

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

## 将来型低炭素社会における産業構造 検討のための人口に関する分析

令和 2 年 3 月

Population Analysis for Industrial Structure Study in Future  
Low Carbon Society

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構  
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2019-PP-16

## 概要

地球温暖化緩和のための低炭素・ゼロカーボン（ZC）社会構築が不可欠である。ZC 社会には今後数十年にわたる社会の変革・イノベーションが必要である。LCS では低炭素・ZC であり経済も活性である「明るく豊かな」社会像を明らかにし、どのように移行していくか検討を進めている。将来の低炭素社会では、化石燃料由来ではないエネルギーの供給が主となり電力利用が多くを占め、社会や産業の構造が大きく変化し、就業構造が大きく変革する。本提案書は、人口構成や就業人口の観点から検討を進めたものである。このような将来研究について、年齢階層を考慮した就業人口からの例は数少ない。就業人口は2050年で2018年比27%低減する。もし就業構造や生産性が変わらないならGDPは30%低減することになる。就業人口減少下で2050年まで年率0.5%でGDPを増加させるには、全産業平均では労働生産性（就業人口あたり生産額）を現状の1.5倍、年率で1.0%増加させる必要がある。産業別では多くの産業で0.5~3%の労働生産性向上が必要となる。この労働生産性向上は、脱炭素化と人口減少環境下で情報通信技術や各種自動化・人工知能利用技術などが進展する未来型社会の中、生活の質を向上しながら達成されなければならない。各年齢層、特に若年層や高齢者に合った職業教育、高齢者の健康維持体制の確立など、幅広い年齢層が活躍できる社会環境の整備が重要である。今後様々な想定をもとにシナリオを提案し明るく豊かな社会への道筋を年齢別技能別の就業構造の観点を加えて明らかにする必要がある。本提案書では、そのための就業人口から分析評価するための基礎データの整理を行った。

## Summary

Construction of low-carbon and zero-carbon (ZC) society to mitigate climate change is essential. A ZC society requires social transformation and innovation over the next few decades. LCS has been clarifying the image of an economically active, satisfying and fulfilling zero-carbon society and studying how to make the transition. In the future ZC society, the structure of society and industry will change drastically, and the employment structure will change accordingly. This study has been conducted from the viewpoint of population and employment structure. The labor population will drop by 27% in 2050 compared to 2018 and GDP by 30%. To increase GDP by 0.5% annually by 2050, it is necessary to increase labor productivity by 1.5 times and 1.0% annually on average in all industries. By industry, many industries need to increase labor productivity by 0.5~3%. This improvement in labor productivity must be achieved while improving the quality of life in a future society in which information and communication technology and various automation/artificial intelligence utilization technologies are evolving in an environment of decarbonization and population decline. It is important to develop: vocational education for young people; and vocational education, health maintenance and an environment for active participation in society for the elderly, in line with new industrial structure. It is necessary to propose scenarios based on various assumptions and clarify the path to a satisfying and fulfilling society. In this study, we developed basic data for analysis and evaluation from the labor population.



## 目次

### 概要

1. 背景と目的 .....	1
2. 方法と結果 .....	1
2.1 人口構造、就業人口、就業人口割合 .....	2
2.2 業種別付加価値額、GDP の試算 .....	6
2.3 LCS 新産業連関分析で得られた将来低炭素社会の実現 .....	11
2.4 将来社会の変化が低炭素化と労働生産性に及ぼす影響 .....	17
3. 結論 .....	20
4. 政策立案のための提案 .....	20
参考文献 .....	21



## 1. 背景と目的

温暖化緩和の観点からは、2100年には炭素排出正味ゼロあるいはマイナスの社会である必要があり、LCSは2050年にゼロカーボン（ZC）を達成する社会の構築を目指している。その社会の実現のためには今後数十年にわたる社会の変革・イノベーションが必要である。しかしながら、考えられる将来像や期待する将来像の具体化のためのZC社会シナリオ研究の場合、主要ファクターの条件設定とストーリーの多様さに重きがおかれ、社会の変革やイノベーションへの具体的なフィードバックが導出され難いことが多い[1-3]。一方、炭素排出削減方策（技術・制度）による削減ポテンシャルに焦点をあてた研究、ロードマップやイニシアティブは具体的であるものの、多くの場合、現状の炭素削減可能性を積み上げたものとなり、将来必要なZC社会の姿と乖離がある[4,5]。将来のZCを見据えずに既に顕在化している可能性の積み上げで得られる社会像では、長期的視野の技術・システムへの投資は促進されない。LCSでは、これまで新しいZC型社会像を探求・設計し、そこには何が必要で、どのような移行が必要か、という流れで検討を進めてきた。将来の低炭素社会では、社会や産業の構造が大きく変化していると予想される。低炭素・ZCであり経済も活性である「明るく豊かな」社会のビジョン作りと、それを実現するための方策の検討が重要である。

本提案書は、人口構成や就業人口の観点からみて、将来の低炭素社会設計に必要な要点を明らかにするために、基礎データの構築と、今後の応用の可能性についてまとめたものである。人口動態はシナリオ研究に含まれているケースが多いものの、年齢階層別の就業人口や、将来のZCに向けた産業構造の変化を入れたシナリオに対応できる分析は新しい研究である。

## 2. 方法と結果

図1に、研究フローを示した。

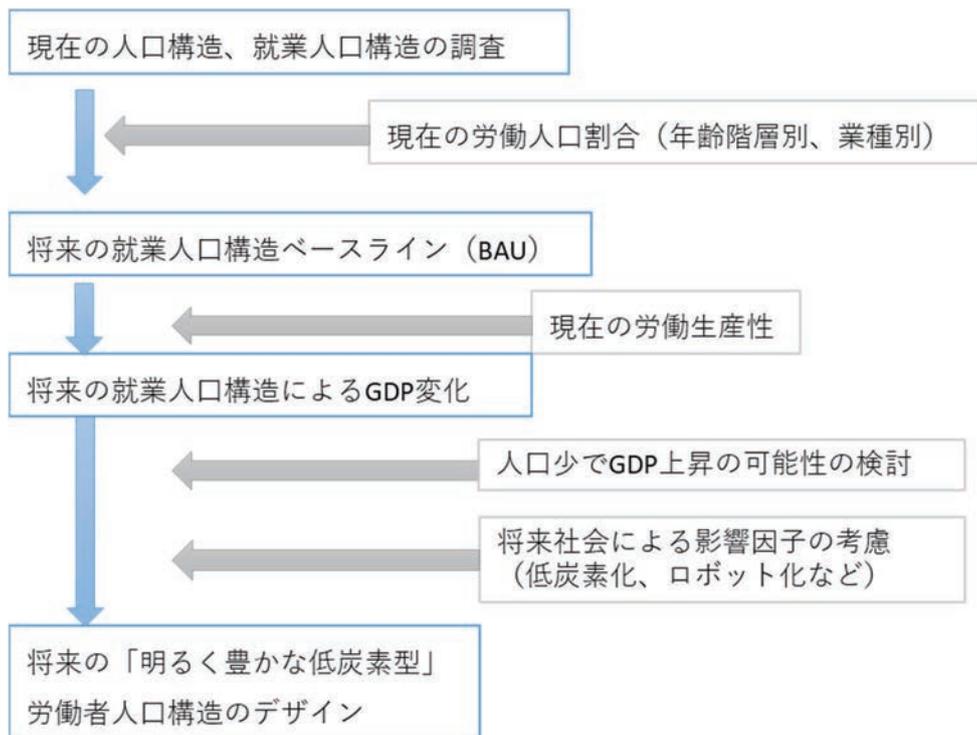


図1 研究フロー

## 2.1 人口構造、就業人口、就業人口割合

国立社会保障・人口問題研究所の出生中位（死亡中位）ケースの人口予測[6]をベースの将来人口構造とした（図2）。日本の65歳以上人口割合は2018年32%であるが、2050年には42%に増加すると予測されている。

総務省基本集計産業別年齢階層別（5歳ごと）就業人口データ[7]を用い、2018年の就業人口割合と（図3）、代表的な業種について過去の推移（図4）を示した。就業人口の多く（2～12%）を占める業種のうち、製造業、卸売り・小売業、建設業は減少傾向にあった。医療・福祉は大きく増加している（特に社会保険・社会福祉・介護事業）。高齢者人口の増加に伴い、今後は増加する可能性がある。宿泊・飲食サービス業はやや増加傾向、運輸郵便はほぼ横ばい（個別では道路貨物運送業が増加）であった。2%以下の業種の中での顕著な傾向としては、農林水産鉱業の減少が第一に挙げられる。情報通信業はまだ少ないが、増加傾向である（特に情報サービス業）。他、学校教育、学習支援業が増加した。

2018年の産業別年齢階層別就業人口データより現在の各年齢層における各産業の就業人口割合をもとめた（図5）。若年層は宿泊業・飲食サービス業が多く、高齢層は農林水産鉱業が多い。

