



research  
and innovation

# 規格の経済効果

方法論のガイダンス

**Economic impact of standards**  
Methodological guidance

英和対訳  
一般財団法人 日本規格協会


## 余白ページ

注: 対訳表示印刷のための調整

The background of the page is a dark blue field. Overlaid on this is a faint, white, three-dimensional grid or mesh structure that appears to be draped or curved. Scattered throughout the scene are numerous out-of-focus, circular light spots in various colors including yellow, orange, red, pink, and light blue, creating a bokeh effect.

This report was prepared for ISO by a New Zealand-based consultancy, Business and Economic Research Limited (BERL). Its author, Konrad Hurren, is BERL's econometrician. BERL is also the author of the 2011 study to measure the economic effects of standards on the New Zealand economy, sponsored by the Standards Council of New Zealand and several industry stakeholders.





この報告書は、ニュージーランドを拠点とするコンサルタント会社であるBusiness and Economic Research Limited (BERL)によってISO向けに作成されました。その著者であるKonrad Hurren氏は、BERLの経済学者です。BERLは、ニュージーランドの規格評議会といくつかの産業界の利害関係者の後援を得たニュージーランド経済に対する規格の経済効果を測定する2011年の研究の著者でもあります。

# Contents

Executive summary.....	2
1. Introduction .....	3
2. Literature scan.....	4
2.1 Economic impact assessments.....	4
2.2 Standards.....	6
2.3 Economic impact of standards literature.....	7
3. Concepts .....	8
3.1 Stock of standards .....	8
3.2 Economic impact.....	8
4. Assumptions .....	13
5. Intuition for our suggested methodology.....	16
5.1 Motivation .....	16
5.2 Special considerations .....	17
6. Mathematical model.....	19
6.1 The high-level question: economic growth.....	19
7. Data description .....	22
7.1 A time series of standards introduced.....	22
7.2 Other data .....	22
7.3 Sources of data.....	23
7.4 Software recommendation .....	24
8. How to interpret the results.....	24
8.1 Model equations .....	24
8.2 Suggested results format.....	24
9. Example results.....	26
9.1 Equations to estimate .....	26
9.2 Caveats.....	28
10. Conclusions/recommendations.....	29
References .....	30

## Tables

Table 1 – Example results tables .....	25
Table 2 – Case study regression results.....	27

## Figures

Figure 1 – The effect of standards on an economy.....	9
Figure 2 – Circular flow model with standards.....	11

# 目次

要約 .....	2
1. 序文 .....	3
2. 文献紹介 .....	4
2.1 経済効果の評価 .....	4
2.2 規格 .....	6
2.3 規格の経済効果に関する文献 .....	7
3. 概念 .....	8
3.1 規格のストック .....	8
3.2 経済効果 .....	8
4. 仮定 .....	13
5. 提案する方法論の直観 .....	16
5.1 動機 .....	16
5.2 特別な考慮事項 .....	17
6. 数学モデル .....	19
6.1 ハイレベルな質問: 経済成長 .....	19
7. データの説明 .....	22
7.1 時系列規格の導入 .....	22
7.2 その他のデータ .....	22
7.3 データの情報源 .....	23
7.4 推奨ソフトウェア .....	24
8. 結果の解釈 .....	24
8.1 モデル式 .....	24
8.2 提案する結果フォーマット .....	24
9. 結果の例 .....	26
9.1 評価式 .....	26
9.2 補足説明 .....	28
10. 結論/推奨事項 .....	29
参考文献 .....	30

## 表

表 1 – 結果表の例 .....	25
表 2 – 回帰結果の事例 .....	27

## 図

図 1 – 規格の経済への効果 .....	9
図 2 – 規格を含めた循環フロー .....	11

## Executive summary

This report is a guidance document aimed at standards organizations around the world that are interested in assessing what impact standards have on the local economy.

The methodology presented herein has been successfully employed by a number of ISO members to estimate the economic benefits of standards. It is an application of regression, which is a statistical technique for understanding how changes in one variable affect changes in another variable.

Most standards organizations should be able to procure sufficient data and technical capacity to follow this methodology, which has been pragmatically chosen to balance statistical robustness and ease of application.

In short, the methodology involves building a model of how changes in a stock of standards over time cause an increase in total factor productivity.

The methodology has been successfully employed to estimate the economic benefits of standards.





## 要約

この報告書は、規格が地域経済にどのような影響を与えるかを評価することに関心のある世界中の規格団体を対象としたガイダンス文書です。

ここに示されている方法論は、規格の経済的恩恵を推定するために多くのISO会員によって採用されています。これは回帰分析の適用であり、ある変数の変化が別の変数の変化にどのように影響するかを理解するための統計手法です。

ほとんどの規格団体は、統計的ロバスト性と適用の容易さのバランスをとるために実用的に選択されたこの方法論に従うのに十分なデータと技術的能力を入手できるはずで

要するに、この方法論には、時間の経過に伴う規格のストックの変化が全要素生産性の向上をどのように引き起こすかについてのモデルを構築することが含まれています。

この方法論は、  
規格の経済的恩恵を  
推定するために  
採用されています。





# 1. Introduction

*“All models are wrong, some models are useful” – George Box.<sup>1)</sup>*

The purpose of this report is to provide a detailed description of a methodology to assess the economic impact of standards for a given country. Its aim is to provide adequate detail to support decision makers in confidently procuring the expertise of a practitioner in this area. Further, there is sufficient detail and intuition for a decision maker to be able to critically evaluate work produced by a practitioner and understand how to use it.

This report has two different audiences: the reader and the practitioner. The reader is a decision maker in a standards organization who must understand the context of the analysis and how to interpret results. There is sufficient intuition and detail to give the reader confidence in the methodology presented. The bulk of this report is targeted at the reader.

The second audience is the practitioner. Implementing this type of research will require significant capacity, which will likely need to be brought in from outside any given standards organization. In this report, there is sufficient mathematical and process detail to allow a practitioner to successfully implement the methodology. Some sections are targeted specifically at the practitioner but are also valuable for the reader. These are **Sections 6, 7, 8 and 9**.

**Section 2** of this report begins with a brief literature scan intended to introduce the reader to previous literature on each of three topics: economic impact analyses, standards, and the economic impact of standards. **Section 3** introduces key concepts required to understand not just the methodology, but the reason for following it, whilst **Section 4** details some assumptions explicitly made in the methodology and provides an argument to defend each one.

This is followed by a comprehensive description of the intuition behind regression modelling in **Section 5**, the key technique in the methodology. **Section 6** contains a mathematical description of a general model for estimating the impact of standards. Included in this section is a discussion on how to account for various complexities, including multiple variables and data that is collected over time. Following the description of regression is a description of the data required to carry out the methodology successfully in **Section 7**. **Section 8** provides guidance for interpreting the results. Finally, **Section 9** includes an example of the methodology, taken from BERL's analysis of the impact of standards in 2011. This example describes step by step how BERL built and fitted the model, with detailed guidance on how to interpret the results.

The methodology presented in this report has been chosen to balance statistical robustness with ease of adoption and interpretation. It is intended to be applicable to the widest range of organizations possible and is agnostic to imperfections in data. The methodology relies on relationships between variables. It is worth noting upfront that, as long as a practitioner can justify that the choice of variables is related to the variable of interest, the methodology will be useful.

1) George Box (1919-2003) was an important figure in the development of econometrics and statistical theory; this quote is generally attributed to him.

# 1. 序文

「すべてのモデルは間違っています。一部のモデルは便利です。」 – George Box <sup>1)</sup>

この報告書の目的は、特定の国の規格の経済効果を評価するための方法論の説明を提供することです。その意図は、この分野の専門技術者からの専門知識を、自信を持って収集できるように、意思決定者をサポートするための適切な詳細を提供することです。さらに、意思決定者が専門技術者によって作成された分析を批判的に評価し、それを使用する方法を理解できるようにするための十分な詳細と直観も述べられています。

この報告書には、読者と専門技術者という2つの異なる対象者がいます。読者は、分析の内容及び結果の解釈方法を理解しなければならない規格団体の意思決定者です。提示された方法論に、読者に自信を与えるのに十分な直観と詳細が述べられています。この報告書の大部分は読者を対象としています。

二番目の対象は専門技術者です。この種の調査を実施するには、かなりの能力が求められます。これは、どこの規格団体であれ、外部から導入する必要がある可能性があります。この報告書には、専門技術者が方法論をうまく実装できるようにするための十分な数学的およびプロセスの詳細があります。一部の章は、特に専門技術者を対象としていますが、読者にとっても価値があります。これらは、**第6, 7, 8, および9章**です。

この報告書の**第2章**は、経済効果分析、規格、および規格の経済効果の三つのテーマのそれぞれに関する以前の文献を読者に紹介することを目指すとした簡単な文献紹介から始まります。**第3章**では、方法論だけでなくそれに従う理由を理解するために求められる主要な概念を紹介し、**第4章**では、方法論で明示的に行われるいくつかの仮定を詳しく説明し、それぞれの正当性を示す議論を提供します。

続いて**第5章**で、方法論の主要な手法である、回帰モデルの背後にある直観について包括的に説明します。**第6章**には、規格の影響を推定するための一般的なモデルの数学的説明が含まれています。この章には、複数の変数や時間の経過とともに収集されるデータなど、さまざまな複雑さを説明する方法についての議論が含まれています。回帰モデルの説明に続いて、**第7章**で、方法論を正常に実行するために必要なデータの説明があります。**第8章**は、結果を解釈するためのガイダンスを提供します。最後に、**第9章**には、2011年の規格の影響に関するBERLの分析から得られたこの方法論の適用例が含まれています。この例では、BERLがモデルを構築および適合させた方法を段階的に説明し、結果の解釈の仕方に関する詳細なガイダンスを示します。

この報告書に示されている方法論は、統計的ロバスト性と採用および解釈の容易さのバランスをとるために選択されました。これは、可能な限り幅広い組織に適用できるように意図されており、データの欠陥に影響されません。方法論は、変数間の関係に依存しています。専門技術者が変数の選択が対象の変数に関連していることを正当化できる限り、方法論が有用であることを前もって留意する価値があります。

1) George Box (1919-2003) は、計量経済学と統計理論の発展において重要な人物でした。この引用文は一般的に彼の言葉とされています。

## 2. Literature scan

This section introduces the reader to the techniques that are most relevant for undertaking an assessment of the economic impact of standards.

### 2.1 Economic impact assessments

Economic impact assessment techniques lie in the realm of applied analysis. This is reflected in the number of reports from various consulting firms assessing the economic impact of different projects in their region.

There are three general methodologies (techniques) for assessing the economic impact of any project or policy (including standards, as covered in this report):

1. Regression analysis
2. Multiplier modelling
3. Computable general equilibrium modelling

This literature scan is intended to be a brief introduction to the techniques widely used to assess the economic impact of any project or policy. The literature scanned did not contain any writings on standards or their impact.

#### Regression analysis

Regression analysis is the methodology chosen by BERL and presented in the main of this report. The fundamental criterion for methodology selection was that it needs to balance complexity and cost of implementation with statistical robustness. A linear regression method does this well.

Regression analysis is a statistical technique for teasing out the correlation between variables. Allen (1997) and Barnes (1998) trace the history of the technique to the late 19<sup>th</sup>-century scientist Francis Galton. For more history concerning the technique, the reader should see Stigler (1986).

Regression is the subject of **Section 5** where there is a deeper discussion of this method. For now, regression can be understood as a methodology for finding the best straight line that captures the relationship between one variable of explicit interest and a number of other variables. For example, a farmer might be interested in the relationship between the age of cattle and their milk yield. The milk yield is the variable of explicit interest and the age of the cattle is the variable which explains it. For this, a linear regression analysis would find the straight line which best describes the relationship.

Regression's use in economics is quite recent. One frequently cited paper (and author) is Card (1990). This paper looks at estimating the effect on employment and wages for lower-skilled workers in the city of Miami (Florida, USA) following a period of rapid migration of people from Cuba. This period of rapid migration is called the Mariel Boat Lift. The specific model employed is a logarithmic regression, which is similar to the model presented in this report for estimating the impact of standards on economic growth.

One of the most widely researched questions in econometrics is the effect increasing education has on wages. On this subject, Mocan (2014) looks at the return to education in Turkey following some significant educational reforms in the country and its impact on wages. The analysis is completed using a



## 2. 文献紹介

この章では、規格の経済効果の評価を行うために最も関連性のある手法のいくつかを読者に紹介します。

### 2.1 経済効果の評価

経済効果の評価手法は、応用分析の分野に属します。これは、地域のさまざまなプロジェクトの経済効果进行评估する様々なコンサルティング会社からの報告書の数に反映されています。

プロジェクトまたはポリシー（この報告書で対象としている規格を含む）の経済効果进行评估するための3つの一般的な方法論（手法）があります。

1. 回帰分析
2. 乗数モデリング
3. 応用一般均衡モデリング

この文献紹介は、プロジェクトまたはポリシーの経済効果进行评估するために広く使用されている手法の簡単な紹介を目的としています。紹介する文献には、規格またはその影響に関する記述は含まれていませんでした。

#### 回帰分析

回帰分析は、BERLによって選択され、この報告書で主に示される方法論です。方法論を選択するための基本的な基準は、実装の複雑さとコスト、及び統計的ロバスト性ととのバランスをとる必要があるということです。線形回帰法はこれをうまく行います。

回帰分析は、変数間の相関関係を明らかにするための統計手法です。Allen（1997）とBarnes（1998）は、この手法の歴史を19世紀後半の科学者Francis Galtonにまでさかのぼりました。この手法に関する歴史的詳細については、Stigler（1986）を参照してください。

回帰は第5章の主題であり、この方法についてより深く議論されています。今のところ、回帰は、明示的に関心のある1つの変数と他の多くの変数との関係を捉える最良の直線を見つけるための方法論として理解できます。たとえば、農家は牛の年齢と乳量の関係に関心があるかもしれません。乳量は明確な関心の変数であり、牛の年齢はそれを説明する変数です。このため、線形回帰分析は、関係を最もよく表す直線を見出します。

経済学において回帰が使用されだしたのはごく最近です。頻繁に引用される論文（および著者）の1つは、Card（1990）です。この論文は、キューバからの人々の急速な移住の期間の後、マイアミ市（フロリダ州、アメリカ）の低熟練労働者の雇用と賃金への影響を推定することを検討しています。この急速な移住の期間は、Mariel Boat Liftと呼ばれます。採用された特定のモデルは対数回帰であり、これは、経済成長に対する規格の効果を推定するためのもので、この報告書で提示されているモデルに類似しています。

計量経済学で最も広く研究されている設問の1つは、教育の増加が賃金に与える影響です。この主題に関して、Mocan（2014）は、トルコのいくつかの重要な教育改革後のトルコの教育への見返りと、それが賃金に与える影響について考察しています。分析は、Card（1990）やこの報告書に示されている方法論と同様に、対数回帰を使用して完成さ







logarithmic regression, much like Card (1990) and the methodology presented in this report. Throughout the presented methodology, Wooldridge (2020) is referenced. This textbook is, in our opinion, the best fit for the regression methodology presented and any readers seeking to explain regression methodology in more detail are encouraged to consult this source.

### Multiplier modelling

This method can be traced back to Wassily Leontief who was awarded a Nobel Prize in 1973 for the work that made multiplier modelling possible.<sup>1)</sup> The intuition of this technique is that we can create, using official statistics, a snapshot of the way the economy works. From this snapshot, we can calculate a set of numbers called “multipliers”. These multipliers are combined with data on what happened, economically, during an event used to approximate the full effect of a change in an economy.

Applying the multipliers, an analyst can simulate a particular industry, policy or activity. For example, in 2019, the Commercial Real Estate Development Association (NAIOP) Research Foundation in Canada published

an analysis of the economic impact of the Canadian commercial real-estate industry.<sup>2)</sup>

### Computable general equilibrium modelling

Computable general equilibrium (CGE) modelling is a method for constructing and comparing multiple states of a given economy, under different assumptions. This method can be traced back to a mathematician/economist called Leif Johansen. Dixon et al. (2016) offer a detailed description of the history of CGE modelling.

This method of analysis makes use of a set of equations that approximate an entire economy (local or global). The equations are then solved under a set of assumptions that describe some policy change or programme. One example of CGE modelling is offered by Giesecke et al. (2007). This paper is an assessment of the economic impact of the 2000 Olympic Games in Sydney, Australia, using a CGE approach. In another study, Nam et al. (2010) examine the economic and welfare costs of air pollution in Europe using a global CGE model that included modelling of air quality and associated health costs.

1) See [www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1973/leontief/biographical/](http://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1973/leontief/biographical/)

2) See [www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Reports/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018](http://www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Reports/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018)



せています。提示されている方法論全体を通して、Wooldridge (2020) が参照されています。この教科書は、私たちの意見では、提供する回帰方法論に最適であり、回帰方法論のより詳細な説明を求めている読者は、この文献を参照すると良いでしょう。

## 乗数モデリング

この方法は、乗数モデリングを可能にした業績で1973年にノーベル賞を受賞したWassily Leontiefにまでさかのぼることができます<sup>1)</sup>。この手法の直観は、公式統計を使用して、経済動向のスナップショットを作成できることです。このスナップショットから、「乗数」と呼ばれる一連の数値を計算できます。これらの乗数は、経済の変化の完全な効果を概算するために使用されるイベント中に、経済的に何が起こったかに関するデータと組み合わせられます。

乗数を適用することで、特定の業界、ポリシー、または活動のシミュレーションを行なうことができます。たとえば、2019年に、カナダの商業用不動産開発協会 (NAIOP) 研究財団は、カナダの商

業用不動産業界の経済効果の分析を発表しました<sup>2)</sup>。

## 応用一般均衡モデリング

応用一般均衡 (CGE) モデリングは、さまざまな仮定の下で、特定の経済の複数の状態を構築および比較するための方法です。この方法は、Leif Johansenと呼ばれる数学者/経済学者にまでさかのぼることができます。Dixon et al. (2016) は、CGEモデリングの歴史の詳細な説明を示しました。

この分析方法では、経済全体（ローカルまたはグローバル）を近似する一連の方程式を利用します。次に、方程式は、ポリシーの変更またはプログラムを説明する一連の仮定の下で解かれます。CGEモデリングの一例は、Gleescke et al. (2007) によって提示されています。この論文は、CGEアプローチを使用した、オーストラリアのシドニーでの2000年オリンピックの経済効果の評価です。別の研究では、Nam et al. (2010) が、大気品質と関連する健康コストのモデリングを含むグローバルCGEモデルを使用して、ヨーロッパの大気汚染の経済的および福祉的成本を調べました。

1) [www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1973/leontief/biographical/](https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1973/leontief/biographical/) 参照

2) [www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Reports/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018](https://www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Reports/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018) 参照



Standards provide  
the means to  
disseminate  
innovation and good  
market practices to  
companies.



## 2.2 Standards

Safety, interoperability, quality and the prevention of adverse incidents have been primary concerns in the development of standards to date. However, now concerns have expanded to consider other aspects such as a product's life cycle and the impact on the environment and society (The Conference Board of Canada, 2007).

In terms of economic well-being, the World Trade Organization (WTO) argues “[s]tandards are necessary for the smooth functioning of anonymous exchanges – and, therefore, for the efficient functioning of the market” (WTO, 2005). The adoption of standards also ensures the compatibility of inputs, parts and components in industries where the final product is assembled (WTO, 2005). Hence, standards adoption can distil knowledge, provide a common language for discussion and help solve some externality problems (Centre for International Economics, 2006). Standards can also work in tandem with innovation – they provide the means to disseminate innovation and good market practices to companies (AFNOR, 2009). Standards therefore facilitate the efficient functioning of markets and prevent market failure.

As general guidance, the Standards Council of New Zealand argues that New Zealand needs standards to:

- ▶ Keep people safe and prevent accidents and injuries
- ▶ Support quality regulation
- ▶ Minimize the impact of potential disasters, improve the quality of goods and services, protect the environment, and boost economic growth and trade opportunities by connecting New Zealand to international markets
- ▶ Minimize unnecessary duplication, confusion and inconsistencies
- ▶ Support policy development and implementation
- ▶ Aid user understanding by writing highly technical information in a document

These apply to most countries.

規格は、企業に  
イノベーションと  
市場のグッドプラクティス  
を普及する手段を  
提供します。



## 22 規格

安全性、相互運用性、品質、および有害事象の防止は、これまでの規格開発における主要な関心事でした。しかし、現在、製品のライフサイクルや環境や社会への影響など、他の側面を考慮する方向に関心が高まっています（カナダ会議評議会，2007）。

経済的幸福の観点から、世界貿易機関（WTO）は、「匿名の取引が円滑に機能し、したがって市場が効率的に機能するためには、規格が必要である」と主張しています（WTO，2005）。規格の採用により、最終製品が組み立てられる産業界でのインプット、部品、およびコンポーネントの互換性も保証されます（WTO，2005）。したがって、規格の採用は知識を抽出し、議論のための共通言語を提供し、いくつかの外部性の問題を解決するのに役立ちます（国際経済学センター，2006）。規格はイノベーションと連携して機能することもできます。規格は、企業にイノベーションと市場のグッドプラクティスを普及する手段を提供します（AFNOR，2009）。したがって、規格は市場の効率的な機能を促進し、市場の衰退を防ぎます。

一般的なガイダンスとして、ニュージーランドの規格評議会は、ニュージーランドには以下の規格が必要であると主張しています。

- ▶ 人の安全を守り、事故や怪我を防ぐ
- ▶ 品質規制をサポートする
- ▶ ニュージーランドを国際市場にリンクさせ、潜在的な災害の影響を最小限に抑え、商品とサービスの品質を向上させ、環境を保護し、経済成長と貿易機会を促進する
- ▶ 不要な重複、混乱、矛盾を最小限に抑える
- ▶ ポリシーの開発と実装を支援する
- ▶ 高度な専門情報を文書に書き込むことで、ユーザーの理解を助ける

これらはほとんどの国に適用可能です。



## 2.3 Economic impact of standards literature

ISO has published a report summarizing the results of ISO members' research on the impact of standards on their national economies (**Standards and economic growth: ISO members' research on the impact of standards on their national economies**, 2021). This research investigates the economic benefits of standards in nine regions of the globe (eight individual countries and the Nordic countries). Every analysis considered by ISO reported positive effects of an increased stock of standards on economic growth.

