

Title	中国および韓国におけるカーボンニュートラル関連の研究開発および政策動向について
Author(s)	小松, 義隆; 岡山, 純子; PHAM, Thi Nu; 東, 美貴子
Citation	年次学術大会講演要旨集, 37: 751-755
Issue Date	2022-10-29
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/18669
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

中国および韓国におけるカーボンニュートラル関連の研究開発および政策動向について

小松義隆、岡山純子、PHAM Thi Nu、東美貴子（国立研究開発法人科学技術振興機構）
yoshitaka.komatsu@jst.go.jp

1. 背景

化石エネルギー主体の経済・社会構造から炭素中立（カーボンニュートラル）型の構造への社会システム全体の変革（グリーントランスフォーメーション、GX等）に向け、我が国では独創性・優位性あるシーズ創出を行うアカデミアの研究基盤強化や、我が国の最先端技術で世界の脱炭素化をリードするといった国際貢献の観点から、重要産業分野の飛躍的成長へつなぐ基盤技術への集中的投資が求められている。世界最大の人口を抱え経済成長のスピードが速いアジア・太平洋地域は、最大のエネルギー消費者であると同時に、温室効果ガスの最大排出者でもある（図1）。中でも、世界経済において大きな存在感を示す製造業を多数抱える日本、中国、韓国の3カ国は、2020年時点で世界全体のCO₂排出量の約20%を占めている。これは、アジア・太平洋地域の急速な経済発展を支える主要生産基盤やエネルギー源が、化石燃料、特に中国において主に石炭依存に起因していると指摘されている（ヨーン、2021）。

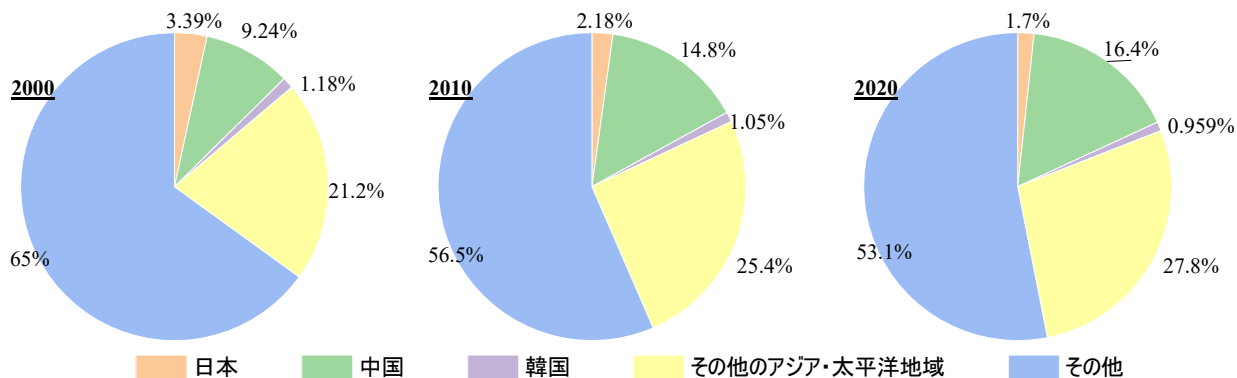


図1 世界全体のCO₂排出量におけるアジア・太平洋地域の割合

出典: BP p.l.c. Energy Outlook 2022 より作成

2. 中国におけるカーボンニュートラル関連の政策およびファンディングの状況

中国はエネルギー資源に比較的恵まれており、2019年時点の石炭の採掘可能確認埋蔵量は39.7億標準炭換算トンで、米国、ロシア、オーストラリアに続く世界第4位となっている（成・湯、2021）。中国の再生可能エネルギーの発電設備容量は、2020年末までに総発電設備容量の42.5%を占める約9億キロワット（風力発電が2.8億キロワット、太陽光発電が2.5億キロワット、水力発電が3.4億キロワット、バイオマス発電が0.3億キロワット）に達しており、世界1位となっている。また、2020年の再生可能エネルギーの利用総量は6.8億標準炭換算トンと、一次エネルギー消費総量の13.6%を占めるに至っている（国家発展改革委 国家能源局、2022）。2020年9月22日に開かれた国連75周年総会の一般討論演説において、習近平国家主席が、「2030年より前に二酸化炭素の排出のピークを達成し、2060年より前に炭素中立を達成するように尽力」することを表明し、国内外からの大きな注目を集めている。

