impact on the implementation of public programmes.

2.1 The role of public actors: A case study in Space Transportation

Throughout the 1960s and the 1970s, with the space industry still in its nascent state, most industrial developments were directly linked to public programmes with commercial outlooks existing, but mostly limited to services provided by satellites. While different space domains cannot be compared given different historic timelines of their commercial outlooks, space transportation provides a good (albeit simplified) indication of the pulse within the commercial dimension of the space sector. In the early 1970s, private companies and foreign governments had to contract with NASA to launch their payloads on any of the four US expendable launch vehicles, Titan (Martin Marietta), Atlas (General Dynamics), Delta (McDonnell Douglas) or Scout (LTV Aerospace Corporation).²⁾



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

3. "La France soumet à ses partenaires un projet d'accord sur la production commerciale du lanceur Ariane", *Le Monde.fr* (22 January 1980), (Link).

4. Office of Technology Assessment, "Civilian Space Policy and Applications", (June 1982), (Link); Richard M Obermann & Ray A Wi

5. Ray Williamson, "The US-Europe technology gap in space transportation: the view from the USA" (2001) 17:1 *Space Policy* 27-33.

6. Anthony Young, "NASA Commercial Partnership Programs" in *The Twenty-First Century Commercial Space Imperative* (Springer, 2015) 43.

With increasing technological and market maturity, this setup was challenged, notably through the European development of the Ariane launcher series. Following its first successful flight in 1979, the French government (the main driver behind the Ariane programme) in January 1980 submitted a declaration to the Council of the European Space Agency, to transfer the "commercial responsibility of manufacturing, marketing and launch operations of Ariane" from ESA to a newly created commercial company called Arianespace.³⁾ This prompted US policymakers to follow suit and subsequently, in 1983, the Commercialization of Expendable Launch Vehicles Policy (NSDD-94) was passed giving momentum to a commercial ELV industry in the U.S.⁴⁾ This evolution was further affirmed through the 1984 National Space Strategy and the 1984 Commercial Space Launch Act.

This dynamic was accelerated after the Challenger accident in 1986 when a decision was made and implemented through the United States Space Launch Strategy (NSDD-254) and the Presidential Directive on National Space Policy, that NASA would cease to launch commercial communications satellites, that can be launched on commercially sourced ELV's.

The first government-developed ELV transferred to the private sector came into effect through a 1987 agreement (based on a 1983 Request for Proposals issued by NASA) when the Atlas/Centaur launcher was taken over by General Dynamics. The first U.S.-licensed commercial orbital launch took place in August 1989, when McDonnell Douglas used Delta I for the launch of BSB-R1 (Marcopolo 1). By 1993, six private companies have entered the industry and offered space transportation services in the United States, with many of them supported by the US Air Force and the Department of Defence to implement upgrades and restart production at scale where commercial operations would be possible.⁵⁾

Ariane continued to reap success on global markets, and following the U.S. decision to retire the Space Shuttle programme, US policymakers were charting an approach to enable US industry to reclaim the throne of commercial launch sector markets. One of the most transformational results of this reflection is arguably the increasing adoption of market-inspired practices by public actors in particular the clear shift to purchasing services instead of contracting the private sector to develop solutions based on more traditional cost-plus contracts.⁶⁾

This evolution is perhaps best reflected in the 2004 Report of the Presidential Commission on Implementation of United States Space Exploration Policy (also known as the Aldridge Commission) was established and drafted a report, which gave strong support to “commercialization efforts and increased privatization of the whole space program”.⁷⁾ The report recommended that commercialization should become a primary focus for NASA and advocated for a larger presence of the private sector in space activities through the provision of services to NASA. The report outlined that “NASA should procure all of its low-Earth orbit launch services competitively on the commercial market” and that “the private sector be given primary responsibility for all LEO activities”. The report further recommended that the organisation of NASA must be restructured with regard to its relationship with the private sector and that contracts for operational activities must be competitively awarded and NASA’s was recommended to use its contractual authority to better incentivize commercial technologies, ideas, and management tools.

These recommendations found fertile ground within the policymaking community and NASA, especially following the Space Shuttle Columbia accident in 2003 and the cancelation of the Shuttle programme in 2004. In 2006 NASA established the Commercial Orbital Transportation Services (COTS) Program and awarded contracts (Space Act Agreements) to two start-ups (SpaceX and Rocketplane Kistler) and later in 2008 with Orbital Sciences.⁸⁾ Through COTS NASA was no longer providing detailed engineering requirements and specifications for unique public programmes, but rather asked for the fulfilment of loosely defined services, with the private sector tasked to define how to design, develop and operate the system. Despite only one of the two initially contracted entities ended up developing operational capabilities the cumulative cost still represented a notable decrease when comparing it to traditionally-run -public programmes. This was a spark that led NASA into a new era in exploring new procurement models for space transportation services and a similar approach was followed for the development of the US Commercial Crew Programme (CC), while today the Commercial Lunar Payload Services (CLPS) initiative further builds on the COTS foundations.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

7. Aldridge Commission, Report of the President's Commission on Implementation of United States Space Exploration Policy: A Journey to Inspire, Innovate, and Discover (2004).

8. Anthony Young, "NASA Commercial Partnership Programs" in *The Twenty-First Century Commercial Space Imperative* (Springer, 2015).



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

9. Andy Pasztor, "NASA Cuts Funds for Private Space Venture", Wall Street Journal (10 September 2007) (Link).

10. BryceTech, supra note 1; ESPI, supra note 1.

2.2 The introduction of private capital and the reshaping of public-private relationships

The COTS programme was not only linked to technical, but also financial milestones, with the NASA contract with Rocketplane Kistler being terminated in 2007 after the company could not secure enough private funding to match its development ambition – while SpaceX also had difficulties, but managed, in securing sufficient private funding.⁹⁾ In 2008 the COTS programme was then substantiated with the Commercial Resupply Services with approximately \$3.5bn in commitments for cargo resupply to the ISS. Given the funding rounds profile communicated by SpaceX, this enabled an increased influx of private capital, with a clear acceleration of this trend after the commitments under the Commercial Crew Programme.

This was paralleled by a general trend of increased investment of private capital (mostly venture capital) in the space sector, which builds on the promise of an increasingly growing space economy and the evolution of existing, and the emergence of future space markets.

Since 2012, the total amount of private investment in the space sector globally has risen from a few hundred million to over \$15 billion recorded in 2021, with venture capital representing \$9 billion of the investment pie.¹⁰⁾ Starting at this scale and beyond, private capital can unlock entrepreneurial spirit and private companies are enabled to not only implement and follow publicly defined visions, but develop their own bold ambitions, while serving governmental needs as a peripheral of their business case.

This dynamic redefines existing and charts new factors for public-private relationships, as new types of business models and procurement schemes enable private actors, in relation to some solutions and capabilities, to be less dependent on public budgets.

2.3 Commercial solutions in support of public programmes and public programmes - support of commercial solutions

As identified in a 2022 report published by the Aerospace Corporation's CSPS, four types of markets for delivering objectives of governmental space missions can be defined : ¹¹⁾

Established markets, where public actors buy existing solutions (e.g. off the shelf) that are readily available on the market and where the government is just one of many customers.

Emerging markets, where public actors recognize the potential of looming commercial solutions and accelerate development, not because of immediate needs but long-term consideration.

Niche marketss, where some (yet limited) solutions exist that could, with some adaptation, address immediate public actors' needs, either for a partial or full operational capability.

Bespoke markets, where public actors define solutions as no viable commercial market can be expected and only a few potential providers with specialized capabilities exist

The established matrix is a clear reflection of a complex space sector reality, whereby the sector is often still approached through a one-size fits all approach, whilst the reality is somewhat different. Certain solutions are fast evolving into highly-competitive markets with numerous providers both at national and global levels, while the demand for other solutions and capabilities, despite their criticality and strategic relevance, remains fairly limited and only one or few potential suppliers exist in the market.

This brings us to a point where public actors have to play different roles and need to pursue different approaches depending on market dynamics, technological maturity and available tools and mandates. Historically, efforts of commercialisations in the space domain often follow a trial & error approach, as public actors must identify the right time, assume the right role and implement the right approach to be successful.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

11. Assessing Commercial Solutions for Government Space Missions | Aerospace Center for Space Policy and Strategy, by David K McQuiggan & Ronald J Birk (2022).

**우주산업 정책**Commercialisation
re-assessed

For actors directly involved in programme development, two dimensions are especially critical in devising future commercialisation efforts :

- Problem-solving **research & development roadmaps** that can foster an innovation ecosystem with spill-over effects far beyond the space sector;
- Innovative and tailored **procurement and acquisition strategies** that empower market-based competition and enable entrepreneurial spirit to thrive.

Simultaneously, an orchestra of public actors should follow with interventions in domains of competency, namely through :

- Revised regulatory & governance frameworks that prevent bottlenecks, lower the entry barriers for new actors, and incentivize private investment;
- Forward-looking public investment through equity and disruptive ventures for solutions that can unlock future economic multipliers and serve strategic interests.

With this in mind, the next section will provide more detailed examples of new-public private interaction and looks into two aspects of increased commercialisation appetite in the space sector – on one hand, mutual benefits and increased synergies between public and private actors, while on the other, changing risk profiles for public actors in charge of driving public space policy and/or mandated with implementing public programmes.

3. The growing synergies between public and private actors

As highlighted in section 2, as a result of the growing public appetite for a more prominent role of commercial businesses, a redefinition of the way public actors support and engage with commercial space industry has been taking place.

Instead of providing R&D grants or sunk-subsidies to directly back and stabilise industrial activities, space agencies and other public organisations have increasingly started to partner with the private sector by contributing to the development of their business cases,

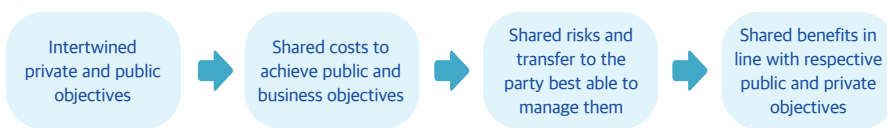
encouraging private private investments through participation in funding rounds or by crafting joint initiatives, such as market-oriented partnerships in the case of R& or public-private partnerships in the case of procurement. From an overall perspective, these partnerships share a number of common elements which, as displayed in Figure 1, are the result of a raising complementarity and interdependence between the objectives of public institutions and the business goals of private partners.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

Figure 1: A paradigm of public-private interdependence



The most notable policy instrument in which the features of this new public-private interaction have been embedded is procurement, here intended as the sequence of administrative acts implemented by public bodies with the aim to obtain the acquisition of goods or services, as part of the supply management process of that particular actor.¹²⁾ This specifically encompasses :

- System Procurement, the procurement of components (hardware system and software system) which form critical infrastructures for space applications.
- Services Procurement, the procurement of services (e.g., launch services) from industry to the public sector.¹³⁾

A review of the procurement programmes of the major space actors (the United States, European countries, Japan, etc.) shows that besides the United States also in other countries these programmes have been witnessing a double shift, namely :

- a progressive shift from the procurement of capabilities (systems and hardware) to the procurement of services.
- a shift from traditional schemes based on “fixed prices” or “cost-plus” contracts where costs and risks are entirely incurred by the public actor to a model based on Public-Private Partnerships (PPPs) where cost and risks are shared.

12. Morlino, E. (2018) Procurement by International Organizations: A Global Administrative Law Perspective, Cambridge University Press

13. Morlino, E. (2018) Procurement by International Organizations: A Global Administrative Law Perspective, Cambridge University Press



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

14. Tugnoli, M. & Wells, L. (2019). Evolution of the Role of Space Agencies. ESPI Report 70. Vienna: European Space Policy Institute.

15. Gurtuna, O. (2013). "Fundamentals of Space Business and Economics". Springer Science & Business Media.

16. PPPs are defined by the OECD as "long term agreements between the government and a private partner whereby the private partner delivers and funds public services using a capital asset, sharing the associated risks" OECD (2012). OECD Principles for Public Governance of Public-Private Partnerships. Paris: OECD.

17. Mazzucato, M., Douglas, Robison, K.R. (2016). "Lost in Space? NASA and the Changing Public-Private Eco-System in Space". Working Paper Series (SWPS) 2016-2020. University of Sussex: Science Policy Research Unit.

As known, in the traditional public procurement model, the costs and risks were entirely incurred by the public actor, which had complete control in directing and implementing the programme strategy, identifying goals and requirements and awarding contracts based on the prime contractor's ability to meet these requirements. This model was also used to ensure close control over contractor's operations and to prevent that public money would be spent to create outstanding profits.

At the same time, this model was seen as "a source of cost overruns related to administrative burdens and an indirect incentive for selected contractors to maximise the cost of the program as they receive an ensured percentage".¹⁴⁾ The model of cost-plus contracts was also criticised for the lack of clear linkages between the awards and the performance of contractor and for providing "little incentive to control the project costs".¹⁵⁾

Therefore, in light of the rapid diversification and increase in the number of actors mature enough to undertake commercial space activities, Public-Private Partnership (PPPs) models have started to be preferred over traditional procurement practices.

There is no single definition of PPPs¹⁶⁾ as these partnerships encompass a variety of arrangements that differ on the models of responsibility regarding financing, design, construction, maintenance, operation, and ownership of the infrastructure in question. What is important to note in here is that these types of partnerships realise a sensible departure from traditional procurement contracts primarily on matters related to :

- **Funding**, which is sourced from both the public and the private sector and allocated periodically from the former to the latter throughout the duration of the partnership (normally via milestone payments)
- **Focus of contract**, which is placed on performance of the contractor rather than the definition of detailed design requirements. This implies the shifting of design and development to the contracted firm. They key milestones and the associated priced are defined by the private contractors, which "must deliver on time or not get paid."¹⁷⁾
- **Risk allocation and decision-making** which is shared between public and private actors, with a more prominent decisional role placed on the private entity.

- **Ownership**, which is sourced from both the public and the private sector and allocated periodically from the former to the latter throughout the duration of the partnership (normally via milestone payments)
- **Procedures**, which have been streamlined in order to facilitate participation of start-ups and SMEs and accelerate the disbursement of funding. Simplification trends were further accelerated by the COVID-19 pandemic, which required public agencies to speed-up the funding procedures to ensure cash flow in affected companies.¹⁸⁾

Overall, these new approaches to procurement are generally characterised by a closer (and almost symbiotic) relation between the government and the private partner, in which the former supports the latter through service buys and the latter delivers a service by sharing the associated risks typically under a design-build-own-maintain (DBOM) model.¹⁹⁾ As also reported by a 2019 ESPI report, these “PPP models have recently been preferred to traditional procurement in several space programmes over the last decade [as] they obviously offer distinct advantages, in particular in terms of the commitment of the private sector”. However, these PPPs should not be considered a replacement of traditional procurement as such, as they also come along with a number of limits, and a number of conditions affecting both partners have to be met for these schemes to be successful and achieve a balanced win-win outcome between both partners.”²⁰⁾

4. The new public-private spacescape: an open assessment of a mutual dependence

The public-private “spacescape” that is progressively unfolding as a result of the growth of a robust commercial space industry and the parallel redefinition of public actors’ role shows both a considerable degree of continuity with the past as well as elements of novelty. Whereas private actors continue to heavily rely on public actors to secure funding, access (or create) new markets and ultimately ensure the viability of their business, what is however new in the new ecosystem is that public agencies have now also become increasingly reliant on private actors to accomplish their missions. The transformation of the role of public actors from that of prime developer to that of customer of commercial products and services and eventually to that of strategic partner of private actors brings undeniable benefits, but also comes with non-negligible costs that need to be carefully weighted to ensure long-term success.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

18. OECD (2021). Public-Private Relations in the Space Sector Lessons Learned for the Post-Covid-19 Era. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers No. 114. Paris: OECD Publishing.

19. https://www.fhwa.dot.gov/ipd/alternative_project_delivery/defined/new_build_facilities/dbom.aspx.

20. Tugnoli, M. & Wells, L. (2019). Evolution of the Role of Space Agencies. ESPI Report 70. Vienna: European Space Policy Institute.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

4.1 Growing benefits for public actors

For public institutions partnering with commercial actors accrues a number of undeniable benefits. The most immediate and evident ones include :

- Timeliness, efficiency and flexibility of programme development by leveraging (spinning-in) key industrial competences.
- Reduced upfront costs the shifting of design and development to the contracted firm.
- Development of more mature industrial capabilities based on complementary public and private investments.
- Impetus to innovation and competitiveness by granting more flexibility to the private sector to pursue different routes (e.g., business- or process-driven innovation, spin-in from non-space domains technologies, etc.)
- Resources allocation optimisation and a reallocation of public agencies' resources

Indeed, closer public-private synergies enable space agencies and other public bodies to optimise allocation of financial and human resources and re-focus on other core functions, including the policy dimension (i.e., defining and implementing the national space policy), the regulatory dimension (i.e., supporting the development of laws and regulations) and representation dimensions (in both national and international fora) of space activities.

Beyond these direct benefits, commercial-oriented partnerships also accrue other strategic, long-term benefits for the public actors. These include the opportunity to :

- support the diversification and growth of the national economy,
- foster employment and skills pipelines
- address societal needs (e.g., commercial solutions for smart cities, mobility, etc.)
- Gain competitive advantage on the open international space markets as a result of a variety of positive direct or indirect PPP impacts (e.g., experience gain, new competencies, customer acquisition...)
- address national security needs and contribute to the national spacepower build-up by adding to the baskets of space capacities, both hard and soft, that allow states to assert themselves as space powers and project their spacepower.

Overall, public actors have an interest in supporting and partnering with a strong and competitive commercial space industry to fulfil a variety of public objectives, including national security and defence objectives, economic objectives, and political objectives (e.g., motives of national prestige).²¹⁾



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

21. OECD (2019). The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy. Paris: OECD Publishing

4.2 Changing risk profiles for public actors

The innovative way of conducting public-private relationships also results in a deep transformation of risk profiles between public and private actors. This change in paradigm implies a transfer of several risks from the public sector to the private sector, including :

- Construction risks, i.e., the possibility that during the construction phase, the project costs or construction time exceeds those projected.
- Operational risks, i.e., an unexpected failure in the project's day-to-day operations due to a technical failure, as a server outage, or other factors.
- Demand risks, i.e., the possibility that the demand level is higher or lower than expected when the contract was signed due to such factors as the business cycle, new market trends, a change in final users' preferences or technological obsolescence.

However, even of the new partnership models generally entail a sensible transfer of responsibilities from the public to the private party (with an important decisional role placed on the private entity), it would be erroneous to assume that the government's involvement becomes simpler. Indeed, the growing public dependence on private actors to achieve these objectives also comes along with non-negligible costs and risks for public institutions.

In fact, in this new ecosystem, the role of the government is more complex and strategic than ever before, and a number of requirements need to be fulfilled, especially in regard to the adoption of the right policy, incentives, mechanisms, contracts and so on. Specifically, the crafting of successful and mutually beneficial partnerships does not only require a careful alignment of goals, agreement on timelines and governance, clarification of ownership, access, decision and control, but also profound know-how of markets and businesses for a proper evaluation of risks and rewards, a well-developed industrial base, able to sustain risks and to commit to the long term, as well as the mobilisation of significant resources over different phases of specific programmes.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

22. These refer to the risk of the infrastructure not being available to use and or not meeting the quality or expected performance levels and covers cases of "bad performance" by the contractor, resulting in a volume of services lower than what was contractually agreed, or in services not meeting the quality standards specified in the contract. A. Blackman, The Main Types of Business Risk (2014). Business TrustPlus.

The capacity of public actors to enhance public programmes' effectiveness, and efficiency and/or transfer selected activities to the private sector, is a resource-intensive effort that can only be the outcome of two complementary, long-term commitments on both the offer and demand side :

- On the offer side, public actors are required to act as a business catalyst to support the development of commercial solutions by the private industry and facilitate early business development, for instance, by introducing new successful instruments to support commercially driven innovation.
- On the demand side, public actors are requested to position themselves as anchor customer of commercial solutions developed by the private industry, also integrating commercial contributions and supporting business profitability and sustainability.

In terms of risks, the new partnership models require public actors to carefully manage the public-private partnership processes, dealing with risks that can only be mitigated but not eliminated. Whereas, as previously mentioned, a key component of public-private partnerships is the transfer of some risks from the public sector to the private sector (as established in the risk-allocation agreements), public actors continue to share significant degrees of responsibilities in terms of risk management.

The establishment of this partnership model implies a different risk matrix (risk profile evolution), with private actors taking over more of the traditional "technology risks" but also opening up their exposure to additional risks related to the financial and market aspects.

Additional risk profiles can indeed be associated with the development of those new forms of ambitious partnerships for the fulfilment of public missions or the development of bespoke markets. Besides programmatic risks such as "availability" and "quality" risks,²²⁾ public actors become particularly exposed to financial risks, including the possibility of a sudden financial loss. PPPs usually bring higher financing costs, require more complex tendering and careful contract management, and expose governments to significant financial risks.

Hence, there is a need to integrate the business case into the equation of cost risk management, including aspects related to a potential case of bankruptcy of the private actor, situations of price out; limited offer on the market a consequent necessity to for diversification of options (when the state is the client); and the need for the state to phase out in a later stage. In addition, while input costs for public actors might be lower in comparison to traditional contract models, governments and agencies would have to rely on actors exposed to additional challenges from external forces (e.g., reliance on more vulnerable private equity fundings).

In this context, governments would have to be more diligent and realize how to better assess the risk profile of those emerging private actors.²³⁾ Those economic/business risks would have to be integrated in the impact assessment, and the public partner will have to design and operate a risk monitoring system which will incorporate mechanisms to review the identified risks, detect new risks as they arise, and establish how to deal with the risks when they occur, including risks that have been transferred. It is a shift in paradigm with an adaptive risk sharing based on the particular market that is intended to be established. The degree of risk transfer to the private sector will influence the overall cost of the project to the public sector, as risk will be associated with a price premium.

Besides commercial and market risks, the growing public symbiosis with private actors also raises some non-negligible political risks for public actors. More specifically, greater industry autonomy is often associated with a negative impact on public institutions' "political autonomy", a concept relating to the state's ability to formulate space-related policies independent of or against exogenous interests emanating from both inside and outside the polity.

Indeed, in many spacefaring nations, the greater emancipation of industry has often translated into a greater permeability of public decision-making processes to the interests of domestic space corporations, particularly when the commercial space industry is on the "critical path" of key governmental programmes.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

23. <https://interactive.satellitetoday.com/via/april-2022/government-and-new-space-pursuing-faster-teamwork-for-a-robust-future/>



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

A confirmation of this inherent fallout was provided by the results of an ad hoc international survey launched by the “Space Power and Policy Applied Research Consortium” (SPPARC) in collaboration with ESPI in 2021. The survey, which featured the participation of 80+ experts from all over the world aimed at conducting a comparative assessment of the relative strengths of 11 notable space actors (ranging from long-established “space powers”, including Russia and the United States, to new spacefaring nations such as India, South Korea and Brazil).

Most importantly, the questionnaire provided new insights into an oft-neglected aspect of public-private relations, including the extent to which major national governments are autonomous from domestic corporations when it comes to setting their space-related agenda (including decisions pertaining to the crafting of laws and regulations as well international cooperation).

The state’s political autonomy was more specifically assessed vis-à-vis four prominent “agents of influence”: foreign nations, the domestic military, domestic corporations, and the domestic civil society and demonstrated that domestic corporations are no stranger to exerting influence on the space policy process, as shown by the low average scores received by some full-fledged space powers. Yet, perhaps unsurprisingly, it is in Europe, the United States, and Japan that domestic corporations stand out as the most authoritative agents of influence.

Figure 2: Assessment of public actors’ autonomy from influence of domestic space industry.

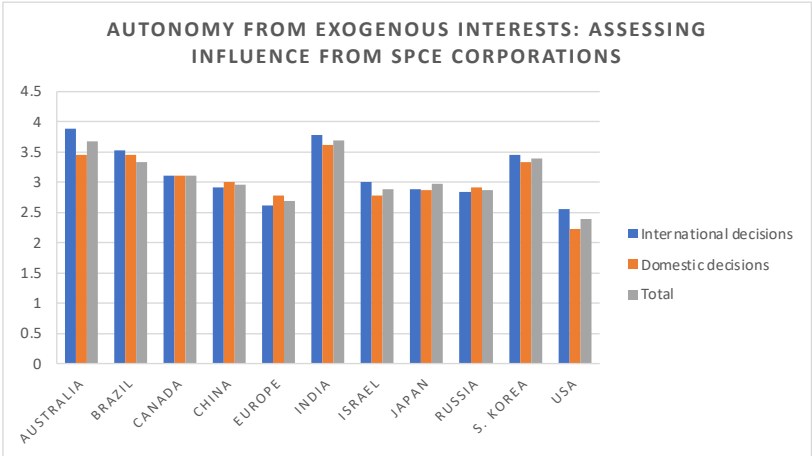


Fig. 2 provides an overview of the influence leveraged by the domestic corporations on the space policy process of 11 notable space actors with respect to the formulation of both external (e.g., relating to foreign affairs) and internal decisions. The bar plot suggests that countries possessing a more sizeable commercial space industry tend to be less autonomous from corporations' interest when formulating internal or external decisions. Overall, it is clear that greater emancipation of corporations from government oversight makes them stronger agents of influence in the regulatory and space policy-making process similar to other agents of influence" like the military complex and, in some cases, foreign nations.



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

5. Conclusions

Much of “New Space” literature has tended to emphasise the idea of an inherent opposition between public and private actors and that of a progressive detachment of the latter from the former in the conduct of commercial space activities. More recent analyses have provided a more nuanced understanding of the public-private relationship, acknowledging but also relativising the rise of a commercial space industry and its interaction with the public sector.

These analyses have more specifically demonstrated how the commercial space markets and public programmes remain in synergy and enable one another.

At the same time, what is new is that space agencies and other public institutions have also started to become dependent on commercial solutions to accomplish their missions, at least in certain domains. This has led to a transformation of the very role of public from that of (i) prime developer, through (ii) a customer/consumer of space products and services offered by the private space industry, to that of (iii) strategic partner of private actors. This transformation is still ongoing in many OECD economies.

This paper highlighted the synergies and benefits but also the potential fallouts and risks associated with the strengthening of this public-private interdependence. It more specifically showed that such reliance has undeniable benefits for



우주산업 정책

Commercialisation
re-assessed

space agencies and other public institutions as it enables them to optimise resource allocation and re-focus on other core functions, including policy, regulatory and diplomatic ones. Ultimately, beyond driving the economy, a dependable and sizeable commercial space industry also adds to the basket of national space capacities, both hard and soft, that allow states to assert themselves as space powers. At the same, such reliance also comes with non-negligible costs for public actors. More specifically, greater industry autonomy increasingly translates into redefined risk profiles not only on the technical, but also on the economic and political side of space ambition.