Below, we present summaries of a selection of studies on the impact of standards on economic growth.

### Europe

Blind et al. (2021) examine the long-term impact of the stock of standards on economic growth in eleven EU-15 countries between 1981 and 2014 using panel cointegration techniques. The details of the econometric techniques employed are similar in spirit to the regression analysis presented below, although Blind et al. (2021) is much more complex. Prior to that study, Jungmittag, Blind and Grupp (1999) had used German data from 1961 to 1996 to illustrate how standards may be an important factor in determining aggregate economic activity and, as a result, productivity growth.

A study by Hogan et al. (2015) on the British Department of Trade and Industry (DTI) using British data from 1921 to 2013 came to similar conclusions. This project provided benchmark estimates of the impact of public standards on technology change, considered standards and the international transmission of technology, and questioned whether standards enable or constrain innovation. It used an econometric model (Cobb-Douglas) to show there is a measurable association between the stock of standards and productivity growth in the United Kingdom.

The Association française de normalisation (AFNOR), for its part, undertook a macroeconomic and microeconomic analysis to demonstrate the need for French companies to become more involved in voluntary standards work. In their macroeconomic analysis, a similar methodology to that employed in the Conference Board of Canada (2007) and the British Department of Trade and Industry (2005) studies was employed. AFNOR argued that the contribution of standards to macroeconomic performance has been under-researched in France. This study aimed to measure the effects of voluntary standards on economic activity and fill some of the gaps in current research.

### Australia

The Centre for International Economics (2006) used Australian data from 1962 to 2003 to comprehensively assess the role of standards in the economy. This study reviewed macroeconomic data to determine if a statistical relationship exists between the stock of standards in Australia and productivity. It also completed four case studies on standards or groups of standards in the mining, water and electrical industries, and the risk management standard. Two Australian standards data sets were used: the annual number of new and revised standards published each year, and the total stock of current standards.

### Canada

The Conference Board of Canada (2007) undertook a study to examine the impact of standardization on the Canadian economy. This study reviewed standards-oriented economics literature, an empirical analysis of the impact of the collection of standards on Canadian labour productivity, a series of interviews with Canadian business leaders, and two case studies on the benefits of selected aspects of standardization. This research methodology was based on that used in Germany and the United Kingdom, and adapted to the Canadian situation. The Standards Council of Canada (2021) used the same methodology to quantify the benefits of standards to the Canadian economy over the time frame 1981-2019.

### China

Briefly departing from looking at how increasing the stock of standards improves economic growth, Zhang et al. (2019) examined the effect of standards development on economic growth, and trade, in China. The analysis also examined, empirically, the direction of relationship. The central question is: "What effect does standards development have on economic growth, and what effect does economic growth have on standards development?" It was found that standards development positively influences economic growth, and economic growth positively influences standards development.

## 23 規格の経済効果に関する文献

ISOは、規格が自国の経済に与える影響に関するISO会員の調査結果をまとめた報告書を発行しています（**規格と経済成長：国内経済への規格の影響についてISO会員の研究**，2021）。この研究では、世界の9地域（個別の8か国と北欧諸国）における規格の経済的な恩恵を調査しました。ISOによって検討されたすべての分析は、規格のストックの増加が経済成長に対してプラスの効果があると報告しました。

以下に、規格の経済成長に対する効果に関するいくつかの研究の要約を示します。

### ヨーロッパ

Blind et al. (2021) は、パネル共和分手法を使用して、1981年から2014年までのEU 15か国中の11か国の経済成長に対する規格のストックの長期的影響を調べました。採用された計量経済学的手法の詳細は、以下に示す回帰分析と精神的に類似していますが、Blind et al. (2021)の方がはるかに複雑です。その研究の前に、Jungmittag, Blind and Grupp (1999) は、1961年から1996年までのドイツのデータを使用して、規格が総経済活動と、その結果としての生産性の成長を決定する重要な要因となる可能性があることを示しました。

英国貿易産業省（DTI）のHogan et al. (2015)による研究は、1921年から2013年までのイギリスのデータを使用し、同様の結論に達しました。このプロジェクトは、テクノロジーの変化に対する公的規格の効果のベンチマーク推定を提供し、規格とテクノロジーの国際的な伝達を検討し、規格がイノベーションを可能にするか制約するかについての疑問を投げかけました。計量経済モデル（Cobb-Douglas）を使用して、イギリスの規格のストックと生産性の伸びの間に測定可能な関連があることを示しました。

フランス規格協会（AFNOR）は、その役目として、フランス企業が自主的な規格業務により深く関与する必要性を実証するために、マクロ経済およびミクロ経済分析を実施しました。このマクロ経済分析では、カナダ会議評議会（2007）および英国貿易産業省（2005）の研究で採用されたものと同様の方法論が採用されました。AFNORは、フランスでは規格のマクロ経済パフォーマンスへの寄与は研究中であると述べました。この研究は、経済活動に対する自主的な規格の効果を測定し、現在の研究のいくつかのギャップを埋めることを目的としていました。

### オーストラリア

国際経済学センター（2006）は、1962年から2003年までのオーストラリアのデータを使用して、経済における規格の役割を包括的に評価しました。この研究では、マクロ経済データを紹介して、オーストラリアの規格のストックと生産性の間に統計的關係が存在するかどうかを判断しました。また、鉱業、水、電気業界、およびリスクマネジメントの規格または一連の規格に関する、計4件のケーススタディも完了しました。2セットのオーストラリアの規格データが使用されました。これは、毎年発行される新規格と改訂規格の年間数と、現在の規格の総ストックです。

### カナダ

カナダ会議評議会（2007）は、標準化がカナダ経済に与える影響を調べるための研究を実施しました。この研究では、規格指向の経済学の文献、一まとまりの規格がカナダの労働生産性に与える影響の経験的分析、カナダのビジネスリーダーへの一連のインタビュー、および標準化の選択された側面での恩恵に関する2件のケーススタディを紹介しました。この調査方法は、ドイツとイギリスで使用された方法に基づいていて、カナダの状況に適合しています。カナダ規格評議会（2021）は、同じ方法論を使用して、1981年から2019年の期間にわたるカナダ経済への規格の恩恵を定量化しました。

### 中国

規格のストックを増やすことが経済成長をどのように改善するかを見ることからしばしば離れて、Zhang et al. (2019) は、中国の経済成長と貿易に対する規格開発の影響を調査しました。分析はまた、関係の方向性を経験的に調べました。主要な問いは、「規格開発は経済成長にどのような影響を及ぼし、経済成長は規格開発にどのような影響を及ぼすか」です。規格開発は経済成長にプラスの影響を与え、経済成長は規格開発にプラスの影響を与えることがわかりました。

## 3. Concepts

This section introduces the key concepts for understanding economic impact and economic modelling. First, it is useful to introduce the idea of economic impact and the concept of a circular flow model, with standards included for context.

After establishing this basic idea of an economy, the ideas of what GDP is and how standards can increase productivity (the amount of GDP produced per unit of input) can be introduced. Finally, the idea of the circular flow and productivity need to be formalized. The result of this formalization is the Cobb-Douglas production function.

### 3.1 Stock of standards

The “stock of standards” is a term used in this report to refer to how standards could be measured in a way that is useful for the presented methodology. It is consistent with the treatment of standards in most of the studies referenced in this report and collated by ISO. Across the studies, the “stock of standards” is defined as the “sum of all published standards up to the end of a specific year minus the sum of standards that has been withdrawn up to the end of that year”. (NBN, 2020)

### 3.2 Economic impact

The primary purpose of examining economic impact through this analysis is to understand and demonstrate the benefits of standards. Economic impact analysis is done from the perspective of evaluating a proposed or actual policy or activity (such as standardization) to establish whether it provides a benefit. The methodology in general seeks to both simplify and add objectivity to executive decisions by focusing on quantitative analysis.

#### 3.2.1 The specific methodology described in the report is also quantitative in focus.

#### Traditional economic modelling: Circular flow

Economists utilize a circular model of the economy that focuses on the flows (transactions) between: markets for goods and factors of production, households, businesses, government, and international markets. These transactions are the flows in an economy.

This model conceives the economy as made up of different sectors. There are the sectors that sell labour (households), those that sell products, and those that sell other inputs. In the course of a well-functioning economy, each sector transacts with other sectors. For example, the business sector might buy labour from households, and pay wages, while households might pay taxes to government and receive goods like a legal system and roads.

It is instructive to include standards that underpin flows in any given economy. Standards improve the operation of the economic model by:

- ▶ Reducing the risk for consumers of buying products
- ▶ Reducing the risks for different businesses combining intermediate products
- ▶ Reducing risk to those businesses employing any of the factors of production

The following diagram (see **Figure 1**) from *Zhang et al. (2019)* is instructive in explaining how standards improve economic growth through multiple complex mechanisms. It is concerned with standards development, but the same pathways are influenced by the stock of standards as well.

## 3. 概念

この章では、経済効果と経済モデリングを理解するための重要な概念を紹介します。まず、経済効果の考え方と循環フローモデルの概念を紹介しますが、この内容に規格を含めると役立ちます。

経済のこの基本的な考え方を確立した後に、GDPとは何か、規格が生産性（単位インプットあたり生産されるGDPの量）をどのように向上させることができるかについての考え方を紹介します。最後に、循環フローと生産性の考え方を形式化する必要があります。この形式化の結果は、コブ-ダグラス型生産関数となります。

### 3.1 規格のストック

「規格のストック」は、提案する方法論に役立つ規格の測定方法を指すために、この報告書で使われる用語です。これは、この報告書で参照されるISOによって照合されたほとんどの研究における規格の取り扱いと一致しています。研究全体で、「規格のストック」とは、「特定の年の終わりまでに発行されたすべての規格の合計から、その年の終わりまでに廃止された規格の合計を引いたもの」として定義されます。（NBN, 2020）

### 3.2 経済効果

この分析を通じて経済効果を調べる主な目的は、規格の恩恵を理解して実証することです。経済効果分析は、提案されたまたは既存のポリシー、または活動（標準化など）を評価して、それが恩恵をもたらすかどうかを確認するという観点から行われます。一般に、この方法論は、定量分析に焦点を当てることにより、経営の意思決定を簡素化し、客観性を高めることを目的としています。

### 3.2.1 本報告書に記載されている特定の方法論も、定量性に焦点を当てています

#### 従来の経済モデリング： 循環フロー

経済学者は、商品市場と生産要素、家庭、企業、政府、および国際市場の間のフロー（取引）に焦点を当てた経済の循環モデルを利用します。これらの取引は経済のフローです。

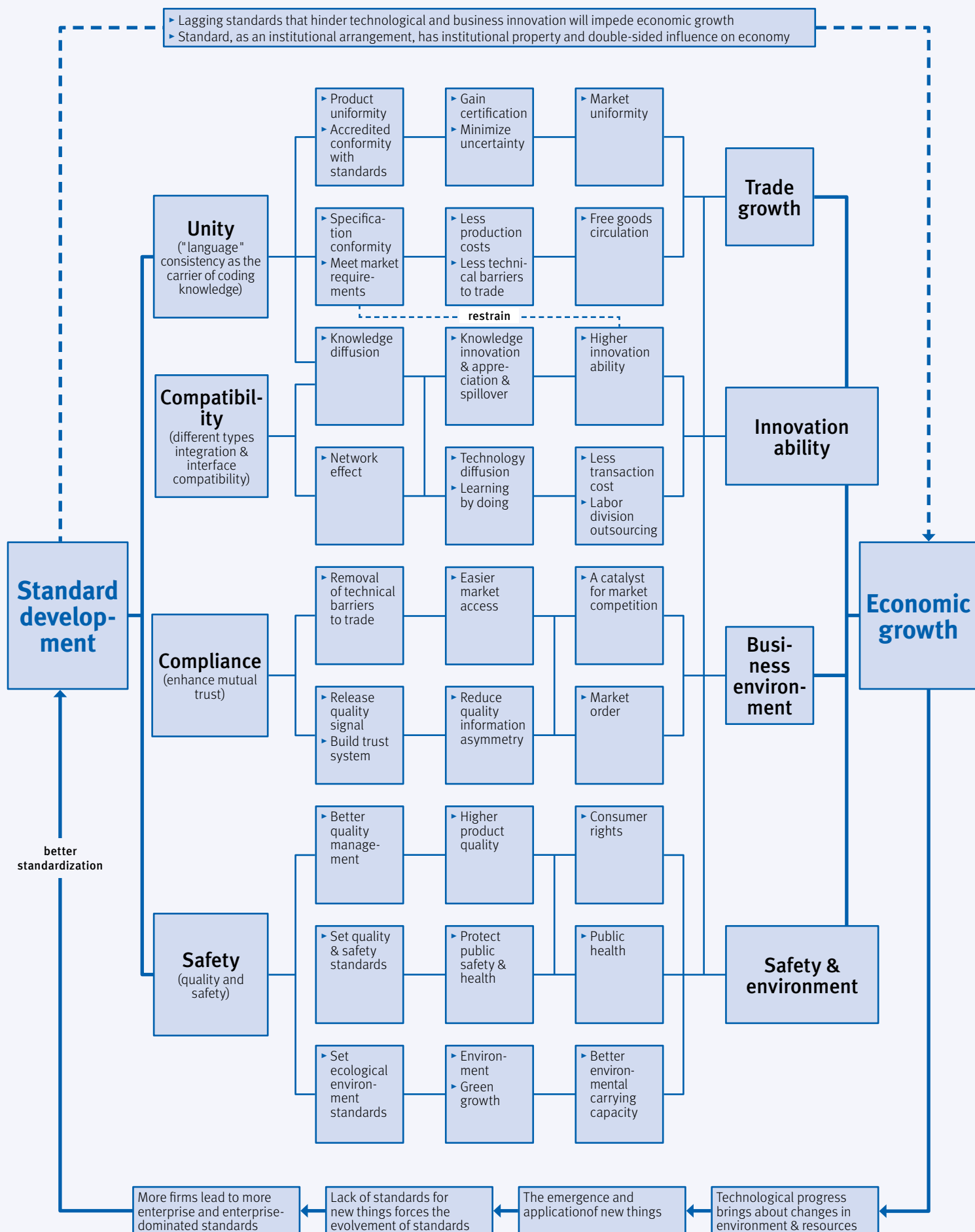
このモデルでは、経済をさまざまな部門で構成されていると考えています。労働を売る部門（家庭）、商品売る部門、その他のインプットを売る部門があります。経済がうまく機能している過程では、各部門は他の部門と取引を行います。たとえば、企業部門は家庭から労働を購入して賃金を支払う一方で、家庭は政府に税金を支払い、法制度や道路利用などの商品を受け取ることができます。

特定の経済におけるフローを支える規格を含めると有益です。規格は、次の方法で経済モデルの運用を改善します。

- ▶ 製品を購入する際の消費者のリスクの軽減
- ▶ 中間製品を組み合わせるさまざまなビジネスのリスクの軽減
- ▶ 生産要素のいずれかを採用している企業へのリスクの軽減

Zhang et al. (2019) による以下の図（図1を参照）は、規格が複数の複雑なメカニズムを通じて経済成長をどのように改善するかを説明するのに役立ちます。これは規格の開発に関係していますが、同じ経路が規格のストックによっても影響を受けます。





**Figure 1 – The effect of standards on an economy**

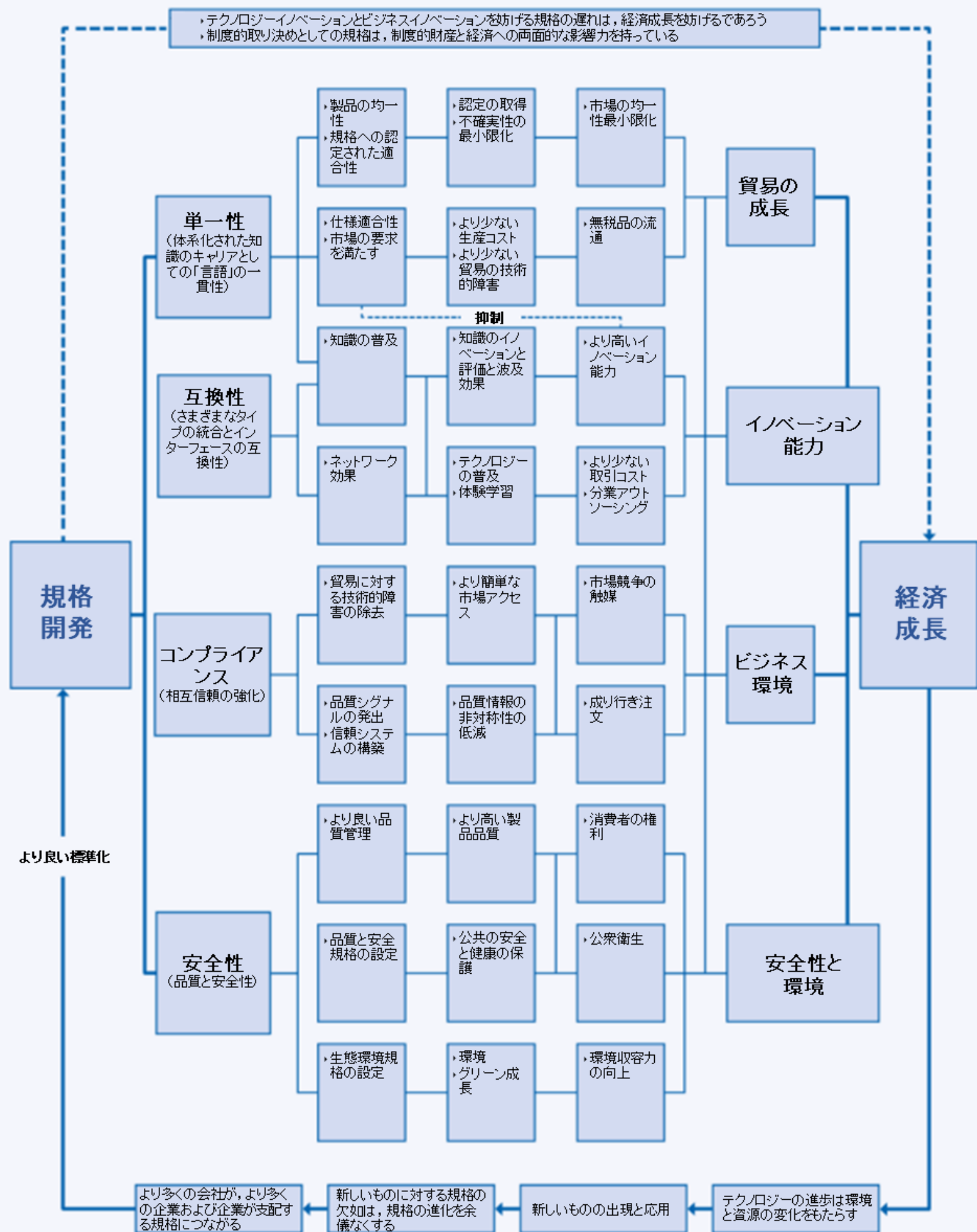
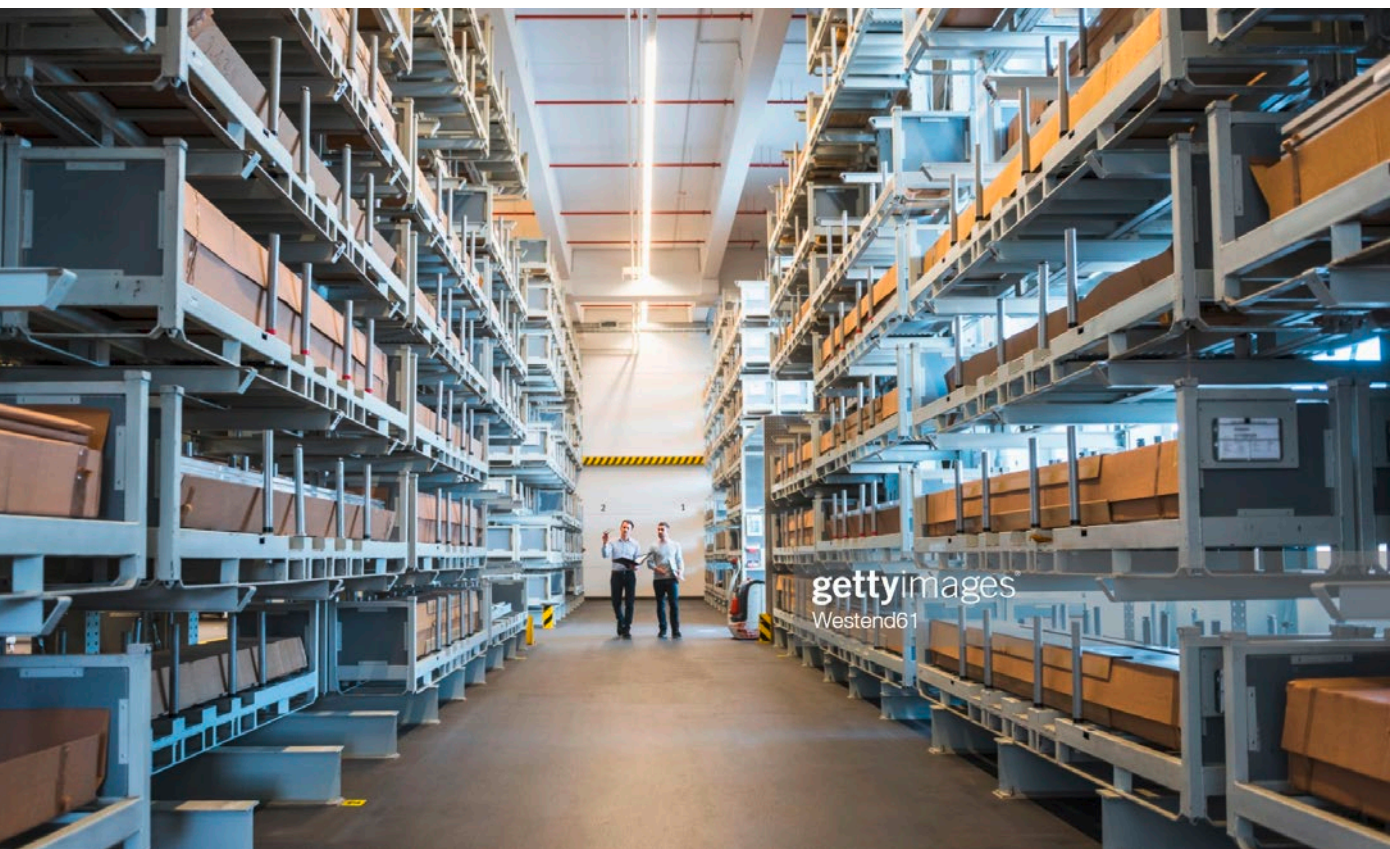


図1ー規格の経済への効果



**Figure 2** is a diagram BERL designed to describe the circular flow model. Because standards underpin a well-functioning economy, the diagram explicitly includes the stock of standards as a structure enveloping the rest of the economy.