科学技術政策として一番新しいものとして第14次5か年計画（2021-2025年）があり、それに付随して2021年以降にも中国共産党中央委員会や国務院はカーボンニュートラルに関する意見書やアクションプログラムおよび実施計画等を多く発出している。このように、現政権における科学技術政策は、科学技術を第一の生産力としイノベーションを重視している一方で、経済の急成長に伴い、石炭や石油への依存度、電力の不足や環境汚染といった課題が顕在化するなど、大きな問題を抱えている状況といった背景のもとで展開されている。

中国における研究開発に対する公的な資金提供は、中央政府や省庁等による資金提供のみならず、地方政府（省や市等）も相当額を負担しており、地域の行政ニーズに対応している。中国は、科学技術部（以後、科技部とする）による国家ハイテク研究発展計画（1986年）や国家重点基礎研究発展計画（1997年）と

いったファンディングプログラムを推進することにより、科学技術力の強化を図ってきた。2016年にこれらのプログラムは国家重点研究開発計画に改変され、以降2020年までに採択されたプロジェクト数は年平均で約1000件、予算としては200億元を超えている。国家重点研究開発計画には25のテーマが示されており、カーボンニュートラルに関するプロジェクトとして、下記に詳細を示す(表1)。

表1 国家重点研究開発計画におけるカーボンニュートラルに関するプロジェクト(単位:億元)

プロジェクト名	2018	2019	2020
石炭のクリーンで効率的な利用と新しい省エネルギー技術	6.57	4.38	6.06
再生可能エネルギーと水素エネルギー技術	5.75	4.23	0.669
新エネルギー自動車	11.2	9	-

また、中国では、研究者からのボトムアップによる提案が主である中国国家自然科学基金(NSFC)が、研究全体の7から8割を支援している。2022年3月には、「“ダブルカーボン”目標下におけるエネルギー転換と産業構造改革に向けた変革技術の化学・化学基盤」といった課題設定型のプログラムに対する公募が発表された。ここでの研究テーマは2つあり、1つ目は産業用脱炭素プロセスのリアクション・カップリング、2つ目は水と炭酸ガスの共電解カップリングプロセスであり、研究期間は4年を上限とし、1プロジェクトあたりの予算は400万元/年である。

3. 韓国におけるカーボンニュートラル関連の政策およびファンディングの状況

韓国は小資源国であることに加えて、国内の市場規模が限られているため、政府はグローバル志向のもと科学技術・イノベーションに基づく経済成長を重視する傾向が強い。特に気候変動分野においては、国連関係機関の韓国への誘致活動を積極展開するなど、グローバル連携を重視するとともに、リーダーシップを発揮すべく尽力している。加えて、電子情報通信産業に次ぐ成長の牽引役として、グリーン産業に期待が寄せられており、ここにカーボンニュートラル政策を関連付けている側面がある。韓国のカーボンニュートラル分野における研究開発政策は、こういった背景のもとで展開されている。

