

중첩세대 일반균형 모형 기반 중장기 재정건전성 분석 연구 사례

2021. 12.



| 연구진 |

연구책임: 고창수 재정전망팀장

연구진: 오소연 선임연구원

정상기 연구원

차례

I. 서론	1
II. 「The implications of a graying Japan for government policy」	2
1. 분석배경	2
2. 모형경제	2
가. 인구	2
나. 가계부문	3
다. 기업부문	4
라. 정부부문	5
마. 균제 균형	7
3. 모수 설정	7
가. 인구	8
나. 연금 및 의료비	9
4. 전망결과	11
가. 균형상태 분석	11
나. 정책 분석	13
다. 생애 순 세금 및 후생	16
라. 민감도 분석	17
5. 차별점	19
III. 「Population aging, social security and fiscal limits」	20
1. 분석배경	20
2. 모형경제	20
가. 인구	20
나. 가계부문	21
다. 기업부문	23
라. 정부부문	24
마. 시장청산	24
바. 경쟁균형 및 노년부양비 임계값	25

3. 모수 설정	27
4. 전망결과	29
가. 미국	29
나. EU14	34
5. 민감도 분석	43
가. 소득이질성	43
나. 근로소득의 비선형 과세	45
다. 선택적 노동공급	46
라. 교육수준 증가	47
6. 차별점	49

IV. 「Achieving Fiscal Balance In Japan」 **50**

1. 분석배경	50
2. 모형경제	51
가. 인구	51
나. 가계부문	52
다. 정부부문	54
3. 모수 설정	56
가. 인구	56
나. 가계부문	58
다. 정부부문	60
라. 기술	63
마. 소비 프로파일	63
4. 전망결과	64
가. 기준선	64
나. 민감도 분석	74
다. 정책분석	79
5. 차별점	85
6. 결론	85

V. 「Ageing, government budgets, retirement, and growth」	86
1. 분석배경	86
2. 모형경제	87
가. 인구	87
나. 기술	87
다. 정부부문	89
라. 선호도	90
마. 균형경제	91
바. 균형성장경로	93
사. 외생적 성장 사양	95
아. 정치경제적 균형	96
3. 모수 설정	102
4. 전망결과	103
5. 차별점	112
6. 결론	112
참고문헌	114

표목차

〈표 II-1〉 모델 모수화	8
〈표 II-2〉 정부지출 감소가 소비세율과 생산량에 미치는 영향	13
〈표 III-1〉 기준선 모수 설정	27
〈표 III-2〉 2010년 미국 근로소득 및 자본소득세율, 재정여력	29
〈표 III-3〉 2050년 미국 근로소득 및 자본소득세율, 재정여력	30
〈표 III-4〉 2010~2100년 미국 노년부양비 전망치 및 임계값	32
〈표 III-5〉 2050년 기준 시나리오별 후생 전망	34
〈표 III-6〉 2010년 EU14 근로소득 및 자본소득세율, 재정여력	35
〈표 III-7〉 시나리오별 부양비 전망치가 임계값을 초과하는 연도	39
〈표 III-8〉 2050년 시나리오별 부양비 임계값과의 거리 및 도달 확률	39
〈표 III-9〉 2050년 기준 시나리오별 후생 효과	41
〈표 III-10〉 2050년 기준선 및 소득이질성 임계값	43
〈표 III-11〉 2050년 기준선 및 소득이질성 세율, 세수	44
〈표 III-12〉 2050년 미국의 노동탄력성 및 누진세별 임계값 및 세금	46
〈표 III-13〉 2050년 미국의 조기 퇴직이 임계값에 미치는 영향	47
〈표 IV-1〉 모형의 모수설명	57
〈표 IV-2〉 시나리오별 임금 상승률이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	76
〈표 IV-3〉 시나리오별 임금 상승률이 순차입에 미치는 영향	77
〈표 IV-4〉 시나리오별 기금운용 수익율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	77
〈표 IV-5〉 시나리오별 국채수익율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	78
〈표 IV-6〉 시나리오별 출생률이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	79
〈표 IV-7〉 시나리오별 생존율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	79
〈표 IV-8〉 연금제도 시나리오별 재정의 지속가능성에 미치는 영향	80
〈표 IV-9〉 퇴직연령 70세 상향 및 연금 급여 10% 감액 시 순차입 전망결과	80
〈표 IV-10〉 소비세 인상이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	81
〈표 IV-11〉 시나리오별 여성의 노동참여율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향	82
〈표 IV-12〉 부양자녀가 여성 소득에 미치는 영향	83
〈표 V-1〉 기술 변수설명	89
〈표 V-2〉 정부부문 변수설명	90

〈표 V-3〉 선호도 변수설명	91
〈표 V-4〉 균형경제 변수설명	93
〈표 V-5〉 균형성장경로 변수설명	95
〈표 V-6〉 정치경제적 균형 변수설명	102

그림목차

[그림 II-1] 시나리오별 인구 및 노년부양비 전망	9
[그림 II-2] 시나리오별 의료비 전망	10
[그림 II-3] 지속가능한 세율 및 국가채무 조합	11
[그림 II-4] 말기 균형상태의 1인당 자본 및 생산량	12
[그림 II-5] 정부지출 정책에 따른 소비세율 및 국가채무 비율	15
[그림 II-6] 출생연도별 정부지출 정책에 따른 생애 순 세금 및 보상 변화	16
[그림 II-7] 인구 전망 변화에 따른 소비세율 및 국가채무 비율	18
[그림 III-1] 미국 근로소득 및 자본소득세율 래퍼곡선	30
[그림 III-2] 시나리오별 미국 노년부양비 임계값 및 전망치	31
[그림 III-3] 시나리오별 노년부양비 임계값과의 거리 및 도달확률	33
[그림 III-4] 2010년 국가별 재정여력(연금 소득대체를 유지)	36
[그림 III-5] 국가별 노년부양비 전망치(OADR2) 및 임계값(S1, S2, S3) 비교	37
[그림 III-6] 국가별 노년부양비 전망치(OADR3) 및 임계값(S4) 비교	38
[그림 III-7] OADR2 전망치 및 S1-NPC, S5-PBR, S5-PRR 임계값 비교	42
[그림 III-8] 국가별 OADR2 전망치, S1-NPC 임계값, 교육수준 증가에 따른 임계값 비교	48
[그림 IV-1] 합계출산율 전망결과	57
[그림 IV-2] 성·고용유형별 노동 참여율	58
[그림 IV-3] 성·연령·고용유형별 소득 프로파일	59
[그림 IV-4] 연령별 소비 프로파일	64
[그림 IV-5] 총인구 전망결과	65
[그림 IV-6] 노동인구 전망결과	65
[그림 IV-7] 노동인구 증가율	65
[그림 IV-8] GDP 전망결과	66
[그림 IV-9] 1인당 GDP 전망결과	66
[그림 IV-10] 1인당 GDP 증가율 전망결과	66
[그림 IV-11] GDP 대비 순부채 비율 전망결과	67
[그림 IV-12] 순차입 전망결과	68
[그림 IV-13] 순차입 전망결과: 기초연금 급여 지출 50% 세수 반영	69
[그림 IV-14] 정부계정 분해결과	70
[그림 IV-15] 소득대체를 전망결과	72

[그림 IV-16] 연금기금 전망결과	72
[그림 IV-17] 연금기금 전망결과: 공식 전망과의 결과 비교	73
[그림 IV-18] 자산 프로파일: 모형 내 결과	74
[그림 IV-19] 자산 프로파일: NSFIE 기반	74
[그림 IV-20] 연금기금 전망결과: 거시경제 슬라이드 미적용	75
[그림 IV-21] 순차입 전망결과: 소비세 20%	81
[그림 IV-22] 순차입 전망결과: FLFP(C)	82
[그림 IV-23] GDP 대비 연금기금 전망결과: 이민정책 적용	84
[그림 IV-24] GDP 대비 정부부채 전망결과: 이민정책 적용	84
[그림 V-1] 총 인구 증가율(v) 전망결과	104
[그림 V-2] 생존율(p) 전망결과	104
[그림 V-3] OECD 선진국의 정책도구 전망결과	105
[그림 V-4] OECD 선진국의 정책도구 전망결과: 퇴직연령 2000년 수준 고정	105
[그림 V-5] OECD 유럽선진국의 정책도구 전망결과: 시나리오 적용	106
[그림 V-6] 미국의 정책도구 전망결과: 시나리오 적용	106
[그림 V-7] 일본의 정책도구 전망결과: 시나리오 적용	106
[그림 V-8] 국가별 1인당 성장률 전망결과	107
[그림 V-9] OECD 선진국 경제의 1인당 균형성장률 전망결과	108
[그림 V-10] OECD 선진국 경제의 성장요인 분해결과 비교: 기준선과 신규 균형성장경로 간의 차이	109
[그림 V-11] OECD 선진국 경제의 1인당 성장률 전망결과: 외생적 성장률 및 $\epsilon = 0.5$ 적용	111

I. 서론

- (연구배경) 조세 및 재정정책은 경제성장률 및 분배지표 등 경제의 다양한 측면에 영향을 미치며, 따라서 중장기 재정건전성에 대한 분석 및 평가에 이러한 영향을 고려하는 것은 중요한 의미를 가질 수 있음
 - 경제성장률에 장기적으로 영향을 미치는 주요 요소인 인구의 구조변화에 더해 조세·재정 정책의 영향을 종합적으로 반영할 수 있는 이론 모형의 사례로 중첩세대 일반균형 모형이 존재함

- (연구내용) 주요 국제 학술지에 게재된, 총 4편의 중첩세대 일반균형 모형 기반의 재정건전성 관련 연구를 요약·정리함
 - R. Anton Braun and Douglas H. Joines, 「The implications of a graying Japan for government policy」
 - 2015년, *Journal of Economic Dynamics & Control* 제57권에 게재된 논문으로 일본의 저출산·고령화로 인한 재정위기 대응방안을 위해 중첩세대 일반균형 모형을 구축하여 코호트 간 생애 순 세액 및 효용 분배에 미치는 영향을 분석
 - Burkhard Heer et al. 「Population aging, social security and fiscal limits」,
 - 2020년, *Journal of Economic Dynamics & Control* 116권에 수록된 논문으로 직접 세를 통한 세수입의 실질적인 상한선을 고려한 중첩세대 모형으로 미국 및 유럽 14개국의 공적연금 제도 지속가능성 및 정책 평가
 - Selahattin İmrohoroğlu et al., 「Achieving Fiscal Balance In Japan」
 - 2016년, *International Economic Review* 제57권 제1호에 수록된 논문으로 중첩세대 모형을 구축하여 일본의 국채규모를 장기적으로 전망하고, 국채 증가에 대한 근본적인 원인을 분석
 - Martin Gonzalez-Eiras and Dirk Niepelt, 「Ageing, government budgets, retirement, and growth」
 - 2012년, *European Economic Review* 제56권에 수록된 논문으로 중첩세대 일반균형 모형을 구축하여 OECD 회원국의 인구고령화가 1인당 성장 및 정부예산에 미치는 영향을 분석

II. 「The implications of a graying Japan for government policy」

1. 분석배경

- (배경 및 목적) 일본의 저출산 및 인구고령화로 인한 재정위기에 대응하여 장기 재정 지속 가능성 유지를 위한 실효성 있는 재정정책 검토
 - 2060년 일본의 65세 이상 인구가 40%에 도달할 것으로 전망되는 한편, 국가채무는 이미 2012년 기준 GDP 대비 약 150%로 전망됨에 따라 장기 재정 건전성 및 재정정책 방향에 대한 논의의 필요성 대두
 - 중첩세대 일반균형 모형(Overlapping Generation Model)을 바탕으로 재정수입 및 지출 정책의 방법, 범위 및 시기에 대해 분석하며 코호트 간 생애 순 세액 및 효용 분배에 미치는 영향을 분석

2. 모형경제

가. 인구

- (인구구조) $N_{j,t}$ 는 t 기에 연령이 j 에 해당하는 인구수, J 는 세대별 생존 가능한 최대 연령을 나타내며, 인구 역학은 1차 마르코프 과정에 의해 전개

$$N_{t+1} = \begin{bmatrix} f_{1,t} & f_{2,t} & f_{3,t} & \cdots & f_{J,t} \\ \Psi_{1,t} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \Psi_{2,t} & 0 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \Psi_{J-1,t} & 0 \end{bmatrix} N_t \equiv \Gamma_t N_t \quad (1)$$

- $\Psi_{j,t}$ 는 t 기에 연령이 j 인 개인이 $t+1$ 까지 생존할 확률($\Psi_{J,t} = 0$), $f_{j,t}$ 는 연령별 출산율, $\sum_{j=1}^J f_{j,t}$ 는 t 기의 총 출산율, N_t 는 $J \times 1$ 의 벡터로 t 기 총 인구수를 뜻함

$$N_t = \sum_{j=1}^J N_{j,t} \quad (2)$$

- 인구 증가율은 $n_t = N_{t+1}/N_t$, t 기 인구의 연령 분포는 $n_{j,t} = N_{j,t}/N_t$
- $t-j+1$ 기에 태어난 개인이 t 기에 연령 $j > 1$ 까지 생존할 확률은 다음과 같음

$$\pi_{j,t} = \Psi_{j-1,t-1} \pi_{j-1,t-1} \text{ where, } \pi_{1,t} = 1 \text{ for all } t \quad (3)$$

- 연령별 출산율과 사망률이 각각 f_j 와 Ψ_j 값에서 시간 불변이라고 가정하며 연령 분포 n_j 와 인구증가율 n 또한 시간 불변으로 가정

나. 가계부문

- 개인은 21세부터 노동공급을 시작해 65세에 은퇴하고 최장 112세까지 생존하는 것으로 가정하므로, 노동공급을 시작하는 연령을 모형 연령 1세로 하여 한 가구를 형성하고 $j_r = 45$ 세에 은퇴하고 최장 $J = 92$ 세까지 생존하는 모형을 가정
- s 기간 동안 형성된 가구의 효용함수는 다음과 같음

$$U_s = \sum_{j=1}^J \beta^{j-1} \pi_{j,t} \frac{(c_{j,t}^\theta \ell_{j,t}^{1-\theta})^{1-\gamma}}{1-\gamma} \quad (4)$$

- β 는 선호할인율, $c_{j,t}$ 는 소비, $\ell_{j,t}$ 는 $t = s + j - 1$ 기에 연령 j 가구의 여가임
- t 기에 연령 j 가구의 노동공급은 $1 - \ell_{j,t}$ 이며 노동수입은 노동 단위당 가중효율임금률인 $w_t \varepsilon_j$ 에 의해 결정
- w_t 는 t 기의 단위 노동당 시장 임금수준을 나타내고, ε_j 는 연령 j 노동자의 시간불변 노동생산성으로 연령 j 가 퇴직연령 J_r 에 도달하면 0이 되는 것으로 가정
- 가구의 의료비 $c_{j,t}^m$ 는 외생적으로 주어지며 가구의 연령에 따라 다르게 나타남

$$c_{j,t}^m = \zeta_t \varphi_j \quad (5)$$

- φ_j 는 시간불변의 연령별 의료지출, ζ_t 는 시간 경과에 따른 의료비 변동 의미
- 일본의 사회보장시스템에서 부담하는 의료비용 κ_{jt} 를 제외하면 가구의 본인 부담 의료비는 $(1 - \kappa_{jt})c_{j,t}^m$ 로 나타남

- 정부의 이자비용 규모와 이에 따른 국가채무의 변화를 측정하기 위해 국가채무에 대한 이자율이 자본 수익률보다 낮도록 가정하며, 자산보유에 대한 아래 제약식은 개인으로 하여금 정부 부채를 보유하게 함

$$\phi_t a_{j,t} \leq d_{j,t} \quad (6)$$

- $a_{j,t}$ 는 t 기 말 보유 자산, $d_{j,t}$ 는 j 코호트가 소유한 정부 부채를 의미
- 각 기간에 정부가 ϕ_t 를 개인들이 보유한 총 자산에 대한 총 국가채무 비율과 동일하게 설정한다고 가정

- t 기에 연령 j 가구에 대한 예산제약식은 다음과 같이 주어짐

$$(1 - \kappa_{jt})c_{j,t}^m + c_{j,t} + a_{j,t} \leq (1 + R_t)a_{j-1,t-1} + w_t \varepsilon_j (1 - \ell_{j,t}) + b_{j,t} + \xi_t - \theta_{j,t} \quad (7)$$

- $\theta_{j,t}$ 는 세금, $b_{j,t}$ 는 공적 연금 급여, ξ_t 는 정부 이전지출을 의미
- 국가채무에 대한 이자율을 r_t^d 로 정의할 때, 자산수익률은 다음과 같음

$$R_t = \phi_t r_t^d + (1 - \phi_t) r_t^k \quad \text{where, } r_t^k = \text{자본수익률}$$

- 가구가 부담하는 세금은 각각 자산소득세(τ_t^a), 소득세(τ_t^w), 소비세(τ_t^c)로 구분

$$\theta_{j,t} = \tau_t^a R_t a_{j-1,t-1} + \tau_t^w w_t \varepsilon_j (1 - \ell_{j,t}) + \tau_t^c c_{j,t} \quad (8)$$

다. 기업부문

- 기업들은 완전 경쟁시장에서 규모에 대한 수익불변인 콤팩트 생산함수를 사용하여 노동과 자본을 결합하여 단일 재화를 생산

$$Y_t = A_t K_t^\alpha H_t^{1-\alpha} \quad (9)$$

- Y_t 는 소비 또는 투자에 사용 가능한 생산량, K_t 는 총 자본투입, H_t 는 총 노동투입, A_t 는 총 요소생산성을 의미
- 기업의 이윤 극대화 조건에 따라 이자율과 임금은 다음과 같이 나타남

$$r_t = \alpha A_t K_t^{\alpha-1} H_t^{1-\alpha} \quad (10)$$

$$w_t = (1 - \alpha)A_t K_t^\alpha H_t^{-\alpha} \quad (11)$$

- 실제 자본에 대한 수익($r_t - \delta$)에는 기업이 지불하는 세금(τ_t^k)이 부과되므로 세금을 제외한 주주의 수익은 $r_t^k \equiv (1 - \tau_t^k)(r_t - \delta)$, where $\delta =$ 감가상각률
- 재화는 소비되거나 아래 식에 따라 자본을 생산하는 데 사용됨

$$K_{t+1} = (1 - \delta_t)K_t + I_t \quad (12)$$

라. 정부부문

- 정부는 외생적으로 주어진 정부지출, 연금 급여 및 의료비 지원을 위해 세수를 인상하며, 정부의 세수입은 자산소득세, 근로소득세, 소비세, 우발적 유산상속(Z_t)에 대한 세금으로 구성

$$T_t = Z_t + \tau_t^k(r_t - \delta)K_t + \sum_{j=1}^J [\tau_t^a R_t a_{j-1,t-1} + \tau_t^w w_t \varepsilon_j (1 - \ell_{j,t}) + \tau_t^c c_{j,t}] N_{j,t} \quad (13)$$

$$Z_t = \sum_{j=2}^{J+1} (1 - \psi_{j-1,t-1})(1 + R_t) a_{j-1,t-1} N_{j-1,t-1} \quad (14)$$

- 정부 총 구매 $G_t \equiv G_t^m + G_t^o$ 는 의료상품 및 서비스 구매($G_t^m = \sum_{j=1}^J \kappa_{jt} c_{jt}^m N_{jt}$)와 이외 다른 상품 및 서비스 구매(G_t^o)로 이루어짐
- $t - j_r + 1$ 기에 태어난 개인이 t 기에 연령 j_r 로 은퇴한 경우 은퇴 전 평균 소득에 비례하여 초기 연금급여 $b_{j_r,t}$ 를 아래와 같이 수령

$$b_{j_r,t} = \max[b_t^{\min}, \lambda_{t-j_r+1} \frac{\chi_t^w}{j_r - 1} \sum_{i=1}^{j_r-1} \frac{w_{t+i-j_r} \varepsilon_i (1 - \ell_{j_r,t+i-j_r})}{\chi_{t+i-j_r}^w}]$$

$$b_t^{\min} = \frac{\underline{b}}{\sum_{j=1}^{j_r-1} N_{j,t}} \sum_{j=1}^{j_r-1} N_{j,t} w_t \varepsilon_j (1 - \ell_{j,t}) \quad (15)$$

- λ_{t-j_r+1} 는 $t - j_r + 1$ 기에 태어난 개인의 소득대체율, \underline{b} 는 최소 초기 연금급여액, χ_t^w 는 t 기의 실질임금으로 다음과 같이 전개됨

$$\chi_t^w = \chi_{t-1}^w \max \left[1, 0.997 \min \left(1, \frac{N_t^w}{N_{t-1}^w} \right) \frac{w_t P_t}{w_{t-1} P_{t-1}} \right] \frac{P_{t-1}}{P_t} \quad (16)$$

- P_t 는 t 기의 물가, N_t^w 는 t 기의 노동인구 수
- 퇴직자의 차후 $\{b_{j,t} : j > j_r\}$ 연금급여는 다음과 같이 나타남

$$b_{j,t} = b_{j-1,t-1} \frac{\chi_t^r}{\chi_{t-1}^r} \quad (17)$$

- χ_t^r 는 t 기의 실질 연금급여액으로 아래와 같이 전개됨

$$\chi_t^r = \chi_{t-1}^r \max \left[1, 0.997 \min \left(1, \frac{N_t^w}{N_{t-1}^w} \right) \frac{P_t}{P_{t-1}} \right] \frac{P_{t-1}}{P_t} \quad (18)$$

- 초기 연금급여는 수급자의 은퇴 당시 평균 소득의 절반 이상이며, 명목 급여액을 감소시킬 수 없으므로 미래에 증가하는 기대수명 조정(0.997)을 통해 초기 연금급여액과 차후 연금급여액을 감소시킴
 - 물가가 하락하면 퇴직자의 실질 연금급여액은 증가하며, 물가가 상승하면 실질 급여액은 감소함

$$t \text{기의 총 연금급여액은 } B_t = \sum_{j=j_r}^J b_{j,t} N_{j,t} \quad (19)$$

- 국가채무 동학은 아래와 같이 나타남

$$D_{t+1} = (1 + r_t^g) D_t + G_t + B_t + \Xi_t - T_t \quad (20)$$

- $\Xi_t = \sum_{j=1}^J \xi_t N_{j,t}$ 는 정부의 이전지출

- (정의 1) t 기에 실현 가능한 정부정책은 세금과 이전지출의 조합으로 식 (20)을 충족하는

$$\Psi_t \equiv \left\{ \{b_{j,t}, \kappa_{j,t}\}_{j=1}^J, \tau_t^a, \tau_t^k, \tau_t^c, \tau_t^w, G_t, D_{t+1}, \Xi \right\}$$

- (정의 2) 지속가능한 정부 정책은 모든 t 기에 실현 가능하며 식 (21)을 충족하는 일련의

정부정책 $\{\Psi_t\}_{t=0}^{\infty}$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{D_r}{\prod_{t=1}^T (1+r_t^g)} = 0 \quad (21)$$

마. 균제 균형

- (정의 3) 초기 연령 및 부의 분포, 정부 정책 $\{\Psi_t\}_{t=0}^{\infty}$, 기술과 출생률, 생존율 $\{A_t, n_{1t}, \Gamma_t\}_{t=0}^{\infty}$ 을 바탕으로 경쟁균형(Competitive Equilibrium)은 아래의 제약을 충족시키는 분배와 가격의 조합임
 - ① 가구는 주어진 가격하 소비, 여가, 자산의 수요 함수를 ② 기업은 주어진 요소 가격하 노동과 자본 수요 함수를 따르며, ③ 정부 정책은 지속가능함

- (정의 4) 기술 및 인구 증가율, 1인당 생산량과 임금 증가율, 총 생산 증가율이 일정하고, 이에 대한 정부지출 및 수입 정책이 동일하게 유지되며, 가구와 기업의 수요함수인 여가, 소비, 자본, 이자율, 임금이 시간 불변인 경우 고정균형(Stationary Competitive Equilibrium)은 균형상태
 - 고정균형에서 총 생산 및 임금 증가율은 기술과 인구 증가율과 연관

$$1 + g_y = (1 + g_n)(1 + g_A)^{1/(1-\alpha)}, \quad 1 + g_w = (1 + g_A)^{1/(1-\alpha)}$$

- g_A 기술 성장률, g_n 인구 성장률, g_w 1인당 생산량과 임금 증가율, g_y 총 생산 증가율

3. 모수 설정

- 인구규모와 연령분포, 정부정책, 의료비 지출, 기술 등의 변화에 대한 정량적 분석을 위해 모형의 파라미터들을 수량화함
 - 일부 모수는 일본의 실제 데이터 평균값과 일치하도록 설정하고, 나머지는 모형의 초기 고정균형 상태를 충족하기 위한 내생적 변수 값과 일치하도록 설정

〈표 II-1〉 모델 모수화

Parameter	Value	Description
α	0.4059	Capital share parameter
δ	0.102	Depreciation rate
γ	2.000	Utility curvature parameter
θ	0.187	Preference consumption share
β	1.014	Preference discount factor
τ^a	0.100	Tax rate on asset income (initial)
τ^k	0.428	Tax rate on firm income from capital (initial)
τ^c	0.0500	Tax rate on consumption (initial)
τ^l	0.104	Tax rate on labor income (initial)
τ^p	0.128	Payroll tax rate (initial)
G/Y	0.160	Government purchases-output ratio (initial)
D/Y	0.840	Government debt-output ratio (initial)
$r^k - r^g$	1.145	Interest rate spread on government debt (percent)
ϕ	0.254	Ratio of government debt to total assets (initial)
g_y	0.020	Growth rate of per capita output
g_n	0.010	Population growth rate (initial)
g_n	0.000	Population growth rate (terminal)

자료: Braun and Joines(2015), p. 9.

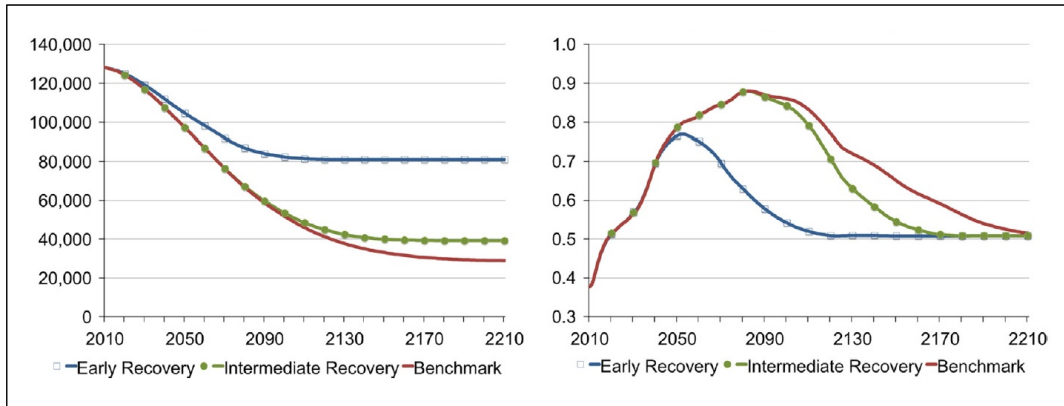
가. 인구

- 2060년까지 국립 인구 및 사회보장 연구소(IPSS)의 출산율 및 생존율 인구전망을 따르며 2060년 이후 자체 가정을 통해 전망
 - (IPSS 전망) 연간 인구 증가율은 $\Delta 1\%$ 이하로 유지되며 2046년부터 인구수는 2/3 수준으로 감소하고, 노년부양비는 2053년부터 0.8을 초과할 것으로 전망
 - (가정) 인구가 경쟁적 균형상태로 수렴한다고 가정하며, 모든 시나리오에서 연령별 생존율은 2060년 값이 일정하게 유지되고 기준선 출산율은 2060년 1.34에서 2160년 2.01로 선형으로 증가하는 것으로 가정
 - 전망 말기 균형상태 도달에 필요한 인구수와 일치하기 위해 출산율이 증가하는 것으로 가정

- 기준선(Benchmark)의 경우 총 인구수는 약 80% 감소하여 2,880만명으로 수렴하고 노년 부양비¹⁾는 2012년 0.402에서 2082년 0.880까지 증가한 후 점차 감소하여 0.509로 수렴
 - (중기회복 시나리오) 2060년까지 IPSS 출산율 전망(1.34)을 따른 후 2110년 2.01로 선형 증가를 가정하는 경우 총 인구수는 3,920만명으로 수렴
 - (조기회복 시나리오) 출산율이 2060년까지 2.01로 선형 증가를 가정하는 경우 총 인구는 8,100만명으로 수렴하며 노년부양비는 중반 이후 감소하여 2069년 0.7 이하로 떨어짐

[그림 II-1] 시나리오별 인구 및 노년부양비 전망

(단위: 천명, %)



자료: Braun and Joines(2015), p. 5.

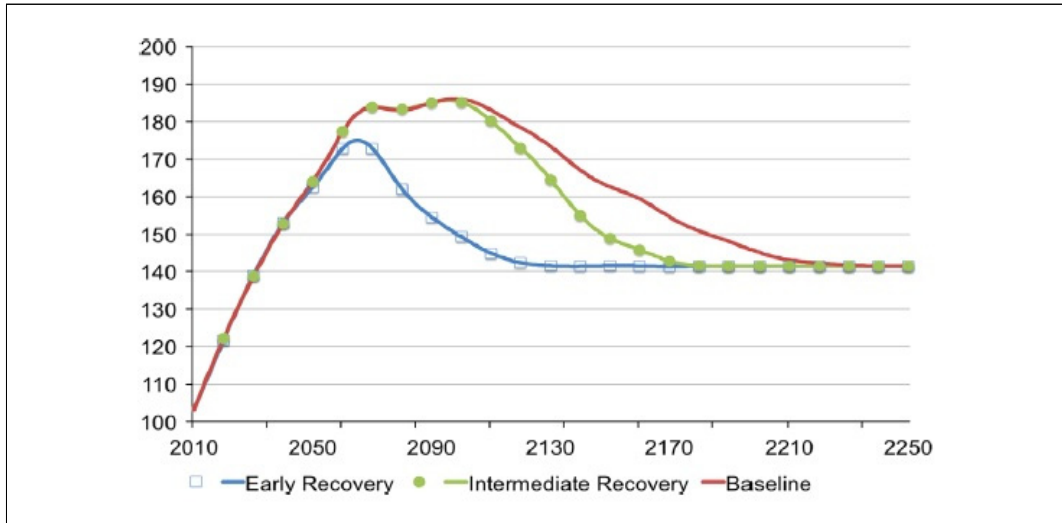
나. 연금 및 의료비

- (의료비) 각 가계의 의료비는 연령별 의료비 지출 φ_j 과 시간 경과에 따른 의료비 지출 ζ_t 의 곱으로 이루어진 외생 값을 따르며, 각 가계에 대한 정부의 의료비 부담분은 연령별 부담금 비율에 의해 결정
 - (가정) 기준선의 경우 정부의 의료비 부담분은 현행법을 따르고, 시계열 변수인 의료비 ζ_t 는 1인당 생산량 $g_w = (1 + g_A)^{1/(1-\alpha)} - 1$ 과 같은 비율로 증가하는 것으로 가정함으로써 정부의 의료비 지출은 인구 연령 구조 변화에 의해 결정

1) 생산가능인구(18~64세) 대비 고령인구(65세 이상)의 비율

- 모든 시나리오에서 장기적으로 2010년(2008년=100) 의료비에서 약 40% 증가한 수준으로 수렴하도록 가정
- 중기회복 시나리오의 경우 정부의 의료비 부담비율 증가 정책, 조기회복 시나리오의 경우 의료비 ζ_t 증가율 억제 정책을 가정
 - 기준선과 중기회복 시나리오의 경우 2063년부터 2110년까지 2010년 의료비보다 약 80% 이상 증가한 수준을 보이며 서로 비슷하게 진행될 전망
 - 현행법상 일본 정부의 의료비 부담분은 약 81.5%(2019년 기준)로 장기적으로 인구 구조 변화에 따른 정부의 의료비 지출은 크게 증가할 전망

[그림 II-2] 시나리오별 의료비 전망



자료: Braun and Joines(2015), p. 11.

- (연금) 공적연금 기여율은 2004년 13.4%에서 2017년 18.3%로 점차 증가 후 유지되는 2004년도 연금개혁 내용을 바탕으로 하며, 2038년까지 신규 연금수혜자의 연금수급액은 퇴직 당시 평균 임금의 50% 이상이 되도록 하는 현행법을 따름
 - (가정) 연금 수혜 기준²⁾에 부합하지 않는 근로자들을 반영하기 위해 초기 연금급여액 변수 b 를 5% 낮춰 0.45로 설정

2) 본 연구 표본의 공적연금 기여기간은 25년

- (초기 연령별 부의 분포) 실제 데이터의 외생변수 값을 사용하여 계산한 초기 균형상태로부터 초기 연령별 부의 분포를 설정하고, 전망 말기에는 외생변수가 성장률 또는 일정한 값으로 수렴하는 균형상태로 가정

4. 전망결과

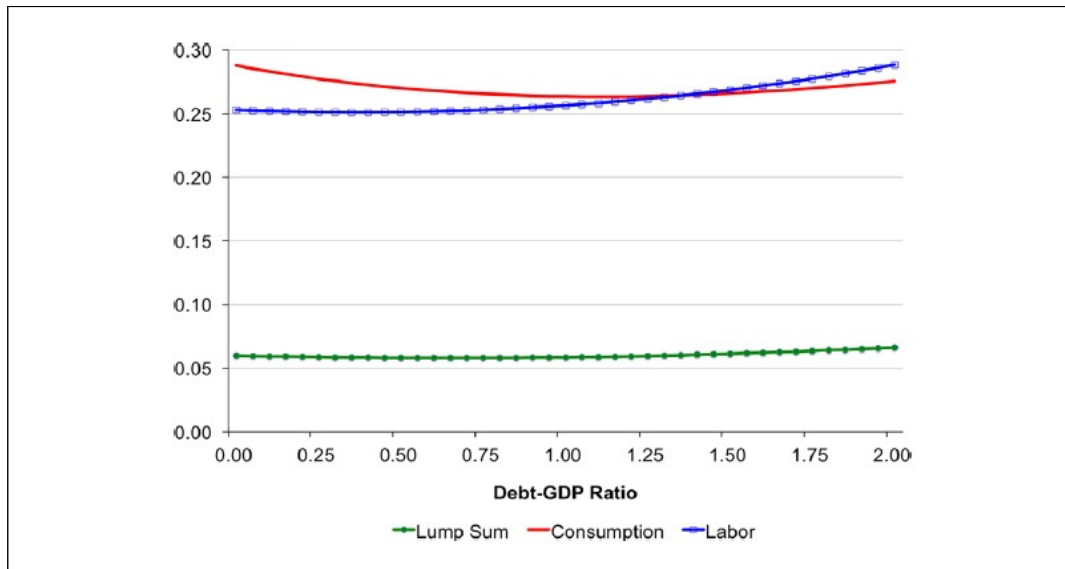
가. 균형상태 분석

- (균형상태) 전망 말기 균형상태의 의료 및 연금 관련 정부지출에 필요한 세수입을 정부가 목표로 하는 국가채무 비율과 비교하여 보여주는 균형상태의 정부 예산 제약은 아래와 같음

$$\hat{T} = \left(\frac{r^g - g_y}{1 - g_y} \right) \hat{D} + \hat{G} + \hat{B} + \hat{\Xi} \quad (22)$$

- (세수입 조정) 정액세, 소비세, 근로소득세 조정을 통해 전망 말기 균형상태에서 정부의 예산 제약을 충족시키는 정책과 2007년 기준 재정정책 비교 가능

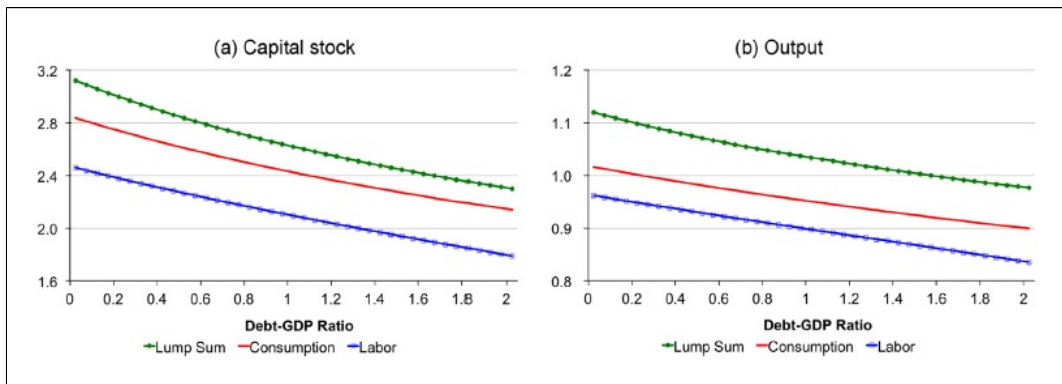
[그림 II-3] 지속가능한 세율 및 국가채무 조합



자료: Braun and Joines(2015), p. 12.

- (정액세) GDP 대비 말기 순 국가채무 비율을 1.0으로 가정하는 경우 말기 균형상태의 정부 예산 제약 충족을 위해 실제 연령 21세(모형 연령 1세) 이상의 개인들에게 추가적인 5.9%의 정액세 증가 필요
 - 말기 균형상태의 노년부양비 상승으로 인해 근로소득세는 줄어드는 반면, 의료 및 연금 관련 지출은 늘어나므로 세수입 증대가 필요
- (소비세) 전망 말기 정부지출에 대한 GDP 대비 국가채무 비율을 1.0로 가정하는 경우 26.4%의 소비세율 적용이 필요
- (근로소득세) GDP 대비 국가채무 비율 1.0 유지를 위해 말기 균형상태에서 25.5%의 근로소득세율 적용이 필요
 - GDP 대비 국가채무 비율이 3.0을 초과하는 경우 말기 균형상태 유지를 위해 35% 이상의 근로소득세율 적용이 필요하나, 높은 근로소득세율은 근로의욕 감퇴를 유발하므로 근로소득세율 조정만으로 실현 불가능
- GDP 대비 국가채무 비율 1.0에서 소비세 조정을 통해 말기 균형상태를 유지하는 경우 정액세를 조정할 때 보다 1인당 자본 및 생산량이 각각 7.5%, 8.1% 감소
 - 근로소득세를 조정하는 경우 정액세보다 1인당 자본 및 생산량은 각각 20.0%, 13.2% 감소
 - 소비세율 인상이 근로소득세 인상보다 생산량 손실이 낮기 때문에 모형에서 세금 인상은 소비세 인상을 통해 이루어진다고 가정

[그림 II-4] 말기 균형상태의 1인당 자본 및 생산량



자료: Braun and Joines(2015), p. 12.