In the interest of keeping the diagram readable, it focuses on those standards affecting businesses and products, and businesses and workers in the labour market. It is worth stressing that, in reality, standards affect every transaction in the circular flow model to one degree or another.

## GDP

As the transactions between markets for goods and factors of production, households, businesses, government, and international markets repeat over time, the economy grows. This is the motivation for the measure of GDP. To measure GDP, a statistics department usually starts by measuring the market value of household spending on goods and services consumed, including exports and imports.

## Productivity

The idea that transactions repeat over time and contribute to a growing economy also leads to the question of

“how much production we are getting per input”. This is what economists call *productivity*. Loosely understood, it is how much product you get for each of any given input (or combination of inputs). Productivity in the simplest terms means making more with less.

In economics, inputs are grouped into two categories: labour and capital. *Labour* is the power and number of workers and *capital* is the number and value of physical objects that produce outputs. Measuring productivity of any factor is a simple case of dividing how much was produced by how much input was used. For instance, to measure labour productivity, take an estimate of what was produced and divide it by how much labour was used.

Likewise, to find capital productivity, divide what was produced by how much capital went into it. As an example, imagine a single machine produces USD 400 value of goods; the machine is worth USD 4 000. Capital productivity in this case would be USD 0.1 value of goods for each USD 1 of capital.

The next concept builds on this simple introduction to productivity. It tackles the concept of considering how much can be produced, given all inputs in total. It is commonly called total factor productivity.



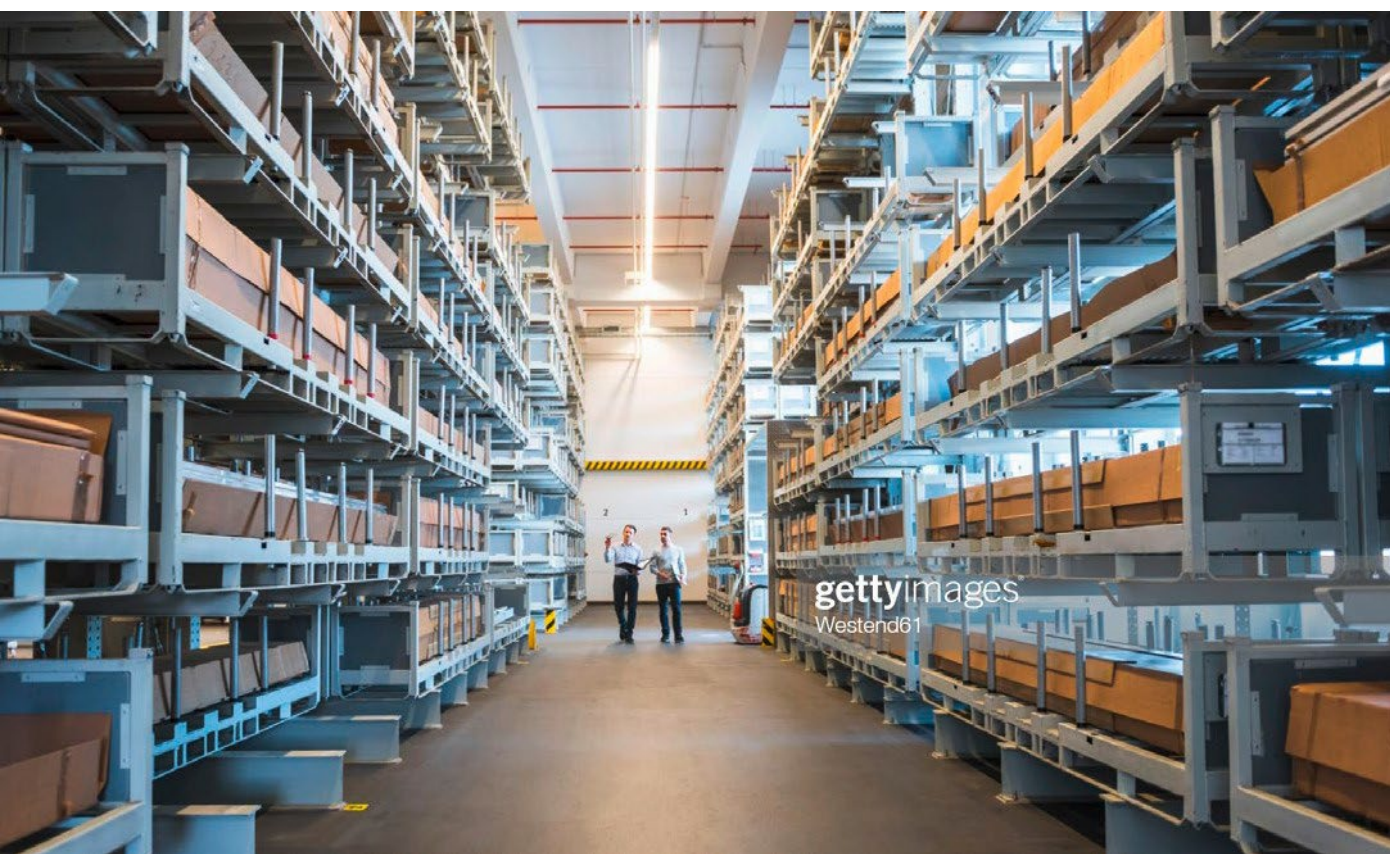


図2は、BERLが循環フローモデルを説明するために設計した図です。規格は経済が十分に機能するように支えているので、図には、残りの経済を包む構造として規格のストックが明白に含まれています。

図を見やすくするために、ビジネスと製品、および労働市場のビジネスと労働者に影響を与える規格に焦点を当てています。実際には、規格は循環フローモデルのすべての取引にある程度は影響を与えることを強調しておく価値があります。

## GDP

製品市場と生産要素、家庭、企業、政府、および国際市場の間の取引が時間の経過とともに繰り返されるにつれて、経済は成長します。これがGDP測定の動機です。GDPを測定するために、統計部門は通常、輸出入を含む、消費された商品とサービスに対する家計支出の市場価値を測定することから始めます。

## 生産性

取引が時間の経過とともに繰り返され、経済成長に寄与するという考えは、「単位インプットあたりどれだけの生産を得るか」という疑問にもつながります。これは、経済学者が生産性と呼ぶもの

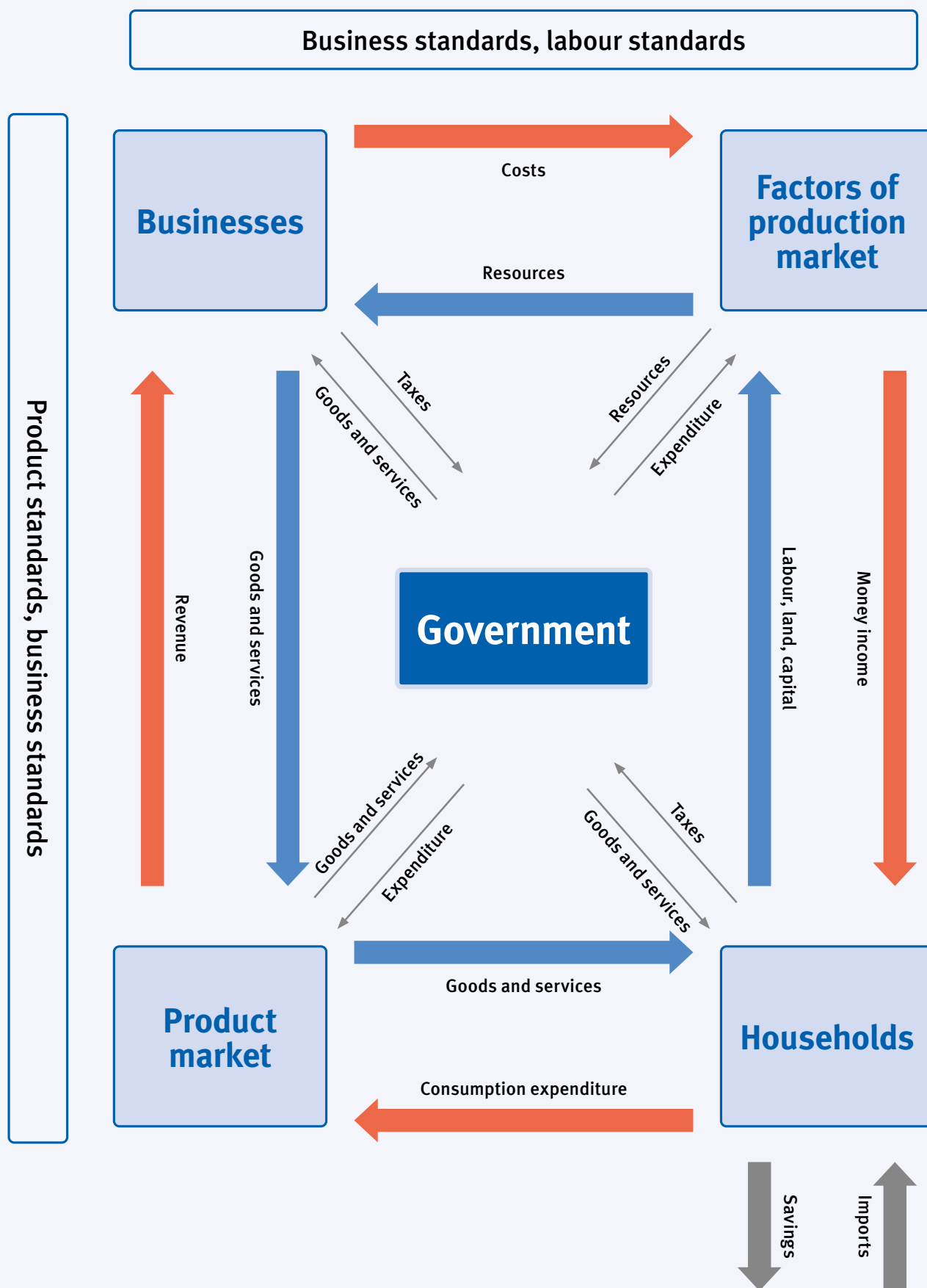
です。大まかに理解すると、特定のインプット（またはインプットの組み合わせ）ごとに得られる製品の量を指します。簡単に言うと、生産性とは、少ない労力で生産を高める指標を意味します。

経済学では、インプットは労働と資本の2つのカテゴリーに分類されます。労働は労働者の力と数であり、資本はアウトプットを生み出す物理的な物体の数と価値です。任意の要素の生産性を測定することは、生成されたアウトプット量を使用されたインプット量で割るという単純なことです。たとえば、労働生産性を測定するには、生産されたものを推定し、それを使用された労働量で割ります。

同様に、資本生産性を求めるには、生産されたものをそれに投入された資本の量で割ります。例として、1台の機械で400米ドル相当の商品が生産されると想像してください。機械の価値は4000米ドルです。この場合の資本生産性は、資本1米ドルごとに商品の0.1米ドルの価値になります。

次の概念は、この生産性の簡単な紹介に基づいています。これは、すべてのインプットを合計して、どれだけの量を生産できるかを検討するという概念に取り組みます。これは、一般に、全要素生産性と呼ばれます。





**Figure 2** – Circular flow model with standards<sup>1)</sup>

1) Adapted from multiple textbook images; addition of standards originated by BERL.

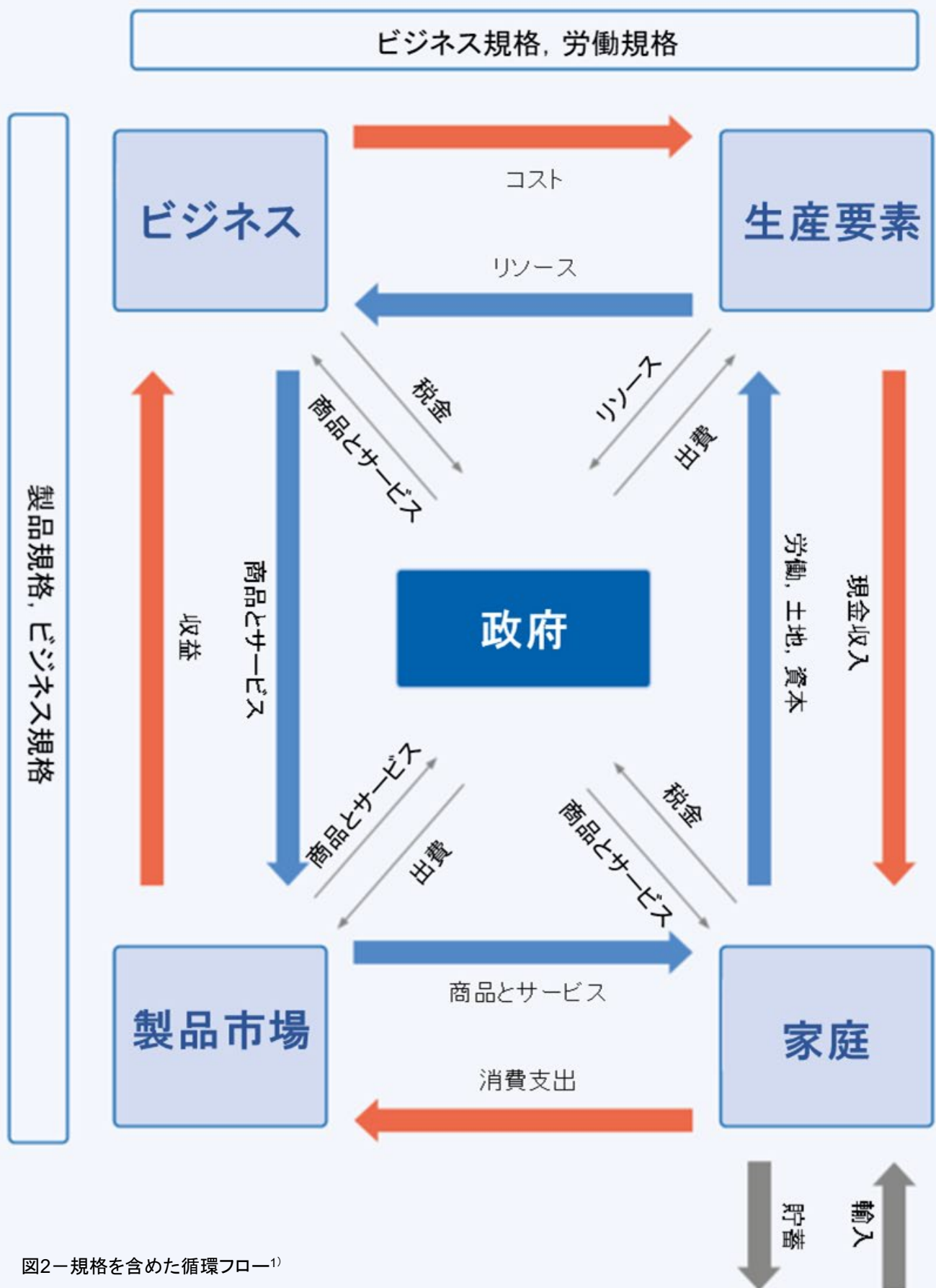


図2－規格を含めた循環フロー<sup>1)</sup>

1) 複数の教科書の図から改作；BERL原作の規格を追加。

### 3.2.2 Definition and calculation of total factor productivity

Total factor productivity means making more with less of all the (total) observable and identifiable factors – capital and labour. It is calculated by dividing the total output in a given period with the stock of capital plus the stock of labour in that period.<sup>1)</sup>

Measuring the stock of capital and the stock of labour in any country poses its own challenges. Labour is generally the simpler one to determine. Any of the following factors – hours worked, number of filled jobs, number of people employed or number of full-time equivalents (which is a function of hours worked and people employed) – can be used to measure labour.

Estimating the stock of capital is much more complex as it involves surveying actual businesses to build a picture of their total assets. This is included in national estimates of total capital, like Gross Fixed Capital Formation, which is part of the National Accounts. In New Zealand and Australia, this is carried out by Statistics New Zealand and the Australian Bureau of Statistics, respectively. It is possible that, in any given country, this data is not collected. To overcome this potential barrier, see the discussion in **Section 7**.

### 3.2.3 Formalizing the circular flow

The circular flow model presented above provides the intuition behind how the economy works and how each part of the economy interacts. However, to make the model useful in mathematical modelling, it would be helpful for the diagram to be represented as a function. To do so, consider labelling the GDP at any given period  $t$  as  $y_t$ . Also, consider labelling the entirety of the labour input as  $L$  and capital input as  $K$ .

GDP  $y_t$  should be some function of  $L_t$  and  $K_t$ . One simple function could be  $y_t = L_t + K_t$ . This says that if there are 100 units of  $L$  at time  $t$  and zero units of  $K$ , then GDP ( $y$ ) at time  $t$  will be 100. This does not accurately describe how capital and labour can be combined in the real world to yield output.

A better function should capture the idea that labour  $L$  and capital  $K$  are somewhat able to be substituted for one another. But, ultimately, to have any GDP,  $y$ , some quantity of each is required. An even better function would also capture the idea introduced before of

total factor productivity. The GDP,  $y$ , should be able to increase without increasing either  $L$  or  $K$ . Call this  $A_t$ .

One functional form that captures all the requirements would be  $y_t = A_t L_t K_t$ .

Finally, the functional form should also capture the idea that adding more units of  $L$  or  $K$  should increase  $y$ , but it should do so less and less, unless it is matched with an increase in the other input. This is an idea called *elasticity*.

It is useful to label the variables that capture the idea of elasticity as  $\alpha$  and  $\beta$ . To ensure these variables influence  $y$  in the intended way, it would be most useful to raise labour  $L$  to the power of  $\alpha$  and capital  $K$  to the power of  $\beta$ .

One functional form that captures all the concepts introduced is known as the Cobb-Douglas function. The original paper describing this model is Cobb et al. (1928).

Formally, the function is written as:

#### Equation 1

$$y_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta$$

This function is read as: *Output ( $y$ ) at time ( $t$ ) is the product of total factor productivity ( $A$ ) at time ( $t$ ), labour ( $L$ ) at time ( $t$ ), and capital ( $K$ ) at time ( $t$ ). Labour ( $L$ ) and capital ( $K$ ) have, as exponents, their respective elasticity ( $\alpha$  and  $\beta$ ). An elasticity measures the responsiveness of output to a change in levels of either labour or capital used in production, ceteris paribus. For example, if  $\alpha = 0.45$ , a 1% increase in labour ( $L$ ) usage at time ( $t$ ) would lead to approximately a 0.45% increase in output ( $y$ ) at time ( $t$ ).*

1) See Sickles (2019).