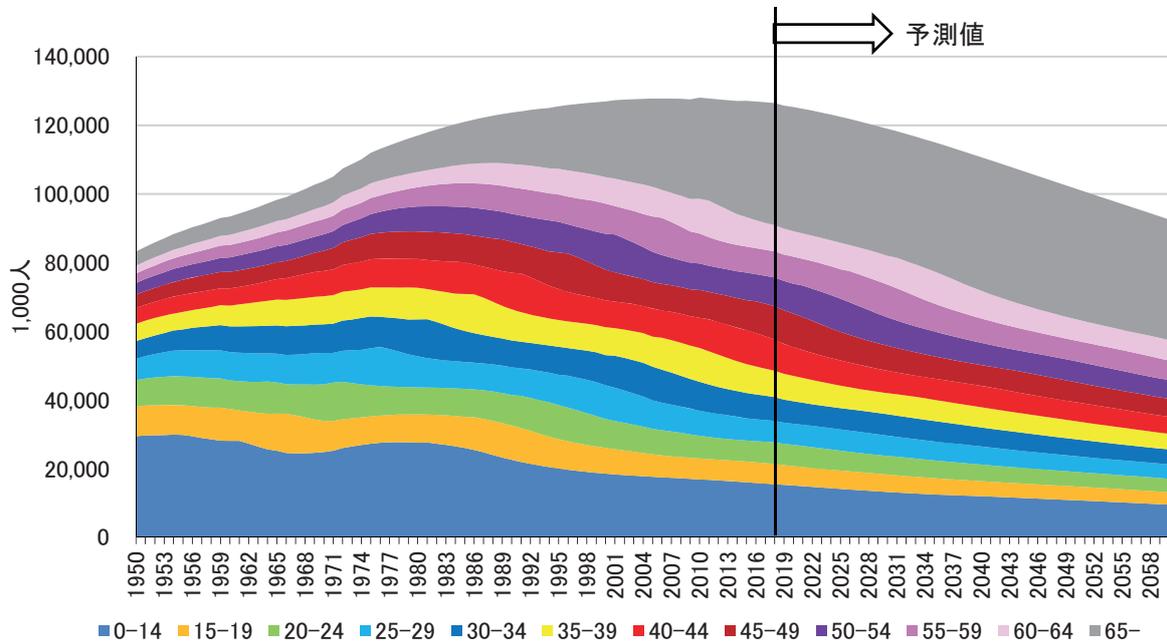


図2 年齢階層別人口推移

注：2019年以降は国立社会保障・人口問題研究所、出生中位（死亡中位）推計より作成

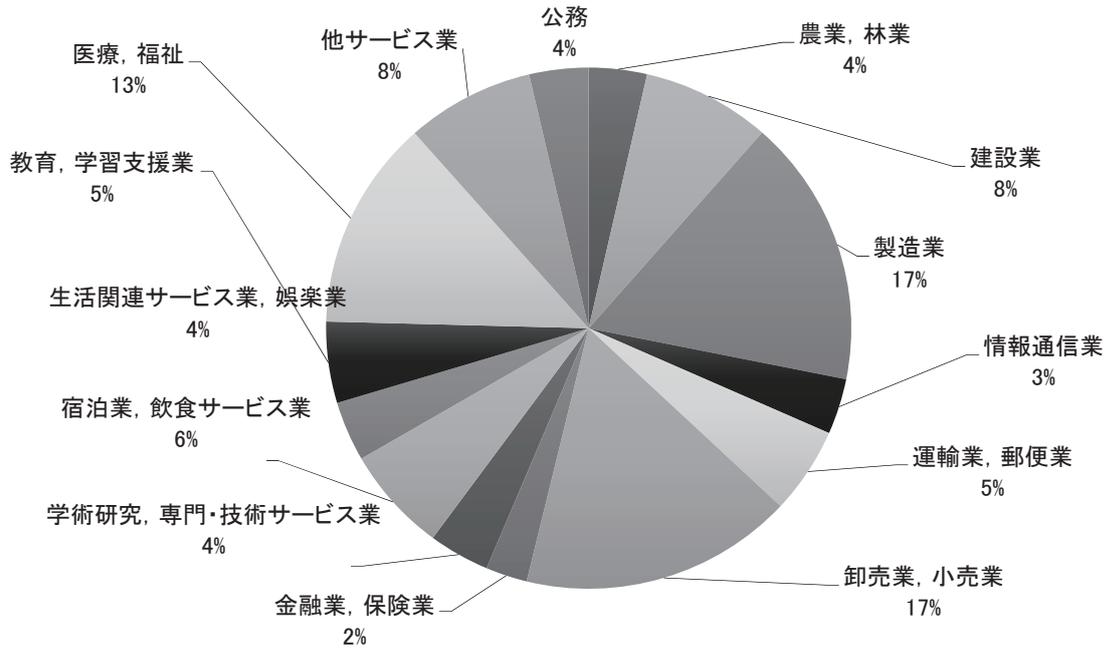


図3 2018年の就業人口割合 (全就業人口：6663万人)

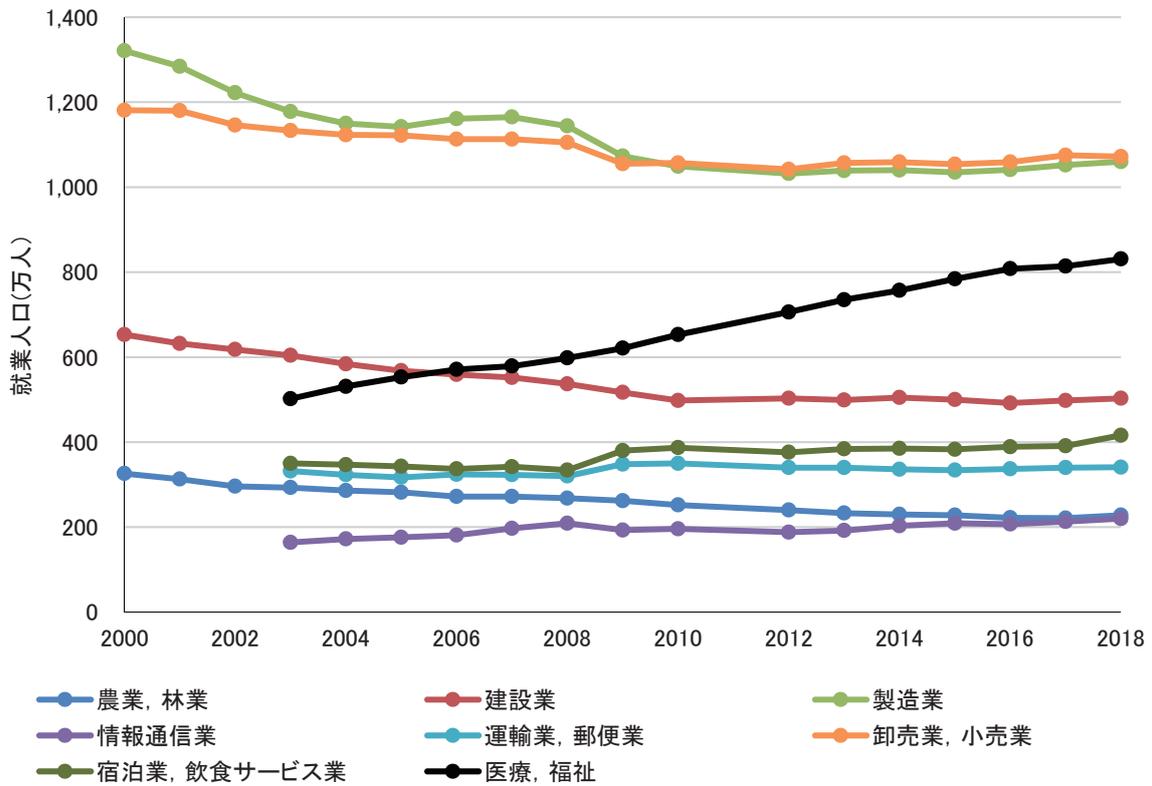


図4 就業人口推移

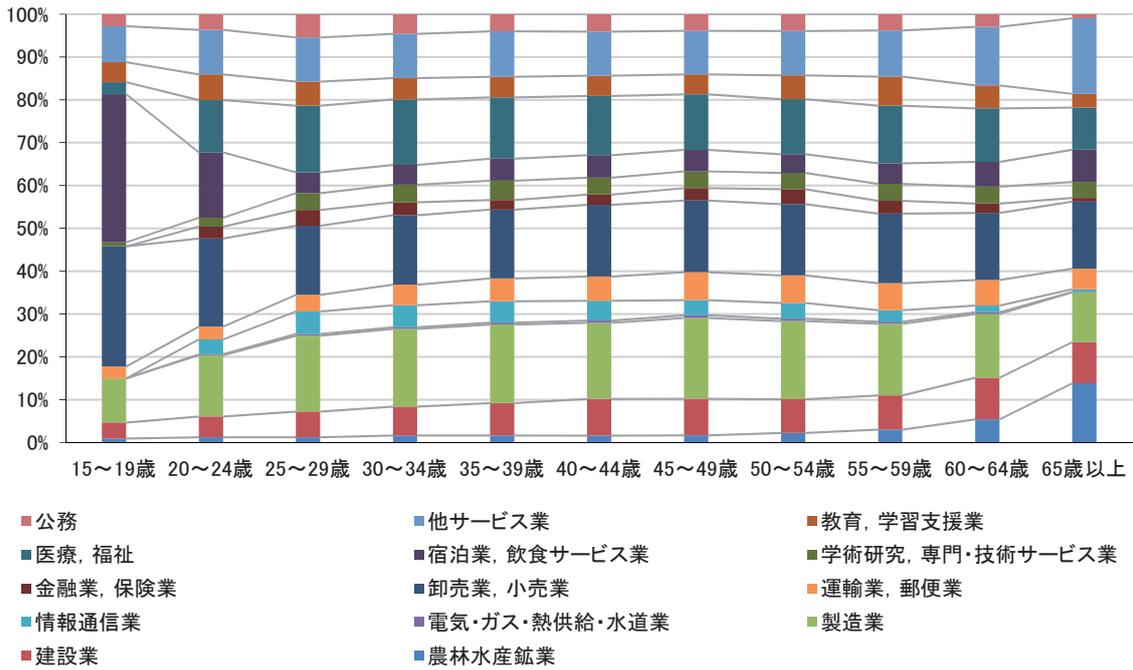


図5 2018年の年齢階層別業種別就業人口割合

図4から分かるように、過去の推移は業種で様々であり、増加傾向のものも、減少傾向のものもある。このような傾向を分析し将来の就業割合を用いるのが望ましいが、多くの要因が影響していることと、それらを考慮した確立された将来予測方法がないため、ここでは、年齢階層別業種別の就業人口割合については、現状維持(=BAU: Business as Usual)と考えて、2018年の割合を用いた。この割合を用い、将来人口予測データ[6]から、将来の各年齢層における各産業の労働人口割合を求めた(図6)。2010~2018年の就業率変化をみると、60~65歳の年齢層では13%、他年齢層は4~8%増加であった。将来就業人口は人口減少に伴い減少するが、65歳以上では人口増加が大きいので就業人口も多い。全体の就業人口は2050年で2018年比73%に減少し(年率マイナス1.0%)、65歳以上の就業者に占める割合は19%になる(現在13%)。

