뉴질랜드 장기재정전망 성장모형

2022. 12.

한국조세재정연구원
조세재정전망센터

| 연 구 진 |

연 구 책 임: **고창수** 재정전망팀장

공동연구원: **권미연** 선임연구원

백가영 선임연구원

오수정 선임연구원

이 보고서는 뉴질랜드 재무부가 2021년 9월에 영문으로 발행한 *Shocks and Scenario Analysis Using a Stochastic Neoclassical Growth Model*을 한국조세재정연구원 조세재정 전망센터가 한국어로 번역한 것으로 모든 저작권은 뉴질랜드 재무부에 있습니다. 보고서 내용에 대한 정확한 이해를 위해 필요시 아래의 원문 링크를 참고하시기 바랍니다.

Originally published by New Zealand Treasury in English under the title:
New Zealand Treasury, Shocks and Scenario Analysis Using a Stochastic Neoclassical Growth Model, 2021,
https://www.treasury.govt.nz/sites/default/files/2021-09/ltfs_bp-shocks-scenarios.pdf

차례

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 전망 배경 ····· 10

1. 모형 ····· 10
2. 장기재정모형(LTFM)과의 비교 ····· 12
3. 모수화(Parameterisation), 풀이 방법 및 외생적 가정 ····· 16
   가. 모수화(Parameterisation) ····· 16
   나. 풀이 방법 ····· 16
   다. 외생적 가정 ····· 18
4. 고령인구 시나리오 ····· 26
   가. 기준선 고령인구 시나리오 ····· 27
   나. 지출 제한 ····· 35
   다. 경기침체 ····· 37
   라. 지진 ····· 46
   마. 재정 건전화 ····· 53
   바. 대응 지연 ····· 55
5. 기후변화: 폭풍과 가뭄 시나리오 ····· 60
   가. 가뭄 ····· 61
   나. 폭풍 ····· 64
6. 결론 ····· 69

Ⅲ. 전망 모형 ····· 72

1. 모형 ····· 72
   가. 대표 가계(The Representative Household) ····· 72
   나. 대표 중간재 생산자(The Representative Intermediate Goods) ····· 78
   다. 대표 최종재 생산자(The Representative Final Goods Producer) ····· 81
   라. 정부(Government) ····· 83
   마. 상품 시장 청산(Goods Market Clearing) 및 외국 부문(Foreign Block) ····· 87
2. 확률적으로 추세가 제거된 모형(Stochastically Detrended Model) ····· 90
3. 초기 균제상태 도출(Finding the Initial Steady State) ····· 95

4. 최종 균제상태 도출(Finding the Terminal Steady State) ····· 103
5. 인구통계학적 요인(Demographic Wedges) ····· 110
6. 캘리브레이션(Calibration) ····· 117
7. 영구적 재정승수와 준탄력성(Permanent Fiscal Multipliers and Semi-Elasticitites) ····· 125
가. NCGM에서의 재정승수와 준탄력성 계산 ····· 125
나. 재정승수의 선행연구 비교 ····· 127
다. 재정 준탄력성(Semi-Elasticities)의 선행연구 비교 ····· 129
8. 데이터(Data) ····· 131
9. 요인별 분석(Decomposition) ····· 134
10. 기후 시뮬레이션(Climate Simulation) ····· 138

참고문헌 ····· **140**

표 목차

〈표 Ⅲ-1〉 모수들의 캘리브레이션 결과(Calibrated Parameters) ····· 122
〈표 Ⅲ-2〉 최적 비율 설정(Great Ratios and Other Calibration Targets) ····· 124
〈표 Ⅲ-3〉 한계승수(Marginal Multipliers) ····· 127
〈표 Ⅲ-4〉 NCGM의 재정 준탄력성(Semi-Elasticities) ····· 130
〈표 Ⅲ-5〉 원데이터 변수 알람표 ····· 131
〈표 Ⅲ-6〉 균제상태와 일치시키기 위한 데이터 캘리브레이션(Calibration) 과정 ····· 132

그림 목차

[그림 Ⅱ-1] 생산 구조(Production Structure) ····· 11
[그림 Ⅱ-2] 모형 흐름도(Model Flow Diagram) ····· 12
[그림 Ⅱ-3] 인구증가율 전망(분기별) ····· 18
[그림 Ⅱ-4] 뉴질랜드 노년부양비 전망 ····· 19
[그림 Ⅱ-5] 노년부양비 전망(UN 전망과 비교) ····· 20
[그림 Ⅱ-6] 노동에 대한 연령별 비효용성(Age-Related Disutility of Working) ····· 21
[그림 Ⅱ-7] 노동에 대한 총체적 비효용(Aggregate Disutility of Working) ····· 21
[그림 Ⅱ-8] 지출 항목별 예상 경로 ····· 24
[그림 Ⅱ-9] 기준선 전망(Baseline Projection) ····· 28
[그림 Ⅱ-10] 기준선 전망(Baseline Projection) ····· 29
[그림 Ⅱ-11] 목표 세율과 순 부채(Tax and Debt Targets) ····· 34
[그림 Ⅱ-12] 고령 비율(Old-Age Ratios) ····· 35
[그림 Ⅱ-13] 지출 제한 정책 전망 결과 ····· 36
[그림 Ⅱ-14] GDP 대비 총 세수 및 정부 지출 추이 ····· 39
[그림 Ⅱ-15] 실질 GDP ····· 40
[그림 Ⅱ-16] 경기침체 시나리오 ····· 42
[그림 Ⅱ-17] GDP 대비 순 부채의 상대적 증가 ····· 43
[그림 Ⅱ-18] 경기침체 시나리오 전망 결과 ····· 44
[그림 Ⅱ-19] 경기침체 시나리오 전망 결과 ····· 45
[그림 Ⅱ-20] 지진 시나리오 전망 결과 ····· 51
[그림 Ⅱ-21] GDP 전망(지진 시나리오 vs 단일 경기침체 시나리오) ····· 52
[그림 Ⅱ-22] 재정 건전화 시나리오 전망 결과 ····· 54
[그림 Ⅱ-23] 첫 번째 시나리오 전망 결과 ····· 57
[그림 Ⅱ-24] 두 번째 시나리오 전망 결과 ····· 59
[그림 Ⅱ-25] 가뭄에 따른 전망 ····· 64
[그림 Ⅱ-26] 폭풍(A Single Storm)의 영향 ····· 67
[그림 Ⅱ-27] 폭풍에 따른 전망 ····· 69

[그림 Ⅲ-1] 영구적 정부지출승수(Permanent Government Expenditure Multipliers) ····· 126
[그림 Ⅲ-2] 기준선 요인별 전망 결과(Baseline Decomposition) ····· 135
[그림 Ⅲ-3] 기준선 요인별 전망 결과(Baseline Decomposition) ····· 136

[그림 Ⅲ-4] 기준선 요인별 전망 결과(Baseline Decomposition) ····· 137
[그림 Ⅲ-5] 가뭄(A Single Drought) ····· 138
[그림 Ⅲ-6] 폭풍(A Single Storm) ····· 139

Ⅰ. 서론

□ (과제 소개) 본 과제는 뉴질랜드 재무부에서 2021년 9월에 출간한 *Shocks and Scenarios Analysis Using a Stochastic Neoclassical Growth Model*(이하 NCGM 보고서)을 번역하여 작성

○ NCGM 보고서는 재무부의 2021년 장기 재정 보고서[1]에 대한 보충적인 보고서로서 재정의 부담 요인에 대한 대안 시나리오를 설정하여 재정을 전망하고 기본 시나리오와의 결과를 비교하는 것에 초점이 있음

□ (전망 개요) 뉴질랜드 재무부는 1989년 「공공재정법(the Public Finance Act 1989)」에 의해 최소 4년에 한 번 장기 재정 보고서(Long-term fiscal statement)를 제출

○ 2020년 보고서가 코로나19의 여파로 지연되었고 2021년에 장기 재정 보고서와 장기 인사이트 브리핑(Long-term Insights Briefing)[2]을 합쳐서 발표

- 장기 재정 보고서는 정부의 재정 문제 및 상충 관계 등을 포함하여 향후 40년의 정부 재정 상태를 대략적으로 설명
- 장기 인사이트 브리핑은 2020년 「공공서비스법(The Public Service Act 2020)」에 의해 작성되어 정부의 재정 문제에 대응하기 위한 여러 정책 등을 제시

□ (NCGM 보고서 개요) NCGM 보고서는 장기 재정 보고서 및 장기 인사이트 브리핑에 대한 분석 작업의 일환으로 작성되었음

○ 이 보고서는 향후 재정의 가장 큰 부담 요인인 인구 고령화, 의료비 지출 증가, 기후변화가 미치는 충격 및 시나리오 분석을 실시

- 인구 고령화와 의료비 증가가 미치는 재정적 영향은 이전의 장기 재정 보고서에서 다각적으로 설명되었으나, 기후변화로 인한(재정적 영향) 2021년 장기 재정 보고서에 처음으로 포함됨

---

1) 뉴질랜드 재무부, *He Tirohanga Mokopuna 2021,* 2021.

2) 2020년 「공공서비스법(The Public Service Act 2020)」에 따라 정부 부처는 최소 3년에 한 번 장기 인사이트 브리핑(Long-term Insights Briefing)을 발행해야 함. 장기 인사이트 브리핑의 목적은 뉴질랜드에 영향을 미치는 중장기 동향, 위험 및 기회에 대한 정보 제공과 공정한 분석 및 이에 대응하기 위한 정책 옵션을 제시하여 장기적인 관점에서의 공공서비스에 집중하기 위함. 재무부의 첫 번째 장기 인사이트 브리핑은 2021년에 장기 재정 보고서와 함께 제출됨

○ 시나리오들은 재무부의 새로운 신고전파 확률성장모형(Treasury's new Stochastic Neoclassical Growth Model, NCGM)을 사용하여 분석

- 이는 장기재정전망 및 시나리오 분석을 위해 재무부가 처음으로 일반균형 모형을 사용한 것임
- NCGM은 기존의 장기재정모형(the long-term fiscal model, LTFM)에는 없는 행태 및 피드백 메커니즘(behavioural and feedback mechanisms)을 적용
- 다양한 충격과 가정에 대해 모형을 사용하여 인구 고령화 및 기후변화 시나리오들을 분석함으로써 정부가 직면한 잠재적인 재정 부담과 상충 관계(trade-offs)를 설명

□ (LTFM 특징) 기존의 장기 재정 보고서는 장기재정모형(the long-term fiscal model, 이하 LTFM) 분석을 기반으로 작성[3)]

○ LTFM은 이자율, 노동 생산성, 인플레이션 및 인구적 요인에 대한 외생적 전망을 바탕으로 한 스프레드시트 회계 모형(spreadsheet accounting model)임

○ LTFM은 정책이 변하지 않고 경제 주체(가구, 기업 및 정부)로부터 피드백이나 행동 반응이 없다는 가정하에 정부 지출, 이전지출 및 부채를 계산하는 데 유용

○ 다만 현 정책하에서는 일반적으로 LTFM의 부채 전망치가 크게 증가하면서 정책의 지속 불가능함을 제시

- Bell and Piscetek(2016)는 GDP 대비 순 부채가 2040년 60%에서, 2060년 200%로 증가할 것으로 전망했고, Bell(2021)은 GDP 대비 순 부채가 2045년 84%에서 2061년 197%에 도달할 것으로 전망
- 따라서 지속가능한 부채 추이를 보장하기 위해서는 정책에 변화가 필요하다는 결론을 도출

○ 감사원(The Office of the Auditor General, OAG)은 기존 모형 작업에 대한 평가 시 피드백 효과, 불확실성에 대한 분석 및 민감도 테스트가 부족한 점을 지적하였으며 Ter-Minsassian(2014) 및 Buckle(2018)도 이를 언급

□ (미국 예시) 미국 의회예산청(CBO)도 스프레드시트 회계 모형을 사용하여 현 정책하에서 정부부채를 전망

3) 모형의 자세한 내용은 Piscetek, Melissa and Matthew Bell, *Demographic, Economic and Fiscal Assumptions and Modelling Methods in the 2016 Long-Term Fiscal Model*, New Zealand Treasury, 2016 참고

○ 향후 50년간 정부부채가 크게 증가할 것으로 전망하는데, 이는 부채 증가에 대한 정책 대응을 할 수 없기 때문

○ Eric Leeper[4]는 Leeper(2010), Leeper(2011) 등 일련의 보고서에서 미국 의회예산청의 전망 가정에 문제를 제기

- 미국 의회예산청의 분석이 경제 모형을 기반으로 하지 않았으며 실현되지 않을 기준선 전망을 형성하고 정책 대응 방법에 대한 정보를 제공하지 않는 점에 주목
- Leeper는 부채가 과도하게 높은 전망은 높은 부채 상환 비용을 수반하기 때문에 정부가 지출을 줄이거나 세율을 인상해야 하는 것을 지적
- 래퍼 커브(Laffer curve)[5]와 정치계에서는 징수 가능한 최대 세수에 제한을 두고 있으며 동시에 정부 지출은 사회적으로 허용되는 최소 수준 이상으로 줄이는 것이 어려움
- 따라서 부채가 지속적으로 증가하는 전망은 정부의 시간적 예산 제약인 횡단성 조건(transversality condition)[6] 및 재정 한도를 위반하는 것임

□ (선행 연구) 재무부는 비판에 대응하고자 과거 전망 모형에 피드백 메커니즘 포함을 시도

○ Creedy and Scobie(2017)는 LTFM에 없는 피드백 메커니즘의 일부를 반영하고자 축소형(reduced form) 전망 모형을 개발

- 이 모형은 정부부채에 반응하는 이자율 리스크 프리미엄, 이자율에 반응하는 저축률, 세율에 반응하는 노동 효과, 의료 및 교육 지출에 반응하는 내생적 생산성과 같은 몇 가지 피드백 메커니즘을 포함
- 피드백 메커니즘이 작동하지 않을 때는 LTFM 부채 전망과 일치하도록 설정
- 부채 전망치가 40년 전망기간 내에 목표 수준으로 돌아오는 대안적인 부채 전망 경로를 찾음
- 이 모형은 중요한 진전이기는 하나 프레임워크가 일반균형 모형이 아님

4) 미국 버지니아대학교(the University of Virginia)의 경제학 교수. 그는 NBER(National Bureau of Economic Research)의 연구위원이자 버지니아대학교의 경제 정책 버지니아 센터장임

5) 미국의 경제학자 아서 래퍼(Arthur Laffer)가 주장한 세수와 세율 사이의 역설적 관계를 나타내는 곡선을 의미함. 세율이 일정 수준(최적조세율)을 넘으면 세수가 줄어드는 현상이 나타남

6) 횡단성 조건(transversality condition)은 현실적으로 부채가 미래의 기초재정수지의 할인된 합계와 같아야 함을 의미. 지나치게 증가하는 부채 경로하에서는 부채가 최대 기초재정수지의 할인된 합계로 감당할 수 없는 지점에 도달하게 됨

- 모형 내 횡단성 조건이나 시간 간(intertemporal) 예산 제약도 유지될 필요가 없기 때문에 전망이 균형을 나타내야 한다는 조건도 없음
- 불확실성에 대한 기대(expectation)가 모델링되지 않으며 또한 모형이 연립 방정식 형태로 풀리지 않는데, 이는 일반균형 모형에서 행태 및 피드백 메커니즘을 포함하는 핵심임

○ Fookes(2011)는 LTFM의 연계 모형인 재정 전략 모형(the fiscal strategy model)의 이전 버전을 수정하여 규모 7.8의 지진과 장기간의 경기침체가 뉴질랜드 경제에 미치는 재정적 영향을 모형화

- 재정 전략 모형은 이자율과 부채 수준 간의 피드백을 포함하기 위해 사용됨
- 이외 다른 변수들은 재무부의 과거 전망 모형인 뉴질랜드 재무부 모형(New Zealand Treasury Model)을 사용하여 생성된 시뮬레이션을 활용
- 다만 이 방법론은 Creedy and Scobie(2017)와 동일한 문제점에 취약

□ (모형 개발) NCGM 보고서는 일반균형모형을 선택하였으며 구체적으로는 충격과 시나리오 분석을 위해 단순한 확률론적 신고전학파 성장 모형을 개발

○ Mankiw and Weinzierl(2006), Leeper and Yang(2008), Davig, Leeper, and Walker(2010), Leeper, Plante, and Traum(2010), Trabandt and Uhlig(2011), Sims and Wolff(2018)가 NCGM 보고서와 유사한 모형을 사용하여 래퍼 커브 및 재정 승수 계산, 부채 자금 조달 및 부채 추이 등을 포함하여 재정 정책 및 거시 경제의 단·중·장기적 특성을 조사

○ NCGM 모형은 간단하며 Leeper and Yang(2008), Leeper, Plante, and Traum(2010), Trabandt and Uhlig(2011)에서 사용된 교과서적인 폐쇄 경제성장 모형과 여러 면에서 유사

○ 다만 뉴질랜드는 소규모 개방 경제이므로 폐쇄 경제 모형을 개방 경제 모형으로 확장하기 위해 Chari, Kehoe, and McGrattan(2002), Galì and Monacelli(2005), Galì and Monacelli(2008), De Paoli(2009)의 접근법을 따름

○ 교과서적인 신고전학파 성장 모형에 없는 인구 고령화 영향을 반영하고자 인구통계학적 요인(demographic wedges)을 모형에 보강하기 위해 Jones(2018), Papetti(2019), Lis, Nickel, and Papetti(2020)를 따름

□ (NCGM 특징) 교과서적 신고전파 확률성장모형에서 크게 벗어나지 않으므로 모형이 비교적 단순하고 다루기 쉬워서 결과를 이해하고 설명하는 데에 용이

○ 통화 정책은 공식적으로 모형화하지 않음

- 통화 정책 대응과 이자율과의 관계 등이 일부 시나리오에 영향을 미칠 수 있으나 전망기간이 길고 전환 경로(transition path)에 대한 자연적 또는 잠재적 산출(natural or potential output)의 개념적 문제 존재[7)]

○ 단순한 모형을 사용하는 것은 일부 시나리오에는 잘 맞을 수 있으나 일반적 상황에서는 의미 있는 결과를 도출하기 위해 더 많은 판단이 필요함을 의미

○ LTFM의 정부 지출은 상세한 분류(detailed breakdown)가 가능하나 NCGM의 정부 지출은 총량적(aggregate)임

- 따라서 NCGM의 시뮬레이션이 LTFM 시뮬레이션보다 정형화(stylised)됨

○ 그러나 NCGM은 LTFM에는 없는 행태 및 피드백 메커니즘을 반영하는 데 집중함으로써 잠재적 재정 압박이 경제와 정책 반응에 미칠 수 있는 영향을 나타냄

○ NCGM은 공공 분야를 전망하고 정책을 결정하는 기관 및 학계에서 사용되는 동태적 거시경제 모형(dynamic macroeconomic models) 중 하나임

- 재무부는 기존에 존재하는 전망 방법론을 활용함으로써 새로운 모형이나 방법론을 개발하는 데에 따른 개발 비용과 위험을 감소시킴

□ (향후 과제) 대표적 경제주체모형(representative agent model)은 모형과 해석이 단순한 반면 단점이 존재

○ 인구 전망은 향후 40년의 정부 재정에 중요한 역할을 하는데, 모형의 특성상 인구고령화의 인구적 측면과 재정에 미치는 영향을 총량 수준에서만 파악 가능

○ 반면 중첩세대모형(overlapping generations model)은 본 보고서의 이슈를 조사하는 데 더 적합할 수 있으며 잠재적으로는 일부 결과를 바꿀 수도 있음

- 다만 중첩세대모형은 계산과 시뮬레이션 및 해석이 복잡함

7) 통화 정책을 모델링하려면 일반적으로 산출 격차 측정이 필요. 전망은 전환 경로로 모델링되기 때문에 이는 모형의 자연 산출량 계산 및 포함을 의미하는데, 이를 위해 자연 산출량을 정의하고 결정하는 모든 자연율 변수로 모델을 확장해야 하므로 더욱 복잡해짐

○ 일반균형을 사용하여 장기 재정전망 및 시나리오를 분석하는 첫 사례임에 따라 이번 보고서에는 단순한 모형을 사용

○ 그러나 미래 연구는 중첩세대모형을 사용하여 장기 경제 및 재정을 전망하는 방법을 모색해야 하며, 이는 미래 장기 재정 분석에 도움이 될 것임

□ (기후변화) 재무부가 기후변화에 따른 재정의 영향을 장기 재정 보고서에 모형화하는 첫 사례임

○ 기후변화에 대한 완화 및 적응 정책의 영향을 조사하는 데에 필요한 모든 변수, 분야 및 정책 수단이 포함되어 있지는 않지만 가뭄 및 폭풍과 같은 기상 충격의 영향을 NCGM에 포함

- 40년간 기후변화의 영향이 더 뚜렷해짐에 따라 가뭄은 빈도와 기간이 증가하고, 폭풍은 강도가 세지는 것으로 전망

○ 가뭄은 부정적인 생산성 충격으로 모형화되었으며, 이는 Gallic and Vermandel (2019)이 유사 모형에서 사용한 방법론임

- 가뭄 시나리오의 경제적 영향은 기존 연구인 Kamber, McDonald, and Price (2013)와 일치하도록 캘리브레이션(calibration)함

○ 폭풍의 경제적 영향은 자본 파괴 충격(capital destruction shocks)을 사용하여 모형화되었으며 이는 자연재해를 모형화하는 데 폭넓게 사용되는 방법론임

○ NCGM 보고서는 극단적인 기상 현상이 푸아송 과정(Poisson process)[8]에 따라 불연속 사건으로 모델링되는 확률론적 시뮬레이션을 생성

- 극단적인 기상 현상의 강도와 빈도의 변화에 대한 재정적 영향을 확인 가능

□ (기준선 인구 고령화 전망) 인구 고령화 및 기후변화 시나리오는 정확성 및 실용적인 목적을 위해 별도로 분리

○ NCGM 보고서는 NCGM의 GDP 대비 비연금 지출 경로(non-superannuation spending path)를 LTFM의 해당 경로와 일치시켜 기준선 인구 고령화 시나리오를 생성

8) 푸아송 과정(Poisson process)은 푸아송 분포에 따르는 확률 과정을 의미하며 푸아송 분포는 발생확률이 작은 사건을 대량적으로 관찰할 때, 단위 시간 안에 몇 번 발생할 것인지를 표현하는 이산 확률분포임. 정해진 시간 안에 어떤 사건이 일어날 횟수에 대한 기댓값을 λ 라고 했을 때, 그 사건이 k회 일어날 확률은 $f(k;\lambda)=\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$ 임. 여기서 e는 자연 상수임

○ 연금 지출 경로는 인구 전망과 NCGM의 내생적 임금 경로를 사용하여 구성

○ NCGM의 동태균형은 부채 안정을 보장하기 위해 부채 목표와의 편차에 대해 정부의 재정 도구 중 하나 이상으로 대응할 것을 요구

- 따라서 순 부채를 목표 수준에 안정시키기 위해 정부는 노동 및 자본소득, 소비 지출에 대한 세율을 공격적으로 인상하는 것으로 가정

○ 결과적으로 기준선 전망에서는 40년 전망기간 동안 GDP 대비 순부채비율은 목표 수준을 중심으로 안정적으로 유지되나 이를 위해 평균 근로소득세율은 6.4%p, 평균 자본소득세율은 10%p, 평균 소비지출 세율은 5%p 인상 필요

- 세금 인상 및 정부 지출 증가가 없는 경우와 비교해서 GDP 경로(path)가 3.7% 낮을 것으로 전망

□ (대안 시나리오 전망) 대안 시나리오에서는 기준선 전망에서 설정한 가정을 변형하거나 또는 경제적·물리적 충격을 주어 결과가 어떻게 바뀌는지 확인

○ (시나리오 종류) 퇴직 연금 및 의료비 지출을 제한하는 것이 각각 결과에 어떤 영향을 주는지 확인

- 기준선 인구 고령화 전망하에서 경기침체 및 지진 시나리오를 별도로 구성하여 경제적 및 물리적 충격에 대한 회복력을 테스트함
- 또한 재정 안정화에 대한 속도 변화와 지출 압박 증가에 따른 부채 안정화 지연이 결과에 어떤 영향을 주는지 확인
- 각 시나리오별 전망 결과는 다음과 같음

○ (지출 제한 시나리오) 의료비 또는 연금 지출을 제한하는 것은 예산 균형을 맞추기 위해 세금을 많이 올릴 필요가 없음을 의미

- 세금의 왜곡적인 특성으로 인해 조세 인상이 적을수록 인구 고령화 기준선 시나리오에 비해 GDP 감소가 적음
- 연금 지출을 제한하면 늘어난 의료비 지출이 역자산효과(the negative wealth effect)에 따른 노동공급 효과 때문에 부분적으로 상쇄되어 GDP 손실이 줄어듦

○ (경기침체 시나리오) 일련의 경기침체를 과거 실적과 일치하도록 조정하여 기준선 전망에 추가

- GDP 대비 순 부채가 11~13%p 증가할 것으로 전망

- 다음 경기침체 이전에 순 부채를 목표 수준으로 줄이기 위해서는 상당히 공격적인 세금 대응이 필요

○ (지진 시나리오) 뉴질랜드 웰링턴(Wellington)에 발생할 만한 규모와 일치하도록 조정한 대규모 지진 시나리오를 설정

- 경기침체 시나리오와 유사하게 GDP 대비 순 부채가 12%p 상승하면서 목표 부채 수준으로 돌아가려면 10년 이상 소요될 것으로 전망
- 정부의 더 나은 재건(building back better)[9]에 따라 총요소생산성의 빠른 회복세와 민간 및 공공 투자의 대규모 증가로 GDP의 전반적인 하락은 경기침체 시나리오 대비 작음

○ (재정 건전화 시나리오) 빠른 재정 건전화(fast fiscal consolidation)는 단기적으로는 좁은 코호트(narrower cohort)의 납세자 집단 및 정부 서비스 사용자에 영향을 끼치지만 장기적으로는 부채 상환 비용을 줄임으로써 이득임

- 느린 재정 건전화(slow fiscal consolidation)는 더 오랜 기간 경제적 비용을 분산시켜 더 넓은 코호트(wider cohort)의 납세자 집단과 정부 서비스 사용자에 대해 장기간 적은 기간당 비용을 치르게 함
- 그러나 궁극적으로는 고(高)부채 기간이 길어짐으로써 세율 증가, 지출 감소 및 높은 누적 GDP 비용을 의미

○ (대응 지연 시나리오) 증가하는 부채에 대한 재정 대응의 지연은 단기적으로는 추가 정부 지출이 높은 과세 없이 총수요를 증가시킨다는 점에서 장점

- 그러나 정부가 높은 수준에서 부채를 안정화하거나 건전화하는 경우 높은 부채 상환 비용을 수반함
- 목표 부채 수준으로 돌아가기 위해 기초재정수지(primary surplus)를 증가시키려면 세금의 급속한 인상이 필요하며 이러한 높은 세금은 경제 활동과 GDP를 감소시킴
- 전반적으로 대응 지연에 따른 순 이익(누적 GDP갭으로 계산됨)은 음수(-)임

□ (기후변화 전망) 기후변화의 주기 및 수준에 대한 다양한 시나리오를 생성하여 기후변화에 따른 가뭄 빈도와 폭풍의 강도 변화가 미치는 재정적, 경제적 영향을 조사

9) 'Building Back Better(더 나은 재건)' 또는 'BBB'는 미래의 재난과 충격이 닥쳤을 때 국가와 지역사회 사람들의 위험을 줄이는 것을 목표로 하는 전략임. BBB 방식은 재난 위험 감소 조치를 물리적 기반 시설, 사회 시스템 및 쉼터의 복원과 생계, 경제 및 환경의 재활성화에 통합

○ 가뭄과 폭풍은 GDP 및 부채에 상당한 변동성을 가져온다는 점을 확인

○ (가뭄 시나리오) 가뭄은 현재 10년 내지 20년에 한 번씩 오는 가뭄의 빈도를 2040년까지 2배로 늘리고 2060년까지 3배 늘어나는 것으로 가정

- 시뮬레이션 결과에 따르면 전망기간까지 GDP가 추세 대비 평균 0.5% 감소하고 GDP 대비 순 부채는 추세 대비 평균 1.2%p 증가할 것으로 전망

○ (폭풍 시나리오) 전망기간까지 심각한 폭풍이 매 10년마다 발생하고 폭풍의 강도는 자본스톡이 2% 감소할 만큼 증가하는 것으로 가정

- 시뮬레이션 결과에 따르면 GDP가 전망기간까지 추세보다 평균 0.7% 감소하고 GDP 대비 순 부채는 추세보다 평균 3%p 증가할 것으로 전망

○ (한계점) 기후변화 시뮬레이션의 재정적 영향은 인구 고령화의 재정적 영향보다 적지만 결과를 해석할 때 주의가 필요함

- 기후변화에 대해 좁은 범위의 측면만 모델링했으므로 기후변화의 모든 영향을 반영한 듯 해석하면 안 됨
- 기후변화의 완화 또는 적응 정책의 효과는 고려하지 않음
- 기후변화와 기후변화 정책이 생산성 추세 또는 세계 경제에 미치는 영향을 고려하지 않음

Ⅱ. 전망 배경

1. 모형

□ (특징) 뉴질랜드는 소규모 개방 경제이므로 Chari, Kehoe and McGrattan(2002), Galì and Monaceli(2005), Galì and Monacelli(2008), De Paoli(2009)의 교과서적 접근에 따라 본 모형을 개방 경제로 확장함

○ Jones(2018), Papetti(2019) 및 Lis, Nickel, and Papetti(2020)에 서술된 인구통계학적 요인(demographic wedges)을 도입하여 모형에 고령인구의 영향을 통합

□ (구성) 모형 경제는 대표 가계, 중간재 생산자, 최종재 생산자, 재정 당국 및 외국 경제로 구성

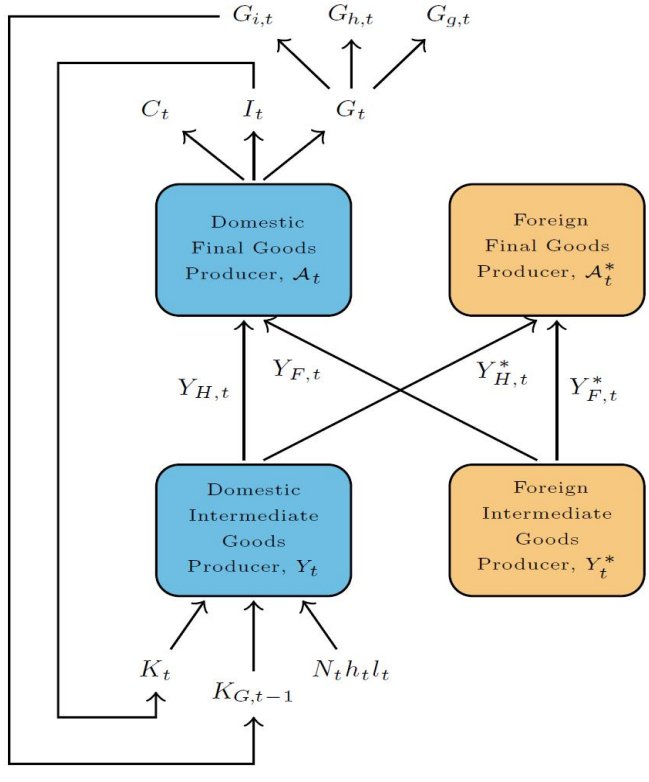
○ 모형에서 정부부채와 기간 간 정부 예산(intertemporally-balanced government budget)을 고려하는데, 이는 재정 정책이 장기적인 목표(long-run target)를 중심으로 순 정부부채를 안정화시키는 중요한 역할을 한다는 것을 의미

□ (구조) 모형의 구조는 두 개의 도표로 설명됨

○ 신고전주의 성장 모형(NCGM) 내 생산 구조

- 국내에서 중간재(Y_t)는 민간 자본(K_t), 유효노동($N_t h_t l_t$) 및 정부 자본($K_{G,t-1}$)을 사용하여 생산
- 국내 중간재는 국내 최종재(A_t) 생산에 사용되거나, 수출되어 해외 최종재(A_t*) 생산에 사용되며, 국내 최종재는 국내 중간재($Y_{H,t}$)와 수입 중간재($Y_{F,t}$)를 사용하여 생산
- 국내에서 생산된 최종재는 소비되거나(C_t) 투자되거나(I_t) 정부에서 사용(G_t)할 수 있으며, 투자 상품은 다음 기간의 자본의 일부가 됨
- 정부 재화는 다시 투자($G_{i,t}$), 의료비 지출($G_{h,t}$), 일반정부 지출($G_{g,t}$)로 나누어지며 정부 투자는 다음 기간 정부 자본의 일부가 됨

[그림 Ⅱ-1] 생산 구조(Production Structure)



출처: NZ Government(2021), p. 6.

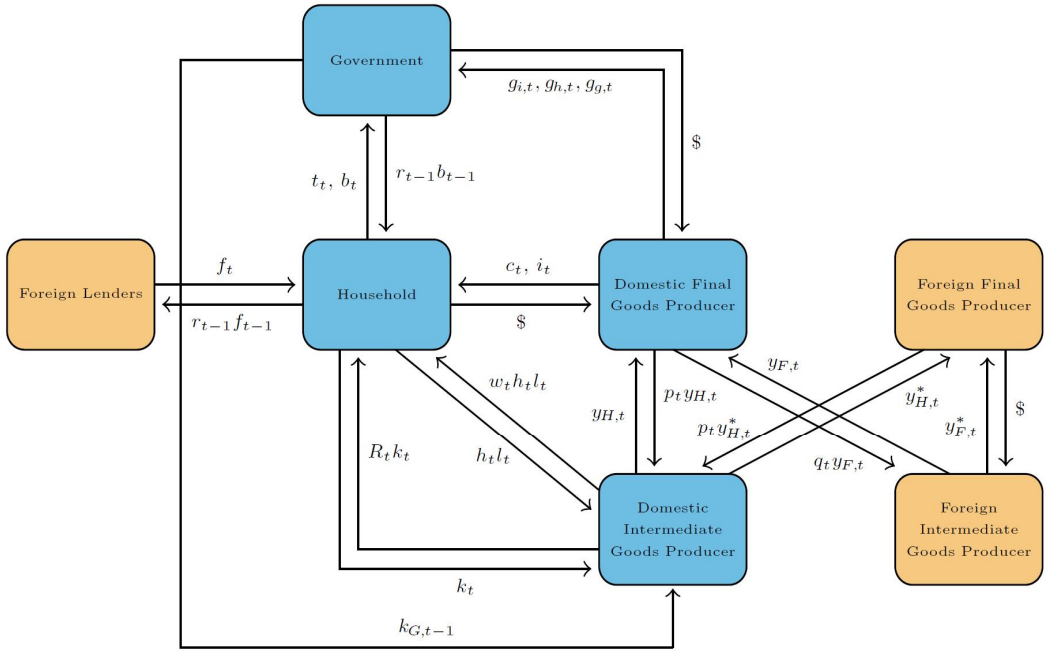
○ 신고전주의 성장 모형(NCGM) 내 행위자 간 흐름

- 가계는 자본(k_t)을 소유하고 국내 중간재 생산자에게 유효노동($h_t l_t$)과 자본 서비스를 공급하며, 그 대가로 노동 소득($w_t h_t l_t$)과 배당($R_t k_t$)을 받음
- 국내 중간재 생산자는 국내 최종재 생산자($y_{H,t}$) 및 해외 최종재 생산자($y^*_{H,t}$) 모두가 소비하는 중간재(y_t)를 생산하며, 그 대가를 지불($p_t y_t = p_t(y_{H,t} + y^*_{H,t})$에 해당하는 지급) 받음
- 최종재 생산자는 국내에서 생산된 중간재 및 해외에서 생산된 중간재(y^*_t)를 모두 사용하여 최종 재화(a_t)를 생산[10]

10) 기술적으로 외국 중간재 생산자에 대한 지불은 $ 대신 $p^*_t y^*_t$여야 하지만 본문에서 외국의 최종재 생산에서 국내 투입물이 차지하는 비중이 극도로 작아서 최종재의 가격이 외국에서 중간재의 가격과 같다고 가정함(New Zealand Treasury, p. 7)

- 최종재는 가계에 의해 소비(c_t) 또는 투자(i_t)되거나, 정부에 의해 의료비 지출($g_{h,t}$) 또는 일반정부 지출($g_{g,t}$)로 지출되거나 투자($g_{i,t}$)될 수 있음
- 정부는 가계에서 차입하거나 가계에 대한 세금 인상을 통해 지출 자금을 조달하며, 이자($r_{t-1}b_{t-1}$)와 함께 가계 부채를 상환
- 가계는 해외에서 대출(f_t)받아 이자($r_{t-1}f_{t-1}$)와 함께 상환할 수 있음

[그림 Ⅱ-2] 모형 흐름도(Model Flow Diagram)



출처: NZ Government(2021), p. 7.

2. 장기재정모형(LTFM)과의 비교

□ (장기재정모형 개요) 장기재정모형(LTFM)은 40년 범위에 걸쳐 매년 정부 지출을 예측하는 데 사용되는 대규모 스프레드시트 회계 모형임

○ 과거 데이터와 재무부의 최근 5개년 재정 및 경제 전망을 포함하여 전망

○ 모형에서 장기 재정 보고서(long-term fiscal statement)의 기준선(baseline) 전망인 고령화 인구 시나리오를 작성하기 위해 의료비 및 연금 지출 경로를 구성

○ 정부 지출을 의료비, 교육, 연금 등 여러 구성 요소로 나누며 정부 지출 측면의 세부 사항을 모형에 포함

○ LTFM의 초기 버전(earlier iterations)은 기존 장기 재정 보고서의 인구 고령화 시나리오에 대한 중심 전망을 작성하기 위해 사용됨

○ 국가 부채 전망은 조세 정책이 변하지 않는다는 가정하에 모형에서 구현

○ LTFM의 국가 부채 전망은 현재 상황에서 재정 정책이 지속 가능하지 않으며, 지속 가능성을 보장하기 위해서는 정책을 변경해야 한다는 결론으로 이어짐

- 아무런 정책 변경이 없을 때, 현재 정부의 지출 패턴과 고령화 추세가 계속 유지된다면 정부부채가 크게 증가할 것으로 나타났기 때문

□ (LTFM의 한계) LTFM은 모든 모형과 마찬가지로 유용한 도구이지만 한계가 존재

○ 스프레드시트 회계 모형이기 때문에 경제의 주요 행동 반응과 피드백 메커니즘 중 일부를 포착하지 못함

○ 또한 폭발적인 부채 경로는 균형에 이르지 않음

- 동태적 균형을 위해서는 횡단성 조건(transversality condition)이 유지되어야 함
- 정부가 부채를 상환하기 위해 지속적으로 차입하는 것을 막는 횡단성 조건은 예상되는 재정 흑자(primary surpluses)의 할인된 합계와 부채가 같아야 한다는 것을 의미
  · 이는 미래의 어느 시점에 정부 지출 증가가 세수 증가에 의해 뒷받침되어야 한다는 것임
- 부채가 폭발적인 경로를 따를 것으로 예상되면 횡단성 조건과 정부의 기간 간 예산 제약은 모두 위반됨
  · 또한 부채가 실제로 이런 수준에 이를 가능성은 희박
  · 정부는 부채가 이처럼 커지는 것을 방지하기 위해 정책을 변경하거나 더 이상 부채를 상환할 수 없게 되면 채무를 불이행(default)할 것

□ (신고전파 확률성장모형 개요) 신고전파 확률성장모형(NCGM)은 동태적 일반균형모형으로, 모형의 미시적 행태 방정식은 가계와 기업의 효용 및 이윤 극대화 문제에 대한 해답을 제시

○ 완전 예측을 전제한 기준 시나리오와 합리적 기대 가정이 전제되는 확률적 시나리오를 통해 결과가 도출되는 미래 전망 연립방정식 모형임

○ 동태적 균형을 충족하기 위해서는 모형의 내생변수가 필요

○ 정부 지출, 이전지출, 조세 정책은 정부의 예산 제약을 충족해야 하며, 정부의 기간 간 예산 제약이 요구됨

○ 평균적으로 부채가 실질금리보다 빠르게 증가하지 않도록 횡단성 조건을 유지해야 균형이 이루어짐

○ NCGM에서 정부의 재정 수단 중 최소 하나는 정부부채 또는 기초재정수지가 장기적 목표에서 벗어나지 않도록 대응함으로써 동태적 균형을 보장함

□ (NCGM의 특징) NCGM의 부가 구조는 모형의 일반균형 특성에 반응하는 경제 주체와 경제 환경이 결합하여 LTFM에는 없는 일부 행동 반응과 피드백 메커니즘을 포착할 수 있음

○ NCGM의 전망은 LTFM의 전망보다 정교하며 동시에 경제가 재정 정책에 대응하는 방식과 재정 정책이 경제에 대응하는 방식에 대한 유용한 설명을 제공함

- 그러나 더 많은 구조를 구축하고 가계 및 기업의 행동 반응을 포착하기 위해 재정 측면에서 모델의 일부 세부 사항을 제외하였음

○ NCGM은 확률론적이며 충격이 있을 때 합리적 기대를 가정하여 해결함

- 이는 장기 재정 상태에 대한 충격 및 불확실성의 영향을 연구하는 데 특히 유용

○ NCGM에서 국내 실질이자율은 내생적이며 채권의 공급(the supply of debt)을 보장하는 수준이 채권에 대한 수요(the demand for debt)와 동일할 때 균형에서 결정됨

- LTFM에서 누락된 주요 피드백 메커니즘 중 하나는 정부부채 수준에 대한 시장 금리의 내생적 반응임
- 가계의 해외 차입에는 위험 프리미엄(ad hoc risk premium)이 부여된다고 가정하며, 가계는 정부의 부채 수요를 충족시킬 수 없을 때 해외에서 더 많이 차입하여 정부의 중개자 역할을 효과적으로 수행함
  · 위험 프리미엄은 다음과 같은 두 가지 목적으로 사용: ① 부채 증가에 따른 추가적인 위험을 반영하여 순 외채가 균제상태/균형성장경로를 상회할 때 순 정부부채와 순 외채에 대한 이자율을 인상 ② 순 외채를 고정시키는 기계적 기능을 수행

· 위험 프리미엄은 모형에 부과되나 모형 내부에서 내생적으로 생성되지 않음
· 저자는 모형이나 도출 방법에서 디폴트 위험을 명시적으로 포착하지 않는데, 유사한 모델에서 디폴트 위험을 처리하는 것은 현재 연구 중이며(예: Bi, 2012 참고), 수행할 수 있는 분석 유형과 모델 크기에 제한을 두는 계산 집약적 솔루션 알고리즘이 필요하다고 명시함

□ (모형 간 차이) NCGM과 LTFM의 주요 차이점 중 하나는 과세가 경제 주체의 행태에 미치는 '왜곡적(distortionary)' 영향임

○ 자본소득에 대한 NCGM 세금에서 노동 소득과 소비는 가계가 직면하는 인센티브를 변화시킴

- 예를 들어 다른 것이 모두 동일할 때 근로소득에 대한 세율 인상은 노동으로부터의 전반적인 수익을 감소시키므로 노동공급량을 감소시킴

○ 자본소득의 수익에 영향을 미치는 세율 변동도 비슷한 경우에 해당

- 세율을 인하하면 경제 활동이 활성화될 것으로 예상하는 것과 마찬가지로 세율을 인상하면 경제 활동이 위축될 것으로 예상
- 이는 세수 인상이 단순히 가계에서 정부로 재원이 이전되는 것이 아니라는 의미임
- 오직 증세로 인한 경제 활동의 손실이 고려되어야 하며, 실제로 이 손실의 크기는 세금 변동의 규모와 발생 빈도에 따라 달라짐

○ NCGM에서 과세 변경에 따른 전반적인 영향은 해당 수입이 어떻게 사용되는지에 달려 있음

- 총 정부수입의 일부는 기업의 산출물에 생산적인 투입물(a productive input) 역할을 하는 '정부 투자'에 사용됨
- 정부 소비는 총수요에 기여하지만 비생산적인 것으로 가정하는 반면, 정부 이전은 소득으로서 가계로 흘러들어가 소비되거나 저축됨
- 정부의 소비 및 투자 경로는 과세의 왜곡된 영향을 어느 정도 상쇄하지만 NCGM은 서로 다른 가구 유형을 구분하지 않으므로 소비 성향이 다른 가구 간에 자원의 재분배는 없음
- 정부가 재화와 서비스를 소비하는 것은 공급 측면에 직접적인 영향을 미치지 않으며, 정부 재화와 서비스가 모형에서 포착되지 않은 사회적 혜택을 제공한다고 가정함
  · 이는 재정 정책의 부양 효과 측면을 놓치는 단순화된 가정임

○ NCGM의 주요 초점은 재정 정책이 소득과 산출에 미치는 영향을 밝히는 것
- 궁극적으로 조세와 지출의 순 영향은 생활 수준에 미치는 광범위한 관점에서 평가되어야 함

□ (모형 간 관계) LTFM과 NCGM은 모형별로 상대적인 장점과 이점이 있으므로 상호 보완적임

○ LTFM은 NCGM에 필요한 입력정보(input)로서 LTFM의 예상 경로 중 일부는 NCGM의 기준선을 제공

○ 두 모델을 구성하고 결과를 도출하기까지 사용되는 가정 때문에 NCGM의 모든 경로를 LTFM과 일치시킬 수 없음

○ LTFM은 정부 지출을 계산하기 위한 중요한 모형이며 NCGM에서 기준선으로 사용되는 지출 경로를 제공하고, NCGM에 존재하는 행동 반응과 피드백 메커니즘이 없을 때 경제가 어떻게 변할지 판단할 수 있는 유용한 기준점을 제공

3. 모수화(Parameterisation), 풀이 방법 및 외생적 가정

가. 모수화(Parameterisation)

□ 본 모형은 뉴질랜드 경제의 일부 장단기 특성에 맞게 캘리브레이션되었음

○ 모형의 매개 변수 중 일부는 문헌에서 가져온 나머지 매개 변수와 비교하여 높은 비율로 과거 데이터 평균에 일치하도록 선택

○ 모수의 전체 목록과 기준 값, 설정 방법은 Ⅲ-6에 수록

나. 풀이 방법

□ 장기재정전망 시나리오(LTFS)를 생성하려면 수십 년에 걸친 장기적이고 천천히 변화하는 인구통계학적 추세와 함께 중·단기에 영향을 미치는 확률적 시나리오(충격 및 스트레스 테스트 연습)를 통합할 수 있는 모델링 방법론이 필요

○ 이를 위해 기준 시나리오를 확정적 전환 경로(a deterministic transition path)로 모델링하고, 확장 경로 알고리즘(extended path algorithm)을 사용하여 기준선 위에 확률적 시나리오(stochastic scenarios)를 모델링함

○ 기준선 전망은 외생변수의 미래 경로에 따라 초기 균제상태에서 최종 균제상태로의 확정적 전환 경로로 모델링됨

○ 초기 균제상태는 현재 조건과 거의 일치하도록 선택하며, 경제는 전환(transition)이 시작되기 전 여러 기간 동안 이 수준에서 안정적(stationary)이라고 가정

○ 최종 균제상태는 외생변수가 모두 일정한 수준에서 안정되었다고 가정한 40년 이후의 미래 시점과 일치하도록 설정

○ 모든 전망에서 모형의 주기는 분기별로 설정하는데 이는 시나리오를 뒷받침하는 대부분의 양식화된 자료가 분기별 데이터를 기반으로 하기 때문

○ 전망시계(projection horizon)는 최종 균제상태로 수렴할 수 있을 만큼 충분히 긴 2,000번(2,000 periods)으로 설정

- 그 후 각 기간의 비선형 모형 방정식을 벡터에 쌓고 외생변수 경로와 초기 및 최종 균제상태 값을 연결한 다음 수렴될 때까지 반복

○ 일반적으로 장기간에 걸쳐 느린 변화가 발생할 것으로 예상되는 이러한 연습(exercises)에서 미래는 현재 경제 조건에 가깝게 선택된 초기 균제상태에서 최종 균제상태로 전환되게끔 모델링하며, 외생변수는 안정된 것으로 가정함

- 단, 평소 충격이 작은 때에는 현재 경제 상황에 가까운 안정 상태에서 시작하는 것이 타당하나 코로나19와 같이 큰 충격이 발생한 현재에서 시작할 경우 경제가 비이상적으로 안정 상태에서 멀어질 가능성이 있음
  · 이를 고려하면, 경제 충격으로 인해 초기 균제상태로부터 이탈한 상태를 반영하여 모형의 초기 조건을 설정하는 것이 보다 합리적일 수 있음

○ 본 모형에는 재무부가 정기적으로 모니터링하거나 예측하는 일반적인 집합에 포함되지 않은 많은 모델 변수로 인해 초기 조건의 일관된 선택을 더욱 어렵게 만드는 많은 수의 내생변수가 있음

○ 뉴질랜드가 직면한 많은 재정 문제는 본질적으로 장기적이며 코로나19에 관계없이 동일할 것이라는 점을 감안할 때, 안정적인 상태에서 예측을 시작함으로써 분석을 단순화함

- 여러 가지 단순화된 가정이 필요하며, 초기 조건에서 코로나19의 주기적 영향 중 일부를 제거해야 한다는 것을 의미

다. 외생적 가정

□ (개요) 전망 과정에서 많은 변수에 대해 모형 방정식에 의해 결정되지 않는 경로를 지정함으로써 외생적으로 가정

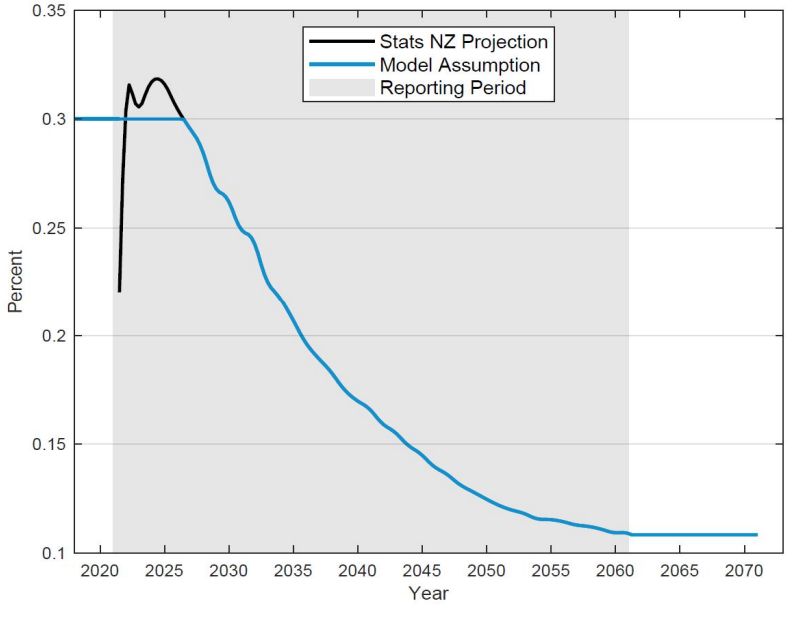
○ 전망기간 동안 발생하는 외생변수의 영구적인 변화는 모형 경제가 초기 균제상태에서 최종 균제상태로 전환되도록 함

□ (인구 가정) 향후 40년 동안 예상되는 인구통계학적 변화를 반영하기 위해 외생적으로 가정하는 변수는 다음과 같으며, 이는 뉴질랜드 통계청 전망과 동일하게 설정됨

○ 인구증가율

- 인구증가율은 2062Q2 이후에 2062Q2 값으로 고정
- 인구 증가의 경우 안정화 가정(stabilising assumption)을 하는 것에는 무리가 없으며 [그림 Ⅱ-3]에 제시된 인구 성장 궤도로 이어짐
- 단기 변동성과 낮은 초기 조건이 결과에 미칠 수 있는 영향을 제거하기 위해 인구증가의 첫 20분기를 0.3%로 설정

[그림 Ⅱ-3] 인구증가율 전망(분기별)

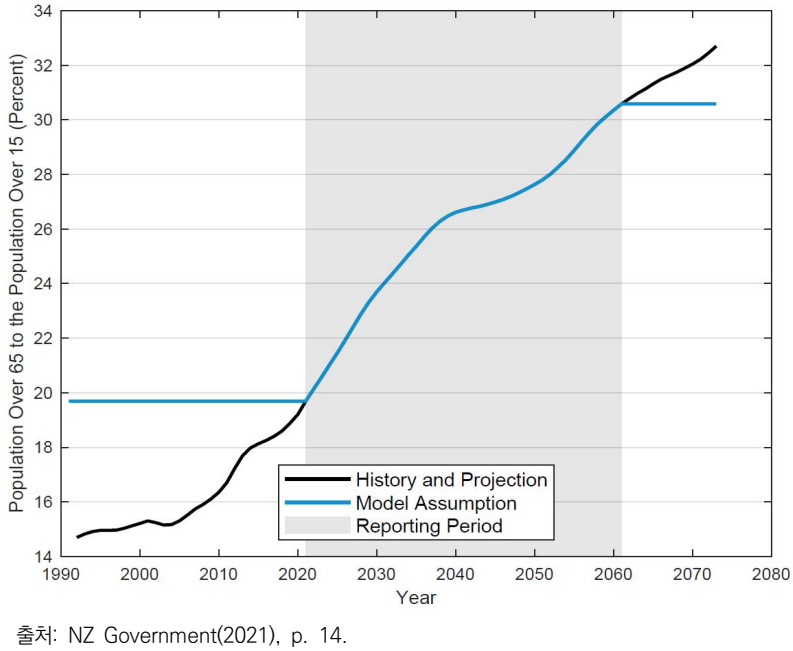


출처: NZ Government(2021), p. 13.