カーボンニュートラルに関する戦略としては、パリ協定に基づく対応として長期ビジョンを示した「2050カーボンニュートラル戦略」(2020年12月)を、またこれに併せて、「気候危機対応のためのカーボンニュートラル・グリーン成長基本法」や「国家カーボンニュートラル基本計画」を策定している。韓国の科学技術政策は日本と同様、5年毎に策定される科学技術基本計画に基づき実施されており、現在は第4次科学技術基本計画(2018年~2022年)の実施期間にあたる。また、韓国においては原子力利用の是非を含むエネルギー政策やグリーン成長等の政策は、政権・政党の影響を大きく受ける政治課題となっており、5年ごとの政権交代のたびに政府の方針が大きく変わる。新政府の方針は発足後1年程度の期間をかけて練り上げられるのが一般的である。大統領府のウェブサイトによると、例えば、現政権は引き続き「カーボンニュートラル実現」を国政課題として重視する方針ではあるものの、原発については前政権の「脱原発」から転じて「脱原発の廃棄」を掲げるなど、各国のエネルギー政策には特色がある。

韓国の研究開発投資の状況を俯瞰すると、研究開発投資は年々増加しており、2020年の総額は93兆ウォン、対GDP比4.81%に達している。また、カーボンニュートラル関連予算については、同分野を重視する政策を展開していることとあいまって、下表に示す通り研究開発費が年々増加している(表2)。

表2 韓国におけるカーボンニュートラル関連研究開発費の動向(単位:百万ウォン)

	2017	2018	2019	2020	2021
再生可能エネルギー	179,124	191,644	225,158	252,865	245,093
水素経済	46,237	49,023	65,459	106,495	177,713
エコ自動車	37,881	41,304	75,322	142,718	173,888
エネルギー需要管理・高効率化	162,067	163,435	146,496	167,065	230,208
CCUS	84,480	84,328	86,494	67,285	104,871
クリーン燃料・資源循環	94,583	88,960	86,543	116,936	137,191
計	917,804	984,929	1,048,503	1,333,250	1,599,449

主に大学・研究機関向けのファンディングは韓国研究財団(NRF)が行っている。NRFのウェブサイト

よると、総予算は2022年実績で8.4兆ウォンであり、うち2.4兆ウォンが国家戦略R&Dプログラム向けの予算である。NRFにおけるカーボンニュートラル分野のトップダウン型ファンディングに示されている大きな特徴は、「2050年に向けたカーボンニュートラル戦略」を受けて、2022年に多くの事業が開始されるようになった。また、2020年以前も気候変動技術開発を中心に、CCUS、水素、エネルギークラウド等の分野への支援が実施されていた。また、カーボンニュートラル重視の政策動向のもと、2022年度当初予算の総額は、全プロジェクトに対しておよそ490億ウォンである。各プロジェクトについてみると、段階跳躍型炭素中立技術開発は、カーボンニュートラル(炭素中立)技術に係る世界最高水準の技術開発を促進し、重点技術群の早期商用化を目指すプロジェクトであり、太陽電池、二次電池、燃料電池等を念頭に置いているものから、「2050年に向けたカーボンニュートラル戦略」においても明記されているCCUS(二酸化炭素回収・有効利用・貯留)が対象である。

4. 論文分析

カーボンニュートラル関連分野の研究開発動向として、水素、バイオ、半導体分野を取り上げ、各分野の論文動向について分析を行った。なお、蓄電池は中国を主に解析した。論文データとして、Clarivate社のWeb of Scienceを用い、2016年から2021年のデータを母集団とし、ドキュメントタイプはArticle, Review, Proceedings Paperの3つを対象とした。

全世界の論文データを分析したところ、いずれの分野においても、論文数は中国が1位、アメリカが2位であり、日本と韓国は上位5カ国に入っていた(図2)。高被引用論文数および上位10%論文(や被引用数)で示される論文の質については、表3から表5に示すような結果が得られた。

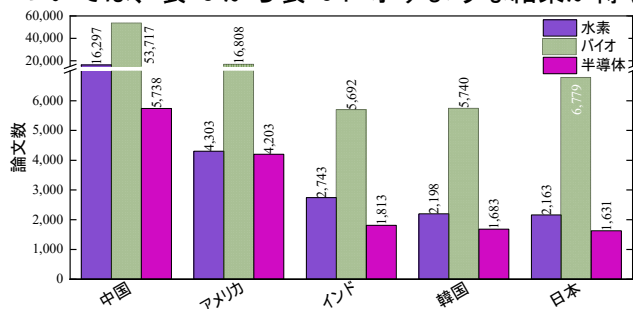


図2 各分野の論文数(2016年～2021年)