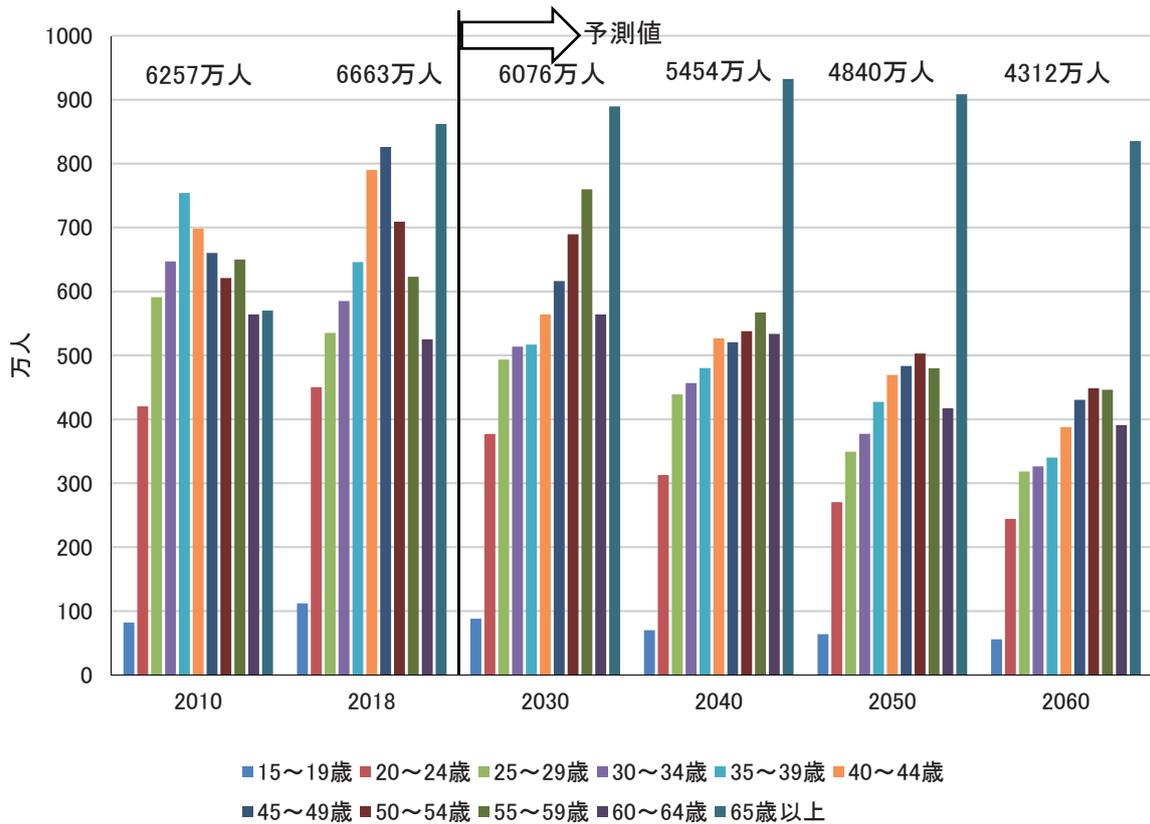


図6 年齢階層別就業人口 過去及び将来推計 (LCS 推計)

就業人口を増加させるには、就業率を増加させるしかない。実際には就業率（あるいは失業率）は、景気や様々な要因で決定されるが、ここでは単純に、高齢者の就業人口を増加させることで就業人口を増加させることが可能かどうか簡単な試算により検討する。

- まず、比較のための基本ケースは、現在の就業人口割合を適用したものとする<sup>a</sup>。
- これに対し、高齢者就業人口増加のための3ケースを想定した。
  - ① 定年引上げケース：
 

定年を現行の60歳～65歳ではなく、2050年には5歳引き上げて65歳～70歳と仮定。計算上は、一区分前の就業率を適用する。80歳以上は就業人口なしと仮定。
  - ② 60～79歳の就業人口を1.2倍に増加させるケース：
 

就業割合で60～64歳は70→84%、65～69歳は47→56%、70～74歳は30→35%、75～79歳は26%→31%とする。
  - ③ 60～64歳の就業人口を1.2倍、65～79歳では1.5倍に増加させるケース：
 

就業割合で60～64歳は70→84%、65～69歳は47→71%、70～74歳は30→44%、75～79歳は26%→39%とする。

<sup>a</sup> 実際には80歳以上の就労もあると考えられるが、データがないため、75歳以上の就業人口をすべて75～79歳の年齢区分と仮定する。なお、2.1.2.2で用いた業種別の詳細な就業人口での70歳以上は一つの年齢階層である分類のデータを用いたが、ここでは、過去のレポートの「75～79歳は3%である」という報告をもとに試算した。

結果は以下の通りである。

2018年の就業人口は	66,630千人	(該当年齢人口	110,202千人)
基本ケース	2050年	48,400千人	(75,088千人) 低減率27%、年率マイナス1.0%
ケース①	2050年	52,200千人	低減率22%、年率マイナス0.7%
ケース②	2050年	50,700千人	低減率24%、年率マイナス0.8%
ケース③	2050年	53,000千人	低減率21%、年率マイナス0.7%

健康寿命の延長のための予防医療やサービスの向上により実現は可能であるとしても、高齢者就業による対策では大きな就業人口増加を見込めない。本提案書では、就業人口を全体でどう増加させるか、という観点ではなく、減少する就業人口でどのように経済生産を向上させるか、という点から検討する。

## 2.2 業種別付加価値額、GDPの試算

次に、人口変化の観点から将来のGDPを試算するために、総務省統計の2015年産業連関表の産業別付加価値額を用い[8]、就業人口あたりの生産額＝労働生産性<sup>b</sup>を求めた。なお、GDPは付加価値額から家計外消費支出を控除したものである。労働生産性は、全体で840万円/人であったが、年齢別、業種別に大きなばらつきがあった。これを、業種ごとにより詳細に計算した結果を図7～9に示した。酒類、タバコ、石油、鉄鋼、電気インフラ、通信、不動産業が高い値である。税率が高い、固定資産が大きい、営業余剰が大きいなどの特徴がある。年齢階層別では50代の一人当たり付加価値額が最大であった(図10)。

<sup>b</sup> 本提案書では就業人口あたり生産額としているが、内閣府や経済産業省等の報告等で利用されている指標は就業人口と就業時間あたりの生産額が多い。[9-11]