○ 65세 이상 인구 비율(노년부양비)

- 뉴질랜드 통계청에서는 연간 주기로 보고하므로 분기별 NCGM에 맞게 삼차 스플라인(cubic spline)을 사용하여 보관함
- 65세 이상 인구 비율을 2062Q2 이후 2062Q2 값으로 고정하는 것은 인구통계학적 변화(demographic transition)가 전환 경로(transition path)를 따른다는 단순화된 가정임
- 그러나 65세 이상 인구 비율은 최종 균제상태를 나타내기 위해 선택한 2062Q2 수준을 지나도 계속 증가할 것으로 예상되며, 유엔의 전망([그림 Ⅱ-5] 참조)에서도 해당 비율이 2100년 이후에도 계속 증가할 것으로 전망[11)]
- 2062Q2 수준에서 65세 이상 인구 비율을 안정화함으로써 정부가 연금 수령 인구의 비율이 2062년 이후에도 2062년 수준으로 일정하게 유지되도록 연금 적격 연령을 조정한다고 가정

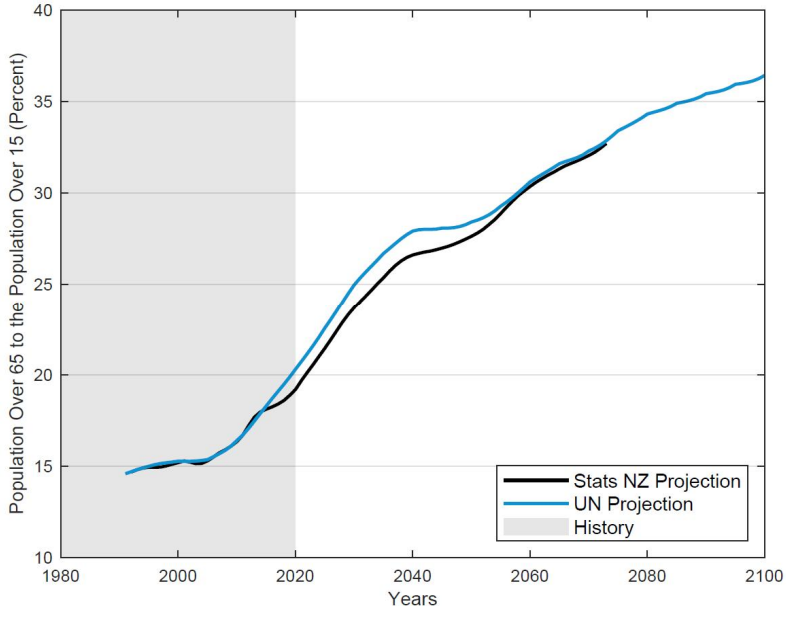
[그림 Ⅱ-4] 뉴질랜드 노년부양비 전망



출처: NZ Government(2021), p. 14.

11) 이는 베이비붐 세대가 사라진 한참 후에도 기대수명 개선과 출산율 감소가 크게 작용하여 65세 이상 인구 비율의 증가 추세가 지속된다는 점을 강조하는 것임

[그림 Ⅱ-5] 노년부양비 전망(UN 전망과 비교)

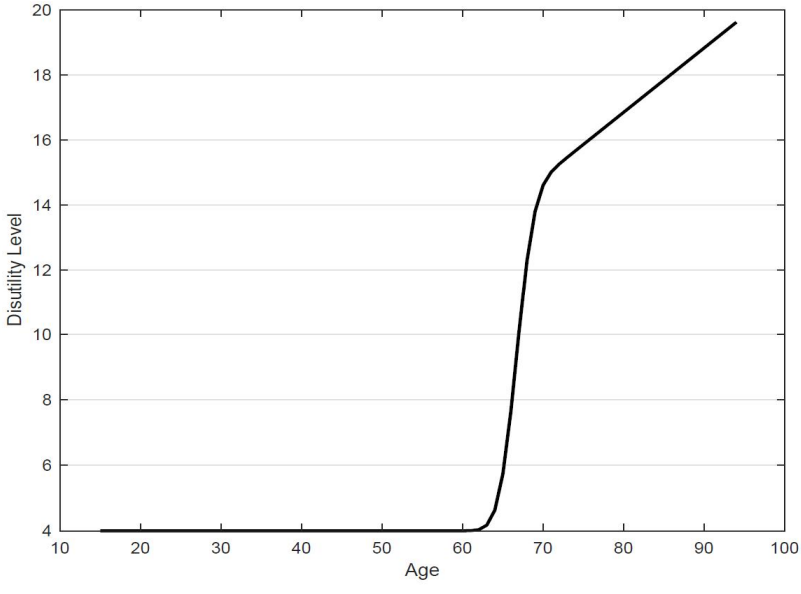


출처: NZ Government(2021), p. 14.

○ 노동에 대한 총체적 비효용(The exogenous component of the aggregate disutility of working)은 인구 구성에 따라 변한다고 가정

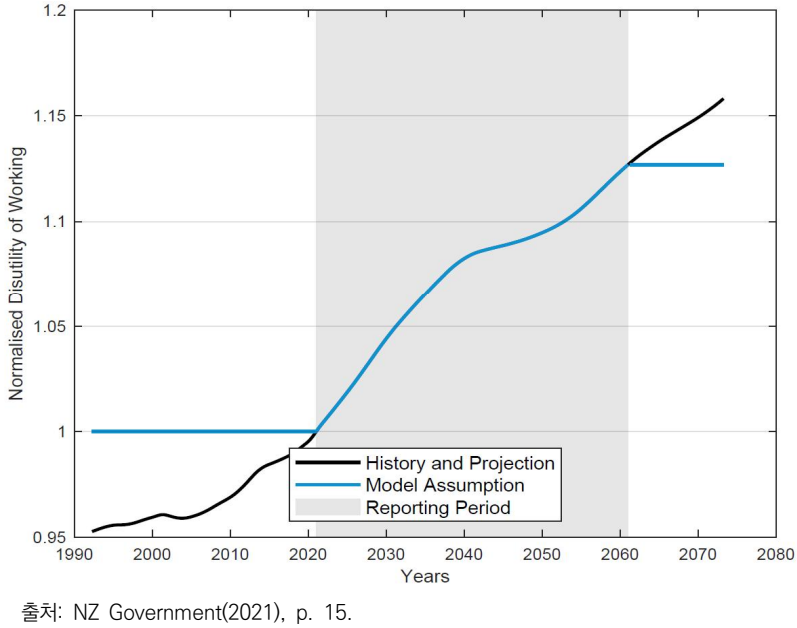
- 중첩세대 모델 및 OLG 모델과 유사한 다수의 대표적 대리인 모델에서 고령 근로자가 젊은 근로자보다 여가에 더 높은 가치를 부여한다고 가정하는 것이 일반적
- 노동의 총체적 비효용을 노동의 연령 관련 비효용성과 인구 연령 구조의 함수로 만들어 전망 모형에 포함시킴
- 그 결과 [그림 Ⅱ-6]과 같이 인구의 연령 구조의 변화(고령화)는 노동의 총체적 선호도의 변화에 반영되어 노동공급에 영향을 미침
- 인구의 예상 연령 구조와 연령별 노동의 비효용을 결합한 노동의 총체적 비효용 경로는 [그림 Ⅱ-7]과 같음
- 노동의 비효용은 인구 구성이 변함에 따라 40년의 보고 기간을 넘어 계속해서 증가할 것이나 전환 경로로 모델링하는 것과 일관되게 노동의 총체적 비효용은 2062년 이후 2062Q2 수준에서 안정화된다고 가정

[그림 Ⅱ-6] 노동에 대한 연령별 비효용성(Age-Related Disutility of Working)



출처: NZ Government(2021), p. 15.

[그림 Ⅱ-7] 노동에 대한 총체적 비효용(Aggregate Disutility of Working)



출처: NZ Government(2021), p. 15.

□ (정책 가정) 균형을 유지하는 데 필요한 정책 가정 및 정책 조정을 나타내기 위해 외생적으로 가정하는 변수로 지출 변수가 있음

○ 정부 지출 요소 중 상당수가 과거 GDP에서 차지하는 비중이 꽤 일정하게 유지되고 있으며, 이에 따라 생산성의 변화는 결과에 작은 영향만 미침

- GDP 대비 의료비 지출 비율(The ratio of health spending to GDP)
  · 모형 제작자와 실무자는 일반적으로 장기 의료비 지출을 전망할 때 ① 과거 추세를 기반으로 추정하거나 ② 일반균형 모델을 사용하거나 ③ 마이크로 시뮬레이션 모델을 사용하는데 NCGM에 사용된 의료비 지출 경로는 LTFM과 일치하며, LTFM의 접근 방식은 외삽법으로 특징지어짐
  · LTFM의 의료비 지출 경로(health track)는 인구고령화를 포착하는 가중된 인구통계학적 요인, 인플레이션율, 노동생산성, 건강 노화 인자(a healthy ageing factor) 및 건강 생산성의 함수로 구성[12)]
  · 여기에 비인구학적 성장 요인이 포함되어 의료비 지출 비용이 보다 빠르게 증가했다는 사실을 고려함
  · 의료비 지출 전망은 최근 기록에서 가장 적합한 성장 요인을 사용하여, 보고 기간 동안 외삽된 비인구학적 성장 요인을 포함한 모든 요인의 전망으로 구성
  · GDP에서 차지하는 의료비 지출 증가의 대부분은 이러한 비인구학적 성장 요인에 의해 주도됨
  · 미국 문헌의 대부분은 의료비 지출 전망을 GDP + x로 언급하면서 의료비 지출이 GDP에 일부 초과 비율 x를 더한 비율로 증가할 것으로 예상됨을 명시함
  · 역사적으로 미국 의료보험센터(CMS)는 미국의 의료비 지출이 GDP 성장률보다 1%p 빠른 속도로 증가했다는 관측에 기초하여 GDP + 1을 사용하여 의료비 지출 비용을 예측해 왔음
  · NCGM의 GDP 대비 의료비 지출 비율을 LTFM과 일치시키는 것은 의료비 지출 경로를 GDP 성장률보다 x 이상 높은 성장률로 지정하는 것과 같으며, 여기서 x는 주로 비인구학적 성장률 요인에 의해 결정됨
- 내생적인 연금 지출을 제외한 다른 지출 변수의 경우 2026~2062년 사이의 GDP 대비 비율로 증가시킨 후 2021~2026년 사이의 변수를 소급함

12) Bell(2021)에 자세히 설명되어 있다고 보고서에 명시됨

· GDP 대비 정부 투자 비율, GDP 대비 일반정부 지출 비율, GDP 대비 이전지출 비율이 이에 해당

· 균제상태에서 예측을 시작할 때 부과하는 제약과 국민 계정 데이터가 보다 잘 일치하도록 초기 조건을 조정

○ [그림 Ⅱ-8]은 모형의 비교를 위해 모델에서 내생적으로 결정되는 연금의 예상 경로를 포함하여 LTFM 대비 NCGM의 지출 예상 경로를 보여줌

- [그림 Ⅱ-8] 그래프는 부채 상환 비용을 제외한 GDP 대비 총 정부 지출을 나타내며 이 변수는 모델을 비교하는 데 중요함

· 2026년부터 NCGM 예상 경로가 1%p 이상 높지만 모델링에서 목표했던 바와 같이 두 모델의 GDP 예상 경로에 대한 지출은 대체로 비슷함

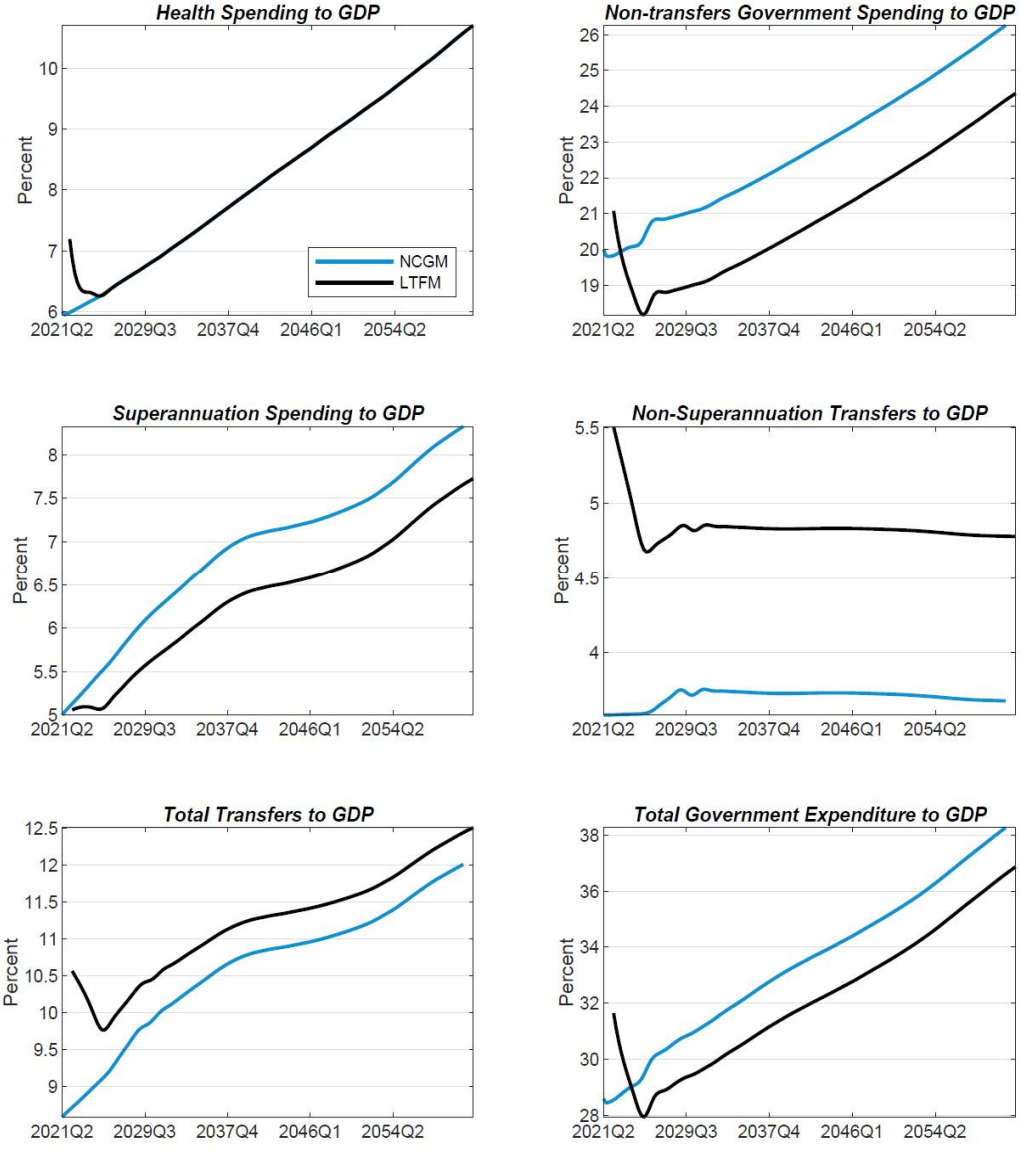
- 지출 가정과 경로가 성립되면 세 가지 세율이 모두 각 기간의 예산 균형에 맞게 조정되어 목표치를 중심으로 순 부채가 안정화된다고 가정

- GDP 대비 가변 순 부채로 이행 경로를 모델링하는 데는 몇 가지 문제가 존재

· 정부부채가 없는 경우, 단일 세율 조정을 통해 정부 지출의 전체 증가를 커버할 수 있지만 이것이 동적 평형을 이룰 것이라는 보장은 없음(Schmitt-Grohe and Uribe, 1997 참고)

· 동적 평형을 찾을 수 있다는 보장은 없지만 예산 적자가 발생하지 않도록 조정되는 한 가지 세율을 제외한 모든 외생적인 세율의 경로를 조정할 수도 있음

[그림 Ⅱ-8] 지출 항목별 예상 경로



출처: NZ Government(2021), p. 18.

○ NCGM 기준선 전망에서 LTFM과 동일하게 지출 경로를 가정하고 예산 적자가 발생하지 않도록 자본세, 근로세, 소비세의 세율을 조정함

- 이러한 조정은 NCGM의 GDP 대비 정부 지출 및 비연금 이전지출(non-superannuation transfers spending)의 비율을 LTFM과 일치시키는 것을 의미

- 수준보다 비율을 맞춤으로써 정부 지출의 큰 직·간접적 요소인 노동 비용과 노동생산성 및 GDP 수준 간의 연관성이 암묵적으로 포착됨
- 그러나 데이터 개념의 차이, 코로나19 충격으로 인한 추세와의 편차, LTFM의 균제상태 또는 균형적 성장 개념의 결여로 인해 LTFM의 장기 지출 압박을 정확하게 포착하는 NCGM 예측을 생성하기 위해서는 일부 조정이 필요함
- NCGM은 LTFM보다 경제와 데이터를 정형화하여(stylised) 나타냄
  · 정부 계정(Crown accounts) 데이터와 개념을 고려하면서도 균형 성장 경로상 균제상태의 국민 계정(national accounts) 데이터와 광범위하게 일치하도록 캘리브레이션됨
  · 이와는 대조적으로 LTFM은 정부 계정 데이터를 정확하게 일치시킴

□ (대외변수 가정) 뉴질랜드는 소규모 개방 경제로서 결정에 중대한 영향을 미치기에는 너무 작으므로 뉴질랜드 외부에서 결정되는 것으로 처리되는 외생변수는 다음과 같음

○ 해외 실질 GDP: 뉴질랜드의 주요 무역 상대국의 무역 가중치를 나타내는 것으로 가정하며 해외 GDP는 수출 수요를 통해 국내 경제에 영향을 미침

○ 해외 실질이자율: 수정된 실질이자율 조건(modified real interest parity condition)을 통해 실질 환율에 영향을 미침

○ 이러한 변수들의 예상 미래 경로에 대한 불확실성 때문에 분석을 단순화하기 위해 해외 실질이자율과 GDP의 해외 수준을 일정하게 유지함[13)]

□ (안정화 가정) 외생변수는 2062Q2 값과 유사하게 안정화된다고 가정하며, 실제로 2062Q2 이후의 외생변수는 2062Q2 값으로 설정

○ 이는 결과에 영향을 미칠 수 있는 임의적인 결정으로, 40년 이후의 날짜를 설정하면 외생변수와 경제가 안정될 것으로 예상되므로 미래 예측 변수의 급격한 반응을 피할 수 있음

○ 외생변수의 안정화 날짜(stabilisation date)를 더 먼 미래로 미루면 경제 전망을 악화시킬 가능성이 높아짐

13) 이는 외국 경제가 국내 총요소생산성 및 국내 인구증가율과 동일한 속도로 성장함을 의미하며, 생산성 또는 인구 성장률의 차이를 가정하는 경우 더 복잡한 전환 경로가 도입되거나 최종재의 보다 유연한 Cobb-Douglas 집계가 필요함. 이는 실질 환율에 추세적 영향을 미칠 수 있음(NZ Government, 2021, p. 16)

- 40년 이후의 의료비 및 연금 비용이 지속적으로 증가할 것으로 예상됨에 따라 예산의 균형을 맞추기 위한 더 높은 왜곡 세율이 요구되기 때문

□ (추가 가정) 외생적 가정에 더하여 GDP 대비 순 부채와 이자율과 GDP 성장률 간 격차에 관한 몇 가지 단순화된 가정을 추가

○ 예를 들어 순 부채의 초기 조건을 GDP의 48%로 설정하면, 이는 예측 기간 순 부채 전망치의 정점이며 GDP 대비 순채무의 현재 수준인 34%보다 높음

- GDP 대비 순 부채 비율 34%에서 시작할 수 있지만 2년 동안 34%에서 48%로 증가하는 것은 매우 극단적이므로 48%에서 시작하여 예상을 단순화함

□ (검토 사항) 뉴질랜드를 포함한 많은 선진국의 정부부채에 대한 금리는 현재 GDP 성장률보다 낮음

○ 금융시장 규제를 통한 금융 억압은 역사적으로 이자율을 낮게 유지하는 역할을 거의 확실하게 수행했지만, 앞으로 정부가 이 도구를 사용하는 것은 보다 어려울 것(Eichengreen et al., 2019 참고)

○ 일부 학계의 경제학자들은 경기침체, 높은 저축률, 인구 고령화로 인해 이자율이 성장률보다 낮은 것이 새로운 세계 경제의 질서(the new normal)라고 조심스럽게 이야기하고 있음(Blanchard, 2021 참고)

○ 대표 대리인 모형과 전환 경로에서 영구적으로 낮은 금리를 구축하는 것은 어려움

- 현재 NCGM에는 물리적 자본 수익률과 연결된 단 하나의 이자율이 있는데, 향후 연구에서는 새로운 세계 경제 질서에서 영구적으로 낮은 이자율을 대표적인 대리인 모형에 통합하는 방법을 고려할 수 있을 것

4. 고령인구 시나리오

□ 본 절에서는 증가하는 의료비 및 연금 지출액과 정부의 세금 인상을 통해 전 전망기간 동안 균형예산을 이루도록 설정한 기준선 고령인구 시나리오(a baseline ageing population scenario, 이하 기준선)에 대해 서술

○ 기준선 고령인구 시나리오에서 지출 제한 효과가 어떻게 작용하는지, 또한 경제적 충격과 물리적 충격이 어떻게 작용할지 살펴볼 예정

○ 이외 재정 건전화 시나리오(a couple of fiscal consolidation scenarios)와 대응 지연 시나리오(some delayed fiscal response scenarios)를 살펴봄

가. 기준선 고령인구 시나리오

□ (개요) 기준선은 2021년 3분기부터 시작됨. 이 시점은 경제 주체들이 각 변수(인구 증가에 대한 미래 경로, 고령인구 비율, 노동비 효용성, 소비의 변화, 목표 세율 그리고 최종 균제상태)에 의해 영향을 받기 시작하는 시점

○ 전망기간 동안 모든 경제 주체들의 외생변수와 외생변수들이 변화하여 도달하게 되는 최종 균제상태까지 완벽하게 예측한다고 가정

○ 본 연구자는 40년 동안 연금수급 개시 연령은 65세로 일정하다고 가정하고, 의료비는 2021년 GDP 대비 6% 수준에서 2061년 GDP 대비 10% 이상 수준으로 증가할 것으로 가정

- 이에 대응하여 정부는 세율을 인상시켜 순 부채 목표를 유지하고 각 기간 균형예산을 달성하여 모형경제 내에서 항상 동태균형을 이루도록 함

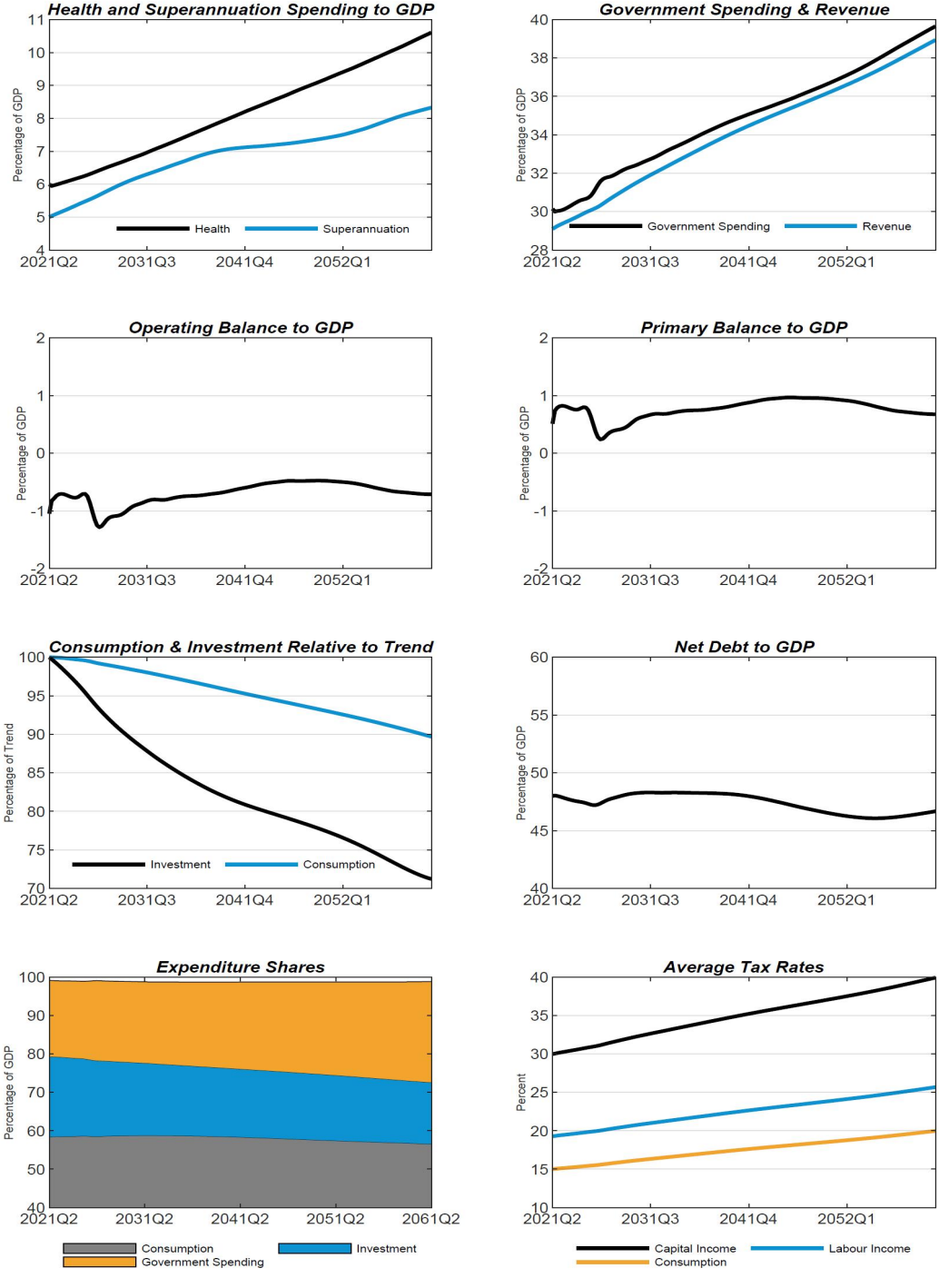
○ 세 가지 중요한 평균세율(The three main average tax rates)은 어느 한 세율이 더 높게 인상되지 않도록 일정하게 인상된다고 가정

- 비록 세금 유형과 지출정책에 따라 그 왜곡 정도는 다를 것이나, 세 가지 세율의 비례적 인상 가정은 예측 기간 동안 실제 변동 추세에 비해 발생하는 GDP 손실을 낮출 수 있음
- 이에 대한 기준선 예측 결과는 [그림 Ⅱ-9], [그림 Ⅱ-10]과 같이 나타남

○ 본 모형에서는 예측 대상인 GDP 등 거시경제 변수들의 추세(treand) 요소와 순환변동 요소 모두에 영향을 받음에 따라 추세 요인을 고려할 필요가 있음

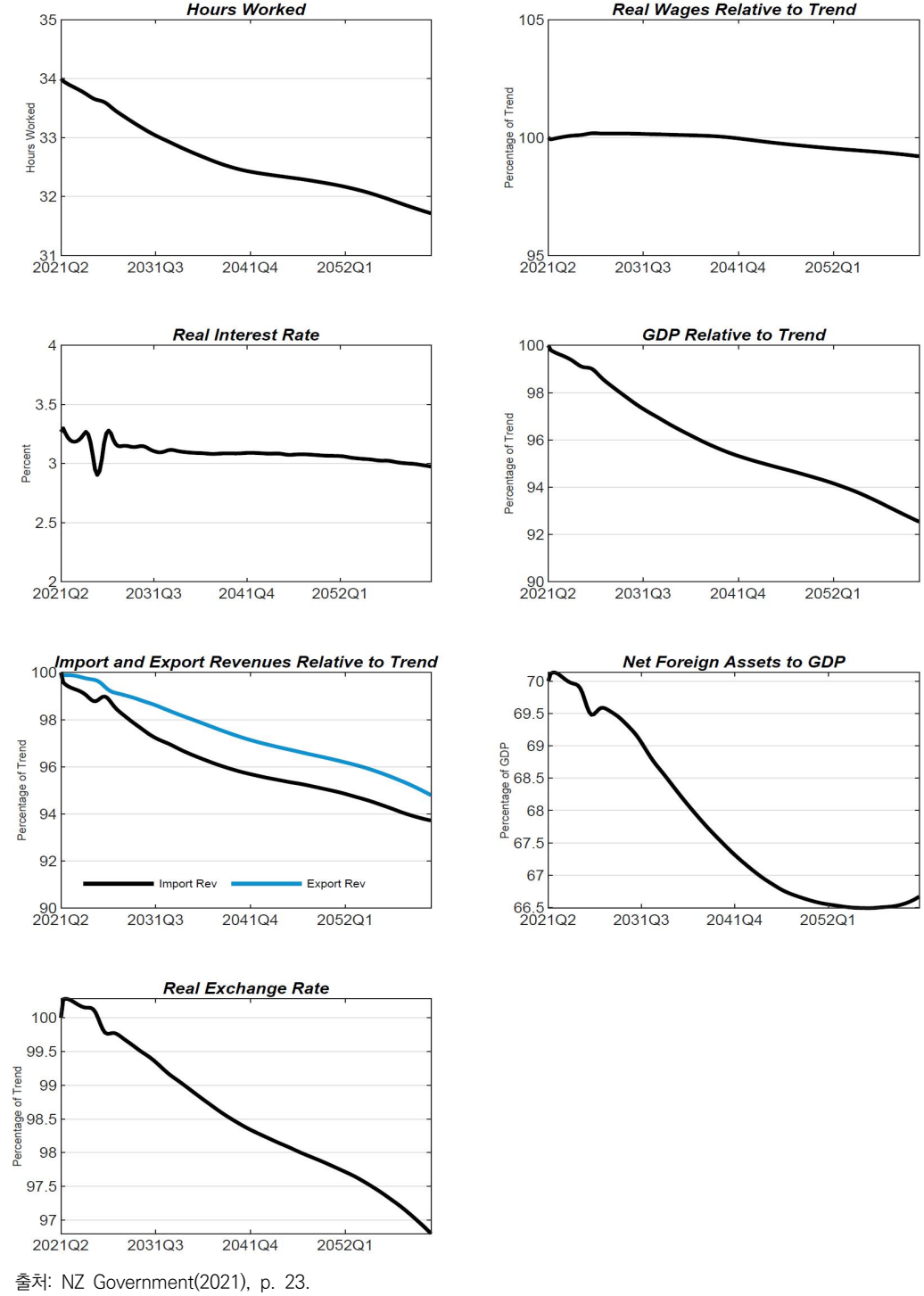
- 모형의 단순화를 위해 거시경제 변수(예: GDP, 지출 요소, 순 부채 등)는 총요소생산성 및 인구증가율과 동일한 속도로 증가한다고 가정

[그림 Ⅱ-9] 기준선 전망(Baseline Projection)



출처: NZ Government(2021), p. 22.

[그림 Ⅱ-10] 기준선 전망(Baseline Projection)



출처: NZ Government(2021), p. 23.

□ (인구변화와 정책변화) 인구통계적 변화와 정책 변화는 다음과 같이 다양한 경로(these different channels)를 통해 나타남

○ (인구증가율의 감소) 전망기간 동안 인구증가율의 감소는 추세 대비 민간투자(private investment relative to trend)의 감소로 이어짐

- 총 투자는 각 기간 내에 증가하는데, 이는 인구 규모가 클수록 더 많은 공장과 기계를 필요로 하기 때문
  · 투자가 이루어지는 시점과 생산적 자본스톡이 형성되는 시점은 동일하지 않음
  · 만약 미래 인구증가율이 높을 경우 가계는 매 기간마다 미래 인구 수요를 예상하여 이를 위한 과잉투자를 할 것
  · 인구증가율이 낮다는 것은 위와 같은 과잉투자를 줄여 균형을 유지할 수 있다는 것을 의미함
- 따라서 현재 인구증가율 수준에서 과잉투자로 이어질 수 있었던 최종재는 인구증가율이 감소함에 따라 소비재로 전환됨
- 소비 수준이 높을수록 가계는 부유하다고 느끼므로 노동공급 감소 등 관련 변수들이 모두 낮아지며, 이는 추세 대비 실질 GDP와 투자(real GDP and investment relative to trend)를 모두 감소시킴

○ (노동비효용의 증가) 시간이 지날수록 인구고령화가 심해지고, 특히 노동보다 레저에 더 큰 가치를 둔 고령층이 늘어남에 따라 노동공급 감소, 낮은 생산성 초래, 소비 및 투자 등의 감소 등 관련 변수들이 모두 낮아짐

○ (세율 인상) 정부는 증가하는 의료비와 연금 지출액을 충당하기 위해 자본세, 근로소득세, 소비세를 인상하여 재원을 마련할 것

- 자본세 인상은 자본의 세후수익률을 낮출 것
  · 이때 자본의 한계생산성을 높이기 위해서는 자본스톡과 투자 수준을 모두 하락시켜야 하고, 이는 자본의 세전수익률을 다시 높여 결과적으로 모든 자산(물적자본, 순 정부부채, 순 외국인 자산)이 균형을 이루도록 함
  · 자본스톡의 감소로 노동의 한계생산성이 낮아지고, 임금도 낮아져 가계의 근로유인 또한 감소
- 근로소득세 인상은 근로소득에서 세후 소득을 감소시켜 노동공급을 감소시키는 등 관련 변수들이 모두 낮아짐

- 소비세 인상으로 가계의 구매력과 근로에 따른 보상이 낮아짐에 따라 근로유인이 줄어드는 반면, 향후 소비세가 인상될 것으로 예상되며 소비자들은 현재 소비를 더 많이 하고 미래 소비를 적게 함

○ (의료비 증가) 자원 제약으로 인해 정부 소비 증가는 민간 소비를 감소시킴

- 소비 감소는 가계가 덜 부유하다고 느끼게 하고 이는 노동공급을 증가시키는 역자산효과(negative wealth effect)를 가져옴에 따라 세금 인상으로 인한 부정적인 효과를 부분적으로 상쇄시킴
  · 반대로 정부 지출을 소비세 인상으로 충당하는 경우 영구적 균형예산을 위한 정부지출승수(the permanent balanced budget government expenditure multipliers)는 0이며, 이러한 캘리브레이션(calibration)하에서 세금의 왜곡효과(the distortionary effects from taxation)는 역자산효과(negative wealth effect)를 직접적으로 상쇄시킴
- 영구적 균형예산을 위한 정부지출승수(the permanent balanced budget government expenditure multipliers)는 정부 지출을 자본세 또는 근로소득세 인상으로 충당할 경우 음(-)의 값으로 나타남
  · 이는 세금의 왜곡효과(the distortionary effects from taxation)가 역자산효과(negative wealth effect)보다 크게 나타나기 때문
  · 영구적 균형예산을 위한 정부지출승수는 Ⅲ-7에 서술하였으며 다른 연구결과와 비교하는 논의 또한 수록되어 있음

□ (전망 결과) 기준 시나리오 결과는 위에서 언급한 다양한 경로(these different channels)들의 가중치 값이며, 일부 값은 서로 상쇄되고 일부 값은 크게 나타나기도 함

○ GDP 대비 의료비 지출 비율은 2021년 6%에서 2061년 10% 이상 증가하는 가정을 따르지만 2026년부터 2061년까지의 증가 추이는 LTFM의 추이와 일치

○ GDP 대비 연금 지출 비율은 65세 이상 인구비율 증가에 따름

○ GDP 대비 총 기초 정부 지출은 초기 균제상태에서의 28.6%에서 전망 끝년도에 이르러 38.3%로 전망

○ GDP 대비 총 세수는 2021년 29.1%에서 2061년 약 39%로 증가하는데, 이는 균형예산을 위해 세율이 조정되기 때문

○ 종합적으로 GDP 대비 기초재정수지(the primary balance)와 운영수지 비율(the ratios of the operating balance)은 전망기간 동안 상당히 안정적으로 나타날 것으로 예상되며 GDP 대비 순 부채 또한 안정적으로 나타날 것

○ GDP 대비 지출을 이루는 요소 중 투자와 소비 부문에서 감소세가 나타났으며 전망기간 동안 발생한 외생변수들의 변화로부터 기인

- 정부 지출 투자 부문에서 추세 대비(relative to trend) 28.8% 감소
  · 전망기간 동안 인구증가율의 감소가 투자 감소분의 10.3% 정도 기여
  · 근로자들의 총 비효용성 증가는 투자 감소분의 3.7% 정도 기여
  · 자본세, 근로소득세, 소비세 인상으로 인한 역자산효과는 투자 감소분의 14.9% 정도 기여
- 정부 지출 소비 부문에서 추세 대비(relative to trend) 10.3% 감소
  · 세율 인상 및 정부 지출 확대는 민간 소비 감소분의 9.5% 정도 기여
  · 고령화로 인한 총 노동비효용성 증가는 소비 감소분의 2.8% 정도 기여
  · 반면 낮은 인구증가율은 소비를 오히려 2% 정도 증가시키고 다른 외생변수에 의한 역자산효과를 부분적으로 상쇄

○ GDP 대비 총 비이전지출(Total non-transfers government spending)은 전망기간 동안 2021년 20%에서 2061년 26.3%로 증가

○ 자본소득에 대한 평균세율은 30~40%, 근로소득 평균세율은 19~26%, 소비세율은 15~20%로 인상되어, 가계가 직면한 세 가지 세목의 평균세율은 29%에서 39%로 약 10%p 가까이 높아짐

- 기준 시나리오의 세율 인상 결과는 중첩세대 일반균형 모형을 사용하여 미국 내 고령인구와 의료비 증가에 대해 분석한 Attanasio, Kitao, and Violante(2010)과 비교할 필요가 있음
  · Attanasio, Kitao, and Violante(2010)은 2005년부터 2080년 사이 의료비 및 연금 지출의 증가분을 충당하기 위해서는 근로소득세를 14%p 인상해야 할 것으로 분석
  · 인상분 중 2/3 정도는 의료비 지출액을 충당
- 소득 대비 자본의 비중은 0.33으로 설정하였는데 이는 가계가 직면한 세목들의 평균세율이 9%p 이상으로 인상되어야 함

○ 근로시간은 전망기간 동안 감소하는데, 이는 총 노동비효용성 증가와 낮은 인구증가율, 자본세·근로소득세·소비세 인상에 의함

- 실질임금은 상당히 일정하게 유지되며 최종 균제상태에 이르러 2% 더 낮게 수렴
- 자본세 인상으로 노동 수요는 감소하나 감소분의 일부분은 공공 자본스톡의 증가로 상쇄
- 따라서 균형노동(Equilibrium labour)은 낮아지는데 이는 총 노동비효용성의 증가와 근로소득세 및 소비세 인상으로 인한 실질임금 상승 압박에 의함

○ 실질금리는 소비와 GDP 성장률이 낮아서 전망기간 동안 0.25%p 정도 낮아짐

○ 실질 GDP는 전망기간 동안 약 7.5% 감소하는데 외생변수들의 변화로부터 기인

- 감소분의 약 3.1%는 총 노동비효용성의 증가에 기인하며 이는 노동공급 감소와 생산성 저하로 이어짐
- 감소분의 약 0.6%는 낮은 인구증가율에 기인하며 이는 투자감소, 현재 소비 증가, 노동공급 감소로 이어짐
- 감소분의 약 3.7%는 자본세·근로소득세·소비세 인상으로 인해 투자감소 및 노동공급 감소로부터 기인

○ 영구적 정부지출승수(the permanent government expenditure multipliers)는 −0.48이고 이는 의료지출승수 −0.32와 연금지출승수 −0.7로 세분화

○ 총수요 감소로 인하여 수입은 감소

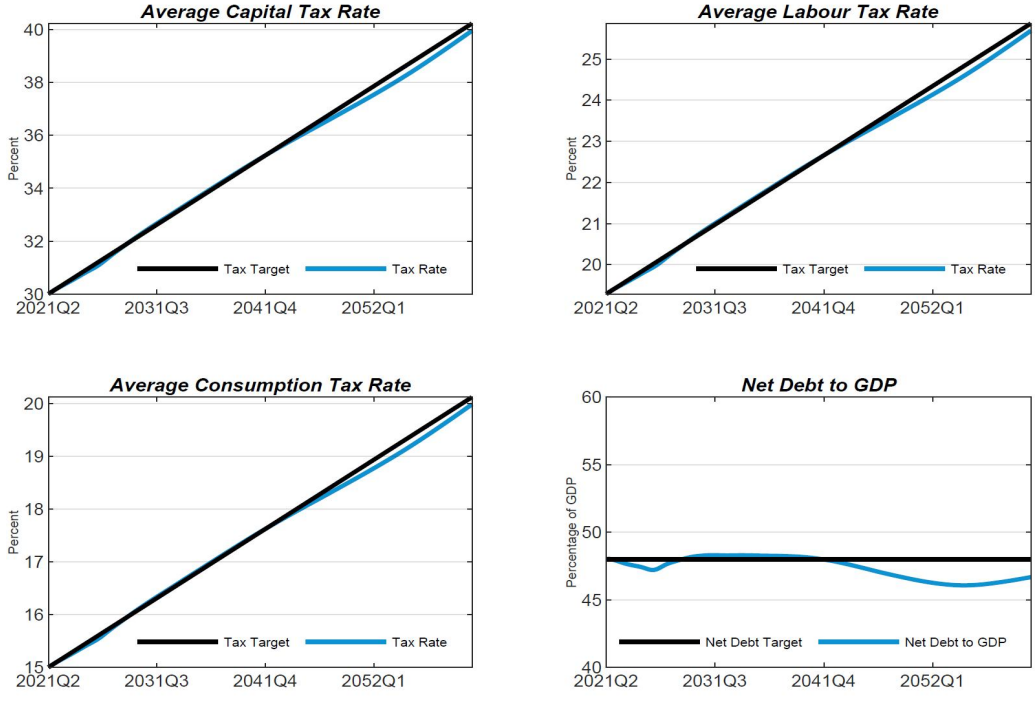
- 최종 균제상태에서의 GDP 대비 순 외화자산 비율(the ratio of net foreign assets to GDP)은 초기 균제상태 수준으로 수렴
  · 인구증가율이 낮은 상황에서 뉴질랜드가 향후 순 외채(net foreign debt)를 감당하기 위해서는 GDP 대비 무역흑자를 높여야 함
  · 그러나 추세 대비 GDP가 하락할 것으로 예상되므로 GDP 대비 순 외화자산 비율이 초기 균제상태와 최종 균제상태에서 동일한 비율을 갖도록 유지하려면 순 외채를 상환해야 함
- 다시 말해 수출은 필수적으로 감소할 것이나 그 속도는 느리게 감소하여 최종 균제상태에서 순 수출은 높은 수준을 유지
  · 이때 환율은 전망기간 동안 지속적으로 낮은 수준을 유지

□ (시간 가변적 목표 세율) 시나리오 설명으로 넘어가기 전, 시간 가변적 목표 세율(time-varying target tax rates)에 대해 간략히 설명

○ Ⅱ-3에서 언급한 바와 같이 시간 가변적 목표 세율(time-varying target tax rates)은 모든 이행경로(the transition path)에서 조정되는데, 조정되는 시점은 GDP 대비 순 부채가 외생변수들의 충격(shocks)에 반응하는 시점과 동일

○ 아래 그림은 목표 세율과 GDP 대비 순 부채비율을 보여주며 자본세, 근로소득세, 소비세, GDP 대비 순 부채의 평균값이 목표(target)와 얼마나 일치하는지 보여줌

[그림 Ⅱ-11] 목표 세율과 순 부채(Tax and Debt Targets)



출처: NZ Government(2021), p. 27.

○ 목표 세율은 초기 균제상태에서 최종 균제상태까지 선형경로(a linear path)를 따름

- 최종 균세상태에서 목표 세금은 균형예산을 맞추기 위한 세율과 동일하게 설정
  · 세율과 순 부채는 2040년까지 각각의 목표에 상당히 근접해짐
  · 2040년 이후 지출은 증액됨에도 불구하고 각각의 목표 세율이 2040년 수준으로 낮게 설정됨에 따라 이후 목표 세율은 약간 높게 책정됨
- 반면, GDP 대비 순 부채는 목표치인 48%를 밑돌 정도로 낮게 설정되지는 않음
  · 이는 65세 이상 인구증가율이 선형 경로를 따르지 않고 2040년 이후 고령인구 증가율이 현저하게 낮아짐

- 2040년 이후 목표 세율과 목표 순 부채의 격차를 일치시킬 수 있도록 조정할 수도 있으나 그 격차가 미세하므로 본 연구에서는 아무런 조정을 하지 않음

나. 지출 제한

□ (지출 제한 시나리오) 본 항에서는 의료비 증가와 연금 지출 증가에 대한 개별적인 한계 기여(marginal contributions)를 이해하기 위해 다음 두 가지 지출 정책(two alternative spending policies)을 검토

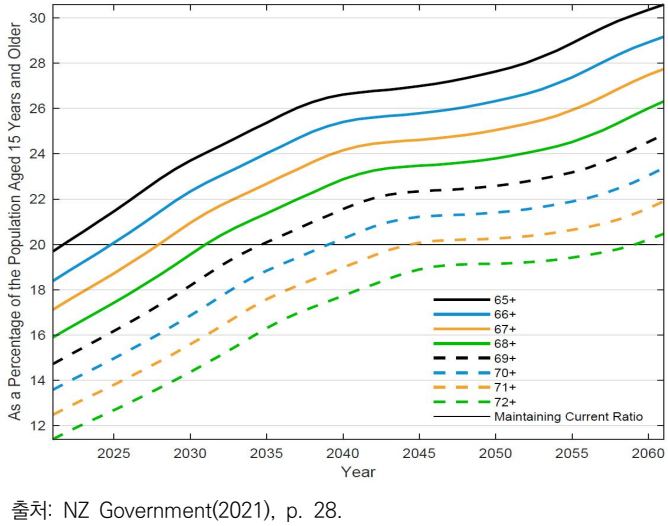
○ (의료비 지출 제한) 의료비 증가와 관련된 첫 번째 시나리오에서 의료 지출의 증가속도는 전망기간에 걸쳐 GDP 증가율과 동일한 속도로 증가한다고 가정

- 다시 말해, 개인의 건강 상태가 변하지 않고 일정하게 유지되는 가정은 전망기간 동안 정부 소비를 일정하도록 설정한 다른 가정과 동일한 효과가 있음

○ (연금 지출 제한) 연금 지출 증가와 관련된 시나리오에서 연금수급자 비율(은퇴 연령)이 현행 수준으로 일정하게 유지됨을 가정

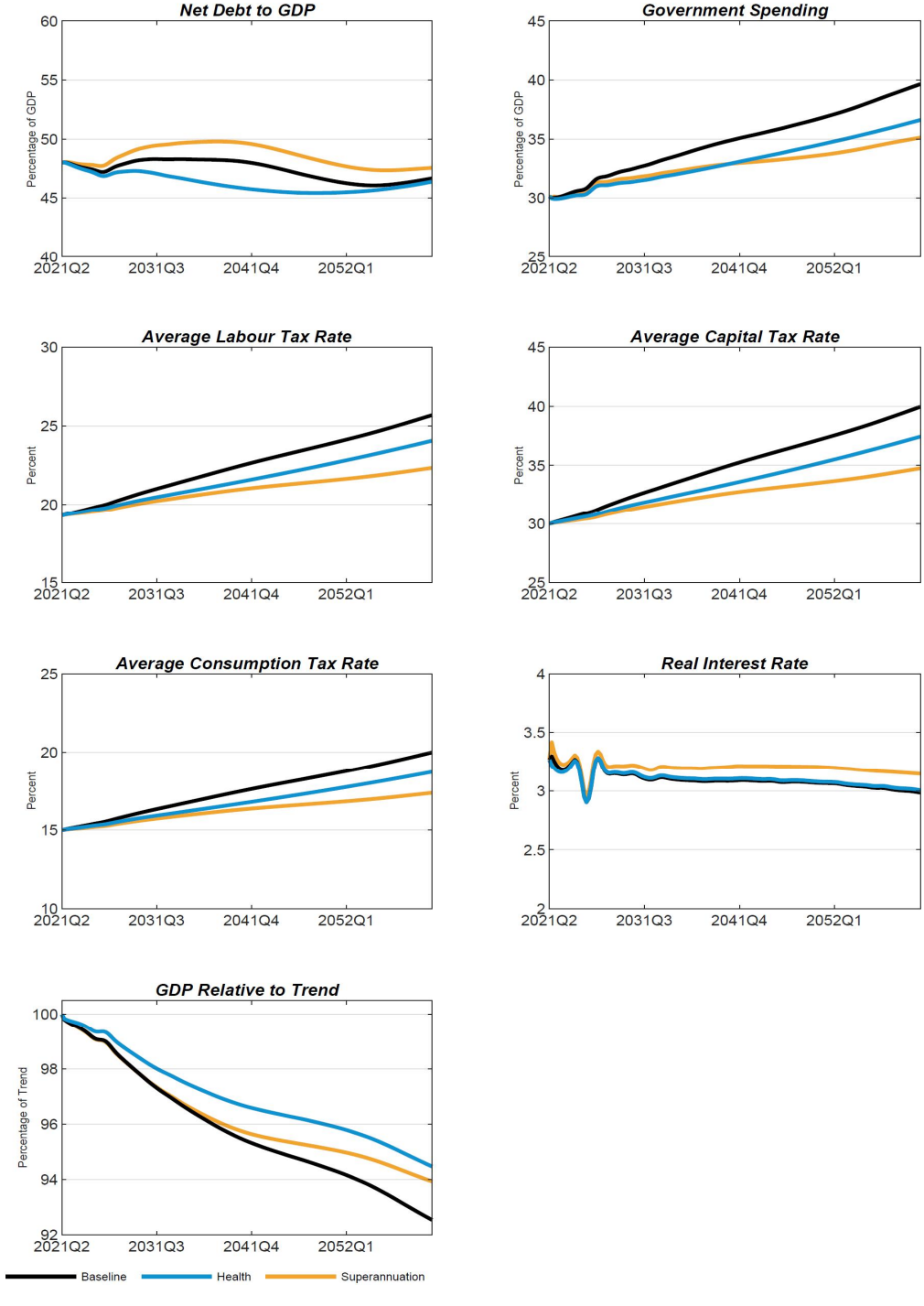
- 연금수급자 비율 유지 가정은 전망기간 동안 정부 이전지출이 GDP 대비 일정한 비율로 유지되는 가정과 동일한 효과가 있음
- 이로 인해 전망기간 말인 2061년에 이르러 연금 수급 개시 적정 연령은 72세로 점진적으로 높아짐

[그림 Ⅱ-12] 고령 비율(Old-Age Ratios)



출처: NZ Government(2021), p. 28.

[그림 Ⅱ-13] 지출 제한 정책 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 29.

□ (전망 결과) 두 가지 지출 제한 정책에 의한 GDP 대비 정부 지출 비율은 2040년까지 비슷한 양상을 보이나 그 이후 약간의 차이가 발생

○ 연금 지출 제한 정책에서 정부 지출은 전망 초기 GDP 대비 38.3% 수준이었음

- 그러나 65세 이상 인구증가율이 둔화됨에 따라 연금 지출 증가 속도가 감소하기 시작하는 2040년을 기점으로 의료비 제한 정책에 의한 정부 지출보다 감소세로 돌아선 후, 2061년에 이르러 GDP 대비 38.3% 수준으로 회복

○ 의료비 제한 정책에서 정부 지출은 2061년 GDP 대비 33.6%까지 상승할 것으로 예측되어 전망기간에 걸쳐 연금 지출 제한 정책에 의한 결과 보다 약간 상회하는 수준으로 나타남

○ 두 가지 지출 제한 정책에 의한 세율 인상은 정부 지출의 상대적 증가를 반영한 자본세·근로소득세·소비세의 세율 인상 수준(기준선)보다 낮음

○ 추세 대비 GDP(GDP relative to trend)를 비교하면, 연금 지출 제한 정책에 의한 결과보다 의료비 제한 정책에서 더 크게 감소

- 이는 본 연구 모델에서 정부의 이전지출 증가가 조세경로(the tax channel)상의 경제 주체들의 행태에만 영향을 미치기 때문에 나타나는 현상

○ 정부의 의료 지출 증가는 민간이 소비할 수 있는 자원을 줄어들게 만들어 민간소비를 감소시키고 역자산효과로 인해 가계는 더 많은 노동을 공급

- 노동력 공급 증가는 세율 인상에 따른 부정적인 영향을 부분적으로 상쇄시켜 GDP 증가율의 감소폭을 줄어들게 하지만, 줄어든 감소폭은 정부 이전지출액 증가에 의한 GDP 증가율의 감소폭보다 적음

다. 경기침체

□ (경기침체 시나리오) 경기가 후퇴할 때 정부는 일반적으로 원활한 경기순환을 위해, 혹은 경기회복을 위해 정부 지출을 늘리므로 정부의 재정 압박은 가중

○ 경기침체하에서 보통 세수는 감소하는데 그 원인으로 가계소득 감소, 기업수익 감소, 소비 감소가 있으며 때로는 경기 활성화를 위한 정부의 세금 인하 정책이 영향을 미침

- 동시에 실업률 상승은 기업이 더 높은 복리후생을 제공해야 하는 압박감과 정부의 이전지출 증가 압박으로 이어짐

○ 반면 경기가 침체되었을 때, 재정의 자동안정화장치와 경기부양을 위한 재정 정책이 시행될 경우 GDP 대비 정부부채가 증가할 것

○ 본 연구에서는 경기 후퇴가 향후 40년간 정부의 재정에 어떻게 영향을 미칠지 더 잘 이해하기 위해 기준선 외에 일시적 경기침체(a single recession)와 장기적 경기침체(a series of recessions) 시나리오를 구축함

□ (실제 평균 규모 측정) 경기침체의 규모와 지속시간을 측정하기 위해 선행연구를 통해 뉴질랜드의 과거 경기침체 평균 규모를 살펴봄

○ Hall and McDermott(2016)는 제2차 세계대전 이후 뉴질랜드 경제의 경기순환을 분석하였으며 Bry & Boschan 알고리즘을 사용하여 9번의 경기침체를 식별

- 분석 결과 정점에서 저점까지 수축 국면의 평균 지속시간은 4.2quarters, 저점에서 정점까지 확장 국면의 평균 지속시간은 30quarters, 평균 진폭은 −4%, 평균 누적 GDP 손실은 −9.9%로 계산됨

○ Hall and McDermott(2016)가 계산한 수치들은 본 절의 시나리오를 캘리브레이션하기 위한 대략적인 가이드로 사용하고, 최근 데이터를 사용할 수 있는 세 번의 경기침체에 대해서는 모델 전망 결과와 실제 데이터를 비교

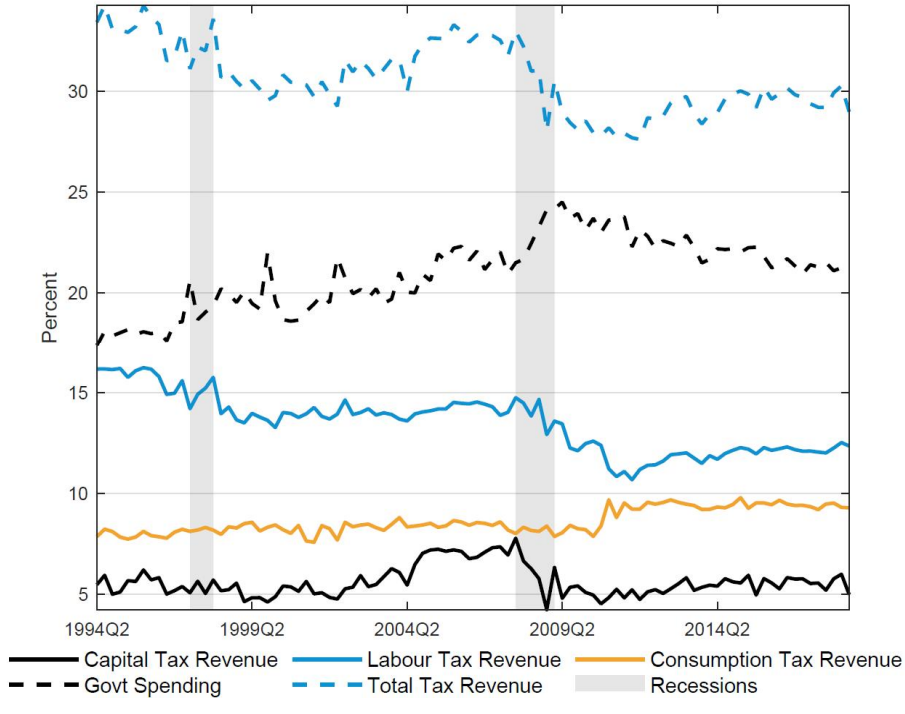
□ (재정 정책 효과 파악) 경기침체기에 자동안정화장치와 재정 정책이 어떻게 작용했는지 대략적으로 파악하기 위해 GDP 대비 일반정부의 세입과 정부 지출의 역사적 추이를 살펴봄

○ 본 연구에서는 1993년부터 구축된 세수 데이터를 사용함에 따라 아시아 경제위기와 글로벌 금융위기가 반영되어 있음(Ⅲ-8 및 [그림 Ⅱ-14] 참고)

○ [그림 Ⅱ-14]에서 글로벌 금융위기 이후 GDP 대비 총세수가 줄어들고 GDP 대비 정부 지출이 늘어난 원인 중 하나는 자동안정화장치가 작동했기 때문

- GDP 대비 총세수는 글로벌 금융위기 이전 GDP 대비 33% 수준에서 28%로 감소
  · GDP 대비 근로소득세수는 글로벌 금융위기 이전 GDP 대비 15% 수준에서 11%로 감소
  · GDP 대비 자본소득세수는 글로벌 금융위기 이전 GDP 대비 8% 수준에서 5%로 감소
  · GDP 대비 소비세수는 2010년까지 거의 변동이 없었으나 2009~2011년 부가가치세율 인상으로 GDP 대비 소비세수만 증가
- GDP 대비 정부 지출은 글로벌 금융위기 이전 GDP 대비 21% 수준에서 25% 수준으로 증가

[그림 Ⅱ-14] GDP 대비 총 세수 및 정부 지출 추이



출처: NZ Government(2021), p. 31.