## 3.2.2 全要素生産性の定義と計算

全要素生産性とは、より少ない観察可能で識別可能なすべての要素（資本と労働）で生産を高める指標を意味します。これは、特定の期間の総生産量を、その期間の資本のストックと労働のストックで割って計算されます<sup>1)</sup>。

資本のストックと労働のストックを測定することは、どの国でもそれ自体が課題として提起されます。労働は一般的に決定するのがより簡単なものです。労働時間、満たされている仕事の数、雇用された人数、またはフルタイム換算の数（労働時間と雇用された人々の関数）のいずれかの要素を使用して労働を測定できます。

資本のストックを見積もるには、実際の企業を調査して総資産の全体像を把握する必要があるため、はるかに複雑です。これは、国民経済計算の一部である総固定資本形成のように、総資本の全国的な推定値に含まれています。ニュージーランドとオーストラリアでは、これはそれぞれニュージーランド統計局とオーストラリア統計局によって実施されています。国によっては、このデータが収集されていない可能性があります。この潜在的な障害を克服するには、第7章の説明を参照してください。

## 3.2.3 循環フローの形式化

上に示した循環フローモデルは、経済がどのように機能し、経済の各部分がどのように相互作用するかについての直観を提供します。ただし、モデルを数学的モデリングで役立つようにするには、図を開数として表すと便利です。そのためには、任意の期間  $t$  でのGDPを  $y_t$  という変数で表すと考えてください。また、労働投入全体を  $L$  という、資本投入全体を  $K$  という変数で表すと考えてください。

GDP  $y_t$  は、 $L_t$  と  $K_t$  の関数であるべきです。1つの単純な関数は  $y_t = L_t + K_t$  です。これは、時刻  $t$  に  $L$  が100単位、 $K$  が0単位の場合、時刻  $t$  のGDP( $y$ )は100になることを意味します。これは、実世界で資本と労働を組み合わせるアウトプットを生成する方法を正確には表現していません。

より良い関数は、労働  $L$  と資本  $K$  が互いにいくらかは代用しあえるという考えで捉えるべきです。しかし、最終的には、GDP  $y$  を得るには、それぞれの量が必要とされます。さらに優れた機能は、全要素生産性の前に導入された考え方も取り入れ

ます。GDP  $y$  は、 $L$  または  $K$  を増やすことなく増やすことができるはずですが。これを  $A_t$  と表します。

すべての要求を表現する1つの関数形式は、 $y_t = A_t L_t K_t$  です。

最後に、関数形式は、 $L$  または  $K$  の量を追加すると  $y$  が増加するという考えも捉える必要がありますが、他の入力が増加と整合しない限り、その増加はだんだん少なくなるはずですが。これは弾力性と呼ばれる考え方です。

弾力性の概念を捉える変数に  $\alpha$  と  $\beta$  のラベルを付けると役立ちます。これらの変数が意図した方法で  $y$  に影響を与えるようにするには、労働  $L$  を  $\alpha$  のべき乗に、資本  $K$  を  $\beta$  のべき乗に上げることが最も有用です。

導入されたすべての概念を取り込む関数形式は、コブ-ダグラス関数として知られています。このモデルを説明している原論文はCobb et al. (1928) によるものです。

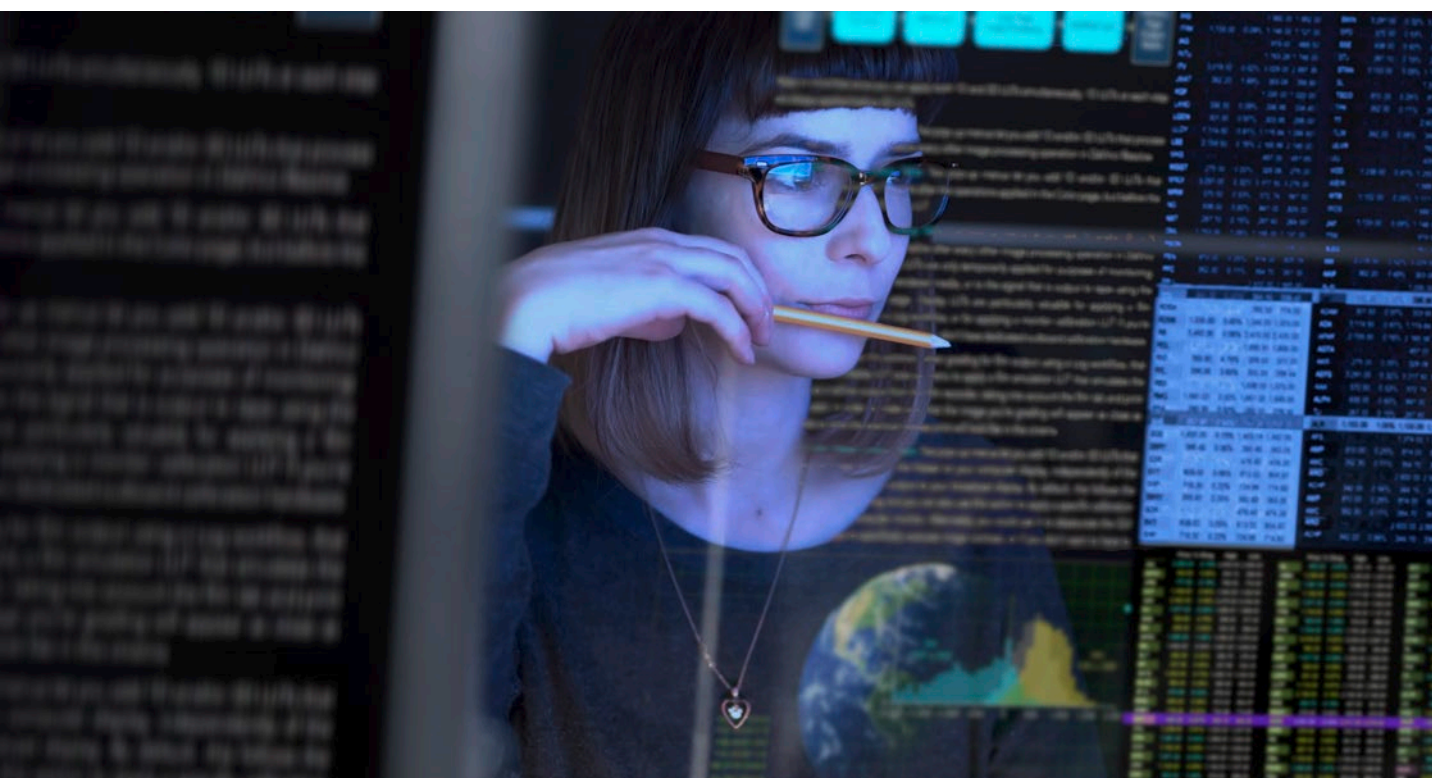
正式には、関数は次のように記述されます。

### 式 1

$$y_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta$$

この関数は次のように解釈できます。時刻 ( $t$ ) でのアウトプット ( $y$ ) は、時刻 ( $t$ ) での全要素生産性 ( $A$ )、時刻 ( $t$ ) での労働 ( $L$ ) と、時刻 ( $t$ ) での資本 ( $K$ ) の積です。労働 ( $L$ ) と資本 ( $K$ ) は、べき乗指数として、それぞれの弾力性 ( $\alpha$  と  $\beta$ ) を持っています。弾力性は、生産に使用される労働または資本の量の変化に対して、他の条件に変化のない場合のアウトプットの応答性を測定します。たとえば、 $\alpha = 0.45$  の場合、時刻 ( $t$ ) での労働 ( $L$ ) の使用量が1%増加すると、時刻 ( $t$ ) での生産量 ( $y$ ) が約0.45%増加します。

1) Sickles (2019) 参照



## 4. Assumptions

This section describes some explicit assumptions. There are a number of assumptions that are implicitly made by the methodology, and by the particulars of data collection that are out of scope.<sup>1)</sup> Each assumption in this section is followed by a brief discussion to help the reader interpret these assumptions.

### Assumption 1

#### A stock of standards is a credible proxy for effective standards

This assumption is primarily driven by the decision to balance data availability and limit bias in the data collection. The methodology presented and described in this report requires the data used to be numeric. Standards by themselves are written documents. One way to convert written documents to a numerical data point is to count the number of documents that are “active” in each given time period. This method limits the bias introduced.

There are alternative approaches. For example, a researcher could:

- ▶ Count the number of standards in use in an economy (e.g. the number sold or the number of certificates issued against standards)

- ▶ Make an assessment of the quality of each standard and track the number of standards of each quality level through time

Alternatively, a researcher could:

- ▶ Make an assessment of whether the totality of standards at any time is sufficient using some criteria and record this as 1 if it is sufficient, or 0 if it is not.

In the latter two example methodologies, there are layers of bias introduced by requiring a subjective assessment of the standards.

It is best practice to use a “stock of active standards” approach because this is where the most reliable data is to be found. In other approaches, data collection may be difficult. This approach requires the standards organization in a given country to use a method of stock and flow accounting in order to decide which standards are active at each given period.

An implicit assumption is that the most recent version of a standard in any time period is the one actually adopted during that period, though each standards organization will have some scope for testing this assumption with different standards and industries. This is the approach taken by most studies.

1) Wooldridge (2020) contains a discussion of these assumptions. They are highly technical in nature, relating to distributions of random variables and statistical theory.



## 4. 仮定

この章では、いくつかの明示的な仮定について説明します。方法論、および範囲外のデータ収集の詳細によって暗黙的に行われるいくつかの仮定があります<sup>1)</sup>。この章の各仮定の後に、読者がこれらの仮定を解釈するのに役立つ簡単な説明が続きます。

### 仮定 1

**規格のストックは、有効な規格の信頼できる代用指標です**

この仮定は、主に、データの可用性のバランスを取り、データ収集のバイアスを制限するという決定に基づいています。この報告書で提案および説明している方法論では、使用するデータが数値であることが求められます。規格自体は文書です。書かれた文書を数値データに変換する1つの方法は、特定の期間ごとに「アクティブ」な文書の数を数えることです。この方法は、導入されるバイアスを制限します。

別のアプローチもあります。たとえば、以下のように行うこともできます。

- ▶ 経済で使用されている規格の数を数えます（たとえば、販売数または規格に対して発行された証明書数）

- ▶ 各規格の品質を評価し、各品質レベルの規格の数を経時的に追跡します。

あるいは、以下のように行うこともできます。

- ▶ いくつかの基準を使用して、いつでも規格の全体性が十分であるかどうかを評価し、十分である場合は1として、そうでない場合は0として記録します。

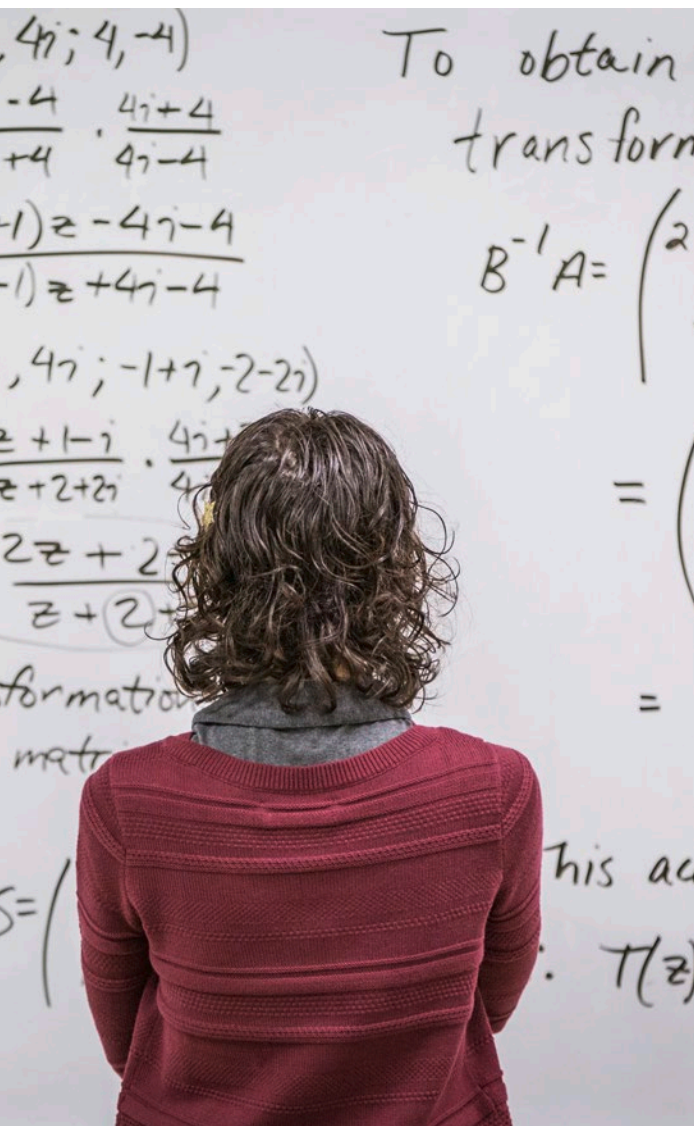
後者の2つの方法の例では、規格の主観的な評価を要求することによって入り込むバイアスの層があります。

見出すことのできる中で最も信頼できるデータなので、「アクティブな規格のストック」のアプローチを使用するのがベストプラクティスです。他のアプローチでは、データ収集が難しい場合があります。このアプローチでは、特定の国の規格団体が、特定の期間ごとにアクティブな規格を決定するために、ストックおよびフローの会計の方法を使用する必要があります。

暗黙の仮定は、任意の期間の規格の最新版がその期間中に実際に採用されたものであるということです。各規格団体は、さまざまな規格および産業界でこの仮定を試験するためのある程度の期間を置きます。これは、ほとんどの研究で採用されているやり方です。

1) Wooldridge (2020) には、これらの仮定についての説明が含まれています。それらは、確率変数の分布と統計理論に関連して、本質的に非常に専門的です。





## Assumption 2

### The Cobb-Douglas production function is appropriate as an approximate model

This assumption is also made as a pragmatic balancing act. The presented methodology is a balance between a perfect world, where there is a model that perfectly describes reality, and the real world, where the model must be linear (or able to be transformed).

A production function describes roughly what can be produced (output), given a set of inputs in an economy. Economists simplify these inputs into capital and labour. Generally, multiple combinations of capital and labour can be used to produce any output.

For example, if one wants to produce a hole in the ground, one can use a person and a spade. Alternatively, one can use two people and two smaller spades, or one person and an excavator. In this way, there is some substitutability between capital and labour. This is a microeconomic phenomenon and any macroeconomic model devised needs to be consistent with this. The Cobb-Douglas form is assumed to be consistent with the microeconomic theory.

The model that fits this set of requirements is the Cobb-Douglas production function.

## Assumption 3

### There is a one-way relationship between standards and economic growth

The methodology presented assumes there is a one-way relationship between standards and economic growth. The assumption is made because it describes a logical reality that increasing the number of standards will make the economy function better. Making this assumption allows the presented methodology to be simple enough for most countries to adopt, given capacity and capability constraints.

This assumption is made because modelling a two-way relationship between variables in economics requires particular models and specific skill sets. The modelling itself is complex, and so are the interpretation and communication of the results. This complexity would limit its applicability to many economies around the world because it would require very rich sources of data, sophisticated dynamic models, and expert capacity.

These complexities may make modelling a two-way relationship impractical for the potential users of this document. However, the quality of the results of our recommended methodology is not affected by the choice to model the relationship between standards and economic growth as one way.

## 仮定 2

### コブ-ダグラス型生産関数は近似モデルとして適切です

この仮定は、実際的なバランスを取る行為としても行われます。提案する方法論は、現実を完全に記述するモデルが存在する完全世界と、モデルが線形（または変換可能）でなければならない現実世界との間のバランスです。

生産関数は、経済における一連のインプットが与えられた場合に、何を生産（アウトプット）できるかを大まかに記述します。経済学者は、このインプットを資本と労働に単純化します。一般に、資本と労働の複数の組み合わせを使用して、任意のアウトプットを生成できます。

たとえば、地面に穴を開けたい場合は、人とシャベルを使用できます。または、2人と2つの小さなシャベル、または1人と掘削機を使用することもできます。このように、資本と労働の間にはある程度の代替可能性があります。これはミクロ経済現象であり、考案されるマクロ経済モデルはこれと整合している必要があります。コブ-ダグラス型はミクロ経済理論と整合していると想定されています。

この一連の要求に適合するモデルは、コブ-ダグラス型生産関数です。

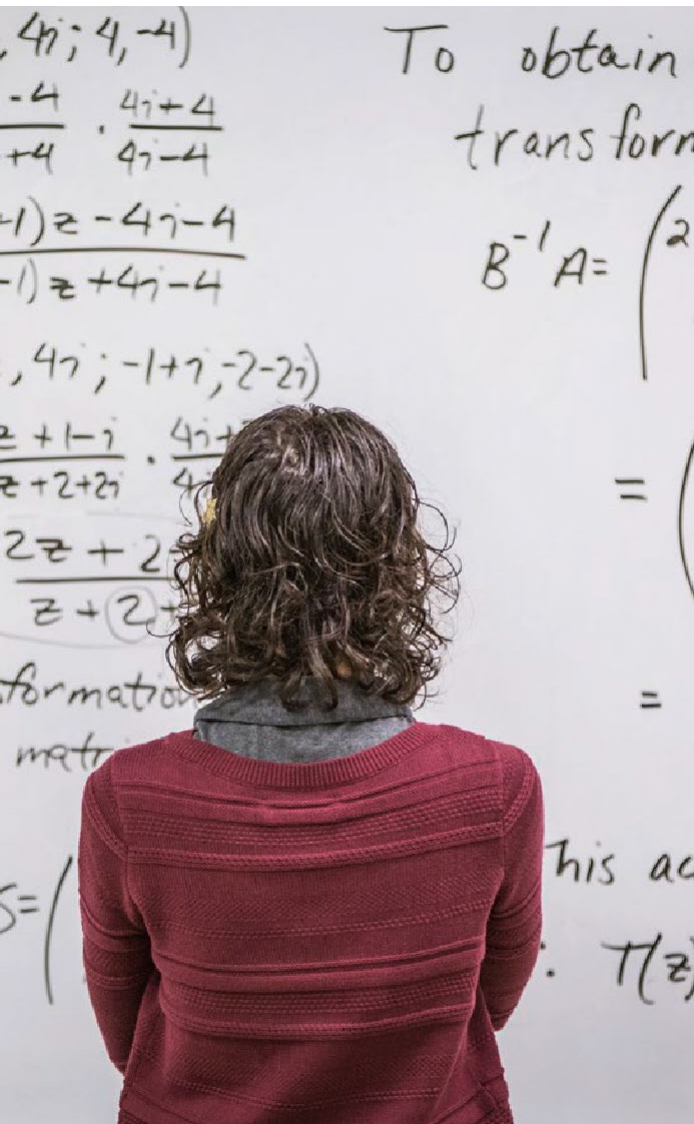
## 仮定 3

### 規格と経済成長の間には一方向の関係があります

提案する方法論は、規格と経済成長の間に一方向の関係があることを前提としています。規格の数を増やすと経済機能が改善されるという論理的な現実を説明しているため、この仮定が行われます。この仮定を行うことで、容量と能力の制約を考慮すると、提案する方法論をほとんどの国が採用できるほど単純化することができます。

一方向という仮定が行われる訳は、経済学における変数間の双方向の関係をモデル化するには、特別なモデルと特定のスキルセットが必要であるためです。モデリング自体が複雑であり、結果の解釈とその周知も複雑です。この複雑さは、非常に豊富なデータソース、高度な動的モデル、および専門家の能力を必要とするため、世界中の多くの経済圏への適用は限定的です。

これらの複雑さにより、この文書の潜在的ユーザーにとって双方向の関係をモデリングは非現実的になる可能性があります。しかし、この文書で推奨する方法論の結果の品質は、規格と経済成長の関係を一方向としてモデル化するという選択のため、影響を受けません。



#### **Assumption 4**

##### **The appropriate transmission mechanism from standards to economic growth resides in an increase in total factor productivity**

This assumption comes from microeconomic (single business, single decision, single market or group of markets) considerations. Consider **Figure 2** and imagine an individual production process within that diagram. Ask how standards might result in more output in that process. The answer is that it would make capital and labour produce more, together, in that specific production process.

For example, consider the product market and businesses (bottom of **Figure 2**). Consider an imaginary plumbing business. Many plumbing businesses use common standards for components from the product market. Doing so means that each plumbing business can order a component from any manufacturer and will be able to use it in its business. This in turn allows it to specialize in providing plumbing services. If it could not expect a standardized component, it would need to find a specific supplier, or it would need to build its own components. Both of these options would increase costs and decrease productivity.

A further assumption is made that what holds at the level of this individual production process also holds at the level of the whole economy.

#### **Assumption 5**

##### **Data on standards, labour, capital, productivity and any other variables is available**

This report assumes that the reader will be able to use it as a guide to collating all the required data, assuming that it exists for their country. **Section 7** provides a possible solution if all or some required data is not available.



#### **Assumption 6**

##### **The economy exhibits constant returns to scale**

This assumption, whose mechanics are described below, is built into the Cobb-Douglas functional form identified for the presented methodology. Referring to **Equation 1**, intuitively, it means that if 100 more units of both capital and labour are added to the economy, there will be  $100^A$  units of extra output.

Alternatives are increasing or decreasing returns to scale. An example would be if 100 more units of both capital and labour were added, it would yield a result either something more than  $100^A$  or something less than  $100^A$  extra output, respectively.

The assumption of constant returns to scale is defensible because it is at least a close approximation to the real world at an aggregate level. Many individual firms will be enjoying increasing returns to scale at any one time. And many firms will be facing decreasing returns to scale at the same time. When all these firms are aggregated together, it is not possible to obtain the precise balance. Therefore, the assumption is made that the economy as a whole exhibits constant returns to scale.



#### 仮定 4

#### 規格から経済成長への適切な伝達メカニズムは、全要素生産性の向上にあります

この仮定は、ミクロ経済学（単一のビジネス、単一の決定、単一の市場または市場のグループ）の考慮事項に基づいています。図2を見て、この図中の個々の製造プロセスを想像してください。規格がそのプロセスでより多くのアウトプットをもたらす可能性があるでしょうか。答えは、その特定の生産プロセスにおいて、資本と労働が一緒により多くを生産するようになるということです。

たとえば、製品市場とビジネスについて考えてみます（図2の下部）。架空の配管事業を考えてみましょう。多くの配管会社は、製品市場の部品に共通の規格を使用しています。そうすることは、各配管事業者が任意のメーカーに部品を注文でき、その事業でそれを使用できることを意味します。これにより、配管サービスの提供に特化することができます。標準化された部品を期待できない場合は、特定の供給者を見つけるか、独自の部品を構築する必要があります。これらの選択肢は両方とも、コストを増加させ、生産性を低下させます。

この個々の生産プロセスのレベルで成り立つことは、経済全体のレベルでも成り立つというさらなる仮定がなされます。

#### 仮定 5

#### 規格、労働、資本、生産性、その他の変数に関するデータが利用可能です

この報告書では、必要なすべてのデータが自国に存在することを前提として、読者がそれらを照合するためのガイドとして使用できることを前提としています。第7章は、必要なデータのすべてまたは一部が利用できない場合に考えられる解決策を提供します。



#### 仮定 6

#### 経済は規模の収穫一定を示します

この仮定は、そのメカニズムを以下に説明しますが、提案する方法論でのコブ-ダグラス関数形式に組み込まれています。式1に関して、直観的には、資本と労働の両方の100単位が経済に追加されると、 $100 \times A$ 単位の追加アウトプットが発生すると思われる。

別の考え方は規模に関する収穫逓増または収穫逓減です。例として、資本と労働の両方にさらに100単位追加された場合、 $100 \times A$ を超えるもの、または $100 \times A$ 未満の追加アウトプットの結果が得られるというものです。

規模の収穫一定の仮定は、少なくとも総計レベルで現実世界に近いため、正当化できます。多くの個々の企業は、一時は規模に関する収穫逓増を享受するでしょう。そして、多くの企業は同時に規模に関する収穫逓減に直面するでしょう。これらすべての企業を集約すると、正確なバランスをとることができなくなります。したがって、経済全体が規模の収穫一定を示すと仮定されます。

## 5. Intuition for our suggested methodology

The main tool in the presented methodology for assessing the impact of standards is a statistical technique called *regression*. This section of the report details the motivation behind regression analysis, as well as much of the mathematical detail. It omits, however, discussion of a number of mathematical results that are out of scope.

This section is intended for the reader to understand the methodology that the practitioner might follow. It will allow the reader to critically examine the outputs from any analysis, allowing them to draw insights of their own.

For practitioners, this section should be a refresher of what they already know, presented in a much condensed form.

### 5.1 Motivation

The motivation for the technique of regression is asking the reasonable question: “If we change a variable, by how much will another variable change?” In the agricultural sciences, for example, this might equate to assessing the change in milk yield as cattle grow older. Most often, in the economic sciences, the relevant question is how much an increase in education increases wages.