- (정부지출 조정) 말기 균형상태(GDP 대비 국가채무 비율 1.0 가정)에서 재정건전성 달성을 위한 정부지출 감소가 소비세율 감소에 미치는 영향 파악
 - 정부구매 또는 연금 관련 지출의 10%를 감축하는 경우 정부지출 조정 이전과 비교해 각각 약 5%p의 소비세율 감소
 - 연금의 감소는 개인들로 하여금 저축 유인을 확대시키며, 이로 인해 자본 및 생산량의 증대를 가져옴
 - 의료비 관련 정부지출을 10% 감축하는 경우 정부구매 10% 감축보다 소비세율은 좀 더 높고(1.8%p), 생산량은 낮게 나타남
 - 75세 이상 노년층의 의료비 부담률을 20%로 인상하는 경우 말기 균형상태에서 재정건전성을 위해 필요한 소비세율은 20.7%³⁾
 - 70세 이상 노년층의 의료비 부담률을 30%로 인상하는 경우 말기 균형상태의 소비세율은 14.6%로 현재 2017년에 계획되어 있는 10% 소비세율에서 4.6%p 인상하는 수준(지출 조정 이전의 경우 소비세율 16.4%p 인상 필요)
 - 의료 관련 지출은 모형에서 외생적으로 주어지므로 노년의 의료비 부담률 인상은 개인들로 하여금 근로 및 저축 유인을 증대시켜 자본 및 생산량 증가로 이어짐

〈표 II-2〉 정부지출 감소가 소비세율과 생산량에 미치는 영향

Spending change	Phase-in period	Consumption tax rate	Output
None	NA	26.4	88.8
Purchases reduced 10 percent	2018-2027	21.1	88.8
Pensions reduced 10 percent	1960-1969	21.6	90.7
Medical costs reduced 10 percent	2018-2027	22.9	88.4
Copays of 0.3 for elderly aged 70+	2021-2078	14.6	98.1
Copays of 0.2 for elderly aged 75+	2021-2048	20.7	93.1

자료: Braun and Joines(2015), p. 13.

나. 정책 분석

1) 정책지연 시나리오(Kick the can down the scenarios)

- (가정) 재정건전화 정책 도입의 최후 시기인 t' 를 결정할 때 정부지출은 불변으로 소비세의 조정만 이루어지며, 본 기간 동안 GDP 대비 국가채무 비율이 3.5를 초과하지 않는 것으로 가정

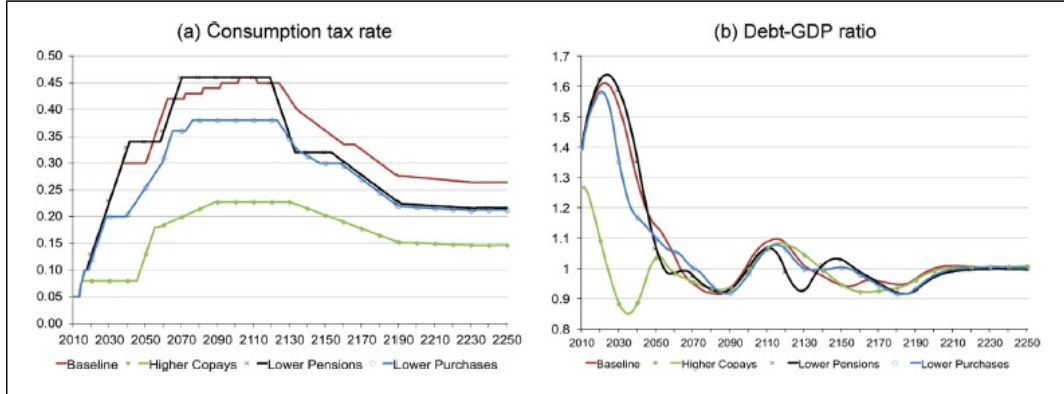
3) 현재 개인의 의료비 부담률은 생산가능인구의 경우 30%, 70~74세 20%, 75세 이상의 경우 10%

- (결과) 2014년 소비세율을 5%에서 8%로 인상 후 유지한 경우 2036년 소비세율을 55%로 인상하는 재정건전화 정책이 필요하며, 2015년 10%로 추가 인상 후 유지한 경우 2039년 소비세율 57%의 재정건전화 정책이 필요
 - 실제 일본에서 2014년 소비세를 5%에서 8%로 인상하였으나 2015년 10월 10%로 계획된 소비세 추가 인상이 지연된 사실을 바탕으로 시나리오 적용
 - 정책지연 시나리오는 국가부도를 초래할 수 있는 시기와 국가채무 규모에 대한 상한선을 제시

2) 정부지출 불변 시나리오

- (가정) 정부지출 전망의 지속가능성 검증을 위해 현 정책상 지출 수준을 고정하고 소비세율만 조정
 - (일정한 세금 인상) 즉각적인 재정건전화 정책으로 2018년 소비세율을 약 36%로 인상 후 유지하는 경우 재정지출의 삭감 없이 정부 예산 제약 충족 가능하며, 정책지연 시나리오와 비교했을 때 소비세율은 약 20%p 감소한 수준
 - 국가채무 수준은 2017~2055년 동안 감소하며 2043~2067년에는 최소 $\Delta 0.192$ 로 채무가 음수로 전망되나, 2180년 3.5 이상으로 증가하며 새로운 균형상태의 국가채무 비율은 3.83으로 전망
 - 1960년 이전 출생자로 높은 소비세율에 대한 노동공급 및 저축 증가가 불가능한 퇴직자 혹은 퇴직을 앞둔 세대의 경우 생애 세금 납부액 증가
 - (점진적 세금 인상) 소비세율이 46%까지 점차적으로 증가 후 26.37%로 감소하는 경우 말기 GDP 대비 국가채무 비율 1.0 수준에서 현 정책의 정부지출 유지 가능
 - 소비세율은 2017년 10%에서 매년 1%p씩 증가하여 2037년 소비세율 30%가 2050년까지 유지된 후 다시 매년 1%p씩 증가하여 2062년 42%, 2102년 46%까지 증가 후 2112년부터 장기 값인 26.37%로 점차 감소(그림 II-5의 (a), 기준선)
 - 국가채무는 소비세율이 15%인 2022년 1.61로 정점을 찍은 후 0.9~1.1로 감소하고, 1인당 생산량은 장기적으로 2007년 생산량의 88.8% 수준으로 감소하며, 1인당 소비는 2007년의 76.1% 수준으로 감소(그림 II-5의 (b), 기준선)

[그림 II-5] 정부지출 정책에 따른 소비세율 및 국가채무 비율



자료: Braun and Joines(2015), p. 17.

3) 정부지출 조정 시나리오

- (가정) 정부의 의료비 부담률 감소, 공적연금 관련 지출 삭감, 정부구매 조정과 함께 GDP 대비 국가채무 비율을 0.9~1.1 수준*으로 유지할 수 있는 소비세율 계산

* [그림 II-5]의 (b), 정부지출 불변 시나리오 기준선의 국가채무 수준

- (의료비 조정) 퇴직자들의 의료비 부담률을 단계적으로 현 노동인구의 부담률 수준인 30%로 인상하는 경우 소비세율은 22.75%까지 상승하였다가 14.63%로 감소(그림 II-5의 (a), 부담률 상승)
 - 퇴직자들의 의료비 부담률을 2021년부터 3년마다 1%p씩 인상하여 70~74세 개인들의 의료비 부담률을 2048년까지 20 → 30%, 75세 이상 개인들은 2078년까지 10 → 30%로 조정
 - 2014년 8%의 소비세율이 2046년까지 유지됨에도 불구하고 국가채무 수준이 빠르게 안정되는 이유는 의료비 부담률 상승에 대비한 노년층의 노동공급과 저축 증가, 이에 따른 자본축적 및 생산량 증대에 기인(그림 II-5의 (b), 부담률 상승)
 - 1인당 생산량은 2030년 115.4로 정점을 찍은 후 2112년까지 100 이상을 유지하다 말기에 98.1(기준선보다 9.6% 높은 수준)로 전망
- (연금 조정) 현행법 대비 연금 급여를 단계적으로 10% 감축하는 경우 소비세율 및 국가채무 비율이 급격하게 상승(그림 II-5의 (a)(b), 낮은 연금)
 - 소득대체율을 1960년 출생자부터 매년 1%p씩 낮추어 1969년 이후 출생자의 경우

연평균 소득 대비 연금 비율이 10% 감소하도록 조정

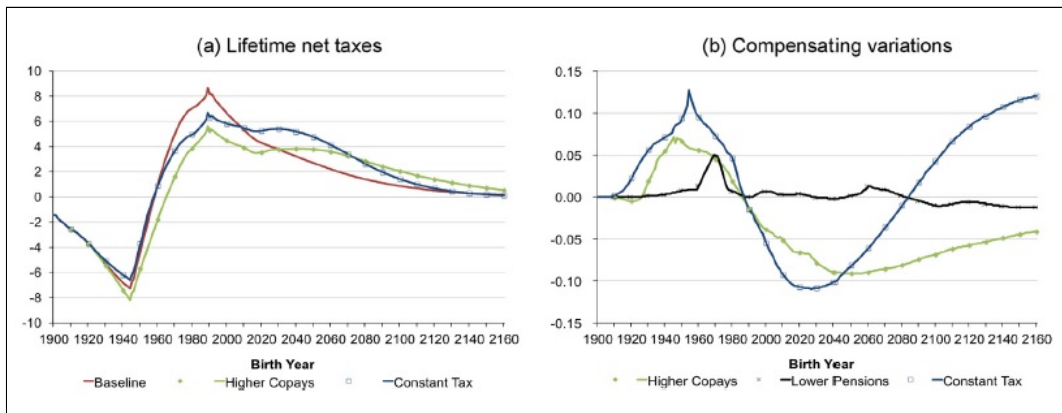
- 연금 감축정책 시에도 사회보장세를 포함한 근로소득세는 동일하게 유지되므로 추가 근무시간에 대한 연금 급여 증가분을 감소시켜 노동유인을 억제, 말기 균형상태의 생산량은 기준선보다 2.1% 높은 수준

- (정부구매 조정) 일반정부 지출을 2018년부터 2027년까지 매년 1%p씩 총 10% 삭감하는 경우 소비세율은 2076~2123년 동안 38%로 정점에 도달한 뒤 21.11%로 점차 감소

다. 생애 순 세금 및 후생

- (방법) 세대 간 회계 방법론을 이용해 출생연도별 정부로부터 받을 순 혜택 대비 남은 수명동안 지불할 세금의 현재가치를 계산하고, 기준선(점진적 세금인상)을 기준점으로 한 보상 변화 분석을 통해 다양한 재정정책 시나리오의 복지효과 측정

[그림 II-6] 출생연도별 정부지출 정책에 따른 생애 순 세금 및 보상 변화



자료: Braun and Joines(2015), p. 18.

- 1950년 중반에서 1960년 중반 사이 출생한 집단의 경우 세대 간 회계에서 생애 후반에 집중되어 있는 연금 및 의료 혜택은 계산하나, 생애 초반에 지불하는 대부분의 세금은 생략하고 있어 생애 순 세금은 음수로 전망([그림 II-6]의 (a))
 - 본 세대 간 회계 모형의 시작은 2008년으로 1988년 이후 출생한 집단(2008년 이후 모형 연령 1세)의 경우만 생애 세금 및 정부혜택을 모두 계산
 - 1988년 이후 출생한 집단의 경우 생애 순 세금은 양수이며 1990년경 출생한 집단의

경우 생애 순 세금이 정점을 찍을 것으로 전망

- 1990년경 출생한 집단의 경우 의료비 부담률 인상 정책하에서 가장 낮은 생애 순 세금 수준을 보이며, 이는 소비세율 및 부담률의 점진적인 증가 가정에 기인
- 1930~2030년 출생한 집단 모두 의료비 부담률 인상 정책하에서 생애 순 세금이 가장 낮게 나타나며, 2030년 이후 태어난 집단의 경우 기준선에서 가장 낮은 생애 순 세금 수준을 보임
- 2000~2045년 출생한 집단의 경우 생애 순 세금이 더 낮은 의료비 부담률 인상 정책보다 일정한 세금인상(Constant Tax) 정책을 더 선호하는 것으로 전망(그림 II-6의 (b) 참조, 각 집단은 음수로 나타나는 재정정책을 더 선호)
 - 의료비 부담률 인상 정책의 경우 퇴직 후 부담해야 할 의료비(부담률 30%)를 위해 저축을 늘리는 반면, 일정한 세금인상 정책하에서 약 4%의 보상 소비 혜택을 받을 수 있으므로 이 집단은 일정한 세금인상 정책을 더 선호
 - 노년기 의료보장에 높은 가치를 부여함에 따라 의료부담률 인상 정책하에서의 보수적인 소비로 일정한 세금인상 정책과 비교해 3.25배 더 큰 유산을 남김
 - 2050년 이후 출생한 집단의 경우 일정한 세금인상 정책 말기 균형상태의 높은 국가 채무로 인한 자본 및 생애소득 감소와 채무에 대한 이자비용 증가로 인한 세금 상승에 대한 부담으로 의료비 부담률 인상정책을 더 선호
 - 1990년 이전 출생한 집단의 경우 정부지출의 삭감 없이 소비세율을 점차적으로 인상하는 기준선 정책 선호

라. 민감도 분석

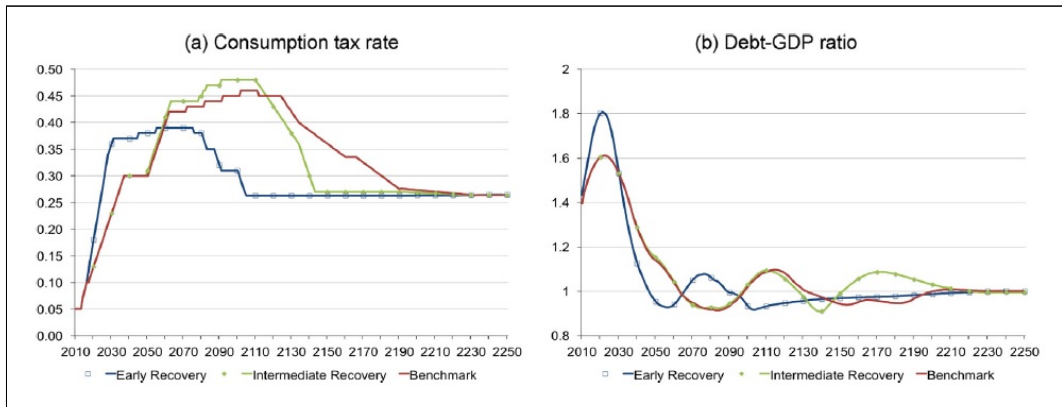
- (인구 가정) 기준선보다 출산율이 빠르게 회복하는 두 경우를 가정하여 소비세율 및 국가 채무 비율에 미치는 영향 분석
 - 출산율 증기회복의 경우 소비세율이 2060~2130년 동안 기준선보다 더 높게 나타나며, 조기회복의 경우 2018~2060년 동안 기준선보다 더 높게 나타남
 - (조기회복) 전망 초기 노동력 증가에 따른 임금 하락을 예상한 개인들의 저축 및 노동공급 감소는 총생산 하락과 국가채무 증가, 채무 대응을 위한 세금 증가로 이어지나, 전망 중기 이후 실제 노동력의 증가로 총생산 및 세수입이 증가하여 기준선보다 국가채무 및 소비세율 감소

- (중기회복) 출산율의 증가로 인한 부양 자녀 수의 증가는 정부의 의료비 지출 증가와 이에 따른 소비세율 상승으로 이어짐

□ (국가채무 이자율) 이자율 가정 $r_t^k - r_t^g = 0.0115$ 에 대한 검증을 위해 기준선(정부지출 불변, 점진적 세금 인상)에 새로운 모수 $r_t^g = r_t^k (\beta = 1.011, \theta = 0.189)$ 설정

- 국가채무에 대한 높은 이자율은 기준선과 비교해 채무 비율을 더 증가시키고 말기 균형상태인 채무 수준 0.9~1.1 도달을 위해 소비세율의 상승 또한 더 빠른 시기에 나타남
 - 국가채무 비율은 2029년 1.84로 정점(기준선, 2022년 1.61)을 찍으며, 소비세율은 2047년 40%(기준선, 2060년 40%)에 도달
 - 2060년 이후 기준선과 비슷한 소비세율의 추이를 보이며 말기 균형상태의 세율은 기준선과 비교해 0.5%p 미만으로 증가(26.37% → 26.77%)

[그림 II-7] 인구 전망 변화에 따른 소비세율 및 국가채무 비율



자료: Braun and Joines(2015), p. 20.

□ (의료비 조정 시나리오) 의료비 부담률은 2021년부터 점차 증가하는 반면, 소비세율은 2046년까지 8%로 유지됨에 따라 정책에 대한 신뢰도 하락 및 저축과 노동공급 유인 감소 등의 행동 변화가 미치는 영향 분석

- 소비세율이 2019년부터 증가하여 150년 동안 유지된 후 말기 균형상태로 수렴을 가정하는 경우에도 의료비 부담률 인상 정책은 채무 개선 등 계속해서 재정 건전화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 전망

- 2019년부터 소비세율을 인상하는 경우 최고 세율은 19.2%로 의료비 조정 시나리오의 최고 소비세율 22.75%보다 다소 낮게 나타남

5. 차별점

- 연령별 의료비를 반영한 인구구조를 모형에 포함
 - 정부의 의료비 부담률 인상 정책에 따라 개인들이 각자의 행동 전략을 최적화하는 중첩세대 일반균형 모형을 사용하여 분석
- 일본의 공적 의료보험 및 장기요양보험 관련 정부의 재정 문제에 대해 평가
- 21세기를 넘어 2250년까지 장기에 걸쳐 일본의 고령화로 인한 재정 건전성 위험에 대한 연구 진행
 - 인구구조 변화에 따른 영향 및 이에 대한 정책적 조치는 대부분 금세기 말 혹은 다음 세기에 많이 나타나며, 이는 전망 초기 개인들의 노동 및 저축, 소비에 대한 행동에 영향

III. 「Population aging, social security and fiscal limits」

1. 분석배경

- (배경 및 목적) 직접세를 통한 세수입의 실질적인 상한선을 고려한 중첩세대 모형으로 미국 및 유럽 14개국의 공적연금 제도 지속가능성 및 정책 평가
 - 노동과 자본에 대한 왜곡조세의 영향으로 증장기적으로 직접세를 통한 퇴직자에 대한 이전지출 수준 유지가 불가능한 지점, 즉 노년부양비 임계값(Threshold dependency ratio) 파악
 - 국가별 노년부양비 임계 수준은 각 경제구조와 재정정책, 인구 변화에 영향을 받으며, 정부의 세수 극대화를 위한 조세정책 및 정부 예산제약을 통해 계산 가능
 - 전망기간 2010~2100년 동안 개인들의 후생을 바탕으로 기존 연금제도와 동일한 수준의 혜택을 제공할 수 있는 재정정책 비교·분석
 - 소비세율 증가, 연금의 소득대체율 감소, 은퇴연령 상승 등의 정책 효과 비교

2. 모형경제

가. 인구

- 각 시점 $t \geq 0$ 새로운 개인 집단이 태어나며 $J+1$ ($J \geq 1$) 기간 동안 생존, $t=0$ 기 개인의 연령은 j_t^0 , $t+j$ 기에 연령 j 까지 생존할 확률은 $\phi_{t,j}$ 로 표기

$$\phi_{t,j} \neq 0 \text{ for } j \in (j_t^0, J-1), \text{ and } \phi_{t,J+1} = 0$$

- 인구는 $n > -1$ 의 속도로 성장하며, 총 인구 중 연령 j 의 비율은 μ_j 로 다음과 같이 나타남

$$\mu_j = \mu_0 / (1+n)^j \text{ for } j \in (1, J) \text{ with } \sum_{j=0}^J \mu_j = 1$$

- 개인들은 $j_R - 1$ 기에 처음 노동을 공급하고 연령 $j_R (j_R \in (2, J))$ 에 은퇴
- 수치 분석을 위해 각 t 기를 5년으로 설정하며, 노동공급을 시작하는 시점을 모형 연령의 시작으로 설정하여 실제 연령 20~24세를 $j = 0$ 로 65세에 은퇴하고 $j_R = 9, 94$ 세 ($J = 14$)까지 생존하는 것으로 가정
 - 노년부양비 d 는 다음과 같이 정의함

$$d = d((\mu_j)_{j=0}^J, n, j_R) = \frac{\mu^R}{\mu^W} \quad (1)$$

- $\mu^R = \sum_{j=j_R}^J \mu_j$ 는 퇴직자 비율, $\mu^W = \sum_{j=0}^{j_R-1} \mu_j$ 는 노동자 비율
- 노년부양비는 최대수명 J , 연령 j 집단의 인구분포, 인구 성장률, 은퇴연령에 의해 결정되며 수명, 인구분포, 인구 성장률은 출생률 감소와 기대수명의 증가로 인한 인구고령화에 의해 영향 받음
- 사망률의 감소로 기대수명이 증가하고 출생률이 감소하는 경우 노동인구 대비 퇴직자의 수가 증가하여 노년부양비 증가
- 최대수명 J , 인구분포 μ_j , 인구 성장률 n 은 외생적으로 주어지며, 은퇴연령 j_R 은 정부에 의해 정해진 최소 은퇴연령에 따라 개인이 선택한 내생변수이거나 사회보장제도 규제에 따른 정책 변수로 설정

나. 가계부문

- 각 가계는 효용 극대화를 위해 소비와 저축, 노동공급을 결정하는 한 개인으로 이루어지며, 개인들은 자산이 없이 생을 시작하고 유산을 남기지 않음($a_{t,0} = a_{t,J+1} = 0$)
- 개인은 생산가능 기간 동안 여가와 노동을 선택하며, 개인의 선호는 소비와 여가에 의해 결정, $t \geq -J$ 기의 기대효용은 아래와 같이 정리 가능

$$U^t = \sum_{j=j_t^0}^J \beta^{j-j_t^0} \left(\prod_{s=j_t^0}^j \phi_{t,s} \right) u(c_{t,j}, l_{t,j}) \quad (2)$$

- 노동에 할당된 시간은 $z_j \geq 0$ 단위의 생산성 제공, $\beta = (1 + \rho)^{-1}$ 는 ρ 를 할인율로 하는 공통 할인계수, $\phi_{t,s}$ 는 $t+s$ 기에 연령 s 까지 생존할 확률, $c_{t,j}$ 와 $l_{t,j}$ 는 t 기에 태어난 연령 j 의 개인의 소비와 노동공급, u 는 소비와 여가에 의해 증가

$$u(c_{t,j}, l_{t,j}) = \frac{1}{1-\eta} (c_{t,j}^{1-\eta} [1 - \kappa(1-\eta)l_{t,j}^{1+\frac{1}{\varphi}}]^\eta - 1) \quad (3)$$

- $\kappa > 0$ 는 노동에 따른 비효용, φ 는 노동공급 탄력성, η 는 소비의 기간 간 대체탄력성의 역

- $j \in (j_t^0, J)$ 가계의 예산제약은 아래와 같이 전개

$$q_{t,j}c_{t,j} + a_{t,j+1} = x_{t,j} + tr_{t,j} + (1 + r_{t,j})a_{t,j} \quad (4)$$

$$\text{in which } x_{t,j} = \begin{cases} w_{t,j}z_j l_{t,j} & \text{for } j \in (j_t^0, j_R - 1) \\ p_{t,j} & \text{for } j \in (j_R, J) \end{cases} \quad (5)$$

$$l_{t,j} = 0 \text{ for } j \in (j_R, J) \quad (6)$$

$$a_{t,0} = a_{t,J+1} = 0 \quad (7)$$

- $q_{t,j} = 1 + \tau_{t,j}^c$ 는 세후 소비 가격($\tau_{t,j}^c$ 연령별 소비세율), $w_{t,j} = (1 - \tau_{t,j}^l)\hat{w}_{t+j}$ 는 세후 근로소득($\tau_{t,j}^l$ 연령별 근로소득세율, \hat{w}_{t+j} 세전 노동가격), $r_{t,j} = (1 - \tau_{t,j}^k)\hat{r}_{t+j}$ 는 세후 자본소득($\tau_{t,j}^k$ 연령별 자본소득세율, \hat{r}_{t+j} 세전 자본가격), $tr_{t,j}$ 는 연령별 이전지출, $p_{t,j}$ 는 은퇴자의 연금수령액

- t 기에 태어난 연령 j 의 개인은 생애 효용극대화를 위해 $t \geq -J$ 기에 아래 필요·충분조건 및 (4)~(7) 제약을 충족시키는 연령대별 최적 소비, 노동공급, 자본을 결정 $(c_{t,j}, l_{t,j}, a_{t,j+1})_{j=j_t^0}^J$

$$u_{c_{t,j}} = q_{t,j}\lambda_{t,j}, \text{ for } j \in (j_t^0, J), \quad (8)$$

$$u_{1-l_{t,j}} = \lambda_{t,j}z_j w_{t,j}, \text{ for } j \in (j_t^0, j_R - 1) \quad (9)$$

$$\lambda_{t,j} = \beta\lambda_{t,j+1}(1 + r_{t,j+1}), \text{ for } j \in (j_t^0, J-1) \quad (10)$$

- $\lambda_{t,j}$ 는 개인의 예산제약과 관련한 라그랑주 승수
- 수치 분석을 위해 식 (4) 가계 예산제약식을 아래와 같이 가정
 - 1) 노동 생산성의 시간 종속 $z_{t,j} = A_t y_j$ 가정
 - A_t 는 일정한 비율 $g_A \geq 0$ 에 따라 증가하는 기간별 노동생산성이며,
 $y_j(j \in (j_t^0, j_R - 1))$ 는 연령별 노동생산성으로 세전 근로소득은 $\hat{w}_t A_t y_j l_{t,j}$
 - 2) 세금은 연령과 무관
 - 3) 가계는 τ_t^p 비율로 근로소득에 부과되는 사회보장세 납부, 따라서 세후 근로소득은
 $(1 - \tau_t^p - \tau_t^w) A_t y_j \hat{w}_t l_{t,j}$, with $\tau_t^j = \tau_t^p + \tau_t^w$ for $t \geq 0$
 - 4) 이전지출은 연령과 무관, $tr_{t,j} = tr_t$ for $t \geq 0, j \in (j_t^0, J)$
 - 5) 연금 납입액은 연령과 무관하며 평균 근로소득의 일정 비율 θ 로 설정,
 $p_t = \theta(\hat{w}_t l_t / \mu^w)$ for any $t \geq 0$
- 균형상태에서 정부가 발행하는 국고채와 물리적 자본이 제공하는 세후 수익이 동일하기 때문에 가계는 이에 대해 무차별하며, 두 기간 동안 생존하는 가계는 동일한 비율의 두 자산을 보유하고 있다고 가정

다. 기업부문

- 기업은 이윤 극대화를 위해 각 $t \geq 0$ 기에 자본과 노동을 이용하여 단일 최종생산물을 생산하고, 소비 및 자본, 노동으로부터의 수입에 대해 일정 비율 세금을 납부
- 콥더글라스 생산함수 $f(k_t, l_t) = k_t^\alpha (A_t l_t)^{1-\alpha}$ 를 바탕으로 신고전주의 규모수익불변 생산함수 $y_t = f(k_t, l_t) - \delta k_t$ 를 따르며, 자본과 노동의 세전 가격은 아래와 같음

$$\hat{r}_t = f_{k_t} - \delta \tag{11}$$

$$\hat{w}_t = f_{l_t} \tag{12}$$

- A 는 기술수준, k_t 는 1인당 자본, y_t 는 1인당 순 생산량, δ 는 감가상각률이며, 본 가정하에서 경제의 균형 성장률은 노동 생산성 성장률과 동일($g_A \geq 0$)

라. 정부부문

- 정부는 세수입 $(tax_t)_{t=0}^{\infty}$ 과 부채 발행 $(b_t)_{t=1}^{\infty}$ 을 통해 공공 소비재 구매, 이전지출 및 공적연금 $(g_t, tr_t, p_t)_{t=0}^{\infty}$ 등 사회보장제도 재정을 지원하며, 이에 따른 $t \geq 0$ 기의 정부 예산 제약은 다음과 같이 전개

$$g_t + tr_t + p_t + (1 + \hat{r}_t)b_t = tax_t + (1 + n)b_{t+1} \quad (13)$$

$$tax_t = \sum_{j=0}^J (q_{t-j,j} - 1)\mu_j c_{t-j,j} + \sum_{j=0}^{j_R-1} (\hat{w}_t - w_{t-j,j})\mu_j z_j l_{t-j,j} + \sum_{j=0}^J (\hat{r}_t - r_{t-j,j})\mu_j a_{t-j,j} \quad (14)$$

- 재정 정책은 아래 지불능력 조건을 따름

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{b_T}{\prod_{s=0}^T \frac{(1 + \hat{r}_s)}{(1 + n)}} = 0 \quad (15)$$

- 공적연금은 별도의 균형예산이 존재하며, 사회보장세를 통한 총 수입과 총 연금지출을 동일하게 가정

$$\tau^p \hat{w}_t l_t = p_t \mu^R \quad (16)$$

- 정부 구매 및 이전지출은 외생적으로 주어진 균형 성장률로 증가하며, 모든 가계의 유산은 정부수입으로 포함된 후 재분배된다고 가정

마. 시장청산

- 1인당 노동, 자본, 소비의 시장청산 균형 조건은 각각 식 (17)~(19), 1인당 최종재화의 시장청산 실현 가능 제약은 식 (20)과 같음

$$l_t = \sum_{j=0}^{j_R-1} \mu_j z_j l_{t-j,j} \quad (17)$$

$$a_t = \sum_{j=0}^J \mu_j a_{t-j,j} = k_t + b_t \quad (18)$$

$$c_t = \sum_{j=0}^J \mu_j c_{t-j,j} \quad (19)$$

$$y_t + (1 - \delta)k_t = c_t + g_t + (1 + n)k_{t+1} \quad (20)$$

- 1인당 이전지출과 연금지출은 각각 $tr_t = \sum_{j=0}^J \mu_j tr_{t-j,j}$, $p_t = \sum_{j=j_R}^J \mu_j p_{t-j,j}$ 이며, 노동을 제외한 모든 변수는 기술 진보의 비율로 고정

바. 경쟁균형 및 노년부양비 임계값

- (정의 1. 균제균형) 주어진 초기 총 자산 $a_0 = k_0 + b_0$, 정부 지출 정책 $(g_t, tr_t = \sum_{j=0}^J \mu_j tr_{t-j,j}, p_t = \sum_{j=j_R}^J \mu_j p_{t-j,j})_{t=0}^{\infty}$, 세금 $((q_{t,j}, w_{t,j}, r_{t,j})_{j=j_t^0}^J)_{t=-J}^{\infty}$ 및 차입 정책 $(b_{t+J+1})_{t=-J}^{\infty}$, 부양비 $d = d((\mu_j)_{j=0}^J, n, j_R)$ 하에서 경쟁균형은 아래 다섯 가지 조건을 충족시키는 자본과 노동의 상대 가격 $(\hat{r}_t, \hat{w}_t)_{t=0}^{\infty}$ 과 소비, 노동, 자본에 대한 개인 배분 $((c_{t,j}, l_{t,j}, a_{t,j+1})_{j=j_t^0}^J)_{t=-J}^{\infty}$ 의 조합

- 1) $t \geq -J$ 기에 식 (1)~(10)을 충족시키는 개인의 배분
- 2) $t \geq 0$ 기에 식 (11)과 (12)를 충족시키는 상대 가격
- 3) $t \geq 0$ 기에 식 (13), (14), (16)를 충족시키는 부양비와 정부지출, 세금 및 차입 정책
- 4) $t \geq 0$ 기에 시장청산 조건 식 (17)~(19) 유지
- 5) $t \geq 0$ 기에 최종재화시장 성립 조건 식 (20) 유지

- 주어진 정부 정책과 부양비 결정 요소인 최대 수명 및 퇴직연령을 바탕으로 민간부문 최적 선택을 통해 1) 개인 배분과 2) 상대가격이 결정되며, 3) 정부정책 및 4), 5)의 총 변수는 민간부문 선택과 부양비, 정부 예산 제약에 의해 결정

- (정의 2. 노년부양비 임계값) 주어진 초기 총 자산, 정부지출, 소비세 $((q_{t,j})_{j=j_t^0}^J)_{t=-J}^{\infty}$ 및 차입정책, 최대수명 J , 인구분포 $(\mu_j)_{j=0}^J$, 퇴직연령 j_R 하 노년부양비 임계값은 다음 조건을 충족시키는 경쟁균형에 대해 식 (1)에서 계산한 노년부양비

- 1) $t \geq -J$ 기에 식 (1)~(10)을 충족시키는 개인의 배분
 - 2) $t \geq 0$ 기에 식 (11)과 (12)를 충족시키는 상대 가격
 - 3) $t \geq 0$ 기에 사회보장예산 식 (16) 청산
 - 4) 식 (14)를 극대화하는 노동 및 자본 세금 정책 $((w_{t,j}, r_{t,j})_{j=j_t^0}^J)_{t=-J}^\infty$
 - 5) $t \geq 0$ 기에 식 (13)과 (15)를 충족시키는 인구 성장률
 - 6) $t \geq 0$ 기에 시장청산 조건 식 (17)~(19) 유지
 - 7) $t \geq 0$ 기에 최종재화시장 성립 조건 식 (20) 유지
- 정부 예산 제약을 이용해 식 (1)의 인구 성장률 n 을 측정(최대수명, 인구분포, 퇴직연령 고정)하여 노년부양비 임계값 계산 가능
 - 표준편차로 나타낸 미래 특정 시점($t+h$)의 노년부양비 $E_t d_{t+h}$ 와 그 시점의 노년부양비 임계값 \bar{d} 간의 거리 $D(\bar{d}, t+h)$ 는 아래와 같음

$$D(\bar{d}, t+h) = \frac{\bar{d} - E_t d_{t+h}}{\sigma_{\eta, t+h}} \quad (21)$$

- $\sigma_{\eta, t+h}$ 는 미래 노년부양비 d_{t+h} 변화의 표준편차

- 미래의 노년부양비가 노년부양비 임계값에 도달할 확률 $\Pr(\bar{d}, t+h)$ 은 전망치와 임계값 간의 거리 $D(\bar{d}, t+h)$ 의 함수로, 노년부양비 임계값과 전망치 간의 거리가 멀어 질수록 확률은 감소

$$\Pr(\bar{d}, t+h) = \Pr[(\bar{d} - d_{t+h}) \leq 0] = \Pr\left[\frac{\bar{d} - E_t d_{t+h}}{\sigma} \leq u_{t+h}\right] \quad (22)$$

- u_{t+h} 는 미래 노년부양비 d_{t+h} 의 변화 과정 측정, σ 는 미래 노년부양비 d_{t+h} 전망 불확실성의 척도

3. 모수 설정

□ 2010년 각 국가의 동적 래퍼 효과(dynamic Laffer effects)⁴⁾와 노년부양비 임계값을 정량화하기 위해 모수 설정

- 선호도, 생산 및 정부지출은 기준선 모수 설정을 유지(소비, 이전지출, 부채상환 비용은 2010년 GDP 대비 비율로 일정하게 유지)하는 반면, 인구 관련 변수들은 업데이트하여 2010~2100년 동안 노년부양비 임계값 변화에 대한 동적 분석 가능
 - 노동과 자본 수입에 대한 세율은 래퍼곡선 최고점으로 설정하고, 인구 성장률은 정부 예산 제약의 잔차로 산출하는 경우 균형 노년부양비 d 는 임계값 \bar{d} 와 일치

〈표 III-1〉 기준선 모수 설정

(단위: %)

	n	d	β	κ	α	δ	g/y	tr/y	b/y	θ	τ^l	τ^k	τ^c	τ^p
AUS	0.3	36.6	0.984	3.99	39	7.1	20	10.2	65	78.1	50	24	20	29
BEL	0.5	33.8	0.970	5.14	39	8.4	24	14.9	107	46.6	49	42	17	16
DNK	0.4	33.4	0.970	3.27	40	9.2	28	15.3	50	67.8	47	51	35	23
FIN	0.4	35.7	0.966	3.96	34	7.0	24	16.4	46	55.8	49	31	27	20
FRA	0.5	36.0	0.976	5.18	41	6.9	27	6.6	60	55.4	46	35	18	20
GER	-0.1	41.4	0.960	5.18	37	6.7	21	9.7	62	37.5	41	23	15	16
GRE	0.1	40.6	0.984	3.36	40	6.1	20	1.7	100	66.7	41	16	15	27
IRL	1.3	25.4	0.951	5.66	36	8.6	19	11.4	43	34.7	27	21	26	9
ITA	0.2	40.0	0.981	5.03	39	7.0	21	7.1	110	69.5	47	34	15	28
NET	0.5	35.1	0.992	5.8	38	7.7	27	-3.6	58	90.5	44	29	19	32
PRT	0.1	38.1	0.974	3.4	39	9.8	23	-6.0	57	73.8	31	23	21	28
ESP	0.7	27.7	0.982	5.17	42	8.5	21	-1.2	54	82.1	36	30	14	27
SWE	0.5	35.9	0.975	2.99	36	4.8	30	14.4	58	56.0	56	41	21	20
GBR	0.6	33.2	0.942	4.36	36	6.4	21	13.6	44	21.6	28	46	16	7
USA	0.95	30.6	0.958	3.62	35	8.3	18	5.2	63	35.2	28	36	5	11

주: 모든 국가의 매개변수 $\hat{r}=4\%$, $\eta=2$, $\varphi=1$, $g_A=2\%$ 로 동일, 생존 확률은 1990~2010년 평균, 미국을 제외한 모든 국가에서 노동 생산성 $z_j=1$

자료: Burkhard et al.(2020), p. 8.