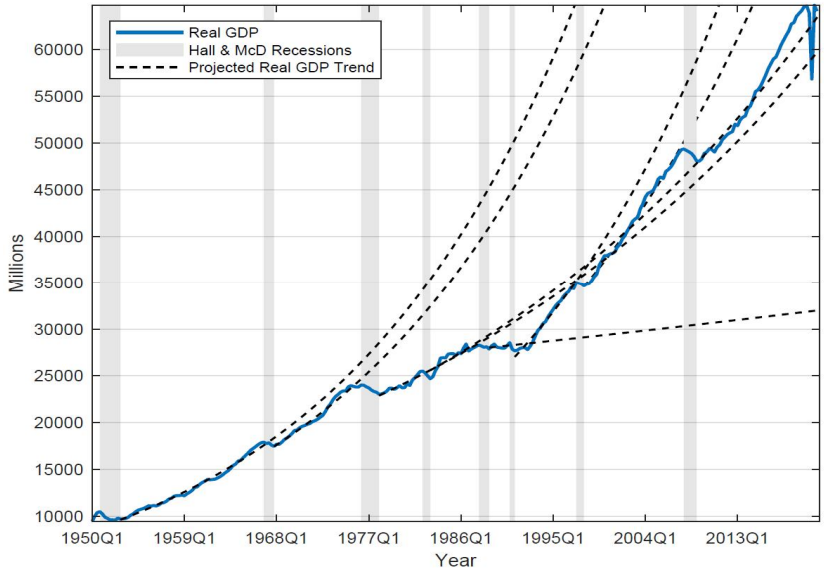
□ (경기침체를 거시경제모형에 반영) 일반적으로 경기침체는 거시경제 변수에 영구적인 영향을 미치므로 이를 모델링하여 거시경제모형에 반영하였으며 다수의 선행연구를 참고

○ Hall and McDermott(2016)의 GDP와 경기순환 데이터를 사용하여 경기침체 시 영구적으로 거시경제 변수를 변화시킬 수 있는 요인을 조사하고, 경기침체 이전의 추세를 반사실적으로 구축하여 전망기간에 적용

○ 과거 실제 데이터의 추세 변동을 제거 후 전망기간에 맞춤

- 이 작업을 통해 구축된 데이터를 통해 경기순환의 영향을 받지 않았을 때 얻을 수 있었던 반사실적 데이터 추세를 확인할 수 있음
- 또한 경기회복 후 GDP가 경기침체 이전 수준으로 돌아갔는지 여부를 판단하기 위한 자료로 사용되며 분석 결과는 다음의 [그림 Ⅱ-15]와 같음

[그림 Ⅱ-15] 실질 GDP



출처: NZ Government(2021), p. 32.

○ 분석 결과 1967년, 1976년, 1997년(아시아 경제위기), 2007년(글로벌 금융위기)에 의한 경기침체 이후 실질 GDP는 낮아졌고, 낮아진 실질 GDP는 경기침체 이전 수준으로 회복되지 못함

- GDP 성장률이 약한 시기에 발생한 1982년, 1988년, 1991년의 경기침체는 실질 GDP를 살짝 낮추긴 했으나 이후 원래 추세로 돌아옴

○ 분석 대상 데이터에서 나타난 9번의 경기침체 중 절반은 거시경제에 영구적인 영향을 미칠뿐만 아니라 GDP 대비 순 부채를 증가시킬 것

□ (경기침체 시나리오 가정) 뉴질랜드 과거 데이터를 바탕으로 다음과 같은 가정을 통해 경기침체 시나리오 구축

○ 경기순환 주기에서 GDP가 4분기 기간 동안 정점에서 저점으로 4% 감소하면 수축 국면에 들어섰다고 설정하고, 경기순환 주기는 32분기로 설정(Hall and McDermott (2016)에서는 8년으로 설정)

- 소비, 투자, 정부 지출, 수출, 수입, 1인당 근로시간, 실질이자율, 이전지출액, 세수 및 GDP 대비 순 부채의 범위 설정 시 관련 변수들의 실제 데이터와 Hall and McDermott(2016)의 경기침체 데이터에 근거하여 지정

○ 경기침체 시 일시적으로 자본세율, 근로소득세율, 소비세율을 약 1.5%p씩 낮추고 동시에 경기 안정화를 위한 재정 당국의 정책을 반영

- 세율 인하와 재정 자동안정화 장치가 동시에 작동될 때 GDP 대비 세수는 2%p 감소

○ 경기침체 시 의료비 지출 추이와 경기침체가 없었다면 증가했을 의료비 지출 추이를 비슷하게 설정하기 위해 경기침체 시나리오에서는 일련의 의료비 지출 충격을 더함

- 단, 의료비 지출은 규모(level)가 아닌 GDP 대비 값으로 설정하여 경기침체 시 GDP가 낮아지면 GDP 대비 의료비 지출은 증가할 것

○ 경기침체 시 정부 지출(소비와 투자)에 충격을 주어, GDP 대비 정부 이전지출 비율이 경기침체가 없었을 시기보다 1%p 더 높아지도록 가정

- 또한 이전지출에 충격을 주어, GDP 대비 정부 이전지출 비율이 경기침체가 없었을 시기보다 0.75%p 높아지도록 가정

○ 경기침체 시 실질금리가 급락하는 것을 방지하기 위해 위험 프리미엄 충격을 추가함

- 이러한 충격이 없을 경우 실질금리는 예상 범위 밖으로 급락할 것
  · 실질금리가 마이너스가 될 수도 있지만, 명목이자율에 대한 낮은 유효이자율은 실질이자율의 범위에 영향을 미칠 것
  · 또한 통화 정책을 무시하고 낮은 유효이자율을 설명하는 것은 불가능함
- 위험 프리미엄 충격이 더해질 경우 실질금리의 움직임은 최근 경제침체 후 관찰되는 이자율 변동 범위 내에 있음

○ 경기순환 수축 구간에서 정점에서 저점까지 소비는 4% 가까이 감소하고 투자는 18% 가까이 감소하는 소비선호충격(consumption preference shocks)과 투자고유충격(investment specific technology shocks)을 가정

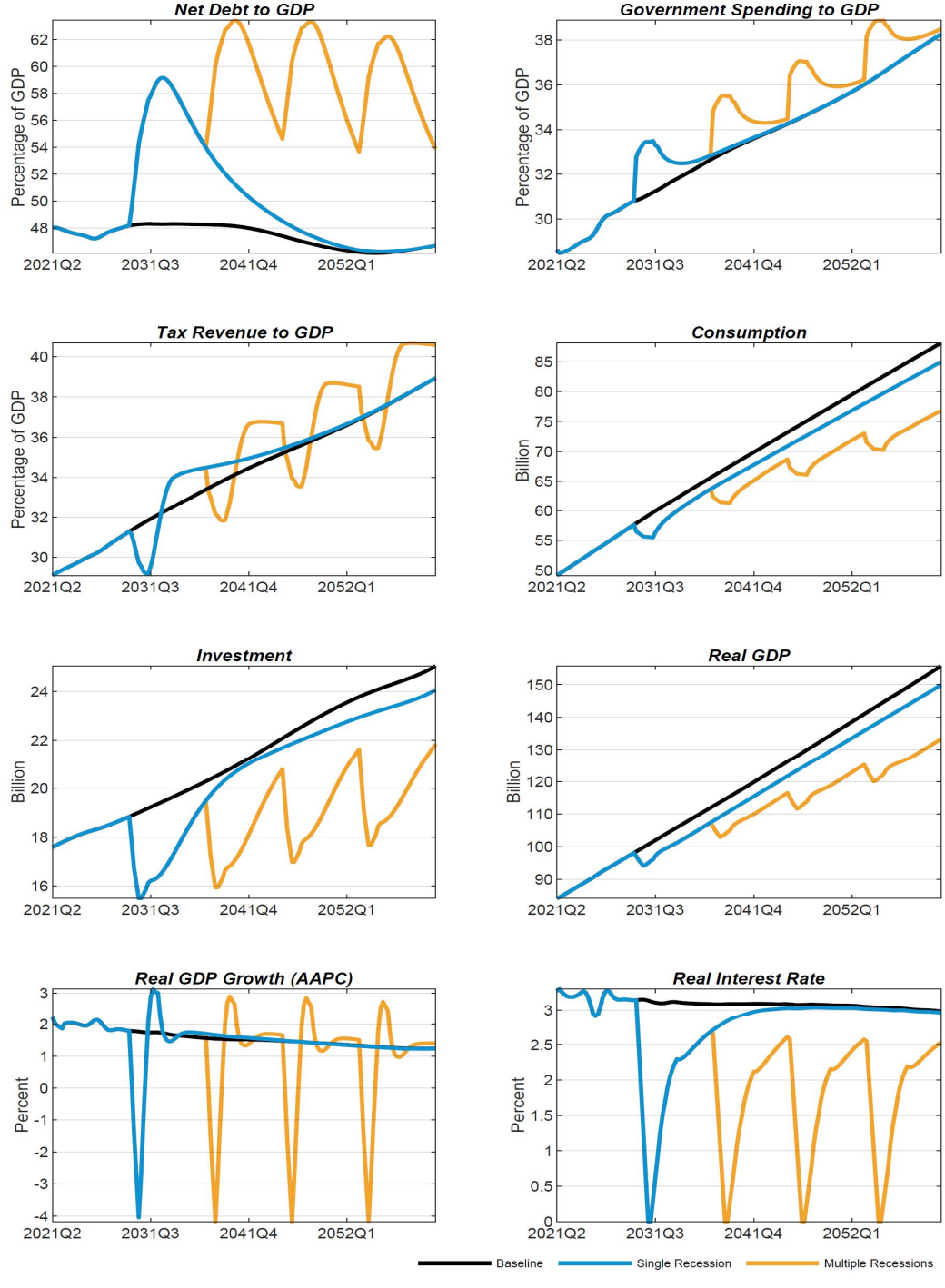
○ 수출의 경우 경기침체가 없었을 시기의 수출의 최고 수준보다 2% 낮게 나타나도록 수출 수요 충격을 가정하였으나 기준선의 수출 경로로 회복하는 속도는 빠를 것으로 가정

○ 경기침체 시 나타나는 부정적인 노동 수요와 공급 충격은 근로시간과 실질임금에 반영

○ 제2차 세계대전 이후 뉴질랜드 경기침체 당시 4분기 동안 GDP는 정점에서 저점까지 4% 하락하였으며 이를 반영하여 경기침체 시나리오에서는 총요소생산성이 4분기 동안 분기마다 0.75%씩 하락한다고 가정

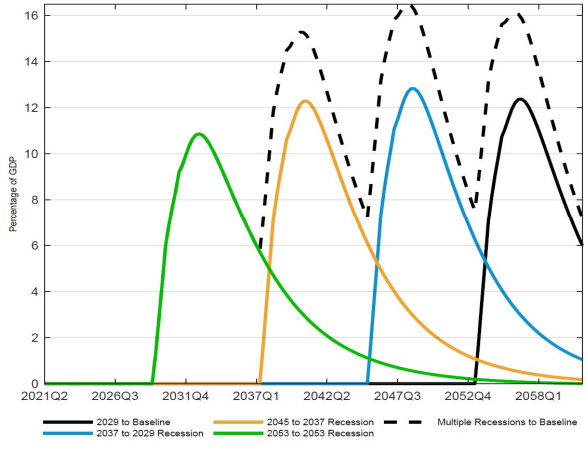
○ 경기침체 시나리오의 결과는 [그림 Ⅱ-16]과 같이 나타나며, 경기침체로 인한 GDP 대비 순 부채의 상대적 증가 추세 결과는 [그림 Ⅱ-17]과 같음

[그림 Ⅱ-16] 경기침체 시나리오



출처: NZ Government(2021), p. 34.

[그림 Ⅱ-17] GDP 대비 순 부채의 상대적 증가



출처: NZ Government(2021), p. 35.

□ (전망 결과) 경기침체 시나리오에서 경기침체는 GDP 대비 순 부채를 경기침체 전(pre-recession)보다 11~15%p를 증가

○ 경기침체를 고려하지 않은 기준선에서 경기침체로 인한 GDP 대비 순 부채는 16%p 증가

○ 정부 지출은 GDP가 감소함에 따라 상대적으로 GDP 대비 정부 지출이 2% 증가하나 각 경기침제 시기마다 정부가 소비, 투자, 이전지출을 늘림에 따라 기준선상의 정부 지출 수준으로 회복

○ GDP 대비 총세수는 각 경기침체 시기마다 2%씩 감소

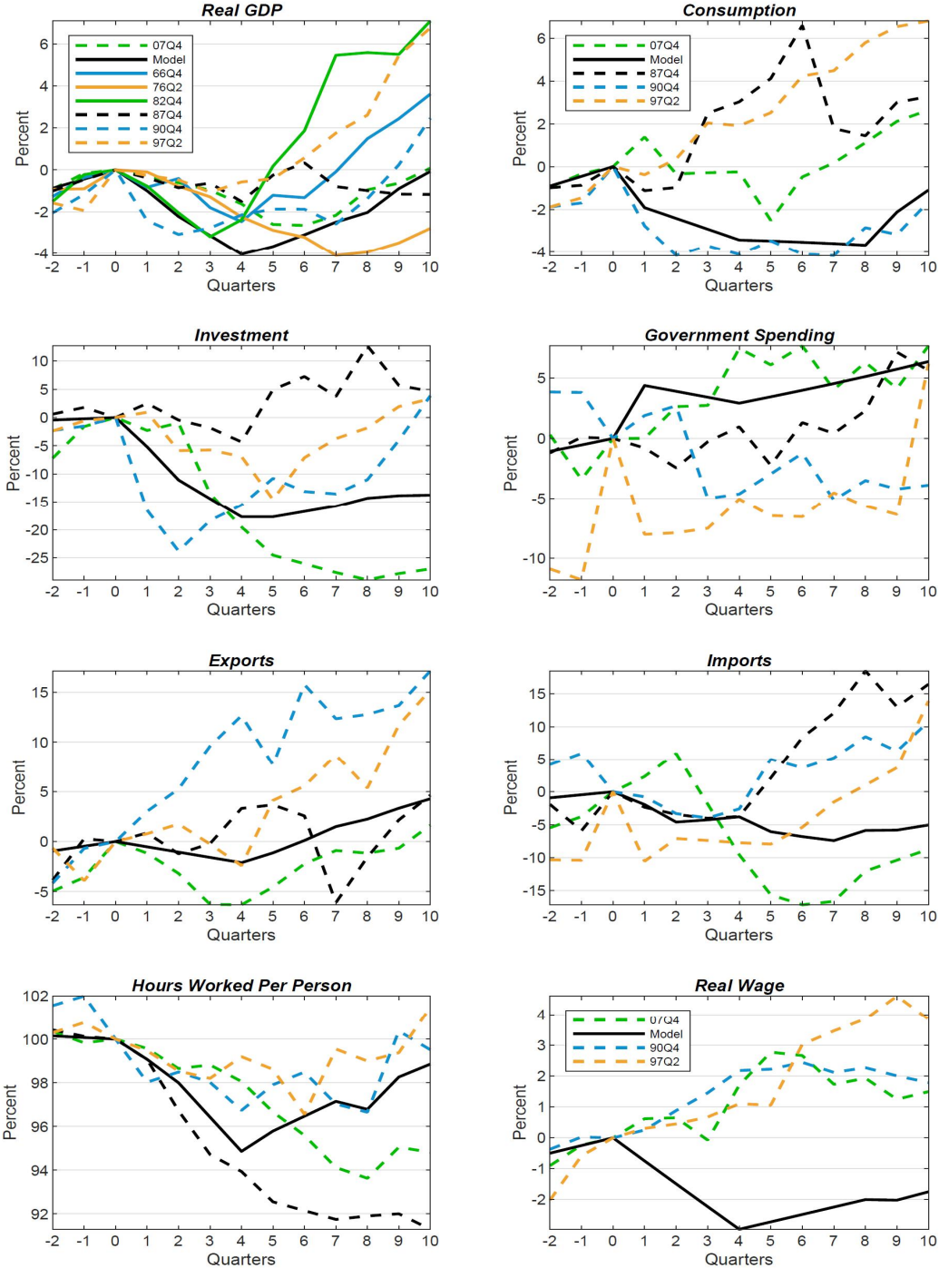
○ 경기침체가 회복될 무렵 정부는 부채를 낮추기 위한 세율 인상을 고려할 필요가 있으며, 각 경기침체 시기마다 평균세율은 기준선에서의 평균세율보다 높게 유지

○ 경기침체가 연속적으로 이어질 경우 소비, 투자, GDP 등 거시경제 변수는 기준선 추세로 회복하지 못함

- 이는 경기침체 시나리오의 가정 때문이기도 하지만, 기준선의 총요소생산성이 경기호황과 불황 사이 평균 증가율로 구축되어 있기 때문
  · 경기침체 시나리오에서 총요소생산성 증가율은 기준선의 총요소생산성 증가율보다 훨씬 낮게 나타나는데 이를 해결하기 위해서는 기준선과 경기침체 시나리오의 총요소생산성 증가율 시작점이 동일해야 함
- 이에 따라 경기침체 시나리오에서의 총요소생산성 증가율은 더 높아야 하고 그 결과, 평균 총요소생산성 증가율은 기준선 및 경기침체 시나리오에서 동일

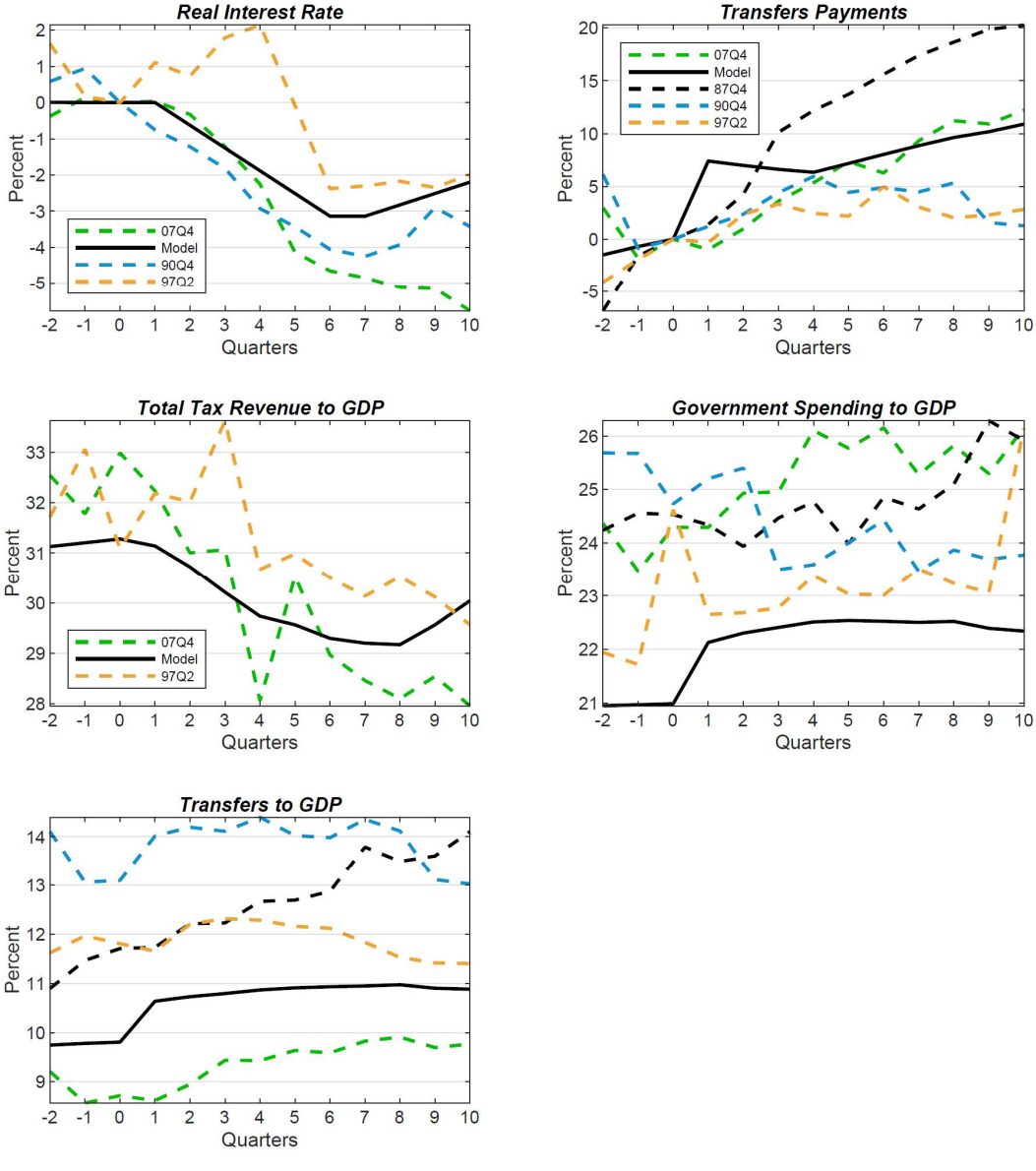
○ 실질이자율은 각 경기침체 시기마다 하락하며, 경기침체가 연속적으로 발생할 경우 금리는 기준선으로 회복하지 못함

[그림 Ⅱ-18] 경기침체 시나리오 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 36.

[그림 Ⅱ-19] 경기침체 시나리오 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 37.

□ (단일 경기침체 시나리오 전망 결과와 과거 실제 데이터와의 비교) 여러 개의 경기침체 시나리오 중 대표적인 단일 경기침체 시나리오 전망 결과에서 관찰된 GDP 변화 추이와 제2차 세계대전 이후 실제 GDP 데이터를 비교하였으며, 경기침체 이후 10분기까지 비교

○ 다만, 데이터의 한계로 인하여 1991년의 불황, 1997년 아시아 경제위기, 2007년 글로벌 금융위기의 데이터를 비교 대상으로 함

- [그림 Ⅱ-19]의 90Q4는 1991년의 불황, 97Q2는 1997년 아시아 경제위기, 07Q4는 2007년 글로벌 금융위기를 의미

○ 경기침체 시나리오의 GDP 하락폭은 1991년 경기침체와 글로벌 금융위기에서 발생한 GDP 하락폭보다 약간 크지만, 1976년 경기침체에 의한 GDP 하락폭과는 거의 일치

○ 경기침체 시나리오의 소비 전망 결과는 1991년 경기침체 데이터와 매우 유사하며 진폭과 지속시간이 모두 일치

○ 경기침체 시나리오의 투자 전망 결과는 1991년 경기침체 데이터와 2007년 글로벌 금융위기 발생 전 데이터 추세가 유사한 반면 그 이후 투자 전망 결과는 낮아짐

○ 경기침체 시나리오의 정부 지출(소비와 투자) 전망 결과는 2007년 글로벌 금융위기 이후 데이터 추세를 하회하나 비교기간 끝(9~10분기)으로 갈수록 모델전망 결과가 더 높아지기도 함

○ 경기침체 시나리오의 수출입 전망 결과는 1인당 근로시간 전망 결과와 마찬가지로 경기침체 중 나타난 변동 범위 내에 있으나 실질임금은 2007년 글로벌 금융위기 추세보다는 낮게 나타남

○ 이외 정부 이전지출, GDP 대비 세수, 실질이자율 등은 모두 경기침체 중 나타난 변동 범위 내에 있음

라. 지진

□ (지진 시나리오) 뉴질랜드는 환태평양 조산대를 통과하는 불의 고리 지점에 위치해 지진과 화산폭발 같은 물리적 충격이 빈번하게 일어남

○ 2011년 켄터베리 지역에서 일어난 대지진(Canterbury earthquakes)은 뉴질랜드 국민에게 자연재해로 인한 막대한 복구 비용이 따를 수 있다는 것을 상기시킴

○ 지진위원회 자연재해기금(the EQC natural disaster fund)을 통해 캔터베리 지진으로 손해를 본 건물 및 동산에 대해 보험금을 지급했으나, 이 재원이 고갈되고 있어 가까운 미래에 대규모 자연재해가 발생한다면 정부의 직접 재원이 필요함

○ 본 항에서는 대규모 자연재해 재정 비용을 모형화하기 위한 지진 시나리오 구축

□ (연구 대상 지진 설정) 본 연구에서는 2010~2011년 켄터베리 지진보다 더 강진인 웰링턴 지진을 모델링

○ 웰링턴 지진은 천년에 한 번 일어날 만한 규모의 강진으로 뉴질랜드의 보험업계에서 자연재난 리스크 예측 모델이나 손해평가 모델을 개발할 때 벤치마크됨(Barksby, 2021; Dean, 2011; Cousins, King, and Kanga, 2012)

○ Cousins, Deligne, and Nayyerloo(2014)에 따르면 오크랜드 중심 업무 지구(The Auckland central business district)는 규모 6.7에서 7.2 사이의 지진 발생 가능성이 있는 활단층으로부터 25~40km 사이에 위치하여 10,000년에서 20,000년 사이에 한 번 정도 단층 파괴 활동이 일어날 것으로 예측

- 뉴질랜드 지질핵과학연구소(GNS)가 분석한 결과 오클랜드 지역에서 5,000년 동안 한 번의 단층 파괴 활동이 일어날 경우 총 18억달러의 복구 비용이 발생하는데, 이 비용은 오클랜드 지역 건물 가치의 0.6% 정도에 해당하는 비용
- 따라서 본 연구에서 모델링한 사회적 비용 예측 비용보다 훨씬 낮을 수 있음

○ 본 연구 모델에 의하면 켄터베리 지진은 뉴질랜드 전체 국가 실물자본스톡(physical capital stock)을 2% 정도 감소시켰고, 웰링턴 지진은 3% 정도 감소시킨 것으로 나타남

- 켄터베리 지진보다 웰링턴 지진이 0.5배 정도 더 큰 파괴력을 갖고 있다는 GNS의 분석 결과와 일치(Barksby, 2021; Dean, 2011; Cousins, King, and Kanga, 2012)
  · 이러한 결과를 바탕으로 웰링턴 지진을 대상으로 지진 시나리오를 구축하여 재정 대응 효과를 더 분명하게 테스트할 수 있지만, 설명하기 어려운 잠재적인 요소들이 많을 수도 있음
  · 특히 대규모 자연재해의 경우 보험회사가 모든 것을 보장할 수 없을 것이며 정부는 해당 비용 충당을 위한 재정 부담을 가질 수밖에 없음
- 웰링턴 지진 이후 가용 가능한 지진 데이터가 없으므로 모형 분석을 단순화하기 위해 본 연구의 지진 시나리오에서는 켄터베리 지진을 레퍼런스 지점으로 설정하여 웰링턴 지진 규모를 켄터베리 지진 규모로 조정

□ (지진 시나리오 가정) 켄터베리 지진에 대응한 재정 정책이 최적의 정책인지 조사한 분석은 없으므로 지진 시나리오를 위해 구성한 가정은 다음과 같음

○ 지진은 미래에 발생하므로 어느 정도 적절한 인플레이션을 고려해야 하지만, 지진 발생 시점 예측, 향후 일어날 수 있는 사건 예측 등 매우 어려운 작업을 수반하므로 모

든 지출 가정은 균제상태에서의 증가율을 가정

○ 지진은 2028년 2분기에 발생할 것으로 가정

- 2028년 2분기로 설정한 이유는 코로나19로 인한 영향을 최소화하고, 재정 충격에 대한 중·장기적 영향을 전망기간 동안 충분히 관찰할 수 있는 기간을 확보하기 위함

○ 지진에 의한 초기 경제적 영향은 공공 및 민간 자본스톡을 3% 감소시키고 동시에 영구적으로 총요소생산성 추이를 3% 정도 떨어뜨리는 충격을 미치는 것으로 가정

- 영구적 총요소생산성 감소 충격은 자연재해를 다룬 여러 선행연구 결과와 유사하고(Barro, 2006; Gourio, 2012) 지진 이후 GDP가 지진 이전의 추세로 돌아가지 않는다는 견해도 일치

○ 민간투자는 경기침체 발생 이후 3년 뒤 균제상태에 이르기까지 실질 GDP의 2.04% 정도 증가하였으며 이후 7년간 유지로 가정

- 2.04%의 수치는 켄터베리 지진에 대한 민간 대응과 웰링턴 지진이 켄터베리 지진보다 0.5배 강한 규모의 지진이라는 점을 바탕으로 계산
- 이에 대한 수식은 다음과 같음

$$\frac{\mathcal{I}_x}{\mathcal{Y}} = 100 \times (1+x) \times \frac{\frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1} \mathcal{I}^{t+k}}{\frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1} \mathcal{Y}^{t+k}}$$

$$= 100 \times 1.5 \times \frac{\frac{1}{10} \times 34}{250}$$

$$= 2.04$$

  - $\frac{\mathcal{I}_x}{\mathcal{Y}}$: 웰링턴 지진에 따른 민간투자의 평균 증가율
  - x: 켄터베리 지진 평균 비용 대비 증감률
  - $\mathcal{I}_{t+k}$: $t+k$기의 명목 민간투자
  - $\mathcal{Y}_{t+k}$: $t+k$기의 명목 GDP
  - n: 년 수(number of years)

- 10년간 총 민간투자($\sum_{k=0}^{n-1} \mathcal{I}_{t+k}$)는 약 340억달러이고 이는 지진위원회(EQC)의 보험 지급액 118억달러(EQC, 2020)와 민간보험사의 지급액 222.7억달러(ICNZ, 2021)의 합계

- 2015년 뉴질랜드 명목 GDP는 약 2,500억달러 수준이며 동 기간 평균 GDP로 사용($\frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1}\mathcal{Y}_{t+k}$)
- 정부 지출 기간은 10년이고, 켄터베리 지진보다 0.5배 더 파괴적인 지진의 수치를 측정하기 위해 1.5를 사용

○ 정부 투자는 지진 발생 이후 3년 뒤 균제상태에 이르기까지 실질 GDP의 0.42%까지 증가하여 7년간 유지하다가 이후 감소세로 전환

- 아래 식을 통해 0.42라는 수치가 도출된 과정을 설명

$$\frac{\mathcal{G}_{I,x}}{\mathcal{Y}} = 100\times(1+x)\times\frac{\frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1}\mathcal{G}_{I,t+k}}{\frac{1}{n}\sum_{k=0}^{n-1}\mathcal{Y}_{t+k}}$$
$$= 100\times 1.5\times\frac{\frac{1}{10}\times 7}{250}$$
$$= 0.42$$

  - $\frac{\mathcal{G}_{I,x}}{\mathcal{Y}}$: 웰링턴 지진에 따른 정부 투자의 평균 증가율
  - x: 켄터베리 지진 평균 비용 대비 증감률
  - $\mathcal{G}_{I,t+k}$: $t+k$기의 명목 정부 투자
  - $\mathcal{Y}_{t+k}$: $t+k$기의 명목 GDP
  - n: 년 수(number of years)

- Wood, Noy, and Parker(2016)에 따르면 2015년까지 공공기반시설 총 비용은 약 70억달러였으며, 공공기반시설은 거의 완성되었다고 분석
- 이를 근거로 본 시나리오에서는 모든 인프라에 대한 투자는 정부로부터 지출되었다고 가정($\sum_{k=0}^{n-1}\mathcal{G}_{I,t+k}=7$)
- 켄터베리 지진으로 인한 추가적인 총 지출액($\sum_{k=0}^{n-1}\mathcal{I}_{t+k}+\mathcal{G}_{I,t+k}=34+7=41$)은 총 410억달러로 추산

○ 여기에 정부 소비와 이전지출 충격을 더하면 균제상태에서의 GDP를 1% 정도 증가시킨 후 수렴

- 지출 준탄력성(spending semi-elasticity)은 1.15로 설정하였으며 이를 풀어 설명하면 GDP가 1% 감소할 때 GDP 대비 지출 비율이 1.15%p 증가함을 의미

○ 목표 세율은 1년간 약간씩 조금씩 낮춘 이후 모형 내에서 장기적으로 수렴

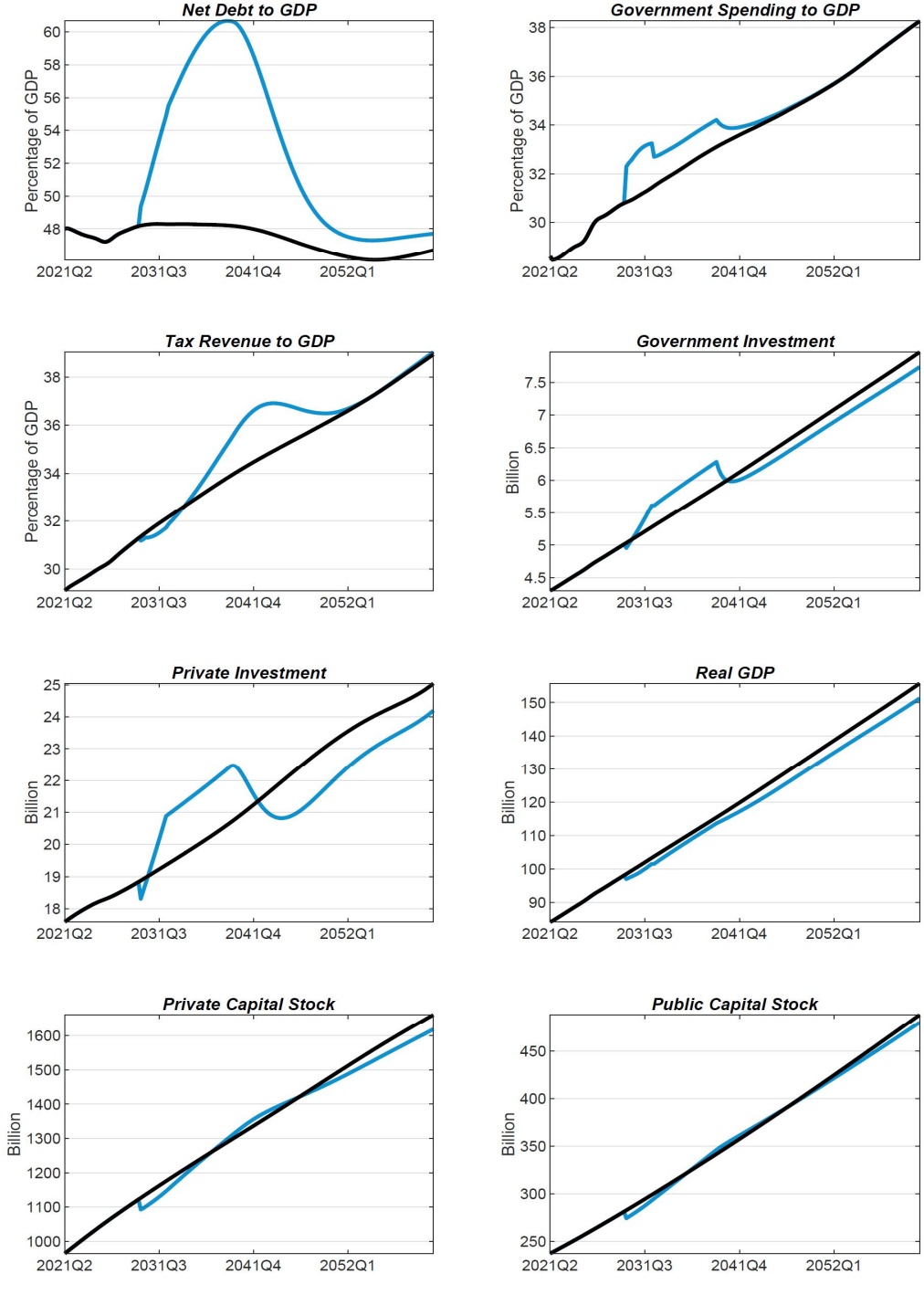
- 보통 부채가 정부 목표에서 벗어나면 정부는 세금 대응을 일시적으로 완화하여 순부채 증가를 가능토록 함
  · 이후 세율이 조정되고 순 부채를 목표 범위 안으로 돌아오도록 하는 데 시간이 걸림
- 본 시나리오에서는 세수의 초기 감소 폭을 최소화하고 세수 준탄력성을 0.15로 설정
  · GDP가 1% 감소할 때 GDP 대비 세수 비율이 0.15%p 낮아짐
- 중장기적으로 세율은 기준선 시나리오보다 빠르게 증가

○ 실질금리는 모델 내에서 내생적으로 인상되기 전 50bp 인하

- 뉴질랜드 중앙은행(Reserve Bank of New Zealand, RBNZ)은 켄터베리 지진 이후 금리를 50bp 인하했으나 본 시나리오에서는 단순화를 위해 명목금리와 실질금리가 밀접하게 관련 있다고 가정함

○ 지진 시나리오에 의한 전망 결과는 [그림 Ⅱ-20]과 같음

[그림 Ⅱ-20] 지진 시나리오 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 41.

□ (전망 결과) 지진 충격 이후 5년 동안 GDP 대비 순 부채는 높은 정부 지출과 낮은 세수로 인해 12%p 증가한 60% 수준으로 전망

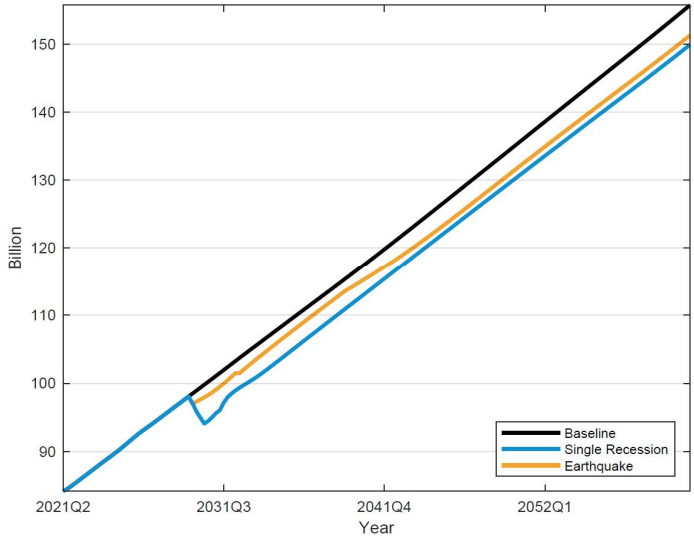
○ 2030년의 정부 이전지출, 정부 투자, 지진위원회 직접 지출을 모두 포함한 GDP 대비 총지출 비율은 기준선보다 1.9%p 높은 수준으로 전망

○ 순 부채를 낮추기 위해 정부는 기준선에서 세율을 올렸던 시점보다 더 빨리 세율을 인상할 필요가 있으며 2041년까지 GDP 대비 세수는 기준선보다 2.2%p 더 높음

○ 민간투자와 정부 투자는 경기회복 국면(the rebuild phase)이 정점에 달할 때 기준 시나리오에 비해 각각 8.5%, 6.6% 높아짐

○ 아래 그림은 지진 시나리오와 Ⅱ-4-다의 단일 경기침체 시나리오에 의한 GDP 전망 결과를 비교

[그림 Ⅱ-21] GDP 전망(지진 시나리오 vs 단일 경기침체 시나리오)



출처: NZ Government(2021), p. 42.

□ (경기침체 시나리오와 비교) 경기침체 시나리오에서 실질 GDP는 4분기 동안 4% 하락한 이후 유지

○ 지진 시나리오에서 실질 GDP는 1분기 동안 1.5% 하락한 후 인프라와 자본스톡 재건을 통해 10년간 서서히 증가세를 유지하다가, 이후 높은 세율과 영구적으로 낮아진 총요소생산성으로 인해 기준 시나리오보다 3% 낮은 추세를 보일 것으로 전망

○ 전체 총요소생산성 변화에 의해 수축 국면의 정점에서 저점으로 이동은 두 시나리오에서 모두 3% 감소할 것으로 전망

- 그러나 지진 시나리오에서는 전체 하락하는 시점이 지진 충격 후 1분기가 지난 이후에 발생하며 이후 총요소생산성이 다시 회복하기 시작
- 반면 경기침체 시나리오에서는 총요소생산성이 4분기 동안 0.75%씩 감소
- 경기침체 시나리오의 총요소생산성은 수축 국면에서 저점에 이르는 데 더 오랜 시간이 걸리므로 지진 시나리오의 GDP 전망보다 더 낮은 기준선 GDP 경로로 수렴

마. 재정 건전화

□ (재정 건전화 시나리오) 본 절에서는 증가하는 지출을 가정한 기준 고령인구 시나리오에 정부가 재정 대응할 경우의 시나리오를 구축하며, 단기에 즉각적인 재정 건전화(이하, 빠른 재정 건전화 a fast fiscal consolidation)와 긴 시간에 걸친 재정 건전화(이하, 느린 재정 건전화, a slow fiscal consolidation)로 나누어 분석

○ 재정 건전화 시나리오에서 정부는 향후 40년간 의료비 및 연금 지출액을 지원하는 반면, GDP 대비 순 부채 수준을 48%로 안정시키기보다 순 부채를 갚아나갈 것으로 가정

- 뉴질랜드 재무부 전망에 따르면 GDP 대비 순 부채는 코로나19 이전 수준인 약 20% 수준에서 향후 5년간 48%로 두 배 이상 증가할 것으로 예측됨. 본 시나리오에서 정부 순 부채 관리 가정은 재정 여력을 확보하고 미래 경제적·물리적 충격에 대비할 수 있도록 설정한 것
  · 코로나19 이전, 정부의 GDP 대비 순 부채 목표는 20%±5% 범위에서 향후 10년간 30% 수준으로 증가할 것이라 분석했었음
- 코로나19 전·후 상황을 고려할 때 재정 건전성을 양호하게 유지하기 위해 GDP 대비 순 부채 목표는 20% 상향 조정된 최대 50% 수준으로 가정
  · 코로나19 이후 정부는 GDP 대비 순 부채 목표를 분명하게 제시하진 않았으나, '현재' 수준에서 부채 수준을 안정시키고 여건이 확보될 경우 이를 낮추겠다는 의도를 밝힘

□ (재정 건전화 시나리오 가정) 기준선에서 정부가 빠른 재정 건전화를 할 경우 5년 이내 GDP 대비 순 부채 목표인 20%로 돌아가지만, 느린 재정 건전화를 할 경우 35년이 걸림

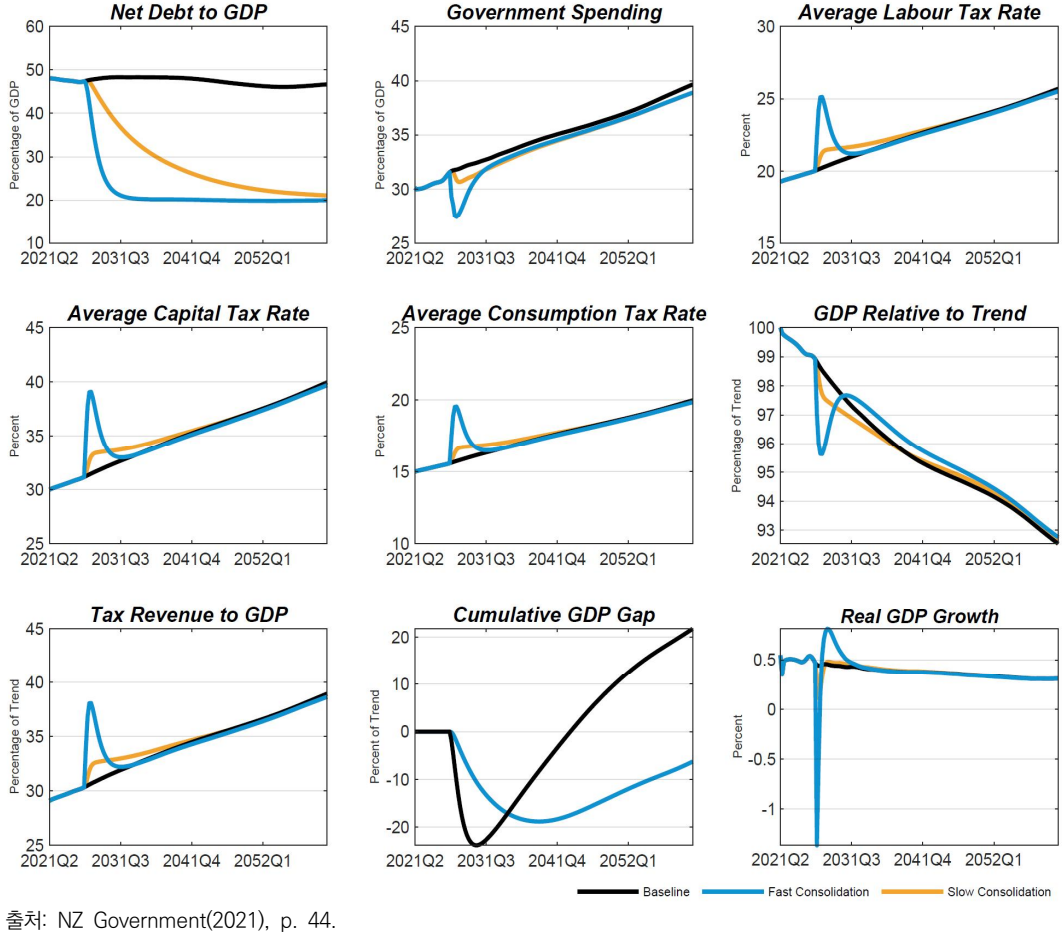
○ 재정 건전화를 통해 정부는 단기적으로나 중기적으로나 1차로 흑자를 내고 부채가 줄어들어 어느 정도 부채 상환 비용이 줄어들면 정부는 더 큰 흑자를 냄

- 이를 정책적으로 정리하면 정부는 부채 상환을 위해 일시적으로 세금을 인상하거나 정부 지출을 낮춰 일시적으로 GDP 손실이 발생할 수 있으나 부채 상환 비용이 줄어들면 다시 세금을 인하시키고 정부 지출을 증가시키면 다시 GDP 수준을 높일 수 있음

○ 본 시나리오에서는 왜곡된 세금정책 등으로 인한 영향을 배제시키기 위해 어떤 재정건전화든 일시적으로 모든 세율을 인상하고, 정부 지출이 일시적으로 삭감한다고 가정

- 빠른 재정 건전화 시나리오에서는 일시적인 세율 인상과 정부 지출 삭감을 반영하여 전망기간 중 GDP 대비 순 부채를 감소시키기 위한 조정 과정을 포함

[그림 Ⅱ-22] 재정 건전화 시나리오 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 44.

□ (빠른 재정 건전화 시나리오 전망 결과) 빠른 재정 건전화 시나리오에서는 GDP 대비 정부 지출을 일시적으로 4%p 줄여 향후 5년간 기준선보다 낮게 유지시키고, 자본세, 근로소득세, 소비세율을 각각 7%p, 5%p, 4%p씩 상승시켜 GDP 대비 총 세수는 기준 시나리오에 비해 7%p 상승시킴

○ 그 결과 기술발전 저해, GDP 성장률 1.5% 하락, 현재 GDP 대비 20%보다 더 크게 나타나는 GDP 대비 (누적)손실은 경기침체의 원인이 될 것

- 그러나 2040년쯤 낮은 부채 상환 비용으로 왜곡적 조세가 낮아질 것이고, 일시적으로 낮아진 정부 지출은 다시 상승 압력을 받아 GDP 또한 원래 수준으로 안정될 것

□ (느린 재정 건전화 시나리오 전망 결과) 느린 재정 건전화 시나리오에서는 빠른 재정 건전화 시나리오보다 더 긴 시간에 걸쳐 GDP 대비 정부 지출 1%p 감소, GDP 대비 총 세수 1.5%p 상승시킴

○ 실질 GDP 성장률은 0.3%p 하락하나 이로 인해 경기침체가 발생하는 것은 아님

- 단기적인 세율 인하와 같은 일시적 조정은 장기적 관점에서 개인의 행동 변화에 영향을 미치지 않지만, 장기적인 정책 변화는 개인의 행태를 바꿀 수 있는 여유와 동기를 부여할 수 있음

□ (두 시나리오 비교) 결론적으로 빠른 재정 건전화는 느린 재정 건전화에 비해 GDP 손실 규모가 작을 것이나 세대 간 영향과 같은 많은 요소를 무시함

○ 빠른 재정 건전화는 납세자와 정부 서비스 이용자들과 같이 한정된 집단에 불균형적으로 다양한 영향을 미칠 것이나 장시간에 걸친 느린 재정 건전화는 납세자와 정부 서비스 이용자들에게 미미한 영향을 미칠 것

○ 또한, 모델 내에서 의도적으로 경기침체를 초래하는 것을 가정함에 따라 포착되지 않은 영향에 의해 발생한 비용이 있을 수 있음

바. 대응 지연

□ (대응 지연 시나리오) 본 절에서는 두 가지 유형의 대응 지연 시나리오를 살펴봄

○ 첫 번째 유형은 정부 지출이 증가하는 반면, 평균세율은 현 수준에서 일정하게 유지되어 순 부채가 증가하면서 채무 상환 비용이 수년 동안 증가하고, 이후 정부는 GDP 대

비 목표 순 부채를 48% 수준으로 유지하기 위해 세입과 지출의 조합을 조정

- 두 번째 유형은 첫 번째 유형과 동일하나 정부 목표 순 부채 수준을 더 높여 안정시킬 경우 안정 시점(timing of the stabilisation)이 결과에 어떤 영향을 미칠지 분석

○ 두 시나리오에서 정부 지출 증가는 차입금으로 조달되나, 정부가 부채를 안정화시키거나 절감하기로 결정하면 더 이상 유효하지 않으며 정부의 증세 및 지출 삭감이 필요

- 이 단계에서 세수는 증가된 부채에 따른 원리금을 충당할 수 있어야 하고, 의료비 및 연금 지출 증가로 인한 정부 지출 증가액을 감당할 수 있을 정도로 충분해야 함

1) 첫 번째 시나리오: GDP 대비 목표 순 부채 48%

□ (첫 번째 시나리오) 본 시나리오에서는 정부 목표보다 높아진 GDP 대비 순 부채를 안정시키기 위해 재정 건전화(Fiscal Consolidation)를 도입하기 전 대응을 일시적으로 지연시킬 경우 발생하는 경제적 비용을 조사

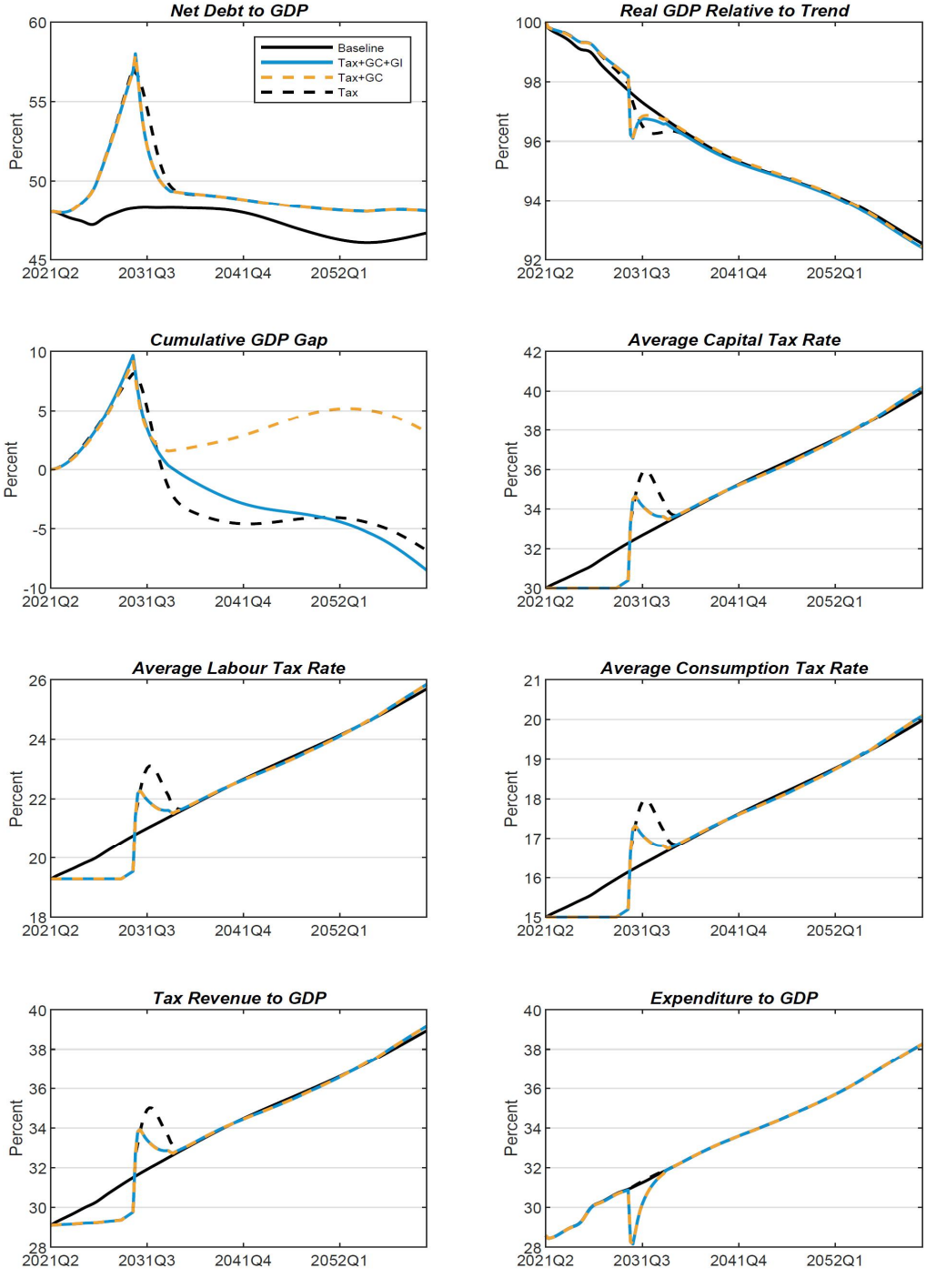
○ 정부는 평균세율을 7.5년 동안 일정하게 유지한다고 가정하며, 이는 GDP 대비 순 부채를 약 10%p 증가시킴

○ 이후 정부는 세율 인상 및 일시적 지출 삭감을 통해 GDP 대비 목표 순 부채 수준을 48% 유지

○ 아래 그림의 전망 시나리오는 다음과 같음

- Baseline: 기준선
- Tax + GC + GI 시나리오: 세율 인상 및 정부 지출(소비+투자) 삭감 시나리오
- Tax + GC 시나리오: 세율 인상 및 정부 지출 중 정부 소비 삭감 시나리오
- Tax 시나리오: 세율 인상 시나리오

[그림 Ⅱ-23] 첫 번째 시나리오 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 46.