In this report, the specific question is: “If we increase the number of active standards, how much will economic growth change?” This section introduces a very simple regression model to answer this question. This is not the model suggested to evaluate the impact of standards generally; rather, it is used so that the intuition feels as relevant as possible. The precise model that can be used to evaluate the impact of standards is presented in **Section 6**.

To make this formal, assume there is some variable, GDP, which can be labelled  $y$ ; it is useful to know what happens to  $y$  when the stock of standards, call it  $x$ , changes. A simple relationship between the variables might be that  $y = \beta x$ . This relationship says that every time  $x$  (the stock of standards) increases by one unit,  $y$  (GDP) increases by  $\beta$  units. This  $\beta$  is ultimately what a practitioner is interested in finding.

Informally, this is stating that any given observation of  $y$  is some multiple of  $x$ . This functional form is often called a *linear* form, i.e. it describes a straight line.

Generally, in mathematics, computing the change in one variable that results from the change in another variable is equivalent to computing the change in  $x$  and dividing that by the change in  $y$ .

#### From general intuition to the real world

When applying this theory to the real world, a practitioner will gather real observations of GDP,  $y$ , and the stock of standards,  $x$ . Using a formal theorem allows the practitioner to “estimate”  $\beta$ .

When doing so, the practitioner would re-write the equation as  $y = \beta x + \epsilon$ . In this equation,  $y$  and  $x$  are drawn from observations gathered from the real world (data).  $\epsilon$  is used to account for all the times where there is some discrepancy between what our simple model says  $y$  should be, given some  $x$ , and the value  $y$  actually takes in the data observed.

One way to get  $\beta$  out of this equation is to take an average of  $y$ , which also means taking an average of  $\beta x + \epsilon$ . By assumption, the average value of  $\epsilon$  is zero<sup>2)</sup>. Therefore, the average value of  $y$ , call it  $\bar{y}$ , is equal to the average value of  $\beta$  (or  $\bar{\beta}$ ) multiplied by the average of  $x$ , or  $\bar{x}$ .

Thus, we have  $\bar{y} = \bar{\beta} \bar{x}$ . This can easily be rearranged to yield an estimate of  $\beta$ :  $\bar{\beta} = \frac{\bar{y}}{\bar{x}}$

The value of  $\bar{\beta}$  obtained in this way is likely to be different from a “true” value of  $\beta$ . But if the process of data collection and regression analysis could be repeated infinitely many times, all the different values of  $\bar{\beta}$  found would converge on the “true” value.

The regression technique is how high-level theory in mathematics can be pragmatically mapped into the real world. This intuition and general methodology have a number of extensions and special considerations that apply in the case of the economic impact of standards. The next section deals with these.

2) This assumption is part of what’s known as the Gauss-Markov theorem.

## 5. 提案する方法論の直観

規格の影響を評価するために提案する方法論の主なツールは、回帰と呼ばれる統計手法です。この報告書のこの章では、回帰分析の背後にある動機と、数学的な詳細の多くについて詳しく説明します。ただし、範囲外のいくつかの数学的結果についての説明は省略しています。

この章は、専門技術者が使用する可能性のある方法論を読者が理解することを目的としています。これにより、読者は分析からのアウトプットを批判的に調べることができ、独自の洞察を引き出すことができます。

専門技術者にとって、この章は、自分たちがすでに知っていることを非常に凝縮された形で提示される復習であるべきです。

### 5.1 動機

回帰手法の動機は、合理的な質問をすることです。「ある変数を変化させた場合、別の変数はどのくらい変化しますか？」たとえば、農学では、これは牛が年をとるにつれて乳量の変化を評価することと同じかもしれません。ほとんどの場合、経済科学では、関連する質問は、教育費の増加が賃金をどれだけ増加させるかということです。

この報告書では、具体的な質問は次のとおりです。「アクティブな規格の数を増やすと、経済成長はどの程度変化しますか？」この章では、この質問に答えるための非常に単純な回帰モデルを紹介します。これは、規格の影響を一般的に評価するために提案されたモデルではありません。むしろ、直観が可能な限り関連性があると感じるように使用されます。規格の影響を評価するために使用できる正確なモデルは、**第6章**に示されています。

これを式化するために、 $y$  とラベル付けされる変数 GDP があると仮定します。規格のストックを  $x$  と呼び、これが変化したときに  $y$  がどうなるかを知ることが有用です。変数間の単純な関係は、 $y = \beta x$  である可能性があります。この関係は、 $x$ （規格のストック）が1単位増加するたびに、 $y$ （GDP）が $\beta$  単位増加することを示しています。この  $\beta$  は、最終的には専門技術者が見つけたいと思っているものです。

平たく言えば、これは、 $y$  の任意の観測値が  $x$  の一定倍であることを示しています。この関数形式は、線形形式と呼ばれることがよくあり、直線を表します。

一般に、数学では、別の変数の変化から生じる1つの変数の変化を計算することは、 $x$  の変化を計算し、それで  $y$  の変化を割ることと同じです。

#### 一般的な直観から現実世界へ

この理論を現実の世界に適用する場合、専門技術者は GDP の実際の観測値  $y$  と規格のストック  $x$  を収集します。正式な定理を使用すると、専門技術者は  $\beta$  を「推定」することができます。

そうするとき、専門技術者は式を  $y = \beta x + \epsilon$  と書き直します。この式では、 $y$  と  $x$  は、現実世界から収集された観測値（データ）から取得されます。 $\epsilon$  は、 $x$  が与えられた場合に、単純なモデルでは  $y$  とすべきであるとするものと、実際に観測されたデータに含まれる値との間にある、不一致を取り込むために使用されます。

この式から  $\beta$  を求める1つの方法は、 $y$  の平均を取ることです。これは、 $\beta x + \epsilon$  の平均を取ることも意味します。仮定では、 $\epsilon$  の平均値はゼロです<sup>2)</sup>。したがって、 $y$  の平均値を  $y\sim$  と呼び、 $\beta$  の平均値（即ち  $\beta\sim$ ）に  $x$  の平均値（即ち  $x\sim$ ）を掛けたものに等しくなります。

したがって、 $y\sim = \beta\sim x\sim$  が得られます。これは、 $\beta$  の推定値を得るために簡単に書き換えることができます： $\beta\sim = y\sim / x\sim$

このようにして得られた  $\beta\sim$  の値は、 $\beta$  の「真の」値とは異なる可能性があります。しかし、データ収集と回帰分析のプロセスを何度も繰り返すことができれば、求めた  $\beta\sim$  のすべてのさまざまな値が「真の」値に収束します。

回帰手法は、高度の数学理論を実際的に現実世界にマッピングする方法です。この直観と一般的な方法論には、規格の経済効果の場合に適用される多くの拡張と特別な考慮事項があります。次の章では、これらについて説明します。

2) この仮定は、ガウス-マルコフ定理として知られているものの一部です。

## 5.2 Special considerations

### Multiple variables

The ideas discussed above generalize to any model that is linear in any number of  $\beta$ s. Any number of variables, as appropriate, can be added and the intuition remains the same. For example, there might be a case where  $y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$  and our discussion above still holds.<sup>3)</sup> In this new model, if any of the  $x$  variables (for example  $\beta_3 x_3$ ) are increased by one unit, the change in  $y$  is the  $\beta$  attached to that  $x$  (maybe  $\beta_3$ ).

The discussion above details how the  $\beta$  terms in a regression model can be extracted as simple averages combined with an assumption. When this simple model is extended to one with multiple variables, the intuition remains the same. The mathematical results allow a practitioner to say that, in effect, when all these variables are included, they are “controlling” for their effect in the computation of any of the  $\beta$ s individually. The effect of a change  $x_3$  on  $y$  is net of the effects of every other  $x_i$  in the model.

Further in this report, there is discussion on how to choose the right mix of variables, but a regression to model the impact of standards might include population or number of patents in addition to a stock of standards. Balance should be sought between including all the relevant variables and including all the variables one can think of. There are formal statistical tests to assist in deciding which variables should be included in a final model. A general method that has been employed successfully by BERL is discussed in [Section 6](#).<sup>4)</sup>

### Time-series data

Very often, especially in economics, when a practitioner wants to investigate the relationship between two variables, the actual data available is observations at different points in time. This sort of data is called a time series. In the case of the economic impact of standards, variables like GDP, productivity and the stock of standards are all observed through time.

This requires explicit discussion because the mathematics, and assumptions, of regression give rise to a number of theorems that require time-series data to be treated differently than other data. The details of

these theorems are outside the scope of this report, but some guidance on how to treat time series data is given in [Section 6](#).

### What happens when variables are strongly related

Another concept that deserves flagging, and exposition later, is when the  $x$  variables are related to each other, as well as being related to the  $y$  variable. This happens in the majority of models in economics. A commonly used concept to describe this is “multicollinearity”.

There are two versions of this problem. The first is when a variable is a perfect linear combination of a number of other variables included. For example,  $x_2 = \alpha + \kappa_3 x_3$ . One of the variables must be omitted, otherwise the model has no solution. Generally, if this is the case, most statistical software packages will throw up an error. An example of this is if a researcher included both a count of population and a count of unemployed people in a regression. The count of unemployed people is simply the unemployment rate multiplied by the population. So it is clearly a linear combination.

More nuanced, the next version of this problem is when two or more variables are related to each other, but not in a perfectly linear way. There might be a situation where  $y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon$  and also  $x_2 = \alpha x_1 + \theta z + \delta$ , where  $\theta z$  is a collection of one or more other variables and  $\delta$  is “everything else” from the perspective of  $x_2$  (that is distinct from  $\epsilon$ ).

A good example is that patents will be strongly related to standards. And patents will be strongly related to the total factor productivity. So total factor productivity would be  $y$  and standard and patents would be  $x_1$  and  $x_2$ ; there will be a set of variables related to patents which are not related to standards ( $\theta z$ ). This example is drawn from BERL’s 2011 analysis of the economic impact of standards in New Zealand.

This strong relationship increases a measure of the uncertainty of the coefficient estimates. This can produce misleading results. The stronger the relationship between the  $x$  variables, the higher the estimated uncertainty will be.

Similarly to the time-series variables described above, variables that are strongly related, combined with the assumptions of regression, give us another set of

3) The ellipsis (...) in this equation indicates that there are any number of  $\beta_i x_i$  between the first and the last.

4) Despite a rich academic literature, the choice of test, and interpretation of the results of these tests, is still more of an art than an objective science.



## 5.2 特別な考慮事項

### 複数の変数

先に説明した考え方は、複数の  $\beta$  について線形である任意のモデルに一般化されます。必要に応じて、変数を追加でき、直観は同じままです。たとえば、このような場合

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n + \epsilon$$

がありますが、先に説明したことは引き続き成り立ちます<sup>3)</sup>。この新しいモデルでは、 $x$  変数のいずれか（たとえば  $\beta_3 x_3$  が1単位増加すると、 $y$  の変化はその  $x$  に付加されている  $\beta$  になります（この場合  $\beta_3$ ）。

上の説明では、回帰モデルの  $\beta$  項を、仮定と組み合わせた単純な平均として抽出する方法について詳しく説明しました。この単純なモデルを複数の変数を有するモデルに拡張しても直観は同じままです。数学的結果により、専門技術者は、事実上これらすべての変数が含まれている場合、それらは、 $\beta$  のいずれかを個別に計算する際の効果を「制御」していると言います。 $y$  に対する  $x_3$  変更の影響は、モデル内の他のすべての  $x_i$  の影響ではありません。

さらにこの報告書では、変数の適切な組み合わせを選択する方法について説明しますが、規格の影響をモデル化するための回帰には、規格のストックに加えて、人口または特許の数が含まれる場合があります。関連するすべての変数を含めることと、考えられるすべての変数を含めることの間でバランスをとるべきです。最終モデルに含める変数を決定するのに役立つ正式な統計検定があります。BERLで採用されている一般的な方法については、第6章で説明します<sup>4)</sup>。

### 時系列データ

非常に多くの場合、特に経済学では、専門技術者が2つの変数間の関係を調査したい場合、利用可能な実際のデータはさまざまな時点での観測値です。この種のデータは時系列と呼ばれます。規格の経済効果の場合、GDP、生産性、規格のストックなどの変数はすべて時間の経過とともに観察されます。

回帰の数学と仮定は、時系列データを他のデータとは異なる扱いをすることが求められる多くの定理を生み出すため、これには明確な説明が求めら

れます。これらの定理の詳細はこの報告書の範囲外ですが、時系列データの処理方法に関するガイダンスは第6章に記載されています。

### 変数が強く関連している場合はどうなりますか

目印をつけておいて後で説明する価値のあるもう一つ概念は、 $x$  変数が相互に関連している場合、並びに  $y$  変数に関連している場合です。これは、経済学のモデルの多くで発生します。これを説明するために一般的に使用される概念は、「多重共線性」です。

この問題には2つの型があります。一つ目は、ある変数が他の変数の完全な線形結合である場合です。たとえば、 $x_2 = \alpha + \kappa_3 x_3$  です。変数の1つを消去しなければ、モデルに解がありません。一般に、これが当てはまる場合、ほとんどの統計ソフトウェアパッケージはエラーを指摘します。この例は、人口と失業者数の両方を回帰に含めてしまった場合です。失業者数は、単に失業率に人口を掛けたものです。したがって、これは明らかに線形結合です。

さらに微妙な違いがありますが、この問題の次の型は、2つ以上の変数が相互に関連しているが、完全には線形ではない場合です。このような状況があり得ます。

$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \epsilon$  かつ  $x_2 = \alpha x_1 + \theta z + \delta$  の場合です。ここに、 $\theta z$  は1つ以上の他の変数の集合であり、 $\delta$  は  $x_2$  ( $\epsilon$ とは異なる) の観点から「他のすべて」です。

良い例は、特許が規格に強く関連していることです。そして、特許は全要素生産性に強く関係します。したがって、全要素生産性は  $y$  に、規格と特許は  $x_1$  と  $x_2$  になります。規格に関連しないが特許に関連する一連の変数 ( $\theta z$ ) があります。この例は、ニュージーランドにおける規格の経済効果に関するBERLの2011年の分析から抜粋したものです。

この強い関係は、係数推定値の不確実性の尺度を増やします。これにより、判断を誤らせる結果が生じる可能性があります。 $x$  変数間の関係が強いほど、推定される不確実性は高くなります。

上記の時系列変数と同様に、回帰の仮定と組み合わせで強く関連する変数には、この種のデータを

3) この式の省略 (...) は、先頭と最後の間に任意の数の  $\beta_i x_i$  があることを示しています。

4) 豊富な学術文献があるにもかかわらず、テストの選択、およびこれらのテストの結果の解釈は、依然として客観的な科学というよりも芸術です。

theorems that require these types of data to be treated with special consideration.

Additionally, in economics, this is an area that calls for much subjective judgement. Sometimes, variables can be related, but not very strongly. In this case, the best option might be to ignore the fact that they are related. The line between “too strongly related” and “not strongly enough related” is open to interpretation.

The practitioner will need to balance the inclusion of strongly related variables with the need to exclude them. If a variable that is highly correlated with  $y$  is excluded from the model, the size and direction of the coefficients will be shifted away from the “true” value.<sup>5)</sup> In general, it is more advisable to include strongly related variables and treat them appropriately rather than exclude them.

Guidance on how to treat these variables is given in **Section 6**.

---

5) This is an idea called *bias* in econometrics.  
Refer to Wooldridge (2020) for a detailed explanation.



特別に扱うことが求められる別の一連の定理が提供されます。

さらに、経済学とは、多くの主観的な判断が求められる分野です。変数は関連しているが関連性はそれほど強くはないという場合があります。この場合、最善の選択肢は、それらが関連しているという事実を無視することかもしれません。「非常に強く関連している」と「あまり強く関連していない」の間の境界線には、解釈の余地があります。

専門技術者は、強く関連する変数を含めることと、それらを除外することのバランスをとる必要があります。 $y$  との相関が高い変数をモデルから除外すると、係数のサイズと方向が「真の」値からシフトします<sup>5)</sup>。一般には、強く関連する変数は除外するのではなく、含めて適切に扱うことが推奨されます。

これらの変数の扱い方に関するガイダンスは、**第6章**に記載されています。

---

5) これは計量経済学におけるバイアスと呼ばれる考え方です。  
詳細な説明については、Wooldridge (2020) を参照してください。





## 6. Mathematical model

This section describes the econometric techniques that are used to estimate the impact of standards on economic growth in a given economy. Aimed primarily at the practitioner, it lays out the precise model form prescribed in this report for assessing the impact of standards on economic growth. It also deals with common issues that arise in this sort of research, such as choosing the right variables to include. The reader can also follow this section, if desired, referring to **Section 5**, as necessary, or consulting a resource like Wooldridge (2020). Doing so will help the reader understand precisely what the practitioner has done and allow for constructive dialogue.

This section begins by outlining the high-level question that will lead to the answer of the overall research objective.

### 6.1 The high-level question: economic growth

This analysis stems from a simple question: “What effect does the development and adoption of standards have on economic growth?”

As described above, the question of economic growth centres on productivity. Loosely defined, productivity means that more output is produced with fewer inputs. If productivity can be increased, then, by definition, there will be economic growth.

From theoretical work, it is understood that adopting standards can increase productivity. This fact leads nicely into the key question for formal analysis: “What is the effect of standards on productivity?”

To answer this question, this report presents a technique called *regression*, as described above, following a brief formalization of productivity. To carry out this method, it is useful to start by narrowing the idea of productivity to total factor productivity. This tells us how much output can be produced given a set of inputs.

#### 6.1.1 Mathematical model

The fundamental mathematical model behind the analysis is known as the Cobb-Douglas production function, described above. This is reproduced in Equation 2.

##### Equation 2

$$y_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta$$

This function is read as: *Output (y) at time (t) is the product of total factor productivity (A) at time (t), labour (L) at time (t), and capital (K) at time (t). Labour (L) and capital (K) have, as exponents, their respective elasticity (α and β). An elasticity measures the responsiveness of output to a change in levels of either labour or capital used in production, ceteris paribus. For example, if α = 0.45, a 1% increase in labour (L) usage at time (t) would lead to approximately a 0.45% increase in output (y) at time (t).*

This functional form has a number of mathematical properties, which make it well behaved.<sup>1)</sup> Additionally, this functional form is an, at least defensible, approximation of, at least, a long run relationship between factors and economic output.<sup>2)</sup> It also represents best practice, as evidenced by BERL’s literature scan and Standards Australia’s literature scan.

#### 6.1.2 Estimating the impact of standards on total factor productivity

The method of regression has already been introduced in this report. This is the method presented as the most appropriate for undertaking this analysis.

In order to successfully implement regression methodology, the Cobb-Douglas function needs to be linear in the α and β terms. It should look something like: 1 similar to y

1) A discussion of these properties is beyond the scope of this report.

2) Analysis of the appropriateness of the Cobb-Douglas function for use is also beyond the scope of this report.



## 6. 数学モデル

この章では、特定の経済における経済成長に対する規格の影響を推定するために使用される計量経済学的手法について説明します。主に専門技術者を対象としており、経済成長に対する規格の影響を評価するために、この報告書での正確なモデル形式を示しています。また、含める適切な変数の選択など、この種の調査で発生する一般的な問題についても説明します。読者は、必要に応じて**第5章**を参照するか、Wooldridge (2020) などの文献を参照して、この章を読み進むこともできます。そうすることで、読者は専門技術者が何をしたかを正確に理解し、建設的な対話が可能になります。

この章は、全体的な研究目的の答えにつながるハイレベルの質問の概要を説明することから始まります。

### 6.1 ハイレベルな質問：経済成長

この分析は、次のような単純な質問から生じています。「規格の開発と採用は経済成長にどのような影響を及ぼしますか？」

上述のように、経済成長の質問は生産性に集中しています。大まかに定義すると、生産性とは、より少ないインプットでより多くのアウトプットを生成する指標を意味します。生産性を上げることができれば、当然のことながら、経済成長が見込まれます。

理論的な研究から、規格を採用することで生産性を向上させることができることが理解されます。この事実は、正式な分析の重要な質問にうまくつながります。「生産性に対する規格の効果とは何ですか？」

この質問に答えるために、この報告書は、生産性の簡単な形式化に続いて、上記のように回帰と呼ばれる手法を提案します。この方法を実行するには、生産性の概念を全要素生産性に絞込むことから始めるのが有用です。これは、一連のインプットが与えられた場合にどれだけのアウトプットを生成できるかを示しています。

#### 6.1.1 数学モデル

分析の背後にある基本的な数学モデルは、先述のコブ-ダグラス型生産関数として知られています。これは**式2**に再度表現されています。

##### 式 2

$$y_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta$$

この関数は次のように解釈できます。時刻 ( $t$ ) でのアウトプット ( $y$ ) は、時刻 ( $t$ ) での全要素生産性 ( $A$ )、時刻 ( $t$ ) での労働 ( $L$ ) と、時刻 ( $t$ ) での資本 ( $K$ ) の積です。労働 ( $L$ ) と資本 ( $K$ ) は、べき乗指数として、それぞれの弾力性 ( $\alpha$  と  $\beta$ ) を持っています。弾力性は、生産に使用される労働または資本のレベルの変化に対して、他の条件に変化のない場合のアウトプットの応答性を測定します。たとえば、 $\alpha = 0.45$  の場合、時刻 ( $t$ ) での労働 ( $L$ ) の使用量が 1% 増加すると、時刻 ( $t$ ) での生産量 ( $y$ ) が約 0.45% 増加します。

この関数形式には多くの数学的特性があり、適切に動作します<sup>1)</sup>。さらに、この関数形式は、とにかく正当化できる、少なくとも要因と経済的成果の間の長期的な関係の近似です<sup>2)</sup>。また、BERLの文献紹介とStandards Australiaの文献紹介から明らかのように、ベストプラクティスを表しています。

#### 6.1.2 全要素生産性に対する規格の影響の推定

回帰の方法は、この報告書ですでに紹介されています。これは、この分析を行うために最も適切な方法として提案する方法です。

回帰の方法をうまく実装するには、コブ-ダグラス関数が  $\alpha$  項と  $\beta$  項で線形である必要があります。次のようになります。

1) これらの特性の説明は、この報告書の範囲を超えています。

2) コブ-ダグラス関数の使用の適切性の分析も、この報告書の範囲を超えています。

Hinting at the motivation for choosing this functional form, the Cobb-Douglas function lends itself well to transformation using a logarithm, as in Equation 3.