□ (인구 성장률 n) Nation(2015) 통계자료를 바탕으로 각 국가의 1990~2010년 동안 평균 인구 성장률 및 평균 5년 생존 확률(각 t 기를 5년으로 설정) 계산

- 생존 확률의 경우 시간이 지남에 따라 증가하며, 15개 연령 집단(실제 연령 20~94세) 중

4) 래퍼곡선(Laffer curve)은 세율과 세수의 관계를 나타낸 곡선으로 세율이 높아질수록 세수가 계속적으로 증가하지 않고 일정 세율인 최적세 부담률을 초과하면 오히려 근로의욕 감소 등의 원인으로 세원과 세수가 감소하는 현상을 설명

노년층에서 더 큰 성장률을 나타냄

- (할인계수 β) 모형 내에서 각 국가들의 할인계수가 5년 동안 21.9%의 이자율, 즉 연간 이자율 4%와 일치하도록 설정하며, 식 (3)의 선호도 매개변수인 소비의 기간 간 대체탄력성 η^{-1} 과 노동공급 탄력성 φ 은 각각 1/2과 1로 설정⁵⁾
- (노동 비효용 κ) 모형 내에서 모든 국가의 균형 평균 근무시간이 0.3과 일치하도록 노동 비효용 매개변수 값 설정
- (노동과 자본 지수 α , 감가상각률 δ) 생산 매개변수 α, δ 는 가계부문의 중첩세대 구조에 영향을 받지 않으며, 모든 국가에서 연간 경제성장률은 $g_A = 2\%$ 로 설정
- (정부지출 및 수입 변수) GDP 대비 정부소비 g/y 및 국가채무 b/y , 노동, 자본, 소비에 대한 세율 τ^l, τ^k, τ^c 은 Trabandt and Uhlig(2011)의 국가별 변수를 바탕으로 하며, GDP 대비 이전지출 tr/y 은 모형 내에서 각 국가의 정부 예산 제약 식 (13)을 충족하도록 설정
 - Trabandt and Uhlig(2011)상 근로소득 실효세율에는 사회보장기여금이 포함되어 있으므로 이와 일치하도록 근로소득세 설정($\tau^l = \tau^w + \tau^p$)
- (연금 소득대체율 θ) OECD(2015)의 국가별 총 연금 소득대체율 자료 사용
- (사회보장세율 τ^p) 모형 내에서 각 국가의 사회보장 예산 제약 식 (16)을 충족하도록 사회보장세율 설정
- (노동생산성 z_j) 미국의 노동생산성 측정을 위해 Hansen(1993)의 흑 모양의 연령별 생산성 곡선을 사용하며, 미국을 제외한 다른 나라의 경우 노동생산성은 모든 $j \in (0, J)$ 에 대해 $z_j = 1$ 로 설정

5) Trabandt and Uhlig(2011)

4. 전망결과

가. 미국

1) 재정여력(Fiscal space)

- 재정여력은 근로소득세율과 자본소득세율이 래퍼곡선상 최적세율(최대 세수)에 있을 때 기준선과 비교해 추가적으로 증가한 세수율로 측정
 - (연금 소득대체율 θ 유지) 근로소득 및 자본소득세율의 증가는 세수입을 증가시키는 반면, 연금의 절댓값을 감소시키기 때문에 정부의 재정여력은 46.9%로 연금수준 p 를 고정하는 경우 31.8%보다 더 크게 증가
 - 생애주기 이론에 따르면 근로자는 은퇴 후의 소비를 위해 저축을 늘리고, 이로 인해 축적된 추가적인 자본이 조세부담의 부정적 효과를 일부 상쇄
 - 연금수준을 고정하는 경우 근로자는 저축을 늘릴 유인이 없으므로 추가적인 자본 축적도 발생하지 않음

〈표 III-2〉 2010년 미국 근로소득 및 자본소득세율, 재정여력

	τ^l	τ^k	τ^p	FS
Benchmark	28	36	11	-
Laffer				
Constant θ	63.6	47.3	11	46.9
Constant p	60.0	34.5	15.7	31.8

자료: Burkhard et al.(2020), p. 10.

- 2050년 노년부양비 d_{2050} 에 대한 평균 및 표준오차 구간 전망을 통해 미래 재정여력 전망 및 인구고령화의 영향 분석
 - (연금 소득대체율 유지) 재정여력은 인구 전망이 비관적일수록 더 감소하며, 2010년 (46.9%)보다 2050년(54.8~66%)의 재정여력이 더 증가
 - 이는 2050년 인구 고령화로 인해 기준선 세수입이 최적 세율(최대 세수) 세수입보다 더 빠르게 감소하는 데 기인

- 연금수준을 고정하는 경우에도 2010년(31.8%)보다 2050년(37.6~49.5%)의 재정여력이 더 증가하며, 2050년에도 연금수준 고정보다 연금 소득대체율을 유지할 때 세수 극대화 세율이 더 높게 나타남

〈표 III-3〉 2050년 미국 근로소득 및 자본소득세율, 재정여력

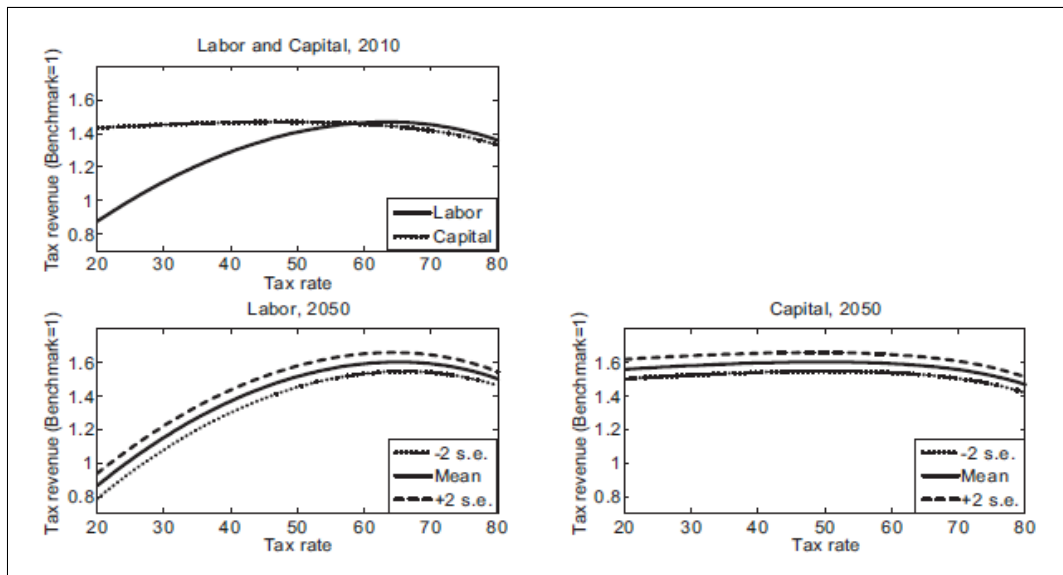
(단위: %)

	τ^l	τ^k	τ^p	FS
d_{2050}			<i>Constant θ</i>	
+2 s.e.	66.1	50.3	16.1	54.8
Mean	64.8	49.7	14.4	60.3
-2 s.e.	64.2	48.5	12.6	66.0
			<i>Constant p</i>	
+2 s.e.	61.2	33.9	21.1	37.6
Mean	60.6	33.9	19.1	43.6
-2 s.e.	60.6	33.3	17.2	49.5

자료: Burkhard et al.(2020), p. 1.

- (연금 소득대체율 유지) 공통적으로 래퍼곡선상 자본소득세가 근로소득세보다 더 평평하게 나타나며, 2010년과 비교해 2050년의 인구고령화 및 인구통계 불확실성은 래퍼곡선의 위치에 영향을 주지만 곡선의 모양은 유지

[그림 III-1] 미국 근로소득 및 자본소득세율 래퍼곡선

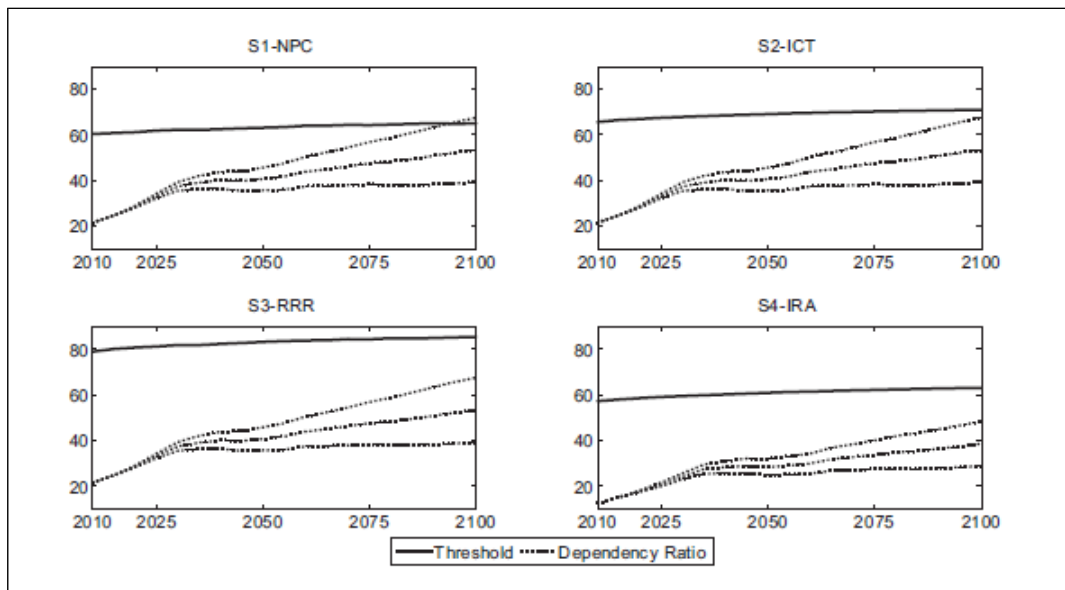


자료: Burkhard et al.(2020), p. 11.

2) 노년부양비 임계값(Threshold dependency ratio)

- 인구 고령화로 인해 재정 부담이 늘어날 것으로 예상되는 연금제도의 지속가능성 유지를 위해 네 가지 정책 시나리오의 임계값과 각 노년부양비 전망치 비교
 - 시나리오별 노년부양비 전망치는 Nation(2015)의 노년부양비(OADR)⁶⁾ 전망을 바탕으로 하며, 임계값은 시계열 계산을 통해 산출

[그림 III-2] 시나리오별 미국 노년부양비 임계값 및 전망치



자료: Burkhard et al.(2020), p. 12.

- (현상 유지 시나리오, S1-NPC) 정부가 사회보장세 τ^p 인상을 통해 2010년도 연금 소득 대체율을 유지하는 경우 2010년 임계값은 실제 노년부양비의 3배로 나타나며, 2010~2100년 동안 임계값이 소폭 증가하는 데 비해 노년부양비 전망치는 크게 증가하여 +2 표준오차의 경우 2085년 임계값을 초과
- (소비세율 인상 시나리오, S2-ICT) 소비세율을 5%에서 10%로 5%p 인상하는 경우 2010년 임계값은 실제 노년부양비의 약 3배로 나타나며, 전망기간 동안 노년부양비 전망치의 상승으로 전망 말기 두 값의 차이는 크게 감소

6) Old Age Dependency Ratio

- (연금 소득대체율 인하 시나리오, S3-RRR) 연금 대체율을 35.2%에서 25.2%로 10%p 인하하는 경우 2010년 임계값은 실제 노년부양비의 4배로 나타나며, 2100년까지 노년 부양비 전망치가 크게 상승하지만 다른 시나리오와 비교하여 임계값과의 차이가 가장 클 것으로 전망
- (정년연장 시나리오, S4-IRA) 정년을 65세에서 70세로 연장하는 경우 2010년 임계값은 실제 노년부양비의 4배이며, 전망 말기 노년부양비 전망치의 상승으로 두 값의 차이 감소

〈표 III-4〉 2010~2100년 미국 노년부양비 전망치 및 임계값

(단위: %)

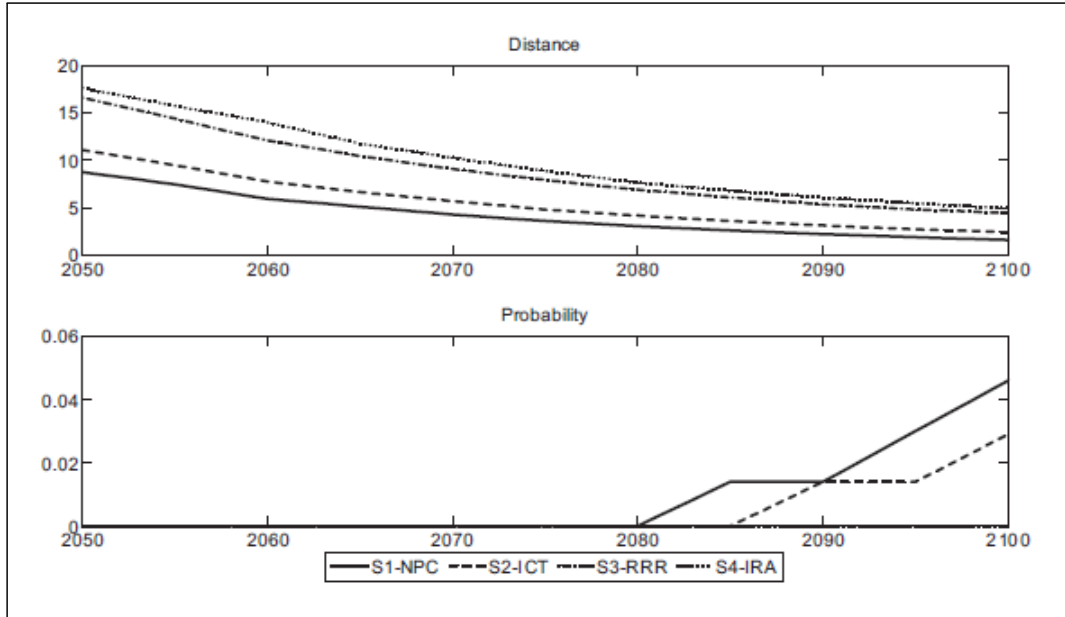
	Actual/Forecasted Dependency Ratio (<i>d</i>)		Threshold Dependency Ratio (\bar{d})			
	OADR2	OADR3	Policy Scenarios:			
			S1-NPC	S2-ICT	S3-RRR	S4-IRA
2010	21.6	14.1	60.4	65.7	79.0	57.3
2015	24.7	15.1	60.9	66.6	80.2	58.0
2050	40.7	28.3	63.3	69.2	83.3	60.9
2100	53.4	38.6	65.0	71.0	85.5	63.0

주: OADR2는 S1-NPC, S2-ICT, S3-RRR이며, OADR3는 S4-IRA

자료: Burkhard et al.(2020), p. 13.

- 모든 시나리오에서 노년부양비 임계값은 평균 2010~2015년에 약 1%p, 그리고 2050년 까지 3%p, 2100년까지 2%p 더 상승
 - 다른 시나리오와 비교해 S4-IRA에서 노년부양비 전망치 및 임계값이 전체적으로 더 낮게 나타나므로 시나리오 간 정책효과의 정확한 비교가 어려움
- 2050~2100년 동안 임계값을 기준으로 시나리오별 노년부양비 전망치와의 거리 및 도달 확률을 측정하여 각 정책의 장기 지속가능성 비교
 - (임계값과 전망치 간 거리) 노년부양비 전망치가 임계값보다 더 빠르게 증가하므로 식 (21)의 분자가 감소하고 전망치의 표준편차 증가로 분모가 증가하며, 모든 시나리오에서 임계값과의 거리 감소
 - S1에서 S4로 갈수록 임계값과 전망치 간 거리는 증가, 이는 미국에서 정년을 70세로

[그림 III-3] 시나리오별 노년부양비 임계값과의 거리 및 도달확률



자료: Burkhard et al.(2020), p. 13.

연장하는 경우 소비세율을 2배로 인상하거나 연금 소득대체율을 10%p 인하하는 것 보다 연금 제도의 장기 건전성이 더 향상되는 것을 의미

- (임계값 도달 확률) S1에서 전망치가 임계값에 도달할 확률은 2085년부터 양수이며 2100년 약 5%로 전망, 이는 정책 변경 없이는 중장기적으로 미국의 연금제도가 지속 가능하지 못할 확률이 약 5%임을 의미
 - S2에서 임계값에 도달할 확률은 2090년부터 양수이며 2100년 약 2.5%, S3과 S4의 경우 전망치가 임계값이 도달할 확률은 0%로 전망

3) 후생 분석

- 노년부양비 임계값으로부터 전망치의 거리를 증가시키는 정책은 후생에 긍정적인 영향을 미치므로 2050년 기준 임계값과 각 시나리오의 전망치 거리를 S4-IRA와 동일하게 산출하는 2010년 정부 정책과 이에 따른 후생 분석(그림 III-3) 참조
- 정년을 70년으로 연장(S4-IRA)하는 경우 2050년 노년부양비 전망치의 임계값으로부터 거리는 약 17.66 표준편차로 나타남

- 2010년 소비세율을 25.4%로 인상(S2A-ICT)하거나 연금 소득대체율을 24.1%로 인하(S3A-RRR)하는 경우 정년 연장 시나리오와 같은 거리 산출 가능

〈표 III-5〉 2050년 기준 시나리오별 후생 전망

	S2A-ICT	S3A-RRR	S4-IRA
c	0.095	0.096	0.097
l	0.230	0.233	0.238
τ^l	0.168	0.287	0.298
U	-102.78	-103.55	-107.07
Δ	+4.17	+3.40	

주: U 는 생애 총 효용, Δ 는 S4-IRA 시나리오에 대한 소비 증가 변동률
 자료: Burkhard et al.(2020), p. 14.

- 소비세율 인상 정책(S2A-ICT) 하의 근로소득세율 τ^l 이 가장 낮게 나타나 생산요소 왜곡을 최소화하며, 다른 정책보다 더 높은 수준의 후생 U 제공

나. EU14

1) 재정여력(Fiscal space)

- 유럽 14개국 및 미국의 재정여력 규모를 비교하고, 각 국가의 재정여력과 근로소득세율, 연금 소득대체율, 노년부양비, 인구 고령화 간의 차이 분석
 - 2010년 연금 소득대체율 유지 또는 연금수준 고정하에 국가별 래퍼곡선의 정점인 최적세율에서 근로소득세율 및 자본소득세율을 측정하고 재정여력 계산
 - 〈표 III-6〉에서 굵게 표시된 숫자는 기준선보다 낮은 세율로 세수입을 극대화하는 세율로 현 세율이 래퍼곡선상 최적 세율보다 더 높은 것을 의미
 - 예를 들어, 덴마크의 자본소득에 대한 최적세율은 연금 소득대체율을 유지하는 경우 46%, 연금수준 고정하는 경우 27%로 두 경우 모두 기준선 51%보다 낮음
 - (연금 소득대체율 유지) 세수입을 극대화하는 세율과 재정여력이 더 크게 나타나며, 이는 세율 증가에 따른 연금의 절댓값 하락이 근로자의 퇴직 후 소비를 위한 저축 증가와 이에 따른 자본 축적 증가로부터 기인
 - 모든 국가에서 기준선의 근로소득세율이 래퍼곡선상 최적 세율보다 더 낮게 나타나며,

〈표 III-6〉 2010년 EU14 근로소득 및 자본소득세율, 재정여력

(단위: %)

Country	Benchmark			Laffer						
				Constant θ			Constant p			
	τ^l	τ^k	τ^p	τ^l	τ^k	FS	τ^l	τ^k	τ^p	FS
AUS	50	24	29	62	52	12.4	52	29	30	0.2
BEL	49	42	16	59	47	3.1	53	34	16	0.3
DNK	47	51	23	57	46	1.5	49	27	20	2.3
FIN	49	31	20	60	45	4.6	53	26	21	0.3
FRA	46	35	20	59	52	8.4	50	36	21	0.5
GER	41	23	16	60	49	16.6	54	35	19	6.1
GRE	41	16	27	62	52	37.3	52	30	34	7.8
IRL	27	21	9	56	40	23.8	53	29	12	16.1
ITA	47	34	28	64	51	14.3	53	30	36	0.9
NET	44	29	32	69	53	31.5	59	26	38	6.0
PRT	31	23	28	67	50	68.9	61	25	40	28.9
ESP	36	30	27	64	53	44.0	55	29	35	1.0
SWE	56	41	20	60	50	1.0	50	37	18	1.2
GBR	28	46	7	57	43	15.7	54	36	9	11.2
EU14	42	32	22	61	49	20	53	30	25	6.0
USA	28	36	11	64	47	47	60	35	16	52

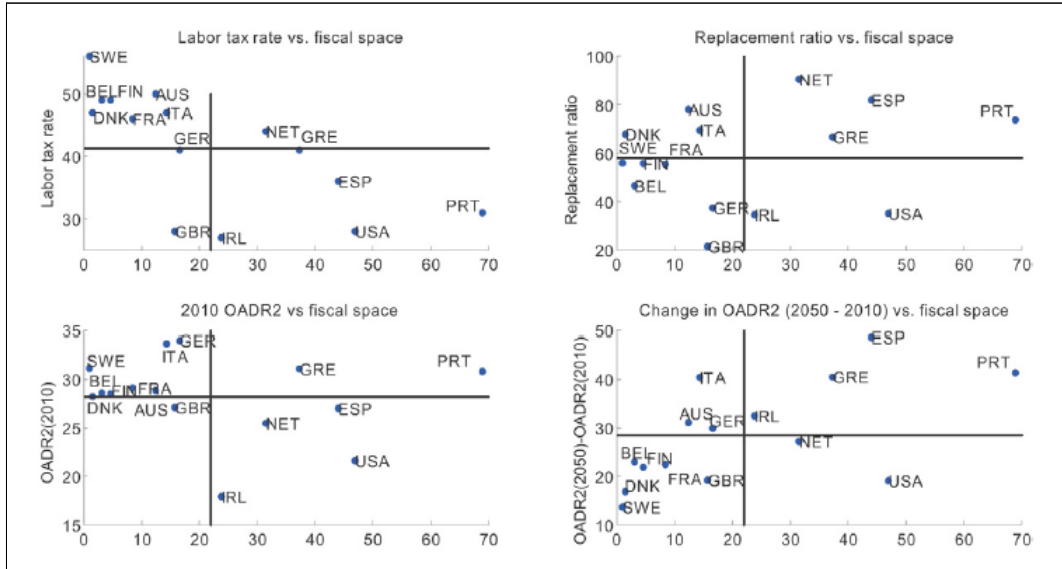
자료: Burkhard et al.(2020), p. 14.

덴마크와 영국을 제외한 나머지 국가에서 기준선 자본소득세율이 최적세율보다 더 낮게 나타남

- 2010년 EU 14개국의 평균 재정여력 규모는 2010년 20%로 미국의 재정여력 47%의 절반에 못 미치는 수준이나, 포르투갈은 약 69%, 벨기에 및 북유럽 3개국은 한자리 수로 가장 낮게 나타나며 EU 국가 간 차이가 크게 나타남

○ (연금수준 고정) 스웨덴을 제외한 모든 국가에서 기준선 근로소득세율이 래퍼곡선 최적세율보다 더 낮고, 8개 국가에서 기준선 자본소득세율이 최적세율보다 더 높게 나타나며, 평균 재정여력 규모는 연금 소득대체율 유지 시나리오의 약 1/4 수준으로 전망

[그림 III-4] 2010년 국가별 재정여력(연금 소득대체율 유지)



자료: Burkhard et al.(2020), p. 15.

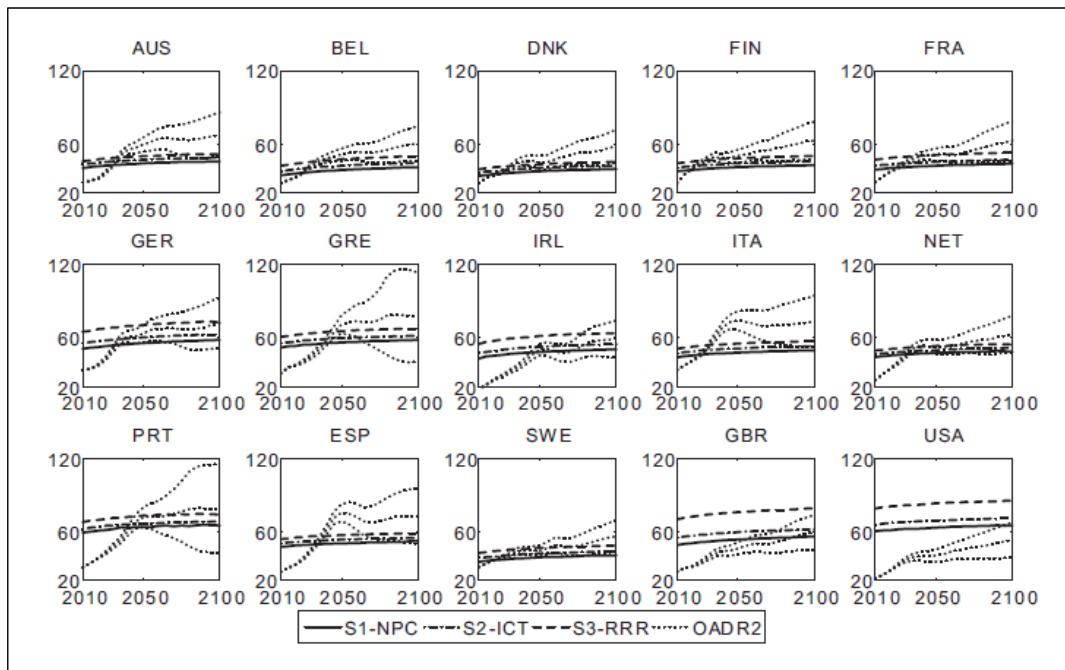
- 미국과 비교하여 EU 14개국은 평균적으로 재정여력 규모가 더 작고, 연금 소득대체율 및 노년부양비는 더 높으며 고령화가 더 빨리 진행될 것으로 전망
 - (근로소득세율 vs. 재정여력) 재정여력과 근로소득세율 간의 음(-)의 관계를 통해 국가 간 재정여력 규모의 차이 설명
 - (연금 소득대체율 vs. 재정여력) 포르투갈, 스페인, 그리스, 네덜란드의 경우 재정여력의 규모와 연금 소득대체율이 모두 높게 나타나며, 오스트리아, 덴마크, 이탈리아, 스웨덴, 핀란드, 프랑스의 경우 연금 소득대체율은 높게 나타나는 반면, 재정여력은 비교적 낮게 나타남
 - (OADR2(2010) vs. 재정여력) 2010년 인구 연령구조와 재정여력 간의 음(-)의 관계 설명, 왼쪽 상단에 위치한 8개 국가의 경우 상대적으로 높은 노년부양 비율과 낮은 재정여력을 나타내며, 재정여력이 가장 큰 4개 국가 또한 상대적으로 높은 부양비를 보임
 - (OADR2(2050-2010) vs. 재정여력) 2010~2050년 동안 노년부양비 전망치 상승과 재정여력 규모 간 양(+)의 관계 설명, 2010년 상대적으로 더 큰 재정여력을 가진 국가(포르투갈, 스페인, 그리스, 네덜란드)의 경우 재정여력을 부양비 상승에 더 빨리 소진할 가능성을 나타냄

- 이탈리아, 오스트리아, 독일의 경우 상대적으로 낮은 재정여력에 비해 전망기간 동안 급속한 고령화가 예상됨에 따라 재정 건전성 악화 위험

2) 노년부양비 임계값(Threshold dependency ratio)

- 네 가지 정책 시나리오(S1-NPC, S2-ICT, S3-RRR, S4-IRA)의 노년부양비 임계값과 각 노년부양비 전망치(OADR2, OADR3) 비교를 통해 EU 14개국 연금제도의 지속가능성 평가
 - (현상 유지 시나리오, S1-NPC) 2010~2100년 동안 EU14 국가 대다수가 OADR2의 평균 전망치보다 낮은 노년부양비 임계치를 보임
 - (소비세율 인상, S2-ICT 및 연금 소득대체율 인하 시나리오, S3-RRR) 영국을 제외한 모든 EU14 국가에서 노년부양비 임계값이 완만하게 증가

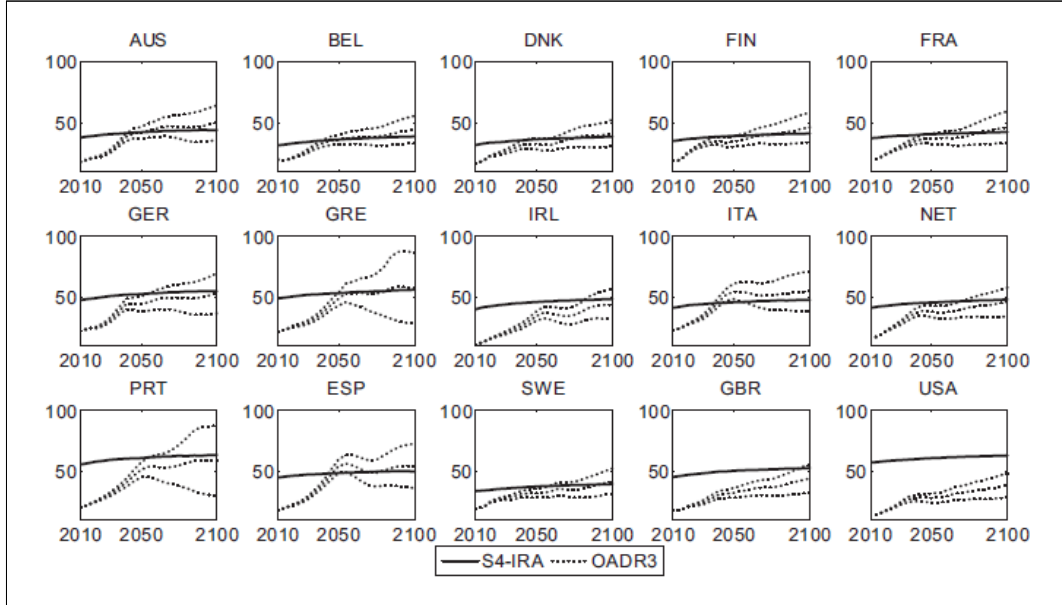
[그림 III-5] 국가별 노년부양비 전망치(OADR2) 및 임계값(S1, S2, S3) 비교



자료: Burkhard et al.(2020), p. 16.

- (정년연장 시나리오, S4-IRA) 전망기간 동안 OADR3 표준오차 값을 초과하는 임계값을 가진 EU14 국가는 없으나 다른 시나리오와 비교해 부양비 전망 개선

[그림 III-6] 국가별 노년부양비 전망치(OADR3) 및 임계값(S4) 비교



자료: Burkhard et al.(2020), p. 16.

- S1 시나리오의 경우 OADR2 노년부양비 전망치가 EU14 모든 국가에서 2100년 전에 임계값을 초과하며, S2, S3, S4 시나리오에서 2100년 이전에 전망치가 임계값을 초과한 국가의 수는 각각 13, 11, 9개국으로 감소
 - S4 시나리오하에서 2100년 이전 전망치가 임계값을 초과한 오스트리아, 벨기에, 프랑스, 이탈리아, 그리스, 스페인, 북유럽 3국가의 경우 S1에서도 평균 2030년경 전망치가 임계값을 초과할 것으로 전망되며 연금제도의 지속가능성 위협
- (임계값과 전망치 간 거리) S1에서 영국을 제외한 모든 유럽 국가의 경우 2050년 임계값과 전망치 간 거리는 음수이며, S2의 경우 S1보다 평균적으로 거리가 다소 늘어나지만 여전히 대다수 음수로 이는 전망치가 임계값을 초과함을 의미
 - S3과 S4 시나리오에서 평균적으로 임계값과 전망치 간 거리는 양수
- (임계값 도달 확률) S1에서 S4로 갈수록 2050년까지 노년부양비 전망치가 임계값에 도달할 확률은 평균 약 90%에서 20%로 감소
 - 미국의 경우 정책 변경 없이도 2050년까지 전망치가 임계값에 도달할 확률은 '0'으로 EU14 국가의 연금제도 지속가능성 확보를 위한 정책 개혁 시급

〈표 III-7〉 시나리오별 부양비 전망치가 임계값을 초과하는 연도

	S1-NPC	S2-ICT	S3-RRR	S4-IRA
AUS	2030	2035	2035	2055
BEL	2025	2030	2040	2055
DNK	2025	2030	2035	2080
FIN	2025	2025	2030	2080
FRA	2025	2030	2040	2085
GER	2035	2035	-	-
GRE	2040	2045	2050	2085
IRL	2075	2080	-	-
ITA	2030	2030	2035	2040
NET	2035	2035	2065	-
PRT	2045	2045	2070	-
ESP	2035	2040	2040	2050
SWE	2025	2030	2075	2095
GBR	2090	-	-	-
USA	-	-	-	-

자료: Burkhard et al.(2020), p. 17.

〈표 III-8〉 2050년 시나리오별 부양비 임계값과의 거리 및 도달 확률

(단위: %)

	S1-NPC		S2-ICT		S3-RRR		S4-IRA	
	D	Pr	D	Pr	D	Pr	D	Pr
AUS	-5.22	100	-4.22	100	-3.29	99.9	0.13	1.7
BEL	-5.11	100	-3.68	100	-1.58	95.2	0.01	47.5
DNK	-2.76	99.7	-1.69	94.8	-1.68	70.6	1.56	5.4
FIN	-3.61	100	-2.39	99	-0.81	79.3	2.08	2.3
FRA	-3.68	100	-2.39	99.5	-0.22	56.7	1.72	5.5
GER	-2.81	98.9	-0.96	84.2	1.79	4.9	2.66	0.9
GRE	-4.07	100	-3.09	99.9	-1.57	95.4	1.76	4.8
IRL	-0.85	80.5	1.02	15.2	4.88	0	6.17	0
ITA	-6.79	100	-5.9	100	-4.85	100	-2.86	99.9
NET	-1.71	95.9	-0.96	84.2	0.23	41.3	3.1	0
PRT	-2.06	99.3	-1.4	92.8	0.27	37.9	3.03	0
ESP	-7.07	100	-6.12	100	-5.13	100	-1.99	98.1
SWE	-2.65	99.7	-1.13	87.6	0.98	15.7	3.02	0.2
GBR	2.95	0	5.4	0	12.17	0	8.82	0
EU14	-3.25	91.0	-1.97	82.7	0.09	56.9	2.09	19.0
USA	8.78	0	11.12	0	16.61	0	17.7	0

자료: Burkhard et al.(2020), p. 17.

3) 후생 분석

- 2050년 기준 각 시나리오의 임계값과 전망치 간 거리를 S4-IRA와 동일하게 산출하는 EU14 국가별 정부 정책(소비세율 인상 S2A-ICT, 연금 소득대체율 인하 S3A-RRR)과 이에 따른 후생 비교·분석
 - 양의 거리를 갖는 유럽 12개국의 평균 기준선 소비세율 약 21%에서 43%로 증가(S2A-ICT), 평균 연금 소득대체율 약 57%에서 43%로 인하(S3A-RRR) 필요하며, 이는 미국의 소비세율 증가 및 연금 대체율 인하(각각 25%)보다 더 높은 수준

- 세 가지 정책 시나리오별 후생 순위는 미국 및 유럽 국가마다 다르게 나타남
 - 소비세 인상(S2A-ICT)을 통해 자금을 조달하는 방법은 미국에서 선호하는 방법이지만 대다수 EU14 국가들의 경우 더 큰 장기적 후생효과를 기대하기 어려움
 - 소비세 인상 정책하에서 정부는 축적된 자본의 증가로 인해 정부지출 수준을 낮춰 부채 상환 비용을 감소시킬 수 있으므로 상대적으로 GDP 대비 국가채무 비율이 높은 국가에서의 소비세 인상 정책에 더 큰 후생 혜택을 기대할 수 있음
 - 연금 대체율 인하(S3A-RRR) 정책 하 오스트리아, 벨기에, 핀란드, 독일, 영국은 더 큰 후생 혜택을 기대할 수 있는 반면, 덴마크, 프랑스, 네덜란드의 경우 정년연장(S4-IRA) 정책이 더 큰 후생을 가져옴
 - 국가마다 다른 할인계수가 두 정책에 다른 가중치를 부과, 정년연장 정책에서 65~70세에 대한 이기지출이 감소하고 연금 소득대체율 인하 정책에서 65~95세에 대한 평균 이기지출이 감소하므로 할인계수가 낮을수록 정년연장 정책보다 연금 대체율 인하 정책을 더 선호
 - 자본소득세율이 높은 국가에 거주하는 개인은 저축유인 증가로 인해 상대적으로 소비를 줄이므로 자본소득세율이 낮은 국가의 경우 정년연장 정책보다 연금 대체율 인하 정책에서 저축을 증가시키므로 더 큰 후생 기대 가능

〈표 III-9〉 2050년 기준 시나리오별 후생 효과

	S4-IRA		S2A-ICT	S3A-RRR	Δ_1	Δ_2
	D	Pr	τ^c	θ		
AUS	0.13	1.7	46	56	1.49	1.78
BEL	0.01	47.5	34	33	-0.23	2.42
DNK	1.56	5.4	55	51	-8.79	-4.15
FIN	2.08	2.3	50	39	-1.36	2.66
FRA	1.72	5.5	39	41	-0.36	-1.18
GER	2.66	0.9	36	25	3.27	4.49
GRE	1.76	4.8	46	47	13.43	7.97
IRL	6.17	0	45	23	1.23	1.20
ITA	-2.86	99.9	41	49		
NET	3.10	0	48	71	-4.45	-8.01
PRT	3.03	0	55	57	1.52	-3.36
ESP	-1.99	98.1	44	60		
SWE	3.02	0.2	40	42	24.2	-1.45
GBR	8.82	0	28	15	0.40	1.77
EU14	2.09	19.0	43	43		
USA	17.7	0	25	25	4.17	3.40

주: 1. τ^c, θ 는 각 시나리오 하 임계값과 전망치 간 목표 거리 달성을 위해 필요한 소비세율과 연금 소득대체율
 2. Δ_1, Δ_2 는 각각 S4-IRA 시나리오와 동일한 생애 효용 창출을 위한 S2A-ICT와 S3A-RRR의 소비 변화율

자료: Burkhard et al.(2020), p. 18.