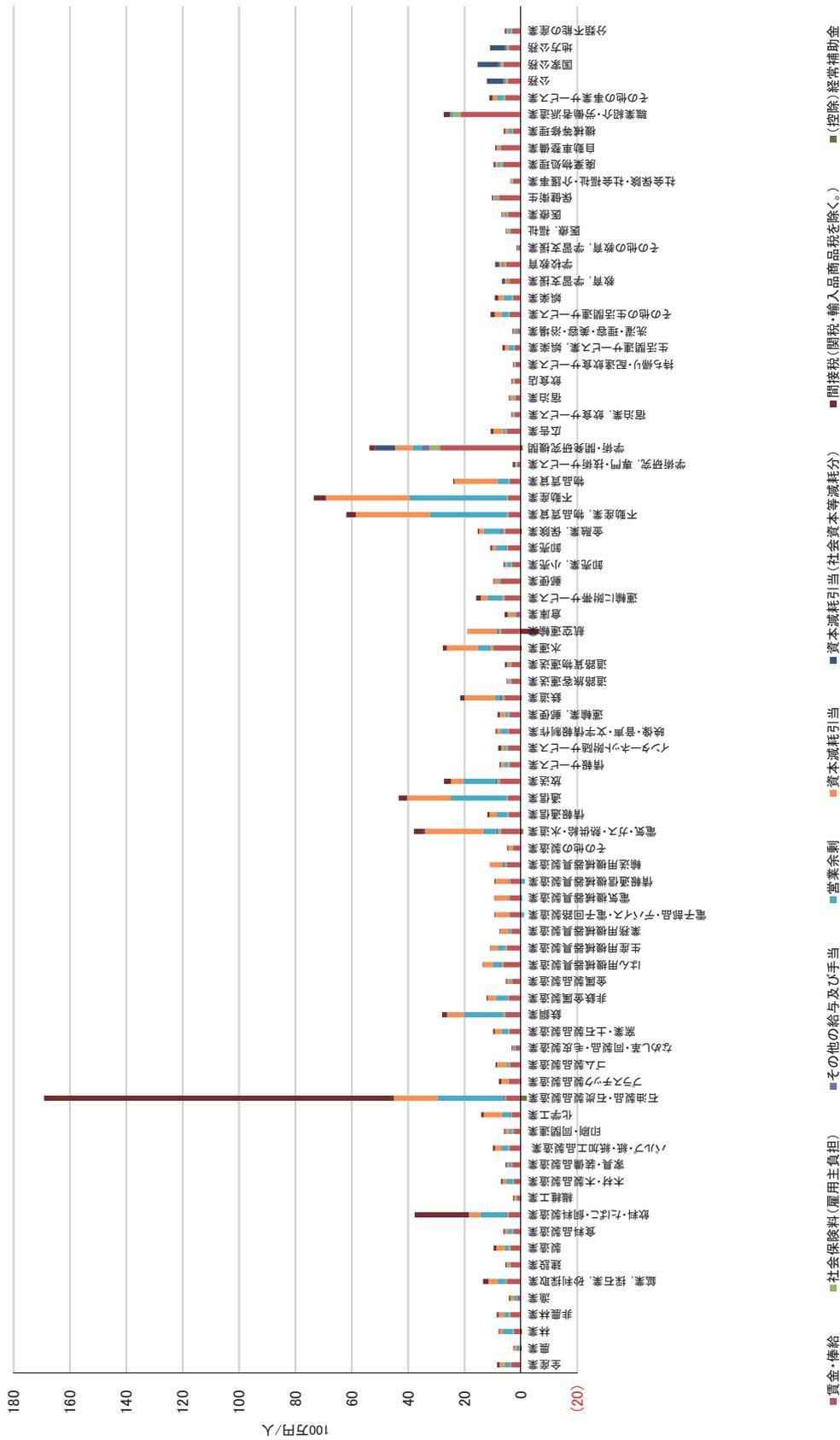


図7 一人当たり生産額 (2015年)

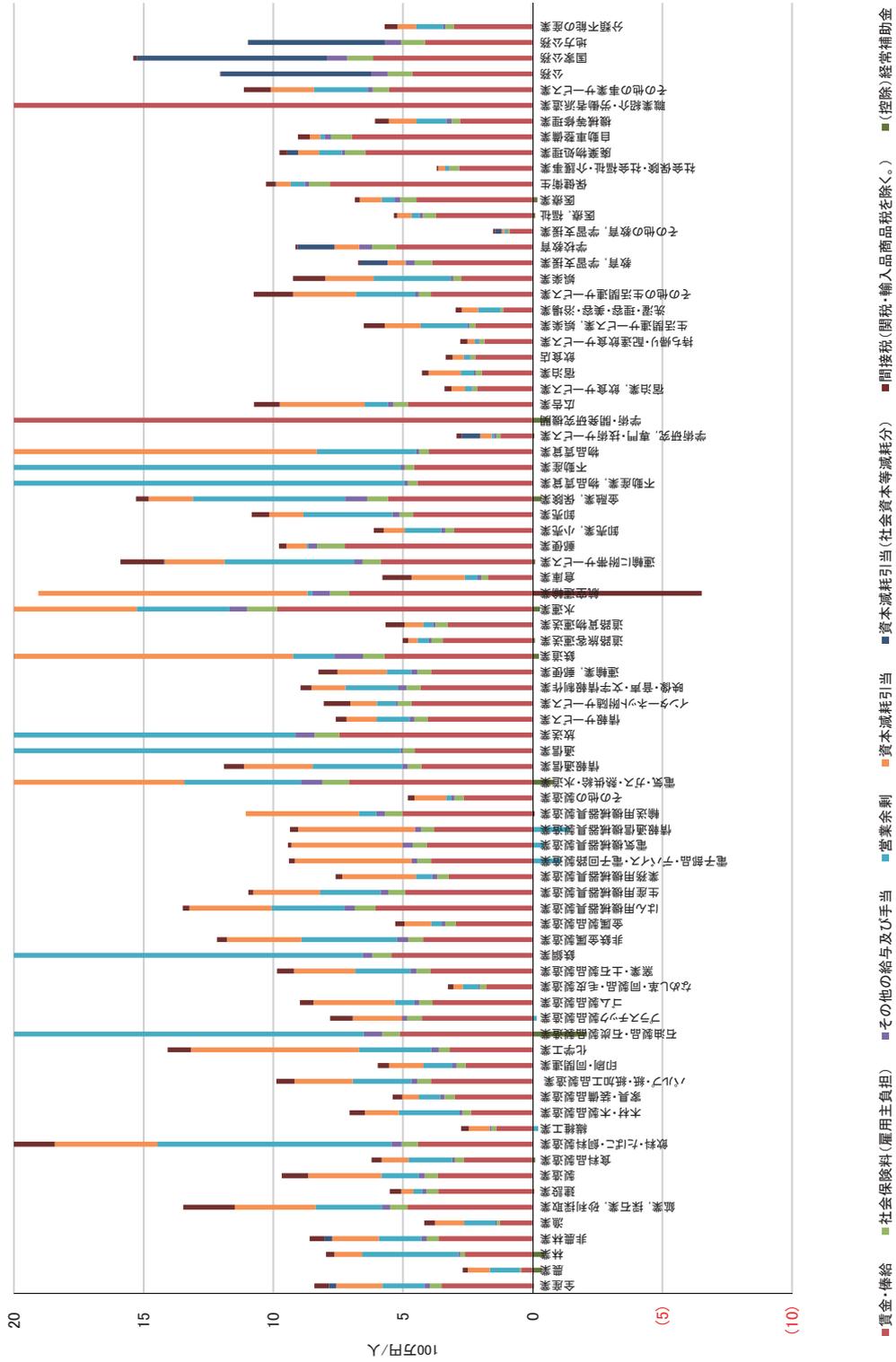


図8 一人当たり生産額(拡大) (2015年)

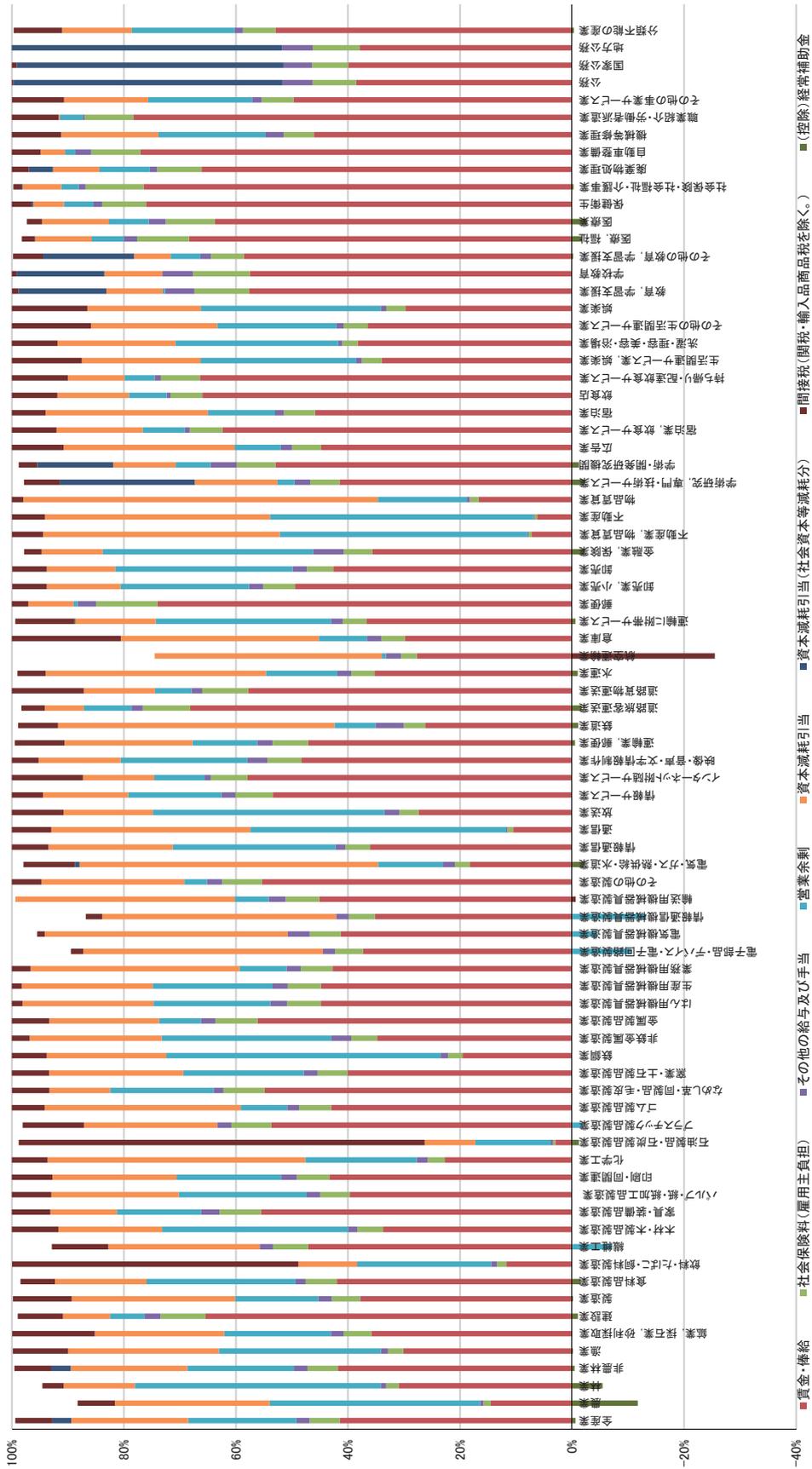


図9 一人当たり付加価値額割合 (2015年)