국내 우주개발 산업화의 의미와 산업정책 시사점



백기태

한국항공우주연구원
전략기획본부 정책팀
선임연구원
bkt@kari.re.kr



초 록

최근 우주산업 활성화 정책이 활발하게 논의되고 있으나 바람직한 산업정책의 목표와 수단 사이에는 경제이론 등을 기초로 하는 객관적인 분석이 반드시 필요하다. 경제학적 관점에서 산업화는 정부가 우주개발 사업을 추진함에 있어서 공공의 기능보다는 시장의 기능을 보다 더 적극적으로 활용하겠다는 것을 의미하며 시장은 경쟁과 가격 시스템을 통해 자원을 보다 효율적으로 배분하는 역할을 한다. 이러한 시장기능과 관련하여 국내 우주산업은 아직까지 장기적인 수요가 불확실하여 기업의 선제적인 투자가 어렵고 시장 수요의 규모가 매우 제한적이며 시장 기능의 활성화를 위한 여러 법제도의 정비 또한 미흡한 상황이다. 특히 국내 우주 스타트업들이 개발하는 새로운 제품들을 정부가 지원하거나 직접 구매할 수 있는 제도적 장치가 없어 이러한 기업들의 데스밸리 극복에 장애가 될 것으로 예상된다. 첨단 과학기술의 산업화는 자칫 잘못하면 저성장산업에 과잉투자하는 결과를 가져올 수 있어 이를 방지하기 위한 산업정책의 수립이 필요하다.

Key Words : Space Industrialization(우주 산업화), Industrial Policy Theory(산업정책론), Government R&D(정부 R&D), Market Failure(시장실패), Government Failure(정부실패)

1. 서론

1.1 서론

최근 민간주도의 우주개발을 추진해야 한다는 주장과 함께 우주산업 활성화 정책이 활발하게 논의되고 있다. 이러한 정책 설정은 국민의 합의와 정부의 결의에 의해 결정된다 하더라도 정책의 목표와 수단 사이에는 엄밀한 객관성이 존재하여야 할 것이다[1]. 따라서 우주 분야 산업정책을 제대로 추진하기 위해서는 구체적인 목표와 수단에 대한 경제이론 등을 기초로 하는 객관적인 분석이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 산업정책론 관점에서 우주개발 산업화의 의미와 현황을 살펴보고 바람직한 산업정책의 방향성에 대해 논의하고자 한다.

산업정책론은 기존 경제학과 완전히 구별되는 새로운 학문이라기보다 산재되어 있는 기존학문에서 필요한 부분을 연구목적에 맞게 연결시키는 경영경제학 내부의 학제적 성격이 강하다.[1] 본 연구에서는 이갑수(2007)의 산업정책론 개념들과 일반적인 미시 및 거시경제 이론들을 바탕으로 우주분야의 산업정책에 대해 논의할 것이다.

먼저 관련 국내 연구들을 살펴보면 김인철(2007)은 산업정책론이 외환위기 이후 경제 활력과 성장잠재력의 둔화를 겪고 있는 한국경제가 지닌 문제점을 해결하는데 좋은 수단이 될 수 있다고 하였고[2], 이호석·남기현(2011)은 산업정책론 관점에서 방위산업 정책의 의의와 고려요소를 제시하고, 유효한 정책수단과 논점에 대해 다루었다. 이들은 특히 방위사업의 유일한 수요자가 정부이기 때문에 정부의 수요정책이 방위산업에 가장 중요한 영향을 미친다는 점을 강조하였는데[3] 우주산업 또한 정부가 주된 수요자라는 점에서 유사한 특징을 가지고 있다. 또한 정희권(2009)에 따르면 OECD 국가들의 최근 기술혁신정책의 패러다임이 전통적인 공급주도의 혁신정책에서 수요기반형 혁신정책을 강조하는 방향으로 변화하였으며[4], 송위진·성지은(2012)은 이러한 수요기반 혁신정책의 국내 도입 필요성과 발전 방향에 대해 설명하였다[5].

이러한 선행연구들은 대체로 산업정책론과 수요기반 혁신정책의 국내 도입 필요성과 방위산업과 같은 일부 분야에서 이러한 접근방식의 적용에 대해 다루고 있다. 한편 우주산업은 정부기관 중심의 수요구조 등 방위산업과 유사한 측면이 있으며 아직까지 산업정책론 관점에서 국내 우주분야의 산업정책에 대해 본격적으로 논의한 연구는 없는 것으로 파악된다.

1.2 연구방법

본 연구에서는 이러한 선행연구들을 고려하여 산업정책론 관점에서 우주분야 산업화의 의미와 산업정책의 방향성에 대해 논의하고자 한다. 여기서 논의하고자 하는 주제는 크게 다음과 같다.

- 가. 우주개발 산업화의 의미와 장단점
- 나. 국내 우주개발 산업화 현황
- 다. 국내 우주기기제작 분야 산업정책 과제와 방향성

논의의 편의를 위해 본 연구에서는 우주 분야 산업정책의 주요 대상을 우주보험을 제외한 우주기기제작 분야로 한정하였다. 또한 해당 분야는 산업정책론 및 경제학 이론들을 적용하는데 필요한 동종 산업 분류와 같은 기본적인 조건들을 모두 충족시킨다고 가정하였다.

예를 들어 우주기기제작 분야는 위성, 발사체, 지상국 등으로 보다 세부적으로 분류되는데 이들 분야가 산업정책론에서 의미하는 동종 산업인지 여부를 판단하기 위해서는 제조방식



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

이 동종 산업으로 분류할 만큼 완전히(충분히) 유사하고 대체성이 높은지에 대한 실증적인 연구가 필요하다.

하지만 여기서는 국내외 우주산업을 분석한 여러 보고서 및 기존연구들을 바탕으로 논의에 필요한 수준에서 동종 산업이라고 설정하는데 큰 문제가 없다고 가정하였다. 우주기기제작 분야와 우주활용 분야 간 차이에 비해 우주기기제작 분야 내에서 세부분야 사이에서는 산업의 특징 및 구조 등의 차이가 비교적 적게 나타났기 때문이다. 또한 이들 분야는 국내 우주산업정책에 가장 직접적인 영향을 받는 분야이기도 하다. 마찬가지로 경제학적 논의를 위해 위성, 발사체 제작과 같은 우주기기제작 산업에서도 생산량이 증가할수록 반복생산을 통한 학습효과나 규모의 경제가 적용된다고 가정하였다.

2. 우주개발 산업화의 의미와 장단점

2.1 우주개발 산업화의 쟁점

과거 우주개발과 같은 첨단과학기술 분야의 R&D 투자가 정부주도로 수행된 것에 대한 이론적 근거는 기술개발의 시장실패(Market Failure) 가능성에서 찾을 수 있다[6][7]. 첨단과학기술은 사회적으로 긍정적인 외부효과가 크므로 일종의 공공재와 같은 성격을 갖기 때문에 개별주체들에 맡길 경우 사회적으로 바람직한 수준보다 연구개발에 대해 과소투자가 발생할 가능성이 존재한다. 첨단과학 기술의 공공재적 성격 때문에 기술 개발에 필요한 리스크와 비용을 스스로 부담하기 보다는 다른 누군가가 먼저 개발한 기술을 활용하여 시장에서 사적이익을 극대화하는 것이 개별 주체의 입장에서 보다 더 유리하기 때문이다.

따라서 정부가 사회적으로 바람직한 수준의 R&D 투자를 통해 첨단과학기술의 개발을 수행하고 개발된 기술들을 산업계에 전파하여 사회적 후생을 극대화하는 것이 일반적인 정부 R&D 투자의 중요한 목표일 것이다. 한편 정부가 적정 연구개발 투자 규모를 제대로 파악하지 못하거나, 독점적 지위를 통한 비효율성의 문제가 발생하는 경우에는 정부실패의 가능성도 존재한다.

이러한 관점에서 국내 우주개발 산업화 이슈가 대두된 가장 근본적인 원인 중 하나는 정부 우주개발 사업이 연구기관 중심의 정부 R&D 사업으로 수행된 반면, 이러한 R&D의 결과물이 다목적 실용위성과 같이 상업적으로도 이용이 가능한 제품과 서비스의 형태로 추진된 것에 기인한다고 할 수 있다.

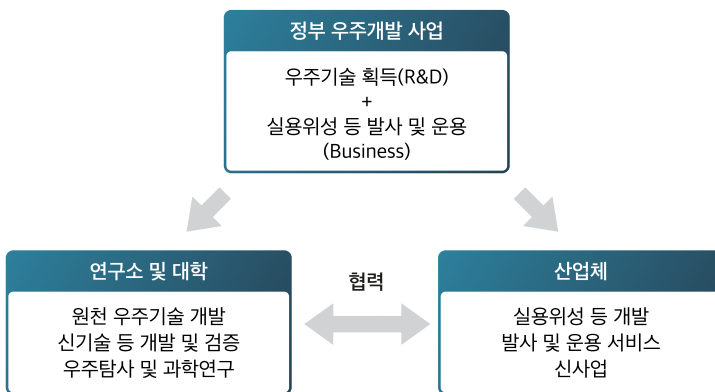
공공재적 성격을 지닌 첨단과학기술에 대한 R&D 투자의 영역과 경제적 효율성을 필요로 하는 제품 및 서비스 공급의 영역이 서로 혼재되어 수행된 것이다. 그러다보니 정부 R&D를

통해 개발된 기술과 노하우가 주로 연구기관에만 종속되어 산업계에 원활하게 전파되지 못한 것도 산업화 문제가 대두된 중요한 원인 중 하나일 것이다.

만약 정부 우주개발 사업의 결과물이 장기적인 수요가 있는 실용적인 제품(위성, 발사체)이 아니라 기술시연 위성과 같은 원천 우주기술 개발이나 우주과학 연구 및 탐사 등의 순수 R&D 목적이었다면 애초에 산업화에 대한 논의는 불필요했을 것이다. 우주기술이 성숙한 선진국들의 경우 장기적인 정부 수요를 기반으로 하는 지구관측위성, 통신위성, 상업용 발사체와 같은 우주제품 및 서비스의 공급은 상당부분 산업체가 담당하고 있다.

지금까지 한국의 우주기술은 기초연구부터 시작하여 지속적으로 발전하는 과정이었으며 원천기술에 대한 R&D와 상업적으로 이용 가능한 우주 인프라의 공급 및 서비스 영역이 모두 정부출연 연구기관을 중심으로 수행되고 있었다. 따라서 국내 우주기술이 성숙할수록 기업의 매출과 이익이 발생할 수 있는 우주 인프라의 개발 및 서비스 공급에 대한 산업체의 관심이 높아지고 그에 따른 변화에 대한 요구의 목소리가 높아지는 것은 자연스러운 결과이다. 그만큼 한국의 우주기술이 상당한 수준으로 성숙했다는 증거이기도 하다.

따라서 이제는 정부 우주개발 사업을 장기적인 정부 수요가 존재하는 실용적인 목적의 우주 인프라 및 서비스 공급에 해당하는 것과, 기초과학 연구나 미래의 새로운 미션을 위한 원천 핵심기술의 연구에 해당하는 것을 별도로 구분하여 생각해야 할 필요성이 있다.



<그림 1> 목적에 따른 정부 우주개발 사업의 구분

2.2 우주개발 산업화의 의미

경제학적 관점에서 우주개발의 산업화는 ‘정부가 우주개발 사업을 추진함에 있어서 공공의 기능보다는 시장의 기능을 보다 더 적극적으로 활용하겠다는 것을 의미’한다. 일반적으로 시장의 기능은 경쟁과 가격 시스템을 통해 자원을 보다 효율적으로 배분하는 역할을 한



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

다. 미국의 경우 냉전 이후 NASA의 예산이 축소되면서 우주개발을 보다 경제적으로 수행하기 위해 시장의 기능을 본격적으로 활용하기 시작하였으며 그 결과 미국의 우주산업이 급속도로 성장하게 되었다.

즉, 정부의 입장에서는 우주개발의 산업화를 통해 경제성을 확보하여 우주개발에 필요한 예산을 보다 효율적으로 사용할 수 있게 되고 그 결과 ‘사회적 후생(Social Benefit)을 극대화’하는 것이 우주개발 산업화의 가장 중요한 목표일 것이다. 더 나아가 우주산업이 성장하여 고용이 증가하고 우리 사회에 필요한 보다 새롭고 혁신적인 우주 인프라 및 서비스의 공급으로 이어지도록 하는 것이 우주개발 산업화의 궁극적인 목표라고 할 수 있을 것이다.

따라서 국내 우주개발 산업화의 목표를 성공적으로 달성하기 위해서는 먼저 2가지 전제조건이 충족되어야 할 것이다. 1) 시장의 기능을 활용하는 것이 정부가 직접 개발하는 것보다 사회적으로 더 나은 성과를 달성할 수 있어야 하고, 2) 이를 위해 우주 분야에 시장(Market)이 형성되어 정상적으로 작동할 수 있도록 제대로 구축되어야 할 것이다.

<표 1> 우주개발 산업화의 목표 달성을 위한 전제조건

1. 시장의 기능을 활용하는 것이 정부가 직접 개발하는 것보다 사회적으로 더 나은 성과를 달성할 수 있어야 함
2. 우주 분야에 시장(market)이 형성되어 정상적으로 작동해야 함

2.3 우주개발 산업화의 장단점

그렇다면 우주개발에 있어서 어떠한 경우에 시장의 기능을 활용하는 것이 더 유리하고 어떠한 경우에는 공공의 기능을 활용하는 것이 더 유리한지 산업화의 장단점에 대해 살펴볼 필요성이 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 첨단 기술의 R&D는 시장실패의 가능성이 있기 때문에 완전히 시장에만 맡길 수 없고, 반대로 정부가 직접공급의 형태로 재화와 서비스를 공급하는 경우에는 생산과정을 효율화하지 못하고 비효율적으로 운영되는 정부실패의 가능성이 있으므로 어느 한쪽이 반드시 유리한 것은 아니기 때문이다.

먼저 산업화의 장점에 대해 설명하면 위성, 발사체와 같은 우주 제품과 서비스를 대량으로 생산할 경우 반복생산을 통한 학습효과와 규모의 경제에 의한 원가절감이 가능하므로 정부가 직접 개발하는 것보다 산업체로부터 공급받는 것에 상당한 경제적 이점이 있을 수 있다. 앞에서 국내 우주개발 산업화의 목표를 사회적 후생의 극대화라고 하였는데 일반적으로 시장을 통해 경제적 효율성을 달성하여 한정된 예산으로 더 많은 위성과 발사체의 소비가 가능해지면 사회적 후생이 증가될 것으로 생각할 수 있다. 그러나 산업화를 하더라도 수요나

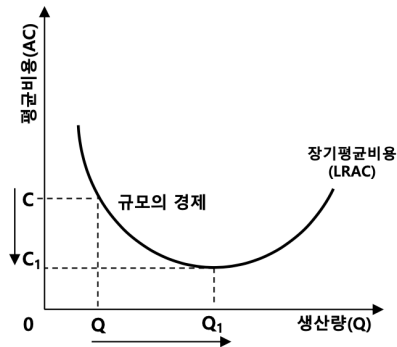
공급 중 어느 한쪽에 독과점 구조 등의 문제가 발생하거나, 다른 어떠한 이유로 경제적 효율성이 달성되지 못할 경우에는 사중손실(Deadweight Loss)이 발생하여 사회적 후생이 이전보다 오히려 저해될 가능성도 있다.



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

다음 <그림 2>와 같이 노동, 자본과 같은 생산요소의 투입을 증가시킬 때 생산량이 더 빠른 비율로 증가하는 경우 규모의 경제가 있다고 하며, 이러한 경우 기업이나 산업이 생산량을 늘릴수록 생산물의 단위당 비용이 감소하기 때문에 가격은 낮아지고 총 소비량(생산량)이 증가하여 사회적 후생이 증가하게 된다. 일반적으로 정부 조직은 상대적으로 민간 기업보다 노동이나 자본의 투입을 탄력적으로 운용하기 어렵다. 따라서 정부가 이전보다 많은 수의 위성이나 발사체를 개발하여 운용하고자 하는 경우에는 이러한 산업화의 이점을 활용하는 것이 더 유리할 것이다.



<그림 2> 규모의 경제

예를 들어 생산기술, 인력, 자본(시설 등)이 동일한 공공기관(연구기관)과 민간기업이 있다고 가정해보자. 초기 조건이 동일하므로 위성을 단 1기 개발할 때는 공공기관과 민간기업 어느 쪽이든 거의 비슷한 비용으로 동일한 수량의 위성을 시장에 공급할 수 있을 것이므로 사회적 후생의 크기는 거의 동일할 것이다. 그러나 다수의 위성을 동시에 개발할 경우, 민간기업은 필요에 따라 인력의 고용이나 배치, 시설 투자 등이 비교적 자유로운 반면, 공공기관은 이러한 투자가 경직되어 있는 차이가 있다. 따라서 산업화를 할 경우 규모의 경제로 인한 경제적 효율성을 달성하여 동일한 예산으로 더 많은 수의 위성의 개발이 가능해지고, 이때 사회적 후생(Social Benefit)의 크기가 더 커질 수 있을 것이다.

반면 첨단과학기술의 발전 측면에서는 시장에 맡기는 것이 반드시 사회적으로 바람직한 결과로 이어지지 않을 수 있다는 점이 우려된다. 앞서 언급한 바와 같이 첨단과학기술은 일부 공공재로서의 성격을 갖게 되는데 개발된 기술의 전유(專有)가능성(Appropriability)과



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

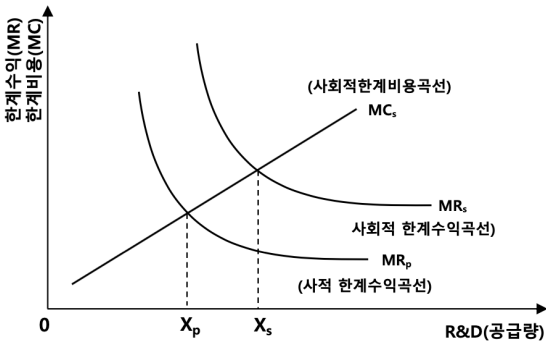
1. 사회적으로 최적인 공급
은 사회적수익과 사회적
비용이 일치하는 X_s 이나,
과소투자가 발생하여 이
에 못 미치는 X_p 수준이
공급되는 경우 사회적 후
생이 감소하게 된다.

개발실패의 리스크에 따라 과학기술에 대한 R&D투자와 공급이 사회적으로 바람직한 수준
보다 과소한 수준으로 이루어지거나 기술개발의 질 또는 방향이 왜곡되는 등의 시장실패가
발생할 가능성이 있다.

<표 2> 첨단과학기술 R&D의 시장실패 원인과 결과

시장 실패의 원인	결과
기술 전유 가능성 개발 실패 리스크	· 사회적으로 바람직한 수준보다 과소한 수준의 기술투자 및 공급 · 기술개발의 질 또는 방향의 왜곡

예를 들어 산업체가 개발한 기술을 전유(독점)하지 못할 경우 스스로 기술개발 투자에 적
극적이지 않을 수 있으며 그 결과 다음 <그림 3>과 같이 R&D 투자가 사회적으로 과소한 수
준에서 머물게 될 수 있다¹⁾. 쉽게 말해 어떤 기업이 개발한 기술을 다른 기업들도 큰 비용 없
이 사용할 수 있게 되는 경우 기업 스스로 기술개발에 투자할 유인(Incentive)이 낮아 시장
실패가 발생할 수 있다. 이러한 현상은 기업의 연구개발 성과로 인한 이익이나 후생이 타 기
업 또는 소비자에게 돌아가는 외부경제(External Economy)가 발생하기 때문에 나타난다.



<그림 3> R&D 투자 및 공급의 시장실패(과소투자)

또한 기술의 전유(독점)가능성에 따라 산업체가 개발하는 기술 개발의 질 또는 방향이 사
회적으로 바람직한 것과는 다른 방향으로 왜곡되어 형성될 가능성도 있다. 예를 들어 위성,
발사체 등의 우주 인프라를 개발할 때 개발비용이 낮고, 모두가 쉽게 적용이 가능한 A타입의
기술과 개발비용이 비싸지만 기업의 기밀유지가 가능한 B타입의 기술이 있다고 하자. 만
약 두 기술 모두 동일한 효과를 기대할 수 있다면 긍정적인 외부효과가 더 큰 A타입의 기술
을 개발하는 것이 사회적으로 더 바람직할 것이다. 그러나 기술의 전유가능성이라는 사적
유인 측면에서 기업은 기술을 독점할 수 있는 대신 비용이 더 많이 드는 B타입 기술의 개발
을 더 선호할 수도 있다.

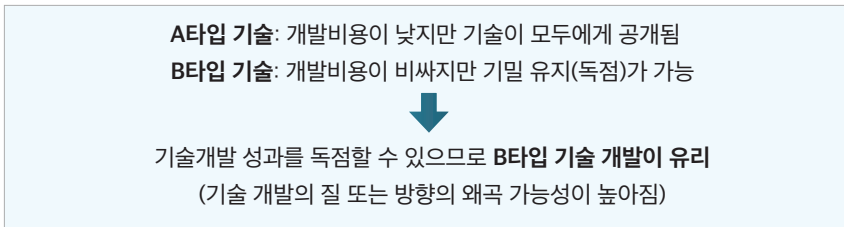
이러한 상황을 방지하기 위해서는 정부가 직접 기술개발을 하거나, 지적소유권의 확립을 통해 기술개발의 성과를 기업에 내부화하여 사적인센티브를 제고하는 것이 더 바람직하다. 한편 기술개발의 실패 리스크(risk) 또한 시장에서 기술개발의 질 또는 방향 왜곡시키는 원인이 될 수 있으며 이러한 경우 정부가 기술개발을 보조하여 사기업의 위험을 정부가 일부 부담하는 등의 방법으로 해당기업이 리스크가 더 큰 기술개발에 관심을 두도록 유인하는 방식을 생각할 수 있을 것이다²⁾.



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의 의미와 산업정책 시사점

<표 3> R&D 시장실패의 예



2. R&D 시장실패에 대한 보다 자세한 내용은 이갑수 (2007) "글로벌 시대의 산업정책론"참조

기술 소유권 문제 이외에도 개발 실패 시 책임 및 후속개발 관련 문제, 수익성이 없어 기업이 철수할 경우 기술개발의 지속성 문제, 기업의 이윤보장 문제와 같은 사항들을 추가적으로 고려해야 할 것이다. 이러한 문제들은 정부가 공공기능을 활용할 때는 잘 나타나지 않는 현상이다.

따라서 이와 같은 산업화의 이점과 한계를 고려할 때 다음 <표 4>와 같이 기술독점 문제에서 자유롭고 개발 실패 리스크가 낮은 실용적인 우주제품 및 서비스의 공급은 산업화가 유리하지만, 개발 실패 리스크가 높고 공공재적 성격이 강한 원천 우주기술의 개발은 정부의 관리가 필요하거나 정부가 직접 개발하는 것이 더 효과적일 것이다.

<표 4> 우주개발 산업화의 장단점

<p>실용적인 위성, 발사체 공급 및 서비스 → 산업화가 유리</p> <p>원천 우주기술 개발, 과학연구 등 R&D → 정부개발이 유리</p>

여기서는 비록 산업화의 이점보다 원천 우주기술 발전에 있어서 우려되는 단점에 대해 보다 자세히 설명하였지만 대량생산과 관련된 공정혁신이나 그 과정에서 파생된 새로운 우주 기술들을 바탕으로 기존에 없던 새로운 경제적 가치를 창출하는 것은 오직 산업화를 통해서만 달성할 수 있는 것들이다. Planet, SpaceX, OneWeb과 같은 기업들이 전 세계에 제공하고 있는 실시간 지구관측 서비스, 저비용 발사체, 글로벌 위성 인터넷과 같은 새로운 우주



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

3. 미국과 영국 등 상업용 위성의 수가 많은 것은 SpaceX와 OneWeb의 위성 인터넷 프로젝트에 기인하며 나머지 국가들의 경우 주로 통신위성 및 초소형위성 등으로 구성된다.

기반 서비스들은 위성과 발사체 등의 저비용 대량생산을 기반으로 하고 있으며, 이러한 가치들은 기존 정부기관 중심의 우주개발 방식으로는 접근하기 어려운 것이다.

3. 국내 우주 산업화 현황

산업화를 통해 정부의 우주개발 사업에 시장의 기능을 제대로 활용하기 위해서는 먼저 국내 우주산업 분야에 상업적 시장이 얼마나 잘 형성되어 있는지 살펴볼 필요성이 있다. 여기서는 시장을 수요, 공급, 시스템(제도)의 3가지 측면에서 살펴보도록 한다.

3.1 수요

국내 우주분야 총수요(AD: Aggregate Demand)는 개인의 민간 소비(C), 투자 등의 기업지출(I), 정부지출(G), 순수출(NX)의 합으로 나타낼 수 있다.

$$AD = C + I + G + NX$$

산업화에 있어서 수요가 중요한 이유는 고정비용 때문이다. 우주분야와 같은 첨단과학기술산업의 높은 연구개발 투자비용은 대부분의 경우 고정비용에 해당하는데 개발된 신제품을 많이 생산할수록 단위당 개발비용(또는 생산비용)이 체감한다. 따라서 시장 수요를 비롯한 ‘산업의 규모’가 산업의 확립에 있어서 매우 중요한 조건이 된다. 연구개발에 필요한 높은 고정비용은 알프레드 마셜(A. Marshall)이 말하는 산업의 확립을 위한 셋업코스트(Set-up cost)로서 우주산업과 같은 첨단기술 산업의 육성정책에 있어서 매우 중요한 의미를 갖는다[1].

전 세계적으로 우주기기제작 분야는 정부가 주된 수요자이며 한국 또한 마찬가지이다. 다음 <표 5>는 1993년부터 2021년 말까지 각국이 발사한 위성의 수를 비교한 것이다³⁾. 국방을 포함한 정부 위성의 경우 미국(398기), 중국(331기), 러시아(121기), 인도(57기), 일본(34기)과 비교하여 현재까지 한국 정부가 발사한 위성은 12기로 연평균 1기 미만 수준에 불과하다.

