

1. 目的

(1) 開発の経緯

気候変動に関する将来シナリオを検討するうえで、GDP は欠かすことの出来ない要素である。GDP の将来シナリオは多々存在するが、その推計値の範囲は非常に広く、将来シナリオの中で信頼し得る一つのシナリオを選択することは困難である。そこで、様々なシナリオにおける人口と GDP の整合性、また、シナリオの GDP 将来値を達成するため必要となる全要素生産性 (TFP) の範囲の確認をする必要がある。

特にアジア地域では、過去 20 年にわたり激しい成長と社会変革を経験してきた。この傾向は少なくとも 2050 年までは納まらなないと考えられる。こうしたダイナミックさをマクロ的に規定する要素として、人口、年齢分布、教育、ガバナンスがある。そして、これらから演繹的にコントロールされるものとして、生産性 (TFP)、一人当たり GDP、技術進歩率が想定され、これらを明示的に取り込んだモデルでの GDP の推計が必要である。なお、本モデルでは、潜在 GDP の推計を目的としている。

加えて、バーデンシェアリングによる排出パスを検討する際には、GDP あたりの排出量の削減率を等しくするなどの方法も提案されており、国レベルでの GDP 整備が必要となる。そこで、世界 230 地域を対象に、平均就学年数やガバナンスの異なる低炭素社会シナリオと停滞シナリオの 2 つの将来シナリオを想定し、2100 年までの潜在 GDP を推計した。

2. モデル構造

(1) 定式化

本モデルでは、社会変革に対する取組の差が、教育水準及び政府効率改善の将来変化を通じ、全要素生産性及び失業率に差異を生じさせ、その結果、経済成長率の高低を生じさせるものとする。地域毎の経済成長率見通しは、前述のメカニズムを、資本及び人口を生産要素とするコブ・ダグラス型の生産関数で表現し、諸定数について期間 1980 年～2008 年の報告値から回帰分析にて推定した。モデルの方程式は、CEPII Working paper(Foure, *et al*, 2010)をベースにいくつかの候補となり得る説明変数、関数形を検討し、回帰分析により、もっとも当てはまりの良いものを採用した。平均就学年数、TFP とともに最レベルとの関係において、その変化率が決定するキャッチアップ型モデルであり、アメリカの値との差が変化のドライビングフォースとなる。パラメータについては、世界を 35 地域に集約して推計を行い、潜在 GDP の推計は 230 地域別 (表 1) に行った。方程式群は次に示すとおりである。

$$GDP_{r,t} = A_{r,t} \cdot K_{r,t}^{\alpha} \cdot L_{r,t}^{1-\alpha} \quad (1), \quad L_{r,t} = (1 - RUE_{r,t}) \cdot \sum_j P_{j,r,t} \cdot RPL_{j,r,t} \quad (2),$$

$$RI_{r,t} = RS_{r,t} - RT_{r,t} \quad (3), \quad RS_{r,t} = \phi_0 + \phi_1 \cdot g_{r,t} + \phi_2 \cdot P1564_{r,t} + \phi_3 \cdot RS_{r,t-1} \quad (4),$$

$$K_{r,t} = (1 - \delta) \cdot K_{r,t} + I_{r,t} \quad (5), \quad I_{r,t} = GDP_{r,t} \cdot RI_{r,t} \quad (6),$$

$$\log\left(\frac{H_{r,t}}{H_{r,t-1}}\right) = \lambda_{rx,t} \log\left(\frac{H_{USA,t-1}}{H_{r,t-1}}\right) \quad (7) \quad \log\frac{A_{r,t}}{A_{USA,t} - A_{r,t}} = \gamma I \cdot H_{r,t} + GC_{r,t}, \quad r \neq USA \quad (8)$$

$$GC_{r,t} = \gamma 2 \cdot G_{r,t} + \gamma 0_{r,t} = G_{r,2010} \cdot f(\beta_r, t0_r, t) \quad (9-1)$$

$$f(\beta_r, t0_r, t) = b1 \cdot \frac{\exp(\beta_r \cdot (t - t0_r))}{1 + \exp(\beta_r \cdot (t - t0_r))} + b2 \quad (9-2)$$

ここで、r:地域(世界 230 地域)、t:年、j:人口コホートの区分(00-04, 05-09,,,80+)の 17 区分で j=1,,,,,17、GDP: GDP、A:全要素生産性 (TFP)、K:資本、I:投資額、RI:投資率、L:有効労働力、Pj:コホート j の人口、RPLj:コホート j の労働参加率、RUE:失業率、P1564:15-64 歳人口シェア、RT:純輸出入率(輸出率-輸入率)、H:平均就学年数、RS:貯蓄率(貯蓄額/GDP)、GP:一人あたり GDP、GC:TFP 影響因子、G:ガバナンス指標、f(t, β, m):パラメータ β, m にて決定されるワイブル分布関数、g:一人あたり GDP の成長率、d:人口コホート構成ファクター、p:人口比率、α:パラメータ(=0.31)、δ:資本減耗率(=0.06)、Φ, γ, β, m, λ, t0, b:パラメータ