表3 水素分野の論文数上位国の分析

国名	論文数	被引用数	高被引用論文(%)	上位10%論文(%)	国際共同研究(%)	企業共同研究(%)
中国	16,297	320,460	4.4	22.1	24.7	1.4
韓国	2,198	31,933	2.9	16.3	38.5	3.2
日本	2,163	37,171	3.3	13.2	44.8	3.8

表4 バイオ分野の論文数上位国の分析

国名	論文数	被引用数	高被引用論文(%)	上位10%論文(%)	国際共同研究(%)	企業共同研究(%)
中国	27,819	818,991	3.3	31.6	38.0	1.2
韓国	2,993	91,629	4.6	27.7	51.2	2.2
日本	2,941	81,012	3.0	23.3	63.2	3.2

表5 半導体分野の論文数上位国の分析

国名	論文数	被引用数	高被引用論文(%)	上位10%論文(%)	国際共同研究(%)	企業共同研究(%)
中国	5,738	95,772	2.2	17.2	27.3	1.6
韓国	1,683	24,592	1.5	13.3	32.3	9.4
日本	1,631	18,834	1.5	12.9	31.4	11.2

各国において、水素、バイオ、半導体の各分野に関する個別研究トピックスを分析した結果を表6に示すと、各国で特徴的な取り組みが行われている様子が見受けられた。

表 6 論文数が多い研究トピックス(国別)

	水素分野	バイオ分野	半導体分野
日本	1位:光触媒 2位:水素化学・貯蔵 3位:触媒	1位:紙・木質材料科学 2位:バイオ工学 3位:エネルギー・燃料	1位:シリコン・システム 2位:半導体物理学 3位:光エレクトロニクス・工学光触媒
中国	1位:光触媒 2位:電気化学 3位:水素化学・貯蔵	1位:土壌科学 2位:エネルギー・燃料 3位:紙・木質材料科学	1位:二次元材料 2位:光触媒 3位:シリコン・システム
韓国	1位:光触媒 2位:電気化学 3位:バイオ工学	1位:エネルギー・燃料 2位:紙・木質材料科学 3位:バイオ工学	1位:シリコン・システム 2位:光触媒 3位:二次元材料

蓄電池に関する論文は、中国が圧倒的な存在感を示している(図 3)。この背景には、2012 年から 2013 年にかけて太陽光発電電力量が急増したことで(341 万 Kw から 1,589 万 Kw)、蓄電池の需要が増したことが大きな要因の一つであると思われる。

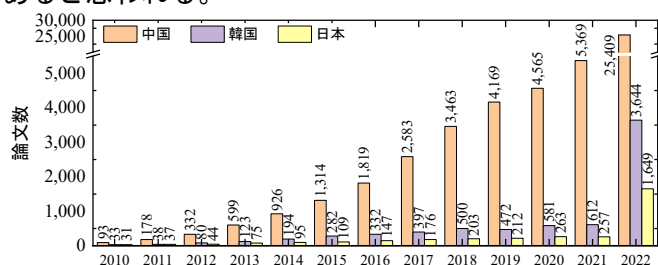


図 3 蓄電池に関する各国の論文数(2010 年~2021 年)

5. 特許分析

特許調査は Biz Cruncher (株式会社パテント・リザルト)を利用して分析を行った。検索条件のキーワードについて水素の特許分類限定と除外は Intellectual Property Office (2021)による分析を参考とし、バイオと半導体については論文調査に一部準じ、期間は 2016 年から 2021 年とし、出願国は”WIPO、EPO、日本、米国、中国、韓国、台湾、ドイツ、イギリス、フランス”とした。