□ (전망 결과) 첫 번째 시나리오에서의 실질 GDP는 기준선보다 높은데, 이는 정부가 왜곡적 조세 인상을 통해 개인의 행위 변화 없이 의료소비 지출을 증가시켰기 때문

○ 7.5년 뒤 정부는 GDP 대비 순 부채를 안정시키기 위해 재정 건전화를 결정하였고 이후 5년 동안 GDP 대비 순 부채를 48% 수준으로 안정시킴

- 이를 위해서는 평균세율과 정부 지출 측면에서 상당히 큰 조정 과정을 필요로 함. 그 결과 실질 GDP는 일시적으로 기준선보다 하락하고 순 부채도 일시적으로 상승, 이후 다시 기준선보다 약간 높은 수준으로 안정 및 유지([그림Ⅱ-23]의 Net debt to GDP, Real GDP Relative to Trend 참고)

○ 기준선과 첫 번째 시나리오의 누적 GDP갭(The undiscounted cumulative output gap) 전망 결과 2030년대 초반까지 첫 번째 시나리오 결과가 긍정적이었으며, 재정 건전화가 시작되면 누적 GDP갭의 격차가 축소

- 세율 인상만으로 재원을 조달한 전망 결과와 비교하여, 세율 인상과 정부 지출의 감소를 결합한 재원 조달이 이루어질 때 누적 GDP갭은 전망기간 말에 이를수록 마이너스를 나타냄
  · 세율 인상 및 정부 지출 삭감으로 재원 조달 시 발생하는 GDP의 손실은 부채 확장 국면에서의 GDP 이익보다 약간 낮아서 결과적으로 GDP 순 이익이 나타남
- 세율 인상 단일 정책으로 인한 GDP는 왜곡될 수 있음
- 정부 투자 삭감에 의한 GDP 손실은 정부 소비 삭감에 의한 GDP 손실 규모보다 더 큰 손실을 초래하는데, 정부 투자는 총수요와 총공급에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 간주되는 반면 정부 소비는 총수요에만 영향을 미치기 때문임

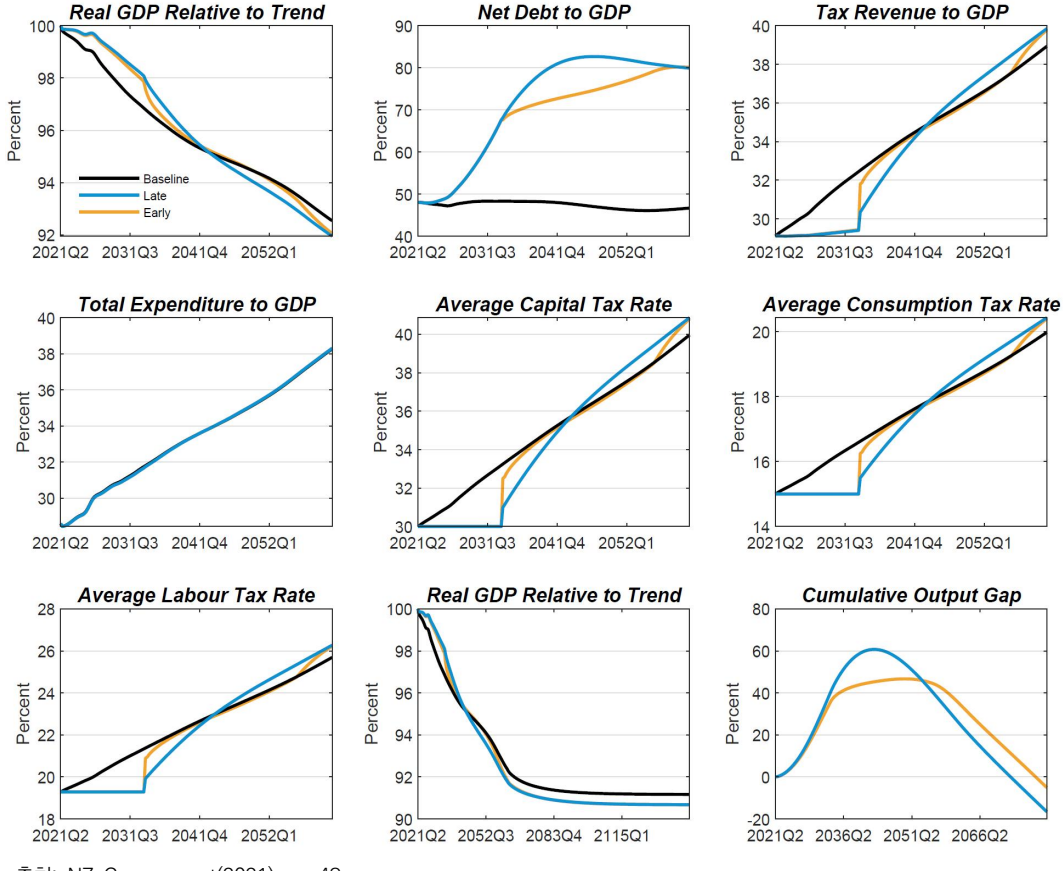
2) 두 번째 시나리오: GDP 대비 목표 순 부채 80%

□ (두 번째 시나리오) 두 번째 시나리오에서는 자본세·소득세의 세율과 정부 소비지출이 12.5년 동안 일정하게 유지된 후 GDP 대비 목표 순 부채가 80% 수준으로 조정되는 과정을 두 가지 경우로 나누어 전망

○ 첫 번째는 정부가 순 부채 증가 속도를 줄이기 위해 세율 인상을 조기에 시행하는 등 적극적인 지출안정정책으로 대응하는 경우(이하 조기 대응, Early Expense Stabilisation)

○ 두 번째는 부채 증가에 대한 정부 대응이 더디게 진행되어 부채가 더 빠른 속도로 증가하며 GDP 대비 목표 순 부채인 80%로 안정되기 전 약간 초과함(이하 지연 대응, late Expense Stabilisation)

[그림 Ⅱ-24] 두 번째 시나리오 전망 결과



출처: NZ Government(2021), p. 48.

□ (전망 결과) 세율이 일정하게 유지되는 12.5년 동안 GDP 대비 순 부채는 빠른 속도로 증가하고 증세 없이 추가적인 정부 지출이 발생하는 조기 대응 및 지연 대응 시나리오의 GDP는 기준선보다 높게 나타남

○ 2030년대 초, 정부는 부채 증가 속도를 낮추기 위해 세금을 대폭 인상함

- '조기(early)' 대응 시나리오에서 정부는 세금 인상 시기를 앞당기고 전망기간 말 GDP 대비 순 부채는 목표치인 80%에 도달

- ‘지연(late)’ 대응 시나리오에서 정부는 천천히 세금을 올려 부채가 빠른 속도로 증가하고, 전망기간 말 목표 부채보다 더 높은 수준의 부채 상환을 위해 기존에 올렸던 세율을 더 인상함

○ 두 대응 시나리오에서 실질 GDP는 더 많은 부채상환비용을 조달하기 위한 왜곡적 조세의 과세로 인해 기준선보다 영구적으로 낮게 나타남

○ 두 대응 시나리오에서 누적 GDP갭은 부채 확장 국면의 초기에 모두 상방

- 그러나 이후 지연 대응 시나리오에서의 누적 GDP갭이 조기 대응 시나리오에서의 누적 GDP갭보다 더 높은 수준에서 정점을 찍고, 전망기간 말에 이르러 두 대응 시나리오의 누적 GDP갭의 격차는 감소

○ 두 대응 시나리오 모두 정부 소비를 위한 재원 조달 시 부채 증가는 단기적인 이익이 있다는 것을 보여주나 장기적으로 높은 세율과 이에 수반되는 부채 상환 비용은 GDP에 하방 압력을 주어 기준선보다 낮은 수준으로 나타남

5. 기후변화: 폭풍과 가뭄 시나리오

□ (개요) 본 장에서는 가뭄 및 폭풍과 같은 극단적인 기상 현상이 경제와 정부의 재정 상태에 미치는 영향을 살펴보기 위해 무작위로 발생하는 기상 현상의 영향을 살펴보는 몇 가지 시나리오를 생성함

○ 보고 기간은 2061년까지 이어지지만 기후변화의 영향은 그 이후에도 지속되고 계속해서 악화될 수 있음

○ 기후변화 시나리오는 실질적인 목적과 해석의 용이성을 위해 고령화 인구 시나리오와 별도로 전개

○ 엄격한 가정 아래 협소하게 정의된 기후변화 영역으로 분석을 제한하며, 기후변화 완화 및 관련 정책이 시나리오에 미치는 영향을 고려하지 않음

○ 전 세계적으로 극한 기후 현상의 빈도와 강도가 증가하면 뉴질랜드로의 무역과 이주 흐름에 적지 않은 영향을 미칠 수 있으나 세계의 기후변화의 영향을 모델링하지는 않음

- 이러한 누락은 시나리오가 기후변화의 전반적인 영향을 과소평가할 수 있다는 것을 의미

가. 가뭄

□ (시뮬레이션 배경) 기후변화는 시간이 지남에 따라 가뭄의 빈도와 심각성을 증가시킬 수 있으며, 가뭄을 포함한 장기간의 악천후는 뉴질랜드 경제와 국가 재정에 부정적인 영향을 미침

○ 뉴질랜드는 1차 농산물의 대규모 생산국이자 수출국으로 뉴질랜드의 유리한 기후와 지리는 양모, 육류, 유제품, 목재 및 목제품, 해산물과 같은 제품을 생산하는 데 비교우위가 있음

○ NIWA(2011)는 가뭄의 빈도와 기간이 2040년까지 약 10% 증가할 수 있으며, 많은 지역에서 가뭄 기간과 빈도가 두 배로 증가할 것으로 전망

○ 가뭄은 생산량과 소득이 감소함에 따라 잠재적으로 과세 기반을 낮출 수 있음

○ 정부는 경제를 활성화하기 위해 더 많은 지출을 해야 하며, 실직이 있을 경우 실업 수당을 더 많이 지불해야 할 수도 있음

□ (분석 대상) 본 장에서는 반복되는 확률 시뮬레이션을 통해 40년의 보고 기간 동안 가뭄의 잠재적인 경제적 영향을 조사

○ 특히 향후 40년간 예상되는 가뭄 빈도 증가가 GDP 대비 순 정부부채 및 추세 대비 GDP에 미치는 영향을 살펴봄

□ (구성) 가뭄을 확률적 과정에 따라 도달하는 고정된 크기의 개별 사건으로 처리하여 시뮬레이션을 구성[14)]

○ 두 가지 특정 크기의 가뭄을 고려함: 10년 중 1회 또는 20년 중 1회이며 전체 10년 중 1회 사건의 절반은 적어도 20년 중 1회 사건만큼 큰 규모로 설정

- Kamber, McDonald, and Price(2013)는 20년 만에 한 번 발생한 2012년 가뭄으로 인해 GDP가 약 0.7% 하락했다고 보고
- Buckle et al.(2007)은 1972~2013년 기간 중 북섬(North Island)을 강타한 두 번째 최악의 가뭄이었던 1998년 가뭄으로 인해 GDP가 추세에 비해 약 1% 하락했음을 발견

14) 어느 시점에서든 특정 지역이나 국가가 가뭄을 개별적인 사건으로 생각하는 것은 자연스러우며, 이러한 방식으로 가뭄을 처리하면 재량 재정 대응도 그에 따라 조정될 수 있음. 또한 이것은 정부 지출의 순서를 추가하거나 충격을 이전하는 것을 의미함(NZ Government, 2021, p. 49)

○ 확률적 시뮬레이션의 경우 20년 중 1회 발생하면 GDP가 약 1% 감소하고, 10년에 1회 발생하면 GDP가 약 0.5% 감소한다고 가정

- 두 경우 모두 3분기 동안 일련의 마이너스 생산성 성장 충격을 가함으로써 GDP를 낮춤

○ Gallic and Vermandel(2019)이 뉴질랜드 경제에 2개 부문의 구조적 모델을 구성하고 가뭄을 1차 생산 부문의 부정적인 생산성 충격으로 모델링한 것에 추가하여, 본 전망에서는 정부가 경기부양책을 더해 20년에 1회, 3분기에 걸쳐 2.5%를 누적적으로 지출하고 10년에 1회 1.5%를 지출한다고 가정

- 정부가 GDP 대비 순 부채의 평균 반감기가 약 3년이 되도록 노동 소득세율을 인상함으로써 순 정부부채가 목표에서 벗어나는 것에 대해 합리적이며 공격적으로 대응한다고 가정
- 10년에 1번, 20년에 1번 가뭄에 대한 대응은 [그림 Ⅲ-5] 참고

□ (주의) 각 가뭄 사건은 경제에 미치는 현재 영향에 맞추어 조정되지만, 앞으로 이 수치는 가뭄의 영향을 더 많이 받는 부문과 산업에 대한 뉴질랜드의 의존도에 따라 달라질 수 있음

○ 가뭄은 기온이 상승함에 따라 더 강렬해지고 더 오래 지속될 수 있으므로, 장기간에 걸쳐 부정적인 생산성 충격을 더하거나 생산성 프로세스의 지속성을 높이는 것으로 모델링할 수 있음

- 동시에 적응·변화하는 작물, 동물 및 사료 유형은 가뭄의 영향에 대한 1차 부문의 회복력을 증가시킬 수 있음

○ 가뭄의 영향을 많이 받는 산업에서 가뭄의 영향을 덜 받는 산업으로 이동하면 경제의 가뭄 복원력도 향상될 수 있음

- 이 증가된 회복력은 가뭄을 나타내기 위해 더 작은 음(-)의 생산성 충격을 사용하여 모델링할 수 있음

□ (가정) 가뭄의 빈도는 2040년까지 현재 수준에서 두 배, 2060년에는 세 배가 될 것으로 가정하며, 이는 NIWA 예측(NIWA, 2011)과 일치

○ 현재 20년에 1회 발생하는 사건은 2040년에 10년에 1회 발생하고, 현재 10년에 1회 발생하는 사건은 2040년에 5년에 1회 발생한다는 의미

○ 이러한 사건들은 이산적으로 취급되기 때문에, 사건 발생 확률이 독립적이고 동시에 발생하지 않는다는 가정하에 푸아송 프로세스(Poisson process)를 사용하여 모델링

- 가뭄의 빈도는 시간이 지남에 따라 증가할 것으로 예상되므로 일반적인 동질성 가정 대신 비동질 푸아송 프로세스(non-homogeneous Poisson process)에서 사건을 도출
- 10년 중 1개 사건의 절반도 20년 중 1개 사건이므로, 빈도가 증가하는 현재 10년 중 1건에 대해 비동질 푸아송 프로세스를 사용하여 빈도가 증가하는 20년 중 1건도 모델링할 수 있음
- 가뭄 사건이 발생하면 동전 던지기 추첨(flip a coin)으로 현재의 10년 중 1건의 규모인지 또는 현재의 20년 중 1건의 사건인지 판단
  · '동전 던지기(Coin flipping)' 추첨은 개별 균일 분포를 추첨해 이뤄지는데, 10년 이벤트에서 0.5 미만의 추첨이 1로 지정되고 20년 이벤트에서 0.5를 초과하는 추첨이 1로 지정됨

○ 모델 변수의 전체 분포는 반복적인 확률 시뮬레이션을 통해 계산

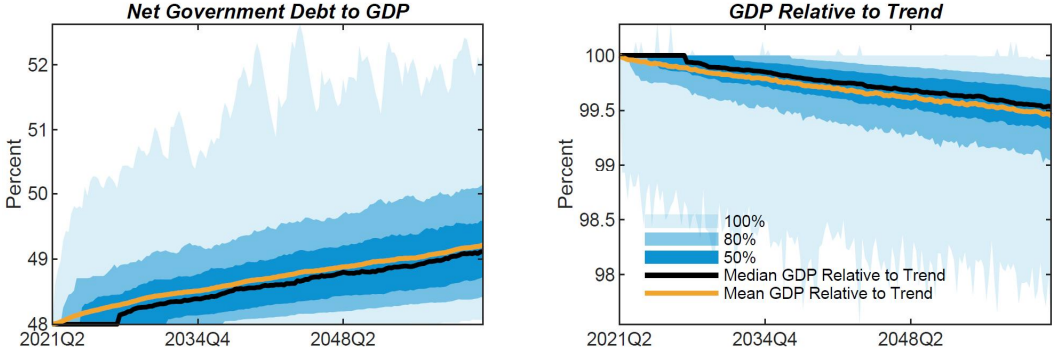
- 1,000번의 확률적 시뮬레이션을 실행하고 GDP 대비 순 부채 및 추세 대비 GDP에 대한 팬 차트를 구성
  · 그래프 대역은 주변 분포의 50번째, 80번째 및 100번째 백분위수를 나타냄

□ (전망 결과) [그림 Ⅱ-25]와 같이 향후 40년간 가뭄의 빈도가 증가하면 GDP는 0.5% 감소하고 GDP 대비 순 부채는 평균 1.2%p 이상 증가할 전망

○ 특히 일련의 부정적인 충격은 GDP를 2% 이상 낮추고 GDP 대비 순 부채를 14%p 이상 증가시킬 수 있는데, 이는 짧은 시간 내에 발생하는 가뭄이 상황을 악화시키기 때문

- GDP 대비 순 부채에 대한 전반적인 영향은 상대적으로 적지만, 이는 가뭄에 대한 재정 정책 대응에 대한 가정에 결정적으로 의존
- 경기침체 시나리오와 비교하면 GDP 대비 순 부채 비율은 9.6%p로, 경기침체 시나리오의 부채 대응과 크게 다르지 않음
  · 엔벨로프 계산(envelop calculations)을 대략적으로 수행하고, 확률적 가뭄 시나리오에서 GDP 대비 순 부채의 평균 증가율을 8로 곱하여 경기침체 시나리오와 GDP의 감소 정도를 비교
  · 경기침체는 GDP 대비 순 부채를 경기침체 이전 수준에서 11~13%p 증가시켰고, 경기침체가 없는 경우와 비교했을 때 16%p 증가시켰음

[그림 Ⅱ-25] 가뭄에 따른 전망



출처: NZ Government(2021), p. 51.

나. 폭풍

□ (시뮬레이션 배경) 폭풍, 사이클론, 홍수, 폭우 등과 같은 극단적인 기상 현상은 지구 기온이 상승함에 따라 강도가 증가할 것으로 예측됨(MfE, 2018)[15]

○ 따뜻한 공기는 더 많은 수증기를 보유하여 강수량을 증가시키는 반면, 따뜻한 해수 온도는 전 열대성 저기압을 의미할 수 있으며 폭풍은 뉴질랜드를 향해 남쪽으로 이동할 때 에너지 또는 강도를 감소시킬 수 있음

○ 이러한 기상 현상은 보험료와 보험에 대한 접근에 영향을 미침

- 기상이변은 자본 시설(capital stock)에 특히 피해를 줄 수 있음
  · 도로, 다리, 철도 선로, 사유지 등이 홍수, 강물 상승 및 폭풍 해일로 파괴되거나 쓸려갈 수 있고, 폭우는 산사태의 가능성을 증가시킴

○ 본 절에서는 폭풍이나 홍수 등 기상이변이 향후 40년 동안 경제 및 재정 상태에 미치는 영향을 설명하기 위해 확률적 시뮬레이션을 생성하고, 그 결과를 추세에 따른 GDP와 GDP 대비 순 부채에 대한 팬 차트로 제시

□ (구성) 폭풍 시나리오는 확률적 프로세스에 따라 이산적 기상 이벤트가 있는 가뭄 시나리오와 유사한 가정에 따라 구성

15) 전 세계적으로 기후변화와 함께 기온이 상승함에 따라 폭풍의 강도가 높아질 것으로 예측되는데, 이것이 뉴질랜드에 상륙하는 열대성 저기압의 빈도와 강도에 대해 의미하는 바는 조금 더 불확실함. 그러나 뉴질랜드의 극심한 강우량과 바람은 기후변화와 함께 강도가 높아질 것으로 예측(MfE, 2018)

○ 폭풍은 지진 시나리오에서 사용된 것처럼 공공 및 민간 소유 자본 모두에 대한 자본 파괴 충격이 특징

- Fornero and Kirchner(2018)는 칠레 지진의 영향을 모델링하기 위해 동일한 접근 방식을 사용
- Wright and Borda(2016)는 카리브해와 중앙아메리카에서의 자연재해(허리케인, 폭풍, 지진)를 모델링하기 위해 유사한 접근 방식을 사용

○ 충격은 기상이변이 경제에 영향을 미치는 시기에 발생

○ 공공 및 민간이 소유한 자본이 얼마가 파괴되는지를 결정할 수 있는 모수(parameters)가 있음

○ 충격이 경제를 강타한 후 정부는 경제를 부양하고 파괴된 자본을 재건하기 위해 소비와 투자 지출을 늘린다고 가정

□ (주의) 자연재해의 비용과 재해로 인해 파괴된 국가 자본의 규모를 결정할 때는 몇 가지 문제가 따름

○ 역사상 자연재해의 정확한 비용, 특히 파괴된 자본의 양은 구하기 어려우며 일반적으로 자연재해 비용은 민간 보험과 정부 지출 비용을 사용하여 구성됨

○ 방법론의 차이는 추정치가 상당히 다를 수 있음을 의미하며, 보험 및 비보험으로 인해 비용을 과소평가할 수 있음

- 역사적으로 보험 비용으로 측정한 뉴질랜드의 홍수 비용은 GDP와 자본 규모에 비해 적었음
- Frame et al.(2018)은 2007년에서 2017년까지 10년 동안 민간 보험 데이터를 기반으로 홍수 비용을 4억 650만달러로 추정했으며, 그중 기후변화로 인한 비용은 1억 2천만달러에 불과한 것으로 추정
  · 해당 비용에는 정부 지출이 포함되어 있지 않지만, 150억달러 이상의 정부 지출(The New Zealand Treasury, 2014)을 포함하여 400억달러(Wood, Noy, and Parker, 2016) 이상의 비용이 발생한 캔터베리 지진과 비교하면 미미한 수준
  · 뉴질랜드 통계청은 캔터베리 지진으로 자본금 중 148억달러가 파괴되거나 상각된 것으로 추산하고 있는데, 이는 당시 국가 자본의 약 2%에 해당

○ 폭풍과 사이클론의 역사적 비용은 낮았지만, 폭풍의 규모와 빈도의 증가는 해수면 상승·개발·인구 증가와 같은 악화 요인과 결합되어 미래에 폭풍의 경제적 영향을 더 악

화시킬 수 있음

○ 기후변화가 열대성 저기압의 발생 빈도에 어떤 영향을 미칠지는 불분명하지만, 기후변화로 인해 극한 강우 현상이 심화될 것으로 판단(MfE, 2018)

○ 미래에 발생할 폭풍의 예상 비용을 결정하는 것은 어려우며, 폭풍의 규모도 중요하지만 폭풍이 상륙하는 위치도 마찬가지로 중요

- 특정한 강도의 폭풍이 인구 밀도가 낮은 지역에 상륙할 경우, 인구 밀도가 높은 지역에 상륙할 때보다 기반시설과 자본에 대한 피해가 낮을 가능성이 높음
- 저지대 또는 강과의 근접성으로 인해 일부 지역은 다른 지역보다 폭풍과 집중호우에 더 취약
- 폭풍은 재산과 기반 시설에 피해를 입히므로 인구가 증가하면 폭풍에 더 많은 비용을 지불해야 할 수 있음
- 그러나 기후변화의 영향을 계획 및 설계 결정에 반영하면 기상 현상의 영향 중 일부를 상쇄하거나 줄일 수 있어 비용을 절감할 수 있음[16)]

□ (사례) 홍수는 폭풍과 사이클론 관련 사건에서 가장 큰 비용을 초래

○ (폭풍 해일) 현재 뉴질랜드 자산 중 125억달러가 폭풍 해일의 위험에 처해 있으며, 해수면이 0.3m 상승하면 185억달러로 증가하고, 0.6m 상승하면 262억달러의 자산이 위험에 처하게 됨(NIWA, 2019b)

○ (하천 및 해일 범람) 현재 강과 폭풍 해일 홍수로 인해서는 뉴질랜드의 1,350억달러 자산이 위험에 처해 있으며(NIWA, 2019b), 이는 국가 자본의 약 16%에 해당

○ (인접국 사례) 호주는 규모와 지리적 근접성 때문에 뉴질랜드보다 더 자주 강한 폭풍에 시달리고 있음

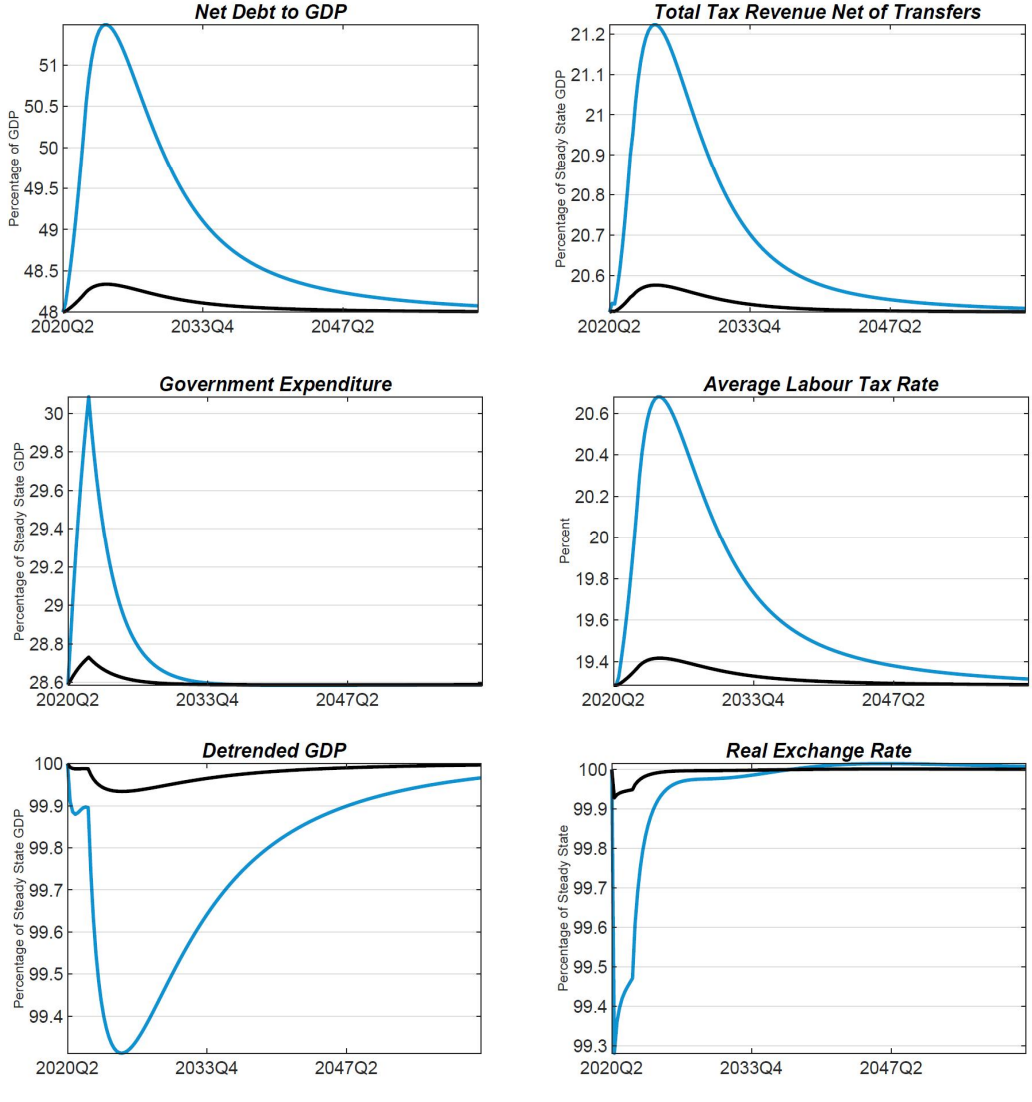
- 2013년 발생한 사이클론 Oswald의 비용은 23억호주달러(AUD)로 추정[17)]되는 반면 2017년 발생했던 사이클론 Debbie는 35억호주달러로 추정[18)]
- 호주를 미래의 기준점으로 삼아, 인구 규모와 밀도가 비슷한 지역에 비슷한 규모의 폭풍이 뉴질랜드에서 발생할 것으로 예상한다면 뉴질랜드 자본의 0.5%를 파괴할 수 있을 것

16) 여기에는 극단적인 기상이변에 더 탄력적인 기반 시설을 구축하거나 극단적인 기상 현상의 영향을 덜 받는 지역으로 인구를 이동시키는 방법 등이 해당(NZ Government, 2021, p. 52)
17) QEAS(2017)
18) IAN(2019)

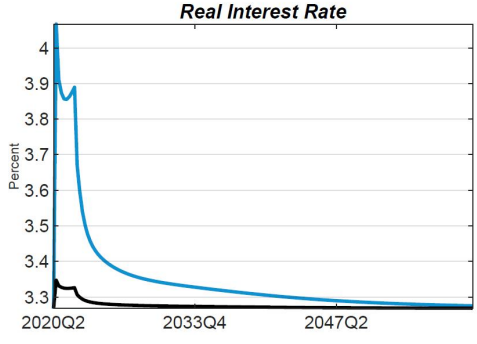
○ (stress test) 확률적 시뮬레이션에서 2021년에 10년 중 1번의 폭풍과 홍수가 자본의 0.2%를 파괴한다고 가정하면 사건의 빈도는 고정되지만 강도는 40년 기간 동안 증가하여 폭풍으로 인해 2061년까지 자본금의 2%가 파괴될 것

- 정부의 지출 대응은 폭풍의 규모에 비례하여 조정되며 캔터베리 지진에 대한 최고 재정 대응을 기준으로 함
- [그림 Ⅱ-26]은 국가 자본 시설의 0.2%와 2%를 파괴하는 폭풍에 따른 전망을 제시

[그림 Ⅱ-26] 폭풍(A Single Storm)의 영향



[그림 Ⅱ-26]의 계속



출처: NZ Government(2021), p. 110.

□ (가정) 가뭄 시나리오에서 사용된 유사한 접근 방식을 적용하여 폭풍이 푸아송 프로세스에 따라 예측 기간 동안 임의의 간격으로 도달하지만, 도착 빈도는 가뭄 시나리오와 달리 보고 기간 동안 일정하게 유지된다고 가정

○ (선행연구) Kossin, Camargo, and Sitkowski(2010)는 북대서양에 허리케인이 도착하는 비율을 푸아송 프로세스로 모델링하였음

○ 본고에서는 푸아송 프로세스의 도달 속도를 분기당 1/40로 설정했기 때문에 40년(160분기)의 보고 기간 동안 평균 4회의 폭풍이 예상됨

- 이는 임의적인 선택인데, 이 기간 동안 예상되는 폭풍 빈도에 대한 정보가 많지 않기 때문
- 모델 변수에 대한 분포는 반복적인 확률 시뮬레이션을 통해 계산됨
- 푸아송 프로세스에서 1,000번의 추첨 후, 폭풍이 발생하는 시기에 도달하면 모델에 자본 파괴 충격을 가하고 양(positive)의 정부 소비 및 투자 충격을 더하여 정부의 대응을 포착함

□ (전망 결과) [그림 Ⅱ-27]과 같이 10년에 1번의 폭풍이 규모가 커져 2061년까지 국가 자본시설의 2%를 파괴한다면, GDP 대비 순 부채는 평균 약 3%p 더 높아지고 GDP는 추세보다 0.7% 이상 낮아질 전망

○ 특히 일련의 나쁜 충격은 GDP 대비 순 부채를 15%p 이상 증가시키고 GDP를 3% 이상 낮출 수 있음

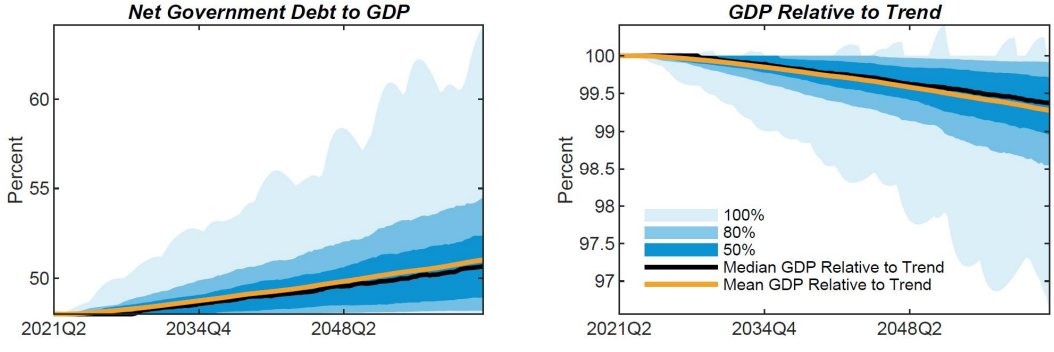
○ 경기침체 시나리오와 비교할 수 있도록 GDP 대비 순 부채를 GDP 감소 규모로 환산

하면 17%p가 됨

- 이는 경기침체 이전 수준에 비해 11~13%p 증가했던 경기침체 시나리오의 대응보다 GDP 대비 순 부채가 약간 더 큰 수준

○ 지진 시나리오와 비교하기 위해 GDP 대비 순 부채를 GDP 감소 규모로 조정하면 6.4%p로, 이는 지진 시나리오의 지출 대응에 따른 12%p보다 낮음

[그림 Ⅱ-27] 폭풍에 따른 전망



출처: NZ Government(2021), p. 53.

6. 결론

□ (본고의 목적) 본 뉴질랜드 보고서에서는 합리적으로 단순한 확률적 신고전주의 성장 모델을 개발하여 장기 재정 보고서(long-term fiscal statement)*와 인사이트 브리핑(insights briefing)**에 제공하기 위한 경제 충격 및 시나리오 분석을 수행

○ 모형을 이용하여 인구 고령화 및 의료 지출 증가의 재정적·경제적 영향을 설명하기 위해 시나리오를 생성하고 전망하였으며, 극단적인 기상 현상의 빈도 및 심각성을 살펴봄

* 재무부가 일반적으로 4년에 한 번 작성하는 뉴질랜드 장기 재정 보고서에는 정부의 재정 상태가 향후 40년 동안 어떻게 발전할지 설명되어 있음

** 인사이트 브리핑에는 미래 재정 문제에 대응하기 위해 활용할 수 있는 분석과 정책 옵션이 담겨 있음

□ (LTFM과의 관계) NCGM의 분석은 LTFM을 보완하는 것으로 보아야 하며, NCGM의 주요 입력 사항 중 일부는 LTFM에서 가져옴

○ NCGM을 개발하고 사용하면서 과거 장기 재정 보고서의 분석과 스프레드시트 회계 모델의 사용에 대해 제기된 몇 가지 문제, 즉 피드백 또는 행동 반응이 부족하고, 결과에 충격과 불확실성 분석이 없는 문제를 다룸

○ NCGM은 가정을 단순하게 하여 다루기가 쉬우며, 일반적으로 LTFM보다 재정 부문은 통합되고 모형이 정형화되었음

□ (분석 결과) 기준선 고령화 시나리오에서 정부는 예산의 균형을 유지하고 부채 목표를 방어하기 위해 매 기간 세금을 인상함으로써 모든 예상 지출 증가를 지원

○ 정부가 모든 지출을 충당할 수 있지만 이를 위해서는 전망기간 말까지 세율을 크게 인상해야 하며, 예산 균형을 맞추기 위해 세수를 2021년 GDP의 29.1%에서 2061년 GDP의 38.9%까지 늘려야 함

- 늘어나는 의료 지출이 왜곡된 세금의 증가를 부분적으로 상쇄하지만 현재 GDP 대비 비율로 비용이 고정되어 있을 때보다 GDP는 3.7% 낮은 수준

○ 기준선 전망 외에도 고령화 시나리오를 기반으로 구축된 여러 대안 시나리오를 다음과 같이 살펴봄

- 경기침체 시나리오(Recessions): 경기침체는 GDP 대비 순 부채를 11~13%p 늘리며, 정부는 GDP 대비 순 부채를 검토하고 비용을 계속 조달할 수 있지만(Government can consolidate net debt to GDP), 이것은 상당히 공격적인 조세 정책 대응을 필요로 함
- 지진 시나리오: 웰링턴의 큰 지진을 나타내기 위해 캔터베리 지진보다 50% 더 파괴적인 지진과 유사한 시나리오를 구성하였으며, 그 결과 기준선 전망보다 순 부채가 12%p 증가하고 GDP는 3% 낮아져 부채 목표를 달성하는 데 10년 이상 걸릴 것으로 전망
- 재정 건전화 시나리오(Fiscal Consolidation): 빠른 건전화와 느린 건전화의 두 가지 재정 건전화 시나리오를 설정하여 살펴봄
  · 빠른 건전화는 단기적으로 더 많은 혼란을 야기하고, 그 당시의 납세자와 정부 서비스 이용자 집단에 더 큰 영향을 미치지만, 중장기적으로는 부채 상환 비용이 낮기 때문에 더 긍정적인 영향을 미침
  · 느린 건전화는 부채 상환 속도가 느리기 때문에 부채 상환 비용이 높아지고 GDP는 약간 낮아지는데 이는 장기간에 걸쳐 누적되므로, 장기간에 걸친 평균 영향이 작아 납세자와 정부 서비스 이용자의 광범위한 집단에 영향을 미침

- 대응 지연 시나리오(A Delayed Response): 지출은 계속 증가하지만, 정부는 순 부채를 안정화 또는 공고화하기 위해 세금인상을 늦추는 지연된 정책 대응 시나리오
  · 단기적으로는 정부부채가 증가하여 지출 증가분을 충당할 수 있는 경제적 이익이 있을 수 있음
  · 그러나 정부가 부채를 안정화하기로 결정하면 부채 상환 비용과 왜곡된 세금, 부채 상환을 위해 사용해야 하는 재정 흑자의 규모가 커져 부채 증가로 발생했던 단기 이익을 상쇄할 것

○ 또한, 기후변화의 빈도 및 강도 증가가 재정 및 경제에 미치는 영향을 푸아송 프로세스에 따라 발생하는 개별 이벤트로 모델링하여 전망하였음

- 가뭄 빈도가 증가하면 GDP 대비 순 부채가 평균적으로 1.2%p 증가하고 GDP는 추세에 비해 평균적으로 0.5% 낮아질 것으로 예상
- 폭풍의 심각도가 높아지면 고려한 가정하에서 GDP 대비 순 부채가 3%p 증가하고 GDP가 추세에 비해 0.7% 감소

□ (분석의 의의) 재무부가 장기 재정 보고서에 대한 충격과 시나리오 분석을 위해 일반균형 모형을 사용한 것은 이번이 처음이며, 고령화 인구의 재정적 영향과 기후변화의 일부 측면이 그러한 프레임워크에서 어떻게 모델링될 수 있는지 제시함

○ 이번 전망에서는 세대 중첩 프레임워크를 고려하지 않았지만, 향후 연구에서는 세대 중첩 모형을 사용하여 장기 전망을 생성하는 방법을 살펴보기를 권함

Ⅲ. 전망 모형

1. 모형

□ 이 장에서는 NCGM 보고서에서 사용된 확률적 신고전주의 성장 모형(NCGM)에 대해서 자세하게 설명[19]

○ 이 경제 모형은 대표 가계(representative household), 완전 경쟁 중간재 생산자(perfectly competitive intermediate goods producer), 완전 경쟁 최종재 생산자(perfectly competitive final goods producer), 재정 당국(fiscal authority) 및 외국 경제(foreign economy)로 구성

가. 대표 가계(The Representative Household)

□ (가계 효용함수) 대표 가계는 전 기($t-1$기)의 총 유효소비(aggregate effective consumption)와 현 수준의 노동 증대형 기술(labour-augmenting technology)에 관한 유효소비로부터 효용을 얻고 노동으로부터 비효용을 얻음

○ Barro(1980)를 따라 공공 소비와 민간 소비 사이의 대체 가능성이나 보완성 정도를 미세 조정함으로써 모형에 더 많은 유연성을 도입

○ 가계의 효용함수는 식 (1)로 주어짐

$$\frac{u(c_t,\ell_t)=\mathscr{A}_{c,t}(c_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}-(1-\chi)^{-\sigma}\varkappa_t\,\kappa_t h_t\frac{l_t^{1+\eta}}{1+\eta} \quad (1)[20]$$

$$c_t^{\star}=c_t+\alpha_{g_g}g_{g,t}+\alpha_{g_i}g_{i,t}+\alpha_{g_h}g_{h,t} \quad (2)$$

- $\mathscr{A}_{c,t}$는 소비에 대한 선호에 외생적으로 주어지는 충격(exogenous consumption preference shock process), $c_t^{\star}$는 1인당 유효소비(effective consumption per capita), c_t는 1인당 소비를 의미

19) 참고로 "Ⅱ. 모형 배경"에서는 생산 구조([그림 Ⅱ-1])와 경제 주체 및 섹터와의 관계([그림 Ⅱ-2])에 대해 그림으로 설명

20) 수식의 번호는 NCGM 보고서 원문의 수식 번호를 그대로 사용

- $g_{g,t}$는 1인당 일반정부 지출(per capita general government expenditure), $g_{i,t}$는 1인당 정부 투자(per capita government investment), $g_{h,t}$는 1인당 의료비 지출(per capita health expenditure)을 의미
- A_t는 현 수준의 노동 증대형 기술(labour-augmenting technology), γ_t는 노동 증대형 기술의 성장률, l_t는 노동 시간
- $\bar{c}$는 소비 습관(habit formation)이 외생적임을 의미
- σ는 시간 간 대체탄력성(intertemporal elasticity of substitution)의 역수이며 χ는 소비 습관에 대한 가중치
- η는 Frisch 노동공급 탄력성(Frisch elasticity of labour supply)[21]의 역수
- a_{g_g}, a_{g_i} 및 a_{g_h}는 민간소비와 정부 지출의 구성 요소 간 대체성 또는 보충성 정도를 의미
- $\varkappa_t$와 h_t는 각각 노동의 총 비효용과 인적 자본에 대한 인구통계학적 요인(demographic wedges)[22]으로서 Jones(2018), Papetti(2019), Lis, Nickel, and Papetti(2020)를 따라 모형에 도입
- $\varkappa_t$는 노동의 비효용에 대한 단기 가변 가중치(the short-run time-varying weight)로서 식 (3)의 외생적 프로세스를 따름

$$\log\kappa_t = \rho_\kappa \log\kappa_{t-1} + (1-\rho_\kappa)\log\kappa + \varepsilon_{\kappa,t} \tag{3}$$

  · ρ_κ는 프로세스의 지속성을 통제하는 변수
  · $\varepsilon_{\kappa,t}$는 외생적 여가 선호 충격(exogenous leisure preference shock)을 나타냄

□ (가계 예산 제약) 대표 가계는 예산 제약과 물리적 자본의 작동 법칙(the law of motion for physical capital)에 따라 평생 효용의 현재 가치 기댓값을 극대화

$$\begin{aligned}(1+\tau_t^c)C_t + I_t + B_t\exp(\mathscr{A}_{b,t}) + F_t\exp(\mathscr{A}_{b,t}) = \cdots \\ \cdots(1+r_{t-1})B_{t-1} + (1+r_{t-1})F_{t-1} + \left(1-\tau_t^k\right)R_t v_t(1-\varphi\Delta_t)\overline{K}_{t-1} - \cdots \\ \cdots - \left(\gamma_{v,1}(v_1-1) + \frac{\gamma_{v,2}}{2}(v_t-1)^2\right)(1-\varphi\Delta_t)\overline{K}_{t-1} + \left(1-\tau_t^l\right)w_t\ell_t + \cdots \\ + \cdots\omega\tau_t^k\delta(1-\varphi\Delta_t)\overline{K}_{t-1} + (1-\tau^s)w_t dN_{r,t} - Z_t + \mathfrak{E}_t + \Xi_t\end{aligned} \tag{4}$$

21) Frisch 노동공급 탄력성은 부의 한계효용이 일정할 때 임금 비율에 대한 노동 시간의 탄력성을 포착. 즉, 노동공급에 대한 임금 변화의 대체 효과를 측정
22) Ⅲ-5에서 이를 도출

○ 식 (4)의 C_t는 총 소비, I_t는 총 투자, B_t는 총 순 정부부채, F_t는 국내 통화로 표시된 총 순 외국 부채

- $\mathscr{A}_{b,t}$는 리스크 프리미엄 충격과 동일한 자기 회귀성 충격 프로세스(autoregressive shock process)에 해당
- r_t는 실질이자율, R_t는 민간 자본에 대한 총 배당률 또는 임대율
- v_t는 (가변적인) 설비 가동률((variable) capacity utilisation rate), $\overline{K}_t$는 물적 자본스톡(the stock of physical capital)
- τ^{c_t}는 소비세율, τ_t^k는 배당 및 기타 자본 수입에 대한 평균세율, τ_t^l는 임금에 대한 평균세율
- ω는 자본소득에 대한 감가상각 비율, δ는 물적 자본에 대한 감가상각 비율
- w_t는 실질 임금 수준, N_t는 15세 이상 총인구
- Z_t는 가계가 납부하는 순 정액세(net lump-sum taxes)
- $\mathfrak{E}_t$는 지진위원회로부터의 지급액
- Ξ_t는 가계에 환급되는 조정 비용

○ 식 (4)에 t기에 연금 수급권이 있는 총 인원수 $N_{r,t} = \sum_{j=jr}^{J} N_{t,j}$를 도입

- $N_{t,j}$는 t기에 연령 j인 사람 수, jr은 연금 수급권이 있는 연령(65세)이고, J는 최대 기대수명(95세 이상)을 의미
- 따라서 $w_t dN_{r,t}$는 총 실질 연금 지급액으로서 65세 이상(연금 수급 자격이 있는) 인구수에 대한 함수이며, 실질 임금에 연동

○ 식 (4)에 따르면 대표 가계는 물적 자본의 가동률을 결정할 때 2차 조정 비용(quadratic adjustment cost)인 $\left(\gamma_{v,1}(v_1-1)+\frac{\gamma_{v,2}}{2}(v_t-1)^2\right)(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}$에 적용을 받음

- 물적 자본의 가동률에 대한 이러한 설명은 Warne, Coenen, and Christoffel(2008)에서도 사용됨
- $\gamma_{v,2}$는 설비 가동(capacity utilisation)을 조정하는 데에 드는 비용을 결정
- Δ_t는 외생적 지표 변수로서 지진이나 폭풍과 같은 자연재해가 경제에 타격을 주면 1, 평소에는 0의 값을 나타냄
- 변수 φ는 자연재해로 인해 파괴된 가계 소유의 자본 비율을 의미

· 이 가정은 Fornero and Kirchner(2018)에서 칠레의 지진을 모델링하는 데 사용되었으며, Wright and Borda(2016)에서는 카리브해와 중앙 아메리카에 주로 발생하는 자연재해(허리케인, 폭풍, 지진)를 모델링하는 데 사용됨

- 물적 자본은 총체적 작동 법칙(the aggregate law of motion)을 따라 증가

$$\overline{K}_t = \left[1 - \frac{\phi}{2}\left(\frac{\mathscr{A}_{i,t} I_t}{I_{t-1}} - \mu\right)^2\right] I_t + (1 - \varphi \Delta_t)(1-\delta)\overline{K}_{t-1} \tag{5}$$

· 식 (5)의 μ는 균제상태(steady state)의 총 성장률로서 $\mu = (1+\gamma)(1+n)$이며 γ는 균제상태의 노동 증대형(labour-augmenting) 총요소생산성 증가율, n는 균제상태의 인구 성장률을 의미

· ϕ는 투자를 조정하는 데 드는 비용을 결정, $\mathscr{A}_{i,t}$는 투자 유효성 충격(investment efficiency shocks)에 대한 자기회귀 충격 프로세스이며, 이러한 투자 조정 비용은 Smets and Wouters(2003) and Christiano, Eichenbaum, and Evans(2005) 등에서 사용

□ (가계 1인당 예산 제약) 가계의 총예산 제약 식 (4)를 1인당 단위로 변경

$$\begin{aligned}
&(1+\tau_t^c)c_t + i_t + b_t \exp(\mathscr{A}_{b,t}) + f_t \exp(\mathscr{A}_{b,t}) = \cdots \\
&\cdots (1+r_{t-1}) b_{t-1} (1+n_t)^{-1} + (1+r_{t-1}) f_{t-1} (1+n_t)^{-1} \\
&+ \left(1-\tau_t^k\right) R_t v_t (1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} - \cdots \\
&\cdots - \left(\gamma_{v,1}(v_1 - 1) + \frac{\gamma_{v,2}}{2}(v_t - 1)^2\right)(1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} + \left(1-\tau_t^l\right) w_t h_t l_t + \cdots \\
&\qquad + \cdots \omega \tau_t^k \delta (1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} + (1-\tau^s) w_t d\Psi_t + \mathfrak{C}_t - z_t + \xi_t
\end{aligned} \tag{7}$$

○ 대표 가계는 현재 및 미래 효용 합에 대한 할인된 기댓값(the expected discounted sum of current and future utilities)을 최대화하며 이 과정에서 1인당 소비, $c_t = \frac{C_t}{N_t}$, 1인당 투자 $i_t = \frac{I_t}{N_t}$, 1인당 정부부채 $b_t = \frac{B_t}{N_t}$, 1인당 순 외국 부채 $f_t = \frac{F_t}{N_t}$, 1인당 물적 자본 $\overline{k}_t = \frac{\overline{K}_t}{N_t}$, 노동 시간 l_t, 설비 활용 v_t의 구성을 선택

- 노동 인구(15세 이상 인구)는 다음과 같이 증가

$$N_t = (1+n_t) N_{t-1} \tag{6}$$

○ 물적 자본의 작동 법칙 식 (5)는 1인당 단위로 변경하면 식 (9)로 쓸 수 있음

$$\bar{k}_t = \left[1 - \frac{\phi}{2}\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t} i_t}{i_{t-1}}(1+n_t) - \mu\right)^2\right] i_t + (1-\varphi\Delta_t)(1-\delta)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} \tag{9}$$