<표 5> 국가별 발사 위성 수 (1993~2021) [8]

순위	국가명	정부	국방	상업	대학	합계
1	미국	168	230	2,516	30	2,944
2	중국	192	139	138	30	499
3	영국	3	6	442	1	452
4	러시아	20	101	39	9	169
5	일본	33	1	36	22	92
6	유럽우주청(ESA)	34	0	29	1	64
7	인도	48	9	1	3	61
8	캐나다	12	1	38	1	52
9	독일	10	7	11	16	44
10	룩셈부르크	1	0	40	0	41
11	프랑스	4	17	7	2	30
12	아르헨티나	2	0	27	1	30
13	스페인	7	3	11	1	22
14	이스라엘	3	11	3	1	18
15	한국	10	2	3	2	17
16	핀란드	0	0	13	2	15
17	네덜란드	1	1	11	2	15
18	이탈리아	1	8	2	3	14
19	호주	0	2	10	2	14
20	스위스	0	0	12	1	13



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

국내 정부 위성개발 수요가 부족한 것은 단순히 위성산업만의 문제가 아니라 발사체, 지상국 등 우주기기제작 분야의 전체 수요와도 직결된다. 따라서 산업화에 앞서 국내 정부 위성개발 수요가 우주기기제작을 전문으로 하는 다수의 국내업체들이 생존하는데 충분한 시장 규모인지 반드시 고민해보아야 할 것이다.

이러한 국내 위성산업의 현황에 대해 한국과학기술평가원(2020)에서는 양산을 통한 사업화가 어려운 환경으로 인해 산업체의 사업 참여 동기가 발생하지 않고 있으며, 이를 현행 국가연구개발 사업의 틀에서는 반영할 수 없고 장기적 관점에서 공공 위성수요에 대한 참여 주체, 예산 등 구체적이고 일관된 추진 계획 제시가 필요하다는 점을 지적하고 있다[9].

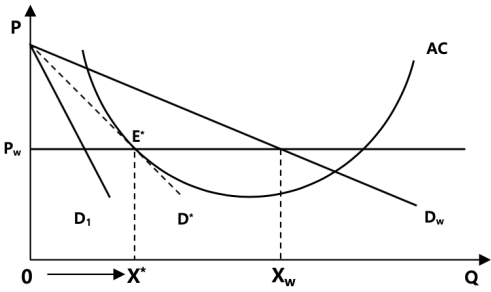
해외 수출시장 진출을 고려하더라도 일정 규모 이상의 충분한 국내 수요가 필수적이다. 다음 <그림 4>와 같이 AC는 국내 기업의 평균비용곡선, D_w 는 국제시장의 수요곡선, D_1 는 현재 국내시장의 수요곡선, 국제시장가격은 P_w 수준에서 산업이 형성되어 있다고 하자. 현재의 국내시장 수요가 D_1 수준인 상황에서는 기업의 평균 생산비용(AC)이 국제시장 가격보다 더 높으므로 생산이 이루어지지 않아 이 산업의 확립은 불가능하다. 국내수요가 적어도 D^* 수준으로 증가하여 최소한의 수요량(X^*)에 도달해야 이때부터 국내기업이 국제시장



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

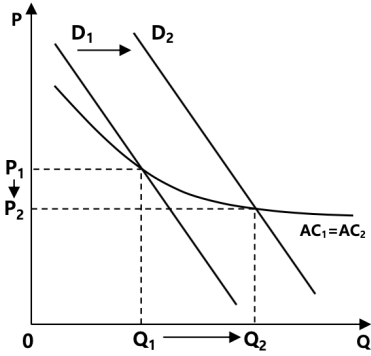
가격(P_w)보다 낮은 평균 생산비용(AC)으로 제품의 생산이 가능해지고 비로소 하나의 산업으로 확립될 수 있다.



<그림 4> 규모의 경제와 국제경쟁력

특히 발사체 시장에서 이러한 상황이 두드러지게 나타나는데 미국의 SpaceX가 매우 낮은 비용으로 전 세계에 발사체 공급이 가능한 것도 비슷한 맥락에서 설명이 가능하다. SpaceX가 재사용 발사체 개발에 성공함으로써 발사비용을 추가적으로 크게 낮춘 것은 사실이다. 하지만 그 이전에 전 세계 최대의 규모인 미국의 발사서비스 수요로부터 규모의 경제로 인한 평균비용의 감소를 통해 기업의 글로벌 경쟁력에 막대한 이점을 얻을 수 있었고, 이를 통해 얻은 수익을 재투자하여 재사용 발사체 기술의 발전과 추가적인 원가절감이 가능했다고 볼 수 있다.

다음 <그림 5>과 같이 동일한 평균비용곡선(AC)상에서도 수요가 증가하면 더 낮은 평균 비용으로 생산이 가능하다. 이를 바탕으로 시장 지배력을 확보하여 얻은 수익을 통해 재사용 발사체와 같은 리스크가 높은 원가절감 기술에 대한 재투자가 가능해진다. 반대로 내수 시장 규모가 충분하지 못한다면 산업자체의 확립이 어려워지고 수출시장의 진입도 쉽지 않다. 따라서 국가 우주산업의 글로벌 경쟁력은 단순히 기술력만의 문제가 아니라 내수시장의 규모와도 매우 밀접한 관련이 있다.

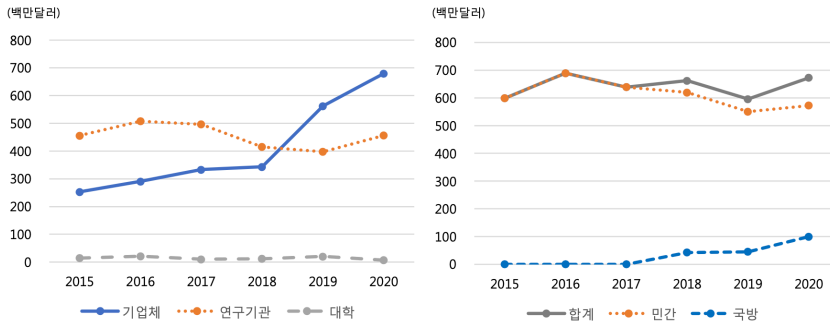


<그림 5> 국내 시장 규모에 따른 가격과 평균 비용의 변화

따라서 지금처럼 국내 수요가 충분하지 못한 상황에서는 기업의 적극적인 시장 참여 및 투자를 기대하기 어려운 문제가 있다. 또한 정부의 입장에서도 매년 새로운 위성을 단 1기만 개발할 때는 산업체로부터 조달하는 것이 정부가 직접 개발하는 것보다 나은 경제력 이점을 찾기가 어렵다. 예를 들어 투입되는 재료비와 인건비, 기술수준이 유사하다면 위성개발에 필요한 비용(예산)에는 별다른 차이가 없을 것이고 개발 실패에 대한 책임과 사업의 지속성, 신뢰성 등의 문제를 고려할 경우 정부가 직접 개발하는 것이 오히려 더 유리할 수도 있기 때문이다.

한편 국내 정부 우주개발 수요에도 최근 들어 긍정적인 변화가 나타나기 시작하였다. 다음 <그림 6>은 연도별 국내 우주기기제작 분야 매출액과 국내 정부 우주개발 예산을 비교한 것이다. 2018년을 기점으로 국내 우주기기제작 분야 기업들의 매출액이 빠르게 증가하였는데 같은 기간 전체 정부우주개발 예산은 크게 증가하지 않았지만, 국방 정부 우주개발 예산이 증가하기 시작한 것으로 나타났다.

이를 통해 크게 다음의 2가지를 확인할 수 있다. 첫째 정부 우주개발 예산 중 국방예산이 R&D 예산보다 산업체의 매출 증가에 더 큰 영향을 주고 있다는 것이다. 이는 연구개발협약과 방산계약이라는 거래방식 등의 차이에 의한 것으로 추정된다. 둘째 우주개발 사업의 수요가 다각화됨에 따라 국내 우주산업 매출액이 급변할 정도로 국내 시장수요는 매우 작은 수준이었으며, 산업체의 공급역량에 비해 정부의 수요가 다소 부족했던 상황이었다는 것이다.



<그림 6> 연도별 우주기기제작 분야 매출액(좌) [10]과 연도별 국내 정부 우주개발 예산(우) [11]

3.2 공급

일반적으로 기업의 총공급(Y)은 생산요소인 자본투입량(K), 노동투입량(L) 그리고 생산기술(A, α , β)에 따라 결정되며 다음과 같이 나타낼 수 있다. 일반적으로 노동과 자본의 투입량이 증가할수록 생산량이 증가하고, 생산요소의 투입량이 동일한 경우에도 생산기술이 발전할수록 생산량이 증가할 수 있다.

$$Y(Q) = AL^{\alpha}K^{\beta} \quad (\text{단, } \alpha > 0, \beta > 0)$$



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

4. 우주기기제작 분야와 우주
활용 분야의 투자현황
이 모두 포함된 수치이다.

먼저 국내 산업체의 우주개발 인력 현황을 살펴보면 다음 <표 6>과 같다. 2020년 기준 우주기기제작 분야의 산업체 인력은 2,405명, 연구기관 인력은 661명, 대학 인력은 332명인 것으로 나타난다. 또한 연구기관과 대학의 경우 우주개발 인력이 각각 전년대비 -7%, -13% 정도 감소한 반면, 기업체의 인력은 전년대비 8%정도 증가하고 있는 추세이기도 하다. 국내 산업체의 우주개발 인력은 연구기관보다 3.6배 정도 많은 수준이지만, 미국 SpaceX의 직원 수가 약10,000명 수준[12]인 것과 비교하면 절대적인 규모에서 국내 우주 산업체의 인력이 많다고 보기는 어렵다.

<표 6> 국내 우주기기제작 분야 인력 현황 [11][13]

(단위: 명)

분야	2019년				2020년				증감율			
	기업체	연구기관	대학	전체	기업체	연구기관	대학	전체	기업체	연구기관	대학	전체
위성체 제작	899	257	196	1,352	1,035	240	201	1,476	15%	-7%	3%	9%
발사체 제작	698	265	134	1,097	824	248	122	1,194	18%	-6%	-9%	9%
지상국 및 시험시설	338	116	25	479	276	102	4	382	-18%	-12%	-84%	-20%
발사대 및 시험시설	235	71	25	331	231	71	5	307	-2%	0%	-80%	-7%
우주보험	55	-	-	55	39	-	-	39	-29%	-	-	-29%
우주기기제작	2,225	709	380	3,314	2,405	661	332	3,398	8%	-7%	-13%	3%

자본투자의 경우 다음 <표 7>과 같이 현재 우주산업에 참여하고 있는 기업체들의 자본투자 수준은 매우 낮은 것으로 나타난다. 2020년 우주산업에 참여한 기업체의 우주 분야 관련 총투자규모는 2,175억 원으로 이 중 가장 높은 비중(62.0%)을 차지하고 있는 연구개발 투자액은 1,348억 원, 시설 투자는 802억 원 규모이다.

<표 7> 기관별 우주분야 자본투자 현황⁴⁾ [11]

(단위: 백만원, %)

분야	기업체		연구기관		대학		전체	
	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
연구개발비	134,784	62.0	16,723	23.6	550	77.7	152,057	52.6
시설투자비	80,219	36.9	54,159	76.3	156	22.0	134,534	46.5
교육훈련비	2,486	1.1	114	0.2	2	0.3	2,602	0.9
기타	-	-	-	-	-	-	-	-
합계	217,489	100.0	70,996	100.0	708	100.0	289,193	100.0

여기서는 연구개발비가 아닌 시설투자비로 기업의 실질적인 자본투자 규모를 판단해야할 필요성이 있다. 우주산업 실태조사에서 집계된 기업체의 연구개발 투자액은 정부 우주개발 예산의 일부분이 R&D협약에 의해 기업체의 연구개발비로 집계된 것이 상당부분 포함되어 있을 것으로 보이기 때문이다. 따라서 해당 연구개발비를 기업체의 자체 투자금액으로 보기는 어렵다. 총 378개 기업체의 우주분야 시설투자 규모의 합계가 사실상 한국항공우주연구

원이 대부분을 차지하고 있는 25개 연구기관의 시설투자 규모의 합계와 약 260억 원 정도 밖에 차이가 나지 않고 있어 국내 우주분야 기업체들의 자본투자는 매우 낮은 수준에 머무르고 있는 것으로 판단된다.

한편 국내 기업체들의 자본투자 수준이 낮은 원인이 민간자본시장에서의 자금조달이 어렵기 때문은 아닌 것으로 판단된다. 왜냐하면 최근까지 우주분야 스타트업에 대한 벤처캐피탈의 투자가 비교적 활발하게 이루어지고 있으며 대기업들의 국내외 우주기업들에 대한 인수합병 등의 지분투자도 비교적 활발하게 나타났기 때문이다. 다음 <표 8>과 같이 2018년부터 2021년까지 컨텍, 나라스페이스, 페리저항공우주 등의 국내 스타트업들이 민간 벤처캐피탈로부터 약 844억 원의 자금을 조달한 것으로 나타났다. 또한 한화시스템의 3억달러 규모 OneWeb 지분 투자, 한컴의 인스페이스 인수, 한화에어로스페이스의 썬트렉아이 인수 등 국내 대기업들의 우주기업에 대한 지분투자도 나타나기 시작하였다[14]. 규모면에서 외국과의 단순비교는 어려우나 국내에서도 벤처캐피탈이나 대기업들로부터 우주분야에 대한 투자가 활발했던 것이 확인된다.



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

<표 8> 국내 우주분야 벤처 투자 현황[15]

연번	기업명	년도	투자자	투자단계	투자금액
1	컨텍	2019.03	크립톤	Seed	1.0억원
		2019.08	위벤처스, 신한금융투자	Series-A	15.0억원
		2021.03	한국투자파트너스, 중소기업은행, 한국산업은행, 에이티넘인베스트먼트 등	Series-B	125.0억
2	나라스페이스	2016.06	크라уди	리워드형	0.1억원
		2020.01	기술보증기금	-	5.0억원
		2020.07	비엔케이벤처투자 등 6개사	Pre-A	35.0억원
3	페리저항공우주	2018.08	블루포인트파트너스, 카이스트 창업재단, 썬트렉아이	Seed	13.0억원
		2019.05	삼성벤처, LB인베스트먼트 등	Series-A	140.0억원
4	이노스페이스	2019.06	퓨처플레이, TIPS	Seed	5.0억원
		2019.10	코오롱인베스트먼트, 슈미트	Seed	80.0억원
		2020.07	하나벤처스, 인터베스트, 코오롱인베스트먼트, 컴퍼니케이파트너스, 코오롱클로텍, 신한벤처투자, 토니인베스트먼트, 엘앤에스벤처캐피탈 등	Series-A	250.0억원
5	SIA	2019.11	메디치 인베스트먼트	Series-A	20.0억원
		2021.06	한국산업은행, 메디치인베스트먼트	Series-B	100.0억원
6	SIIS	2019.11	메디치 인베스트먼트	Series-A	20.0억원
7	지티엘	2021.05	크립톤	Seed	-
8	뉴스페이스	2020.03	선보엔젤파트너스	Seed	-
9	루미르	2018.11	컴퍼니케이파트너스, 인터베스트	Series-B	35.0억원
합계					844.1억원



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

마지막 기술수준과 관련하여 가장 상업적으로 성숙한 국내 우주기술 분야 중 하나인 실용급 정부 위성의 기술요소별 국내 개발 비율 현황을 살펴보면 다음 <표 9>와 같다. 상대적으로 본체 기술에 비해 탑재체 기술이 덜 성숙되어 있는 것으로 나타난다. 또한 한국과학기술평가원(2020)에 따르면, 부품/품목의 국산화 비율(개수 및 금액)은 향상되고 있으나, 장기간 해외구매에 의존하고 있는 본체, 탑재체 등 기술요소가 존재하고 있다는 점을 지적하고 있다. 이에 대해 사업 성공가능성을 높이기 위한 수요부처의 요구, 개발 난이도에 따른 부품 성능조건과 단가 상승, 개발기간 등의 문제로 검증된 획득방식을 선호하는 구조를 국산화가 저조한 주된 원인으로 지적하고 있다[9].

따라서 상업적으로 가장 성숙한 위성개발의 경우에도 여전히 탑재체 및 본체 핵심부품은 상당부분 해외업체에 의존해야 하는 상황이라고 볼 수 있으며, 이러한 핵심부품에 대한 원천기술 개발을 위한 노력이 지속적으로 필요한 상황이라고 볼 수 있다.

<표 9> 기술요소에 따른 정부 위성의 국산화 비율 [9]

(국내개발¹⁾ 모듈 개수(개)/전체 모듈 개수(개))

대분류	중분류	다목적실용위성		정지궤도복합위성	차세대중형위성
		5호	3A호	2A/2B호	1호/2호
본체	구조계	4/4	4/4	5/6	2/3
	열제어계	3/6	4/7	4/6	2/4
	자세제어계	2/7	2/6	2/7	2/6
	추진계	3/4	3/4	0/8	2/7
	전력계	3/5	3/5	3/6	3/5
	원격측정명령계	3/7	3/7	1/4	3/5
	소프트웨어계	-	-	6/6	2/2
	관측자료통신계	-	-	6/6	-
합계		18/33	19/33	23/49	16/32
탑재체		SAR 전자부(0/6) SAR 안테나(0/4) 자료전송부(0/3) 탑재체 모듈(1/4)	광학계(2/3) 구조계(1/1) 영상전자(4/7) 자료전송(2/6)	기상탑재체(0/4) 우주기상탑재체(4/4) 해양탑재체 ²⁾ (0/3) 환경탑재체 ²⁾ (0/4)	광학계(3/3) 구조계(2/2) 영상전자(3/4) 자료전송(4/4)
	합계	1/17	9/17	1/17	12/13

1) 주관연구기관 자체 개발 및 국내구매/용역, 또는 국내공동개발

2) 해외 공동개발

한편 정부가 개발한 기술들과는 별도로 기업 스스로 미래의 국내외 수요를 기대하고 위성, 소형 발사체등을 직접 개발하기 시작하였으며, 일부 지구관측위성, 위성안테나 제작 분야에서는 이미 수출시장에 진입한 기업들도 나타나고 있다. 따라서 이들 분야에서는 기업들의 기술수준이 빠르게 성장하고 있다고 볼 수 있다.

이러한 기업의 우주기술 수준과 관련하여 우주분야의 특수성에 대해 언급할 필요성이 있다. 특히 우주기기제작 분야의 경우 기술의 성능 입증을 위한 우주환경에서의 시험이 필수적이기 때문에 부품이나 부분품 단위의 기술개발에 있어서 여러 가지 현실적인 제약이 많다. 산업체가 개발한 부품들을 우주환경에서 시험할 수 있는 정부 기술시연 위성을 주기적으로 발사하는 지원 정책이 도입된다면 국내 기업들의 우주기술이 성장하는데 매우 큰 도움이 될 수 있을 것이다.



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

3.3 시스템(제도)

우주개발에 시장의 기능을 활용하기 위해서는 무엇보다 수요와 공급이 원활히 균형점을 찾을 수 있도록 가격 및 경쟁시스템과 같은 시장기능을 위한 시스템이 제대로 구축되어 있어야만 한다. 특히 정부가 주된 수요자인 우주분야에서는 제품과 서비스가 시장에서 자유롭게 거래되지 못하고 제품의 개발부터 발사까지 여러 법제도의 제약을 많이 받는 특징이 있다. 최근 개선되기 시작한 기업체와 정부 간의 거래와 관련된 정부 조달계약이나 R&D협약 등의 법제도뿐만 아니라 기업이 우주산업을 영위하는데 필요한 각종 인허가와 같은 여러 법적 규제들 또한 시장 조성에 있어서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다.

지금까지 정부 우주개발 사업은 부처 수요조사를 통해 위성의 개발 계획을 수립하고 이후 예비타당성 조사를 거쳐 개발 계획을 확정된 뒤 사업에 착수하는 형태로 진행되어 왔다. 이처럼 정부가 위성이나 발사체의 개발 자체를 기획하여 공공기관 또는 산업체에 연구개발 용역을 맡기는 기존방식은 산업화에 적합한 접근방법이 아니다.

장기적인 수요가 불확실하기 때문에 기업체가 미래를 계획하고 선제적으로 투자하기 어려운 문제가 있고 무엇보다 산업체가 스스로 새로운 아이디어나 신기술을 도입하고 기존에 없던 새로운 제품 및 서비스를 개발하는 것을 유도할 수 없기 때문이다. 또한 우주제품 및 서비스에 대한 합리적인 가격 설정이나 원가절감과 같은 부분도 제대로 반영하지 못한다.

향후 국방예산과 양산사업이 국내 우주산업의 양적인 성장에 매우 큰 기여를 할 것임에는 분명하지만, 선진국들과 같은 민간주도의 우주개발이라는 목표를 달성하기 위해서는 관점의 전환과 여러 법제도의 개선이 필수적이다. 기업체가 우주제품 및 서비스를 보다 자유롭게 시험·생산할 수 있도록 각종 인허가와 관련된 법제도를 정비하고, 국내 우주분야 스타트업들이 스스로 개발하고 있는 새로운 우주제품 및 서비스를 정부가 지원하고 구매할 수 있도록 보다 유연한 법제도의 도입이 필요하다.



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

<표 10> 민간주도 인공위성 개발전략의 적절성 [9]

※ 민간주도 인공위성 개발전략의 적절성에 대해

- ① 양산을 통한 사업화가 어려운 산업 특성을 고려할 때, 체계개발 기술력 확보 및 경험 축적 외에 주관 산업체의 사업참여 동기가 발생하지 않으며, 정부조달적 사업성격을 가지나 현행 국가연구개발사업의 틀에서는 이를 반영할 수 없음
- ② 개별 인공위성 개발사업 당 예산당국의 승인(예타 등)을 받아야 하는 현행 구조를 고려하더라도 장기적 관점에서 공공 위성수요에 대한 참여주체, 예산 등 구체적인 일관된 추진계획 제시가 미흡함

(개선사항) 개발체계 및 국가연구개발사업 지원제도 개선, 수요부처 발주 획득사업 등을 제시

먼저 우주분야를 하나의 산업으로서 확립하고, 민간주도의 우주산업으로 성장시키기 위해서는 연구개발 영역이 중심이 되는 것이 아니라 산업체로부터 정부가 필요한 우주 인프라와 서비스를 합리적인 가격에 구매하여 공급받는다는 시장주의적인 관점에서의 접근방식 전환이 필요하다. 기존의 방식으로는 산업체가 정부로부터 수탁을 받아 우주기술을 개발한다 하더라도 개발초기부터 수출이나 상업적인 용도의 활용 등이 제대로 고려되지 않아 수출시장에 진출하기 위해서는 원가절감 등을 위해 처음부터 다시 기술을 개발해야 하는 상황이 발생할 수도 있다.

이제는 정부가 필요로 하는 우주 인프라나 서비스에 대한 장기적인 수요와 목표성능에 집중하여 각 정부기관들이 필요로 하는 우주제품 및 서비스들을 정의하고 합리적인 가격에 산업체로부터 공급받을 수 있도록 지원하는 장기적인 계획과 관련 법제도의 마련이 필요하다. 이러한 정책들은 우주산업에 대한 수요의 불확실성 문제를 해소하여 시장에 참여한 기업들과 민간자본의 자발적인 투자를 유도할 수 있을 것이다.

이 과정에서 기업체 스스로의 노력으로 원가절감과 같은 기술혁신이 발생하고, 거기서 파생되는 기술을 바탕으로 기존에 없던 새로운 제품과 서비스를 기업이 제공할 수 있게 될 것이다. 만약 특수한 목적 달성에 필요한 탑재체 등의 핵심기술개발이 필요한 경우에는 정부 연구기관과 대학, 산업체가 서로 협업해야 할 것이다. 이처럼 연구기관과 대학, 산업체의 장단점을 고려하여 다양한 우주개발 프로젝트에 각각의 장점을 살려 참여할 수 있도록 제도를 개선해야 할 것이다.

앞에서 언급하였지만 최근 등장하는 국내 우주 분야 스타트업들이 자체적으로 개발한 우주제품 및 서비스를 정부가 유연하게 구매할 수 있는 제도적 장치가 필요하다. 이노스페이스, 나라스페이스테크놀로지 같은 국내 우주 스타트업들이 소형발사체와 초소형위성 등을 개발하고 있으나, 현행 국가 우주개발 사업 추진체계에서는 이들이 기술개발에 성공하더라도 이를 정부가 적시에 구매하여 사용할 수 있는 제도적인 유연성이 없다. 이러한 경우 우

주 스타트업들이 충분한 자국 수요가 없어 데스밸리를 극복하지 못하고 개발한 기술마저 사장되는 상황이 발생할 가능성이 높다.

또한 우주 분야 신사업의 경우 안전과 관련된 여러 규제와 인허가가 필요할 것인데 관련 제도가 제때 마련되어 있지 못하다면 사업이 크게 지연되는 경우가 발생할 수 있다. 모빌리티업계의 차량공유 사업이나 드론 등 신사업의 경우 현행법과의 상충이나 규제 문제로 사업에 중대한 영향을 미치는 경우가 발생하곤 하였는데 특히 소형발사체 사업의 경우 안전 및 각종 인허가와 관련된 규제 문제로 인해 사업이 크게 지연될 가능성이 있다. 사업 지연은 데스밸리를 극복해야 하는 스타트업의 입장에서 매우 치명적일 수 있다.

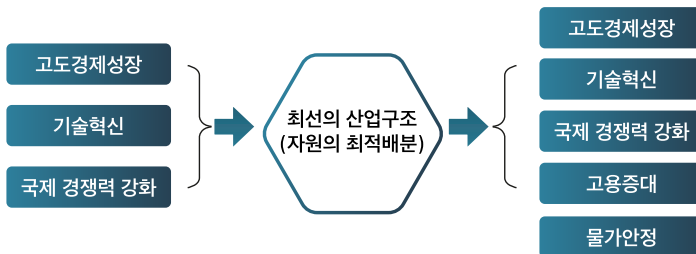


우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

4. 국내 우주 산업정책 과제와 방향성

지금까지 살펴본 국내 우주산업 현황을 바탕으로 현 시점에서 국내 우주개발 산업화에 필요한 산업정책의 방향성에 대해 논의하고자 한다. 산업정책이란 ‘최선의 경제 또는 산업구조를 유지하기 위한 일체의 공적 개입’으로 정의할 수 있으며 산업정책의 목표는 크게 다음 세 가지로 정리할 수 있다[1].



<그림 7> 산업정책의 목표[1]

국내 우주산업의 경우 아직까지 수요의 규모나 제도적인 측면에서 내수 시장이 제대로 형성되지 못한 상황이기 때문에 산업정책 중에서도 구조형성적 정책이 가장 중요한 상황이다. 산업구조 형성정책은 새로운 산업을 설립(set-up)하는 것과 관련이 있으며, 첨단기술 산업일수록 이 부분의 중요성이 매우 높다.

특히 국내 우주산업에 정상적인 수요 및 공급 구조를 형성하고 가격과 공급량이 시장에서 원활하게 균형점을 찾을 수 있도록 시장기능을 원활히 하는 관련 법제도와 시스템을 마련하는 것이 가장 최우선적인 과제라고 할 수 있을 것이다. 우주산업과 같이 주요고객이 정부인 경우에는 법제도의 정비 없이는 새로운 제품 및 서비스가 자유롭게 거래되지 못하며, 정부



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

정책에 따라 수요와 공급 중 어느 한쪽에 독과점이 발생하여 비효율적인 산업구조가 형성될 가능성이 높다는 점에 주의해야 할 것이다.