各分野における出願上位 15 社の位置を図 4 に、各国および各分野における出願数を図 5 に、全世界における出願人上位 15 ランキングを図 6 に示す。

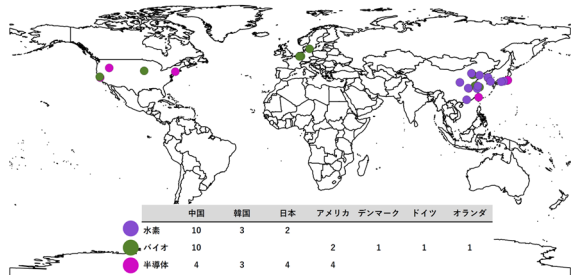


図 4 各分野における出願上位 15 社の位置

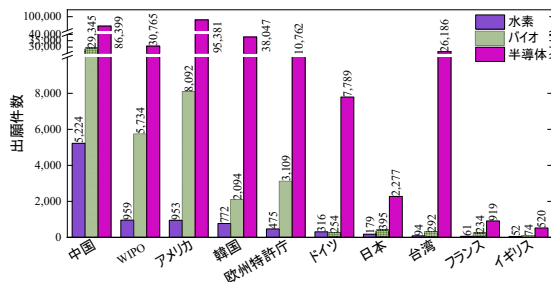


図 5 各国および各分野における出願数

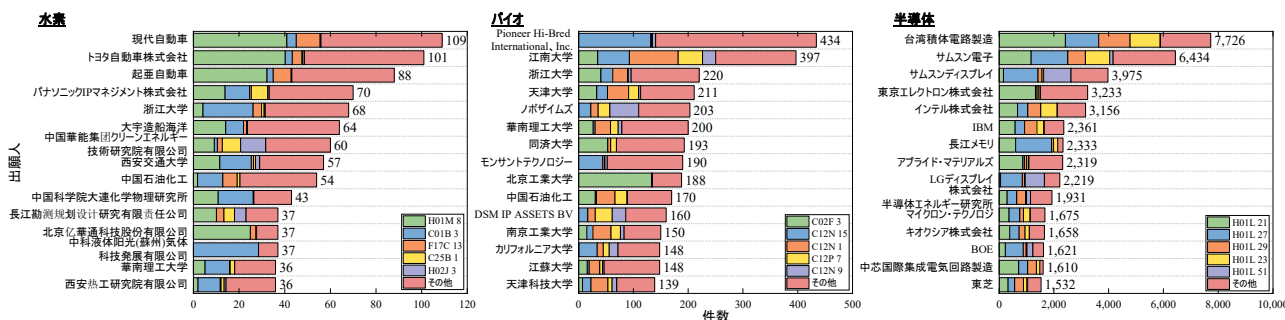


図 6 全世界における出願人上位 15 ランキング (IPCR 別)

特許データを分析したところ、水素に関する出願件数は9,085件であり、中国が群を抜いて多く、中国、アメリカ、韓国と続いている。バイオに関する出願件数は49,623件であり、中国の大学による出願が多くみられた。半導体に関する公報数は299,045件であり、アメリカと中国が特に多く、次いで韓国となっている。いずれの分野においても、大手企業・有名大学による出願が主であった。

中国の蓄電池関連特許は、論文数と同様に2015年以降急増している(図7)。取得特許の構成としては電気の割合が多い(図8)。なお、駆動方式や材料に関しては、ここでは詳細を示さないこととする。