○ 식 (7)에서 $w_t d\Psi_t$는 1인당 연금액이며 Ψ_t는 노인부양비 지표로서 식 (8)로 정의

$$\Psi_t = \frac{N_{r,t}}{N_t} = \frac{\sum_{j=jr}^{J} N_{t,j}}{N_t} \tag{8}$$

○ $z_t = \frac{Z_t}{N_t}$는 1인당 총 순 정액세, $\mathfrak{e}_t = \frac{\mathfrak{E}_t}{N_t}$는 1인당 지진위원회 지급액, $\xi_t = \frac{\Xi_t}{N_t}$는 가계에 환급되는 1인당 조정 비용임

□ (라그랑지 함수) 대표 가계의 라그랑지 함수는 식 (10)과 같음

$$\begin{aligned}
&\mathcal{L}_0 = \\
&E_0\left\{\sum_{t=0}^{\infty} N_t \beta^t \left[\begin{array}{l}
\dfrac{\mathcal{A}_{c,t}(c_t^{\star} - \chi(1+\gamma_t)(c_{t-1}^{\star})^{1-\sigma} A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma} - (1-\chi)^{-\sigma}\varkappa_t \kappa_t h_t \dfrac{l_t^{1+\eta}}{1+\eta} - \cdots \\
\cdots - \lambda_t \left[\begin{array}{l}
(1+\tau_t^c)c_t + i_t + b_t \exp(\mathcal{A}_{b,t}) + f_t \exp(\mathcal{A}_{b,t}) - \cdots \\
\cdots - (1+r_{t-1})b_{t-1}(1+n_t)^{-1} - (1+r_{t-1})f_{t-1}(1+n_t)^{-1} - \cdots \\
\cdots - (1-\tau_t^k)R_t v_t (1-\varphi\Delta_t)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} + \cdots \\
\cdots + (\gamma_{v,1}(v_t - 1) + \dfrac{\gamma_{v,2}}{2}(v_t-1)^2)(1-\varphi\Delta_t)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} - \\
\cdots - (1-\tau_t^l) w_t h_t l_t - \omega\tau^k\delta(1-\varphi\triangle_t)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} - \cdots \\
\cdots - (1-\tau^s) w_t d\Psi_t + z_t - \mathfrak{e}_t - \xi_t + \cdots \\
\cdots + \Phi_t \left[\bar{k}_t - \left[1 - \dfrac{\phi}{2}\left(\dfrac{\mathcal{A}_{i,t} i_t}{i_{t-1}}(1+n_t) - \mu\right)^2\right] i_t - \cdots \right. \\
\left. \cdots - (1-\varphi\Delta_t)(1-\delta)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} \right]
\end{array}\right]
\end{array}\right]\right\}
\end{aligned} \tag{10}$$

○ λ_t는 자산 대비 소득의 그림자 가격(shadow price)[23]

- Φ_t는 설비 자본에 대한 그림자 가격(토빈의 Q[24])
- β는 가계의 할인 요인

23) 재화의 가격이 기회비용을 반영한 가격

24) 기업의 시장가치를 기업의 실물 자본의 대체비용으로 나눈 것으로서 기업의 설비 투자의 동향이나 기업의 가치평가에 이용되는 지표

○ 소비에 대한 가계의 일계 조건(first order condition)

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial c_t} = \mathcal{A}_{c,t}(c_t^{\star} - \chi(1+\gamma_t)c_{t-1}^{\star})^{-\sigma} A_t^{\sigma-1} - \lambda_t(1+\tau_t^c) = 0 \tag{11}$$

- 식 (11)으로부터 소비 한계효용(the marginal utility of consumption)을 도출

$$\lambda_t = \frac{\mathcal{A}_{c,t}(c_t^{\star} - \chi(1+\gamma_t)c_{t-1}^{\star})^{-\sigma} A_t^{\sigma-1}}{1+\tau_t^c} \tag{19}$$

○ 노동 시간에 대한 가계의 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial \ell_t} = -(1-\chi)^{\sigma} \varkappa_t \kappa_t h_t l_t^{\eta} + \lambda_t(1-\tau_t^l) w_t h_t = 0 \tag{12}$$

- 식 (12)로부터 한계 대체율(the marginal rate of substitution)을 도출

$$\lambda_t w_t = (1-\chi)^{\sigma} \varkappa_t \kappa_t \left(\frac{l_t^{\eta}}{1-\tau_t^l} \right) \tag{20}$$

○ 순 정부부채에 대한 가계의 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial b_t} = -N_t \lambda_t \exp(\mathcal{A}_{b,t}) + E_t\left\{ N_{t+1} \beta \lambda_{t+1} (1+r_t)(1+n_{t+1})^{-1} \right\} = 0 \tag{13}$$

- 식 (13)으로부터 오일러 방정식(the Euler equation)을 도출

$$\lambda_t \exp(\mathcal{A}_{b,t}) = E_t\left\{ \beta \lambda_{t+1} (1+r_t) \right\} \tag{18}$$

○ 순 해외부채에 대한 가계의 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial f_t} = -N_t \lambda_t \exp(\mathcal{A}_{b,t}) + E_t\left\{ N_{t+1} \beta \lambda_{t+1} (1+r_t)(1+n_{t+1})^{-1} \right\} = 0 \tag{14}$$

○ 자본에 대한 가계의 일계 조건

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial \bar{k}_t} &= -N_t \lambda_t \Phi_t + \cdots \\ \cdots &+ E_t \left\{ \begin{array}{c} N_{t+1} \beta \lambda_{t+1} (1+n_{t+1})^{-1} (1-\varphi \Delta_{t+1}) \times \cdots \\ \cdots \times \left[\begin{array}{c} \left(1-\tau_{t+1}^k\right) R_{t+1} v_{t+1} - \gamma_{v,1}(v_{t+1}-1) - \dfrac{\gamma_{v,2}}{2}(v_{t+1}-1)^2 + \cdots \\ \cdots \ \omega \tau_{t+1}^k \delta + \Phi_{t+1}(1-\delta) \end{array} \right] \end{array} \right\} = 0 \end{aligned} \tag{15}$$

- 식 (15)에서 토빈의 Q에 대한 자산 가격 방정식(asset pricing equation)을 도출

$$\Phi_t = E_t\left\{\beta\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}(1-\varphi\Delta_{t+1})\left[\begin{array}{c}\left(1-\tau^k_{t+1}\right)R_{t+1}v_{t+1}-\gamma_{v,1}(v_{t+1}-1)-\cdots\\ \cdots-\frac{\gamma_{v,2}}{2}(v_{t+1}-1)^2+\omega\tau^k_{t+1}\delta+\Phi_{t+1}(1-\delta)\end{array}\right]\right\} \quad (21)$$

투자에 대한 가계의 일계 조건

$$\begin{array}{l}\frac{\partial\mathcal{L}_t}{\partial i_t}=-N_t\lambda_t+N_t\lambda_t\Phi_t\left[\begin{array}{c}1-\frac{\phi}{2}\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t}i_t}{i_{t-1}}(1+n_t)-\mu\right)^2-\cdots\\ \cdots-\phi\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t}i_t}{i_{t-1}}(1+n_t)-\mu\right)\frac{_{i,t}i_t}{i_{t-1}}(1+n_t)\end{array}\right]+\cdots\\ \cdots+E_t\left\{N_{t+1}\beta\lambda_{t+1}\Phi_{t+1}\phi\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t+1}i_{t+1}}{i_t}(1+n_{t+1})-\mu\right)\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t+1}i_{t+1}}{i_t}\right)^2(1+n_{t+1})\right\}=0\end{array} \quad (16)$$

- 식 (16)을 식 (22)로 정리

$$\begin{array}{l}1=\Phi_t\left[1-\frac{\phi}{2}\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t}i_t}{i_{t-1}}(1+n_t)-\mu\right)^2-\phi\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t}i_t}{i_{t-1}}(1+n_t)-\mu\right)\frac{\mathcal{A}_{i,t}i_t}{i_{t-1}}(1+n_t)\right]+\cdots\\ \cdots+E_t\left\{\beta\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t}\Phi_{t+1}\phi\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t+1}i_{t+1}}{i_t}(1+n_{t+1})-\mu\right)\left(\frac{\mathcal{A}_{i,t+1}i_{t+1}}{i_t}(1+n_{t+1})\right)^2\right\}\end{array} \quad (22)$$

○ 설비 가동(capacity utilisation)에 대한 가계의 일계 조건

$$\frac{\partial\mathcal{L}_t}{\partial v_t}=-\lambda_t\left[\begin{array}{c}(\gamma_{v,1}+\gamma_{v,2}(v_t-1))(1-\varphi\Delta_t)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1}-\cdots\\ \cdots-(1-\tau^k_t)R_t(1-\varphi\Delta_t)\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1}\end{array}\right]=0 \quad (17)$$

- 식 (17)로부터 증가하는 설비 가동(increasing capacity utilisation)의 한계 이익은 한계 비용과 동일

$$(1-\tau^k_t)R_t=\gamma_{v,1}+\gamma_{v,2}(v_t-1) \quad (23)$$

나. 대표 중간재 생산자(The Representative Intermediate Goods)

□ (중간재 생산함수) 대표 중간재 생산 기업은 콥 더글라스(Cobb Douglas) 생산 기술에 따라 중간재를 생산

$$Y_t=\mathcal{A}_tK_t^{\theta}(A_t\ell_t)^{1-\theta}\left((1-\varphi_G\Delta_t)\frac{K_{G,t-1}}{A_tN_t}\right)^{\theta_G} \quad (24)$$

○ Y_t는 중간 산출물, $K_t = (1-\varphi\triangle_t)v_t\overline{K}_{t-1}$는 물적 자본의 유효 스톡(the effective stock of physical capital)

- $K_{G,t-1}$는 정부 자본스톡, φ_G는 자연재해로 파괴된 정부 자본스톡 비율
- A_t는 노동 증대형 기술(labour-augmenting technology), $\mathscr{A}_t$는 중립적인 기술(neutral technology)을 의미
- 자본의 소득분배율(Capital's share of income) θ는 $0 < \theta < 1$을 만족하고 $\theta_G \geq 0$는 공공 자본에 대한 산출물의 탄력성임

○ 이러한 생산함수는 Leeper, Walker, and Yang(2010)과 Traum and Yang(2015)에서도 정부 투자와 공공 자본을 모형에 통합하는 데 사용

- 본 모형에서는 공공 자본이 노동 증대형 기술과 인구와 관련되어 생산함수에 입력됨
- 이로 인해 규모수익체증(Increasing returns to scale, IRS) 생산함수가 균형 성장을 나타낼 수 있음[25)]
- 또한 기반시설에 대한 투자가 생산성과 인구 수준의 속도를 못 맞추는 경우 기반시설 부족이 경제의 걸림돌이 될 수 있음을 의미

○ 노동 증대형 기술(labour-augmenting technology) A_t는 식 (25)를 따름

$$A_t = (1+\gamma_t)A_{t-1} \tag{25}$$

$$1+\gamma_t = (1+\gamma)\exp(\mathscr{A}_{\gamma,t} - \mathscr{A}_{\gamma,t-1}) \tag{26}$$

$$\mathscr{A}_{\gamma,t} = \rho_{\mathscr{A}\gamma}\mathscr{A}_{\gamma,t-1} + \varepsilon_{\gamma,t} \tag{27}$$

- $\mathscr{A}_{r,t}$는 외생적 충격 프로세스이고, $\varepsilon_{\gamma,t}$는 노동 증대형 기술 충격이고, $\rho_{\mathscr{A}\gamma}$는 이 프로세스의 지속성을 결정
- 기술에 대해 Iacoviello and Neri(2010)에서도 이러한 방식으로 설정되었으며 결정적(deterministic: $0 \leq \rho_{\mathscr{A}\gamma} \leq 1$)이고 단위근($\rho_{\mathscr{A}\gamma}$=1) 추세 프로세스(unit root trend processes)를 모두 포함

○ 중립적인 기술(neutral technology) $\mathscr{A}_t$는 식 (28)을 따름

$$\log\mathscr{A}_t = \rho_{\mathscr{A}}\log\mathscr{A}_{t-1} + \varepsilon_{\mathscr{A},t} \tag{28}$$

25) Leeper, Walker, and Yang(2010)과 Traum and Yang(2015)은 모형에 추세를 포함하지 않으므로 균형 성장 경로를 신경 쓸 필요가 없음. 본 모형이 추세가 제거된 형식으로 작성할 때 Leeper, Walker, and Yang(2010), Traum and Yang(2015)과 동일

○ 중간재 생산함수 식 (24)를 1인당 단위로 변경

$$y_t = \mathcal{A}_t k_t^{\theta} (A_t h_t l_t)^{1-\theta} \left((1-\varphi_G \Delta_t) \frac{k_{G,t-1}}{A_t} (1+n_t)^{-1} \right)^{\theta_G} \tag{30}$$

$$\ell_t = N_t h_t l_t, \; y_t = \frac{Y_t}{N_t}, \; k_t = \frac{K_t}{N_t} = (1-\varphi \Delta_t) \frac{v_t \overline{K}_{t-1}}{N_t} = (1-\varphi \Delta_t) v_t \overline{k}_{t-1} (1+n_t)^{-1},$$

$$k_{G,t-1} = \frac{K_{G,t-1}}{N_{t-1}} \text{임}$$

□ (중간재 생산자 실질 수익) 완전 경쟁 중간재 생산자는 식 (31)의 실질 수익(real profits)을 얻음

$$\mathcal{P}_t = \frac{p_{H,t}}{p_{c,t}} Y_t - R_t K_t - w_t N_t h_t l_t \tag{31}$$

○ $p_{H,t}$는 국내에서 생산된 중간재 가격이고, $p_{c,t}$는 최종재 가격이며, 모형에서는 이를 기준 가격(numeraire)으로 취급

○ 중간재 생산자의 실질 수익 식 (31)을 1인당 단위로 변경

$$\mathcal{p}_t = p_t y_t - R_t k_t - w_t h_t l_t \tag{32}$$

- $p_t = \frac{p_{H,t}}{p_{c,t}}$는 GDP의 상대 가격이며 최종재 디플레이터에 해당

○ 중간재 생산자의 1인당 실질 수익 식 (32)에 생산함수 식 (30)을 대입

$$\mathcal{p}_t = p_t \mathcal{A}_t k_t^{\theta} (A_t h_t l_t)^{1-\theta} \left((1-\varphi_G \Delta_t) \frac{k_{G,t-1}}{A_t} (1+n_t)^{-1} \right)^{\theta_G} - R_t k_t - w_t h_t l_t \tag{33}$$

- 자본에 대한 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{p}_t}{\partial k_t} = \theta p_t \mathcal{A}_t k_t^{\theta-1} (A_t h_t l_t)^{1-\theta} \left((1-\varphi_G \Delta_t) \frac{k_{G,t-1}}{A_t} (1+n_t)^{-1} \right)^{\theta_G} - R_t = 0 \tag{34}$$

· 식 (34)로부터 식 (36)을 도출하였으며, 이는 물적 자본에 대한 임대/배당률(the rental/dividend rate on physical capital)이 자본의 한계 생산물(the marginal product of capital)과 동일함을 의미

$$\theta p_t \frac{y_t}{k_t} = R_t \tag{36}$$

- 노동에 대한 일계 조건

$$\frac{\partial p_t}{\partial l_t} = (1-\theta)p_t \mathcal{A}_t k_t^{\theta}(A_t h_t)^{1-\theta} l_t^{-\theta}\left((1-\varphi_G \Delta_t)\frac{k_{G,t-1}}{A_t}(1+n_t)^{-1}\right)^{\theta_G} - w_t h_t = 0 \quad (35)$$

· 식 (35)로부터 식 (37)을 도출, 이는 실질 임금이 노동의 한계 생산물(the marginal product of labour)과 동일함을 의미

$$(1-\theta)p_t \frac{y_t}{h_t l_t} = w_t \quad (37)$$

다. 대표 최종재 생산자(The Representative Final Goods Producer)

□ (최종재 생산함수) 최종재는 CES(constant elasticity of substitution) 생산 기술에 따라 국내산 중간재와 수입산 중간재를 결합하여 생산

$$\mathcal{A}_t = \left[\alpha^{\frac{1}{\varepsilon}} Y_{H,t}^{1-\frac{1}{\varepsilon}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{\varepsilon}} Y_{F,t}^{1-\frac{1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (38)$$

○ $\mathcal{A}_t$는 총 최종재, $Y_{H,t}$는 국내산 중간재, $Y_{F,t}$는 수입산 중간재

- ε는 국내산과 수입산 중간재 간의 대체탄력성(elasticity of substitution)
- α는 자국 편향 변수(the home bias parameter)

○ 최종재 생산함수 식 (38)을 1인당 단위로 변경

$$a_t = \left[\alpha^{\frac{1}{\varepsilon}} y_{H,t}^{1-\frac{1}{\varepsilon}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{\varepsilon}} y_{F,t}^{1-\frac{1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (39)$$

- 식 (39)에서 $a_t = \frac{\mathcal{A}_t}{N_t}$, $y_{H,t} = \frac{Y_{H,t}}{N_t}$, $y_{F,t} = \frac{Y_{F,t}}{N_t}$임
- 최종재 생산자는 비용을 최소화하는 국내산, 외국산 중간재의 배분을 선택

□ (라그랑지 함수) 최종재 생산자의 라그랑지 함수는 식 (40)과 같음

$$\mathcal{L}_t = p_{H,t} y_{H,t} + \mathcal{S}_t p_t^* y_{F,t} - p_{c,t}\left(\left[\alpha^{\frac{1}{\varepsilon}} y_{H,t}^{1-\frac{1}{\varepsilon}} + (1-\alpha)^{\frac{1}{\varepsilon}} y_{F,t}^{1-\frac{1}{\varepsilon}}\right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} - a_t\right) \quad (40)$$

○ $\mathcal{S}_t$는 명목 환율로서 외국 통화 1단위에 대한 국내 통화 가격을 의미

- p_t^*는 외국 화폐로 표시된 외국에서의 최종재 디플레이터를 의미

- 국내 경제는 작아서 외국 경제에 영향을 주지 않으며 국내 수출품이 외국에서 최종재 생산에 기여하는 바가 미미하다고 가정
- 결과적으로 외국의 중간재와 최종재 생산에서의 가격 디플레이터가 동일함을 가정하는 것이며, $\mathfrak{I}_t p_t^* = p_{F,t}$는 국내 화폐로 표시된 외국산 중간재의 가격을 의미

○ 국내산 중간재에 대한 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial y_{H,t}} = p_{H,t} - p_{c,t}\alpha^{\frac{1}{\varepsilon}} y_{H,t}^{-\frac{1}{\varepsilon}} a_t^{\frac{1}{\varepsilon}} \tag{41}$$

- 식 (41)로부터 국내산 중간재 수요 함수 식 (43)을 도출

$$y_{H,t} = \alpha\left(\frac{p_{H,t}}{p_{c,t}}\right)^{-\varepsilon} a_t \tag{43}$$

○ 외국산 중간재에 대한 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial y_{F,t}} = \mathfrak{I}_t p_t^* - p_{c,t}(1-\alpha)^{\frac{1}{\varepsilon}} y_{F,t}^{-\frac{1}{\varepsilon}} a_t^{\frac{1}{\varepsilon}} \tag{42}$$

- 식 (42)를 통해 외국산 중간재의 수요 함수를 구함

$$y_{F,t} = (1-\alpha)\left(\frac{\mathfrak{I}_t p_t^*}{p_{c,t}}\right)^{-\varepsilon} a_t \tag{44}$$

○ 국내산 및 외국산 중간재의 수요함수 식 (43)과 식 (44)를 최종재 생산함수 식 (39)에 대입하여 최종재의 가격 식 (45)을 구함

$$p_{c,t} = \left[\alpha p_{H,t}^{1-\varepsilon} + (1-\alpha)(\mathfrak{I}_t p_t^*)^{1-\varepsilon}\right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \tag{45}$$

○ 교역 조건(terms of trade)은 식 (46)으로 정의

$$\Gamma_t = \frac{\mathfrak{I}_t p_t^*}{p_{H,t}} = \frac{p_{F,t}}{p_{H,t}} \tag{46}$$

○ 교역 조건 식 (46)을 최종재의 가격 식 (45)에 대입하면 중간재의 상대 가격을 교역조건의 함수로 작성할 수 있음

$$p_t = \left[\alpha + (1-\alpha)\Gamma_t^{1-\varepsilon}\right]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \tag{47}$$

○ 실질 환율은 식 (48)과 같이 정의

$$q_t = \frac{\mathfrak{S}_t p_t^*}{p_{c,t}} \tag{48}$$

- 명목 환율의 정의와 일치하도록 실질 환율의 하락은 평가 절상을 나타내고 실질 환율의 상승은 평가 절하를 나타냄
- 실질 환율의 정의는 식 (49)를 함의

$$q_t = \frac{\mathfrak{S}_t p_t^*}{\cancel{p_{H,t}}} \frac{\cancel{p_{H,t}}}{p_{c,t}} = \frac{\mathfrak{S}_t p_t^*}{p_{c,t}} = \Gamma_t p_t \tag{49}$$

라. 정부(Government)

□ (정부 지출) 총 정부 지출 G_t는 의료비 지출 $G_{h,t}$, 정부 투자 $G_{i,t}$ 및 일반정부 지출 $G_{g,t}$로 구성

$$G_t = G_{h,t} + G_{i,t} + G_{g,t} \tag{50}$$

○ 식 (50)을 1인당 단위로 변경

$$g_t = g_{h,t} + g_{i,t} + g_{g,t} \tag{51}$$

○ 정부 소비 및 투자 등에 대한 지출 규칙(spending rules)은 각 정부 지출을 GDP 대비 비율로 설정

$$g_{h,t} = \vartheta_{h,t} p_t y_t \mathscr{A}_{gh},t \tag{58}$$

$$g_{i,t} = \vartheta_i p_t y_t \mathscr{A}_{gi},t \tag{59}$$

$$g_{g,t} = \vartheta_{g,t} p_t y_t \mathscr{A}_{gg},t \tag{60}$$

○ $\vartheta_{h,t}, \vartheta_i$ 및 $\vartheta_{g,t}$는 GDP 대비 정부 지출 비율을 결정하고 $\mathscr{A}_{gh,t}$, $\mathscr{A}_{gi,t}$ 및 $\mathscr{A}_{g_g,t}$는 각 지출 규칙에서 일시적인 편차를 허용하는 자기회귀 충격 프로세스(autoregressive shock processes)임

- $\vartheta_{h,t}$와 $\vartheta_{g,t}$는 시간에 따라 변하는 시간 첨자(time subscripts)가 존재하며 이는 의료비 및 기타 정부 지출의 전망치 변화를 고려하여 외생적으로 설정

□ (세금) 이전금과 연금을 제한 세금(Taxes net of transfers and superannuation payments)은 식 (52)로 정의

$$T_t = \tau_t^c C_t + \tau_t^l w_t \ell_t + \tau_t^k (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t)\overline{K}_{t-1} - (1-\tau^s) w_t dN_{r,t} + Z_t - \mathfrak{E}_t \quad (52)$$

○ τ^s는 연금액에 대한 평균세율을 의미하고 그 외 변수는 식 (4)의 설명을 참고

○ 식 (52)를 1인당 단위로 변경

$$t_t = \tau_t^c c_t + \tau_t^l w_t h_t l_t + \tau_t^k (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} - (1-\tau^s) w_t d\Psi_t + z_t - \mathfrak{e}_t \quad (53)$$

- 소비 지출에 따른 1인당 총 세금

$$t^{c_t} = \tau^{c_t} c_t \quad (74)$$

- 근로 소득에 따른 1인당 총 세금

$$t_t^l = \tau_t^l w_t h_t l_t \quad (75)$$

- 자본 소득에 따른 1인당 총 세금

$$t_t^k = \tau_t^k (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} \quad (73)$$

○ 자본, 소비 및 노동에 관한 세율은 식 (61)~식 (63)의 규칙에 따라 결정

$$\log\left(\frac{\tau_t^k}{\tau_t^{k\star}}\right) = \psi_{\tau^k}\left(\frac{b_{t-1}}{4\times p_{t-1}y_{t-1}} - b_t^\star\right) \quad (61)$$

$$\log\left(\frac{\tau_t^c}{\tau_t^{c\star}}\right) = \psi_{\tau^c}\left(\frac{b_{t-1}}{4\times p_{t-1}y_{t-1}} - b_t^\star\right) \quad (62)$$

$$\log\left(\frac{\tau_t^l}{\tau_t^{l\star}}\right) = \psi_{\tau^l}\left(\frac{b_{t-1}}{4\times p_{t-1}y_{t-1}} - b_t^\star\right) \quad (63)$$

- ψ_j for $j = \tau^k, \tau^c, \tau^l$는 GDP 대비 순 부채의 목표 수준으로부터의 편차(the deviation of net debt to GDP from the target)에 대한 세금 유형별 반응 계수(the response coefficients)임
- $b_t^\star$는 잠재적으로 GDP 대비 중기 부채 목표(the medium term debt to GDP target)로서 식 (66)을 따라 결정됨

$$\log b_t^{\star} = \mathcal{Q}\left(\rho_{b,1}\log b_{t-1}^{\star} + (1-\rho_{b,1})\log b_T^{\star} + \rho_{b,2}\log\left(\frac{b_{t-1}^{\star}}{b_{t-2}^{\star}}\right)\right) + (1-\mathcal{Q})\log b_{exog,t}^{\star} \quad (66)$$

· $\mathcal{Q}$는 GDP 대비 부채 목표가 AR2 프로세스를 따를 때 1의 값을 갖고, 외생적일 때는 0의 값을 가짐

· 순 부채가 높은 수준에서 안정화되는 재정 건전화 시나리오와 대응 지연 시나리오가 존재하므로 시나리오 생성 시 시간에 따라 변하는 GDP 대비 부채 목표가 필요

- $\tau_t^{j\star}$ for $j = k, c, l$은 잠재적으로 시간에 따라 변하는 목표 세율(tax rate target)임

· 목표 세율은 전망기간 동안 큰 폭으로 상승하거나 바뀌는 것을 방지하기 위해 예산이 대략 균형을 이루도록 점진적으로 증가

○ 순 정액세(이전금)는 정부 소비 및 정부 투자와 비슷하게 식 (64)의 규칙에 따라 GDP 대비 비율로 설정

$$\tilde{z}_t = \vartheta_{z,t} p_t \tilde{y}_t \cdot \mathcal{A}_{z,t} \quad (64)$$

- $\vartheta_{z,t}$는 GDP 대비 잠재적으로 시간에 따라 변하는 이전금 비율로서 외생적으로 설정됨

- $\mathcal{A}_{z,t}$는 규칙으로부터 일시적인 편차를 허용하는 자기 회귀성 충격 프로세스(autoregressive shock process)임

○ 지진위원회 지급금은 지진이 발생한 경우 재난 구호 기금에서 비용을 지급할 충분한 자금이 없을 때 이루어짐

- 모형에서 지진위원회 지급금은 민간 자본스톡(the private capital stock)을 소유한 대표 가계에 대한 현금 이전금(cash transfers payments)으로 취급

- 평소에는 지진위원회 지급금이 '0(zero)'이므로 1인당 지진위원회 지급금을 0으로 하는 자기 회귀성 프로세스로 모형화함

$$\tilde{\mathfrak{e}}_t = \rho_{\mathfrak{e}} \tilde{\mathfrak{e}}_{t-1} + \varepsilon_{\mathfrak{e},t} \quad (65)$$

· $\tilde{\mathfrak{e}}_t = \frac{\mathfrak{e}_t}{A_t}$는 확률적으로 추세가 제거된 수준(stochastically detrended level)의 1인당 지진위원회 지급금이며 $\rho_{\mathfrak{e}}$는 지출 프로세스의 지속성을 결정하고 $\varepsilon_{\mathfrak{e},t}$는 지진위원회 지급금이 이루어질 때 가해지는 충격임

- 지진위원회 지급금은 손상되고 파괴된 자본스톡을 대체하기 위해 새로운 투자 상품에 사용되며, 따라서 지진 이후에 늘어난 민간투자(private investment)와 지진위원회 지급금이 일치

○ 1인당 총 세금(per capita total tax revenue)은 이전금 및 연금을 포함한 세금

$$\mathbf{t}_t = \tau_t^c c_t + \tau_t^l w_t \ell_t + \tau_t^k (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1} + \tau^s w_t d\Psi_t \quad (68)$$

- z_t가 식 (68)에 포함되지 않은 것은 $-z_t$가 비 연금과 비 지진위원회 이전금과 동일하기 때문

□ (예산 제약) 정부의 총예산 제약은 식 (54)와 같이 주어짐

$$B_t = G_t - T_t + (1+r_{t-1})B_{t-1} \quad (54)$$

○ 식 (54)를 1인당 단위로 변경

$$b_t = g_t - t_t + (1+r_{t-1})b_{t-1}(1+n_t)^{-1} \quad (55)$$

□ (공공 자본스톡) 공공 자본스톡(the public capital stock)은 운동 법칙(the law of motion)에 따라 증가

$$K_{G,t} = (1-\varphi_G\Delta_t)(1-\delta_G)K_{G,t-1} + G_{i,t} \quad (56)$$

○ 식 (56)을 1인당 단위로 변경

$$k_{G,t} = (1-\varphi_G\Delta_t)(1-\delta_G)k_{G,t-1}(1+n_t)^{-1} + g_{i,t} \quad (57)$$

□ (총 지출 및 재정 수지) 1인당 총 지출 식 (69)는 1인당 정부 지출, 1인당 총 연금 지출, 1인당 지진위원회 지급금을 합하고 1인당 순 정액세를 차감한 값과 동일

○ 1인당 총 지출(per capita total expenditure)

$$e_t = g_t - z_t + s_t + \mathfrak{e}_t \quad (69)$$

- z_t는 총 지출에 음(-)의 관계로 포함된 것은 위와 마찬가지로 $-z_t$가 비연금과 비 지진위원회 이전금과 동일하기 때문
- s_t는 1인당 총 연금 지출(per capita total superannuation spending)에 해당

$$s_t = w_t d\Psi_t \quad (67)$$

○ 1인당 기초재정수지(per capita primary surplus)

$$pb_t = t_t - g_t \tag{70}$$

○ 1인당 운영 수지(per capita operating balance)

$$\begin{aligned} ob_t &= t_t - g_t - r_{t-1}b_{t-1}(1+n_t)^{-1} = pb_t - r_{t-1}b_{t-1}(1+n_t)^{-1} \\ &= b_t - b_{t-1}(1+n_t)^{-1} \end{aligned} \tag{71}$$

- 1인당 부채 상환 비용(per capita debt servicing costs)

$$rb_t = r_{t-1}b_{t-1}(1+n_t)^{-1} \tag{72}$$

마. 상품 시장 청산(Goods Market Clearing) 및 외국 부문(Foreign Block)

□ (외국 최종재 생산) 외국 최종재 생산자는 생산 시 국내 수출 중간재를 사용

○ 중간재(intermediate goods)는 국내에서 소비되거나 수출됨

$$y_t = y_{H,t} + y^*_{H,t} \tag{76}$$

- $y^*_{H,t}$는 1인당 중간 수출재임

○ 외국 최종재 생산자는 기술 식 (77)에 따라 최종재 a^*_t를 생산하는 것으로 가정

$$a^*_t = \left[{\alpha^*}^{\frac{1}{\varepsilon}} {y^*_{F,t}}^{1-\frac{1}{\varepsilon}} + (1-\alpha^*)^{\frac{1}{\epsilon}} \left(y^*_{H,t} \left(1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right)^2 \right) \right)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \tag{77}$$

- $y^*_{F,t}$는 외국 최종재 생산에 사용되는 외국 중간재이며 α^*는 외국의 자국 편향 변수(home bias parameter in the foreign economy)임
- 외국 최종재 생산자는 수입(뉴질랜드로부터의 수출)에 대한 2차 조정 비용(quadratic adjustment cost)을 적용받으며, ϕ_X는 2차 조정 비용에 대한 가중치(the weight on the quadratic adjustment cost)를 결정

○ 외국 최종재 생산자가 완전 경쟁(perfect competition)을 따르는 것을 가정할 때 라그랑지 식 (78)을 설정함으로써 국내산 중간재에 대한 외국 최종재 생산자의 수요를 구함

$$\mathcal{L}_t = p^*_{F,t} y^*_{F,t} + p^*_{H,t} y^*_{H,t} - \cdots$$
$$\cdots - p^*_t \left[\left[\alpha^{*\frac{1}{\varepsilon}} y^{*1-\frac{1}{\varepsilon}}_{F,t} + (1-\alpha^*)^{\frac{1}{\epsilon}} \left(y^*_{H,t} \left(1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right)^2 \right) \right)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} - a^*_t \right] \quad (78)$$

- 외국에서의 수입에 관한 일계 조건

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial y^*_{H,t}} = p^*_{H,t} - p^*_t a^{*\frac{1}{\varepsilon}}_t (1-\alpha^*)^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(y^*_{H,t} \left(1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right)^2 \right) \right)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \times \cdots$$
$$\cdots \times \left[1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right)^2 - \phi_X \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right) \frac{y^*_{H,t}}{y^*_{H,t-1}} (1+n_t) \right] = 0 \quad (79)$$

- 식 (79)를 재배열하면 수출에 대한 수요 곡선(the demand function for exports) 식 (80)을 도출

$$\frac{p_t}{q_t} = (1-\alpha^*)^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(\frac{y^*_t}{y^*_{H,t}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right)^2 \right)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \times \cdots$$
$$\cdots \times \left[1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right)^2 - \phi_X \left(\frac{y^*_{H,t}}{\bar{y}^*_{H,t-1}} (1+n_t) - \mu \right) \frac{y^*_{H,t}}{y^*_{H,t-1}} (1+n_t) \right] \quad (80)$$

- 국내산 중간재 수요 함수 식 (43)을 식 (76)에 대입하면 식 (81)을 도출

$$y_t = \alpha p_t^{-\varepsilon} (c_t + i_t + g_t) + y^*_{H,t} \quad (81)$$

- 최종재는 민간 영역과 공적 영역에서 모두 소비되거나 투자되는 것으로 가정

□ (외국 채권) 외국 채권은 국내 통화로 액수를 표기함으로써 유(有)위험 이자율 평형 조건(the uncovered interest parity condition)[26]은 대표 가계의 일계 조건을 벗어나지 않음

○ 다만 모형에 외국 이자율 및 부채 관련 부문(foreign block)을 완전히 명시하면, 유(有)위험 이자율 평형 조건을 일계 조건에서 얻을 수 있음

○ 따라서 실질(유(有)위험) 이자율 평형 조건(real (uncovered) interest parity condition)을 식 (82)와 같이 모형에 추가

26) 이자 평등 조건(interest parity condition)은 두 국가의 이자율 차이가 두 국가 간의 통화 환율의 상대적인 변화와 동일한 것을 의미. 비보장(uncovered) 이자율 평등은 외환 시장의 균형을 가정하므로 국내 자산의 기대수익률이 환율 변동에 따른 조정 후 외화자산의 기대수익률과 같다는 것을 의미

$$1+r_t = E_t\left\{\frac{q_{t+1}}{q_t}(1+r_t^*)\Upsilon_t \mathcal{A}_{q,t}\right\} \quad (82)$$

- r_t^*는 외국 실질이자율, $\mathcal{A}_{q,t}$는 자기 회귀성 충격 프로세스임
- Υ_t는 부채 탄력적 이자율 프리미엄(debt elastic interest rate premium)(Schmitt-Grohe and Uribe, 2003을 참고)이며 식 (83)으로 명시

$$\Upsilon_t = \Upsilon \exp\left(-\phi_F\left(\frac{f_t}{4\times p_t y_t} - f_t^{\bigstar}\right)\right) \quad (83)$$

· $f_t^{\bigstar}$는 GDP 대비 시간에 따라 변하는 중기 대외순외화자산 목표(a time-varying medium run net foreign asset to GDP target)로서 식 (84)를 따름

$$\log f_t^{\bigstar} = \rho_f \log f_{t-1}^{\bigstar} + (1-\rho_f) f_T^{\bigstar} \quad (84)$$

· $\Upsilon = \frac{1+r}{1+r^*}$는 자국 및 외국의 실질이자율 사이의 영구적인 요인(permanent wedge)에 해당하고, $\tilde{f}_t = \frac{f_t}{A_t}$임

○ $p_t y_t = R_t k_t + w_t h_t l_t, \quad \xi_t = \left(\gamma_{v,1}(v_t-1) + \frac{\gamma_{v,2}}{2}(v_t-1)^2\right)(1-\varphi\Delta_t)\overline{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1}$과 식 (53)[27], 식 (55)[28]를 식 (7)[29]에 대입하면 순 외국 부채에 대한 운동 법칙(the law of motion for net foreign debt) 식 (85)를 도출

$$f_t = (1+r_{t-1})f_{t-1}(1+n_t)^{-1} + p_t y_t - c_t - i_t - g_t \quad (85)$$

○ 최종재 디플레이터에 따라 순 수출은 식 (86)과 같이 정의

$$nx_t = \frac{p_{H,t}}{p_{c,t}} y_{H,t}^* - \frac{\mathfrak{I}_t p_t^*}{p_{c,t}} y_{F,t} = p_t y_{H,t}^* - q_t y_{F,t} \quad (86)$$

○ 외국 실질이자율 r^*와 외국의 1인당 실질 GDP y^*는 외생적으로 주어짐

27) 이전금과 연금을 제한 세금의 1인당 단위로 변경한 식
28) 정부의 총예산 제약을 1인당 단위로 변경한 식
29) 가계의 총예산 제약을 1인당 단위로 변경한 식

2. 확률적으로 추세가 제거된 모형(Stochastically Detrended Model)

□ (확률적 추세 제거) 균제상태(steady state)로 풀 수 있도록 모형에 확률적으로 추세를 제거(stochastical detrend)[30]

○ 즉, 노동 증대형 기술(labour-augmenting technology) 수준에 따라 증가하는 모든 1인당 변수를 나누는 것을 의미

- 47개의 식[31]과 $\mathcal{A}_{c,t},\ \mathcal{A}_{i,t},\ \mathcal{A}_{q,t},\ \mathcal{A}_{gh,t},\ \mathcal{A}_{gi,t},\ \mathcal{A}_{g_y,t},\ \mathcal{A}_{z,t},\ \mathcal{A}_{x,t},\ \mathcal{A}_{m,t},\ \mathcal{A}_{b,t}$ 충격 프로세스, k_t에 관한 정의 $k_t = (1-\varphi\Delta_t)v_t\bar{k}_{t-1}(1+n_t)^{-1}$는 58개 변수에 대한 동태균형(dynamic equilibrium)을 설명

- 58개 변수는 다음에 해당: $\tilde{c}_t = \frac{c_t}{A_t},\ l_t,\ \tau_t^c,\ \tau_t^k,\ \tau_t^l,\ \tilde{i}_t = \frac{i_t}{A_t},\ \tilde{\bar{k}}_t = \frac{\bar{k}_t}{A_t},\ \tilde{k}_t = \frac{K_t}{A_t},$

$v_t,\ \tilde{b}_t = \frac{b_t}{A_t},\ \tilde{f}_t = \frac{f_t}{A_t},\ r_t,\ R_t,\ \tilde{w}_t = \frac{w_t}{A_t},\ \tilde{t}_t = \frac{t_t}{A_t},\ \tilde{g}_t = \frac{g_t}{A_t},\ \tilde{g}_{h,t} = \frac{g_{h,t}}{A_t},$

$\tilde{g}_{i,t} = \frac{g_{i,t}}{A_t},\quad \tilde{g}_{g,t} = \frac{g_{g,t}}{A_t},\quad \tilde{\lambda}_t = \lambda_t A_t,\quad \tilde{z}_t = \frac{z_t}{A_t},\quad \tilde{\mathfrak{e}}_t = \frac{\mathfrak{e}_t}{A_t}\ b_t^{\star},\quad f_t^{\star},\quad y_{H,t}^{*},$

$\tilde{y}_t = \frac{y_t}{A_t},\ \gamma_t,\ q_t,\ p_t,\ \Gamma_t,\ \tilde{k}_{G,t} = \frac{K_{G,t}}{A_t},\ \mathcal{A}_t,\ \mathcal{A}_{r,t},\mathcal{A}_{c,t},\ \mathcal{A}_{i,t},\ \mathcal{A}_{q,t},\ \mathcal{A}_{gh,t},\ \mathcal{A}_{gi,t},$

$\mathcal{A}_{g_y,t},\ \mathcal{A}_{z,t},\ \mathcal{A}_{x,t},\ \mathcal{A}_{m,t},\ \mathcal{A}_{b,t},\ \kappa_t,\ \Phi_t,\ \Upsilon_t,\ \widetilde{nx}_t = \frac{nx_t}{A_t},\ \tilde{y}_{F,t} = \frac{y_{F,t}}{A_t},\ \tilde{s}_t = \frac{s_t}{A_t},$

$\tilde{c}_t^{\star} = \frac{c_t^{\star}}{A_t},\ \tilde{\mathfrak{t}}_t = \frac{\mathfrak{t}_t}{A_t},\ \widetilde{pb}_t = \frac{pb_t}{A_t},\ \widetilde{ob}_t = \frac{ob_t}{A_t},\ \widetilde{rb}_t = \frac{rb_t}{A_t},\ \tilde{t}_t^k = \frac{t_t^k}{A_t},\ \tilde{t}_t^l = \frac{t_t^l}{A_t},$

$\tilde{e}_t = \frac{e_t}{A_t}$

$$\tilde{\lambda}_t \exp(\mathcal{A}_{b,t}) = E_t\left\{\beta\tilde{\lambda}_{t+1}(1+\gamma_{t+1})^{-1}(1+r_t)\right\} \tag{87}$$

30) 원칙상 추세 제거 없이도 균형 성장 경로 모형을 풀 수는 있음. 다만, 균형 성장 경로가 계속 증가하므로 결정론적 솔루션과 확장 경로 알고리즘이 최소화하려고 하는 잔차도 전망기간과 함께 커짐. 이로 인해 알고리즘에 수리적 문제가 발생할 수 있으며 이는 확률적으로 추세가 제거된 모형을 사용하면 발생하지 않음

31) 식 (2), 식 (3), 식 (9), 식 (18)~식 (23), 식 (26)~식 (28), 식 (30), 식 (36), 식 (37), 식 (44), 식 (47), 식 (49), 식 (51), 식 (53), 식 (55), 식 (57)~식 (86)

$$\tilde{\lambda}_t = \frac{\mathcal{A}_{c,t}(\tilde{c}_t^{\star} - \chi \tilde{c}_{t-1}^{\star})^{-\sigma}}{1+\tau_t^c} \tag{88}$$

$$\tilde{c}_t^{\star} = \tilde{c}_t + \alpha_{g_g}\tilde{g}_{g,t} + \alpha_{g_i}\tilde{g}_{i,t} + \alpha_{g_h}\tilde{g}_{h,t} \tag{89}$$

$$\tilde{\lambda}_t \tilde{w}_t = (1-\chi)^{-\sigma}\,\mathcal{H}_t \kappa_t \left(\frac{l_t^{\eta}}{1-\tau_t^l}\right) \tag{90}$$

$$\Phi_t = E_t \left\{ \begin{array}{c} \beta \dfrac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t}(1+\gamma_{t+1})^{-1}(1-\varphi\Delta_{t+1}) \times \cdots \\ \cdots \times \left[\begin{array}{c} (1-\tau_{t+1}^k)R_{t+1}v_{t+1} - \gamma_{v,1}(v_{t+1}-1) - \dfrac{\gamma_{v,2}}{2}(v_{t+1}-1)^2 + \cdots \\ \cdots \; + \; \tau_{t+1}^k \delta + \Phi_{t+1}(1-\delta) \end{array} \right] \end{array} \right\} \tag{91}$$

$$\begin{aligned} 1 = \Phi_t & \left[\begin{array}{c} 1 - \dfrac{\phi}{2}\left(\dfrac{\mathcal{A}_{i,t}\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}}(1+\gamma_t)(1+n_t) - \mu \right)^2 - \cdots \\ \cdots - \phi\left(\dfrac{\mathcal{A}_{i,t}\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}}(1+\gamma_t)(1+n_t) - \mu \right) \dfrac{\mathcal{A}_{i,t}\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}}(1+\gamma_t)(1+n_t) \end{array} \right] + \cdots \\ & \cdots + E_t \left\{ \begin{array}{c} \beta \dfrac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t}(1+\gamma_{t+1})^{-1}\Phi_{t+1}\phi\left(\dfrac{\mathcal{A}_{i,t+1}\tilde{i}_{t+1}}{\tilde{i}_t}(1+\gamma_{t+1})(1+n_{t+1}) - \mu \right) \times \cdots \\ \cdots \times \left(\dfrac{\mathcal{A}_{i,t+1}\tilde{i}_{t+1}}{\tilde{i}_t}(1+\gamma_{t+1})(1+n_{t+1}) \right)^2 \end{array} \right\} \end{aligned} \tag{92}$$

$$(1-\tau_t^k)R_t = \gamma_{v,1} + \gamma_{v,2}(v_t - 1) \tag{93}$$[32]

$$\tilde{k}_t = (1-\varphi\Delta_t)v_t \tilde{\tilde{k}}_{t-1}(1+n_t)^{-1}(1+\gamma_t)^{-1} \tag{94}$$

$$\theta p_t \frac{\tilde{y}_t}{\tilde{\tilde{k}}_t} = R_t \tag{95}$$

$$(1-\theta)p_t \frac{\tilde{y}_t}{h_t l_t} = \tilde{w}_t \tag{96}$$

$$\tilde{b}_t = \tilde{g}_t - \tilde{t}_t + (1+r_{t-1})\tilde{b}_{t-1}(1+\gamma_t)^{-1}(1+n_t)^{-1} \tag{97}$$

$$\tilde{k}_{G,t} = (1-\varphi_G\Delta_t)(1-\delta_G)\tilde{k}_{G,t-1}(1+n_t)^{-1}(1+\gamma_t)^{-1} + \tilde{g}_{i,t} \tag{98}$$

32) 전환 경로(transition paths)를 모형화할 때, 가변적인 설비 가동을 사용하지 않을 경우 $v_t = 1$을 방정식에 대입. 이 경우 $\gamma_{v,2}$(설비 가동을 조정하는 비용을 결정하는 변수)에 큰 값을 사용하는 것과 동일

$$\tilde{y}_t = \mathcal{A}_t \tilde{k}_t^{\theta} (h_t l_t)^{1-\theta} \left((1-\varphi_G \Delta_t) \tilde{k}_{G,t-1} (1+n_t)^{-1} (1+\gamma_t)^{-1} \right)^{\theta_G} \tag{99}$$

$$\tilde{\tilde{k}}_t = \left[1 - \frac{\phi}{2} \left(\frac{\mathcal{A}_{i,t} \tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}} (1+\gamma_t)(1+n_t) - \mu \right)^2 \right] \tilde{i}_t + (1-\varphi\Delta_t)(1-\delta) \tilde{\tilde{k}}_{t-1} (1+\gamma_t)^{-1} (1+n_t)^{-1} \tag{100}$$

$$\tilde{y}_t = \alpha p_t^{-\varepsilon} (\tilde{c}_t + \tilde{i}_t + \tilde{g}_t) + \tilde{y}^*_{H,t} \tag{101}$$

$$\begin{aligned} \frac{p_t}{q_t} &= (1-\alpha^*)^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(\frac{\tilde{y}_t}{\tilde{y}^*_{H,t}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{\tilde{y}^*_{H,t}}{\tilde{y}^*_{H,t-1}} (1+\gamma_t)(1+n_t) - \mu \right)^2 \right)^{-\frac{1}{\varepsilon}} \times \cdots \\ \cdots &\times \left[\begin{array}{c} 1 - \frac{\phi_X}{2} \left(\frac{\tilde{y}^*_{H,t}}{\tilde{y}^*_{H,t-1}} (1+\gamma_t)(1+n_t) - \mu \right)^2 - \cdots \\ \cdots - \phi_X \left(\frac{\tilde{y}^*_{H,t}}{\tilde{y}^*_{H,t-1}} (1+\gamma_t)(1+n_t) - \mu \right) \frac{\tilde{y}^*_{H,t}}{\tilde{y}^*_{H,t-1}} (1+\gamma_t)(1+n_t) \end{array} \right] \end{aligned} \tag{102}$$

$$p_t = \left[\alpha + (1-\alpha) \Gamma_t^{1-\varepsilon} \right]^{\frac{1}{\varepsilon - 1}} \tag{103}$$

$$q_t = \Gamma_t p_t \tag{104}$$

$$1 + r_t = E_t \left\{ \frac{q_{t+1}}{q_t} (1 + r_t^*) \Upsilon_t \mathcal{A}_{q,t} \right\} \tag{105}$$

$$\Upsilon_t = \Upsilon \exp\left(-\phi_F \left(\frac{f_t}{4 \times p_t y_t} - f_t^{\star} \right) \right) \tag{106}$$

$$\tilde{f}_t = (1+r_{t-1}) \tilde{f}_{t-1} (1+\gamma_t)^{-1} (1+n_t)^{-1} + p_t \tilde{y}_t - \tilde{c}_t - \tilde{i}_t - \tilde{g}_t \tag{107}$$

$$\begin{aligned} \tilde{t}_t = {} & \tau_t^c \tilde{c}_t + \tau_t^l \tilde{w}_t h_t l_t + \tau_t^k (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t) \tilde{\tilde{k}}_{t-1} (1+n_t)^{-1} (1+\gamma_t)^{-1} - \cdots \\ & \cdots - (1-\tau^s) \tilde{w}_t d\Psi_t + \tilde{z}_t - \tilde{\mathfrak{C}}_t \end{aligned} \tag{108}$$

$$\tilde{g}_t = \tilde{g}_{h,t} + \tilde{g}_{i,t} + \tilde{g}_{g,t} \tag{109}$$

$$\tilde{g}_{h,t} = \vartheta_{h,t} p_t \tilde{y}_t \mathcal{A}_{g_h t} \tag{110}$$

$$\tilde{g}_{i,t} = \vartheta_i p_t \tilde{y}_t \mathcal{A}_{g_i,t} \tag{111}$$

$$\tilde{g}_{g,t} = \vartheta_{g,t} p_t \tilde{y}_t \mathcal{A}_{g_g,t} \tag{112}$$

$$\log\left(\frac{\tau_t^k}{\tau_t^{k\star}}\right)=\psi_{\tau^k}\left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{4\times p_{t-1}\tilde{y}_{t-1}}-b_t^{\star}\right) \tag{113}$$

$$\log\left(\frac{\tau_t^c}{\tau_t^{c\star}}\right)=\psi_{\tau^c}\left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{4\times p_{t-1}\tilde{y}_{t-1}}-b_t^{\star}\right) \tag{114}$$

$$\log\left(\frac{\tau_t^l}{\tau_t^{l\star}}\right)=\psi_{\tau^l}\left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{4\times p_{t-1}\tilde{y}_{t-1}}-b_t^{\star}\right) \tag{115}$$

$$\tilde{z}_t=\vartheta_{z,t}p_t\tilde{y}_t\mathcal{A}_{z,t} \tag{116}$$

$$\tilde{\mathfrak{E}}_t=\rho_{\mathfrak{E}}\tilde{\mathfrak{E}}_{t-1}+\varepsilon_{\mathfrak{E},t} \tag{117}$$

$$\log b_t^{\star}=\mathcal{Q}\left(\rho_{b,1}\log b_{t-1}^{\star}+(1-\rho_{b,1})\log b_T^{\star}+\rho_{b,2}\log\left(\frac{b_{t-1}^{\star}}{b_{t-2}^{\star}}\right)\right)+(1-\mathcal{Q})\log b_{exog,t}^{\star} \tag{118}$$

$$\log f_t^{\star}=\rho_f\log f_{t-1}^{\star}+(1-\rho_f)\log f_T^{\star} \tag{119}$$

$$1+\gamma_t=(1+\gamma)\exp(\mathcal{A}_{\gamma,t}-\mathcal{A}_{\gamma,t-1}) \tag{120}$$

$$\mathcal{A}_{\gamma,t}=\rho_{\mathcal{A}_\gamma}\mathcal{A}_{\gamma,t-1}+\varepsilon_{\gamma,t} \tag{121}$$

$$\log\mathcal{A}_t=\rho_{\mathcal{A}}\log\mathcal{A}_{t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A},t} \tag{122}$$

$$\log\mathcal{A}_{c,t}=\rho_{\mathcal{A}c}\log\mathcal{A}_{c,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}c,t} \tag{123}$$

$$\log\mathcal{A}_{i,t}=\rho_{\mathcal{A}i}\log\mathcal{A}_{i,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}_i,t} \tag{124}$$

$$\log\mathcal{A}_{q,t}=\rho_{\mathcal{A}q}\log\mathcal{A}_{q,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}_q,t} \tag{125}$$

$$\log\mathcal{A}_{g_h,t}=\rho_{\mathcal{A}g_h}\log\mathcal{A}_{g_h,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}_{g_h},t} \tag{126}$$

$$\log\mathcal{A}_{g_i,t}=\rho_{\mathcal{A}g_i}\log\mathcal{A}_{g_i,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}_{g_i},t} \tag{127}$$

$$\log\mathcal{A}_{g_g,t}=\rho_{\mathcal{A}g_g}\log\mathcal{A}_{g_g,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}_{g_g},t} \tag{128}$$

$$\log\mathcal{A}_{z,t}=\rho_{\mathcal{A}_z}\log\mathcal{A}_{z,t-1}+\varepsilon_{\mathcal{A}_z,t} \tag{129}$$

$$\log \mathcal{A}_{x,t} = \rho_{\mathcal{A}_x} \log \mathcal{A}_{x,t-1} + \mathcal{E}_{\mathcal{A}_x,t} \tag{130}$$

$$\log \mathcal{A}_{m,t} = \rho_{\mathcal{A}_m} \log \mathcal{A}_{m,t-1} + \mathcal{E}_{\mathcal{A}_m,t} \tag{131}$$

$$\mathcal{A}_{b,t} = \rho_{\mathcal{A}_b} \mathcal{A}_{b,t-1} + \mathcal{E}_{\mathcal{A}_b,t} \tag{132}$$

$$\log \kappa_t = \rho_\kappa \log \kappa_{t-1} + (1-\rho_\kappa)\log \kappa + \mathcal{E}_{\kappa,t} \tag{133}$$

$$\widetilde{nx}_t = p_t \tilde{y}^*_{H,t} - q_t \tilde{y}_{F,t} \tag{134}$$

$$\tilde{y}_{F,t} = (1-\alpha) q_t^{-\varepsilon} (\tilde{c}_t + \tilde{i}_t + \tilde{g}_t) \tag{135}$$

$$\tilde{s}_t = \tilde{w}_t d\Psi_t \tag{136}$$

$$\tilde{\mathfrak{t}}_t = \tau^c_t \tilde{c}_t + \tau^l_t \tilde{w}_t h_t l_t + \tau^k_t (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t)\tilde{\bar{k}}_{t-1}(1+n_t)^{-1}(1+\gamma_t)^{-1} + \tau^s \tilde{w}_t d\Psi_t \tag{137}$$

$$\widetilde{pb}_t = \tilde{t}_t - \tilde{g}_t \tag{138}$$

$$\widetilde{ob}_t = \tilde{t}_t - \tilde{g}_t - r_{t-1}\tilde{b}_{t-1}(1+\gamma_t)^{-1}(1+n_t)^{-1} \tag{139}$$

$$\widetilde{rb}_t = r_{t-1}\tilde{b}_{t-1}(1+\gamma_t)^{-1}(1+n_t)^{-1} \tag{140}$$

$$\tilde{t}^k_t = \tau^k_t (R_t v_t - \omega\delta)(1-\varphi\Delta_t)\tilde{\bar{k}}_{t-1}(1+n_t)^{-1}(1+\gamma_t)^{-1} \tag{141}$$

$$\tilde{t}^c_t = \tau^c_t \tilde{c}_t \tag{142}$$

$$\tilde{t}^l_t = \tau^l_t \tilde{w}_t \ell_t \tag{143}$$

$$\tilde{e}_t = \tilde{g}_t + \tilde{s}_t - \tilde{z}_t + \tilde{\mathfrak{e}}_t \tag{144}$$