4) EU14 연금개혁

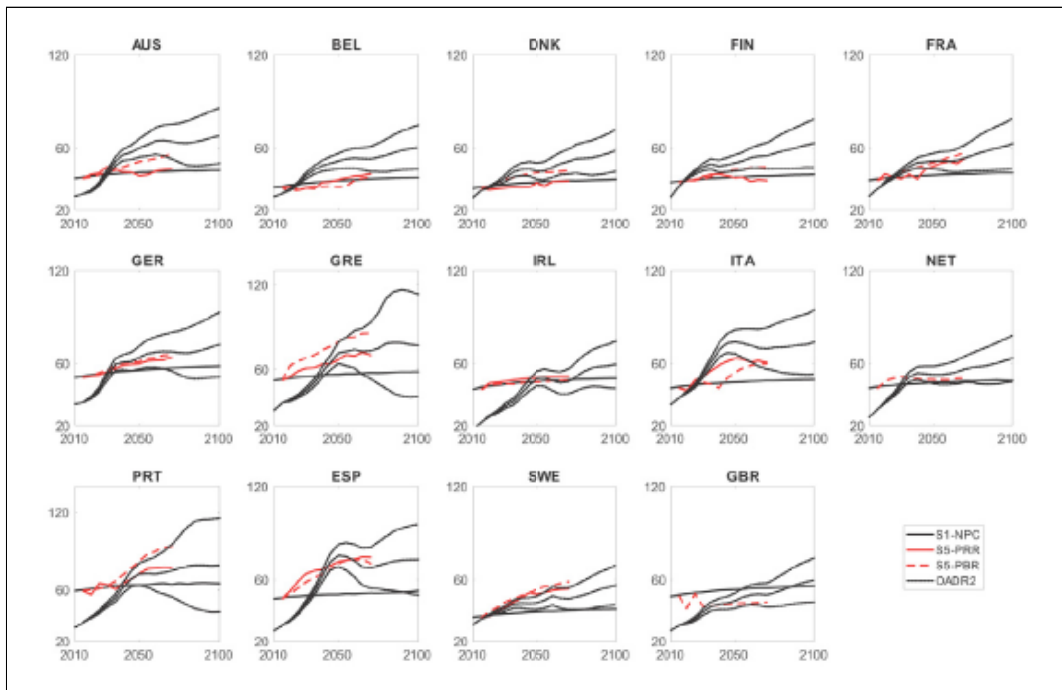
□ EU14 국가의 연금제도 개혁 효과를 노년부양비 임계값 측정에 포함하기 위해 「The 2018 Ageing Report」 자료상 2015~2070년의 공적연금 급여율과 소득대체율의 변화율을 측정하여 〈표 III-1〉 대체율 θ 에 대입 후 임계값을 재계산

- 연금 급여율(benefit ratio)은 평균 임금에 대한 평균 연금의 척도로 연금 지급에 미치는 현재와 미래의 종합적인 연금개혁 영향을 보여주는 지표
- 연금 소득대체율(replacement rate)은 퇴직 시 경제 전체 평균 임금 중 첫 평균 연금액이 차지하는 비중을 초점을 맞춘 지표
- (공통점) 연금개혁이 연금비용 절감을 예상함에 따라 영국을 제외한 대부분 국가에서 장기적으로 S1-NPC 시나리오에 비해 S5 두 가지 시나리오에서 임계값이 증가하며, OADR2 전망치 중간값에 도달
 - 벨기에와 네덜란드, 영국을 제외한 국가에서 S5 임계값은 OADR2 전망치의 증가

추세를 따름

- 그리스와 포르투갈을 제외한 대부분의 국가에서 전망기간 동안 S5-PBR 임계값은 S5-PRR 임계값과 겹치는 경향을 보이는 반면, 그리스와 포르투갈의 경우 S5-PBR 임계값은 S5-PRR 임계값보다 높게 나타나 OADR2 전망치의 상위 신뢰구간에 근접
- (차이점) 퇴직 시 연금 소득대체율 인하를 통한 연금비용의 감소는 연금제도의 다른 정책적 변화와 결합되거나 일부 상쇄될 수 있음

[그림 III-7] OADR2 전망치 및 S1-NPC, S5-PBR, S5-PRR 임계값 비교



주: 1. S5-PBR(Projected benefit ratio)와 S5-PRR(Projected replacement rate)는 각각 연금 급여율 및 소득대체율 전망 시나리오로 예상 급여율 및 대체율의 변화를 바탕으로 노년부양비 임계값 측정
 2. OADR2 및 S1-NPC는 2010~2100년, S5-PBR 및 S5-PRR는 2015~2070년

자료: Burkhard et al.(2020), p. 19.

5. 민감도 분석

가. 소득이질성

□ 2010년 기준선을 바탕으로 미국, 독일, 이탈리아, 스페인의 개인 간 소득 이질성을 포함한 새로운 모형 구축을 통해 2050년 인구 변화 전망을 반영하여 임계값 계산

○ (모형) 임금은 노동 효율성 단위당 총임금 \hat{w} 및 개인별 생산성 계수 ω 에 따라 결정되며, ω 는 개인의 연령 z_j 변화와 영구적 효율성 ϵ 의 차이, 시간에 따른 개인별 생산성 u_t 변화로 인해 다양하게 나타남

$$\omega(j, \epsilon, u_t) = \epsilon z_j e^{u_t}$$

$$u_{t+1} = \rho u_t + \varepsilon_{t+1}, \text{ where } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

- 이에 따라 (j, ϵ, u_t) 의 특성을 가진 개인의 세전 임금 소득은 $\omega(j, \epsilon, u_t)\hat{w}_{t,j}$ 이며, 영구적 효율성 $\epsilon \in \epsilon_1, \epsilon_2$ 은 개인 간 교육과 능력의 차이를 포함

〈표 III-10〉 2050년 기준선 및 소득이질성 임계값

(단위: %)

	USA	GER	ITA	ESP
Threshold		Benchmark		
\bar{d}	63.3	55.4	47.8	50.7
D	8.78	-2.30	-6.84	-7.07
Pr	0	99.1	100	100
Threshold		Heterogeneous income		
\bar{d}	58.2	56.2	48.8	42.3
D	6.90	-2.06	-6.59	-9.31
Pr	0	98.4	100	100

자료: Burkhard et al.(2020), p. 20.

○ 소득이질성을 반영하는 경우 노년부양비 임계값은 규칙적인 패턴 없이 국가마다 다르게 나타나며, 인구 전망의 불확실성으로 인해 부양비 임계값이 임계값과 전망치 간의 거리 및 도달 확률에 미치는 영향 미비

- 미국과 스페인의 경우 부양비 임계값은 감소(각각 63.3 → 58.2%, 50.7 → 42.3%)하며, 부양비 임계값과 전망치 간의 거리는 약 1.5 표준편차만큼 감소

- 독일과 이탈리아의 경우 임계값(55.4 → 56.2%, 47.8 → 48.8%) 및 임계값과 전망치 간 거리 소폭 증가
- 두 모형의 임계값을 비교할 때 재정여력 규모와 부양비 임계값 수준에 영향을 미치는 노동공급에 대한 소득 불확실성의 반대되는 두 가지 효과를 반영하기 위해 모형별로 각각 다른 정부 소비 g 및 이전지출 tr 값 비교 필요
- 소득 불확실성으로 인한 가계의 저축 증가는 재정여력 규모 및 임계값 수준을 증가시키는 반면, 노동공급의 증가는 재정수입 증가, 정부 이전지출 및 소비 증가로 이어지며 이에 따른 정부의 왜곡 조세도 증가하여 결과적으로 재정여력 규모 및 임계값 수준 감소

〈표 III-11〉 2050년 기준선 및 소득이질성 세율, 세수

(단위: %)

	USA	GER	ITA	ESP
Benchmark				
τ^P	22.3	21.0	33.3	36.9
τ^W	36.3	34.6	20.5	16.7
\widetilde{tax}_t/GDP	40.6	34.4	36.7	33.4
$\widehat{w}_t l_t \tau^P/GDP$	14.5	13.2	20.3	21.4
Heterogeneous income				
τ^P	16.8	17.5	35.2	25.4
τ^W	30.6	39.1	20.9	23.0
\widetilde{tax}_t/GDP	33.0	36.3	34.4	35.8
$\widehat{w}_t l_t \tau^P/GDP$	10.7	11.0	21.5	14.7

자료: Burkhard et al.(2020), p. 21.

- τ^P 와 τ^W 합은 래퍼콕선상 최적세율에 해당하는 근로소득세율, \widetilde{tax}_t/GDP 와 $\widehat{w}_t l_t \tau^P/GDP$ 합은 임계값상 GDP 대비 정부의 총 세수입
- (기준선) 4개 국가의 평균 근로소득세율은 약 54~59%로 나타나며, GDP 대비 총 세수입은 약 48~57%로 전망
- (소득 이질성) 래퍼콕선상 근로소득세율은 미국과 스페인의 경우 각각 약 11%p, 5%p 감소하는 반면, 독일과 이탈리아의 경우 약 2%p 증가하며, GDP 대비 총 세수입은 미국과 스페인의 경우 11.4%p, 4.3%p 감소(〈표 III-10〉 임계값 감소)
 - 미국과 달리 스페인의 근로소득세율 감소는 사회보장세율의 하락(36.9 → 25.4%)에 기인한 것으로 이는 스페인의 사회보장 세수입 감소(21.4 → 14.7%)가 미국(14.5 →

10.7%)보다 크게 나타나는 것을 설명

- 미국의 연금 소득대체율은 35.2%(스페인 82.1%)로 소득 불확실성하 스페인보다 미국의 저축 증가로 인한 자본생산 비율의 증가가 더 크게 나타나는 반면, 자본 감가상각의 세금 공제로 K/Y 증가에 따른 미국 소득세 증가 효과는 매우 작아 \widehat{tax}_t / GDP 세수입 감소(스페인의 경우 증가)

나. 근로소득의 비선형 과세

- 성별과 혼인상태에 따른 경제활동참여율 및 노동공급 탄력성의 차이를 바탕으로 근로소득세를 누진적으로 부과할 경우 노년부양비 임계값에 미치는 영향 분석
 - 기준선 모형의 경우 각 가계는 1인으로 구성되어 있으며 연금 소득대체율은 미혼 남성을 기준으로 계산
 - (모형) 근로소득 비선형 과세 모형 구축을 위해 미국의 j 연령 개인의 세전 근로소득 \hat{y} 와 세후 근로소득 y 을 다음과 같이 나타냄
 - ϵ 영구적인 생산성, u_t 시간에 따른 개인별 노동생산성, l 노동공급, \bar{y} 근로자들의 평균 소득, θ_0 세금수준, θ_1 누진세이며, 개인의 근로소득에 대한 세부담은 $T(\hat{y}) = \hat{y} - y$
 - 누진세 θ_1 는 Holter et al.(2018)의 추정치를 사용하여 계산하고 세금수준 θ_0 은 기준선의 평균 근로소득세율 τ^w 과 일치하도록 설정

$$\hat{y} = A\omega(j, \epsilon, u_t)\hat{w}l$$

$$y = \theta_0 \left(\frac{\hat{y}}{y}\right)^{1-\theta_1} \bar{y}$$

- ($\varphi = 1, \theta_1 = 0.2036$) 두 자녀를 둔 부부의 누진세 규모를 0.2036으로 설정하는 경우 기준선과 일치하게 미혼 남성을 가정($\varphi = 1, \theta_1 = 0.1106$)하는 경우와 비교해 부양비 임계값 감소(48.9 → 43.7%)
- ($\varphi = 0.6, \theta_1 = 0.1106$) 노동공급 탄력성을 남자(0.4)와 여자(0.8)의 평균값으로 설정하는 경우 임계값 증가(48.9 → 55.9%), 이는 누진세가 재정여력에 미치는 영향이 세율 변화에 따른 노동공급 탄력성에 의해 결정됨을 보여줌

- <표 III-10>의 소득이질성 모형의 임계값과 전망치 간 거리 D 와 비교하여 약 0.9 표준편차만큼 감소(6.90 → 5.99)

<표 III-12> 2050년 미국의 노동탄력성 및 누진세별 임계값 및 세금

	(단위: %)		
Frisch elasticity (φ)	1	1	0.6
Tax Progressivity (θ_1)	0.2036	0.1106	0.1106
		Threshold	
\bar{d}	43.7	48.9	55.9
D	1.17	3.22	5.99
Pr	15.2	0	0
		Tax statistics	
τ^P	13.6	14.7	16.5
τ^W	21.09	20.08	20.9
$\tilde{t}\alpha_t/GDP$	25.7	28.8	29.0
$\hat{w}_t \tau^P/GDP$	8.9	9.7	11.8

자료: Burkhard et al.(2020), p. 22.

다. 선택적 노동공급

- 퇴직연령을 모형 내 내생변수로 설정하여 개인이 65세($j_R = 10$) 정년퇴직 또는 60세($j_{ER} = 9$) 조기퇴직 중 각자 선택할 수 있도록 가정하는 경우 선택적 노동공급이 2050년 미국 노년부양비 임계값에 미치는 영향 분석
 - (모형) 정년퇴직과 조기퇴직 중 개인의 양자택일에 따라 최적화 문제는 아래와 같이 나타남

$$V^{ER}(a, 9, \epsilon, u) > V^R(a, 9, \epsilon, u)$$

- V^{ER} 와 V^R 는 연령 $j=9$ 개인의 각각 조기, 정년퇴직 함수로 a 는 자산, ϵ 는 영구적인 생산성, u 는 확률적 생산성을 나타내며, 개인은 확률적 생산성 u 을 바탕으로 연령 $j=9$ 초기에 조기퇴직 여부 결정
 - (조기퇴직에 따른 불이익 0) 약 75%의 근로자는 60~64세, 나머지 25%는 65세에 퇴직, 조기퇴직은 연금 수령기간의 증가 및 근로기간 단축으로 연금 비용을 상승시키고 연금 재원 조달에 악영향을 미치며 부양비 임계값을 감소시킴
 - 조기퇴직에 따른 비용은 OECD Pension at a Glance 2017(미국) 자료를 바탕으로 계산,

62세부터 퇴직이 가능하며 조기퇴직에 따른 연금 지급액은 초기 3년 동안 연간 약 6.7% 감소하며 이후 1년간 약 5% 감소

- (2년 조기퇴직, 13.33% 연금 감소) 약 32%의 근로자가 조기퇴직을 선택하며 임계값은 조기퇴직에 따른 불이익이 없는 경우와 비교해 상승(39 → 46.8%)
- (4년 조기퇴직, 25% 연금 감소) 조기퇴직에 따른 연금지급액 감소로 약 0.4%의 근로자만 조기퇴직을 선택하고 이에 따라 임계값은 가장 높게 나타남

〈표 III-13〉 2050년 미국의 조기 퇴직이 임계값에 미치는 영향

	(단위: %)		
Financial penalty	0	13.33	25
People retiring between age 60-64	74.9	31.77	0.40
		Threshold	
\bar{d}	39.0	46.8	57.7
D	-0.68	2.40	6.71
Pr	76.9	0	0

자료: Burkhard et al.(2020), p. 23.

라. 교육수준 증가

- 대학 진학률의 증가는 인구 고령화로 인한 추가적인 연금 지급에 필요한 근로소득세 인상률을 감소시키며, 노년부양비 임계값 상승에 영향 미침
- (모형)⁷⁾ 각각 $\epsilon_1 z_j$ 와 $\epsilon_2 z_j$ 의 개인별 생산성으로 $l_{t,j}^1$ 와 $l_{t,j}^2$ 의 노동공급을 하는 연령 j 의 저숙련과 고숙련 근로자를 구분하며, 기술생산성 $\epsilon_i, i = 1, 2$ 는 저숙련과 고숙련 근로자 간의 소득 차이를 반영, 따라서 총 근로소득은 다음과 같음

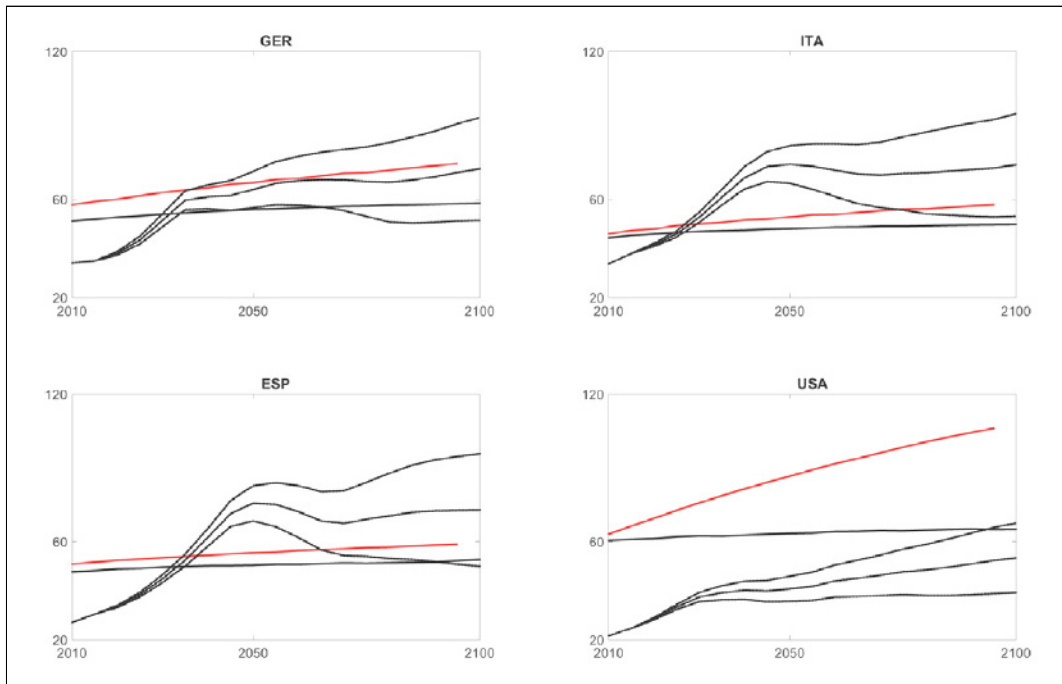
$$w_t \epsilon_i z_j A_t l_{t,j}^i$$

- 효율성 단위당 임금을 w_t , 영구적 생산성 ϵ_i , 연령별 효율성 계수 z_j , 총 생산성 수준 A_t , 근로시간 $l_{t,j}^i$ 의 곱
- t 기의 각 연령 집단별 저숙련 및 고숙련 근로자는 각각 μ_t^1 과 μ_t^2 ($\mu_t^1 + \mu_t^2 = 1$)로 2010~2100년 동안 선형으로 증가 가정

7) Conesa et al. (2019) 모형을 단순화하여 적용

- 미국의 경우 Conesa et al. (2019)를 바탕으로 μ_t^2 가 1980~2005년 22.8%에서 2100년 67.4%로 선형 증가를 가정하며, 독일, 이탈리아, 스페인의 경우 Roser and Ortiz-Ospina (2019)⁸⁾ 자료를 사용하여 μ_t^2 가 2010~2050년 동안 각각 20.3 → 32.0%, 10.2 → 19.9%, 9.8 → 19.2% 증가 이후 2100년까지 선형으로 증가 가정

[그림 III-8] 국가별 OADR2 전망치, S1-NPC 임계값, 교육수준 증가에 따른 임계값 비교



자료: Burkhard et al.(2020), p. 25.

- 고속런 근로자의 교육수준 증가를 모형에 반영하는 경우 노년부양비 임계값은 모든 국가에서 S1-NPC 시나리오 임계값보다 증가, 그중 미국의 임계값은 2100년 OADR2 전망치의 상한선을 크게 초과
 - 국가 간 임계값 변화의 차이는 2100년까지 국가별 고속런 근로자 점유율 전망 순위와 일치(미국 0.64, 독일 0.45, 이탈리아 0.31, 스페인 0.30)
 - 교육수준을 반영하는 경우 미국($P_r = 0$), 이탈리아, 스페인($P_r = 100$)의 임계값 도달 확률은 <표 III-10> S1-NPC와 동일하게 나타나는 반면, 독일의 P_r 은 부양비 임계값

8) 세계은행 교육통계(World Bank EdStats) 및 유네스코 연구소(Unesco Institute of Statistics)에서 발췌

상승으로 인해 2050년 99.1%에서 약 45%로 감소

6. 차별점

- 재정정책에 대한 정량적 분석 대상 국가를 미국뿐만 아니라 유럽 14개국으로 확장
 - 인구 고령화로 인한 연금 제도의 장기 지속가능성에 대한 문제가 미국보다 유럽에서 더 시급함을 정량적으로 분석
 - EU 14개국: 오스트리아, 벨기에, 덴마크, 핀란드, 프랑스, 독일, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 네덜란드, 포르투갈, 스페인, 스웨덴, 영국
- 국가별 노년부양비 임계값 및 부양비 전망치가 임계값에 도달할 확률을 평가함으로써 연금 제도의 지속가능성 유지를 위해 조세정책이 직면한 한계를 측정
- 무한수명 모형을 바탕으로 하는 다른 연구들과 달리 두 기간 동안 유한하게 생존하는 생애주기 중첩세대 모형을 바탕으로 동적 래퍼 효과(dynamic Laffer effects)의 거시 경제정책 및 공공재정에 대한 영향 연구
 - 퇴직자들에 대한 사회보장 정책 및 고령화, 인구전망의 불확실성이 국가별 래퍼곡선에 미치는 영향 파악
- 동적 래퍼 효과가 중장기적으로 연금제도 건전성 유지를 위한 정부의 상한선인 노년부양비 임계값 결정에 미치는 영향 분석
- EU 14개 국가의 주요 연금제도 개혁에 대한 후생효과 검토

IV. 「Achieving Fiscal Balance In Japan」

1. 분석배경

- (연구배경) 1990년 이후 국채비와 사회보장비의 증가로 일본의 재정건전성이 지속적으로 악화되고 있는 상황에서 2010년 기준 GDP 대비 200% 수준의 대규모 국채를 관리할 효과적인 재정정책의 필요성 증가
 - 1990년 이후, IT 버블붕괴, 글로벌 경제위기 등 수차례 경제위기 속에서 재정 부양책의 일환으로 일본 정부는 국채를 대규모 발행하였으며 이로 인해 이자지출을 포함한 국채비는 지속적으로 증가하는 추세임
 - 또한 일본은 2007년 65세 이상 노인인구의 비율이 21%를 넘어 초고령화 사회에 진입했으며, 이에 따라 공적연금, 의료보험 등을 포함한 사회보장비는 지속적으로 증가할 것으로 예상됨
- (연구목적) 중첩세대 모형을 구축하여 일본의 국채규모를 장기적으로 전망하고, 국채 증가에 대한 근본적인 원인을 분석
 - 다양한 정책 시나리오 분석을 시행하여, 일본의 재정건전성 개선 및 대규모 국채 관리를 위한 재정정책의 방향을 제시
- (연구내용) 본 연구는 모형경제 설명, 모수 설정, 전망결과, 민감도 분석 그리고 정책 실험으로 구성
 - 모형경제의 원리 및 가정 설명
 - 정부부문, 인구, 노동참여 및 소득 등 모형 내 원리 및 가정 설명
 - 모형경제의 모수 및 기초자료 설명
 - 모형경제 모수의 기초자료인 2010년 기준의 실적자료 설명
 - 민감도 분석 및 정책 실험
 - 전망결과인 GDP 대비 부채 비율에 영향을 미치는 거시경제 슬라이드, 실질임금 상승률, 기금운용 수익율 등의 변수에 대해 민감도 분석을 시행

- 연금제도, 소비세, 여성의 노동참여율 등 정책 시나리오별 GDP 대비 부채 비율의 전망결과를 산출하여 정책적 대안을 제시

2. 모형경제

가. 인구

- 인구는 개인 단위이며, 연도 t , 연령 i , 성별 j 그리고 고용유형 e 의 속성으로 구분된 벡터형태로 구성됨
 - 부양자녀를 가진 성인의 연령은 \tilde{i} 로 나타내며, 기존 성인연령인 i 와 구분됨
 - 개인은 \tilde{I} 세까지 생존하며, t 기 연령 \tilde{i} 와 성별 j 인 개인은 $t+1$ 기로 넘어갈 때마다 \tilde{i} 세에서 $\tilde{i}+1$ 세까지 생존할 조건부 확률, 즉 생존률인 $s_{\tilde{i},j,t}$ 와 연계됨
 - t 기에 \tilde{i} 세인 여성의 출생률은 $\phi_{\tilde{i},t}$ 로 나타냄
 - 개인은 성인이 되면, I_A 세에 시장 경제에 진입하게 되며, 경제활동을 시작하게 되며, 구직활동, 소비, 저축 등에 참여하게 됨
 - t 기에 \tilde{i} 세인 성별 j 인 개인의 수는 $\tilde{n}_{\tilde{i},j,t}$ 로 나타내며, \tilde{n}_t 는 성별로 구분된 연령대의 $2\tilde{I} \times 1$ 벡터를 나타냄
 - t 기와 $t+1$ 기 사이의 인구 경로 이동은 $\tilde{n}_{t+1} = \Gamma_t \tilde{n}_t$ 로 나타내며, Γ_t 는 t 에 연동되는 $2\tilde{I} \times 2\tilde{I}$ 규모의 행렬로, 남녀 성별로 구분된 출생률과 생존률로 구성됨
 - 성인의 연령 i 는 시장 경제에 진입하는 연령 I_A 로 정의하며, 이에 따라 개인의 연령은 $\tilde{i} \geq I_A$ 이며, i 는 $\tilde{i} - I_A + 1$ 로 정의함

$$\tilde{n}_t = [\tilde{n}_{1,m,t}, \tilde{n}_{2,m,t}, \dots, \tilde{n}_{\tilde{I},m,t}, \tilde{n}_{1,f,t}, \tilde{n}_{2,f,t}, \dots, \tilde{n}_{\tilde{I},f,t}]$$

$$\Gamma_t = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 & 0.5\phi_{1,t} & 0.5\phi_{2,t} & 0.5\phi_{3,t} & \cdots & 0.5\phi_{T,t} \\ s_{1,m,t} & 0 & \cdots & \cdots & 0 & 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & s_{2,m,t} & \cdots & \cdots & 0 & 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \cdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & s_{T-1,m,t} & 0 & 0 & \cdots & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 & 0.5\phi_{1,t} & 0.5\phi_{2,t} & 0.5\phi_{3,t} & \cdots & 0.5\phi_{T,t} \\ 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 & s_{1,f,t} & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 & 0 & s_{2,f,t} & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \cdots & 0 & 0 & \cdots & \cdots & s_{T-1,f,t} & 0 \end{bmatrix}$$

나. 가계부문

1) 노동참여 및 소득

□ 노동참여 및 소득은 각각 세부 속성에 따라 구성됨

- 고용유형 e 는 정규직(R), 계약직(C), 자영업(S) 혹은 무직(U)으로 구분되며, $e \in \{R, C, S, U\}$ 로 나타냄
- 소득은 $y_{i,j,e,t}$ 로 나타내며, 연도 t , 연령 i , 성별 j 그리고 고용유형 e 로 구분되며, $y_{i,j,e,t} = 0$ 은 무직상태임을 나타냄

2) 소비 및 자산 프로파일

□ 소비와 자본소득세로부터 산출되는 수입을 계산하기 위해서는 생애 동안의 재산과 소비에 대한 경로 계산이 선행되어야 함

- 생애 동안 연령별 개인 단위의 소비 프로파일은 할인된 가치분소득의 합으로 정의하며, 가치분소득은 시간불변적이라 가정함
- 부양아동의 수는 소비할당에 영향을 줄 것이라 가정하며, 추가 부양자녀에 의한 조정 요인은 시간불변적이지만, 시간이 지남에 따라 출생률과 부양아동 수에 의해 전체적으로 조정을 받을 것이라 가정함
 - 부양아동에 대한 소비의 설명 요인은 연령, 성별과 무관하게 동일하게 적용
- 개인은 $I_A - 1$ 기간 동안은 부양자녀로 간주되며, 해당 기간 동안 동일 연령인 부부에 의해 지원을 받는 것으로 가정함

- t 기에 \tilde{i} 세인 부모가 지원하는 k 세인 부양자녀의 수⁹⁾는 $\tilde{d}_{t,\tilde{i},k}$ 로 나타내며, t 기에 \tilde{i} 세 부모의 총 자녀수는 $\tilde{d}_{t,\tilde{i}} = \sum_{k=1}^{I_A-1} \tilde{d}_{t,\tilde{i},k}$ 로 나타냄
- 개인 단위의 소비 데이터를 활용하여 현재가치화된 소득 $\tilde{\lambda}_i$ 의 연령별 비율을 산출하며, $\lambda_{i,t}$ 는 부양자녀에게 할당하는 소비는 모두 동일하다고 조건을 반영함
 - $\lambda_{i,t}$ 는 $\tilde{\lambda}(1 + d_{t,\tilde{i}}v)$ 로 나타내며, v 는 부양자녀에 대한 동일한 소비를 나타냄
- 개인이 경제활동을 시작할 때, 자산은 0으로 가정하고, 조기사망을 대비하여 연금시장이 존재하며, 사망자 발생 시 사망자의 자산은 같은 코호트 내에서 공유되어 유지된다고 가정함
- 소비 프로파일은 기대수명 동안의 소득에 의해 결정되며, $t+1$ 코호트에 속한 성별 j 인 개인의 소비는 식 (1)로 나타냄
 - 태어난 해의 연령 i 는 1임
 - $S_{i,j,t+i}$ 는 $\prod_{k=1}^i s_{k,j,t+k}$ 로 나타내며, $t+1$ 기에 태어난 성별 j 인 에이전트가 $t+i$ 기 i 세 까지 생존할 비조건부 확률임
 - 식 (1) 우항의 총합은 이자율과 생존률에 의해 할인된 기대수명 동안의 순 소득으로 연금시장과 연계가 됨

$$c_{i,j,t+1}(1 + \tau_{c,t+i}) = \hat{\lambda}_{i,j,t} \sum_{m=i_A}^I \frac{1}{\prod_{k=1}^m [1 + r_{a,t+k}(1 - \tau_{a,t+k})]} S_{m,j,t+m} \quad (1)$$

$$\times \sum_e \frac{n_{m,j,e,t+m}}{\sum_e n_{m,j,e,t+m}} [(1 - \tau_{l,t+m})y_{m,j,e,t+m} - \tau_{p,t+m}(y_{m,j,e,t+m}) - \tau_{ls,t+m} + p_{m,j,e,t+m} + tr_{t+m}]$$

$$\text{where } \hat{\lambda}_{i,j,t} = \frac{\lambda_{i,t} S_{i,j,t+i}}{\prod_{k=1}^i [1 + r_{a,t+k}(1 - \tau_{a,t+k})]}$$

- 자산의 연령별 프로파일은 다음 식에 따라 세금 및 순이전소득에 대한 생애 프로파일과 소비 경로를 반영하여 반복적으로 계산됨

9) $\emptyset_{\tilde{i}-k+1,t-k+1}$

- 개인이 보유한 자산은 자본소득 과세를 위한 과세 기준을 산출하는 데 활용됨

$$S_{i,j,t+i}a_{i+1,j,t+i+1} = \sum_e \frac{n_{i,j,e,t+i}}{\sum_e n_{i,j,e,t+i}} (1 - \tau_{l,t+i})y_{i,j,e,t+i} - \tau_{p,t+i}(y_{i,j,e,t+i}) - \tau_{ls,t+i} \\ + p_{i,j,t+i} + tr_{t+i} + [1 + r_{a,t+i}(1 - \tau_{a,t+i})]a_{i,j,t+i} - (1 + \tau_{c,t+i})c_{i,j,t+i}$$

다. 정부부문

- 일본 정부는 국채비 외 공공소비, 개인의 이전지출을 위해 국채와 국채 1년물 발행을 통해 재원을 마련하며, 노후소득보장을 위해 공적연금을 운영함

가) 정부 예산

- 정부 예산은 재화 및 서비스 구매(G_t), 개인의 이전지출(TR_t), 연금 급여 지출(P_t), 과세(T_t)를 통한 국채 원금상환, 신규 국채(B_{t+1}) 발행, 연금보험료 수입(PR_t) 등으로 구성
 - t 기 초, 정부는 국채 B_t 발행 후, 연금기금 F_t 에 자산으로 귀속되어 연금 급여 지출에 사용되기에 정부의 순부채는 $B_t - F_t$ 로 나타내며, 정부 예산의 제약조건은 식 (2)와 같이 나타냄
 - $(1 + r_{b,t})B_t$ 는 이자비용이 포함된 국채 B_t 의 원금이며, 정부는 이자율 $r_{b,t}$ 인 국채 1년물 발행한다고 가정하고, $r_{f,t}$ 는 연금기금 수익율을 나타냄

$$B_{t+1} - F_{t+1} = (1 + r_{b,t})B_t - (1 + r_{f,t})F_t + G_t + TR_t + P_t - T_t - PR_t \quad (2)$$

- 본 연구의 목표는 경제환경, 재정 및 통화 정책, 인구, 노동참여 및 고용유형에 대한 다양한 가정하에 2011~2100년 동안의 B_{t+1} 의 전망 경로를 계산하는 것임
 - 식 (2)의 각 구성요소별 산출방법은 다음과 같음
 - $n_{i,j,e,t}$ 는 t 기의 연령 i , 성별 j 그리고 고용유형 e 인 개인의 수를 나타냄
 - T_t 는 소비세율 $\tau_{c,t}$, 자본수입세율 $\tau_{a,t}$, 근로소득세율 $\tau_{l,t}$, 그리고 일시불 세금 $\tau_{ls,t}$ 까지 총 4개의 수입원에 대한 세금으로 구성됨
 - tr_t 은 외생적 1인당 비연금성 이전지출, g_t 는 t 기의 외생적 1인당 정부 구매, $p_{i,j,t}$ 는

연금 급여 지출을 나타냄

- $\tau_{p,t}(y_{i,j,e,t})$ 는 공적연금의 보험료율이며, 가입자 소득 $y_{i,j,e,t}$ 과 연계됨

$$T_t = \tau_{c,t} \sum_{i,j,e} c_{i,j,t} n_{i,j,e,t} + \tau_{a,t} r_{a,t} \sum_{i,j,e} a_{i,j,t} n_{i,j,e,t} + \tau_{l,t} \sum_{i,j,e} y_{i,j,e,t} n_{i,j,e,t} + \tau_{ls,t} \sum_{i,j,e} n_{i,j,e,t},$$

$$TR_t = \sum_{i,j,e} tr_t n_{i,j,e,t},$$

$$G_t = \sum_{i,j,e} g_t n_{i,j,e,t},$$

$$P_t = \sum_{i,j,e} p_{i,j,t} n_{i,j,e,t},$$

$$PR_t = \sum_{i,j,e} \tau_{p,t}(y_{i,j,e,t}) n_{i,j,e,t}$$

나) 연금 급여

□ 일본의 연금체계는 3층으로 구성되어 있음

- 1층 기초연금, 2층은 후생연금보험 그리고 3층은 사적연금으로 구성되어 있으며, 일본 정부는 공적연금인 기초연금과 후생연금보험을 운영함
- 20~59세의 성인은 기초연금에 의무적으로 가입되며, 가입기간 동안 소득과 상관없이 정액의 보험료가 납부됨
- 후생연금보험의 보험료 및 급여액은 개인의 소득에 연동되며, 연금 급여 $p_{i,j,t}$ 는 일시금과 소득비례연금으로 구분됨

□ 공적연금의 급여 지출은 연금보험료 개인부담분 및 정부부담분 그리고 연기금을 통해 재원을 마련하며, 연기금의 경로이동방법은 식 (3)과 같음

- 공적연금의 급여 지출은 t 기의 고용상태 e , 성별 j , 연령 i 인 개인의 소득 추정치 등의 요소와 각 요소들과 개인의 소비 및 자산 보유와의 관계에 의존하며, 각 요소에 대한 값이 특정되면, 식 (3)을 통해 급여 지출을 전망함
- X_t 는 연금 급여 지출의 정부부담분임

$$F_{t+1} = (1 + r_{f,t})F_t + PR_t + X_t - P_t \quad (3)$$

3. 모수 설정

□ 모형의 모수는 전망 시작연도인 2010년 일본 경제의 실적치를 기반으로 설정됨

가. 인구

□ 모형 내 인구의 연령 범위는 20~110세

○ 경제활동을 시작하는 연령인 20세($I_A=21$)에 최대 110세($\tilde{I}=111$)까지 생존함

□ 조건부 생존확률($s_{\tilde{i},j,t}$)과 출생률($\phi_{\tilde{i},t}$), 합계출산률(TFR) 그리고 기대여명까지 총 4개의 변수¹⁰⁾는 각각 저위, 중위, 고위, 총 세 가지의 시나리오로 구성되어 있음

○ 조건부 생존확률과 출생률은 2060년 이전은 IPSS의 전망치를 활용하며, 그 이후 기간은 2060년 전망치가 지속적으로 유지된다는 가정을 활용

- 기준선(Benchmark) 전망 시 조건부 생존확률과 출생률 모두 중위를 활용

○ 합계출산율은 2010년 1.39에서 2060년 1.35까지 감소하며, 이 과정에서 인구 감소는 가속화될 것으로 전망

○ 기대여명은 성별로 구분되어 있으며, 2060년에는 2010년보다 4세 증가할 것으로 나타났으며, 이로 인해 노인부양비 또한 높아질 것으로 전망

□ 전망 시작연도인 2010년의 인구분포는 일본 총무성 인구센서스의 성·연령별 실제 인구분포를 활용

○ 2010년 인구분포에 연령별 출생률과 조건부 생존확률을 적용하여 전망기간 동안의 인구 동태를 계산함

○ 부양자녀의 수를 나타내는 $\{\tilde{a}_{t,\tilde{i},k}\}$ 는 전망된 인구분포에 출생률을 적용하여 산출함

10) 일본 사회보장·인구문제연구소(이하 IPSS)에서 2012년에 발표한 전망결과를 활용(전망기간: 2011~2060년)을 활용

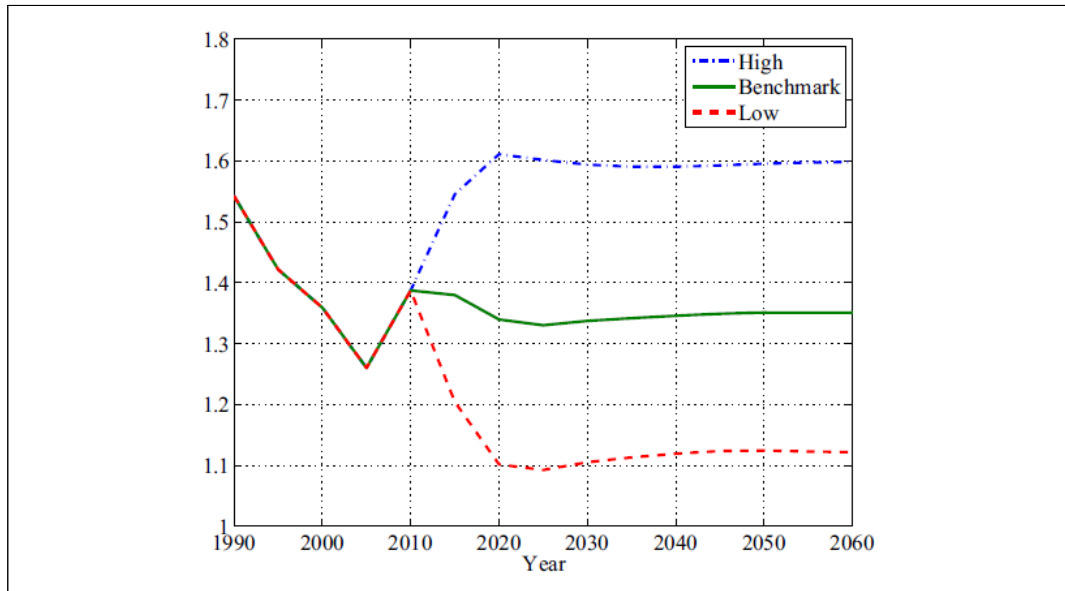
〈표 IV-1〉 모형의 모수설명

모수	설명	출처	
인구	$\{\varnothing_{i,t}\}_{i=1}^{\tilde{I}}$	출생률	IPSS (2012)
	$\{s_{i,j,t}\}_{i=1}^{\tilde{I}}$	조건부 생존확률	IPSS (2012)
	\tilde{I}	최대연령	110세
	I_A	시작연령	20세
노동시장	$y_{i,j,e,t}$	소득	본문 참조
기술	r_a	저축수익률	3%
	g^w	TFP 및 임금 상승률	1.5%
정부	τ_l	노동소득세율	10%
	τ_c	소비세율	5%
	τ_a	자본소득세율	35%
	τ_p	연금보험료	본문 참조
	τ_b	국채 이자율	1%
	τ_f	연금기금수익율	2%
	$i_{R,b}, i_{R,e}$	은퇴연령	본문 참조

자료: Imrohoroglu(2016), p. 125.