#### Equation 3

$$\ln(y_t) = \ln(A_t L_t^\alpha K_t^\beta) = \ln(A_t) + \alpha \ln(L_t) + \beta \ln(K_t)$$

Doing so creates a function that is linear in the parameters of interest ( $\alpha$  and  $\beta$ ), as required by the assumptions of linear regression.

To estimate the effect of standards on total factor productivity, a practitioner now needs to make an additional assumption of constant returns to scale. This means that if one were to increase both labour ( $L$ ) and capital ( $K$ ) by a factor of two, one would get an increase in output ( $y$ ) of a factor of two. To make this assumption formal, set  $\beta = (1 - \alpha)$  in Equation 2 to yield Equation 4.

#### Equation 4

$$y_t = A_t L_t^\alpha K_t^{(1-\alpha)}$$

This equation can be made linear in  $\alpha$ , using a logarithm, as in Equation 3.

$$\ln(y_t) = \ln(A_t) + \alpha \ln(L_t) + (1 - \alpha) \ln(K_t)$$

Now,  $A_t$  can be formally defined. For ease of exposition and a pragmatic front-running of requirements, set:

#### Equation 5

$$A_t = c + \omega_1 Standards_t + \sum_{i=1}^n \theta_i x_{it} + \epsilon_t$$

where:

$c$  is a constant

$Standards_t$  is the stock of standards at time ( $t$ )

$\omega_1$  is the effect on  $A_t$  of increasing  $Standards_t$  by one unit

Each of the  $n$   $x_{it}$  variables are control variables

Each  $\theta_i$  is the effect on  $A_t$  of increasing a given  $x_i$  by one unit

$\epsilon_t$  is a term that varies by time ( $t$ ) and measures all the movement in  $A_t$  that has not otherwise been explained in any of the above variables.

## 6.1.3 Control variables

The primary objective of this analysis is to elucidate the effect of standards on economic growth. The methodology presented in this report requires an educated assumption that this occurs through an increase in total factor productivity (as detailed above). However, there are many other variables that also increase total factor productivity. To calculate the effect of standards alone, one needs to “control” all the other variables (or at least as many as can be identified and for which data exists to measure it). Failure to do so will result in an estimate of  $\omega_t$  that is *biased*. It will either be too large, or too small, as compared to the “true” effect. This is because it will have the effect of all the  $x_i$  variables intertwined with it.

An exhaustive list of control variables is beyond the scope of this analysis, but some contenders for inclusion could be (not all of these will have readily available data):

- ▶ Population
- ▶ Number of firms in the economy
- ▶ A stock of patents over time
- ▶ Other variables drawn from knowledge of the local economy and economic theory (existing studies referenced in Section 2 have used education as a control variable)

*Blind et al. (2021)* include patents as a control variable in estimating the economic impact of standards. Studies by BERL also include patents in their analysis; this is reproduced in Section 8 of this report. It is recommended that at least patents be included as well as a stock of standards in any model.

Population, measured by the number of people in a country, should also be seriously considered as a control variable, since economic growth is very strongly correlated with population.

A final control variable which should be considered is a binary variable that indicates when some large event occurred in time. These large events could be wars, natural disasters, or any event that has a complex and massive effect on the whole economy. For example, analyses being completed post-2020 should consider including a binary variable that equals 0 for years before 2020 and 1 for years thereafter. This is a period covering the events of a global pandemic. During this time, there were large restrictions put in place on economies around the world to prevent infection and disease.

この関数形式を選択する動機を示唆するコブ-ダグラス関数は、**式3**のように対数を使用した変換に適しています。

### 式 3

$$\ln(y_t) = \ln(A_t L_t^\alpha K_t^\beta) = \ln(A_t) + \alpha \ln(L_t) + \beta \ln(K_t)$$

このようにすることで、線形回帰の仮定で必要とされるように、対象のパラメーター（ $\alpha$ および $\beta$ ）で線形である関数が作成されます。

全要素生産性に対する規格の影響を推定するために、専門技術者は、規模に関する収穫一定の仮定の追加をする必要があります。これは、労働（ $L$ ）と資本（ $K$ ）の両方を2倍に増やすと、生産量（ $y$ ）が2倍になることを意味します。この仮定を形式的にするには、式2に $\beta = (1 - \alpha)$ を代入して**式4**となります。

### 式 4

$$y_t = A_t L_t^\alpha K_t^{(1-\alpha)}$$

この式は、**式3**のように、対数を使用して $\alpha$ について線形にすることができます。

$$\ln(y_t) = \ln(A_t) + \alpha \ln(L_t) + (1 - \alpha) \ln(K_t)$$

ここで、 $A_t$ を正式に定義します。説明の簡単化と要件の実用的先駆性のため以下のようにします。

### 式 5

$$A_t = c + \omega_1 Standards_t + \sum_{i=1}^n \theta_i x_{it} + \epsilon_t$$

ここに、

$c$ は定数

$Standards_t$ は時刻（ $t$ ）での規格のストック、

$\omega_1$ は、 $Standards_t$ が1単位増加した場合の $A_t$ への効果、

各 $n$ の変数 $x_{it}$ は制御変数、

各 $\theta_i$ は、特定の $x_i$ が1単位増加した場合の $A_t$ への効果、

$\epsilon_t$ は、時刻（ $t$ ）によって変化する項であり、上記の変数のいずれでも説明されていない $A_t$ のすべての動きを測定します。

## 6.13 制御変数

この分析の主な目的は、規格の経済成長に対する効果を解明することです。この報告書にて提案している方法論では、これが全要素生産性の増加を通じて発生するという仮定が求められています（先に詳述）。ただし、全要素生産性を増加させる変数は他にもたくさんあります。規格の効果だけを計算するには、他のすべての変数（または、少なくとも識別できそれを測定するためのデータが存在する変数）を「制御」する必要があります。そうしないと、 $\omega_t$ の推定にバイアスが生じます。「真の」効果と比較すると、大きすぎるか小さすぎるかのどちらかになります。これは、それと絡み合っているすべての $x_i$ 変数の影響があるためです。

制御変数の完全なリストはこの分析の範囲を超えていますが、含める候補の一部は以下になる可能性があります（これらのすべてに直ちに利用できるデータがあるわけではありません）。

- ▶ 人口
- ▶ 特定の経済における企業数
- ▶ 経時的な特許のストック
- ▶ 地域経済と経済理論の知識から引き出された他の変数（**第2章**で参照している既存の研究は、制御変数として教育を使用しています）

Blind et al. (2021) は、規格の経済効果を推定する際の制御変数として特許を含めました。BERLによる研究でも、分析に特許が含まれています。これは、この報告書の第8章に再述されます。どのモデルにも、少なくとも特許を規格のストックと共に含めることが推奨されます。経済成長は人口と非常に強く関連しているため、国民の数で測定される人口も、制御変数として真剣に検討する必要があります。

考慮すべき最後の制御変数は、ある大きな出来事が期間内に発生したことを示すバイナリ変数です。これらの大きな出来事は、戦争、自然災害、または経済全体に複雑で大規模な影響を与える事象である可能性があります。たとえば、2020年以降に完了する分析では、2020年より前の年は0、その後の年は1とするバイナリ変数を含めることを検討する必要があります。これは、世界的大流行の出来事を対象とする期間です。この期間、感染や病気を防ぐために世界中の経済に大きな制限が課されました。



## Determining what variables to include

Derivation of this fact is beyond the scope of this report, but including all of the variables one can think of in a regression model will result in misleading results. Likewise, excluding a variable that is relevant will also yield misleading results, but in a different way.

There is an ever-growing literature in econometrics on new ways to strike a balance between too many, and not enough, variables in a given model.

The following method from BERL is objective enough to be defensible upon peer review, but subjective enough that economic theory comes first. This methodology follows general advice from the London School of Economics to take a *general-to-specific* approach.

First, a practitioner should fit a model that includes all variables that affect the variable of interest, as determined by sound economic theory. This is the general model and should be estimated with appropriate care to treat time-series variables and collinear variables appropriately.

The individual *coefficients* of this model should be examined one by one. Using a t-test to decide which variables are individually statistically significant is helpful here, though it should be noted that because the *general* model is overfitted, t-tests are less reliable.

Do the results match expectations from economic theory? If the answer is yes, keep the variable in; if not, note this variable as a candidate for removal.

Furthermore, examine the goodness-of-fit statistics such as the adjusted R-squared or the Akaike Information Criterion. The choice is up to the practitioner. The R-squared is more familiar to most audiences if they request an explanation but; but, whichever statistic is chosen, make a note of its value.

Also note the sum of squared residuals from this model.

Armed with a list of variables that are candidates for removal, the following algorithm should be repeated:

- ▶ Fit a reduced model with all variables apart from the ones in question.
- ▶ Obtain the sum of squared residuals from this *restricted model*.
- ▶ Calculate the F-test statistic.
- ▶ Compare the F-statistic to the appropriate critical value and conclude if the variables are jointly significant or not.

- ▶ If the variables are not jointly significant, then consider them for removal.
- ▶ The final consideration should be economic sense: Using sound economic logic, the variables in question should explain movement in the dependant variable.

Repeat this algorithm, as necessary, until the practitioner is comfortable with the inclusion or exclusion of each variable and finally compare the R-squared of this final model to the R-squared of the original model. If the R-squared has decreased too much, the practitioner should consider adding some removed variables back in.

The final model is the *specific* model.

## 6.1.4 Multicollinearity and estimation

**Section 5** above discussed the situation of multiple variables and how, in economics, the variables believed to explain a dependant variable are often very strongly related to each other. A good example of this is patents that will be strongly related to standards. And patents will be strongly related to total factor productivity. This example is drawn from BERL's 2011 analysis of the economic impact of standards in New Zealand.

The correct procedure to estimate this type of model is to explicitly model some variables as a function of other variables and estimate a system of equations using two-stage least-squares estimation. This approach is part of the presented methodology.

## 6.1.5 Time-series data in regression

As per **Equation 4**, set

$$A_t = c + \omega_1 Standards_t + \sum_{i=1}^n \theta_i x_{it} + \epsilon_t$$

Total factor productivity ( $A_t$ ) is tracked through time. Importantly, the  $\epsilon_t$  variable is also assumed to change over time.

The mathematical reasoning is out of scope, but when  $\epsilon_t$  evolves over time, the practitioner will have to “correct” for it in the modelling process.<sup>3)</sup> One way to do this is formalized by Newey and West (1994).

3) See Wooldridge (2020) for a discussion.

## 含める変数の決定

この決定方法の導出はこの報告書の範囲を超えていますが、回帰モデルに考えられるすべての変数を含めると、判断を誤らせる結果になります。同様に、関連する変数を除外しても、判断を誤らせる結果が得られ、方向も先の結果とは異なります。

計量経済学では、与えられたモデルの変数が多すぎる状態と十分ではないという状態の間で、バランスをとる新しい方法に関する文献が増え続けています。

BERLによる以下の方法は、査読で正当化できるほど客観的ですが、経済理論が冒頭に来るほど主観的です。この方法論は、London School of Economicsからの一般的なアドバイスに従って、一般から特定へのアプローチを取ります。

まず、専門技術者は、健全な経済理論によって決定されるように、関心のある変数に影響を与えるすべての変数を含むモデルに適合させるべきです。これは一般的なモデルであり、時系列変数と共線変数を適切に処理するために注意を払って推定する必要があります。

このモデルの個々の係数は、1つずつ調べるべきです。ここでは、 $t$  検定を使用して個々に統計的に有意な変数を決定することが役立ちますが、一般的モデルは適合しすぎているため、 $t$  検定の信頼性は低いことに留意してください。

結果は経済理論からの期待と合っていますか？ 答えが「はい」の場合、変数を保持します。そうでない場合は、この変数を削除の候補として留意しておいてください。

さらに、調整済み決定係数（the adjusted R-squared）や赤池情報量基準（the Akaike Information Criterion）などの適合度統計を調べます。選択は専門技術者次第です。決定係数は、説明を求められたとしても、ほとんどの関係者によく知られています。ただし、どの統計を選択する場合でも、その値に留意しておいてください。

このモデルの残差平方和にも留意してください。

削除の候補となる変数のリストを用意して、次のアルゴリズムを繰り返すべきです。

- ▶ 問題の変数以外のすべての変数を使用して縮小モデルを適合させます。
- ▶ この制限付きモデルから残差平方和を取得します。
- ▶ F-検定統計を計算します。
- ▶ F-統計量を適切な臨界値と比較し、変数が共同で有意であるかどうかを結論付けます。

- ▶ 変数が共同で有意でない場合は、それらを削除することを検討します。
- ▶ 最終的な考慮事項は経済的意味であるべきです。健全な経済論理を使用して、問題の変数が、従属変数の動きを説明できるべきです。

専門技術者が各変数の包含または除外に納得するまで、必要に応じてこのアルゴリズムを繰り返し、最後にこの最終モデルの決定係数を元のモデルの決定係数と比較します。決定係数が大幅に減少した場合、専門技術者はいくつかの削除された変数を戻して追加することを検討するべきです。

最終的なモデルはそこに固有のモデルとなります。

## 6.1.4 多重共線性と推定

先の第5章では、複数の変数がある場合の状況と、経済学においては従属変数と考えられている変数どうしが互いに非常に強く関連することがよくあるということを説明しました。この良い例は、規格に強く関連する特許です。そして、特許は全要素生産性に強く関係します。この例は、ニュージーランドにおける規格の経済効果に関するBERLの2011年の分析から抜粋したものです。

この種のモデルを推定する正しい手順は、いくつかの変数を他の変数の関数として明示的にモデル化し、2段階の最小二乗推定を使用して連立方程式を推定することです。このアプローチは、提示された方法論の一部です。

## 6.1.5 回帰での時系列データ

式 4に従って、

$$A_t = c + \omega_1 Standards_t + \sum_{i=1}^n \theta_i x_{it} + \epsilon_t$$

全要素生産性（ $A_t$ ）は時間の経過とともに追跡されます。重要なのは、変数  $\epsilon_t$  も時間の経過とともに変化すると想定されていることです。

数学的推論は範囲外ですが、時間の経過とともに変数  $\epsilon_t$  が変化する場合、専門技術者はモデリングプロセスでそれを「修正」しなければなりません<sup>3)</sup>。これを行う一つの方法が、Newey and West (1994) によって形式化されています。

3) 議論については、Wooldridge (2020) を参照してください。



## 7. Data description

This section describes the data a practitioner will need to estimate the impact of standards on economic growth in an economy.

### 7.1 A time series of standards introduced

Standards have different functions and come in a wide variety of types. When all (or a majority of) the standards in an industry/economy/business are collated, this can be referred to as a “stock” of standards.

Standards Australia has summarized a list of analyses of the economic benefits of standards from across the world<sup>1)</sup>. The report describes that, in each economy where this analysis was undertaken, the researchers used a stock of standards as an independent variable.

As defined above, a “stock of standards” is “[the] sum of all published standards up to the end of a specific year minus the sum of standards that has been withdrawn up to the end of that year” (NBN, 2020).

### 7.2 Other data

Other data that is used in the regression modelling of total factor productivity is:

- ▶ Real GDP
- ▶ An index of multifactor productivity (or total factor productivity, the name is interchangeable)
- ▶ A measure of labour volume (e.g. hours worked, people employed)
- ▶ Labour productivity index
- ▶ Capital productivity index
- ▶ Number of patents granted

These are the data identified by BERL to include in its analysis.

1) See Standards Australia, “*Research Paper: The Economic Benefits of Standardisation*”: [www.standards.org.au/StandardAU/Media/SA-Archive/OurOrganisation/News/Documents/Economic-Benefits-of-Standardisation.pdf](http://www.standards.org.au/StandardAU/Media/SA-Archive/OurOrganisation/News/Documents/Economic-Benefits-of-Standardisation.pdf)





## 7. データの説明

この章では、専門技術者がある経済分野の経済成長に対する規格の効果を推定するために必要なデータについて説明します。

### 7.1 時系列規格の導入

規格にはさまざまな機能があり、さまざまな種類があります。産業／経済／ビジネスのすべて（または大部分）の規格が照合される場合、これは規格の「ストック」と呼ばれることがあります。

Standards Australiaは、世界中の規格の経済的恩恵の分析リストをまとめました<sup>1)</sup>。その報告書では、この分析が行われた各経済分野において独立変数として規格のストックを使用したと説明されています。

先に定義したように、「規格のストック」とは、「特定の年の終わりまでに発行されたすべての規格の合計から、その年の終わりまでに廃止された規格の合計を引いたもの」です（NBN, 2020）。

### 7.2 その他のデータ

全要素生産性の回帰モデリングで使用するその他のデータは以下のとおりです。

- ▶ 実質GDP
- ▶ 多要素生産性の指標（または全要素生産性、名前は交換可能）
- ▶ 労働量の尺度（例：労働時間、被雇用者数）
- ▶ 労働生産性指数
- ▶ 資本生産性指数
- ▶ 認可された特許の数

これらは、分析に含めるためにBERLによって識別されたデータです。

1) Standards Australiaの「Research Paper : The Economic Advantages of Standardisation」参照：  
[www.standards.org.au/StandardAU/Media/SA-archive/OurOrganisation/News/Documents/Economic-Benefits-of-Standardisation.pdf](http://www.standards.org.au/StandardAU/Media/SA-archive/OurOrganisation/News/Documents/Economic-Benefits-of-Standardisation.pdf)

## 7.3 Sources of data

A count of the number of active standards should be available from a given country's standards office. Economic variables like GDP and employment can be requested from the country's statistical office, or budget office, or central bank. Failing these sources, data for most countries is made available by the World Bank at <https://data.worldbank.org/>.

All variables should be observed over time. The more periods of data one has, the better the final analysis will be. However, the very lower bound on the number of observations is likely to be somewhere around 15 periods (either years or quarters is the normal frequency of economic data). At this bound, the results will be far from robust, and are indicative only. But they will be roughly useful. Ideally, it is preferable to have at least 30 periods of data. This is because, at 30 observations, it is generally accepted that the Central Limit Theorem applies. It is beyond the scope of this report to describe the Central Limit Theorem, save to observe that this theorem allows a practitioner to reasonably conclude that any results found are robust.

### Productivity indices

It is possible that there are no official estimates of labour and/or capital productivity for a given country. If this is the case, one can construct an estimate of labour productivity by dividing output (GDP) at each point in time by the corresponding estimate of labour volume.

The World Bank does not track an estimate of capital services over time. This must be sourced from the country's statistical office, budget office, or central bank. If a capital services series is unavailable from any source in the country, a rough measure could be constructed in the following way:

- ▶ Source a time series of the total value of listed companies on the local stock exchange.
- ▶ Deflate this using a GDP deflator so that its value is measured in the same real terms as real GDP. A GDP deflator can be constructed by dividing nominal GDP by real GDP. (This is a defensible estimate of the volume of capital.)

- ▶ For each period, divide real GDP by this measure of the total value of companies on the local stock exchange.

It could also be that the country does not have an official index of total factor productivity and that the data is not available from any other publicly available source. In that case, it is possible to multiply the measure of the volume of labour and the measure of the volume of capital. This number can then, for each period, be used to divide the real GDP of that period. This will yield a very approximate measure of total factor productivity.

As a last resort, this report can be used as part of a formal process to request that the series necessary to construct a measure of capital productivity or labour productivity be made available. This should, however, be seen as the very last option. As described in the introduction to this section, data which can be argued to be strongly related to the data to be measured can be used as a substitute. The methodology will still yield useful results.

### Sources of other data

The World Bank tracks many data series, as do the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the World Trade Organization (WTO). Some private companies also aggregate official data, which is available to download for a fee.

## 7.4 Software recommendation

There are many different software packages capable of running regression models. Here are a few options BERL have found success with. Software such as R, Stata or SAS are most useful to run the regression model primarily because they create results that are easy to read.

The practitioner will need to organize the data into a suitable format (the most useful would be a **.xlsx** spreadsheet, then converted into a **.csv** file and import it into the chosen software. From there, the practitioner will need to decide how to implement the regression in the software chosen.

## 73 データの情報源

アクティブな規格の数の統計は、その国の規格局から入手可能であるべきです。GDPや雇用などの経済変数は、国の統計局、予算局、または中央銀行から入手することができます。これらの情報源がない場合、ほとんどの国のデータは、世界銀行から入手可能です。

<https://data.worldbank.org/>

すべての変数は、経時的に観察されるべきです。データの期間が長いほど、最終的な分析精度は向上します。ただし、観測数の最低下限は、おそらく約15期間です。（年または四半期のいずれかが経済データの通常の頻度です）。この下限では、結果はロバストとはほど遠いものであり単なる指標です。しかし、それでも大まかには役立ちます。理想的には、少なくとも30期間のデータがあることが望ましいです。これは、30回の観測で、中心極限定理が適用されることが一般的に認められているためです。中心極限定理を説明することはこの報告書の範囲を超えていますが、この定理により、専門技術者は、得られた結果がロバストであると合理的に結論付けることができます。

### 生産性指数

特定の国の労働生産性および／または資本生産性の公式な推定値がない可能性があります。この場合、各時点での生産量（GDP）を対応する労働量の推定値で割ることにより、労働生産性の推定値を作成できます。

世界銀行は、経時的な資本サービスの推定値を追跡していません。これは、国の統計局、予算局、または中央銀行から入手しなければなりません。国内のどの情報源からも一連の資本サービスの推定値が入手できない場合は、以下の方法で大まかな測定値を作成できます。

- ▶ 地域の証券取引所に上場している企業の総額の時系列を入手します。
- ▶ GDPデフレーターを使用してこれを収縮させ、その値が実質GDPと同じ実質条件で測定されるようにします。GDPデフレーターは、名目GDPを実質GDPで割ることによって構築できます。（これは資本の量の正当化できる推定値です。）

- ▶ 各期間について、実質GDPを、地域の証券取引所にある企業の総価値をこの測定値で割ります。

また、その国には全要素生産性の公式の指標がなく、データが他の公的な情報源から入手できない可能性もあります。その場合には、労働量の測定値と資本量の測定値を掛けることができます。この数値は、各期間について、その期間の実質GDPを割るために使用できます。これにより、全要素生産性の非常に近似的な測定値が得られます。

最後の手段として、この報告書は、資本生産性または労働生産性の測定値を構築し利用可能とするために必要な一連の流れを要求する正式なプロセスの一部として使用できます。ただし、これは最後の選択肢と見るべきです。この章の冒頭で説明したように、測定対象のデータと強く関連していると主張できるデータを代わりに使用できます。そして、この方法は、依然として有用な結果をもたらします。

### 他のデータの情報源

世界銀行は、経済協力開発機構（OECD）や世界貿易機関（WTO）と同様に、多くのデータシリーズを追跡しています。一部の民間企業も公式データを集約しており、有料でダウンロードできます。

## 74 推奨ソフトウェア

回帰モデルを実行できるさまざまなソフトウェアパッケージがあります。BERLが成功を収めたいいくつかの選択肢をここに示します。R、Stata、SASなどのソフトウェアは、主に読みやすい結果を作成するため、回帰モデルを実行するのに非常に有用です。

専門技術者は、データを適切な形式に整理する必要があります（最も便利なのは、.xlsxスプレッドシートで、.csvファイルに変換し、選択したソフトウェアにインポートします。）そこから、専門技術者は選択したソフトウェアでの回帰の実装方法を決定する必要があります。



## 8. How to interpret the results

This section is intended to guide the reader in interpreting the results a practitioner will be able to produce using the suggested methodology of this report. It is important that both parties to this analysis understand what the results mean so constructive dialogue can take place.