- $h_t, \mathcal{H}_t, \vartheta_{g,t}, \tau^{l\star}_t, \tau^{k\star}_t, \tau^{c\star}_t, \vartheta_{z,t}, n_t, \Psi_t, r^*_t, \tilde{y}^*_t, b^\star_{exog,t}$는 외생적으로 설정
  - 전환의 첫 번째 기간에는 모형의 경제 주체들이 이 변수들을 예측 불가
  - 이후 모든 기간에 대해서 기준선 시나리오하에서는 완벽하게 예측됨

3. 초기 균제상태 도출(Finding the Initial Steady State)

□ (개요) 본 항에서는 초기 균제상태를 설정하는 과정을 기술하였으며, 현재 경제 상황과 유사하게 설정

○ 여기서 다룰 외생변수 42개는 다음과 같음

$$\tilde{c}_0, \tilde{i}_0, \tilde{\bar{k}}_0, \tilde{k}_0, \tilde{b}_0, \tilde{f}_0, r_0, R_0, \tilde{w}_0, \tilde{t}_0, \tilde{g}_0, \tilde{g}_{h,0}, \tilde{g}_{i,0}, \tilde{g}_{g,0}, \tilde{\lambda}_0, \tilde{z}_0, b_0^{\star}, y_{H,0}^{*}, \tilde{y}_0, q_0, p_0, \tilde{k}_{G,0}, \kappa_0,$$

$$\Phi_0, \Upsilon_0, \widetilde{nx}_0, \tilde{y}_{F,0}, \tilde{s}_0, \tilde{c}_0^{\star}, \tilde{t}_0, \widetilde{pb}_0, \widetilde{ob}_0, \widetilde{rb}_0, \tilde{t}_0^{k}, \tilde{t}_0^{c}, \tilde{t}_0^{l}, \tilde{e}_0, \tilde{y}_0^{*}, \tau_0^{l\star}, \tau_0^{k\star}, \tau_0^{c\star}, \vartheta_{z,0}$$

○ 충격변수($\mathcal{A}_0, \mathcal{A}_{\gamma,0}, \mathcal{A}_{c,0}, \mathcal{A}_{i,0}, \mathcal{A}_{q,0}, \mathcal{A}_{g_h,0}, \mathcal{A}_{g_i,0}, \mathcal{A}_{g_g,0}, \mathcal{A}_{x,0}, \mathcal{A}_{m,0}, \mathcal{A}_{b,0}$)는 정규분포를 따르고, 균제상태에서 1 혹은 0의 값을 나타냄

- 이때 균제상태는 $j = c, i, q, g_h, g_i, g_g, z, m$일 때 $\mathcal{A}_0$=1, $\mathcal{A}_{j,0}$=1이고, $j = \gamma, b$일 때 $\mathcal{A}_{j,0}$=0임

○ 외생변수($\upsilon_0, \tilde{\mathfrak{e}}_0, f_0^{\star}, \tau_0^{c}, \tau_0^{k}, \tau_0^{l}, \Gamma_0, \gamma_0, \vartheta_i, \vartheta_{h,0}, \vartheta_{g,0}, \Psi_0, b_{exog,0}^{\star} h_0, \varkappa_0, n_0, r_0^{*}, l_0$) 외에 초기 노동공급(the initial value of labour, l_0)은 외생화하고, 초기 노동비효용 가중치(the weight on the disutility of labour, κ_0)는 내생화함

- 이 과정을 통해 l_0의 합리적인 값을 선택할 수 있고, 초기 균제상태에서 l_0의 선택과 일치하는 κ_0값을 찾을 수 있음

○ 초기 GDP 목표치 대비 순 부채(initial values of the net debt to GDP target, $b_{exog}^{\star}$)와 평균세율(the average tax rates, τ_0^{c}, τ_0^{k}, τ_0^{l}) 그리고 지출 비율(the expenditure ratios, $\vartheta_i, \vartheta_{h,0}, \vartheta_{g,0}$)은 외생화

- $b_{exog}^{\star}$는 예측 기간 동안 GDP 대비 순 부채의 최고 수준인 48%로 설정하였으며 Ⅱ-3에 자세히 기술
- $\vartheta_i, \vartheta_{h,0}, \vartheta_{g,0}$의 초기값을 설정하는 과정 또한 Ⅱ-3에 기술되어 있음
- 초기 GDP 대비 연금 이전지출(the initial value of non - superannuation transfers to GDP, $\vartheta_{z,0}$)은 정부의 예산 제약식에서의 잔차(the residual from the government's budget constraint)임

□ (변수 가정) 균제상태에서의 설비 가동(Steady state capacity utilisation, υ_0)은 정규분포를 따르고 1의 값을 가지므로 이와 관련된 조정 과정은 제외되고 지진대책위원회에 지불하는 비용(Earthquake Commission payments, $\tilde{\epsilon}_0$)은 0으로 가정

○ 초기 균제상태에서의 무역 조건(the terms of trade, Γ_0)과 외생적 인적 자본(the exogenous human capital, h_0), 고령화에 따른 노동비효율(The age-related disutility of working, $\varkappa_0$)은 모두 1의 값을 가짐

○ 인구증가율(population growth, n_0)은 Ⅱ-3에서 다루었던 외생적 인구 변화(the exogenous population track)의 초기값과 동일

- 15세 이상 인구 대비 65세 이상 인구 비율인 고령인구의 초기값(The initial value of the old-age ratio, Ψ_0)은 2021년과 일치하도록 조정

○ 초기 GDP 대비 장기 대외순외화자산(initial value for the long-run net foreign asset to GDP ratio, $f_0^{\bigstar}$)은 과거 평균값과 점차 일치하도록 조정

□ (공공 자본) 초기 GDP 대비 공공 자본(The initial public capital to GDP ratio, $(\frac{\tilde{k}_G}{\tilde{py}})_0$)은 식 (98)의 t를 0으로 설정하여 사용

$$\tilde{k}_{G,0} = (1-\delta_G)\tilde{k}_{G,0}(1+n_0)^{-1}(1+\gamma_0)^{-1} + \tilde{g}_{i,0} \tag{145}$$

$$\left(\frac{\tilde{k}_G}{\tilde{py}}\right)_0 = \vartheta_{g_i}\left(1 - \frac{1-\delta_G}{(1+n_0)(1+\gamma_0)}\right)^{-1} \tag{146}$$

□ (무역) 무역 변수(the terms of trade)는 외생화 및 정규화되어 1이고, 식 (147)을 통해 균제상태에서의 가격 수준을 얻을 수 있음

$$p_0 = [\alpha + (1-\alpha)\Gamma_0^{1-\varepsilon}]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} = 1 \tag{147}$$

○ 실질 환율(the real exchange rate)

$$q_0 = \Gamma_0 p_0 = 1 \tag{148}$$

○ 초기 실질이자율(The initial value for the real interest rate, r_0)은 식 (87)로부터 얻을 수 있음

- 할인율(the discount factor)은 초기 균제상태에서의 생산성 증가와 실질이자율 가정에 맞춰 캘리브레이션함

$$r_0 = \frac{\beta}{1+\gamma_0} - 1 \tag{149}$$

○ 균제상태에서 위험 프리미엄은 식 (105)의 실질 유(有)위험 이자율 평형(Uncovered interest rate parity, UIP) 조건이 암시하는 바와 같이 초기 국내외 실질금리가 불일치하는 점을 고려하여 선택됨

$$\Upsilon_0 = \left(\frac{1+r_0}{1+r_0^{\star}}\right) \tag{150}$$

□ (자본생산비율) 식 (91)의 자산 가격 토빈의 Q를 사용하여 초기 균제상태 자본생산 비율(the initial steady state capital output ratio)을 찾고자 함

○ 우선 식 (91)에 사용된 t를 0으로 설정하여 사용

$$\Phi_0 = \beta\frac{\tilde{\lambda}_0}{\tilde{\lambda}_0}(1+\gamma_0)^{-1}\left[\begin{array}{l}(1-\tau_0^k)R_0\upsilon_0 - \gamma_{\upsilon,1}(\upsilon_0-1) - \frac{\gamma_{\upsilon,2}}{2}(\upsilon_0-1)^2 + \\ \cdots + \omega\tau_0^k\delta + \Phi_0(1-\delta)\end{array}\right] \tag{151}$$

○ 식 (92)의 Φ_0는 균제상태에서 1이므로 $R_0 = \theta\frac{p_0\tilde{y}_0}{\tilde{\tilde{k}}_0}(1+\gamma_0)(1+n_0) = \theta(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{p\tilde{y}})_0(1+\gamma_0)(1+n_0)$를 식 (151)에 적용할 경우 식 (152)를 도출

$$1 = \beta(1+\gamma_0)^{-1}\left[\left(1-\tau_0^k\right)\theta\left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{p\tilde{y}}\right)_0^{-1}(1+\gamma_0)(1+n_0) + \omega\tau_0^k\delta + 1 - \delta\right] \tag{152}$$

○ 균제상태에서는 υ_0=1이므로 $\left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{p\tilde{y}}\right)_0$에 대한 식을 다시 정리하면 식 (153)과 같음

$$\left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{p\tilde{y}}\right)_0 = \frac{\theta\beta(1-\tau_0^k)(1+\gamma_0)(1+n_0)}{1+\gamma_0-\beta(1-\delta)-\beta\omega\tau_0^k\delta} \tag{153}$$

- 이를 재배열하면 식 (154)로 정리

$$\left(\frac{\tilde{k}}{\tilde{py}}\right)_0 = \left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{\tilde{py}}\right)_0 (1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1} = \frac{\theta\beta(1-\tau_0^k)}{1+\gamma_0-\beta(1-\delta)-\beta\omega\tau_0^k\delta} \tag{154}$$

□ (생산) 초기 균제상태에서의 생산은 중간재 생산함수를 사용하여 민간자본생산비율(the private capital output ratio), 정부자본생산비율(the government capital output ratio), 외생적으로 설정된 초기 노동공급(the initial value of labour, l_0)의 함수로 나타낼 수 있음

○ 우선 생산함수 식 (99)에 사용된 t를 0으로 설정하여 사용

$$\tilde{y}_0 = A_0\tilde{k}_0^{\theta}(h_0l_0)^{1-\theta}\left(\tilde{k}_{G,0}(1+n_0)^{-1}(1+\gamma_0)^{-1}\right)^{\theta_G} \tag{155}$$

○ 식 (155)에 민간자본생산비율 식 (153)과 정부자본생산비율 식 (146)을 대입하면 식 (156)으로 정리됨

$$\tilde{y}_0 = (p_0\tilde{y}_0)^{\theta+\theta_G}A_0\left(\frac{\tilde{k}}{\tilde{py}}\right)_0^{\theta}(h_0l_0)^{1-\theta}\left(\left(\frac{\tilde{k}_G}{\tilde{py}}\right)_0(1+n_0)^{-1}(1+\gamma_0)^{-1}\right)^{\theta_G} \tag{156}$$

○ 이를 재배열하면 식 (157)로 정리

$$\tilde{y}_0 = [p_0^{\theta+\theta_G}A_0\left(\frac{\tilde{k}}{\tilde{py}}\right)_0^{\theta}(h_0l_0)^{1-\theta}\left(\left(\frac{\tilde{k}_G}{\tilde{py}}\right)_0(1+n_0)^{-1}(1+\gamma_0)^{-1}\right)^{\theta_G}]^{\frac{1}{1-\theta-\theta_G}} \tag{157}$$

□ (노동) 위의 과정을 통해 균제상태에서 나타나는 생산성(stochastically detrended output)이 초기 노동공급(the initial value of labour, l_0)과 일치하도록 조정

○ p_0와 $\tilde{y}_0$의 초기값을 식 (146)에 대입하면 초기 정부 자본(an initial value for the government capital stock) 값을 얻을 수 있음

$$\tilde{k}_{G,0} = \left(\frac{\tilde{k}_G}{\tilde{py}}\right)_0 p_0\tilde{y}_0 \tag{158}$$

○ p_0와 $\tilde{y}_0$의 초기값을 식 (153)에 대입하면 초기 민간 자본(an initial value for the private capital stock) 값을 얻을 수 있음

$$\tilde{\tilde{k}} = \left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{p\tilde{y}} \right)_0 p_0 \tilde{y}_0 \tag{159}$$

○ p_0와 $\tilde{y}_0$의 초기값을 초기 GDP 대비 순 부채 비율, GDP 대비 장기 대외순외화자산 비율, GDP 대비 정부 지출 비율에 대입할 수 있음

$$\tilde{b}_0 = 4 \times b^{\star}_0 p_0 \tilde{y}_0 \tag{160}$$

$$\tilde{f}_0 = 4 \times f^{\star}_0 p_0 \tilde{y}_0 \tag{161}$$

$$\tilde{g}_{i,0} = \vartheta_{g_i} p_0 \tilde{y}_0 \cdot \mathcal{A}_{g_i,0} \tag{162}$$

$$\tilde{g}_{h,0} = \vartheta_{g_h,0} p_0 \tilde{y}_0 \cdot \mathcal{A}_{g_h,0} \tag{163}$$

$$\tilde{g}_{g,0} = \vartheta_{g_g,0} p_0 \tilde{y}_0 \cdot \mathcal{A}_{g_g,0} \tag{164}$$

○ 이때 $\tilde{b}^{\star}_0, \tilde{f}^{\star}_0, \vartheta_{g_i}, \vartheta_{g_h,0}, \vartheta_{g_g,0}$은 외생적으로 결정되고, 식 (162)~식 (164)를 통해 도출한 $\tilde{g}_{i,0}, \tilde{g}_{h,0}, \tilde{g}_{g,0}$를 식 (109)에 대입하면 식 (165)를 얻을 수 있음

$$\tilde{g}_0 = \tilde{g}_{i,0} + \tilde{g}_{g,0} + \tilde{g}_{h,0} \tag{165}$$

□ (민간투자) 앞서 초기 민간 자본값을 도출하였으므로 식 (100) 자본축적식의 시간첨자 t를 0으로 설정하여 초기 민간투자(the initial value of private investment) 값을 도출

$$\tilde{\tilde{k}}_0 = \tilde{i}_0 + (1-\delta)\tilde{\tilde{k}}_0 (1+\gamma_0)^{-1} (1+n_0)^{-1} \tag{166}$$

$$\tilde{i}_0 = [1 - (1-\delta)(1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1}]\tilde{\tilde{k}}_0 \tag{167}$$

□ (소비) 총수요 식 (107)의 시간첨자 t를 0으로 설정하면 초기 소비값(The initial value of consumption)을 구할 수 있음

$$\tilde{f}_0 = (1+r_0)\tilde{f}_0 (1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1} + p_0 \tilde{y}_0 - \tilde{c}_0 - \tilde{i}_0 - \tilde{g}_0 \tag{168}$$

$$\tilde{c}_0 = \tilde{y}_0 - \tilde{i}_0 - \tilde{g}_0 + \left(\frac{1+r_0}{(1+\gamma_0)(1+n_0)} - 1 \right) \tilde{f}_0 \tag{169}$$

- 마찬가지로 초기 유효소비(the initial values for effective consumption)와 초기 소비의 한계효용 값(the marginal utility of consumption)은 각각 식 (89)와 식 (88)에서 구할 수 있음

$$\tilde{c}_0^{\star} = \tilde{c}_0 + \alpha_{g_g}\tilde{g}_{g,0} + \alpha_{g_i}\tilde{g}_{i,0} + \alpha_{g_h}\tilde{g}_{h,0} \tag{170}$$

$$\tilde{\lambda}_0 = \frac{\mathscr{A}_{c,0}(\tilde{c}_0^{\star} - \chi\tilde{c}_0^{\star})^{-\sigma}}{1+\tau_0^c} \tag{171}$$

- $\widetilde{nx}_0$를 식 (172)의 $p_0\tilde{y}_0 - \tilde{c}_0 - \tilde{i}_0 - \tilde{g}_0$로 대체하고 $\widetilde{nx}_0$를 재정리하면 다음과 같이 정리할 수 있음

$$\tilde{f}_0 = (1+r_0)\tilde{f}_0(1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1} + \widetilde{nx}_0 \tag{172}$$

$$\widetilde{nx}_0 = (1-(1+r_0)(1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1})\tilde{f}_0 \tag{173}$$

□ (수입) 수입(The initial value for imports)은 식 (135)로부터 얻을 수 있으며 시간첨자 t를 0으로 설정

$$\tilde{y}_{F,0} = (1-\alpha)q_0^{-\varepsilon}(\tilde{c}_0 + \tilde{i}_0 + \tilde{g}_0) \tag{174}$$

□ (노동생산성 대비 자본생산성) 생산함수 식 (155)를 $\tilde{y}_t$로 나누면 자본생산비율함수(the capital output ratio)를 노동생산성 수준(the level of labour productivity)으로 나타낸 식 (175)를 도출할 수 있으며, 이를 재정리하면 식 (176)과 같음

$$1 = p_0\mathscr{A}_0\left(\frac{\tilde{k}}{\widetilde{py}}\right)_0^{\theta}\left(\frac{\widetilde{py}}{l}\right)_0^{\theta-1} h_0^{1-\theta}\left(\tilde{k}_{G,0}(1+n_0)^{-1}(1+\gamma_0)^{-1}\right)^{\theta_G} \tag{175}$$

$$\left(\frac{\widetilde{py}}{l}\right)_0 = p_0\mathscr{A}_0^{\frac{1}{1-\theta}}\left(\frac{\tilde{k}}{\widetilde{py}}\right)_0^{\frac{\theta}{1-\theta}} h_0\left(\tilde{k}_{G,0}(1+n_0)^{-1}(1+\gamma_0)^{-1}\right)^{\frac{\theta_G}{1-\theta}} \tag{176}$$

□ (노동비효용 가중치) 식 (90), 식 (88) 그리고 식 (96)으로부터 초기 노동공급(the initial value of labour, l_0)을 구하기 위한 초기 노동비효용 가중치(the weight on the disutility of labour, κ_0)를 도출하고자 함

$$\tilde{w}_0(1-\tau_0^l)=(1+\tau_0^c)\varkappa_0\kappa_0\tilde{c}_t^{\sigma}l_0^{\eta} \tag{177}$$

$$\tilde{w}_0=(1-\theta)\frac{p_0\tilde{y}_0}{h_0l_0}=(1-\theta)\left(\frac{\widetilde{py}}{l}\right)_0 h_0^{-1} \tag{178}$$

$$(1-\theta)\left(\frac{p\tilde{y}}{l}\right)_0=\left(\frac{1+\tau_0^c}{1-\tau_0^l}\right)\varkappa_0\kappa_0\tilde{c}_t^{\sigma}l_0^{\eta} \tag{179}$$

$$\kappa_0=\frac{(1-\theta)\left(\frac{p\tilde{y}}{l}\right)_0}{\left(\frac{1+\tau_0^c}{1-\tau_0^c}\right)\varkappa_0\tilde{c}_0^{\sigma}l_0^{\eta}} \tag{180}$$

□ (실질 임금) 실질 임금($\tilde{w}_0$)은 식 (178)에 의해 결정되며, 이는 연금 지급액(superannuation payments)을 정의하는 데 사용됨

$$\tilde{s}_0=\tilde{w}_0 d\Psi_0 \tag{181}$$

□ (국외 GDP) 다음으로 식 (101)과 식 (102)의 시간첨자 t를 0으로 설정하여 균제상태에서의 국외 GDP(steady state foreign GDP)를 구하고자 함

$$\tilde{y}_0=\alpha p_0^{-\varepsilon}(\tilde{c}_0+\tilde{i}_0+\tilde{g}_0)+\tilde{y}_{H,0}^{*} \tag{182}$$

$$\frac{p_0}{q_0}=(1-\alpha^*)^{\frac{1}{\varepsilon}}\left(\frac{\tilde{y}_0^{*}}{\tilde{y}_{H,0}^{*}}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}} \tag{183}$$

○ 식 (183)에 식 (182)를 대입하면 식 (184)를 도출할 수 있고 이를 재정리하면 식 (185)와 같이 나타낼 수 있음

$$\tilde{y}_0=\alpha(\tilde{c}_0+\tilde{i}_0+\tilde{g}_0)+(1-\alpha^*)\left(\frac{p_0}{q_0}\right)^{-\varepsilon}\tilde{y}_0^{*} \tag{184}$$

$$\tilde{y}_0^{*}=\frac{\tilde{y}_0-\alpha(\tilde{c}_0+\tilde{i}_0+\tilde{g}_0)}{(1-\alpha^*)\left(\frac{p_0}{q_0}\right)^{-\varepsilon}} \tag{185}$$

□ (수출) 균제상태에서의 초기 수출(the initial steady state value for exports)은 식 (183)으로부터 얻을 수 있으며 시간첨자 t를 0으로 설정

$$\tilde{y}^*_{H,0} = (1-\alpha^*)(\frac{p_0}{q_0})^{-\varepsilon}\tilde{y}^*_0 \quad (186)$$

□ (임대/배당률) 균제상태에서 초기 임대/배당률(the initial value for the rental/dividend rate)은 식 (95)와 식 (153)으로부터 얻을 수 있음

$$R_0 = \theta(\frac{\tilde{\bar{k}}}{p\tilde{y}})^{-1}_0(1+n_0)(1+\gamma_0) \quad (187)$$

□ (순 이전지출) 식 (97)의 시간첨자 t를 0으로 설정 후 재정리하면 순 이전지출에 대한 초기 조건(the initial condition for taxes, net of transfers)을 도출할 수 있음

$$\tilde{t}_0 = \tilde{g}_0 - \left(1 - \frac{1+r_0}{(1+\gamma_0)(1+n_0)}\right)\tilde{b}_0 \quad (188)$$

□ (연금 이전지출) 식 (108)의 시간 첨자 t를 0으로 설정 후 재정리하면 초기 균제상태에서 연금 이전지출액 조건(the initial condition for non-superannuation transfers payments)을 얻을 수 있음

$$\tilde{z}_0 = \tilde{t}_0 - (\tau^c_0\tilde{c}_0 + \tau^l_0\tilde{w}_0h_0l_0 + \tau^k_0(R_0-\omega\delta)\tilde{k}_0 - (1-\tau^s)\tilde{w}_0d\Psi_0 - \tilde{e}_0) \quad (189)$$

○ 이에 따라 초기 GDP 대비 연금 이전지출(the initial value for non - superannuation transfers to GDP)은 식 (190)과 같이 정립

$$\vartheta_{z,0} = \frac{\tilde{z}_0}{p_0\tilde{y}_0\mathcal{A}_{z,0}} \quad (190)$$

□ (초기 균제상태 조건) 이외 남은 변수($t_0, \widetilde{pb}_0, \widetilde{ob}_0, \widetilde{rb}_0, \tilde{t}^k_0, \tilde{t}^c_0, \tilde{t}^l_0, \tilde{e}_0$)에 대한 초기 조건은 식 (137)부터 식 (144)까지의 시간첨자 t를 0으로 설정하여 얻을 수 있음

$$\tilde{t}_0 = \tau^c_0\tilde{c}_0 + \tau^l_0\tilde{w}_0h_0l_0 + \tau^k_0(R_0-\omega\delta)\tilde{k}_0 + \tau^s\tilde{w}_0d\Psi_0 \quad (191)$$

$$\widetilde{pb}_0 = \tilde{t}_0 - \tilde{g}_0 \quad (192)$$

$$\widetilde{ob}_0 = \tilde{t}_0 - \tilde{g}_0 - r_0\tilde{b}_0(1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1} \quad (193)$$

$$\widetilde{rb}_0 = r_0\tilde{b}_0(1+\gamma_0)^{-1}(1+n_0)^{-1} \quad (194)$$

$$\tilde{t}_0^k = \tau_0^k(R_0-\omega\delta)\tilde{k}_0 \quad (195)$$

$$\tilde{t}_0^c = \tau_0^c\tilde{c}_0 \quad (196)$$

$$\tilde{t}_0^l = \tau_0^l\tilde{w}_0\,\ell_0 \quad (197)$$

$$\tilde{e}_0 = \tilde{g}_0 + \tilde{s}_0 - \tilde{z}_0 + \tilde{\mathfrak{e}}_0 \quad (198)$$

4. 최종 균제상태 도출(Finding the Terminal Steady State)

□ (개요) 최종 균제상태는 초기 균제상태와 동일하지 않음

○ 외생변수 중 일부는 초기 균제상태에서 최종 균제상태로 수렴하는 경로에 따라 값이 달라질 수 있으며, 경제가 균형을 이루고 순 부채 목표를 충족할 수 있도록 일부 정책의 변화가 필요함

○ 이에 따라 본 항에서는 최종 균제상태를 설정하는 과정과 아래의 41개의 내생변수에 대한 값을 구하는 과정을 설명

$\tilde{c}_T, l_T, \tilde{i}_T, \tilde{\bar{k}}_T, \tilde{k}_T, \tilde{b}_T, \tilde{f}_T, r_T, R_T, \tilde{w}_T, \tilde{t}_T, \tilde{g}_T, \tilde{g}_{h,T}, \tilde{g}_{i,T}, \tilde{g}_{g,T}, \tilde{\lambda}_T, \tilde{z}_T, b_T^{\star}, y_{H,T}^{*}, \tilde{y}_T,$

$q_T, p_T, \Gamma_T, \tilde{k}_{G,T}, \Phi_T, \Upsilon_T, \widetilde{nx}_T, \tilde{y}_{F,T}, \tilde{s}_T, \tilde{c}_T^{\star}, \tilde{t}_T, \widetilde{pb}_T, \widetilde{ob}_T, \widetilde{rb}_T, \tilde{t}_T^k, \tilde{t}_T^c, \tilde{t}_T^l, \tilde{e}_T, \tau_t^{l\star},$

$\tau_t^{k\star}, \tau_t^{c\star}$

- 변수들의 내생화는 정부 정책의 변화로 반영한 것으로 최종 균제상태에서 노동공급(the value for labour, l_T)도 내생화

○ 충격변수($\mathcal{A}_T$, $\mathcal{A}_{\gamma,T}$, $\mathcal{A}_{c,T}$, $\mathcal{A}_{i,T}$, $\mathcal{A}_{q,T}$, $\mathcal{A}_{g_h,T}$, $\mathcal{A}_{g_i,T}$, $\mathcal{A}_{g_g,T}$, $\mathcal{A}_{z,T}$, $\mathcal{A}_{x,T}$, $\mathcal{A}_{m,T}$, $\mathcal{A}_{b,T}$)는 내생화되어 있고, 초기 균제상태에서와 마찬가지로 1혹은 0의 값을 나타냄

○ 이외 설비 활용(Capacity utilisation, $\upsilon_T = \upsilon_0 = 1$), 지진대책위원회 지불 비용(EQC payment, $\tilde{\mathfrak{e}}_T = \tilde{\mathfrak{e}}_0 = 0$), GDP 대비 장기 대외순외화자산 비율(the initial value for the long-run net foreign asset to GDP ratio, $f_T^{\star} = f_0^{\star}$), 총요소생산성 증가율

(the total factor productivity growth rate, $\gamma_T = \gamma_0 = \gamma$), 인적 자본 외생변수(the exogenous age-related human capital term, $h_T = h_0 = 1$), 국외 실질금리(the foreign real interest rate, $r_T^* = r_0^*$), 국외 실질 GDP(foreign real GDP, $\tilde{y}_T^* = \tilde{y}_0^*$) 또한 초기 균제상태 설정값과 동일

□ (실질이자율 리스크 프리미엄) 식 (149)와 식 (150)을 통해 최종 균제상태의 실질이자율(the real interest rate)과 리스크 프리미엄(the risk premium) 조건을 구할 수 있음

$$r_T = \frac{1+\gamma_T}{\beta} - 1 \tag{199}$$

$$\Upsilon_T = \frac{1+r_T}{1+r_T^*} \tag{200}$$

○ 이때 $r_T = r_0$이고 $\Upsilon_T = \Upsilon_0$이며, 식 (92)의 초기 균제상태($\Phi_0 = 1$)와 최종 균제상태($\Phi_T = 1$)의 값이 1로 동일하므로 $\Phi_T = \Phi_0 = 1$

□ (변수 가정) 최종 균제상태에서 l_T는 내생변수인 반면 κ_T는 외생변수이므로 $\kappa_0 = \kappa_T$로 가정하여 초기 균제상태의 값과 동일하게 설정

○ 인구증가율(The population growth rate, n_T)은 날짜변수 T와 동일하고, 기본 인구 고령화 시나리오에서 정부는 전망기간에 걸쳐 GDP 대비 순 부채 목표를 일정하다고 가정하므로 $b_T^\bigstar = b_{exog,T}^\bigstar = b_{exog,0}^\bigstar$으로 나타남

○ 연금 관련 지출 압박(spending pressures)의 증가와 고령인구 증가는 각각 $\vartheta_{h,T} > \vartheta_{h,0}$, $\vartheta_{g,T} > \vartheta_{g,0}$, $\vartheta_{z,T} \neq \vartheta_{z,0}$, $\Psi_T > \Psi_0$로 나타낼 수 있으며 정부는 T기간 동안 65세 이상 고령인구에 대상 전액 지원을 가정함

- 증가하는 지출에 대응하여 정부는 최종 균제상태의 세율($\tau_T^c, \tau_T^k, \tau_T^l$) 조정을 통해 순 부채 목표와 정부의 예산제약식을 유지하도록 함
- 정부의 예산제약식이 유지되는 평균세율은 Matlab의 명령어 fzero(a root finding algorithm)를 사용함

○ 최종 균제상태에서 l_T와 Γ_T 생산량과 교역 조건에 대한 방정식을 도출하기 위해서는 Γ_T와 $\tilde{y}_T$의 조건을 찾는 것이 선행되어야 함

- 이를 위해 비선형 거시계량모형(a non-linear system of simultaneous equations)을 활용하여 아래와 같이 정리하고, Matlab의 Newton 방법을 사용

〈최종 균제상태를 구하기 위한 수치해석적 방법〉

□ $\tilde{y}_T$와 Γ_T의 균제상태를 찾으면 식 (201) 및 식 (202)와 같음

$$\tilde{\lambda}_T \tilde{w}_T - \varkappa_T \kappa_T (1-\chi)^{-\sigma} \left(\frac{l_T^{\eta}}{1-\tau_T^{l}} \right) = 0 \tag{201}$$

$$\tilde{y}_T - p_T^{-\varepsilon} \left[\alpha (\tilde{c}_T + \tilde{i}_T + \tilde{g}_T) + (1-\alpha^*) q_T^{\varepsilon} \tilde{y}_T^* \right] = 0 \tag{202}$$

○ 두 미지수를 포함한 두 개의 방정식은 식 (103), 식 (104), 식 (162)~식 (165), 식 (145), 식 (153), 식 (176), 식 (167), 식 (178), 식 (161), 식 (169), 식 (170), 식 (171)로부터 도출

□ 식 (201)과 식 (202)를 통해 $p_T, q_T, \tilde{g}_T, \tilde{i}_T, l_T, \tilde{w}_T, \tilde{c}_T, \tilde{\lambda}_T$의 변수를 결정

〈참고 표 1〉 식 (201), 식 (202)로부터 결정되는 변수

변수	결정식	
최종 상대 가격 (The terminal relative price level)	$p_T = [\alpha + (1-\alpha)\Gamma_T]^{\frac{1}{\varepsilon-1}}$	(203)
최종 실질 환율 (The terminal real exchange rate)	$q_T = \Gamma_{Tp_T}$	(204)
최종 정부 지출 (The terminal level of government expenditure)	$\tilde{g}_T = (\vartheta_{g_g,T} \mathcal{A}g_{g,T} + \vartheta_{g_i,T} \mathcal{A}g_{i,T} + \vartheta_{g_h,T} \mathcal{A}g_{h,T}) p_T \tilde{y}_T$	(205)
최종 정부 투자 (The terminal level of government investment)	$\tilde{g}_{i,T} = \vartheta_{g_i} p_T \tilde{y} T \mathcal{A}_{g_i,T}$	(206)
최종 공공 자본스톡 (The terminal level of the public capital stock)	$\tilde{k}_{G,T} = \tilde{g}_{i,T} \left(1 - \frac{1-\delta_G}{(1+\gamma_T)(1+n_T)} \right)^{-1}$	(207)

〈참고 표 1〉의 계속

변수	결정식	
최종 자본생산량 비율 (The terminal capital output ratio)	$\left(\frac{\tilde{\bar{k}}}{\tilde{y}}\right)_T = \frac{\beta(1-\tau_T^k)\theta_{pT}(1+\gamma_t)(1+n_T)}{\Phi_T(1+\gamma_T)-\beta\omega\tau_T^k\delta-\beta\Phi_T(1-\delta)}$	(208)
최종 노동생산성 (Terminal labour productivity)	$\left(\frac{\tilde{y}}{l}\right)_T = h_T \mathcal{A}_T^{\left(\frac{1}{1-\theta}\right)} \left(\left(\frac{\tilde{\bar{k}}}{\tilde{y}}\right)_T (1+\gamma_T)^{-1}(1+n_T)^{-1}\right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \left(\tilde{k}_{G,T}(1+\gamma_T)^{-1}(1+n_T)^{-1}\right)^{\frac{\theta_G}{1-\theta}}$	(209)
최종 GDP 대비 투자 (The terminal investment to GDP ratio)	$\left(\frac{\tilde{i}}{\tilde{y}}\right)_T = \left(1-\frac{1-\delta}{(1+\gamma_T)(1+n_T)}\right)\left(\frac{\tilde{\bar{k}}}{\tilde{y}}\right)_T$	(210)
최종 투자 (The terminal level of investment)	$\tilde{i}_T = \left(\frac{\tilde{i}}{\tilde{y}}\right)_T \tilde{y}_T$	(211)
최종 근로시간 (The terminal level of hours worked)	$l_T = \left(\frac{\tilde{y}}{l}\right)_T^{-1} \tilde{y}_T$	(212)
최종 실질 임금(The terminal real wage level)	$\tilde{w}_T = (1-\theta)_{pT}\left(\frac{\tilde{y}}{l}\right)_T h_T^{-1}$	(213)
최종 대외순외화자산 (The terminal level of net foreign asset)	$\tilde{f}_T = 4 \times f_T^{\bigstar} p_T \tilde{y}_T$	(214)
최종 소비 (The terminal consumption level)	$\tilde{c}_T = p_T\tilde{y}_T - \tilde{g}_T - \tilde{i}_T - \tilde{f}_T\left(1-\frac{1+r_T}{(1+\gamma_T)(1+n_T)}\right)$	(215)
최종 유효소비 (The terminal level of effective consumption)	$\tilde{c}_T^{\bigstar} = \tilde{c}_T + \alpha_{g_g}\tilde{g}_{g,T} + \alpha_{g_h}\tilde{g}_{h,T} + \alpha_{g_i}\tilde{g}_{i,T}$	(216)
최종 소비의 한계효용 (The terminal level of effective consumption)	$\tilde{\lambda}_T = \frac{(\tilde{c}_T^{\bigstar}(1-\chi))^{-\sigma}}{1+\tau_T^c}$	(217)

출처: NZ Government(2021), p. 85~86의 내용을 재정리

□ (상대 가격 수준과 실질 환율) 상대 가격 수준(the relative price level)과 실질 환율(the real exchange rate)은 식 (103)~식 (104)에 Γ_T과 $\tilde{y}_T$를 대입하여 식 (218), 식 (219)로 도출

$$p_T = [\alpha + (1-\alpha)\Gamma_T^{1-\varepsilon}]^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \tag{218}$$

$$q_T = \Gamma_{T_p T} \tag{219}$$

□ (수출) 최종 수출 조건(the terminal condition for exports)은 식 (183)을 통해 식 (220)으로 도출

$$y^*_{H,T} = (1-\alpha^*)\left(\frac{p_T}{q_T}\right)^{-\varepsilon} \tilde{y}^*_T \tag{220}$$

□ (자본생산 비율) 최종 균제상태에서의 자본생산 비율은 식 (153)을 통해 식 (221)로 도출

$$\left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{\tilde{y}}\right)_T = \frac{\beta(1-\tau^k_T)\theta_{pT}(1+\gamma)(1+n_T)}{\Phi_T(1+\gamma_T) - \beta w \tau^k_T \delta - \beta\Phi_T(1-\delta)} \tag{221}$$

○ 이때 $\tilde{y}_T$ 값과 조합하면 최종 균제상태에서의 민간 자본스톡 조건(the terminal condition for the private capital stock)을 식 (222)로 도출

$$\tilde{\tilde{k}}_T = \left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{\tilde{y}}\right)_T \tilde{y}_T \tag{222}$$

□ (투자) 투자(investment)는 식 (167)을 이용하여 식 (223)으로 도출

$$\tilde{i}_T = \left(1 - \frac{1-\delta}{(1+\gamma)(1+n_T)}\right)\tilde{\tilde{k}}_T \tag{223}$$

□ (정부 지출) 정부 지출 관련 요소들은 식 (162)~식 (166)을 통하여 식 (224)~식 (228)로 도출

$$\tilde{g}_{g,T} = \vartheta_{g_g,T} p_T \tilde{y}_T \mathcal{A}_{g_g,T} \tag{224}$$

$$\tilde{g}_{i,T} = \vartheta_{g_i} p_T \tilde{y}_T \mathcal{A}_{g_i,T} \tag{225}$$

$$\tilde{g}_{h,T} = \vartheta_{g_h,T} p_T \tilde{y}_T \mathcal{A}_{g_h,T} \tag{226}$$

$$\tilde{g}_T = \tilde{g}_{i,T} + \tilde{g}_{h,T} + \tilde{g}_{g,T} \tag{227}$$

$$\tilde{z}_T = \vartheta_{z,T} p_T \tilde{y}_T \mathcal{A}_{z,T} \tag{228}$$

□ (공공 자본스톡) 공공자본스톡(The public capital stock)은 식 (146)을 통해 식 (229)로 도출

$$\tilde{k}_{G,T} = \frac{\tilde{g}_{i,T}}{1 - \frac{1-\delta_G}{(1+\gamma_T)(1+n_T)}} \tag{229}$$

□ (임대/배당률) 임대/배당률(the rental/dividend rate)은 식 (187)을 통해 식 (230)으로 도출

$$R_T = \theta_{pT} \left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{\tilde{y}} \right)_T^{-1} (1+\gamma_T)(1+n_T) \tag{230}$$

□ (유효 자본스톡) 최종 균제상태의 유효자본스톡(The effective capital stock in the terminal steady state)은 식 (94)를 통해 식 (231)로 도출

$$\tilde{k}_T = \frac{v_T \tilde{\tilde{k}}_T}{(1+\gamma_T)(1+n_T)} \tag{231}$$

□ (노동생산성) 노동생산성(Labour productivity)은 식 (176)을 통해 식 (232)로 도출

$$\left(\frac{\tilde{y}}{l} \right)_T = h_T \mathcal{A}_T^{\left(\frac{1}{1-\theta}\right)} \left(\left(\frac{\tilde{\tilde{k}}}{\tilde{y}} \right)_T (1+\gamma_T)^{-1} (1+n_T)^{-1} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \left(\tilde{k}_{G,T} (1+\gamma_T)^{-1} (1+n_T)^{-1} \right)^{\frac{\theta_G}{1-\theta}} \tag{232}$$

○ 이때 l_T와 $\tilde{w}_T$는 식 (233), 식 (234)로 도출

$$l_T = \left(\frac{\tilde{y}}{l} \right)_T^{-1} \tilde{y}_T \tag{233}$$

$$\tilde{w}_T = (1-\theta) p_T \left(\frac{\tilde{y}}{l} \right)_T (h_T)^{-1} \tag{234}$$

□ (대외순외화자산) 대외순외화자산의 최종 조건(The terminal condition of net foreign assets)은 식 (161)을 통해 식 (235)로 도출

$$\tilde{f}_T = 4 \times f^*_T p_T \tilde{y}_T \tag{235}$$

□ (소비) 최종 균제상태의 소비는 식 (169)~식 (171)을 통해 식 (236)으로 도출

$$\tilde{c}_T = p_T \tilde{y}_T - \tilde{g}_T - \tilde{i}_T - \tilde{f}_T \left(1 - \frac{1+r_T}{(1+\gamma_T)(1+n_T)}\right) \tag{236}$$

○ 식 (237)은 최종 유효소비(terminal effective consumption)는 식 (237)이고 소비의 한계효용(the marginal utility of consumption)는 식 (238)로 도출

$$\tilde{c}^{\bigstar}_T = \tilde{c}_T + \alpha_{g_g} \tilde{g}_{g,T} + \alpha_{g_h} \tilde{g}_{h,T} + \alpha_{g_i} \tilde{g}_{i,T} \tag{237}$$

$$\tilde{\lambda}_T = \frac{(\tilde{c}_T(1-\chi))^{-\sigma}}{1+\tau^c_T} \tag{238}$$

□ (수입) 최종 수입 조건은 식 (135)를 통해 식 (239)로 도출되고 최종 수출 조건은 식 (173)을 통해 식 (240)으로 도출

$$\tilde{y}_{F,T} = (1-\alpha)^{-\varepsilon}_{q_T} (\tilde{c}_T + \tilde{i}_T + \tilde{g}_T) \tag{239}$$

$$\widetilde{nx}_T = (1-(1+r_T)(1+\gamma_T)^{-1}(1+n_T)^{-1})\tilde{f}_T \tag{240}$$

□ (순 이전지출) 순 이전지출에 대한 최종 조건(The terminal condition for taxes, net of transfers)은 식 (108)을 통해 식 (241)로 도출

$$\begin{aligned}\tilde{t}_T = {} & \tau^c_T \tilde{c}_T + \tau^l \widetilde{w}_T h_T l_T + \tau^K_T (R_T - \omega\delta) \tilde{\tilde{k}}_t (1+\gamma)^{-1} (1+n_T)^{-1} \\ & + \tilde{z}_T - (1-\tau^s) \widetilde{w}_T d\Psi_T - \tilde{\mathfrak{C}}_T\end{aligned} \tag{241}$$

□ (최종 균제상태 조건) 마지막으로 식 (137)~식 (144)를 이용하여 $\mathrm{t}_T, \widetilde{pb}_T, \widetilde{ob}_T, \widetilde{rb}_T, \tilde{t}^k_T, \tilde{t}^c_T, \tilde{t}^l_T, \tilde{e}_T$의 최종 조건을 구하면 다음 식 (242)에서 식 (250)과 같음

$$\tilde{\mathfrak{t}}_T = \tau_T^c \tilde{c}_T + \tau^l \tilde{w}_T h_T l_T + \tau_T^K (R_T - \omega\delta)\tilde{\tilde{k}}_t (1+\gamma)^{-1}(1+n_T)^{-1} + \tau^s \tilde{w}_T d\Psi_T \quad (242)$$

$$\tilde{s}_T = \tilde{w}_T d\Psi_T \quad (243)$$

$$\widetilde{pb}_T = \tilde{t}_T - \tilde{g}_T \quad (244)$$

$$\widetilde{ob}_T = \tilde{t}_T - \tilde{g}_T - r_T \tilde{b}_T (1+\gamma_T)^{-1}(1+n_T)^{-1} \quad (245)$$

$$\widetilde{rb}_T = r_T \tilde{b}_T (1+\gamma_T)^{-1}(1+n_T)^{-1} \quad (246)$$

$$\tilde{t}_T^k = \tau_T^k (R_T - \omega\delta)\tilde{k}_T \quad (247)$$

$$\tilde{t}_T^c = \tau_T^c \tilde{c}_T \quad (248)$$

$$\tilde{t}_T^l = \tau_T^l \tilde{w}_T \ell_T \quad (249)$$

$$\tilde{e}_T = \tilde{g}_T + \tilde{s}_T - \tilde{z}_T + \tilde{\mathfrak{e}}_T \quad (250)$$

5. 인구통계학적 요인(Demographic Wedges)

□ (개요) 본 항에서는 인구통계학적 요인(the demographic wedges)을 계산하고 이를 모델에 통합하기 위한 과정을 설명함

○ Jones(2018), Papetti(2019), Lis, Nickel, and Papetti(2020)의 접근법을 참고하여 이질적 경제 주체(heterogeneous agents)가 대표적 경제주체모형(a representative agent model)에 근접하도록 함

□ (총 유효 근로시간) 총 유효 근로시간(Total effective hours worked, ℓ_t)은 식 (251)과 같이 나타남

$$\ell_t = \sum_j N_{t,j} h_j \ell_{t,j} \quad (251)$$

○ $N_{t,j}$는 t기에 연령 j인 인구의 규모(the size of the population of age j at time t)

- h_j는 연령 j인 개인의 평균 인적 자본(the average human capital of a person of age j)이고 이는 전체 경제적 생산성 수준에 맞게 조정됨
- $\ell_{t,j}$은 t기에 연령 j인 개인의 평균 근로시간 비율(the average proportion of

time spent working for a person of age j in period t)이며, 이는 정규 근로시간을 말함

○ 1인당 t기 평균 근로시간은 식 (252)

$$l_t = \frac{\sum_j N_{t,j} h_t \ell_{t,j}}{\sum_j N_{t,j} h_t} \tag{252}$$

- 1인당 t기 평균 인적 자본은 식 (253)

$$h_t = \frac{\sum_j N_{t,j} h_j}{\sum_j N_{t,j}} \tag{253}$$

- 총인구규모 N_t는 식 (254)

$$N_t = \sum_j N_{t,j} \tag{254}$$

○ 총 유효 근로시간(Total effective hours worked, ℓ_t)은 1인당 평균 근로시간과 1인당 평균 인적 자본 그리고 총인구의 곱으로 나타낼 수 있으며 식 (255)와 같음

$$\ell_t = \sum_j N_{t,j} \frac{\sum_j N_{t,j} h_j}{\sum_j N_{t,j}} \frac{\sum_j N_{t,j} h_j \ell_{t,j}}{\sum_j N_{t,j} h_j} = N_t h_t l_t \tag{255}$$

□ (총 유효소비) 총 유효소비(Aggregate effective consumption, $C_t^\star$)는 식 (256)으로 도출되고 이를 재정리하면 식 (257)부터 식 (259)임

$$C_t^\star = \sum_j N_{t,j} c_{t,j}^\star \tag{256}$$

$$C_t^\star = C_t + \alpha_{g_g} G_{g,t} + \alpha_{g_i} G_{i,t} + \alpha_{g_h} G_{h,t} \tag{257}$$

$$c_{t,j}^\star = c_{t,j} + \alpha_{g_g} g_{g,t} + \alpha_{g_i} g_{i,t} + \alpha_{g_h} g_{h,t} \tag{258}$$

$$C_t + \alpha_{g_g} G_{g,t} + \alpha_{g_i} G_{i,t} + \alpha_{g_h} G_{h,t} = \sum_j N_{t,j} (c_{t,j} + \alpha_{g_g} g_{g,t} + \alpha_{g_i} g_{i,t} + \alpha_{g_h} g_{h,t}) \tag{259}$$

○ 이때 $c_{t,j}^\star$는 연령j인 가계 유효소비를 말하며, 유효소비에 대한 정부 소비 및 투자는 모든 연령대에서 동일

□ (총 효용함수) 총 효용함수 혹은 사회후생함수(The aggregate utility or social welfare function, U_t)는 식 (260)으로 도출

$$U_t = \sum_j N_{t,j} \lambda^{i,j} \phi_t^{i,j} \left[\frac{(c_{t,j}^{\star} - \chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma} A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma} - (1-\chi)^{-\sigma} \kappa_j \frac{\ell_{t,j}^{1+\eta}}{1+\eta} \right] \quad (260)$$

○ 식 (1)과 유사한 형태를 취하며 이때 $\lambda^{i,j}$는 가계에 부가되는 복지 가중치(the welfare weight)임

- $\phi_t^{i,j}$는 경제 주체가 활성 상태일 때 1을, 더 이상 활성 상태가 아닐 때 0을 취하는 지시함수임
- χ는 소비 습관(the habit stock)의 가중치
- γ_t는 총요소생산성의 증가율(the growth rate of total factor productivity)
- n_t는 총인구성장률
- $\bar{c}_{t-1}^{\star}$는 $t-1$기에 축적된 1인당 총 유효소비(the per capita aggregate level of effective consumption)
- A_t는 총요소생산성(total factor productivity)
- κ_j는 연령에 따른 노동비효용(the age dependent disutility of working)
- σ은 시간 간 대체탄력성의 역수(the inverse of the intertemporal elasticity of substitution)
- η는 Frisch 노동공급 탄력성의 역수(the inverse of the Frisch labour supply elasticity)

□ (소비와 노동에 대한 제약식) Jones(2018), Papetti(2019), Lis, Nickel, and Papetti (2020)의 접근법에 따라 당기에 총체적인 사회복지 극대화를 위해 the social planner의 입장에서 최적의 소비($c_{t,j}$)와 노동($\ell_{t,j}$)을 선택하는 제약식을 식 (261)과 같이 설정

$$\begin{aligned} \mathscr{L} = \sum_j N_{t,j} \lambda^{i,j} \phi_t^{i,j} \left[\frac{(c_{t,j}^{\star} - \chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma} A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma} - (1-\chi)^{-\sigma} \kappa_j \frac{\ell_{t,j}^{1+\eta}}{1+\eta} \right] + \cdots \\ \cdots \Lambda_t \left[C_t^{\star} - \sum_j N_{t,j} c_{t,j}^{\star} \right] + \Omega_t \left[\ell_t - \sum_j N_{t,j} h_j \ell_{t,j} \right] \end{aligned} \quad (261)$$

○ 식 (261)에서 소비($c_{t,j}$)와 노동($\ell_{t,j}$)에 대해 미분하여 식 (262), 식 (263)을 계산

$$\frac{\partial \mathscr{L}}{\partial c_{t,j}} = N_{t,j} \lambda^{i,j} \phi_t^{i,j} (c_{t,j}^{\star} - \chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{-\sigma} A_t^{\sigma-1} - \Lambda_t N_{t,j} = 0 \quad (262)$$

$$\frac{\partial \mathscr{L}}{\partial \ell_{t,j}} = N_{t,j} \lambda^{i,j} \phi_t^{i,j} \kappa_j \ell_{t,j}^{\eta} - \Omega_t N_{t,j} h_j = 0 \quad (263)$$

- 이때 식 (262)로부터 식 (264)를 도출할 수 있고, 식 (263)으로부터 식 (265)를 도출할 수 있음

$$\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}(c_{t,j}^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{-\sigma}A_t^{\sigma-1}=\Lambda_t \tag{264}$$

$$\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\ell_{t,j}^{\eta}=\Omega_t h_j \tag{265}$$

○ 소비($c_{t,j}$)에 대해 재정리하면 식 (266)~식 (268)로 나타낼 수 있음

$$(c_{t,j}^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{-\sigma}=\frac{\Lambda_t A_t^{1-\sigma}}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}} \tag{266}$$

$$c_{t,j}^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star}=\left(\frac{\Lambda_t A_t^{1-\sigma}}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}}\right)^{\frac{-1}{\sigma}} \tag{267}$$

$$c_{t,j}^{\star}=\left(\frac{\Lambda_t A_t^{1-\sigma}}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}}\right)^{\frac{-1}{\sigma}}+\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star} \tag{268}$$

□ (총 유효소비) 총 유효소비(Aggregate effective consumption, $C_t^{\star}$)를 재정리하면 식 (269)과 같음

$$\begin{aligned} C_t^{\star}=\sum_j N_{t,j}c_{t,j}^{\star}&=\sum_j N_{t,j}\left[\left(\frac{\Lambda_t A_t^{1-\sigma}}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}}\right)^{\frac{-1}{\sigma}}+\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star}\right] \\ &=(\Lambda_t A_t^{1-\sigma})^{\frac{-1}{\sigma}}\sum_j N_{t,j}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\right)^{\frac{1}{\sigma}}+\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{C}_{t-1}^{\star} \end{aligned} \tag{269}$$

○ 소비 습관 대비 총 유효소비(Aggregate effective consumption relative to the habit stock)는 식 (270)으로 도출

$$C_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{C}_{t-1}^{\star}=(\Lambda_t A_t^{1-\sigma})^{\frac{-1}{\sigma}}\sum_j N_{t,j}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}} \tag{270}$$

- 식 (264)에서 라그랑지 승수를 제거하면 식 (271)임

$$\begin{aligned} &C_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{C}_{t-1}^{\star} \\ &\quad=(c_{t,j}^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{-1}{\sigma}}\sum_j N_{t,j},(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}} \end{aligned} \tag{271}$$