또한 국내 우주산업의 성장을 위해서는 공급의 역량 확대 못지않게 수요의 확대가 매우 중요할 것으로 예상된다. 일반적인 분야의 산업정책은 통상적으로 수요가 충분하다고 가정하기 때문에 공급 중심의 산업정책 수단들이 주로 발전되어온 경향이 있다. 정부 자금지원, 인력양성, 시험시설 및 민간 발사장 구축과 같은 정책들 또한 이러한 맥락의 정책 수단이라고 볼 수 있다.

이러한 정책들은 분명 기업의 공급 역량을 확대시키는데 긍정적인 영향을 줄 것이다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 국내 우주분야의 경우 기업의 공급 능력에 맞추어 정부 수요가 충분히 탄력적으로 반응하지 못하는 상황이 우려된다. 만일 정부의 수요가 탄력적이지 못하다면 기업의 공급 역량 확대는 시장의 공급량에 아무런 영향을 미치지 못할 것이다. 현재 국내 우주기기제작 분야의 수요는 정부 우주개발 예산에 의해 크게 좌우되는데 이러한 예산은 단기간에 확대되기 어렵다. 또한 현행 법제도하에서는 정부 우주개발 계획에 포함되지 못한 기업의 새로운 우주제품 및 서비스를 적시에 정부가 구매하는 것이 불가능하다. 과거 우주개발 예산의 대부분을 차지하고 있던 정부 R&D예산의 성격 또한 원천 우주기술 개발에는 적합할 수 있으나 제품 및 서비스 구매가 중심이 되어야 할 국내 우주산업 수요의 근원으로서는 적합하지 못한 한계가 있다.

따라서 앞으로는 국방 우주개발 예산이 국내 수요 기반 산업정책의 한 축을 담당하게 될 것으로 예상된다. 그 밖에 다른 정부부처나 지자체 등의 공공(정부)구매와 같은 수요기반 산업정책 또한 매우 중요한 의미를 갖게 될 것이다. 국방 예산과 같이 장기소요에 입각한 우주개발 예산은 국내 우주산업이 직면한 장기적인 수요의 불확실성을 상당부분 해소할 수 있을 것이다.

이러한 정부사업과는 별도로 기업이 스스로 개발한 우주제품 및 서비스를 적시에 구매하여 사용하고 이를 확대할 수 있는 제도의 도입이 필요할 것이며 다수의 기업들이 국내시장에서 생존하고 수출시장에 진입하는데 어느 정도의 내수시장 규모가 필요할 것인지에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다. 다음 <표 11>의 송위진·송지은(2012)이 정리한 Edler(2010)의 수요기반 혁신정책 수단들은 좋은 참고자료가 될 것이다.

<표 11> 수요기반 혁신정책 수단: 수요창출 수단 [5]

수단	정부 역할	작동방식
1. 공공 수요창출		
일반 구매	구매/사용	국가가 일반 구매에서 혁신을 중요한 기준으로 고려
전략적 구매 (기술 분야별로 특화)	구매/사용	국가가 특정기술의 시장 도입 및 확산을 촉진하기 위해 전략적으로 구매하는 활동
협력적 구매	구매/사용	정부는 구매자 중 하나로 활동하면서 공공 및 민간 부문의 수요를 조직화하는 활동을 수행
2. 민간 수요창출 지원		
민간 수요를 위한 직접 지원		
- 수요창출 보조	공공 자금 조달	민간 구매자의 혁신기술 구매를 직접적으로 지원
- 세제혜택	공공 자금 조달	특정 혁신기술에 대한 세제 혜택
민간 수요를 위한 간접적인 지원		
- 인지도 제고	정보제공	국가가 특정 혁신에 대한 신뢰도를 향상시키기 위해 시범사업을 수행하거나 인지도를 높이는 활동을 수행
- 자발적인 표시 또는 정보 제시	정보제공 지원	제품의 성능과 안전성에 대한 정보를 제공하는 민간 마케팅 활동 지원
- 훈련과 교육	혁신기술 사용 지원	사용자가 혁신기술의 가능성을 인지하고 활용할 수 있도록 교육·훈련을 통해 지원
- 수요 구체화	담론 형성	사회집단, 잠재적인 소비자가 시장에서 자신들의 선호를 제시하고 시장신호로 구체화 할 수 있도록 지원



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

한 가지 우려되는 점은 충분한 수요확대 정책이나 시장기능과 관련된 법제도의 정비 없이 우주분야에 공급 중심의 산업정책만을 추진할 경우 저성장산업에 과잉투자하는 결과를 가져올 가능성이 높다는 점이다. 이는 산업구조 형성정책의 중요한 리스크 중 하나이다. 첨단 기술 산업 육성과 관련하여 기술은 발전하더라도 경제적 성과는 미미한 경우가 많은데 이는 기술적 잠재력과 수익성이 서로 연결되지 못하기 때문이다. 민간을 중심으로 첨단 우주제품과 서비스가 개발된다 하더라도 이를 받아들이는 정부 수요가 탄력적이지 못하다면, 우주산업은 결코 제대로 성장하지 못할 것이다.

미국의 경우 위성영상 활용 분야에서 기업이 직접 운용하는 상업용 위성을 통해 제공하는 위성영상을 시범적으로 사용하고, 그 효과를 분석하여 정부 수요에 적합할 경우 사용량을 점점 확대하는 정책들을 시행되고 있다. 아르테미스 프로그램의 유인 착륙 시스템을 개발할 때에는 초기 기술개발 단계부터 다수의 기업들에게 예산을 투입하여 초기개발을 하도록 하고 이후 단계부터는 경쟁을 통해 최종적으로 1~2개 기업을 선정하여 납품하도록 하는 제도가 활성화되어 있다. 이처럼 산업체가 장기적인 수요에 입각하여 사업계획을 세우고, 기업이 스스로 생산한 제품과 서비스를 정부가 유연하게 구매 및 활용할 수 있는 제도적 장치와 시스템이 갖추어져야 할 것이다.



우주산업 정책

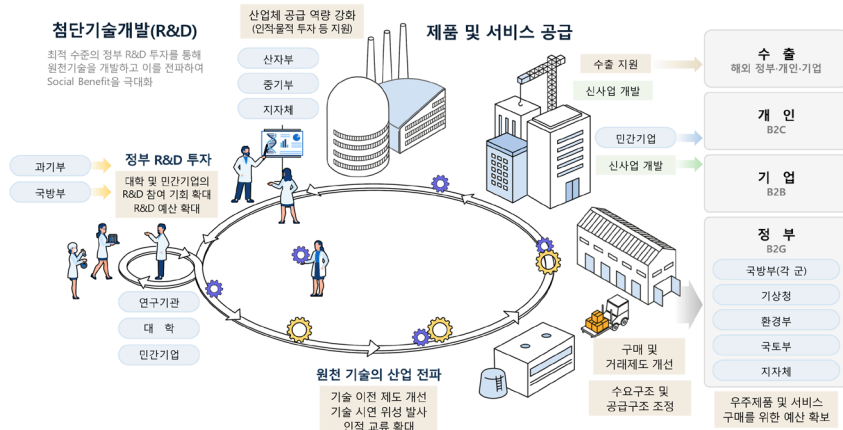
국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

만약 정부의 추가적인 예산의 확대 없이 단순히 연구개발 주체가 정부출연 연구기관에서 민간기업으로 이전되는 변화만 있다면 더욱 큰 문제다. 당장은 민간기업의 참여가 증가하는 것처럼 보이겠지만 장기적으로는 앞서 언급한 문제들로 인해 기업이 시장에서 제대로 성장하지 못할 가능성이 높다. 또한 기업의 자발적이고 적극적인 기술투자에 대한 인센티브가 부족하여 R&D과소투자 등의 시장실패가 발생할 수 있다. 특히 예산제약의 문제로 우주개발 연구기관에 투입되어야 할 예산이 크게 줄어들면서 간신히 쌓아올린 한국의 우주기술 개발 역량 자체가 크게 후퇴할 가능성도 있다.

따라서 장기적 관점에서 정부의 위성, 발사체 수요에 대한 예산 등 구체적이고 일관된 추진계획을 제시하여 수요를 개발할 필요성이 있으며, 이를 산업체와 연계하여 실현할 수 있는 정밀한 법제도와 시스템을 마련해야 한다. 또한 이제는 국가 전체 단위에서 각 부처의 역할과 시장성을 고려한 올바른 우주 산업구조 형성을 위한 정책 개발이 필요하다.

예를 들어 과기부, 국방부 등은 각각 민간과 국방 우주기술 R&D 투자를 적극적으로 확대하는 주체가 될 것이고, 이때 산업체나 대학의 연구개발 참여 기회도 함께 확대해야 할 것이다. 원천기술의 산업전파를 위해 기술이전 제도 등을 개선하고 기술위성을 정기적으로 발사해야 할 것이며 산·학·연의 기술협력을 위한 인적 교류도 보다 확대해야 할 것이다. 또한 산업체들은 이러한 기술들을 바탕으로 새로운 우주 인프라 및 서비스를 개발하고 이를 정부는 물론 개인, 기업들에게도 판매하고 수출 시장에 진입하기 위한 신사업들을 구상해야 할 것이다. 산자부, 중기부, 지자체 등은 산업체의 공급역량 강화를 위한 인적·물적 투자를 지원할 수 있을 것이며, 특히 산업체가 개발하는 우주 인프라와 서비스를 구매하고 거래할 수 있는 제도들을 함께 개선해 나가야 할 것이다.

기존에는 과기부의 R&D예산이 우주개발에서 가장 큰 역할을 담당했다면 앞으로는 우주산업의 발전과 더 나아가 우주경제의 성장을 위해 국방부, 각 군, 기상청, 환경청, 국토부, 지자체 등 실제 우주 인프라와 서비스 공급을 필요로 하는 각 수요부처들의 역할이 더욱 커질 것이다. 이들은 국내 우주산업의 핵심고객(Anchor Customer)으로서 매우 중요한 역할을 하게 될 것이다. 이러한 정부기관들이 국내 우주기업들과 작은 규모부터 시작하여 다양한 프로젝트를 구상하고 보다 혁신적인 우주 제품 및 서비스를 활용하기 위한 장기적인 계획과 예산을 확보한다면 이를 바탕으로 한국의 우주산업이 더욱 크게 성장할 수 있을 것이다.



<그림 9> 정부 R&D 투자와 국내 우주 산업구조 형성정책의 예



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

5. 결론

지금까지 산업정책론 관점에서 국내 우주개발 산업화의 의미와 현황에 대해 살펴보았다. 앞으로는 정부 우주개발 산업을 원천 우주기술 개발과 우주제품 및 서비스 공급으로 분리해서 접근해야 할 필요성이 있으며 자원의 효율적 배분을 통한 경제적 효율성 달성이라는 산업화의 장점과 첨단과학기술 개발에 대한 R&D 과소투자, 기술개발의 질 또는 방향성의 왜곡 가능성과 같은 산업화의 단점을 함께 고려해야 한다는 점을 지적하였다.

또한 우주개발 선진국들의 경우 기술적으로 성숙한 것은 물론이고 충분한 규모의 자국 위성개발 및 발사 수요를 통해 우주산업이 발전할 만한 내수시장 규모와 시장 시스템을 갖춘 반면, 한국의 경우 아직 우주산업이 하나의 산업으로 확립될 만큼 국내 위성개발 및 발사 수요가 크지 않고, 시장 시스템 또한 갖추지 못하고 있다는 점을 지적하였다. 장기적인 수요에 대한 불확실성으로 기업의 적극적인 R&D 투자가 이루어지지 못하고 있으며 기업이 독자적으로 개발한 우주제품 및 서비스를 정부 수요가 탄력적으로 받쳐줄 수 없는 제도적 환경이기 때문에 국내 우주산업 전반의 수요와 공급을 연결하는 법제도와 시스템이 필요함을 언급하였다.

이러한 상황에서 일반적인 공급지향적인 산업정책은 자칫 잘못하면 저성장산업에 과잉투자하는 결과를 낳을 수 있으며, 한정된 예산의 제약으로 인해 연구기관에 배정되었던 R&D 예산이 크게 축소된다면 산업화는 물론 한국의 우주기술 개발역량 자체가 크게 후퇴할 가능성이 있다는 점에 대해 우려하였다.



우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점

따라서 우주산업 활성화를 위해서는 국방 우주개발 사업과 같은 장기적인 수요에 입각한 충분한 규모의 위성 및 발사체 등의 내수시장 확대가 가장 중요하며, 국내 스타트업들이 개발하고 있는 새로운 우주제품 및 서비스를 지원할 수 있는 법제도의 도입과 산업체의 공급 역량 확대 지원, 원천 우주기술 개발을 위한 R&D예산의 확보가 필요하다. 특히 앞으로는 국가 전체 단위에서 각 부처의 기능과 역할에 맞는 정부의 우주개발 수요확대 정책과 인적·물적 공급역량 확대 지원, 건전한 국내 우주산업구조 형성을 위한 법제도의 정비와 같은 각 주체들의 역할과 노력이 종합적으로 필요하다는 것이 본 연구의 결론이다.

한편 본 연구에서 다룬 국내 우주개발 산업화에 대한 논의는 현재까지 주어진 조건과 배경들을 바탕으로 한 이론적이고 개념적인 설명이라는 한계가 있다. 향후 정부 정책이 시행되는 과정에서 이러한 조건들은 계속 변화할 수 있으며 국내 우주개발 산업화에 필요한 적정 정부 수요의 규모나 여러 정책들이 우주산업에 미치는 실질적인 영향에 대해서는 추가적인 실증연구가 필요할 것이다.

후 기

본 연구는 항공우주시스템공학회 2022년 추계학술대회(2022년 11월 2일)에서 발표한 내용을 보완한 연구결과이다.

참고 문헌

1. 이갑수, “글로벌 시대의 산업정책론”, 대구, 도서출판 대명, 2007.
2. 김인철, “대니 로드릭(Dani Rodrik)의 산업정책론과 한국 산업정책에 대한 시사점”, 월간 KEIT 산업경제, 11월, 2007, pp.43-54.
3. 이호석, 남기현, “방위산업의 선진화: 의미와 과제”, 국방정책연구, 제27권제4호(통권제94호), 2011, pp.7-36.
4. 정희권, “수요기반형 혁신정책(Demand-oriented innovation policy): OECD 국가의 새로운 과학기술정책 동향”, 2009.
5. 송위진, 송지은, “수요기반 혁신정책의 등장과 과제”, 과학기술정책 1991~2017, 22권 3호 (통권188호), 2012, pp.3-19.
6. 이장재, 현병환, 최영훈, “과학기술정책론-현상과 이론”, 서울, 경문사, 2011.
7. 김종범, “과학기술정책론”, 서울, 대영문화사, 1993.
8. Union of Concerned Scientists, "UCS Satellite Database", 2022.1.1, <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>
9. 한국과학기술기획평가원, “2019년도 「인공위성개발사업군」 특정평가 보고서”, 2020.
10. Euroconsult, “Government Space Programs”, 2021.
11. 과학기술정보통신부, “2021 우주산업실태조사”, 2021.
12. CNN, "Former SpaceX employees file labor-law complaint", 2022.11.18, <https://edition.cnn.com/2022/11/18/business/spacex-nlrb-employee-complaint-scn/index.html>
13. 과학기술정보통신부, “2020 우주산업실태조사”, 2020.
14. 머니투데이, “1100억 베팅한 한화, 韓 민간 인공위성 쏘겠다는 한컴”, 2021.02.26, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2021022522195114644>.
15. 한국항공우주연구원, “우주분야 민간투자 금융생태계 조사”, 2021.

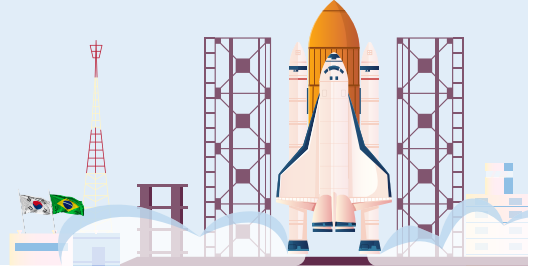


우주산업 정책

국내 우주개발 산업화의
의미와 산업정책 시사점



브라질 우주개발 현황과 한국 협력 시나리오



박원

한국산업기술평가관리원
항공우주공학 박사
우주항공PD
liftoff@keit.re.kr



초 록

브라질은 넓은 영토와 풍부한 내수를 바탕으로 국가에서 집중 육성한 항공산업 강국이지만 우주산업은 상대적으로 강국의 반열에 오르지 못했다. 주력산업이 농업과 광업 위주며 상대적으로 전자공학, 광학기술이 낙후되었고 이에 따라 인공위성 자체 개발에 한계가 있었다. 그리고 군사용으로 활용한 가능한 고체발사체 개발을 장기간 추진하면서 미국의 견제를 받아서 기술협력이 중단되었고 개발 속도가 둔화하였다. 최근 우주산업이 민간 위주로 개편되면서 세계 최고 발사장 입지 조건을 가진 브라질 위상이 재평가받고 있다. 한국 우주발사체 스타트업이 브라질에서 최초로 민간 발사체를 시험 발사할 예정이고 항공산업 협력 사례도 증가하고 있다. 양국은 우주 항공산업의 부족한 부분을 상호 보완할 수 있으므로 우주산업 협력이 증가할 것으로 예상된다.

Key Words : Brazil(브라질), Space cooperation(우주협력), Brazil Space Agency(브라질 우주국), Alcântara Launch Center(아우칸타라 우주센터)

1. 서론

한국산 전투기를 폴란드에 성공적으로 수출하면서 한국의 우주항공 기술이 전 세계적으로 주목받고 있다. 최근 국제정세 영향도 있겠지만 한국과 폴란드는 미래에 서로 적대하지 않을 것이라는 상호 신뢰가 바탕이 되었기에 가능한 것이다. 흔히 있는 반상물자 전용이나 기술 유출에 대한 논란도 없었다.

자연스럽게 떠오르는 것은 원교근공(遠交近攻)이다. 먼 나라와는 친선을 맺고 가까운 나라를 공략한다는 뜻인데, 현재는 춘추전국 시대가 아니므로 공략이 아니라 경쟁이라고 함이 옳다. 역사를 보면 근본적으로 인접국끼리는 좋은 이웃 패권을 두고 경쟁해야 한다는 것을 알 수 있다. 특히 한·중·일 같이 역사적으로 은원이 얽혀있고 현재에도 갈등이 산발적으로 발생하는 관계에서는 서로 신뢰하면서 적극적으로 협력하는 것은 어려운 일이다. 인공위성, 우주발사체 같이

군사적 활용이 가능한 부분은 협력이 더욱 어렵다. 장기간 협력대상을 찾으려면 미래에 적대할 가능성이 없는 먼 나라를 찾는 것이 변수도 적고 여러 면에서 이득일 것이다.

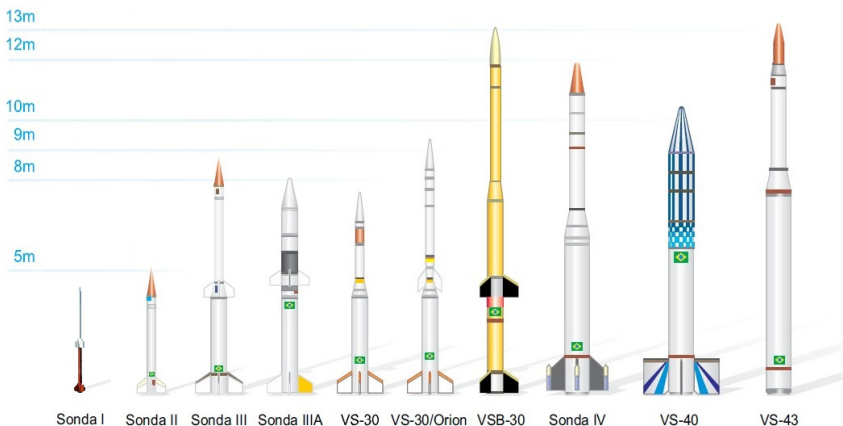
최근 한국의 한 우주 스타트업이 브라질 발사장을 활용하여 로켓을 발사하기로 하면서 한국에서 지구 대척점에 있는 브라질과 양국의 우주산업 발전을 위해서 협력할 가능성이 커지고 있다. 브라질은 1960년대부터 우주발사체 개발을 시작했으며 1993년에는 최초로 위성을 개발하여 궤도에 올렸다. 비록 2003년에 비극적인 사고로 자체 발사체 개발이 중단되었지만, 적도 근처에 발사장이 위치한 지정학적 이점과 넓은 영토에서 발생하는 위성 서비스 잠재수요를 지렛대 삼아 전세계 국가와 민간 우주기업과 협력을 확대하고 있다.

우리나라는 최근 누리호 개발 성공으로 우주기술이 한 단계 성숙하였으며 우리 우주산업이 민간 중심으로 성장하기 위해서는 해외 진출이 필요하다. 브라질이 우주 분야에서 우리나라 기업과 협력 가능성을 보기 위해서 브라질의 우주개발 역사를 살펴보고 협력 시나리오를 알아본다.

2. 브라질 우주 개발 개요

2.1 브라질 우주개발 역사

브라질의 우주개발 역사는 1965년에 사운드 로켓 Sonda를 발사하면서 시작되었다. 다음 그림에서 보듯이 Sonda는 계속 개량되었으며 Sonda IV 경우 총중량 7.2톤 203kN의 추력으로 800km까지 도달할 수 있었다. Sonda IV 로켓은 1989년에 성공적으로 발사되었다. 이후 VS-30, VSB-30, VS-40를 개발하면서 자체 기술을 축적했으며 추후 위성발사체인 VLS-1 개발로 이어 나갔다[1].



<그림 1> 브라질에서 발사한 사운드 로켓



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

1971년에는 브라질 우주활동위원회 (COBAE: Comissão Brasileira de Atividades Espaciais)가 설립되어서 민군 합동으로 우주 개발을 추진하였다. 국방일반행정부장이 우주활동위원회 의장을 맡았으며 브라질 우주임무(MECB: Missão Espacial Completa Brasileira)를 주관하였다. 브라질 우주임무는 발사장 건설, 위성 제작 그리고 우주 발사를 포함하고 있었다.

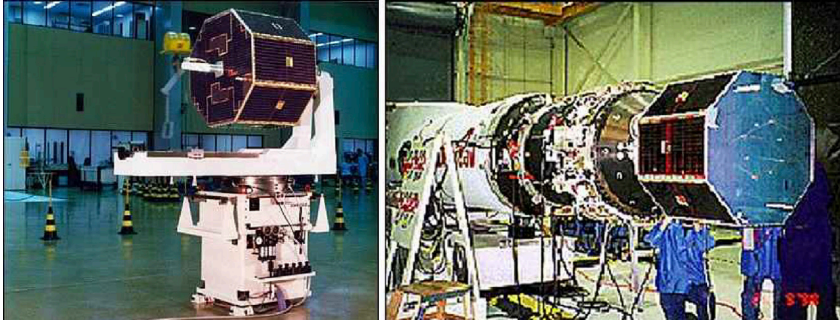
브라질 우주개발은 1994년까지 군에 의해서 주도되었으며 공군 산하 우주활동센터 (IAE: Instituto de Atividades Espaciais)에서 로켓 개발을 수행하였다. 민수분야에서 연구는 과학기술부 산하의 브라질 국립우주연구소 (INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)에서 인공위성개발과 기상학 연구 위주로 진행되었다.

군 위주의 브라질 우주개발은 대륙간 탄도미사일 같은 무기로 전용될 것이고 여기에 핵탄두 탑재도 가능할 것으로 의심한 미국의 견제를 받았으며 관련 기술교류는 매우 제한적이었다. 이러한 상황에서 브라질 독자 기술만으로 우주개발을 진행하는 데 많은 어려움이 있었다. 특히 1987년부터 미국은 브라질이 미사일기술통제체제(MTCR) 가입을 요구하면서 양국의 협력은 중단되었다. 비록 브라질은 세계적인 항공기술을 보유했지만 로켓 및 인공위성 개발에 필요한 화학공학, 재료공학, 전자공학 등 관련 기반기술이 부족하였기에 독자적으로 성장하기에는 한계가 있었다.

이러한 상황을 타개하기 위해서 브라질은 캐나다, 유럽, 러시아, 중국과 기술 교류를 확대하였으며 중국과는 결실을 맺었다. 1998년 브라질은 중국과 영상위성 공동개발 협정에 서명했으며 이러한 고해상도 영상데이터는 농업, 수자원 관리 및 환경 감시에 사용되기 위함이었다. 또한 적도 근처에 위치한 아우칸타라 발사장을 장점으로 내세워서 러시아, 우크라이나와 기술교류를 추진하기도 하였다.

브라질 우주국(AEB: Agência Espacial Brasileira)이 우주활동위원회를 대체하는 대통령 직속기관으로 탄생하면서 브라질 우주개발은 민간 위주로 개편되었다. 1994년 브라질 우주국이 설립되고 우주개발이 군에서 민간 주도로 개편되고 브라질이 미사일기술통제체제(MTCR)에 가입하면서 미국과 우주개발 협력이 본격적으로 진행되었다[1,2].

브라질에서 개발한 최초의 인공위성은 115kg 위성인 SCD-1인데 환경 관측 데이터를 수집하기 위한 위성이며 1993년에 미국 페가수스 로켓으로 성공적으로 발사되었다. 후속인 150kg급 SCD-2도 1998년에 성공적으로 발사되었다. 미국과의 협력은 지속되어서 1998년 브라질 우주국과 NASA간 협정 토대로 국제우주정거장 프로그램에 참가하였다.



<그림 2> 시험중인 SCD-1위성과 페가수스와 결합된 SCD-2 위성 (출처:INPE)



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

브라질은 우크라이나와도 협력을 추진하였다. 우크라이나 발사체 Cyclone-4의 발사 센터를 브라질의 아우칸타라 발사장에 건설하기 위해 브라질-우크라이나 합작기업인 Alcantara Cyclone Space를 설립하였다. 2010년부터 공사가 개시되었지만 2015년 브라질 정부에 의해 취소되었다[1].

한 편 사운딩 로켓개발로 축적된 기술을 활용하여 브라질은 위성탑재가 가능한 자체 우주발사체로 VLS (Veículo Lançador de Satélites)개발을 1984년부터 시작했다. VLS-1 로켓은 총중량 50톤 3단 고체 로켓이며 저궤도에 380kg까지 올릴 수 있게 설계가 되었다. VLS-1 V1은 1997년 최초시도에서 1단 엔진 문제로 실패했으며 VLS-1 V2는 1999년 시도에서 2단에 화염이 침투하는 문제로 실패하였다.