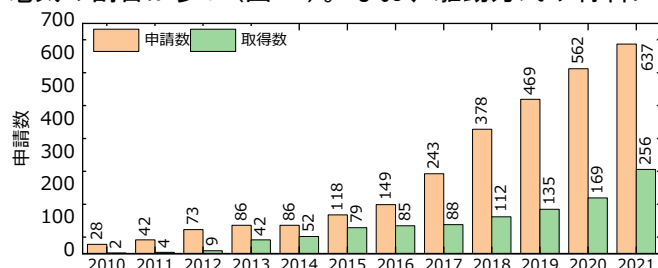


図7 蓄電池に関する中国における特許出願数

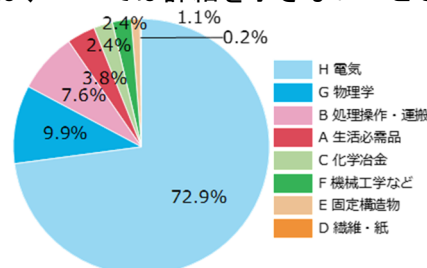


図8 取得特許の構成(IPCセクション別)

出典： 專利之星检索平台

6. おわりに

中国は「国民経済・社会発展第14次五か年計画と2035年までの長期目標要綱」、「2030年までのカーボンピークアウト行動計画」、「カーボンニュートラル達成のための作業指針」といった政策が大きなものである。また、科技部は4-5年のプロジェクトに対して、100億元単位の助成を実施している。2021年における予算は7,500億円程度であったNSFCは、トップダウンによるプログラムとしてカーボンニュートラルに係る公募を2022年に開始しており、エネルギー転換と産業構造改革に向けた変革技術の化学・化学基盤に重点を置いていることを確認した。

韓国は「第4次科学技術基本計画(2018年~2022年)」、「2050年に向けたカーボンニュートラル戦略(2020年)」、「気候危機対応のためのカーボンニュートラル・グリーン成長基本法」といった政策が大きなものである。政府による科学技術に対するは2015年以降、年15%程度増で、2021年15,995億ウォンであった。また、水素社会、エコ自動車をはじめとするカーボンニュートラル分野への政府R&D投資が近年拡大している。一方でNRFによるものは、2022年にCCU、炭素資源化を中心としたカーボンニュートラル関連プログラムを多く新設されており、2022年の予算は8.4兆ウォンであった。

論文数は、水素、バイオ、半導体にいずれの分野においても、中国が1位、アメリカが2位であり、日本と韓国は上位5カ国にランクインしており、総じて日本が韓国よりやや優位であった。また、高被引用論文数はアメリカが中国よりわずかに優位ではあるが、上位10%論文(や被引用数)においては、中国が優位であり、総じて韓国は日本よりやや優位にみられた。

特許出願数は、水素、バイオの分野については中国によるものが顕著である一方、半導体についてはアメリカと中国が均衡していた。韓国とアメリカは企業による出願が多いものの、中国は大学による出願が多かった。

参考文献

- [1] BP p.l.c. (2020): Statistical Review of World Energy 2020 | 69th edition, London: British Petroleum Co., 65p.
- [2] 成金华・汤尚颖(2021): 中国矿产资源产业发展报告2020, 中国地质大学出版社, 237p.
- [3] 国家发展改革委 国家能源局(2022): “十四五”可再生能源发展规划, 42p.
- [4] 国家自然科学基金委员会, <https://www.nsf.gov.cn/> (2022年9月1日アクセス)
- [5] 科技部(2021): “十四五”国家重点研发计划开启52个重点专项指南征求意见, 经济参考报
- [6] 韓国大統領府, <https://www.president.go.kr> (2022年9月1日アクセス)
- [7] 2050カーボンニュートラル戦略, https://www.mofa.go.kr/www/brd/m_4080/view.do?seq=370841 (2022年9月1日アクセス)
- [8] 韓国研究財団, <https://www.nrf.re.kr/index> (2022年9月1日アクセス)
- [9] Intellectual Property Office (2021): A worldwide overview of low-carbon hydrogen patents, 28p.
- [10] ヨーン・リャン・ポア(2021): アジアにおけるネットゼロ・エネルギー投資の可能性, Asia Investor Group on Climate Change, 17p.
- [11] 專利之星检索平台, <https://cprs.patentstar.com.cn/> (2022年9月1日アクセス)