- 소비 습관 대비 유효소비를 코호트별로 나눌 경우 식 (272)로 도출

$$c^{\star}_{t,j} - \chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{c}^{\star}_{t-1} = \frac{(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}}{\sum_j N_{t,j}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}}(C_t^{\star} - \chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{C}^{\star}_{t-1}) \tag{272}$$

□ (총 유효노동) 식 (265)의 노동($\ell_{t,j}$)을 재정리하면 식 (273), 식 (274)이고 총 유효노동(Aggregate effective labour)은 식 (275)로 도출

$$\ell_{t,j}^{\eta} = \frac{\Omega_t h_t}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j} \tag{273}$$

$$\ell_{t,j} = \left(\frac{\Omega_t h_t}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j}\right)^{\frac{1}{\eta}} \tag{274}$$

$$\ell_t = \sum_j N_{t,j}h_j\ell_{t,j} = \sum_j N_{t,j}h_j\left(\frac{\Omega_t h_j}{\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j}\right)^{\frac{1}{\eta}} = \Omega_t^{\frac{1}{\eta}}\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}} \tag{275}$$

○ 식 (265)에서 라그랑지 승수를 제거하면 식 (276)과 같고 식 (276)을 재정리하면 식 (277)과 같음

$$\ell_t = \ell_{t,j}h_j^{\frac{-1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{1}{\eta}}\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}}\ell_t \tag{276}$$

$$\ell_{t,j} = \frac{h_j^{\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}}}{\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}}}\ell_t \tag{277}$$

○ 식 (272)의 소비 습관 대비 유효소비와 식 (277)의 소비 습관 대비 유효노동을 식 (260)의 총효용함수에 대입하면 식 (278)과 같음

$$U_t = \sum_j N_{t,j}\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\left[\frac{\left(\frac{(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}}{\sum_j N_{t,j}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}}(C_t^{\star} - \chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\bar{C}^{\star}_{t-1})\right)^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma} - \cdots - (1-\chi)^{-\sigma}\kappa_j\frac{\left(\frac{h_j^{\frac{1}{\eta}}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}}{\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}}\ell_t\right)^{1+\eta}}{1+\eta}\right] \tag{278}$$

□ (1인당 인구통계학적 요인(the demographic wedges)) 이후 다음의 단계를 통해 1인당 인구통계학적 요인(the demographic wedges)과 각 변수들에 대해 재정리

$$U_t=\sum_j N_{t,j}\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\left[\frac{\left(\frac{(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}}{\sum_j N_{t,j}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}}\right)^{1-\sigma}(C_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\overline{C}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}-\cdots\right.$$
$$\left.\cdots-(1-\chi)^{-\sigma}\kappa_j\frac{\left(\frac{h_j^{\frac{1}{\eta}}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}}{\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}}\right)^{1+\eta}\ell_t^{1+\eta}}{1+\eta}\right] \tag{279}$$

$$U_t=\sum_j N_{t,j}\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\left(\frac{\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\right)^{\frac{1}{\sigma}}}{\sum_j N_{t,j}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\right)^{\frac{1}{\sigma}}}\right)^{1-\sigma}\left[\frac{(C_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\overline{C}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}\right]-\cdots$$
$$\cdots-\sum_j N_{t,j}\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\left(\frac{h_j^{\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}}}{\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}}}\right)^{1+\eta}(1-\chi)^{-\sigma}\frac{\ell_t^{1+\eta}}{1+\eta} \tag{280}$$

$$U_t=\sum_j N_{t,j}\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\frac{\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\right)^{\frac{1}{\sigma}-1}}{\left(\sum_j N_{t,j}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\right)^{\frac{1}{\sigma}}\right)^{1-\sigma}}\left[\frac{(C_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\overline{C}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}\right]-\cdots$$
$$\cdots-\sum_j N_{t,j}\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\frac{h_j^{1+\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{-\left(1+\frac{1}{\eta}\right)}}{\left(\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}\left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}}\right)^{1+\eta}}(1-\chi)^{-\sigma}\frac{\ell_t^{1+\eta}}{1+\eta} \tag{281}$$

$$U_t=\left(\sum_j N_{t,j}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}\right)^{\sigma}\left[\frac{(C_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)(1+n_t)\overline{C}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}\right]-\cdots$$
$$\cdots-\left(\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}\right)^{-\eta}(1-\chi)^{-\sigma}\frac{\ell_t^{1+\eta}}{1+\eta} \tag{282}$$

○ 이후 식 (259)와 식 (255)를 대입하면 식 (283)으로 도출

$$U_t=\left(\sum_j N_{t,j}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j})^{\frac{1}{\sigma}}\right)^{\sigma}N_t^{1-\sigma}\left[\frac{(c_t^{\star}-\chi(1+\gamma_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma}A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}\right]-\cdots$$
$$\cdots-\left(\sum_j N_{t,j}h_j^{1+\frac{1}{\eta}}(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}\right)^{-\eta}N_t^{1+\eta}h_t^{1+\eta}(1-\chi)^{-\sigma}\frac{l_t^{1+\eta}}{1+\eta} \tag{283}$$

○ $\lambda^{i,j}=1$일 때 Jones(2018), Papetti(2019), Lis, Nickel, and Papetti(2020)의 접근법에 따르면 식 (284)로 나타남

$$U_t = N_t\left([\frac{(c_t^{\star} - \chi(1+\gamma_t)\bar{c}_{t-1}^{\star})^{1-\sigma} A_t^{\sigma-1}}{1-\sigma}] - \varkappa_t h_t (1-\chi)^{-\sigma}\frac{l_t^{1+\eta}}{1+\eta}\right) \quad (284)$$

- 이때 $\varkappa_t$는 다음과 같이 정의됨

$$\varkappa_t = \left(\sum_j N_{t,j} h_j^{1+\frac{1}{\eta}} (\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j)^{\frac{-1}{\eta}}\right)^{-\eta} N_t^{\eta} h_t^{\eta} \quad (285)$$

$$= \left(N_t^{-1} h_t^{-1} \sum_j N_{t,j} h_j \left(\lambda^{i,j}\phi_t^{i,j}\kappa_j\right)^{\frac{-1}{\eta}} h_j^{\frac{1}{\eta}}\right)^{-\eta} \quad (286)$$

$$= \left(\sum_{j=1}^{J} e_{t,j}\left(\frac{h_j}{\kappa_j}\right)^{\frac{1}{\eta}}\right)^{-\eta}, \quad (e_{t,j} = \frac{N_{t,j}h_j}{N_t h_t}) \quad (287)$$

□ (총예산제약식) 인구통계학적 요인은 외생적인 요인(exogenous wedges) h_t와 $\varkappa_t$로 나타낼 수 있으며 $\varkappa_t$은 모집단구조의 함수인 총 노동비효용 요인(the aggregate disutility wedge)을 나타냄

○ 식 (4)의 총예산제약식(The aggregate budget constraint)은 모든 가계의 제약식의 합이며 각 개별 가계 예산제약식은 다음과 같음

$$\begin{aligned}
&(1+\tau_t^c)c_{t,j} + i_{t,j} + b_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t}) + f_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t}) = \ldots \\
&\quad \cdots (1+r_{t-1})b_{t-1,j} + (1+r_{t-1})f_{t-1,j} + \left(1-\tau_t^k\right)R_t \upsilon_t (1-\varphi\triangle_t)\bar{k}_{t-1,j} - \cdots \\
&\quad \cdots - \left(\gamma_{\upsilon,1}(\upsilon_1 - 1) + \frac{\gamma_{\upsilon,2}}{2}(\upsilon_t - 1)^2\right)(1-\varphi\triangle_t)\bar{k}_{t-1,j} + (1-\tau_t^l)w_t h_j \ell_{t,j} + \cdots \\
&\quad + \ldots \omega\tau_t^k\delta(1-\varphi\triangle_t)\bar{k}_{t-1,j} + (1-\tau^s)w_t d_{t,j} - z_{t,j} + \mathfrak{e}_{t,j} + \xi_{t,j}
\end{aligned} \quad (288)$$

○ 식 (288)의 각 항에 $N_{t,j}$를 곱하면 식 (289)와 같음

$$\begin{aligned}
&(1+\tau_t^c)N_{t,j}c_{t,j} + N_{t,j}i_{t,j} + N_{t,j}b_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t}) + N_{t,j}f_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t}) = \ldots \\
&\cdots (1+r_{t-1})N_{t,j}b_{t-1,j} + (1+r_{t-1})N_{t,j}f_{t-1,j} + (1-\tau_t^k)R_t\upsilon_t(1-\varphi\triangle_t)N_{t,j}\bar{k}_{t-1,j} - \cdots \\
&\cdots - \left(\gamma_{\upsilon,1}(\upsilon_1 - 1) + \frac{\gamma_{\upsilon,2}}{2}(\upsilon_t - 1)^2\right)(1-\varphi\triangle_t)N_{t,j}\bar{k}_{t-1,j} + (1-\tau_t^l)w_t N_{t,j}h_j\ell_{t,j} + \cdots \\
&+ \ldots \omega\tau_t^k\delta(1-\varphi\triangle_t)N_{t,j}\bar{k}_{t-1,j} + (1-\tau^s)w_t N_{t,j}d_{t,j} - N_{t,j}z_{t,j} + N_{t,j}\mathfrak{e}_{t,j} + N_{t,j}\xi_{t,j}
\end{aligned} \quad (289)$$

○ 모든 에이전트 제약식의 합은 식 (290)로 나타냄

$$(1+\tau_t^c)\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}c_{t,j}+\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}i_{t,j}+\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}b_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t})+\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}f_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t})=\ldots$$
$$\cdots(1+r_{t-1})\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}b_{t-1,j}+(1+r_{t-1})\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}f_{t-1,j}+(1-\tau_t^k)R_t\upsilon_t(1-\varphi\triangle_t)\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}\bar{k}_{t-1,j}-\cdots$$
$$\cdots-(\gamma_{\upsilon,1}(\upsilon_1-1)+\frac{\gamma_{\upsilon,2}}{2}(\upsilon_t-1)^2)(1-\varphi\triangle_t)\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}\bar{k}_{t-1,j}+(1-\tau_t^l)w_t\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}h_j\ell_{t,j}+\cdots \quad (290)$$
$$+\ldots\omega\tau_t^k\delta(1-\varphi\triangle_t)\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}\bar{k}_{t-1,j}+(1-\tau^s)w_t\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}d_{t,j}-\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}z_{t,j}+\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}\mathfrak{e}_{t,j}+\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}\xi_{t,j}$$

○ 식 (290)에 $C_t, I_t, B_t, F_t, \overline{K}_t, Z_t, \mathfrak{E}_t, \Xi_t$와 $c_{t,j}, i_{t,j}, b_{t,j}, f_{t,j}, \bar{k}_{t,j}, z_{t,j}, \mathfrak{e}_{t,j}, \xi_{t,j}$에 대해 $X_t=\sum_{j=1}^{J}N_{t,j}x_{t,j}$를 적용하여 재정리하면 식 (291)과 같음

$$(1+\tau_t^c)C_t+I_t+B_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t})+F_t\exp(\mathscr{A}_{b,t})=\ldots$$
$$\cdots(1+r_{t-1})B_{t-1}+(1+r_{t-1})F_{t-1}+\left(1-\tau_t^k\right)R_t\upsilon_t(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}-\cdots$$
$$\cdots-\left(\gamma_{\upsilon,1}(\upsilon_1-1)+\frac{\gamma_{\upsilon,2}}{2}(\upsilon_t-1)^2\right)(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}+\left(1-\tau_t^l\right)w_t\ell_t+\cdots \quad (291)$$
$$+\ldots\omega\tau_t^k\delta(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}+(1-\tau^s)w_t dN_{r,t}-Z_t+\mathfrak{E}_t+\Xi_t$$

○ 식 (4)의 ℓ_t를 $N_t h_t l_t$로 대체하면 식 (292)와 같음

$$(1+\tau_t^c)C_t+I_t+B_{t,j}\exp(\mathscr{A}_{b,t})+F_t\exp(\mathscr{A}_{b,t})=\ldots$$
$$\cdots(1+r_{t-1})B_{t-1}+(1+r_{t-1})F_{t-1}+(1-\tau_t^k)R_t\upsilon_t(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}-\cdots$$
$$\cdots-\left(\gamma_{\upsilon,1}(\upsilon_1-1)+\frac{\gamma_{\upsilon,2}}{2}(\upsilon_t-1)^2\right)(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}+(1-\tau_t^l)w_tN_th_tl_t+\cdots \quad (292)$$
$$+\ldots\omega\tau_t^k\delta(1-\varphi\triangle_t)\overline{K}_{t-1}+(1-\tau^s)w_t dN_{r,t}-Z_t+\mathfrak{E}_t+\Xi_t$$

6. 캘리브레이션(Calibration)

□ (캘리브레이션) 본 항에서는 기본 인구 고령화 시나리오에서 사용될 모수의 캘리브레이션(calibration)과정 설명

○ 캘리브레이션은 앞서 구축한 NCGM 모형 내 주요 모수에 대응할 수 있는 신뢰할 만한 모수(parameter)값을 대입하여 시뮬레이션 분석을 하는 방법임

- Gomme and Rupert(2007)에서는 미시적 증거 또는 장기성장요인들에 기초하여 통계치를 가장 잘 설명하는 모수값을 선택하여 모형을 추정

○ 캘리브레이션의 정의 및 방법론은 상당히 모호한 편이고 고정 모수(pinning down parameters)를 선택하는 방법으로는 다음의 세 가지 방법이 있음

- 모형 내에서 현실과 가까운 경제를 만들기 위해 실제 데이터에 의한 통계치를 잘 설명할 수 있는 모수를 선택하는데 이때 선택방법은 고차 적률(higher order moments), 분산(variances), 상관관계(correlations), 충격반응함수(impulse response functions)에 의한 자의적 판단에 기초
- 정량적 이론 연구로부터 모수를 취하는 방법도 있으며 이는 미시추정치와 매크로추정치 비교 시 발생하는 잠재적인 문제로 인해 많이 사용되는 방법은 아님
- 기타 문헌으로부터 모수 변수를 취하는 손쉬운 방법도 있으나 선호하는 방법은 아님

□ (모수 선택) NCGM 모형에서는 주로 변수값이 큰 변수는 일치시키고, 관련 문헌으로부터 모수를 선택하여 실제 경제와 가깝게 모방하고자 하였음

○ 분기별 기술진보율은 0.0025이고 총요소생산성의 연간 성장률은 1%임

- 이는 LTFM에서 사용되는 노동생산성 증가율 1%와 일치

○ 분기별 인구증가율(n)은 초기 균제상태에서 0.003, 최종 균제상태에서 0.0011로 설정하며 이는 인구 전망 예측치와 동일

○ 할인율(the discount factor)은 $\beta = \frac{1+\gamma}{1+r_t}$ 이고 이때 r_t는 1994년부터 2018년까지의 평균 실질이자율

○ 소비 습관에 대한 가중치(The weight on the habit stock, χ)는 0.8이고 이는 뉴질랜드 소비 습관에 대해 연구한 문헌으로부터 얻은 레퍼런스 값들의 대략적인 중간 값

- Santacreu(2005)는 0.946, Liu(2006)는 0.924로 추정한 반면 Kamber et al. (2015)은 0.5의 가중치를 설정

○ 시점 간 대체탄력성의 역수(the inverse of the intertemporal elasticity of substitution, σ)는 1

- 모수 σ는 1부터 5 사이의 값을 가지나 이는 이자율에 대한 소비의 민감도를 결정할 뿐만 아니라 소득/부 효과(the income/wealth effect)*에도 영향을 미쳐 값이 클

수록 소득/부 효과는 커지고 정부지출승수는 감소

* 정부 지출의 변화는 각 개인의 소비의 한계효용과 근로 편익을 변경하여 전체적인 노동공급에도 영향

- 따라서 이를 과대평가하지 않기 위해 Turnovsky and Chatterjee(2002)와 Turnovsky (2004)의 값과 일치시킴

○ Frisch 노동공급 탄력성의 역수(the inverse of the Frisch labour supply elasticity, η)는 2이고, 노동공급 탄력성(a labour supply elasticity)은 0.5임

- Creedy and Mok(2017)에 따르면 30세 미만 뉴질랜드 남성의 노동공급 탄력성을 연구한 결과 미혼일 경우 0.6이고 60세 이상 한부모가 있을 경우 1.29임
- Chetty et al.(2011)은 다수의 미시 및 거시 경제연구를 검토한 결과 노동공급 탄력성을 0.75로 제안
- Leeper, Plante, and Traum(2010)과 Leeper, Walker, and Yang(2010)에서는 미국 데이터를 분석하여 노동공급 탄력성을 0.5로 제안
- Erceg and Linde(2013)도 노동공급 탄력성을 0.5로 설정
  · 이 설정값이 매크로모델에서 세금 및 재정 부문을 연구할 때 미시추정치와 거시추청치의 격차를 잘 반영하기 때문이라 설명함
- Kumhof et al.(2010)에 따르면 CBO(2012)에서 조세 및 재정 정책 분석시 생애주기모형(life cycle growth model)에서 노동공급 탄력성을 0.4로 설정하고, IMF가 통화 및 재정 정책 분석 시 사용하는 DSGE 모델인 GIMF에서는 0.5를 설정하였다고 분석

○ 자본소득분배율(Capital's share of income, θ)은 Kehoe and Ruhl(2003)와 같이 0.3으로 설정

- Smith and Thoenissen(2018)에서는 뉴질랜드의 자본분배율(a capital share)을 0.33으로 설정
- 뉴질랜드 생산성 위원회(The productivity commission)가 전체 경제의 약 60%를 대상으로 자본소득분배율을 계산했을 때 0.45로 추정되었고 이는 Conway, Meehan, and Parham(2015)와도 동일함

○ 정부 자본에 대한 생산탄력성(the elasticity of output with respect to government capital, θ_G)은 0.07임

- 이 모수의 범위는 0에서 0.1 사이의 값
- Leeper, Walker, and Yang(2010)와 같이 공공 자본의 한계생산성이 민간 자본의 한계생산성보다 작기 때문에 이 모수 값을 선택함
- 공공 자본의 한계생산량이 민간 자본의 한계생산량보다 높다면 이는 공공부분생산성이 민간부문 생산성보다 높을 뿐만 아니라 민간부문이 공공투자를 할 유인이 있음을 시사

○ 수입재에 대한 자국 편향 모수(the home bias parameter, α)와 수출재에 대한 자국 편향 모수(the home bias parameter in the foreign country, α^*)는 모두 동일하게 0.71씩으로 설정함에 따라 수출재와 수입재의 대체탄력성은 1.5

- 이는 Backus, Kehoe, and Kydland(1993)와 Corsetti, Dedola, and Leduc (2008) 문헌을 참고함

○ 감가상각률(a depreciation rate, δ) 값은 0.0127이고 이는 연간 5%의 감가상각률을 의미함

- 이외 공공 자본에 대한 감가상각률(the depreciation rate on public capital, δ_G)은 민간 자본에 대한 감가상각률과 동일하게 설정
- 투자조정비용의 가중치(investment adjustment costs, ϕ)는 10으로 하고 이는 Fernàndez-Villaverde(2010)의 추정치인 9.51보다 큰 값임

○ 평균 근로소득 세율(the average tax rate on labour income,τ^l)과 평균 소비세율(the average tax rate on consumption expenditure, τ^c)은 초기 세율(GDP 대비 세수입)에 캘리브레이션함

○ 평균 소비세율(the average tax rate on consumption expenditure, τ^c)은 0.15이고, 이는 1994년부터 2018년까지의 소비에 대한 명목 소비세수(nominal consumption tax revenue to consumption)의 평균 비율 및 현재 부가가치세율(GST tax rate)과도 일치함

○ 평균 근로소득세율(the average labour tax rate, τ^ℓ)은 0.193이고, 이는 1994년부터 2018년 사이 GDP 대비 근로소득세수(labour tax revenue to GDP)의 평균값과 일치

- OECD(2021)는 2000년부터 2020년까지의 뉴질랜드 1인 미혼 근로자에 대한 평균 조세 격차를 계산한 결과 가장 낮은 연도는 2011년 15.9%였고 가장 높은 연도는 2007년 21.1%로 평균값 18.6%로 나타남

- 이는 본 연구 저자가 계산한 2020년 19.1%와 대체로 일치하고 2021년의 경우 뉴질랜드 평균 주급 또는 급여 중 세금이 자치하는 비중은 0.2036*로 계산됨

* 본 연구의 저자가 해당 비율대로 계산한 결과, 2021년 평균 연소득 NZD 64,844 중 NZD 1,267을 차지하는 것으로 추정

○ 평균 자본소득세율(the average tax rate on capital income, τ^k)은 0.3로 초기 균제상태와 동일하게 설정

- 본 연구 모델에서의 자본소득은 이익(profits), 배당(dividends), 임대료(rents)이고 이익과 임대료에 대한 세율은 알려져 있으나 배당금에 대한 세율은 각 주주의 한계세율에 따라 달라짐
- 현재 뉴질랜드 법인세율은 28%이고 민간 주주에게는 한계세율로 세금이 부과됨
  · 뉴질랜드에서 최고 한계세율은 38%이고 텍스 브리킷(tax bracket)[33]이 적용되면 가장 높은 세율 구간인 33%에 해당
- Coleman(2019)은 뉴질랜드의 자본소득 이외에 다양한 소득에 대한 세율을 요약하고 있는데, 이는 본 연구 저자의 선택과 대체로 일치함
  · τ^k은 GDP 대비 투자 비율 및 자본세 수입 비율에도 영향을 미침
  · 금리를 낮추면 자본세 비율과 일치하는 반면, 금리를 올리면 GDP 투자 비율과 일치하게 됨

○ GDP 목표 대비 부채에 대한 소비세, 자본세, 근로소득세 반응(tax reaction to the debt to GDP target $\psi_{\tau^c}, \psi_{\tau^k}, \psi_{\tau^l}$)은 모두 0.5로 설정함으로써 각 기간마다 균형예산을 이룰 수 있도록 함

○ 위험프리미엄에 대한 순 외채의 탄력성(The elasticity of net foreign debt in the risk premium, ϕ_F)은 0.01로 설정

- 작은 값을 설정한 이유는 순대외채무의 변동이 모형의 나머지 부분에 큰 영향을 미치지 않도록 하기 위해서임
- 수출조정비용(The export adjustment cost, ϕ_X)은 2로 하여 단기적으로 수출이 환율에 대해 너무 반응하지 않도록 함

33) 텍스 브리킷(tax bracket)이란 소득구간에 따라 다른 세율을 매기는 방식으로 소득이 높아질수록 세율이 올라감

○ 충격에 대한 자기회귀계수나 표준편차 충격에 대한 자기회귀계수(the autoregressive coefficients on the shock responses or the shock standard deviations)는 시나리오에 따라 변경되기 때문에 나열하지 않으며, 일부 시나리오에서 정책변수에 변화를 주어 모형에 더 적합하도록 조정

〈표 Ⅲ-1〉 모수들의 캘리브레이션 결과(Calibrated Parameters)

모수	정의	모수 값
n	분기별 인구증가율 (Quarterly population growth rate)	0.0030
γ	분기별 총요소생산성 (Quarterly total factor productivity growth rate)	0.0025
β	할인율 (Discount factor)	0.9944
σ	시점 간 보완탄력성(대체탄력성의 역수) (Inverse of the intertemporal elasticity of substitution)	1.0000
η	Frisch 노동공급 탄력성의 역수 (Inverse of the Frisch elasticity of labour supply)	2.0000
χ	소비 습관 가중치 (Degree of habit indexation)	0.8000
α_{g_g}	$g_{g,t}$와 c_t 사이의 보완성/대체성을 결정 (Determines complementarity/substitutability between $g_{g,t}$ and c_t)	0.0000
α_{g_i}	$g_{i,t}$와 c_t 사이의 보완성/대체성을 결정 (Determines complementarity/substitutability between $g_{i,t}$ and c_t)	0.0000
α_{g_h}	$g_{h,t}$와 c_t 사이의 보완성/대체성을 결정 (Determines complementarity/substitutability between $g_{h,t}$ and c_t)	0.0000
δ	민간 자본에 대한 분기별 감가상각률 (Quarterly depreciation rate for private capital)	0.0127
θ	민간 자본소득 분배율 (Private Capital's share of income)	0.3000
α	수입재에 대한 자국 편향(총 지출액 중 수입이 차지하는 비중) (Home bias parameter(import's share of final expenditure))	0.7100
α^*	수출재에 대한 자국 편향 (Home bias parameter in the foreign country)	0.7100
r^*	균제상태 국외 실질이자율 (Steady state real interest rate in the foreign country)	0.0015
ω	가계별 감가상각률 (Proportion of depreciation rebated to households)	0.6750

〈표 Ⅲ-1〉의 계속

모수	정의	모수 값
δ_G	분기별 공공 자본의 감가상각률 (Quarterly depreciation rate for public capital)	0.0127
$\vartheta_{g_g,0}$	GDP 대비 일반정부 지출 비율 (General government spending to GDP ratio)	0.0889
$\vartheta_{g_i,0}$	GDP 대비 정부 투자 비율 (Government investment to GDP ratio)	0.0511
$\vartheta_{g_h,0}$	GDP 대비 의료비 지출 비율 (Health spending to GDP ratio)	0.0600
τ^k	자본소득세율 (Tax rate on capital income)	0.3000
τ^ℓ	근로소득세율 (Tax rate on labour income)	0.1929
τ^c	소비소득세율 (Tax rate on capital income)	0.1500
$\frac{\tilde{f}}{4\times p\tilde{y}}$	GDP 대비 균제상태 대외순외화자산 비율 (Steady state net foreign asset to GDP ratio)	−0.0700
θ_G	공공 자본에 대한 산출물의 탄력성 (Elasticity of output with respect to public capital)	0.0700
ℓ_0	균제상태 근로시간 비중 (Steady state share of time spent working)	0.2202
τ^s	정부연금소득에 대한 세율 (Tax rate on government pension income)	0.1600
ε	수출입재 대체탄력성 (Elasticity of substitution between domestic and foreign goods)	1.5000
ϕ	투자에 대한 조정비용 (Adjustment cost on investment)	10.0000
ϕ_F	외부 위험 프리미엄 부채 탄력성 (External risk premium debt elasticity)	0.0100
ϕ_X	수출조정비용 (Export adjustment cost)	2.0000
ψ_{τ_c}	GDP 목표 대비 부채에 대한 소비세 반응 (Consumption tax reaction to the debt to GDP target)	0.5000
ψ_{τ_k}	GDP 목표 대비 부채에 대한 자본세 반응 (Capital tax reaction to the debt to GDP target)	0.5000
ψ_{τ_ℓ}	GDP 목표 대비 부채에 대한 근로소득세 반응 (Labour tax reaction to the debt to GDP target)	0.5000

출처: NZ Government(2021), p. 97.

〈표 Ⅲ-2〉 최적 비율 설정(Great Ratios and Other Calibration Targets)

약호	변수명	Nominal Ratio (명목 비율)	Real Ratio (실질 비율)	Model SS	LTFM[1)]
C/Y	GDP 대비 평균 소비 (Average consumption to GDP ratio)	0.5793	0.5790	0.5836	
I/Y	GDP 대비 평균 민간 투자 (Average private investment to GDP ratio)	0.1706	0.1681	0.2090	
G/Y	GDP 대비 평균 총 정부 지출 (Average total govt. spending to GDP ratio)	0.2310	0.2411	0.2000	
G_I/Y	GDP 대비 평균 정부 투자 (Average govt. investment to GDP ratio)	0.0511	0.0517	0.0511	
G_H/Y	GDP 대비 평균 의료비 지출 (Average health spending to GDP ratio)			0.0600	0.0600
G_G/Y	GDP 대비 평균 일반정부 지출 (Average general govt. spending to GDP ratio)			0.0889	
X/Y	GDP 대비 평균 수출 (Average exports to GDP ratio)	0.2977	0.2847	0.2953	
M/Y	GDP 대비 평균 수입 (Average imports to GDP ratio)	0.2855	0.2790	0.2878	
T_L/Y	GDP 대비 평균 근로세수 (Average labour tax revenue to GDP ratio)	0.1350		0.1350	0.1130
T_K/Y	GDP 대비 평균 자본세수 (Average capital tax revenue to GDP ratio)	0.0563		0.0604	0.0430
T_C/Y	GDP 대비 평균 소비세수 (Average consumption tax revenue to GDP ratio)	0.0865		0.0875	0.0700
$\mathfrak{T}/Y$	GDP 대비 평균 총 세수 (Average total tax revenue to GDP ratio)	0.3068		0.2910	0.2750
S/Y	GDP 대비 연금지급액 (Superannuation spending to GDP ratio)			0.0500	0.0490
Z/Y	GDP 대비 기타 이전지출액 (Other transfers spending to GDP ratio)			0.0359	
E/Y	GDP 대비 평균 기초정부 지출액 (Average total primary spending to GDP ratio)			0.2859	
B/Y	GDP 목표 대비 순 부채 (Net debt to GDP ratio, target)			0.4800	
r	연간 국내 실질금리 (Annualised domestic real interest rate)			3.2677	

주: 1) 뉴질랜드 재무부의 기존 장기재정전망모형으로 이자율, 노동생산성, 인플레이션 및 인구적 요인에 대한 외생적 전망을 바탕으로 한 스프레드시트 회계 모형

출처: NZ Government(2021), p. 97.

□ (특이사항) 비율별 데이터의 명목·실질 측정치는 거의 일치하지만, 일부 비율에 대해서는 측정치보다 모형값을 더 높게 설정

○ GDP 대비 민간투자 비율은 측정치보다 모형값이 약간 더 높음

○ GDP 대비 자본소득세 수입 비율 또한 측정치보다 모형값이 더 높으며 LTFM에서 이를 반영

○ 민간투자에 대한 낮은 감가상각률은 모형 내에서 GDP 대비 민간투자를 낮출 수는 있으나 이는 오차 허용범위 내에 있음

○ 자본소득세율 인하는 GDP 대비 자본세수 측정치와 일치되도록 조정할 수 있으나 이는 GDP 대비 투자 비율을 더 높일 것

- GDP 대비 투자 비율을 맞추기 어려운 것은 생산함수에서 토지가 부족하기 때문

○ GDP 대비 정부 총 지출 비율은 데이터 측정치보다 낮음

- 이는 GDP 대비 민간투자 비율의 모형값이 데이터의 측정값보다 다소 높은 편이고, GDP 대비 소비 비율의 모형값에 맞추기 위한 조정임
- 또한 국민 계정(national account)에서 정부 지출과 공기업 계정(crown account)에서의 이전지출액이 불일치하므로 국민 계정 개념을 폭넓게 일치시키고자 GDP 대비 정부 지출의 모형값을 낮춤으로써 NCGM과 LTFM의 정부 지출에 대한 초기 조건의 불일치 요소를 줄임

7. 영구적 재정승수와 준탄력성(Permanent Fiscal Multipliers and Semi-Elasticitites)

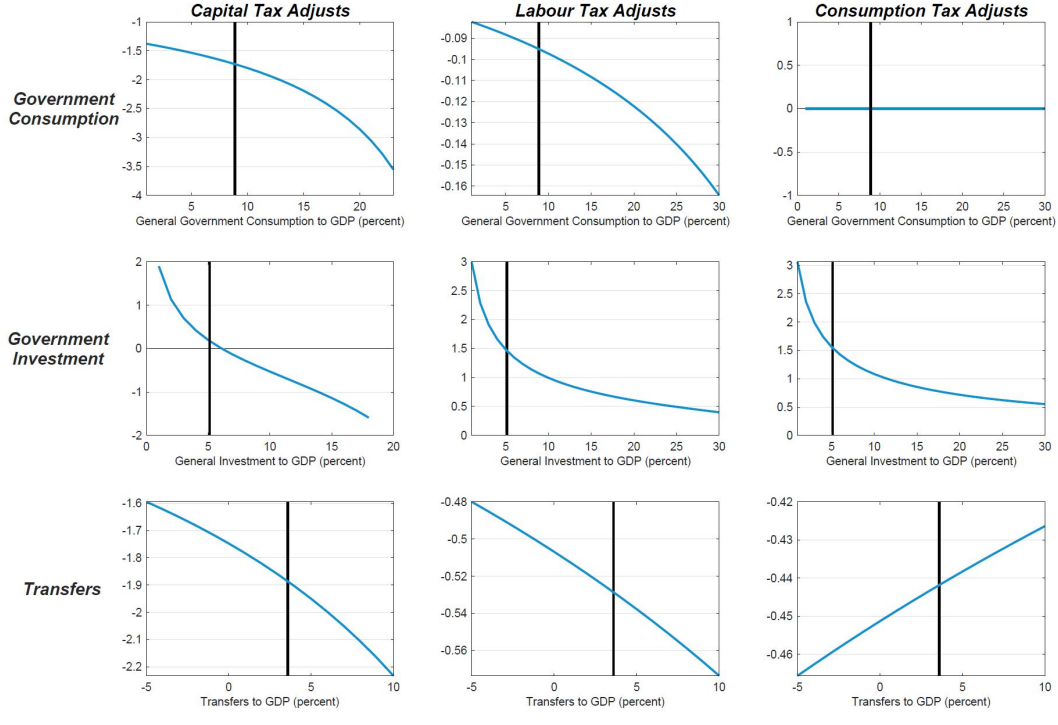
□ (개요) 본 항에서는 영구적 균형예산을 위한 정부지출승수(the permanent balanced budget government expenditure multipliers)와 재정 준탄력성(semi-elasticities)을 계산

○ 정부지출승수와 준탄력성은 모형, 모형 내의 모수화 과정, 정부 지출 유형에 따라 균형예산을 위해 조정되는 세금 유형에 따라 달라짐

가. NCGM에서의 재정승수와 준탄력성 계산

□ (재정승수와 준탄력성) 다음의 [그림 Ⅲ-1]은 한계승수(marginal multipliers)를 포함한 평균지출승수(average expenditure multipliers) 계산 결과를 보여줌

[그림 Ⅲ-1] 영구적 정부지출승수(Permanent Government Expenditure Multipliers)



출처: NZ government(2021), p. 99.

○ [그림 Ⅲ-1]에서 세로선은 초기 균제상태의 GDP 대비 지출 비율을 캘리브레이션한 값이고, 그 외의 선(—)은 초기 정상 상태에서 특정 세금을 통해 자금 조달 시 수렴되는 새로운 균제상태로 이동할 때 나타나는 영구적 승수의 평균값을 나타냄

- 예를 들어 왼쪽 위 첫 번째 그래프는 다음과 같이 설명 가능
  · 캘리브레이션된 GDP 대비 일반정부 소비(the ratio of general government consumption to GDP) 비율이 9%에서 23%로 영구적으로 증가하고 이에 대한 재원 조달을 자본소득세율 인상으로 대응할 경우 평균 영구적 승수값(the average permanent mulitiplier)은 −3.55로 나타남
  · 즉, 자본소득세율 인상을 통해 자금을 조달할 경우 정부 소비가 영구적으로 1달러 증가하면 GDP는 3.55달러 감소함을 의미하며 한계승수값은 세로선과 그 외의 선(—)이 만나는 점

○ 위 그림의 그래프를 통해 얻은 한계승수값은 〈표 Ⅲ-3〉과 같음

〈표 Ⅲ-3〉 한계승수(Marginal Multipliers)

세부 재정 항목	자본세율 조정 (Capital Tax Adjusts)	근로소득세율 조정 (Labour Tax Adjusts)	소비세율 조정 (Consumption Tax Adjusts)
정부 소비 지출 (Government Consumption)	-1.7357	-0.0951	0
정부 투자 지출 (Government Investment)	0.1733	1.4645	1.5449
이전지출(Transfers)	-1.8830	-0.5286	-0.4418

출처: NZ government(2021), p. 99.

○ 캘리브레이션(calibration)된 시점 간 대체탄력성의 역수(the inverse of the intertemporal elasticity of substitution, 이하 IIES) 정부 소비와 정부 투자의 영구적 증가에 따른 부의 효과 크기를 결정하는 데 중요한 역할을 함

- IIES가 클수록 역자산효과(the negative wealth effect)는 커지고, 재화 및 서비스에 대한 영구적 정부 지출 증가로 노동공급 효과 또한 커짐
- 이는 영구적 균형예산 정부지출승수 규모에 영향을 줄 수 있으므로 IIES값을 1로 캘리브레이션하여 모델 내에서 정부 소비 증가에 대한 영향과 역자산효과를 줄이고자 함
  · 〈표 Ⅲ-3〉에 의하면 영구적 균형예산 정부소비승수는 모두 음(-)의 값으로 조정되었으나 소비세율 조정에 의한 정부지출승수는 0으로 나타남
  · IIES를 1로 설정하면 소비세 인상에 따른 노동의욕 저하 효과가 정부 소비 증가에 따른 역자산효과에 의해 정확히 상쇄

○ 정부가 자본세(capital taxation) 인상을 통한 자금조달을 선택할 경우, 근로소득세나 소비세 인상을 통한 자금조달 비용보다 더 큰 비용을 지불해야 함에도 불구하고 영구적 균형예산 이전지출승수값은 모두 음(-)의 값을 나타냄

○ 정부 투자는 생산적이므로 영구적 균형예산승수는 모두 양(+)의 값을 나타낼 뿐만 아니라 근로소득세나 소비세 인상을 통한 자금조달승수는 1보다 큼

나. 재정승수의 선행연구 비교

□ (재정승수의 선행연구 비교) NCGM 모델에서 계산된 영구적 균형예산승수와 유사한 모델을 다른 선행연구에서의 승수를 비교하고자 함

○ De Walque et al.(2015)에 의하면 유럽 국가들의 각 중앙은행이 계산한 재정승수를 조사한 결과 영구적 정부지출증가승수는 -0.06에서 -1.64의 범위 내에 있으며, 정부지출 증가에 대응하기 위해 근로소득세율을 인상하는 경우 승수는 평균 -0.76로 나타남

- NCGM상 계산한 결과는 이 범위에 포함되나 약 -0.10 정도 차이가 남
  · 이러한 차이가 나는 이유는 뉴질랜드의 근로소득세율(19%)이 OECD 평균 근로소득세율(36%)보다 낮음으로 인해 정부 지출 증가에 의한 역자산효과가 여전히 상쇄되는 구간에 있기 때문임
- 높은 세율하에서는 근로소득세 인상이 역자산효과에 큰 영향을 미칠 수 있으며 노동공급탄력성을 어떻게 선택하느냐에 따라 승수가 달라질 수 있음
  · NCGM에서는 노동공급 탄력성을 0.5[34]로 사용하기로 하였으나 유럽 내 각국 중앙은행이 사용하는 경기순환모델에서는 일반적으로 더 큰 노동공급 탄력성을 사용함

□ (비왜곡적 조세를 이용한 재정승수의 선행연구 비교) 영구적 정부 지출 증가를 위한 재원조달 방법으로 비왜곡적 조세(non-distortionary taxation)[35]를 사용할 경우 승수의 규모는 커짐

○ De Walque et al.(2015)은 정액세(lump-sum tax)를 통해 마련된 재원으로 정부지출을 증가시킬 경우 장기재정승수 범위는 0.24에서 1.05를 나타내고 평균 0.59를 나타날 것으로 계산

○ Cogan et al.(2010)은 Smets and Wouters(2003) 모델을 사용하여 장기재정승수를 계산한 결과, 정액세(lump-sum tax)를 통해 마련된 재원으로 정부 지출을 증가시킬 경우 장기재정승수는 0.4로 계산됨

○ Baxter and King(1993)은 단순한 신고전학파 성장모델(a simple neoclassical growth model)을 캘리브레이션하여 장기정부지출승수를 계산한 결과, 정액세(lump-sum tax)를 통해 마련된 재원으로 정부 지출을 증가시킬 경우 장기재정승수는 0.49와 1.37 사이에 있을 것으로 추측

34) 만약 NCGM 모델에서 뉴질랜드 근로소득세율 19%를 OECD 평균 근로소득세율 수준인 36%로 올리고, 노동공급 탄력성을 3으로 설정하면 유럽 국가의 평균 승수와 가까운 영구적 정부지출승수를 얻을 수 있음

35) 왜곡적 조세(distortionary taxation)는 소득세나 재산세 등 가계 및 기업 등 경제 주체의 의사결정이나 노동공급 등에 영향을 미치는 조세를 말하며 비왜곡적 조세(non-distortionary taxation)는 간접세, 정액세(lump-sum tax)로 경제 주체의 의사결정에 영향을 미치지 않음

- 이와 유사한 방법을 사용한 Aiyagari, Christiano, and Eichenbaum(1992)은 미국 재정을 대상으로 장기정부지출승수를 계산한 결과, 정액세(lump-sum tax)를 통해 마련된 재원으로 정부 지출을 증가시킬 경우 장기재정승수는 1.22로 계산

○ Turnovsky and Chatterjee(2002)는 신고전학파 성장 모델(a Neoclassical growth model)을 사용하여 장기정부지출승수를 계산한 결과, 정액세(lump-sum tax)를 통해 마련된 재원으로 비생산적 정부 지출(non-productive government spending)을 증가시킬 경우 장기재정승수는 1.34, 생산적 정부 지출(productive government spending)을 증가시킬 경우 장기재정승수는 3.61로 계산됨

- 왜곡적 조세(distortionary taxation)를 통해 마련된 재원으로 비생산적/생산적 복합 정부 지출을 영구적으로 증가시킬 경우 장기재정승수는 2.07로 계산

○ Turnovsky(2004)는 유사한 모델을 사용하여 세목별 조정을 통해 마련된 재원으로 생산적/비생산적 장기 정부 지출을 증가시킬 경우 장기재정승수를 계산

- 소비세를 통해 마련된 재원으로 비생산적 지출이 이루어질 때, 승수는 0이 되며 이는 NCGM에서의 결과와 동일
- 근로소득세와 자본세를 통해 마련된 재원으로 비생산적 지출이 이루어질 때, 승수는 각각 -0.89와 -5.2임
- 소비세와 근로소득세, 자본세를 통해 마련된 재원으로 생산적 지출이 이루어질 경우 승수는 차례로 5.28, 4.88, 3.89로 계산됨

○ Turnovsky(2004)와 Turnovsky and Chatterjee(2002)의 승수는 다른 문헌들보다 더 큰 값을 나타냄

- 생산적 정부 지출에 대한 산출물 탄력성(an output elasticity to productive government spending)을 0.2로 설정하였고, 이는 문헌에서 정한 산출물 탄력성 범위인 0~0.1보다 크고, NCGM에서 설정한 0.07보다 큼
- 노동공급 탄력성(labour supply elasticity) 또한 1.1로 설정하였고, NCGM에서 설정한 0.5보다 훨씬 큰 값임

다. 재정 준탄력성(Semi-Elasticities)의 선행연구 비교

□ (재정 준탄력성의 선행연구 비교) NCGM 모델에서 계산된 준탄력성과 승수를 다른 선행연구와 비교

○ Gemmell, Kneller, and Sanz(2011)는 OECD 회원국을 대상으로 시계열법을 이용하여 정부예산 제약하에서의 움직임을 포착하고자 하였음

- 그 결과, OECD 회원국들은 평균적으로 생산적 정부 지출 비율을 1%p 증가시키기 위한 정책수단으로 GDP 대비 왜곡된 조세수입(자본세, 근로소득세)의 비율(the ratio of distortionary taxation revenue to GDP)을 1%p 높일 경우, 정책이 개입된 후 20년 동안 GDP 수준(the level of GDP)을 0.5% 정도 감소시킴

○ NCGM의 〈표 Ⅲ-4〉 준탄력성(Semi-Elasticities)은 다음과 같이 설명할 수 있음

- 자본세를 통해 마련된 재원으로 정부 소비지출(non-productive government spending)과 정부 이전지출(transfer)을 영구적으로 1%p 증가시키면 GDP(the level of GDP)를 각각 1%, 1.8%씩 감소시킴
- 마찬가지로 근로소득세를 통해 마련된 재원으로 정부 소비지출(non-productive government spending)과 정부 이전지출(transfer)을 영구적으로 1%p 증가시키면 GDP(the level of GDP)를 각각 0.06%, 0.35%씩 감소시킴

〈표 Ⅲ-4〉 NCGM의 재정 준탄력성(Semi-Elasticities)

지출	자본세율 조정 (Capital Tax Adjusts)	근로소득세율 조정 (Labour Tax Adjusts)	소비세율 조정 (Consumption Tax Adjusts)
정부 소비 지출 (Government Consumption)	-1.0025	-0.0629	0
정부 투자 지출 (Government Investment)	0.1166	1.0554	1.1183
이전지출(Transfers)	-1.1759	-0.3458	-0.2900

출처: NZ government(2021), p. 100.

○ NCGM의 결과를 Gemmell, Kneller, and Sanz(2011)의 결과와 비교

- 정부 소비지출액 재원 조달을 자본세로 조달할 경우의 GDP를 감소시키는 결과의 차이는 크고, 근로소득세로 조달할 경우 GDP를 감소시키는 결과의 차이는 작음
- 즉, NCGM 결과값의 가중치를 구하면 Gemmell, Kneller, and Sanz(2011)의 결과와 어느 정도 일치할 수 있음

○ Ⅱ-4-가부터 총지출탄력성(the total spending semi-elasticity)은 -0.41이고, Gemmell, Kneller, and Sanz(2011)보다 낮은 값임

- 이는 NCGM에서 소비세를 통해 조달되는 준탄력성이 0이기 때문임

8. 데이터(Data)

□ (데이터 설명) 본 항에서는 모델의 캘리브레이션(calibration)에 사용되는 원 데이터에 대해 설명하고 〈표 Ⅲ-5〉, 앞서 설정한 균제상태로의 데이터를 일치시키기 위한 캘리브레이션(calibration) 과정을 〈표 Ⅲ-6〉에 정리

〈표 Ⅲ-5〉 원데이터 변수 알람표

변수명	변수설명	data bank
R90D11AMQ	뉴질랜드 은행 90일 단기 어음(TSY 분기별 평균) (New Zealand Bank Bill Yields 90-Days(TSY Quarterly Average))	RAT
PCPIQ	소비자물가지수(Consumer Price Index all groups)	PRI
LHEMPZQ	노동인구(Persons employed in the labour force)	LAB
LHHWZQ	총 근로시간(Total economy wide hours worked per week)	LAB
NGDP ZQ	GDP(Expenditure measure 2009/10 prices)	NAT
NCP ZQ	최종 소비가격(Private Non Profit Organisations and Households Combined 2009/10 prices)	NAT
NIP ZQ	총 고정자본 형성(Total Market and Non-Market - Private 2009/10 prices)	NAT
NCGC ZQ	최종 소비가격(Final Consumption Expenditure: Central Government 2009/10 prices)	NAT
NIG ZQ	총 고정자본 형성(Total Market and Non-Market: General Government 2009/10 prices)	NAT
NX ZQ	재화 및 서비스의 수출 - 2009/10 prices	NAT
NM ZQ	재화 및 서비스의 수입 - 2009/10 prices	NAT
NGDPZQ	국내총생산	NAT
NCPZQ	최종 소비가격(Private Non Profit Organisations and Households)	NAT
NIPZQ	총 고정자본 형성(Total Market and Non-Market - Private)	NAT
NCGCZQ	최종 소비가격(Final Consumption Expenditure: Central Government)	NAT
NIGZQ	총 고정자본 형성(Total Market and Non-Market: General Government)	NAT
NXZQ	재화 및 서비스의 수출(Exports of Goods and Services)	NAT
NMZQ	재화 및 서비스의 수입(ports of Goods and Services)	NAT
FTTTM	총 세수(Total Tax Revenue)	FIS
FTCPM	법인세수(Corporate Tax Revenue)	FIS
FTRWTM	거주자 이자소득(Tax Revenue Residents' Interest Income)	FIS

〈표 Ⅲ-5〉의 계속

변수명	변수설명	data bank
FTTDWTM	배당 수익(Tax Revenue Dividends)	FIS
FTGSTQ	부가가치세수(GST Revenue)	FIS
FTINDVLM	개인소득세수(Individual Tax Revenue)	FIS
RTWI11AMQ	뉴질랜드 무역가중환율지수 (New Zealand: Trade-Weighted Exchange Rate Index)	RAT
TIINQ	순 국제투자대조표(Net International Investment Position, IIP)	TRA

출처: NZ government(2021), p. 102.