[그림 IV-1] 합계출산율 전망결과

(단위: 명)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 125.

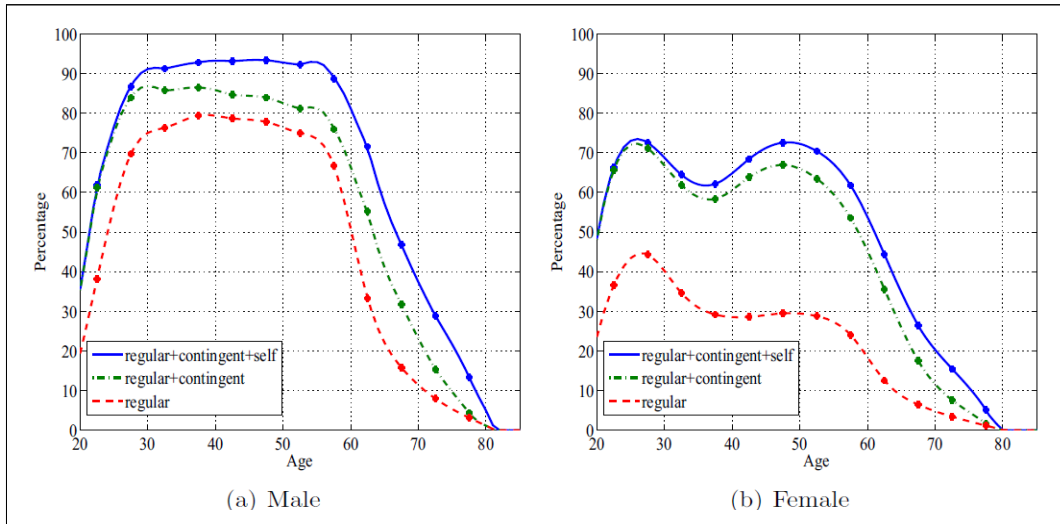
나. 가계부문

1) 노동참여와 소득

- 노동참여율은 총무성의 2010년 노동력조사를 활용하여 산출
 - 노동참여율은 정규직(R), 비정규직(C), 자영업자(S)로 구분
 - [그림 IV-2]는 성·고용유형별 노동참여율로 남성의 노동참여율이 대부분의 연령에서 여성보다 높게 나타남
 - 여성근로자의 노동참여율은 20대 후반부터 50대까지의 가입여성의 노동시장 이탈로 M자 형태의 그래프를 띄고 있음
 - 일부 여성근로자는 연금수급연령 이후에도 일을 한다고 가정하며, 각 연령별 고용상태의 분포는 시간불변적이라고 가정함
 - 공적연금의 보험료 및 급여액은 고용상태에 따라 차이가 있으며, 평균 소득에 큰 차이가 있기에 고용상태를 구분함

[그림 IV-2] 성·고용유형별 노동 참여율

(단위: %)



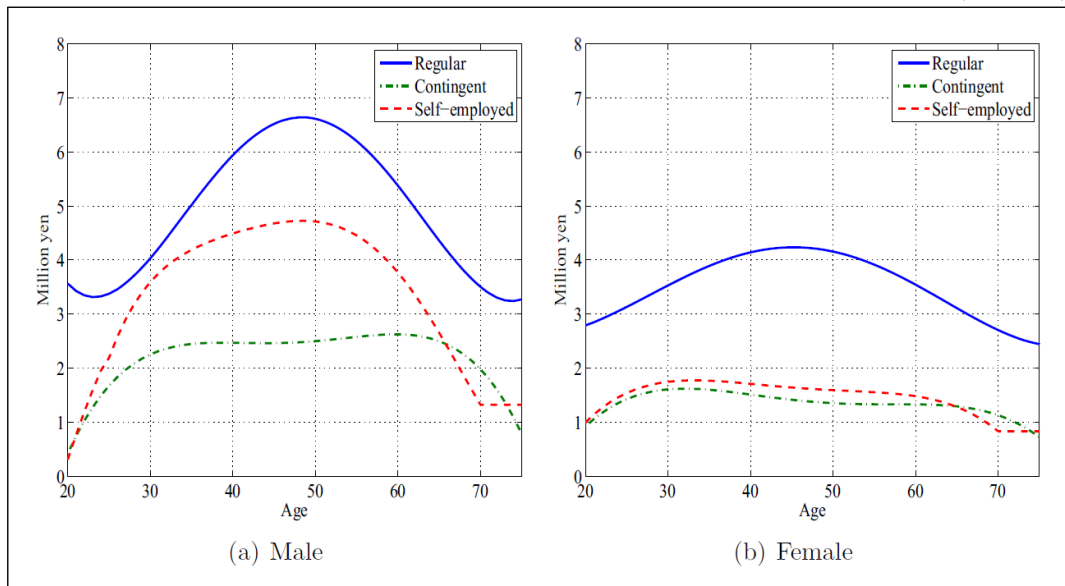
자료: Imrohoroglu(2016), p. 127.

2) 소득 프로파일

- 소득 프로파일은 2010년 후생노동성에서 실시한 임금구조 기본조사를 활용
 - 임금구조 기본조사(이하 BSWS)는 정규직과 비정규직을 대상으로 하는 민간기업을 대상으로 하며, 자영업자는 조사 대상에서 제외됨
 - 자영업자의 소득 프로파일을 계산하기 위해 2004년에 실시한 전국 가족소득 및 지출 조사(이하 NSFIE)를 활용함
 - NSFIE는 가구주와 배우자의 연간 소득을 조사하며, 가구주와 배우자의 성, 연령 그리고 직업 등의 속성으로 구분됨
 - 소득 프로파일은 임금 상승률에 연동되나, 소득 프로파일의 형태는 시간불변적이라 가정함
 - [그림 IV-3]은 다항함수로 평탄화된 성·연령·고용유형별 소득 프로파일이며, 기준선에서는 소득이 성·연령·고용유형에 의해 결정된다고 가정함

[그림 IV-3] 성·연령·고용유형별 소득 프로파일

(단위: 백만엔)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 128.

다. 정부부문

1) 공적연금

- 일본의 공적연금은 1층 기초연금, 2층 후생연금보험 그리고 3층 사적연금으로 구성되어 있으며, 각 연금제도별 가입자는 고용유형에 따라 상이함
 - 1층 기초연금은 학생, 농민, 자영업자 그리고 후생연금보험이 적용되지 않는 일부 비정규직 근로자 등이 해당
 - 2층 후생연금보험은 정규직 근로자 5인 이상 규모의 사업체 근로자가 해당되며, 3층 사적연금은 정규직 근로자와 정규직 근로자의 전업주부가 해당
 - 3가지 연금제도는 후생노동성에서 조사한 공적연금 가입 설문조사의 성별, 가입 유형별 분포를 활용하여 모형에 반영함

- 퇴직연령은 연금제도에 기반하여 60세에서 65세까지 단계적으로 연장될 예정임
 - 코호트 출생 연도에 따라 퇴직연령 연장은 차등 적용되며, 1965년 이후에 출생한 코호트부터 퇴직연령 65세를 적용받음

- 기초연금은 20~59세의 성인은 전원 가입되며, 가입기간 동안 매월 정액보험료를 납입하고 65세부터 급여를 받기 시작한다고 가정함
 - 최대 가입기간인 40년동안 보험료를 납입한 경우, 제도상 연간 최대 792,100엔까지 수급 가능함
 - 급여액은 전체 가입기간 중 보험료를 미납부한 기간만큼 차감되며, 본 모형에서는 2010년 65세 수급자의 연평균 기초연금 급여액인 679,572엔을 적용함
 - 연금 급여 $p_{i,j,t}$ 는 일시금과 소득비례연금으로 구성됨

- 후생연금보험의 보험료는 소득과 연계되어 산정되며, 다음의 식을 사용하여 연금 급여액을 산출함
 - $p_{i,j,t}^b$ 는 t 기의 연령 i , 성별 j 인 퇴직자의 연금 급여액이며, $\xi_{t,t-i}$ 는 소득대체율, $\bar{y}_{i,j,t}$ 는 과거의 평균소득이고, 연금개혁에 따라 하향 조정된 소득대체율 $\xi_{t,t-i}$ 는 개인

별로 출생년도인 $t-i$ 에 연동되어 차등 적용됨

- 실적데이터의 후생연금보험 급여액과 동일하게 맞추기 위해 소득대체율 $\xi_{t,t-i}$ 를 조정하며, $x_{t,t-i}$ 는 거시경제 슬라이드임

$$p_{i,j,t} = (1 + x_{t,t-i})[p_{i,j,t}^b + \xi_{t,t-i} \times \bar{y}_{i,j,t}]$$

- 연금보험료 $\tau_{p,t}(y_{i,j,e,t})$ 의 산정방식은 연금별로 상이함

- 기초연금의 보험료는 정액급여로, 2010년 14,940엔에서 매년 280엔씩 인상하여 2017년 16,900엔까지 증가할 예정이며, 그 이후는 전망기간 동안 16,900엔을 유지하는 것으로 가정함
- 후생연금보험의 보험료는 20~69세의 근로소득자 임금에 보험료율을 적용하여 산출하며, 2010년 16.058%에서 매년 0.354%p씩 인상하여 2017년 18.3%까지 증가하며, 이후는 전망기간 동안 18.3%를 유지하는 것으로 가정함
- 사적연금의 보험료는 가입자의 배우자가 지불하는 것으로 가정함

2) 거시경제 슬라이드

- 일본정부는 연금재정의 건전성을 확보하기 위해 2004년 연금개혁을 시행하였으며, 그 일환으로 예산균형을 위한 거시경제 슬라이드를 도입
 - 거시경제 슬라이드는 급여액의 증가율이 실질임금 증가율과 인플레이션율의 합보다 낮게 유지되도록 제한시킴

3) 연금기금과 국가채무

- 2010년 초 연금기금 F_{2010} 은 2009년 말 연금기금의 총자산액 178.3조엔이며, 기금운용수익율 $r_{f,t}$ 는 지난 10년 간 연금기금의 평균 실질수익률 2%로 가정함
- 2010년 초 정부부채 B_{2010} 은 2009년 말 금융자산을 제외한 중앙 및 지방정부의 총부채 768.6조엔으로 GDP 대비 140% 수준이며, 국채 이자율은 1%로 가정함
 - 본 모형에서는 연금기금 F_t 의 경로를 별도로 계산하기에 순정부부채를 계산할 때, 490조엔의 금융자산과 연금기금 178조엔을 순부채에서 제외함

4) 세금

- 소비세율 $\tau_{c,t}$ 는 2010년 기준 5%로 설정하였으며, 정부의 계획에 따라 2014년 8%, 2015년 10%로 인상함
- 자본소득세 $\tau_{a,t}$ 는 35%로 설정하였으며, 근로소득세율 $\tau_{l,t}$ 은 실적데이터와 일치시키기 위해 10%로 설정함
 - 그 외, 일시금 세금 $\tau_{ls,t}$ 는 2010년 총세수액인 78.6조엔을 과세 대상 수로 나누어 동일하게 부과함

5) 정부구매

- 일반정부의 재화 및 용역의 구매인 g_t 는 연령, 성별 및 고용유형과 무관하며, TFP 성장률에 따라 성장한다고 가정함
 - 2010년 일반정부의 순구매액은 총 77.6조엔으로, 중앙정부 및 지방정부의 구매, 사회보장기금으로 구성됨
 - 일반정부의 순지출은 지출, 기타지출, 자산비용의 합계에서 이자지출, 자산소득, 기타수입을 뺀 값임

6) 이전지출

- 2010년 연금 급여액을 제외한 총 이전지출 TR_t 은 18.2조엔으로, 1인당 이전지출은 총 이전지출과 일치하도록 설정하며, TFP 성장률에 따라 증가하는 것으로 가정함

7) 정부의 균형예산

- 현재 일본정부는 기초연금의 절반을 정부예산(식 (3)의 X_t)으로 지원하고 있기 때문에 X_t 는 매년 기초연금 급여 지출의 절반으로 설정함
- 연금보험료 수입 PR_t , 연금 급여 지출 정부부담분 X_t , 연금 급여 지출 P_t 그리고 연금기금

F_t 는 식 (3)에 의해 내생적으로 산출됨

- 연금재정 적자가 발생할 경우, 식 (3)의 연금기금 전망결과 F_{t+1} 이 음수가 되기 전까지 연금기금에서 보전함
 - 만약 연금기금이 고갈됐을 경우, 연금재정 적자는 기초연금 급여지출의 정부부담분 X_t 의 부담 비율(50%)을 조정하여 충당함
- 세수 T_t , 정부구매 G_t , 개인에 대한 이전지출 TR_t 그리고 연금기금 F_{t+1} 를 식 (1)에 적용하여 일본 국채 B_t 를 전망함

라. 기술

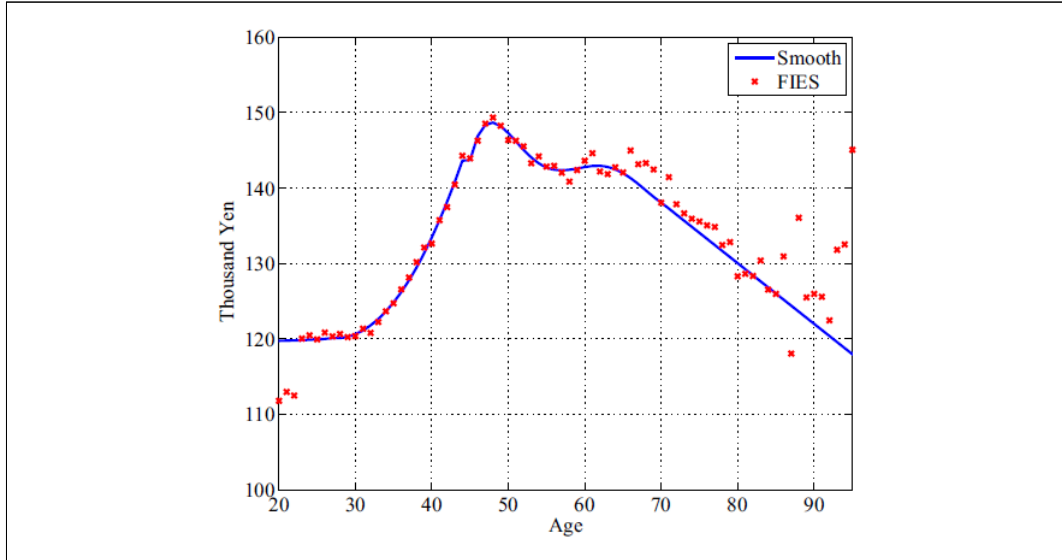
- 개인 저축의 이자율은 국채 수익률 1%를 고려하여 연 3%로 가정하며, 민간 자본 수익률은 총 자본 및 미지급 국채규모의 가중치를 반영하여 연 4%로 가정함
- 2010~2100년 사이의 전망 동안 TFP 성장률과 임금 상승률은 동일하게 유지된다고 가정함

마. 소비 프로파일

- 본 모형은 완전시장을 가정하며, 개인 소비는 식 (1)에 의해 결정됨
- Attanasio et al.(2006; 2007) 및 Storesletten(2003)의 방법론과 유사한 방법론을 적용하며, 가중치 모수 λ_i 를 활용하여 현재가치화된 연령별 소비를 산출함
 - 모형 내에서 개인별 소비 프로파일을 [그림 IV-4]의 실적치 프로파일과 유사하게 조정함
 - 일반적으로 소비패턴은 코호트마다 상이하며, 경제활동 주기에 의해 소비패턴이 영향을 받을 수 있기에, Aguiar et al.(2013)의 방법론을 차용하여 코호트 및 연도 효과를 제거함

[그림 IV-4] 연령별 소비 프로파일

(단위: 천엔)



자료: İmrohoroğlu(2016), p. 131.

○ Aguiar et al.(2013)의 방법론은 아래의 회귀식과 같음

- X 는 성별 더미, 결혼상태 더미, 성인 수 그리고 각 가구별 자녀 수 등의 가구 특성이 담긴 벡터로, 연령 더미 D^{age} 의 벡터 A 는 성인의 생애 소비 프로파일을 나타냄

$$\ln C = \beta_0 + \beta_{age} D^{age} + \beta_c D^{cohort} + \beta_t D^{time} + \beta_t D^{time} + \beta_{fam} X + \epsilon$$

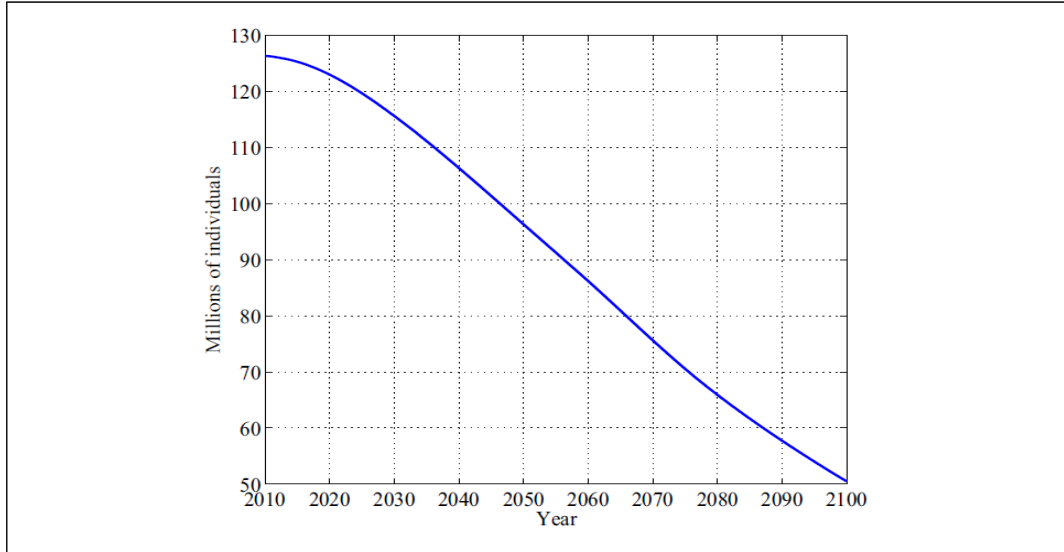
4. 전망결과

가. 기준선

□ 총인구와 노동인구의 전망결과를 살펴보면, 노동인구 감소율은 전망기간 동안 1~1.5% 수준으로 전망되며, 총 인구 감소율은 기대수명의 증가로 전망기간 동안 노동인구의 감소율보다 완만하게 증가할 것으로 전망

[그림 IV-5] 총인구 전망결과

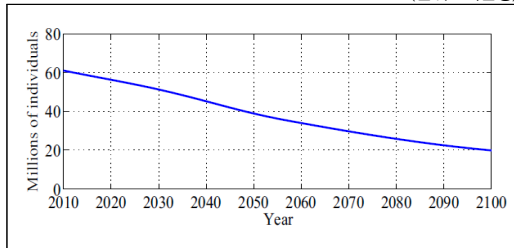
(단위: 백만명)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 132.

[그림 IV-6] 노동인구 전망결과

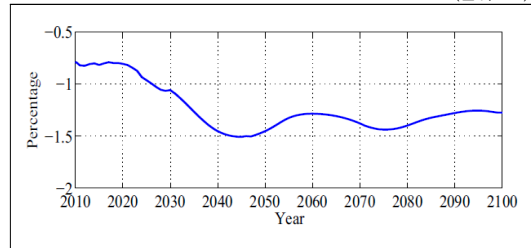
(단위: 백만명)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 132.

[그림 IV-7] 노동인구 증가율

(단위: %)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 132.

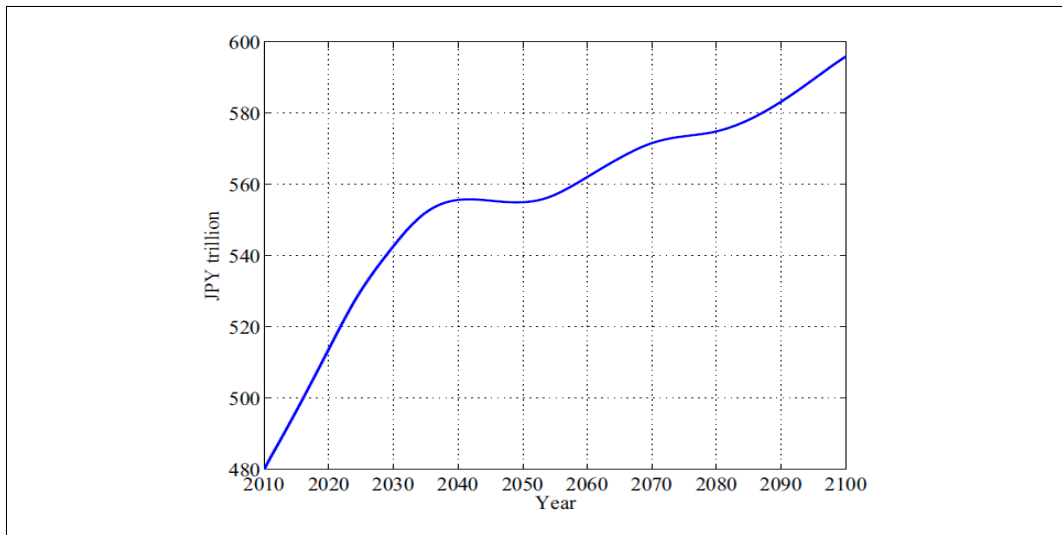
- GDP와 1인당 GDP는 인구 전망결과에 영향을 받으며, 아래 식에 따라 증가함
 - g_t^n 는 경제활동인구 증가율이며, 전망 시작연도인 2010년의 GDP는 실적치 480조엔으로 설정함
 - 거시경제 슬라이드 계산 혹은 연금급여의 실질가치화를 위해 인플레이션율을 1%로 가정하는 경우를 제외하고, 모델 내에서 내재적으로 인플레이션율을 계산함

$$GDP_{t+1} = (1 + g_t^w)(1 + g_t^n)GDP_t$$

- 근로자 1인당 GDP는 매년 1.5%씩 증가하는데, 이는 균형성장을 달성하기 위해 평균 실질임금이 매년 1.5%씩 증가한다는 가정과 일치함
- GDP는 근로자 1명당 GDP와 노동인구의 곱으로 산출
 - 노동인구 증가율은 약 -0.7~-1.5% 수준으로 전망기간 내내 음수임
- 총인구 증가율이 노동인구 증가율보다 높기 때문에, 인구 1인당 GDP는 1.5% 미만으로 증가하며, TFP 증가로 인한 효과를 제거하면, 1인당 GDP는 노동력 규모의 급격한 감소로 인해 크게 감소할 것으로 전망

[그림 IV-8] GDP 전망결과

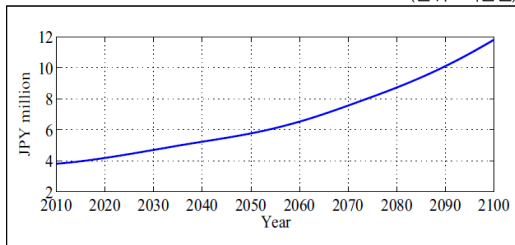
(단위: 조엔)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 133.

[그림 IV-9] 1인당 GDP 전망결과

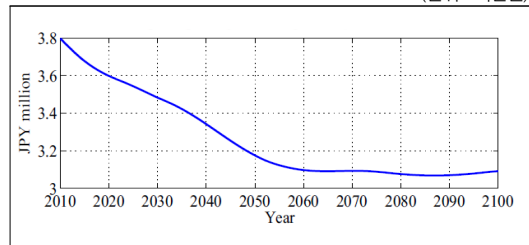
(단위: 백만엔)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 133.

[그림 IV-10] 1인당 GDP 증가율 전망결과

(단위: 백만엔)

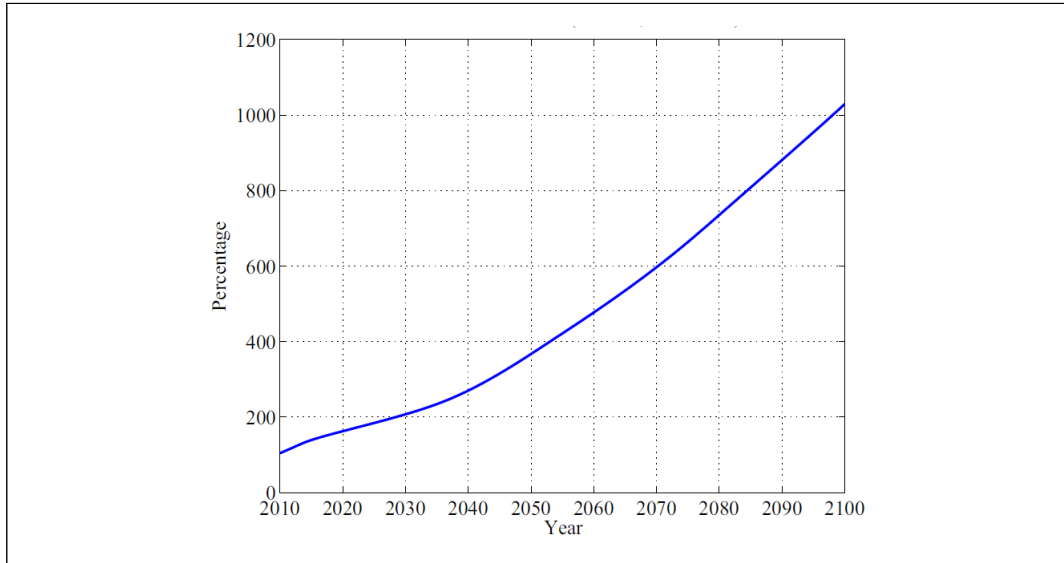


자료: Imrohoroglu(2016), p. 133.

- GDP 대비 순부채 비율($\frac{B_t - F_t}{Y_t}$)은 2020년 162%, 2040년 270%에 이르며, 2060년에는 477%까지 증가할 것으로 전망

[그림 IV-11] GDP 대비 순부채 비율 전망결과

(단위: GDP 대비 %)



자료: Imrohoroğlu(2016), p. 133.

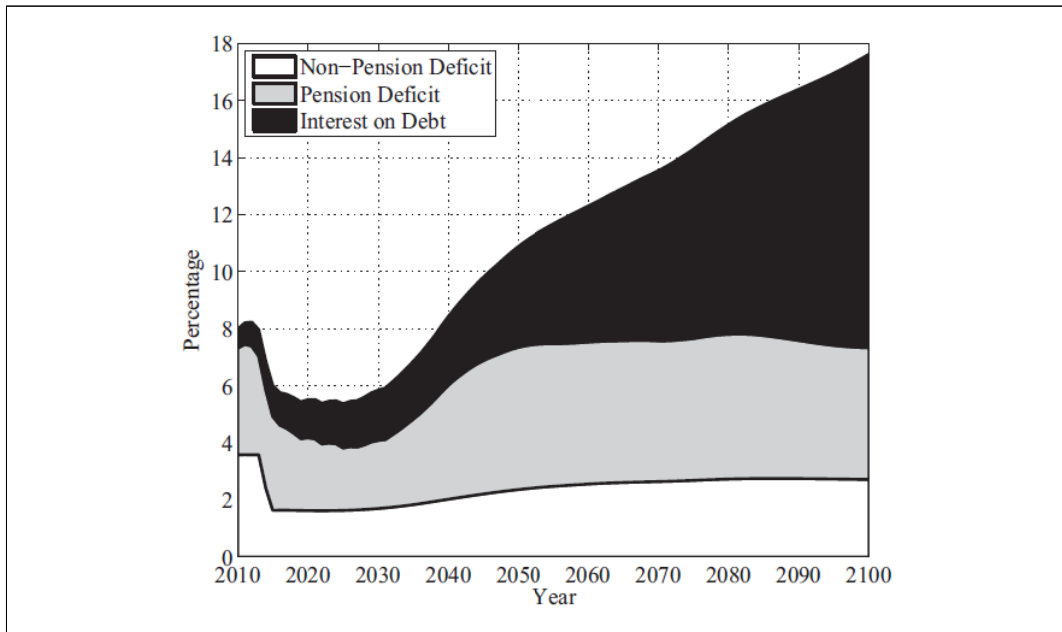
- 부채의 증가 요인을 확인하기 위해 정부구매 및 이전지출 등의 비연금적자, 연금적자 그리고 순부채의 이자지출로 구성된 순차입의 전망결과를 분석함
 - 비연금적자와 연금적자는 전망 초기 GDP 대비 약 4% 수준으로 순차입에서 비슷한 비중을 차지하나, 2030년 이후로 차이 발생
 - 소비세율이 2014~2015년에 5%에서 10%로 인상되면서 비연금적자가 크게 개선되나 연금 외 이전지출과 의료비가 증가하기 시작하며 비연금적자는 점진적으로 증가할 것으로 전망
 - 연금적자는 거시경제 슬라이드와 퇴직연령 연장으로 전망 초기에 급격히 감소하다가 점점 감소 폭이 완만해지며, 2035년부터 증가하여 전망 종료까지 GDP 대비 5% 유지
 - 순부채의 이자지출은 1%의 낮은 이자율에도 불구하고 순차입 중 상당 부분을 차지하며, 부채규모가 증가함에 따라 이자지출 또한 증가할 것으로 전망

○ 아래 식은 정부 계정상의 순차입을 나타낸 것임

$$\frac{(B_{t+1} - F_{t+1}) - (B_t - F_t)}{Y_t} = \frac{(G_t + TR_t - T_t)}{Y_t} + \frac{(P_t - PR_t)}{Y_t} + \frac{(r_{b,t}B_t - r_{f,t}F_t)}{Y_t}$$

[그림 IV-12] 순차입 전망결과

(단위: GDP 대비 %)



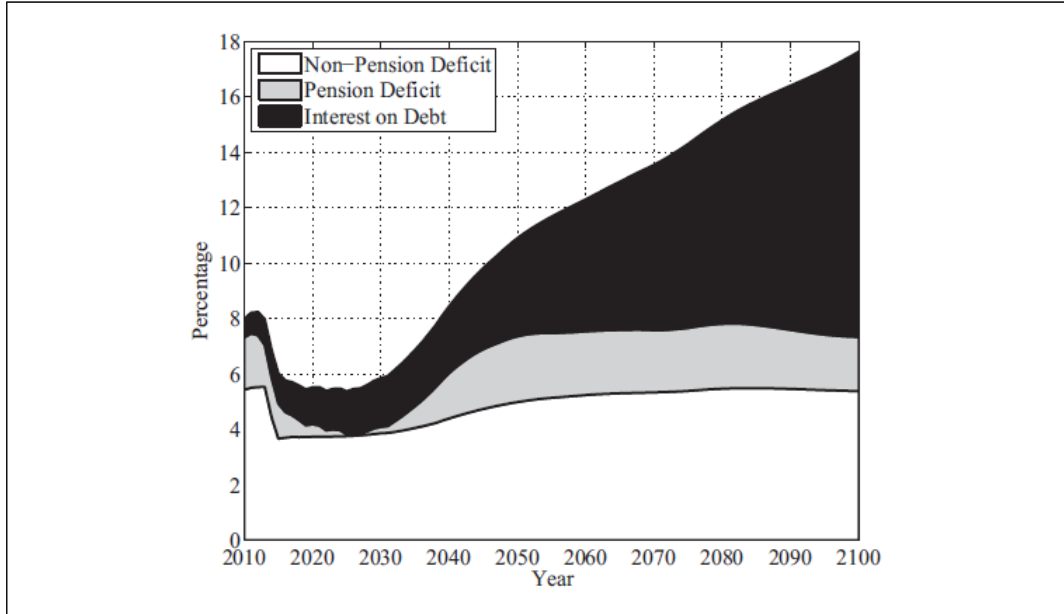
자료: Imrohoroglu(2016), p. 134.

○ 기초연금 급여 지출의 50%를 일반세수로 조달하며, 아래 식과 [그림 IV-13]에 이를 반영하였으며, 해당 연금지출을 비연금적자로 단순이동시킨 것임

$$\frac{(B_{t+1} - B_t)}{Y_t} = \frac{(G_t + TR_t + X_t - T_t)}{Y_t} + \frac{(P_t - PR_t - X_t)}{Y_t} + \frac{(r_{b,t}B_t - r_{f,t}F_t)}{Y_t}$$

[그림 IV-13] 순차입 전망결과: 기초연금 급여 지출 50% 세수 반영

(단위: GDP 대비 %)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 135.

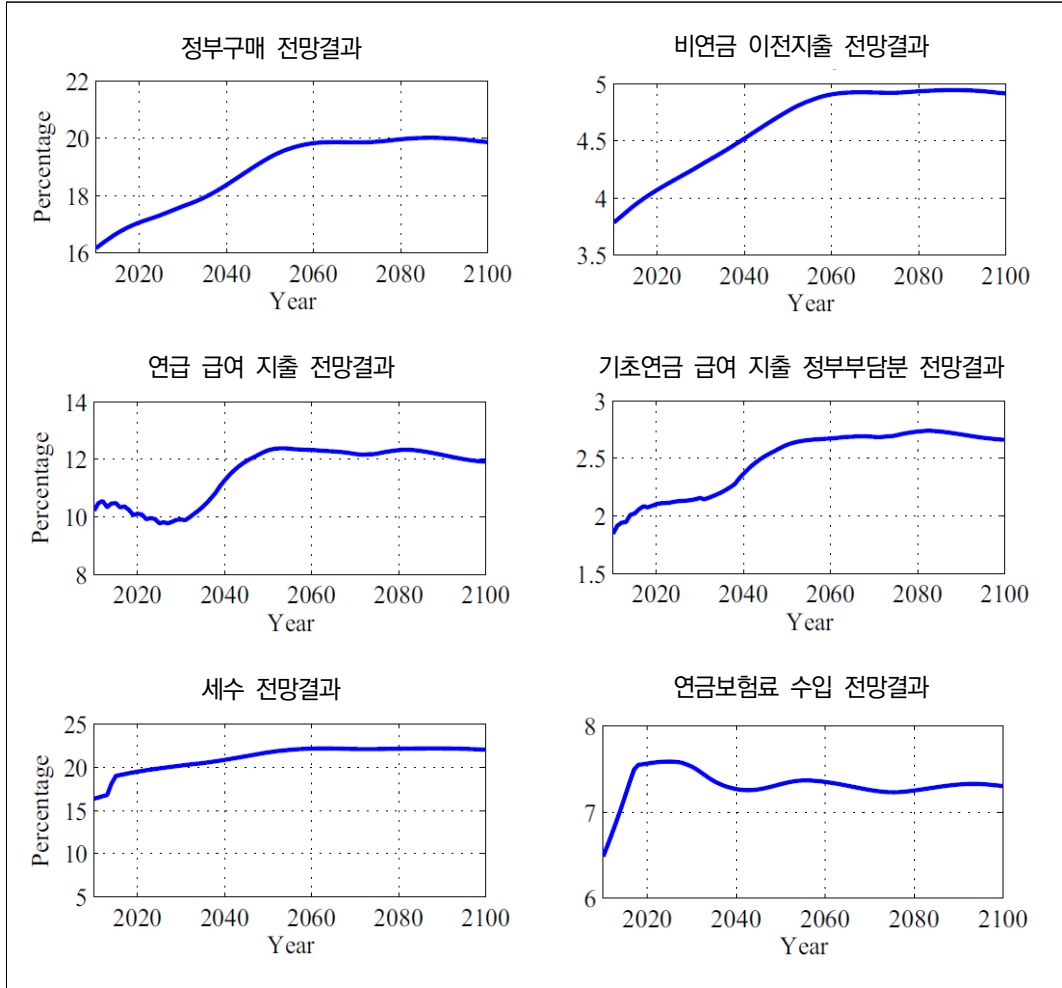
□ [그림 IV-14]는 주요 정부계정의 전망결과로 정부구매, 비연금 이전지출, 연금급여 지출, 기초연금 급여 지출 정부부담분, 세수 그리고 총 연금보험료로 구성됨

○ 정부구매는 전망기간 동안 약 4%p 증가하며, GDP가 TFP 증가율 1.5%에 노동인구 증가율을 합산한 값만큼 증가한다는 가정에 기인함

- 정부구매 증가율은 정부의 총지출 증가율보다 낮게 나타나는데, 이는 총지출 전망 시 TFP 증가율에 노동인구 증가율보다 높은 총인구 증가율을 합산한 GDP 증가율을 활용한 것에 기인함
- 인구가 2060년에 이르러 안정화됨에 따라 정부구매 증가율 또한 안정화되나, 그 전까지 정부구매는 재정에 큰 부담이 될 것으로 전망되며, 이로 인해 정부구매를 감소시키는 제도 개혁의 필요성은 커질 것임

[그림 IV-14] 정부계정 분해결과

(단위: GDP 대비 %)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 136.