(2) 将来シナリオの設定

将来に関しては、積極社会シナリオ (ADV) 及び緩和社会シナリオ (CNV) の両社会に対応し、表 2 に記す変化を想定した。また、TFP の将来値は、アメリカの TFP の値が外生的に必要となるが、過去のアメリカの TFP 改善率を参考とし、シナリオ別に与えている。また、純輸出入率は、2100 年に向かい 0% になるよう線形補間している。また、GDP の推計においては、IMF にて 2015 年までの GDP 成長率の見通しが報告されている国については、2016 年を推計開始とした。

表 2. 二つの社会シナリオ

	Advanced Society Scenario (ADV)	Conventional Society Scenario (CNV)
概要	次世代の社会システム、制度、技術等に向けて変革に意欲的・積極的に取り組む社会。	社会システム、制度、技術等の変化に慎重で、社会変革にかかるトランジションコストを気にかける社会
経済	年間成長率 : 3.27%/年 (世界) (2005~2050) : 4.16%/年 (アジア)	年間成長率 : 2.24%/年 (世界) (2005~2050) : 2.98%/年 (アジア)
	総人口(2050年): 69億人(世界) 46億人(アジア)	
教育	積極的な教育改善 (平均就学年数: 4-12 年 (2005)→11-14 年 (2050))	過去のトレンドによる教育改善 (平均就学年数: 4-12 年 (2005)→8-13 年 (2050))
労働力	失業率 (2075年に0%を達成)	2009年レベルに固定
政府の効率性	比較的早い段階から改善	徐々にゆるやかな速度で改善
国際協力	貿易障壁や海外直接投資リスクの低減	アジア各国の協力関係はゆるやかに進む
技術革新	高い改善率	緩やかな改善率
交通	高い経済成長率に基づく需要増	緩やかな需要増加
土地利用	スピーディーで効率的に土地改良を実施	緩やかで、用心深く土地改良を実施

3. 今後の展望

労働力については、CEPII にて推計されたものを用いているが、CEPII では 2020 年までの労働参加率

を推計した ILO の報告書をもとに推計しており、2020 年以降は 2020 年の値で固定した値を用いている。今後、男女別コホート別の労働参加率の変化をシナリオとして扱えるよう修正することが改良点として挙げられる。また、労働力ではなく、労働時間を式(1)の L として用いることも修正点の候補である。現在の式では、労働時間の効果は TFP に組み込まれているとみなされる。

現在の推計結果では、世界全体の 2005 年～2050 年の経済成長率は、ADV シナリオにて年 3.27%、CNV シナリオにて年 2.24% であり、過去 40 年の 3.1% と比較し高めと低めである。2050 年では、これまでに提唱されている GDP の将来シナリオの幅のうち、上側 20% タイル値 (ADV)、下側 13% タイル値 (CNV) 程度の値である。世界全体の GDP 成長率に影響を与えるのが、外生的に与えられるアメリカの TFP や平均就学年数であり、この設定の妥当性の検討が必要である。また、教育効果や政府の効率性を変化させた場合の GDP の感度分析など、モデルの頑健性をチェックすることが課題として残っている。

参考文献

Jean Foure, Agnès Benassy-Quere and Lionel Fontage (2010) The world economy in 2050: a tentative picture, CEPII Working paper 2010-27.