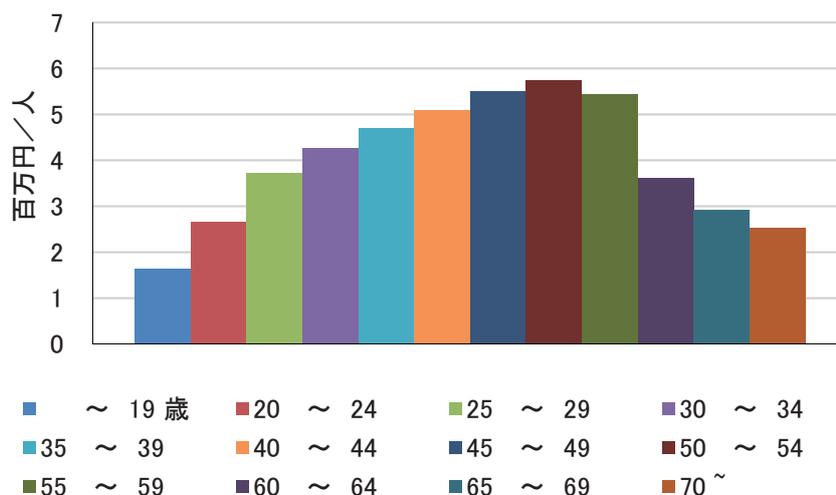


図10 年齢別労働生産性 (2015年)

2015年の労働生産性に各将来年の年齢階層別業種別就業人口に乗じることで、将来の付加価値額を求め、年齢階層別業種別生産額を計算した。(1) 賃金・俸給、社会保険料、給与手当、家計外消費支出の4項目は就業人口の関数と考え、(2) 営業余剰、資本減耗、間接税、計上補助金は付加価値額あたりの割合を2015年のものと仮定して計算した。就業人口の関数の(1)については、各業種の就業人口の年齢階層分布と、厚生労働省統計要覧の産業別賃金の年齢階層別分布[12]を用いた。

試算結果を図11に示した。図中の青線は一人当たり業種別生産額(労働生産性)を各産業内では一定(年齢階層によらない)とした結果であり、赤線は、より詳細な計算を行っており、就業者年齢階層別人口と賃金分布を考慮した結果(☆)である。この二つのケースではマイナス3~プラス1%の違いが生じ、例えば2050年では☆が2%低い。☆では、2050年のGDPは2015年比は27%、2018年比30%減であった。2030年付近までは☆ケースが高く、その後下回る。これは、賃金が最大である定年退職期前中高年層(45~59歳)の人数が2027年で最大値を迎え、その後は減少することに起因する。少子高齢化の将来社会における生産額向上には、賃金構造の変化も重要であることがわかる。

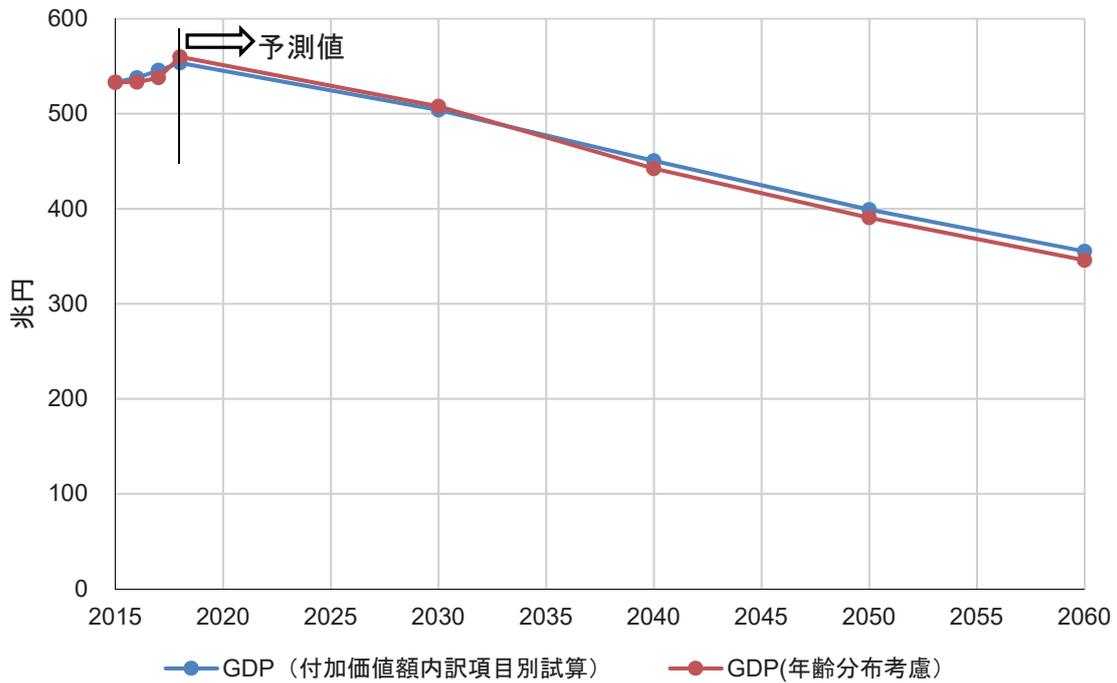


図 11 将来 GDP 試算値

### 2.3 LCS 新産業連関分析で得られた将来低炭素社会の実現

ZC である将来社会のための想定される変化は、産業構造に影響を及ぼす。LCS では将来の低炭素・ZC 社会における産業構造を明らかにするために、産業連関表を用いた手法を新規に開発している。提案書 [13]では、方法論の解説と主要な結果がまとめられている。本提案書では、その LCS 産業連関表ベース研究（以下 LCS-IO 研究）の結果例を参照し、各産業における労働生産性の向上について要点をまとめる。

LCS-IO 研究では、2013 年の産業連関表をもとに、以下の変化が起こったときの、各産業の租付加価値額を試算した（詳細は当該提案書[13]参照）。

LCS-IO 研究の CO<sub>2</sub> 排出 80%削減が可能となるケース：

ゼロカーボン電力；都市ガス・灯油・LPG の利用の 100%電化；EV 車 100%普及；ライドシェア 50%普及；鉄鋼・化学・セメントにおける各種方策；機械類需要の増加；旅行者等インバウンド需要増加；高齢者増加による医療費増加；情報・教育産業の増大；電力需要の増大

このケースでは、GDP は 595 兆円（2013 年基準）と報告された（参考：2013 年 503 兆円）。本提案書で試算した 2015 年ベース年齢階層別就業人口別労働生産性分布を考慮した 2050 年の BAU 労働生産性は、全体で 8.0 百万円/人であった。LCS-IO 研究による GDP 額の達成には、2050 年時の労働生産性を現状の 1.5 倍、年率で 1.0%増加させる必要がある<sup>○</sup>。

これは全産業の値である。それでは、産業別にはどのような変化が想定されるであろうか。

<sup>○</sup> 先行研究では、過去推移の分析[9,11]や国際比較[10]が主流であり、将来シナリオにおける生産性の分析は少ない。

図12は人口、就業人口、GDP（2018年基準）を、2013年を1として同一グラフに推移がわかるようにまとめたものである。図13は労働生産性（就業者当たりGDP-2018年基準）の推移である。労働生産性が高かった時期があることがわかる。表1にはいくつかの特徴的な期間のGDP、就業人口、労働生産性の年変化率について示した。