- 비연금 이전지출은 GDP보다 빠르게 증가하며, 이로 인해 추가적으로 발생하는 신규 차입은 매년 GDP 대비 1% 수준으로 전망
- 연금급여 지출은 거시경제 슬라이드를 도입하였음에도 재정에 상당한 부담을 줄 것으로 전망
 - 거시경제 슬라이드로 전망초기 도입 전보다 GDP 대비 0.7%p 정도 하락함
 - 그러나 거시경제 슬라이드가 종료되는 시점에서 연금급여 지출은 가파르게 증가하며, 2040년대에 이르러 GDP 대비 12%까지 증가

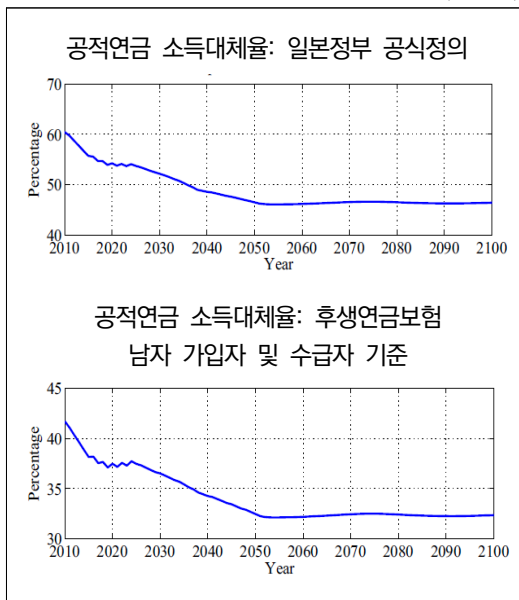
- 기초연금 급여 지출 정부부담분은 거시경제 슬라이드에도 불구하고 연금급여 지출을 충당하기 위해 상당 수준의 자원을 사용할 것으로 전망
 - 세수는 2014~2015년 시행될 소비세 인상으로 크게 증가할 것으로 전망
 - 세수는 소비, 노동, 자본소득의 과세표준과 동일한 비율로 증가하는 반면, GDP는 노동인구가 급격히 감소하는 만큼 천천히 증가하며, 인구가 2060년에 안정화됨에 따라 세수 또한 안정화됨
 - 연금보험료는 보험료율이 2010년 16.058%에서 2017년 18.3%까지 점진적으로 증가하여, 최대 GDP 대비 7.5%까지 증가하며, 이후 감소하여 전망 종료시점까지 약 7%를 유지할 것으로 전망
- 다음의 세 가지 방법을 통해 재정수지 균형을 달성할 수 있을 것으로 예상
- 정부구매 G_t 를 억제하고 GDP 대비 약 4%의 신규 정부구매를 최소화해야 함
 - 과세기준과 납세자 수 확대를 통한 세수 확대
 - 연금제도의 재정적자 감소
- 정부구매 G_t 는 세수를 확대하지 않을 시, 재정에 큰 부담을 줄 것으로 전망
- GDP 증가율이 노동인구 규모의 감소로 인해 실질임금 증가율과 생산성 증가율($g_t^w = 1.5\%$)보다 낮아져 정부구매는 예산에 점점 더 큰 부담이 될 것으로 전망
 - GDP 대비 정부구매 비율이 4%p까지 증가할 것으로 전망되며, 만약 세금이 인상되지 않을 경우, GDP 대비 정부구매 4%는 매년 국가채무에 새로운 부담으로 가중될 것임
- 거시경제 슬라이드는 연금 급여의 소득대체율을 줄이는 데 활용되며, 소득대체율을 두 가지 정의로 구분하여 전망
- 첫 번째는 일본 정부의 공식 정의로, 후생연금보험 남성 가입자의 단년도 평균 가처분 소득 대비 후생연금보험을 수급받는 남성 가구주와 기초연금만 수급받는 배우자로 구성된 65세 일반 가구의 총 연금 급여액의 비율로 정의
 - 전망 초기 소득대체율은 60%에서 약 46%까지 감소할 것으로 전망
 - 두 번째는 후생연금보험 남자 가입자의 단년 평균소득 대비 남자 후생연금보험 급여액의 비율로 정의

- 전망 초기 소득대체율 42%에서 약 32%까지 감소할 것으로 전망

- 2010년 이후 퇴직자 수가 크게 증가하지만, 거시경제 슬라이드로 인해 퇴직자 1인당 평균 연금 급여액이 감소하여 퇴직자 수 증가로 인한 급여 지출 증가분을 일정 부분 상쇄할 것으로 전망

[그림 IV-15] 소득대체율 전망결과

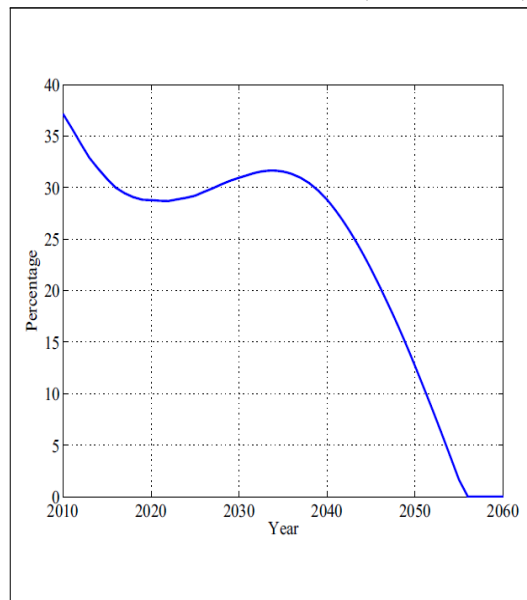
(단위: %)



자료: İmrohoroğlu(2016), p. 137.

[그림 IV-16] 연금기금 전망결과

(단위: GDP 대비 %)



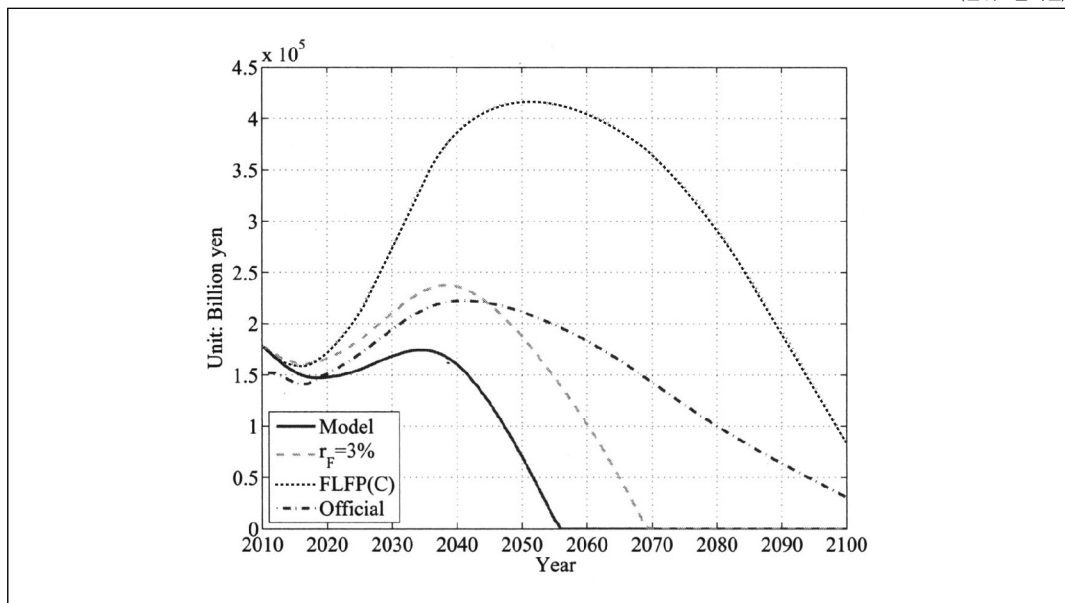
자료: İmrohoroğlu(2016), p. 137.

- 연금기금액은 거시경제 슬라이드에도 불구하고 GDP 대비 약 -4% 수준의 공적연금 수지 적자로 인해 2010년대에 들어 급격히 감소하며, 2010년 GDP 대비 37%에서 2019년 28% 까지 감소할 것으로 전망
 - 2020년대에는 연금보험료율의 증가와 1인당 급여액의 감소로 수지가 소폭 개선되어 연금적자는 GDP 대비 2.5%로 감소함
 - 그 결과, 연금기금의 하락은 멈추고 2030년 중반까지 증가 추세를 보이나 이후 연금 적자 규모가 GDP 대비 -5%까지 증가하여 2056년에 고갈될 것으로 전망

- 본 모형의 결과와 다르게 후생노동성의 공식 전망에서 연금기금은 2040년까지 상승한 뒤 전망종료 시점까지 지속적으로 감소하나, 고갈되지 않을 것으로 전망
 - 본 모형과 공식 전망의 결과 차이는 다음과 같은 가정의 차이에 기인
 - 첫째는 노동력 참여율의 차이로, 본 모형에서는 전망 기간 동안 초기 값이 유지된다고 가정했으나, 공식 전망은 소폭 증가한다고 가정함
 - 둘째는 기금운용 수익률의 차이로, 본 모형에서는 최근 실적치 평균인 2%로 가정했으나, 공식 전망은 3.1%로 가정함
 - 기준선에 기금운용 수익율 3% 적용 시, 연금기금은 2070년에 고갈되며, 여성 노동참여율 상향 조정 시, 2050년까지 증가 후 감소하나 고갈되지 않을 것으로 전망

[그림 IV-17] 연금기금 전망결과: 공식 전망과의 결과 비교

(단위: 십억엔)

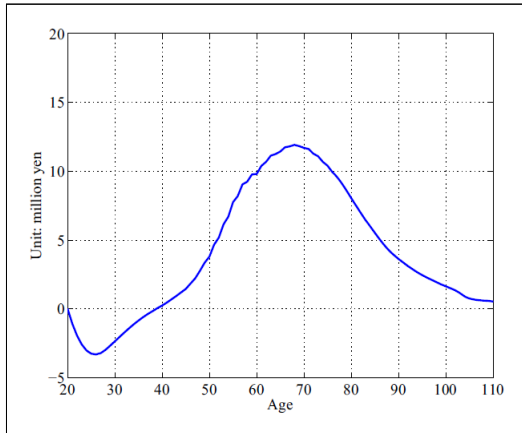


자료: Imrohoroglu(2016), p. 153.

- [그림 IV-18]은 모형 내 개인의 생애 자산 프로파일로, 전망 초기에 자산은 음수이며, 개인이 은퇴를 위해 재산을 축적하기 시작하면서 양수로 바뀌고, 약 70세에 이르러 정점에 이르며, 퇴직 후 소비를 위해 축적한 재산을 사용하기 시작함

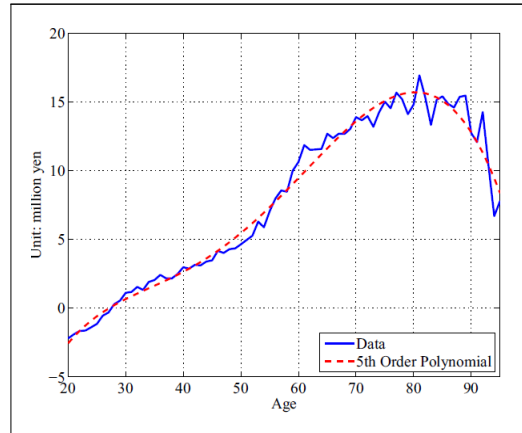
- [그림 IV-19]는 전국 가족소득 및 지출 조사(이하 NSFIE)을 활용하여 계산된 생애 자산 프로파일로, 모형의 결과와 유사한 혹은 모양의 패턴을 보이나, 재산이 본격적으로 누적되는 시기는 모형보다 10년 뒤인 약 80세임
 - 누적 시기의 차이는 충격적 의료비에 대처하기 위한 예방적 저축이나, 유증 동기 등을 모형에 반영하지 않는 것에 기인
 - 총인구가 보유한 자산 대비 퇴직자가 보유한 자산의 비율을 살펴보면, 본 모형은 0.56인데 비해 데이터는 0.63으로 NSFIE보다 낮게 나타남

[그림 IV-18] 자산 프로파일: 모형 내 결과
(단위: 백만엔)



자료: İmrohoroğlu(2016), p. 139.

[그림 IV-19] 자산 프로파일: NSFIE 기반
(단위: 백만엔)



자료: İmrohoroğlu(2016), p. 139.

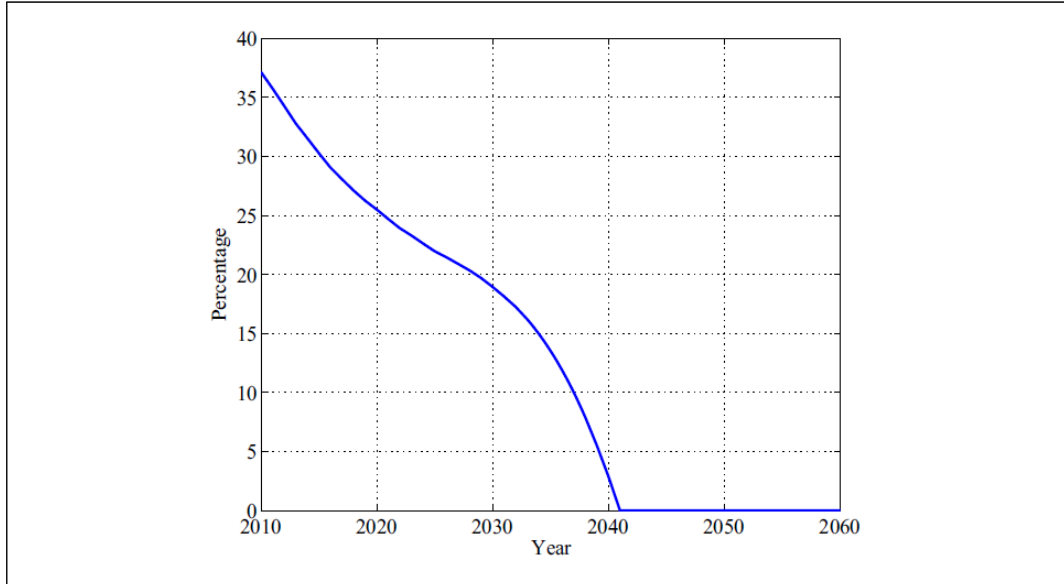
나. 민감도 분석

1) 저시경제 슬라이드

- 저시경제 슬라이드 미적용 시, 연금기금은 매우 빠르게 감소하여 2041년에 고갈되며, GDP 대비 부채 비율은 추가로 증가될 것으로 전망
 - GDP 대비 부채 비율은 2020년 6.2%, 2030년 20.6% 그리고 2050년 누적 증가된 부채로 인한 이자지출의 증가로 77.2%가 추가될 것으로 전망

[그림 IV-20] 연금기금 전망결과: 거시경제 슬라이드 미적용

(단위: GDP 대비 %)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 139.

2) 생산성 성장

- 실질임금 상승률이 높아지면 GDP 대비 부채비율 200% 초과하는 시점이 연기되며, 1.5%로 가정할 경우 연금보험료와 연금 급여는 일본 정부의 공식 전망결과와 유사하게 전망됨
- 실질임금 상승률을 2.5%로 가정할 경우 세입이 기준선보다 빠르게 증가하여 GDP 대비 부채비율이 200%를 초과하기까지 약 20년 정도 연기되나, 결과적으로 재정균형은 달성되지 못하며 부채비율은 역대 최대 규모로 증가함
- 실질임금 상승률을 0.5%로 가정할 시, GDP 대비 부채 비율이 2020년 직후 200%를 초과할 것으로 전망

〈표 IV-2〉 시나리오별 임금 상승률이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율			
g_t^w	0.5%	기준선(1.5%)	2.5%
2010	1.042	1.042	1.042
2020	1.862	1.625	1.411
2030	2.712	2.074	1.562
2040	3.935	2.701	1.811
2050	5.778	3.670	2.280
2060	8.026	4.771	2.777

자료: Imrohoroglu(2016), p. 140.

□ 실질임금 상승률의 변동이 순차입에 미치는 영향은 다음과 같음

○ 실질임금 상승률의 감소는 연금적자를 증가시킬 것으로 전망

- 실질임금 상승률이 낮아지면 연금보험료 및 소득세 등이 지출보다 느리게 증가하여, 재정적자가 심화되며, 이로 인해 연금적자가 크게 증가하고, 반대로 실질임금 상승률이 증가하면 결과는 그 반대임

○ 실질임금 상승률의 감소는 순차입 중 국채에 대한 순이자지출의 비중을 증가시킬 것으로 전망

- 실질임금 상승률이 낮아지면, 과세 기반이 기준선보다 낮게 증가하여 연금적자 및 비연금적자가 증가하여 부채가 더욱 증가함
 - 연금적자의 심화로 인해 연금기금의 규모는 축소되며, 결과적으로 기금수입을 감소시키며, 국채에 대한 순이자지출은 결국 2060년까지 순차입에서 가장 큰 비중을 차지하게 됨

3) 기금운용 수익율

□ 연금기금 규모가 상대적으로 작고, 전망기간 동안 지속적으로 그 규모가 감소함에 따라 기금운용 수익율의 변동이 총 부채에 미치는 영향은 미미할 것으로 전망

〈표 IV-3〉 시나리오별 임금 상승률이 순차입에 미치는 영향

g_t^w	0.5%	기준선(1.5%)	2.5%
GDP 대비 비연금적자 비율			
2010	0.0395	0.0358	0.0315
2020	0.0202	0.0163	0.0127
2030	0.0212	0.017	0.0135
2040	0.0247	0.0202	0.0167
2050	0.0284	0.0236	0.0200
2060	0.0304	0.0256	0.0220
GDP 대비 연금적자 비율			
2010	0.0383	0.0373	0.0364
2020	0.0344	0.0255	0.0175
2030	0.0371	0.0238	0.0127
2040	0.0553	0.04	0.0276
2050	0.0673	0.0499	0.0357
2060	0.0687	0.0498	0.0346
GDP 대비 순이자지출 비율			
2010	0.0067	0.0067	0.0067
2020	0.0158	0.0134	0.0118
2030	0.0248	0.0176	0.0120
2040	0.0384	0.0241	0.0140
2050	0.0578	0.0354	0.0193
2060	0.0803	0.0477	0.0252

자료: Imrohoroglu(2016), p. 141.

〈표 IV-4〉 시나리오별 기금운용 수익률이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율			
$r_{f,t}$	1%	기준선(2%)	3%
2010	1.042	1.042	1.042
2020	1.657	1.625	1.589
2030	2.138	2.074	1.996
2040	2.802	2.701	2.564
2050	3.805	3.67	3.459
2060	4.923	4.771	4.489

자료: Imrohoroglu(2016), p. 141.

4) 국채수익율

- 국채에 대한 이자율이 기준선보다 1% 높아질 경우, 재정 균형에 상당한 악영향을 미칠 것으로 전망
 - 정부 부채의 실질금리가 3%로 인상될 경우 GDP 대비 부채 비율은 2020년에는 200%, 2030년에는 300%에 이를 것으로 전망
 - 반면 국채 실질금리가 낮아지면 재정부담이 상당 수준 개선될 것으로 전망
 - 이자율이 0%일 때, GDP 대비 부채 200% 초과시점이 기준선보다 10년 연기됨
- 만약 일본이 국채의 명목금리를 초과하는 인플레이션을 경험한다면, 국채의 실질가치는 하락하기에 완만한 지출개혁과 세입의 소폭 증가로도 재정의 지속가능성을 가져올 수 있을 것으로 전망
 - 그러나 위 같은 경우, 거의 한 세기 동안 국채의 실질금리를 -1%로 가정해야 하며, 국채 보유자들이 자발적으로 국채를 보유하기 위해 보다 나은 조건을 요구할 것임

〈표 IV-5〉 시나리오별 국채수익율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율					
$r_{b,t}$	-1%	0%	기준선(1%)	2%	3%
2010	1.042	1.042	1.042	1.042	1.042
2020	1.318	1.465	1.625	1.799	1.988
2030	1.416	1.716	2.074	2.500	3.006
2040	1.619	2.090	2.701	3.493	4.520
2050	2.049	2.724	3.670	5.001	6.880
2060	2.525	3.42	4.771	6.828	9.981

자료: Imrohoroglu(2016), p. 142.

5) 출생률

- 출생률의 변동이 GDP 대비 부채 비율에 미치는 영향은 미미할 것으로 전망
 - 높은 출생률은 노동인구 코호트의 상대적인 비율을 증가시켜, 재정을 개선하는 경향이 있으나, 출생률의 변동이 부채에 미치는 영향은 작을 것으로 전망

〈표 IV-6〉 시나리오별 출생률이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율			
연도	저출생률	기준선	고출생률
2010	1.042	1.042	1.042
2020	1.621	1.625	1.628
2030	2.050	2.074	2.099
2040	2.667	2.701	2.74
2050	3.712	3.670	3.631
2060	5.008	4.771	4.560

자료: Imrohoroglu(2016), p 142.

6) 생존율

- 생존율의 변동 또한 GDP 대비 부채 비율에 미치는 영향은 미미할 것으로 전망
 - 생존율이 높아지면 노인인구의 비중이 높아지며, 기대수명의 증가로 재정의 부담이 증가하나, 양적인 영향을 매우 적을 것으로 전망

〈표 IV-7〉 시나리오별 생존율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율			
연도	저생존율	기준선	고생존율
2010	1.042	1.042	1.042
2020	1.625	1.625	1.626
2030	2.061	2.074	2.078
2040	2.664	2.701	2.723
2050	3.594	3.67	3.724
2060	4.645	4.771	4.868

자료: Imrohoroglu(2016), p. 143.

다. 정책분석

1) 연금제도

- 정책 시나리오 중 퇴직연령 70세 연장과 연금 급여 10% 감액 조합이 연금재정의 지속가능성 확보에 가장 효과적이며, 적용 시 GDP 대비 부채 비율이 2040년 전까지 200% 미만을 유지될 것으로 전망

- 퇴직연령을 70세로 연장할 경우, 장기적으로 GDP 대비 부채 비율을 크게 감소시키거나 기준선과 비교했을 때 2040년 이전까지는 감소 폭이 크지 않을 것으로 전망
- 연금급여 10% 감액과 소득세율 5%p 인상 또한 개별로 시행하였을 경우, 퇴직연령 연장과 유사한 수준으로 GDP 대비 부채 비율을 감소시킴

〈표 IV-8〉 연금제도 시나리오별 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율					
연도	기준선	퇴직연령 70세 상향	연금 급여 10% 감액	퇴직연령 70세 + 급여 10% 감액	소득세율 5%p 인상
2010	1.042	1.042	1.042	1.042	1.042
2020	1.625	1.608	1.502	1.487	1.622
2030	2.074	1.992	1.818	1.744	1.942
2040	2.701	2.417	2.277	2.022	2.347
2050	3.670	3.058	3.021	2.470	3.046
2060	4.771	3.830	3.861	3.013	3.834

자료: İmrohoroğlu(2016), p. 143.

- 퇴직연령 70세 연장과 연금 급여 10% 감액 조합 적용 시, 순차입 중 연금적자에 가장 큰 영향을 주며, 2030년부터 약 20년 동안 GDP 대비 0.5%를 유지하다 2050년부터 약 2%대로 증가한 후 유지할 것으로 전망
- 위 제도 조합을 적용할 경우, 비연금적자는 퇴직자 비율의 감소로 세입이 증가하여 긍정적인 영향을 받으며, 2050년 이전까지 2% 미만을 유지할 것으로 전망

〈표 IV-9〉 퇴직연령 70세 상향 및 연금 급여 10% 감액 시 순차입 전망결과

연도	GDP 대비 부채 비율	GDP 대비 비연금적자 비율	GDP 대비 연금적자 비율	GDP 대비 순이자지출 비율
2010	1.042	0.034	0.024	0.007
2020	1.487	0.014	0.014	0.011
2030	1.744	0.014	0.005	0.012
2040	2.022	0.017	0.005	0.013
2050	2.470	0.021	0.018	0.015
2060	3.013	0.024	0.019	0.018

자료: İmrohoroğlu(2016), p. 144.

2) 소비세

- 소비세를 10% 이상 인상할 경우, 비연금적자가 개선되어 총 순차입을 감소시키나, 연금적자와 이자지출은 증가하여 부채는 지속적으로 증가할 것으로 전망
 - 소비세 20% 인상 시, 2016년부터 매년 1%p씩 증가하여 2025년에 20%에 도달한다고 가정함
 - [그림 IV-21]을 살펴보면 소비세 20% 인상 시, 2100년까지 비연금적자는 서서히 감소하여 흑자로 전환되나 연금적자는 큰 변동 없이 유지되며, 이자지출은 지속적으로 증가할 것으로 전망

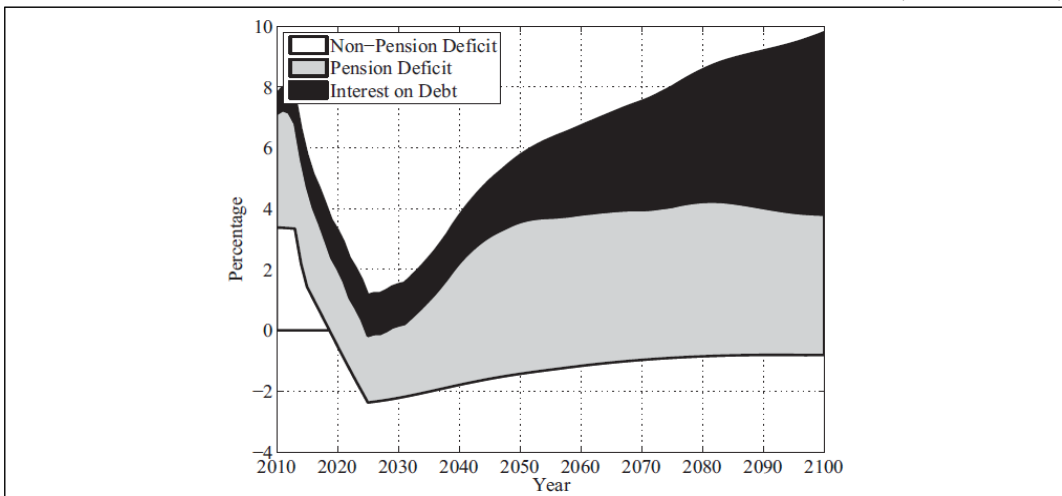
〈표 IV-10〉 소비세 인상이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율			
$\tau_{c,t}$	10%	15%	20%
2010	1.042	1.042	1.042
2020	1.625	1.573	1.564
2030	2.074	1.814	1.662
2040	2.701	2.218	1.856
2050	3.67	2.932	2.336
2060	4.771	3.765	2.925

자료: Imrohoroglu(2016), p. 144.

[그림 IV-21] 순차입 전망결과: 소비세 20%

(단위: GDP 대비 %)



자료: Imrohoroglu(2016), p. 145.

3) 여성의 노동참여율

- 여성의 정규직 비중과 노동참여율을 상향 조정시킨 시나리오 C를 적용할 경우, GDP 대비 부채 비율이 급격히 감소하며, 그 효과는 소비세율 20% 인상보다 큰 것으로 전망됨
- 시나리오 A는 고용유형 비율을 고정한 채 여성의 노동참여율을 남성 수준까지 증가시키며, 시나리오 B는 여성의 정규직 비율을 증가시키고 여성의 노동참여율을 고정시키며, 시나리오 C는 시나리오 A와 B를 조합함
- 여성의 노동참여율 증가로, 연금의 과세 대상이 즉시 증가하여 연금수지가 개선되며, 매년 연금적자는 GDP 대비 4% 수준으로 기준선보다 낮은 수준으로 증가할 것으로 전망
- 또한 남녀가 동일한 비율로 노동시장에 참여할 경우, 비연금 예산은 거의 영구적으로 균형을 이룰 것으로 전망

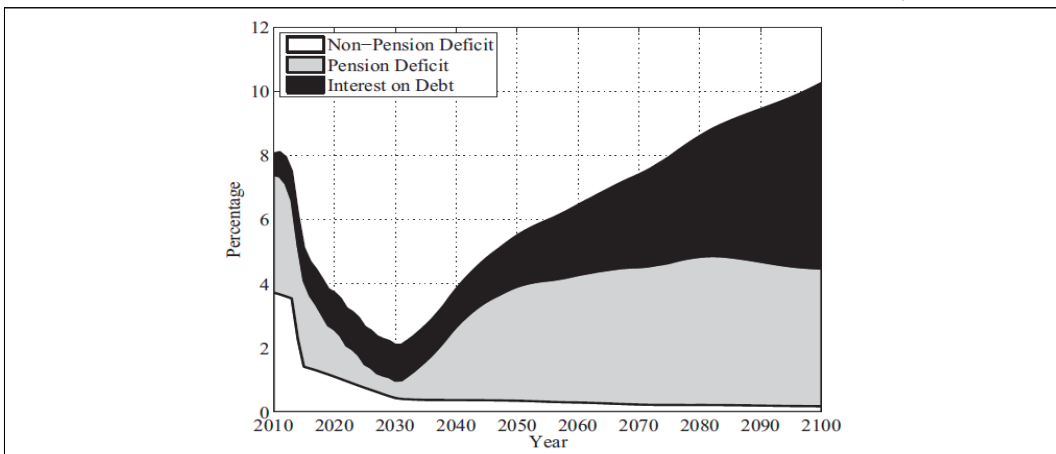
〈표 IV-11〉 시나리오별 여성의 노동참여율이 재정의 지속가능성에 미치는 영향

GDP 대비 부채 비율				
연도	기준선	시나리오 A	시나리오 B	시나리오 C
2010	1.042	1.042	1.042	1.042
2020	1.625	1.496	1.593	1.457
2030	2.074	1.724	1.932	1.555
2040	2.701	2.148	2.389	1.779
2050	3.670	2.845	3.163	2.247
2060	4.771	3.654	4.061	2.812

자료: İmrohoroğlu(2016), p. 146.

[그림 IV-22] 순차입 전망결과: FLFP(C)

(단위: GDP 대비 %)



자료: İmrohoroğlu(2016), p. 146.

4) 추가소득의 이질성

- 본 모형에서는 여성의 소득이 연령, 성별, 고용뿐 아니라, 가구 내 부양자녀 수로 결정된다고 가정함
- 본 모형에서는 소득보정을 위해 임금구조 기본조사(BSWS)를 사용하나, 개인 단위 데이터를 가용할 수 없기에 전국 가족소득 및 지출 조사(NSFIE)를 활용하여 부양자녀가 여성 근로자의 소득에 미치는 영향을 추정함
 - $\bar{Y}_{i,e}$ 는 연령 i 세, 고용유형 e 인 부양자녀가 없는 여성근로자의 기본소득임
 - 부양자녀는 NSFIE상 가구주와의 관계가 자녀이며, 16세 미만으로 가정
 - 가구 내 부양자녀의 존재는 고용유형과 상관없이 여성근로자의 소득을 감소시킴

$$\ln Y_{i,e} = \ln \bar{Y}_{i,e} + \alpha_{1,e} Kids_t + \alpha_{2,e} Kids_t^2$$

〈표 IV-12〉 부양자녀가 여성 소득에 미치는 영향

구분	$\alpha_{1,e}$	$\alpha_{2,e}$
정규직	-0.26684 (0.0109)	0.04036 (0.0037)
비정규직	-0.11173 (0.0223)	0.00967 (0.0068)
자영업자	-0.22847 (0.0480)	0.03374 (0.0151)

자료: Imrohoroglu(2016), p. 147.

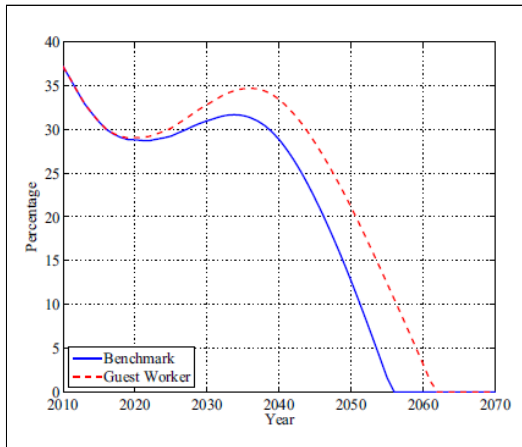
- 부양자녀 수에 따라 소득이 변동된다는 가정 하에 전망을 실행했으나, 전망결과가 기준선 결과와 큰 차이가 없었음
- 출산율은 전망기간 동안 감소하며, 여성 소득과 부양자녀 수 사이의 음(-)의 관계로 인해 부양가족 수가 감소하여 평균소득에 양의 영향을 미칠 것으로 전망
 - 이로 인해 소득 증가로 인한 과세 기반이 증가하여 연금수입이 증가하지만, 동시에 연금 급여 지출 또한 증가함
 - 연금기금은 기준선보다 더디게 증가하지만 그 차이는 미미하며, 고갈시점은 기준선보다 1년 뒤인 2057년이 될 것으로 전망

5) 이민정책

- 적극적인 이민정책을 도입할 경우, 외국인 소득으로 인한 연금수입의 증가로 연금기금의 고갈시점을 6년 정도 연장시키며, GDP 대비 부채 비율에 미치는 영향은 미미할 것으로 전망
 - 2015년부터 매년 20만명씩 일본에 외국인 근로자가 유입되며, 모든 근로자는 25세에 입국하여 최대 20년 동안 체류하고, 남녀 성비는 동일하다고 가정함
 - 일본의 비정규직 임금과 동일한 수준의 임금을 받고 있으며, 외국인 노동자 수입의 80%를 소비하고 20%는 모국으로 송금한다고 가정함
 - 외국인 근로자의 50%는 기초연금에 가입하고, 나머지는 후생연금보험에 가입했다고 가정함

[그림 IV-23] GDP 대비 연금기금 전망결과:
이민정책 적용

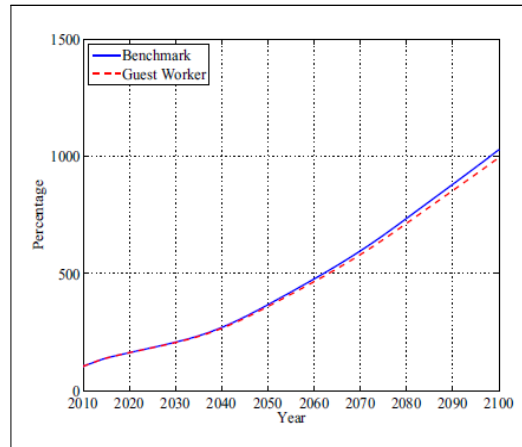
(단위: GDP 대비 %)



자료: Ímrohoroğlu(2016), p. 148.

[그림 IV-24] GDP 대비 정부부채 전망결과:
이민정책 적용

(단위: GDP 대비 %)



자료: Ímrohoroğlu(2016), p. 148.