브라질 우주개발의 최대 위기는 2003년에 일어난 아우칸타라 VLS-1 V3 사고였다. VLS-1 로켓 세번째 발사시도를 2일 앞두고 런치패드에서 부스터가 점화되어서 21명이 사망하고 아우칸타라발사장이 대파되는 사고가 발생하였다. 추후 러시아와 공동으로 조사하여서 정전기로 인하여 갑작스런 점화로 인한 사고라고 결론을 내렸다. 해당 사고로 해당 프로그램은 중단되었으며 브라질 우주개발은 큰 후퇴를 하게 되었다[3].

2.2 브라질 우주개발 현황

2022년 7월 기준으로 브라질은 39번 우주발사를 하여서 세계 발수 횟수로 13위이며 한국은 43번으로 12위이다. 한국보다 먼저 우주개발에 착수하였지만, 자체 발사체 개발 실패 및 이에 따른 우주예산 감소로 인하여 발전이 정체되어 있다.



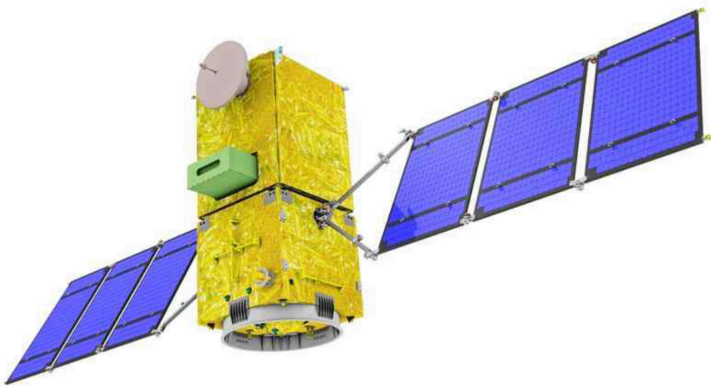
우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

<표 1> 세계 각국 우주발사 누적 횟수 (2022.7 기준)

순위	발사체	우주 발사 누적 횟수
1	미국	5,534
2	러시아	3,611
3	중국	731
4	영국	515
5	일본	300
6	프랑스	130
7	인도	127
8	독일	114
9	캐나다	82
10	룩셈부르크	53
11	이탈리아	52
12	한국	43
13	브라질	39
14	오스트레일리아	36
15	벨기에	36

자체 위성 개발 프로그램은 꾸준히 진행되었으며 브라질에서 개발한 아마조니아-1 지구 관측위성이 인도 PSLV-C51에 탑재되어서 2021년 1월 발사되었다. 아마존 산림파괴를 관측하는 것이 임무인데 해당 위성 사양은 다음과 같다.



<그림 3> 아마조니아-1 위성 형상 (출처:INPE)

<표 2> 아마조니아-1 위성 사양

항목	사양
궤도 종류	태양 동기 궤도
발사중량 (kg)	637
경사각 (°)	98.5089
근지점 (km)	748.6
주기 (분)	99.8
발사중량 (kg)	637
카메라 파장	VIS-NIR band
카메라 해상도 (m)	60



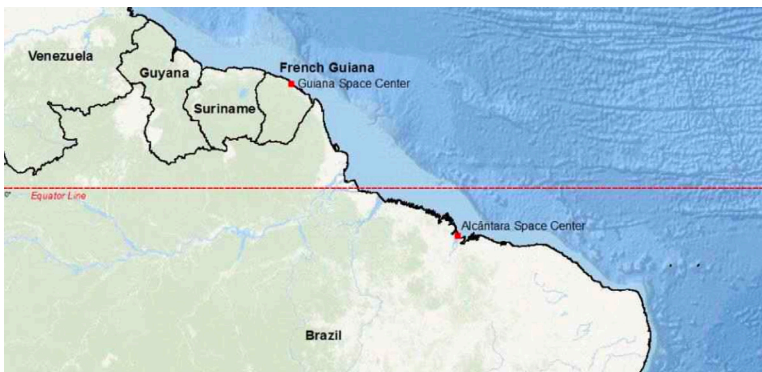
우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

이 위성은 브라질 인공위성 프로그램에 큰 이정표를 세웠다. 비록 상당수 기술과 부품이 아르헨티나와 중국에서 도입되었지만 전 개발 주기에서 브라질이 주도적인 역할을 함으로써 위성 체계 개발 기술을 습득하였다. MMP(Multi Mission Platform) 시스템을 개발하고 검증하여서 추후 개발될 다른 위성의 개발 일정을 및 비용을 절감할 수 있게 되었다. 또한 저 궤도 위성을 운영할 수 있는 지식과 역량을 보유하게 되었다.

아우칸타라 우주센터는 브라질 우주 발사 사업의 핵심 시설로 남위 2.18도에 위치한 적도에 가장 가까운 발사장이다. 참고로 아리안 로켓이 발사되는 쿠루 발사장은 북위 5도이다. 이러한 지리적 이점 때문에 미국 케네디 스페이스 센터에서 위성을 발사할 때 보다 경우에 따라서 연료를 최대 30% 절감할 수 있다.

프랑스령 기아나의 쿠루 우주센터와 유사한 환경으로 대서양에 면하고 있어서 사고 발생 시 추가적인 피해 발생이 적으며 극궤도와 경사궤도로 발사가 가능하다. 주변 인구 밀도도 매우 낮고 항공 교통도 적어서 방해 요소가 극히 적으며 허리케인 같은 기상 악조건도 발생하지 않는다. 지리적인 측면에서 세계에서 가장 이상적인 발사장이다.



<그림 4> 브라질 아우칸타라 우주센터와 프랑스령 기아나 쿠루 우주센터 위치 (출처 : Richardo Tavares)



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

아우칸타라 우주센터는 다음과 같은 시설을 보유하고 있다.

- 엔진 준비 시설 (PPP:Preparação de Propulsores)
- 탑재물 준비 시설 (PCCU:Preparação de Carga Útil)
- 액체연료 주입 시설 (PCPL:Preparação de Carregamento de Propelentes)
- 다용도 발사대
- 크기 33x10x13m, 380톤 이송가능한 조립 타워 (TMI:Torre Móvel de Integração)
- 제어실
- 2600m 길이 활주로

이러한 지리적 우수성으로 세계 여러 나라에게 발사장을 제공하고 우주기술을 이전받는 협력을 시도하였지만 대부분 실현되지 않았다. 2000년 우주기술보호협정을 체결하여서 미국 기업들이 아우칸타라 발사장을 사용할 수 있는 토대를 마련하고자 하였으나 영토 주권 침해 문제와 브라질 독자기술 개발을 저해할 것을 우려한 브라질 의회 반대로 비준받지 못하였다. 이러한 협정없이 발사장 활용이 어렵다고 판단하여서 미국과 협력계획은 취소되었다. 2003년에 우크라이나 Tsyklon-4 로켓과 이스라엘 Shavit 로켓 발사를 협의하였으나 역시 실현되지 않았다.

현재 우주 발사체 및 위성 80%가 미국 기술을 사용하는 것을 고려하면 미국과 기술보호협정 없이는 민간 우주업체를 유치하기가 어렵다는 것을 인식하였다. 결국 2019년에 브라질 자이르 보우소나루 대통령과 미국 트럼프 대통령은 2019년에 기술보호협정에 서명하였다. 이 기술보호협정의 주요 목적은 다음과 같다.

- 정부 또는 민간기업이 아우칸타라 기지를 상업적으로 사용할 수 있도록 한다.
- 미국 및 브라질 기술의 무단 접근, 복제 또는 이전을 방지하여 지적 재산을 보호한다.
- 협상을 통해 당사자 간에 최대한의 이익 수렴을 도모한다.
- 특정 절차 표준을 작성하기 위한 기본 및 참조 문서를 확립한다.

또한 브라질과 미국의 동의를 없는 한 아우칸타라 우주센터는 미사일기술통제체제(MTCR)에 협정한 나라만 사용 가능하다는 내용도 담고 있다[4,5].

결론적으로 미국은 브라질이 미국 부품이 사용된 다른 나라 로켓과 위성을 아우칸타라에서 발사하는 것을 허용한 것이고 브라질은 미국 기술이 유출되지 않도록 보호하는 것이다.

이러한 협정 체결후 여러 업체가 아우칸타라 우주센터 활용하기 위하여 제안서를 제출하였으며 다음과 같은 회사들과 파트너십을 체결하였다. 한국의 이노스페이스는 최초 협력대상이 아니었으나 미국의 Hyperion Rocket Systems가 취소하면서 사용 기회를 획득하게

되었다. 계획대로 2022년 12월에 발사하게 되면 아우칸타라 발사장에서 발사되는 최초의 민간 발사체가 된다. Virgin Orbit은 보잉 747에서 공중발사 하기 때문에 런치패드가 아닌 활주로를 활용할 예정이다.

<표 3> 아우칸타라 우주센터 활용예정 업체

국 가	업 체	현 황
한국	이노스페이스	22년 12월 발사예정
캐나다	C6 launch	23년 발사예정
미국	Hyperion Rocket Systems	협약 중단
미국	OrionAST	
미국	Virgin Orbit	공중 발사를 위한 활주로 사용

브라질 정부는 이러한 발사장 임대료 연간 1억4천만 헤알(한화 350억원) 수입을 기대하고 있으며 입주할 해외 민간업체와 협력을 통해서 자국의 우주산업 중흥을 기대하고 있다. 궁극적으로 브라질 정부는 2040년까지 연간 1백억 달러 규모로 자국 우주 시장을 성장시킬 계획을 가지고 있다.

세계에서 5번째로 큰 영토를 보유한 브라질은 내륙지방 개발을 촉진하기 위해서 인공위성 기반 통신 및 인터넷 서비스가 필요하다. 또한 주력 산업인 농업의 생산성을 높이기 위해서 기후관측, 작물 현황 모니터링, 수자원 관리를 위해서 실시간 지구관측 시스템이 필요하다. 또한 지구의 허파인 아마존의 산림파괴를 감시하기 위해서도 지구관측 시스템이 필요하다. 이러한 지구 위성관측 체계를 구축하기 위해서 초소형 군집위성을 활용한 지구관측 프로그램을 계획하고 있으며 2021년에 카타리나 군집위성 프로그램 (Programa Constelação Catarina)을 발표하였다. 여기에 활용될 초소형 위성을 개발하기 위해서 자국내 학교·연구소 그리고 외국 연구소와 공동연구를 추진하고 있다.

2.3 브라질 우주개발 체계

우주개발 초기부터 군이 주도하던 브라질 우주개발은 브라질 우주국(AEB: Agência Espacial Brasileira)이 1994년 생기면서 민간이 주도하게 되었다. 비록 두 부처로 나누어져 있었지만, 실질적으로 군이 주도하였던 우주개발을 민간 부처로 이양하면서 상업적 우주개발을 촉진하고 동시에 미국과의 갈등을 해결하기 위한 것이었다.

현재 브라질 우주국은 우주개발 국가체계 중심기관이며 브라질의 우주 정책을 총괄하고 시행하고 있는 대통령 직속 부처이며 미국의 NASA와 유사한 기능을 가진 부처이다. 브라질 우주국은 다음과 같은 업무를 수행하고 있다.



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

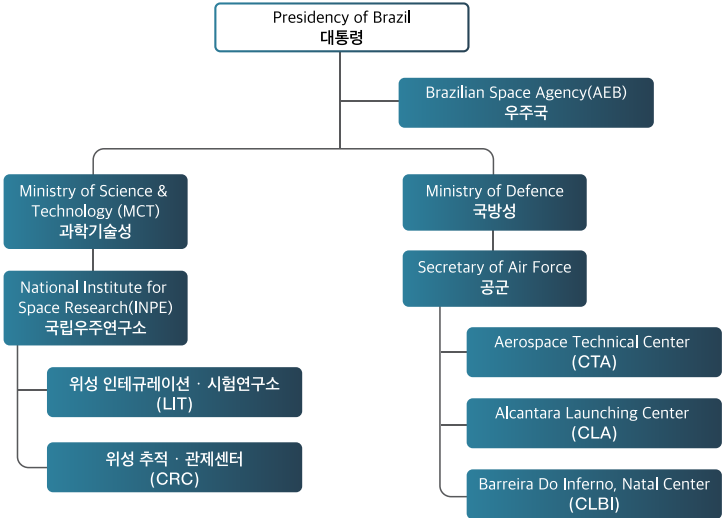


우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

- 우주개발을 위한 국가 계획 기획 및 조정
- 우주개발을 위한 국가 정책 실행 및 구현
- 국가 우주개발 프로그램 및 해당 예산 준비

우주개발 수행기관인 과학기술부 산하 국립우주연구소(INPE)와 국방부 산하 우주항공 기술센터(CTA), 아우칸타라 우주센터(CLA)를 감독하면서 동시에 재정적, 행정적 지원한다. 또한 외무부와 연계하여 국제 협력관계를 구축하는 역할도 한다[6,7].



<그림 5> 브라질 정부 우주 정책 및 개발 체제 [7]

민간업체가 주도하는 뉴스페이스시대 맞추어 브라질 우주국은 활동 범위를 넓히고 있다. 특히 지구관측 위한 카타리나 군집위성 프로그램 (Programa Constelação Catarina)을 수행하기 위하여 초소형 위성 개발에 투자를 늘리고 있으며 관련 산학 프로그램과 해외 협업을 활발하게 추진하고 있다. 초소형 위성을 발사할 수 있는 초소형 발사체 VLM-1 개발과제도 지원하고 있다. 또한 범부처 조직에 걸맞은 교육 및 인력양성 프로그램도 운영하고 있다[2].



<그림 6> 브라질 우주국과 협업 관계 (출처 [2])

3. 한국-브라질 우주개발 협력

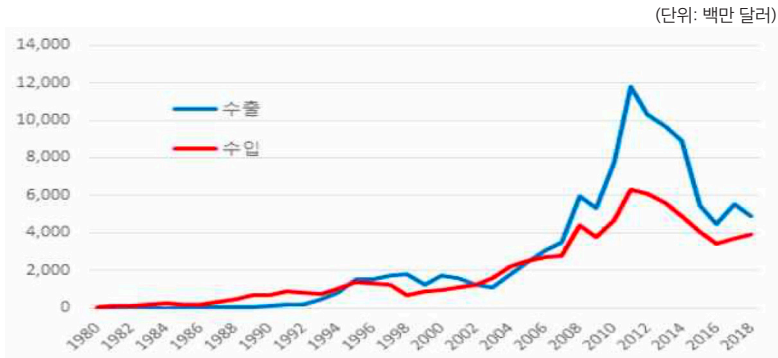


우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

3.1 한국-브라질 경제 협력 현황

2018년 기준 한국의 브라질 수출은 약 49억 달러이고, 수입은 약 39억 달러이다. 2011년에 수출이 약 118억 달러로 최고치를 찍었으나 브라질의 경기 침체와 수입자동차에 대한 세금 인상으로 지속적으로 감소하였다[8].



<그림 7> 브라질 우주국과 협업 관계 [8]

과거 주력 수출품은 자동차와 전자기기였지만 최근에는 한국기업이 현지 생산하는 반도체와 자동차 부품 같은 중간재 수출이 큰 폭으로 증가하고 있다. 참고로 삼성전자(1995년), LG전자(1995년), 현대자동차(2009년), 현대모비스(2010년) 등이 브라질 현지에 생산법인을 설립하여서 중간재 및 완제품을 생산하고 있다.

한국의 브라질에 대한 투자는 2018년까지 누적 기준 약 82억 달러이고 290개의 법인이 설립되었다. 대부분의 투자가 제조업과 광업에 집중되어 있다. 2011년 투자가 최고치를 찍었으나 역시 브라질 경제침체로 계속 감소하였다.

기술 협력 분야를 보면 1991년 한국-브라질 과학기술협력협정이 최초 체결되었으나 후속 사업이 전무하였다. 1997년 한국-브라질 21세기 위원회가 설립되어서 기술 협력을 추진하였으나 역시 성과는 미진하였다. 상당수 정부연구기관이 LOI 또는 MOU를 체결하였으나 후속 사업이 제대로 추진되지 않았다.

기업 간 산업기술 연구개발 협력은 상대적으로 활발히 진행되었다. 삼성전자는 브라질 마나우스에 TV 개발 연구개발센터를, 그리고 캄피나스에 휴대전화 개발 연구개발센터를 운영하였으며 LG전자도 현지 연구기관들과 공동 R&D를 전개하였다. 동국제강과 포스코는 브라질 광업회사인 Vale과 공동 출자하여 빼생 제철소를 건설하였다. Vale은 철광석을 공급하고 포스코는 제철소 건설 및 운영 기술을 제공하고 동국제강은 생산된 슬래브를 구매하는



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

역할을 분담하여 좋은 협력 사례가 되었다[8].

항공 분야에서도 한국과 브라질 협력은 최근 들어서 활발하게 이루어지고 있다. 한국항공 우주산업과 브라질 엠브라에르는 E-Jets E2 항공기 및 C-390 수송기 날개 구성품 계약을 2017년에 체결하였는데 계약 규모는 E2 경우 1,514억원, C-390 경우 1,275억원이다. 한국 항공기 구조물 제작업체인 아스트는 엠브라에르 E2 항공기 동체 제작 공동사업자로 참여하였다. 보잉과 에어버스라는 양대 거인 항공기 제조사 사이에서 생존하기 위하여 엠브라에르는 개발 비용과 위험을 분담할 파트너를 찾고 있었고 한국 항공업체는 단순 부품생 산업체에서 벗어나 공동개발자로 올라 설려고 했기 때문에 양자의 이해 관계가 맞아서 이루어진 것이다[9].

3.2 우주개발 협력 시나리오

비록 브라질 산업에서 농업과 광업이 높은 비율을 차지하고 있지만, 브라질은 항공 및 바이오분야에서는 세계적인 기술을 보유하고 있다. 게다가 풍부한 노동력을 바탕으로 제조업 강국이 될 수 있는 잠재력을 보유하고 있다. 현재 브라질은 국내 제조 생산 확대 노력을 기울이고 있으며 해외 투자 기업에게 여러 가지 혜택을 주고 있다. 대외경제정책연구원 보고서에는 양국 산업 생산율의 차이에 기반하여 한국이 브라질에 투자 가능 분야를 선정하였는데 운송장비 관련 제조업, 전자, 광학기기 제조업이 높은 순위를 차지하였다[8].

<표 4> 브라질에 대한 투자 가능한 제조분야 [9]

품 목	브라질 국내생산율 (A)	한국 국내생산율 (B)	B-A
기타 운송장비 제조업	0.84	1.75	0.91
컴퓨터, 전자, 광학기기 제조업	0.60	1.49	0.89
자동차, 트레일러 제조업	0.92	1.66	0.73
전기장비 제조업	0.83	1.22	0.39
화학물질 및 화학제품	0.81	1.16	0.35
코크스 및 석유정제품	0.90	1.16	0.26
기계 및 장비 제조업	0.82	1.07	0.25
의류 및 가죽제품	0.94	1.09	0.14
금속 가공제품: 기계 및 장비 제외	0.92	1.02	0.10
고무 및 플라스틱 제품	0.93	1.02	0.09
어업 및 양식어업	0.93	1.02	0.09

KOTRA 보고서에는 브라질과 우주협력 시나리오에 대해 통신·농업 등 산업용 위성기술을 공동으로 연구하거나 로켓 발사장 인프라를 한국 건설·엔지니어링 회사가 참가해 증설·현대화 하는 방안 등을 고려해볼 수 있다고 기술하고 있다. 그리고 브라질은 넓은 영토 및 자연 환경을 관리하기 위해 산업용 위성기술을 지속해서 개발할 것으로 전망되므로 우리나라 우주 스타트업이 2022년 12월 브라질에서 시험용 로켓 발사에 성공하면, 브라질 정부와 기업은 한국 우주기술을 더 높게 평가하고 높은 수준의 협력도 가능할 것이라 기술하고 있다[9].

이런 경우 한국업체가 브라질 위성개발에 참여할 수도 있다. 특히 브라질 우주국에서 의욕적으로 추진하고 있는 카타리나 군집위성 프로그램에 협력하여 한국 스페이스 이노베이션 사업에서 개발될 초소형 위성이 활용될 수도 있다. 또한 한국 스페이스 파이오니어 사업으로 개발될 국산 부품이 아마조니아 후속 위성에 활용될 수도 있으며 특히 지구 관측용 광학 부품은 가능성이 높다.

4. 결론

한국과 브라질은 우주 분야 중진국이고 후발주자로 볼 수 있다. 양국 모두 독자 우주기술 확보하기 위하여 오랫동안 노력을 해왔으나 군사 전용을 억제한다는 명분 아래 우주 선진국으로부터 지속적인 견제를 받아왔다. 중진국이 선진국으로 도약하기 위해서는 기존 선진국의 견제를 극복해야 하며 서로 협력하여서 자체 역량을 키워야 한다.

한국은 브라질이 부족한 우주산업 기반이 되는 우수한 전자, 제어, 광학, 화학 기술을 보유하고 있다. 브라질은 한국이 가지지 못한 세계 최고의 발사 환경과 그리고 풍부한 위성 서비스 잠재수요를 보유하고 있다. 또한 한국보다 오랫동안 우주개발을 수행해와서 관련 노하우도 풍부하며 무엇보다 뛰어난 항공기술 및 항공산업 인프라를 보유하고 있다. 이전 한국-브라질 협력 이력은 산업계 주도로 양쪽에서 부족한 점을 보완하고 공동의 이익을 볼 수 있을 경우 좋은 결과가 나왔음을 보여주고 있다.

민간 발사체 스타트업 주도로 양국 간 우주개발 협력은 이제 막 시작하였고 앞으로 위성 분야로 확대될 가능성이 크다.



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오



우주산업 정책

브라질 우주개발 현황과
한국 협력 시나리오

참고 문헌

1. “Brazilian space program”, https://en.wikipedia.org/wiki/Brazilian_space_program
2. AEB, “The Brazilian Space Agency, The Bridge to the future”
3. São José dos Campos, “INVESTIGATION REPORT OF THE ACCIDENT OCCURRED WITH VLS-1 V03, ON AUGUST 22, 2003, ON ALCÂNTARA, MARANHÃO”, 2004
4. U.S. Mission Brazil, “Fact Sheet: U.S.-Brazil Space Cooperation”, <https://br.usembassy.gov/fact-sheet-u-s-brazil-space-cooperation>
5. International Bar Association, “Aerospace exploration in Brazil: the Alcântara Space Center”, <https://www.ibanet.org/article/6C35F58B-8F94-488A-A5CE-464E5DFFF954>
6. 안형준, 이세준, 이민형, 박현준, 김종립, “우주강국 도약을 위한 국가우주개발체제 혁신 방안”, 과학기술정책연구원, 2021
7. “브라질의 우주개발 체제와 INPE”, 항공우주연구원
8. 김진오, 박미숙, “한·브라질 수교 60주년: 경제협력 성과와 과제”, 대외경제정책연구원, 2019
9. 주상파울루총영사관, “브라질 항공 우주 시장 진출 전략”, KOTRA자료 22-028, 2022



경남 우주산업 클러스터 조성 계획



옥주선

(재)경남테크노파크
항공우주센터
센터장
gnaero@gntp.or.kr



초 록

대한민국 정부는 제3차 우주개발진흥기본계획('18. 2.), 우주개발진흥법개정(안) 국무회의 통과('22. 5. 29.), 윤석열 대통령 120대 국정과제 등 국가 차원의 로드맵에 따라서 우주산업을 육성 중이며, 국내 위성 개발도 6G 위성통신, KPS(한국형 위성항법시스템), 초소형 군집위성 등 민간의 우주 활용 수요가 큰 분야 중심으로 개발이 확대되고 있다.

특히 과학기술정보통신부에서는 국가 우주산업을 체계적으로 육성하기 위한 우주산업 클러스터 조성계획을 마련하고 있는데 그 내용의 핵심은 경남, 전남, 대전을 위성, 발사체, 연구 및 인재개발 특화지구로 각각 지정하여, 3축 체계로 경쟁력 있는 우주산업 생태계를 조성한다는 계획이다.

경남은 이러한 정부의 정책에 발맞추어 지역이 보유한 제조 인프라의 집적화와 시험 인프라 확충을 통해 경남 우주산업 클러스터(위성특화지구)를 조성한다는 계획을 수립했으며, 주요 내용은 위성개발을 적기에 지원하고 국가 위성 산업 성장을 견인하는 위성특화 산업단지 조성, 우주 환경시험시설 확충, 위성 중심 스페이스 허브(Space Hub)를 구축 등이 있다. 경남은 이를 통해 위성개발과 제작 등 사업화에 참여하는 기업과 스타트업의 신사업 창출을 원스톱 지원할 수 있는, 경쟁력 있고 혁신적인 생태계를 구축하여 국가 우주 경제의 중심축으로 육성하고자 한다.

Key Words : Satellite Development(위성개발), Space Industry(우주산업), Space Industry Cluster(우주산업 클러스터), Specialized District(특화지구), Space Industry Ecosystem(우주산업생태계), Space Environment Test(우주환경시험), Satellite Manufacturing(위성제조), Space Hub(스페이스 허브), Space Economy(우주 경제)

1. 추진 배경

세계적으로 뉴스페이스 시대를 맞아, 정부 · 민간 위성 수요에 대응하는 위성의 제작 · 조립과 우주 환경시험 역량 강화 및 산업생태계 고도화가 절실한 시점이다. 이에 윤석열 정부는 「우주강국

도약 및 대한민국 우주시대 개막」을 국정과제(79, 과기정통부)에 담아 우주산업 육성에 대한 속도감 있는 실천 의지를 천명하고 있다. 이에 발맞춰 과기정통부에서는 「우주산업 클러스터 조성 계획」을 수립하고 있으며 그 이유를 정책적, 산업적, 지역적 총 3가지 측면에서 분석하면 다음과 같다.

먼저 정책적 측면에서 보면, 지난 6월 21일 누리호 2차 발사 성공 후와 7월 6일 항공우주연구원 방문에서 “세계적인 우주강국으로 발전할 수 있도록 정부도 항공우주청을 설치해 과감하게 투자하고 체계적으로 지원하겠다.”는 뜻을 표명한 윤석열 대통령의 의지에 따라, 과기정통부통신부는 ‘우주항공청설립추진단의 설치 및 운영에 관한 규정’(안)을 지난 10월 28일 대통령 훈령으로 입법·행정 예고하고 우선적으로 설립추진단 운영 예산 25억 9000만 원을 국회에 요청하였다. 우주항공청 설립추진단 설치·운영안은 현재 관계부처 의견조회 중으로, 법제처 심사, 대통령 재가 등을 거쳐 발령될 예정이다.