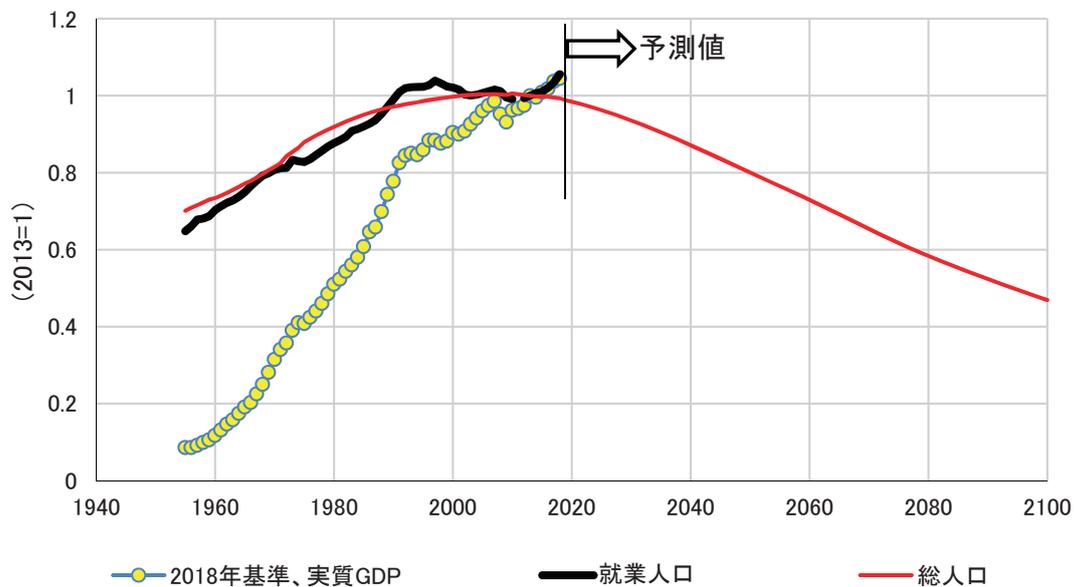


図12 人口、就業人口、GDP 推移

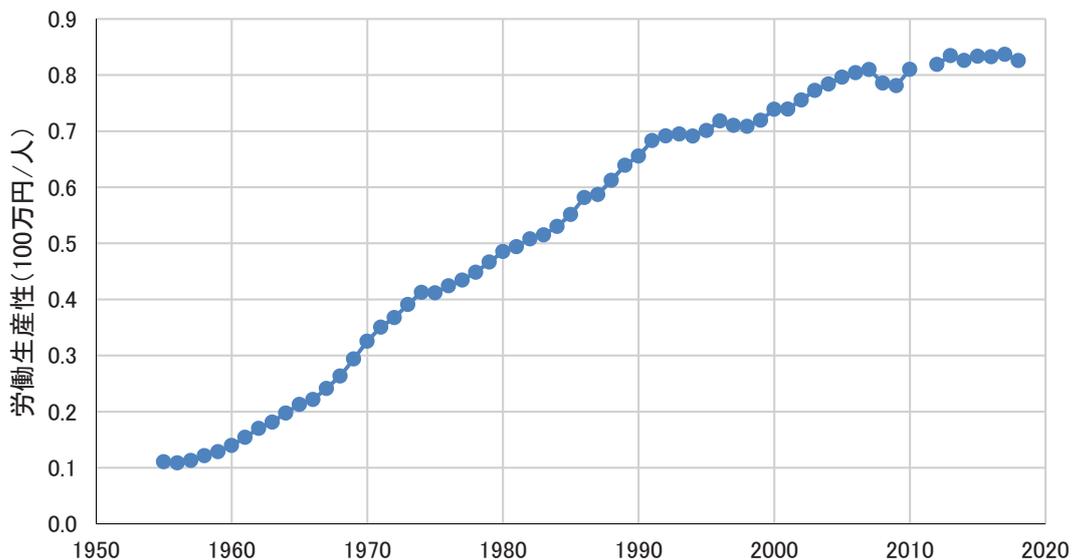


図13 労働生産性推移

表1 過去のGDP、就業人口、労働生産性の年変化率(%)

	年変化率(%)		
	GDP	就業人口	GDP/就業人口 (労働生産性)
1955～1974 高度成長期間	8.6	1.3	7.2
1974～1991 オイルショック後成長期	4.5	3.8	3.2
1999～2007 バブル低迷期以降リーマンショックまで	1.4	1.3	1.5
1991～2018 バブル崩壊以降	0.8-0.9	0.6-0.8	0.6-0.7
2012～2018 近年	1.2-1.3	1.3-1.4	0.1-0.4

2050年でCO<sub>2</sub>排出量80%削減を達成するための各産業の労働生産性の年率変化について、LCS-IO研究結果の産業別GDPと将来就業人口から計算した。全体では前述の通り労働生産性を1.5倍向上させる必要があるが、産業により労働生産性の変化は異なる。表2には、具体的な成長のイメージを表すために、表1の値を参考に過去のどの時期の労働生産性変化に近いかという点から整理した。ZCの将来社会では化石燃料をエネルギー源としていた需要の電力への転換分と情報社会進展による電力需要増により、年間の電力需要は2013年の995TWhから1,710TWhに増加するというケースも想定される(詳細は前述のLCS-IO研究参照)。このとき「火力発電を除いた事業用発電」ではGDPは1兆円(2015年)から15兆円に増加する。本提案では、将来の就業人口は現在と同じ就業割合(各年齢階層から各産業へ就業する割合)で就業するものと仮定しているため、そのGDPの増加を相対的に少ない人数で行うことになる。表2で示したものは、労働生産性の変化率であり、GDPの増加と増加しない就業人口により、労働生産性が著しく高い必要があるという結果となった。実際には、生産が伸びる産業で就業者が増加する、といった2050年までに就業人口構造の変化がみられるだろう。一方労働生産性が減少する業種は、将来社会の仮定で需要が減ると想定した産業である。実際には、就業者の減少が起こりうるであろう。他、多くの業種では、バブル崩壊以降の労働生産性変化率以上で向上が必要であることがわかる。本提案書に示した研究を進めることで、ZC化、エネルギー種の変化(電力化)、量の変化(情報産業の隆盛)などから起こる。こういった就業人口の変化が必要となる産業種の明確化と、今後必要な教育の検討につながる情報を提供可能となる。

表2 LCSのCO<sub>2</sub>80%削減ケースにおける現在から2050年までの労働生産性変化

労働生産性変化の分類基準	>7%	3~7%	1~3%	0.5~1%	≤0.5%	<0
参考期間 (表1参照)	高度成長 期間	オイルシ ョック後 成長期	バブル低 迷期以降 リーマン ショック まで	バブル崩 壊以降	近年	
農業、林業				○		
漁業				○		
鉱業、採石業、砂利採取業						○
建設業			○			
食料品製造業				○		
飲料・たばこ・飼料製造業				○		
繊維工業				○		
木材・木製品製造業				○		
家具・装備品製造業				○		
パルプ・紙・紙加工品製造業				○		
印刷・同関連業			○			
化学工業						○
石油製品・石炭製品製造業						○
プラスチック製品製造業				○		
ゴム製品製造業				○		
なめし革・同製品・毛皮製造業			○			
窯業・土石製品製造業						○
鉄鋼業						○
非鉄金属製造業			○			
金属製品製造業				○		
はん用機械器具製造業			○			
生産用機械器具製造業			○			
業務用機械器具製造業						○
電子部品・デバイス・電子回路製造業				○		
電気機械器具製造業				○		
情報通信機械器具製造業					○	
輸送用機械器具製造業					○	
その他の製造業						○
事業用火力発電						○
火力発電を除いた事業用発電	○					
都市ガス、熱供給、水道					○	
通信業			○			
放送業					○	
情報サービス業		○				
インターネット附随サービス業		○				
運輸業				○		
卸売業、小売業				○		
金融業、保険業				○		
不動産業、物品賃貸業					○	
学術・開発研究機関					○	
広告業			○			
宿泊業、飲食サービス業			○			
生活関連サービス業、娯楽業			○			
教育、学習支援業			○			
医療、福祉			○			
廃棄物処理業				○		
自動車整備業			○			
機械等修理業			○			
公務			○			

産業全体でみたときは2050年に現状の1.5倍の労働生産性向上が必要であっても、産業別には必要な労働生産性増加率が異なることを示した。これは、産業の生産活動（付加価値額）と就業人口が均一でないからであるが、ここで、仮に各産業で労働生産性を一律に向上するとどうなるかという観点で結果を示す。

労働生産性を一律に1.5倍上げた場合のLCS-IO研究結果（前述）の二酸化炭素80%削減シナリオのGDPを得るために必要な就業人口とBAUの就業人口の差を図14に示した。医療福祉や、情報通信業、火力以外の事業用発電、宿泊飲食サービス業、教育・学習支援業で就業者が不足する。製造業、卸売り小売り、運輸など余剰傾向がある産業から、就業シフトが起きることとなる。全年齢階層に余剰不足が年齢分布に比例しておけると仮定した場合、年齢階層によっては、余剰不足のバランスがとれていない。表3をみると高齢者層で余剰就業者が多く、若年層では不足することがわかる。若年層の教育と、年齢にとらわれない職業変更の機会の見直し、高齢者層が活躍できる場の拡充のために、これら情報を活用していくことが重要である。

今後LCSにおける研究では、これら分析を進め、社会の変化と、それに必要な就業人口構造変化を併せて検討する予定である。

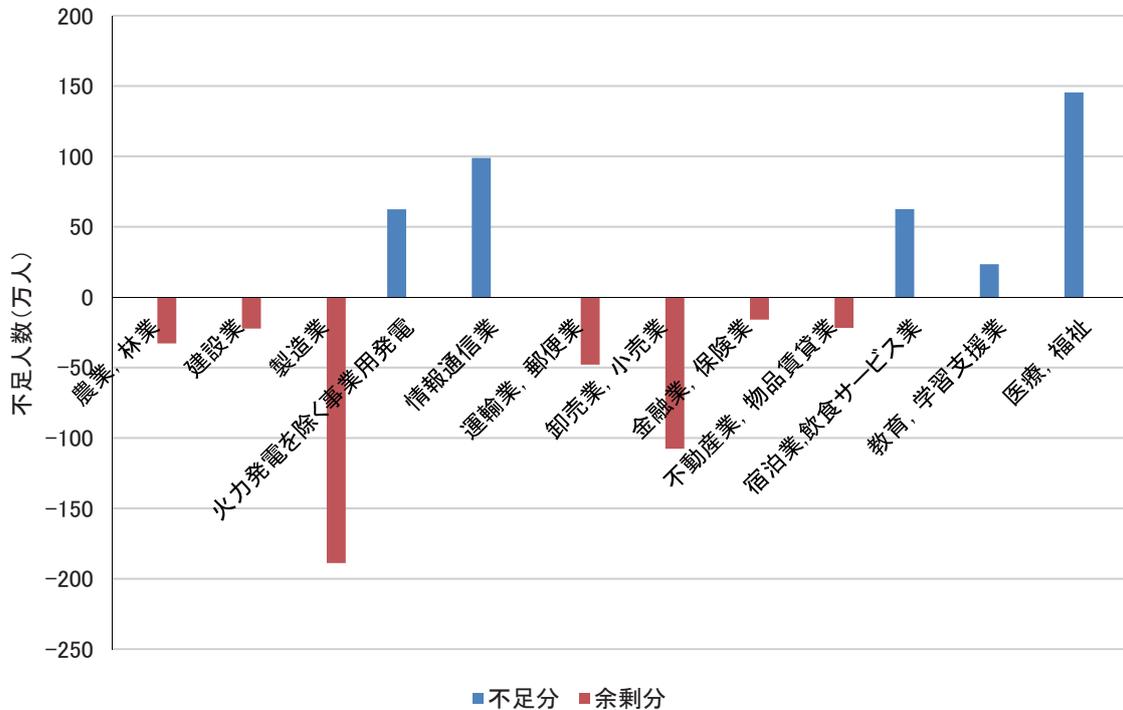


図14 二酸化炭素80%削減シナリオのGDPを得るために各産業で労働生産性を一律（1.5倍）に増加させたときにBAU就業人口構造で不足する人数（代表業種のみ）

**表3 二酸化炭素80%削減シナリオのGDPを得るために各産業で労働生産性を一律に増加させたときに  
BAU 就業人口構造で不足する人数（年齢階層別）注：ゼロ以下は余剰人数を示す。**

	(万人)
15～19 歳	1
20～24 歳	4
25～29 歳	5
30～34 歳	3
35～39 歳	3
40～44 歳	1
45～49 歳	-3
50～54 歳	-4
55～59 歳	-4
60～64 歳	-9
65 歳以上	-42