### 8.1 Model equations

For convenience, the equations of interest are:

#### Equation 6

$$\ln(LabourProd_t) = \Omega_1 \ln(A_t) + \Omega_2 \ln\left(\frac{K_t}{L_t}\right) + \mu_t$$

#### Equation 7

$$\ln(A_t) = \Phi + \omega_1 \ln(Standards_t) + \theta_1 \ln(Patents_t) + \delta_t$$

where

$$LabourProd_t = \frac{y_t}{L_t}$$

### 8.2 Suggested results format

#### What to include

At the minimum, results reported should be:

- ▶ The coefficient estimates
- ▶ The standard error for each coefficient
- ▶ The t-statistic for each coefficient
- ▶ A calculation of the probability of t being greater than the chosen significance level for each coefficient
- ▶ An indication of what level of statistical significance has been chosen as the threshold

Optionally, it can assist the reader if the model equation is reproduced in a table with the results. Additionally, including not just the coefficient names, but the corresponding symbol used in the equations, is helpful.

As regards the last bullet point, most studies in the social sciences use a 5 % significance level. In some cases, 10 % can be defensible, particularly if there are significant data issues. A 1 % threshold is very rarely used.<sup>1)</sup>

Hypothesis testing is deceptively simple, and its simplicity hides nuance. The process involves considering at least two hypotheses: the null hypothesis, where the variable of interest has zero effect, and the alternative hypothesis, where the variable of interest has some effect.<sup>2)</sup> The algorithm for assessing statistical significance is to compare the t-statistic to a “t-table” and see if it is greater or lesser than the value given for the appropriate confidence level (the critical value). Another way to do it is to calculate the probability of the t-statistic being greater than the given value in the table, under the null hypothesis. For this methodology, it is suggested a “two-sided” test be used. This is a test for the effect being anything different from zero.

#### Other regression output

Depending on the choice of software package, and routine used for estimating the model within that package, other results can be reported from the regression analysis. These include an F-statistic, AIC, BIC, R-squared, among others. These numbers are useful for specific



1) Resources such as Myers et al. (2010) would be useful to consult to understand the idea of statistical significance.

2) It is more nuanced than this, a practitioner can choose to only test for positive values or negative values, or both.

## 8. 結果の解釈

この章は、専門技術者がこの報告書が提案した方法論を使用して生成できる結果を解釈する際に読者を案内することを目的としています。この分析の双方の当事者が結果の意味を理解し、建設的な対話を行うことができるようにすることが重要です。

### 8.1 モデル式

便宜上、対象となる式は以下のとおりです。

#### 式 6

$$\ln(LabourProd_t) = \Omega_1 \ln(A_t) + \Omega_2 \ln\left(\frac{K_t}{L_t}\right) + \mu_t$$

#### 式 7

$$\ln(A_t) = \Phi + \omega_1 \ln(Standards_t) + \theta_1 \ln(Patents_t) + \delta_t$$

ここに、

$$LabourProd_t = \frac{y_t}{L_t}$$



### 8.2 提案する 結果フォーマット

#### 何を含めるか

少なくとも、報告される結果は以下のようになります。

- ▶ 係数の推定値
- ▶ 各係数の標準誤差
- ▶ 各係数の  $t$  統計量
- ▶  $t$  が各係数に対して選択された有意水準よりも大きい確率の計算
- ▶ 閾値として選択された統計的有意性のレベルの指標

任意で、モデル式が結果の表に再現されていると、読者の助けになります。さらに、係数名だけでなく、式で使用される対応する記号を含めると便利です。

箇条書きの最後の点に関しては、社会科学のほとんどの研究は5%の有意水準を使用しています。場合によっては、特に重大なデータの問題がある場合は、10%が正当化されることがあります。1%の閾値が使用されることはめったにありません<sup>1)</sup>。

仮説検定は一見単純であり、その単純さは微妙な差異を見えにくくします。このプロセスでは、少なくとも2つの仮説を検討します。対象の変数がゼロの効果を持つとする帰無仮説と、対象の変数が何らかの効果を持つとする対立仮説です<sup>2)</sup>。統計的有意性を評価するためのアルゴリズムは、 $t$  統計量を「 $t$  分布表」と比較して、適切な信頼レベル（臨界値）に指定された値よりも大きい小さいかを確認します。これを行う別の方法は、帰無仮説の下で、 $t$  統計量が分布表の指定された値よりも大きい確率を計算することです。この方法では、「両面」検定を使用することを提案します。これは、ゼロとは異なるものの効果の検定です。

#### その他の回帰アウトプット

ソフトウェアパッケージの選択、およびそのパッケージ内のモデルを推定するために使用されるルーチンに応じて、回帰分析からその他の結果も報告できます。これらには、F統計、AIC、BIC、決定係数（R二乗）などが含まれます。これらの数値は、特定の目的（通常はモデル診断）に役立ち

1) Myers et al. (2010) などの情報源は、統計的有意性の概念を理解するために調べて見ると役立ちます。

2) これよりも微妙な違いがあり、専門技術者は正の値または負の値のみ、あるいは両方を検定することを選択できます。

Equation name (e.g. Equation 6)				
	Estimate	Std error	t value	Pr(> t )
Equation of model				
$\Omega_1$				
$\Omega_2$				
Equation name (e.g. Equation 7)				
	Estimate	Std error	t value	Pr(> t )
Equation of model				
$\Phi$				
$\omega_1$				
$\theta_1$				

**Table 1** – Example results tables

purposes (usually model diagnosis). They are not useful for standards bodies or decision makers and are best left in an appendix, if not omitted.

### Example format

It is best practice to report the results of a linear regression in a table containing the variable name, estimate, standard error and significance test values (*t* value, Pr(>|*t*|) or both). Each variable should have its own row. See **Table 1** as an example.

Each coefficient can be read off the table one at a time. Particular attention should be given to the Pr(>|*t*|) column. This is a number calculated using the *t*-statistic and allows for easy interpretation of results without having to consult a *t*-statistics table. As long as this number is below the chosen significance level (for example, 0.05 for 5%), the variable in question is statistically significant.

After determining that the variable is statistically significant, it is instructive to refer to the original equation and “plug in” the value of the coefficient. Then a quick mental calculation (by setting the variable to which the coefficient is attached to one and the others to zero) will reveal by how much the dependant variable will change.

For example, looking at **Equation 7**, primary interest is in the effect of increasing standards on the log of total factor productivity ( $\ln(A_t)$ ). This is measured using

$\omega_1$  in **Equation 7**. If this had a value of, say, 0.2, then the practitioner can plug this in to **Equation 7**, and note that this equation is one of a logarithm being a function of a number of logarithms.<sup>3)</sup> For this type of equation, interpretation is that increasing the stock of standards by 1% would increase total factor productivity by  $(1.01^{0.2} - 1) * 100 \approx 0.2\%$ .<sup>4)</sup>

An additional useful insight can be gleaned from the standard error. The  $\omega_1$  can be set equal to its original value (say 0.2) plus the standard error, and the original value minus the standard error. If the standard error is 0.1, then the new  $\omega_1$  could be between 0.3 (0.2 + 0.1) and 0.1 (0.2 – 0.1). So increasing the stock of standard by 1% might increase total factor productivity by 0.3% or 0.1%.

Then this estimate of the  $\ln(A_t)$ , along with the coefficient  $\Omega_1$ , can be “plugged in” to **Equation 6**. This should result in a calculation of the effect of increasing standard by 1% on labour productivity. This final estimate can be used to estimate the effect of standards on economic growth, following some algebraic manipulation.

In the next section, there is a “worked” example taken from a 2011 analysis by BERL.

3) In the literature, this is known as a log-log equation.

4) To compute this mathematically, take a partial derivative of **Equation 7** with  $\omega_1 = 0.2$  and then plug this value into the formula  $((1 + x)^{\omega_1}) * 100$ , where *x* is the percentage change in the stock of standards divided by 100.



Equation name (e.g. Equation 6)				
	Estimate	Std error	t value	Pr(> t )
Equation of model				
$\Omega_1$				
$\Omega_2$				
Equation name (e.g. Equation 7)				
	Estimate	Std error	t value	Pr(> t )
Equation of model				
$\Phi$				
$\omega_1$				
$\theta_1$				

表 1 – 結果表の例

ます。これらは規格団体や意思決定者にとっては有用ではなく、省略しない場合は付録として残すのが最善です。

## フォーマットの例

線形回帰の結果を、変数名、推定値、標準誤差、および有意差検定値（ $t$  値、 $\text{Pr}(>|t|)$ ）、またはその両方）を含む表に報告するのがベストプラクティスです。各変数には個別の行とすべきです。例として表1を参照してください。

各係数は、一度に1つずつ表から読み取ることができます。 $\text{Pr}(>|t|)$  の列には特に留意すべきです。これは  $t$  統計を使用して計算された数値であり、 $t$  統計表を参照しなくても結果を簡単に解釈できます。この数値が選択した有意水準（たとえば、5%の場合は0.05）を下回っている限り、問題の変数は統計的に有意です。

変数が統計的に有意であると判断した後、元の式を参照し、係数の値を「代入」することは有益です。次に、（その係数のついている変数に1を、他の変数に0を設定することによる）簡単な試算は、従属変数がどれだけ変化するかを明らかにします。

たとえば、式7を見ると、主な関心は、全要素生産性対数（ $\ln(A_t)$ ）に対する規格の増加の影響にあります。これは、式7の  $\omega_1$  使用して測定され

ます。これが、たとえば0.2の値である場合、専門技術者はこれを式7に代入できます。この式は、数ある対数関数の内の1つの対数であることに留意してください<sup>3)</sup>。この種の方程式の場合、規格のストックを1%増やすと、 $(1.01^{0.2} - 1) * 100 \approx 0.2\%$  全要素生産性が増えると解釈されます<sup>4)</sup>。

標準誤差から、追加の有用な洞察を収集できます。 $\omega_1$ は、元の値（たとえば、0.2）に標準誤差を加えた値、および元の値から標準誤差を引いた値に設定できます。標準誤差が0.1の場合、新しい誤差は0.3（0.2 + 0.1）から0.1（0.2 - 0.1）の間になります。したがって、規格のストックが1%増えると、全要素生産性が0.3%または0.1%増える可能性があります。

次に、この  $\ln(A_t)$  の推定値を、係数とともに、式6に「代入」することができます。これにより、労働生産性に対する規格の1%の増加の影響が計算されます。この最終的な推定値は、代数的な操作に続いて、経済成長に対する規格の効果を推定するために使用できます。

次の章では、BERLによる2011年の分析から得られた「実用的な」例を示します。

3) 文献では、これは両対数方程式（log-log equation）として知られています。

4) これを数学的に計算するには、 $\omega_1 = 0.2$ での式7の偏微分値を取り、この値を式  $[(1+x)^{\omega_1} - 1] * 100$  に代入します。ここで、 $x$ は規格のストックのパーセント表示の変化率を100で割ったものです。

## 9. Example results

This section is an example of results BERL produced in 2011 for an analysis of the impact of standards on economic growth in New Zealand. It is intended to give an idea of how the results might be summarized as well as build the reader's confidence to follow along with what might be produced by a practitioner. This should support valuable dialogue.

### 9.1 Equations to estimate

To estimate the impact of increasing the stock of standards on economic growth in New Zealand, BERL estimated the following two equation systems:

#### Equation 8

$$\ln(LabourProd_t) = \Omega_1 \ln(A_t) + \Omega_2 \ln\left(\frac{K_t}{L_t}\right) + \mu_t$$

#### Equation 9

$$\ln(A_t) = \Phi + \omega_1 \ln(Standards_t) + \theta_1 \ln(Patents_t) + \delta_t$$

BERL used a two-stage regression methodology to first estimate **Equation 7** and, from the estimates of  $\omega_1$ ,  $\Phi$ , and  $\theta_1$ , plug an estimated value of  $A_t$  into **Equation 6** and estimate the  $\Omega_1$  and  $\Omega_2$ .

$\Omega_2$  is  $\alpha$  from **Equation 3**.

$LabourProd_t = \frac{y_t}{L_t}$ , so **Equation 6** can be rearranged to show  $y_t$  as the dependant variable, as in **Equation 2**.

Both equations were estimated to get a point estimate of the effect of the capital and labour ratio on labour productivity. This was used to estimate capital productivity. These estimates were then “plugged in” to a further model which is out of the scope of this report.

#### 9.1.1 Regression results

##### The equations

**Table 2** summarizes the results of a two-stage least-squares regression run using the software package R. Included in the first column is the symbol from **Equation 6** and **Equation 7**, which pertains to the variable in the table. This should allow the reader to easily walk through each equation to see what each variable does.

The first equation estimated is the relationship between total factor productivity ( $\ln\_tfp$ ) and the ratio of capital to labour ( $\ln\_K2L$ ). BERL included a “-1” in the equation to remove the intercept term; this is consistent with a choice made in the 2011 analysis.

The practitioner will be interested in all data presented in these tables and should have a strong understanding of what each entry means. The reader should first understand that the primary question of interest is: “What is the effect of standards development and adoption on total factor productivity?” It will be helpful to the reader to read this section along with **Section 8**.

##### The coefficients

The answer to the question is found in the third row of the second table, the variable is called “eq2\_ln\_stds”, and this is the value represented by  $\omega_1$  in **Equation 7**. The most important number is in the second column, the *estimate*. This takes a value of 0.1014 (4 d.p.), which can be read as “if the stock of standards is increased by 1%, then total factor productivity will increase by 0.1014 (4 d.p.)%.”

An increase in total factor productivity of 0.1014% is numerically a small number. But in the context of a national economy, the result can be dramatic. BERL used this estimate of an increase in total factor productivity as an input to a further model in 2011. When they did so, it was found that the 0.1014% increase in total factor productivity increased per annum GDP growth by 0.1% for ten years. Because economic growth compounds, this means that the total effect over the ten years was an extra 10.4% GDP.

In New Zealand, in 2010, the primary sector accounted for around 8.5% GDP. This means that increasing standards across the economy by 1% was effectively the same as one year's worth of primary production over the next ten years.

##### Standard errors

The “Std error” (read as “standard error”) column is a measure of how much the estimated value “wobbles” around a central estimate; it is a measure of uncertainty. For example, the effect of standards is between 0.100991305 and 0.101821276. This range is calculated by taking the estimate and subtracting the “Std error” for the lower bound, and adding it for the upper bound. Each of these numbers can be “plugged

## 9. 結果の例

この章は、ニュージーランドの経済成長に対する規格の効果の分析のために、2011年にBERLが作成した結果の例です。これは、結果がどのようにまとめられるかについての情報を提供するだけでなく、専門技術者が出す結果に沿って進む読者の自信を構築することを目的としています。これは貴重な対話へのサポートとなるはずです。

### 9.1 評価式

ニュージーランドの経済成長に対する規格のストックの増加の影響を評価するために、BERLは以下の2式からなるシステムを評価しました。

#### 式 8

$$\ln(\text{LabourProd}_t) = \Omega_1 \ln(A_t) + \Omega_2 \ln\left(\frac{K_t}{L_t}\right) + \mu_t$$

#### 式 9

$$\ln(A_t) = \Phi + \omega_1 \ln(\text{Standards}_t) + \theta_1 \ln(\text{Patents}_t) + \delta_t$$

BERLは、2段階の回帰手法を使用して、最初に式7を評価し、 $\omega_1$ 、 $\Phi$  および  $\theta_1$  の推定値から、 $A_t$  の推定値を式6に代入し、 $\Omega_1$  と  $\Omega_2$  を推定しました。

$\Omega_2$  は式3の  $\alpha$  です。

$\text{LabourProd}_t = y_t/L_t$  なので、式6は、式2のように、従属変数として表示するように書き換えができます。

両方の式は、労働生産性に対する資本と労働の比率の影響の点推定を得るために評価されました。これは、資本生産性を推定するために使用されました。次に、これらの推定値は、この報告書の範囲外である別のモデルに「代入」されました。

#### 9.1.1 回帰結果

##### 式

表2は、ソフトウェアパッケージを使用して実行された2段階の最小二乗回帰の結果をまとめたものです。

最初の列には、表の変数に関連する式6および式7の記号が含まれています。これにより、読者は各式を容易に調べることができ、各変数の内容を確認できます。

最初の評価式は、全要素生産性 ( $\ln\_tfp$ ) と労働に対する資本の比率 ( $\ln\_K2L$ ) の関係です。BERLは、切片項を削除するために方程式に「-1」を含めました。これは、2011年の分析で行われた選択と整合しています。

専門技術者は、これらの表に示されているすべてのデータに関心を持って、各項目の意味を十分に理解しているべきです。読者はまず、関心のある主要な質問が「全要素生産性に対する規格の開発と採用の影響は何か」であることを理解する必要があります。本章を第8章と一緒に読むと読者に役立ちます。

##### 係数

質問に対する答えは2番目の表の3行目にあり、変数は「eq2\_ln\_stds」と呼ばれ、これは式7にて  $\omega_1$  で表される値です。最も重要な数値は2番目の列の「推定値」です。これは 0.1014 (4 d.p.) の値を取り、「規格のストックが 1% 増加すると、全要素生産性は 0.1014 (4 d.p.) % 増加します」と解釈することができます。

全要素生産性の 0.1014% の増加は、数値的には小さな数値です。しかし、国民経済の状況によっては、結果は劇的になる可能性があります。BERLは、2011年のモデルへのさらなるインプットとして、全要素生産性の増加のこの推定値を使用しました。そうすると、全要素生産性の 0.1014% の増加は、10年間に渡って年間のGDP成長率を 0.1% 増加させることがわかりました。経済成長は複利計算になるので、これは10年間の累積効果としてGDPを 10.4% 押し上げたことを意味します。

ニュージーランドでは、2010年に主要セクターがGDPの約 8.5% を占めました。これは、規格のストックを 1% 増やすことは、経済全体で今後10年間の1年分の基礎生産と実質的に同じであることを意味します。

##### 標準誤差

“Std error” (「標準誤差」と読みます) 列は、推定値が中央推定値の周りで「ゆらぐ」量の尺度です。それは不確実性の尺度です。たとえば、規格の効果は 0.10991305 から 0.101821276 の間です。この範囲は、推定値をもとに「標準誤差」を減算して下限とし、加算して上限とすることによって計算されます。これらの数値のそれぞれを上記の



in” to the above equations and the change in GDP calculated to provide a range estimate. It is a judgement call whether a range estimate is useful for a particular analysis. Arguably, a range estimate is more useful the more uncertain the practitioner is about data quality or explanatory power of variables (apart from the stock of standards) chosen.

## Statistical significance

Explained in **Section 8** above is the concept of statistical significance. It is arguably most useful to calculate a  $\Pr(>|t|)$  value, because of the probability of the t-statistic being greater than the critical value, given the null hypothesis. This is the final column of the tables.

Care needs to be taken in interpreting this value. The data used in the presented methodology is observed over time. The reasoning is complex but mathematics tells us that when variables like this (time-series variables) are used in regression, one should always ensure that the correct estimation method is used. Advice on dealing with time-series variables was covered in **Section 6**. It is worth checking with a practitioner that they have estimated standard errors that are “corrected” appropriately for time-series analysis.

For BERL’s analysis, the Newey-West (Newey and West, 1994) method of correcting standard errors was chosen. In **Section 6**, this is presented as the most appropriate method. The **Table 2** below contains the correct standard errors,  $t$  values, and  $\Pr(>|t|)$  for each variable.

So long as this  $\Pr(>|t|)$  number is less than the chosen significance level (usually 0.05, sometimes 0.01, very rarely 0.1), then the estimate (of 0.1014) is called “statistically significant”.<sup>1)</sup> The  $\Pr(>|t|)$  value is 1.72E-52. This is read as 0.0...(52 zeroes)...172. Under any reasonable choice of threshold, this value is lower than the threshold, so it is logical to conclude that the effect of standards is something above what might be expected by sheer randomness.<sup>2)</sup>

Pragmatism is required in relying on the  $\Pr(>|t|)$  numbers, as discussed above, the choice of variables should always prioritize economic logic over statistical results. If an analysis is undertaken and the effect of standards is found not to be statistically significant, then the results should be reported with a caveat attached.

- 1) A significance level of 0.05 means there is a 5% probability that the effect found is due to randomness. 0.05 is the most commonly chosen level in econometrics literature.
- 2) Interestingly, the effect of patents also passes this test. But the effect is very small at 0.018 compared to 0.1014 for standards.