훈령안에 따르면, 설립추진단의 주요 업무는 △우주항공청 설립을 위한 임무 설정 및 업무이행 방안 법제화 등 국가 우주항공 거버넌스(조직 체계) 개편방안 마련 △우주항공청 운영을 위한 조직·인사제도 설계와 청사시설 등 제반 사항 마련 △우주항공청이 이관받을 업무에 대한 부처 협의 및 신규 추진 필요업무 발굴 △우주항공청 설치와 직원의 선발 등 설립 준비와 관련한 전반적인 사항을 준비 등이다. 설립추진단장은 과기부 일반직공무원으로 지명하고, 단원은 공무원, 관계 행정기관, 관련 기관·단체에서 파견된 자로 구성할 수 있도록 하고 있으며, 경상남도 또한 윤석열 정부 120대 국정과제와 우주개발진흥법 개정안에 반영된 「항공우주청 경남 사천 설치」와 「우주산업 클러스터 조성」을 민선 8기 도정 핵심과제로 반영하여 정부와 지방이 시너지를 창출하기 위한 전략적 지원책 마련에 적극적으로 나서고있다.

산업적 측면으로는 국가 우주계획과 민간 주도 New Space 확대에 대비한 기본적인 시험시설 확충이 시급하며, 공공분야에서만 2030년까지 위성 100기 이상 개발, 40여회 발사가 예정되어 있어서 우주 분야 제작 및 시험인증 수요가 6~7배 증가할 것으로 예상된다는 점이다. 과기부는 2030년까지 한국형발사체 개량모델 개발을 민간에 이양할 예정이며, 민간 참여를 통해 약 40여 기의 위성 발사가 계획되어 있다. 특히 「한·미 미사일 지침 개정(’20.7월)」을 계기로 고체연료 엔진을 활용한 발사체 개발이 가속화되어, 산업계의 역할이 부분품 단위 참여에서 체계개발을 주도하는 방향으로 전환되기를 기대되고 있다.

지역적 측면으로는 주로 대전 지역에서 항공우주연구원을 중심으로 위성·발사체 연구가 진행되었던 관습을 깨고 사천, 진주, 창원을 중심으로 한 경남권에서 자생적인 항공우주 제조생태계를 구축한다는 것이다. 경남권은 항공우주 소재·부품·장비 관련 기업과 제품 총조립기업, 시험시설, 연구·지원기관, 대학 등이 있기에 우주산업 클러스터 조성의 최적지로 평가받고 있다.



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획

곽형렬

(재)경남테크노파크
항공우주센터
항공우주산업팀
전임연구원
gwakcy@gntp.or.kr



해외 사례를 보면, 프랑스의 경우 지방도시 툴루즈(에어로스페이스 밸리)를 우주항공시스템 분야 거점도시로 지정하여, 산업 재구조화와 기업유치, 지역혁신정책 추진으로 글로벌 대표 우주산업 클러스터로 육성하였으며, 영국 하웰 우주클러스터는 공공기관 및 민간기업 집적, 세계적 수준의 위성시험 시설 구축을 통해 우주산업 매출 증가와 일자리 창출을 선도하고 있다.

경남 또한 해외 우수 우주클러스터 사례와 같이 그간 항공우주산업을 지역 주력산업으로 선정하고 있으며, 진주 강소연구개발특구와 국가혁신클러스터 대표산업을 항공우주 소재·부품으로 지정하고 경상국립대 미래우주교육센터, 경남테크노파크 항공우주센터와 함께 우주산업 기반을 꾸준히 조성하고 있다.

2. 경남 우주산업 현황

2.1 경남 우주산업 현황

경남의 우주 분야 국내 점유율은 매출 기준 '17년 34.7%, '18년 37.8%, '19년 41.7%, '20년 43.3% 규모로 매년 증가하고 있다. 또한 우주 관련 대표기업과 대학, 연구소, 시험기관 등 유관 기관들이 이미 자생적 생태계를 형성하여 국내 우주산업의 큰 축을 담당하고 있다. 특히, 국내 위성 최종조립 기업인 한국항공우주산업(KAI)과 발사체계 기업인 한화에어로스페이스를 비롯한 우주 관련 소재·부품·장비 등 43개 대표기업의 53개 사업장이 거래 네트워크를 형성하고 있으며, 사천, 창원을 중심으로 개발, 제조, 시험 부문에 강점을 보인다.

<표 1> 경남의 우주산업 제조분야 점유율(자료. 항공우주산업통계 2021)

구 분		2017	2018	2019	2020
우주 산업	경남	595.3(34.7%)	767.7(37.8%)	1,467.1(41.7%)	1,764.7(43.3%)
	전국	1,712.5	2,030.0	3,515.9	4,068.8

경남의 우주산업 및 연구개발 입지를 보면, 진주, 사천 지역에 조성 중인 항공국가산단과 창원국가산단을 포함한 국가산단 9개, 일반산단 114개, 첨단 산단 1개 등 총 124개의 산업단지를 보유하고 있으며, 이 산업단지들을 통해 우주산업과의 전후방 연계, 사업다각화, 업종전환 등이 용이한 산업기반을 확보하고 있다. 또한 경남진주강소연구개발 특구를 통한 연구개발 입지 역시 보유하고 있다.



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터 조성 계획



<그림 1> 경남 주요 우주기업 분포 현황(경남 자료)

그리고 경남의 위성 및 발사체 제작역량은 다른 지역 대비 월등한 수준으로 평가받고 있다. 체계 총조립 기업인 KAI와 한국화이바가 국내 발사체 제작 시장의 90%를 차지하고 있으며 한화에어로스페이스(엔진)까지 포함하면 99% 정도의 시장 점유율이 예상된다.



<그림 2> 경남의 우주산업 경쟁력 평가(국내 우주 분야 전문가 자체 설문조사, 2021)

또한 경남 위성 제작시험 인프라로는 우주 관련 핵심 시험 시설과 장비 보유한 한국산업기술시험원(우주부품시험센터)과 한국항공우주산업(KAI), 한화에어로스페이스 등이 있다.

한국산업기술시험원은 국내 유일 공공 종합시험인증기관이며, 원내 우주부품시험센터는 NASA와 ESA의 우주 환경시험규격을 충족하는 첨단 장비를 개발 및 도입하여 국내 최초 우주 분야 전문시험평가시설을 구축하였다.



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획

박성민

(재)경남테크노파크
항공우주센터
미래비행체팀
연구원
smpark@gntp.or.kr



한국항공우주산업(KAI)은 국내 발사체 핵심부품인 대형 추진제 탱크 제작과 단조립을 위한 발사체 제작 전용 공장을 구축하고 있으며, 설계, 제작, 조립, 시험의 On-Site, One-Stop 개발이 가능한 국내 최대규모의 조립장과 최첨단 우주환경시험 설비를 보유한 우주센터 구축 및 운영하고 있다. KAI 우주센터는 R&D동, 위성체 조립동·위성체 시험동 등 위성개발·생산·조립·시험을 한 곳에서 수행할 수 있는 최대 시설 규모로 R&D 인력 2,100여 명과의 협업이 가능하다. 이와 연계하여 KAI는 발사체 조립공장을 경남 사천시 관내 중포산업단지에 별도 운용하고 있다.

한화에어로스페이스는 우주발사체 엔진, 밸브·터보 펌프, 구동계, 공급계 등 핵심 구성부품 개발과 성능시험이 가능한 시설을 보유한 국내 추진제 제작 명실상부한 중심 기업이다.



<그림 3> 경남 연구·시험평가·지원기관 현황

경남 내 지원기관으로는 한국재료연구원, 한국전기연구원 등 2개의 대표 국책 연구기관과 한국산업기술시험원, 한국세라믹기술원, 다수의 국방과학연구소 시험장 등 기계, 전자, 방산, 제조 관련 지원기관이 다수 포진하여 핵심기술개발과 연구, 시험, 산업확산을 지원하고 있으며 중소벤처기업진흥공단 등 경남 혁신도시 소재 혁신기관들과 함께 경남테크노파크가 핵심 인프라를 기반으로 항공우주 전문 기술개발과 기업지원, 사업화 지원을 선도하고 있다.

경상남도 내 대학들은 항공우주 전문인력의 공급을 담당하고 있다. 경상국립대학교는 우주 관련 5개 학부·대학원 과정을 운영하고 있으며, 그 외에도 창원대, 인제대, 경남대 등 종합대학과 경남도립대학, 한국폴리텍대학 항공캠퍼스 등 전문대학들은 항공우주 전문학과를 개설하여 지역 산업계에 인력을 육성 및 공급하고 있다.

2.2 경남의 지리적 위치

경남은 우주산업의 근간이 되는 제조업체(Up-Stream)들이 밀집해 있어, ‘지원’ 시설 입지의 최적지이다. 경남 내 KAI 우주센터는 체계 총조립부터 시험까지 한 장소에서 수행 가능하며, 반경 5km 내 6개 산업단지 227개 업체(22.1. 공장등록업체 기준)가 가동 중으로, 제조산업(Up-Stream)을 기반으로 서비스·활용(Down-Stream)산업까지 연결, 확장이 가능한 입지를 갖추고 있다.

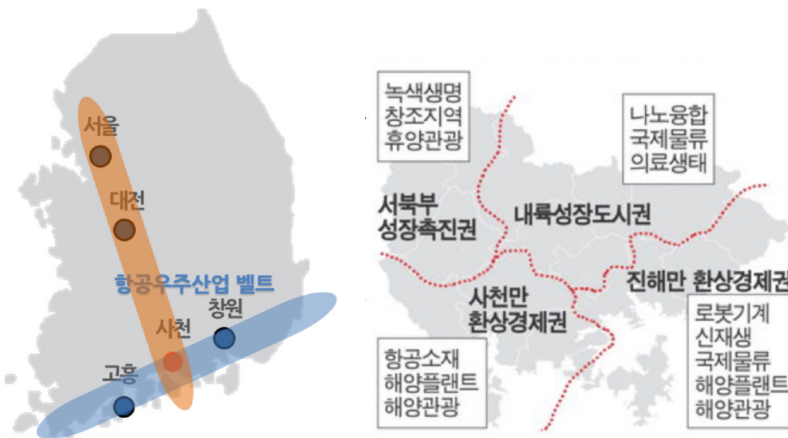
또한 지리적으로 진주·사천은 부산·창원·고흥을 잇는 남해안 가로축의 중심인 동시에 대전·경기·수도권을 잇는 세로축의 중심위치로 우리나라 우주산업 벨트를 연결하는 지역이다. 경남은 대한민국 제5차 국토종합계획, ‘사천만 환상도시권’의 중심지이며, 환태평양 전략산업 벨트 및 ‘초광역 산업 클러스터’ 구축에 해당하는 지역이다.

사천만 환상도시권 계획은 항공우주, 소재, 해양관광 및 광역 연계를 통한 사천 항공산업단지의 외연적 확산과 소재산업단지의 신규 개발을 연계하여 항공우주산업과 소재산업의 복합 신성장 거점 육성하는 계획으로 진주시, 사천시, 하동군, 남해군이 여기에 포함되기도 한다.



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터 조성 계획



<그림 4> 경남의 지리적, 산업적 위치



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획

3. 경남 대표 우주기업

3.1 한국항공우주산업(주)



<그림 5> 한국항공우주산업 역량(자료: KAI 제공)

한국항공우주산업(KAI)은 다목적실용위성, 정지궤도복합위성을 비롯하여 차세대중형위성, 한국형 발사체 총조립 등 우리나라를 대표하는 항공우주 체계종합기업으로, 차세대중형위성 개발사업의 성공적 완료를 위해 위성의 설계부터 시험까지 일괄 수행이 가능한 우주센터를 독자 구축(‘20.09)하여 운영하고 있다.

그리고 한국항공우주산업(KAI)의 개발역량은 다수의 국책 연구과제 성과를 통해 증명된 바 있으며 점차 발전하고 있다. 구체적으로, KAI는 차세대중형위성, 군 정찰, 다목적, 정지궤도위성 등 위성체 개발 기술 보유하고 있으며 누리호 체계 총조립 및 1단 추진제 탱크 제작 경험이 있다.

또한 1994년 다목적실용위성 1호를 시작으로 실용위성급 핵심제품의 국산화 개발을 담당하였으며, 다목적 3A호(’06) 본체 개발을 주관하였고, 차세대중형위성 2호(’18) 개발 총괄주관을 담당하는 등 국가 우주사업 전반에 주도적으로 참여하여 우주개발 역량 확보에 힘쓰고 있다.

특히 최근 누리호 1차(’21.10) 발사를 통해 KAI 1단 추진제 탱크, 체계 총조립 공정에 대한 검증을 완료하였으며, 이를 통해 누리호 2차(’22.06) 발사 성공에도 크게 이바지하였다.

3.2 한화에어로스페이스

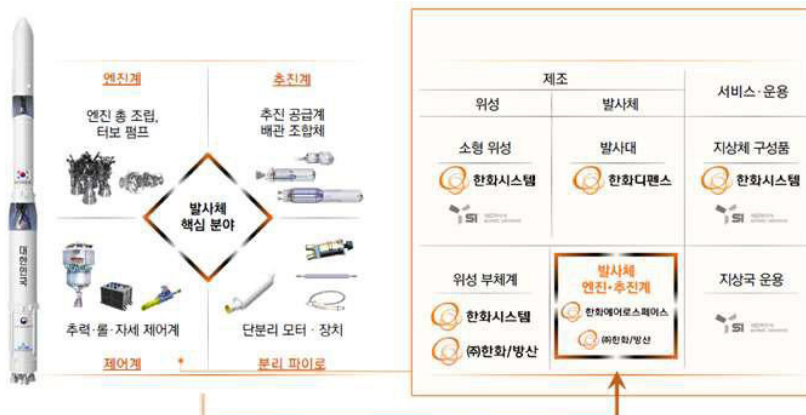
한화에어로스페이스는 우주발사체 핵심 구성부품 개발과 성능시험 시설을 보유한 추진체 제작 중심 기업이며, 개발역량으로는 엔진계(엔진 총 조립, 터보 펌프), 추진계(추진 공급계 배관 조합체), 제어계(추력·롤·자세 제어계), 분리 파이로(단분리 모터·장치) 등 제작역량을 보유하고 있다.

또한 아리랑 2호('06)와 나로호('09) 개발 참여 경험을 바탕으로 '18년도 한국형 발사체(75톤) 시험발사에 성공하였으며, 우주발사체 엔진, 터보 펌프 등 핵심 구성부품 및 시험시설 제공과 전투기, 헬기, 무인기, 유도탄의 엔진 및 구성품 개발과 생산 역량을 보유하고 있다.



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획



<그림 6> 한화에어로스페이스 역량(자료, 한화에어로스페이스 제공)

4. 경남 우주산업 클러스터 조성 계획

4.1 위성특화지구 조성 전략

위성특화지구는 “우주개발진흥법 제22조(우주산업 클러스터의 지정 등) 개정”과 윤석열 정부의 “120대 국정과제 이행율” 발판 삼아 과기정통부에서 추진 중인 우주산업 클러스터 조성 사업과 연계하여 진행 중인 사업으로, 위성개발·제작·조립 기업을 집적하고 우주환경시험 인프라 확충을 통해 시험평가 역량을 강화하여 기존 R&D 중심 우주개발에서 민간 중심의 상업화가 가능한 생태계로 전환하기 위해서 우주산업 생태계를 고도화하는 사업이다.



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획



<그림 7> 경남 우주산업 클러스터 위성특화지구 조성 위치

경남은 제조, 시험평가 부문에 특화된 지역으로 총조립 업체인 한국항공우주산업(KAI)과 한 화에어로스페이스 등 앵커기업과 이와 연계된 제조기업, 그리고 한국산업기술시험원(우주부 품시험인증센터)이 그 중심에 있다.

앵커기업들은 우주제조업 밸류체인의 중간에 위치하여 부품·소재기업의 거래 네트워크를 형성하고 있으며, 소재 개발에서 부분품 제작까지 우주산업 밸류체인의 완결성이 높으므로 경남에 있는 기업뿐만 아니라 다른 지역 기업과의 협력 또한 활발한 것이 특징이다.

경남 위성특화지구 조성사업은 위성개발에 필요한 우주기업과 핵심 인프라 집적화에 필요한 ① 위성 특화단지 조성, 핵심 인프라인 ② 우주환경 시험시설 확충, ③ 종합지원센터 역할의 스페이스 허브 구축(위성 중심)을 통한 글로벌 경쟁력 확보 세 가지가 핵심 내용이다. 그리고 경상남도는 국가 우주산업 클러스터 조성계획에 그 내용을 담기 위하여 우주산업 클러스터(위성특화지구) 조성 기본계획을 수립하고 있다.



<그림 8> 경남 위성특화지구 조성 전략(안)

4.2 위성특화 산업단지 조성

경상남도는 진주·사천 지역에 「항공국가산업단지(진주지구, 사천지구) 사업」 추진지역으로 제반 법적 행정절차가 완료된 상태이므로 위성특화지구 지정 시 「항공우주국가산업단지」로 산업단지 관리계획 변경을 통해 신속한 부지확보가 가능한 상황이다.

현재 조성 중인 「항공우주국가산업단지」 내 진주지구는 진주시 정촌면 일원에 834,870㎡ 규모로 조성 중으로, 약 60% 정도 공정이 진척되었다. 그리고 사천지구는 사천시 용현면 통양리 내에 820,040㎡ 규모로, 약 45% 정도 조성되었다. 경상남도는 해당 단지들을 '24년까지 준공하고 위성특화지구 지정을 통해 국내 최대 우주산업 단지로 도약할 수 있도록 전략적인 육성계획을 수립하고 있다(표 2. 참조).



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터 조성 계획

<표 2> 경남항공우주산업단지 조성개요(진주·사천 지구)

구 분	진주지구	사천지구	계(비고)
면적(㎡)	834,870	820,040	1,654,910 (국가산단)
위치	경남 진주시 정촌면	경남 사천시 용현면	지자체 주도 공영개발방식
사업기간	'11~'24	'17~'24	시행자 LH
공정률(%)	60	45	'23년 단계적 분양
특화분야	시험인증 핵심축	개발·제조 핵심축	스타트업 육성
조감도			
항공사진			



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터 조성 계획

4.3 우주환경시험시설 확충

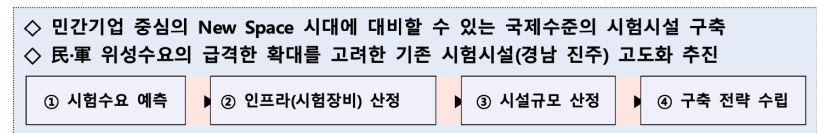
우주산업 육성 추진전략에 따르면 정부는 향후 10년간 100기 이상의 공공목적 위성을 발사 예정이다. 그중 국방 분야는 '27년부터 300kg급 이하 규모의 초소형 위성을 연간 약 47기 제작·발사할 것으로 예상되며, 민간에서도 위성 서비스 다양화 등 관련 산업 성장에 따라 위성 발사 수요 또한 증가할 것으로 예측된다.

이러한 민·군 위성 수요의 급격한 확대 및 다가올 민간기업 중심의 New Space 시대에 대비할 수 있도록 국제 수준의 시험시설 확보는 필수불가결 할 것으로 보이며, 이를 위한 경상남도 내 기존 전담 시험시설의 확충 및 고도화가 시급한 상황이다.

우주환경시험시설 구축은 '제4차 우주개발진흥계획' 등 국가 우주개발 계획과 발사계획을 고려한 위성시험 수요를 예측하고 이를 기반으로 필요한 시험 인프라를 확충하는 전략을 세워, 향후 급격히 증가하는 정부 및 민간 위성 개발 소요에 대응하기 위해 민간기업이 활용 가능한 위성시험 시설을 추가로 확충하는 것을 목적으로 추진될 예정이다.

이렇게 구축된 우주환경시험시설은 국제 위성시험 규격을 기반으로 정부 및 민간 우주사업 기술검증 지원을 위한 우주환경 시험평가를 수행하고, 해외의존도가 높은 소자급·유닛급 시험에 대한 우주부품 시험기술의 국산화 개발과 시험기술 고도화 지원, 기업 경쟁력 강화와 해외 수출에 필요한 국제 품질 수준의 우주환경 종합 서비스 등을 제공할 것이다.

이와 더불어 우주산업 활성화를 위한 시험인증, 연구개발, 기업지원, 인력양성, 지역 동반성장과 우주분야 산업체 인력양성과 초·중·고·대학생 대상의 미래 인재 육성 지원도 병행해야 할 것이다.



<그림 9> 우주환경시험시설 구축 전략

우주환경시험시설 확충은 발사환경, 궤도환경, 전자파 등 우주환경 시험시설과 이를 수용할 수 있는 클린룸 등을 중점으로 관련 장비를 구축하여 진행될 예정이다.

각 시설들의 세부적인 장비는 아래 표 3.과 같다. 해당 우주환경시험시설은 경남항공우주국가산단 진주 지구 내에 조성할 계획이다.

<표 3> 종합지원센터(스페이스 허브) 구축 계획

항목	시설/장비
궤도환경시험시설	열진공챔버, 열주기챔버, 베이크아웃챔버 등
발사환경시험시설	수직가진기, 수평가진기, 음향챔버, 질량측정장치 등
전자파환경시험시설	전자파챔버, 근접전계시험시설 등
조립실	다수의 위성을 조립할 수 있는 청정 조립실



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획

4.4 종합지원센터(스페이스 허브) 구축

위성 특화지구의 인프라 집적화와 연계하여 New space 시대 민간 주도의 우주개발 체계 전환을 위해, 우주기업의 혁신성장과 신시장 진출을 전담 지원할 수 있는 인프라 및 지원 체계인 종합지원센터(스페이스 허브)의 구축이 요구된다. 이를 통해 기업을 집적화하고, 현장애로 해결과 위성 스타트업 육성에 필요한 One-stop 통합 지원 체계 구축, 산·학·연 집적 및 오픈이노베이션을 통한 시너지 창출 등 연구·제조가 선순환하는 환경을 조성하는 것이 허브센터 구축의 목적이다.

경남의 종합지원센터(스페이스 허브)는 우주 부품·소재 및 위성개발 관련 시험인증, 사업화 지원, 인력 교육 등 위성 기업을 원스톱 지원하는 통합 지원센터로, 플랫폼을 통해 위성 및 위성부품 제작 공간 및 장비 대여, 기술지원 서비스를 제공하고, 우주(위성) 기업 마케팅 및 판로 지원, 사업화 컨설팅 지원 등을 통한 기업지원, 우주 스타트업 발굴을 통한 창업지원, 우주산업·네트워킹 등 교류 협력, 재직자 교육훈련 프로그램 운영을 통한 인력양성 등을 추진할 계획이다.

또한 종합지원센터(스페이스 허브)는 우주 제품/기술 실증을 위한 시스템화 설계 및 공정 설계 업무 및 기술 사업화·보급 활성화를 위한 지원 사무실, 수요-공급 기업이 단기간 작업할 수 있는 공용 공간 등으로 구성되며, 첨단 제조 설비(공용시설장비)와 연구 공간, 혁신기관 및 스타트업 입주공간, 사무공간 및 네트워킹을 위한 다목적 공간 등 위성 분야 산·학·연·관 오픈-이노베이션 허브로서의 역할 수행이 가능하도록 항공우주국가산단 사천 지구에 공간과 기능을 확보할 예정이다.

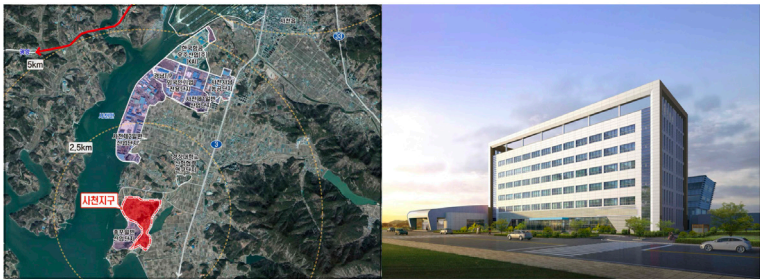


우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터 조성 계획

<표 4> 종합지원센터(스페이스 허브) 구축 계획

구분	기능
시험인증	우주환경시험 전문 인력을 확보하여 기업 등에서 요구하는 안정적인 시험인증 지원 등
기업(사업화)지원	기업 입주실 및 회의실, 기업의 장기 시험 인력의 거주 공간 확보, 기업 창업 공간 및 비즈니스 룸 등 확보
연구지원	기업의 공동 R&D 지원 인력 및 시설 장비 등 구축
인력양성 지원	지역 대학 등과 연계하여 거점 특화 전문 인력 양성



<그림 10> 종합지원센터 사업위치(사천지구)

더 정밀하고 효율적인 위성특화지구 종합지원센터 구축을 위해 호주의 South Austrian Space Park, UK Space Park Leicester, Canadian Space Agency Complex 등 선진 사례를 참고할 계획 이다.



<그림 11> Canadian Space Agency Complex

4.5 경남 우주산업 클러스터 비전 및 목표

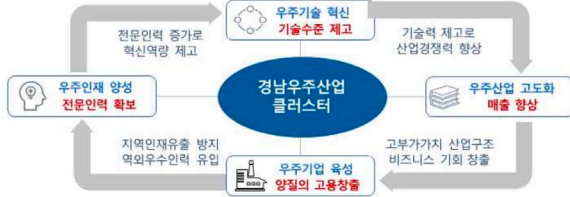
경남 우주산업 클러스터 조성 비전은 국가 우주산업 비전인 ‘2030년대 세계 7대 우주강국’ 실현을 위해 경남이 중추적인 역할을 하는 것이며 ‘기술과 기업이 선순환하는 자생적 우주산업 생태계를 고도화’를 목표로 다른 지역과의 협력하는 열린 정책 실천을 통해 국가 우주산업 경쟁력 강화에 이바지하고자 한다.

비전

2030년 세계7대 우주강국의 중심, 경남

목표

기술-기업이 선순환하는 자생적 우주산업 생태계 고도화



<그림 12> 경남 우주산업 클러스터 비전 및 목표



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획



우주산업 정책

경남 우주산업 클러스터
조성 계획

참고 문헌

1. 경상남도, “우주산업 클러스터 구축사업 위성특화지구 추진 계획서(안)”, 2022
2. 경상남도, “경남 우주산업 클러스터 조성계획(안)”, 2022
3. 과학기술정보통신부, 우주산업 클러스터 추진계획 수정(안), 2022
4. 과학기술정보통신부, 우주개발진흥법개정안, 2021
5. 대한민국 정책브리핑, 윤석열 정부 120대 국정과제, 2022
6. 뉴스사천, ‘우주항공청 설립 추진단’ 설치 움직임에 지역사회 ‘반색’,
<http://www.news4000.com>, 2022.11.8.
7. 한국항공우주산업진흥협회, 항공우주산업통계, 2021
8. 한국산업기술시험원, 우주환경시험시설구축계획, 2022

대한민국이 우주경제 강국으로 도약하기 위해서는 대전의 우수한 우주산업 인프라와 지자체의 적극적인 관심과 지원이 필요할 것이다.