5. 차별점

- 여성의 노동참여율에 대한 시나리오 분석 시행
 - 고용유형 변동, 노동참여율 상향 조정 그리고 각 시나리오별 조합 등의 시나리오 반영
- 이민정책 시나리오 분석 시행
 - 일본 정부의 외국인 노동자 프로그램을 부분적으로 반영하여 재정에 미치는 영향을 별도로 분석함

6. 결론

- 재정정책의 변화가 없을 경우, 재정적자와 비연금적자는 지속적으로 증가할 것이며, 이에 따라 부채규모 또한 전례없는 최고 수준에 도달 할 것으로 전망
 - GDP 대비 부채 비율: (2020년) 162% → (2040년) 270% → (2060년) 477%
- 재정 균형 달성을 위해선 다양한 재정정책의 조합이 필수적임
 - 소비세율이 인상 예정인 10%에서 20%로 인상될 시, 비연금적자는 즉시 수십년 동안 흑자로 전환되나, 고정된 연금적자는 대규모 신규 차입을 야기하며, GDP 대비 부채 비율은 다시 증가할 것으로 전망
 - 소비세 20% 적용 시: (2020년) 163% → (2040년) 272% → (2060년) 487%
 - 여성의 고용 형태, 소득을 남성과 비슷한 수준으로 상향조정하여 여성의 노동참여율을 증가시키는 것이 장기적으로 재정 지속가능성 개선에 더 효과적일 것으로 전망
 - 여성의 노동참여율 상향 조정: (2020년) 146% → (2040년) 178% → (2060년) 281%
 - 여성의 노동참여율 증가로 연금적자 및 비연금적자는 감소하지만, 대규모 재정적자는 수십년간 지속되며, 재정 균형을 위해선 여러 재정정책 간의 조합이 필수적임

V. 「Ageing, government budgets, retirement, and growth」

1. 분석배경

- (연구배경) 선진국 경제는 인구고령화가 1인당 성장률을 하락시켰다는 명확한 증거를 제시하지 못한 채, 저출산·고령화에 직면했으며, 경제성장의 지속가능성을 위해 인구 변동이 1인당 성장과 정부예산에 미치는 영향을 분석할 필요성이 커짐
- (연구목적) 인구 고령화가 1인당 성장 및 정부예산에 미치는 영향을 분석하기 위해 중첩세대 모형 구축
 - 본 모형은 표준중첩세대를 기반으로, 내생적 성장을 결정하는 민간·공공자본형성, 출생 및 생존 등의 인구변수 그리고 다양한 경제·정치적 선택을 포함함
- (연구내용) 본 연구는 모형경제, 모수 설정 그리고 전망결과로 구성
 - (모형경제) 주요 구성요소 및 가정 설명
 - 기술, 정부부문, 선호도, 균형성장경로 등 모형경제 구성요소 및 가정 설명
 - 외생성 성장 사양 설명
 - * (외생성 성장 사양) 국가 간의 기술 확산이 해당 국가 외 국가의 생산성에 영향을 미친다는 가정하에 국내 및 국외 생산성 등이 외생적으로 주어짐
 - 정치-경제적 균형에 대한 원리 및 주YG정 설명
 - * (정치-경제적 균형) 인구구조 변동이 투표를 통한 정당 선택을 통해 정책 변화를 유도하여 균형정책을 선택하며, 균형할당에 직·간접적으로 영향을 미침
 - (모수 설정) 모수 설정 시 활용된 기초자료 설명
 - 모형경제 구성요소별로 활용된 기초자료 및 가정 설명
 - 외생적 성장 사양에 활용된 모수 설명
 - (전망결과) 모형의 전망결과 및 해석

- 총 인구 증가율 및 생존율 등 인구변수 전망결과
- 인구 변동에 따른 국가별 정책도구 전망결과
- 국가별 1인당 성장률 전망결과
- 인구 변동과 정책이 경제에 미치는 직·간접적 효과 등의 국가별 전망결과 등

2. 모형경제

가. 인구

- 본 모형은 청년가구와 노인가구가 중첩되는 경제를 분석 대상으로 하며, 세부 내용은 다음과 같음
 - t 기 청년가구는 노동, 납세, 저축 그리고 노후를 위한 저축 등을 수행하며, 이 과정에서 생존율 p_{t+1} 을 적용하며, 생존자는 다음 기에 노인가구가 됨
 - 노인가구가 되면 저축, 공적이전소득 그리고 근로소득을 소비함
 - 근로소득의 규모는 퇴직연령 ρ_t 와 청년근로자 대비 노인근로자의 노동생산성 χ 에 의해 결정됨
 - 만약 $\rho_t = 0$ 혹은 $\chi = 0$ 이면, 노인가구의 1인당 유효노동공급은 0이며 해당 노인가구는 연도 말에 사망함
 - t 기 노인가구 대비 청년가구의 비율은 $\frac{\nu_t}{p_t}$ 로 나타내며, 총 청년가구 증가율 ν_t , 단기 출산율 그리고 생존율 p_t 를 반영함
 - 균형성장경로상에서 생존율은 p 로 고정되며, 총 인구 성장률은 v 로 나타냄
 - 노인기에 도달하기 전 사망한 청년가구의 저축은 완전연금시장을 반영하여 생존한 동일 연령대의 청년가구에게 분배됨

나. 기술

- 콥-더글라스의 기술을 기반으로, 기업은 자본과 노동을 투입하여 생산물을 산출하며, 세부내용은 다음과 같음

- 자본은 매년 감가상각이 이뤄지며, 청년가구당 자본스톡 k_t 는 이전 기간의 청년가구 1인당 저축액 s_{t-1} 을 당기 청년근로자의 증가율 ν_t 로 나눈 값임
- 노동생산성은 H_t 로 나타내며, 청년가구의 여가소비는 x_t 로 나타냄
- t 기 노인근로자의 노동공급은 $\rho_t(1-x_t)$ 로 나타내며, 청년근로자와 비은퇴 노인근로자의 근로시간은 동일하다고 가정함
- t 기 청년가구당 노동공급은 $\psi_t(\rho_t)(1-x_t)$ 로 나타내며, $\psi_t(\rho_t)$ 는 $1 + \rho_t \chi \frac{p_t}{\nu_t}$ 로 정의함
- t 기 청년가구당 생산량은 아래 식으로 나타냄
 - α 는 자본비중으로, $\alpha \in (0,1)$ 이며, B_0 는 양수임

$$B_0 k_t^\alpha [H_t \psi_t(\rho_t)(1-x_t)]^{1-\alpha}$$

- 생산요인은 완전경쟁으로 인해 한계생산물로 지불되며, 시급 w_t 와 물적자본의 총 수익률 R_t 는 아래 식으로 나타냄
 - α' 는 $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ 로 정의하며, 연금급여 수급을 반영하여 노인까지 생존하는 청년가구의 총 저축수익률 \widehat{R}_t 은 $\frac{R_t}{p_t}$ 로 정의함

$$w_t = (1-\alpha)B_0 H_t^{1-\alpha} k_t^\alpha [\psi_t(\rho_t)(1-x_t)]^{-\alpha}$$

$$R_t = \alpha B_0 H_t^{1-\alpha} k_t^{\alpha-1} [\psi_t(\rho_t)(1-x_t)]^{1-\alpha} = w_t \frac{\psi_t(\rho_t)(1-x_t)}{k_t} \alpha'$$

- 노동생산성 H_t 는 이전 기간의 공공투자를 반영하며, 생산성의 증가는 청년가구당 공공투자의 함수로 아래 식과 같이 나타냄
 - I_t 은 청년가구당 투자지출을 나타내며, δ 는 공공투자로 인한 생산성 변동에 대한 탄력성으로, $\delta \in (0,1)$ 이며, B_1 는 양수임

$$H_{t+1} = B_1 H_t^{1-\delta} I_t^\delta$$

〈표 V-1〉 기술 변수설명

변수명	설명
p_t	생존율
ρ_t	퇴직연령
χ	청년근로자 대비 노인근로자의 노동생산성
ν_t	총청년가구 증가율
$\frac{\nu_t}{p_t}$	노인가구 대비 청년가구 비율
v	총인구 증가율
k_t	청년가구당 자본스톡
s_t	청년가구당 저축액
x_t	청년가구의 여가소비
H_t	노동생산성
$\psi_t(\rho_t)(1-x_t)$	청년가구의 노동공급
α	자본비중
w_t	시급
R_t	물적자본의 총수익률
\hat{R}_t	노인까지 생존한 청년가구의 총저축수익률
I_t	청년가구당 투자지출
δ	공공투자로 인한 생산성 변동에 대한 탄력성

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012)를 활용하여 연구자 재가공

다. 정부부문

- 정부는 t 기 청년가구의 근로소득에 세율 $\tau_t + \sigma_t$ 로 과세함¹¹⁾
- 세율 τ_t 에 의해 발생한 수입은 노인가구에게 투입되는 총 이전지출 b_t 에 할당되며, 세율 σ_t 에 의해 발생한 수입은 공공투자 I_t 에 할당됨
 - 총 이전지출 b_t 와 공공투자 I_t 는 아래 식으로 나타냄
 - I_t 와 b_t 그리고 퇴직연령은 모두 반드시 양수이어야 함

$$b_t = w_t(1-x_t)\tau_t \frac{\nu_t}{p_t}$$

11) 본 모형에서는 일시금 세금을 제외함

$$I_t = w_t(1 - x_t)\sigma_t$$

□ t 기 정책도구 조합 κ_t 는 $(\tau_t, \sigma_t, \rho_t)$ 로 나타내며, κ_t 는 아래 식을 만족해야 함

$$\tau_t, \sigma_t, \rho_t \geq 0 \quad \text{for all } t \quad (1)$$

〈표 V-2〉 정부부문 변수설명

변수명	설명
$\tau_t + \sigma_t$	세율
τ_t	이전지출 b_t 에 할당되는 세율
σ_t	공공투자 I_t 에 할당되는 세율
b_t	총 이전지출
I_t	공공투자
κ_t	정책도구 조합

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012)를 활용하여 연구자 재가공

라. 선호도

□ 여가소비를 포함한 청년기 및 노년기 소비에 대한 t 기 근로자의 기대효용 극대화는 아래 식과 같이 나타냄

- 청년가구는 청년기 소비 c_1 뿐 아니라 노년기 소비 c_2 또한 중요하게 여기며, 각 에이전트의 소비는 할인율 β 에 따라 할인되며, 청년가구의 노년기 소비에 대한 유효할인율은 사망에 대한 리스크를 반영하여 βp_{t+1} 로 나타냄
- 분석의 용이성을 위해, 소비와 여가소비의 효용함수에 로그를 취함
- 여가소비에 대한 처리는 생애에 걸쳐 대칭적이며, 노년 연령대의 여가소비는 시간부존량 1과 노동에 투입된 시간과의 차이와 동일함
- m 은 여가소비의 선호도를 나타내며 양수임

$$\max_{s_t, x_t} \ln(c_{1,t}) + m \ln(x_t) + \beta p_{t+1} [\ln(c_{2,t+1}) + m \ln(1 - \rho_{t+1}(1 - x_{t+1}))]$$

$$s.t. \quad c_{1,t} = w_t(1 - x_t)(1 - \tau_t - \sigma_t) - s_t$$

$$c_{2,t+1} = s_t \widehat{R}_{t+1} + w_{t+1}(1 - x_{t+1})\chi \rho_{t+1} + b_{t+1}$$

〈표 V-3〉 선호도 변수설명

변수명	설명
c_1	청년기의 소비
c_2	노년기의 소비
β	할인율
m	여가소비의 선호도

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012)를 활용하여 연구자 재가공

마. 균형경제

□ 가계저축과 노동공급을 결정하는 제1조건은 아래 식과 같이 나타냄

$$\frac{1}{c_{1,t}} = \beta p_{t+1} \hat{R}_{t+1} \frac{1}{c_{2,t+1}}$$

$$\frac{m}{x_t} = w_t (1 - \tau_t - \sigma_t) \frac{1}{c_{1,t}}$$

○ 개별가구의 최적의 저축 선택을 나타내는 오일러 방정식(Euler's equation)은 아래 식과 같음

$$\frac{s_t \hat{R}_{t+1} + w_{t+1} (1 - x_{t+1}) \chi \rho_{t+1} + b_{t+1}}{\beta p_{t+1} \hat{R}_{t+1}} = w_t (1 - x_t) (1 - \tau_t - \sigma_t) - s_t$$

○ $\frac{s_{t-1} R_t}{v_t}$ 는 $w_t \psi_t(\rho_t)(1 - x_t) \alpha'$ 로 정의하며, 방정식 좌항을 단순화하고 개인 저축액과 평균 저축액을 동일하게 설정한 후, 총저축함수를 산출

$$s_t = z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1}) w_t (1 - x_t) (1 - \tau_t - \sigma_t)$$

○ $z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1})$ 는 t기 청년가구의 저축률으로 아래 식과 같이 나타냄
- t기 저축률은 t+1기의 정책적 선택에 의해 결정되며, 선호도에 로그를 취하더라도 저축률은 정책에 내생적이 됨

$$z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1}) \equiv \frac{\alpha \beta}{\frac{\alpha(1 + \beta p_{t+1})}{p_{t+1}} + \frac{1 - \alpha}{\psi_{t+1}(\rho_{t+1})} \left(\frac{\tau_{t+1}}{p_{t+1}} + \frac{\chi \rho_{t+1}}{v_{t+1}} \right)} \geq 0$$

□ 여가소비에 대한 제1조건과 $c_{1,t}$ 의 식을 결합하여 식 (2)를 산출함

$$x_t = \frac{m(1 - z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1}))}{1 + m(1 - z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1}))} \quad (2)$$

□ 청년가구당 자본소득 k_t , 동적예산제약 그리고 총저축함수를 결합하면, 균형할당(Equilibrium Allocation)을 아래의 상태변수와 정책도구의 함수로 나타낼 수 있음

- t 기 외생적 상태변수는 H_t 와 k_t 로 나타내며, k_t 는 $\frac{s_{t-1}}{v_t}$ 로 정의하고, 상태변수를 단순화하여 상태변수를 H_t 와 q_t 로 나타내고, q_t 는 $H_t^{1-\alpha} k_t^\alpha$ 로 정의함
- 청년가구의 근로소득 L_t 은 $B_0(1-\alpha)q_t(1-x_t)^{1-\alpha}\psi_t(\rho_t)^{-\alpha}$ 혹은 $w_t(1-x_t)$ 로 정의함

$$\left\{ \begin{array}{l} k_{t+1} = L_t(1 - \tau_t - \sigma_t) \frac{z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1})}{v_{t+1}} = \frac{s_t}{v_{t+1}} \\ c_{1,t} = L_t(1 - \tau_t - \sigma_t)(1 - z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1})) \\ c_{2,t} = L_t v_t \left(\frac{\alpha' \psi_t(\rho_t)}{p_t} + \frac{\tau_t}{p_t} + \frac{\chi \rho_t}{v_t} \right) \\ x_t = \frac{m(1 - z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1}))}{1 + m(1 - z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1}))} \\ H_{t+1} = B_1 H_t^{1-\delta} (L_t \sigma_t)^\delta \\ q_{t+1} = (B_1 H_t^{1-\delta} (L_t \sigma_t)^\delta)^{1-\alpha} (L_t(1 - \tau_t - \sigma_t) z_{t+1}(\tau_{t+1}, \rho_{t+1})) / v_{t+1} \end{array} \right. \quad (3)$$

□ 정책도구($\{k_t\}_{t=0}^\infty$)의 적용 순서뿐 아니라 외생적 상태변수(H_0, q_0)의 초기값에 따라 식 (3)은 균형할당을 달성할 수 있으며, 로그를 취한 두 외생적 상태변수의 경로이동방법은 식 (4)와 같음

- $\zeta_t^H(\sigma_t, \rho_t, \tau_{t+1}, \rho_{t+1})$ 와 $\zeta_t^q(\tau_t, \sigma_t, \rho_t, \tau_{t+1}, \rho_{t+1})$ 에 대한 정의는 식 (3)을 따름
- 노동공급이 비탄력적인 경우, 즉 $m = 0$ 인 경우, x_t 는 0이 되며 식 (3)의 균형할당은 여전히 유효함

$$\begin{bmatrix} \ln(H_{t+1}) \\ \ln(q_{t+1}) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1-\delta & \delta \\ (1-\alpha)(1-\delta) & \alpha + \delta(1-\alpha) \end{bmatrix}}_{\equiv M} \begin{bmatrix} \ln(H_t) \\ \ln(q_t) \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} \xi_t^H(\cdot) \\ \xi_t^q(\cdot) \end{bmatrix}}_{\equiv \xi_t} \quad (4)$$

〈표 V-4〉 균형경제 변수설명

변수명	설명
z_t	청년가구 저축률

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012)를 활용하여 연구자 재가공

바. 균형성장경로

- 균형성장경로상에서는 세율(τ_t, σ_t), 인구학적 변수뿐만 아니라 노동공급 또한 시간불변적이라 가정함
 - 식 (3)의 $k_t, s_t, c_{1,t}$ 그리고 $c_{2,t}$ 의 성장률은 q_t 의 성장률과 동일함
 - 식 (3)의 외생적 상태변수(H_0, q_0)의 경로이동방법은 균형성장경로상 H_t 의 총 성장률인 γ_H 가 q_t 의 총 성장률과 동일함을 의미함
 - 세율이 시간불변적일 경우, 균형성장경로상에서 식 (3)의 H_{t+1} 와 q_{t+1} 에 대한 방정식이 비율 $\frac{H_t}{q_t}$ 를 산출하며, 해당 비율을 적용하여 동일해진 두 조건이 γ_H 를 산출하고, 결과적으로 $q_t, k_t, s_t, c_{1,t}$ 그리고 $c_{2,t}$ 의 균형성장률을 산출함

$$\gamma_H = ((B_0\psi(\rho)^{-\alpha}(1-\alpha)(1-x)^{1-\alpha})^\delta B_1^{1-\alpha}((1-\tau-\sigma)\frac{z(\tau,\rho)}{v})^{\alpha\delta}\sigma^{\delta(1-\alpha)})^{\frac{1}{1-\alpha(1-\delta)}} \quad (5)$$

s.t. (2)

- 식 (5)의 각 변수들이 성장률에 미치는 영향은 다음과 같음
 - 총 인구 증가율 v 는 주어진 저축률 하에서 청년가구당 자본스톡을 감소시켜 1인당 성장률에 직접적으로 부정적인 영향을 미침
 - 주어진 청년가구당 자본스톡하에서 총 인구 증가율 v 는 총 노동공급을 감소시키고 급여를 인상시켜 성장률에 긍정적인 영향 또한 미침
 - 저축률은 분모 v , 청년가구당 자본스톡은 $\psi(\rho)^{-\alpha}$ 에 영향을 받음

- 생존률 증가는 주어진 청년가구당 자본스톡하에서 총노동공급을 증가시키고 임금을 감소시켜 성장률에 직접적으로 부정적인 영향을 미침
 - 또한 출산율 및 생존률 증가는 저축률뿐 아니라 청년가구의 노동공급에도 영향을 미침
 - 소득세는 청년가구의 가처분소득을 낮추어 성장률을 낮추며, 퇴직연금 급여 또한 저축률을 낮추기에 성장률을 낮춤
 - 청년가구의 가처분소득은 $1 - \tau - \sigma$ 에 영향을 받으며, $z(\cdot)$ 는 τ 에서 감소함
 - 경험적 증거에 따르면 공공투자는 생산성의 성장을 촉진시키며, 퇴직연령의 연장은 근로자의 임금과 저축률을 낮추기 때문에 성장에 부정적인 영향을 미침
 - 생산성 성장은 마지막 항의 σ , 근로자의 임금은 $\psi(\rho)^{-\alpha}$ 에 영향을 받음
- 본 연구는 인구변동이 성장에 미치는 직·간접적인 영향($\frac{d\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{d(p,v)}$)을 분석하는데 목적이 있으며 OECD 선진국 경제를 분석 대상으로 혼합적인 영향을 정량적으로 평가함
- 정책도구 κ_t 의 선택이 변동함에 따라 인구변동이 성장에 직·간접적인 영향을 미치는 것을 반영하여 성장률을 $\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))$ 로 나타냄
 - 성장이론은 대개 인구변동이 성장률에 미치는 직접적인 영향($\frac{\partial\gamma_H((p,v),\kappa)}{\partial(p,v)}$) 혹은 정책이 성장에 미치는 직접적인 영향($\frac{\partial\gamma_H((p,v),\kappa)}{\partial\kappa}$)을 분석함
- 장기성장경로상의 물적자본은 $k_{t+1} = L_t(1 - \tau_t - \sigma_t)\frac{z(\tau,\rho)}{v}$ 를 만족시키며 k_t 가 총 성장률 γ_H 에 따라 증가할 경우, 아래 식을 따름

$$\left(\frac{H_t}{k_t}\right)^{1-\alpha} = \frac{\gamma_H v}{B_0 \psi(\rho)^{-\alpha} (1-\alpha)(1-x)^{1-\alpha} (1-\tau-\sigma)} \text{ s.t. (2)}$$

$$R = \frac{\alpha \psi(\rho) \gamma_H v}{(1-\alpha)(1-\tau-\sigma)z(\tau,\rho)} \text{ s.t. (2)}$$

〈표 V-5〉 균형성장경로 변수설명

변수명	설명
γ_H	균형성장경로상 H 의 총 성장률
R	총 이자율

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012)를 활용하여 연구자 재가공

사. 외생적 성장 사양

- 외생적 성장 사양은 국가 간의 기술확산으로 인해 한 국가의 H 에 대한 성장률이 해당 국가의 공공투자뿐만 아니라 다른 국가의 투자 혹은 생산성 증가에도 영향을 미친다는 가정에 기반함

- 위의 가정은 기술확산 혹은 무역이 지역 혹은 국가 전반에 걸쳐 성장률을 균등화시킨다는 Acemoglu(2009)의 주장에 기반함

- 위 가정을 아래식과 같이 나타냄

- $0 \leq \epsilon < 1$ 이며, \bar{H}_t 는 해당 국가를 제외한 나머지 국가의 생산성을 나타냄

$$H_{t+1} = B_1 \bar{H}_t^{(1-\epsilon)(1-\delta)} H_t^{\epsilon(1-\delta)} I_t^\delta,$$

- 국내 및 국외 생산성의 증가율은 외생적으로 주어지며, 국내의 성장역학은 폐쇄경제 사양으로 설정됨

- 균형성장률 γ_H 에서의 H , k , q 의 성장률은 γ_{B_1} ¹²⁾에서의 외생적 성장률 $B_{1,t}$ 에 의해 유지됨

$$H_{t+1} = B_{1,t} H_t^{\epsilon(1-\delta)} I_t^\delta$$

- 외생적 성장 사양하에서 식 (4)의 상태변수에 대한 경로이동방법이 식 (6)으로 변경되어도 식 (3)의 k_{t+1} , $c_{1,t}$, $c_{2,t}$ 에 대한 방정식은 여전히 유효함

- 시간이 지남에 따라 $B_{1,t}$ 가 증가한다는 점에서 ζ_t 는 내생적 성장 사양의 해당 식과는 차이가 있으며, $\frac{H_t}{k_t}$ 과 R 에 대한 균형 식은 여전히 적용 가능함

12) $\gamma_{B_1} = \gamma_H^{(1-\delta)(1-\epsilon)}$

$$\begin{bmatrix} \ln(H_{t+1}) \\ \ln(q_{t+1}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \epsilon(1-\delta) & \delta \\ \epsilon(1-\alpha)(1-\delta) & \alpha + \delta(1-\alpha) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln(H_t) \\ \ln(q_t) \end{bmatrix} + \zeta_t \quad (6)$$

아. 정치경제적 균형

- 본 모형에서 청년 및 노인가구는 정책도구 κ_t 에 의해 특정된 값에 연동되는 정책플랫폼에 기반하여 입후보자에 투표한다고 가정함
 - 유권자는 선택한 입후보자를 영구적으로 지지하며, 선거 과정에서 변경이 불가능하며 고, 전망기간 동안 입후보자의 정책플랫폼뿐 아니라, 유권자의 이익과 관련된 정책에 대한 다른 특성 또한 지지한다고 가정함
- 확률적 투표 설정은 유권자의 지지를 얻을 확률을 경쟁정책 플랫폼의 연속함수로 만들어 균형정책 플랫폼이 인구구조의 변화에 원활히 대응하게 만들
 - 위 내용은 소폭의 인구구조 변화가 중위 유권자 코호트를 변경시킬 경우, 정책결과에 큰 영향을 미친다는, 이른바 중위유권자에 대한 설정과 대조적임
- 확률적 투표에서 두 입후보자는 예상득표율을 극대화하기 위해 정책플랫폼을 선택하며, 두 입후보자는 유사한 정책플랫폼을 제시하여 내쉬균형을 달성함
 - 유사한 정책플랫폼은 모든 유권자 집단이 가진 목적함수의 볼록집합을 극대화하며, 유권자 집단에는 집단 간의 규모, 정책 변동 시 투표 행태에 대한 민감도를 반영한 가중치가 적용됨
 - 정책에 가장 비중을 두는 집단은 기존 정책플랫폼의 작은 변동에도 다른 후보를 지지할 가능성이 다른 집단보다 높으며, 균형상태에서 ‘스윙 보터’ 집단은 정치적 영향력을 가지며, 정책을 자신들에게 유리하게 만들
 - 만약 모든 유권자가 정책플랫폼의 변동에 대해 동일하게 반응한다면, 선거 경쟁은 유권자에 대한 공리주의적 최적화를 달성함
- 매 기간 초, 정책입안자들은 정치경쟁으로 미래의 정책에 소홀하기에 유권자들은 현재의 정책 선택이 미래에 미치는 영향에 대한 기대치를 가져야하며, 여가소비 및 정책 선택을 마르코프(Markov) 가정하에 기본 상태변수의 함수로 나타냄

- 기본 상태변수의 함수는 $x_{t+1} = \tilde{x}_{t+1}(H_{t+1}, q_{t+1})$ 와 $\kappa_{t+1} = \tilde{\kappa}_{t+1}(H_{t+1}, q_{t+1})$ 가 해당되며, 상태변수에는 인구변수가 포함되기에 정책함수의 시간지수 또한 포함됨
 - 정책함수가 상태변수 (H, q) 에 독립적이면, 즉 $\kappa_{t+1} = \tilde{\kappa}_{t+1}$ 이면, 식 (2)는 여가소비함수 또한 상태변수 (H, q) 에 독립적이며, 즉 $x_{t+1} = \tilde{x}_{t+1}$ 이며, 총 저축함수와 식 (3)의 경제균형에도 적용 가능함을 의미함
 - 본 연구에서는 정책함수가 실제로 (H, q) 와 독립적이라고 가정하며, 이러한 가정하에 정책도구의 균형선택을 도출하고, 균형선택이 (H, q) 에 독립적임을 확인하여 해당 가정을 검증함
- 정치목적함수 $W_t(\cdot)$ 는 내생적 상태변수, 동기간의 정책도구 그리고 다음 기간의 정책도구와 여가소비의 예측값에 영향을 받음
- ω 은 청년가구 대비 노인가구의 1인당 정치적 영향력임

$$W_t(H_t, q_t, k_t; \tilde{k}_{t+1}, \tilde{x}_{t+1}) \equiv \omega p_t \{ \ln(c_{2,t}) + m \ln(1 - \rho_t(1 - x_t)) \} + v_t \{ \ln(c_{1,t}) + m \ln(x_t) + \beta p_{t+1} [\ln(c_{2,t+1}) + m \ln(1 - \rho_{t+1}(1 - x_{t+1}))] \}$$

$$s.t. (3), \kappa_{t+1} = \tilde{\kappa}_{t+1}, x_{t+1} = \tilde{x}_{t+1}$$

- t 기 균형정책의 선택은 아래 식과 같이 나타냄
- 정치균형을 위해선 상태변수 (H, q) 의 모든 조합이 필요하며, 아래 식에서 κ_t 는 $\tilde{\kappa}_t$ 로 주어짐

$$\max W_t(H_t, q_t, \kappa_t; \tilde{\kappa}_{t+1}, \tilde{x}_{t+1}) \quad s.t. (1)$$

- 식 (3)의 소비에 대한 균형 식을 활용하여, 목적함수를 아래 식과 같이 나타냄
- $t.i.p$ 는 로그 선호 가정으로 인해 동 기간의 정책 선택에 의해 영향을 받지 않는 항을 나타내며, H_t 와 q_t 그리고 외생적 성장 사양하에서 H 의 시점 간 파급(Spillover) 강도를 나타내는 모수 ϵ 을 포함함
 - 동 기간의 정책도구는 상태변수 H_t, q_t 에 연동되지 않기에, 균형정책함수는 상태변수 H_t, q_t 와 독립적이며, 정책함수가 실제로 (H, q) 와 독립적이라는 초기 가정을 검증함

- 유사하게 외생적 성장 사양에서 모수 ϵ 은 정책도구와 연동되지 않기에, 내·외생적 성장 사양에서 균형정책선택은 모두 동일함

$$\begin{aligned}
 W_t(\cdot) = & \omega p_t \left\{ \ln \left[\psi_t(\rho_t)^{-\alpha} \left(\frac{\alpha' \psi_t(\rho_t)}{p_t} + \frac{\tau_t}{p_t} + \frac{\chi \rho_t}{v_t} \right) \right] + m \ln(1 - \rho_t(1 - x_t)) \right\} \\
 & + v_t \left\{ \ln \left[\psi_t(\rho_t)^{-\alpha} (1 - \tau_t - \sigma_t) \right] + \beta p_{t+1} \ln \left[(\psi_t(\rho_t)^{-\alpha})^{\delta(1-\alpha) + \alpha} (1 - \tau_t - \sigma_t)^\alpha \sigma_t^{\delta(1-\alpha)} \right] \right\} \\
 & + t.i.p. \quad s.t(2)
 \end{aligned}$$

- 노동소득에 대한 청년가구 효용의 반탄력성(Semi-elasticity)은 Δ_{t+1} 로 나타내고, $1 + \beta p_{t+1}(\alpha + \delta(1 - \alpha))$ 로 정의하며, τ_t , σ_t 그리고 ρ_t 에 대한 제1조건은 아래 식과 같이 나타냄

- λ_s 는 정책도구에 대한 비음수 제약조건과 관련된 승수를 나타냄

$$\begin{aligned}
 \frac{\omega p_t}{v_t} \frac{\frac{1}{p_t}}{\alpha' \psi_t(\rho_t)/p_t + \frac{\tau_t}{p_t} + \frac{\chi \rho_t}{v_t}} + \lambda^\tau &= \frac{1 + \alpha \beta p_{t+1}}{1 - \tau_t - \sigma_t} \\
 \frac{\delta(1 - \alpha) \beta p_{t+1}}{\sigma_t} + \lambda^\alpha &= \frac{1 + \alpha \beta p_{t+1}}{1 - \tau_t - \sigma_t} \\
 \frac{\omega p_t}{v_t} \left(\frac{\alpha' \psi'_t(\rho_t)/p_t + \chi/v_t}{\alpha' \psi_t(\rho_t)/p_t + \frac{\tau_t}{p_t} + \frac{\chi \rho_t}{v_t}} - \frac{m(1 - x_t)}{(1 - \rho_t(1 - x_t))} \right) + \lambda^\rho &= \frac{\alpha \psi'_t(\rho_t)}{\psi_t(\rho_t)} \left(\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1} \right)
 \end{aligned}$$

- 만약 세율(τ_t , σ_t)이 내부적으로 주어지며 ρ_t 가 모서리에 위치할 경우, 세율 τ_t 와 σ_t 에 대한 제1조건을 아래 식과 같이 나타낼 수 있음

- 아래 식은 t기 세율이 t기와 t+1기의 인구변동과 연동됨을 의미함

$$\tau_t = \frac{\frac{\omega p_t}{v_t} - \alpha' \Delta_{t+1}}{\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}}$$

$$\sigma_t = \beta \delta p_{t+1} \frac{1}{\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}}$$

□ 정책도구(τ_t, σ_t, ρ_t)가 모두 내부적으로 주어질 경우, 정책도구에 대한 제1조건을 아래식과 같이 나타냄

○ x_t 는 미래의 정책선택에 대한 함수이기에(식 (2) 참조), 정책도구는 현재와 미래의 인구충격(Demographic Shocks)에 효과적으로 대응됨

$$\tau_t = \frac{(1-\alpha)\left(\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}\right) + \frac{\omega p_t}{v_t} m - \Delta_{t+1} \left(1 + \frac{\chi p_t}{v_t(1-\chi_t)}\right)}{(1-\alpha)\left(\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}\right) + \frac{\omega p_t}{v_t} m}$$

$$\sigma_t = \beta \delta p_{t+1} \frac{(1-\alpha)\left(1 + \frac{\chi p_t}{v_t(1-x_t)}\right)}{(1-\alpha)\left(\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}\right) + \frac{\omega p_t}{v_t} m}$$

$$\rho_t = \frac{(1-\alpha)\left(\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}\right) / (1-\chi_t) - \frac{\omega}{\chi} m}{(1-\alpha)\left(\frac{\omega p_t}{v_t} + \Delta_{t+1}\right) + \frac{\omega p_t}{v_t} m}$$

○ t기 노동공급 식 내 정책도구 조합은 $1-x_{t+1}$ 가 아니라 t+1, t+2기의 모수와 인구충격에만 영향을 미치기에 현재의 인구충격에 효과적으로 대응하지 못함

$$1-x_t = 1 - \frac{m}{1+m+\beta p_{t+1} \left(1 + \frac{\Delta_{t+2} v_{t+1}}{\omega p_{t+1}}\right) \alpha}$$

□ 균형정책 선택 κ_t 는 t기에서 t+2기까지의 인구충격 및 파라미터에 영향을 받으며. 인구변동은 다양한 유형별로 정책도구에 영향을 미침

○ 첫 번째 유형은 인구변동이 현재 노인의 상대적 정치력 $\frac{\omega p_t}{v_t}$ 를 변동시켜 정책도구에 영향을 미치는 것임

- 저출산, 고령화의 심화로 인한 청년 대비 노인의 수가 증가하여 노인의 상대적 정치력이 높아지며, 노인의 상대적인 정치력이 높아질수록 τ_t 는 증가하고 σ_t 와 ρ_t 는 감소함
- 정치력이 강한 노인 유권자일수록 세대 간의 이전소득과 조기 퇴직을 보장받으며, 이로 인해 조세왜곡(Tax Distortions)이 발생하여 정부지출 재원이 감소함
- 두 번째 유형은 인구변동이 퇴직연령을 연장시켜며, 이로 인해 총노동공급에 미치는 효과 $\frac{\chi p_t}{v_t}$ 가 변동되어 정책도구에 영향을 미치는 것임
 - 노인 수의 증가로 인해 정년연장이 총노동공급에 미치는 효과가 강해질수록 τ_t 는 감소하고 σ_t 와 ρ_t 는 증가함
 - 청년가구에 비해 노인의 수가 많아질수록, 퇴직연령 연장으로 인해 가용자원이 보다 증가할 것이며, 이로 인해 발생한 추가 자원은 세대 간의 이전지출에 대한 수요를 감소시키고, 조세왜곡을 감소시킴
- 첫 번째와 두 번째 유형은 청년가구 대비 노인가구의 수가 증가한 당기의 상황을 반영한 결과로, 두 유형을 조합하였을 시 τ_t 와 ρ_t 는 증가하고 σ_t 는 감소함
 - 고령사회일수록 노인의 상대적인 정치력이 증가하며, 그럼에도 불구하고 퇴직연령은 증가하게 됨
- 세 번째 유형은 인구변동이 청년가구의 생존율 p_{t+1} 을 변동시켜 정책도구에 영향을 미치는 것임
 - 생존율 p_{t+1} 의 변동은 정책도구에 영향을 미치며, 이로 인해 미래의 정치 프로세스에 대한 가중치가 조정되며, 가중치가 높아질수록 공공투자는 정치적으로 유지하기 쉬워짐
 - 결과적으로 생존율 p_{t+1} 이 증가하면 τ_t 는 감소하나 σ_t 와 ρ_t 는 증가함
- 마지막으로 인구변동이 정책 선택을 변동시켜 정책도구에 영향을 미치는 것임
 - 퇴직연령이 내부적으로 주어질 경우, 인구변동은 다음 기간의 정책 선택을 변동시키고, 이로 인해 동시대의 노동공급이 변동되어 정책도구에 영향을 미침
 - 특히 p_{t+1} , v_{t+1} , p_{t+2} 의 증가는 $1 - x_t$ 를 증가시키며, 동 기간의 노동공급이 증가할수록 순차대로 τ_t 는 증가하고 σ_t 와 ρ_t 는 감소함
 - 동 기간의 노동공급이 증가할수록 퇴직연령 연장의 비효율을 증가시키며, 결과적으로 퇴직연령은 감소하고 이전지출은 증가하며, 공공투자는 감소함

- 인구변동이 정책도구에 미치는 각 유형별 결과에 대한 상호작용이 비단조적 역학(Non-monotone Dynamics)을 발생시킨다는 것을 고려해야 함
 - 예들 들어, 생존율 상향은 충격 이전 기간의 세율 τ 를 하락시키는데, 이는 생존율 상향이 투자를 촉진시켰기 때문이며, 그 이후 생존율 상향은 노인 수를 증가시키며, 이로 인해 노인의 정치적 영향력 또한 증가하여 세율 τ 가 회복됨
 - 또한 동일한 충격에 대해 퇴직연령은 장단기적으로 증가하여 세율 σ_t 는 위와 정반대의 역학을 나타낼 수 있음
 - 비단조적 역학의 배경으로는 정부예산 비중의 단기변동 데이터를 기반으로 한 장기전망의 한계점이 있음

- 균형정책함수 κ_t 는 유한기간경제(the finite horizon economy)의 한계에서 유일함
 - 전망 최종 기간인 T기에서는 노동공급이 비탄력적이며, T기의 정치목적함수는 청년가구와 노인가구의 소비에 영향을 받음
 - τ_T 와 ρ_T 에 대한 T기 정치목적함수를 미분하면 상태변수 (H_T, q_T) 에 독립적인 정책도구에 대한 두 방정식이 산출되며, κ_t 가 (H_T, q_T) 의 함수가 아님을 의미함

$$c_{1,T} = L_t(1 - \tau_T)$$

$$c_{2,T} = L_T v_T \left(\frac{(\alpha' + 1)\psi_T(\rho_T) + \tau_T - 1}{p_T} \right)$$

- 균형성장경로상에서 생산효율성은 아래 식을 충족해야 함
 - 아래 부등식 중 하나가 위반될 경우, I 와 s 사이의 투자지출이 재할당되며, 이로 인해 향후 모든 기간에서 생산량이 소폭 증가할 수 있으며, 일부 기간에서는 급격히 증가할 수도 있음
 - 특히 왼쪽 부등식이 위반될 경우, 경제는 H 를 과도하게 축적하며, 반대의 경우 k 를 과도하게 축적함

$$1 \geq \alpha' \frac{I}{s} > \delta$$

〈표 V-6〉 정치경제적 균형 변수설명

변수명	설명
$W_t(\cdot)$	정치목적함수
ω	청년가구 대비 노인가구의 1인당 정치적 영향력
Δ_t	노동소득에 대한 청년가구 효용의 반탄력성
λ_s	정책도구의 비음수 제약조건 관련 승수

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012)를 활용하여 연구자 재가공

3. 모수 설정

- 본 모형의 전망 대상은 오스트리아, 캐나다, 덴마크, 프랑스, 독일, 이탈리아, 일본, 뉴질랜드, 스웨덴, 영국 그리고 미국 등, 총 11개국의 인구 가중 평균을 반영한 OECD 선진국 경제의 정량적 전망을 계산함
 - 총 11개국을 OECD 선진국, OECD 유럽선진국, 미국 그리고 일본으로 분류함
- 전망기간은 전망기간의 한 사이클을 30년으로 설정하며, 시작연도에 따라 전망기간을 세 가지로 구분함
 - 첫 번째는 1970년, 2000년, 2030년이고 두 번째는 1980년, 2010년, 2040년이며 마지막은 1990년, 2020년, 2030년임
- 아래의 모수는 선행연구의 전망치 및 OECD 실적치를 기반으로 설정됨
 - 30년 간의 총 인구 증가율은 이전 기간의 청년가구 수 대비 t기 청년가구 수의 비율인 v_t 를 사용함
 - 생존율 p_t 는 이전 기간 청년가구 수 대비 t기 노인가구 수 비율에 65세 기대수명을 30년으로 나눈 값을 적용한 추정치를 사용함
 - 1950년 이후의 인구 데이터는 UN 사무국 경제사회부 인구과(2005년, 2007년)의 데이터를 활용함
 - 65세의 기대수명에 대한 데이터는 2000년까지 사용하며, 2010~2050년까지는 출생시 기대수명 데이터를 기반으로 내부적으로 전망함
 - 2060년 이후 인구 데이터는 생존율 p 와 총 인구 증가율 v 가 장기적으로 1에 수렴한

다는 가정하에 내부적으로 전망함

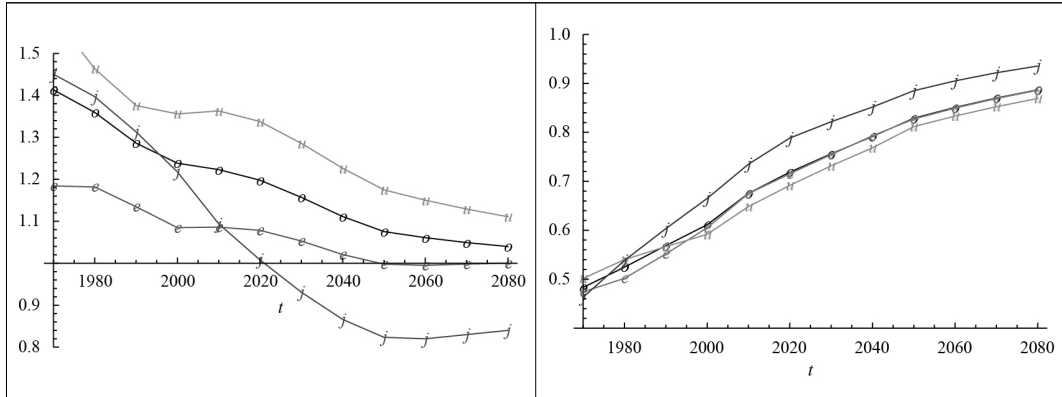
- Heathcote et al.(2010)의 생애 노동생산성 추정치를 기반으로 자본비중 α 는 0.3으로 설정하며, 외생적 성장률 B_0 는 1로 정규화하고, χ 는 1.135로 설정함
- 모수 β , δ , ω , B_1 를 설정하기 위해 모형 내에 아래의 조건을 설정함
 - 첫째, 2000년 기준 GDP 대비 이전지출과 공공투자의 비율인 $(1-\alpha)\tau_{2000}$ 와 $(1-\alpha)\sigma_{2000}$ 는 OECD 선진국 경제의 평균인 0.0796, 0.0727로 설정함
 - $(1-\alpha)\tau_{2000}$ 는 GDP 대비 노령 및 유족연금 등의 사회복지 급여지출 비율이며, $(1-\alpha)\sigma_{2000}$ 는 GDP 대비 정부의 고정자본형성 및 기타교육지출 비율임
 - 둘째, 2000년 인구통계 기준으로 균형성장경로상의 성장률과 이자율에 OECD 선진국 실적치를 적용
 - 균형성장경로상의 성장률 γ_H 는 1985~2005년까지의 OECD 선진국의 연평균 다요소 생산성 성장률인 1.0113 적용
 - 이자율 R 는 Gonzalez et al.(2008)에서 추정된 미국의 연간 총 이자율 1.0483 적용
 - 셋째, 청년가구의 노동공급을 기존의 1/3로 고정함
 - 위의 제약을 위해 $\beta=0.7226$, $\delta=0.4039$, $\omega=1.8256$, $B_1=10.7738$ 그리고 $m=2.7011$ 로 설정함

4. 전망결과

- 전망결과로 인구변동에 따른 정책도구, 인구변동과 정책이 경제에 미치는 직·간접적 효과 등의 전망치를 국가별로 제시함
- 국가별 총 인구 증가율(v)과 생존율(p)의 전망결과는 다음과 같음
 - 총 인구 증가율 v 는 전반적으로 감소하며, 특히 일본은 2020년 이후로 1% 이하로 감소한 후 2080년까지 0.8% 수준을 유지할 것으로 전망
 - 생존율 p 는 일본을 제외하고 전반적으로 증가하며, 일본은 1990년대부터 다른 국가보다 가파르게 증가하여 2010년부터는 약 0.1%p 높게 증가할 것으로 전망

[그림 V-1] 총 인구 증가율(v) 전망결과

[그림 V-2] 생존율(p) 전망결과



주. 표시 o는 OECD 선진국, e는 OECD 유럽선진국, u는 미국 그리고 j는 일본임

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), p. 107.