## 2.4 将来社会の変化が低炭素化と労働生産性に及ぼす影響

前述のとおり、将来の社会では、一人当たり GDP（労働生産性）を平均で 1.5 倍以上にすれば人口減少による GDP 減少を補うことができると述べた。LCS-IO 研究では、将来社会に起こりうる変化を、経済活動においてやりとりされる財を変動させることでモデルに反映させ、産業間の影響を定量的に評価しており、2.3 ではその結果を用い、人口からの分析を加えた。将来社会における ZC のための方策や、労働生産性に影響がある社会の変化について検討が重要となる。

表 4 に、ロボット技術利用、AI、自動運転、IT/IoT など未来社会型変化によりどのような影響が産業にあるかを例示した。これらの変化は産業構造、就業構造に影響を与える。低炭素化の進展も影響が出るのが予想される。どの業種で、どのような定量的な影響があり、就業状況や労働生産性にどう影響するのか、様々な変化が予想される中で、以下 4 つの視点をここに挙げた。

製造業：ロボット化、発展型オートメーション化

⇒一般には、労働生産性向上&低炭素化が進展。情報、ロボット産業で生産量増加と、それによる社会の低炭素化が進展。

自動車：電気自動車増、カーシェア増、自動運転

⇒プロセス簡素化による労働生産性向上、総車両数低減、低炭素化。電池など業種生産量増加。情報通信産業の生産増。低炭素電源を利用することによる低炭素化。

サービス業：インバウンド需要増加

⇒宿泊、飲食業の生産増。高度医療提供による労働生産性向上。

高齢化：⇒社会福祉業需要が増加。高度 IT 利用で高齢就業者の生産性向上。

特に、これら将来変化に影響が大きい業種は機械製造業である。図 15 には、輸送機械と生産用機械、図 16 には電気機器と情報通信機械の GDP 割合をまとめた。輸送機械のうち自動車関係は GDP の 8 割を占めている。自動車社会の将来像の想定が重要であることがわかる。ロボットは生産用機械に分類されており 2015 年時点ではシェアが低い。シェアが低い産業が大きく増加する可能性がある場合は、他業種との関連など現在の産業構造の中での予測が困難である。1.4 で引用した LCS の新しい産業連関表分析手法により、これら業種、社会での利用拡大を具体的に示すことが重要である。また、図 17 には生産用機械、図 18 には電気機器、情報通信機械の付加価値額内訳を示した。生産用機械業は一人当たり営業余剰が高い業種が多いのに比べ、電気機器業、情報通信機械業は設備投資（資本減耗引き当て相当）が多く、営業余剰が負の業種が多い。将来的に持続可能な経済活動を行うためには、設備投資の見直しが必要である。

表4 産業と未来社会型変化との関連例（LCS作成）

内容	関連項目	新しい観点	未来社会型変化との関係 例							経済活動影響	
			ロボット技術	AI	ビッグデータ利用	自動運転	IT, IoT	高度センサー	3Dプリンティング		
産業構造における変化	サービス業増加	介護	介護予防、効率化	○介護ロボット	○介護予測	○介護記録利用	○外出補助	○見守り、負担レス	○見守り	○介護食	高齢者社会活躍による生産と消費増
		医療、福祉	専心医療、予防医療の発達、さらに、訪日客へのドック提供など取り込み	○先進医療ロボット、薬剤師代替	○予備診療、診断	○予備診療、診断	○通院、医師往診、外出補助	○処方薬簡易受け取りなど	○症状検知、確認、看護への利用	○人口臓器	傷病者、要介護者の低減による社会の生産性増大
		観光、旅行業	インバウンド需要増	○観光案内、ホテル受付、手荷物輸送補助、バックヤード対応	○観光プラン作成、案内、多言語対応、接客代替	○市場解析・予測	○観光交通手段	○観光プラン実施時の効率運用	○サービス向上への利用		外貨獲得、地域振興
		外食産業	分散VS集中の観点から、集中調理=効率化?	○配膳、下膳、基本調理	○フードロス削減のための調理、献立最適化、接客プログラム	○ケータリング	○外食産業効率化(材料調達、フードロス削減など)	○調理タイミング効率化など	○食品製造	関連産業を含めてプラス	
		運輸、物流業		○荷物輸送補助、配送管理	○荷受け、管理	○交通量予測、渋滞解析、燃費向上渋滞緩和最適化	○効率化	○物流効率化、オンデマンド対応の交通	○事故の低減、交通量予測	○3Dプリンティング用の材料に運搬するものが変化	経費削減、取り扱い量増加
		教育、保育	定年後の資格取得と社会への貢献、社会人教育 保育、中等教育環境充実	○活動補助	○プログラム、人員配置プログラム作成	○個々人の履修・成績データの解析、活用	○送迎利用(スクールバスなど)、施設内移動	○疑似体験型教育の拡充	○保護者の遠隔見守り、保育参加システム、個別学習進捗管理	○室内環境、児童の体調管理など	人材育成による将来産業興隆、経済成長への期待 女性の社会進出助長、人材育成による将来産業興隆
	研究開発分野 増加	研究開発	大学、高等教育環境の充実	○教育活動補助、研究上のルーチン作業、力作業、危険作業など代替	○窓口業務、予算管理補助、労務管理補助	○研究への活用	○個別学習進捗管理	○遠隔地との共同研究など	○研究への応用	○デザイン検討、試験生産などへ応用	人材育成による将来産業興隆、経済成長への期待 将来産業興隆、経済成長への期待
			企業、研究機関等研究環境充実								
	CO2多排出産業における排出量減	鉄鋼、セメント 化学、石油化学 建築、建設、土木	原料としての炭素代替	○製造プロセスでの活用	○機械の故障予測や設備の安定稼働のためのシステム	○製造プロセスでの活用	○施設内移動、物資輸送	○製造プロセスでの活用	○影響多様		生産効率向上、品質向上など
	未来社会構築によるニーズ変化	紙・パルプ	デジタル化への移行								
	情報通信産業	電力増へ対応要		○情報処理	○ビッグデータ対策(データ処理の効率化)	○自動運転用のインターフェース	○ビッグデータの利用、処理効率化				飛躍的な発展
	電力利用産業の化石燃料ベース由来電力の利用減少	組み立て(機械) 組み立て(自動車) 非鉄 食品		○製造プロセスでの活用	○機械の故障予測や設備の安定稼働のためのシステム	○製造プロセスでの活用		○影響多様			生産効率向上、品質向上など
	エネルギー供給の変化	再生可能エネルギー増加 蓄エネルギー増加	太陽光 蓄電池 水素	○製造、メンテナンス、運用での活用		○製造、メンテナンス、運用での活用					流通量、利用量の増大

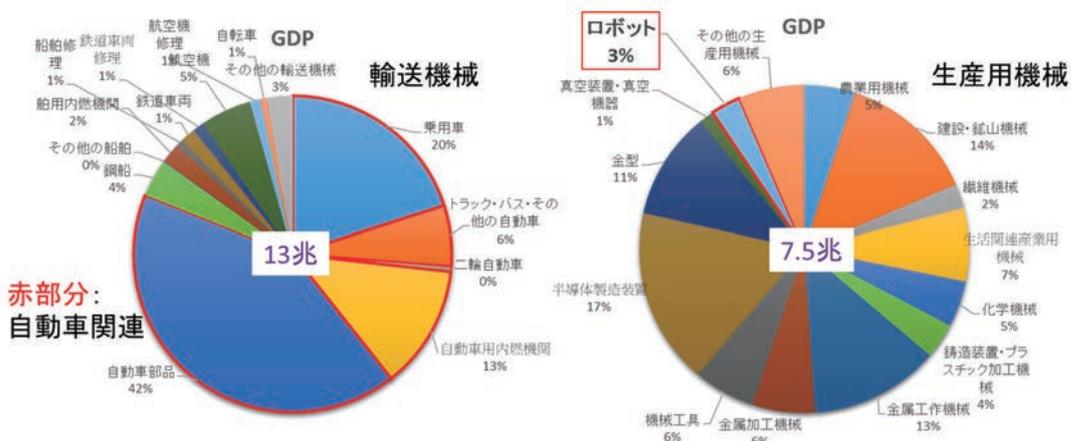


図 15 輸送機械と生産用機械 GDP 内訳 (2015)