대전광역시시는 이러한 정부의 우주산업 육성 정책 방향에 발 맞추어 우주산업의 뉴패러다임 대응과 글로벌 경쟁력 제고 및 新미래전략 산업으로의 전략적 육성을 위해 체계적인 민관협력 기반의 발전전략 수립을 추진하고 있으며, 최근 대전광역시 우주산업 육성계획 수립을 완료하였다.

2. 국내외 우주 정책 현황

2.1. 해외 우주 정책 현황

G5국(미국, 프랑스, 영국, 독일, 일본)과 중국, 러시아 등 세계 주요국은 우주 공간에서의 우위 확보를 위한 경쟁(Space Race)중이다. 미국은 아르테미스 계획을 수립하여 우주군 구축, 공공민간파트너십, 산업화 지원정책 등을 통한 미국 우선의 우주전략을 추진에 있다. 바이든 정부의 '우주분야 우선순위 프레임워크(2021년)'에 따르면, 미국은 우주를 적극 활용하여 각종 사회문제를 해결하고, 국제 동맹을 강화하고자 한다. 특히 국제 유인 달탐사 프로그램 '아르테미스'를 통해 국제협력 강화를 추진¹⁾하고 있다. 2020년 10월 출범한 국제 우주 협력 프로젝트인 아르테미스는 달에 인류 주거지를 새로 건설하고, 화성 등 심우주 탐사의 발판을 마련하는 것을 목표로, 달에 각종 상업 물자와 연구 장비를 무인 우주선으로 수차례 보낼 계획을 세웠으며, 시에라스페이스 등 관련 기업을 지원하고 있다.

<아르테미스 프로그램 주요 계획>



자료: 동아사이언스, 미 주도 유인 달탐사 '아르테미스' 참여 굳힌 한국...¹⁾신 우주질서 한복판으로, 2021.05.31. 자료 재구성

1. 미국, 영국, 이탈리아, 캐나다, 호주, 일본 등 8개국이 창설하였고, 한국은 2021년 6월 10번째로 가입함



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터 육성 방안



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

2. STEPI, 우주안보 개념의
확장과 국방우주 중요성
증대 시대의 우리의 대응
자세, 2022

3. 달표면 또는 달궤도와 관
련해 탐사, 달 활용, 달에
서의 관측, 기초실험, 기
술검증, 무인운영, 우주인
거주 가능성 확인 등 다학
문적이며 다목적적인 연
구가 이루어질 복합실험
연구시설

프랑스는 유럽 중 가장 빨리 우주프로그램에 착수한 나라로, 민간 중심의 우주 프로그램을 선도하며 유럽의 우주산업 성장을 주도하고 있으며, 파리에 위치한 유럽우주국(ESA)을 통해 유럽 우주산업의 성장을 주도하고 있다. ESA는 민간 우주기업 양성을 위한 비즈니스 인큐베이션센터(BIC)를 유럽 도시 60여 곳에 구축하고, 이를 통해 700개가 넘는 스타트업이 설립되었다. 프랑스 우주산업은 유럽에서 가장 많은 우주자금과 지속적인 정치 공약 등의 든든한 지원 아래 유럽에서 지도자적 위치로 발전해 왔다. 최근 발표된 EU 우주개발계획(2021-2027)에 따르면 민간부문의 참여확대와 우주산업육성, 유럽의 자주적 우주개발 및 활용, 안보측면 등을 강조하고 있다.

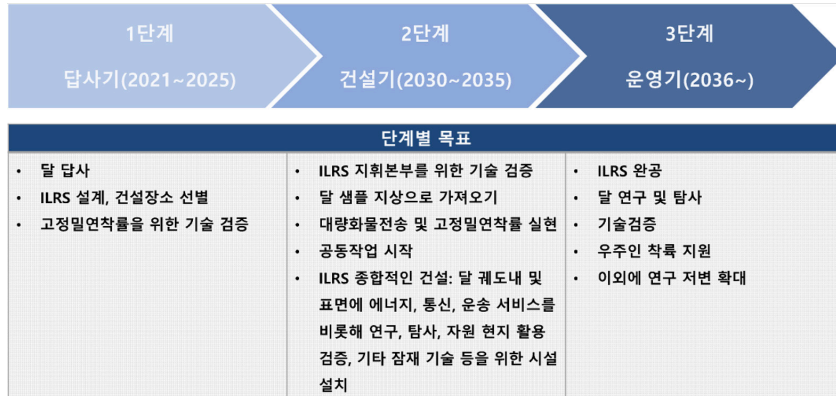
영국은 2021년 9월, 우주산업 육성과 국방, 연구개발, 제도, 국제협력 등 우주개발 관련 분야를 모두 아우르는 영국의 첫 번째 우주종합정책을 발표, 독자적 신기술 위성 개발과 유럽지역 최초의 로켓 발사장 건설 등을 추진하고 있다. 2030년까지 우주분야 세계 선도국가로 만드는 것이 정책 목표로, 활발한 투자유치를 통해 초거대 블랙홀 병합 현상에 대한 연구나 NASA-ESA 화성 샘플 반환 미션, 소행성 궤도 바꾸는 헤라의 라그랑주 미션, 지구환경 관측 모니터링 미션 등을 수행할 전망이다.

독일은 인간의 삶의 질 향상 측면에서 우주개발을 추진하며, 최근 화성탐사 중심의 우주 프로젝트 수행중이다. 독일 정부는 기후변화, 식량 안보 등의 사회문제해결 등을 통해 지구에서의 지속가능한 생활을 영위하기 위한 목적으로 우주 개발을 추진하고 있다. 지구관측을 통해 지구의 자연재해와 기후변화 등에 대처하고, 화성탐사를 통해 자원을 확보하고자 한다.

일본은 우주 이용 중심의 우주개발을 추진하였으나, 최근 안보적 중요성을 강조하여 국방 측면에서의 우주 이용을 확대중²⁾이다. 우주개발 기업과 대학, 연구기관이 협력하여 재사용 로켓 개발 등을 추진중으로 2030년에 첫 번째 기체를 발사할 계획이며, 발사 비용을 현재보다 75% 이상 절감하는 것이 목표로 하고 있다. 일본의 ‘2040년 차세대 우주기 개발 로드맵’에는 달탐사, 통신망 구축, 지구관측을 아우르는 차세대 로켓 개발과 대륙간 수송 및 우주여행이 가능한 우주 여객기 개발 등의 내용을 포함하고 있다.

중국은 독자 우주정거장 텐궁 및 국제달연구기지 건설, 발사체 개발 등의 추진과 함께 우주 국방에 대한 관심을 강화하고 있다. 중국이 건설중인 우주정거장 텐궁(天宮)은 모듈과 재료를 추가로 발사해 2022년까지 완공하는 것을 목표로 하고 있다. 독자 우주정거장 건설을 위해 인터넷 기술 기업 및 스타트업을 중심으로 민·관협력 체계를 구축하고 있다. 특히, 러시아와 함께 2029년에 국제달연구기지(ILRS)³⁾ 건설 계획하고 있다.

<국제달연구기지(ILRS) 건설 계획>



자료: KIEP, 러시아, 중국과 국제달연구기지 건설 협력 계획 발표, KIEP 동향세미나, 2021.7.6.



우주산업 정책

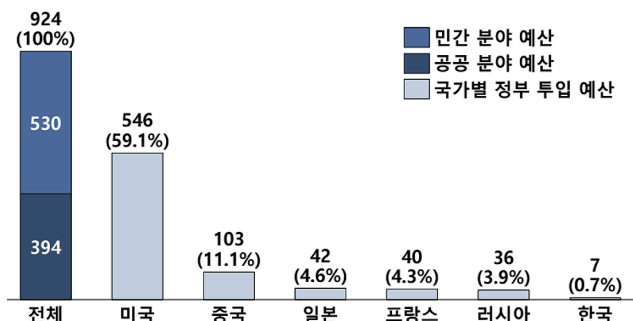
대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

러시아는 45년만에 달 탐사 재개, 자체 우주정거장 건설 등을 추진하며 우주개발 경쟁 참여를 지속하고 있다. 2027년에는 루나 28호를 발사하여 달 샘플을 채취한 뒤 지구로 복귀하는 임무를 계획하고 있으며, 노후화에 따라 2024년 철수 예정인 국제우주정거장(ISS)을 대체하기 위해 독자적 우주정거장 건설 추진 계획을 수립하는 등 2021년 9월 21일, 러시아 연방은 2022~2024년간 우주 개발에 6,296억4,000만 루블 이상의 예산을 투입할 것이라 발표하였다.

Euroconsult 자료(2022)에 따르면, 2021년 세계 각국이 우주 관련 프로그램에 지출한 예산은 총 924억달러(116조6,600억원)로 2020년 대비 8% 증가하였고, 전체 투입 예산 중 민간 분야 예산이 530억달러(57.4%)로 공공 분야 예산(394억달러, 42.6%)보다 더 많이 투입되었다. 국가별로는 미국(545억8,900만달러, 59.1%), 중국(102억8,600만달러, 11.1%), 일본(42억1,400만달러, 4.6%), 프랑스(39억5,200만달러, 4.3%), 러시아(35억6,700만달러, 3.9%) 순이며, 한국은 6억7,900만달러(0.7%)로 세계 10위인 것으로 나타났다.

<국가별 우주 관련 프로그램 지출 현황>

(단위: 억달러, %)



자료: Euroconsult, Profiles of Government Space Programs, 2022 자료 재구성



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

2.2. 국내 우주 정책 현황

국내법에 근거한 국내 주요 우주 정책 계획은 ‘우주개발진흥기본계획’, ‘우주위험대비기본 계획’, ‘우주기술산업화전략’, ‘위성정보활용종합계획’등 4개이다. 제40회 우주개발진흥실 무위원회에서 2022년 ‘우주개발진흥시행계획’, ‘위성정보활용시행계획’, ‘우주위험대비시 행계획’ 등에 대해 심의·확정하였다.

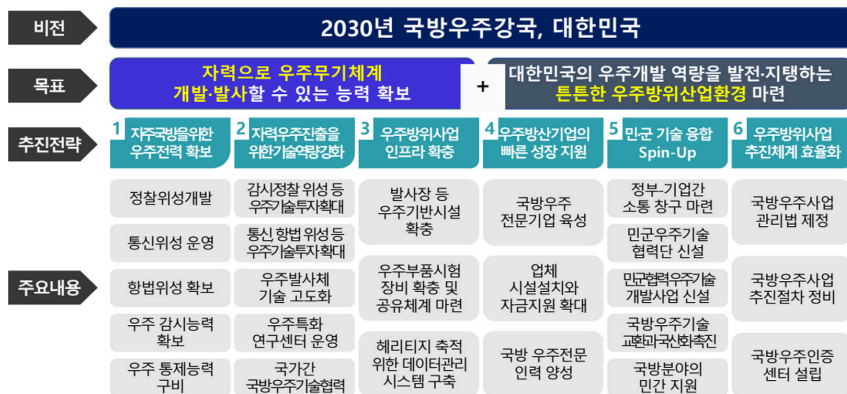
<우주산업 관련 국내 정책 계획>

계획(기간)	정책(시행기간)	관련 부처(주관/참여부처)			
우주개발진흥 기본계획 (2007~2040)	제1차 (2007-2016)	과학기술부	외교통상부	국방부	
		행정자치부	산업자원부	정보통신부	
		건설교통부	해양수산부	기획예산처	
	제2차 (2012-2016)	교육과학기술부	행정안전부	지식경제부	
		국토교통부	환경부	기획재정부	
		외교통상부	-	-	
	우주개발 중장기계획 (2014~2040) <small>*제2차 수정·보완</small>	미래창조과학부	국방부	안전행정부	산업통상자원부
		국토교통부	해양수산부	농림축산식품부	환경부
		통계청	산림청	기상청	소방방재청
		해양경찰청	-	-	-
	제3차 (2018-2040)	과학기술정보통신부	외교부	행정안전부	국토교통부
		환경부	기획재정부	국방부	산업통상자원부
		국가정보원	기상청	-	-
우주위험대비 기본계획 (2014~2023)	제1차 (2014~2023)	미래창조과학부	안전행정부	국토교통부	
		국방부	소방방재청	해양수산부	
		외교부	문화재청	법제처	
우주기술 산업화전략 (2013~2023)	우주기술 산업화전략 (2013-2017)	미래창조과학부	기획재정부	외교부	국방부
		환경부	국토교통부	해양수산부	안전행정부
		문화체육관광부	산업통상자원부	기상청	중소기업청
		법제처	방송통신위원회	-	-
	대한민국 우주산업전략 (2019-2023)	과학기술정보통신부	국방부	외교부	행정안전부
		해양수산부	국토교통부	환경부	산업통상자원부
		기상청	-	-	-
위성정보 활용 종합계획 (2014~2023)	제1차 (2014-2018)	미래창조과학부	환경부	국토교통부	해양수산부
		안전행정부	교육부	기상청	소방방재청
	제2차 (2019-2023)	과학기술정보통신부	국방부	국토교통부	해양수산부
		농림축산식품부	외교부	산업통상자원부	환경부
		행정안전부	기상청	산림청	농촌진흥청
		통계청	-	-	-

2022년 우주개발진흥 시행계획 수립을 통해 국내 우주개발 역사상 최초로 3대 우주개발 영역(발사체, 위성, 우주탐사)을 모두 수행(총 7,340억원 투입)하였다. 우주 발사체 기술 자립을 위해 독자적 수송능력 확보 및 산업 역량 강화 지원(2,144억원)하여 2022년 6월 누리호 2차 발사에 성공하였다. 정부 위성 발사 수요에 따라 누리호를 반복 발사하고, 누리호 개발기술을 민간으로 이전하여 체계종합기업 발굴·육성하고 있다. 한국형 발사체의 반복 발사를 통한 신뢰도 확보와 한국형 발사체 개발기술의 민간 이전을 통한 발사체 산업 생태계 역량 강화가 주요 목표로 하고 있다. 또한, 인공위성 활용 서비스 및 개발 고도화·다양화를 위해 정밀지구관측, 공공수요 기반 산업육성, 위성활용 고도화를 추진(3,374억원)하였고, 우주탐사, 우주관측, 우주감시 사업 추진(299억원)하여 2022년 8월 우리나라 최초 우주탐사선인 달 궤도선 다누리⁴⁾ 발사에 성공하였다. 국내 역대 최대 우주개발 사업(총 예산 3.72조원)인 한국형 위성항법시스템 개발(2022~2035)사업 착수 준비 및 법적 근거 마련(845억원)하였다. 그 외에도 우주혁신 생태계 조성을 위한 미래기술개발 및 국제협력 추진(231억원), 기술 국산화, 전문인력 양성, 우주산업 기반 조성 등을 추진(292억원)하였다.

최근 우주안보를 중시하는 세계정세에 따라 방위사업청은 우주국방 전략을 마련하였다. 우주의 군사적 중요성이 확대됨에 따라 방위사업청은 우주 무기체계 자체 개발·발사능력 확보 및 원활한 우주방위산업 환경 조성을 목표로 하는 ‘우주방위사업 발전 마스터플랜’을 발표하였다. 국내 국방 우주력 발전 가속화를 위해 필요한 첨단 우주기술 국산화, 국내 우주산업 육성, 민군 협력 강화, 국방 우주사업 추진체계 정비 등 6개 전략과 24개 과제를 제시하였다.

<우주방위사업 발전 마스터플랜>



자료: 방위사업청 보도자료, 민과 군이 함께하는 대한민국 우주산업 육성, 2021.12.28

국내 우주개발 예산은 2016년 정점 이후 2021년까지 6,000억원대를 유지하였으나, 2022년 우주개발진흥시행계획 확정에 따라 7,340억원으로 전년 대비 약 19% 증가하였다. 2021년 기준, 위성활용 및 우주탐사, 우주 생태계 조성, 우주산업 육성 및 일자리 창출 관련 예산은 증가하고, 발사체, 위성체 등 우주기기제작 분야 예산은 감소하였다.



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터 육성 방안

4. 달 궤도선에는 국내에서 제작한 감마선 분광기, 자기장 측정기, 우주인터넷 등 5개의 탑재체가 탑재되었으며, 국제적 우주탐사 계획인 아르테미스 계획의 착륙 후보지 탐색을 위해 달의 음영지역을 촬영할 미 항공우주국(NASA)의 섀도캠(ShadowCam)도 함께 탑재됨

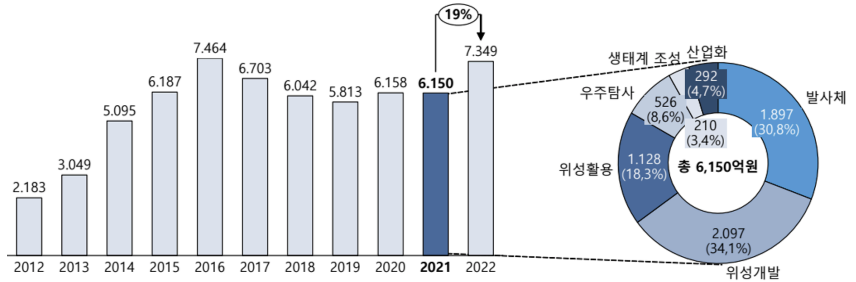


우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

<국내 우주개발 예산 추이>

(단위: 억원, %)



자료: 과기부, 2021 우주산업실태조사, 2021; 과기부 보도자료, 정부 2022년 우주개발에 7,340억원 투자, 2022.2.25

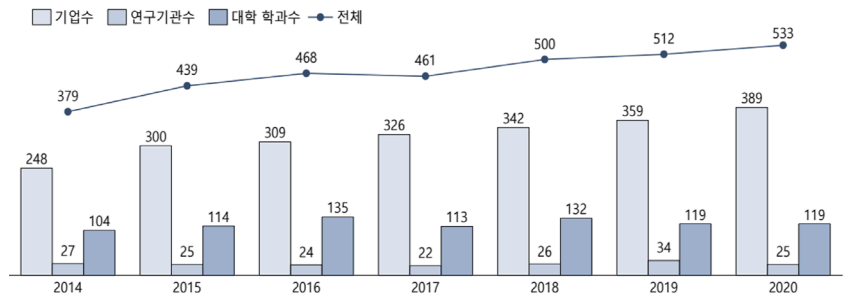
3. 국내 우주산업 현황

3.1 국내 우주산업 현황

2021년도 우주산업실태조사 결과에 따르면 우주산업에 참여하는 전체 기관수는 지속적으로 증가하고 있으며, 2020년 기준 우주산업에 참여한 기관은 총 533개이다.

<국내 우주산업 참여 기관 추이>

(단위: 개)



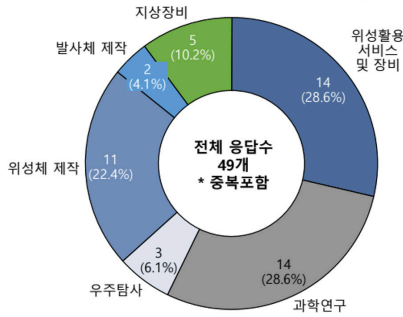
자료: 과기부, 2021 우주산업실태조사, 2021

2020년 우주산업에 참여한 연구기관은 총 25개로 분야별로는 위성활용서비스 및 장비와 과학연구에 참여한 연구기관수가 각각 14개로 가장 많고, 위성체 제작(11개), 지상장비(5개), 우주탐사(3개), 발사체 제작(2개) 순으로 조사되었다. 우주산업에 참여한 대학은 총 56개이며, 학과 기준으로는 전체 119개이며 분야별로는 위성활용서비스 및 장비 분야에 참여한 학과가 59개로 가장 많고, 과학연구(47개), 위성체 제작(22개), 발사체 제작(12개), 우주탐사(8개), 지상장비(3개) 순으로 조사되었다.

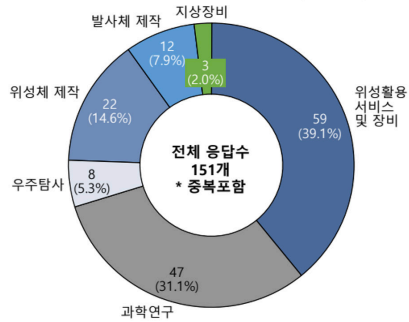
<국내 연구기관 및 (대학)학과의 우주 분야별 참여 현황>

(단위: 개)

<연구기관의 분야별 참여 현황(2020년)>



<학과 기준 분야별 참여 현황(2020년)>



자료: 과기부, 2021 우주산업실태조사, 2021



우주산업 정책

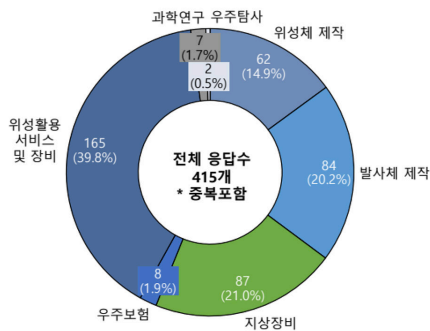
대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

2020년 우주산업에 참여한 기업은 총 389개이며, 분야별로는 위성활용서비스 및 장비 분야가 기업수가 165개로 가장 많고, 지상장비(87개), 발사체 제작(84개), 위성체 제작(62개), 우주보험(8개), 과학연구(7개), 우주탐사(2개) 순으로 나타났다. 지역별로는 수도권(209개, 53.7%)에 이어 충청권 기업이(87개, 22.4%)로 두번째로 많은 것으로 확인되었다.

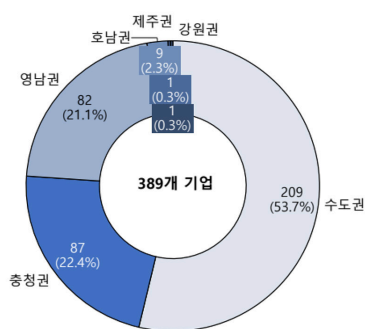
<국내 우주기업의 참여 우주분야 및 소재지 현황>

(단위: 개, %)

<국내 기업의 우주 분야별 참여현황(2020년)>



<국내 우주기업 소재지 현황(2020년)>



자료: 과기부, 2021 우주산업실태조사, 2021

3.2 대전 우주산업 현황

대전지역 내에 총 69개의 우주 관련 기업이 위치하고 있으며, 수도권을 제외하고 전국 최대 규모이다. 기업현황을 살펴보면 2010년 설립된 기업이 47.8%(33개)로 가장 많고, 전체 약 52%(36개)기업이 2010년 이후 설립되었으며, 위성정보활용 24.6%(17개), 위성체 제



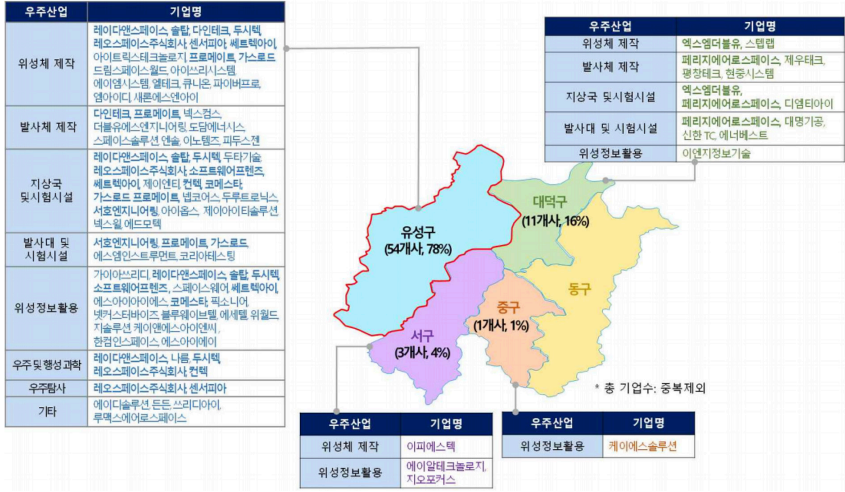
우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

작 20.3%(14개), 지상국 및 시험시설 17.4%(12개), 발사체 제작 15.9%(11개), 발사대 및 시험시설 10.1%(7개), 과학연구 4.3%(3개), 우주국방 1.4%(1개) 분야에 참여하고 있다.

대전지역의 우주 기업은 모두 중소기업으로 총 매출액은 ‘21년 기준 465,177백만원이며, 평균은 7,753백만원이고, 종사자수는 ‘22년 기준 2,613명이며, 평균은 41명이다.

<대전 우주기업 소재지 현황>



자료: 연구개발특구진흥재단(innopolis.or.kr) 자료 재구성

대전에 위치한 우주 관련 연구기관 총 14개이며, 우주분야 연구원 수는 총 17,231명이다. 위성체 제작 분야 11개, 과학연구 분야 7개, 위성정보활용 분야 6개, 지상국 및 시험시설 분야 4개, 우주탐사 분야 3개, 발사체 제작 분야 2개, 발사대 및 시험시설 1개(중복 분야 포함)에 참여하고 있다.

기관명	연구분야							연구원 (단위: 명)
	위성체 제작	발사체 제작	지상국 및 시험시설	발사대 및 시험시설	위성정보 활용	과학 연구	우주 탐사	
기초과학연구원	○					○		453
선박해양플랜트연구소					○	○		328
한국기계연구원	○		○					534
한국기초과학지원연구원	○							402
한국수자원공사	○				○			6,584
한국에너지기술연구원		○						565
한국원자력연구원	○					○		1,739
한국원자력통제기술원					○			129



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

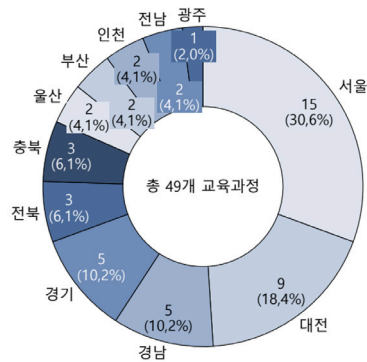
기관명	연구분야							연구원 (단위: 명)
	위성체 제작	발사체 제작	지상국 및 시험시설	발사대 및 시험시설	위성정보 활용	과학 연구	우주 탐사	
한국전자통신연구원	0		0		0		0	2,312
한국지질자원연구원	0					0		529
한국천문연구원	0				0	0	0	283
한국표준과학연구원	0							512
한국항공우주연구원	0	0	0	0	0	0	0	1,033
KAIST 인공위성연구소	0		0		0	0	0	1,828
합계	11	2	4	1	7	7	4	17,231

자료: 우주기술진흥협회, 2021 우주산업실태조사 보고서, 공공기관 경영정보 공개시스템(alio.go.kr) 자료를 바탕으로 재구성

대전에 위치한 우주 관련 대학은 충남대, KAIST, 한밭대등 3개 대학으로, 총 9개의 대학 및 대학원 과정(학과) 운영 중이며 우주분야 전공교수는 총 75명으로, 전국 49개 우주 관련 대학 및 대학원 과정 중 대전이 18.4(9개)로 서울(15개, 30.6%) 다음으로 두 번째로 많다.