〈표 Ⅲ-6〉 균제상태와 일치시키기 위한 데이터 캘리브레이션(Calibration) 과정

변수명	정의	설명
평균 실질이자율 (Average Real Interest Rates)	$r = \overline{r_t}$ 일 때, $r_t = \mathrm{i}_t - \pi_t^e$	· i_t = R90D11AMQ/400 · π_t^e는 데이터π_t를 HP필터로 추출한 추세(the trend)를 말함 · $\pi_t = \frac{\mathcal{P}_t}{\mathcal{P}_{t-1}} - 1$ · $\mathcal{P}_t$ = PCPIQ
GDP 대비 평균 소비(실질) (Average Consumption to GDP Ratio (Real))	$\frac{C}{Y} = \frac{\overline{\mathcal{C}_t}}{\overline{\mathcal{Y}_t}}$	· $\mathcal{C}_t$ = NCP_ZQ · $\mathcal{Y}_t$ = NGDP_ZQ
GDP 대비 평균 투자(실질) (Average Investment to GDP Ratio (Real))	$\frac{I}{Y} = \frac{\overline{\mathcal{I}_t}}{\overline{\mathcal{Y}_t}}$	· $\mathcal{I}_t$ = NIP_ZQ · $\mathcal{Y}_t$ = NGDP_ZQ
GDP 대비 평균 정부(실질) (Average Government to GDP Ratio (Real))	$\frac{G}{Y} = \frac{\overline{\mathcal{G}_t}}{\overline{\mathcal{Y}_t}}$	· $\mathcal{G}_t$ = NCGC_ZQ · $\mathcal{Y}_t$ = NGDP_ZQ
GDP 대비 평균 수출(실질) (Average Export to GDP Ratio (Real))	$\frac{X}{Y} = \frac{\overline{\mathcal{X}_t}}{\overline{\mathcal{Y}_t}}$	· $\mathcal{X}_t$ = NX_ZQ · $\mathcal{Y}_t$ = NGDP_ZQ
GDP 대비 평균 수입(실질) (Average Export to GDP Ratio (Real))	$\frac{M}{Y} = \frac{\overline{\mathcal{M}_t}}{\overline{\mathcal{Y}_t}}$	· $\mathcal{M}_t$ = NM_ZQ · $\mathcal{Y}_t$ = NGDP_ZQ

〈표 Ⅲ-6〉의 계속

변수명	정의	설명
GDP 대비 평균 소비(명목) (Average Consumption to GDP Ratio (Nominal))	$\frac{C}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PC}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PC}_t$ = NCPZQ · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ
GDP 대비 평균 투자(명목) (Average Investment to GDP Ratio (Nominal))	$\frac{I}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PI}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PI}_t$ = NIPZQ · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ
GDP 대비 평균 정부(명목) (Average Government to GDP Ratio (Nominal))	$\frac{G}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PG}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PG}_t$ = NCGCZQ + NIGZQ · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ
GDP 대비 평균 수출(명목) (Average Export to GDP Ratio (Nominal))	$\frac{X}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PX}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PX}_t$ = NXZQ · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ
GDP 대비 평균 수입(명목) (Average Export to GDP Ratio (Nominal))	$\frac{C}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PC}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PC}_t$ = NCPZQ · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ
GDP 대비 평균 명목총세수 (Average Nominal Total Tax Revenue to GDP Ratio)	$\frac{\mathfrak{T}}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PT}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PT}_t$ = $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ · 월별 세수 데이터는 X12 procedure를 통해 분기별, 주기별로 조정
GDP 대비 평균 명목 법인세수 (Average Nominal Corporate Tax Revenue to GDP Ratio)	$\frac{T_K}{Y}=\tau^k(R-\omega\delta)\frac{K}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PTK}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PTK}_t$ = FTCPM + FTRWTM + FTTDWTM · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ · 월별 세수 데이터는 X12 procedure를 통해 분기별, 주기별로 조정
GDP 대비 평균 명목 근로소득세수 (Average Nominal Labour Tax Revenue to GDP Ratio)	$\frac{T_L}{Y}=\tau^{\ell}\frac{w\ell}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PWL}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PWL}_t$ = FTINVLM · $\mathcal{PY}_t$ =NGDPZQ · 월별 세수 데이터는 X12 procedure를 통해 분기별, 주기별로 조정
GDP 대비 평균 명목 이전지출 (Average Nominal Total Transfer to GDP Ratio)	$\frac{\mathfrak{L}}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PTR}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PTR}_t$은 정부 재무상태표로부터 얻을 수 있음 · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ · 명목 이전지출액은 X12 procedure를 통해 주기별로 조정
GDP 대비 평균 순 외채 (Average Net Foreign Debt to GDP Ratio)	$\frac{NFA}{Y}=\frac{\overline{\mathcal{PNFA}_t}}{\mathcal{PY}_t}$	· $\mathcal{PNFA}_t$ = TIINQ · $\mathcal{PY}_t$ = NGDPZQ

출처: NZ Government(2021), p. 102~104의 내용을 재정리

9. 요인별 분석(Decomposition)

□ (요인별 분석) 요인별 전망 그래프는 각각의 외생변수를 하나씩 추가한 전망 결과를 보여줌

○ 각 그래프상 위에서 첫 번째부터 여섯 번째 선(line)은 각 외생변수 추가에 대한 순서별 한계적 기여(marginal contribution)를 나타냄

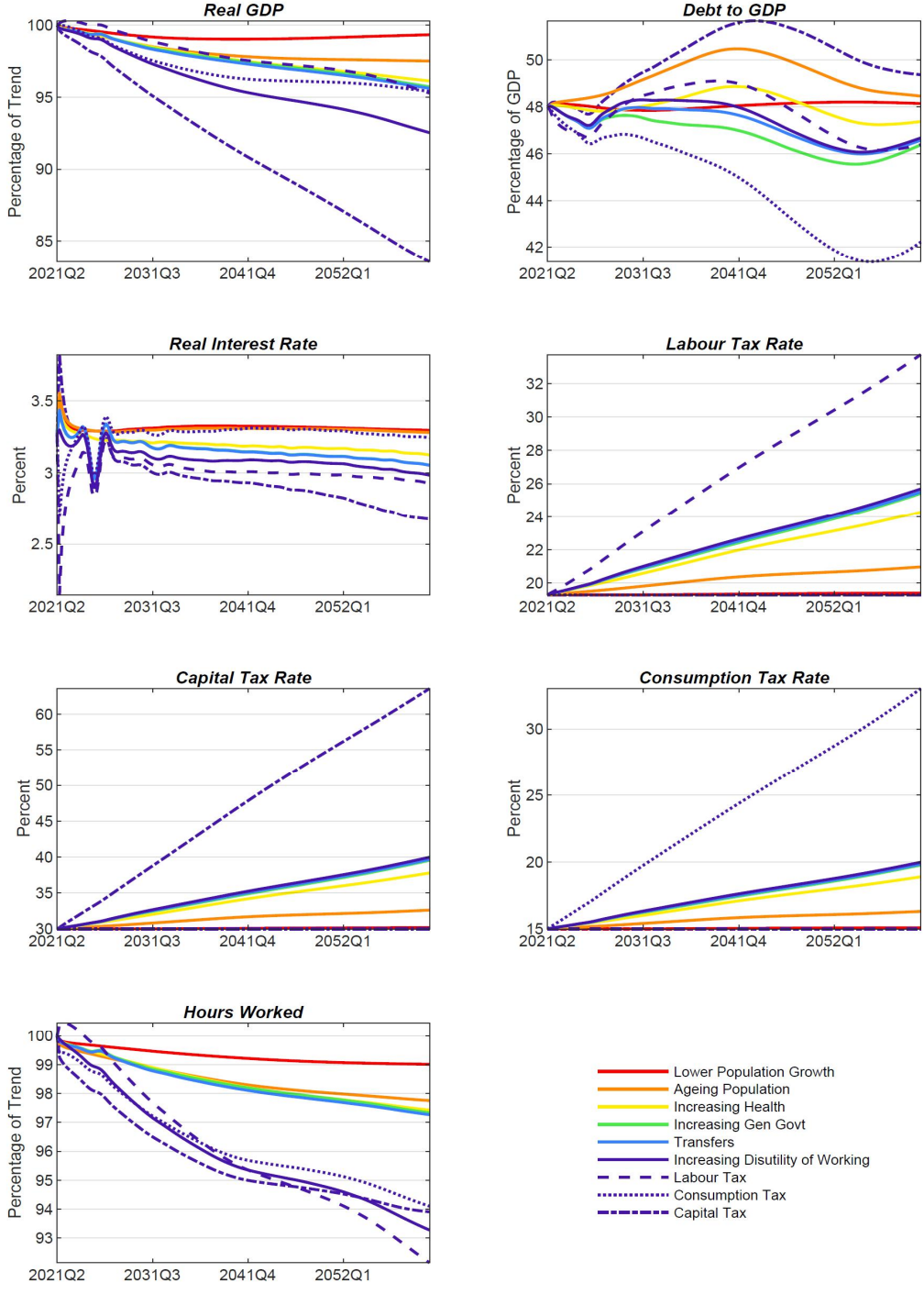
- 낮은 인구 성장률(Lower Population Growth): 외생인구증가율 추가 시나리오
- 고령화 인구(Ageing Population): 낮은 인구증가율, 높은 고령인구 비율에 따른 연금지급액 증가 시나리오
- 의료비 증가(Increasing Health): 낮은 인구증가율, 높은 고령인구 비율에 따른 의료비 증가 시나리오
- 일반정부 지출 증가(Increasing Gen Govt): 낮은 인구증가율, 높은 고령인구 비율에 따른 의료비와 일반정부 지출 증가 시나리오
- 이전지출(Transfers): 낮은 인구증가율, 높은 고령인구 비율에 따른 의료비 증가, 일반정부 지출 증가, 연금지급액 증가가 모두 더해진 시나리오
- 노동비효용 증가(Increasing Disutility of Working): 낮은 인구증가율, 높은 고령인구 비율에 따른 의료비 증가, 일반정부 지출 증가, 연금지급액 증가, 노동비효용 증가가 모두 더해진 시나리오

· 이는 모든 외생변수의 변화를 포함하므로 기준선 전망과 동일하게 나타남

○ 각 그래프상 위에서 일곱 번째부터 아홉 번째 선(line)은 세율 인상을 통한 정부 지원 재원 조달 정책이 어떤 영향을 미치는지 보여줌

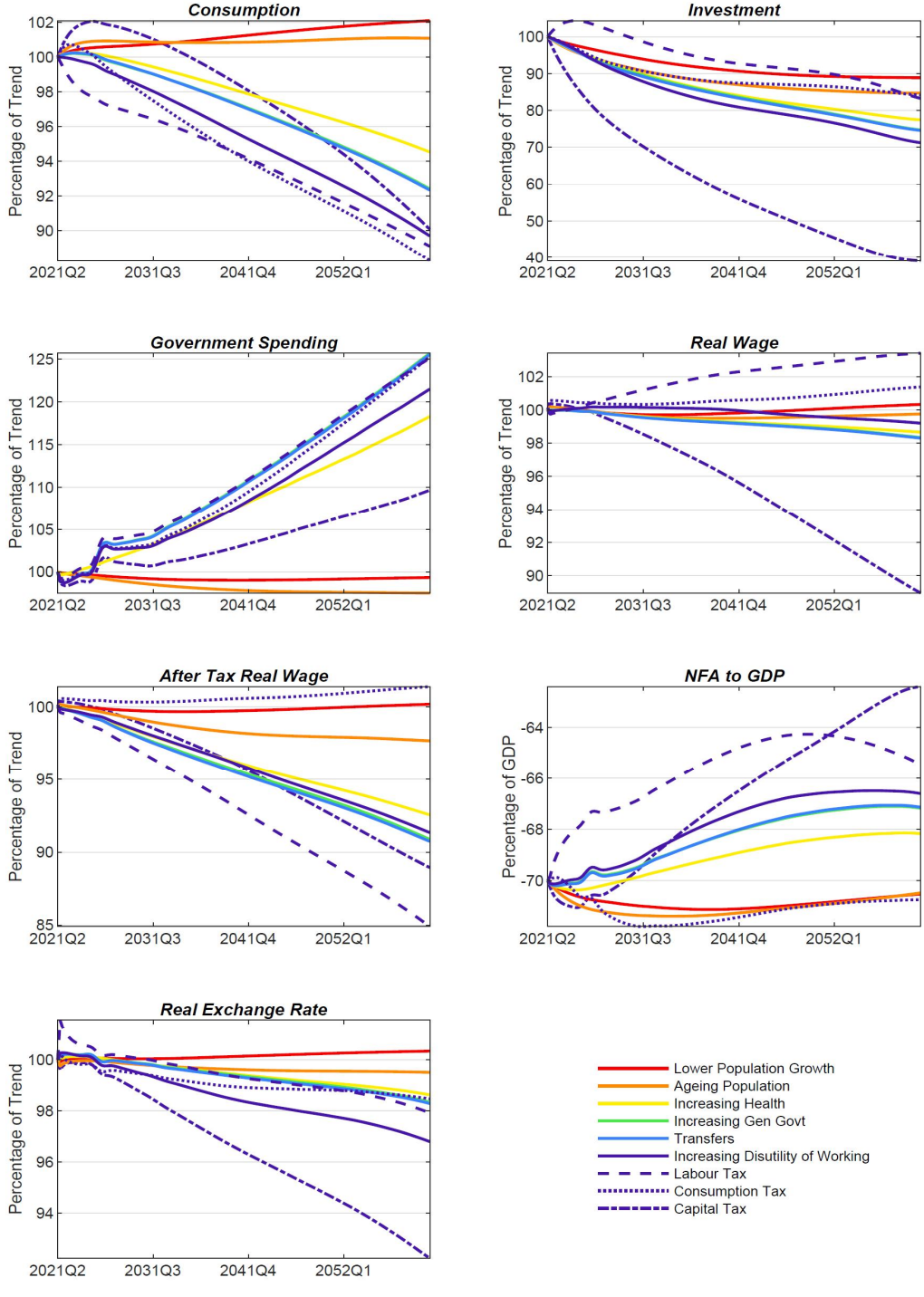
- 근로소득세(Labour Tax): 기준선의 외생변수를 모두 포함하고 정부 지출 재원 조달을 위한 근로소득세 조정 시나리오
- 소비세(Consumption Tax): 기준선의 외생변수를 모두 포함하고 정부 지출 재원 조달을 위한 소비세 조정 시나리오
- 자본세(Capital Tax): 기준선의 외생변수를 모두 포함하고 정부 지출 재원 조달을 위한 자본세 조정 시나리오

[그림 Ⅲ-2] 기준선 요인별 전망 결과(Baseline Decomposition)



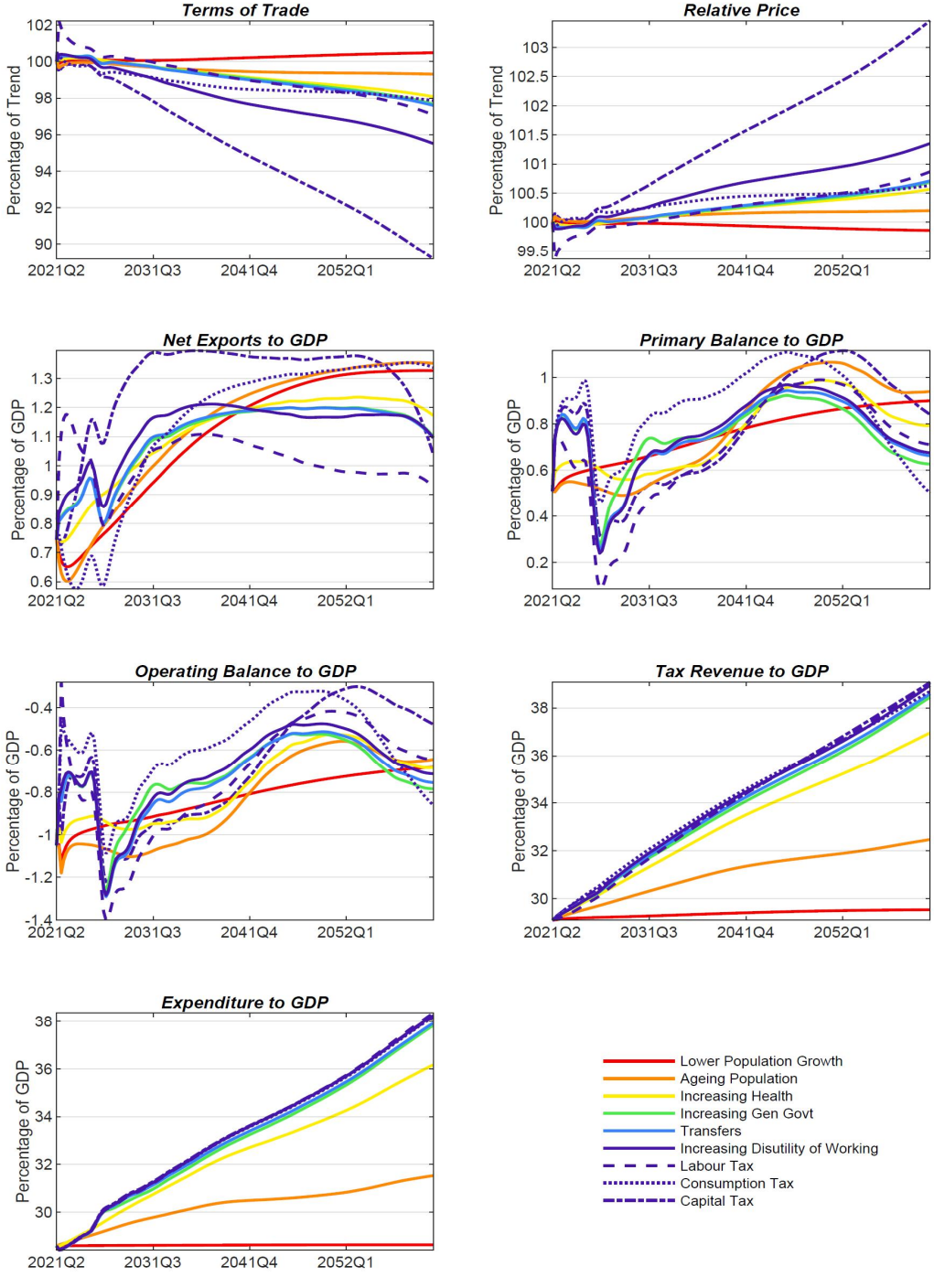
출처: NZ Government(2021), p. 105.

[그림 Ⅲ-3] 기준선 요인별 전망 결과(Baseline Decomposition)



출처: NZ Government(2021), p. 106.

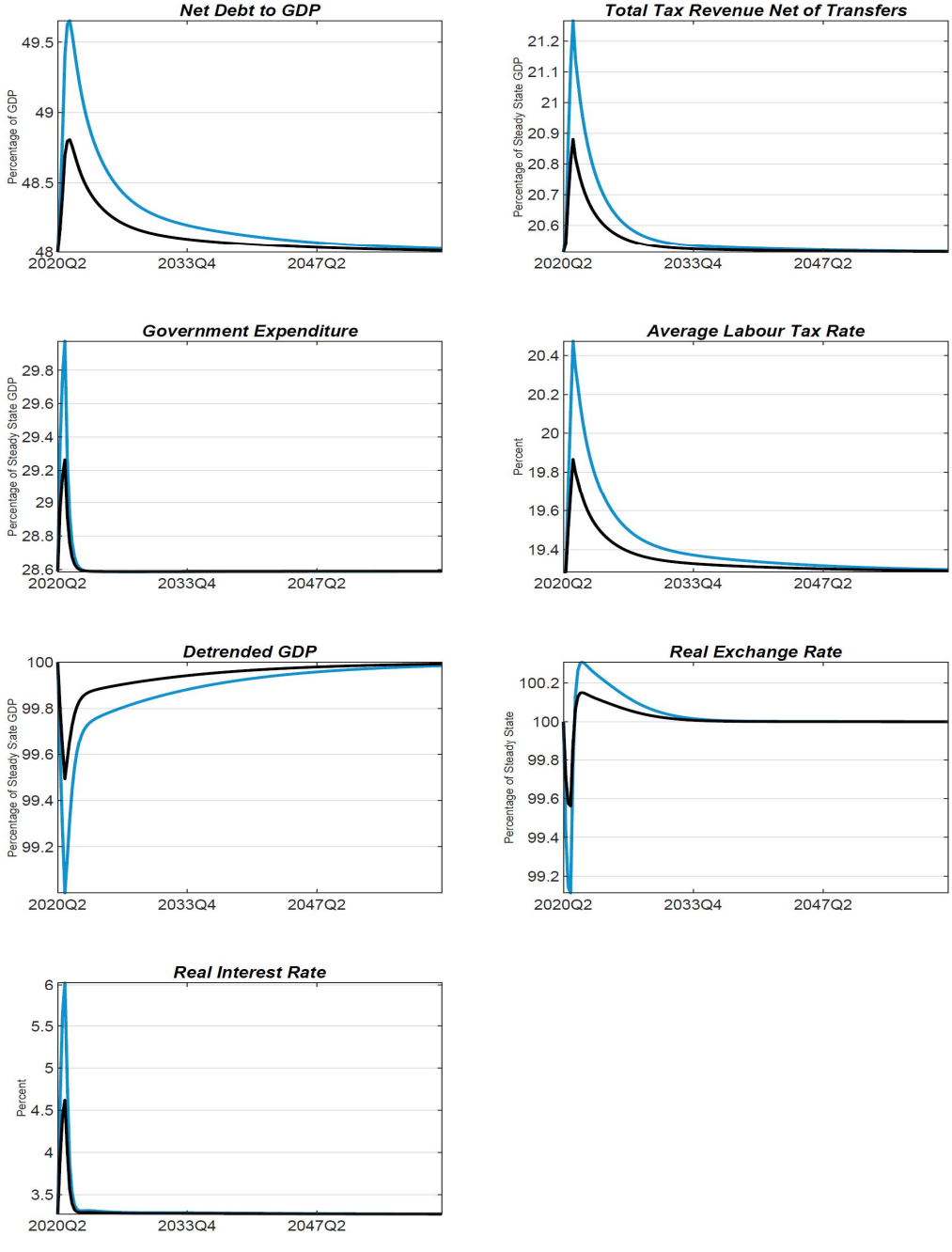
[그림 Ⅲ-4] 기준선 요인별 전망 결과(Baseline Decomposition)



출처: NZ Government(2021), p. 107.

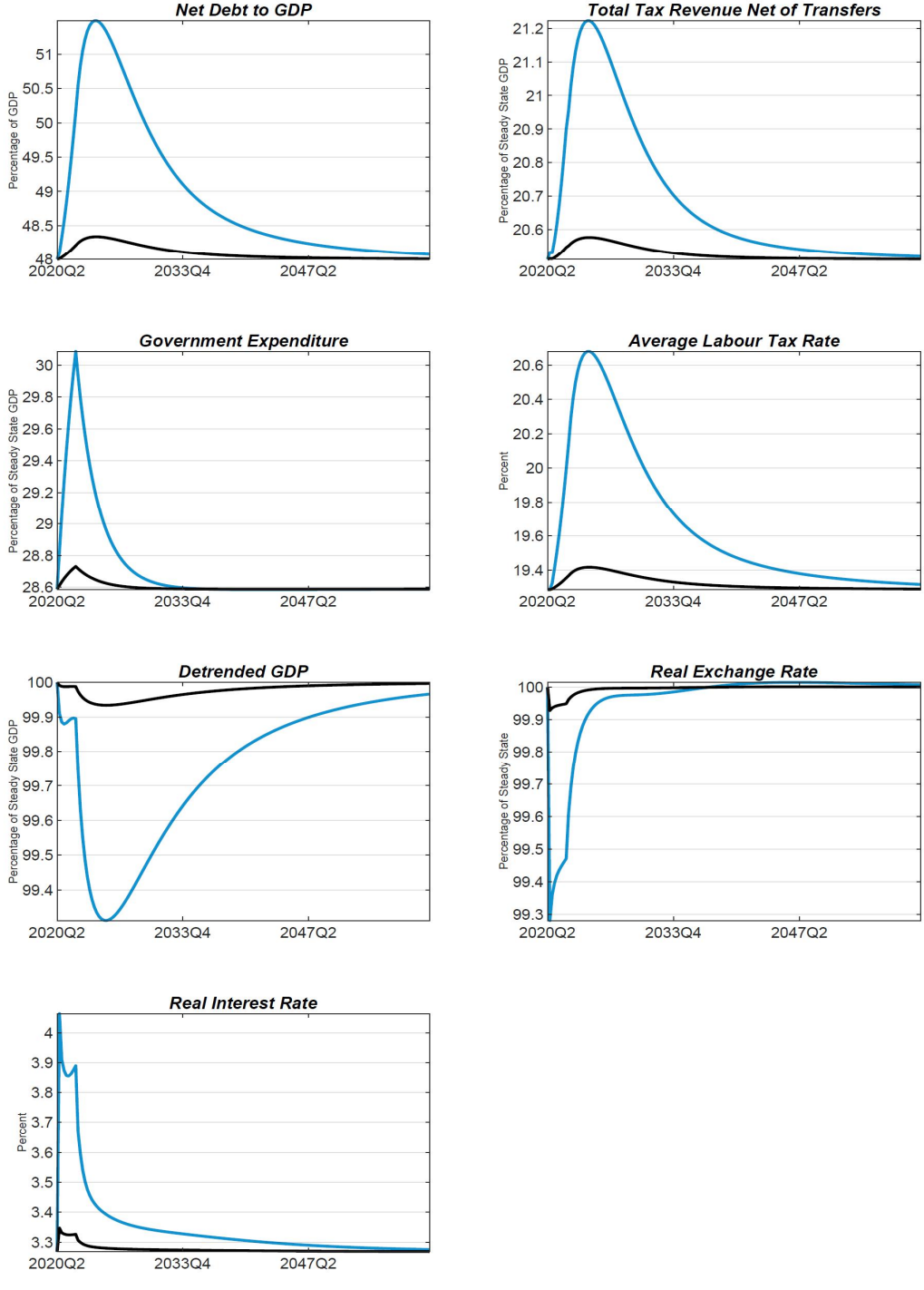
10. 기후 시뮬레이션(Climate Simulation)

[그림 Ⅲ-5] 가뭄(A Single Drought)



출처: NZ Government(2021), p. 109.

[그림 Ⅲ-6] 폭풍(A Single Storm)



출처: NZ Government(2021), p. 110.

참고문헌

Aiyagari, S. Rao, Lawrence J. Christiano, and Martin Eichenbaum, "The Output, Employment, and Interest Rate Effects of Government Consumption," *Journal of Monetary Economics*, 30(1), 1992, pp. 73~86, https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v30y1992i1p73-86.html.

Alesina, Alberto, Carlo Favero, and Francesco Giavazzi, *Austerity: When It Works and When It Doesn't,* Princeton University Press, 2019, https://press.princeton.edu/ books/hardcover/9780691172217/austerity.

A linaghi, Nazila and W. Robert Reed, "Taxes and Economic Growth in OECD Countries: A Meta-analysis," *Public Finance Review*, 49(1), 2021, pp. 3~40, https://ideas.repec.org/a/sae/pubfin/v49y2021i1p3-40.html.

Andrle, Michal, Jan Bruha, and Serhat Solmaz, "On the Sources of Business Cycles: Implications for DSGE Models," Working Papers 2016/03, Czech National Bank, 2016, https://ideas.repec.org/p/cnb/wpaper/2016-03.html.

Attanasio, Orazio, Sagiri Kitao, and Giovanni Violante, "Financing Medicare: A General Equilibrium Analysis," Demography and the Economy, National Bureau of Economic Research, Inc., 2010, pp. 333~366, https://EconPapers.repec.org/RePEc:nbr:nberch:8420.

Auerbach, Alan J., "The Theory of Excess Burden and Optimal Taxation," Handbook of Public Economics. Ed. by A. J. Auerbach and M. Feldstein, Vol. 1. Handbook of Public Economics. Elsevier, Chap. 2, 1985, pp. 61~127, https://ideas.repec.org/h/eee/pubchp/1-02.html.

Auerbach, Alan J. and Laurence J. Kotlikoff, *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press, 1988, https://books.google.co.nz/books?id=FghdvwEACAAJ.

Backus, David, Patrick J. Kehoe, and Finn E. "Kydland, International Business Cycles: Theory and Evidence," Working Paper 4493, National Bureau of Economic Research, 1993, http://www.nber.org/papers/w4493.

Baksa, Daniel and Zsuzsa Munkacsi, "A Detailed Description of OGRE, the OLG Model," Bank of Lithuania Working Paper Series 31, Bank of Lithuania, 2016, https://ideas.repec.org/p/lie/wpaper/31.html.

Baksa, Daniel, Zsuzsa Munkacsi, and Carolin Nerlich, "A Framework for Assessing the Costs of Pension Reform Reversals," Working Paper Series 2396, European Central Bank, 2020, https://ideas.repec.org/p/ecb/ecbwps/20202396.html.

Ball, Christopher, John Creedy, and Grant Scobie, *Long-run Fiscal Projections Under Uncertainty: The Case of New Zealand*, Tech, rep, 2015.

Barksby, Laura, "NZ: Insurance Resilience 10 Years After the Christchurch Earthquake," 2021, https://www.preventionweb.net/news/view/76265.

Barro, Robert J, "Output Effects of Government Purchases," NBER Working Papers 0432, National Bureau of Economic Research, Inc., 1980, https://ideas.repec.org/p/nbr/ nberwo/0432.html.

_____, "Rare Disasters and Asset Markets in the Twentieth Century," *The Quarterly Journal of Economics*, 121(3), 2006, pp. 823~866, https://ideas.repec.org/a/oup/qjecon/v121y2006i3p823-866.html.

Baxter, Marianne and Robert G. King, "Fiscal Policy in General Equilibrium," *American Economic Review*, 83(3), 1993, pp. 315~334, https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v83y1993i3p315-34.html.

Bell, Matthew, "Demographic, Economic and Fiscal Assumptions and Logic in the 2021 Long-Term Fiscal Model," Background Paper for 2021 Statement on the Long-Term Fiscal Position, The New Zealand Treasury, 2021.

Bell, Matthew and Melissa Piscetek, "Demographic, Economic and Fiscal Assumptions and Modelling Methods in the 2016 Long-Term Fiscal Model," Background Paper for 2016 Statement on the Long-Term Fiscal Position, The New Zealand Treasury, 2016, https://treasury.govt.nz/sites/default/files/2016-11/ltfs-16-bg-defamm.pdf.

Benati, Luca and Thomas Lubik, "Searching for Hysteresis." Diskussionsschriften dp2107, Universitaet Bern, Departement Volkswirtschaft, 2021, https://ideas.repec.org/ p/ube/dpvwib/dp2107.html.

Bi, Huixin, "Sovereign Default Risk Premia, Fiscal Limits, and Fiscal Policy," *European Economic Review*, 56(3), 2012, pp. 389~410, https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:eecrev:v:56:y:2012:i:3:p:389-410.

Bielecki, Marcin, Michał Brzoza-Brzezina, and Marcin Kolasa, *Demographics, Monetary Policy, and the Zero Lower Bound,* Tech, rep, 2018.

Binning, Andrew, *An Efficient Application of the Extended Path Algorithm in Matlab With Some Examples*, Note, 2021.

Blanchard, Olivier, "Public Debt and Low Interest Rates," *American Economic Review*, 109(4), 2019, pp. 1197~1229, https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v109y2019i4p1197-1229.html.

_____, "Fiscal & Monetary Policy after COVID," 2021, https://bcf.princeton.edu/wp-content/uploads/2021/03/Combined-Slides-2.pdf. Accessed: 202109-11.

Borger, Christine, Thomas F. Rutherford, and Gregory Y. Won, "Projecting Long Term Medical Spending Growth," *Journal of Health Economics*, 27(1), 2008, pp. 69~88, https://ideas.repec.org/a/eee/jhecon/v27y2008i1p69-88.html.

Boucekkine, Raouf, "An Alternative Methodology for Solving Nonlinear Forward-Looking Models," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19(4), 1995, pp. 711~734, https://ideas.repec.org/a/eee/dyncon/v19y1995i4p711-734.html.

Bry, Gerhard and Charlotte Boschan, *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs,* NBER, 1971, http://www.nber.org/books/bry 71-1.

Buckle, Robert A, "A Quarter of a Century of Fiscal Responsibility: The Origins and Evolution of Fiscal Policy Governance and Institutional Arrangements in New Zealand, 1994 to 2018," Working Paper Series 7693, Victoria University of Wellington, Chair in Public Finance, 2018, https://ideas.repec.org/p/vuw/vuwcpf/7693.html.

_____, Kunhong Kim, Heather Kirkham, Nathan McLellan, and Jarad Sharma, "A Structural VAR Business Cycle Model for a Volatile Small Open Economy," *Economic Modelling*, 24(6), 2007, pp. 990~1017, https://ideas.repec.org/a/eee/ecmode/v24y2007i6p990-1017.html.

CBO, *How the Supply of Labor Responds to Changes in Fiscal Policy,* Congressional Budget Office Report, 2012, https://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/attachments/10-25-2012-Labor Supply and Fiscal Policy.pdf.

_____, *The 2021 Long-Term Budget Outlook,* Congressional Budget Office Report, 2021, https://www.cbo.gov/system/files/2021-03/56977-LTBO-2021.pdf.

Cerra, Valerie, Antonio Fatás, and Sweta Saxena, "´Hysteresis and Business Cycles," CEPR Discussion Papers 14531, C.E.P.R. Discussion Papers 2020, https://ideas.repec.org/p/cpr/ceprdp/14531.html.

Cerra, Valerie and Sweta Chaman Saxena, "Did Output Recover From the Asian Crisis?," IMF Working Papers 2003/048, International Monetary Fund, 2003, https://ideas.repec.org/p/imf/imfwpa/2003-048.html.

_____, "Growth Dynamics: The Myth of Economic Recovery," American Economic Review 98(1), 2008, pp. 439~457, https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v98y2008i1p439-57.html.

_____, "Booms, Crises, and Recoveries: A New Paradigm of the Business Cycle and its Policy Implications," IMF Working Papers 2017/250, International Monetary Fund, 2017, https://ideas.repec.org/p/imf/imfwpa/2017-250.html.

Chari, V. V, Patrick J. Kehoe, and Ellen R. McGrattan, "Can Sticky Price Models Generate Volatile and Persistent Real Exchange Rates?," Review of Economic Studies, 69(3), 2002, pp. 533~563, https://ideas.repec.org/a/oup/restud/v69y2002i3p533-563.html.

Chetty, Raj, Adam Guren, Day Manoli, and Andrea Weber, "Are Micro and Macro Labor Supply Elasticities Consistent? A Review of Evidence on the Intensive and Extensive Margins," *American Economic Review*, 101(3), 2011, pp. 471~475, https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v101y2011i3p471-75.html.

Christiano, Lawrence J., Martin Eichenbaum, and Charles L. Evans, "Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy," *Journal of Political Economy*, 113(1), 2005, pp. 1~45, https://ideas.repec.org/a/ucp/jpolec/v113y2005i1p1-45.html.

Cogan, John F., Tobias Cwik, John B. Taylor, and Volker Wieland, "New Keynesian Versus Old Keynesian Government Spending Multipliers," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(3), 2010, pp. 281~295, https://ideas.repec.org/a/eee/dyncon/v34y2010i3p281-295.html.

Coleman, Andrew, "Taxing Capital Income in New Zealand: An International Perspective," Discussion Paper 1902, University of Otago, 2019, https://ourarchive.otago.ac.nz/bitstream/handle/10523/8789/DP 1902.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Conway, Paul, Lisa Meehan, and Dean Parham, "Who Benefits from Productivity Growth? - The Labour Income Share in New Zealand," Working Paper, 2015(1), 2015, The New Zealand Productivity Commission. https://www.productivity.govt.nz/assets/Documents/the-labour-income-share-in-new-zealand/e6a1d17058/Report-The-labour-income-share-in-New-Zealand.pdf.

Cooley, Thomas, "Calibrated Models," Oxford Review of Economic Policy, 13(3), 1997, pp. 55~69, https://EconPapers.repec.org/RePEc:oup:oxford:v:13:y:1997:i:3:p:55-69.

Corsetti, Giancarlo, Luca Dedola, and Sylvain Leduc, "High Exchange-Rate Volatility and Low Pass-through," *Journal of Monetary Economics,* 55(6), 2008, pp. 1113~1128, https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v55y2008i6p1113-1128.html.

Cousins, Jim, Natalia Deligne, and Mostafa Nayyerloo, *Estimated Damage and Casualties from Earthquakes Affecting Auckland,* GNS Science Consultancy Report, 2013/324, Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited, 2014, https://www.researchgate.net/publication/266477223 Estimated damage and casualties from earthquakes affecting Auckland.

Cousins, Jim, Andrew King, and Marlene Kanga, "Accumulated Losses from Sequences of Earthquakes," 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal. 24-28 September, 2012, https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012 3812.pdf.

Creedy, John, "The Excess Burden of Taxation and Why it (Approximately) Quadruples When the Tax Rate Doubles," Treasury Working Paper Series, 03/29, New Zealand Treasury, 2003, https://ideas.repec.org/p/nzt/nztwps/03-29.html.

Creedy, John and Thai-Yoong Mok, "Labour Supply Elasticities in New Zealand," Working Paper Series, 6570, Victoria University of Wellington, Chair in Public Finance, 2017, https://EconPapers.repec.org/RePEc:vuw:vuwcpf:6570.

Creedy, John and Grant Scobie, "Debt Projections and Fiscal Sustainability with Feedback Effects," *New Zealand Economic Papers*, 51(3), 2017, pp. 237~261, https://ideas.repec.org/ a/taf/nzecpp/v51y2017i3p237-261.html.

Creedy, John, Norman Gemmell, Nicolas Hérault, and Penny Mok, "Microsimulation Analysis of Optimal Income Tax Reforms: An Application to New Zealand," Melbourne Institute Working Paper Series, wp2018n07, Melbourne Institute of Applied Economic and Social Research, The University of Melbourne, 2018, https://ideas.repec.org/p/iae/iaewps/wp2018n07.html.

Davig, Troy, Eric M. Leeper, and Todd B. Walker, ""Unfunded Liabilities" and Uncertain Fiscal Financing," *Journal of Monetary Economics*, 57(5), 2010, pp. 600~619, https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v57y2010i5p600-619.html.

De Paoli, Bianca, "Monetary Policy under Alternative Asset Market Structures: The Case of a Small Open Economy," *Journal of Money, Credit and Banking*, 41(7), 2009, pp. 1301~1330, https://ideas.repec.org/a/mcb/jmoncb/v41y2009i7p1301-1330.html.

De Walque, Grégory, Juha Kilponen, Massimiliano Pisani, Sebastian Schmidt, Vesna Corbo, Tibor Hledik, Josef Hollmayr, Samuel Hurtado, Paulo Júlio, Dmitry Kulikov, Matthieu Lemoine, and Matija Lo, "Comparing Fiscal Multipliers Across Models and Countries in Europe," Working Paper Research, 278, National Bank of Belgium, 2015, https://ideas.repec.org/p/nbb/reswpp/201503-278.html.

Dean, Richard, "Insurer Solvency Standards Reducing Risk in a Risk Business," *Reserve Bank of New Zealand Bulletin*, 74, 2011, pp. 1~6, https://ideas.repec.org/a/nzb/nzbbul/dec20112.html.

Doepke, Matthias, Andreas Lehnert, and Andrew Sellgren, "Macroeconomics," Unpub-lished Textbook, 1999, http://faculty.wcas.northwestern.edu/~mdo738/textbook/main.pdf.

ECRC, *Recent Trends in and Preparedness for Extreme Weather Events,* Australian Senate Committee Report, Environment and Communications References Comittee, 2018, https://www.aph.gov.au/Parliamentary Business/Committees/Senate/Environment and Communications/Completed inquiries/2010-13/extremeweather/report/index.

Eichengreen, Barry J., Asmaa A El-Ganainy, Kris James Mitchener, and Rui Pedro Esteves, "Public Debt Through the Ages," IMF Working Papers 2019/006, International Monetary Fund, 2019, https://ideas.repec.org/p/imf/imfwpa/2019-006.html.

Eo, Yunjong and James Morley, "Why has the US Economy Stagnated Since the Great Recession?," Working Papers 2017-14, University of Sydney, School of Economics, 2017, https://ideas.repec.org/p/syd/wpaper/2017-14.html.

EQC, *Earthquake Commission Annual Report 2019/20*, 2020, https://www.eqc.govt.nz/sites/public files/documents/publications/EQC-Annual-Report-2019-20.pdf.

Erceg, Christopher and Jesper Lindé, "Fiscal Consolidation in a Currency Union: Spending Cuts vs. Tax Hikes," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(2), 2013, pp. 422~445, https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:dyncon:v:37:y:2013:i:2:p:422-445.

Fair, Ray C. and John B. Taylor, "Solution and Maximum Likelihood Estimation of Dynamic Nonlinear Rational Expectations Models," *Econometrica*, 51(4), 1983, pp. 1169~1185, https://ideas.repec.org/a/ecm/emetrp/v51y1983i4p1169-85.html.

Fatás, Antonio and Lawrence H. Summers, "The Permanent Effects of Fiscal Consolida-tions," *Journal of International Economics*, 112(C), 2018, pp. 238~250, https://ideas.repec.org/a/eee/inecon/v112y2018icp238-250.html.

Fernández-Villaverde, Jesús, "The Econometrics of DSGE Models," *SERIEs: Journal of the Spanish Economic Association* 1(1), 2010, pp. 3~49, https://ideas.repec.org/a/spr/series/ v1y2010i1p3-49.html.

Fookes, Craig, "Modelling Shocks to New Zealand's Fiscal Position," Treasury Working Paper Series, 11(02), New Zealand Treasury, 2011, https://ideas.repec.org/p/nzt/nztwps/11-02.html.

Fornero, Jorge and Markus Kirchner, "Learning about Commodity Cycles and Saving-Investment Dynamics in a Commodity-Exporting Economy," *International Journal of Central Banking*, 14(2), 2018, pp. 205~262, https://ideas.repec.org/a/ijc/ijcjou/y2018q1a5.html.

Frame, Dave, Suzanne Rosier, Trevor Carey-Smith, Luke Harrington, Sam Dean, and Ilan Noy, *Estimating Financial Costs of Climate Change in New Zealand*. New Zealand Climate Change Research Institute and NIWA Report. 2018, https://treasury.govt.nz/sites/default/files/2018-08/LSF-estimating-financial-cost-of-climate-change-in-nz.pdf.

Furlanetto, Francesco, Antoine Lepetit, Ørjan Robstad, Juan Rubio-Ramrez, and Pål Ulvedal, "Estimating Hysteresis Effects," Working Papers 2021-11, FEDEA, 2021, https://EconPapers.repec.org/RePEc:fda:fdaddt:2021-11.

Galì, Jordi and Tommaso Monacelli, "Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy," *Review of Economic Studies*, 72(3), 2005, pp. 707~734, https://ideas.repec.org/a/oup/restud/v72y2005i3p707-734.html.

_____, "Optimal Monetary and Fiscal Policy in a Currency Union," *Journal of International Economics*, 76(1), 2008, pp. 116~132, https://ideas.repec.org/a/eee/inecon/v76y2008i1p116-132.html.

Gallic, Ewen and Gauthier Vermandel, "Weather Shocks," Working Papers halshs-02127846, HAL, 2019, https://ideas.repec.org/p/hal/wpaper/halshs-02127846.html.

Gemmell, Norman, Richard Kneller, and Ismael Sanz, "The Timing and Persistence of Fiscal Policy Impacts on Growth: Evidence from OECD Countries," *Economic Journal*, 121(550), pp. 33~58, https://ideas.repec.org/a/ecj/econjl/v121y2011i550pf33-f58.html.

_____, "The Growth Effects of Tax Rates in the OECD," *Canadian Journal of Economics*, 47(4), 2014, pp. 1217~1255, https://ideas.repec.org/a/cje/issued/v47y2014i4p1217-1255.html.

Gertler, Mark, "Government Debt and Social Security in a Life-Cycle Economy," *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 50(1), 1999, pp. 61~110, https://ideas.repec.org/a/eee/crcspp/v50y1999ip61-110.html.

Ghironi, Fabio, "Policy Packages: Challenge and Opportunity for DSGE Research," DSGE Models in the Conduct of Policy: Use as intended. Ed. by Refet Gürkaynak and Cédric Tille. VOX CEPR Policy Portal, 2017, pp. 61~69.

Gomme, Paul and Peter Rupert, "Theory, Measurement and Calibration of Macroeconomic Models," *Journal of Monetary Economics*, 54(2), 2007, pp. 460~497, https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v54y2007i2p460-497.html.

Gourio, Francois, "Disaster Risk and Business Cycles," *American Economic Review*, 102(6), 2012, pp. 2734~2766, https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v102y2012i6p2734-66.html.

Hall, Viv B. and C. John McDermott, "Recessions and Recoveries in New Zealand's Post-Second World War Business Cycles," *New Zealand Economic Papers*, 50(3), 2016, pp. 261~280, https://ideas.repec.org/a/taf/nzecpp/v50y2016i3p261-280.html.

Heer, Burkhard and Alfred Maussner, *Dynamic General Equilibrium Modelling: Computa-tional Methods and Applications,* Springer Berlin Heidelberg, ISBN: 9783540220954, 2005, https://books.google.co.nz/books?id=WLRZt6GnPn4C.

_____, *Dynamic General Equilibrium Modeling: Computational Methods and Applications,* Springer Berlin Heidelberg, ISBN: 9783540856856, 2009, https://books.google.co.nz/books? id=ZdlEAAAAQBAJ.

Iacoviello, Matteo and Stefano Neri, "Housing Market Spillovers: Evidence from an Estimated DSGE Model," *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(2), 2010, pp. 125~164, https://ideas.repec.org/a/aea/aejmac/v2y2010i2p125-64.html.

IAN, "Fewer Cyclones Expected in Australia this Season," Insurance Asia News Article, October 15, 2019, https://insuranceasianews.com/fewer-cyclones-expected-in-australia/(Accessed: 06-11-2019).

ICNZ, "Canterbury Earthquake Progress: Q1 2021," Canterbury Earthquake Progress Statistics Q1 2021, Insurance Council of New Zealand, 2021, https://www.icnz.org.nz/fileadmin/Assets/PDFs/Canterbury Earthquake Progress Stats Q1 2021.pdf.

IMF, "New Zealand: 2003 Article IV Consultation–Staff Report; Staff Statement; Public Information Notice on the Executive Board Discussion; and Statement by the Executive Director for New Zealand," International Monetary Fund, 2003, https://books.google.co.nz/books?id=iNH9laGBjCwC.

Isoré, Marlène, "Changes in Natural Disaster Risk: Macroeconomic Responses in Selected Latin American Countries," *Economies*, 6(1), 2018, pp. 1~12, https://ideas.repec.org/a/gam/jecomi/v6y2018i1p13-d133310.html.

Jones, Callum, Aging, "Secular Stagnation and the Business Cycle," IMF Working Papers 2018/067, International Monetary Fund, 2018, https://ideas.repec.org/p/imf/imfwpa/2018-067.html.

Judd, Kenneth, *Numerical Methods in Economics,* MIT Press, 1998, https://books.google.co.nz/books?id=9Wxk\z9HskAC.

Kaiser, Anna et al., "The Mw6.2 Christchurch Earthquake of February 2011: Preliminary Report," *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 55(1), 2012, p. 6790.

Kamber, Güneş, Chris McDonald, and Gael Price, *Drying Out: Investigating the Economic Effects of Drought in New Zealand,* Reserve Bank of New Zealand Analytical Notes series AN2013/02, Reserve Bank of New Zealand, 2013, https://ideas.repec.org/p/nzb/nzbans/2013-02.html.

Kamber, Güneş, Chris McDonald, Nicholas Sander, and Konstantinos Theodoridis, *A Structural Model for Policy Analysis and Forecasting: NZSIM*, Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper Series DP2015/05. Reserve Bank of New Zealand. 2015, https://ideas.repec.org/p/nzb/nzbdps/2015-05.html.

Keen, Benjamin D. and Michael R. Pakko, *Monetary Policy and Natural Disasters in a DSGE Model: How Should the Fed have Responded to Hurricane Katrina?*, Tech, rep, 2007.

Kehoe, Timothy J. and Kim J. Ruhl, *Recent Great Depressions: Aggregate Growth in New Zealand and Switzerland*, Tech, rep, 2003, https://ideas.repec.org/p/cla/levarc/506439000000000529.html.

Kossin, James P., Suzana J. Camargo, and Matthew Sitkowski, "Climate Modulation of North Atlantic Hurricane Tracks," *Journal of Climate*, 23(11), 2010, pp. 3057~3076, https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/23/11/2010jcli3497.1.xml.

Kulish, Mariano, Christopher Kent, and Kathryn Smith, "Aging, Retirement, and Savings: A General Equilibrium Analysis," *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 10(1), 2010, pp. 1~32, https://ideas.repec.org/a/bpj/bejmac/v10y2010i1n18.html.

Kumhof, Michael, Dirk V Muir, Susanna Mursula, and Douglas Laxton, "The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF) Theoretical Structure," IMF Working Papers 2010/034, International Monetary Fund, 2010, https://ideas.repec.org/p/imf/imfwpa/2010-034.html.

Leeper, Eric and Shu-Chun Yang, "Dynamic Scoring: Alternative Financing Schemes," *Journal of Public Economics*, 92(1-2), 2008, pp. 159~182, https://EconPapers.repec.org/RePEc: eee:pubeco:v:92:y:2008:i:1-2:p:159-182.

Leeper, Eric M., "Monetary Science, Fiscal Alchemy," NBER Working Papers 16510. National Bureau of Economic Research, Inc., 2010, https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/16510.html.

_____, "Anchors Aweigh: How Fiscal Policy Can Undermine Good Monetary Policy," Monetary Policy under Financial Turbulence. Ed. by Luis Felipe Cspedes, Roberto Chang, and Diego Saravia. Vol. 16. Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series. Central Bank of Chile, 2011, pp. 411~453, https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v16c11pp411-453.html.

Leeper, Eric M., Michael Plante, and Nora Traum, "Dynamics of Fiscal Financing in the United States," *Journal of Econometrics*, 156(2), 2010, pp. 304~321, https://ideas.repec.org/ a/eee/econom/v156y2010i2p304-321.html.

Leeper, Eric M., Todd B. Walker, and Shu-Chun S. Yang, "Government Investment and Fiscal stimulus," *Journal of Monetary Economic*s, 57(8), 2010, pp. 1000~1012, https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v57y2010i8p1000-1012.html.

Lis, Eliza, Christiane Nickel, and Andrea Papetti, "Demographics and Inflation in the Euro Area: a Two-Sector New Keynesian Perspective," Working Paper Series 2382, European Central Bank, 2020, https://EconPapers.repec.org/RePEc:ecb:ecbwps:20202382.

Liu, Philip, *A Small New Keynesian Model of the New Zealand Economy*. Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper Series DP2006/03, Reserve Bank of New Zealand, 2006, https://ideas.repec.org/p/nzb/nzbdps/2006-03.html.

Liu, Xianglong, Adrian R. Pagan, and Tim Robinson, "Critically Assessing Estimated DSGE Models: A Case Study of a Multisector Model," *The Economic Record*, 94(307), 2018, pp. 349~371, https://ideas.repec.org/a/bla/ecorec/v94y2018i307p349-371.html.

Mankiw, N. Gregory and Matthew Weinzierl, "Dynamic Scoring: A Back-of-the-Envelope Guide," Journal of Public Economics 90.8-9, 2006, pp. 1415~1433, https://ideas.repec.org/a/eee/pubeco/v90y2006i8-9p1415-1433.html.

Marcet, Albert and Juan Pablo Nicolini, *Recurrent Hyperinflations and Learning*, Tech, rep, 1997.

MfE, *Climate Change Projections for New Zealand: Atmospheric Projections Based on Simulations Undertaken for the IPCC 5th Assessment 2nd Edition*, Ministry for the Environment Report, 2018, https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/media/Climate%20Change/Climate-change-projections-2nd-edition-final.pdf.

MPI, *The 2012-13 Drought: an Assessment and Historical Perspective; MPI Technical Paper No: 2012/18; Prepared for the Ministry for Primary Industries by NIWA.* 2013, https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/2013-18-The%202012-13%20drought%20an%20assessment%20and%20historical%20perspective.pdf.

NIWA, *Scenarios of Regional Drought under Climate Change*, NIWA Client Report, 2011, https://www.niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/slmacc drought sldr093 june2011.pdf.

_____, *Coastal Flooding Exposure Under Future Sea-level Rise for New Zealand,* NIWA Client Report, 2019a, https://www.deepsouthchallenge.co.nz/sites/default/files/2019-08/2019119WN DEPSI18301 Coast Flood Exp under Fut Sealevel rise FINAL%20%281%290.pdf.

_____, *New Zealand Fluvial and Pluvial Flood Exposure*, NIWA Client Report, 2019, https://www.deepsouthchallenge.co.nz/sites/default/files/2019-08/2019118WNDEPSI18301Flood%20ExposureFinal%20%281%29.pdf.

NRC, *Improving Health Care Cost Projections for the Medicare Population: Summary of a Workshop. Committee on National Statistics, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*, National Academies Press, 2010, https://books.google.com.au/books?id=YoheAgAAQBAJ.

OAG, *Commentary on He Tirohanga Mokopuna: 2016 Statement on the Long-term Fiscal Position,* Parliamentary papers presented to the House of Representatives of New Zealand by the Office of the Auditor-General, 2017, https://www.oag.govt.nz/2017/long-term-fiscal-position/docs/long-term-fiscal-position.pdf.

OECD, *OECD Economic Surveys: New Zealand 2000,* OECD Economic Surveys: New Zealand, OECD Publishing. 2000, https://books.google.com.sv/books? id=0bjKK7pWrUQC.

_____, "Tax Policy Reform and Economic Growth," 2010, p. 154. https://www.oecd-ilibrary.org/ content/publication/9789264091085-en.

_____, "Taxing Wages - New Zealand," OECD, 2021, https://www.oecd.org/tax/tax-policy/ taxing-wages-new-zealand.pdf.

Ostry, Jonathan David, Atish R. Ghosh, and Raphael A Espinoza, *When Should Public Debt Be Reduced? IMF Staff Discussion Notes 2015/010,* International Monetary Fund, 2015, https://ideas.repec.org/p/imf/imfsdn/2015-010.html.

Pagan, Adrian, "Some Econometric Analysis Of Constructed Binary Time Series," CAMA Working Papers 2005-07, Centre for Applied Macroeconomic Analysis, Crawford School of Public Policy, The Australian National University, 2005, https://ideas.repec.org/p/een/camaaa/2005-07.html.

Papetti, Andrea, "Demographics and the Natural Real Interest Rate: Historical and Projected Paths for the Euro Area," Working Paper Series 2258, European Central Bank, 2019, https://ideas.repec.org/p/ecb/ecbwps/20192258.html.

Price, Robert, Thai-Thanh Dang, and Jarmila Botev, "Adjusting Fiscal Balances for the Business Cycle: New Tax and Expenditure Elasticity Estimates for OECD Countries," OECD Economics Department Working Papers 1275, OECD Publishing, 2015, https://ideas.repec.org/p/oec/ecoaaa/1275-en.html.

QEAS, "Economic Lessons from Queensland's Severe Tropical Cyclones," Queensland Economic Advocacy Solutions Blog Entry, 2017.

Reddell, Michael and Cath Sleeman, "Some Perspectives on Past Recessions," Reserve Bank of New Zealand Bulletin 71, 2008, https://ideas.repec.org/a/nzb/nzbbul/june20082.html.

Santacreu, Ana Maria, *Reaction Functions in a Small Open Economy: What Role for Non-Traded Inflation?,* Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper Series DP2005/04, Reserve Bank of New Zealand, 2005, https://ideas.repec.org/p/nzb/nzbdps/2005-04.html.

Schmitt-Grohe, Stephanie and Martin Uribe, "Balanced-Budget Rules, Distortionary Taxes, and Aggregate Instability," *Journal of Political Economy*, 105(5), 1997, pp. 976~1000, https://ideas.repec.org/a/ucp/jpolec/v105y1997i5p976-1000.html.

_____, "Closing Small Open Economy Models," *Journal of International Economics*, 61(1), 2003, pp. 163~185, https://ideas.repec.org/a/eee/inecon/v61y2003i1p163-185.html.

Sims, Eric and Jonathan Wolff, "The Output And Welfare Effects Of Government Spending Shocks Over The Business Cycle," *International Economic Review*, 59(3), 2018, pp. 1403~1435, https://ideas.repec.org/a/wly/iecrev/v59y2018i3p1403-1435.html.

Smets, Frank and Raf Wouters, "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area," *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 2003, pp. 1123~1175, https://ideas.repec.org/a/tpr/jeurec/v1y2003i5p1123-1175.html.

Smith, Christie and Christoph Thoenissen, *Migration and Business Cycle Dynamics,* Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper Series DP2018/07, Reserve Bank of New Zealand, 2018, https://ideas.repec.org/p/nzb/nzbdps/2018-7.html.

Ter-Minassian, Teresa, *External Review of the Treasury's Policy Advice,* Tech, rep, International Monetary Fund, 2014, https://treasury.govt.nz/sites/default/files/2014-10/tfpa-2908566.pdf.

The New Zealand Treasury, *Canterbury Earthquake Fiscal Update. Treasury Report.* The New Zealand Treasury. 2014, https://treasury.govt.nz/sites/default/files/2018-02/b14-2913046.pdf.

Trabandt, Mathias and Harald Uhlig, "The Laffer Curve Revisited," *Journal of Monetary Economics*, 58(4), 2011, pp. 305~327, https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:moneco:v:58:y:2011:i:4:p:305-327.

Traum, Nora and ShuChun S. Yang, "When Does Government Debt Crowd Out Investment?," *Journal of Applied Econometrics*, 30(1), 2015, pp. 24~45, https://ideas.repec.org/a/wly/japmet/v30y2015i1p24-45.html.

Turnovsky, Stephen J., "The Transitional Dynamics of Fiscal Policy: Long-Run Capital Accumulation and Growth," *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(5), 2004, pp. 883~910, https://ideas.repec.org/a/mcb/jmoncb/v36y2004i5p883-910.html.

Turnovsky, Stephen J. and Santanu Chatterjee, "To Spend the U.S. Government Surplus or to Increase the Deficit? A Numerical Analysis of the Policy Options," *Journal of the Japanese and International Economies*, 16(4), 2002, pp. 405~435, https://ideas.repec.org/a/eee/jjieco/v16y2002i4p405-435.html.

Warne, Anders, Günter Coenen, and Kai Christoffel, "The New Area-Wide Model of the Euro Area: a Micro-Founded Open-Economy Model for Forecasting and Policy Analysis," Working Paper Series 944, European Central Bank, 2008, https://ideas.repec.org/p/ecb/ecbwps/2008944.html.

Wood, Amy, Ilan Noy, and Miles Parker, "The Canterbury Rebuild Five Years on from the Christchurch Earthquake," Reserve Bank of New Zealand Bulletin 79, 2016, pp. 1~16, https://ideas.repec.org/a/nzb/nzbbul/feb201603.html.

Woodford, Michael, "Macroeconomic Analysis Without the Rational Expectations Hypoth-esis," *Annual Review of Economics*, 5(1), 2013, pp. 303~346, https://ideas.repec.org/a/anr/reveco/v5y2013p303-346.html.

Wright, *Allan and Patrice Borda,* "Macroeconomic Fluctuations Under Natural Disaster Shocks in Central America and the Caribbean," IDB Publications Working Papers 8039, Inter-American Development Bank, 2016, https://ideas.repec.org/p/idb/brikps/8039.html.

뉴질랜드 장기재정전망 성장모형

발 행 2022년 12월 30일

발 행 인 김재진

발 행 처 한국조세재정연구원
3014⃣7⃣ 세종특별자치시 시청대로 336
TEL: 044-414-2114(代) www.kipf.re.kr

등 록 1993년 7월 15일 제2014-24호

조 판 및 인 쇄 (주)미래기획 044-866-6331

I S B N 979-11-6655-208-3

ⓒ 한국조세재정연구원 2022

* 잘못 만들어진 책은 바꾸어 드립니다.