□ [그림 V-3]은 국가별 정책도구(τ_t , σ_t , ρ_t)의 전망결과를 나타냄

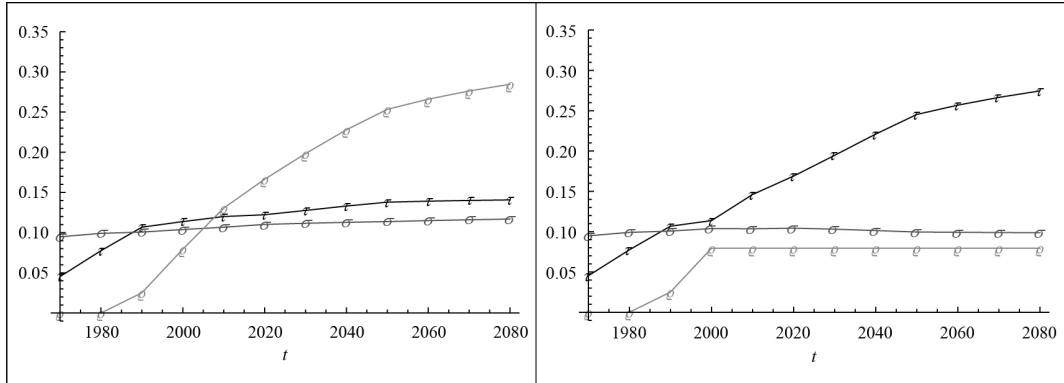
- 세율 τ_t 는 1970~2000년 사이에 두 배 이상 증가했으며, 그 이후는 유사한 수준을 유지하며, 전망 초부터 2080년까지 약 3%p 이상 더 증가할 것으로 전망됨
- 세율 σ_t 는 1970~2080년 사이에 2%p 이상으로 완만하게 증가할 것으로 전망됨
- 퇴직연령 ρ_t 는 2000~2080년 사이에 약 6년 정도 증가할 것으로 전망되며, 동 기간 동안 기대수명이 8년 이상 증가한 것이 비해 적게 증가함

□ 퇴직연령을 전망기간 동안 2000년 수준으로 고정했을 경우, 국가별 정책도구의 전망결과는 [그림 V-4]와 같음

- 세율 τ_t 는 가파르게 상승하며, 세율 σ_t 는 하락할 것으로 전망
- 퇴직연령 ρ_t 의 한도를 설정하면, 청년가구 대비 비근로 노인의 수가 증가하며, 이로 인해 청년가구당 사회보장기여금이 증가하여 τ_t 는 증가하고 σ_t 는 감소하고 결과적으로 정부투자를 낮춤

[그림 V-3] OECD 선진국의 정책도구 전망결과

[그림 V-4] OECD 선진국의 정책도구 전망결과:
퇴직연령 2000년 수준 고정



주. 표식 τ 는 세율 중 이전지출분, σ 는 세율 중 공공투자분 그리고 ρ 는 퇴직연령임
 자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), p. 108.

□ 청년가구의 노동공급과 저축률의 전망결과는 아래와 같음

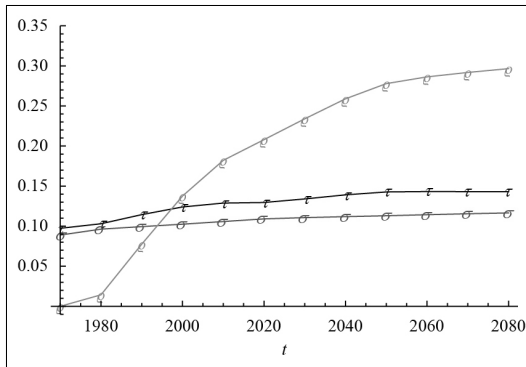
- 청년가구의 노동공급은 1970~2000년 사이에 1% 이상 증가하며, 2000~2080년 동안 약 1% 이상 추가로 증가할 것으로 전망
- 청년 저축률과 대조적으로, 예금을 인출하는 노인의 증가로 전국 저축률은 1970년 7%에서 2010년 6%. 2080년에는 약 4%까지 하락할 것으로 전망

□ 정책도구의 조정을 반영한 국가별 시나리오 전망결과는 아래와 같음

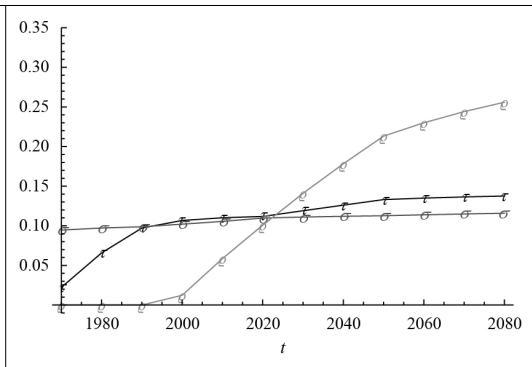
- 세 경제 간의 주요 차이점은 사회보장예산 비율과 퇴직연령임
 - 사회보장예산 비율은 전망 시작연도인 1970년에 미국과 일본이 OECD 유럽선진국보다 낮지만, 2000년 전후로 유사한 수준까지 증가함
 - 퇴직연령은 OECD 유럽선진국과 일본이 미국보다 더 빠르게 증가할 것으로 전망
- 위 전망결과는 실적치와 일관된 결과를 보임
 - 2000년 GDP 대비 이전지출 비중 $(1 - \alpha)\tau_{2000}$ 은 OECD 유럽선진국이 약 9%로 가장 높으며, 일본 및 미국(7% 이상)이 그 뒤를 이룰 것으로 전망됨
 - 해당 실적치 비율은 OECD 유럽선진국 10%, 일본 8% 그리고 미국 6%임
 - GDP 대비 공공투자 비중 $(1 - \alpha)\sigma_{2000}$ 또한 실적치와 동일하게 OECD 유럽선진국과 미국보다 일본이 더 높게 전망됨

- 본 모형은 1990년대 일본의 급격한 퇴직연령 증가와 미국의 완만하고 뒤늦은 퇴직연령 증가는 정확하게 전망했으나 OECD 유럽선진국의 전망결과는 실적치와 차이를 보임

[그림 V-5] OECD 유럽선진국의 정책도구
전망결과: 시나리오 적용



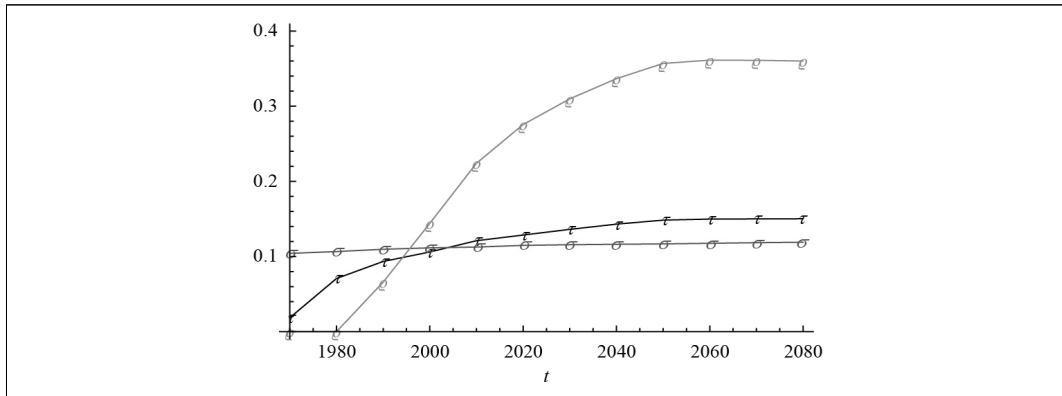
[그림 V-6] 미국의 정책도구 전망결과:
시나리오 적용



주. 표식 τ 는 세율 중 이전자출분, σ 는 세율 중 공공투자분 그리고 ρ 는 퇴직연령임

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), pp. 108~109.

[그림 V-7] 일본의 정책도구 전망결과: 시나리오 적용



주. 표식 τ 는 세율 중 이전자출분, σ 는 세율 중 공공투자분 그리고 ρ 는 퇴직연령임

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), pp. 108~109.

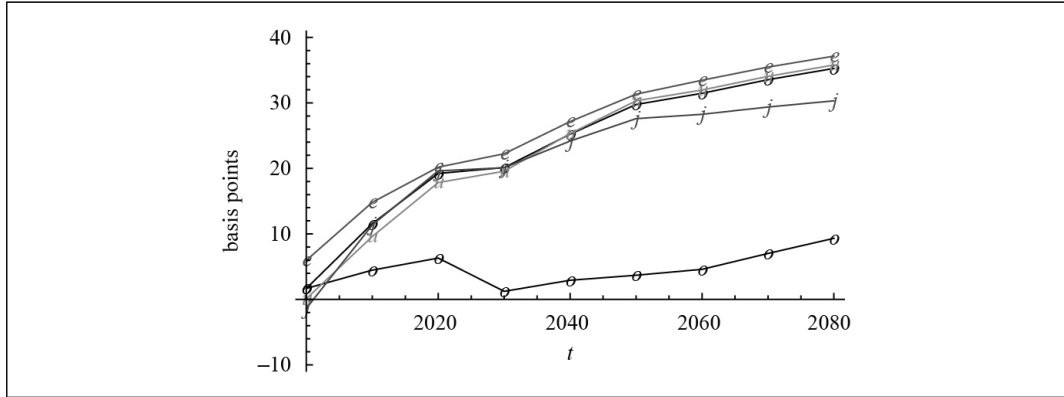
□ [그림 V-8]은 국가별 연간 1인당 성장률의 전망결과를 나타냄

- 1인당 성장률은 2000년 인구통계 기준 균형성장률과의 편차로, 10년마다 약 4bp씩 증가하며, 2080년까지 약 30~35bp 증가할 것으로 전망

- OECD 선진국, OECD 유럽선진국, 그리고 미국은 매우 유사하게 증가하며, 일본은 나머지 국가보다 완만하게 증가할 것으로 전망
- 퇴직연령을 2000년 수준으로 고정할 경우, τ_t 는 급격히 증가하고 σ_t 는 감소하여, 1인당 성장률은 전망기간 동안 2000년 수준으로 유지될 것으로 전망

[그림 V-8] 국가별 1인당 성장률 전망결과

(단위: Basis Points)



- 주 1. 표식 o는 OECD 선진국, e는 OECD 유럽선진국, u는 미국 그리고 j는 일본임
- 2. 그래프 하단의 시계열은 퇴직연령을 2000년 기준으로 고정한 OECD 유럽선진국 전망결과임

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), p. 110.

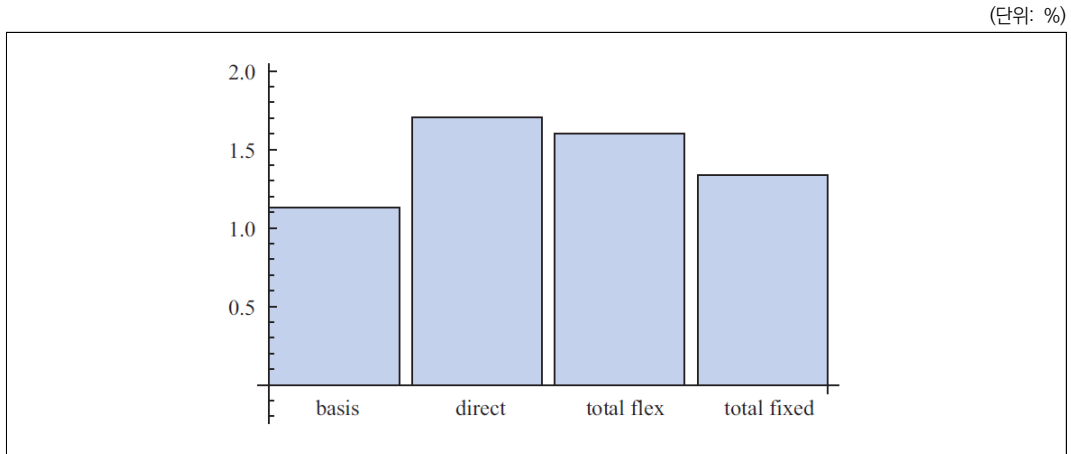
- 인구변동이 경제성장에 미치는 영향을 확인하기 위해 2000년 인구 기반의 1인당 균형성장률(기준선)과 p 와 v 를 1로 설정한 신규 1인당 균형성장률을 비교함
 - 아래 식의 첫 번째 우항은 인구변동이 경제성장에 미치는 직접효과를 나타내며, 두 번째 우항은 정책조정이 경제성장에 영향을 미치는 간접효과를 나타냄

$$\frac{d\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{d(p,v)} = \frac{\partial\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{\partial(p,v)} + \frac{\partial\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{\partial\kappa} \frac{\partial\kappa(p,v)}{\partial(p,v)}$$

- [그림 V-9]는 인구변동이 경제성장에 미치는 직접효과와 정책조정이 경제성장에 미치는 간접효과의 상대적 중요성을 나타냄
 - 기준선(basis)은 2000년 인구통계 기준 균형성장경로상의 1인당 균형성장률이며, 나머지는 정책도구 조정에 따른 다른 가정 아래 p 와 v 를 조정하여 산출한 신규 균형성장 경로상의 균형성장률임

- 직접효과(direct)는 $\gamma_H((p^*, v^*), \kappa(p_{2000}, v_{2000}))$ 에 해당하는 직접효과만 반영한 결과이며, 총변동효과(total flex)는 직·간접효과를 반영한 결과, 총고정효과(total fixed)는 퇴직연령을 고정한 채 직·간접효과를 반영한 결과임
- [그림 V-9]의 결과를 살펴보면, 직접효과(direct)만 반영할 경우 신규 균형성장률은 기준선보다 0.57%p 증가하며, 간접효과를 동시에 적용할 경우 순성장률의 감소효과로 인해 신규 균형성장률은 직접효과만 반영했을 때보다 감소함
 - 총변동효과(total flex)의 경우, 간접효과 측면에서 정책조정으로 인해 공적투자가 증가하나 이전지출 및 퇴직연령 또한 증가하여 순성장률은 -0.1%p 감소하며 기준 균형성장률보다는 0.47%p 증가함
 - 총고정효과(total fixed)의 경우, 퇴직연령의 2000년 기준 고정으로 인해 순성장률의 감소효과가 보다 커져 신규 균형성장률은 총변동효과보다 -0.37%p 감소하며, 기준 균형성장률보다는 0.2%p 증가함
 - 퇴직연령 연장은 성장률을 감소시키는 방향으로 작용하나, 퇴직연령 고정은 성장 자체를 감소시키는 방향으로 작용함

[그림 V-9] OECD 선진국 경제의 1인당 균형성장률 전망결과



주. 가장 왼쪽 박스가 2000년 기준 결과, 나머지 박스는 신규 균형성장률로 결과임

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), p. 110.

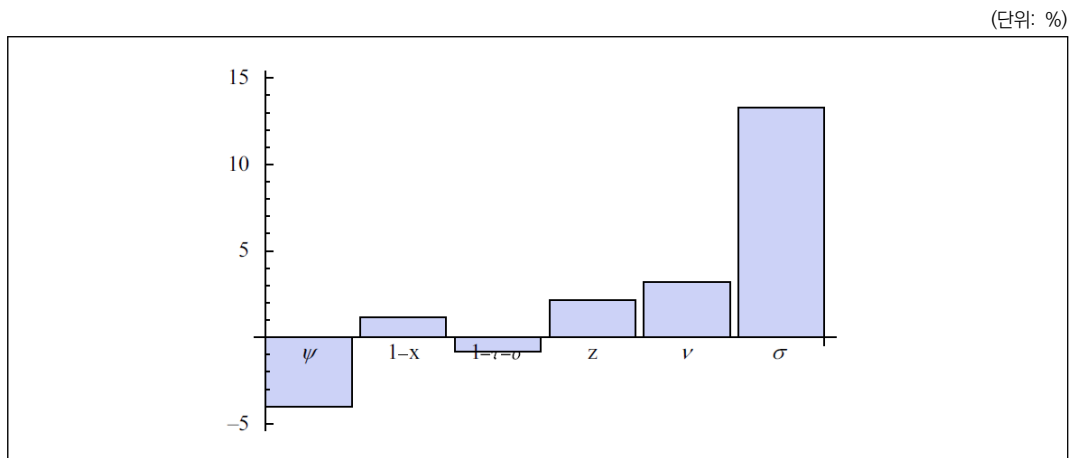
□ [그림 V-10]은 기준선과 신규 1인당 균형성장률의 성장요인을 분해한 후, 둘 간의 차이를 나타냄

- 식 (5)에 따르면, 성장률 변동은 아래의 6개 성장요인 변동에 의해 발생함
 - 6개의 성장요인은 노인가구의 노동공급 $\psi(\rho)^{-\alpha\pi}$, 노동공급 $(1-x)^{(1-\alpha)\pi}$, 조세격차 $(1-\tau-\sigma)^{\alpha\pi}$, 저축률 $z(\tau,\rho)^{\alpha\pi}$, 자본심화 $v^{-\alpha\pi}$ 그리고 공공투자 $\sigma^{(1-\alpha)\pi}$ 로 구성됨

$$\psi(\rho)^{-\alpha\pi}, (1-x)^{(1-\alpha)\pi}, (1-\tau-\sigma)^{\alpha\pi}, z(\tau,\rho)^{\alpha\pi}, v^{-\alpha\pi}, \sigma^{(1-\alpha)\pi}$$

- 성장요인 중 노동공급, 저축률, 자본심화 그리고 공공투자는 성장 가속에 양(+)의 영향을 미치는 반면 노인가구의 노동공급, 조세격차는 음(-)의 영향을 미침
- 성장요인 중 공공투자는 기준선 전망결과와 비교하면 13% 이상 높게 나타나며, 성장 가속에 가장 크게 기여함
 - 정치경제적 균형에서 논의한 대로 고령사회에서 퇴직연령을 고정할 경우, 사회보장 기여금은 급격히 증가하고 공공투자는 감소한다는 것을 상기할 필요가 있음
 - 퇴직연령을 고정할 경우, 음(-)의 간접성장효과가 보다 커지는 원인은 간접효과로 공공투자가 증가하나, 퇴직연령 고정으로 인한 사회보장비 증가와 공공투자 감소로 인한 부정적 영향이 더 크기 때문임

[그림 V-10] OECD 선진국 경제의 성장요인 분해결과 비교: 기준선과 신규 균형성장경로 간의 차이



자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), p. 111.

- 본 모형의 결과에 따르면 인구고령화는 생산성 성장을 위해, 공공투자를 늘리는 정치 프로세스를 유도하나, 성장에 대한 긍정적 효과는 자본심화, 저축률, 노동공급의 증가를 통해 직접적으로 발생하며, 내생적 정책의 순효과는 부정적임
 - 퇴직연령의 연장은 성장률을 감소시키는 방향으로 작용하나, 다른 정책도구와의 상호작용을 고려할 때, 퇴직연령에 대한 유연성은 성장에 긍정적인 역할을 함

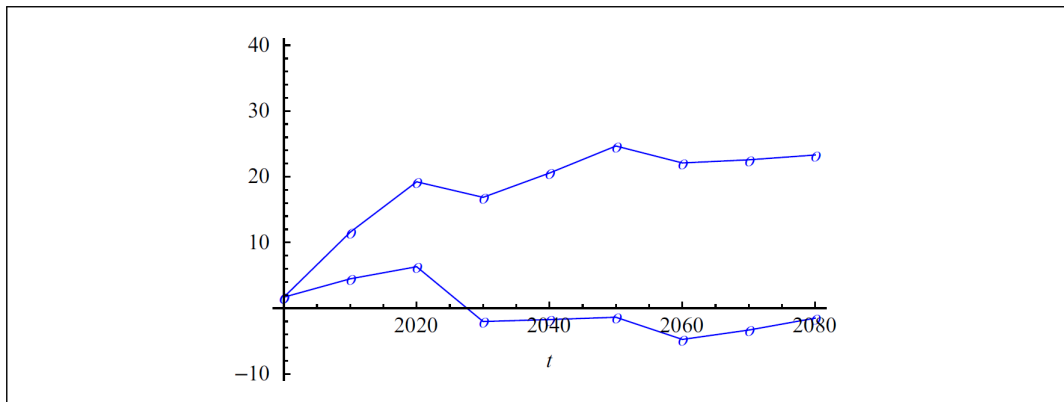
- 본 모형의 주요 전망결과는 외생적 모수 설정에도 강건성을 유지함
 - 균형성장경로를 위해 수정된 이자율은 주로 β 와 δ 의 조정값에 반영되어서 전망결과는 크게 변경되지 않음
 - χ 를 감소시키면 퇴직연령의 증가는 완만해지거나 혹은 현상 유지되고, γ_H 의 성장요인의 장기적 변동에 미치는 효과는 미미하며, 퇴직연령 ρ 를 고정시켰을 시 성장비용은 감소함
 - 외생적 모수 설정 시 가장 중요한 모수는 자본비중 α 로, 0.3에서 0.35까지 증가시켰을 시, γ_H 에 미치는 순효과에는 장기적으로 큰 변동이 없으나, 인구변동이 다양한 유형별로 정책도구에 미치는 장기적 영향에 대한 기여도를 증폭시킴
 - 만약에 α 가 높을 경우, 퇴직연령의 증가 폭이 작게 전망될 것이고, α 가 0.25까지 감소할 경우, 2000년 이전에 퇴직연령은 이미 가파르게 증가할 것임
 - 비교적 높은 수준의 2000년 실적치를 초기값으로 설정할 경우, 퇴직연령의 추가적인 증가는 기준선의 전망결과만큼 성장을 크게 억제하지 않으며, 장기적 성장을 위한 내생적 정책의 순효과는 긍정적이 됨
 - 그러나 퇴직연령을 고정시킬 경우, 내생적 정책의 순효과는 여전히 부정적으로 유지됨
 - 내생적 성장 사양을 외생적 성장 사양으로 대체하여도 전망결과는 강건성을 유지하며, κ_t 에 대한 제1조건이 변경되지 않기에 균형정책 선택은 수정된 모형에서도 동일하게 유지됨

- 전망결과의 강건성을 평가하기 위해 외생적 성장 사양을 적용하여 시뮬레이션을 진행함
 - 외생적 성장 사양에서는 동일시점 제약에 기반하여 모수를 설정하며, 생산함수에 활용되는 모수는 2000년 기준 실적치로 설정됨

- 모수 m , β , δ 그리고 ω 는 이전에 설정했던 값을 활용하며, 내생적 성장 사양의 모수 B_1 은 외생적 성장률 γ_{B1} 에서 증가하는 $\{B_{1,t}\}$ 으로 대체됨
 - 설정된 모수를 기반으로 기준연도 2000년의 상태변수(H_{2000} , q_{2000})에 대한 외생적 성장률을 계산하며, 수정된 경로이동방법과 식 (6)의 경로이동방법을 활용하여 인구변동에 따른 성장에 모수 ϵ 가 미치는 영향을 분석함
- [그림 V-11]은 OECD 선진국의 1인당 성장률 전망결과로, 1인당 성장률은 기준선 균형성장률과의 편차이며, 성장률은 외생적으로 주어지고 ϵ 는 0.5로 가정함
- ϵ 를 0.5로 가정했을 때, 중기까지 내생적 성장률과 유사하며 이후도 내생적 성장률을 계속 적용하면, 성장률은 2050년 25~30bp, 2080년 30~35bp까지 증가함
 - 반대로 외생적 성장률에 ϵ 을 0.5로 설정할 경우, 성장률은 2050년 25bp까지 증가하며 그 이후의 장기성장률은 $\gamma_H = (\gamma_H)^{1/(1-\delta)(1-\epsilon)}$ 에 따라 증가함
 - ϵ 의 값이 낮아지면 2050년 근처의 최대 성장가속도가 작아지며, 이후 빠르게 회복하고, 반대로 ϵ 이 한계값 1을 향해 증가하면, 성장 역학은 내생적 성장 조건의 결과와 더욱 유사해짐
 - 또한 퇴직연령을 2000년 기준으로 고정하면, 1인당 성장률은 2000년 수준에 머물며 내생적 성장률 기반의 결과와 유사해짐

[그림 V-11] OECD 선진국 경제의 1인당 성장률 전망결과: 외생적 성장률 및 $\epsilon = 0.5$ 적용

(단위: Basis Points)



주. 그래프 하단의 시계열은 퇴직연령을 2000년 기준으로 고정한 전망결과임

자료: Gonzalez-Eiras and Niepelt(2012), p. 111.

- 결론적으로 모형 내 1인당 성장률은 경제의 중기 역학에는 큰 영향을 미치지 않으며, 또한 정책도구의 단기 및 중장기 전망결과와 정치경제균형상의 정부예산 비율에도 영향을 미치지 않음

5. 차별점

- 본 모형이 가진 선행연구와의 차별점은 다음과 같음
 - 성장에 대한 정부정책의 효과 측면에서 본 모형은 정책의 결정요인을 모형화하고, 선진국에서 진행 중인 인구변동에 초점을 두어 출생률과 생존율을 성장과 연결시킴
 - 또한 정치-경제적 균형에서 정책과 정책 결정 요인의 역할을 모형화함
 - 재분배 및 성장 측면에서 본 모형은 동일 세대 내 갈등보다는 세대 간 갈등에 초점을 맞추며, 정책입안자가 활용 가능한 다양한 정책도구를 활용하여 출생률과 생존율이 성장에 미치는 영향을 살펴봄
 - 공공지출 측면에서 본 모형은 투자지출과 이천지출 간의 보완성을 강조하기보다는 두 지출의 구성요소 규모에 대한 갈등과 해결이 출생률과 생존율에 의해 어떻게 형성되는지 중점을 둠
 - 마지막으로 본 모형은 표준성장모형에 내재된 정치·경제적 선택을 적용하며, 분석 시 추적성의 손실 없이 거시경제적 전망결과를 산출할 수 있음

6. 결론

- 인구고령화가 경제성장에 미치는 영향을 분석하기 위해 표준 중첩세대 모형을 구축했으며, 선행연구와 정치적 토론을 통해 논의된 주요 사항을 모형에 반영함
 - 주요 사항으로는 저축률, 노동공급, 요인가격 그리고 자본심화 등의 조정을 포함하며, 일반균형상태에서 생존율 증가와 출산율 감소의 의미를 포착함
 - 또한 정부예산의 규모, 투자 및 이천지출의 구성, 퇴직연령 등의 조정 등에 대한 정치체계의 대응 또한 포착함

- 전망결과를 살펴보면, 21세기 동안 OECD 선진국 경제의 연간 1인당 성장률이 약 30~35bp 증가할 것으로 전망하며, 인구고령화의 긍정적인 직접성장효과는 내생적 정책대응에 의해 역전될 것으로 전망
 - 본 모형의 전망결과는 저출산 및 고령화의 심화가 GDP 대비 사회보장비의 비중을 증가시키며 성장에 부정적인 영향을 미친다는 일반적 견해를 뒷받침함
 - 그러나 사회보장 이전지출이 증가하면 공공지출을 밀어낸다는 주장에는 부합되지 않음

- 본 모형 내 정치 과정은 퇴직연령을 제외하고 세율과 정부지출 구성을 조정하는 극단적인 시나리오를 초래함
 - 세율과 정부지출 구성뿐 아니라 퇴직연령까지 조정하는 시나리오에서는 사회보장에 대한 이전지출과 공공투자의 GDP 대비 비율이 모두 증가하며, GDP 대비 사회보장 이전지출은 퇴직연령을 고정했을 때보다 보다 완만하게 증가함
 - 위의 결과는 경제성장 관련 모수를 조정하여도 강건성이 유지됨

- 본 모형에서 생존율과 출생률은 외생적이라고 가정하며, 이러한 가정은 인구 고령화가 성장에 미치는 장기적인 영향을 밝히는 데 유용하나, 정부예산이 인구구조에 미치는 잠재적인 피드백 효과가 있음 또한 고려해야 함
 - 내생적 출생률에서 인구구조는 내생적 상태변수로 전환되기에, 본 모형에서 고려하고 있는 정책에 대한 분석적 해결책을 실현 불가능하게 만듦
 - 또한 내생적 출산율로 인한 피드백 효과의 강도는 부모와 자녀 간의 이타적 관계에 대한 가정에 따라 달라지며, 이와 같은 피드백 효과는 향후 연구를 위한 보완점으로 남겨둬

참고문헌

II. 「The implications of a graying Japan for government policy」

Braun, R. Anton and Douglas H. Joines, Douglas, H., “The implications of a graying Japan for government policy,” *Journal of Economic Dynamics & Control* 57, 2015, pp. 1~23.

III. 「Population aging, social security and fiscal limits」

Heer, Burkhard, Vito Polito, and Michael R. Wickens, “Population aging, social security and fiscal limits,” *Journal of Economic Dynamics & Control*, 116, 2020.

Conesa, J. C., T. J. Kehoe, V. M. Nygaard, and G. Raveendranathan, “Implications of increasing college attainment for aging in general equilibrium,” *NBER Working Paper No.26000*, 2019.

Hansen, G. D., “The cyclical and secular behaviour of the labour input: comparing efficiency units and hours worked,” *Journal of Applied Econometrics*, 8(1), 1993, pp. 71~80.

Holter, H. A., D. Krueger, and S. Stepanchuk, “How does tax progressivity and household heterogeneity affect laffer curves?,” *Mimeo*, 2018.

Nations, U., *World population prospects: The 2015 revision*, United Nations Econ Soc Aff, 33(2), 2015, pp.1~66.

OECD, *Pensions at a Glance 2015: OECD and G20 Indicators*, OECD Publishing, Paris, 2015.

_____, *Pensions at a Glance 2017: OECD and G20 Indicators*, OECD Publishing, Paris, 2017.

Roser, M. and E. Ortiz-Ospina, *Tertiary Education*, Our World In Data, 2019.

Trabandt, M. and H. Uhlig, “The laffer curve revisited,” *Journal of Monetary Economics*, 58, 2011, pp. 305~327.

IV. 「Achieving Fiscal Balance In Japan」

Aguiar, M. and E. Hurst, “Deconstructing Life Cycle Expenditure,” *Journal of Political Economy*, 121, 2013, pp. 437~492.

Attanasio, O. P., S. Kitao, and G. L. Violante, “Global Demographic Trends and Social Security Reform,” *Journal of Monetary Economics*, 54, 2007, pp. 98~148.

_____, “Quantifying the Effects of the Demographic Transition in Developing Economies,” *Advances in Macroeconomics*, 6(1), 2006, pp. 1~44.

Ryuichi, Kaneko, Ishikawa Akira, Ishii Futoshi, Miho Iwasawa, Tsukasa Sasai, Fusami Mita., ... and Kenji Kamata, *Population Projections for Japan: 2011 to 2060*, IPSS, 2012.

İmrohoroğlu, Selahattin, Kitao Sagiri, and Tomoaki Yamada, “Achieving Fiscal Balance In Japan,” *International Economic Review*, 57(1), 2016, pp. 117~154.

Storesletten, K., “Fiscal Implications of Immigration: A Net Present Value Calculation,” *Scandinavian Journal of Economics*, 105, 2003, pp. 487~506.

V. 「Ageing, government budgets, retirement, and growth」

Acemoglu, D., *Introduction to Modern Economic Growth*, Princeton University Press, Princeton, 2009.

Gonzalez-Eiras, M. and D. Niepelt, “The future of social security,” *Journal of Monetary Economics*, 55(2), 2008, pp. 197~218.

Heathcote, J., K. Storesletten, and G. L. Violante, “The macroeconomic implications of rising wage inequality in the United States,” *Journal of Political Economy*, 118(4), 2010, pp. 681~722.

Gonzalez-Eiras, Martin and Dirk Niepelt, “Ageing, government budgets, retirement, and growth,” *European Economic Review*, 56, 2012, pp. 97~115.

중첩세대 일반균형 모형 기반 중장기 재정건전성 분석 연구 사례

발 행 2021년 12월
발 행 인 김재진
발 행 처 한국조세재정연구원
30147 세종특별자치시 시청대로 336
TEL: 044-414-2114(代) www.kipf.re.kr
등 록 1993년 7월 15일 제2014-24호
조 판 및
인 쇄 세일포커스㈜
I S B N 979-11-6655-092-8
© 한국조세재정연구원 2021

* 잘못 만들어진 책은 바꾸어 드립니다.



중첩세대 일반균형 모형 기반 중장기 재정건전성 분석 연구 사례



kipf 한국조세재정연구원
조세재정전망센터

30147 세종특별자치시 시청대로 336
TEL. 044.414.2114 www.kipf.re.kr