<전국 우주 관련 대학(원)의 소재지 현황>

(단위: 개, %)



자료: 대학알리미(www.academyinfo.go.kr); 코나스넷, 연세대, 세종대, 한밭대에 『방위산업 계약학과』 설치키로, 2022.05.02

<대전시 우주분야 전공 교수 현황>

(단위: 명)

구 분		교수	명예교수	겸직/겸임교수	기타	계
충남대학교(대학원)	천문우주과학과	8	3	-	-	11
한국과학기술원(대학원)	항공우주공학과	8	1	-	-	9
	항공우주공학과	19	8	11	연구(1),초빙(1)	40
한밭대 대학원	국방우주공학과	5	2	8	-	15
계		40	14	19	2	75

자료: 각 대학 홈페이지



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

<대전시 우주 관련 기관 유형별 소재지 현황>

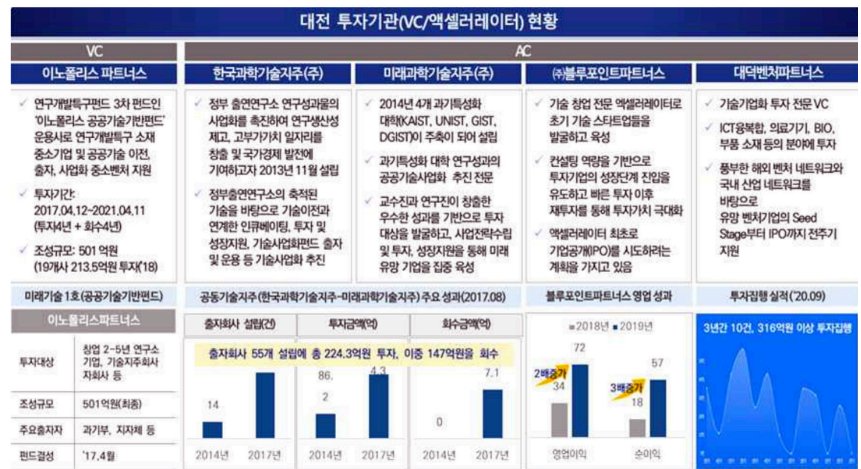
(단위 : 개, %)

구 분	연구기관		대학		합계	
	기관수	비율	기관수	비율	기관수	비율
유성구	13	92.9	3	100.0	16	94.1
대덕구	1	7.1	-	-	1	5.9
서구	-	-	-	-	-	-
중구	-	-	-	-	-	-
합계	14	100.0	3	100.0	17	100.0

4. 대전의 우주산업 클러스터 육성 방향

4.1 대전의 우주산업 성장환경

국내 최대 R&D역량·자원 집적된 혁신 거점 지역으로 연구기관 46개, 연구소기업 377개 입지하고 있으며, 우수한 기술 역량을 보유한 다수의 혁신 기업이 집적되어 전국 최고(투자금액)·최다(투자기업) 수준의 투자(‘20년 3,478억원, 전국 비중 29%) 지역으로 수도권 등 전국에서 투자자가 관심을 가지고 모여드는 지역이기도 하다.



또한, 대전은 창업보육실(BI) 22개소를 운영하고 있다. 1,054개 보육실, 총 586개사 입주 중, 22개 BI중 16개 BI가 사업부지 반경 5km 이내 위치하고 있다. 창업보육실 인근에는 TIPS타운, 스타트업파크 등이 스타트업 지원 인프라가 구축되어 있어 기업 간 협업은 물론 지원 인프라 내 VC, AC 등 활용에 용이한 환경이 조성되어 있다.

<대전시 우주 관련 기관 유형별 소재지 현황>

운영주체	대학	출연연	공공기관	민간	시	계
BI수	13 (9)	4 (2)	2 (0)	1 (0)	2 (1)	22 (12)
보육실수	847	91	47	10	59	1,054



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

<대전지역 주요 스타트업 지원 인프라 현황>

구분	운영주체	공간구성	입주대상	프로그램
팁스타운	중기부(창진원-대전시-충남대, 민간)	Co-working, 커뮤니티, AC·지원기관	딥테크 기반 스타트업 및 팁스창업팀	밋업, 데모데이 등 교류·투자 활성화
스타트업 파크	대전시(산·학·연, 투자사 등)	스타트업, 지원기관, 셰어하우스	기술기반 유망 초기 스타트업	멘토, 기술지원, 투자 등 육성 프로그램
재도전 혁신캠퍼스	대전시	스타트업, 지원기관	재창업, 재도전 스타트업	실패원인 연구·분석·환류, 교육·상담·컨설팅의 고도화 및 단계별 맞춤형 지원
대전 창업성장 캠퍼스	대전TP	기업 공간, 회의실, 코워킹스페이스, 미팅룸, 지원기관	BI출업기업 및 첨단기술기업	민간주도(엑셀러레이터 등) 혁신성장 지원



또한, 스타트업 및 중소벤처기업 성장지원을 위한 창업투자기관 및 엑셀러레이터가 집적되어 있어(수도권 제외 최대 집적) 유망(예비)창업가 및 스타트업을 대상으로 Seed단계 투자, 멘토링, 창업아이디어, 창업제반 서비스, 법률서비스, 투자자(VC) 연계, 기업 설립부터 업무 공간 제공까지 창업에 필요한 모든 서비스 제공, 개인투자조합 결성 통한 초기기업 투자 등이 이루어질 수 있는 환경이 마련되어 있다.

<대전시 우주 관련 기관 유형별 소재지 현황>

대학	계	서울	경기	대전	부산	인천	대구	경북	광주	울산	경남	강원	충남	충북	전북	전남	제주	세종
AC	318	163	38	25	18	10	8	6	5	3	5	8	9	3	8	3	3	3
VC	180	149	12	4	5	경기 포함	2	1	1	2	2	1					1	

또한, 대전시 산하기관이 인근에 집적해 있어 예비창업단계에서 창업·성장 등 성장단계 및 개발단계별 혁신 지원을 위한 다양한 서비스 체계 완비되어 있다.



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

<대전지역 주요 기업지원 현황>

연번	기 관 명	주요업무
1	대전테크노파크	기술기반 기업 마케팅, 기술, 장비, 교육지원
2	대전일자리경제진흥원	창업, 일자리, 자금, 서민경제, 통상지원
3	대전신용보증재단	기업·소상공인 신용보증, 소상공인 컨설팅, 교육
4	대전정보문화산업진흥원	IT, SW, 콘텐츠, 영상사업 지원
5	대전창조경제혁신센터	창업지원, 시설장비 지원, 혁신프로그램
6	대전상공회의소	중소벤처기업 지원, 무역증명발급, 경제동향
7	대전산업단지관리공단	대전산업 단지 및 기반시설 관리, 공동사업
8	대덕산업단지관리공단	대덕산업 단지입업체를 위한 공동·지원사업
9	중소기업진흥공단 대전지역본부	정책자금융자, 수출마케팅, 인력양성 등
10	기술보증기금대전지점	기술평가 보증, 대출 보증지원
11	신용보증기금 충청영업본부	기업신용보증, 컨설팅지원
12	소상공인시장진흥공단(지역본부)창	소상공인 전통시장 교육, 컨설팅, 자금지원
13	업진흥원	창업교육, 컨설팅, 공간지원
14	한국산업기술시험원대전지원	국내외 인증획득 지원
15	장애인기업종합지원대전지역센터	장애인창업, 정보, 기술, 교육, 훈련, 연수 등 종합적 지원
16	한국산학연합회	산학연간의 협력체계 구축, 기술경쟁력 제고 기획, 정책개발
17	한국무역보험공사(지사)	수출입 보험, 특별지원, 국외기업 신용조사
18	한국무역협회(지역본부)	무역, 해외 마케팅, 수출입 관련 상담 지원
19	중소기업중앙회(지역본부)	협동조합 금융지원, 교육, 설립지도
20	중소기업융합대전세종충남연합회	이업종 중소기업간 정보기술 교류 및 촉진
21	중소기업기술혁신협회(지회)	이노비즈 인증, 교육, 판로지원
22	한국경영혁신중소기업협회(지회)	메인비즈 확인, 금융지원, 컨설팅
23	대덕이노폴리스벤처협회	벤처기업 인력, 채용지원, 교육, 기술사업화
24	한국여성경제인협회 대전지회	여성기업 인증, 인력, 판로지원
25	대전세종충남 여성벤처협회	회원사 역량강화, 창업생태계 활성화사업
26	한국생산성본부(지역본부)	생산성연구조사, 교육훈련, 컨설팅
27	대전과학산업진흥원	과학산업 정책 수립 및 기획, 평가, 조정

4.2 그간의 준비와 노력

대전광역시는 민선 8기 미래 핵심전략산업으로 우주산업 육성하겠다는 추진전략과 핵심 과제를 발표하고, 조직개편을 통해 특화산업 육성을 위한 전담 조직인 전략사업추진실 내 특화산업과를 신설하여 우주산업 육성을 추진중이다. 또한, 특화산업 육성 거점기관인 대전테크노파크 내에 우주산업 분야 전담조직인 우주·ICT융합센터를 운영중이다.



△ (2022.10.6.) 대전시장 취임 100일, 민선 8기 추진전략 및 핵심과제 발표



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

우주기업의 적극적인 투자가 이루어지도록 유치기업의 지원 확대를 위해 기업유치 및 투자촉진 조례 개정 추진함은 물론 대전광역시 우주산업 육성 계획(2023~2030) 수립하는 등 우주특별시 대전 도약을 위해 발 빠르게 움직이고 있다.

<기업유치 및 투자촉진 조례 개정 사항>

현 행	개 정 후
▶ 부지매입비와 설비투자금액으로 각각 10억원을 초과하여 투자하여야 지원, 부지를 매입하지 않으면 신·증설 투자지원 없음.	➡ 기업이 장기 보유중인 토지를 활용하거나, 투자 미결정 상태에서 구매해 둔 토지를 활용하여 투자하는 경우 설비투자보조금 지원
▶ 입지보조금과 설비투자보조금 지원 총액 한도액 60억원	➡ 우량기업 투자촉진 위해 입지보조금과 설비투자 보조금 지원 총액 한도액 100억원으로 상향(타시도 한도액이 50~60억원)

<대전광역시 우주산업 육성 계획(2023~2030)>

미션	우주기업 성장 견인 및 지역 우주산업 경쟁력 확보		
비전	우주 연구·인재 개발 중심의 우주 특별시, 대전		
목표	미래 수요 대응 첨단 연구 및 인재 양성	민간 주도 세계 우주시장 선점	우주 혁신 생태계 활성화 기반 조성

추진전략	추진사업
민간 주도의 미래 우주기술 확보	1-1. 차세대 우주기기 제작·운용 기술 개발 1-2. 위성정보활용 기술 연구 개발 1-3. 미래 우주 도전기술 연구 개발
산·학·연 연계 우주전문인력 양성	2-1. 신규인력 양성 프로그램 개발 및 운영 2-2. 기업 교육 프로그램 개발 및 운영 2-3. 지역 대학 기업 협업 교과과정 개설
우주기업 역량 강화 지원	3-1. 우주기술 사업화 및 스타트업 육성 3-2. 우주기업 특허전략 수립 지원 3-3. 우주산업 전담 조직 확보·운영
대전 우주산업 성장 기반 조성	4-1. 연구·인재 개발 첨단우주센터 구축 4-2. 우주산업 소부장 시험평가센터 구축 4-3. 지상국시스템 구축
대전 우주산업 성장 기반 조성	5-1. 대전 특화 우주사업 기획추진 5-2. 우주산업 소통·공유·협력 사업 추진 5-3. 대전 우주기업 인증제추진



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

특히, 우주산업 육성기반 조성을 위해 대전 뉴스페이스 발전 협의회 구성(50여개의 산·학·연·군·관 참여)하여 우주산업 혁신 주체 간 협력 네트워킹 강화 및 Open Innovation System 체계화를 위한 지속적 활동과 우주산업 클러스터 공동유치 대응을 통해 최근 대전 우주산업 클러스터 연구·인재개발 특화지구 후보지로 확정('22.10.13)되는 성과를 이루어냈다.

일자	내 용
'21.06.17	· 대전 뉴스페이스 출범 간담회 개최
'21.12.20	· 대전 뉴스페이스 기업 간담회
'22.02.04	· 우주산업포럼 창립 준비 토론회
'22.02.10	· 뉴스페이스 시대를 대비한 우주산업 대덕특구 토론회
'22.04.12	· 창의역 우주산업 발전을 위한 민간주도 산학연관 협의회 구성 및 출범
'22.07.27	· 우주산업 클러스터 유치를 위한 세미나 개최
'22.09.15	· 우주산업 클러스터 3각 체제 구축을 위한 긴급 토론회 개최
'22.10.13	· 대전 우주산업 클러스터 연구·인재개발 특화지구 후보지 확정('22.10.13)
'22.10.20	· 우주 핵심부품 개발 및 3D프린팅 기술 경쟁력 강화를 위한 업무협약 - 협약대상: 대전시, 한국항공우주연구원, 한국생산기술연구원, 한밭대학교



4.3 대전시가 나아가야 할 방향

우주개발에 따른 기술혁신, 비용혁신 등으로 세계 우주산업의 지속적인 성장이 전망되고 있으나, 국내 우주산업 규모는 아직 협소하다. 세계 주요국은 우주개발 주도권 확보와 우주 공간 선점을 위해 경쟁하고 있으며, 세계 우주시장 규모는 우주기술의 지속적인 혁신으로 공급과 수요가 확대되어 꾸준한 성장을 보일 것으로 예상된다. 우주 선진국은 우주 자원을 활용한 전지구적 문제 해결과 삶의 질 향상을 도모할 뿐만 아니라 시장 선점을 위해 국제 협력을 추진하고, 우주 경제로의 도약을 위해 민간 중심의 우주 상업화를 추진이다.

그러나, 국내 우주산업은 영세한 규모로 보유 인력 및 기술 역량 등이 부족하며, 산업화 초기 단계에 정체되어 있다. 우리나라도 기술확보 중심에서 산업 육성 정책으로의 변화를 추구하며 우주산업 생태계 조성과 국제협력, 기업지원 정책 등을 강화하고 있으나, 여전히 정부 주도의 국가적 목표 달성을 위한 사업이 추진되며 정부 의존도가 높은 실정이다.

대전은 연구기관 및 시설이 집적되어 산·학·연 인프라가 풍부하지만, 업력이 짧은 기업이 다수이며 유관기관간 협력이 다소 부족한 실정이다. 최근 우주산업 산·학·연 네트워크 구축,

기업지원 체계 마련, 우주산업 클러스터 유치 등 우주산업 육성을 위한 정치적 환경을 구축하고 있으나, 지자체 차원의 우주산업 중장기 계획과 소기업 지원제도 등은 아직도 부족한 실정이다. 우주 전문연구기관 및 국내 최초 위성기술 수출 기업 등이 위치하는 등 뛰어난 입지 조건과 우수한 산·학·연 인프라를 보유하고 있으나, 기관간 교류가 부족하고 대부분이 업력이 짧은 소기업으로 구성되어 매출액 부분에서 기업간 양극화가 뚜렷한 상황이다. 특히, 우주 헤리티지 및 전문 인력이 부족한 기업이 다수이며, 소소기업을 중심으로 특허출원 및 R&D 참여가 이루어지고 있으며, 공동활용이 가능한 인프라 또한 부족한 상황이며, 대전 우주기업은 산·학·연 협력 기반의 공동기술개발 사업과 전문인력 확보, 인프라 구축에 대한 수요가 높은 상황이다. 따라서, 대전의 우수한 R&D 및 교육 인프라를 활용하여 우주분야 선도기술 개발의 참여 확대와 우주산업 전문인력 공급을 위한 교육 지원체계 마련이 무엇보다 필요할 것으로 판단된다. 저비용, 고효율 중심의 핵심기술로 우주 접근성이 향상됨에 따라 우주 개발 주도권 확보와 우주공간 선점을 위한 경쟁은 지속될 전망되며, 현재 대량생산, 경량화, 소형화, 재사용 기술 등에 4차 산업 기술을 접목한 기술이 각광받고 있으며, 우주공간으로의 진입과 우주공간에서의 생활을 위한 다양한 융합기술이 개발되는 추세이다. 따라서, 이러한 치열한 경쟁 속에서 뒤처진 기술격차를 따라잡기 위해서는 차세대 우주 선도기술에 대한 대처가 시급하다. 또한, 우주산업은 고급 기술과 혁신적인 아이디어를 필요로 하는 분야이므로 전문성과 경험을 보유한 인재 확보는 우주산업의 핵심요소라 할 수 있다. 다수의 중소기업으로 구성된 대전의 우주산업 특성상 경험있는 인력 확보가 어려운 상황이며, 급변하는 우주산업에 대처하기 위해서는 산업체 인력의 정기적인 재교육 또한 필요한 실정이다. 따라서 인력의 숙련도와 전문성에 따른 대상별 프로그램을 도입하는 등 우주산업 전문인력확보 및 유지를 위한 대책이 필요할 것이다. 최근 국내 우주기술의 연이은 성공으로 우주산업에 대한 관심이 확대되고 있으므로 미래 우주인력 확보 차원에서 우주에 관심있는 일반 시민을 대상으로하는 교육 프로그램도 고려해 볼 필요가 있다.

또한, 지역 기업의 우주산업 참여 유도를 위한 지원이 필요하다. 세계 주요국을 중심으로 우주산업에 대한 민간투자와 우주 스타트업에 대한 투자가 확대되는 추세이다. 우리나라는 우주산업의 높은 시장진입 장벽과 협소한 시장, 투자금 회수의 어려움 등으로 인해 민간의 자발적 참여가 부족한 상황이다. 지역 우주산업 활성화를 위해서는 민간 참여가 필수이므로 기술이전 및 창업 지원, 비즈니스 모델 개발 등의 재정적, 제도적 안전장치를 통한 기업 참여 유도가 필요할 것이다.

또한, 우주개발에는 임무 수행중 겪게 될 것으로 예상되는 우주환경으로부터의 정상 작동 여부를 분석하기 위한 지상 모사 검증 시험 등이 필요하다. 기존 우주 관련 시설 장비는 대부분 국책연구기관이 소유하고 있어 민간기업이 활용하는데 한계가 있고, 경남 진주에 위치한 국내 유일의 우주부품시험센터는 거리적 문제와 수요 대비 부족한 인프라로 이용에 어려움



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

을 겪고 있는 상황으로 우주기술 실증을 위해 공공 활용할 수 있는 시험 인프라 확대가 필요하다. 대전은 비수도권 중 가장 많은 우주기업을 보유하고 있으며, 대한민국의 중앙부에 위치하고 있어 인근 타 지역으로부터의 수요 가능성도 있음에 따라 대적지역에 우주부품시험 센터를 추가 구축하여 운영할 필요성이 있다.

마지막으로 국가 및 지역을 초월한 협력 추진이 필요하다. 미국과 중국, 러시아를 제외한 대부분의 국가는 우주개발에 필요한 인프라와 기술적 역량이 부족하며, 우주개발 경쟁 가속화와 빠르게 변화하는 신기술로 국가 및 자국내 협력의 중요성이 더욱 확대되고 있다. 우주 산업은 실제 가동을 통해 우주환경에서의 품질을 검증하는 헤리티지가 매우 중요하나, 국내 우주기업은 한정된 수료로 우주 헤리티지 확보에 어려움이 있어 국내외 수요처를 확보하기 어려운 상황이다. 따라서 우주기술의 선제적 대응과 헤리티지 확보, 시장 창출 등을 위해서는 국가 및 지역을 초월한 협력관계 구축이 필요하다.

	세계 현황	국내 현황	대전 현황	시사점
정책	<ul style="list-style-type: none"> 우주개발 주도권 확보, 우주 공간 선점을 위한 경쟁 치열 	<ul style="list-style-type: none"> 기술 확보 중심에서 산업 활성화 정책으로 변화 위성정보활용 사업 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> 대전 우주산업 중장기 계획 부재 소기업 지원 및 인력 양성 프로그램 부족 	우주분야 선도기술 개발 참여 확대 필요
경제	<ul style="list-style-type: none"> 민간의 우주 참여 분야 확대 → 우주 상업화 가속 	<ul style="list-style-type: none"> 시장 협소, 높은 시장진입장벽 → 이익 창출의 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 업력이 짧은 소기업이 다수 기업간 양극화 	우주산업 전문인력 확보 및 유지 필요
사회	<ul style="list-style-type: none"> 우주기술을 이용한 사회문제 해결 및 우주혁신을 통한 삶의 질 향상 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 누리호, 다누리 등의 성공으로 우주에 대한 국민적 관심 증가 국제협력 활동 도모 	<ul style="list-style-type: none"> 우주 산학연 인프라 보유 기업의 우주 헤리티지 및 전문인력 부족 지역 내 교류 부족 	지역 기업의 우주산업 참여 유도를 위한 지원 필요
기술	<ul style="list-style-type: none"> 저비용, 고효율 중심의 핵심기술로 개발 비용 절감, 우주 접근성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 우주 선진국과의 높은 기술격차 미래 도전기술 연구 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 소수 기업만이 특허, R&D 실적 보유 공동 활용 연구시설/장비 부족 	공동활용 인프라 확대 필요
				국가 및 지역을 초월한 협력 추진 필요

참고 문헌

1. 과기부보도자료, 정부2022년우주개발에 7,340억원 투자, 2022.02.25.
2. 과기부,우주산업실태조사, 2013~2021
3. 관계부처합동,초소형위성 및6G 위성통신기술개발방안, 2021
4. 관계부처합동,초소형위성 및6G 위성통신기술개발방안, 2021
5. 국민일보,인천시·인하대 ‘미래우주교육센터’ 낙점, 2022.04.13.
6. 대전광역시,기업투자홍보브로셔, 2021
7. 대전세종연구원,월간 대전경제, 2021.11
8. 대전시, 2020년 기준 사업체조사 보고서, 2022
9. 대전시, 2021시정백서, 2021
10. 대전시, 2022년주요업무계획, 2022
11. 대전시,대전통계연보(2021), 2022
12. 대전테크노파크,우주산업 혁신 기반조성사업 계획서, 2022
13. 동아사이언스,미 주도 유인달탐사 '아르테미스' 참여국한 한국... '신우주질서 한복판으로', 2021.05.31.
14. 매일경제, ‘스타워즈 시대’ 성큼,,,中·日떨떨 나는데韓 혼자 ‘게걸음’, 2020.12.12.
15. 머니투데이,전세계 우주산업,스타트업이 이끄는데...국내는 투자유치7곳뿐, 2022.05.03.
16. 방위사업청 보도자료,민과 군이함께하는 대한민국 우주산업육성, 2021.12.28.
17. 부산시 보도자료,부산시,해양과 우주기술 융합해신산업 육성 나선다!, 2022.7.28.
18. 사이언스타임즈,로켓 회수 프로젝트에도전장을 내밀다, 2019.08.20.
19. 산업통상자원부,통상 2022. 1월호 VOL.116, 2022
20. STEPI, 우주안보개념의 확장과 국방우주중요성 증대 시대의우리의 대응 자세, 2022
21. CIOkorea,위성데이터 서비스 시장, 2026년까지 연간 23%성장, 2022.04.27.
22. 안호일,향후 10년세계 군사위성 시장전망,기술로품질로 v.45, 2018
23. 유진투자증권, Maxar Technologies글로벌 관측위성 시장의선두주자, 2021
24. 유진투자증권,우주를 줄게 재사용로켓의 선물, 2021
25. 전자신문,美 NASA우주복에LG화학배터리 들어간다, 2016.07.17.
26. 전자신문,헬기로...젓가락 타워로...”기상천외한 재사용로켓 회수하기, 2022.04.09.
27. 정보통신정책연구원,우주분야 AI 국가연구개발사업동향, 2021
28. 제주창조경제혁신센터,위성정보 활용 산업의허브로 향하는 발걸음, J-CONNECT Vol.22, 2022



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안



우주산업 정책

대전의 우주산업 클러스터
육성 방안

29. 조선일보, 화석연료 없이...로켓을 돌팔매질하듯 우주로 날린다, 2021.11.17.
30. ZDNet Korea, 아마존도 '우주 인터넷' 본격 시동... "스타링크 꿈썩마", 2022.04.06.
31. 지역균형발전특별위원회, 대전·세종지역공약 대국민 보고회자료, 2022.4.29.
32. KB지식비타민, 테슬라도는 돌린 우주산업-민간 주도뉴스페이스, 2021.09.01.
33. KIEP, 러시아, 중국과 국제달연구기지 건설협력 계획 발표, KIEP동향세미나, 2021.07.06.
34. KISTEP, 2020년 기술수준 평가, 2020
35. KISTEP, 기술동향브리프-소형위성, 2020
36. KISTEP, 우주활동 확장시대: 미래우리의 역할은?, 2021
37. 트리마란, 우주산업 전문인력 양성을 위한 산·학·연협의체 구성 방안연구, 2022
38. 한국무역협회, 우주산업 가치사슬 변화에 따른 주요 트렌드와 시사점, 2021
39. 한국위성정보통신학회, 이동통신 발전/우주개발추세변화에 따른 위성통신사업지원방안 연구, 2019
40. 한국항공우주연구원, 우주분야 품질인증제도에 대한고찰, 2016
41. Airforce Technology, UK to launch first Prometheus 2 satellite this summer, 2022.05.11.
42. Euroconsult, Profiles of Government Space Programs, 2022
43. MarketsandMarkets, Satellite Data ServicesMarket-Global Forecast to 2026, 2022
44. Satellite Industry Association, State of the Satellite Industry Report, 2021
45. The White House, United States Space Priorities Framework, 2021



편집위원

박상중	국방대학교 교수	이승주	중앙대학교 교수
김건희	한밭대학교 교수	정영진	국방대학교 교수
이창재	조선대학교 교수	장태진	한국항공우주연구원

우주정책연구 6권

Space Policy Research Vol.6

발행인 : 이상률

주 소 : 대전시 유성구 과학로 169-84

편집인 : 장태진

전 화 : (042)870-3651

발행처 : 한국항공우주연구원

팩 스 : (042)860-2118

발행년월 : 2022. 12

※ 본 저널에 수록된 연구내용은 연구자의 견해이며 한국항공우주연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.



한국항공우주연구원
KOREA AEROSPACE RESEARCH INSTITUTE



공공누리

공공 저작물 자유이용허락

34133 대전광역시 유성구 과학로 169-84
TEL) 042-870-3655 FAX) 042-860-2015