Equation 6				
	Estimate	Std error	$t$ value	$\Pr(> t )$
$\ln\_lp = \ln\_tftp + \ln\_K2L - 1$				
$\Omega_1$ eq1_ $\ln\_tftp$	0.538 938 3	3.798 99E-06	141 863.605 4	3.638E-138
$\Omega_2$ eq1_ $\ln\_K2L$	0.123 429 597	8.630 76E-05	1 430.112 337	2.833 28E-76
Equation 7				
	Estimate	Std error	$t$ value	$\Pr(> t )$
$\ln\_tftp = \ln\_stds + \ln\_patents$				
$\Phi$ eq2_(Intercept)	5.986 521 52	0.031 558 773	189.694 370 8	4.401 04E-49
$\omega_1$ eq2_ $\ln\_stds$	0.101 406 291	0.000 414 985	244.361 118 1	1.723 77E-52
$\theta_1$ eq2_ $\ln\_patents$	0.018 009 701	0.000 114 151	157.770 808 6	1.324 08E-46

**Table 2** – Case study regression results

式に代入し、GDPの変化を計算して推定値の範囲を提供することができます。範囲推定が特定の分析に役立つかどうかは判断次第です。ほぼ間違いなく、範囲推定は、データ品質についてまたは選択された変数（規格のストックは除く）の説明能力について不確実性が高いほど、より有用です。

統計的有意性

先に第8章で説明したのは、統計的有意性の概念です。帰無仮説が与えられた場合、*t* 統計量が臨界値よりも大きくなる確率があるため、Pr(>|*t*|) 値を計算することがおそらく最も有用です。これは、表の最後の列にあります。

この値の解釈には注意が必要です。提案した方法論で使用するデータは、時間の経過とともに観察されます。推論は複雑ですが、数学では、このような変数（時系列変数）を回帰で使用する場合は、常に正しい推定方法が使用されていることを確実にする必要があります。時系列変数の処理に関するアドバイスは第6章に説明されています。時系列分析のために適切に「修正」された標準誤差を推定していることを、専門技術者に確認する価値があります。

BERLの分析では、標準誤差を修正するNewey-West法（Newey and West, 1994）が選択されました。第6章では、これが最も適切な方法として示されました。以下の表2には、各変数の正しい標準誤差、*t* 値、および Pr(>|*t*|) が含まれています。

この Pr(>|*t*|) が、選択した有意水準（通常、0.05、場合によっては0.01、ごくまれに0.1）未満である限り、（0.1014の）推定値は「統計的に有意」と称します<sup>1)</sup>。Pr(>|*t*|) 値は1.72E-52です。これは0.0...（52個のゼロ）...172として読み取ります。合理的な閾値の選択の下では、この値は閾値よりも低いため、規格の効果は、完全なランダム性によって期待されるものよりも高いと結論付けるのが論理的です<sup>2)</sup>。

上述のように、Pr(>|*t*|) の数値に依存するには実用主義が求められます。変数の選択には、統計結果よりも常に経済論理を優先すべきです。分析が行われ、規格の効果が統計的に有意ではないことが判明した場合は、補足説明を付して結果を報告すべきです。

1) 0.05 の有意水準は、検出された効果がランダム性によるものである確率が5%であることを意味します。0.05 は、計量経済学の文献で最も一般的に選択されるレベルです。  
2) 興味深いことに、特許の効果にもこの推定を行っています。しかし、その影響は、規格の0.1014と比較して、0.018と非常に小さいです。

Equation 6				
	Estimate	Std error	t value	Pr(> t )
ln_ip = ln_tfp + ln_K2L - 1				
Ω <sub>1</sub> eq1_ln_tfp	0.538 938 3	3.798 99E-06	141 863.605 4	3.638E-138
Ω <sub>2</sub> eq1_ln_K2L	0.123 429 597	8.630 76E-05	1 430.112 337	2.833 28E-76
Equation 7				
	Estimate	Std error	t value	Pr(> t )
ln_tfp = ln_stds + ln_patents				
Φ eq2_(Intercept)	5.986 521 52	0.031 558 773	189.694 370 8	4.401 04E-49
ω <sub>1</sub> eq2_ln_stds	0.101 406 291	0.000 414 985	244.361 118 1	1.723 77E-52
θ <sub>1</sub> eq2_ln_patents	0.018 009 701	0.000 114 151	157.770 808 6	1.324 08E-46

表 2 – 回帰結果の事例



## 9.2 Caveats

Presented above is BERL's model of how standards affected economic growth in New Zealand from 1978 to 2007. This model is given only as an example of how to interpret the results of a regression analysis of the impact of standards. **Section 6** described how to decide which variables to include and exclude in a final model. The presented algorithm will result in different models for different countries.

The above regression model does not account for a two-way relationship between GDP growth and standards. As already explained, accounting for a two-way relationship is more complex, so BERL chose to look at a one-way relationship in the first instance.

Regression analysis is a technique adapted from the natural sciences, where experimenters can usually physically control for confounding factors. In adapting this methodology to economic problems, it should be recognized that a practitioner cannot physically control for confounding factors. This implies a greater level of pragmatism in interpreting results. Pragmatically, economic logic should trump statistical results.

All statistical modelling is only as good as the data that goes into it. For BERL's analysis, it was fortunate that good quality, continuous data from 1978 to 2007 was available.





## 9.2 補足説明

以上に示したのは、1978年から2007年までのニュージーランドの経済成長に規格がどのように影響したかに関するBERLのモデルです。このモデルは、規格の効果の回帰分析の結果を解釈する方法の例としてのみ提供されています。**第6章**では、最終モデルに含める変数と除外する変数を決定する方法について説明しました。提案したアルゴリズムは、国ごとに異なるモデルになります。

以上の回帰モデルは、GDP成長率と規格の間の双方向の関係を考慮していません。すでに説明したように、双方向の関係の説明はより複雑であるため、BERLは最初に一方向の関係を検討することを選択しました。

回帰分析は、自然科学を応用した手法であり、専門技術者は通常、交絡因子を物理的に制御できます。この方法論を経済問題に適応させる際には、専門技術者は交絡因子を物理的に制御できないことを認識しておくべきです。これは、結果の解釈においてより高いレベルの実用主義を意味します。実用主義的には、経済論理は統計結果よりも優先されるべきです。

すべての統計モデリングの良否は、それに入力するデータ次第です。BERLの分析では、1978年から2007年までの高品質で継続的なデータが利用可能であったことは幸運でした。



Most standards organizations should be well positioned to easily adopt this methodology in their economy.

## 10. Conclusions/ recommendations

This report includes a selection of existing literature on economic impact assessments and standards, as well as where standards fit in relation to the rest of the economy. It is important to note that standards affect all parts of the economy to a lesser or greater extent.

The methodology presented for assessing the economic impact of standards is a simple regression analysis to estimate the coefficients of a Cobb-Douglas production function model. This methodology has been pragmatically chosen to balance cost and risk with statistical robustness. Most standards organizations should be well positioned to easily adopt this methodology in their economy.

Also included in this report is a detailed description of the intuition behind the methodology to give the reader confidence in the results and guide interpretation. This should also assist in critical dialogue between a reader and practitioner.

The reader is walked through the assumptions necessary, as well as a defence for each assumption. The reader is also given guidance on how to choose relevant variables, how to correctly treat time-series data, and how to correctly treat models where the variables are all very closely related. Although these considerations are unlikely to form part of a final report received from a practitioner, having a basic understanding of them will assist critical evaluation and dialogue.

Finally, a case study of this methodology using work produced by BERL in 2011 is provided. This case study details the precise data, model and results of BERL's 2011 analysis. There are annotated tables so that the reader can easily match the table results to the provided equations. Each relevant piece of information from the results is described and guidance on interpretation is provided.

Standards organizations looking to assess the economic impact of standards locally can adopt the presented regression methodology approach.



多くの規格団体が、  
自国の経済にこの方法論を  
容易に採用できるような  
適切な立場に位置づけ  
られるべきです。

## 10. 結論/推奨事項

この報告書には、経済効果の評価と規格に関する既存の文献の選集と、並びに、規格が経済の他の部分との関係を示す内容が含まれています。規格は、経済のすべての部分に多少なりとも影響を与えることに留意することが重要です。

規格の経済効果を評価するために提案した方法論は、コブ-ダグラス型生産関数モデルの係数を推定するための単純な回帰分析です。この方法論は、コストおよびリスクの統計的ロバスト性との間のバランスをとるために実用的に選択されています。多くの規格団体が、自国の経済にこの方法論を容易に採用できるような適切な立場に位置づけられるべきです。

また、この報告書には、読者に結果への自信を与え、解釈を導くための方法論の背後にある直観の詳細な説明を含めました。これは、読者と専門技術者の間の重要な対話にも役立つはずです。

読者には、必要な仮定と、各仮定に対する正当性について説明をしました。読者には、関連する変数を選択する方法、時系列データを正しく処理する方法、および変数がすべて非常に密接に関連しているモデルを正しく処理する方法についてのガイダンスも提供しました。これらの考慮事項が専門技術者から受け取る最終報告書の一部となる可能性は低いですが、それらの基本的な理解を持つことは批判的評価と対話に役立ちます。

最後に、2011年にBERLによって作成された分析業務を使用したこの方法論のケーススタディを提供しました。このケーススタディでは、BERLの2011年の分析の正確なデータ、モデル、および結果について詳しく説明しました。読者が表の結果を提供された式に簡単に照らし合わせることができるように、注釈付きの表を付けました。結果からの関連する各情報が説明され、解釈に関するガイダンスを提供しました。

規格の経済効果を地域で評価しようとしている規格団体は、提案した回帰方法論アプローチを採用できます。



# References

- ▶ Allen, M.P. (1997), *Understanding regression analysis*, Chapter 1: “The origins and uses of regression analysis”, 1-5.
- ▶ AFNOR Group (2009), *The economic impact of standardization: technological change, standards growth in France*, June 2009. (<https://normalisation.afnor.org/wp-content/uploads/2016/06/Etude-ImpactEcoNorm-GB2009.pdf>)
- ▶ Blind, K.; Ramel F. and Ch. Rochell (2021), “The influence of standards and patents on long-term economic growth”. *The Journal of Technology Transfer*, 1-21.
- ▶ Barnes, T.J. (1998), “A history of regression: actors, networks, machines, and numbers”. *Environment and Planning A*, 30(2): 203-223.
- ▶ Card, D. (1990), “The impact of the Mariel boatlift on the Miami labor market”. *ILR Review*, 43(2): 245-257.
- ▶ Centre for International Economics (2006), *Standards and the economy*, July 2006. Submitted to Standards Australia, Canberra. ([www.pc.gov.au/inquiries/completed/standards/submissions/standards\\_australia\\_cie/subdr133.pdf](http://www.pc.gov.au/inquiries/completed/standards/submissions/standards_australia_cie/subdr133.pdf))
- ▶ Cobb, Ch.W. and P.H. Douglas (1928), “A theory of production”. *The American Economic Review*, 18(1): 139-165.
- ▶ The Conference Board of Canada (2017), *Economic value of standardization*, July 2007. Submitted to the Standards Council of Canada, Ottawa. (<https://www.scc.ca/en/about-scc/publications/general/economic-value-standardization-report-presented-scc-conference-board-canada>)
- ▶ The Conference Board of Canada (2019), *Economic impacts of commercial real estate in Canada*. Submitted to NAIOP in 2018. ([www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Economic-Impacts-of-CRE/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018](http://www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Economic-Impacts-of-CRE/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018))
- ▶ Dixon, P.B. and M.T. Rimmer (2016), *World scientific reference on Asia-Pacific trade policies – Volume 2: Agricultural and Manufacturing Protection in Australia*, Chapter 16: “Johansen’s legacy to CGE modelling: Originator and guiding light for 50 years”, 459-479.
- ▶ Department of Trade and Industry (DTI) (2005), “The empirical economics of standards”. *DTI Economics Paper* No. 12, June 2005. (<https://fr1lib.org/book/17574060/b85cec>)
- ▶ Giesecke, J.A. and J.R. Madden (2007), “The Sydney Olympics, seven years on: an ex-post dynamic CGE assessment”. Centre of Policy Studies (CoPS), Victoria University, Melbourne, Australia.
- ▶ Hogan, O.; Colm Sh. and R. Jayasuriya (2015). *The economic contribution of standards to the UK economy*, British Standards Institution.
- ▶ International Electrotechnical Commission (IEC) (2021), *Economic value of standards* [PowerPoint presentation by IEC]. Accessed 1 September 2021. (<http://www.diros.nl/wp-content/uploads/Economic-value-of-standards-Compatibility-Mode.pdf>).
- ▶ International Organization for Standardization (ISO) (2010), *Assessing economic benefits of consensus-based standards: The ISO methodology*, January 2010. ([www.iso.org](http://www.iso.org))
- ▶ Mocan, L. (2014), “The impact of education on wages: analysis of an education reform in Turkey”. Working Paper No 1424, Koç University-TÜSIAD Economic Research Forum, Istanbul.
- ▶ Myers, J.L.; Well, A.D. and R.F. Lorch Jr. (2010), “Developing fundamentals of hypothesis testing using the binomial distribution”. *Research design and statistical analysis*, Third edition. New York, NY: Routledge, 65-90.
- ▶ Nam, K.-M.; Selin, N.E.; Reilly, J.M. and S. Paltsev (2010), “Measuring loss in human welfare caused by air pollution: A CGE analysis”. *Energy Policy*, 38(9): 5059-5071 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.034>)
- ▶ Nana, G.; Sanderson, K. and R. Hodgson (2009), *Economic impacts of immigration: scenarios using a computable general equilibrium model of the New Zealand economy*, Wellington, N.Z.: Department of Labour, c2009.
- ▶ Buts, C. et al. (2020), *The impact of standards on the Belgian economy 2020*, Bureau for Standardisation (Belgium) and the Vrije Universiteit Brussel, 2020.
- ▶ Newey, W.K. and K.D. West (1994), “Automatic lag selection in covariance matrix estimation”. *Review of Economic Studies*, 61(4): 631-654.
- ▶ Sickles, R.C. and V. Zelenyuk (2019), *Measurement of productivity and efficiency*. Cambridge University Press
- ▶ Standards Council of Canada (2021), *Every standard counts – How standardization boosts the Canadian economy*. ([www.scc.ca/en/system/files/publications/SCC\\_Econ\\_Study\\_Report\\_EN\\_Mar17.pdf](http://www.scc.ca/en/system/files/publications/SCC_Econ_Study_Report_EN_Mar17.pdf))
- ▶ Stigler, S.M. (1986), *The history of statistics: The measurement of uncertainty before 1900*. Harvard University Press
- ▶ Wooldridge, J.M. (2019), *Introductory econometrics: A modern approach*, Seventh edition.
- ▶ World Trade Organization (WTO), *World Trade Report 2005: Exploring the links between trade, standards and the WTO*. ([www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/anrep\\_e/world\\_trade\\_report05\\_e.pdf](http://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/anrep_e/world_trade_report05_e.pdf)).
- ▶ Zhang, H. et al. (2019), “The interaction between standards development and economic growth of China”. *International Journal of Quality Innovation*, 5(1): 1-13.

# 参考文献

【訳者注】文献タイトルのみ和訳

- ▶ Allen, M.P. (1997), *回帰分析の理解*, 第1章:「回帰分析の起源と使用法」, 1-5.
- ▶ AFNOR Group (2009), *標準化の経済効果: テクノロジーの変化, フランスの規格の成長*, June 2009. (<https://normalisation.afnor.org/wp-content/uploads/2016/06/Etude-ImpactEcoNorm-GB2009.pdf>)
- ▶ Blind, K.; Ramel F. and Ch. Rochell (2021), 「長期的な経済成長に対する規格と特許の影響」. *The Journal of Technology Transfer*, 1-21.
- ▶ Barnes, T.J. (1998), 「回帰の歴史: アクター, ネットワーク, マシン, およびナンバー」. *Environment and Planning A*, 30(2): 203-223.
- ▶ Card, D. (1990), 「マイアミの労働市場に対するマリエル難民事件の影響」. *ILR Review*, 43(2): 245-257.
- ▶ Centre for International Economics (2006), *規格と経済*, July 2006. Submitted to Standards Australia, Canberra. ([www.pc.gov.au/inquiries/completed/standards/submissions/standards\\_australia\\_cie/subdr133.pdf](http://www.pc.gov.au/inquiries/completed/standards/submissions/standards_australia_cie/subdr133.pdf))
- ▶ Cobb, Ch.W. and P.H. Douglas (1928), 「生産の理論」. *The American Economic Review*, 18(1): 139-165.
- ▶ The Conference Board of Canada (2017), *標準化の経済的価値*, July 2007. Submitted to the Standards Council of Canada, Ottawa. (<https://www.scc.ca/en/about-scc/publications/general/economic-value-standardization-report-presented-scc-conference-board-canada>)
- ▶ The Conference Board of Canada (2019), *カナダの商業用不動産の経済効果*. Submitted to NAIOP in 2018. ([www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Economic-Impacts-of-CRE/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018](http://www.naiop.org/en/Research-and-Publications/Economic-Impacts-of-CRE/Economic-Impacts-of-Commercial-Real-Estate-in-Canada-2018))
- ▶ Dixon, P.B. and M.T. Rimmer (2016), *アジア太平洋貿易政策に関する世界科学的参考資料 – 第2巻: オーストラリアの農業および製造業保護*, 第16章: 「ヨハンセンのCGEモデリングへの遺産: 50年間の創始者と導きの光」, 459-479.
- ▶ Department of Trade and Industry (DTI) (2005), 「規格の経験的経済学」. *DTI Economics Paper No. 12*, June 2005. (<https://fr1lib.org/book/17574060/b85cec>)
- ▶ Giesecke, J.A. and J.R. Madden (2007), 「シドニーオリンピック, 7年後: 事後の動的CGE評価」. Centre of Policy Studies (CoPS), Victoria University, Melbourne, Australia.
- ▶ Hogan, O.; Colm Sh. and R. Jayasuriya (2015). *イギリス経済への規格の経済的寄与*, British Standards Institution.
- ▶ International Electrotechnical Commission (IEC) (2021), *規格の経済的価値* [IECによるPowerPointプレゼンテーション]. Accessed 1 September 2021. (<http://www.diros.nl/wp-content/uploads/Economic-value-of-standards-Compatibility-Mode.pdf>).
- ▶ International Organization for Standardization (ISO) (2010), *コンセンサスベース規格の経済的恩恵の評価: ISO方法論*, January 2010. ([www.iso.org](http://www.iso.org))
- ▶ Mocan, L. (2014), 「教育が賃金に与える影響: トルコの教育改革の分析」. Working Paper No 1424, Koç University-TÜSİAD Economic Research Forum, Istanbul.
- ▶ Myers, J.L.; Well, A.D. and R.F. Lorch Jr. (2010), 「二項分布を用いた仮説検定の基礎の開発」. *Research design and statistical analysis*, Third edition. New York, NY: Routledge, 65-90.
- ▶ Nam, K.-M.; Selin, N.E.; Reilly, J.M. and S. Paltsev (2010), 「大気汚染によって引き起こされる人間の福祉の損失の測定: CGE分析」. *Energy Policy*, 38(9): 5059-5071 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.04.034>)
- ▶ Nana, G.; Sanderson, K. and R. Hodgson (2009), *移民の経済的影響: ニュージーランド経済の応用一般均衡モデルを使用したシナリオ*, Wellington, N.Z.: Department of Labour, c2009.
- ▶ Buts, C. et al. (2020), *2020年ベルギー経済への規格の影響*, Bureau for Standardisation (Belgium) and the Vrije Universiteit Brussel, 2020.
- ▶ Newey, W.K. and K.D. West (1994), 「共分散行列推定における自動ラグ選択」. *Review of Economic Studies*, 61(4): 631-654.
- ▶ Sickles, R.C. and V. Zelenyuk (2019), *生産性と効率の測定*. Cambridge University Press
- ▶ Standards Council of Canada (2021), *すべての規格が重要 – 標準化がカナダ経済をどのように後押しするか*. ([www.scc.ca/en/system/files/publications/SCC\\_Econ\\_Study\\_Report\\_EN\\_Mar17.pdf](http://www.scc.ca/en/system/files/publications/SCC_Econ_Study_Report_EN_Mar17.pdf))
- ▶ Stigler, S.M. (1986), *統計の歴史: 1900年以前の不確かさの測定*. Harvard University Press
- ▶ Wooldridge, J.M. (2019), *計量経済学入門: 現代的なアプローチ*, Seventh edition.
- ▶ World Trade Organization (WTO), *2005年世界貿易報告書: 貿易, 規格, およびWTO間の関連を探る*. ([www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/anrep\\_e/world\\_trade\\_report05\\_e.pdf](http://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/anrep_e/world_trade_report05_e.pdf)).
- ▶ Zhang, H. et al. (2019), 「中国の規格開発と経済成長の間の相互作用」. *International Journal of Quality Innovation*, 5(1): 1-13.









# About **ISO**

ISO (International Organization for Standardization) is an independent, non-governmental international organization with a membership of 165\* national standards bodies. Through its members, it brings together experts to share knowledge and develop voluntary, consensus-based, market-relevant International Standards that support innovation and provide solutions to global challenges.

ISO has published more than 24 000\* International Standards and related documents covering almost every industry, from technology to food safety, to agriculture and healthcare.

For more information, please visit **[www.iso.org](http://www.iso.org)**

\*January 2022

## **International Organization for Standardization**

ISO Central Secretariat  
Chemin de Blandonnet 8  
Case Postale 401  
CH – 1214 Vernier, Geneva  
Switzerland

# **iso.org**

© ISO, 2022  
All rights reserved

ISBN 978-92-67-11248-0





# ISOについて

ISO(国際標準化機構)は、165 \*の国家規格団体の会員からなる独立した非政府の国際組織です。会員を通じて、専門家を集めて知識を共有し、イノベーションをサポートし、グローバルな課題に対するソリューションを提供する、自主的でコンセンサスベースの国際市場性を有する国際規格を開発します。

ISOは、テクノロジーから食品安全、農業、ヘルスケアに至るまで、ほぼすべての産業界をカバーする24,000 \*以上の国際規格と関連文書を発行しています。

詳細については、[www.iso.org](http://www.iso.org) をご覧ください。

\* 2022年1月現在

## International Organization for Standardization

国際標準化機構

ISO Central Secretariat

ISO中央事務局

Chemin de Blandonnet 8

Case Postale 401

CH – 1214 Vernier, Geneva

Switzerland

# iso.org

© ISO/JSA, 2022

All rights reserved

不許複製

ISBN 978-92-67-11248-0