表 1. 世界 230 地域分類と 35 地域集約(r35)の対応

国名	r35	国名	r35	国名	r35
Chanel Islands	XENI	Guadeloupe	XLM	Nepal	XSA
Aruba	XLM	Gambia	XAF	Nauru	XOC
Afghanistan	XSA	Guinea-Bissau	XAF	New Zealand	NZL
Angola	XAF	Equatorial Guinea	XAF	Oman	XME
Anguilla	XLM	Greece	XE15	Pakistan	XSA
Albania	XENI	Grenada	XLM	Panama	XLM
Andorra	XENI	Greenland	XLM	Pitcairn	XOC
Netherlands Antilles	XLM	Guatemala	XLM	Peru	XLM
United Arab Emirates	XME	French Guiana	XLM	Philippines	PHL
Argentina	ARG	Guam	XOC	Palau	XOC
Armenia	XLM	Guyana	XLM	Papua New Guinea	XOC
American Samoa	XOC	China Hong Kong SAR	CHN	Poland	XE10
Antigua and Barbuda	XLM	Honduras	XLM	Puerto Rico	XLM
Australia	AUS	Croatia	XEEI	Dem. People's Rep. of Korea	XEA
Austria	XE15	Haiti	XLM	Portugal	XE15
Azerbaijan	XLM	Hungary	XE10	Paraguay	XLM
Burundi	XAF	Indonesia	IDN	Occupied Palestinian Territory	XME
Belgium	XE15	Isle of Man	XENI	French Polynesia	XOC
Benin	XAF	India	IND	Qatar	XME
Burkina Faso	XAF	Ireland	XE15	Reunion	XAF
Bangladesh	XSA	Iran (Islamic Republic of)	XME	Romania	XE2
Bulgaria	XE2	Iraq	XME	Russian Federation	RUS
Bahrain	XME	Iceland	XCS	Rwanda	XAF
Bahamas	XLM	Israel	XME	Saudi Arabia	XME
Bosnia and Herzegovina	XENI	Italy	XE15	Sudan	XAF
Belarus	XEEI	Jamaica	XLM	Senegal	XAF
Belize	XLM	Jordan	XME	Singapore	SGP
Bermuda	XLM	Japan	JPN	Saint Helena	XAF
Bolivia	XLM	Kazakhstan	XCS	Solomon Islands	XOC
Brazil	BRA	Kenya	XAF	Sierra Leone	XAF
Barbados	XLM	Kyrgyzstan	XCS	El Salvador	XLM
Brunei Darussalam	XSE	Cambodia	XSE	San Marino	XENI
Bhutan	XSA	Kiribati	XOC	Somalia	XAF
Botswana	XAF	Saint Kitts and Nevis	XLM	Saint Pierre and Miquelon	XLM
Central African Republic	XAF	Republic of Korea	KOR	Sao Tome and Principe	XAF
Canada	CAN	Kuwait	XME	Suriname	XLM
Switzerland	XEWI	Lao People's Democratic Republic	XSE	Slovakia	XE10
Chile	XLM	Lebanon	XME	Slovenia	XE10
China	CHN	Liberia	XAF	Sweden	XE15
Cote d'Ivoire	XAF	Libyan Arab Jamahiriya	XAF	Swaziland	XAF
Cameroon	XAF	Saint Lucia	XLM	Seychelles	XAF
Dem. Republic of the Congo	XAF	Liechtenstein	XCS	Syrian Arab Republic	XME
Congo	XAF	Sri Lanka	XSA	Turks and Caicos Islands	XLM
Cook Islands	XOC	Lesotho	XAF	Chad	XAF
Colombia	XLM	Lithuania	XE10	Togo	XAF
Comoros	XAF	Luxembourg	XE15	Thailand	THA
Cape Verde	XAF	Latvia	XE10	Tajikistan	XCS
Costa Rica	XLM	China Macao SAR	CHN	Tokelau	XOC
Cuba	XLM	Morocco	XAF	Turkmenistan	XCS
Cayman Islands	XLM	Monaco	XCS	Timor-Leste	XSE
Cyprus	XCS	Republic of Moldova	XLM	Tonga	XOC
Czech Republic	XE10	Madagascar	XAF	Trinidad and Tobago	XLM
Germany	XE15	Maldives	XSA	Tunisia	XAF
Djibouti	XAF	Mexico	MEX	Turkey	TUR
Dominica	XLM	Marshall Islands	XOC	Tuvalu	XOC
Denmark	XE15	TFYR Macedonia	XENI	United Republic of Tanzania	XAF
Dominican Republic	XLM	Mali	XAF	Uganda	XAF
Algeria	XAF	Malta	XCS	Ukraine	XEEI
Ecuador	XLM	Myanmar	XSE	Uruguay	XLM
Egypt	XAF	Mongolia	XEA	United States of America	USA
Eritrea	XAF	Northern Mariana Islands	XOC	Uzbekistan	XCS
Western Sahara	XAF	Mozambique	XAF	Holy See	XENI
Spain	XE15	Mauritania	XAF	St. Vincent & the Grenadines	XLM
Estonia	XE10	Montserrat	XLM	Venezuela	XLM
Ethiopia	XAF	Martinique	XLM	British Virgin Islands	XLM
Finland	XE15	Mauritius	XAF	United States Virgin Islands	XLM
Fiji	XOC	Malawi	XAF	Viet Nam	VNM
Falkland Islands (Malvinas)	XLM	Malaysia	MYS	Vanuatu	XOC
France	XE15	Mayotte	XAF	Wallis and Futuna Islands	XOC
Faeroe Islands	XENI	Namibia	XAF	Samoa	XOC
Micronesia (Fed. States of)	XOC	New Caledonia	XOC	Yemen	XENI
Gabon	XAF	Niger	XAF	South Africa	XENI
United Kingdom	XE15	Nigeria	XAF	Zambia	XAF
Georgia	XLM	Nicaragua	XLM	Zimbabwe	XAF
Ghana	XAF	Niue	XOC	Taiwan	TWN
Gibraltar	XENI	Netherlands	XE15	Serbia, Montenegro, and Kosovo	XENI
Guinea	XAF	Norway	XEWI		