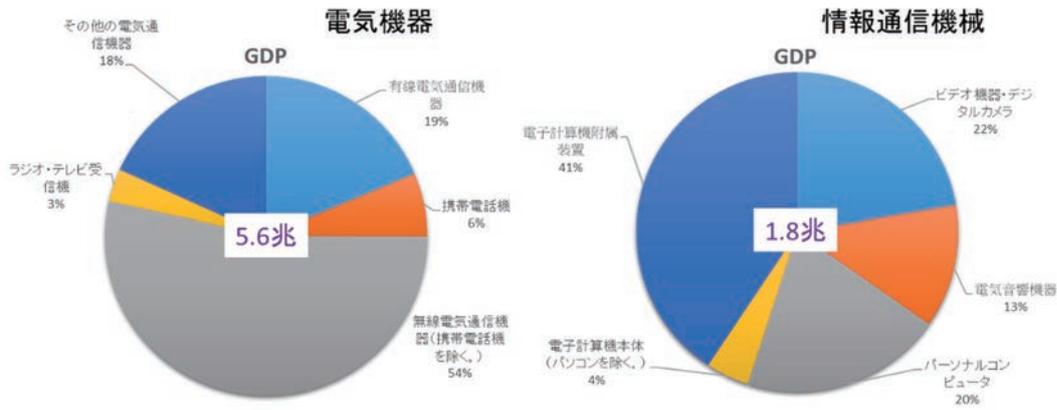


図 16 電気機器と情報通信機械 GDP 内訳 (2015)

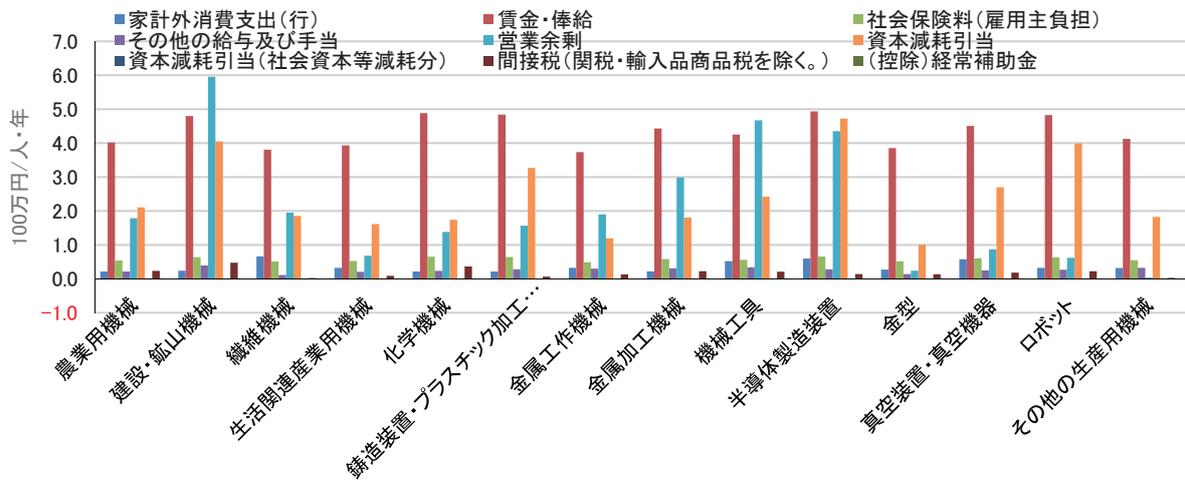


図 17 生産用機械、一人当たり GDP 内訳 (百万円/人) (2015)

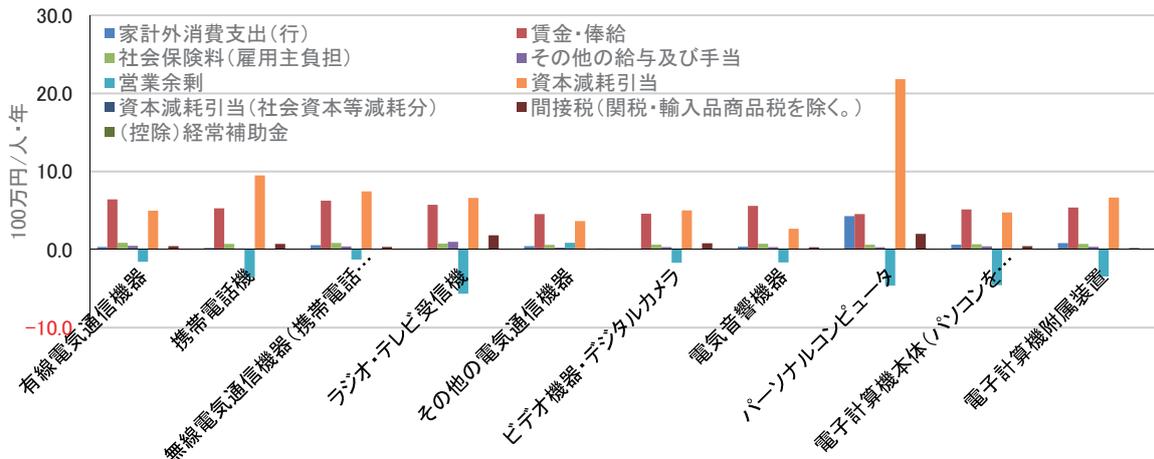


図 18 電気機器、情報通信機械、一人当たり GDP 内訳 (百万円/人) (2015)

### 3. 結論

本提案書は、低炭素・ゼロカーボン社会構築研究として、人口の観点から検討を進めたものである。将来社会ではエネルギー供給や少子高齢化、人口減少、新しい技術進展などから、産業とそれに伴う就業構造が大きく変革する。人口減少に伴い、就業人口は 2050 年で 2018 年比 27% 低減し、GDP は現在と同じ労働生産性を仮定すると 30% 低減する。27% 低減する就業人口で、2050 年まで年率 0.5% で GDP を増加させるには (LCS の産業関連研究の 80% 削減シナリオが相当)、労働生産性を全産業平均で、現状の 1.5 倍、年率で 1.0% 増加させる必要がある。産業別にみると、これには、大震災以降の低成長時期ではなく、それ以前の年率の 0.5~3% の労働生産性向上が必要である。一律で 1.5 倍の労働生産性の向上を仮定する場合、産業間で就業者の職業シフトが必要となる。今後は、さらに労働生産性 (一人当たりの生産額) を増加させる方法を提案するため、表 4 で例示したような予測される産業の変化や教育・福祉の観点を加え、LCS-IO 分析を用いたケーススタディを検討し、具体的に年齢階層別技能別就業人口を考慮した将来産業構造を明らかにする必要がある。そして経済活動が持続可能でさらに向上するための要因と定量的な方策の検討を行い、人口減少環境、スマート社会環境の中、明るく豊かな ZC 社会像を示す。

### 4. 政策立案のための提案

就業人口が減少傾向にある中で低炭素・ゼロカーボン社会を実現し、経済成長を達成するために、就業人口の観点からは、労働生産性の向上が重要である。低炭素エネルギー供給や高度情報通信技術や各種自動化・人工知能利用技術等、大きく変革する産業構造下での、新規・変化する産業に合った年齢別及び技能・知識別若年者への職業教育、高齢者への職業教育と健康維持体制、社会の活躍環境の整備などが課題である。

## 参考文献

- [1] Rogelj, J., D. Shindell, K. Jiang, S. Fifita, P. Forster, V. Ginzburg, C. Handa, H. Kheshgi, S. Kobayashi, E. Kriegler, L. Mundaca, R. Séférian, and M.V.Vilarinho, 2018: Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- [2] Riahi et al., The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009
- [3] European Commission, In-depth Analysis in Support of the commission communication COM (2018) 773, A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, November 2018.
- [4] UNFCCC, INDC(Intended nationally determined contributions), <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx> (2020年1月最終アクセス)
- [5] 内閣府, 「エネルギー・環境イノベーション戦略 (NESTI2050)」, 2016.
- [6] 国立社会保障・人口問題研究所, 「詳細結果表、将来人口、出生中位(死亡中位)推計」, 2019.
- [7] 総務省統計局, 「労働力調査、基本集計産業別年齢階層別(5歳ごと)就業人口データ」(2020年1月時点入手データ)
- [8] 総務省統計局, 「平成27年(2015年)産業連関表、産業別付加価値額取引基本表(生産者価格評価)」, 2019年6月公表.
- [9] 経済産業省経済解析室, 各種指数で計測した業種別労働生産性の変化, 2016.
- [10] 滝澤美帆, 宮川大輔, 「産業別労働生産性の国際比較: 水準とダイナミクス」, RIETI Policy Discussion Paper Series, 18-P-007, 2018.
- [11] 内閣府, 「産業別生産性の動向などについて」, 2014年3月20日
- [12] 厚生労働省, 労働統計要覧産業別所定内給与額 ([https://www.mhlw.go.jp/toukei/youran/indexyr\\_e.html](https://www.mhlw.go.jp/toukei/youran/indexyr_e.html)) (2019年12月23日最終アクセス)
- [13] 低炭素社会の実現に向けた政策立案のための提案書, “ゼロカーボン社会に向かう産業構造の変化例ー拡張型産業連関表の適用ー”, 2020年3月.



---

---

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

## 将来型低炭素社会における産業構造検討のための 人口に関する分析

令和2年3月

Population Analysis for Industrial Structure Study in Future Low Carbon Society

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies,  
Center for Low Carbon Society Strategy,  
Japan Science and Technology Agency,  
2020.3

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

---

### 本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 主任研究員 田中加奈子 (TANAKA Kanako)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階  
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp  
<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2020 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---

---